टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान

Tata Institute of Fundamental Research



Deployment testing using TIFR balloons for reflector mechanism

वार्षिक प्रतिवेदन एवं लेखा परीक्षित कथन

Annual Report & Audited Statement of Accounts

(2022-23)

टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान
होमी भाभा रोड, मुंबई

वार्षिक प्रतिवेदन
एवं
लेखापरीक्षित कथन

(2022–23)

प्रबंध परिषद

श्री रतन एन. टाटा (अध्यक्ष)
अध्यक्ष, सर दोराबजी टाटा न्यास

श्री के.एन. व्यास
सचिव, परमाणु ऊर्जा विभाग एवं अध्यक्ष, परमाणु ऊर्जा आयोग

श्री अनिल काकोडकर
सदस्य, एईसी
अध्यक्ष, राजीव गांधी विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी आयोग, महाराष्ट्र सरकार

सुश्री सुषमा ताईशेटे
संयुक्त सचिव (अ. एवं वि)., परमाणु ऊर्जा विभाग

श्री एन. श्रीनाथ (31.10.2022 तक)
मुख्य कार्यकारी अधिकारी, सर दोराबजी टाटा न्यास

श्री विकास चंद्र रस्तोगी
प्रमुख सचिव, महाराष्ट्र सरकार, उच्च एवं तकनीकी शिक्षा विभाग

डॉ. के. कस्तूरीरंगन
न्यासी, रमन अनुसंधान संस्थान न्यास

प्रोफेसर एस. रामाकृष्णन (30.06.2022 तक)
निदेशक, टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान

प्रोफेसर जयराम एन. चेंगलूर (01.01.2022 से)
निदेशक, टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान

टीआईएफआर के माननीय फैलो

प्रोफेसर रामनाथ कौसिक

प्रोफेसर श्रीकृष्ण गोपालराव दानी

प्रोफेसर पियरे रेने डेलिग्ने

प्रोफेसर दीपक धर

प्रोफेसर डेविड जोनाथन ग्रॉस

प्रोफेसर तकाकी काजीता

प्रोफेसर ग्रिगोरी अलैक्सैंड्रोविच मर्गुलिस

प्रोफेसर डेविड ब्रयंट ममफोर्ड

प्रोफेसर मादाबुसी सांतानाम रघुनाथन

प्रोफेसर त्रिरुपत्तुर वैंकटचलमूर्ति रामाकृष्णन

प्रोफेसर चिंतामणि नागेसा रामचंद्र राव

प्रोफेसर माइकल रोसबाश

प्रोफेसर अशोक सेन

प्रोफेसर के.आर. श्रीनिवासन

श्री रतन नवल टाटा

प्रोफेसर सैम्युअल चाओ चुंग टिंग

प्रोफेसर सथामंगलम रंगा श्रीनिवासा वर्धन

प्रोफेसर जेम्स डेवे वॉटसन

शैक्षणिक परिषद

निदेशक, टीआईएफआर (अध्यक्ष)	-	प्रोफेसर एस. रामाकृष्णन (जून 2022 तक) प्रोफेसर जयराम एन. चेंगलूर (जुलाई 2022 से)
संकाय अध्यक्ष, स्नातक अध्ययन	-	प्रोफेसर शुभा तोले
संकाय अध्यक्ष, प्रशासन	-	प्रोफेसर श्रीरूप रायचौधुरी
पूर्व संकाय अध्यक्ष, स्नातक अध्ययन	-	प्रोफेसर अमोल दिघे
केंद्र निदेशक, एचबीसीएसई	-	प्रोफेसर अर्नब भट्टाचार्य
केंद्र निदेशक, एनसीबीएस	-	प्रोफेसर सत्यजीत मेयर (फरवरी 2023 तक) प्रोफेसर एल.एस. ससिधारा (फरवरी 2023 से)
केंद्र निदेशक, एनसीआरए	-	प्रोफेसर यशवंत गुप्ता
केंद्र निदेशक, टीआईएफआरएच	-	प्रोफेसर व्ही. चंद्रशेखर
केंद्र निदेशक, आईसीटीएस	-	प्रोफेसर राजेश गोपाकुमार
संकाय अध्यक्ष, एनएसएफ	-	प्रोफेसर कालोबरन मैती
संकाय अध्यक्ष, एमएफ	-	प्रोफेसर महान एमजे
संकाय अध्यक्ष, टीसीएसएफ	-	प्रोफेसर प्रनब सेन
संकाय अध्यक्ष, एचबीसीएसई	-	प्रोफेसर सविता लाडगे
संकाय अध्यक्ष, एनसीबीएस	-	प्रोफेसर राज लधेर
संकाय अध्यक्ष, एनसीआरए	-	प्रोफेसर जयाराम एन. चेंगलूर (जून 2022 तक) प्रोफेसर निसिम कानेकर (जुलाई 2022 से)
संकाय अध्यक्ष, टीआईएफआरएच	-	प्रोफेसर एम. कृष्णमूर्ति
संकाय अध्यक्ष, आईसीटीएस	-	प्रोफेसर रमा गोविंदराजन
संकाय अध्यक्ष, टीआईएफआर, *कैम*	-	प्रोफेसर के. संदीप
संयोजक, एसबीबी	-	प्रोफेसर संध्या पी. कौशिका
संयोजक, एसबीसी	-	प्रोफेसर दीपा खुशलानी (अगस्त 2022 तक) प्रोफेसर ए.एस.आर. कोटी (सितंबर 2022 से)
संयोजक, एसबीएम	-	प्रोफेसर अरविंद एन. नायर
संयोजक, एसबीपी	-	प्रोफेसर रूद्रज्योति पालित
संयोजक, एसबीसीएसएस	-	प्रोफेसर राहुल वझे
संयोजक, एसबीएसई	-	प्रोफेसर सुगरा इशाक चूनावाला (मई 2022 तक) प्रोफेसर अर्नब भट्टाचार्य (जून 2022 से)
अध्यक्ष, डीएए	-	प्रोफेसर भास्वती मुखर्जी
अध्यक्ष, डीबीएस	-	प्रोफेसर कृष्णु रे (सितंबर 2022 तक) प्रोफेसर विदिता वैद्य (अक्टूबर 2022 से)
अध्यक्ष, डीसीएमपीएमएस	-	प्रोफेसर ए. थमीजावेल
अध्यक्ष, डीसीएस	-	प्रोफेसर सुदीप्ता मैती
अध्यक्ष, डीएचईपी	-	प्रोफेसर मनोरंजन गुचैत
अध्यक्ष, डीएनएपी	-	प्रोफेसर जी. रविन्द्रकुमार
अध्यक्ष, डीटीपी	-	प्रोफेसर गौतम मंडल
कुलसचिव	-	विंग कमांडर जार्ज एंटोनी (से.नि.) (अप्रैल 2022 तक) कर्नल गोखले, संजय बी. (से.नि.) (मई 2022 से

		फरवरी 2023 तक कार्यवाहक कुलसचिव)
		कर्नल आनंद, राजीव (से.नि.) (मार्च 2023 से)
आईएसआई, दिल्ली	-	प्रोफेसर राजेन्द्र भाटिया
निदेशक, एलवी प्रसाद नेत्र संस्थान	-	प्रोफेसर डी. बालासुब्रमण्यम
आईआईटी, मुंबई	-	प्रोफेसर विक्रम एम. गदरे
आईआईएसईआर, मोहाली	-	प्रोफेसर एन. सत्यामूर्ति
भौतिकी विभाग, कलकत्ता विश्वविद्यालय	-	प्रोफेसर अमिताव रायचौधुरी
सहायक कुलसचिव (अकादमिक)	-	हरीश रेडेकर (सचिव) (सितंबर 2022 तक)
		फिलोमेना, डेनिज (सचिव) (फरवरी 2023 से)

प्राक्कथन

टीआईएफआर ने वर्ष 2022-23 के दौरान विज्ञान के विभिन्न क्षेत्रों में महत्वपूर्ण योगदान किए। इन क्षेत्रों में जैविक एवं जीवन विज्ञान, रसायनिक विज्ञान, गणित, भौतिक विज्ञान, प्रौद्योगिकी एवं संगणक विज्ञान व विज्ञान शिक्षा शामिल थे।

जैविक विज्ञान में नवीन तंत्रिका नेटवर्क-आधारित अल्गोरिथ्म को माइक्रोरिज निर्माण की लाइव मूवीज के खंड एवं विश्लेषण हेतु सूचित किया गया। माइक्रोरिजेस, एक्टिन-आधारित एपिकल प्रोजेक्शंस हैं जो स्कवामोस के प्रकार किंतु गैर-केराटिनाइज्ड एपिथेलिया पर उपस्थित रहते हैं जिनकी अनिवार्यता एपिथेलियल सतहों पर म्युकस को बनाए रखने के लिए है।

एनसीबीएस, बैंगलुरु में अनुसंधानकर्ताओं ने नाइट्रेट-रिस्पांसिव ट्रांसक्रिप्शन कारक के प्रकाय व इसके डाउनस्ट्रीम लक्ष्यों का वर्णन किया जो चावल के जड़ की वृद्धि एवं स्ट्रैस रिस्पांसेस को मीडिएट करते हैं। टीआईएफआर, हैदराबाद में एक अध्ययन कार्य से पता चला कि माइटोकोंड्रियल स्ट्रैस का जन्म एलआरपीपीआरसी में त्रुटियों के परिणामस्वरुप होता है। यह एक जीन है जिसका संबंध मानव माइटोकोंड्रियल रोग से होता है। इससे ऐसे क्रियातंत्र का पता चलता है जो स्वस्थ्य एवं अस्वस्थ्य माइटोकोंड्रिया में अंतर कर सकता है। इस क्रियातंत्र को पिंक एवं पार्किन द्वारा मीडिएटिड पाया गया। ये जीन्स, पार्किंसन रोग से संबद्ध हैं। इसके अतिरिक्त नवीन जीन बैंडलैस/यूबीसी13 को पाया गया जिसकी आवश्यकता माइटोकोंड्रियल गुणवत्ता नियंत्रण में है।

रसायनिक विज्ञान में दृढ़ आण्विक-स्तर के संबंधों को अलजाइमर के साथ संबंधित एमिलाइड बीटा एवं एपीओई प्रोटीनों के मध्य पाया गया। एपीओई द्वारा अबीटा ओलिगोमर्स से संलग्न रिर्पोटर डाई के फ्लूरोसेंस जीवन समय में परिमाणात्मक परिवर्तन को जन्म दिया जाता है। अत: जीवन समय के परिवर्तन द्वारा अबीटा की विषाक्त उप-प्रजातियों के लिए परख के रुप में कार्य किया जा सकता है जिससे दवा विकास के लिए मंच उपलब्ध होता है। अन्य अध्ययन ने दृश्यवान प्रकाश इलुमिनेशन के अंतर्गत डेंड्रिटिक फिब्रस नैनो-सिलिका (K-CN/DFNS) एवं फोटोउत्प्रेरणात्मक CO_2 के रुपांतरण पर पोटेशियम-अपमिश्रित g-C3N4 कोटिड के संश्लेषण को सूचित किया। फोटोउत्प्रेरणात्मक CO_2 रुपांतरण विश्वसनीय प्रक्रिया है। यह उपयोगी रसायनों एवं ईधनों में CO_2 की कमी के लिए है जिसमें सौर ऊर्जा का प्रयोग किया जाता है।

खगोलविज्ञान एवं खगोलभौतिकी विभाग के अनुसंधानकर्ताओं ने टैनस्पैक की डिजायन एवं कार्यनिष्पादन को प्रस्तुत किया। यह मध्यम-विभेदन 0.55-2.5 μm निम्नतापीय स्पेक्ट्रोमीटर व इमेजर है। यह अब भारत के नैनीताल में 3.6 मीटर देवस्थल प्रकाशिक दूरदर्शी (डीओटी) में प्रचालन में है। भारत द्वारा उच्च-विभेदन प्रकाशिक स्पेक्ट्रोग्राफ के विकास में भी अग्रणी भूमिका निभाई जाती है। यह प्रमुख वर्कहार्स, तीस मीटर दूरदर्शी के प्रथम दशक यंत्रों में है। इसे विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग व परमाणु ऊर्जा विभाग द्वारा संयुक्त रुप से वित्तीय सहायता प्रदान की जाती है।

टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा, हैदराबाद ने अंतरिक्ष अनुसंधान के लिए गुब्बारा उड़ानों के संचालन हेतु राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय प्रयोक्ता वैज्ञानिकों को अपना सहयोग दिया। टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा में डिजायन किया गया व निर्मित प्लास्टिक गुब्बारे (2,86,652 क्युबिक मीटर के वोल्यूम युक्त) को 7 दिसंबर, 2022 को प्रात: 5.45 बजे (भारतीय मानक समय) टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा, हैदराबाद से लांच किया गया। इसे मानव रहित हालो अंतरिक्ष अन्वेषण कैप्सूल के साथ लांच किया गया जिसका भार 620 किलोग्राम था (सस्पेंडिड पेलोड के रुप में टेलीमेट्री व टेलीकमांड पैकेजों के साथ)। टीआईएफआर द्वारा आपूर्ति किए गए विशेष-आकार के गुब्बारों का प्रयोग इसरो ने परावर्तक क्रियातंत्रों एवं चंद्रयान-3 लैंडर एवं रोवर क्रियातंत्रों के लिए किया है।

एनसीआरए, पुणे में एक अध्ययन कार्य ने सूचित किया कि परमाणु गैस का नौ अरब वर्ष पूर्व आकाशगंगाओं के बैरियोनिक द्रव्यमान में प्रभुत्व था। इसका भाग बैरियोनिक द्रव्यमान का 70 प्रतिशत था जबकि तारों में सिर्फ 16 प्रतिशत था।

यह आज की स्थिति के विपरीत है जहां तारों का भाग आकाशगंगाओं में आधे से अधिक बैरियोनिक द्रव्यमान में होता है। तीन मिलीसेकेण्ड पल्सरों (MSPs), PSRs J1120-3618, J1646-2142 एवं J1828+0625 की खोज बृहत् मीटरतरंग रेडियोदूरदर्शी (जीएमआरटी) का प्रयोग करके की गई।

4270 मीटर की ऊंचाई पर लद्दाख के हानले में स्थित हैगर दूरदर्शी ऐरे के साथ खगोलभौतिकीय स्रोतों के निरीक्षणों को जारी रखा गया। इसका उद्देश्य उत्सर्जन क्रियातंत्रों के विषय में जानकारी प्राप्त करने के लिए इन पिण्डों से अत्यंत उच्च ऊर्जा गामा-किरण उत्सर्जन का अध्ययन करना था। अनेक ब्लेजर क्लास सक्रिय गैलेक्सीय नाभिक व गैलेक्सीय पिण्डों का निरीक्षण किया जा रहा है। इनमें क्रैब एवं जर्मिंगा पल्सरें शामिल हैं।

नाभिकीय एवं परमाणु भौतिकी विभाग में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा ^{124}Sn में न्युट्रिनोहीन दोहरे बीटा क्षय के निरीक्षण के लिए प्रोटोटाइप निम्नतापीय बोलोमीटर संसूचक के विकास हेतु प्रयास किए जा रहे हैं। विश्लेषणात्मक मोड को बोलोमीटर सर्किट में नाइस को क्वांटिफाई एवं मॉडल करने के लिए डिजायन किया गया।

संघनित पदार्थ भौतिकी एवं सामग्री विज्ञान विभाग में अनुसंधानकर्ताओं ने WTe_2 में 2 K पर लगभग 10^6 % के अत्यंत विशाल चुंबकीय प्रतिरोधकता (एक्सएमआर) की सूचना दी। इन परिणामों से पदाथ की इस कक्षा के एक्सएमआर व्यवहार व एक्सएमआर प्रणाली में आवेश वाहकों के गुणधम को ट्युन करने की संभावनाओं के विषय में दिलचस्प जानकारी मिलती है। अन्य अध्ययन में अनुसंधानकर्ताओं ने क्वांटम-नाइस-लिमिटैड जोसफसन पैरामैट्रिक एंप्लिफायर का कार्यान्वयन किया। इसमें उन्होंने ग्राफीन जोसफसन जंक्शन का प्रयोग किया जिसकी 3.5 जीएचजैड की रैखीय रेसोनेंस गेट ट्युनेबिलिटी है। जोसफसन जंक्शन्स एवं उनके ट्युनेबिल गुणधम (उनकी अरैखिकताओं सहित) द्वारा महत्वपूर्ण भूमिका का निर्वाह अतिचालन क्युबिट्स व एंप्लिफॉयर्स में किया जाता है।

भारतीय जालक प्रमाप सिद्धांत सूत्रपात के सुपरकंप्यूटर का प्रयोग करके सैद्धांतिक भौतिकी विभाग के अनुसंधानकर्ताओं ने नए उपपरमाण्विक कण के अस्तित्व का पूर्वानुमान किया: सर्वाधिक सुंदर दृढ़ रुप से बद्ध डिबारयन। पूर्वानुमानित कण का आकर्षक पहलू यह है कि यह पूरी तरह से ब्यूटी क्वार्क्स से निर्मित है जिसकी बद्धता ड्युटेरन से 40 गुना तक दृढ़ है। इस अध्ययन से नाभिक में बद्धता की उत्पत्ति एवं भारी एक्जोटिक नाभिक के लिए प्रयोगात्मक खोजों पर सैद्धांतिक अध्ययन काय का मार्ग प्रशस्त हुआ है। अन्य महत्वपूर्ण उपलब्धि डार्क पदार्थ के संभावित अस्तित्व के लिए पृथ्वी के अन्तर्भाग की जांच के लिए वायुमंडलीय न्युट्रिनोस की क्षमता का प्रदर्शन था। अनुसंधानकर्ताओं ने प्रदर्शित किया कि जांच को अद्वितीय रुप में किया जा सकता है – न्युट्रिनो ओसिलेशंस का प्रयोग करके बैरियोनिक पदार्थ की मात्रा के मापन द्वारा। इस क्रियाविधि से अन्तर्भाग के अंदर बैरियोनिक पदार्थ प्रोफाइल पर भी जानकारी मिल सकती है।

अंतर्राष्ट्रीय सैद्धांतिक विज्ञान केंद्र, बैंगलुरु में अनुसंधानकर्ताओं ने मेघ के नए प्रकार के निर्माण के पीछे के क्रियातंत्र को दिखाया। इसे हाल ही में विश्व मौसमविज्ञान संगठन ने ''एस्पेरिटस'' नाम दिया है। मेघ अध्ययन काय का विस्तार खांसते या बोलते समय बिंदु प्रसार के अध्ययन तक किया गया। दिखाया गया कि फेस मॉस्कों के बिना वार्तालाप में मौन श्रोता द्वारा संक्रमण से पीड़ित होने की संभावना वक्ता से अधिक होती है (उस स्थिति की तुलना में जब दोनों बारी-बारी से बोलते हैं)

काय को अनेक प्रश्नों एवं समस्याओं पर किया गया। इनमें ज्यामितीय समूह सिद्धांत, संभाव्यता सिद्धांत, जटिल विश्लेषण, कंफर्मल गतिकी एवं परावर्तन समूह, ज्यामिति एवं टोपोलॉजी, लाई समूह, अंकगणितीय समूह एवं बीजीय ज्यामिति आदि शामिल थे। नए इंवैरिएंट को बीजीय प्रकारों की संबद्धता के अध्ययन के लिए परिभाषित किया गया। इस इंवैरिएंट को सामान्य रिंगों के लिए परिभाषित किया गया व इसका प्रयोग कनेक्टिड पीसेस की संख्या के अध्ययन के लिए किया गया जिन्हें वैराइटी द्वारा विच्छेदित किया जाता है। इसके उदाहरणों में हाइपरबोला शामिल है।

सीमित गणितीय मॉडलों का प्रयोग करके तरंग ऊर्जा स्थानांतरण पथमाग का अन्वेषण कर रहे कार्य को टीआईएफआर अनुप्रयोज्य गणित केंद्र, बैंगलुरु में किया जा रहा है। इस अध्ययन के परिणामों से तरंग प्रक्षुब्ध स्थानांतरणों की हमारी जानकारी बढ़ेगी व बड़े-पैमाने के समुद्री मॉडलों में पैरामीटरीकरण के विकास में सहायता मिलेगी।

अनुसंधान कार्य को संगणक विज्ञान एवं प्रणाली विज्ञान के क्षेत्रों में किया गया। एक अध्ययन कार्य ने ऑप्टिमाइजेशन में मूलभूत समस्या के लिए ऑप्टिमल अल्गोरिथ्म को उपलब्ध कराया। इसका उद्देश्य कुछ कंवेक्स नियंत्रण के होने पर कंवेक्स प्रकार्य को अल्पतम करना है। अनुसंधानकर्ताओं ने इसे ऑनलाइन अभिविन्यास तक विस्तृत किया जहां प्रत्येक कदम पर नए ऑब्जेक्टिव प्रकार्य व नए नियंत्रण को स्पष्ट किया जाता है।

विज्ञान शिक्षा के क्षेत्र में भारतीय छात्रों ने अंतर्राष्ट्रीय ओलंपियाडों में प्रत्येक विषय में उत्कृष्ट प्रदर्शन किया। खगोलविज्ञान, जैवविज्ञान, रसायनशास्त्र, गणित एवं भौतिकी में भारत का प्रतिनिधित्व करने वाले सभी 24 भारतीय छात्रों ने अंतर्राष्ट्रीय ओलंपियाडों (2022) में कुल 6 स्वर्ण पदक, 13 रजत पदक, एवं 5 कांस्य पदक जीते। इस अवधि के दौरान विज्ञान प्रतिभा टीम ने केंद्रीय विद्यालयों, जवाहर नवोदय विद्यालयों एवं परमाणु ऊर्जा केंद्रीय विद्यालयों के शिक्षकों के लिए कार्यशालाओं का आयोजन किया। इन कार्यशालाओं में टीम द्वारा विकसित शिक्षण-ज्ञानार्जन संसाधनों व संबंधित पेडागॉगीज पर जोर दिया गया। इन कार्यशालाओं का आयोजन एचबीसीएसई व अन्य साझीदार संस्थाओं – नाइसर, आईएमएससी, आइसर मोहाली, एसआईएनपी, व आइसर कोलकाता में किया गया।

टीआईएफआर के वैज्ञानिकों ने इस अवधि के दौरान प्रतिष्ठित पुरस्कार जीते। हमारे पूर्व संकाय सदस्यों में दो, प्रोफेसर दीपक धर (डीटीपी) व प्रोफेसर आर. सुजाता (एसओएम) को क्रमश: पद्म भूषण एवं पद्मा श्री से भारत सरकार द्वारा सम्मानित किया गया। प्रोफेसर विदिता ए. वैद्या (डीबीएस), एवं प्रोफेसर निसिम कानेकर (एनसीआरए, पुणे) को इंफोसिस पुरस्कार, 2022 प्रदान किया गया है। यह इंफोसिस विज्ञान संघ द्वारा क्रमश: जीवन विज्ञान एवं भौतिक विज्ञान के लिए किया गया है। डीसीएस के प्रोफेसर विवेक पोल्शेट्टीवार को 'अंतर्राष्ट्रीय शुद्ध एवं अनुप्रयुक्त रसायनशास्त्र संघ (आईयूपीएसी)' द्वारा 2022 चेमरान VII पुरस्कार प्रदान किया गया। वर्ष 2021 के लिए 'खगोलविज्ञान एवं संबद्ध क्षेत्रों में निरीक्षणीय एवं यंत्रीकरण कार्य' के क्षेत्र में जुबिन केमभावी पुरस्कार टीम-एस्ट्रोसैट को प्रदान किया गया। यह भारत की प्रथम बहु-तरंगदैर्ध्य अंतरिक्ष आब्जर्वेटरी 'एस्ट्रोसैट' की सफल डिजायन, निर्माण, लांच एवं प्रचालनों के लिए प्रदान किया गया।

हम अपने प्रयासों को जारी रखे हुए हैं व आगामी वर्ष में उच्च लक्ष्यों को प्राप्त करने की आशा करते हैं।

जयराम एन. चेंगालुर
निदेशक

पुरस्कार एवं उपलब्धियां

राष्ट्रीय

दीपक धर (डीटीपी, पूर्व संकाय सदस्य) - पद्म भूषण
(भारत सरकार द्वारा पुरस्कृत, जनवरी 2023)

आर. सुजाता (एसओएम, पूर्व संकाय सदस्य) - पद्म श्री
(भारत सरकार द्वारा पुरस्कृत, जनवरी 2023)

विदिता वैद्य (डीबीएस) - इंफोसिस पुरस्कार, जीवन विज्ञान 2022
(इन्फोसिस विज्ञान फाउंडेशन द्वारा सम्मानित, जनवरी 2023)

निसिम कानेकर (एनसीआरए) - भौतिक विज्ञान में इंफोसिस पुरस्कार 2022
(इन्फोसिस विज्ञान फाउंडेशन द्वारा सम्मानित, जनवरी 2023)

विवेक पोलशेट्टीवार (डीसीएस) – राष्ट्रीय पर्यावरण रसायन शास्त्र अनुसंधान पुरस्कार CO2 गिरावट एवं ग्रीन हाइड्रोजन सहित
(सीएनआर राव फाउंडेशन, जेएनसीएएसआर, बैंगलोर, 2022 द्वारा सम्मानित)

प्रणव आर. शिरहट्टी (टीआईएफआरएच) – भौतिक विज्ञान में एस.एन. शेषाद्रि मेमोरियल इंस्ट्रुमेंटेशन पुरस्कार 2022
(भारतीय भौतिकी एसोसिएशन द्वारा सम्मानित, 2022)

कार्तिक व्ही. रमन (टीआईएफआरएच) - एस. एन. शेषाद्रि मेमोरियल इंस्ट्रुमेंटेशन पुरस्कार
(भारतीय भौतिकी एसोसिएशन द्वारा सम्मानित, 2022)

सुभ्रो भट्टाचार्जी (आईसीटीएस) - सैद्धांतिक भौतिकी, खगोल भौतिकी एवं जैवभौतिकी में उत्कृष्टता के लिए बूटी फाउंडेशन पुरस्कार
(भारतीय भौतिकी एसोसिएशन द्वारा पुरस्कृत, नवंबर 2022)

आर. लोगानयागम (आईसीटीएस) - एन. एस. सत्य मूर्ति मेमोरियल पुरस्कार
(भारतीय भौतिकी एसोसिएशन द्वारा पुरस्कृत, दिसंबर 2022)

यशवंत गुप्ता (एनसीआरए) – अनुप्रयुक्त भौतिकी में उत्कृष्टता के लिए मुरली एम. चुगानी मेमोरियल पुरस्कार 2022
(भारतीय भौतिकी एसोसिएशन द्वारा पुरस्कृत, नवंबर 2022)

टी. एन. नारायणन (टीआईएफआरएच) - एमआरएसआई पदक - 2022, भारतीय पदार्थ अनुसंधान सोसायटी
(भारतीय पदार्थ अनुसंधान सोसायटी द्वारा सम्मानित, दिसंबर 2022)

कृष्णामेघ कुंटे (एनसीबीएस) - प्रो. टी.एन. अनंतकृष्णन वरिष्ठ वैज्ञानिक पुरस्कार

(प्रो. टी.एन. अनंतकृष्णन फाउंडेशन, चेन्नई, अगस्त 2022)

उपिंदर एस. भल्ला (एनसीबीएस) - सर एम. विश्वेश्वरैया वरिष्ठ वैज्ञानिक राज्य पुरस्कार
(कर्नाटक राज्य विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी परिषद, कर्नाटक सरकार, मार्च 2023)

उमा रामकृष्णन (एनसीबीएस) - डॉ. कल्पना चावला युवा महिला वैज्ञानिक पुरस्कार
(कर्नाटक राज्य विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी परिषद, कर्नाटक सरकार, मार्च 2023)

रमा गोविंदराजन (आईसीटीएस) - फेलो के रूप में चयनित
(भारतीय राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी, 2022)

यशवंत गुप्ता (एनसीआरए) - फेलो के रूप में चयनित
(भारतीय राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी, सितंबर 2022)

अजीथ परमेश्वरन (आईसीटीएस) – फेलो के रूप में चयनित
(राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी – भारत, जून 2022)

सुभ्रो भट्टाचार्जी (आईसीटीएस) - फेलो के रूप में चयनित
(राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी, भारत, जून 2022)

विदिता वैद्य (डीबीएस) - फेलो के रूप में चयनित
(राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी, भारत, 2022)

विदिता वैद्य (डीबीएस) - फेलो के रूप में चयनित
(भारतीय विज्ञान अकादमी, भारत, 2022)

पी. वी. शिवप्रसाद (एनसीबीएस) - फेलो के रूप में चयनित
(राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी, भारत, नवंबर 2022)

यशवन्त गुप्ता (एनसीआरए) - फेलो के रूप में चयनित
(भारतीय राष्ट्रीय इंजीनियरिंग अकादमी (आईएनएई), सितंबर 2022)

अली हैदर (टीआईएफआर-कैम) - एक युवा सहयोगी के रूप में चयनित
(भारतीय विज्ञान अकादमी, अगस्त 2022)

अनीश टी. वीटिल (टीआईएफआरएच) - इंटरमीडिएट फेलो, डीबीटी-वेलकम न्यास
(डीबीटी-वेलकम न्यास, जनवरी 2023)

सुभाजीत गोस्वामी (एसओएम) - एसोशिएट फेलो के रूप में चयनित
(भारतीय विज्ञान अकादमी (IASc), 2022-2025)

स्वर्णवा मुखोपाध्याय (एसओएम) - युवा वैज्ञानिक पदक
(भारतीय राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी द्वारा सम्मानित, 2022)

आनंद सावंत (एसओएम) - युवा वैज्ञानिक पदक
(भारतीय राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी द्वारा सम्मानित, 2022)

सुभ्रो भट्टाचार्जी (आईसीटीएस) - युवा वैज्ञानिक पदक
(भारतीय राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी द्वारा पुरस्कृत, जनवरी 2023)

मानस कुलकर्णी (आईसीटीएस) - युवा वैज्ञानिक पदक
(भारतीय राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी द्वारा पुरस्कृत, जनवरी 2023)

तमल दास (टीआईएफआरएच) - युवा वैज्ञानिक पदक
(भारतीय राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी द्वारा पुरस्कृत, जनवरी 2023)

प्रयूष कुमार (आईसीटीएस) - युवा वैज्ञानिक प्लैटिनम जुबली पुरस्कार
(राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी, भारत द्वारा फरवरी 2023 में पुरस्कृत)

साहिल अहलावत (टीआईएफआरएच) - युवा वैज्ञानिक के लिए वार्षिक एनएमआरएस पदक
(भारत की राष्ट्रीय चुंबकीय अनुनाद सोसायटी द्वारा सम्मानित, फरवरी 2023)

के.के. मिश्र (एचबीसीएसई) - होमी जहांगीर भाभा पुरस्कार - स्वर्ण
(मार्च 2023 में महाराष्ट्र सरकार की महाराष्ट्र राज्य हिंदी साहित्य अकादमी द्वारा पुरस्कृत)

शुभा तोले (डीबीएस) - जवाहरलाल नेहरू प्रगत वैज्ञानिक अनुसंधान केंद्र द्वारा जेएनसीएएसआर मानद प्रोफेसर
(जवाहरलाल नेहरू प्रगत वैज्ञानिक अनुसंधान केंद्र द्वारा सम्मानित)

श्रवण हनसोगे (डीएए) - गूगल संकाय पुरस्कार
(गूगल अनुसंधान, भारत द्वारा पुरस्कृत, नवंबर 2022)

रमा गोविंदराजन (आईसीटीएस) - प्रतिष्ठित पूर्व छात्र पुरस्कार
(आईआईटी दिल्ली द्वारा सम्मानित, अक्टूबर 2022)

रमा गोविंदराजन (आईसीटीएस) - अर्चना शर्मा स्मृति व्याख्यान पुरस्कार
(राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी, भारत द्वारा सम्मानित, जनवरी 2023)

विपिन अग्रवाल (टीआईएफआरएच) - एस. सुब्रमण्यम का 60वां जन्मदिन व्याख्यान पुरस्कार
(भारतीय राष्ट्रीय चुंबकीय अनुनाद सोसायटी, द्वारा सम्मानित, फरवरी 2023)

के. वी. श्रीनिवासन (एलटीएफ) - सर्वश्रेष्ठ पेपर पुरस्कार
(भारतीय क्रायोजेनिक्स परिषद द्वारा पुरस्कृत, नवंबर 2022)

सिद्धार्थ एस. भंडारी (पूर्व छात्र, एसटीसीएस) - एसीएम भारत 2022 डॉक्टरेट शोध प्रबंध पुरस्कार
(कंप्यूटिंग मशीनरी एसोशिएशन (ACM), भारत द्वारा सम्मानित)

चिराग चावला (डीएए) - वर्ष 2022 के लिए सर्वश्रेष्ठ प्रकाशन के लिए युवा खगोलविज्ञानी पुरस्कार
(भारतीय खगोलीय सोसायटी द्वारा सम्मानित)

एकनाथ घाटे (एसओएम) - सदस्य-गणितीय विज्ञान समिति
(भारतीय विज्ञान अकादमी, बैंगलोर, 2022)

विपिन अहलावत (टीआईएफआरएच) - कार्यकारी परिषद सदस्य
(भारतीय राष्ट्रीय चुंबकीय अनुनाद सोसायटी, 2020-2023)

सब्यसाची मुखर्जी (एसओएम) - मैट्रिक्स अनुदान
(विज्ञान एवं इंजीनियरिंग अनुसंधान बोर्ड (एसईआरबी), भारत द्वारा सम्मानित, जनवरी 2023)

रमा गोविंदराजन (आईसीटीएस) - "वीमेन इन स्टैम: वैनगार्ड्स ऑफ इंडिया@75" में विशेष रुप से प्रदर्शित
(भारतीय उद्योग परिसंघ, 2022)

प्रशांत सिंह (आईसीटीएस) - शीर्ष उद्धृत पेपर पुरस्कार भारत 2022
(आईओपी प्रकाशन, सितंबर 2022)

जुनैद भट्ट (आईसीटीएस) – एस. नाराणन मेमोरियल अनुसंधान पुरस्कार
(टीआईएफआर, जून 2022)

विदिता वैद्य (डीबीएस) - प्रतिष्ठित विजिटिंग प्रोफेसर, आईआईटी बॉम्बे 2022
(आईआईटी, बॉम्बे, 2022-2024)

दर्शना कापरी (डीबीएस) - एसईआरबी अंतर्राष्ट्रीय यात्रा पुरस्कार 2022
एसईआरबी, डीएसटी (2022)

उत्कर्षा घई (डीबीएस) - सीटीईपी डीबीटी यात्रा अनुदान 2022
(डीबीटी द्वारा सम्मानित)

दर्शना कापरी (डीबीएस) - टीआईएफआर इंफोसिस लीडिंग एज यात्रा अनुदान 2022
(टीआईएफआर, मुंबई द्वारा सम्मानित)

प्राची तिवारी (डीबीएस) - टीआईएफआर इंफोसिस लीडिंग एज यात्रा अनुदान 2022
(टीआईएफआर, मुंबई द्वारा सम्मानित)

अंतर्राष्ट्रीय

विवेक पोलशेट्टीवार - चेमरान VII पुरस्कार
(अंतर्राष्ट्रीय शुद्ध एवं अनुप्रयुक्त रसायनशास्त्र संघ (आईयूपीएसी), 2022 द्वारा सम्मानित)

सुव्रत राजू (आईसीटीएस) - 10वां निशिना एशिया पुरस्कार
(निशिना फाउंडेशन, जापान द्वारा सम्मानित, अगस्त 2022)

शुभा तोले (डीबीएस) - मार्गदर्शन में उत्कृष्ट उपलब्धियों के लिए बर्निस ग्राफस्टीन पुरस्कार
(तंत्रिका विज्ञान सोसायटी, यूएसए द्वारा नवंबर 2022 में सम्मानित)

पद्मनाभन बलराम (एनसीबीएस) - 2021 के लिए आर. ब्रूस मेरिफील्ड पुरस्कार
(अमेरिकन पेप्टाइड सोसाइटी, यूएसए द्वारा जून 2022 में सम्मानित)

कार्तिक व्ही. रमन (टीआईएफआरएच) - 2022 एसीएमएम राइजिंग स्टार पुरस्कार
(एसीएमएम, 2022)

विपिन अग्रवाल (टीआईएफआरएच) – टाइम-सेंसिटिव पुरस्कार: "न्यू वॉइसेस इन मैगनेटिक रेसोनैंस"
(अंतर्राष्ट्रीय चुंबकीय अनुनाद सोसायटी द्वारा जून 2022 में सम्मानित)

ज्योतिषमन दासगुप्ता (डीसीएस) – रॉयल रसायन शास्त्र सोसाइटी के फैलो
(रसायन शास्त्र रॉयल सोसाइटी, यूके, मार्च 2023)

सुभ्रो भट्टाचार्जी (आईसीटीएस) - पांच साल की साझेदारी
(आईसीटीपी, ट्रीस्टे, इटली द्वारा सम्मानित, सितंबर 2022)

सुंदर राम नागनाथन (डीबीएस) - मैक्स प्लैंक पार्टनर ग्रुप
(मैक्स प्लैंक सोसायटी, जर्मनी द्वारा सम्मानित, फरवरी 2023)

स्थितधि रॉय (आईसीटीएस) - मैक्स प्लैंक पार्टनर ग्रुप
(मैक्स प्लैंक सोसायटी, जर्मनी द्वारा सम्मानित, फरवरी 2023)

शिल्पा फानी पोथाप्रगडा (टीआईएफआरएच) – शमिट विज्ञान फ़ेलोशिप
(शमिट फ्यूचर्स फाउंडेशन, मार्च 2023)

टी. एन. नारायणन (टीआईएफआरएच) - एलेक्जेंडर वॉन हम्बोल्ट अनुभवी शोधकर्ता फैलोशिप
(एवीएच फाउंडेशन, नवंबर 2022)

समृद्धि शंकर रे (आईसीटीएस) - सीईएफआईपीआरए (इंडो-फ्रेंच) अनुदान
(सीईएफआईपीआरए, फ्रांस द्वारा सम्मानित, अगस्त 2022)

सुभ्रो भट्टाचार्जी (आईसीटीएस) - इंडो-स्वीडिश दीक्षा अनुदान
(अंतर्राष्ट्रीय स्वीडिश अनुसंधान एवं उच्च शिक्षा सहयोग संघ, स्वीडन द्वारा मार्च 2023 में सम्मानित)

विनोथकुमार के.आर. (एनसीबीएस) - ईएमबीओ ग्लोबल
(ईएमबीओ, दिसंबर 2022)

आदित्य विजयकुमार (आईसीटीएस) - फुलब्राइट-नेहरू डॉक्टोरल अनुसंधान छात्रवृत्ति
(संयुक्त राज्य अमेरिका – भारत शैक्षिक फाउंडेशन (यूएसआईईएफ) द्वारा सम्मानित, जुलाई 2022)

भानु किरण (आईसीटीएस) - हेनरी प्वाइनकेयर संस्थान (आईएचपी) – अंतर्राष्टीय डे मैथामैटिक्स प्युर्स इटी एप्लीक्स केंद्र केंद्र (सीआईएमपीए) फ़ेलोशिप
(हेनरी प्वाइनकेयर संस्थान (आईएचपी) द्वारा सम्मानित, फरवरी 2023)

रमा गोविंदराजन (आईसीटीएस) - किर्क प्रतिष्ठित विजिटिंग फेलो
(आइजैक न्यूटन संस्थान द्वारा सम्मानित, मई 2022)

नेहा सांगवान (एसटीसीएस) – आईईईई अंतर्राष्टीय सूचना सिद्धांत संगोष्ठी (आईएसआईटी) में सर्वोत्तम छात्र पेपर पुरस्कार
(आईईईई सूचना सिद्धांत सोसाइटी द्वारा पुरस्कृत, जुलाई 2022)

राहुल वझे (एसटीसीएस) - WiOpt 2022 में सर्वश्रेष्ठ उपविजेता पेपर पुरस्कार
(WiOpt 2022 कार्यक्रम समिति, ट्यूरिन, इटली द्वारा सम्मानित, सितंबर 2022)

महान एमजे (एसओएम) - आमंत्रित सीएनआरएस प्रोफेसर
(हेनरी प्वाइनकेयर संस्थान, फ्रांस, मई-जून 2022)

एकनाथ घाटे (एसओएम) - KAIX आमंत्रित व्याख्यान
(कोरिया उन्नत विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी संस्थान, दक्षिण कोरिया, नवंबर 2022)

रुक्मिणी डे (आईसीटीएस) - गणित में एशियन-ओशियानिज्म महिलाओं की सदस्य
(गणित में एशियन-ओशियानिज्म महिलाएं, जुलाई 2022)

शमिक गुप्ता (डीटीपी) – भौतिकी जर्नल ए के संपादकीय बोर्ड के सदस्य; गणितीय एवं सैद्धांतिक भौतिकी
(भौतिकी संस्थान, यूके, 2022)

ज्योतिषमन दासगुप्ता (डीसीएस) – रसायनिक भौतिकी जर्नल के संपादकीय बोर्ड के लिए निर्वाचित
(अमेरिकन भौतिकी संस्थान, दिसंबर 2022)

ज्योतिषमन दासगुप्ता (डीसीएस) – भौतिक रसायन जर्नल के संपादकीय बोर्ड के लिए निर्वाचित
(अमेरिकन रसायनिक सोसायटी, दिसंबर 2022)

महेंद्र सोनावणे - संपादकीय बोर्ड सदस्य, ईलाइफ
(ईलाइफ, 2022)

दीपा अगाशे (एनसीबीएस) - संपादकीय बोर्ड सदस्य, पीएलओएस जीवविज्ञान
(पीएलओएस जीवविज्ञान, अप्रैल 2022)

इंद्रनील मजूमदार (डीएनएपी) –अंतर्राष्ट्रीय जेआईएनआर सलाहकार समिति, दुबना के सदस्य के रूप में चयनित

(संयुक्त नाभिकीय अनुसंधान संस्थान, दुबना, रूस, जनवरी 2023 से)

महान एमजे (एसओएम) - ज्यामिति अनुभाग के कोर पैनल सदस्य एवं आईसीएम 2022 में ज्यामिति सत्र के मॉडरेटर
(अंतर्राष्ट्रीय गणितीय संघ, अगस्त 2022)

विपिन अग्रवाल (टीआईएफआरएच) - राष्ट्रीय उच्च-क्षेत्र चुंबकीय प्रयोगशाला की एनएमआर/एमआरआई सलाहकार समिति के कार्यकारी सदस्य
(राष्ट्रीय उच्च-क्षेत्र चुंबकीय प्रयोगशाला, फ्लोरिडा विश्वविद्यालय, यूएसए, जनवरी 2023)

वत्सला थिरुमलई (एनसीबीएस) - अंतर्राष्ट्रीय जेब्राफिश सोसायटी के निदेशक मंडल के लिए निर्वाचित
(अंतर्राष्ट्रीय जेब्राफिश सोसायटी, जून 2022)

प्रोनोबेश मैती (आईसीटीएस) - केआईटीपी स्नातक फैलोशिप
(केआईटीपी, सांता बारबरा, यूएसए द्वारा सम्मानित, सितंबर 2022)

दर्शना कापरी (डीबीएस) - फेंस- आईब्रो पीईआरसी यात्रा अनुदान 2022
(आईबीआरओ द्वारा सम्मानित, 2022)

प्रतीक चौधरी (डीबीएस) - फेंस- आईब्रो पीईआरसी यात्रा अनुदान 2022
(आईबीआरओ द्वारा सम्मानित, 2022)

टीम-एस्ट्रोसैट - भारत की पहली बहु-तरंग दैर्ध्य अंतरिक्ष वेधशाला 'एस्ट्रोसैट' की सफल डिजाइन, निर्माण, प्रक्षेपण एवं प्रचालनों के लिए वर्ष 2021 के लिए 'खगोल विज्ञान एवं संबद्ध क्षेत्रों में निरीक्षणीय व यंत्रीकरण कार्य' के क्षेत्र में जुबिन केमभवी पुरस्कार।
(भारतीय खगोलीय सोसायटी (एएसआई) द्वारा सम्मानित)

संकाय

चेंगलूर, जे.एन. (निदेशक)

गणित स्कूल

भट्टाचार्य, अमिताव
भट्टाचार्य, एस.
बिस्वास, आई.
दास, ओमप्रोकाश
देशपांडे, टी.एन.
फखरुद्दीन, एन.
घाटे, ई.पी.
घोष, अनीष
गोस्वामी, एस.
गुप्ता, आर. (14.07.2022 से)
होला, वाई.आई.
कृष्ण, अमलेंदू (31.03.2023 तक)
एमजे, महान
मोदामी, बी. (05.04.2022 से)
मुखर्जी, एस.
मुखोपाध्याय, एस.
नायर, ए.एन.
परमेश्वरन, ए.जे.
रोशन, एस.के.
सावंत, आनंद
श्रीधरन, आर.
श्रीनिवास, व्ही.
श्रीनिवासन, एस.
त्रिवेदी, व्ही. जी.
वर्मा, एस. व्ही.
वेंकटरमन, टी.एन. (28.02.2023 तक)

सहायक संकाय

बेलकाले, प्रकाश, गणित विभाग, यू.एस.ए. (01.04.2022 से 31.03.2025 तक)
बुरुंगले, अशाय ए., टेक्सास विश्वविद्यालय, ऑस्टिन, यूएसए (01.04.2022 से 31.03.2025 तक)
गेलेंडर, साचिक, वैज़मन विज्ञान संस्थान, इज़राइल (01.04.2022 से 31.03.2025 तक)
हिदा, हारुज़ो, यूसीएलए लॉस एंजिल्स, यू.एस.ए. (01.04.2022 से 31.03.2025 तक)

टीआइएफआर अनुप्रयोज्य गणित केंद्र, बैंगलोर

अदिमूर्ति, के.
अरविंदा, सी.एस.
बर्नजी, ए.
विश्वास, आई.एच.
चंदगोटिया, एन.
चंद्रशेखर, पी.
घोषाल, एस.एस.
हैदर, अली
कर्माकर, डी.
कोली, यू.
कृष्णन, व्ही.पी.
मैती, डी.
रामचंद्रन, के.
संदीप, के.
शेखर, अतुल
सिवगुरू, आर.
श्रीनिवासन, पी.के.
थॉमस, जे. (आईसीटीएस के साथ संयुक्त नियुक्ति)
वदलामणि, एस.

प्रौद्योगिकी एवं कंप्यूटर विज्ञान स्कूल

असनानी, एच. (12.09.2022 तक)
बत्रा, जे.
भास्कर, यू.
चट्टोपाध्याय, आर्कदेव
गुहा, एस.
हर्षा, पी.
जुनेजा, एस.के.
कविता, टी.

कुमार, एम. (06.12.2022 से)
वझे, आर.
प्रभाकरन, व्ही.
राधाकृष्णन, जे.
राजा, एन.
सप्तऋृषि, आर.
सेन, पी.
सिन्हा, अभिषेक (05.04.2022 से)
श्रीनिवासन, अक्षयाराम
श्रीवास्तव, पी.
नारायणन, एच.

सहायक संकाय
बोरकर, व्ही.एस., भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मुंबई (01.01.2023 से 31.12.2025 तक)
कायल, नीरज, माइक्रोसॉफ्ट अनुसंधान प्रयोगशाला, भारत, बैंगलोर (01.02.2020 से 31.01.2023 तक)
मजूमदार, रवि आर., वाटरलू विश्वविद्यालय, कनाडा (01.05.2019 से 30.04.2022 तक)
नेत्रापल्ली, प्रणीथ, माइक्रोसॉफ्ट अनुसंधान भारत, बैंगलोर (01.05.2020 से 30.04.2023 तक)
शाह**,** देवव्रत**,** कैंब्रिज**,** यू.एस.ए. (01.01.2023 से 31.12.2025 तक)

प्राकृतिक विज्ञान स्कूल

खगोलविज्ञान एवं खगोलभौतिकी विभाग

भट्टाचार्य, एस.
चटर्जी, एस.
गोपाकुमार, अचमवीदू
हनासोगे, एस.
मुखर्जी, बी.
मुखर्जी, एस. (09.05.2022 से)
निनान, जे.पी.
ओझा, डी.के.
पूर्वंकरा, एम.
सिंह, टी.पी. (31.07.2022 तक)
तेंदुलकर, एस. (एनसीआरए के साथ संयुक्त नियुक्ति)

सहायक संकाय
महादेवन**,** सुव्रथ, पेंसिल्वेनिया राज्य विश्वविद्यालय, यू.एस.ए. (01.04.2023 से 31.03.2026 तक)

जैव विज्ञान विभाग

आनंद, अमितेश
चौहान, एन.एस. (07.06.2022 से)
दास, डी.
कोल्थुर, यू.एस.
कोशिका, एस.पी.
मिश्रा, एम. (01.07.2022 तक)
नागानाथन, एस.आर. (03.08.2022 से)
नरसिम्हा, एम.
रे, के. (एनबीआरसी में लीन पर)
सोनावणे, एम.
तोले, एस.
वैद्य, व्ही.

सहायक संकाय
कामत, सिद्धेश, आईसर, पुणे (01.05.2020 से 30.04.2023 तक)

रसायनिक विज्ञान विभाग

बोस, अमर्त्य (09.11.2022 से)
दासगुप्ता, ज्योतिषमन
दत्ता, अंकोना
खुशलानी, दीपा
कोटी, ए. श्री राम
मैती, सुदीप्ता

मजूमदार, श्यामलावा
नागराजन, के. (18.08.2022 से)
पात्रा, मलय
पोल्शेट्टीवार, विवेक
वेंकटरमणी, रविंद्र
वूरा, वामसी के.

संघनित पदार्थ भौतिकी एवं सामग्री विज्ञान विभाग

भट्टाचार्य, अर्नब
चटर्जी, सोविक
देशमुख, मंदार एम.
घोष, संदीप
घोष, शंकर
गोपाल, अचंता व्ही. (एनपीएल, सीएसआईआर में लीन पर)
मैती, कालोवरन
प्रभु, श्रीगणेश एस.
रामाकृष्णन, एस. (30.06.2022 तक)
रायचौधुरी, प्रताप
सिंह, बहादुर
थमीजावेल, ए.
विजयराघवन, आर

सहायक संकाय

गुप्ता, सुभासीष दत्ता, हैदराबाद विश्वविद्यालय, हैदराबाद (01.04.2021 से 31.03.2024 तक)
लेवीन, डोव, टेक्निऑन – इज़राइल प्रौद्योगिकी संस्थान, इज़राइल (01.05.2019 से 30.04.2022 तक) एवं पुन: (01.10.2022 से 30.09.2025 तक)

उच्च ऊर्जा भौतिकी विभाग

चटर्जी, आर.एम. (02.02.2023 से)
चिटनिस वर्षा आर.
दुगड, शशि आर.
गुचैत, मनोरंजन
मजुमदार, गोविंदा
मजुमदार, कजरी
मोहंती, गगन बी.
मोहंती, प्रवता के.
रमीज, मोहम्मद
उन्नीकृष्णन, सी.एस. (31.07.2022 तक)

सहायक संकाय

लिपारी, पॉलो, यूनिवर्सिटा डी रोमा "सैपिएन्ज़ा", रोमा, इटली (01.10.2022 से 30.09.2025 तक)
विल्किंसन, गाइ, एफआरएस, ऑक्सफोर्ड, यूनाइटेड किंगडम (01.10.2022 से 30.09.2025 तक)

नाभिकीय एवं परमाणु भौतिकी विभाग

दत्ता, सौरभ
कृष्णामूर्ति, एम.
मजूमदार, इंद्रनील
मिश्रा, दीपांकर
मजूमदार, सुशील ए.
नानल, वंदना एस.
पाल, सुब्रत
पालित, रूद्रज्योति
प्रभुदेसाई, वैभव एस.
रविंद्रकुमार, जी.
त्रिबेदी, लोकेश सी.

सहायक संकाय

गर्ग, उमेश, नोट्रे डेम विश्वविद्यालय, यूएसए (01.07.2021 से 30.06.2024 तक)

राजीव, पी.पी., ऑक्सफोर्ड, यूके (01.02.2020 से 31.01.2023 तक)

सैद्धांतिक भौतिकी विभाग

आलम, एस. (03.10.2022 से)
दामले, केदार एस.
दासगुप्ता, बासुदेव
दत्ता, सोमेन
दिघे, अमोल एस.
गददे, अभिजीत
गुप्ता, सौरेंदु
गुप्ता, प्रोफेसर शमिक (02.05.2022 से)
गुप्ता, संदीपन (19.04.2022 से)
खत्री, ऋषि
कुलकर्णी, जी.पी.
मजूमदार, सुभब्रता
मंडल, गौतम
माथुर, नीलमणि
मिनवाला, सिराज
परिंकर, ओंकार
रायचौधुरी, श्रीरूप
राय, तुहिन एस.
साधु, त्रिदिब
सेनशर्मा, राजदीप
शर्मा, ऋषि
त्रिपाठी, विक्रम
त्रिवेदी, संदीप पी.

सहायक संकाय, एसएनएस

बाली, गुन्नार एस. रीगेन्सबर्ग विश्वविद्यालय, जर्मनी (01.10.2023 से 31.03.2026 तक)
दास, सुमित रंजन, केंटुकी विश्वविद्यालय, यूएसए (01.04.2021 से 31.03.2024 तक)
धर, दीपक, आईसर, पुणे (01.05.2020 से 30.04.2023 तक)
जैन, भुवनेश, पेंसिल्वेनिया विश्वविद्यालय, फिलाडेल्फिया,यूएसए (01.05.2020 से 30.04.2023 तक)
मजूमदार, सत्य नारायण, पेरिस-सूद विश्वविद्यालय, फ्राँस (01.04.2021 से 31.03.2024 तक)

होमी भाभा विज्ञान शिक्षा केंद्र, मुंबई

भट्टाचार्य, अर्नब
चंद्रसेखरन, संजय
चारी, दीपा
चूनावाला, सुगरा आई. (31.05.2022 तक)
डे, पृथ्वीजीत
गुप्ता, अंकुश
गुप्ता, आयुष
जोशी, परेश के.
खापर्डे, राजेश बी.
रवीन्द्रन, अश्वथी
लडागे, सविता ए.
मशूद, के.के.
मजुमदार, अन्वेश
मिश्र, के.के.
सेनगुप्ता, तथागत
सुब्रमणियम, के.
सुले, अनिकेत पी.
वर्तक, रेखा आर. (30.11.2022 तक)

सहायक संकाय

सेनगुप्ता, प्रतीम, कैलगरी विश्वविद्यालय, कनाडा (01.02.2020 से 31.01.2023 तक)

राष्ट्रीय जैव विज्ञान केंद्र

अगाशे, दीपा
अशहद, एस. (01.11.2022 से)
बद्रीनारायण, अंजना
भट्टाचार्यजी, तपोमय

भट्टाचार्य, अभिषेक
भल्ला, उपिन्दर एस.
ब्रोकमेन, एक्सेल
चक्रवर्ती, शाओन
चटर्जी, सुमंत्रा (31.01.2023 तक)
दास, रणवीर
दास, सौम्याश्री
घोष, हिया सिंघी
गोसावी, साची एस.
जना, स्वाधीन चंद्रा
कृष्णा, संदीप
कुंटे, कृष्णामेघ जे.
कुट्टी, रघुनाथ विनोथकुमार
लाढेर, राजेश कुमार
मेयर, सत्यजीत
नोटानी, डिंपल
पदिनजात, रघु
राधाकृष्णन, सबरीनाथन
राजू, आर्किशमैन
रामकृष्णन, उमा
रमेश, आरती
राव, मदन
रेडकर, ए.जी. (01.03.2023 से)
साने, संजय पी.
संकरन, महेश
सेशासाई, अश्विन साई नारायण
शशिधरा, एल.एस. (21.02.2023 से)
शिवप्रसाद, पी. व्ही.
सौधामिनी, आर.
सुंदरामूर्ति, वरदराजन
थत्तई, मुकुंद
थिरुमलई, वत्सला
थुतुपल्ली, शशि (आईसीटीएस के साथ संयुक्त नियुक्ति)
उदगांवकर, जयंत बी. (आईआईएसईआर, पुणे में लीन पर)
वेंकटेसन, राधिका (30.06.2022 तक)
विश्वनाथ, श्रुति

सहायक संकाय

जैन, संजीव, निमहंस, बैंगलुरु, भारत (01.04.2021 से 31.03.2024 तक)
करंथ, उल्लास, वन्यजीव संरक्षण सोसायटी, बैंगलोर, भारत (01.04.2021 से 31.03.2024 तक)
मल्होत्रा, विवेक, जेनोमिक रेगुलेशन केंद्र, स्पेन (01.04.2021 से 31.03.2024 तक)
रामास्वामी, मणि, तंत्रिकाविज्ञान संस्थान, आयरलैंड (01.04.2021 से 31.03.2024 तक)
शीलो, बेन-जियोन, वेजमैन विज्ञान संस्थान, इजराइल (बज्र सहायक संकाय, 01.10.2022 से 30.09.2023 तक)
स्पूडिच, जेम्स ए., स्टैनफोर्ड यूनिवर्सिटी, यूएसए (01.04.2021 से 31.03.2024 तक)

राष्ट्रीय रेडियो खगोलभौतिकी केंद्र

भट्टाचार्य, भास्वती
चंद्रा, पूनम
चेंगलूर, जयराम एन.
चौधरी, तीर्थंकर राय
गुप्ता, यशवंत
ईश्वरा चंद्रा, सी.एच.
जोशी, भाल चंद्रा (31.08.2022 तक)
काले, रुटा
कानेकर, निसिम
खर्ब, प्रीति
लाल, धरम वीर
मान, योगेश
मित्रा, दीपांजन
ओबेराय, दिव्या
राय, जयंता
राय, सुभाशीष
श्रीहर्ष तेंदुलकर (डीएए के साथ संयुक्त नियुक्ति)
वडाडेकर, योगेश जी.

अंतर्राष्ट्रीय सैद्धांतिक विज्ञान केंद्र

अजीत, पी.
आपटे, अमित (आईआईएसईआर, पुणे में लीन पर)
अथरेया, एस.आर. (01.11.2022 से)
बसक, अनीरबन
बसु, रिद्दीप्रतिम
भाट, पल्लवी
भट्टाचारजी, सुभो
डे, रूकमणि
धर, अभिषेक
गोपाकुमार, राजेश
गोविंदराजन, रमा
कृष्णमूर्ति, विजय कुमार
कुलकर्णी, मानस
कुमार, प्रयूष
कुंदू, अनुपम
लोगनयागम, आर.
पंडित प्रणव सुधीर
राजू, सुव्रत
रे, समृद्धि शंकर
राय, स्थितधि
थॉमस, जिम (कैम के साथ संयुक्त नियुक्ति)
थुटुपल्ली, शशि (एनसीबीएस के साथ संयुक्त नियुक्ति)
वासन, विशाल

सहायक संकाय

चट्टोपाध्याय, स्वपन, बर्कले, यू.एस.ए. (01.07.2021 से 30.06.2024 तक)
मुखी, सुनील, आईसर, पुणे (01.10.2022 से 30.09.2025 तक)
नंजुनदिया, रवि एस., भारतीय उष्णकटिबंधीय मौसम विज्ञान संस्थान, पुणे (01.04.2022 से 31.03.2025)

टीआईएफआर हैदराबाद

अग्रवाल, विपिन
चंद्रशेखर, व्ही.
दानी, आदिश
दास, तमल
गराई, कंचन
घोष, सौम्या
हलदर, रीतेश
जैसवाल, मनीष
जना, अनुकूल
जोशी, डी.जी. (03.02.2023 से)
कर्माकर, समरजीत
कृष्णामूर्ति, एच.एन.एस. (23.02.2023 से)
कृष्णमूर्ति, एम.
मधु, पी.के.
मंडल, कल्याणेश्वर
मजुमदार, अप्रोतिम
मंडल, जगन्नाथ
मोटे, कौस्तुभ आर.
नंदी, सरोज कुमार
नारायणन, टी.एन.
नायक, पवित्र कुमार
पर्लेकर, प्रसाद एस.
रामकृष्णन, रघुनाथन
रमोला, कबीर
रंजन, व्ही. (01.03.2023 से)
शिरहती, प्रणव आर.
सिंह, पी.के. (18.07.2022 से)
श्रीवास्तव, मृणाल
सुदापल्ली, सी.के. (04.07.2022 से)
वैद्य, आनंद तीर्थ
वल्लूरुपल्ली, प्रमोध
वीतिल, अनीश तझे
वेंकटरमन, कार्तिक
विग, मोनिक

सहायक संकाय

कांग, गगनदीप, वेलकम ट्रस्ट अनुसंधान प्रयोगशाला, क्रिश्चियन मेडिकल कॉलेज, वैलोर (02.11.2020 से 01.11.2023 तक)
रोसकी, एच.डब्ल्यू., गोटिंजेन विश्वविद्यालय, जर्मनी (01.02.2020 से 31.01.2023 तक)

प्रशासन एवं सेवाएं

प्रशासन

प्रबंध परिषद के कुलसचिव एवं सचिव	:	विंग कमांडर एंटोनी, जॉर्ज (से.नि.) (30.04.2022 तक) कर्नल गोखले, संजय बी. (से.नि.) (01.05.2022 से 27.02.2023 तक कार्यवाहक नियुक्ति) कर्नल आनंद, राजीव (से.नि.) 28.02.2023 से)
उप कुलसचिव	:	कर्नल गोखले, संजय बी. (सेवानिवृत्त)
सचिव, प्राकृतिक विज्ञान संकाय	:	स्क्वाड्रन लीडर अय्यर, के. गोपाल कृष्णन (से.नि.) (15.11.2022 से)
सहायक कुलसचिव (अकादमिक)	:	रेडेकर, एच.के. (20.09.2022 तक) डेनिज, पी. (01.02.2023 से)
सचिव, आईडब्ल्यूजी	:	शिंदे, एम.डी.
लेखा प्रमुख	:	पैठणकर, किशोर एस.
स्थापना प्रमुख	:	सागवेकर, एन.एस.
जनसंपर्क अधिकारी	:	अभ्यंकर, ए.एम.
विधिक अधिकारी	:	देसवाल, आर.
क्रय एवं भंडार अधिकारी	:	बघेल, दीपक बी.
सुरक्षा एवं अग्निशमन अधिकारी	:	जोशी, भारत बी.
प्रशासनिक अधिकारी (डी), सामान्य प्रशासन	:	फेलिक्स, टी.जे.
प्रमुख, प्रशासन, एचबीसीएसई	:	दांडेकर, पी.
प्रमुख, प्रशासन एवं वित्त, एनसीआरए, पुणे	:	सोलंकी, जे.के.
प्रमुख, प्रशासन एवं वित्त, एनसीबीएस, बेंगलुरु	:	राजन, रवि शंकर गुरु
प्रशासनिक अधिकारी (ई), कैम, बेंगलुरु	:	कन्नन, सी.जे.
प्रशासनिक अधिकारी (डी), आईसीटीएस, बेंगलुरु	:	डे, अभिजीत
प्रशासनिक अधिकारी (सी), टीसीआईएस, हैदराबाद	:	हरी प्रसाद, डी.

सेवाएं

मुख्य अभियंता, तकनीकी सेवाएं एवं केंद्रीय कार्यशाला	:	सिन्हा, संगम
प्रमुख, चिकित्सा अनुभाग	:	राघवन, संध्या
प्रमुख, सूचना प्रणाली विकास समूह	:	गोयल, निहिता
प्रमुख, वैज्ञानिक सूचना संसाधन केंद्र	:	प्रभाकरन, आर.
वैज्ञानिक अधिकारी (जी), निम्न तापमान सुविधा	:	श्रीनिवासन, के. व्ही.
प्रमुख, कंप्यूटर केंद्र एवं संचार सुविधा	:	राधवन, एच.

टी.आई.एफ.आर. के प्रमुख अनुसंधान क्रियाकलाप

(2022–2023)

गणित स्कूल

बीजगणितीय ज्यामिति

- **कैहलर प्रकारों के लिए 4-आयामी अल्पतम मॉडल कार्यक्रम पर**
  अनुसंधानकर्ताओं ने कैहलर प्रकारों के लिए उच्चतर आयामी अल्पतम मॉडल कार्यक्रम में अनेक महत्वपूर्ण परिणामों को सिद्ध किया: विश्लेषणात्मक प्रकारों के मध्य प्रोजेक्टिव मॉर्फिज्म्स के लिए (संबंधित) कैनोनिकल रिंग की परिमित उत्पत्ति एवं आयाम 4 के निश्चित कैहलर प्रकारों के लिए अल्पतम मॉडलों के अस्तित्व। (ओमप्रोकाश दास)

- **अधिकतम अल्बानेस आयाम के कैहलर प्रकारों के लिए अल्पतम मॉडल का अस्तित्व**
  इस लेख में दिखाया गया कि स्वैच्छिक आयाम के कैहलर प्रकारों (जिनका अधिकतम अल्बानीज आयाम है) में अल्पतम मॉडल होते हैं (ओमप्रोकाश दास)

अंक सिद्धांत

- **बड़े भारों के लिए जड़त्व पर जिग-जैग होल्ड्स**
  अनुसंधानकर्ताओं ने बड़े भारों (कम से कम जड़त्व उपसमूह पर) के लिए ½ एवं (पी-3)/2 के मध्य असाधारण भारों एवं अर्ध-इंटिग्रल स्लोप्स के दो-आयामी क्रिस्टालाइन पी-एडिक गैलोइस रिप्रिजेंटेशंस के रिडक्शंस पर जिग-जैग अनुमान को सिद्ध किया। यह अनुमान सिर्फ कुछ लघु अर्ध-इंटिग्रल स्लोप्स के लिए ज्ञात था। यह प्रमाण ट्राइंगुलाइन रिप्रिजेंटेशंस के ब्लोअप स्पेस में चिटराव-घाटे-यसुदा के कारण सीमित तर्क का प्रयोग करता है। इसका उद्देश्य 3 एवं पी-1 के मध्य भारों के अर्ध-स्थिर रिप्रिजेंटेशंस के रिडक्शंस के अध्ययन हेतु अनुमान को कम करना है। (एकनाथ घाटे)

- **अभिलक्षण पी में पी-एडिक जीएल2 के गैर-स्वीकार्य अलघुकरणीय रिप्रिजेंटेशंस**
  p>3 एवं F को गैर-आर्किमेडियन स्थानीय क्षेत्र होने दें जिसमें रेसिड्यु क्षेत्र, F_p का उपयुक्त परिमित विस्तार हो। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा GL2(F) के सरल, पूर्ण रुप से अलघुकरणीय गैर-स्वीकार्य रिप्रिजेंटेशंस का निर्माण किया जाता है। इसे एफ के रेसिड्यु क्षेत्र पर वर्णित किया गया है जिससे यह Q_p पर अनरेमिफाइड एफ के लिए लेखकों के पूर्व परिणामों को विस्तृत करता है। इस निर्माण में एकरुपता है व यह ब्रुइल एवं पास्कुनास के आरेखों के सिद्धांत का प्रयोग करता है। (एकनाथ घाटे)

ज्यामिति एवं टोपोलॉजी

- **हाइपरबोलिक समूहों पर प्रथम पैसेज पर्कोलेशन**
  अनुसंधानकर्ताओं ने प्रथम पैसेज पर्कोलेशन (एफपीपी) का अध्ययन ग्रोमोव-हाइपरबोलिक समूह जी में पैटरसन-सुलिवन मेशर के साथ सज्जित सीमा के साथ किया। इस अध्ययन ने जी के कैले ग्राफ के प्रत्येक एज में रैंडम पैसेज टाइम्स के आई.आई.डी. संग्रह को संबंधित किया। इसके साथ ही अध्ययन कार्य में प्रथम पैसेज टाइम के असिंप्टोटिक्स के संबंध में क्लासिकल प्रश्नों के साथ ही एफपीपी मेट्रिक में जियोडेसिक्स की ज्यामिति का परीक्षण किया गया। पैसेज टाइम वितरण पर उपयुक्त स्थितियों के अंतर्गत अनुसंधानकर्ताओं ने दिखाया कि 'वेग' का अस्तित्व लगभग प्रत्येक दिशा में है व यह सीमा पर जी-कार्य की अर्गोडिसिटी द्वारा लगभग निश्चित रुप से कंस्टेंट है। सीमा पर प्रत्येक बिंदु के लिए अनुसंधानकर्ताओं ने बिंदु की ओर निर्देशित किंन्ही दो जियोडेसिक किरणों के लगभग निश्चित कोलेसेंस को भी दिखाया। अंत में दिखाया गया कि प्रथम पैसेज टाइम के परिवर्तन का

रेखीय रुप से विकास, शब्द दूरी एवं जियोडेसिक किरणों के साथ प्रत्येक निर्धारित सीमा दिशा में होता है। (महान एमजे)

- **ग्राफ सीमाओं के लिए चीगर अतुल्यताएं**
  अनुसंधानकर्ताओं ने चीगर कंस्टेंट्स की धारणाओं को ग्राफोन्स एवं ग्राफिंग्स के लिए प्रस्तुत किया एवं चीगर एवं बुसेर अतुल्यताओं को इनके लिए सिद्ध किया। अनुसंधानकर्ताओं ने सह-क्षेत्र सूत्र को भी ग्राफोन्स एवं ग्राफिंग्स के लिए सिद्ध किया। (महान एमजे)

- **परिमित मैपिंग क्लास आर्बिट्स के साथ SL(2,C) में सतह समूह रिप्रिजेंटेशंस**
  परिमितीय रुप से अनेक पंक्चर्स के साथ सकारात्मक जेनस की अभिविन्यासित सतह दिए जाने पर अनुसंधानकर्ताओं द्वारा मैपिंग क्लास समूह कार्य के परिमित आर्बिट्स को वर्गीकृत किया जाता है। यह सतह के मूलभूत समूह के अर्धसरल जटिल विशेष रेखीय द्वि-आयामी रिप्रिजेंटेशंस के मॉड्युली स्पेस पर किया जाता है। कम से कम दो वर्ग की सतहों के लिए ऐसे आर्बिट्स की संगति होमोमॉर्फिज्म्स के प्रति परिमित इमेजों के साथ होती है। वर्ग एक के लिए उनकी संगति परिमित या विशेष डाइहैड्रल रिप्रिजेंटेशंस के साथ होती है। अनुसंधानकर्ताओं ने मॉड्युली स्पेस में बद्ध आर्बिट्स के लिए एनालॉगस परिणाम को भी प्राप्त किया। (महान एमजे)

जटिल विश्लेषण एवं कंफर्मल गतिकी

- **एंटीहोलोमॉर्फिक गतिकी में स्ट्रेटर्निंग की अनिरंतरता: ।।**
  ट्राइकोर्न-जैसे समूहों की धारणा के श्रमसाध्य वर्णन के बाद (मैंडलब्रोट समूह के एंटी-होलोमॉर्फिक एनालॉग) अनुसंधानकर्ताओं ने ट्राइकोर्न-जैसे समूहों की उपस्थिति को वास्तविक क्युबिक पोलिनोमिअल्स के पैरामीटर स्पेस में सिद्ध किया किंतु उन्होंने दिखाया कि उनके स्ट्रेटर्निंग मैप्स अनिरंतर हैं। क्वाडरेटिक एंटी-होलोमॉर्फिक जूलिया समूहों की होमियोमॉर्फिक प्रतिलिपियों के वास्तविक क्युबिक पोलिनोमिअल्स के गतिकीय प्लेन में उपस्थिति इस सममिति से आती है जिसका संबंध वास्तविक रेखा से होता है। तर्क के केंद्र में स्थानीय से विश्वव्यापी प्रक्रिया है जिसे पैराबोलिक जर्म्स में लागू किया जाता है। अनुसंधानकर्ताओं ने इस स्थिति का पूर्ण रुप से विश्लेषण यूनिक्रिटिकल पोलिनोमिअल्स एवं एंटी-पोलिनोमिअल्स के संदर्भ में किया: वे सिद्ध करते हैं कि पैराबोलिक प्वाइंट्स पर जर्म्स द्वारा इन मैप्स का व्यापक रुप से निर्धारण किया जाता है। यहां मुख्य विचार यह स्थापित करना है कि ऐसे दो मैप्स जिनके लिए पैराबोलिक जर्म्स, कंफर्मली कंजुगेट हैं, वे अफाइनली कंजुगेट होते हैं। इसी तरह अनुसंधानकर्ताओं द्वारा सिद्ध किया जाता है कि समान परिवारों में यदि पैराबोलिक जर्म द्वारा एंटी-इंवोल्युशन के साथ कम्युटिंग की जाती है, तो मैप, व्यापक रुप से सममित, वास्तविक रेखा (मोबियस कंजुगेसी तक) के संबंध में होता है। (सब्यासाची मुखर्जी)

- **एंटीहोलोमॉर्फिक समानताएं एवं मैटिंग ।: रियालाइजेशन प्रमेय**
  इस पेपर में रिमेन स्फेयर पर एंटीहोलोमॉर्फिक समानताओं के सामान्य वर्ग (उदाहरण के लिए एंटीहोलोमॉर्फिक स्थानीय ब्रांचेज के साथ मल्टी-वैल्यूड मैप्स) का अध्ययन किया जाता है। इन समानताओं का वर्णन रेशनल मैप्स के यूनिवेलेंट रैस्ट्रिक्शंस का प्रयोग करके किया जाता है। ऐसी समानताओं का निकट रुप से संबंध एक जटिल वैरिएबिल में सिंगल-वैल्यूड एंटीहोलोमॉर्फिक मैप्स के वर्ग के साथ होता है ; सरल संबंधित क्वाडरेचर प्रक्षेत्रों के शवार्ज परावर्तन मैप्स। इस संबंध का प्रयोग यह सिद्ध करने के लिए होता है कि संबधित जूलिया समूहों (आर्बिटरेरी डिग्री की) एवं हैके समूहों के एंटीहोलोमॉर्फिक एनालॉग्स को ऐसी समानताओं के रुप में रियालाइज किया जा सकता है। इस मैटिंग सर्जरी के सैट-सैद्धांतिक एवं टोपोलॉजिकल गुणधम का भी अध्ययन किया जाता है। (सब्यासाची मुखर्जी)

कंफर्मल गतिकीय प्रणालियों की कंफर्मल गतिकी, परावर्तन समूह एवं पैरामीटर स्पेसेस

- **क्लेनियन परावर्तन समूहों एवं एंटीहोलोमॉर्फिक रेशनल मैप्स के मध्य विरुपण स्पेस एनालॉजीस पर**
  रिमेन स्फेयर पर रेशनल मैप्स द्वारा दी गईं गतिकीय प्रणालियों के पैरामीटर स्पेसेस के अध्ययन में महत्वपूर्ण एवं अल्प रुप में समझा गया क्षेत्र ''हाइपरबोलिक घटकों के क्लोजर्स की टोपोलॉजी एवं बाइफर्केशन संरचनाएं'' है। अपने पूर्व कार्य ''सर्कल पैकिंग्स, किसिंग परावर्तन समूहों व क्रिटिकली फिक्स्ड एंटी-रेशनल मैप्स'' में अनुसंधानकर्ताओं ने स्पष्ट गतिकीय समानता का निर्माण निश्चित क्लेनियन परावर्तन समूहों व निश्चित एंटी-होलोमॉर्फिक रेशनल मैप्स के मध्य रिमेन स्फेयर पर किया। उस कार्य को बढ़ाते हुए यहां अनुसंधानकर्ताओं द्वारा हाइपरबोलिक घटकों के संग्रह के क्लोजर की टोपोलॉजी का अध्ययन किया जाता है जिसमें क्रिटिकली फिक्स्ड एंटी-रेशनल मैप्स समाहित हैं। जहां एक ओर इस कार्य का लक्ष्य यह दिखाना है कि हाइपरबोलिक घटकों के इस संग्रह के क्लोजर्स द्वारा जटिल टोपोलॉजी (उदाहरण के लिए स्पेस में विशाल मूलभूत समूह है); वहीं दूसरी ओर ऐसे हाइपरबोलिक घटकों की बाइफर्केशन संरचना के लिए कांबिनेटोरियल/टोपोलॉजिकल मॉडल का वर्णन करना है। इससे निष्कर्ष निकलता है कि किसिंग परावर्तन समूहों एवं क्रिटिकली फिक्स्ड एंटी-रेशनल मैप्स के विरुपण स्पेसेस में बाइफर्केशन प्रतिमानों में अनेक प्रमुख समानताएं हैं। वे ऐसे हाइपरबोलिक घटकों के लिए बद्ध प्रश्नों का भी उत्तर देते हैं। इससे क्रिटिकली फिक्स्ड एंटी-रेशनल मैप्स के लिए थर्सटन के कांपेक्टनेस प्रमेय के एनोलॉग की स्थापना होती है। (सब्यासाची मुखर्जी)

हाइपरबोलिक ज्यामिति, ज्यामितीय समूह सिद्धांत, क्लेनियन समूह एवं कफर्मल गतिकी

- **समूहों, ज्यामिति एवं गतिकी में कांबिनेशन प्रमेय**
  इस सर्वेक्षण द्वारा हाइपरबोलिक ज्यामिति, ज्यामितीय समूह सिद्धांत एवं जटिल गतिकी में कांबिनेशन प्रमेयों का विस्तृत वर्णन प्राप्त होता है। विभिन्न संदभ में कांबिनेशन परिणामों द्वारा दो समूहों/ज्यामितियों/गतिकीय प्रणालियों को एक साथ सिंगल आब्जेक्ट में रखने का प्रयास किया जाता है। इस फेनोमेनन का एक उदाहरण बेर्स का समान एकरुपता प्रमेय है। थर्सटन के एटोरोइडल हैकन मैनिफोल्ड्स के हाइपरबोलाइजेशन एवं डबल लिमिट प्रमेय, बैस्टविना एवं फेन के थर्सटन के कांबिनेशन प्रमेय एवं ग्रोमोव-हाइपरबोलिक समूहों के कोर्स ज्यामितीय लक्षणों पर कार्य, व अगोल, हैगलंड, एवं वाइस के वर्चुअली स्पेशल क्युबेलेबिल हाइपरबोलिक समूहों के लिए कांबिनेशन प्रमेय पर कार्य पर विस्तार से चर्चा की गई है। जटिल गतिकी पक्ष पर विभिन्न व्यक्तियों के काय का समग्र वर्णन किया गया है। इनमें पोलिनोमिअल्स की मैटिंग्स व एंटी-होलोमॉर्फिक/होलोमॉर्फिक पोलिनोमिअल्स के साथ परावर्तन/क्लेनियन समूहों की मैटिंग्स पर अनुसंधानकर्ताओं (एवं उनके सहयोगियों) द्वारा हाल के परिणाम शामिल हैं। (सब्यासाची मुखर्जी)

- **तार्किक मैप्स, क्लेनियन समूहों व शवार्ज परावर्तनों द्वारा उत्पन्न गतिकीय गैस्केट्स पर**
  स्फेयर के प्रत्येक टोपोलॉजिकल ट्राइंगुलेशन के लिए अनुपम संबंधित सर्कल पैकिंग है जिसका क्वॉइन ग्राफ, ट्राइंगुलेशन के प्रति आइसोमॉर्फिक है। लेखकों द्वारा इन सर्कल पैकिंग्स का प्रयोग क्लेनियन परावर्तन समूहों के परिवार के निर्माण के लिए राउंड गैस्केट सीमा समूहों (क्लासिकल अपोलोनियन गैस्केट सहित) के साथ किया गया है। इसके साथ ही ऐसे राउंड गैस्केट्स के होमियोमॉर्फिज्म समूहों की गणना की गई है। इसके अतिरिक्त इन राउंड गैस्केट्स को उपयुक्त तार्किकता-रोधी मैप्स के जूलिया समूहों के लिए टोपोलॉजिकल मॉडलों के रुप में दिखाया गया है। सीमित ट्राइंगुलेशंस के लिए इन जूलिया समूहों के क्वासीसममितियों के समूहों की भी गणना की गई एवं उन्हें होमियोमॉफिज्म समूहों के साथ कोइंसाइड करते दिखाया गया। बाई-प्रोडक्ट के रुप में प्रत्यक्ष गतिकीय कड़ी को इन क्लेनियन परावर्तन समूहों व संगत तार्किकता-रोधी मैप्स के स्थापित किया गया। इसके अलावा लेखकों ने नई सर्जरी तकनीक का आविष्कार किया। इसका उद्देश्य एंटी-रेशनल मैप्स (जिन्होंने गैस्केट सीमा समूहों को दर्शाते हुए ''हाइब्रिड कंफर्मल गतिकीय प्रणालियों का निर्माण किया) में परावर्तन समूह गतिकी को ग्लु करना था। (सब्यासाची मुखर्जी)

टोपोलॉजी, निम्न आयामी गतिकी, क्लेनियन समूह एवं अगोंडिक सिद्धांत

- **सुलिवन डिक्शनरी एवं बोवेन-श्रृंखला मैप्स**
  क्लेनियन समूहों एवं रेशनल गतिकी के मध्य सुलिवन डिक्शनरी द्वारा महत्वपूर्ण समानताओं का वर्णन क्षेत्रों के मध्य दोनों अध्ययन के उद्देश्यों व प्रयुक्त तकनीक के संबंध में किया जाता है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा पूर्व पेपर ''आर्बिट तुल्यता द्वारा रेशनल मैप्स एवं क्लेनियन समूहों को संयुक्त करना'' में (उच्चतर) बोवेन-श्रृंखला मैप्स ने कनेक्टिंग लिंक की भूमिका का निर्वाह रेशनल मैप्स की गतिकी एवं क्लेनियन समूहों के काय के मध्य रिमेन स्फेयर पर किया। जहां इन मैप्स की सिर्फ टोपोलॉजिकल एवं कांबिनेटोरियल लक्षणों का प्रयोग मैटिंग निर्माण में किया गया, वहीं (उच्चतर) बोवेन-श्रृंखला मैप्स के मेशर-सैद्धांतिक पहलू, महत्वपूर्ण रुचि का क्षेत्र हैं व उनका अध्ययन इस कार्य में किया गया है। अधिक स्पष्ट रुप से मेशर्स के विभिन्न प्राकृतिक वग के मध्य संबंधों; रेशनल मैप्स एवं (उच्चतर) बोवेन-श्रृंखला मैप्स की मैक्सिमल एंट्रापी के मेशर्स एवं उपयुक्त हाइपरबोलिक समूहों की ग्रोमोव सीमाओं पर पैटरसन-सुलिवन मेशर्स का परीक्षण किया जाता है। इसके अलावा (उच्चतर) बोवेन-श्रृंखला मैप्स की मैक्सिमल एंट्रापी के मेशर के होसड्रोर्फ आयाम पर आकलनों को भी प्राप्त किया जाता है (सब्यासाची मुखर्जी)

कंफर्मल गतिकी, क्लेनियन समूह एवं टेकमुलेर स्पेसेस

- **आर्बिट तुल्यता द्वारा रेशनल मैप्स एवं क्लेनियन समूहों को संयुक्त करना**
  सुलिवन डिक्शनरी को ठोस धरातल प्रदान करने के कार्य में लेखकों द्वारा नई रुप रेखा का विकास क्लेनियन सतह समूहों के साथ जटिल पोलिनोमिअल्स की गतिकी की कंफर्मली मेटिंग के लिए किया जाता है। इसके लिए आर्बिट तुल्यता का प्रयोग किया जाता है। दिखाया जाता है कि सिर्फ टोर्शन-मुक्त फुचशियान समूह, (जिन्हें इस तरह मेट किया जा सकता है) ही पंक्चर्ड स्फेयर समूह हैं। मेटिंग की तकनीक के अंतर्गत क्लासिकल बोवेन-श्रृंखला मैप्स एवं मैप्स की नई कक्षा आती है जिसे उच्चतर बोवेन-श्रृंखला मैप्स कहा जाता है। ये पंक्चर्ड स्फेयर समूहों के प्रति आर्बिट तुल्य हैं। उच्चतर बोवेन श्रृंखला मैप्स के अस्तित्व द्वारा सुनिश्चित किया जाता है कि मैटिंग्स का टैकमुलेर स्पेस , डिसकनेक्टिड है। इसके अलावा उनके द्वारा यह भी दर्शाया जाता है उच्चतर आयामों के विपरीत टोपोलॉजिकल आर्बिट तुल्यता रिजिडिटी, सर्कल पर कार्यरत फचशियान समूहों के लिए लिए असफल होती है। इसके अलावा क्लेनियन बेर्स के सीमा समूह (जो इस रुपरेखा में मेटेबिल हैं), को भी पूर्ण रुप से वर्गीकृत किया गया है। (सब्यासाची मुखर्जी)

बीजगणितीय टोपोलॉजी

- **के-निकटतम-क्वासीफाइब्रेशन**
  अपने पूर्व के कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने के-निकटतम-क्वासीफिब्रेशन की धारणा को प्रस्तुत किया। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा इस परिभाषा को अद्यतन रुप दिया जाता है व इसे के-सी-क्वासीफाइब्रेशन कहा जाता है। अनुसंधानकर्ताओं ने के-सी-क्वासीफाइब्रेशन के कुछ मूलभूत गुणधम का अध्ययन किया एवं उनके द्वारा के-सी-क्वासीफाइब्रेशंस में क्वासीफाइब्रेशंस पर परिणामों की श्रृंखला का सामान्यीकरण किया जाता है। इससे के-सी-क्वासीफाइब्रेशन के लिए मैप हेतु मापदंड उपलब्ध होते हैं। (एस.के. रौशोन)

समूह सिद्धांत

- **आर्बिफोल्ड ब्रेड समूह**
  द्वि-आयामी आर्बिफोल्ड्स के आर्बिफोल्ड ब्रेड समूहों को एलॉक के कार्य में परिभाषित किया गया। इसका उद्देश्य निश्चित आर्टिन समूहों को कुछ उपयुक्त आर्बिफोल्ड ब्रेड समूहों के उपसमूहों के रुप में समझना था। अनुसंधानकर्ताओं ने आर्बिफोल्ड ब्रेड समूहों का अधिक विस्तार से अध्ययन किया। इसका उद्देश्य आर्बिफोल्ड ब्रेड समूहों के लिए फैरल-जोन्स आइसोमार्फिज्म अनुमान व इसके परिणामस्वरुप कुछ आर्टिन समूहों के लिए परिणाम के रुप में सिद्ध करना था। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा इन परिणामों का प्रयोग आर्बिफोल्ड ब्रेड

समूहों के दो पहलुओं के अध्ययन के लिए किया जाता है। सबसे पहले दिखाया गया कि आर्बिफोल्ड के उप-आर्बिफोल्ड्स की जेनेरिक कक्षा के इंक्लुजन मैप्स द्वारा आर्बिफोल्ड्स ब्रेड समूहों पर प्रेरित होमोमार्फिज्म्स, इंजेक्टिव्स हैं। इसके बाद अनुसंधानकर्ताओं ने सिद्ध किया कि अधिकांश आर्बिफोल्ड्स ब्रेड समूहों के केंद्र, ट्रीवियल हैं। (एस.के. रौशोन)

प्रोजेक्टिव मॉड्युल्स

- **कनेक्टिडनैस एवं प्रोजेक्टिव मॉड्यूल्स पर**
  नए इनवैरिएंट को बीजगणितीय प्रकारों के अध्ययन के लिए परिभाषित किया गया। इस इनवैरिएंट को सामान्य रिंगों के लिए परिभाषित किया गया एवं इसका प्रयोग अनेक कनेक्टिड पीसेस के अध्ययन के लिए किया गया जिन्हें वैराइटी द्वारा विच्छेदित उदाहरण के लिए हाइपरबोला में किया जाता है। इस इनवैरिएंट का प्रयोग वास्तविक अफाइन प्रकारों पर प्रोजेक्टिव मॉड्यूल्स के अध्ययन के लिए किया गया। बीजगणितीय रुप से सिद्ध किया गया कि इस इनवैरिएंट का प्रयोग करके यदि हम सर्कल से दो प्वाइंट्स को हटाते हैं, तो हम डिसकनेक्टिड ऑब्जेक्ट को प्राप्त करते हैं। (राजा श्रीधरन)

टीआईएफआर अनुप्रयोज्य गणित केंद्र, बैंगलुरु

आंशिक विभेदी समीकरण

- **पैराबोलिक प्रचालकों के लिए स्पेस-जैसी परिमाणात्मक अद्वितीयता**
  किसी विशिष्ट स्वरुप के वैरिएबिल गुणांक पैराबोलिक प्रचालकों हेतु डोनेली-फैफरमेन प्रकार की स्पेस-जैसी परिमाणात्मक अद्वितीयता को स्थापित किया गया है। इससे लिट्रेचर में स्थानीय एलिप्टिक एवं पैराबोलिक समस्याओं हेतु डोनेली-फैफरमेन प्रकार के सभी पूर्व परिमाणात्मक अद्वितीयता परिणामों का सामान्यीकरण एवं शुद्धिकरण होता है। इस कार्य द्वारा इस सिद्धांत के संबंध में नई जानकारी प्रदान की जाती है। (अगनिद बैनर्जी)

- **तरल-ठोस अन्योन्यक्रिया समस्या हेतु दीर्घकालीन व्यवहार**
  इस कार्य का उद्देश्य ऐसी प्रणाली के दीर्घकालीन व्यवहार को समझना था जिसके द्वारा रिजिड बॉडी एवं विस्कस असंपीड्य तरल की युग्मित गति का वर्णन किया जाता है जिसमें रिजिड बॉडी को रखा जाता है। माना गया कि रिजिड बॉडी एवं तरल द्वारा पूर्ण यूक्लिडीन 3 स्पेस को भरा जाता है। दिखाया गया कि जब रिजिड बॉडी, बॉल होती है व यदि प्रारंभिक डेटा का स्वरुप लघु, उपयुक्त रुप में होता है, तो रिजिड बॉल का केंद्र एक बिंदु पर कनवर्ज होता है (समय के अपरिमित होने के साथ)। (देबयान मैती)

- **यूक्लिडीन स्फेयर पर जीजेएमएस समीकरणों के लिए हेंग-येंग अनुमान पर**
  हेंग-येंग ने अनुमानित किया कि यदि स्फेयर पर चौथे क्रम की क्यू-वक्रता समस्या का स्वरुप रैखीय रुप से प्रक्षुब्ध है, तो ऐसी प्रक्षुब्ध समस्या के लिए हल सिर्फ कंस्टेंट फ्लक्चुएशंस हैं। हाल के पेपर में जेंग ने उपर्युक्त अनुमान का सकारात्मक रुप में उत्तर दिया। इस लेख का मुख्य योगदान समान अनुमान के सरल प्रमाण को देना है। (अली हैदर)

स्टोकेऑस्टिक आंशिक विभेदी समीकरण

- **स्टोकेऑस्टिक संपीड्य यूलर समीकरणों एवं असंपीड्य लिमिट्स के मेशर वैल्यूड हल**
  स्टोकेआस्टिक संपीड्य यूलर समीकरणों के डिसीपेटिव मेशर-वैल्यूड मार्टिंगेल हलों की संकल्पना को प्रस्तुत किया जाता है एवं पथवाइज दुर्बल-दृढ अद्वितीयता सिद्धांत को इन हलों के लिए स्थापित किया जाता है। इन परिणामों को नेमिस्जस्किज प्रकार के सामान्य अरैखीय मल्टीप्लिकेटिव स्टोकेऑस्टिक क्षोभों के लिए लागू किया जाता है। (उज्जवल कोली)

भूभौतिकीय तरल गतिकी

- **तरंग क्षोभ**
  समुद्र में प्रवाहों का निर्माण तरंगों के विस्तृत स्पेक्ट्रम से होता है जो ऊर्जा को स्पेटियो-टेंपोरल स्केल्स के अनेक डिकेड्स में स्थानांतरित करता है। इस सामान्य जानकारी के बावजूद क्षोभी प्रवाह में तरंगों के ऊर्जा स्थानांतरण में सहायक विस्तृत भौतिकीय प्रक्रियाओं को अभी तक समझा नहीं गया है। यह अनुसंधान, तरंग क्षोभ की प्रणाली में आता है। इस विषय पर अनुवर्ती कार्य किया जा रहा है जिसमें सीमित गणितीय मॉडलों का प्रयोग करते हुए तरंग ऊर्जा स्थानांतरण पथमाग का अन्वेषण किया जा रहा है। इन अध्ययन काय के परिणामों से तरंग क्षोभी स्थानांतरणों की हमारी जानकारी में उन्नयन होगा व विस्तृत पैमाने के समुद्री मॉडलों में पैरामैट्राइजेशंस के विकास में सहायता मिलेगी। (जिम थामस)

इनवर्स समस्याएं

- **स्पेस एवं टाइम आश्रित गुणांकों के साथ हाइपरबोलिक पीडीई के लिए इंनवर्स समस्या हेतु बिंदु स्रोत एवं स्थिरता**
  औपचारिक रुप से निर्धारित अभिविन्यास में बिंदु स्रोतों के साथ तीन स्पेस आयामों में तरंग प्रचालक के स्पेस एवं समय-आश्रित निम्न क्रम क्षोभों के निर्धारण के लिए स्थिरता परिणामों का परीक्षण किया गया एवं लिप्सचिट्ज-प्रकार स्थिरता परिणामों को प्राप्त किया गया। मुख्य टूल, बघेम-क्लिबनोव पद्धति का संशोधित वर्जन था जो कि कार्लेमेन आकलनों पर आधारित था। (वेंकटेश्वरन पी. कृष्णन)

प्रौद्योगिकी एवं कंप्यूटर विज्ञान स्कूल

औपचारिक पद्धतियां एवं मशीन ज्ञानार्जन

- **डिसक्रीट- एवं निरंतर-समय एमडीपी में मीन पेऑफ की पीएसी सांख्यिकीय मॉडल जांच**
  मार्कोव निर्णय प्रक्रियाएं (एमडीपी) एवं निरंतर-समय एमडीपी (सीटीएमडीपी), गैरनिर्धारणकारी प्रणालियों के लिए मूलभूत मॉडल्स, संभाव्य अनिश्चितता युक्त हैं। मीन पेऑफ (ए.के.ए. दीर्घकालीन औसत रिवार्ड), सर्वाधिक क्लासिक लक्ष्यों में एक है जिस पर उनके संदर्भ में विचार किया गया है। इस कार्य का उद्देश्य अज्ञात एमडीपी एवं अज्ञात सीटीएमडीपी में मीन पेऑफ को संभावित निकटता के साथ यथार्थ रुप में गणना करने के लिए प्रथम एल्गोरिथ्म को उपलब्ध कराना है। इसके लिए किसी को स्टेट स्पेस के किसी ज्ञान की आवश्यकता नहीं है अपितु अल्पतम ट्रांजिशन संभाव्यता पर निम्न सीमा की जरुरत है जिसकी वकालत लिट्रेचर में की गई है। प्रस्तावित एल्गोरिथ्म के लिए संभावित निकट शुद्ध (पीएसी) सीमाओं को उपलब्ध कराने के अतिरिक्त इस कार्य का उद्देश्य मानक बैंचमाक पर प्रयोगों द्वारा इसकी व्यावहारिक प्रकृति का प्रदर्शन करना भी है। (शिवाशीष गुहा)

ऑटोमेटा सिद्धांत

- **अपरिमित शब्दों पर पारिख ऑटोमेटा**
  पारिख ऑटोमेटा द्वारा परिमित ऑटोमेटा को विस्तृत रुप, काउंटर्स द्वारा दिया जाता है। इनका परीक्षण अर्धरेखीय अभिविन्यास में सदस्या के लिए किंतु परीक्षण के अंत में किया जा सकता है। इससे परिमित ऑटोमेटा के वांछनीय एल्गोरिथ्मिक गुणधम में अनेक का संरक्षण होता है। इस कार्य में अपरिमित इनपुट्स पर क्लासिकल रुपरेखा के विस्तार का अध्ययन किया गया: इस दौरान अपरिमित शब्दों पर रीचेबिलिटी, सुरक्षा, बुची, एवं को-बुची पारिख ऑटोमेटा जैसी स्वीकृति स्थितियों को प्रस्तुत किया गया एवं उनकी अभिव्यक्ति, क्लोजर गुणधम एवं सत्यापन समस्याओं की जटिलता का अध्ययन किया गया। दिखाया गया कि ऑटोमेटा के लगभग सभी वग में युग्मवार अतुलनीय अभिव्यक्तिकरण है। यह दोनों निर्धारणकारी एवं गैरनिर्धारणकारी मामले में है; यह परिणाम ω-नियमित अभिविन्यास में भली-भांति ज्ञात हाइरार्की के ठीक विपरीत है। इसके अलावा एंप्टिनैस को पारिख ऑटोमेटा के लिए निर्णायणकारी, रीचेबिलिटी या बुची स्वीकृति के साथ किंतु सुरक्षा एवं को-बुची स्वीकृति के लिए अनिर्णयणकारी के रुप में दिखाया गया। सर्वाधिक महत्वपूर्ण रुप से जहां निर्णयकारिता को मॉडल जांच के लिए स्पेशिफिकेशंस के साथ प्रयोग में लाया गया जिन्हें निर्धारणकारी पारिख ऑटोमेटा द्वारा सुरक्षा या को-बुची स्वीकृति के साथ दिया गया था, वहीं इस समस्या को ऑटोमेटा के अन्य सभी प्रकारों के लिए अनिर्णयणकारी दिखाया गया। अंत में गेम्स को हल करना, सभी प्रकारों के लिए अनिर्णयणकारी पाया गया। (शिवाशीष गुहा)

सूचना सिद्धांत एवं क्रिप्टोग्राफी

- **ब्रॉडकास्ट चैनलों पर बाइजेंटाइन सहमति**
  ब्रॉडकास्ट चैनल पर सहमति के साथ संप्रेषण का अध्ययन किया गया। इसमें रिसीवर्स द्वारा विश्वसनीय रुप से प्रेषक के संदेश को डिकोड तब किया जाता है जब प्रेषक, ईमानदार हो एवं उनके डिकोडर परिणामों में मिलान, प्रेषक द्वारा विद्धेषपूर्ण रुप से काम करने पर भी हो। ब्रॉडकास्ट चैनलों (जो इस बाइजेंटाइन सहमति को स्वीकृति देते हैं) का अभिलक्षणन किया गया एवं उनकी क्षमता का निर्धारण किया गया। (विनोद एम. प्रभाकरन)

- **सुरक्षित गैर-अन्योन्यक्रियात्मक रिडक्शन एवं सहसंबंधों का स्पेक्ट्रल विश्लेषण**
  यादृच्छिक वैरिएबिल्स के सहसंबंधित युग्म, सूचना-सैद्धांतिक सुरक्षित क्रिप्टोग्राफी में केंद्रीय संकल्पना हैं। भिन्न सहसंबंधों के मध्य सुरक्षित रिडक्शंस का अध्ययन किया गया है एवं पूर्ण परिणाम ज्ञात हैं। इसके अलावा ऐसे रिडक्शंस की जटिलता का निकट रुप से संबंध स्थानीय डिकोडेबिल कोड्स की सर्किअ जटिलता एवं

प्रभावकारिता के साथ है। इस तरह इन जटिल प्रश्नों पर कार्य करने के दौरान बडी बाधाएं सामने आती हैं। इसे देखते हुए सुरक्षित रिडक्शंस के सीमित रुप – सुरक्षित, *गैर-अन्योन्यक्रियात्मक* रिडक्शंस (एसएनआईआर) – का अध्ययन किया गया जो अभी भी निकट रुप से मूल समस्या से संबंधित है। इसके साथ ही इसके लिए अनेक मूलभूत परिणामों एवं संबंधित तकनीकों की स्थापना इस कार्य में की गई। (विनोद एम. प्रभाकरन)

- **मल्टीपिल एक्सेस चैनल सिमुलेशन**
  नाइसलैस लिंक्स के मल्टीपिल एक्सेस नेटवर्क पर दो-प्रयोक्ता-एक्सेस चैनल (एमएसी) के अनुकरण की समस्या का अध्ययन किया गया। सैटअप में दो एंकोडर्स द्वारा प्रत्येक स्रोत रैंडम वैरिएबिल की स्वतंत्र एवं समान रुप से वितरित (आई.आई.डी.) कॉपीज का निरीक्षण किया जाता है जबकि डिकोडर द्वारा साइड-सूचना रैंडम वैरिएबिल की आई.आई.डी. कॉपीज का निरीक्षण किया जाता है। प्रत्येक एंकोडर एवं डिकोडर के मध्य रेट-लिमिटैड नाइसलैस संप्रेषण लिंक्स हैं नोड्स के सभी तीनों संभावित युग्मों के मध्य स्वतंत्र युग्मवार शेयर्ड रैंडमनैस है। डिकोडर को दो स्रोतों एवं साइड सूचना के साथ संयुक्त रुप से वितरित अन्य रैंडम वैरिएबिल की लगभग आई.आई.डी. कॉपीज को आऊटपुट करना होता है। रुचि का विषय, रेट ट्युपल्स का समूह है जो इस अनुकरण की अनुमति देता है। इस समूह के लिए आंतरिक एवं बाह्य सीमाओं को प्राप्त किया गया। यह भी स्थापित किया गया कि एंकोडर शेयर्ड रैंडमनैस की उपस्थिति द्वारा संप्रेषण रेट आवश्यकताओं को दृढ़ता के साथ उन्नत किया जा सकता है। (विनोद एम. प्रभाकरन)

कोडिंग सिद्धांत

- **रीड-मुलेर कोड्स में रैंडम सैट्स एवं एप्लिकेशंस के लुप्त होते स्थान**
  इस कार्य द्वारा दिखाया जाता है कि रीड-मुलेर कोड्स द्वारा उच्च-सीमा रेश्जीम ($d > (1 - \text{gamma}). m$ में बाइनरी इरेजर चैनल पर क्षमता को प्राप्त किया जाता है। यहां एम, वैरिएबिल्स की संख्या एवं डी, सीमा है। इस कार्य का मुख्य योगदान लुप्त होते स्थानों के आयाम को समझना है जब प्वाइंट्स का सैट, रैंडम होता है एवं इस कार्य में बेहतर सीमाएं प्राप्त करने के लिए इन कोड्स के भार वितरण के लिए सख्त आकलनों का प्रयोग किया जाता है। (रामप्रसाद सप्तऋषि)

क्वांटम सूचना सिद्धांत

- **साइड सूचना के साथ केंद्रीय मल्टी लिंक मेशरमेंट कंप्रैशन**
  नए वन शॉट अचीवेबिलिटी परिणामों को रिसीवर पर साइड सूचना के साथ क्वांटम इंस्ट्रूमेंट्स के मेशर कंप्रैशन के लिए प्राप्त किया गया। इस समस्या के लिए पूर्व के वन शॉट परिणामों के विपरीत प्राप्त वन शॉट सीमाएं लगभग ऑप्टिमल थीं एवं इन्हें प्रेरणात्मक रैंडमनैस की आवश्यकता नहीं थी। वास्तव में अधिक सामान्य समस्या को वर्णित किया गया एवं वन शॉट अचीवेबिलिटी परिणामों को इसके लिए प्राप्त किया गया। यह समस्या क्वांटम साइड सूचना के साथ केंद्रीय मल्टी लिंक मेशरमेंट कंप्रैशन थी। उपर्युक्त उल्लिखित साइड सूचना के साथ क्वांटम इंस्ट्रूमेंट्स के लिए वन शॉट मेशरमेंट कंप्रैशन परिणामों ने केंद्रीय मल्टी लिंक मेशरमेंट कंप्रैशन परिणाम के सरल कोरोलरीज के रुप में अनुसरण किया। रिसीवर साइड सूचना के साथ क्वांटम इंस्ट्रूमेंट्स के लिए वन शॉट मेशरमेंट कंप्रैशन परिणामों से समान समस्या के लिए मानक परिणामों की प्राप्ति असिंप्टोटिक आईआईडी अभिविन्यास में हुई। (प्रणव सेन)

कांबिनेटोरिक्स एवं एल्गोरिथ्म्स

- **इंडिपेंडेंस पोलिनोमिअल की जटिल रुट्स पर**
  ग्राफों का इंडिपेंडेंस पोलिनोमिअल, अध्ययन का महत्वपूर्ण लक्ष्य, एल्गोरिथ्म्स कांबिनेटोरिक्स (लोवास्ज स्थानीय लेमा से इसके कनेक्शंस के कारण) में व साथ ही सांख्यिकीय भौतिकी में भी (तथाकथित ''हार्ड-कोर जालक गैसेस की मॉडलिंग के साथ इसके कनेक्शंस के कारण) है। शियरर एवं स्कॉट व सोकाल के कार्य के कारण

महत्वपूर्ण विशेषता यह है कि ग्राफ के इंडिपेंडेंस पोलिनोमिअल के रुट्स, दोनों कांबिनेटोरियल एवं सांख्यिकीय भौतिकी दृष्टिकोणों से महत्वपूर्ण हो जाते हैं। हाल ही में बार्विनोक के कार्य ने भी विभाजन प्रकार्य की गणना के (निकटतम रुप में) एल्गोरिथ्मिक प्रश्न की ओर इंडिपेंडेंस पोलिनोमिअल की जटिल रुट्स की अवस्थिति के महत्व को स्थापित किया है। इससे ग्राफों के इंडिपेंडेंस पोलिनोमिअल के जटिल शून्यों की अवस्थिति के संबंध में परिणामों को सिद्ध करने के लिए पद्धतियों में रुचि जागृत की है। फेरेंक बेंक्स, पीटर सिकवैरी व जैन वोंड्रैक के साथ संयुक्त कार्य में नई ज्यामितीय एप्रोच का प्रयोग किया गया। इसका उद्देश्य इंडिपेंडेंस पोलिनोमिअल के रुट्स को समझना एवं इस दिशा में पूर्व परिणामों को एकीकृत करते हुए उनका विस्तार करना था। विशेष रुप से ये परिणाम, जटिल लैफ्ट हाफ-प्लेन में क्षेत्रों में इंडिपेंडेंस पोलिनोमिअल के लिए रुट्स की अनुपस्थिति को सिद्ध करने के लिए पहले हैं (ये शियरर के अनुमानों के कार्य के परे हैं)। (पीयूष श्रीवास्तव)

ग्राफ एल्गोरिथ्म्स एवं कांबिनेटोरियल ऑप्टिमाइजेशन

- **एक-पक्षीय टाइज एवं एप्राक्सिमेट पॉप्युलैरिटी के साथ स्थिर मैचिंग्स**
  जी को बाइपर्टाइट ग्राफ होने दें जहां ग्राफ के एक ओर प्रत्येक वर्टेक्स की सख्त प्राथमिकताएं अपने नेवर्स पर हैं जबकि दूरी ओर वर्टिसेस को अपनी प्राथमिकताओं के अनुसार टाइज रखने की अनुमति है। स्थिर मैचिंग्स की हमेशा विद्यमानता जी में होती है व इन्हें पाना आसान होता है। हालांकि पॉप्युलर मैचिंग्स का अस्तित्व में होना आवश्यक नहीं होता है व उनकी विद्यमानता के विषय में निर्णय करना एनपी-कंप्लीट होता है। इससे निकटतम पॉप्युलर मैचिंग को पाने की समस्या हेतु प्रेरणा मिलती है। एप्राक्सिमेट पॉप्युलैरिटी का भली-भांति ज्ञात मेशर, निम्न अनपॉप्युलैरिटी कारक है। यहां दिखाया गया कि जब जी में प्रत्येक टाई की लैंग्थ, अधिकतम के पर होती है, तो हमेशा ही स्थिर मैचिंग की विद्यमानता होती है जिसका अनपॉप्युलैरिटी कारक अधिकतम के पर होता है। इसके अलावा ऐसी स्थिर मैचिंग की गणना के लिए पोलिनोमिअल टाइम एल्गोरिथ्म को दिखाया गया। (टी.कविता)

कंस्ट्रेन्ड ऑप्टिमाइजेशन

- **कंस्ट्रेन्ड ऑनलाइन कंवेक्स ऑप्टिमाइजेशन में गतिक रिग्रेट एवं कंस्ट्रेन्ट वॉयलेशंस पर**
  ऑप्टिमाइजेशन में मूल समस्या, कुछ कंवेक्स कंस्ट्रेन्ट होने पर कंवेक्स प्रकार्य को अल्पतम करना है। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा इसका विस्तार ऑनलाइन सैटिंग में किया जाता है। यहां प्रत्येक स्टैप में नए ऑब्जेक्टिव प्रकार्य एवं नए कंस्ट्रेन्ट को स्पष्ट किया जाता है एवं एल्गोरिथ्म को अपने काय का चयन, भावी आब्जेक्टिव प्रकाय या कंस्ट्रेन्ट्स को जाने बिना करना होता है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा ऑप्टिमल एल्गोरिथ्म को इसी मूल समस्या के लिए दिया जाता है। (राहुल वझे)

मल्टी-आर्म्ड बैंडिट्स का प्रयोग करके सीक्वेंशल ज्ञानार्जन सिद्धांत

- **ऑफलाइन डेटा में सुलभता के साथ बैंडिट्स में ऑप्टिमल बैस्ट-आर्म पहचान**
  लर्निंग पैराडिग्म्स का भली-भांति अध्ययन लिट्रेचर में किया गया है। ये शुद्ध रुप से ऑफलाइन डेटा एवं सीक्वेंशल ऑनलाइन ज्ञानार्जन पर पूर्ण रुप से आधारित होते हैं। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने ऑनलाइन ज्ञानार्जन के साथ ऑफलाइन डेटा को संयुक्त करने पर विचार किया। इस पर कम अध्ययन किया गया है किंतु यह प्रत्यक्ष व्यावहारिक महत्व का क्षेत्र है। अनुसंधानकर्ताओं ने स्टोकेआस्टिक-आर्म्ड बैंडिट समस्या पर विचार किया जहां हमारा लक्ष्य पूर्व-निर्धारित विश्वास के साथ संगत ऑफलाइन डेटा की उपस्थिति में उच्चतम मीन के साथ संभाव्यता वितरण या आर्म की पहचान करना है। निम्न सीमा विश्लेषण को ऐसी नीतियों पर किया गया जो ऐसी संभाव्य शुद्धता गारंटियों को उपलब्ध कराती हैं। अनुसंधानकर्ताओं ने एल्गोरिथ्म्स का विकास किया जो असिंप्टोटिक रेश्जीम में सैंपल जटिलता पर निम्न सीमा से मेल खाती हैं। ये एल्गोरिथ्म्स, कंप्युटेशनली प्रभावी हैं

व ये निम्न सीमा समस्या की ऑप्टिमैलिटी स्थितियो के सावधानीपूर्वक किए गए अभिलक्षणन पर आश्रित होती हैं। (संदीप जुनेजा)

- **दुर्लभ इवंट्स में बैस्ट आर्म पहचान**
  अनुसंधानकर्ताओं द्वारा बैस्ट आर्म पहचान समस्या पर विचार स्टोकेआस्टिक रुपरेखा में किया जाता है। यहां प्रत्येक आर्म की बड़े पुरस्कारों को पाने की लघु संभाव्यता होती है जबकि बड़ी संभाव्यता के साथ पुरस्कार शून्य होता है। इस रुपरेखा का प्रमुख एप्लिकेशन, ऑनलाइन एडवर्डटाइजिंग में है जहां एडवर्डटाइजिंग के क्लिक रेट्स, एक प्रतिशत एवं सेल्स में अंतिम रुपांतरण के अंश हो सकते हैं जबकि उच्च रुप से लाभदायक, क्लिक रेट्स का लघु अंश हो सकते हैं। हाल ही में बीएआई समस्याओं के लिए एल्गोरिथ्म्स को विकसित किया गया है जो सैंपल जटिलता को अल्पतम करने के साथ ही करेक्ट आर्म सिलेक्शन पर सांख्यिकीय गारंटियों को उपलब्ध कराते हैं। ये एल्गोरिथ्म्स, कंप्युटेशनली प्रोहिबिटिव हो सकते हैं। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा इस तथ्य का उपयोग किया जाता है कि प्रत्येक आर्म के लिए पुरस्कार प्रक्रिया को अच्छी तरह एप्राक्सिमेट, कंपाउंड पोइसन प्रक्रिया द्वारा किया जाता है एवं यह तीव्र एल्गोरिथ्म्स पर सैंपल जटिलता में अल्प वृद्धि के साथ पहुंचते हैं। इस समस्या का विश्लेषण असिंप्टोटिक रेश्जीम में किया गया (रिवार्ड आक्रेंस की दुर्लभता के शून्य तक होने व रिवार्ड अमाउंट को अपरिमित होने पर)। इससे प्रस्तुत एल्गोरिथ्म के लाभों का वर्णन करने में सहायता मिलती है। इससे दुर्लभ इवंट सैटिंग में ऑप्टिमल बीएआई एल्गोरिथ्म्स की अंतर्निहित संरचना पर भी प्रकाश पड़ता है। (संदीप जुनेजा)

- **बैस्ट आर्म पहचान के लिए ऑप्टिमल शीर्ष-2 एल्गोरिथ्म**
  शीर्ष 2 पद्धतियां, बैस्ट आर्म पहचान समस्या के हल में लोकप्रिय हो चुकी हैं। बैस्ट आर्म या फिनिटली में लार्जेस्ट मीन के साथ आर्म की पहचान एल्गोरिथ्म द्वारा होती है। यह एल्गोरिथ्म, सीक्वेंशली या इंडिपेंडेंटली, लीडर की सैंपलिंग करता है जो सामान्यत: एंपाइरिकल बैस्ट आर्म, फिक्स्ड संभाव्यता बीटा के साथ होता है। इसके साथ ही बैस्ट चैलेंजर आर्म, शेष संभाव्यता के साथ होता है। त्रुटि संभाव्यता की विशिष्ट मूल्य के नीचे रहने की गारंटी होती है। जहां इन एल्गोरिथ्म्स की सैंपल जटिलता को निम्न सीमा के कंस्टेंट में रहने के लिए जाना जाता है वहीं ऑप्टिमल बीटा का निर्धारण कठिन हो सकता है। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा ऑप्टिमल शीर्ष-2 प्रकार एल्गोरिथ्म को प्रस्तुत किया जाता है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा अलोकेशंस के प्रकार्य पर विचार सीमा पर किया जाता है। यदि यह सीमा को पार करता है, तो एंपाइरिकल बैस्ट आर्म को सैंपल किया जाता है। अन्यथा यह चैलेंजर आर्म को सैंपल करता है। दिखाया गया कि प्रस्तुत एल्गोरिथ्म, असिंप्टोटिकली ऑप्टिमल होता है। यह विश्लेषण सामान्य विभेदी समीकरणों की पहचान किए जाने पर आश्रित है जिसे अलोकेशंस की फ्लूड लिमिड द्वारा सैटिसफाई किया जाता है (सैंपलों की संख्या के इंफिनिटी में बढ़ने एवं दिखाने पर कि एल्गोरिथ्म निकट रुप से इस फ्लूड सीमा को ट्रैक करता है)। (संदीप जुनेजा)

एपिडेमिक मॉडलिंग के लिए एजेंट आधारित सिमुलेटर्स

- **लघु मॉडलों का प्रयोग करके बड़े मॉडलों की सिमुलेटिंग**
  एजेंट-आधारित सिमुलेटर्स, लोकप्रिय एपिडेमियोलॉजिकल मॉडलिंग टूल हैं। इनका किसी नगर (या क्षेत्र) में महामारी की रोकथाम में विभिन्न गैर-फार्मेस्युटिकल इंटरवेंशन्स के प्रभाव को समझने के लिए अध्ययन किया जाता है। वे हीटरोजेनस जनसंख्या के यथार्थ रुप से मॉडल करने की सुलभता प्रदान करते हैं (समय एवं अवस्थिति की भिन्नता, व्यक्ति-विशिष्ट चर्चाओं व विस्तृत सरकारी मोबिलिटी प्रतिबंधों के साथ)। सामान्यत: यथार्थता के लिए प्रत्येक व्यक्ति को पृथक-पृथक मॉडल किया जाता है। इससे हालांकि कंप्युटेशनल समय प्रोहिटिब तब हो सकता है जब नगर की जनसंख्या एवं सिमुलेटिड समय लार्ज हो। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा एपिडर्मियोलॉजी के लिए जेनेरिक, स्थानीय, विस्तृत एबीएस की अंतर्निहित संभाव्य संरचना को गहराई से समझा गया। इसका उद्देश्य ऐसे संशोधनों तक पहुंचना था जो विस्तृत मॉडलों हेतु यथार्थ आंकड़े उपलब्ध कराने

के लिए लघु मॉडलों (एजेंटों की कम संख्या के साथ मॉडलों) को अनुमति दें जिससे सिमुलेशन की गति में महत्वपूर्ण रुप से वृद्धि हो। निरीक्षित किया गया कि लघु एग्रिगेट मॉडल पर विचार करने एवं आउटपुट को बढ़ाने से अशुद्धियाँ होती हैं। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा निरीक्षण में पाया जाता है कि प्रारंभिक रोग विस्तार चरण में प्रारंभिक संक्रमणों से संक्रमित व्यक्तियों की पारिवारिक वृक्ष का सृजन होता है। यह अन्य वृक्षों पर अधिक या कम निर्भर होता है व इनकी मॉडलिंग बहु-प्रकार अति-महत्वपूर्ण ब्रांचिंग प्रक्रिया के रुप में होती है। इसके अलावा हालांकि यह ब्रांचिंग प्रक्रिया असीमित रुप से बढ़ती है, तथापि जनसंख्या प्रकारों में संबंधित अनुपातों में शीघ्रता से स्थिरता होती है। पर्याप्त लोगों के संक्रमित होने के बाद महामारी का अधिक विस्तार यादृच्छिक प्रारंभिक अवस्था के साथ मीन फील्ड सीमा द्वारा निकट रुप से एप्राक्सिमेट होता है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा इन जानकारियों पर कार्य शिफ्टिड, स्केल्ड एवं रिस्टार्ट-आधारित एल्गोरिथ्म के विकास के लिए किया जाता है। यह एबीएस (ABSs) के निष्पादन का यथार्थता के साथ मूल्यांकन करता है। इसमें यह अधिक लघु मॉडल का प्रयोग करता है व साथ ही सावधानीपूर्वक बॉयस को कम करता है जिसकी उत्पत्ति हो सकती है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा नगर में कोविड-19 महामारी के लिए इस एल्गोरिथ्म का प्रयोग किया जाता है। इसके साथ ही उनके द्वारा प्रस्तावित एल्गोरिथ्म को सैद्धांतिक रुप से सपोर्ट असिंप्टोटिक विश्लेषण द्वारा किया जाता है जहां जनसंख्या आकार में वृद्धि अपरिमित रुप में होती है। (संदीप जुनेजा)

अंकगणितीय जटिलता सिद्धांत

- **ग्राफ इनर-प्रोडक्ट द्वारा मोनोटोन अंकगणितीय हाइरार्की को रोबस्टली पृथक करना**
  अनुसंधानकर्ताओं द्वारा रोबस्ट मोनोटोन निम्न सीमाओं को सिद्ध करने के लिए नई तकनीकों का विकास किया जाना जारी है। कार्य की इस दिशा को पी. रुबेस के हाल के कार्य द्वारा प्रोत्साहन मिलता है जिन्होंने दिखाया कि मोनोटोन सूत्रों या सर्किटों के आकार पर पर्याप्त रोबस्ट निम्न सीमाओं द्वारा सामान्य सूत्रों एवं सर्किटों के लिए ब्रेकथ्रू सीमाओं की प्राप्ति होगी जिन्हें वैलिएंट के प्रसिद्ध कार्य के बाद से खोजा गया है (जिसमें व्ही बनाम व्हीएनपी प्रश्न को प्रस्तुत किया गया था)। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने पूर्व की तकनीकों को संशोधित अंकगणितीय मोनोटोन हाइरार्की के रोबस्ट पृथक्करण को सिद्ध करने के लिए किया। अर्थात दिखाया गया कि मोनोटोन पोलिनोमिअल्स की विद्यमानता होती है जिनकी गणना मोनोटोन सर्किटों द्वारा की जा सकती है। इसके लिए अति-पोलिनोमिअल आकार के अंकगणितीय ब्रांचिंग कार्यक्रमों (एबीपी) की आवश्यकता होती है जिसकी गणना सीमित कैंसिलेशंस (एकेए एपसिलॉन-सेंसिटिव रुप में) की जाए। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा ऐसे पृथक्करणों को ABP's एवं अंकगणितीय सूत्रों, अंकगणितीय मोनोटोन सूत्रों एवं कंस्टेंट-डेप्थ सूत्रों आदि के मध्य दिखाया जाता है। पृथक्करणों को दर्शाने के लिए प्रयुक्त सभी पोलिनोमिअल्स, ग्राफों पर इनर-प्रोडक्ट प्रकार्य पर आधारित हैं। प्रत्येक पृथक्करण को ग्राफ की उपयुक्त टोपोलॉजी को चुन कर प्राप्त किया जाता है। यह मोनोटोन फैशन में अधिक शक्तिशाली मॉडल द्वारा गणना के लिए पोलिनोमिअल को पर्याप्त रुप में सरल रखती है। इसके साथ ही यह इसे पर्याप्त रुप में कठिन भी रखती है ताकि कथित दुर्बल मॉडल इसकी गणना प्रभावी रुप में सरल रद्दीकरणों के प्रयोग के समय भी न कर सके। (आर्कदेव चट्टोपाध्याय)

बूलियन जटिलता सिद्धांत

- **स्टिफलिंग द्वारा पैरिटी डिसीजन ट्री लिफ्टिंग**
  संशोधित प्रकार्य/कार्य में प्रकार्य/कार्य की गणना के लिए गणना के सरल मॉडलों में जटिलता निम्न सीमाओं की लिफ्टिंग (अर्थात 'गैजेट'' जी के साथ कंपोज्ड एफ) अत्यंत प्राकृतिक अनुसंधान दिशा है। इसने विशेष रुप से संप्रेषण जटिलता के क्षेत्र में क्रांति लाई है जिससे अनेक दीर्घकालीन समस्याओं के संबंध में महत्वपूर्ण प्रगति हुई है व समाधान प्राप्त हुए हैं। इस विषय में केंद्रीय चुनौती गैजेट आकार को कंस्टेंट तक लाना है, अर्थात जो बाह्य प्रकार्य एफ के लिए इनपुट लैंग्थ के विकास के साथ आकार में विकास न करे। इस दिशा में प्रगति हेतु अनुसंधानकर्ताओं द्वारा एफ की डिसीजन ट्री जटिलता की समस्या पर विचार, एफ की पैरिटी डिसीजन ट्री

जटिलता के संबंध में किया जाता है जब जी, लघु गैजेट होता है। इसकी आवश्यकता संप्रेषण जटिलता में डिसीजन ट्री जटिलता की लिफ्टिंग की उपर्युक्त दीर्घकालीन समस्या के समाधान के लिए है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा इसे यादृच्छिक गैजेट्स सहित विभिन्न सरल गैजेट्स के लिए कंस्टेंट गैजेट आकार के साथ लिफ्टिंग द्वारा प्राप्त किया जाता है। मुख्य संकल्पनात्मक आविष्कार, गैजेट के गुणधर्म की पहचान है जिसे अनुसंधानकर्ताओं द्वारा स्टिफलिंग कहा जाता है व सिद्ध किया जाता है कि यह जटिलता लिफ्टिंग के होने के लिए पर्याप्त है। परिणाम का एक नतीजा प्रमाण जटिलता के क्षेत्र में है। यहां वर्तमान की मुख्य दिलचस्पी रेस-लिन प्रमाण प्रणाली में कंस्ट्रेन्ट सैटिसफैक्शन इंस्टेंसेस की अनसैटिएबिलिटी की प्रूफ लैंग्थ पर निम्न सीमाओं को सिद्ध करने में है। लिफ्टिंग प्रमेय द्वारा ऐसी निम्न सीमाओं को सिद्ध करने के क्रमबद्ध मार्ग को उपलब्ध कराया जाता है। यह अधिक शक्तिशाली रेस-लिन प्रमाण प्रणाली में ट्री-जैसे प्रमाणों की लैंग्थ पर निम्न सीमा में सूत्र एफ के लिए सामान्य रिसोल्यूशन में ट्री-जैसे प्रमाणों की चौंड़ाई पर निम्न सीमा की लिफ्टिंग द्वारा किया जाता है। रेस-लिन प्रमाणों के आकार पर निम्न सीमाओं को सिद्ध करने के किसी ऐसी क्रमबद्ध पद्धति को इस कार्य के पूर्व नहीं जाना गया। (आर्कदेव चट्टोपाध्याय)

प्राकृतिक विज्ञान स्कूल

सैद्धांतिक भौतिकी विभाग

न्युट्रिनो भौतिकी

- **पदार्थ में 3-फ्लेवर न्युट्रिनो ओसिलेशन एवं क्षय का विश्लेषणात्मक ट्रीटमेंट**
  3-फ्लेवर न्युट्रिनो ओसिलेशन संभाव्यताओं के लिए कांपेक्ट विश्लेषणात्मक एक्सप्रैशंस को ऐसे परिदृश्यों के लिए प्राप्त किया गया जहां न्युट्रिनोस का क्षय अदृश्यमान रुप में होता है। इस संभावना का जायजा लिया गया कि प्रभावी हैमिल्टोनियन के ओसिलेशन एवं क्षय घटकों द्वारा कम्यूट नहीं किया जाता एवं पदार्थ प्रभावों को स्पष्ट रुप से शामिल किया गया। रिएक्टर, दीर्घ आधार रेखा एवं वायुमंडलीय न्युट्रिनो प्रयोगों के लिए संगत ओसिलेशन संभाव्यताओं को प्राप्त किया गया। दिखाया गया कि न्युट्रिनो क्षय के प्रभावों की सर्वाधिक संभावना म्युऑन न्युट्रिनोस के सरवाइवल संभाव्यताओं में निरीक्षणीय होने की है। इस सरवाइवल संभाव्यता के डिप्स पर अपेक्षित कुछ गैर-इंट्युटिव लक्षणों को विश्लेषणात्मक एप्राक्सिमेशंस के प्रयोग द्वारा स्पष्ट किया गया। (अमोल दिघे)

- **स्टेराइल न्युट्रिनोस: पदार्थ में प्रसार एवं स्टेराइल द्रव्यमान क्रमण के प्रति संवेदनशीलता**
  म्युऑन न्युट्रिनो की इलेक्ट्रॉन न्युट्रिनो में रुपांतरण संभाव्यता के लिए विश्लेषणात्मक एक्सप्रैशंस की गणना की गई। यह स्टेराइल न्युट्रिनोस की उपस्थिति में स्टेराइल द्रव्यमान स्क्वेयर्ड अंतर एवं पदार्थ प्रभावों पर पूर्ण निर्भरता के साथ किया गया। स्टेराइल द्रव्यमान क्रमण के प्रभावों (जो डून जैसे दीर्घ आधाररेखा प्रयोग में निरीक्षणीय होंगे) का विश्लेषणात्मक रुप से पूर्वानुमान किया गया व इस क्रमण के प्रति डून की संवेदनशीलता की अंकीय रुप से गणना की गई। स्टेराइल द्रव्यमान-स्क्वेयर्ड अंतर की वैल्यू पर इस संवेदनशीलता की निर्भरता को रेसोनेंस-जैसे दृश्यवान टर्म्स के परीक्षण द्वारा स्पष्ट किया गया। इसका कारण स्टेराइल सेक्टर व पदार्थ प्रभावों के मध्य इंटरप्ले था। (अमोल दिघे)

- **वायुमंडलीय न्युट्रिनोस के ओसिलेशंस का प्रयोग करके कोर-मैंटल सीमा को लोकेट करना**
  प्रदर्शित किया गया कि पृथ्वी के पदार्थ की उपस्थिति में वायुमंडलीय न्युट्रिनो ओसिलेशंस द्वारा महत्वपूर्ण टूल के रुप में कार्य कोर-मैंटल सीमा को लोकेट करने के लिए किया जा सकता है। यह प्रस्तावित 50 केटी मैग्नेटाइज्ड आईसीएएल का आईएनओ में प्रयोग करके उदाहरण के रुप में किया जा सकता है। आईसीएएल द्वारा प्रभावी रुप में कोर-पासिंग न्युट्रिनोस का निरीक्षण किया जा सकता है जिन्होंने एमएसडब्ल्यु रेसोनेंस एवं पैरामैट्रिक या न्युट्रिनो ओसिलेशन लैंग्थ रैसोनेंस का अनुभव अपने प्रसार के दौरान किया होगा। न्युट्रिनो फ्लेवर रुपांतरणों पर इन रेसोनेंसेस का समग्र प्रभाव सीएमबी की अवस्थिति एवं उस रेडियस पर सघनता जंप पर निर्भर करता है। सीएमबी की अवस्थिति के मापन के लिए आईसीएएल की क्षमता को पृथ्वी के अनेक तीन-परती मॉडलों के संदर्भ में क्वांटिफाई किया गया। (अमोल दिघे)

- **आईएनओ-आईसीएएल में कोर-पासिंग वायुमंडलीय न्युट्रिनोस का प्रयोग करके लोरेंट्ज वॉयलेशन एवं गैर-मानक अन्योन्यक्रियाओं के मध्य अंतर करना**
  लोरेंट्ज वॉयलेशन एवं गैर-मानक अन्योन्यक्रियाएं, सर्वाधिक प्रसिद्ध परिदृश्यों में दो, कण भौतिकी के मानक मॉडल के परे हैं। इन दोनों के द्वारा न्युट्रिनो ओसिलेशंस को महत्वपूर्ण रुप से प्रभावित किया जा सकता है। हालांकि ये प्रभाव एक दूसरे को मिमिक कर सकते हैं व किसी निर्धारित-आधाररेखा न्युट्रिनो प्रयोग में उनके मध्य अंतर करना कठिन होगा। दिखाया गया कि आधार रेखाओं की दीर्घ श्रृंखला की सुलभता युक्त वायुमंडलीय न्युट्रिनोस द्वारा इस अपभ्रष्टता को भंग किया जा सकता है। कोर-पासिंग वायुमंडलीय न्युट्रिनोस एवं

एंटीन्युट्रिनोस के निरीक्षण, इन दो नई भौतिकी परिदृश्यों के मध्य अंतर करने के लिए समर्थ टूल होंगे। (अमोल दिघे)

- **आईएनओ-आईसीएएल में वायुमंडलीय न्युट्रिनो ओसिलेशंस का प्रयोग करके पृथ्वी के अंदर डार्क पदार्थ की जांच करना**
  पृथ्वी के कोर के इंटीरियर का अन्वेषण, वायुमंडलीय न्युट्रिनोस की दुर्बल अन्योन्यक्रियाओं के प्रयोग द्वारा किया जा सकता है। यह गुरुत्वीय एवं सीजमिक मापनों के लिए सहायक होगा व पृथ्वी के बहु-मैसेंजर टोमोग्राफी का मार्ग प्रशस्त करेगा। पृथ्वी से गुजर रहे न्युट्रिनोस के ओसिलेशंस को परिवेशी इलेक्ट्रॉन सघनता द्वारा प्रभावित किया जाता है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा प्रदर्शित किया जाता है कि वायुमंडलीय न्युट्रिनोस द्वारा अद्वितीय रुप में पृथ्वी के कोर के अंदर डार्क पदार्थ के संभावित अस्तित्व की जांच की जा सकती है। यह न्युट्रिनो ओसिलेशंस का प्रयोग करके बैरियोनिक पदार्थ की मात्रा के मापन द्वारा किया जा सकता है। इस क्रियाविधि से कोर के अंदर बैरियोनिक पदार्थ प्रोफाइल पर भी जानकारी मिल सकती है। (अमोल दिघे)

सैद्धांतिक उच्च ऊर्जा भौतिकी

- **क्वार्क-ग्लुऑन प्लाज्मा में भारी क्वार्क्स का गैरक्षोभी अध्ययन**
  अत्यंत उच्च तापमानों पर दृढ़ रुप से अन्योन्यक्रिया कर रहे पदार्थ की विद्यमानता डिकंफाइन्ड, काइरल सममिति रिस्टोर्ड फेस काल क्वार्क ग्लुऑन प्लाज्मा में होती है। ऐसी प्रणाली में भारी क्वार्क्स की गति को लैंगेविन फॉर्मेलिज्म का प्रयोग करके समझा जा सकता है जो भारी क्वार्क मूमेंटम के इक्विलिब्रिएशन का वर्णन करता है। इस फॉर्मेलिज्म के गैरक्षोभी अध्ययन को भारी क्वार्क प्रभावी क्षेत्र सिद्धांत का प्रयोग करके किया गया एवं चार्म व बॉटम क्वार्क्स के लिए मूमेंटम डिफ्युजन गुणांक की गणना की गई। यह इंट्रैस्ट से क्वार्क-ग्लुऑन प्लाज्मा की प्रयोगात्मक खोज की तापमान रेंज में की गई। इस गणना का आधार भारी क्वार्क द्रव्यमान के इंवर्स में विस्तार एवं अग्रणी से आगामी-से-अग्रणी क्रम टर्म्स के मूल्यांकन पर था जिसमें अंकीय जालक प्रमाप सिद्धांत का प्रयोग किया गया। बॉटम क्वार्क के विशाल इक्विलिब्रिएशन समय का अनुमान किया गया जिससे उनके सिर्फ आंशिक इक्विलिब्रिएशन का संकेत मिलता है। (सोमेन दत्ता)

सांख्यिकीय भौतिकी एवं अरेखीय गतिकी

- **स्टोकेऑस्टिक रिसैटिंग की उपस्थिति में रैंडम नेटवर्क्स पर बॉयस्ड रैंडम वाक**
  बॉयस्ड गैर-अन्योन्यक्रियाकारी रैंडम वाकर्स की क्लासिक समस्या पर विचार रैंडम कोंब पर किया गया। इसमें बैकबोन के साथ वितरित ब्रांच-लैंग्थ्स शामिल थीं जो क्वेंच्ड-अक्रमित रैंडम वैरिएबिल्स हैं। इस मॉडल का अध्ययन रिसैटिंग की अनुपस्थिति एवं उपस्थिति में किया गया जहां ब्रांच साइटों पर वाकर्स द्वारा रैंडम समयों पर डाइरेक्ट जंप को संगत बैकबोन साइट पर दर्शाया जा सकता है। प्रणाली के यथार्थ स्टेशनरी-स्टेट गुणधम को प्राप्त किसी अक्रम रियालाइजेशन के लिए तापीयगतिक सीमा व फिनिट-आकारित कोंब में किया गया। एक मापदंड प्रस्तुत किया गया जो ड्रिफ्ट वैलोसिटी की ओर बैकबोन के साथ ले जाता है जो कि बॉयस का गैर-मोनोटोनिक प्रकार्य है। रिसैटिंग के नाटकीय परिणाम को स्थापित किया गया। इसमें रिसैटिंग से वैनिशिंग ड्रिफ्ट वैलोसिटी की अनुपस्थिति में लीड करने वाले अक्रम वितरण का परिणाम रिसैटिंग की प्रस्तुति पर ड्रिफ्ट वैलोसिटी में निकलता है जो कि किसी भी बॉयस में फिनिट होता है। (शमिक गुप्ता)

- **ओसिलेटिंग क्षेत्र द्वारा प्रेरित टाइट-बाइंडिंग चेन के संदर्भ में स्टोकेऑस्टिक रिसैट्स**
  तथा-कथित प्रेरित टाइट-बाइंडिंग चेन (टीबीसी) की रुपरेखा में क्वांटम यूनिटरी गतिकी की समस्या का अध्ययन किया गया। यह स्टोकेऑस्टिक रिसैट्स मिमिर्किंग गैर-यूनिटरी क्रमविकास के साथ रैंडम समयों पर इंटरस्पर्स्ड है। इसका कारण बाह्य परिवेश के साथ अन्योन्यक्रियाएं हैं। प्रेरित टीबीसी में क्वांटम कण होता है। यह एक-आयामी जालक के निकटतम-नेवर साइटों के मध्य होपिंग करता है व यह बाह्य फोर्सिंग क्षेत्र के होने पर होता है जो कि

समय में पीरियोडिक होता है। रिसैट्स को एक्सपोनेंशली-वितरित रैंडम समयों पर होते माना गया। स्टोकेऑस्टिक रिसैट्स की अनुपस्थिति में प्रणाली द्वारा कणों के डिलोकलाइजेशन को दर्शाया जाता है। इसमें कण का दीर्घ समयों पर भिन्न साइटों पर पाए जाने का समय-स्वतंत्र संभाव्यता वितरण नहीं होता है। यहां दिखाया गया कि प्रणाली के स्टोकेऑस्टिक रिसैट्स में होने की सरल प्रक्रिया द्वारा प्रणाली में लोकलाइजेशन प्रभावी रुप से प्रेरित हो सकता है। (शमिक गुप्ता)

- **मिश्रित हैमिल्टोनियन एवं गैर-हैमिल्टोनियन अन्योन्यक्रियाओं के साथ दीर्घ-रेंज प्रणालियों में रिलैक्सेशन गतिकी**

  कई बार ऐसा होता है कि भौतिकीय प्रणाली की गतिकी का वर्णन गति के समीकरणों द्वारा किया जाता है जो हैमिल्टोनियन से नहीं आते हैं। इसके साथ ही प्रणाली का गठन करने वाली स्वतंत्रता की सीमाओं का एक-दूसरे के साथ अन्योन्यक्रिया दीर्घ-रेंज अन्योन्यक्रियाओं द्वारा होती है। इस कार्य में प्रणालियों की रिलैक्सेशन गतिकी के साथ दोनों हैमिल्टोनियन एवं गैर-हैमिल्टोनियन मूल की अन्योन्यक्रियाओं का अध्ययन किया गया। ऐसी गतिकी के अंतर्गत कोई भी इक्विलिब्रियम अवस्था नहीं है जहां प्रणाली द्वारा अंतत: पहुंचा जा सके। पाया गया कि रिलैक्सेशन गतिकी दृढ़ रुप से हैमिल्टोनियन एवं गैर-हैमिल्टोनियन योगदानों के संबंधित भार पर निर्भर करती है। जब गैर-हैमिल्टोनियन भाग, पूर्व प्रभावी होता है तो प्रणाली द्वारा स्थिर या घूर्णीय रुप में निरंतर चुंबकत्व के साथ अवस्थाओं को धारित नहीं किया जाता है। दूसरी ओर जब हैमिल्टोनियन भाग पूर्व प्रभावी होता है तो चुंबकत्व द्वारा दीर्घ-कालीन दृढ़ ओसिलेशंस को प्रस्तुत किया जाता है। इसके अलावा पाया गया कि फिनिट-आकार के सहसंबंधों को हैमिल्टोनियन मामले की तुलना में कहीं अधिक प्रोनाउंस किया जाता है। (शमिक गुप्ता)

- **असममिति विच्छेदन युग्मन द्वारा विनफ्री मॉडल में कुरामोटो मॉडल का सामान्यीकरण**

  पैराडिगमैटिक कुरामोटो मॉडल के महत्वपूर्ण सामान्यीकरण पर विचार किया गया। यह अतिरिक्त युग्मन टर्म का प्रयोग करके किया गया जो स्पष्ट रुप से इसकी घूर्णीय सममिति को विच्छेदित करता है जिसका परिणाम विनफ्री मॉडल के वैरिएंट में निकलता है। परिणामस्वरुप दोनों कुरामोटो मॉडल व विनफ्री मॉडल के चरण आरेखों की अभिलाक्षणिक विशेषताओं का निरीक्षण किया गया जो सममिति विच्छेदन युग्मन सामर्थ्य पर निर्भर थीं। दोनों कुरामोटो एवं विनफ्री मॉडलों के चरण आरेखों द्वारा एक-दूसरे को रिसेंबल, सममित बाईमॉडल आवृत्ति वितरण के लिए सममिति विच्छेदन युग्मन सामर्थ्य हेतु किया जाता है। इसमें अपवाद मैक्रोस्कोपिक गतिकीय अवस्थाओं व बाईस्टेबिल क्षेत्रों के विस्तार की सीमाओं में रीजन शिफ्ट व अंतर का है। बाईस्टेबिल अवस्थाओं में गतिकीय ट्रांजिशंस का अभिलक्षणन एबरप्ट (प्रथम क्रम) ट्रांजिशन द्वारा दोनों फॉरवर्ड एवं रिवर्स ट्रेसेस में किया जाता है। असममित बाईमॉडल आवृत्ति वितरण के लिए बाईस्टेबिल क्षेत्रों का प्रारंभ, असममिति की सीमा पर होता है। सममिति विच्छेदन युग्मन सामर्थ्य की विशाल सीमा द्वारा सिंक्रोनाइज्ड स्थिर अवस्था को प्रमोट किया जाता है जबकि दो केंद्रीय आवृत्तियों के मध्य पृथक्करण के आनुपातिक हीटरोजेनिटी की विशाल सीमा द्वारा सममिति विच्छेदन युग्मन के निम्न सामर्थ्य के लिए चरण आरेख में इंकोहेरेंट एवं स्टैंडिंग तरंग अवस्थाओं के विस्तार को सुगम किया जाता है। (शमिक गुप्ता)

कॉस्मोलॉजी

- **सीएमबी वाई-प्रकार विरुपणों के ई एवं बी मोड्स: रिऑयोनाइजेशन एवं पोस्ट-रिऑयोनाइजेशन युगों से पोलेराइज्ड काइनेटिक्स सुनयेव-जेल्डोविच प्रभाव**

  कॉस्मिक माइक्रोवेब बैकग्राउंड (सीएमबी) के ई एवं बी मोड ध्रुवीकरण का अध्ययन किया गया। इसकी उत्पत्ति रिऑयोनाइजेशन एवं पोस्ट-रिऑयोनाइजेशन युगों के दौरान क्षोभ सिद्धांत में द्वितीय क्रम पर मुक्त इलेक्ट्रॉन्स के ट्रांसवर्स पेक्युलियर वेग से होती है। दिखाया गया कि इस ध्रुवीकृत काईनेटिक सुनयेव-जेल्डोविच (एसजैड) प्रभाव के स्पेक्ट्रम को ब्लैकबॉडी पार्ट एवं वाई-प्रकार विरुपण में डिकंपोज किया जा सकता है। वाई-विरुपण भाग महत्वपूर्ण है क्योंकि यह प्राइमरी ई एवं बी मोड्स एवं लेंसिंग बी मोड्स से भिन्न है। इसके अलावा यह

अन्य वाई-प्रकार सिग्नलों से भी भिन्न है। इनमें तापीय एसजैड प्रभाव शामिल है जो कि अध्रुवीकृत हैं। दिखाया गया कि यह सिग्नल, रिऑयोनाइजेशन इतिहास में के प्रति संवेदनशील विशेषकर इस रुप में है कि कितना तीव्र रिऑयोनाइजेशन होता है। वाई-प्रकार विरुपण के ई एवं बी मोड्स को प्राइमरी सीएमबी एनिसोट्रॉपीज के कॉस्मिक वैरिएंस को बीट करने एवं कॉस्मोलॉजिकल पैरामीटरों की स्वतंत्र जांच के लिए मार्ग उपलब्ध कराने के रुप में दिखाया गया। pkSZ प्रभाव के ब्लैकबॉडी घटक को स्केलर अनुपात $r \lesssim 3 \times 10^{-5}$ में टेंसर के लिए प्रिमोर्डिअल टेंसर मोड्स के लिए महत्वपूर्ण फोरग्राउंड दिखाया गया। (ऋषि खत्री)

उच्च ऊर्जा भौतिकी – दृढ़ अन्योन्यक्रियाएं

- **जालक क्युसीडी से मैक्सिमल ब्युटी फ्लेवर के साथ दृढ़ बाउंड डिबारयन**
  भारतीय जालक प्रमाप सिद्धांत सूत्रपात के सुपरकंप्युटर का प्रयोग करके अनुसंधानकर्ताओं ने नए उपपरमाण्विक कण के अस्तित्व को पूर्वानुमानित किया: सर्वाधिक सुंदर दृढ़ बाउंड डिबारयन। यह डिबारयन ही है जो दो बैरियॉन्स से बना है। जहां ड्युटेरॉन एकमात्र ज्ञात डिबारयन है, जिसका अस्तित्व सूर्य में ऊर्जा-निर्माण के पीछे है, वहीं अन्य डिबारयन्स की अभी तक खोज नहीं हुई है। पूर्वानुमानित कण का दिलचस्प पहलू यह है कि यह पूरी तरह से ब्युटी क्वार्क्स से बना है एवं इसकी बाइंडिंग ड्युटेरॉन से 40 गुना दृढ़ है। इन गुणधम ने इसे हमारे दृश्यवान यूनिवर्स में सर्वाधिक सुंदर दृढ़ बाउंड डिबारयन बनाया है। इस अध्ययन द्वारा नाभिक में बाइंडिंग की उत्पत्ति एवं भारी एक्जोटिक नाभिक के लिए स्टियर प्रयोगात्मक खोजों पर सैद्धांतिक अध्ययन काय का मार्ग प्रारंभ होता है। (नीलमणि माथुर)

- **जालक क्युसीडी का प्रयोग करके तीन-फ्लेवर्ड भारी डिबारयन्स का अध्ययन**
  एच-डिबारयन पर प्रयोगात्मक खोजों ने अभी तक शून्य परिणाम दिए हैं। जालक क्युसीडी का प्रयोग करके पहली बार दिखाया गया कि एच-जैसे तीन-फ्लेवर्ड डिबारयन्स (किंतु भारी क्वार्क कंटेन्ट्स के साथ) को बद्ध किया जा सकता है। अनुसंधानकर्ताओं ने पूर्वानुमानित किया कि ऐसा बाउंड डिबारयन, एच(बीसीएस) है जिसे उच्च ऊर्जा प्रयोगों में खोजा जा सकता है। इन परिणामों से यह भी पता चलता है कि डिबारयन अभिविन्यास की बद्धता अधिक दृढ़ इसके वेलेंस क्वार्क द्रव्यमानों की बढ़ोत्तरी के साथ होती है। इससे अनेक पैमानों पर दृढ़ अन्योन्यक्रिया गतिकी के रोचक पहलू का संकेत मिलता है। (नीलमणि माथुर)

- **मल्टी क्वार्क हैड्रान्स (स्नोमास 2021 श्वेत पत्र) की उपसंरचना**
  हाल के वष में एक्जोटिक हैड्रान्स में अत्यंत रुचि, टेट्रा एवं पेंटाक्वार्क हैड्रान्स की खोज के साथ देखी गई है। इन नए उपपरमाण्विक कणों की आंतरिक संरचनाओं को स्पष्ट करना सर्वाधिक महत्वपूर्ण है। इस श्वेतपत्र द्वारा इस क्षेत्र में अनेक अग्रणी प्रैक्टिसनर्स के योगदानों को साथ लाया जाता है जो सैद्धांतिक व्याख्याओं के वाइड स्पेक्ट्रम को रिप्रिजेंट करते हैं। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा भविष्य के प्रयोगात्मक एवं फेनोमेनोलॉजिकल कार्य के महत्व की चर्चा की जाती है जिससे क्यूसीडी में मल्टीक्वार्क फेनोमेना की बेहतर जानकारी होगी। (नीलमणि माथुर)

क्वांटम गुरुत्वाकर्षण, क्वांटम क्षेत्र सिद्धांत व क्वांटम सूचना सिद्धांत

- **कैनोनिकल शुद्धिकरण एवं क्वांटम एक्सट्रेमल शॉक**
  इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने एडीएस/सीएफटी करेसपांडेंस में द्वि-पक्षीय अवस्थाओं के कैनोनिकल शुद्धिकरण के गुरुत्वीय ड्युल के अध्ययन हेतु टूल्स का विकास किया। क्षोभी पद्धतियों का प्रयोग करके दिखाया गया कि होलोग्राफिक कंफर्मल क्षेत्र सिद्धांतों में यूक्लिडीन पथ इंटिग्रल अवस्थाओं के लिए कैनोनिकल शुद्धिकरण के गुरुत्वाकर्षण ड्युल में शॉक, ऊर्जा-मूमेंटम टेंसर में कोएफिशिएंट के साथ है जिसे एन्टेन्गलमेंट एंट्रॉपी द्वारा नियंत्रित किया जाता है। इस शॉक का अस्तित्व निरंतरता के लिए महत्वपूर्ण प्रसिद्ध क्वांटम एक्सट्रेमल सरफेस सूत्र के साथ एडीएस/सीएफटी में है। इस गणना द्वारा गुरुत्वीय भौतिकी की उत्पत्ति का प्रदर्शन किया जाता है।

यह होलोग्रॉफिक कंफर्मल क्षेत्र सिद्धांतों की एन्टेन्गलमेंट संरचना से ऐसे संदर्भ में किया जाता है जहां बल्क क्वांटम प्रभावों का महत्व है। (ओंकार परिकर)

- **ब्राउनियन एसवाईके में जटिलता से क्वांटम त्रुटि सुधार**
  इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने ब्राउनियन एसवाईके मॉडल नामक एन मेजोरना फर्मिऑन्स के साथ केऑटिक क्वांटम गतिकी के मॉडल के क्वांटम त्रुटि संशोधन गुणधम का अध्ययन किया। इस दौरान मुख्य जोर एंकोडिंग जटिलता के प्रकार्य के रुप में त्रुटि संशोधन की रोबस्टनैस पर दिया गया। दिखाया गया कि इस मॉडल द्वारा रोबस्ट त्रुटि संशोधन को दर्शाया जाता है। यह फर्मिऑन्स की लघु संख्या पर जेनेरिक त्रुटियों के विरुद्ध एंकोडिंग जटिलता के लिए किया जाता है जो एन में क्रम पोलिनोमिअल की है। अनुसंधानकर्ताओं ने एडीएस/सीएफटी में ब्लैक होल स्पेसटाइम्स की कैजुअल संरचना के साथ संबंधों की चर्चा की जहां ब्लैक होल इंटीरियर में एंकोडिड स्वतंत्रता की सीमाओं द्वारा समान रोबस्ट त्रुटि संशोधन गुणधम को भी दर्शाया जाता है। (ओंकार परिकर)

सांख्यिकीय भौतिकी

- **ओरिएंटेबिल अणुओं के ठोस में चरणों की इंफिनिटी**
  अनेक कार्बनिक द्रव्य, कूलिंग पर नरम क्रिस्टालाइन अवस्था में जम जाते हैं जहां अणुओं की अरेंजिंग, पीरियोडिकली, स्थिति में होती है किंतु ये अन्य अणुओं के साथ स्टेरिक अन्योन्यक्रियाओं पर अपने द्रव्यमान के केंद्र पर घूर्णित हो सकते हैं। आगे कूल किए जाने पर ऐसे पदाथ का ट्रांजिशन प्लास्टिक क्रिस्टल चरणों में ओरिएंटेशनल क्रम की भिन्न सीमा के साथ होता है। टीआईएफआर-मुंबई, ईएसपीसीआई-पेरिस, व आईआईएसईआर-पुणे के मध्य सामूहिक कार्य में अल्पतम सैद्धांतिक वर्णन का निर्माण किया गया। यह प्लास्टिक क्रिस्टल की मूल फेनोमेनोलॉजी को कैप्चर करता है: ओरिएंटेशनल क्रम की परिवर्ती सीमाओं के साथ अनेक चरणों को कूलिंग या जालक संकुचन द्वारा इंड्यूस किया जाता है। इंटरसेक्टिंग ट्रांजिशन रेखाओं के विशाल अनुक्रम से निर्मित परिमाणात्मक चरण आरेख का निर्माण मॉडल प्रणाली के विस्तृत अध्ययन द्वारा किया गया। इस अध्ययन ने अल्प-ज्ञात परिदृश्यों को स्पष्ट किया जहां तापीयगतिक आब्जर्वेबिल्स में सिंगुलैरिटीज की दृश्यता आर्डरिंग ट्रांजिशन के बिना होती है। इन सिंगुलैरिटीज का संबंध जियोमेट्रिकल ओरिजिन के चरण ट्रांजिशन के साथ होता है जिसके अभिलक्षणों की भिन्नता सांख्यिकीय मैकेनिक्स में प्रचलित ट्रांजिशंस से है। (त्रिदिब साधू)

- **एकल-फाइल की सघन एवं डाइल्यूट सीमा में ट्रेसर विसरण**
  क्वासी-एक-आयामी नैरो चैनल में ट्रांसपोर्ट के लिए पृथक कण (ट्रेसर) के विस्थापनों द्वारा विसंगत विसरण को दिखाया जाता है। ट्रेसर स्थिति की संभाव्यता का पूर्ण अभिलक्षणन, नॉन-इक्विलिब्रियम भौतिकी में दीर्घ-अध्ययित क्लासिकल समस्या है। सिर्फ कुछ विशिष्ट मॉडलों के लिए सोल्युशंस की उपलब्धता व प्रथम दो मूमेंट्स के संबंध में सामान्य परिणाम की उपलब्धता है। रिपोर्टिड कार्य में हाइड्रोगतिक क्रियाविधि का प्रयोग किया गया। यह भिन्न प्रारंभिक स्थितियों (अनील्ड एवं क्वेंच्ड) के लिए सामान्य डिफ्युसिव प्रणाली की डाइल्यूट एवं सघन सीमा में संभाव्यता वितरण की यथार्थ अभिव्यक्ति को प्राप्त करने के लिए किया गया। परिणामों ने प्रारंभिक स्थितियों पर असामान्य निर्भरता को रेखांकित किया। (त्रिदिब साधू)

- **अर्ध-इंफिनिट रेखा में करेंट फ्लक्चुएशंस**
  फ्लक्चुएटिंग हाइड्रोगतिक सिद्धांत के अनुप्रयोग को प्रस्तुत किया गया। यह मंद युग्मन के साथ रेजवॉ के साथ संपर्क में अर्ध-इंफिनिट लाइन पर डिफ्युसिव प्रणालियों में करेंट फ्लक्चुएशंस के अध्ययन के लिए किया गया। दिखाया गया कि बृहत् समयों में सीमा पर समय-एकीकृत करेंट के वितरण द्वारा बृहत् विचलन सिद्धांत का अनुसरण रेट प्रकार्य के साथ किया जाता है जो रेजवॉ के साथ युग्मन सामर्थ्य पर निर्भर करता है। इस प्रणाली द्वारा इसकी प्रारंभिक अवस्था की दीर्घ-कालीन स्मृति को दर्शाया जाता है जिसे पूर्व में इंफिनिट लाइन पर सूचित किया गया व इसका वर्णन प्रारंभिक अवस्था पर क्वेंच्ड एवं अनील्ड औसतों के प्रयोग द्वारा किया जा सकता है।

रेट प्रकार्य की स्पष्ट अभिव्यक्ति को स्वतंत्र कणों के लिए प्राप्त किया गया जिसका बाद में सत्यापन माइक्रोस्कोपिक गतिकी के यथार्थ सोल्युशन का प्रयोग करके किया गया। सममित सरल एक्सक्लुजन प्रक्रिया के लिए प्रथम तीन क्युमूलेंट्स के लिए यथार्थ अभिव्यक्ति को दोनों क्वेंच्ड एवं अनील्ड औसत हेतु प्रस्तुत किया गया। (त्रिदिब साधू)

- **गैर-अर्गोडिक स्टाकेऑस्टिक प्रक्रियाओं में गतिकीय चरण ट्रांजिशंस**
  स्टोकेऑस्टिक प्रक्रियाओं की कक्षा को प्रस्तुत किया गया जहां समय-एकीकृत ऑब्जर्वेबिल्स के विशाल विचलन प्रकाय द्वारा गैर-विश्लेषणात्मकता को दर्शाया जाता है जो कि ट्रेजेक्टरीज के गतिकीय चरण ट्रांजिशंस से संबंधित है। इन व्याख्यात्मक उदाहरणों में स्टिकी सतह पर या अवशोषी वाल की उपस्थिति में ब्राउनियन गति शामिल है जहां एंपाइरिकल आब्जर्वेबिल्स के समूह पर विचार किया गया। इनमें स्थानीय समय, औसत वेग एवं क्षेत्र शामिल हैं। बैकवर्ड फोकर-प्लैंक क्रियाविधि का प्रयोग करते हुए अनुसंधानकर्ताओं ने इन आब्जर्वेबिल्स के विशाल विचलन प्रकार्य को प्राप्त किया जिनमें सिंगुलैरिटीज की उत्पत्ति सरवाइवल एवं डिफ्युजन के मध्य प्रतिस्पर्धा से होती है। इस परिदृश्य का आगे विश्लेषण टिल्टिड प्रचालकों के साथ वैकल्पिक क्रियाविधि का प्रयोग करके किया गया। इसमें दिखाया गया कि सिंगुलर प्वाइंट पर प्रभावी गतिकी द्वारा एब्रप्ट ट्रांजिशन का सामना किया जाता है। दूसरी क्रियाविधि को विस्तार देते हुए अनुसंधानकर्ताओं ने दिखाया कि समान ट्रांजिशन की जेनेरिकली उत्पत्ति गैर-अर्गोडिक मार्कोव चेन्स में हो सकती है। यह परिदृश्य रोबस्ट है व गैर-मार्कोव प्रक्रियाओं एवं अनेक बॉडी प्रणालियों के लिए जेनरलाइजेबिल है जिससे ऐसे गतिकीय ट्रांजिशंस के अनुक्रम का जन्म हो सकता है। (त्रिदिब साधू)

- **मंद युग्मन से रेजवॉस के साथ सममित सरल एक्सक्लुजन प्रक्रिया में सघनता एवं करेंट के बड़े विचलन: हाइड्रोगतिक क्रियाविधि**
  इस कार्य ने हाइड्रोगतिक क्रियाविधि को प्रस्तुत किया। यह सघनता प्रोफाइल के विशाल विचलनों के संबंध में एवं सममित सरल एक्सक्लुजन प्रक्रिया (जो मंद सीमा दरों के साथ अपने एण्ड्स पर रेजवॉ के साथ कनेक्टिड होती है) के एक-आयामी मॉडल के लिए समय एकीकृत करेंट के संबंध मे यथार्थ माइक्रोस्कोपिक परिणामों की पुन:प्रस्तुति के लिए किया गया। इन परिणामों का पेडागॉगिकल महत्व आऊट-ऑफ-इक्विलिब्रियम सांख्यिकीय भौतिकी के क्षेत्र में है। इस कार्य ने प्रभावी फ्लक्चुएटिंग हाइड्रोगतिक रुपरेखा का विस्तार ऐसे रेश्जीम में किया जिसे प्राय: रुपरेखा के बाहर माना जाता है व यह इस विषय में चुनौतीपूर्ण समस्या रहा था। इस कार्य ने दोनों सघनता एवं करेंट फ्लक्चुएशंस के लिए अल्पतम कार्य पाथ्स के नए महत्वपूर्ण सोल्युशन को भी प्रस्तुत किया। (त्रिदिब साधू)

सैद्धांतिक भौतिकी, क्वांटम क्रोमोगतिकी व भारी ऑयन संघट्टन

- **दृढ़ रुप में युग्मित मीडियम के लिए एलएचसी परीक्षणों में पार्टन ऊर्जा हानि**
  अनुसंधानकर्ताओं ने पीबीपीबी एवं पीपी संघट्टनों में जैट क्रॉस सैक्शंस के मापनों का प्रत्यक्ष प्रयोग करके एलएचसी में नाभिकीय संघट्टनों में जैट्स की ट्रांसवर्स मूमेंटम हानि के माप का निर्माण किया। दो भिन्न संघट्टन ऊर्जाओं पर एटलस सहयोग से डाटा का प्रयोग करते हुए दिखाया गया कि प्रस्तावित माप में लघु सांख्यिकीय अनिश्चितताएं हैं। अनुसंधानकर्ताओं ने तर्क किया कि हमारे अनुमानों पर क्रमबद्ध त्रुटियों को प्रयोगात्मक सहयोग द्वारा सरलता से इस सीमा तक सुधारा जा सकता है कि यह सीधे तौर पर जांच करे कि क्या जैट-मीडियम अन्योन्यक्रिया का कारण दृढ़ रुप से अन्योन्यक्रियाकारी माध्यम है या दुर्बल रुप से अन्योन्यक्रियाकारी प्लाज्मा है। पाया गया कि वर्तमान डाटा द्वारा दृढ़ रुप से अन्योन्यक्रियाकारी माध्यम को मार्जिनली फेवर किया जा सकता है। दूसरी ओर यह मानकर कि माध्यम द्वारा दुर्बल रुप से अन्योन्यक्रिया की जा रही है, अनुसंधानकर्ताओं ने पूर्व में सूचित अनुमानों के साथ उपयुक्तता में जैट क्वेंचिंग पैरामीटर के अनुमानों को उपलब्ध कराया। (ऋषि शर्मा)

- **भारी ऑयन संघट्टनों में क्वार्कोनियम गतिकी को नियंत्रित कर रही ऊर्जा हाइआर्कीज**

अनुसंधानकर्ताओं ने समालोचनात्मक रुप से ऊर्जा पैमानों के मध्य हाइआर्कीज का परीक्षण किया जो क्वार्कोनियम गतिकी का निर्धारण क्वार्क ग्लुऑन प्लाज्मा में करती हैं। उल्लेखित किया गया कि महत्वपूर्ण भूमिका का निर्वाह स्पेशीज (ईबी) की बद्ध ऊर्जा के अनुपात एवं माध्यम पैमानों द्वारा किया जाता है: तापमान (टी) एवं डेबये द्रव्यमान (एमडी)। ज्ञात है कि यदि ये अनुपात, एक से अधिक बड़े हैं, तो क्वार्कोनियम क्रमविकास को नियंत्रित कर रही प्रभावी प्रक्रिया, तापीय ग्लुऑन्स (ग्लुओ-डिसोसिएशन) द्वारा डिसोसिएशन है। दूसरी ओर यदि यह अनुपात एक से कहीं लघु है, तो क्वार्कोनियम गतिकी को एक्सचेंज्ड ग्लुऑन्स की स्क्रीनिंग एवं लैंडो डैंपिंग द्वारा डोमिनेट किया जाता है। अनुसंधानकर्ताओं ने दिखाया कि अधिकांश क्रमविकास पर स्केल हाइआर्कीज किसी सीमा में नहीं आती व क्वार्कोनियम अवस्था की गतिकी के अनुसरण के लिए ग्लुओनिक स्पेक्ट्रल प्रकार्य की पूर्ण संरचना के प्रयोग की आवश्यकता होती है। इसका महत्वपूर्ण प्रभाव तब होता है जब हम माध्यम में क्वार्कोनिया की क्वांटम गतिकी का अनुसरण करते हैं क्योंकि ईबी, टी के प्रति मैग्निट्यूड में तुलनीय (या विशाल) होता है: अवस्था का क्वांटम क्रमविकास, समय में गैर-स्थानीय, ब्राउनियन एप्राक्सिमेशन में होता है। (ऋषि शर्मा)

- **ग्लॉबर ग्लुऑन्स के साथ एससीईटी का प्रयोग करके जैट एंगुलैरिटीज में माध्यम संशोधन**
  अनुसंधानकर्ताओं ने ग्लाबर ग्लुऑन्स के साथ सॉफ्ट-कोलिनियर प्रभावी सिद्धांत (एससीईटीजी) की रुपरेखा में अनग्रूम्ड जैट एंगुलैरिटीज पर माध्यम संशोधनों का विश्लेषण किया। एंगुलैरिटीज, जैट अवसंरचना के एक-पैरामीटर परिवार हैं जो एंगुलैरिटी एक्सपोनेंट $a<2$ के साथ निरीक्षणीय हैं। एंगुलैरिटी एक्सपोनेंट में परिवर्तन से जैट में कोलिनियर-से-सॉफ्ट रेडिएशंस के संबंधित भार को संशोधित करने में सहायता मिलती है। अनुसंधानकर्ताओं ने एंगुलैरिटी एक्सपोनेंट्स $a<1$ पर फोकस किया व $a=-1,0$, एवं 0.5 के लिए परिणामों को उपलब्ध कराया। एससीईटीजी के अंदर जैट एवं माध्यम घटकों के मध्य अन्योन्यक्रिया को ऑफ-शैल ग्लॉबर ग्लुऑन्स द्वारा मॉडल किया गया जिनकी उत्पत्ति माध्यम में कलर गॉज क्षेत्रों द्वारा होती है। माध्यम के संशोधनों को जैट प्रकार्य में शामिल इन-मीडियम स्पिलिटिंग प्रकाय के प्रयोग द्वारा किया जाता है। पाया गया कि माध्यम में एंगुलैरिटी में वितरण, नैरोअर हैं व वैक्यूम वन्स की तुलना में इनमें तीक्ष्ण गिरावट होती है। परिणामों को माध्यम संवेदनशीलता के लिए भी जैट के जैट रेडियस पीटी एवं लैस सेंट्रल इवंट (10–30% केंद्रीयकता) में प्रारंभ जैट के लिए भी प्रस्तुत किया गया। अंत में अनुसंधानकर्ताओं ने भिन्न एंगुलैरिटी एक्सपोनेंट्स के लिए नाभिक-नाभिक एवं प्रोटोन-प्रोटोन विभेदी एंगुलैरिटी वितरणों के अनुपातों को भी उपलब्ध कराया। (ऋषि शर्मा)

संघनित पदार्थ सिद्धांत

- **किटेव-हेजनबर्ग मॉडल में क्षेत्र-दमित चुंबकीय क्रम के निकट तापीय हाल कंडक्टिविटी**
  नई शुद्धिकरण आधारित टेंसर नेटवर्क पद्धति का विकास किया गया। इसे गैप्ड मैनी-बॉडी प्रणालियों के तापीय हाल रिस्पांस की गणना के लिए किया गया। इस फॉर्मेलिज्म का प्रयोग हाल के विवाद की काट के लिए किया गया कि क्या अर्ध-क्वांटाइज्ड तापीय हाल कंडक्टिविटी द्वारा अभिलक्षणित आइसिंग टोपोलॉजिकल क्रम को क्षोभी किटेव प्रणालियों में चुंबकीय क्रम के क्षेत्र-दमन द्वारा रिवाइव किया जा सकता है। (विक्रम त्रिपाठी)

- **रैंडम टी-जे मॉडल में क्वासीकण मेटामार्फोसिस**
  मोट इंसुलेटर्स द्वारा प्राय: उदीयमान एवं फ्रैक्शनलाइजेशन फेनोमेना को दर्शाया जाता है जो डोपिंग के साथ सप्रैस्ड होती है। डोपिंग रेश्जीम्स में क्वासीकण मेटामार्फोसिस, खुला प्रश्न है। यहां फीस्ट आइजनसॉल्वर का प्रयोग करके रैंडम टी-जे मॉडल में भिन्न क्वासीकणों की स्थिरता का अध्ययन लोकलाइजेशन फेनोमेना के रुप में मैनी-बॉडी हिबर्ट स्पेस में किया गया। इस अध्ययन ने स्पष्ट किया कि अंडरडोप्ड रेश्जीम में उदीयमान जोर्डन-विगनेर स्पिनऑन्स, मैगनॉन्स की तरह उपयुक्त क्वासीकण हैं। यह कपरेट्स व किटेव पदाथ में विसंगत तापीय ट्रांसपोर्ट जैसे गुणधम को महत्वपूर्ण रुप से प्रभावित करता है। महत्वपूर्ण डोपिंग पर सभी क्वासीकणों को खराब पाया गया। इससे एसवाईके भौतिकी, व उसके परे परंपरागत फर्मी द्रव्य का संकेत मिलता है। (विक्रम त्रिपाठी)

- **कैनोनिकल ज्यामितीय फ्रस्टेटिड जालकों पर साइन-समस्याग्रस्त हेजेनबर्ग मॉडलों की तुलना में रिज्युमेशन-आधारित क्वांटम मोंटे कार्लो**
  यहां दिखाया गया कि रिज्युमेशन-आधारित क्वांटम मोंटे कार्लो (क्यूएमसी) के प्रत्यक्ष प्रयोग – जिसे स्टोकेआस्टिक श्रृंखला विस्तार (एसएसई) रुपरेखा में साइन-समस्या-मुक्त एसयू (2)-सममित स्पिन हैमिल्टोनियंस के लिए हाल में कार्यान्वित किया गया – फ्रस्टेटिड एसयू (2)-सममित एस = 1/2 के लिए साइन समस्या को कम नहीं करता है। कैनोनिकल ज्यामितीय फ्रस्टेटिड जालकों पर हेजेनबर्ग एंटीफैरोचुंबकों का निर्माण ट्रायंगुलर मोटिफ्स जैसे ट्रायंगुलर जालक से होता है। इस प्रक्रिया में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा प्रदर्शित किया जाता है कि रिज्युमेशन-आधारित अपडेट्स द्वारा एसएसई-आधारित क्युएमसी अभिविन्यासों की अर्गोडिक सैंपलिंग को उपलब्ध कराया जाता है जो मानक एसएसई अपडेट्स के प्रयोग के समय समस्या हो सकती है। हालांकि यह पूर्व में उल्लेखित के अनुसार साइन समस्या द्वारा अत्यंत सीमित हो सकती है। इन नोट्स में उल्लेखित धारणाओं का उपयोग ज्यामितीय फ्रस्टेटिड चुंबकों के लिए बेहतर एल्गोरिथ्म्स की डिजायन में हो सकता है। (निशीता देसाई)

कण भौतिकी

- **बॉटम-अप से आवेशित हिग्स: एलएचसी में फ्लेवर की जांच**
  इस कार्य ने मॉडल स्वतंत्र नियंत्रणों का निर्धारण किया। यह बी-प्रकार एवं अप-प्रकार क्वार्क्स में नए आवेशित हिग्स के युग्मनों पर किया गया। इस कार्य ने नई खोज कार्यनीतियों को अनेक अंतिम अवस्था सिग्नेचर्स का प्रयोग करके उपलब्ध कराया व परिणामों को इस रुप में उपलब्ध कराया जो नई भौतिकी के मॉडलों में लागू किए जा सकते हैं। (निशीता देसाई)

- **डार्क पदार्थ के लिए मीडिएटर्स के रुप में एक्सिऑन-जैसे कण: फ्रीज आऊट के परे**
  इस कार्य ने संभावना का परीक्षण किया कि क्या डार्क सैक्टर का संबंध मानक मॉडल में मीडिएटर द्वारा होता है जो कि स्युडोस्केलर है। पाया गया फ्रीज-आऊट से अलग फ्रीज-इन रेश्जीम व पूर्व में अन्वेषित न किए गए डार्क सैक्टर फ्रीज-आऊट में संभावनाएं हैं। इस कार्य ने समग्र रुप से पैरामीटर स्पेस पर सभी वर्तमान नियंत्रणों का अन्वेषण किया एवं पाया कि द्वितीय क्रियातंत्र, परीक्षण के लिए अत्यंत चुनौतीपूर्ण होगा क्योंकि इसे अत्यंत लघु युग्मनों की आवश्यकता होती है। (निशीता देसाई)

- **टाइप- I 2 एचडीएम के फर्मियोफोबिक क्षेत्र के निकट लाइट आवेशित हिग्स की खोज संभावनाएं**
  इस कार्य द्वारा टाइप- I 2 एचडीएम मॉडल में नए आवेशित हिग्स की संसूचन संभावनाओं का परीक्षण अभी तक अध्ययन न किए गए क्षय मोड द्वारा किया जाता है। इस कार्य ने विस्तृत बैकग्राउंड को सूचित किया जिसमें सिगनल अध्ययन शामिल है। इसके साथ ही कार्य ने सेंस्टिविटी में उन्नयन के लिए कट्स का सुझाव रखा। विशेष रुप से इस कार्य ने सुझाव दिया कि डब्ल्यु बोसोन्स द्वारा क्षय से चार फोटोन सिग्नेचर को आऊटपरफॉर्म किया जा सकता है जब वे फर्मियोफोबिक सीमा से अत्यंत अल्प दूरी पर भी हों। (निशीता देसाई)

- **एलएचसी रन-2 के बाद लैप्टोक्वार्क मॉडलों का स्टेटस एवं भविष्य के कोलाइडर्स में खोज संभावनाएं**
  इस कार्य ने बी-मेसन एनोमैलस क्षयों के स्पष्टीकरण के संगत सभी लैप्टोक्वार्क मॉडलों के पैरामीटर स्पेस का परीक्षण किया। पाया गया कि गैर-रैसोनेंट डिलैपटन डीचेस द्वारा विशाल पैरामीटर स्पेस एवं यूनिवर्सल युग्मनों की संभावनाओं को पूर्ण रुप से एक्सक्लूड किया जा सकता है। इसके अलावा इस कार्य ने भविष्य के एलएचसी रन्स व नए प्रस्तुत म्युऑन कोलाइडर की संभावना का परीक्षण किया। इसका उद्देश्य एनोमैलस डाटा के लैप्टोक्वार्क सोल्युशन के संबंध में परिभाषनात्मक कथन तैयार करना था। पाया गया कि ऐसी नई मशीन से वास्तव में डाटा के कुछ वष के साथ सही पैरामीटर स्पेस की जांच की जा सकती है। (निशीता देसाई)

पदार्थ के नॉनइक्विलिब्रियम चरण

- **1T-TaS_2 में ट्रांजिएंट एवं मेटास्थिर नॉनइक्विलिब्रियम चरणों की प्रकृति की खोज**
  लेयर्ड सीडीडब्ल्यु-मोट इंसुलेटर 1T-TaS_2 द्वारा इलेक्ट्रॉन-इलेक्ट्रॉन एवं इलेक्ट्रॉन-जालक अन्योन्यक्रियाओं के इंटरप्ले को दर्शाया जाता है। यह तापमान पर निर्भर विभिन्न इलेक्ट्रॉनिक एवं संरचनात्मक रुप से क्रमित चरणों को दर्शाता है। उच्च तापमानों (T > 550 K) पर इस प्रणाली की गैरविरुपित हेक्जागोनल संरचना होती है व यह धात्विक होती है (विभिन्न सीडीडब्ल्यु चरणों के निर्माण में परिणामों की कूलिंग के दौरान) – इंकमेंसुरेट – लगभग - कमेंसुरेट- कमेंसुरेट (+ मोट चरण) (<180 K)। जटिल प्रणाली होने के कारण 1T-TaS_2 द्वारा नए फोटोइंड्युस्ड गैर इक्विलिब्रियम चरणों को दर्शाया जा सकता है जिनके इक्विलिब्रियम में काउंटरपार्ट्स नहीं होते हैं। इस अध्ययन में फेम्टोसेकेण्ड टाइम-एवं कोण-विभेदित फोटोउत्सर्जन स्पेक्ट्रोस्कोपी का प्रयोग विभिन्न चरणों की जांच के लिए किया गया। अनुसंधानकर्ताओं ने ट्रांजिएंट चरण के प्रमाण को पाया जहां निम्न तापमान मोट इंसुलेटिंग चरण व उच्च-तापमान धात्विक चरण की सहविद्यमानता होती है। इसके साथ यह भी पाया गया कि उच्च पंप फ्लुएंस के लिए भूमि अवस्था में अपनी रिकवरी के पूर्व पदार्थ द्वारा दीर्घ-कालीन मेटास्थिर चरण में प्रवेश किया जाता है। यह कमेंसुरेट सीडीडब्ल्यु-मोट इंसुलेटिंग चरण किंतु सीमित सीडीडब्ल्यु एंप्लिट्यूड के साथ है। (अरिंदम प्रमाणिक)

अतिचालकता

- **बीआई एकल क्रिस्टल में फ्रैजाइल इलेक्ट्रॉनिक अतिचालकता**
  सेमिनल कार्य में खोज की गई कि अत्यंत निम्न कैरियर सघनता (~ 3 x 10 cm-3) के साथ अर्धधातु बिस्मुथ द्वारा बल्क अतिचालकता को दर्शाया जाता है। अत्यंत शुद्ध (99.9999%) बीआई एकल क्रिस्टल के लिए महत्वपूर्ण तापमान 0.53 mK है। बीआई, कंपेन्सेटिड अर्धधातु, इलैक्ट्रॉन्स एवं होल्स की समान संख्या के साथ फर्मी लेवल पर है। प्रयोगों द्वारा दिखाया जाता है कि महत्वपूर्ण चुंबकीय क्षेत्र का मैग्निट्यूड, अनुप्रयुक्त क्षेत्र की दिशा पर निर्भर करता है। महत्वपूर्ण क्षेत्रों की एनिसोट्रॉपी के सैद्धांतिक विश्लेषण से संकेत मिलता है कि इलैक्ट्रॉन्स का उत्तरदायित्व अतिचालकता के लिए है एवं बीआई अत्यंत दुर्बल टाइप-।। अतिचालक है। (अरिंदम प्रमाणिक)

अत्यंत हल्के कणों की जांच

- **गुरुत्वाकर्षण के परीक्षणों से मोनोपोल डाइपोल पोटेंशल पर नियंत्रण**
  इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा गुरुत्वाकर्षण के परीक्षणों से मोनोपोल डाइपोल पोटेंशल पर नियंत्रणों को प्राप्त किया जाता है। परीक्षणों में ग्रहों के पेरिहेलियन प्रिसेशन, गुरुत्वीय प्रकाश बेंडिंग व शैपिरो समय विलंब आदि शामिल हैं। यह प्रथम अध्ययन है जहां नियंत्रणों को एकल खगोलभौतिकीय निरीक्षणों के प्रयोग द्वारा मोनोपोल-डाइपोल युग्मन पर प्राप्त किया गया। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा इसके कंस्ट्रेन्ट्स को दो खगोलभौतिकीय निरीक्षणों से भी प्राप्त किया जाता है। ग्रहों की पेरिहेलियन प्रिसैशन एवं रैड जाइंट्स ब्रांच तारों की कूलिंग (दो निरीक्षणों) से प्राप्त मोनोपोल-डाइपोल युग्मन पर बाउंड, मैग्निट्यूड के तीन क्रम दृढ़, ईओटी-वाश प्रयोग की तुलना में हैं। (तनमय कुमार पोद्दार)

- **गुरुत्वीय तरंगों से डार्क साइरन्स को सुनना: पांचवें बल, अत्यंत हल्के कण के विकिरण एवं एक्सेंटी का संयुक्त प्रभाव**
  इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा पांचवें बल, अत्यंत हल्के कणों के विकिरण एवं एक्सेंट्री के संयुक्त प्रभावों पर विचार करते हुए कांपेक्ट बाइनरी प्रणालियों की आर्बिटल अवधि हानि की गणना की जाती है। यह प्रथम अध्ययन है जहां एक्सेंट्री कारक को पांचवें बल युग्मन के पैरामीटरों, एवं अत्यंत हल्के स्केलर व बोसोन युग्मनों को प्राप्त करने में उपयुक्त रुप से ध्यान में रखा जाता है। हल्से-टेलर बाइनरी पल्सर के लिए ऊर्जा की हानि में बढ़ोत्तरी मैग्निट्यूड के एक क्रम द्वारा होती है यदि एक्सेंट्री के प्रभाव को शामिल किया जाए। अत: बाउंड्स, एक्सेंट्री की उपस्थिति में दृढ़तर होती हैं। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा एलव्हीके निरीक्षण से इन युग्मनों पर नियंत्रणों

को भी प्राप्त किया जाता है। नियंत्रणों को इन पैरामीटरों पर भी प्राप्त किया गया। यह गुरुत्वाकर्षण के ब्रांस-डिके सिद्धांत में आर्बिटल पीरियड हानि एवं नोर्डवैट प्रभाव के निरीक्षण से किया गया। (तनमय कुमार पोद्दार)

- **न्युट्रिनो ओसिलेशन द्वारा प्रेरित अत्यंत हल्के डार्क पदार्थ बैकग्राउंड में पल्सर किक्स**
  इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा अत्यंत हल्के स्केलर एवं वैक्टर डार्क पदार्थ क्षेत्रों की पृष्ठभूमि में सक्रिय-स्टेराइल एंटीन्युट्रिनो ओसिलेशंस से निरीक्षित पल्सर किक्स को स्पष्ट किया जाता है। अत्यंत हल्के डार्क पदार्थ क्षेत्र के संबंध में न्युट्रिनो मूमेंटम के संबंधित अभिविन्यास द्वारा न्युट्रिनोस के असममित उत्सर्जन की उत्पत्ति की जाती है जबकि डार्क पदार्थ क्षेत्र द्वारा स्युडो चुंबकीय क्षेत्र के रुप में व्यवहार किया जाता है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा इस परिदृश्य के घटित होने के लिए स्टार पैरामीटरों को प्राप्त किया जाता है। इस किक क्रियातंत्र को गुरुत्वीय मैमोरी सिग्नल एवं लोरेंट्ज वॉयलेशन पैरामीटर के निरीक्षण के साथ संबंधित किया जा सकता है। (तनमय कुमार पोद्दार)

- **जियोडेटिक व फ्रेम-ड्रैगिंग मापनों से अत्यंत हल्के एक्जिऑन्स, वैक्टर प्रमाप बोसोन्स व अनपार्टिकल्स पर नियंत्रण** अनुसंधानकर्ताओं ने जियोडेटिक व फ्रेम ड्रैगिंग मापनों से अत्यंत हल्के कणों पर भिन्न स्पिन आश्रित एवं स्पिन स्वतंत्र युग्मनों पर नियंत्रणों को प्राप्त किया। (तनमय कुमार पोद्दार)

हल्के वैक्टर प्रमाप बोसोन्स की जांच

- **जैड' मीडिएटिड न्युट्रिनो हीटिंग द्वारा गामा किरण बर्स्ट्र्ज की एनरगाइजिंग**
  इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा नियंत्रणों को U(1)_(B-L) मॉडल के जैड' प्रमाप बोसोन युग्मन पर प्राप्त किया जाता है। बाउंड्स को जैड' पर विभिन्न पृष्ठभूमियों में प्राप्त किया गया। इसे यह मानकर किया गया कि न्युट्रिनो युग्म एनहिलेशन, जीआरबी को उर्जित करने का एकमात्र स्रोत है। (तनमय कुमार पोद्दार)

सैद्धांतिक खगोलकण भौतिकी

- **क्या लीगो द्वारा नॉन-एनहिलेटिंग डार्क पदार्थ को संसूचित किया जा सकता है?**
  बिना किसी एंटीकण काउंटरपार्ट एवं न्युक्लिऑन्स के साथ कुछ गैर-गुरुत्वीय अन्योन्यक्रिया के साथ गैलेक्सीय डार्क पदार्थ (डीएम) का संचय न्युट्रॉन तारों (एनएस) में हो सकता है। यह अपने घटकों के साथ निरंतर स्केटरिंग द्वारा हो सकता है यह कोर में एकत्र हो सकता है। विशिष्ट स्थितियों के अंतर्गत एनएस के अंदर उच्च सघन डीएम कोर द्वारा लघु ब्लैक होल (बीएच) का निर्माण किया जा सकता है जो एनएस से पदाथ को एक्रेट कर सकता है व एनएस को समय के साथ समान द्रव्यमान के बीएच में ट्रांसम्यूट कर सकता है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा इन निम्न द्रव्यमान बीएच बाइनरी मर्जर्स के सिग्नेचर को वर्तमान गुरुत्वीय तरंग डाटा में देखने की आशा की जाती है। किंतु लीगो-वर्गो-कागरा (एलव्हीके) सहयोग द्वारा ऐसे निम्न द्रव्यमान बीएच मर्जर इवंट्स के किसी संसूचन को रिपोर्ट नहीं किया जाता है व अत: ऐसे इवंट्स की मर्जर दर पर ऊपरी सीमा को उपलब्ध कराया जाता है। इस तरह कण डीएम की बृहत् श्रृंखला के इस शून्य संसूचन से पैरामीटर स्पेस को वर्तमान जीडब्ल्यु निरीक्षणों के साथ एक्सक्लूड किया जा सकता है। (सुलगना भट्टाचार्य)

आंशिक ऑयोनाइज्ड अंत:गैलेक्सीय माध्यम में क्वासर निकटता क्षेत्र

- **रिऑयोनाइजेशन के इपोक में क्वासर निकटता क्षेत्रों को स्पष्ट करने के लिए अतिभारी ब्लैक होल्स की बाधित वृद्धि के लिए आवश्यकता : विशाल एक्सक्युआर-30 सैंपल का प्रयोग करके $z\sim6$ पर नए क्वासर निकटता क्षेत्र मापन**
  यह प्रश्न अभी तक अनुत्तरित है कि यूनिवर्स के एक अरब वर्ष होने की स्थिति में कैसे एक अरब-सौर-द्रव्यमान ब्लैक होल्स अस्तित्व में आए। रैडशिफ्टों $z > 6$ पर क्वासर के तथा-कथित निकटता क्षेत्रों द्वारा ब्लैक होल विकास के नियंत्रण के साधन को सराउंडिंग अंत:-गैलेक्सीय माध्यम (आईजीएम) पर उनके प्रभाव द्वारा उपलब्ध

कराया जाता है। उच्च-रैडशिफ्ट क्वासर निकटता क्षेत्रों के हाल के मापनों ने आश्चर्यजनक रुप से लघु निकटता क्षेत्रों को उपलब्ध कराया है व इस तरह लघु क्वासर जीवनकालों को उपलब्ध कराया है। इससे ब्लैक होल निर्माण का रहस्य और गहरा हो जाता है। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा आईजीएम के नए उच्च-गतिक-रेंज सिमुलेशंस का प्रयोग किया जाता है। यह उन मान्यताओं के समालोचनात्मक परीक्षण के लिए किया जाता है जिनके अनुसार निकटता क्षेत्र आकारों से क्वासर जीवनकालों के इन परंपरागत इंफेरेंसेस को किया गया है। दिखाया गया कि रिऑयोनाइजेशन की पैचीनैस द्वारा निकटता क्षेत्र आकारों एवं ब्लैक होल द्रव्यमानों के मध्य तनाव को कुछ हद तक दूर किया जा सकता है परंतु पूरी तरह से दूर नहीं किया जा सकता है। अनुसंधानकर्ताओं ने इसके बाद प्रदर्शित किया कि लघु निकटता क्षेत्र आकारों को स्पष्ट करने के लिए आवश्यकता, लघु ड्यूटी चक्र व संक्षिप्त ब्राइट पीरियड्स के साथ क्वासर वैरिएबिलिटी की है। इन क्वासर्स के ब्लैक होल द्रव्यमानों के मापनों के साथ संयुक्त होने पर इस निष्कर्ष द्वारा सीधे उच्च-रैडशिफ्ट क्वासर्स में महत्वपूर्ण ऑब्क्युरेशन का पूर्वानुमान होता है। (सिंधु श्री श्राव्या सत्यावोलू)

- **विशाल एक्सक्युआर-30 सैंपल का प्रयोग करके z~6 पर नए क्वासर निकटता क्षेत्र मापन**
  22 क्वासर्स के निकटता क्षेत्र आकारों का मापन रैडशिफ्ट 6 के निकट किया गया। इनका निरीक्षण ईएसओ विशाल कार्यक्रम के भाग के रुप में किया गया जिसे एक्सक्युआर-30 कहा जाता है। इन मापनों की संगति पूर्व काय के साथ थी व निरीक्षित क्वासर्स के जीवनकालों में विशाल स्केटर का संकेत मिला। (सिंधु श्री श्राव्या सत्यावोलू)

खगोलविज्ञान एवं खगोलभौतिकी विभाग

खगोलविज्ञान एवं खगोलभौतिकी

- **सूर्य में सतह एवं आंतरिक दक्षिणी प्रसार**
  सौर दक्षिणी प्रसार, अक्षसममितीय प्रवाह प्रणाली है। इसका विस्तार भूमध्य रेखा से ध्रुवों तक (सतह पर ~20 m/s, औसत सौर घूर्णन दर का ≈1%) है। इस दौरान यह अंदर की ओर प्रवेश करती है व बाद में इंटीरियर में सर्किट को पूर्ण, भूमध्य रेखावार वापसी प्रवाह द्वारा करती है। इसके बाद यह सतह तक रेडियली बाहर की ओर वापस प्रवाहित होती है। इस कार्य द्वारा व्यापक भूमिका की समीक्षा की जाती है जो दक्षिणी प्रसार द्वारा ग्लोबल गतिकी को मैंटैन करने में एवं बड़े-पैमाने के सौर चुंबकत्व के नियमन में निभाई जाती है। विभेदी घूर्णन (औसत सौर घूर्णन दर का ~300 m/s, ≈7%) की तुलना में अपेक्षाकृत कमजोर होने व अंकीय क्रमबद्ध त्रुटियों के कारण यथार्थ सतह मापनों को पहली बार 1978 में किया गया व आंतरिक दक्षिणी प्रसार के प्रारंभिक अनुमानों को हेलियोसीज्मोलॉजी का प्रयोग करके दो दशक बाद प्राप्त किया गया। यद्यपि क्रमबद्ध पूर्वाग्रहों ने गहन इंटीरियर में प्रवाह को विश्वसनीय रुप से रिकवर करने को अत्यंत चुनौतीपूर्ण बना दिया है। अनेक प्रगतियों के बावजूद जिन्होंने निष्कष की यथार्थता में उन्नयन किया है, रिटर्न फ्लो की अवस्थिति व प्रसार का पूर्ण विस्तार अभी भी समस्याएं हैं। इस कार्य द्वारा ऐतिहासिक विकास काय का अनुसरण किया जाता है व सामयिक प्रगति काय का सारांश प्रस्तुत किया जाता है जिनसे सतह एवं आंतरिक दक्षिणी प्रवाह के आधुनिक अनुमानों को करने में सहायता मिली है। (श्रवण हनासोगे)

- **मशीन ज्ञानार्जन का प्रयोग करके रैड-जायंट तारों में आवृत्ति एवं अवधि पृथक्करणों का मापन**
  एस्टीरियोसीज्मोलॉजी का प्रयोग तारों की आंतरिक भौतिकी के अनुमान के लिए किया जाता है। कैप्लर एवं टैस अंतरिक्ष अभियानों ने रैड-जायंट प्रकाश वक्रताओं के विशाल डाटा समूह को उपलब्ध कराया है जिसका प्रयोग एस्टीरियोसीज्मिक विश्लेषण में किया जा सकता है। इन डाटा समूहों का महत्वपूर्ण रुप से विकास भविष्य के अभियानों के साथ होना अपेक्षित है जिनमें प्लेटो शामिल है। अत: प्रभावी पद्धतियों की आवश्यकता इन डाटा का शीघ्रता से विश्लेषण करने के लिए है। यहां हम मशीन ज्ञानार्जन एल्गोरिथ्म का वर्णन करते हैं जो रैड जायंट्स की पहचान रॉ ओसिलेशन स्पेक्ट्रा से करती है एवं पी व मिश्रित मोड पैरामीटरों को कैप्चर, रैड-जायंट पॉवर

स्पेक्ट्रा से करता है। अनुसंधानकर्ताओं ने एल्गोरिथ्मिक अनुमानों को रिपोर्ट किया। ये विशाल आवृत्ति पृथक्करण ($\Delta\nu$), अधिकतम एंप्लिट्यूड पर आवृत्ति (νmax), एवं तारों के एन्सेम्बल के लिए अवधि पृथक्करण ($\Delta\Pi$) के लिए हैं। इसके अलावा उन्होंने ~25 नए संभावित रैड जायंट्स की खोज 151,000 कैप्लर दीर्घ-कैडेंस स्टैलर-ओसिलेशन स्पेक्टा के मध्य की है। इनका विश्लेषण पद्धति द्वारा किया गया है जिसमें चार बाइनरी कैंडिडेट्स हैं जो रैड-जायंट काउंटरपार्ट्स के साथ युक्त प्रतीत होते हैं। इस पद्धति के परिणामों को मान्य करने के लिए अनुसंधानकर्ताओं ने ~3000 कैप्लर तारों का चयन विभिन्न क्रमविकासात्मक चरणों पर किया जिनमें उपजायंट्स से रैड क्लंप्स शामिल थे। इसके बाद अनुसंधानकर्ताओं ने $\Delta\nu$, $\Delta\Pi$, व νmax के अनुमानों की तुलना प्राप्त अनुमानों के साथ की जिसमें उन्होंने अन्य तकनीकों का प्रयोग किया। मशीन-ज्ञानार्जन एल्गोरिथ्म की शक्ति, इसकी गति में निहित है: यह मॉडर्न कंप्युटर पर ~5 सेकेण्ड्स में 1,000 स्पेक्ट्रा से सीज्मिक पैरामीटरों को यथार्थ रुप से एक्सट्रैक्ट करने में समर्थ है (इंटेल जेऑन प्लैटिनम 8280 सीपीयू का एकल कोर)। (श्रवण हनोसोगे)

- **बाह्य गैलेक्सीय प्लेन में एसएच2-138-ए दूरस्थ हब-फिलामेंट प्रणाली की संरचना एवं काइनेमेटिक्स**
अनुसंधानकर्ताओं ने एसएच2-138 (आईआरएएस 22308+5812) हब-फिलामेंट प्रणाली के आण्विक रेखा अध्ययन को प्रस्तुत किया। इसका उद्देश्य इसकी संरचना एवं काइनेमेटिक्स का परीक्षण करना था। कॉलम सघनता मैप के प्रयोग द्वारा हब एवं फिलामेंट की पहचान के साथ विस्तृत क्षेत्र के लिए सीओ (1-0) स्पेक्ट्रा के विश्लेषण से जटिल संरचना स्पष्ट होती है। यह केंद्रीय स्थिति के लिए स्पेक्ट्रल एक्सट्रैक्शन के साथ है जो अनेक वेग घटकों को दर्शाती है। हर्शेल 70 μm वार्म डस्ट उत्सर्जन के आधार पर विस्तृत क्षेत्र में फिलामेंट्स में से एक को सक्रिय तारा निर्माण के साथ संबंधित माना गया व माना गया कि यह ~1606 एमसन के बोलोकैम 1.1 एमएम क्लम्प के प्रति होस्ट है। क्लाउड को सुपरसोनिक एवं गैरतापीय गतियों द्वारा डोमिनेटिड पाया गया। यह उच्च मैक अंकों ($\gtrsim$3) एवं निम्न तापीय-से-गैरतापीय दबाव अनुपात (~0.01-0.1) के साथ था। (देवेंद्र के. ओझा)

- **दक्षिणी एच ।। क्षेत्र आरसीडब्ल्यु 42 की ओर तारा-निर्माण क्रियाकलाप का परीक्षण**
एच।। क्षेत्र आरसीडब्ल्यु 42 में तारा-निर्माण क्रियाकलाप का परीक्षण अनेक बेवबैंड्स का प्रयोग करके किया जाता है। इनमें निकट अवरक्त से रेडियो बेवलैंग्थ शामिल हैं। 5.8 केपीसी की दूरी पर स्थित इस दक्षिणी क्षेत्र में 1.8×10^6 Lsun की बोलोमेट्रिक ल्युमिनोसिटी है। आयोनाइज्ड गैस उत्सर्जन को 610 एवं 1280 एमएचजैड की निम्न रेडियो आवृत्तियों पर इमेज किया गया है। इसमें भारत की विशाल मीटरतरंग रेडियो दूरदर्शी का प्रयोग किया गया है व यह एच ।। क्षेत्र के विशाल एक्सपेंस को दिखाता है (20×15 pc^2)। रेडियो उत्सर्जन पीक की ओर द्रव्यमानों 380 एवं 390 एमसन के दो मिलीमीटर उत्सर्जन कोर्स की पहचान C1 की ओर 1.4 एमएम पर अल्मा मैप से की गई है। क्लम्प्स का परीक्षण उनके क्रमविकासात्मक चरणों के लिए किया जाता है। इनका आधार विभिन्न तारा-निर्माण ट्रेसर्स के साथ संबंध पर है एवं अनुसंधानकर्ताओं ने पाया कि सभी क्लम्प्स, सक्रिय/क्रमविकासात्मक चरण में हैं। (देवेंद्र के. ओझा)

- **गैया ईडीआर3 का प्रयोग करके ब्राइट-रिम्ड क्लाउड्स में रॉकेट प्रभाव का परीक्षण**
ब्राइट-रिम्ड क्लाउड्स (BRCs), उत्कृष्ट प्रयोगशालाएं, तारा निर्माण के विकिरण प्रेरित इंप्लोजन मोड के अन्वेषण के लिए हैं। हमारे पूर्व अध्ययन में बीआरसी 18 को ऑयोनाइजिंग एच ।। क्षेत्र की दिशा से दूर त्वरण करते पाया गया है। इसका कारण प्रसिद्ध 'रॉकेट प्रभाव' है। प्रोटोटाइप के रुप में बीआरसी 18 का प्रयोग करके अनुसंधानकर्ताओं ने आगे 21 BRCs का विश्लेषण किया जिनमें से अधिकांश ने समान प्रवृत्ति का प्रदर्शन किया। अधिकांश BRCs के लिए कैंडिडेट YSOs के संबंधित उपयुक्त मोशन के मीडियन कोणी की समानता ऑन-स्काई दिशा के कोण के साथ है (ऑयोनाइजिंग कोण से बीआरसी के केंद्रीय आईआरएएस स्रोत से)। पियरसन एवं स्पियरमेन के सहसंबंध गुणांकों के आधार पर अनुसंधानकर्ताओं ने दृढ़ सहसंबंध को इन दो कोणों के मध्य पाया। इसे आगे कोलोमोग्रोव-स्मर्नोव (के-एस) के उस पर परीक्षण द्वारा सपोर्ट किया जाता है। इन दो कोणों के मध्य दृढ़ सहसंबंध द्वारा 'रॉकेट प्रभाव' को सपोर्ट BRCs में स्काई प्लेन में किया जाता है। (देवेंद्र के. ओझा)

- **डस्ट ग्रेन ध्रुवीकरण गुणधम को स्पष्ट लुप्तता एवं दूरी के प्रकार्य के रुप में एनजीसी 1893 की ओर करना**
ऑप्टिकल तरंगदैध्य पर डस्ट ध्रुवीकरण निरीक्षणों से हमें डस्ट ग्रेन गुणधम को समझने में एवं चुंबकीय क्षेत्र के प्लेन-ऑफ-द-स्काई घटक को ट्रेस करने में सहायता मिलती है। अनुसंधानकर्ताओं ने आई-बैंड ध्रुवीकरण डाटा का उपयोग किया। इसे एआईएमपीओएल से दूरियों (डी) एवं लुप्तता (एव्ही) डाटा के साथ प्राप्त किया गया। इसका उद्देश्य ध्रुवीकरण फ्रैक्शन (पी) के परिवर्तन का अध्ययन करना था। इसे तारा-निर्माण क्षेत्र एनजीसी, 1893 के लिए एव्ही एवं डी के प्रकार्य के रुप में करना था। अनुसंधानकर्ताओं ने एनजीसी 1893 के लिए डस्ट को दो पॉप्युलेशंस में श्रेणीबद्ध किया: (i). AV < ~1 तक परिबद्ध फोरग्राउंड डस्ट एवं ~2 kpc तक दूरी व (ii). AV > ~1 के साथ अभिलक्षणित एनजीसी 1893 के लिए पर्सेअस स्पाइरल आर्म डस्ट एवं ~2 kpc के परे दूरी। अत: सुझाव दिया गया कि जहां ध्रुवीकरण प्रभावकारिता द्वारा डस्ट ग्रेन अलाइनमेंट को स्पष्ट किया जाता है, वहीं ध्रुवीकरण की दर द्वारा एनजीसी 1893 की ओर डस्ट ग्रेन्स के वितरण को अनुमानित किया जाता है। इसके आगे अनुसंधानकर्ताओं द्वारा अंतर्निहित ध्रुवीकरण के स्पेटिअल परिवर्तन एवं चुंबकीय क्षेत्र अभिविन्यास व एनजीसी 1893 के अंत:क्लस्टर माध्यम में अन्य पैरामीटरों पर भी जानकारी दी जाती है। (देवेंद्र के. ओझा)

- **एस187 एच ।। क्षेत्र के निकट फ्रैगमेंटिड परमाणु शैल व आण्विक एवं ऑयनीकृत गैस के साथ इसकी अन्योन्यक्रिया**
एच।। क्षेत्र ((1.4 ± 0.3 kpc)) के निकट एस187 के एनवॉयरनमेंट का विश्लेषण किया गया। अनुसंधानकर्ताओं ने इसके फोटोवियोजन क्षेत्र में क्लम्पी एच1 एनवॉयरनमेंट के प्रथम प्रमाण को सूचित किया। एस187 शैल की जटिल काइनेमिटिकल संरचना है। इसमें एक्सपैंडिंग क्वासी-स्फेरिकल परत, आण्विक एंविलोप, शैल के अंदर परमाणु उप-बबल एवं दो सघन कोर्स (एस187 एसई व एस187 एनई) शामिल हैं जो क्रमविकास के भिन्न चरणों में हैं। शैल के अंदर परमाणु उप-बबल, यंग है व यह क्लास ।। यंग स्टैलर ऑब्जेक्ट एवं ओएच मेसर को केंद्र में व संबंधित YSOs को बबल की वाल्स में रखता है। एस187 एसई व एस187 एनई के समान द्रव्यमान हैं (क्रमश क्रमशः ~1200 एवं ~900 Msun)। एस187 एसई की अंत:स्थापना, परमाणु शैल में है व इसके अनेक संबंधित आब्जेक्ट्स हैं। इनमें उच्च-द्रव्यमान प्रोटोस्टार्स, आऊटफ्लोज, मेजर स्रोत एवं जारी तारा निर्माण के अन्य इंडिकेटर्स शामिल हैं। (देवेंद्र के. ओझा)

- **एज क्षय एवं हब-फिलामेंट कंफिगुरेशंस के साइमलटेनस प्रमाण : विशाल आण्विक फिलामेंट, G45.3+0.1 का दुर्लभ केस अध्ययन**
अनुसंधानकर्ताओं ने बहुतरंगदैर्ध्य एवं बहुपैमाने के डाटा का अध्ययन किया। इसका उद्देश्य एक्विला कंस्टैलेशन में तारा-निर्माणकारी कांप्लेक्सेस G045.49+00.04 (G45E) एवं G045.14+00.14 (G45W) के साथ संबंधित आण्विक गैस की काइनेमेटिक्स का परीक्षण करना था। बड़े पैमाने के वेग ओसिलेशंस को जीएमएफ G45.3+0.1 के साथ पाया गया। चिंप्स 13 सीओ (3-2) लाइन डेटा के साथ हर्शेल कंटिन्युअम मैप्स द्वारा पार्सेक स्केल हब-फिलामेंट प्रणालियों (HFSs) की उपस्थिति की खोज दोनों साइटों G45E एवं G45W में होती है। यह अध्ययन संकेत करता है कि GMF G45.3+0.1 का विश्वव्यापी क्षय, एण्ड डोमिनेटिड, एजेस पर विश्वव्यापी गैरआइसोट्रॉपिक क्षय के सिग्नेचर के साथ है। कुल मिलाकर GMF G45.3+0.1, फिलामेंट का प्रथम निरीक्षणीय सैंपल है जहां एज-क्षय एवं हब-फिलामेंट कंफिगुरेशंस का एक साथ परीक्षण किया जाता है। इन निरीक्षण काय से भारी तारा निर्माण की नई संभावनाओं का मार्ग प्रशस्त होता है जिसमें HFSs का निर्माण शामिल है। (देवेंद्र के. ओझा)

- **पराबैंगनी इमेजिंग दूरदर्शी (यूव्हीआईटी) निरीक्षणों के प्रयोग से ग्लोब्युलर क्लस्टर एनजीसी 4590 में यूव्ही ब्राइट स्रोतों का अध्ययन**
अनुसंधानकर्ताओं ने एस्ट्रोसैट उपग्रह में पराबैंगनी इमेजिंग दूरदर्शी का प्रयोग करके गैलक्सीय ग्लोब्युलर क्लस्टर (जीजीसी) एनजीसी 4590 में पराबैंगनी (यूव्ही) ब्राइट स्रोतों का अध्ययन किया। यूव्ही-प्रकाशिक रंग-मैग्निट्यूड आरेखों (CMDs) का प्रयोग करके उन्होंने भिन्न क्रमविकासात्मक चरणों के स्रोतों की पहचान की है व उनका

अभिलक्षणन किया है। इनमें ब्लु होरिजोंटल ब्रांच तारे (BHBs), तीव्र ब्लु होरिजोंटल ब्रांच तारे (EHBs), ब्लु स्ट्रैगलर तारे (BSs), वैरिएबिल तारे आदि शामिल हैं। क्लस्टर के कोर के निकट स्थित दो नए दूरस्थ-यूव्ही ब्राइट क्लस्टर सदस्य तारों को संसूचित किया गया है; इनमें से एक ईएचबी तारा है व अन्य या तो अपने पोस्ट-ब्लु हुक क्रमविकासात्मक चरण में है या व्हाइट डार्फ चरण में है। अनुसंधानकर्ताओं ने पाया कि भारी एवं यंगर BSs की सांद्रता, क्लस्टर के केंद्र में है जबकि पुराने एवं कम भारी BSs का वितरण पूरे क्लस्टर में है। यह अध्ययन संकेत करता है कि एनजीसी 4590, सर्वाधिक युवा क्लस्टरों में एक, गतिकीय इंटरमीडिएट आयु GGCs के मध्य, 0.423 ± 0.096 Gyr की गतिकीय आयु के साथ है। (देवेंद्र के. ओझा)

- **टाइडल डिसरप्शन इवंट्स के लिए फालबैक के साथ एडवेक्टिव एक्रेशन डिस्क-कोरोना मॉडल**
  टाइडल डिसरप्शन इवंट्स (TDEs) द्वारा सहसंबंध को यूव्ही से एक्स-रे स्पेक्ट्रल इंडेक्स एवं एडिंगटन अनुपात के मध्य गैर-तापीय एक्स-रे उत्सर्जन के साथ निम्न एडिंगटन अनुपात पर दिखाया जाता है। यहां गैर-तापीय एक्स-रे स्रोत के रुप में एक्रेशन डिस्क के चारों ओर कोरोना पर विचार किया जाता है। पाया गया कि डिस्क की विकिरणी प्रभावकारिता में वृद्धि समय के साथ होती है व डिस्क के लिए गिरावट तब होती है जब कोरोना को शामिल किया जाता है। (सुदीप भट्टाचार्य)

- **क्लाउडी एवं डिस्क-वायु मॉडलों के साथ टाइडल डिसरप्शन इवंट iPTF16axa की जांच**
  दोनों ऑप्टिकल/पराबैंगनी (यूव्ही) उत्सर्जन कंटिन्युअम पर डिस्क-वायु मॉडल एवं टाइडल डिसरप्शन इवंट (टीडीई) इंटरमीडिएट पालोमर ट्रांजिएंट फैक्टरी (आईपीटीई) 16 एएक्सए की स्पेक्ट्रल लाइनों पर क्लाउडी मॉडलिंग को प्रस्तुत किया गया है। इसका उद्देश्य डिस्क-वायु उत्सर्जन एवं टीडीई की रेखा ल्युमिनोसिटी को प्रभावित करने वाले वायुमंडल के गुणधम को समझना है। डिस्क अति-एडिंगटन चरण के कारण वायु से ऑप्टिकल/यूव्ही उत्सर्जन को मानते हुए ठोस संरचित डिस्क-वायु मॉडल का प्रयोग स्फेरिकल वायु के साथ निरंतर वेग के साथ किया गया ताकि भिन्न दिवसों पर निरीक्षणों की उपयुक्तता हो सके। स्रोत पैरामीटर, कंस्ट्रेन्ड होते हैं। क्लाउडी एवं डिस्क-वायु मॉडलों का प्रयोग करके iPTF16axa के स्वतंत्र विश्लेषणों ने तुलनीय परिणामों को दिखाया जो निरीक्षणों के अनुरुप हैं। क्लाउडी मॉडलिंग द्वारा पाया जाता है कि दोनों एचई की अति-सौर प्रचुरता एवं लघु एचई ।। रेखा प्रकाशिक डेप्थ, Hα रेखा ल्युमिनोसिटी पर एचई।। रेखा ल्युमिनोसिटी की वृद्धि के लिए उत्तरदायी हैं। एचई ।। की अति-सौर प्रचुरता का मिलान अपेक्षाकृत विशाल स्टैलर द्रव्यमान के साथ होता है व संकेत मिलता है कि डिसरप्टिड तारा, रैड जायंट हो सकता है। (सुदीप भट्टाचार्य)

- **ग्रेविटोचुंबकीय मोनोपोल युक्त प्राइमोर्डियल ब्लैक होल्स**
  डार्क मैटर (डीएम) को महत्वपूर्ण माना जाता है। इसका कारण यह है कि यूनिवर्स में दृश्यवान पदार्थ से कहीं अधिक डीएम की विद्यमानता है। किंतु यह ज्ञात नहीं है कि उनका निर्माण किससे हुआ है। एक मॉडल द्वारा प्रस्तुत किया जाता है कि डीएम का आंशिक या पूर्ण रुप से निर्माण, प्राइमोर्डियल ब्लैक होल्स (PBHs) से हुआ है। ऐसे ब्लैक होल्स को सैद्धांतिक रुप से प्रस्तावित वैज्ञानिक स्टीफन हार्किंग द्वारा किया गया। हार्किंग ने भी सिद्धांत प्रस्तुत किया कि लघु PBHs की विद्यमानता नहीं हो सकती व अत: ये वर्तमान में डीएम का निर्माण नहीं कर सकते। ऐसा इसलिए है क्योंकि उनका वाष्पीकरण होना चाहिए था। हालांकि यह कार्य पूर्वानुमानित करता है कि यदि ब्लैक होल में ग्रेविटोचुंबकीय मोनोपोल होते हैं (जिसकी अनुमति आइंस्टीन के गुरुत्वाकर्षण के सिद्धांत में है), तो लघु PBHs का वाष्पीकरण नहीं हो सकता। इसका अर्थ यह है कि लघु PBHs का अस्तित्व हो सकता है व ये वर्तमान युग में डीएम में योगदान कर सकते हैं। इसका अर्थ डीएम के नए घटक को प्रस्तावित करना है जो निश्चित रुप से यूनिवर्स को समझने में अत्यंत महत्वपूर्ण हो सकता है। (सुदीप भट्टाचार्य)

- **एस्ट्रोसैट के साथ न्युट्रॉन तारा निम्न-द्रव्यमान एक्स-रे बाइनरी 4 यू 1724-30 के स्पेक्ट्रल एवं टेंपोरल क्रमविकास की जांच करना**

अल्प रुप से अध्ययित एक्रेटिंग न्युट्रॉन तारा (एनएस) निम्न द्रव्यमान एक्स-रे बाइनरी (एलएमएक्सबी) 4 यू 1724-30 के ब्रॉड-बैंड स्पेक्ट्रो-टेंपोरल अध्ययन कार्य को रिपोर्ट किया जाता है। इसमें एस्ट्रोसैट पर सॉफ्ट एक्स-रे दूरदर्शी (एसएक्सटी) एवं विशाल क्षेत्र एक्स-रे आनुपातिक काउंटर्स (एलएएक्सपीसी) यंत्रों से डाटा का प्रयोग किया जाता है। डिम परसिस्टेंट एलएमएक्सबी स्रोत का निरीक्षण एस्ट्रासैट के साथ 4 ईपोक्स पर 2017 में किया गया। इनमें से सभी की संगति निम्न-ल्युमिनोसिटी गैर-तापीय उत्सर्जन डोमिनेटिड (हार्ड/आइलैंड) उत्सर्जन अवस्था के प्रति मॉडेस्ट स्पेक्ट्रल क्रमविकास के साथ है। सभी एक्स-रे ब्रॉड-बैंड स्पेक्ट्रा को मॉडल किया जा सकता है। यह एनएस सीमा परत (बीएल) या एनएस सतह से तापीय उत्सर्जन एवं गैर-तापीय उत्सर्जन घटक (जिसका संभवत: उद्गम डिस्क सीड फोटोन्स के इंवर्स कांप्टोनाइजेशन से होता है) के जोड़ द्वारा किया जा सकता है। डिस्क/कोरोनल फ्लक्चुएशंस के उद्गम की जांच करने के लिए आवृत्ति एवं ऊर्जा आश्रित वैरिएबिलिटीज की उपस्थिति का परीक्षण किया जाता है। फोटोस्फेरिक रेडियस विस्तार (पीआरई) को दर्शाने वाले टाइप-I एक्स-रे बर्स्ट के संसूचन को भी रिपोर्ट किया जाता है। बर्स्ट के दौरान 30-80 केईव्ही ऊर्जा बैंड में हार्ड एक्स-रे कमी एवं परसिस्टेंट उत्सर्जन में वृद्धि से समग्र एक्रेशन प्रक्रिया पर बर्स्ट फीडबैक का पता चलता है। टच-डाउन बर्स्ट फ्लक्स का प्रयोग करके स्रोत की दूरी को लगभग 8.4 केपीसी अनुमानित किया गया है। (सुदीप भट्टाचार्य)

खगोलविज्ञान एवं खगोलभौतिकी (यंत्रीकरण)

- **टैनस्पैक : टीआईएफआर-एरीज निकट-अवरक्त स्पेक्ट्रोमीटर**

  अनुसंधानकर्ताओं ने टैनस्पैक की डिजायन एवं कार्यनिष्पादन को प्रस्तुत किया। यह मध्यम-विभेदन 0.55-2.5 μm निम्नतापीय स्पेक्ट्रोमीटर व इमेजर है। यह अब भारत के नैनीताल में 3.6 एम देवस्थल प्रकाशिक दूरदर्शी (डीओटी) पर प्रचालन में है। टैनस्पैक द्वारा प्रचालन के तीन मोड्स को उपलब्ध कराया जाता है। इनमें ब्रॉड-एवं नैरो-बैंड फिल्टरों के साथ फोटोमेट्री, स्पेक्ट्रोस्कोपी (R of ~2750 के रिजाल्विंग पॉवर पर क्रॉस-डिस्पर्स्ड मोड में 20 लैंग्थ की लघु स्लिट्स एवं भिन्न विड्थ्स (0.5 से 4.0 के साथ), एवं स्पेक्ट्रोस्कोपी (~100 - 350 की रिजाल्विंग पॉवर आर पर प्रिज्म मोड में 60" की लांग स्लिट्स एवं भिन्न विड्थ्स (0.5 से 4.0) के साथ) शामिल हैं। टैनस्पैक के इमेजर मोड द्वारा 3.6 एम डीओटी पर 0.245''/पिक्सेल के प्लेट स्केल के साथ 60"x60'' के दृष्टि क्षेत्र को उपलब्ध कराया जाता है। टैनस्पैक को वर्ष 2019 के अप्रैल-मई महीने के दौरान सफलतापूर्वक कमीशन किया गया एवं बाद के अभिलक्षणन व खगोलीय निरीक्षणों को इस कार्य में प्रस्तुत किया गया। टैनस्पैक को विश्व-भर के खगोलीय समुदाय के लिए विज्ञान निरीक्षणों के लिए अक्टूबर, 2020 से उपलब्ध कराया गया। (देवेंद्र के. ओझा)

- **टीआईएफआर के भूमि से अंतरिक्ष तक खगोल विज्ञान संबंधी ट्रेजर्स**

  टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान में खगोल वैज्ञानिक एवं खगोल भौतिकी विभाग के अवरक्त खगोल वैज्ञानिक समूह द्वारा खगोलीय यंत्रीकरण क्रियाकलापों को इसके प्रारंभ से किया जा रहा है। इस समूह की नियमित रुप से संलग्नता देश में विकसित पेलोड्स के साथ हैदराबाद में फील्ड स्टेशनों से गुब्बारा-वाहित खगोलविज्ञान कार्यक्रम में रही है। भूमि-स्थित खगोलीय क्रियाकलापों का प्रारंभ एकल एलिमेंट अवरक्त संसूचक के साथ हुआ। बाद में समय के साथ लार्जर फार्मेट ऐरे संसूचकों को कैमरों में प्रयोग किया जा रहा है। इन खगोल विज्ञान कैमरों का नियमित रुप से प्रयोग भारत में ऑर्ज्वेटरीज में किया गया है। हाल ही में इस समूह ने अवरक्त स्पेक्ट्रोस्कोपिक इमेजिंग सर्वेक्षण पेलोड के प्रयोगशाला मॉडल का भी विकास किया है। इसका लक्ष्य भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन का लघु उपग्रह अभियान है। इसके अंतर्गत सीमलैसली वेबलैंग्थ रेंज 1.7 - 6.4 μm में स्पेक्ट्रोस्कोपिक मापनों को किया जाएगा। (देवेंद्र के. ओझा)

- **भारत-टीएमटी परियोजना – विज्ञान यंत्रीकरण कार्यक्रम**

भारत, तीस मीटर दूरदर्शी (टीएमटी) की विशाल आब्जर्वेटरीज में एक में 10 प्रतिशत साझीदार है। इसे विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग (डीएसटी) व परमाणु ऊर्जा विभाग (डीएई) द्वारा संयुक्त रुप से वित्तीय सहायता प्रदान की जाती है। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने दूरदर्शी एवं विज्ञान यंत्रों के विकास में भारत के योगदानों को रेखांकित किया। भारत के द्वारा कार्य के 30 प्रतिशत का योगदान वाइड फील्ड ऑप्टिकल स्पेक्ट्रोमीटर (डब्ल्युएफओएस) के विकास हेतु किया जाता है। भारत, अन्य प्रथम-प्रकाश यंत्रों के विकास का भाग है। इनमें अवरक्त इमेजिंग स्पेक्ट्रोग्राफ (आईआरआईएस) एवं मल्टी-ऑब्जेक्ट डिफ्रेक्शन-सीमित उच्च-विभेदन अवरक्त स्पेक्ट्रोग्राफ (एमओडीएचआईएस) शामिल हैं। अवरक्त गाइड स्टार कैटालॉग, भारत का महत्वपूर्ण योगदान इन अडेप्टिव ऑप्टिक्स (एओ)-असिस्टिड यंत्रों के लिए है। भारत द्वारा उच्च-विभेदन ऑप्टिकल स्पेक्ट्रोग्राफ (एचआरओएस) के विकास में अग्रणी भूमिका निभाई जाती है। यह टीएमटी के प्रथम दशक के यंत्रों में प्रमुख वर्कफोर्स है। भारत, अन्य प्रथम-दशक यंत्रों की यंत्र विकास टीम का भी भाग है। (देवेंद्र के. ओझा)

गुरुत्वीय तरंगें, खगोलभौतिकी एवं कॉस्मोलॉजी

- **ब्रम्हांड में बाइनरी ब्लैक होल्स पर नई जानकारी**
  सितंबर, 2015 में लीगो-वर्गो सहयोग द्वारा बाइनरी ब्लैक होल्स की कोलेसिंग से गुरुत्वीय तरंगों की प्रथम खोज के बाद से लगभग 90 स्रोतों का संसूचन किया गया। इनमें बाइनरी न्युट्रॉन तारा, न्युट्रॉन स्टार ब्लैक होल, एवं बाइनरी ब्लैक होल स्रोत शामिल थे। इससे इन ऑब्जेक्ट्स के निर्माण के विषय में सीखने का मार्ग प्रशस्त होता है। अनुसंधानकर्ताओं की अंतर्राष्ट्रीय टीम के साथ सहयोग में टीआईएफआर के वैज्ञानिक ने प्रमाण की खोज की है कि बाइनरी ब्लैक होल द्रव्यमान वितरण का विकास कॉस्मिक समय के साथ होता है जिसमें गुरुत्वीय तरंग स्रोतों के तृतीय कैटालॉग का प्रयोग होता है। उन्होंने गुरुत्वीय तरंग डाटा से अनुमानित किया है कि दूरी पर निरीक्षित बाइनरी ब्लैक होल्स, अधिक भारी, निकट में निरीक्षित ब्लैक होल्स से होते हैं। यह टीम द्वारा विकसित प्रगत डाटा विश्लेषण तकनीक से संभव हुआ है। इस अध्ययन से प्राप्त प्रमाण के उपयोग यूनिवर्स में ब्लैक होल्स के निर्माण को समझने व यह जानने के लिए है कि कैसे उनका संबंध उन तारों के साथ है जिनका निर्माण उनसे हुआ (अर्थात पैरेंट तारे)। (सुवोदीप मुखर्जी)

- **गुरुत्वीय तरंगों का प्रयोग करके सामान्य सापेक्षिकता के आइंस्टीन के सिद्धांत के परीक्षण के लिए नई पद्धति**
  गुरुत्वीय तरंगों द्वारा आइंस्टीन के सामान्य सापेक्षिकता के सिद्धांत के परीक्षण के लिए नए माग को उपलब्ध कराया जाता है। यह अत्यंत दृढ़ गुरुत्वाकर्षण रेश्जीम में उपलब्ध कराया जाता है जब दो भारी कांपेक्ट आब्जेक्ट्स (बाइनरी न्युट्रॉन तारों, न्युट्रॉन स्टार ब्लैक होल्स, एवं बाइनरी ब्लैक होल्स जैसे) का विलयन होता है। उन पैमानों पर नई भौतिकी के प्रमाण से भौतिकी के मूलभूत नियमों के संबंध में नई जानकारियां आएंगीं। टीआईएफआर के वैज्ञानिक सुवोदीप मुखर्जी ने पेरिमीटर संस्थान के अनुसंधानकर्ताओं के साथ सहयोग में नई तकनीक का विकास किया है। इसे संरचित सहसंबंधित रेसिड्युअल कहा जाता है। इसका उद्देश्य आइंस्टीन के सामान्य सापेक्षिकता के सिद्धांत से विचलनों का मापन, गुरुत्वीय तरंग डाटा के प्रयोग द्वारा करना है। यह डाटा वर्तमान में लीगो-वर्गो-कैगरा संसूचकों से प्राप्त किया जा सकता है। इस नई रुपरेखा द्वारा इंस्ट्रूमेंटल आर्टिफैक्ट्स के मध्य अंतर, मूलभूत भौतिकीय संकेत से दृढ़ रुप में किया जा सकता है। इससे इसके मूल पर जानकारी मिल सकती है। भविष्य में इस पद्धति को गुरुत्वीय तरंग डाटा में लागू किया जाएगा जिससे मूलभूत भौतिकी के क्षेत्र में डिसकवरी स्पेस का मार्ग प्रशस्त हो सकता है। (सुवोदीप मुखर्जी)

जैविक विज्ञान विभाग

तंत्रिकाविज्ञान

- **भावात्मक न्युरोसर्किटरी को स्पष्ट करना : प्रारंभिक जीवन के स्ट्रैस एवं अवसादरोधी कार्य के आण्विक एवं कोशिकीय क्रियातंत्र**

इस कार्य का मुख्य जोर आण्विक एवं कोशिकीय क्रियातंत्रों को समझने में रहा है जो मूड डिसआर्डर्स के तंत्रिकाजैवविज्ञान में योगदान करते हैं। अनुसंधानकर्ताओं ने इस जटिल जैविक समस्या को समझने में दो प्रमुख कार्यविधियों का प्रयोग किया है – प्रथम (क) मुख्य अडेप्टिव परिवर्तनों के अध्ययन के द्वारा जिन्हें मोनोएमिनेर्जिक पथमार्गो या दीर्घकालीन अवसादरोधी उपचारों के रिस्पांस में या सेरोटोनेर्जिक साइकेडेलिक्स द्वारा उत्पन्न किया जाता है व दूसरा (ख) निरंतर परिवर्तनों के परीक्षण द्वारा जो चिंता एवं अवसाद के प्राणि मॉडल के मस्तिष्क में होते हैं, विशेष रुप से प्रारंभिक जीवन के कटु अनुभव के पश्चात परिवर्तित वल्नेरेबिलिटी के मॉडलों में होते हैं। कार्य के प्रमुख पहलू द्वारा वर्तमान में आण्विक, कोशिकीय एवं जैवरसायनिक लक्ष्यों को सीधे रुप में प्राप्त करना व सेरोटोनेर्जिक साइकेडेलिक्स द्वारा प्रभावित विशिष्ट न्युरोसर्किटों पर जोर दिया जाता है। वर्तमान कार्य ने यौगिकों की इस कक्षा के कार्य के क्रियातंत्र के संबंध में गहन जानकारी उपलब्ध कराई है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा माइटोकोंड्रिया पर मोनोएमाइन्स के प्रभाव एवं मूड, कोग्निशन व एजिंग पर उनके प्रभाव का मूल्यांकन किया जा रहा है। अन्य पहलू जिस पर अनुसंधानकर्ताओं द्वारा वर्तमान में फोकस किया जा रहा है, वह बहु-प्रणाली लक्ष्यों को क्रमबद्ध रुप से प्राप्त करने की कोशिश करना है जो उस रुप में योगदान कर सकते हैं जिसमें प्रारंभिक जीवन के स्ट्रैस के इतिहास द्वारा मस्तिष्क की एजिंग प्रारंभ की जाती है। (विदिता ए. वैद्या)

तंत्रिका जैवविज्ञान

- **मस्तिष्क की कोशिकाओं के माइग्रेशन को रेग्युलेट करने वाले आनुवांशिक एवं कोशिकीय मार्गदर्शन क्रियातंत्र**
  ज्ञानार्जन एवं स्मृति के लिए अनिवार्य मस्तिष्क संरचना 'हिप्पोकैंपस' की विशिष्ट वास्तुरचना है। हिप्पोकैंपस के ''व्ही आकारित'' डेंटेट गाइरस का निर्माण डेंटेट ग्रैन्यूल प्रिकर्सर्स द्वारा होता है जिन्हें ग्लियल कोशिकाओं ''फिब्रिया'' के स्कैफफोल्ड द्वारा मार्गदर्शित किया जाता है। अनुसंधानकर्ताओं ने फिंब्रियल ग्लिया के मूल की पहचान कोर्टिकल हैम में की। यह एंब्रायोनिक सिग्नलिंग केंद्र है जो डेंटेट गाइरस मूल के साथ स्थित है। आगे दिखाया गया कि ''कैनोनिकल डब्ल्युएनटी'' पथमार्ग नामक महत्वपूर्ण सिग्नलिंग पथमार्ग की आवश्यकता कोट्रिकल हैम में प्रकार्यात्मक होने के लिए है ताकि फिंब्रियल ग्लियल स्कैफफोल्ड का सामान्य रुप से निर्माण हो सके। इसकी अनुपस्थिति में स्कैफफोल्ड अव्यवस्थित हो जाता है व डेंटेट गाइरस सामान्य रुप से निर्मित होने में असफल होता है। इस तरह कोर्टिकल हैम में डब्ल्युएनटी सिग्नलिंग की आवश्यकता हिप्पोकैंपस के डेंटेट गाइरस के उपयुक्त निर्माण के लिए है। (शुभा तोले)

कोशिका विकासात्मक जैवविज्ञान

- **एक्टिन माइक्रोरिजेस का न्युरल नेटवर्क आधारित परिमाणात्मक विश्लेषण**
  माइक्रोरिजेस, एक्टिन आधारित एपिकल प्रोजेक्शंस हैं। इनकी उपस्थिति स्कवामोअस किंतु गैर-केराटिनाइज्ड एपिथेलिया में होती है। उनकी अनिवार्यता, एपिथेलियल सतहों पर म्युकस को बनाए रखने के लिए है। माइक्रोरिजेस का लेट्रली दीर्घ विकास होता है व ये गतिक व्यवहार का प्रदर्शन करते हैं एवं जटिल लेबिरिंथाइन प्रतिमानों का निर्माण कोशिका सतह पर करते हैं जो संभावित रुप से संगत उनकी प्रकार्यात्मकता में होती हैं। वर्तमान में माइक्रोरिजेस निर्माण की लाइव मूवीज को सैगमेंट करने व परिमाणात्मक पैरामीटरों को एक्सट्रैक्ट करने के लिए कोई रुपरेखा नहीं है। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा लाइव मूवीज को सैगमेंट व विश्लेषित करने के लिए नवीन न्युरल नेटवर्क-आधारित अल्गोरिथ्म को सूचित किया जाता है व पैरामीटरों को प्राप्त किया जाता है। इनमें माइक्रोरिज परसिस्टेंस लैंग्थ, औसत ब्रांच लैंग्थ आदि शामिल हैं। (महेंद्रा एस. सोनावणे)

- **नैनोकेजेस की ज्यामिति द्वारा अपने प्रवेश को तय, एण्डोसाइटोसिस द्वारा कोशिका के अंदर किया जाता है**
  लघु पैमाने के डीएनए यंत्रों की व्यापक संभावना औषधीय अनुप्रयोगों में है। अनुसंधानकर्ताओं ने आईआईटी गांधीनगर के डॉ. भाटिया के समूह के साथ सहयोग में ऐसे डीएनए नैनोकेजेस के एण्डोसाइटोसिस पर 3डी-संरचना के प्रभाव की जांच की। दिखाया गया कि टेट्राहैड्रल ज्यामिति द्वारा कहीं अधिक एण्डोसाइटोसिस को एपिथेलियल कोशिकाओं द्वारा जेब्राफिश में परीक्षित अन्य ज्यामितियों पर दर्शाया जाता है। इस कार्य द्वारा

आगामी जैविक एवं चिकित्सीय अनुप्रयोगों के लिए डीएनए नैनोकेजेस की संरचना के महत्व को उजागर किया जाता है। (महेंद्रा एस. सोनावणे)

न्युरल कोशिका जैवविज्ञान

- **सिनैप्टिक वैसिकल्स का जैवजैनेसिस एवं ट्रांसपोर्ट**
  अनुसंधानकर्ताओं ने सिनैप्टिक वैसिकल्स के जैवजैनेसिस एवं ट्रांसपोर्ट का अध्ययन किया। सिनैप्टिक वैसिकल्स की अनिवार्यता न्युरोनल संप्रेषण के लिए है व इन्हें सिनैप्सैस में ट्रांसपोर्ट एक्जॉन के साथ किया जाता है एवं सामान्यत: डेंड्राइट्स से एक्सक्लूड किया जाता है। सिनैप्टिक वैसिकल प्रोटीनों को मुख्यत: काइनेसिन-3 परिवार की आण्विक मोटर के आर्थोलॉग्स द्वारा ले जाया जाता है। सिनैप्टिक वैसिकल ट्रांसपोर्ट का मोटर रैग्युलेशन, मोटर सक्रियण द्वारा, कार्गो चयन द्वारा अडेप्टर्स एवं कार्गो रिलीज के चयन द्वारा होता है। पूर्व के कार्य ने दिखाया है कि यूएनसी-16/जेआईपी3, एलआरके-1/एलआरआरके2 द्वारा कार्य करता है। इसका उद्देश्य पूर्व-SVs से गोल्गी एन्जाइम्स के एक्सक्लुजन को नियंत्रित करना है व इनका महत्व ध्रुवीकृत प्रि-एसव्ही वितरण एवं यूएनसी-104 मोटर रिक्रूटमेंट के लिए है। आगे एसव्ही-लाइसोसोम इंटरमीडिएट के अस्तित्व (जिस पर एलआरके-1/एलआरआरके2 कार्य करता है) एवं कंपार्टमेंट को दिखाया गया जहां काइनेसिन-3 मोटर को संभवत: रिक्रूट किया जाता है। इसके आगे दिखाया गया कि सिनैप्टिक सक्रिय क्षेत्र प्रोटीन एसवाईडी-2/लिप्रिन-α द्वारा प्रमुख एवं नवीन भूमिका को न्युरॉन की कोशिका बॉडी में सिनैप्टिक वैसिकल प्रोटीनों की जैवजैनेसिस एवं ध्रुवीकृत ट्रैफिकिंग में निभाया जाता है। (संध्या पी. कोशिका)

कोशिका एवं विकासात्मक जैवविज्ञान : मॉर्फोजैनेसिस के अणु एवं यांत्रिकी

- **माइक्रोट्युबेल न्युक्लिएशन एवं गतिकी द्वारा मायोसिन एवं पल्स्ड एपिकल संकुचन की स्पेटियोटेंपोरल गतिकी को मॉड्युलेट करना**
  कोशिका आकार द्वारा स्कल्प्ट ऊतकों में परिवर्तन, विकास के दौरान किया जाता है। ड्रोसोफिला डोर्सल क्लोजर के दौरान (घाव भरण के लिए मॉडल) कोशिका आकार का एक प्रकार परिवर्तित होता है। एपिकल संकुचन द्वारा एमनिसेरोसा के कंट्रैक्शन को प्रेरित किया जाता है। पूर्व क्लोजर के दौरान पल्स्ड एपिकल संकुचनों की उत्पत्ति न्युक्लिएशन, एपिकॉमेडियल एक्टोमॉयोसिन कांप्लेक्सेस के मूवमेंट एवं डिसपर्सल द्वारा होती है। निरंतर एपिकॉमेडियल व सर्कमएपिकल एक्टोमॉयोसिन कांप्लेक्सेस द्वारा अनुसरण किए जाने वाले अनपल्स्ड संकुचनों को प्रेरित किया जाता है। पाया गया कि माइक्रोट्युबेल एण्ड-बद्ध प्रोटीनों ईबी1 एवं पैट्रोनिन द्वारा माइक्रोट्युबेल साइटोस्केलेटन द्वारा अमीनोसेरोसा संकुचन गतिकी एवं कंट्रैक्शन काइनेटिक्स की पैटर्निंग की जाती है। यह एपिकल प्लेन में एक्टोमॉयोसिन बलों के बैलेंस के समन्वयन द्वारा की जाती है। अनुसंधानकर्ताओं ने दिखाया कि लघु गैर-सेंट्रोसोमली न्युक्लिएटिड एपिकल माइक्रोट्यबेल्स के उपसमूह द्वारा पुन:संघटित हुआ जाता है व एपिकॉमेडिअल मॉयोसिन कांप्लेक्स को सराउंड इसकी कोलेसिंग के दौरान किया जाता है। यह इसके गतिमान होने पर इसके पीछे होता है व कांप्लेक्स के डिस्सॉल्व होने पर डिसपर्स होता है। अनुसंधानकर्ताओं ने प्रदर्शित किया कि इस पुन:संघटन की संवेदनशीलता पैट्रोनिन लेवल्स के प्रति है व माइक्रोट्युबेल डिपोलिमेराइजेशन ने एपिकल मॉयोसिन एनरिचमेंट एवं परिवर्तित कंस्ट्रिक्शन गतिकी को कंप्रोमाइज किया। कुल मिलाकर इन निष्कष ने इंटैक्ट एपिकल माइक्रोट्युबेल मेशवर्क के रिआर्गेनाइजेशन के महत्व को स्थापित किया। यह पैट्रोनिन प्लेटफार्म्स को मूव करके व माइक्रोट्युबेल एण्ड्स के विकास द्वारा एक्टोमॉयोसिन कंट्रेक्टिलिटी के स्पेटियोटेंपोरल मॉड्युलेशन को सुलभ करके एवं इसके द्वारा एपिकल कंस्ट्रिक्शन द्वारा किया गया। (रोडेम मैत्रेयी नरसिम्हा)

- **एक्टोमॉयोसिन कोशिका कोहोर्ट्स के मॉर्फोगतिक एवं यांत्रिकीय गुणधम को एंट्रेन करना जिसका उद्देश्य ड्रोसोफिला जर्मबैंड रिट्रैक्शन के दौरान उनकी पोजिशनिंग को सुलभ करना है**

एंब्रायोनिक एंटीरियर पोस्टेरियर एक्जिस की स्ट्रेटनिंग या अनफोल्डिंग, संरक्षित लक्षण, दोनों इंवर्टेब्रेट्स एवं वर्टेब्रेट्स के विकास में है। *ड्रोसोफिला मैलैनोगैस्टर* के विकास के दौरान, जर्मबैंड रिट्रैक्शन (जीबीआर) द्वारा एंब्रायोनिक एंटीरियर-पोस्टेरियर एक्जिस की स्ट्रेटनिंग को किया जाता है। जीबीआर की असफलता द्वारा एंब्रायोनिक व्यवहार्यता को कम किया जाता है व इसका परिणाम एंब्रायोनिक सैगमेंट्स की मिसपोजिशनिंग एवं गैस्ट्रोइंटैस्टिनल ट्रैक्ट में निकलता है। इसके महत्व के बावजूद कोशिकीय, आण्विक एवं भौतिकीय क्रियातंत्रों को अल्प रुप में समझा गया है जो जर्मबैंड की अनफोल्डिंग को नियंत्रित करते हैं व कोशिका क्षेत्रों की यथार्थ स्थिति को सुनिश्चित करते हैं। अनुसंधानकर्ताओं ने खोज की कि कैसे कोशिका कोहोर्ट्ज को एंटिरियर पोस्टेरियर अक्ष के साथ एक साथ रखा जाता है व पोजिशन किया जाता है। पाया गया कि प्लानर ध्रुवीकृत, सुप्राकोशिकीय, टेंसाइल एक्टोमॉयोसिन केबल्स द्वारा कोशिकीय मॉर्फोगतिकी, कोशिका क्षेत्र पोजिशनिंग एवं रिट्रैक्शन काइनेमेटिक्स को एंट्रेन किया जाता है। प्रारंभिक रिट्रैक्शन के दौरान निर्मित सर्कमफेरेंशल, गैर-कंट्रिक्शन केबल्स ने 'प्लेकोड-जैसे कोशिका कोहोर्ट्स के कोहेरेंस को सुनिश्चित किया, कोशिका आकार एवं इसके अंदर की साइडनैस में मेडियो-लेट्रल ग्रेडिएंट्स की पैटर्निंग की व रिट्रैक्शन गति को मंद किया। कुल मिलाकर परिणामों ने प्रदर्शित किया कि कैसे बैरिकेड्स या पर्स स्ट्रिंग्स के रुप में प्रकार्य कर रहीं एक्टोमॉयोसिन संरचनाओं के स्पेटियोटेंपोरली नियमित डेप्लायमेंट द्वारा कोशिका अनफोल्डिंग की गति को मॉड्युलेट किया जाता है व कोशिका क्षेत्र पोजिशनिंग को सुलभ किया जाता है। यह मार्फोजेनेसिस के दौरान कोशिका कोहोर्ट्स के मॉर्फोगतिक एवं यांत्रिकीय गुणधम को प्रभावित करके किया जाता है। (रोडेम मैत्रेयी नरसिम्हा)

अंत:कोशिकीय ट्रांसपोर्ट का कोशिका जैवविज्ञान एवं स्टैम कोशिका विभेदीकरण : ड्रोसोफिला में काइनेसिन-2 द्वारा ट्रांसमैंब्रेन एवं मैंब्रेन-संबंधित प्रोटीनों का ट्रांसपोर्ट

- **ओडोर स्टिमुलेशन द्वारा एपिसोडिक ओर्को प्रवेश को नियमित फॉस्फेटिडाइलिनोसिटोल मेटोबोलिज्म द्वारा करना**

  सीलियम में रिसेप्टर प्रवेश द्वारा सीलिया प्रकार्य को नियमित किया जाता है। ऊतक-संवर्धित कोशिकाओं व मैमालियन रेटिना में हाल के अध्ययन काय से संकेत मिला कि फॉस्फोलिपिड संशोधन द्वारा विशिष्ट भूमिका का निर्वाह सीलिया में रिसेप्टर स्थानीयकरण के निर्धारण में किया जा सकता है। अनुसंधानकर्ताओं ने ओडोर रिसेप्टर को-रिसेप्टर (ओर्को) पर फॉस्फेटिडाइलिनोसिटोल मेटाबोलिज्म के प्रभावों का अध्ययन वयस्क ड्रोसोफिला के ओल्फैक्टरी सीलिया में प्रवेश पर किया। आनुवांशिक मैनिपुलेशन के साथ गहन फार्मेकोलॉजिकल विश्लेषण ने संकेत किया कि ओर्को-मेडिकेटिड सिग्नलिंग द्वारा प्रक्रिया को नियमित पीएलसी व पीकेए पथमाग द्वारा किया जा सकता है। (कृष्णानु रे)

- **इंसुलिन द्वारा व्हीपीएस34/पीआई3के द्वारा एक्जॉन्स में आरएबी4 वैसिकल्स के एंटेरोग्रेड ट्रांसपोर्ट को स्टिमुलेट किया जाना**

  लघु जीटीपीएएसई, आरएबी4 की आवश्यकता एपिथेलियल कोशिका के एपिकल कंपार्टमेंट पर वैसिकल रिसाइक्लिंग के लिए होती है। आरएबी4 संबंधित वैसिकल्स को हीटरोट्राइमेरिक काइनेसिन-2 को सिनैप्स की ओर ट्रांसपोर्ट किया जाता है। आगे के अध्ययन काय ने संकेत किया कि तीव्र इंसुलिन स्टिमुलेशन द्वारा आरएबी4 वैसिकल्स के एंटेरोग्रेड फ्लक्स की वृद्धि, सैगमेंटल नर्व में व्हीपीएस34/पीआई3के पथमार्ग द्वारा की जाती है। यह एडिपोसाइट्स में वृद्धि से भिन्न है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा वर्तमान में इस प्रक्रिया के अंतर्निहित आण्विक क्रियातंत्र का परीक्षण किया जा रहा है। (कृष्णानु रे)

- **ड्रोसोफिला टैस्टिस में स्टैम कोशिका विभेदीकरण की दरों की मॉड्युलेटिंग में सोमेटिक ईजीएफआर सिग्नलिंग की भूमिका**

  अनुसंधानकर्ताओं ने *ड्रोसोफिला* टैस्टिस में स्थाई-ऊतक डेमोग्राफी से जर्मलाइन स्टैम कोशिकाओं व उनकी प्रोजेनी से औसत-कोशिका-चक्र (जीवनकाल) की औसत के अनुमान के लिए सरल कंप्युटेशन कार्यनीति का

विकास किया। स्टैम कोशिका विभाजनों की दरों को आनुपातिक रुप से परिवर्तित करने वाले कोशिका-स्वायत्त परिवर्तनों द्वारा वंशानुक्रम में बाद के जीवनकालों को होमियोस्टेसिस को मैन्टेन करने के लिए समायोजित किया जाता है। आगे के अध्ययन काय से संकेत मिला कि टोमेटिक ईजीएफआर सिग्नलिंग द्वारा जर्मलाइन स्टैम कोशिका प्रसार की दरों को मंद किया जा सकता है। (कृषाणु रे)

नियमित वैसिकुलर सेक्रेशन व प्रोटीन गुणवत्ता नियंत्रण

- **कोशिकीय प्लास्टिसिटी के नियंत्रण में नियमित वैसिकुलर सेक्रेशन व प्रोटीन फोल्डिंग**
  कोशिकीय प्लास्टिसिटी से तात्पर्य कोशिकाओं की अपने फेनोटाइप्स को परिवर्तित करने की क्षमता है। हमारी प्रयोगशाला का समग्र लक्ष्य दो मूलभूत कोशिकीय प्रक्रियाओं की भूमिका की जांच कोशिकीय प्लास्टिसिटी, नियमित वैसिकुलर सेक्रेशन व प्रोटीन होमियोस्टेसिस के नियंत्रण में करना है। पैथोलॉजिकल स्थितियों द्वारा दोनों कोशिकीय प्रक्रियाओं को प्रभावित किया जाता है। अनुसंधानकर्ताओं ने फ्युजन पोर गुणधम के नियंत्रण में मैंब्रेन फ्युजन रेग्युलेटर्स के मोड के चित्रण हेतु एनसेम्बल जैवरसायनशास्त्र, एकल अणु जैवभौतिकी, एवं कोशिका आधारित प्रयोगों को किया। प्रयोगों के इस समूह से प्राप्त जानकारी से नवीन स्टैपल्ड पेप्टाइड्स की डिजाइनिंग में सहायता मिलेगी जो पैथोलॉजिकल स्थितियों के अंतर्गत वैसिकुलर सेक्रेशन के नियमन में रेग्युलेटरी कारकों के साथ प्रतिस्पर्धा करने वाले नवीन स्टैपल्ड पेप्टाइड्स की डिजाइनिंग में सहायता मिलेगी। हाल ही में फ्युजन पोर गुणधम के प्रत्यक्ष नियमन में मोनोमेरिक एसिन की भूमिका का प्रदर्शन किया गया। हालांकि अभी तक ज्ञात नहीं है कि कैसे इसके प्रकार्यात्मक या गैरप्रकार्यात्मक संरचना निर्माण को न्युक्लिएट किया जाता है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा परिकल्पना की जाती है कि रिबोसम के प्रोटीन फोल्डिंग प्रकार्य द्वारा आण्विक चैपरान्स के साथ प्रचालन किया जाता है जिसका उद्देश्य नैसेंट एसिन की प्रकार्यात्मक संरचना निर्माण को नियमित करना है। (देवाशीष दास)

जीवाणुविज्ञान

- **बैक्टीरियल ऊर्जा मेटाबोलिज्म में अडेप्टिव प्लास्टिसिटी का परीक्षण**
  बैक्टीरियल जीवनशैली प्लास्टिक है जिसके लिए गतिक ट्रांसक्रिप्शनल, ट्रांसलेशनल व मेटाबोलिक टेलरिंग की आवश्यकता है। ये कोशिकीय प्रक्रियाएं, ऊर्जा इंटैंसिव हैं; अत: फ्लैक्सिबिल एनर्जेटिक्स की आवश्यकता विविध स्थितियों में सरवाइवल को सपोर्ट करने के लिए होती है। हालांकि बैक्टीरियल ऊर्जा मेटाबोलिज्म में पूरक पथमाग/लक्षणों को अल्प रुप में समझा गया है। *एस्चेरिचिया* के जैवऊर्जात्मक वैरिएंट्स ने प्रणाली स्तर के रिस्पांसेस की व्याख्या की है जो ऊर्जा निर्माण के इष्टतमीकरण के लिए वृद्धि को रिस्टोर करता है। (अमितेष आनंद)

विकासात्मक जैवविज्ञान एवं जैवभौतिकी

- **एंब्रायो विकास के दौरान लैफ्ट-राइट सममित बॉडी योजना की उत्पत्ति**
  विश्व के अधिकांश प्राणियों का लैफ्ट-राइट सममित बॉडी प्लान होता है। इसमें ऊतकों एवं आंखों, नोस्ट्रिल्स जैसे अंगों व संपूर्ण मांसपेशी एवं स्केलेटल प्रणाली के बॉडी के दोनों ओर समान आकार होते हैं। इस समानता को लैफ्ट एवं राइट साइड की सममिति भी कहा जाता है। इसकी उत्पत्ति एंब्रायो विकास के दौरान होती है। सममिति के अभाव से प्राय: स्कोलियोसिस व क्लेफ्ट पैलेट जैसे डेबिलिटेटिंग विकासात्मक अक्रम होते हैं। अनेक सममिति-संबंधित अक्रमों के अंतर्निहित कारण का अभी तक पता नहीं है। इसे जानने के लिए अनुसंधानकर्ताओं द्वारा वर्तमान में यह समझने का प्रयास किया जा रहा है कि कैसे पैटर्निंग व विकास, शरीर के दोनों ओर समान रुप में होते हैं। इसमें उनके द्वारा मॉडल प्रणाली के रुप में जेब्राफिश एंब्रायोस का प्रयोग किया जा रहा है। (सुंदर राम नागानाथन)

ड्रोसोफिला व्यवहार का तंत्रिकाजैवविज्ञान : स्ट्रैस, मेटाबोलिक अवस्था व निद्रा के प्रकार्य के मध्य कड़ी के संबंध में यांत्रिकीय जानकारी

- **निर्धारित करना कि कैसे मक्खियों द्वारा स्मृति समेकन के लिए निद्रा-आश्रित एवं निद्रा-स्वतंत्र क्रियातंत्रों के मध्य स्विच किया जाता है**
  अनुसंधानकर्ताओं ने निद्रा-आश्रित एवं निद्रा-स्वतंत्र क्रियातंत्रों के मध्य स्विच की मीडिएटिंग में भूख के संकेतों की भूमिका की जांच की। प्रारंभिक कार्य ने दिखाया कि एसएनपीएफ (लघु न्युरोपेप्टाइड एफ), भूख सिग्नलिंग पेप्टाइड एक्सप्रैशन की मैनिपुलेटिंग से निद्रा प्रभावित होती है न कि स्मृति समेकन। अनुसंधानकर्ताओं की योजना निद्रा-स्वतंत्र स्मृति समेकन के प्रेरण में एसएनपीएफ व अन्य भूख सिग्नलों की भूमिका का अध्ययन करना है। (नितिन सिंग चौहान)

- **मक्खियों में सोशल डिफीट स्ट्रैस के लिए मॉडल**
  यदि दो सामाजिक रुप से पृथक नर मक्खियों को एक साथ बंद स्थान पर रखा जाता है, तो वे दृढ़ विनर/लजूर स्टेटस का निर्माण करती हैं। दिलचस्प रुप से पाया गया कि छ: घंटों तक किसी स्थान पर नरों को रखने का परिणाम अधिक लंबे समय तक विनर/लूजर स्टेटस कंसोलिडेशन में निकला। इसका कारण यह है कि मक्खियों ने प्रथम उड़ान के 24 घंटे बाद नए विरोधी के प्रति डोमिनेंस/सबमिसिव व्यवहार को दर्शाया। अनुसंधानकर्ताओं की योजना दीर्घ-काल विनर/लूजर प्रभाव की मीडिएटिंग में निद्रा की भूमिका के परीक्षण करने व रिपीटिड सामाजिक पराजय स्ट्रैस मॉडल के विकास करने का है। (नितिन सिंग चौहान)

फैड-फास्ट चक्र, क्रोमेटिन, जीन-अभिव्यक्ति व आण्विक फिजियोलॉजी

- **सीटीसीएफ अभिव्यक्ति एवं क्रोमेटिन एसोसिएशन के मेटाबोलिक रेग्युलेशन द्वारा मूषकों एवं मक्खियों में स्टार्वेशन के रिस्पांस को तय करना**
  कोशिकाओं में आनुवांशिक सूचना को डीएनए-प्रोटीन कांप्लेक्स में पैकेज किया जाता है जिसे क्रोमेटिन के नाम से जाना जाता है। क्रोमेटिन संघटन, प्राणियों में जीन-एक्सप्रैशन कार्यक्रमों का प्रमुख निर्धारक है। प्रकार्यात्मक एवं संरचनात्मक प्रक्षेत्रों में जीनोम/क्रोमेटिन को संघटित करने वाले प्रोटीनों को आर्किटेक्चरल प्रोटीनों के नाम से जाना जाता है जिसका उदाहरण सीटीसीएफ है। मेटाबोलिज्म का अपेक्षाकृत उपयुक्त रुप से अध्ययन जीन अभिव्यक्ति परिवर्तनों के मुख्य प्रेरक के रुप में किया गया है। हालांकि अज्ञात है कि क्या इसमें क्रोमेटिन आर्किटेक्चरल एवं यांत्रिकीय जानकारियों का समावेश किया गया है। इस अध्ययन में अनुसंधानकर्ताओं ने पहली बार मेटाबोलिक सिग्नलों के महत्व की खोज की जो फैड-फास्ट चक्रों के दौरान जीन अभिव्यक्ति के सीटीसीएफ आश्रित रिप्रोग्रामिंग को रेग्युलेट करते हैं। (उल्लास कोल्थुर)

कैंसर, कैमोथैरेपी, मेटाबोलिज्म एवं माइटोकोंड्रिया

- **उपयुक्त रुप से डिजायन्ड द्विधात्विक प्लैटिनम (II)- फैरोसेन एंटीट्युमर एजेंट द्वारा वाइवो प्रभावकारिता में गैर-एपोप्टिक कोशिका मृत्यु एवं एक्जट्र्ज को प्रेरित करना**
  इस सामूहिक अध्ययन में अनुसंधानकर्ताओं ने नवीन प्लैटिनम आधारित दवाओं के प्रयोग द्वारा कैमोथैरेपी इंटरवैंशन्स की प्रभावकारिता को तय करने में माइटोकोंड्रियल प्रकाय व मेटाबोलिज्म की भूमिका स्पष्ट करने हेतु योगदान किया। (उल्लास कोल्थुर)

सर्काडियन रिथ्म, फैड-फास्ट चक्र, एजिंग, मेटाबोलिज्म, आण्विक फिजियोलॉजी व माइटोकोंड्रिया

- **फैड-फास्ट एवं सर्काडियन चक्रों द्वारा माइटोकोंड्रिया को आकार देना**
  न्युट्रिएंट उपलब्धता एवं ऊर्जात्मक मांगों में परिवर्तन गतिकीय रुप से ऊतकों एवं फैड-फास्ट व सर्केडियन चक्रों के दौरान होता है। अधिक महत्वपूर्ण रुप से इसका अंतर्निहित रुप से युग्मन, आर्गेनिज्म्स के कुल ऊर्जा

एक्सपेंडिचर में होता है जिसमें विश्राम एवं सक्रिय चरण शामिल हैं। अनुसंधानकर्ताओं ने क्षेत्र में हाल के काय व समूह से संकल्पनात्मक निष्कष को उजागर किया। इसका उद्देश्य कोशिकीय एवं आर्गेनिज्मल एनर्जेटिक्स में गतिक परिवर्तनों को स्वरुप देने में माइटोकोंड्रिया की केंद्रीय भूमिका का वर्णन करना था। (उल्लास कोल्थुर)

रसायनिक विज्ञान विभाग

औषधीय रसायनशास्त्र एवं दवा विकास

- **प्रभावी रुथेनियम – फेरोसीन बाईमेटालिक एंटीट्युमर एंटीएंजियोजेनिक एजेंट जो प्लेटिनम रैसिस्टेंस को रोकता है: जेब्रा फिश में संश्लेषण एवं यांत्रिकीय अध्ययन काय से इन वाइवो मूल्यांकन तक**
  प्रतिरोध विकास के कारण कैमोथैरेपी की असफलता, लाखों कैंसर-संबंधित मृत्युओं का मुख्य कारण है। इस कार्य ने हाइब्रिड एंटीट्युमर एजेंटों की शक्ति को कैंसर में कैमो प्रतिरोध को रोकने में दर्शाया। इस लीड कैंडिडेट ने न सिर्फ प्रभावी एंटीकैंसर क्रियाकलाप को प्रेरित किया अपितु एंजियोजेनेसिस को भी रोका। यह ऐसी प्रक्रिया है जिसके द्वारा ठोस ट्युमर द्वारा न्युट्रिएंट को प्राप्त किया जाता है एवं अन्य अंगों में इसे मेटास्टेसाइज किया जाता है। (मलय पात्रा)

- **काइनेटिक निष्क्रियता के प्रतिरोध को रोककर व नेफरो विषाक्तता में वृद्धि कर प्लैटिनम एंटीकैंसर थैरेपी में उन्नयन करने की शक्ति**
  इस कार्य द्वारा सिस्प्लेटिन जैसे काइनेटिकली लेबाइल क्लिनिकल दवाओं पर काईनेटिकली निष्क्रिय प्लैटिनम एंटीकैंसर दवाओं की दक्षता को रेखांकित किया जाता है। अनुसंधानकर्ताओं ने पोटेंट एंटीकैंसर एजेंट की उपयुक्त रुप से डिजायन एवं विकास किया है जिसमें उन्होंने इसे काईनेटिकली निष्क्रिय बनाने के लिए विशेष जोर दिया है। इन वाइट्रो एवं इन वाइवो ऐसे के जोड़ का प्रयोग करते हुए अनुसंधानकर्ताओं ने दिखाया कि कैसे काईनेटिक निष्क्रियता द्वारा कैमोप्रतिरोध एवं नेफरोविषाक्तता को रोका जा सकता है जो कि वर्तमान में प्रयुक्त प्लैटिनम दवाओं की दो प्रमुख कमियां हैं। (मलय पात्रा)

पदार्थ रसायनशास्त्र

- **समुद्र के पानी की फोटोउत्प्रेरणात्मक स्पिलिटिंग के लिए आवश्यक प्रभावी इंटरफेस के निर्माण में इलेक्ट्रोलाइट ऑयनों की भूमिका**
  पानी की स्पिलिटिंग से फोटोउत्प्रेरणात्मक (पीसी) हाइड्रोजन उत्पादन, विश्वसनीय मार्ग, धारणीय रुप में वर्तमान ऊर्जा मांग को पूरा करने के लिए है। फोटोउत्प्रेरण के औद्योगिक रुप से व्यवहार्य बनने के लिए समुद के पानी का उपयोग आदर्श विलायक के रुप में किया जाना चाहिए। हालांकि लिट्रेचर में समुद्र के पानी में ऑयनों का पानी की पीसी स्पिलिटिंग पर अनिश्चित प्रभाव है जिसे अभी तक दूर नहीं किया गया है। भिन्न न्युट्रल ट्रांजिशन धातु-आक्साइड-आधारित फोटोउत्प्रेरकों का उपयोग विऑयनीकृत पानी की स्पिलिटिंग के लिए किया गया है। हालांकि अभी तक सुस्थापित मार्ग की कमी, समुद्र के पानी की स्पिलिटिंग के लिए किसी अर्ध-चालक के प्रभावी रुप से प्रयोग करने के लिए रही है। यहां पर ऑयनीकृत, निम्न-लागत कार्बन नाइट्राइड-आधारित अर्धचालक को प्रस्तुत किया गया है जिसका क्रमबद्ध रुप से मूल्यांकन समुद्र-पानी की स्पिलिटिंग के लिए किया गया है। विस्तृत अध्ययन कार्य को इस साल्ट-टाइप अर्धचालक का प्रयोग करके किया गया है। यह विभिन्न ऑयनों की उपस्थिति (Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Cl^-, SO_4^{2-}) में किया गया है व उनकी भूमिका की जांच फोटोउत्प्रेरणात्मक क्रियाकलाप की मॉड्युलेटिंग में की गई है। विभिन्न मापनों से जानकारी उपलब्ध हुअी है कि कैसे केशंस की उपस्थिति से उन्नत आवेश स्थानांतरण के लिए उत्प्रेरक/सह-उत्प्रेरक के मध्य प्रभावी इन-सीटू इंटरफेस के निर्माण में सहायता मिलती है। इस उन्नत इंटरफेसियल आवेश स्थानांतरण द्वारा सिमुलेटिड समुद्र के पानी की उपस्थिति में फोटोउत्प्रेरणात्मक दर में 8 गुना वृद्धि को युक्ति संगत रुप, विऑयनीकृत पानी की तुलना

में मिलता है। इसके अलावा इससे समुद्र के पानी की धारणीय पीसी स्पिलिटिंग के लिए इन कार्बन नाइट्राइड संरचनाओं के उपयोग के लिए प्रोत्साहन मिलता है। (दीपा खुशलानी)

- **संशोधित कार्बन नाइट्राइड का प्रयोग करके ऊर्जा कैप्चर एवं भंडारण**
  एकल संरचना के अंदर विद्युत रुप में सौर ऊर्जा को प्रत्यक्ष रुप से कैप्चर करना व भंडारण करना, रोचक संकल्पना है। व्यवहार्य होने पर यह सौर ऊर्जा की इंटरमिटेंसी समस्या को दूर करने के लिए आदर्श क्रियाविधि हो सकती है। हाल ही में ऑयनोतापीय-ट्रीटेड कार्बन नाइट्राइड ने इस अद्वितीय ड्युएल प्रकार्यात्मकता को दिखाया है। हालांकि इस विशिष्ट पदार्थ की वर्तमान जानकारी अल्पतम है। इसे देखते हुए पिछले वर्ष अनुसंधानकर्ताओं ने डाटा प्राप्त किया है जो जानकारी देता है कि कैसे ड्युएल प्रकार्य को व्यवहार्य रुप में मॉड्युलेट, वास्तव में संरचना को परिवर्तित किए बिना किया जा सकता है। महत्वपूर्ण रुप से अनुसंधानकर्ताओं ने यह दिखाने में सफलता प्राप्त की है कि रेडॉक्स व्यवहार की विद्यमानता ऑयोनिक कार्बन नाइट्राइड्स में है। इस तरह बैटरी-जैसी भंडारण क्षमता के लिए प्रेरणा मिलती है। इसके अलावा इस कार्य द्वारा प्रदर्शन किया जाता है कि इलेक्ट्रोलाइट के ऑयनों या पीएच में बदलाव कर फोटो-एक्साइटिड इलेक्ट्रॉन के पोटेंशल एवं भंडारण क्षमता में वृद्धि की जा सकती है। पहले को मॉड्युलेट, सीए. 700 एमव्ही पर एवं दूसरे में 4 गुना वृद्धि तब की जा सकती है जब एनए ऑयनों को के ऑयनों द्वारा प्रतिस्थापित किया जाए। इस कार्य द्वारा ऑयोनिक कार्बन नाइट्राइड्स एवं उनके सेमिनल गुणधम के विषय में जानकारी मिलती है जिन्हें अभी तक अन्य परंपरागत अर्धचालकों में साकार नहीं किया गया है। (दीपा खुशलानी)

- **एक साथ पानी के ऑक्सिडेशन एवं CO_2 कमी के लिए एकल इलेक्ट्रोलाइजर**
  इस कार्य में इलेक्ट्रोलाइजर का निर्माण शामिल है। इसमें दो भिन्न विद्युत रसायनिक अर्ध अभिक्रियाओं का निष्पादन एक बार में किया जाता है। इसमें समान अभिक्रिया स्थितियों (तापमान, पीएच, इलेक्ट्रोलाइट की रसायनिक प्रकृति) का प्रयोग होता है। इसका उद्देश्य न सिर्फ CO_2 की कमी को होने देना है बल्कि औद्योगिकीय रुप से रसायन : एच2ओ2 के उत्पादन को भी सुगम करना है। इलेक्ट्रोलाइजर का निर्माण किया गया जहां बाह्य ऊर्जा आपूर्ति के साथ सिर्फ पानी एवं CO_2 का प्रयोग कंज्युमेबिल रिएजेंट्स के रुप में किया गया। अभिक्रिया से न सिर्फ फॉर्मिक अम्ल के निर्माण के लिए CO_2 कमी हुई बल्कि हाइड्रोजन पेरोक्साइड का भी निर्माण पानी ऑक्सिडेशन अभिक्रिया से हुआ। इस इलेक्ट्रोलाइजर की अद्वितीयता यह थी कि दोनों ऑक्सिडेशन एवं रिडक्शन प्रोडक्ट्स की उपयोगिता औद्योगिकीय रुप में थी। इलेक्ट्रोलाइजर के संबंध में लिट्रेचर में सीमित अनुसंधान किया गया है व अधिकांश द्वारा दोनों कंपार्टमेंन्ट्स में उपयोगी प्रोडक्टों का निर्माण नहीं किया जा सका है। (दीपा खुशलानी)

नैनोपदार्थ एवं नैनोउत्प्रेरण

- **ब्लैक गोल्ड के निकेल-युक्त डेंड्रिटिक प्लाजमोनिक कलाइडोसोम्स: फोर्स्ड प्लाजमोन मीडिएटिड फोटोउत्प्रेरणात्मक CO_2 हाइड्रोजेनेशन**
  इन कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने एयू (ब्लैक गोल्ड-एनआई) की निकेल-युक्त डेंड्राइटिक प्लाजमोनिक कलाइडोसोम्स की डिजायन तैयार कर संश्लेषण किया है। ब्लैक गोल्ड-एनआई के फोटोउत्प्रेरणात्मक CO_2 हाइड्रोजेनेशन क्रियाकलापों में नाटकीय रुप में बढ़ोत्तरी हुई। यह उस सीमा तक हुई जिसमें मापनीय फोटोसक्रियता का निरीक्षण सिर्फ ब्लैक गोल्ड-एनआई उत्प्रेरक के साथ अत्यंत उच्च फोटोउत्प्रेरणात्मक सीओ उत्पादन दर (2464 ± 40 mmol g_{Ni}^{-1} h^{-1}) एवं 95 प्रतिशत सिलेक्टिविटी के साथ किया गया। इलेक्ट्रॉन-एक्सेप्टिंग अणु, मिथाइल-पी-बेंजोक्विनोन की उपस्थिति में ब्लैक गोल्ड-एनआई उत्प्रेरित CO_2 हाइड्रोजेनेशन ने सीओ उत्पादन दर को कम किया व हॉट-इलेक्ट्रॉन-मीडिएटिड क्रियातंत्र की असर्टिंग की। ओपरेंडो विसरण रिफ्लेक्टेंस अवरक्त फोरियर ट्रांसफॉर्म स्पेक्ट्रोस्कोपी (डीआरआईएफटीएस) ने दिखाया कि CO_2 हाइड्रोजेनेशन, रेखीय बांडिड एनआई-सीओ इंटरमीडिएट्स द्वारा प्रत्यक्ष वियोजन द्वारा हुआ। ब्लैक गोल्ड-एनआई के असाधारण

उत्प्रेरणात्मक निष्पादन से ब्लैक गोल्ड के प्रयोग द्वारा CO_2 कमी एवं अन्य उत्प्रेरणात्मक प्रक्रियाओं के लिए प्लाजमोनिक उत्प्रेरकों को विकसित करने का मार्ग उपलब्ध हो सकता है। (विवेक पोल्शेट्टीवार)

- **लघु कोण न्युट्रॉन स्केटरिंग का प्रयोग करके कार्बन नैनोस्फेयर्स के हाइआर्किअल पोर्स के अंदर CO_2 कैप्चर अभिलक्षणों के संबंध में जानकारियां**

  आण्विक स्तर पर अवशोषण प्रक्रियाओं की जानकारी ने अवशोषण-आधारित कार्बन कैप्चर एप्लिकेशंस में गैस भंडारण क्षमता एवं काइनेटिक्स की अधिकता के लिए इंजीनियर्ड पदाथ की खोज को रुपांतरित किया है। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने कार्बन के इंटरकनेक्टिड पोरस नेटवर्क में गैस (CO_2, एच2, मीथेन, एवं इथेन) अवशोषण के आण्विक क्रियातंत्र का अध्ययन किया है। इसे इंटरकनेक्टिड पोर संरचनाओं के साथ नवीन मैक्रो-मैसो-माइक्रोपोरस कार्बन (M^3C) नैनोस्फेयर्स के संश्लेषण द्वारा प्राप्त किया गया। M^3Cs ने उत्कृष्ट काइनेटिक्स के साथ वायुमंडलीय CO_2 दबाव पर 5.3 mmol/g की CO_2 कैप्चर को दर्शाया। यह इंटरकनेक्टिड हाइआर्किअल मैक्रो-मैसो-माइक्रोपोरस M^3C में तीव्र CO_2 अवशोषण के कारण था। विभिन्न CO_2 दबाव के अंतर्गत इन सीटू लघु-कोण न्युट्रॉन स्केटरिंग (एसएएनएस) ने संकेत किया कि M^3C के मैक्रो एवं मैसोपोर्स द्वारा CO_2 अणुओं के तीव्र विसरण को माइक्रोपोर्स में सुलभ कराया जाता है जहां अवशोषित CO_2 अणुओं की सघनता द्रव्य-जैसी अवस्था में होती है। CO_2 अणुओं की इस दृढ़ सघनता से तीव्र CO_2 विसरण, M^3C के मैक्रो एवं मैसोपोर्स में होता है व इससे नए CO_2 अणुओं के लिए अवशोषण चक्र पुन: प्रारंभ, सभी पोर्स के पूरी तरह भरे जाने तक होता है। उल्लेखनीय रुप से M^3C ने भी हाइड्रोजन एवं विभिन्न हाइड्रोकार्बन्स के लिए अच्छी कैप्चर क्षमताओं को दिखाया (मीथेन पर ईथेन की ओर उत्कृष्ट सिलेक्टिविटी के साथ)। (विवेक पोल्शेट्टीवार)

- **अत्यंत दीर्घ अवधि के साथ उच्च-ऊर्जा एलआई-ऑयन कैपेसिटर्स के निर्माण के लिए संभावित अलॉय एनोड के रुप में त्रुटि इंजीनियर्ड डेंड्रिटिक फिब्रस नैनोसिलिका**

  लीथियम-ऑयन कैपेसिटर्स (LICs), आगामी पीढ़ी के विद्युतरसायनिक ऊर्जा भंडारण यंत्र हैं। ये ऊर्जा भंडारण क्रियातंत्रों के दो भिन्न प्रकारों के साथ हैं : एनोड एवं कैथोड। LICs से पृथक आवेश भंडारण प्रणालियों की तुलना में उच्च ऊर्जा एवं पॉवर डेंसिटी उपलब्ध कराकर लीथियम-ऑयन बैटरियों व सुपरकैपेसिटर्स के मध्य अंतर को दूर किया जाना अपेक्षित है। इस कार्य द्वारा त्रुटि-इंजीनियर्ड डेंड्रिटिक फिब्रस नैनोसिलिका (SiO_x) के संश्लेषण को एनोड के रुप में एवं कमर्शियल सक्रियित कार्बन (एसी) को LICs के लिए कैथोड के रुप में रिपोर्ट किया जाता है। Li/SiO_x को प्रिलिथिएटिड (Li_xSi + Li_2O), एलआईसी के निर्माण के पहले कुछ चक्रों के लिए किया जाता है व इसके बाद इसे द्रव्यमान-संतुलित एसी इलेक्ट्रोड के साथ युग्मित, AC/(Li_xSi + Li_2O)-आधारित एलआईसी असेंबली प्राप्त करने के लिए किया जाता है। एलआईसी द्वारा उत्कृष्ट विद्युतरसायनिक निष्पादन को 169.7 Wh kg^{-1} की अधिकतम ऊर्जा सघनता के साथ कमरे के तापमान पर >48 000 चक्रों की अत्यंत दीर्घ अवधि के साथ दर्शाया जाता है। भिन्न जलवायु स्थितियों पर एलआईसी का भी विश्लेषण विभिन्न तापमानों पर किया जाता है जो −5 से 50 °C तक हैं। (विवेक पोल्शेट्टीवार)

- **वाष्पीकरण प्रेरित असेंबली के दौरान कोलाइड्स की पोलिथिलेनिमाइन सहायित गैर-मोनोटोनिक जैमिंग एवं CO_2 अवशोषण अभिलक्षणों पर इसके उपयोग**

  अनुसंधानकर्ताओं द्वारा हाइआर्किअली संघटित सिलिका-पोलिथिलेमिनाइन (पीईआई) माइक्रोस्फेयर्स के विस्तृत अध्ययन को रिपोर्ट किया जाता है। इसे वाष्पीकरण-प्रेरित असेंबली द्वारा प्राप्त किया गया है। विपरीत रुप में आवेशित सिलिका लघु कणों एवं पीईआई के मध्य जटिल अन्योन्यक्रियाओं के कारण कोलाइडल कणों की गैर-मोनोटोनिक जैमिंग को व्यक्त किया जाता है। पोलिमेर सांद्रता में वृद्धि के कारण सिलिका कणों के स्थानीय वोल्यूम में 0.68 से 0.43 तक गिरावट होती है व इसके बाद आगे की बढ़ोत्तरी 0.55 तक होती है। पीईआई की उपस्थिति में सिलिका कोलाइड्स के असामान्य जैमिंग व्यवहार द्वारा पीईआई की इमोबिलाइजिंग के लिए मार्ग को उपलब्ध कराया जाता है। यह परंपरागत इंप्रैगनेशन क्रियाविधि के विपरीत पोरोसिटी एवं विशिष्ट क्षेत्र को कम किए बिना उपलब्ध कराया जाता है। परिणामकारी कंपोजिट माइक्रोस्फेयर्स द्वारा अच्छी तापीय स्थिरता

एवं CO_2 अवशोषण के अभिलक्षणों को दिखाया जाता है। 33 wt% पीईआई लोडिंग के लिए माइक्रोस्फेयर्स द्वारा 65 mg g^{-1} की महत्वपूर्ण CO_2 कैप्चर क्षमता को कमरे के तापमान पर भी दर्शाया जाता है व इसमें 90 mg g^{-1} की वृद्धि 75 डिग्री सेल्सियस पर होती है। पीईआई लोडिंग के प्रकार्य के रुप में 0 डिग्री सेल्सियस पर CO_2 कैप्चर क्षमता में परिवर्तन ने सिलिका-पीईआई माइक्रोस्फेयर्स में संरचित संशोधन के कारण गैर-मोनोटोनिसिटी के सिग्नेचर का भी प्रदर्शन किया। कंपोजिट माइक्रोस्फेयर्स ने तीव्र अवशोषण काइनेटिक्स का प्रदर्शन किया जो CO_2 कैप्चर के दौरान एक मिनिट में कुल कैप्चर क्षमता के 70 प्रतिशत तक पहुंचती है। CO_2 साइक्लिंग अवशोषण-विशोषण अध्ययन काय ने 20 चक्रों तक की उपयुक्त पुनर्उत्पादन क्षमता को दिखाया। (विवेक पोल्शेट्टीवार)

- **फोटोउत्प्रेरक CO_2 कमी के लिए पोटेशियम के साथ अपमिश्रित g-C3N4/डेंड्रिटिक फिब्रस नैनोसिलिका**
फोटोउत्प्रेरणात्मक CO_2 रुपांतरण, विश्वसनीय प्रक्रिया CO_2 के उपयोगी रसायनों एवं ईधनों में कमी के लिए है जिसमें सौर ऊर्जा का प्रयोग किया जाता है। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने पोटेशियम-अपमिश्रित g-C_3N_4 विलेपित का संश्लेषण डेंड्रिटिक फिब्रस नैनोसिलिका (के-सीएन/डीएफएनएस) पर किया है व फोटोउत्प्रेरणात्मक CO_2 रुपांतरण का अध्ययन दृश्यवान प्रकाश इलुमिनेशन के अंतर्गत किया है। के-सीएन/डीएफएनएस का संश्लेषण केओएच-ट्रीटिड मेलामाइन की हीटिंग द्वारा किया गया। यह वैक्यूम-सील्ड क्वार्ट्ज ट्यूब में पोटेशियम साल्ट की मात्राओं में परिवर्तन लाकर किया गया। स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी इमेजों ने डीएफएनएस पर पोटेशियम-अपमिश्रित g-C_3N_4 की कोटिंग की पुष्टि की जबकि अवशोषण स्पेक्ट्रा द्वारा विस्तृत अवशोषण को दृश्यवान क्षेत्र एवं रैडशिफ्ट में बैंडगैप में दिखाया जाता है (अनडोप्ड सीएन/डीएफएनएस की तुलना में)। एक्सपीएस विश्लेषण से g-C_3N_4 के साथ पोटेशियम ऑयनों की अन्योन्यक्रिया की आगे पुष्टि होती है। फोटोउत्प्रेरणात्मक CO_2 रुपांतरण के दौरान हाइड्रोजन के निर्माण के लिए सिलेक्टिविटी (वाटर स्पिलिटिंग से) की उच्चता g-C_3N_4 एवं सीएन/डीएफएनएस उत्प्रेरकों के लिए थी जबकि किसी भी हाइड्रोजन उत्पत्ति को पोटेशियम-अपमिश्रित उत्प्रेरकों के प्रयोग द्वारा नहीं पाया गया। निरीक्षित की गई उच्चतम मीथेन यील्ड 1.7 μmol g^{-1}, g-C_3N_4 के लिए 4 घंटों में थी जिसमें K-CN/DFNS-2 (पोटेशियम ऑयन के 6 wt%) का प्रयोग किया गया। के-सीएन/डीएफएनएस की उच्च सक्रियता एवं उन्नत सिलेक्टिविटी के कारण दृश्यवान क्षेत्र में विस्तृत अवशोषण, आवेश वाहकों का बेहतर पृथक्करण, कंडक्शन बैंड की शिफ्टिंग एवं सकारात्मक पोटेंशल्स की ओर वेलेंस बैंड पोजिशंस, एवं इसकी सतह पर CO_2 अणुओं का मॉडरेट अवशोषण थे। (विवेक पोल्शेट्टीवार)

- **ग्लाइसरोल से फॉर्मिक अम्ल के सिलेक्टिव ऑक्सिडेशन के लिए रिंकल्ड केज-सपोर्टिड एकल-परमाणु कॉपर उत्प्रेरकों के साथ नाइट्रोजन-अपमिश्रित कार्बन स्फेयर्स की फैसाइल तैयारी**
हीटरोजेनस उत्प्रेरणात्मक प्रणालियों में हाइड्रोजन स्टोरेज पदार्थ, फॉर्मिक अम्ल (एफए) में सरप्लस ग्लाइसरोल (जीएलवाई) का सिलेक्टिव रुपांतरण अभी भी उत्प्रेरण समुदाय में चुनौतीपूर्ण है। यहां रिंकल्ड केज-सपोर्टिड एकल-परमाणु सीयू उत्प्रेरकों (Cu/NCSWCs) के साथ नाइट्रोजन-अपमिश्रित कार्बन स्फेयर्स को 5,5′-diamino-3,3′-bis(1H-1,2,4-triazole) (डीएबीटी) की वैट बाल मिलिंग एवं हाइड्रोतापीय कार्बन-एंकैपसुलेटिड डेंड्रिटिक फिब्रस नैनोसिलिका (डीएफएनएस) के साथ कॉपर नाइट्रेट द्वारा मेथानल में हार्ड टैंपलेट के रुप में तैयार किया गया। डीएफएनएस को हटाने के बाद संरचनात्मक अभिलक्षणों ने स्पष्ट किया कि चार नाइट्रोजन कोआर्डिनेशन के साथ एकल कॉपर परमाणुओं को सफलतापूर्वक इमोबिलाइज, NCSWCs (CuN_4/NCSWCs) पर किया गया। यह इसलिए हुआ क्योंकि डीएबीटी द्वारा चैलेटिंग एजेंट व नाइट्रोजन स्रोत के रुप में कार्य किया जा सकता है। प्रयोगात्मक अध्ययन काय व सघनता प्रकार्यात्मक सिद्धांत गणनाओं से स्पष्ट हुआ कि CuN_4 संरचनाओं पर ओएच अवशोषित ने जीएलव्ही के साथ अभिक्रिया को कंजेक्युटिव स्टैप्स द्वारा एफए के निर्माण के लिए किया। इनमें डिहाइड्रोजेनेशन, ऑक्सिडेशन, एवं ऑक्सिडेटिव क्लीवेज शामिल थे। इसके अलावा CuN_4/NCSWCs ने उच्च उत्प्रेरणात्मक स्थिरता को भी आठ निरंतर उत्प्रेरणात्मक रन्स के दौरान दर्शाया। (विवेक पोल्शेट्टीवार)

रसायनिक जैवविज्ञान एवं आण्विक इमेजिंग

- **जीवित प्रणालियों में कॉपर ऑयन्स डिटेक्ट्स सीयू ऑयनों के लिए सक्रियता-आधारित फ्लूरोसेंट सेंसर**
कॉपर ऑयनों को परंपरागत रुप से जैविक प्रकाय में भागीदारी करते हुए एन्जाइम सह-कारकों के रुप में माना जाता था। कॉपर ऑयनों के लिए फ्लूरोसेंट सेंसरों के विकास के साथ न्युरोनल सिग्नलिंग में इस धातु की भूमिकाओं की खोज की गई है। इसके आगे सीयू के मिस-रेग्युलेशन को न्युरोलॉजिकल अक्रमों एवं कैंसरों में इंप्लिकेट किया जाता है। सक्रियता-आधारित सेंसर्स, कैमो-सेंसिंग एरेना में हाल के एन्ट्रेन्ट्स हैं। इस पद्धति का एक लाभ धातु ऑयन बद्धता पर फ्लूरोफोर की रिलीज है। इससे सेंस किए गए धातु के अयुग्मित इलेक्ट्रॉन्स के कारण फ्लूरोफोर क्वेंचिंग को दूर किया जा सकता है। जहां कॉपर ऑयनों के लिए सक्रियता-आधारित सेंसरों पर पूर्व में रिपोट आई थीं, वहीं सेंसिंग का क्रियातंत्र अभी अज्ञात है। अनुसंधानकर्ताओं ने नवीन सक्रियता-आधारित सेंसर का विकास कॉपर ऑयनों के लिए किया एवं सेंसिंग पथवे में अनेक इंटरमीडिएट्स का अभिलक्षणन किया। इससे हमें सक्रियता-आधारित सेंसरों के लिए पूर्ण यांत्रिकीय चक्र को प्रस्तुत करने का अवसर मिला। महत्वपूर्ण रुप से इस सेंसर ने ~63 गुना बढ़ोत्तरी को कॉपर ऑयनों की उपस्थिति में फ्लूरोसेंस में अफोर्ड किया। अनुसंधानकर्ताओं ने इस सेंसर की अनुप्रयोज्यता का प्रदर्शन भी जीवित कोशिकाओं एवं बहुकोशिकीय आर्गेनिज्म में सीयू ऑयनों की इमेजिंग के लिए किया। (अंकोना दत्ता)

जैवअकार्बनिक रसायनशास्त्र

- **अल्केन हाइड्रॉक्सिलेशन अभिक्रिया के उत्प्रेरण के लिए सक्रिय स्थल की कंप्युटेशनली निर्देशित जैवइंजीनियरिंग, सबस्ट्रेट एक्सेस पथवे, एवं तापीय स्थिर साइटोक्रोम पी450, CYP175A1 के पानी के चैनल्स**
दीर्घ-चेन अल्केन्स के सी-एच सक्रियण अभिक्रिया के उत्प्रेरण के लिए तापीयस्थिर साइटोक्रोम पी450, सीवाईपी175 ए1 के उपयुक्त क्रमविकास का परीक्षण किया गया है। प्रयोगों के साथ कंप्युटेशनल टूल्स को संयुक्त करने वाली कार्यनीति ने दिखाया है कि सबस्ट्रेट स्कोप एवं एन्जाइमेटिक सक्रियता में वृद्धि अनेक महत्वपूर्ण चैनलों की उपयुक्त इंजीनियरिंग द्वारा की जा सकती है जिनमें इन्जाइम के सक्रिय स्थल के साथ सबस्ट्रेट एंट्री एवं पानी के चैनल्स शामिल हैं। विकसित एन्जाइम ने उच्च रेजियोसिलेक्टिविटी के साथ हेक्जाडिकेन हाइड्रॉक्सिलेशन के लिए उन्नत उत्प्रेरणात्मक दर को दिखाया। क्यु67एल/वाई68एफ उत्परिवर्तन ने सक्रिय स्थल में सबस्ट्रेट की बद्धता, पानी चैनल उत्परिवर्तन एल80एफ/व्ही220टी ने पेरोक्साइड शंट पथवे द्वारा उन्नत उत्प्रेरणात्मक सक्रियता एवं सबस्ट्रेट एंट्री चैनल उत्परिवर्तन डब्ल्यु269एफ/1270ए ने सक्रिय पॉकेट में बेहतर सबस्ट्रेट सुलता को दिखाया। वर्तमान कार्यनीति ने दिखाया कि इस कार्य से प्राप्त विश्वसनीय परिणामों एवं जानकारियों को सबस्ट्रेट स्कोप को विस्तृत करने एवं उत्प्रेरणात्मक सक्रियता में उन्नयन के लिए सामान्य एन्जाइमेटिक प्रणाली में लागू किया जा सकता है। (श्यामलवा मजूमदार)

- **साइक्लोप्रोपेनेटिड स्पेशीज का निर्माण कर रही कार्बनिलेशन अभिक्रिया के उत्प्रेरण के लिए लघु आकारित कैविटी में एनकैपसुलेटिड हैम**
मैटलोप्रोटीन्स में उत्प्रेरणात्मक केंद्र पर परिबद्धता प्रभाव की मिमीकिंग, एनकैपसुलेटिंग हैम एवं इसके एनालॉग्स द्वारा पोरस लघुकणों के भिन्न प्रकारों के अंदर की गई है। परिणामकारी ठोस उत्प्रेरक को इसके बाद सक्रियता के लिए ऐसे, स्टाईरीन एवं इथायल डायजोएसटेट की अभिक्रिया पर साइक्लोप्रोपेनेटिड प्रोडक्टों के संश्लेषण में किया गया। परिणामों ने अभिक्रिया की स्टीरियोरसायनिक प्राथमिकताओं को ट्यून करने के लिए क्षमता को भी दिखाया जिसका परिणाम एक प्रोडक्ट के विरुद्ध एक कंफर्मर के बढ़े निर्माण में हुआ। (श्यामलवा मजूमदार)

- **कार्बेनिलेशन अभिक्रिया के लिए पेरोक्सिडेस एवं एनालॉग्स द्वारा विद्युत रसायनिक एवं रसायनिक उत्प्रेरण**
संशोधित इलेक्ट्रोड्स का प्रयोग करके हेमोप्रोटीन्स के प्रत्यक्ष विद्युत रसायनिक रिस्पांसेस का परीक्षण प्रयोगशाला में किया जा रहा है। विद्युत को प्रेरित करने के लिए अनुसंधानकर्ताओं द्वारा कार्बेनिलेशन अभिक्रिया के लिए होसेरेडिश पेरोक्सिडेस की उत्प्रेरणात्मक क्षमता का भी परीक्षण किया जा रहा हैम सक्रिय केंद्र के निकट

एन्जाइम कैविटी से एन्जाइम इलेक्ट्रोड्स द्वारा अभिक्रिया उत्प्रेरण की अभिक्रियात्मकता एवं प्रोडक्ट सिलेक्टिविटी प्रभावित होना अपेक्षित है। (श्यामलवा मजूमदार)

कंप्युटेशनल रसायनशास्त्र एवं जैवभौतिकी

- **जैवअणुओं पर विद्युत क्षेत्रों के प्रभाव का परीक्षण करने के लिए कंप्युटेशनल पद्धतियां**
  टीआईएफआर में रसायनिक विज्ञान विभाग में अनुसंधानकर्ताओं ने कंप्युटेशनल प्रोटोकॉल्स का विकास किया है। इसका उद्देश्य एटोमिस्टिक विवरण में दृढ़ स्थिर विद्युत क्षेत्रों (हंड्रैड मिलियन वोल्ट्स/मीटर के लगभग) के कार्य के अंतर्गत सोल्युशन फेस में जैवअणुओं में संरचनात्मक परिवर्तनों को कैप्चर करना है। जैवअणुओं को सैल मैंब्रेन्स या उदीयमान नैनोबॉयोटैक्नोलॉजिकल अभिविन्यासों में ऐसे दृढ़ विद्युत क्षेत्रों में रखा जाता है। इस प्रक्रिया में अनुसंधानकर्ताओं ने क्रमबद्ध रुप से जैवअणुओं के अंतिम रिस्पांस एवं अनफोल्डिंग पथवेज पर सिमुलेशन पैरामीटरों एवं मॉडलों के प्रभाव का परीक्षण किया। अध्ययन काय से अनुप्रयुक्त क्षेत्र के रिस्पांस में विद्युत क्षेत्र दिशा आश्रित युग्मित घूर्णन एवं प्रोटीन डाइपोल की विस्तारशील गतियों का पता चलता है। प्रोटीन डाइपोल के मैग्निट्यूड को उपयोगी मैट्रिक के रुप में अनेक सिमुलेशन ट्रेजेक्टरीज पर जैवअणुओं में संरचनात्मक परिवर्तनों के अनुसरण के लिए पाया गया। अध्ययन काय से स्पष्ट हुआ कि विद्युत क्षेत्रों द्वारा प्रोटीन में प्रेरित संरचनात्मक परिवर्तन, रिवर्सिबिल हैं। ये तब होता है जब क्षेत्र, प्रोटीन डाइपोल मूमेंट के मैग्निट्यूड के अपनी ओरिजनल वैल्यू से दुगुना होने से पूर्व स्विच ऑफ हो। यह थ्रेशोल्ड विद्युत क्षेत्रों को पाने के लिए उपयोगी है जिसके अंतर्गत प्रोटीनों को स्थिर रुप दिया जा सके। (रविंद्र वेंकटरमणी)

- **हाइड्रोकार्बन-आधारित आण्विक जंक्शन्स में क्वांटम इंटरफेरेंस प्रभाव**
  आण्विक इलेक्ट्रॉनिक्स के क्षेत्र का लक्ष्य एकल कार्बनिक अणुओं का विकास इलेक्ट्रॉनिक सर्किट घटकों के रुप में करना है। ऐसे आण्विक सर्किटों की अद्वितीय क्षमताओं में एक जिसे नैनो-इलेक्ट्रोड जंक्शन्स द्वारा कांटेक्ट किया जा सकता है, क्वांटम इंटरफेरेंस फेनोमेना का प्रयोग करके करेंट्स को मॉड्युलेट करने की क्षमता है। इसके लिए क्षेत्र ने प्रमुख रुप से आण्विक जंक्शन्स का प्रयोग जटिल अणुओं के साथ किया है। इनमें एरोमेटिक रिंग्स होती हैं जिनमें क्वांटम इंटरफेरेंस को रिंग कनेक्टिविटी या इलेक्ट्रोड एंकरिंग प्रकार्यात्मक समूहों के प्लेसमेंट द्वारा नियंत्रित किया जा सकता है। अब टीआईएफआर में अनुसंधानकर्ताओं व आईआईएससी-बैंगलुरु में उनके सहयोगियों ने कंप्युटेशनल अध्ययन काय के आधार पर प्रस्तावित किया है कि सरल हाइड्रोकार्बन चेन्स द्वारा निर्मित आण्विक जंक्शन्स द्वारा भी इलेक्ट्रॉनिक चार्ज फ्लो पथवेज के क्वांटम इंटरफेरेंस को दर्शाया जा सकता है। विशेष रुप से ऐसे जंक्शन द्वारा फीचर्स का निर्माण ऐसे सरल अणुओं के इलेक्ट्रॉनिक ट्रांसमिशन स्पेक्ट्रम में किया जाता है जो हाइड्रोकार्बन चेन की लैंग्थ एवं प्रकार्यात्मक समूहों की प्रकृति के प्रति संवेदनशील हैं (सल्फर/सेलेनियम/नाइट्रोजन परमाणुओं को धारित करने वाले) जो हाइड्रोकार्बन चेन को जंक्शन में गोल्ड इलेक्ट्रोड्स के साथ अटैच करते हैं। अनुसंधानकर्ताओं ने दिखाया कि ट्रांसमिशन स्पेक्ट्रा में ऐसे लक्षणों को अनेक इलेक्ट्रॉनिक फ्लो के मध्य क्वांटम इंटरफेरेंस में ट्रेस किया जा सकता है। यह ऐसी अवस्थाओं द्वारा किया जा सकता है जो टर्मिनल प्रकार्यात्मक समूहों पर लोकलाइज्ड हों (व जो हाइड्रोकार्बन चेन द्वारा युग्मित हों)। इन परिणामों से सरल आण्विक जंक्शन्स के निर्माण व उनके इलेक्ट्रॉनिक गुणधम को नियंत्रित करने के रोचक अवसर मिलते हैं (उदाहरण के लिए टर्मिनल इलेक्ट्रोड एंकरिंग समूहों की मैनिपुलेटिंग द्वारा कंडक्टेंस व थर्मोपॉवर)। (रविंद्र वेंकटरमणी)

जैवभौतिकी

- **नवीन पेप्टाइड-आधारित एंटीबॉयोटिक्स का विकास**
  अनुसंधानकर्ताओं ने खोज की कि जेनोनाभिक सिद्धांत (पिछले वर्ष हमारे द्वारा प्रस्तुत) का प्रयोग प्रोटीन्स में किया जा सकता है जो फोल्डिड हों किंतु जिनमें उनके प्रकार्य के दौरान दीर्घ कंफर्मेशनल परिवर्तन होते हों व जो अपनी सक्रियता को इंहिबिट कर सकें। इसके आगे यदि इसे पैथोजन के प्रोटीन में लागू किया जाता है, तो इससे

पूर्ण रुप से नवीन एंटीबॉयोटिक्स मिल सकते हैं। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा अब इस संकल्पना का अनुसरण ग्राम नैगेटिव बैक्टीरिया के आऊटर मैंब्रेन प्रोटीन का प्रयोग करके किया जा रहा है। इस कार्यनीति ने अत्यंत विश्वसनीय प्रारंभिक परिणामों को दर्शाया है। (सुदीप्ता मैती)

- **अलजाइमर के रोग में प्रमुख आण्विक पैरामीटरों की पहचान**
  अनुसंधानकर्ताओं ने हाल ही में अलजाइमर के संबंधी एमिलाइड बीटा एवं एपीओई प्रोटीनों के मध्य दृढ़ आण्विक-स्तर संबंध को पाया है। एपीओई द्वारा एबीटा ओलिगोमर्स से संलग्न रिपोर्टर डाइ के फ्लूरोसेंस जीवनकाल में परिमाणात्मक परिवर्तन होते हैं। यह परिवर्तन, एबीटा विषाक्तता के साथ दृढ़ रुप से सहसंबंधित प्रतीत होता है। अत: जीवनकाल के परिवर्तन द्वारा एबीटा के विषाक्त सब-स्पेशीज के लिए ऐसे के रुप में कार्य किया जा सकता है जिससे दवा के विकास के लिए प्लेटफॉर्म उपलब्ध होता है। (सुदीप्ता मैती)

- **मैंब्रेन मीडिएटिड न्युरोट्रांसमीटर सिग्नलिंग एवं दवा के साइड-इफैक्ट्स**
  सेरोटिनन जैसे कुछ न्युरोट्रांसमीटर्स, मैंब्रेन सक्रिय हैं व अनुसंधानकर्ताओं ने हाल ही में दिखाया है कि वे मैंब्रेन गुणधम में परिवर्तन लाते हैं व कोशिकीय प्रकार्य को प्रभावित करते हैं। हाल के अनुसंधान के आधार पर परिकल्पना की गई कि सेरोटिन-जैसे सिग्नलिंग अणुओं के अल्प रुप में समझे गए प्रभावों में कुछ की उत्पत्ति इस मैंब्रेन अन्योन्यक्रिया से हो सकती है। अनुसंधानकर्ताओं ने थ्री-फोटोन माइक्रोस्कोपी व स्पेक्ट्रल इमेजिंग को संयुक्त यह दर्शाने के लिए किया कि वैसिकल के एक्जोसाइटोसिस संभाव्यता वास्तव में सेरोटोनिन सांद्रता पर निर्भर होती है। वे अब मैंब्रेन पर उनके काय के लिए सेरोटोनेर्जिक दवाओं की जांच कर रहे हैं। पाया गया कि इन दवा अणुओं के समान प्रभाव, मैंब्रेन पर होते हैं। इससे संकेत मिलता है कि ऑफ-टार्गेट प्रभावों में कुछ की संभवत: उत्पत्ति मैंब्रेन के साथ उनकी अन्योन्यक्रियाओं से होती है। (सुदीप्ता मैती)

भौतिकीय रसायनशास्त्र एवं स्पेक्ट्रोस्कोपी

- **पोलीथियोफीन फिल्मों में साइड-चेन आश्रित पोलारन गतिकी के रमन स्नैपशॉट्स**
  π-कंजुगेटिड पोलिमर्स में फोटोउत्पन्न पोलारन्स, डोनर-एक्सेप्टर इंटरफेसेस पर मुक्त आवेशों के प्रिकर्सर्स हैं। फिल्म मॉर्फोलॉजी एवं पोलारन निर्माण के मध्य संबंध की खोज को कार्बनिक फोटोवोल्टेक यंत्रों में प्रभावी आवेश उत्पत्ति को सुलभ करने के लिए अनुमानित किया जाता है। हालांकि पोलारन्स की अत्यंत द्रुत गतिकी को सिलेक्टिवली ट्रैक करना चुनौतीपूर्ण रहा है व इस तरह आण्विक कोआर्डिनेट्स का मूल्यांकन करना भी चुनौतीपूर्ण रहा है जो फिल्मों में आवेश उत्पत्ति को प्रेरित करते हैं। ब्रॉडबैंड फेम्टोसेकेण्ड ट्रांजिएंट अवशोषण एवं रेसोनेंस-सिलेक्टिव फेम्टोसेकेण्ड स्टिमुलेटिड रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी के जोड़ का प्रयोग करके यहां अनुसंधानकर्ताओं द्वारा पोलारन उत्पत्ति गतिकी का परीक्षण किया जाता है। यह विशेष रुप से परंपरागत क्रिस्टालाइन पोली (3-हेक्सिलथियोफीन) (पी3एचटी) एवं इसके अमार्फस साइड-चेन वैरिएंट पोली (3-(2-इथाइलहेक्सिल)थियोफीन-2,5-डाइल) (पी3ईएचटी) फिल्मों में किया जाता है। ट्रांजिएंट रमन डाटा स्पष्ट रुप से पोलेरोनिक अवस्थाओं के प्रारंभिक डिलोकलाइजेशन के लिए प्रमाण उपलब्ध कराता है। यह $\sim$100 fs में थियोफीन बैकबोन प्लानरिजेशन द्वारा कुछ पीकोसेकेण्ड्स में बाद की मॉर्फोलॉजी-आश्रित कूलिंग गतिकी को कैप्चर करते समय किया जाता है। इस कार्य द्वारा हॉट-चार्जेस की उत्पत्ति में क्रिस्टालाइन मॉर्फोलॉजी के संरचनात्मक महत्व का पता चलता है। इस तरह इस कार्य द्वारा हॉट-कैरियर फोटोवोल्टेक यंत्रों के लिए उच्च प्रभावी कंजुगेटिड पोलिमर फिल्मों की डिजाइनिंग में साइड-चेन इंजीनियरिंग के महत्व पर जोर दिया जाता है। (ज्योतिषमन दासगुप्ता)

फोटोवोलेटिक्स, भौतिकीय रसायनशास्त्र एवं स्पेक्ट्रोस्कोपी

- **सिंगलैट फिशन पदार्थ में समानांतर ट्रिपलैट निर्माण पथवेज**
  कार्बनिक सिंगलैट फिशन पदाथ के उपयोग द्वारा उच्च यील्ड्स में दीर्घ-कालीन स्वतंत्र ट्रिपलैट्स की हार्वेस्टिंग, फोटोवोल्टेक दक्षताओं की क्षमताओं में वृद्धि के लिए मील का पत्थर हो सकती है। हालांकि पोलिएसीन्स को

छोड़कर (जो सिंगलैट फिशन क्षेत्र में सर्वाधिक अध्ययन की जाने वाली प्रणालियां हैं), स्पिन-एन्टेन्गल्ड सहसंबंधित ट्रिपलैट युग्म व सिंगलैट फिशन द्वारा जनित स्वतंत्र ट्रिपलैट्स, अपेक्षाकृत अल्प अभिलक्षणित हैं। हैमिल्टन-रिसैप्टर-सब्सिट्युटिड डिकेटोपाइरोलोपाइरोल डिराइवेटिव्स को धारण करने वाली सुप्राआण्विक एग्रिगेट थिन फिल्मों में ट्रांजिएंट अवशोषण व फोटोल्युमिनेसेंस के प्रयोग द्वारा अनुसंधानकर्ताओं द्वारा दिखाया जाता है कि फोटोएक्साइटेशन द्वारा निम्न फ्रैंकेल एक्साइटन अवस्था से स्पिन-0 सहसंबंधित ट्रिपलैट युग्म 1(टीटी) के निर्माण को जन्म दिया जाता है। 1(टीटी) के अस्तित्व को फेंट हर्जबर्ग-टैलर उत्सर्जन द्वारा सिद्ध किया जाता है जिसे नियर-इंफ्रारैड में आर्टिफैक्ट-फ्री ट्रिपलैट-अवस्था फोटोप्रेरित अवशोषण के साथ सहसंबंधित एवं वाइब्रोनिक युग्मन द्वारा सुगम किया जाता है। आश्चर्यजनक रुप से ट्रांजिएंट इलेक्ट्रॉन पैराचुंबकीय रेसोनेंस द्वारा स्पष्ट होता है कि दीर्घ-कालीन ट्रिपलैट्स का निर्माण, प्रतिस्पर्धा में दो पथवेज के साथ 1 (टीटी) वियोजन के बजाय क्लासिकल इंटरसिस्टम क्रॉसिंग द्वारा होता है। इसके अलावा समान ऊर्जाओं के साथ जे-जैसी व एच-जैसी थिन फिल्मों में ट्रिपलैट-निर्माण गतिकी की तुलना से स्पष्ट होता है कि स्पिन-आर्बिट युग्मन मीडिएटिड इंटरसिस्टम क्रॉसिंग दोनों में होता है। हालांकि 1 (टीटी) का निर्माण सिर्फ जे-जैसी फिल्म में होता है। इससे सिंगलैट फिशन गतिकी पर अंत:आण्विक युग्मन ज्यामिति के विशाल प्रभाव का पता चलता है। (ज्योतिषमन दासगुप्ता)

- **उच्च कंटार्टिड पुश-पुल नैफथैलेनेडिमाइड डाइमर व अंत:आण्विक सिंगलैट एक्साइटन फिशन का प्रमाण**
  सिंगलैट फिशन, ऐसी प्रक्रिया है जिसके द्वारा दो आण्विक ट्रिपलैट एक्साइटन्स की उत्पत्ति, एक फोटोन के अवशोषण के बाद होती है। सिंगलैट फिशन को सुगम करने वाले अणुओं में ट्रिपलैट अवस्था की ऊर्जा, ब्राइट सिंगलैट अवस्था ऊर्जा की कम से कम आधी होती है। इन कठोर ऊर्जा मापदंडों ने रसायन शास्त्रियों को नए आण्विक एवं सुप्राआण्विक डिजायन सिद्धांतों के निर्माण की चुनौती दी है ताकि सिंगलैट-ट्रिपलैट ऊर्जा गैप को मॉड्युलेट किया जा सके एवं कार्बनिक क्रोमोफोर्स की दीर्घ श्रृंखला से सिंगलैट फिशन प्रणालियों का निर्माण किया जा सके। यहां अनुसंधानकर्ताओं द्वारा पहली बार अंत:आण्विक सिंगलैट फिशन को रिपोर्ट, सेमिनल नैपथेलेनेडिमाइड (एनडीआई) स्कैफफोल्ड में किया जाता है (जो पुश-पुल साइक्लोफेन आर्किटेक्चर में कंस्ट्रेन्ड है), जबकि पृथक रुप से एनडीआई क्रोमोफोर्स द्वारा ऊर्जा मापदंड को पूरा नहीं किया जाता है। इस उच्च कंटार्टिड पुश-पुल साइक्लोफेन का चुनौतीपूर्ण संश्लेषण, प्रिआर्गेनाइज्ड प्रिंसर-जैसे प्रिकर्सर से संभव है। विशेष आर्किटेक्चर द्वारा लघुतम को-फेसिअल एनडीआई...एनडीआई संपर्को (3.084 ए) को स्थापित किया जाता है जिसे वर्तमान तिथि तक साकार किया गया है। ब्रॉडबैंड फैम्टोसेकेण्ड ट्रांजिएंट अवशोषण का प्रयोग करके पाया गया कि सहसंबंधित टी-टी युग्म का निर्माण शीघ्रता से फोटोएक्साइटेशन के 380 fs के अंदर होता है। अवस्था-औसत सीएएसएससीएफ (एनई, एमओ)/एक्सएमसीक्यूडीपीटी2 के स्तर पर विद्युत संरचना गणनाओं द्वारा बहु-एक्साइटोनिक टी-टी युग्म अवस्था के अस्तित्व को सपोर्ट किया जाता है जिससे एनडीआई स्कैफफोल्ड में सिंगलैट एक्साइटन फिशन के प्रथम उदाहरण की पुष्टि होती है। (ज्योतिषमन दासगुप्ता)

भौतिकीय रसायनशास्त्र, इलेक्ट्रॉन स्थानांतरण एवं स्पेक्ट्रोस्कोपी

- **लांग-रेंज चार्ज डिलोकलाइजेशन द्वारा अजुरिन में Cu^{2+} - अत्यंत तीव्र लिगैंड-टू-धातु आवेश स्थानांतरण गतिकी को मीडिएट किया जाना**
  मैटलोप्रोटीन अजुरिन में नीले रंग को परंपरागत रुप से 628 एनएम पर केंद्रित तीव्र सिस्टीन-टू- Cu^{2+} लिगैंड-से-धातु आवेश स्थानांतरण ट्रांजिशन के कारण उत्पन्न माना गया है। हालांकि Cu^{2+} सक्रिय साइट के रेसोनेंस रमन मापनों ने संकेत किया है कि एलएमसीटी ट्रांजिशन विद्युत रुप से प्रोटीन स्कैफफोल्ड के साथ युग्मित होता है जो इसके प्रमुख धातु-लिगैंड कोआर्डिनेशन शैल के परे है। इस इलेक्ट्रॉनिक युग्मन के संरचनात्मक विस्तार एवं प्रोटीन-मीडिएटिड आवेश स्थानांतरण गतिकी के विजुआलाइजेशन को अभी तक समझा नहीं गया है। यहां फैम्टोसेकेण्ड ब्रॉडबैंड ट्रांजिएंट अवशोषण एवं इंपल्सिव रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी का प्रयोग करके अनुसंधानकर्ताओं द्वारा तीव्र रिलैक्सेशन के लिए प्रत्यक्ष प्रमाण को उपलब्ध कराया जाता है। यह दो भिन्न आवेश स्थानांतरण

अवस्थाओं के मध्य होता है जिनमें भिन्न स्पेटिअल डिलोकलाइजेशन ~300 fs के अंदर है। इसके बाद आवेश का रिकांबिनेशन, सबपीकोसेकेण्ड समय पैमानों में होता है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा प्रोटीन-केंद्रित रेडिकल केशन का निर्माण, संभवत: टीआरपी48 या पीएचई रेसिड्यु 100 एफएस के अंदर किया जाता है। इससे परंपरागत कॉपर सक्रिय साइट के परे पहली बार दीर्घ-रेंज विद्युत युग्मन प्रमाणित होता है। एक्साइटिड सीटी अवस्था के रमन स्पेक्ट्रा द्वारा प्रोटीन-केंद्रित वाइब्रेशंस की उपस्थिति को वाइब्रेशनल मोड्स के साथ दिखाया जाता है जिन्हें कॉपर सक्रिय साइट को असाइन किया गया है। परिणामों द्वारा प्रारंभिक पॉप्युलेटिड सीटी अवस्था के विशाल डिलोकलाइजेशन लैंग्थ स्केल को प्रदर्शित किया जाता है। इससे ऊर्जा रुपांतरण तकनीकों के लिए अजुरिन फोटोरसायनशास्त्र के उपयोग की संभावना उजागर होती है। (ज्योतिषमन दासगुप्ता)

होस्ट-गैस्ट रसायनशास्त्र, भौतिकीय रसायनशास्त्र एवं स्पेक्ट्रोस्कोपी

- **वॉटर-सोल्युबिल नैनोकेज के अंदर स्वत: उत्पन्न टीटीएफ रेडिकल केशन की उत्तेजित अवस्था गतिकी**
  सुप्राआण्विक कैविटीज का परंपरागत रुप से प्रयोग अभिक्रियात्मक रेडॉक्स इंटरमीडिएट्स को स्थिर करने के लिए किया गया है। हाल ही में अनेक नई फोटोरेडॉक्स उत्प्रेरणात्मक कार्यनीतियों की सफलता से (जो सुप्राआण्विक केजेस का प्रयोग करती हैं) कंफाइन्ड स्पेसेस के अंदर विविध अभिक्रियात्मक इंटरमीडिएट्स की फोटोजेनरेशन कार्यनीतियों की मांग बढ़ रही है। इससे एन्जाइम-जैसा उत्प्रेरण, वास्तविक समय में हो सकेगा। यहां रेडॉक्स-सक्रिय टीटीएफ रेडिकल केशन की एक्साइटिड अवस्था गतिकी व कंफाइन्ड सुप्राआण्विक गतिकी के अंदर इसके संगत डाइमथिल-डिराइवेटिव डीआईएमईटीटीएफ को रिपोर्ट किया जाता है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा रेडिकल केशन को तैयार, वॉटर-सोल्युबिल नैनोकेज Pd6L412+ के अंदर इंकार्सेरेशन पर न्युट्रल टीटीएफ के स्वत: ऑक्सिडेशन द्वारा किया जाता है। इसके बाद उनके द्वारा इसका अभिलक्षणन रेसोनेंस रमन एवं इलेक्ट्रॉन पैराचुंबकीय रेसोनेंस स्पेक्ट्रोस्कोपी के जोड़ द्वारा किया जाता है। ब्रॉडबैंड ट्रांजिएंट अवशोषण स्पेक्ट्रोस्कोपी का प्रयोग करके प्रदर्शित किया गया कि कंफाइन्ड नेटिव टीटीई रेडिकल केशन एवं इसके डाइमथिल डिराइवेटिव, फोटोएक्साइटेशन होने पर शीघ्रता से डि-एक्साइट, हॉट ग्राउंड अवस्था के निर्माण के लिए होते हैं। इससे TTF+2 डिकेशन के प्रति आगे ऑक्सिडेशन की इंहिबिटिंग होती है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा परिणामों की चर्चा रेडिकल केशन पोटेंशल्स की एक्साइटिड अवस्था क्रॉसिंग्स व स्थिर डिकेशन की उत्पत्ति हेतु केज एनर्जेटिक्स के संशोधन के संदर्भ में की जाती है। इस कार्य के महत्वपूर्ण उपयोग फोटोसक्रियित उत्प्रेरण के लिए ऐसे रेडिकल केशंस के उपयोग के लिए हैं। (ज्योतिषमन दासगुप्ता)

फोटोरसायनशास्त्र, भौतिकीय रसायनशास्त्र एवं स्पेक्ट्रोस्कोपी

- **टोर्शनली विच्छेदित सममिति द्वारा विद्युत भूमि अवस्था में जैवमिमेटिक आवेश-युग्मित नाभिकीय गतियों के अवरक्त एक्साइटेशंस की सहायता करना**
  अणुओं में अभिक्रियात्मक नाभिकीय एवं विद्युत गतियों के मध्य कंसर्टिड इंटरप्ले से रसायनशास्त्र को गति मिलती है। यहां अनुसंधानकर्ताओं द्वारा प्रदर्शित किया जाता है कि विद्युत भूमि अवस्था में आऊट-ऑफ-प्लेन टोर्शनल विरुपण एवं स्ट्रैचिंग मोशंस के वाइब्रेशनल एक्साइटेशन द्वारा सोल्युशन में डोनर-ब्रिज-एक्सेप्टर अणु में आवेश-सघनता वितरण को मॉड्युलेट किया जाता है। वाइब्रेशनली-प्रेरित परिवर्तन (मध्यम-अवरक्त पंप एवं दृश्यवान प्रॉब के साथ ट्रांजिएंट अवशोषण स्पेक्ट्रोस्कोपी द्वारा विजुआलाइज्ड) को यांत्रिकीय रुप से रिजॉल्व, एब इनिशियो आण्विक गतिकी सिमुलेशंस द्वारा किया जाता है। पोटेंशल ऊर्जा लैंडस्केप की मैपिंग द्वारा निरीक्षित आवेश-युग्मित कोहेरेंट नाभिकीय गतियों को डबल-बॉन्ड आइसोमेराइजेशन चैनल के प्रारंभिक सैगमेंट की पॉप्युलेशन को एट्रिब्यूट किया जाता है जिसे जैविक अणुओं में भी देखा गया है। परिणामों द्वारा प्रि-ट्विस्टिड आण्विक ज्यामितियों की केंद्रीय भूमिका का वर्णन किया जाता है। यह वाइब्रेशनल ऊर्जा के तापीय पुनर्वितरण के पूर्व विशिष्ट आण्विक मोड्स में स्थानांतरण में वृद्धि से संबंधित है। इससे पोटेंशली नये अवरक्त-मीडिएटिड

रसायनशास्त्र को प्राप्त करने की दिशा में संश्लेषणात्मक कार्यनीतियों के लिए खोज को प्रेरणा मिलती है। (ज्योतिषमन दासगुप्ता)

क्वांटम रसायनशास्त्र

- **कोर-होल रेफरेंस अवस्थाओं व एंपाइरिकल पैरामीटरों के बिना द्वितीय-एवं तृतीय-अवधि के एलिमेंट्स के गैर रैसोनेंट एक्स-रे उत्सर्जन की मॉडलिंग**
  ब्राइट एक्स-रे स्रोतों के आगमन से अणुओं एवं पदाथ की विद्युत संरचनाओं के परीक्षण का नया मार्ग प्रशस्त हुआ है। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने सैद्धांतिक क्रियाविधि का विकास किया है। यह द्वितीय एवं तृतीय अवधि एलिमेंट्स को धारित करने वाले अणुओं के एक्स-रे उत्सर्जन गुणधम को मॉडल करती है। यह पद्धति एंपाइरिकल शिफ्टों एवं कोर-होल रेफरेंस अवस्थाओं के किसी भी प्रयोग से परहेज करते हुए एक्स-रे उत्सर्जन प्रक्रिया का वर्णन करने के लिए करेक्शन भौतिकी को शामिल करती है। परिणामस्वरुप इस पद्धति को अवधि टेबल की द्वितीय एवं तृतीय कतारों में आण्विक स्पेशीज के उच्च रुप से यथार्थ उत्सर्जी गुणधम को सिमुलेट करते दिखाया गया। अनुसंधानकर्ताओं ने निम्न लागत के कार्यान्वयन को भी उपलब्ध कराया जो बड़ी आण्विक प्रणालियों के सीधे सिमुलेशन को सुगम करेगा। (वामसी के. वूरा)

आण्विक जैवभौतिकी

- **यूबिक्विटिन-परिवार के प्रोटीनों की स्थिरता पर क्राउडिंग-प्रेरित प्रभाव**
  हाल के वष में अनेक अध्ययन काय ने प्रोटीनों में द्रव्य-द्रव्य चरण पृथक्करण (एलएलपीएस) की अवधारणा का परीक्षण किया है। एलएलपीएस को अंतर्निहित अक्रमित प्रोटीन्स (IDPs) में या अंतर्निहित रुप से अक्रमित क्षेत्रों के साथ (IDRs) प्रोटीन्स में सूचित किया जाता है जो सुवर्णित तीन-आयामी संरचना-हीन हैं। हालांकि IDRs हीन फोल्डिड प्रोटीनों में LLPS का होना व्यापक रुप से ज्ञात नहीं है। सामान्यत: माना जाता है कि फोल्डिड प्रोटीनों की कांपेक्ट संरचना एवं सीमित फ्लेक्सिबिलिटी, उनकी दुर्बल एवं गतिक अन्योन्यक्रियाओं को स्थापित करने की क्षमता में बाधक है जो कि LLPS के लिए महत्वपूर्ण है। प्रचलित धारणा के विपरीत अनुसंधानकर्ताओं द्वारा फिजियोलॉजिकल पीएच एवं कमरे के तापमान पर क्राउडिड स्थितियों के अंतर्गत ग्लोब्युलर प्रोटीन, सूमो1 के शीघ्र चरण पृथक्करण के प्रत्यक्ष प्रमाण को प्रस्तुत किया जाता है। द्रव्य ड्रॉपलैट्स में प्रोटीन अणुओं में समय के साथ कंफर्मेशनल परिवर्तन होते हैं जिन्हें अंतर्निहित ट्रिप्टोफन फ्लूरोसेंस द्वारा मॉनिटर किया जाता है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा द्रव्य से ठोस अवस्था में सूमो1 ड्रॉपलैट्स के चरण ट्रांजिशन का प्रदर्शन भी मैच्युरेशन के साथ किया जाता है जिससे अंतत: एग्रेगेशन होता है। सूमो1 एग्रेगेट्स में बीटा-शीट संरचना की महत्वपूर्ण मात्रा होती है किंतु इनकी अमार्फस मॉर्फोलॉजी होती है जिनकी जांच अनेक स्पेक्ट्रोस्कोपिक तकनीकों (थियोफ्लेविन टी फ्लूरोसेंस, रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी, एवं टीईएम) द्वारा की जाती है। इन निष्कष से सूमो 1 प्रोटीन के व्यवहार के विषय में जानकारियां, क्राडडिड एनवायरनमेंट में मिलती हैं। वास्तव में अंतर्निहित क्रियातंत्र को अभी तक भली-भांति समझा नहीं गया है व यह IDPs से भिन्न हो सकता है। इसके अलावा सूमो1 प्रोटीन को IDPs की इंक्लुजन बॉडीज में सहस्थानीयकृत होने के लिए जाना जाता है व इस तरह सूमो1 के एलएलपीएस के महत्वपूर्ण जैविक उपयोग न्युरोडिजेनरेटिव रोगों में हो सकते हैं। अनुसंधानकर्ताओं ने सूमो1 के गुणधम की तुलना इसके होमोलॉग्स, यूबिक्विटिन व सूमो2 के साथ की है। इन प्रोटीनों पर क्राउडिंग के रेसिड्यु स्तर के प्रभावों का परीक्षण एनएमआर के प्रयोग द्वारा किया जा रहा है। (ए.एस.आर कोटी)

- **अजुरिन की धातु-बद्धता एवं सर्कुलर पर्मुटेशन आश्रित तापीयगतिक व काइनेटिक स्थिरता**
  नेटिव टोपोलॉजी को प्रोटीनों की फोल्डिंग काइनेटिक्स एवं ऊर्जा लैंडस्केप को निर्धारित करने के लिए जाना जाता है। इसके अलावा प्रोटीनों की सर्कुलर पर्मुटेशन (सीपी) द्वारा द्वितीयक संरचना कनेक्टिविटी के क्रम को परिवर्तित किया जाता है। यह तीन-आयामी संरचना को रखते हुए किया जाता है जिससे यह नेटिव टोपोलॉजी को परिवर्तित करने की उत्कृष्ट एवं शक्तिशाली क्रियाविधि बनती है। पूर्व के अध्ययन काय ने भिन्न फोल्डों के

साथ प्रोटीनों में सीपी के प्रभाव की व्याख्या की। इनमें ग्रीक की β-बैरल, β-सैंडविच, β-α-β, एवं आल α-ग्रीक की शामिल हैं। सीपी द्वारा मुख्यत: प्रोटीन की स्थिरता व अनफोल्डिंग काइनेटिक्स को प्रभावित किया जाता है जबकि काइनेटिक्स की फोल्डिंग प्राय: अपरिवर्तित रहती है। हालांकि मैटलोप्रोटीन्स पर सीपी के प्रभाव का अभी तक व्यापक रुप से अध्ययन नहीं किया गया है। मैटलोप्रोटीन्स की सक्रिय साइट द्वारा अतिरिक्त जटिलता को प्रोटीन फोल्डिंग के अध्ययन में प्रस्तुत किया जाता है। यहां अनुसंधानकर्ताओं द्वारा दोनों धातु-स्वतंत्र एवं धातु-बद्ध (होलो) रुपों में अजुरिन के सीपी वैरिएंट (cpN42) का परीक्षण किया जाता है। अन्य प्रोटीनों में पूर्व में निरीक्षित के अनुसार वाइल्ड टाइप (डब्ल्युटी) एवं cpN42 के एपीओ-रुपों की फोल्डिंग समान रेट्स के साथ होती है। इसके विपरीत जिंक-बद्धता द्वारा डब्ल्युटी की फोल्डिंग को त्वरित किया जाता है किंतु cpN42 की फोल्डिंग को कम किया जाता है। जिंक-बद्धता पर डब्ल्युटी की स्वैच्छिक फोल्डिंग दर में 250 गुना वृद्धि, cpN42 की तुलना में होती है जो कि अद्वितीय है व अभी तक किसी सीपी के लिए उच्चतम है। दूसरी ओर जिंक-बद्धता द्वारा cpN42 की स्वैच्छिक अनफोल्डिंग दर में ~100 गुना कमी की जाती है जिससे डब्ल्युटी एवं सीपी अजुरिन्स समान दरों पर अनफोल्ड होते हैं। इस अध्ययन द्वारा धातु बद्धता का प्रदर्शन CPs की अनफोल्डिंग एवं फोल्डिंग दरों को मॉड्युलेट करने के लिए नवीन रुप में किया जाता है (उनके डब्ल्युटी काउंटरपार्ट्स की तुलना में)। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा आशा की जाती है कि इस अध्ययन से मैटलोप्रोटीनों के फोल्डिंग क्रियातंत्र एवं ऊर्जा लैंडस्केप पर सीपी के प्रभाव की जानकारी में वृद्धि होगी। (ए.एस.आर. कोटी)

- **पाइरोगालोल, कोरिलैगिन एवं चेबुलेजिक अम्ल द्वारा प्रोटीन के फिब्रिलिजेशन को इंहिबिट करने के लिए अल्फा-साइन्युक्लीन के "फजी कोट" को लक्ष्यित करना**

  केंद्रीय नर्वस प्रणाली में इंसोल्युबिल फिब्रिलर एग्रेगेट्स के रुप में अंतर्निहित अक्रमित प्रोटीन अल्फा-साईन्युक्लीन (αSyn) के संचय को विभिन्न न्युरोडिजेनरेटिव अक्रमों से लिंक किया जाता है। इनमें पार्किंसन का रोग, लेवी वॉडी डिमेंशिया, व अनेक प्रणाली एट्रॉफी शामिल हैं। यहां दिखाया गया कि भिन्न संख्या की कैटेकोल रिंग्स को धारित करने वाले पाइरोगालोल, कोरिलैगिन व चेबुलेजिक अम्ल, यौगिक, αSyn फिब्रिलिजेशन के विस्तार को विलंबित करने व कम करने के लिए स्वतंत्र रुप से सक्षम हैं। इनहिबिशन की दक्षता को कैटेकोल रिंग्स की संख्या के साथ सहसंबंधित होते पाया गया। इसके अलावा एनएमआर अध्ययन काय से स्पष्ट होता है कि इन यौगिकों की अन्योन्यक्रिया αSyn के एन-टर्मिनल क्षेत्र के साथ होती है जो कि प्रोटीन के फिब्रिलर रुप में भी असंरचित है व इसे फिब्रिल्स के "फजी कोट" के रुप में जाना जाता है। इस तरह कोरिलैगिन व चेबुलेजिक अम्ल द्वारा αSyn के फजी कोट को लक्ष्यित किया जाता है न कि एमिलाइड कोर को जो प्रोटीन फिब्रिलिजेशन के इंहिबिशन के लिए सामान्य लक्ष्य है। परिणामों से संकेत मिलता है कि एन-टर्मिनस द्वारा भी αSyn के फिब्रिलिजेशन में मुख्य भूमिका निभाई जाती है। (ए.एस. आर. कोटी)

- **नेटिव साल्ट ब्रिजेस, यूबिक्विटिन की यांत्रिकीय स्थिरता के प्रमुख रेग्युलेटर हैं**

  हालांकि ज्ञात है कि विभिन्न अंत:आण्विक अन्योन्यक्रियाओं द्वारा प्रोटीन यांत्रिकीय स्थिरता को निर्धारित किया जाता है, तथापि प्रोटीन यांत्रिकीय स्थिरता के प्रमुख रेग्युलेटर्स की विस्तृत आण्विक-स्तर जानकारी का अभी भी अभाव है। यहां अनुसंधानकर्ताओं द्वारा यूबिक्विटिन में साल्ट ब्रिजेस के लिए प्रमाण प्रस्तुत किया जाता है। यह महत्वपूर्ण अंत:आण्विक अन्योन्यक्रियाओं के रुप में है जो प्रोटीन यांत्रिकीय स्थिरता को प्रभावित कर सकती है। यूबिक्विटिन के दो साल्ट ब्रिजेस हैं : एक अपेक्षाकृत सतह एक्सपोज्ड (SB1:K11-E34) व दूसरा अपेक्षाकृत बरीड (SB2: K27-D52)। यूबिक्विटिन, रिवर्सिबिल पोस्ट-ट्रांसलेशनल मोडिफायर है व यांत्रिकीय रुप से स्थिर है (F^u_{avg}=185 pN)। एसबी1 के विच्छेदन पर यूबिक्विटिन की यांत्रिकीय स्थिरता में अल्प वृद्धि होती है (F^u_{avg}=193 pN)। इसके विपरीत एसबी2 (F^u_{avg}=158 pN) के विच्छेदन पर यांत्रिकीय स्थिरता में महत्वपूर्ण रुप से कमी आती है। इन परिणामों से पता चलता है कि एसबी1 एवं एसबी2, यूबिक्विटिन की यांत्रिकीय स्थिरता के रेग्युलेटर्स हैं। दिलचस्प रुप से यांत्रिकीय स्थिरता में आगे गिरावट (F^u_{avg}=145 pN), डबल साल्ट ब्रिज (डीबी) नल वैरिएंट के लिए होती है। मोंटे कार्लो सिमुलेशंस द्वारा व्याख्या की जाती है कि मुख्य रेग्युलेटिंग

कारक, स्वैच्छिक अनफोल्डिंग रेट कंस्टेंट (k^0_u) है जो डीबी नल वैरिएंट के लिए उच्चतम है। इसके बाद एसबी2 नल वैरिएंट आता है व यह एसबी1 नल वैरिएंट के लिए अपरिवर्तित रहता है। जबकि नेटिव से ट्रांजिशन अवस्था दूरी (x_u) अपरिवर्तित रहती है। इस अध्ययन द्वारा यांत्रिकीय जानकारी उपलब्ध कराई जाती है कि कैसे दो नेटिव साल्ट ब्रिजेस द्वारा स्वतंत्र रुप से यांत्रिकीय स्थिरता को नियमित, प्रोटीन में किया जा सकता है जिसके भविष्य में प्रोटीन-आधारित रोबस्ट जैवपदाथ की डिजायनिंग में इंप्लिकेशंस हैं। (ए.एस.आर. कोटी)

- **नॉनइक्विलिब्रियम एकल-अणु पुलिंग प्रयोगों से सुमो1 के लिए मुक्त ऊर्जा प्रोफाइल का पुन:निर्माण**
  मुक्त ऊर्जा प्रोफाइलें, प्रोटीन फोल्डिंग एवं प्रकार्य के अध्ययन में अत्यंत महत्वपूर्ण हैं। इस अध्ययन में सुमो1 प्रोटीन की मुक्त ऊर्जा प्रोफाइल का प्रत्यक्ष पुन:निर्माण किया जाता है। यह परमाणु बल माइक्रोस्कोप (एएफएम) आधारित एकल-अणु बल स्पेक्ट्रोस्कोपी (एसएमएफएस) प्रयोगों से जार्जिंस्की तुल्यता के विस्तार का प्रयोग करके किया जाता है। सुमो1, यूबिक्विटिन-जैसा पोस्टट्रांसलेशनल मोडिफायर प्रोटीन है। इसमें β क्लैंप मोटिफ की विद्यमानता इसकी संरचना में है जो इसे यांत्रिकीय स्थिरता प्रदान करती है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा जार्जिंस्की तुल्यता का प्रयोग किया जाता है। यह रिपीटेड नॉनइक्विलिब्रियम एकल-अणु पुलिंग प्रयोगों से इक्विलिब्रियम मुक्त ऊर्जा प्रोफाइल को प्राप्त करने के लिए किया जाता है। वास्तव में जार्जिंस्की तुल्यता द्वारा निर्धारित मुक्त ऊर्जा वैल्यूज, सभी विस्तारों पर सामान्य कार्य औसत की तुलना में कम हैं। दो वेगों (100 एवं 400 एनएम/एस) के लिए निर्मित मुक्त ऊर्जा प्रोफाइलों द्वारा एक दूसरे को ओवरलैप किया जाता है। अनफोल्डिंग मुक्त ऊर्जा बैरियर को ~7.5 kcal/mol पर अनुमानित किया जाता है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा प्रत्याशित किया जाता है कि जार्जिंस्की तुल्यता को अन्य यूबिक्विटिन-जैसे प्रोटीनों में समान रुप में लागू किया जा सकता है। यह मुक्त ऊर्जा प्रोफाइल में उनके अंतरों को एक्सट्रैक्ट करने के लिए किया जा सकता है। इस तरह मुक्त ऊर्जा लैंडस्केप पर संरचनात्मक रुप से होमोलॉगस प्रोटीनों की अनुक्रम विविधता के प्रभाव का अध्ययन किया जा सकता है। (ए.एस.आर. कोटी)

संघनित पदार्थ भौतिकी एवं सामग्री विज्ञान विभाग

- **PtAl एकल क्रिस्टल में काइरल फर्मिऑन्स**
  क्रिस्टालाइन सममितियों व बैंड टोपोलॉजी के मध्य इंटरप्ले द्वारा महत्वपूर्ण भूमिका का निर्वाह टोपोलॉजिकल पदाथ में किया जाता है। उच्च ऊर्जा भौतिकी में मूलभूत कणों के रुप में पूर्वानुमानित डाइरेक एवं वेल फर्मिऑन्स को टोपोलॉजिकल क्वांटम पदाथ में निम्न ऊर्जा एक्साइटेशंस में विद्यमान होने के संबंध में सूचित किया गया है। टाइम रिवर्सल या इनवर्शन सममिति में विच्छेदित होकर चार गुना डिजेनरेट डाइरेक नोड की स्पिटिंग दो विरोधी आवेशित वेल प्वाइंट्स में होती है। RhSi, PdGa एवं PtAl जैसे गैरसममित स्पेस समूह पी213 के साथ क्युबिक क्रिस्टल संरचना में किस्टालाइज होने वाले यौगिकों द्वारा गैर-सिंमॉर्फिक सममिति संरक्षित मल्टीफोल्ड फर्मिऑन्स को दर्शाया जाता है। यह उच्च सममिति बिंदुओं पर अपरंपरागत निम्न ऊर्जा एक्साइटेशंस के साथ दर्शाया जाता है जिन्हें एसआईपीएन 3/2 रैरिटा_ Schwinger फर्मिऑन्स कहा जाता है। अनुसंधानकर्ताओं ने PtAl के एकल क्रिस्टल को सफलतापूर्वक विकसित किया व प्रयोगात्मक एवं सैद्धांतिक परिप्रेक्ष्यों से इस काइरल यौगिक के टोपोलॉजिकल क्वांटम गुणधम का परीक्षण किया। कोणीय निर्भर डे-हास वैन अल्फेन ओसिलेशन प्रयोग को जापान के टोहुकू विश्वविद्यालय के पदार्थ अनुसंधान संस्थान में किया गया। विस्तृत फर्मी सतह अध्ययन काय को भी किया गया। (ए. थमीजावेल)

- **CoSi एकल क्रिस्टल के फर्मी सतह गुणधर्म**
  विभिन्न अर्धधात्विक व टोपोलॉजिकल पदाथ पर अध्ययन काय को जारी रखते हुए अनुसंधानकर्ताओं ने CoSi के एकल क्रिस्टल को विकसित किया व इसके विषमदैशिक मैगनेटोट्रांसपोर्ट एवं फर्मी सतह गुणधम का अध्ययन किया। इस यौगिक का क्रिस्टालाइजेशन क्युबिक बी20-प्रकार क्रिस्टल संरचना में होता है व इसने ट्रांसपोर्ट गुणधम के अध्ययन के लिए नई दिलचस्पी जागृत की है जिसका कारण यह है कि यह नए फर्मियोनिक

एक्साइटेशंस को होस्ट करता है। पूर्व अध्ययन काय को एकल क्रिस्टल पर किया गया था जिसे फ्लक्स के रुप में तृतीय एलिमेंट टे का प्रयोग करके विकसित किया गया था। हालांकि अनुसंधानकर्ताओं ने इस यौगिक की संगत मेल्टिंग प्रकृति का लाभ लिया एवं टेट्रा-आर्क फर्नेस में जोक्राल्स्की पद्धति का प्रयोग करके एकल क्रिस्टल को विकसित किया। उच्च गुणवत्ता क्रिस्टल का विकास किया गया जिसने विशाल चुंबकीय प्रतिरोध को दर्शाया। क्वांटम ओसिलेशंस का निरीक्षण दोनों प्रतिरोधकता एवं चुंबकत्व मापनों में 2 K पर व 14 T तक के क्षेत्रों में किया गया। क्वांटम ओसिलेशंस का निरीक्षण हाल डाटा में भी किया गया जिससे एकल क्रिस्टल की अच्छी गुणवत्ता का संकेत मिला। (ए.थमीजावेल)

- **$Ce_2Re_3Si_5$ में वेलेंस फ्लक्चुएशन व $Pr_2Re_3Si_5$ में चुंबकीय क्रमण**
  सीई-आधारित यौगिक दिलचस्प हैं जिसका कारण फर्मी ऊर्जा के निकट 4*f*-स्तर की निकटता है। इसका प्राय: परिणाम हाइब्रिडाइजेशन में कंडक्शन इलेक्ट्रॉन्स के अनेक रोचक भौतिकीय गुणधम की ओर अग्रसर होने के साथ निकलता है। इनमें वेलेंस फ्लक्चुएशन, कोंडो प्रभाव व चुंबकीय क्रमण शामिल हैं। पीआर-आधारित यौगिकों में क्रिस्टल विद्युत क्षेत्र प्रभाव द्वारा महत्वपूर्ण भूमिका का निर्वाह किया जाता है। सिंगलैट अवस्था का प्राय: निरीक्षण पीआर आधारित यौगिकों में किया जाता है जिसका परिणाम गैर-चुंबकीय भूमि अवस्था में निकलता है। अनुसंधानकर्ताओं ने जोक्रास्ल्की पद्धति द्वारा $Ce_2Re_3Si_5$ एवं $Pr_2Re_3Si_5$ के एकल क्रिस्टल को विकसित किया है व इसकी क्रिस्टल संरचना व विषमदैशिक भौतिकीय गुणधम का परीक्षण किया है। अध्ययन काय से अनुसंधानकर्ताओं ने स्थापित किया है कि Ce, गैर-चुंबकीय वेलेंस फ्लक्चुएटिंग अवस्था में है जबकि चुंबकीय क्रमण का निरीक्षण $Pr_2Re_3Si_5$ में किया जाता है। विस्तृत क्रिस्टल विद्युत क्षेत्र विश्लेषण को पीआर-यौगिक पर किया गया। (ए. थमीजावेल)

- **$ScAu_2Al$ में अतिचालकता**
  $ScAu_2Al$ का क्रिस्टालाइजेशन, क्युबिक L_{21} प्रकार ह्युसलर संरचना में स्पेस समूह एफएम-3एम के साथ होता है। अनुसंधानकर्ताओं ने इस यौगिक के पोलिक्रिस्टालाइन सैंपल को आर्क मेल्टिंग व अनीलिंग द्वारा तैयार किया। इस यौगिक की एकल चरण प्रकृति की पॉवडर एक्स-रे डिफ्रैक्शन व कंपोजिशनल विश्लेषण से होती है जिसके लिए एक्स-रे द्वारा ऊर्जा डिसपर्सिव विश्लेषण (ईडीएएक्स) का प्रयोग किया जाताा है। शून्य क्षेत्र प्रतिरोधकता डाटा ने तीव्र गिरावट को विद्युत प्रतिरोधकता में 5.1 K पर दिखाया। इससे अतिचालन प्रकृति का संकेत मिलता है। बल्क अतिचालकता की भी पुष्टि चुंबकत्व एवं विशिष्ट ऊष्मा अध्ययनों से होती है जहां स्पष्ट विसंगतियों का निरीक्षण 5.1 K पर किया गया। इलेक्ट्रॉन-फोनोन युग्मन कंस्टेंट $\lambda e–ph = 0.77$ को पाया गया जिससे $ScAu_2Al$ में मॉडरेट इलेक्ट्रॉन-फोनोन युग्मन का संकेत मिलता है। इसके बाद दिखाया गया कि $ScAu_2Al$ में निरीक्षित $\lambda e–ph$ वैल्यू, सूचित ह्युसलर अतिचालकों में उच्चतम है। इससे टीसी व $\lambda e–ph$ के मध्य दृढ़ सहसंबंध व इस यौगिक में इलेक्ट्रॉन-फोनोन युग्मन की महत्वपूर्ण भूमिका का संकेत मिला। (ए.थमीजावेल)

- **$EuIrSi_3$ में विशाल सैचुरेशन क्षेत्र**
  ईयू ऑयन द्वारा प्रदर्शित चुंबकत्व हमेशा ही रोचक होता है। ईयू यौगिकों में *f*-शैल, ठीक आधा भरा हुआ अपनी डाइवेलेंट अवस्था में होता है। यह आर्बिटल कोणीय मूमेंटम $L = 0$ एवं $J = S = 7/2$ को देता है जहां एस, स्पिन क्वांटम संख्या है व जे, कुल कोणीय मूमेंटम है। क्रिस्टल विद्युत क्षेत्र प्रभाव (सीईएफ) द्वारा रेअर-अर्थ यौगिकों में मैग्नेटोक्रिस्टालाइन विषमदैशिकता का निर्धारण किया जाता है। यह वैनिशिंग एल के कारण डाइवेलेंट ईयू ऑयनों के लिए शून्य है। अनुसंधानकर्ताओं ने EuIrSi3 के पोलीक्रिस्टालाइन सैंपल को तैयार, आर्क मेल्टिंग द्वारा किया व इसके चुंबकीय गुणधम का अध्ययन किया। पाया गया कि डाइवेलेंट ईयू ऑयनों का सैचुरेशन उन क्षेत्रों के लिए नहीं हुआ जो 14 टी तक उच्च थीं। अनुसंधानकर्ताओं ने उच्च चुंबकीय क्षेत्र प्रयोगों का निष्पादन पल्स्ड चुंबकीय क्षेत्रों में किया व पाया कि मूमेंट्स के सैचुरेशन को 41 टी पर निरीक्षित किया जाता है। EuIrSi3 का क्रिस्टालाइजेशन, गैर-सेंट्रोसिमेट्रिक क्रिस्टल संरचना में होता है व यह ईयू-आधारित अंत:धात्विक यौगिकों के

अपने प्रकार में एक है जहां प्रतिलौहचुंबकीय क्रमण की रोबस्टनैस अनुप्रयुक्त चुंबकीय क्षेत्रों के विरुद्ध अधिक है। चुंबकीय चरण आरेख का निर्माण क्षेत्र आश्रित अध्ययन काय से किया गया है। (ए.थमीजावेल)

- **जीडीएसबी चुंबकीय अर्धधातु फिल्मों की एपिटेक्सिअल वृद्धि, चुंबक-प्रतिरोधकता व विद्युत बैंड संरचना**
  अनुसंधानकर्ताओं ने III-V अर्धचालक अवस्तरों पर विकसित एपिटेक्सिअल जीडीएसबी थिन फिल्मों के इलेक्ट्रॉनिक बैंड संरचना एवं ट्रांसपोर्ट व्यवहार का परीक्षण किया। इससे अनुसंधानकर्ताओं को फर्मी सतह पर प्रतिलौहचुंबकीय क्रम व दृढ़ एक्सचेंज युग्मन के प्रभावों एवं रेअर-अर्थ मोनोपनिकटाइड्स के मैग्नेटोट्रांसपोर्ट गुणधम के वर्णन में सुगमता हुई। (सोविक चटर्जी)

- **एपिटेक्सिअल जीडीएसबी क्वांटम वैल्स की बैंड टोपोलॉजी की स्ट्रेन ट्युनिंग**
  अनुसंधानकर्ताओं ने इंटरचेंज्ड बैंड क्रम को एपिटेक्सिअल जीडीएसबी थिन फिल्मों में अवस्तर प्रेरित द्वि-एक्सिअल स्ट्रेन के प्रकार्य के रुप में स्पष्ट किया। समग्र द्विएक्सिअल स्ट्रेन द्वारा छिद्र एवं इलेक्ट्रॉन जैसे बैंड्स के मध्य (दिशा के साथ डिसपर्सिंग (001) बैंड गैप को हटाया जाता है। इससे स्ट्रेन प्रेरित टोपोलॉजिकल चरण ट्रांजिशन का समावेश होता है। इस अध्ययन कार्य ने कैरियर कंपेन्सेशन व चुंबकीय क्रमण तापमान पर द्वि-एक्सिअल स्ट्रेन के प्रभाव को भी स्पष्ट किया। (सोविक चटर्जी)

- **अर्ध-ह्युसलर टोपोलॉजिकल अर्धधातुओं में त्रुटि नियंत्रित फर्मी-लेवल ट्युनिंग**
  अनुसंधानकर्ताओं ने दो रिप्रिजेंटेटिव अर्ध-ह्युसलर अर्धधातु यौगिकों में फर्मी स्तर स्थिति पर प्वाइंट त्रुटियों के प्रभाव का परीक्षण किया। पाया गया कि पीटी वेकेन्सीज, सर्वाधिक ऊर्जीय संभावित त्रुटियां हैं जिनका निर्माण इन यौगिकों में हो सकता है। इससे अत्यधिक छिद्र सघनताओं का निर्माण होता है जैसा कि अनेक प्रयोगात्मक अध्ययन काय में स्पष्ट हुआ है। (सोविक चटर्जी)

क्वांटम पदार्थ

- **ग्राफीन में एनिगमेटिक डाइरेक फर्मिऑन्स**
  विभिन्न तकनीकों का इस्तेमाल करके अनेक अध्ययन काय के बावजूद ग्राफीन के भूमि अवस्था गुणधम के वर्णन में विचार-विमर्श होता है। इसके अलावा ग्राफीन में एक प्रमुख सरोकार आवेश कैरियर्स के गुणधम को ट्यून करना है जो कि द्रव्यमानहीन डाइरेक फर्मिऑन्स हैं। अनुसंधानकर्ताओं ने दिखाया कि ग्राफीन के गुणधम को निम्न-ऊर्जा ऑयन इंप्लांटेशन द्वारा ट्यून किया जा सकता है जिसके महत्वपूर्ण इंप्लिकेशन, यंत्र अनुप्रयोगों में हैं। हाल ही में कोण विभेदित फोटोउत्सर्जन स्पेक्ट्रोस्कोपी (एआरपीईएस) के सममिति सिलेक्टिविटी गुणधर्म का प्रयोग करके अनुसंधानकर्ताओं ने डाइरेक कोन डार्क की एक ब्रांच को तैयार किया व अन्य ब्रांच का अध्ययन उच्च रिसोल्यूशन के साथ किया। इन प्रयोगों से खोजा गया कि प्रिस्टाइन ग्राफीन में डाइरेक कोन, गैपलैस होता है। यह पूर्व के अध्ययन काय के विपरीत स्थिति है। दिखाया गया कि पूर्व अध्ययन काय में निरीक्षित विसंगतियां, स्पेक्ट्रल विड्थ के कारण हैं जिनकी उत्पत्ति मूमेंटम एवं जीवनकाल ब्राडनिंग से होती है। डाइरेक प्वाइंट का सरवाइवल, बोरोन सब्सिट्युशन के बाद भी होता है जो फर्मी लेवल की शिफ्टिंग, आवेश कैरियर सांद्रता में परिवर्तन के कारण करता है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा प्रदर्शित किया जाता है कि एसआईसी-ग्राफीन द्वारा नवीन प्लेटफॉर्म को नए पैराडिग्म के लिए उपलब्ध कराया जाता है जहां डाइरेक फर्मिऑन्स के गुणधम (मोबिलिटी, सघनता आदि) को महत्वपूर्ण रुप से ट्यून, एक्जोटिक विज्ञान, प्रगत प्रौद्योगिकी आदि को साकार करने के लिए किया जा सकता है। (कालोबरन मैती)

- **प्रतिलौहचुंबकीय धातु में डाइरेक फर्मिऑन्स**
  अनुसंधानकर्ताओं ने उच्च विभेदन एआरपीईएस का प्रयोग करके प्रतिलौहचुंबकीय धातु, एसएमबीआई की विद्युत संरचना का अध्ययन किया। प्रयोगात्मक परिणामों द्वारा अनेक फर्मी पॉकेट्स को सतह ब्रिलोइन क्षेत्र के केंद्र व कार्नर के निकट दर्शाया जाता है। जोन-कार्नर व जोन-सेंटर में डाइरेक कोन्स द्वारा भिन्न सेंस्टिविटी को

फोटोन ऊर्जा के प्रति दर्शाया जाता है जिसका उपयोग प्रयोग के लिए होता है। जोन-कार्नर पर कोन, अनगैप्ड होता है जबकि जोन सेंटर पर यह गैप्ड होता है (भारी डाइरेक फर्मिऑन्स) – सहविद्यमानी द्रव्यमानहीन व अपेक्षाकृत भारी टोपोलॉजिकल कण। अत्यंत उच्च-विभेदन एआरपीईएस (260 माइक्रो ईव्ही – अभी तक ज्ञात एआरपीईएस के लिए सर्वोत्तम विभेदन) का प्रयोग करके अनुसंधानकर्ताओं द्वारा फर्मी सतह के विनाश की खोज की जाती है जिसका निर्माण सतह अवस्थाओं द्वारा नील तापमान 9 K के नीचे किया जाता है। दिलचस्प रुप से डाइरेक फर्मिऑन्स के गुणधर्म अपरिवर्तित रहते हैं जिसमें सिर्फ अपवाद के तौर पर प्रतिलौहचुंबकीय चरण में लघु ऊर्जा शिफ्ट है। इन परिणामों द्वारा चुंबकत्व एवं टोपोलॉजिकल क्रम के इंटरप्ले के नए पैराडिग्म की उत्पत्ति का पता चलता है। (कालोबरन मैती)

- **नवीन कोंडो जालक प्रणाली, $CeCuSb_2$ में जटिल हाइब्रिडाइजेशन भौतिकी**
अनुसंधानकर्ताओं ने नवीन कोंडो जालक प्रणाली $CeCuSb_2$ की विद्युत संरचना का अध्ययन किया जहां एसबी परमाणुओं द्वारा डाइरेक फर्मिऑन्स को होस्ट करने के लिए उपयुक्त स्क्वेयर-नैट संरचना का निर्माण किया जाता है। दिलचस्प रुप से इस पदार्थ द्वारा महत्वपूर्ण द्रव्यमान वृद्धि एवं कोंडो-प्रकार के व्यवहार को दर्शाया जाता है। हार्ड एक्स-रेज का उपयोग करके डैप्थ-विभेदित फोटोउत्सर्जन स्पेक्ट्रोस्कोपी (डीआरपीईएस) का प्रयोग करके अनेक लक्षणों का निरीक्षण सीई कोर लेवल्स के स्पेक्ट्रल प्रकार्य में किया गया जिनसे फोटोउत्सर्जन अंतिम-अवस्था प्रभावों का पता चला। डैप्थ-विभेदित डाटा द्वारा महत्वपूर्ण परिवर्तन को प्रॉब की सतह सेंस्टिविटी के साथ लक्षणों की संबंधित तीव्रता में दर्शाया जाता है। एक्सट्रैक्टिड सतह व बल्क स्पेक्ट्रल प्रकार्य, भिन्न हैं व कोंडो-जैसे लक्षण को उच्चतर बद्ध ऊर्जाओं पर दर्शाते हैं (वैल-स्क्रीन्ड एवं पुअरली-स्क्रीन्ड लक्षणों के अतिरिक्त)। एसबी के कोर-लेवल स्पेक्ट्रा द्वारा बड़े एवं जटिल परिवर्तनों को तकनीक की सतह सेंस्टिविटी के प्रकार्य के रुप में दर्शाया जाता है। प्रयोगात्मक डाटा के विश्लेषण से संकेत मिलता है कि दो गैरतुल्य एसबी साइटों द्वारा परिमाणात्मक रुप से भिन्न विद्युत संरचनाओं को धारित किया जाता है एवं प्रत्येक श्रेणी में सतह के निकट एसबी परतें, बल्क की परतों से भिन्न होती हैं। तापमान में वृद्धि द्वारा सीई-एसबी हाइब्रिडाइजेशन को महत्वपूर्ण रुप से प्रभावित किया जाता है। प्लाजमोन-एक्साइटेशन-प्रेरित हानि लक्षणों का भी निरीक्षण कोल-लेवल स्पेक्ट्रा में किया जाता है। इन सभी परिणामों से सीई-एसबी हाइब्रिडाइजेशन का महत्व स्पष्ट होता है व साथ ही संकेत मिलता है कि सीई-एसबी हाइब्रिडाइजेशन का जटिल पुन:सामान्यीकरण इस प्रणाली के एक्जोटिक विद्युत गुणधम के लिए कारण हो सकता है। (कालोबरन मैती)

- **Ni-डोपिंग के साथ वेल अर्धधातु, WTe2 में अत्यंत विशाल चुंबक प्रतिरोधकता (एक्सएमआर) का क्रमविकास**
अनुसंधानकर्ताओं ने डब्ल्यु साइट्स पर एनआई प्रतिस्थापन द्वारा आवेश कैरियर सांद्रता की ट्युनिंग द्वारा WTe_2 के विद्युत गुणधम के क्रमविकास का अध्ययन किया। ट्रांसपोर्ट मापनों द्वारा धातु-से-इंसुलेटर ट्रांजिशन को निम्न तापमानों पर चुंबकीय क्षेत्र के एप्लिकेशन के साथ दर्शाया जाता है; क्षेत्र-प्रेरित प्रभाव, महत्वपूर्ण रुप से कम डोप्ड सैंपल में होता है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा WTe_2 में 2 K पर लगभग 10^6% के एक्सएमआर को पाया जाता है। एमआर वैल्यू, 10% Ni-डोप्ड सैंपल में 10^4% तक कम होती है जो कि अभी भी एक्सएमआर रेश्जीम में है व अन्य एमआर पदाथ से कहीं उच्च है। चुंबक प्रतिरोधकता द्वारा H^2 निर्भरता को दर्शाया जाता है व यह क्लासिकल कैरियर मोबिलिटी की तापमान निर्भरता का अनुसरण करती है। विचलन का निरीक्षण दोनों मामलों में कोहलर के नियम से किया गया जिससे आवेश कैरियरों के अनेक प्रकारों की उपस्थिति का संकेत मिलता है। क्वांटम ओसिलेशन डाटा द्वारा चार फर्मी पॉकेट्स (दो इलेक्ट्रॉन एवं दो-होल पॉकेट्स) के सिग्नेचर को दोनों मामलों में दर्शाया जाता है (इलेक्ट्रॉन एवं होल बैंड्स की नॉनट्रीवियल प्रकृति के साथ)। दिलचस्प रुप से इलेक्ट्रॉन-होल कंपेन्सेशन, लगभग पूर्ण, डोप्ड यौगिक में भी है, हालांकि फर्मी पॉकेट्स एवं आवेश-कैरियर अन्योन्यक्रिया पैरामीटरों का आकार क्षणिक रुप से परिवर्तित डोपिंग के साथ होता है। इन परिणामों से पदाथ की इस कक्षा के एक्सएमआर व्यवहार एवं एक्सएमआर रेश्जीम में आवेश कैरियर्स के गुणधम की ट्युनिंग की संभावनाओं के संबंध में दिलचस्प जानकारी मिलती है। (कालोबरन मैती)

लघु पैमाने के इलेक्ट्रॉनिक्स

- **ग्राफीन का प्रयोग करके क्वांटम नाइस सीमित एंप्लिफॉयर**
  जोसफसन जंक्शन्स (जेजेएस) एवं उनके ट्युनेबिल गुणधम (उनकी अरैखिकताओं सहित) द्वारा महत्वपूर्ण भूमिका का निर्वाह क्युबिट्स एवं एंप्लिफायर्स के अतिचालन में किया जाता है। सर्किट क्वांटम विद्युतगतिकी आर्किटेक्चर के साथ जेजे द्वारा क्वांटम सूचना प्रोसेसिंग के अनेक महत्वपूर्ण घटकों का निर्माण किया जाता है। क्वांटम सर्किटों में क्षीण माइक्रोवेव सिग्नलों का निम्न-नाइस एंप्लिफिकेशन अनिवार्य है व जोसफसन पैरामैट्रिक एंप्लिफायर्स (JPAs), विस्तृत रुप से प्रयोग किए जाने वाले यंत्र हैं। विद्यमान JPAs का आधार Al–AlOx–Al टनेल जंक्शन्स हैं जिन्हें अतिचालन क्वांटम इंटरफेरेंस यंत्र ज्यामिति में साकार किया जाता है जहां चुंबकीय फ्लक्स, आवृत्ति की ट्युनिंग के लिए नॉब है। दो-आयामी (2डी) वैन डेर वाल्स JJs के हाल के प्रयोगात्मक रियालाइजेशंस द्वारा विभिन्न सर्किट क्वांटम विद्युतगतिकी यंत्रों के क्रियान्वयन का अवसर उपलब्ध कराया जाता है। यह जंक्शन गुणधम की ट्युनिंग व ऑपरेटिंग प्वाइंट के अतिरिक्त लाभ के साथ उपलब्ध कराया जाता है जिसमें गेट पोटेंशल का प्रयोग होता है। जहां संभावित 2डी वैन डेर वॉल्श सर्किट क्वांटम विद्युतगतिकी आर्किटेक्चर के अन्य घटकों का प्रदर्शन किया गया है वहीं क्वांटम-नाइस-लिमिटेड एंप्लिफायर को अभी तक साकार नहीं किया गया है जो अनिवार्य घटक है। अनुसंधानकर्ताओं ने ग्राफीन जेजे का प्रयोग करके क्वांटम-नाइस-लिमिटेड जेपीए का क्रियान्वयन किया जिसकी 3.5 जीएचजैड की रेखीय रेसोनेंस गेट ट्युनेबिलिटी है। इस अध्ययन ने 10 एमएचजैड बैंडविड्थ व 130 डीबीएम सैचुरेशन पॉवर के साथ 24 डीबी एंप्लिफिकेशन को सूचित किया। यह निष्पादन, सर्वोत्तम सिंगल-जंक्शन JPAs के समकक्ष है। महत्वपूर्ण रुप से गेट-ट्युनेबिल जेपीए द्वारा क्वांटम-लिमिटेड नाइस प्रणाली में कार्य किया जाता है जो इसे उच्च संवेदनशील सिग्नल प्रोसेसिंग के लिए आकर्षक विकल्प बनाता है। (मंदार एम. देशमुख)

- **मोइर पदार्थ में टोपोलॉजिकल ट्रांजिशंस का अध्ययन**
  इलेक्ट्रॉन तरंग प्रकार्य के टोपोलॉजिकल पहलुओं – बैरी वक्रता एवं चर्न संख्या सहित- द्वारा पदाथ के भौतिकीय गुणधम के निर्धारण में महत्वपूर्ण भूमिका का निर्वाह किया जाता है। हालांकि बैरी वक्रता एवं पदाथ में इसके प्रभावों का अध्ययन किया गया है, तथापि चर्न संख्या में परिवर्तनों का संसूचन चुनौतीपूर्ण हो सकता है (विशेषकर वैली चर्न प्रकार में परिवर्तन)। इस संबंध में टिवस्ट्रिड डबल बाइलेयर ग्राफीन की उत्पत्ति विश्वसनीय प्लेटफॉर्म के रुप में हुई है। यह टोपोलॉजिकल फ्लैट बैंड्स के बैली वक्रता हॉटस्पॉट्स एवं वैली चर्न संख्याओं पर विद्युत नियंत्रण प्राप्त करने के लिए है। इसके अलावा थ्रीफोल्ड घूर्णन सममिति के स्ट्रेन-प्रेरित विच्छेदन से बैरी वक्रता के गैर-शून्य प्रथम मूमेंट का जन्म होता है—बैरी वक्रता डाइपोल नामक। अनुसंधानकर्ताओं ने दिखाया कि बैरी वक्रता डाइपोल में साइन परिवर्तन द्वारा टोपोलॉजिकल ट्रांजिशंस को संसूचित बैंड्स में किया जाता है। ट्विस्टिड डबल बाइलेयर ग्राफीन में परपेंडिक्युलर विद्युत क्षेत्र द्वारा एक साथ वैली चर्न संख्या व बैरी वक्रता डाइपोल को ट्यून किया जाता है। इससे टोपोलॉजिकल ट्रांजिशंस की जांच के लिए ट्युनेबिल प्रणाली प्राप्त होती है। इसके अलावा अनुसंधानकर्ताओं ने हिस्टेरेसिस को ट्रांसपोर्ट रिस्पांस में पाया जिसका जन्म विद्युत ध्रुवीकरण की स्विचिंग से होता है। यह आगामी पीढ़ी बैरी-वक्रता-आधारित स्मृति यंत्रों के लिए उपयोगी है। इस तकनीक को एमुलेट, तीन-आयामी टोपोलॉजिकल प्रणालियों में किया जा सकता है जिसका उद्देश्य दबाव या विषमदैशिक तनाव जैसे पैरामीटरों द्वारा नियंत्रित टोपोलॉजिकल ट्रांजिशंस की जांच करना है। (मंदार एम. देशमुख)

- **समानांतर विद्युत क्षेत्र द्वारा होफस्टैडटर बैंडों में चर्न ट्रांजिशंस एवं लेयर ध्रुवीकरण परिवर्तनों को प्रेरित करना**
  मोइर अतिजालकों द्वारा बैंड गुणधम का निर्माण किया जाता है व होफस्टैडटर बटरफ्लाई के फ्रैक्टल ऊर्जा स्पेक्ट्रा के निरीक्षण को सुलभ किया जाता है। हाल ही में लघु-कोण मोइर प्रणालियों में फ्लैट बैंडों द्वारा होस्टिड सहसंबंधित-इलेक्ट्रॉन भौतिकी फोरग्राउंड में रही है। हालांकि एकल-कण फ्रेमवर्क में मोइर बैंड टोपोलॉजी के इंप्लिकेशंस का प्रयोगात्मक रुप से अन्वेषण अल्प रुप में हुआ है। असाधारण समस्या, होफस्टैडटर भौतिकी पर बैंड टोपोलॉजी के प्रभाव को समझना है जिसके लिए इलेक्ट्रॉन सहसंबंधों की आवश्यकता नहीं होती है। इस कार्य

में होफस्टैडटर प्रणाली में चर्न अवस्था स्विचिंग का प्रयोगात्मक रुप से अध्ययन किया जाता है। इसमें ट्विस्टिड डबल बाइलेयर ग्राफीन (टीडीबीजी) का प्रयोग होता है जो ट्विस्टिड बाइलेयर ग्राफीन के विपरीत विद्युत क्षेत्र ट्युनेबिल टोपोलॉजिकल बैंड्स देती है। अनुसंधानकर्ताओं ने नॉनट्रीवियल टोपोलॉजी परावर्तनों को विशेष रुप से होफस्टैडटर स्पेक्ट्रा में दिखाया। यह उन्होंने होफस्टैडटर गैप्स के कैस्केड को प्रदर्शित करके दिखाया जो अपनी चर्न संख्याओं की स्विचिंग समानांतर विद्युत क्षेत्र को परिवर्तित करते हुए करते हैं। सैद्धांतिक गणनाओं के साथ प्रयोगों से आवेश ध्रुवीकरण की महत्वपूर्ण भूमिका का पता चलता है जिसका इस प्रणाली में टोपोलॉजिकल ट्रांजिशंस के साथ परिवर्तन होता है। लेयर पोलेराइजेशन द्वारा कुछ-परती ट्विस्टिड प्रणालियों में टोपोलॉजिकल अवस्थाओं में महत्वपूर्ण भूमिका निभाया जाना संभावित है। इसके अतिरिक्त इस कार्य द्वारा टीडीबीजी की स्थापना नवीन होफस्टैडटर प्लेटफॉर्म के रुप में नॉनट्रीवियल चुंबकीय विद्युत युग्मन के रुप में की जाती है। (मंदार एम. देशमुख)

अर्धचालक भौतिकी

- **कुछ-परत MoS_2 में एक्साइटंस**
  MoS_2 जैसे अर्धचालकों द्वारा स्थिर दो-आयामी मोनोलेयर फिल्मों का निर्माण किया जाता है व इनका गहन रुप से परीक्षण भावी विद्युत यंत्र एप्लिकेशंस के लिए किया जा रहा है। प्रकाशिक स्पेक्ट्रा MoS_2 द्वारा अनेक एक्साइटंस की उपस्थिति को दर्शाया जाता है जो इलेक्ट्रॉन-होल युग्म बद्ध, कोलंब अट्रैक्शन द्वारा हैं। उनके मूल पर विचार-विमर्श जारी है। अनुसंधानकर्ताओं ने एचबीएन एंकैप्सुलेटिड कुछ-परत MoS_2 फिल्मों का अध्ययन इलेक्ट्रो-रेफ्लेक्टेंस स्पेक्ट्रोस्कोपी का प्रयोग करके किया। अनुसंधानकर्ताओं ने A_{1s} भूमि अवस्था एक्साइटन की सब-स्पेशीज, त्रि-परत 2H-MoS_2 की पहचान की जिसकी ऊर्जा इस पर निर्भर करती है कि किस परत में इलेक्ट्रॉन-होल युग्म स्थित है। प्रथम एक्साइटिड अवस्था A_{2s} एक्साइटन ट्रांजिशन की भी पहचान की गई जिससे एक्साइटन बद्ध ऊर्जा Eb का एप्राक्सिमेट एस्टिमेशन सुलभ हुआ। बढ़ती फिल्म थिकनैस के साथ ईबी में गिरावट का विश्लेषण डाइइलेक्ट्रिक स्क्रीनिंग के आधार पर किया गया। इसे विस्तार देते हुए A_{1s} एक्साइटन को सिद्धांत द्वारा पूर्वानुमानित के अनुसार एकल S–Mo–S परत के साथ सर्वाधिक परिबद्ध दिखाया गया। इंटर-लेयर एक्साइटन की मोनोलेयर से अधिक मोटी फिल्मों में भी पहचान की गई जहां इलैक्ट्रॉन एवं होल की विद्यमानता भिन्न परतों पर होती है। (संदीप घोष)

मैकेनिक्स एवं सॉफ्ट पदार्थ

- **प्रेरित डिस्क पैकिंग्स में युग्मित गतिकीय चरण ट्रांजिशंस**
  ओसिलेटरी शियर के प्रभाव के अंतर्गत फ्रिक्शनल ग्रैन्युलर डिस्कों की मोनोलेयर द्वारा दो गतिकीय चरण ट्रांजिशंस को दर्शाया जाता है : प्रारंभिक अक्रमित अवस्था से क्रमित क्रिस्टालाइन अवस्था में ट्रांजिशन व गतिक सक्रिय-अवशोषण चरण ट्रांजिशन। हालांकि इनके समान महत्वपूर्ण बिंदु पर होने का कोई भी प्राथमिक कारण नहीं है। इन ट्रांजिशंस का अभिलक्षणन डिस्क ट्रेजेक्टरीज द्वारा भी किया जा सकता है जो नॉन ट्रीवियल लूप्स ब्रेकिंग टाइम-रिवर्सल इंवैरिएंस हैं। (शंकर घोष)

टोपोलॉजिकल क्वांटम चुंबकें

- **वेल अर्धधातु NdAlGe में असंगत हाल प्रभाव का स्ट्राइप हेलिकल चुंबकत्व एवं दो प्रणालियां**
  वेल अर्धधातुएं, (WSMs), एक्जोटिक कंडक्टर्स हैं जो वेल फर्मिऑन्स को निम्न ऊर्जा क्वासीकणों के रुप में साकार उनकी विद्युत संरचना एवं नवीन विद्युतचुंबकीय रिस्पांसेस में करते हैं। रेक्स (आर – रेअर अर्थ, एक्स – एसआई या जीई) पदार्थ परिवार में WSMs द्वारा दोनों टाइम-रिवर्सल एवं इंवर्शन सममितियों को विच्छेदित किया जाता है व वेल-मीडिएटिड अन्योन्यक्रियाओं को सपोर्ट, दोनों रिच फेस आरेखों एवं टोपोलॉजिकल चुंबकीय टैक्चर्स के साथ किया जाता है। इस संयुक्त सिद्धांत एवं प्रयोगात्मक कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने पदाथ के रेक्स

परिवार के सदस्य NdAlGe के चुंबकीय एवं विद्युत ट्रांसपोर्ट गुणधम का परीक्षण किया। NdAlGe द्वारा रेअर वेल-मीडिएटिड हेलिकल चुंबकत्व को विशाल स्पिन-आर्बिट युग्मन के साथ साकार किया जाता है। प्रथम सिद्धांत गणनाओं के साथ पूरक ट्रांसपोर्ट मापन के आधार पर अनुसंधानकर्ताओं ने NdAlGe में दो भिन्न विसंगत हाल प्रभाव (एएचई) रेश्जीम्स का प्रदर्शन किया। इन्हें क्रमश: अंतर्निहित बैरी वक्रता व बाह्य निहित अक्रम/स्पिन फ्लक्चुएशंस द्वारा नियंत्रित किया जाता है। इस कार्य से संकेत मिलता है कि वेल-मीडिएटिड चुंबकत्व की विद्यमानता रेक्स में होती है किंतु एएचई सहित ट्रांसपोर्ट गुणधम को प्रमुख बैरी वक्रता की उपस्थिति के बावजूद पदार्थ-विशिष्ट बाह्य स्थित प्रभावों द्वारा प्रभावित किया जाता है। (बहादुर सिंह)

- **वेल अर्धधातु SmAlSi में टोपोलॉजिकल स्पाइरल चुंबकत्व**
  पिछले दशक में वेल इलेक्ट्रॉन्स का गहन रुप से अध्ययन किया गया है। इसका कारण काइरल विसंगति, फर्मी आर्क्स, व फोटोगैल्वेनिक प्रभाव जैसे नवीन आवेश ट्रांसपोर्ट फेनोमेना हैं। हाल के सैद्धांतिक काय से संकेत मिलता है कि वेल इलेक्ट्रॉन्स द्वारा चुंबकीय अन्योन्यक्रियाओं में भी प्रतिभागिता की जा सकती है एवं स्थानीय मूमेंट्स के मध्य वेल-मीडिएटिड अप्रत्यक्ष एक्सचेंज युग्मन को नए क्रियातंत्र के रुप में प्रस्तुत किया जाता है। यह काइरल वेल इलेक्ट्रॉन्स को संलग्न करके स्पाइरल चुंबकीय क्रमण को प्रेरित करने के लिए किया जाता है। अनुसंधानकर्ताओं ने SmAlSi में वेल-मीडिएटिड स्पाइरल चुंबकत्व के प्रथम प्रमाण को प्रस्तुत किया जिसमें उन्होंने सिद्धांत एवं प्रयोगात्मक क्रियाविधियों के प्रकार का प्रयोग किया। दिखाया गया कि SmAlSi में स्पाइरल चुंबकीय क्रम का जन्म टोपोलॉजिकल नॉनट्रीवियल फर्मी पॉकेट्स एवं दुर्बल मैग्नेटो-क्रिस्टालाइन विषमदैशिकता के मध्य नैस्टिंग से होता है। यह संबंधित पदाथ (Ce, Pr, Nd)AlSi, के विपरीत है जहां दृढ़ विषमदैशिकता द्वारा स्पिन्स को मुक्त घूर्णन से रोका जाता है। अनुसंधानकर्ताओं ने SmAlSi के चुंबकीय चरण आरेख की मैपिंग की व ए चरण को स्पष्ट किया जहां टोपोलॉजिकल चुंबकीय एक्साइटेशंस की विद्यमानता हो सकती है। ए चरण के अंदर अनुसंधानकर्ताओं ने विशाल टोपोलॉजिकल हाल प्रभाव को पाया जिसके चुंबकीय क्षेत्र दिशा के साथ वैरिएशन से प्रभावी हैलिकल का संकेत मिलता है न कि साइक्लोइडल कैरेक्टर का जिसका वेल-प्रेरित स्पाइरल क्रम के लिए सैद्धांतिक रुप से पूर्वानुमान किया गया था। (बहादुर सिंह)

- **प्रतिलौहचुंबकीय क्रम का एक्सिऑन प्रकाशिक प्रवेश**
  जटिल क्वांटम पदाथ को नियंत्रित व मैनिपुलेट करने के नवीन माग को पाने में अत्यंत रुचि की विद्यमानता है। क्वांटम पदार्थ को नियंत्रित करने के लिए सर्कुलरली ध्रुवीकृत प्रकाश का प्रयोग करना अत्यंत दिलचस्प विषय भौतिकी, रसायनशास्त्र एवं जैवविज्ञान में है। पूर्व के अध्ययन काय ने काइरेलिटी एवं चुंबकत्व के हेलिसिटी-आश्रित प्रकाशिक नियंत्रण को प्रदर्शित किया है। इसके महत्वपूर्ण उपयोग रसायनशास्त्र में असममित संश्लेषण, जैवअणुओं में होमोकाइरेलिटी व लौहचुंबकीय स्पिन्ट्रोनिक्स में हैं। संयुक्त प्रयोगात्मक एवं सैद्धांतिक अध्ययन कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने दो आयामी सम-परती $MnBi_2Te_4$ (काइरेलिटी एवं चुंबकत्व हीन टोपोलॉजिकल एक्सिऑन इंसुलेटर) में पूर्ण कंपेन्सेटिड प्रतिलौहचुंबकीय क्रम के निरीक्षण को सूचित किया। इस नियंत्रण को समझने के लिए प्रतिलौहचुंबकीय सर्कुलर डाइक्रोइज्म का अध्ययन किया गया जो सिर्फ परावर्तन में दृश्यवान होता है किंतु ट्रांसमिशन में अनुपस्थित रहता है। अनुसंधानकर्ताओं ने दिखाया कि दोनों प्रकाशिक नियंत्रण एवं सर्कुलर डाइक्रोइज्म की उत्पत्ति प्रकाशिक एक्सिऑन विद्युतगतिकी से होती है। एक्सिऑन इंडक्शन से पीटी-सममित प्रतिलौहचुंबकों (पी, इंवर्शन; टी, टाइम-रिवर्सल) के परिवार को प्रकाशिक रुप से नियंत्रित करने की संभावना उपलब्ध होती है। $MnBi_2Te_4$ में इस कार्य से टोपोलॉजिकल एज अवस्थाओं द्वारा निर्मित डिसीपेशनहीन सर्किट के प्रकाशिक लेखन के लिए मार्ग प्रशस्त होगा। (बहादुर सिंह)

- **वेल अर्धधातु CeAlSi में विसंगत हाल प्रभाव व विसंगत Nernst प्रभाव का साइन परिवर्तन**
  अपनी नवीन विद्युत संरचना के कारण वेल अर्धधातुओं द्वारा एक्जोटिक विद्युतचुंबकीय गुणधम को सपोर्ट किया जाता है जिनमें विसंगत हाल प्रभाव (एएचई) व विसंगत Nernst प्रभाव (एएनई) शामिल हैं। पूर्व में अनुसंधानकर्ताओं ने CeAlSi की पहचान प्रथम गैरकोलाइनियर प्रतिलौहचुंबकीय वेल अर्धधातु के रुप में की जो

चुंबकीय क्षेत्र प्रभावों द्वारा प्रेरित लूप-आकारित एएचई को साकार करता है। संयुक्त सिद्धांत एवं प्रयोगात्मक अध्ययन कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने CeAlSi में एएचई व एएनई को सूचित किया जब चुंबकीय क्षेत्र को इन-प्लेन एवं आऊट-ऑफ-प्लेन में लागू किया जाता है। पाया गया कि एएचई कंडक्टिविटी द्वारा भिन्न चुंबकीय क्षेत्र दिशाओं के लिए भिन्न साइन्स को प्राप्त किया जाता है। इस साइन अंतर के मूल का श्रेय स्पिन अभिविन्यास के परिवर्तन के अंतर्गत बैंड संरचना के पुनर्निमाण को दिया गया। अनुसंधानकर्ताओं ने आगे दिखाया कि मूमेंटम-स्पेस टोपोलॉजी द्वारा महत्वपूर्ण भूमिका का निर्वाह CeAlSi में दोनों निम्न एवं उच्च तापमानों पर ट्रांसपोर्ट गुणधम के निर्धारण में किया जाता है। गणनाओं ने दिखाया कि फर्मी स्तर एवं वेल नोड के मध्य लघु ऊर्जा दूरी, CeAlSi में टोपोलॉजिकल ट्रांसपोर्ट को स्पष्ट करने में निर्णयकारी कारक है। (बहादुर सिंह)

- **चुंबकीय ट्रांजिशन में NdSb की जटिल विद्युत संरचना का क्रमविकास**
  तीव्र चुंबकीय प्रतिरोधकता के साथ दिलचस्प चुंबकीय टैक्चर को साकार करने वाले पदाथ के रेअर-अर्थ मैनोपनिकटाइड परिवार ने स्वयं को दिलचस्प टोपोलॉजिकल चरणों की खोज के लिए उपयोगी प्लेग्राउंड के रुप में स्थापित किया है। प्रथम-सिद्धांत सघनता-प्रकार्यात्मक-सिद्धांत-आधारित मॉडलिंग द्वारा कांप्लिमेन्टिड उच्च-विभेदन कोण-विभेदित फोटोउत्सर्जन स्पेक्ट्रोस्कोपी का प्रयोग करके अनुसंधानकर्ताओं ने चुंबकीय ट्रांजिशन में रेअर-अर्थ मोनोपनिकटाइड परिवार में डाइरेक अर्धधातु NdSb की विद्युत संरचना के क्रमविकास की जांच की। जोन सेंटर व जोन कार्नर में जोन सेंटर व आर्क-जैसे बैंडों के निकट जटिल कोण-विंग-जैसी बैंड संरचना का निरीक्षण किया जाता है। बैंडों के दिलचस्प पुनर्निर्माण को चुंबकीय ट्रांजिशन द्वारा प्रेरित किया जाता है जहां एनडी 5डी इलेक्ट्रॉन बैंड की बैकफोल्डिंग होती है व इसका हाइब्रिडाइजेशन, एसबी 5पी होल बैंडों के साथ प्रतिलौहचुंबकीय चरण में होता है। इस अध्ययन से संकेत मिला कि प्रतिलौहचुंबकत्व द्वारा इंट्रिकेट भूमिका का निर्वाह रेअर-अर्थ मोनोपनिकटाइड पदाथ की विद्युत संरचना में निभाया जाता है। (बहादुर सिंह)

- **प्रतिलौहचुंबकीय धातु, SmBi में गैप्ड एवं अनगैप्ड डाइरेक कोन्स का व्यवहार**
  एसएमबीआई, रेअर-अर्थ मोनोपनिकटाइड पदार्थ परिवार से संबंधित है जो नॉनट्रीवियल विद्युत संरचना एवं प्रतिलौहचुंबकत्व को सपोर्ट करती है। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने इस पदार्थ में नॉनट्रीवियल डाइरेक फर्मिऑन्स अवस्थाओं के व्यवहार का अध्ययन कोण-विभेदित फोटाउत्सर्जन स्पेक्ट्रोस्कोपी (एआरपीईएस) एवं प्रथम सिद्धांत गणनाओं का प्रयोग करके किया। इस अध्ययन कार्य ने नॉनट्रीवियल विद्युत संरचना को अनेक फर्मी पॉकेट्स एवं बैंड इंवर्शन के साथ बल्क ब्रिलोइन क्षेत्र में किया गया जिसकी संगति सिद्धांत के परिणामों के साथ है। इस कार्य ने आगे जटिल मूमेंटम-आश्रित गैप निर्माण एवं फर्मी सतहों के विनाश को स्पष्ट चुंबकीय ट्रांजिशन में किया। इससे चुंबकत्व एवं टोपोलॉजी के मध्य एक्जोटिक इंटरप्ले, एसएमबीआई में उजागर हुआ। (बहादुर सिंह)

- **स्यूडोनोडल सतह एवं विशाल विसंगत हाल प्रभाव को सपोर्ट करने वाले रेअर-अर्थ हेक्जाबोराइड परिवार में वेल अर्धधातु**
  टोपोलॉजिकल चुंबकों में नवीन बैंड संरचनाएं, पर्याप्त बैरी वक्रता क्षेत्र प्रभावों के साथ मूमेंटम स्पेस में होती हैं जिनका परिणाम एक्जोटिक विद्युतचुंबकीय रिस्पांसेस में निकलता है। यहां अनुसंधान में चुंबकीय पदाथ की विभिन्न कक्षाओं में टोपोलॉजिकल अवस्थाओं की गहन जानकारी के विकास एवं उनके विद्युतचुंबकीय रिस्पांसेस को मॉडल करने के लिए पद्धतियों के विकास पर जोर दिया गया है। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने सेरियम हेक्जाबोराइड (सीईबी6) में नई टोपोलॉजिकल अवस्था की पहचान की जो डबल वेल फर्मिऑन्स के साथ स्युडोनोडल सतह (पीएनएस) को हार्बर करती है। दिखाया गया कि सीईबी6, अद्वितीय रेअर-अर्थ हेक्जाबोराइड है जो संरक्षित क्वांटम फेनोमेना के साथ संबंधित टोपोलॉजिकल क्रमों, चुंबकत्व एवं इलेक्ट्रॉन-सहसंबंध प्रभावों के इंटरप्ले के अन्वेषण के लिए रिच टेपेस्ट्री को प्रस्तुत करता है। (बहादुर सिंह)

टोपोलॉजिकल क्वांटम पदार्थ

- **क्वांटम पदाथ में टोपोलॉजी एवं सममिति**

टोपोलॉजिकल पदाथ में रुचि निरंतर बढ़ रही है। इसका कारण उनकी संकल्पनात्मक नवीनताएं व रुपांतरणीय नई प्रौद्योगिकियों के लिए आधार के रुप में उनकी संभाव्यता है। टोपोलॉजिकल पदार्थ में विद्युत अवस्थाएं, पर्टर्बेशंस के विरुद्ध दृढ़ होती हैं व अपरंपरागत विद्युतचुंबकीय रिस्पांसेस को सपोर्ट करती हैं। प्रथम-सिद्धांत बैंड-सिद्धांत पैराडिग्म, इस क्षेत्र में प्रमुख खिलाड़ी रहा है जिसने टोपोलॉजिकल पदाथ की अनेक नई कक्षाओं का सफल पूर्वानुमान किया है। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने हाल के कार्य द्वारा क्रॉस सेक्शन को प्रस्तुत किया। यह टोपोलॉजिकल अवस्थाओं की उत्पत्ति में ज्यामिति एवं टोपोलॉजी की भूमिका एवं बाह्य स्टिमुली के प्रति उनके रिस्पांसेस को समझने व एवं बैंड सिद्धांत रुपरेखा में सिद्धांत व प्रयोग को संबंधित करने के लिए आधार को जानने पर है। इस कार्य में टोपोलॉजिकल पदाथ की खोज के लिए प्रभावी कार्यनीतियों एवं भावी टोपोलॉजिकल पदाथ के अनुसंधान के लिए प्रभावी दिशाओं पर भी टिप्पणियां की गई। (बहादुर सिंह)

- **गैर-सेंट्रोसममित काइरल क्रिस्टल पीटीएएल में अपरंपरागत काइरल फर्मिऑन्स का विश्लेषण**

काइरल क्रिस्टलों में सुवर्णित हैंडिडनैस होती है। यह इंवर्शन, मिरर या अन्य रोटो-इंवर्शन सममितियों के अभाव के कारण होती है। उन्हें उदीयमान प्रौद्योगिकियों के लिए विशाल संभाव्यता के साथ सममिति-संरक्षित मल्टीफोल्ड काइरल फर्मिऑन्स एवं सतह फर्मी आर्क अवस्थाओं को होस्ट करते दिखाया जाता है। काइरल क्रिस्टलों की सीओएसआई कक्षा पर गहन सैद्धांतिक काय के बावजूद इस परिवार में अनेक पदाथ का प्रयोगात्मक विकास ज्ञात नहीं है। इस संयुक्त प्रयोग एवं सिद्धांत कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने काइरल पदार्थ पीटीएएल के एकल क्रिस्टलों का विकास किया एवं इसके विद्युत ट्रांसपोर्ट, क्वांटम ओसिलेशंस व विद्युत संरचना परिणामों को सूचित किया। दोनों सिद्धांत एवं प्रयोगात्मक विश्लेषण के आधार पर दिखाया गया कि पीटीएएल द्वारा नॉनट्रीवियल फर्मी पॉकेट्स को फर्मी स्तर पर धारित किया जाता है व दीर्घ सतह फर्मी आर्क सतह अवस्थाओं को सपोर्ट किया जाता है जिनका विस्तार संपूर्ण ब्रिलोइन क्षेत्र पर होता है। (बहादुर सिंह)

- **$Ge(Bi_xSb_{1-x})_2Te_4$ में सरलता से ट्युनेबिल डाइरेक प्वाइंट का निरीक्षण**

अत्याधुनिक टोपोलॉजिकल यंत्रों के लिए टोपोलॉजिकली संरक्षित सतह अवस्थाओं के प्रयोग की आवश्यकता होती है जिसका कारण विद्युत ट्रांसपोर्ट को प्रेरित करना है। इस संबंध में अनुसंधानकर्ताओं ने ट्युनेबिल टोपोलॉजिकल पदार्थ $Ge(Bi_xSb_{1-x})_2Te_4$ का परीक्षण किया। यह 0 से 1 तक की एक्स वैल्यूज की कोटि में किया गया। इस दौरान फोरियर ट्रांसफॉर्म स्कैनिंग टनैलिंग स्पेक्ट्रोस्कोपी, कोण-विभेदित फोटोउत्सर्जन स्पेक्ट्रोस्कोपी व प्रथम सिद्धांत गणनाओं के जोड़ का प्रयोग किया गया। परिणामों ने दिखाया कि डाइरेक प्वाइंट की शिफ्टिंग रेखीय रुप से एक्स के साथ होती है व फर्मी ऊर्जा को $x = 0.7$ के निकट पार किया जाता है। सरल ट्युनेबिल, पृथक डाइरेक प्वाइंट के टोपोलॉजिकल ट्रांसपोर्ट रेश्जीम को क्रॉस करने व प्रतिस्थापन के साथ दृढ़ रेखीय निर्भरता होने का यह निरीक्षण भविष्य के टोपोलॉजिकल स्पिनट्रोनिक्स एप्लिकेशंस के लिए महत्वपूर्ण हो सकता है। (बहादुर सिंह)

- **Zintl पदार्थ परिवार में चुंबकीय ट्युनेबिल डाइरेक व वेल फर्मिऑन्स**

क्रिस्टालाइन सममितियों को एनकंपास करने वाले पदार्थ वर्गीकरण प्रयासों ने एक्जोटिक टोपोलॉजिकल अवस्थाओं की टेपेस्ट्री को सपोर्ट करने के लिए ठोस-अवस्था प्रणालियों के लिए उत्कृष्ट संभावनाओं को स्पष्ट किया है। हालांकि ऐसी अवस्थाओं को साकार करने वाले पदाथ को पाना कठिन चुनौती बना हुआ है। अनुसंधानकर्ताओं ने दिखाया कि कैसे डोपिंग एवं बाह्य विद्युत व चुंबकीय क्षेत्र नियंत्रणों के साथ टोपोलॉजी, सममिति व चुंबकत्व के इंटरप्ले के प्रयोग से $SrIn_2As_2$पदार्थ परिवार को टोपोलॉजिकल चरणों के प्रकार में प्रेरित किया जा सकता है। प्रथम-सिद्धांत गणना एवं सममिति विश्लेषण के आधार पर दिखाया गया कि $SrIn_2As_2$ ड्युएल टोपोलॉजिकल इंसुलेटर है। इसके आइसोसंरचनात्मक व आइसॉल्वेंट प्रतिलौहचुंबकीय कजिन $EuIn_2As_2$, को $Z_4 = 2$ के साथ एक्सिऑन इंसुलेटर पाया जाता है। $Sr_{1-x}Eu_xIn_2As_2$ में ईयू डोपिंग द्वारा विच्छेदन टाइम-रिवर्सल सममिति का परिणाम उच्चतर क्रम या टोपोलॉजिकल क्रिस्टालाइन इंसुलेटर अवस्था में

निकलता है जो चुंबकीय सरल एक्जिस के अभिविन्यास पर निर्भर है। अनुसंधानकर्ताओं ने यह भी दिखाया कि कैसे प्रतिलौहचुंबक $EuIn_2P_2$ द्वारा चुंबकीय-क्षेत्र-प्रेरित ट्रांजिशन को आदर्श वेल फर्मिऑन या नोडल फर्मिऑन अवस्था में साकार किया जाता है। इस कार्य ने $Sr_{1-x}Eu_xIn_2(As, P)_2$ की पहचान ट्युनेबिल पदार्थ प्लेटफॉर्म के रुप में क्रिस्टालाइन एवं एक्सिऑन इंसुलेटर अवस्थाओं के स्कैफफोल्डिंग में भौतिकी एवं वेल एवं नोडल फर्मिऑन्स के एप्लिकेशंस के परीक्षण में की। (बहादुर सिंह)

टोपोलॉजिकल काइरल क्रिस्टल

- **काइरल मल्टी-फोल्ड फर्मिओनिक पदार्थ सीओएसआई के सामूहिक मोड्स**
  टोपोलॉजिकल अर्धधातुओं में प्लाजमोनिक्स द्वारा आकर्षक अवसरों को मूलभूत भौतिकी एवं उदीयमान तकनीकों के लिए उपलब्ध कराया जाता है। अनुसंधानकर्ताओं ने प्लाजमोन्स का परीक्षण नमूना काइरल क्रिस्टल सीओएसआई में किया जो मल्टीफोल्ड फर्मिओनिक एक्साइटेशंस के प्रकार को होस्ट करता है। दिखाया गया कि सीओएसआई द्वारा दो विशिष्ट प्लाजमोन मोड्स को होस्ट, 0.1 एवं 1.1 ईव्ही पर अवरक्त रेश्जीम में दीर्घ-तरंगदैर्ध्य सीमा में किया जाता है। 0.1 ईव्ही प्लाजमोन को उच्च रुप से डिसपर्सिव पाया जाता है व इसका उद्गम इंट्राबैंड सामूहिक ओसिलेशंस से होता है जिनका संबंध डबल स्पिन-1 एक्साइटेशन के साथ है। 1.1 ईव्ही प्लाजमोन, डिसपर्शनहीन होता है व इसके अंतर्गत इंटरबैंड सहसंबंध होते हैं। दोनों प्लाजमोन मोड्स की स्थिति कण-छिद्र कंटिन्युअम के बाहर होती है व इनका दीर्घ जीवनकाल होता है। (बहादुर सिंह)

परमाण्वीय थिन क्वांटम पदार्थ

- **मोनोलेयर $MoSi_2Z_4$ में एक्साइटंस की फ्लुएंस आश्रित गतिकी**
  परमाण्वीय रुप से थिन पदाथ द्वारा बद्ध एक्साइटंस एवं नवीन ऑप्टोविद्युत रिस्पांसेस को साकार करने के लिए अद्वितीय अवसरों को प्रस्तुत किया जाता है। इसका कारण उनकी सीमित डाइइलेक्ट्रिक स्क्रीनिंग है। अनुसंधानकर्ताओं ने नए खोज गए संश्लेषणात्मक $MoSi_2Z_4$ (Z=N, P, and As) पदाथ की मोनोलेयर्स के बैंडगैप में बद्ध एक्साइटंस के अस्तित्व का प्रदर्शन किया। सभी तीनों मोनोलेयर्स द्वारा अनेक ब्राइट एवं दृढ़ रुप से बद्ध एक्साइटंस को सपोर्ट, बद्ध ऊर्जाओं के साथ किया जाता है। ये 1 ईव्ही से 1.35 ईव्ही की निम्नतम ऊर्जा एक्साइटन के लिए होती हैं। दिखाया गया कि पंप फ्लुएंस या फोटो-एक्साइटिड कैरियर सघनता को बढ़ाने पर निम्नतम ऊर्जा एक्साइटन सर्वप्रथम रैडशिफ्ट व उसके बाद ब्लुशिफ्ट से गुजरता है जिसका कारण पुन:सामान्यीकृत एक्साइटन बद्ध ऊर्जाएं हैं। एक्साइटन बद्ध ऊर्जा में परिवर्तन लेनार्ड-जोन्स-जैसी संभाव्यता के रुप में इंटर-एक्साइटन स्पेसिंग के प्रकार्य के रुप में होता है। इससे परमाणु-जैसी आकर्षक व रिपल्सिव अन्योन्यक्रिया की स्थापना एक्साइटंस के मध्य होती है जो इंटर-एक्साइटन पृथक्करण पर निर्भर होती है। इस कार्य द्वारा सर्वप्रथम पूर्वानुमानित किया जाता है कि $MoSi_2Z_4$ 2D पदाथ द्वारा आकर्षक टैस्ट बैड को दृढ़ रुप से बद्ध एक्साइटंस एवं उनकी अतुल्यता गतिकी की भौतिकी के अन्वेषण के लिए प्रस्तुत किया जाता है। (बहादुर सिंह)

- **डिजाइनर दो-आयामी पदाथ में स्विचेबिल लार्ज-गैप क्वांटम स्पिन हाल अवस्था**
  क्वांटम स्पिन हाल (क्युएसएच) इंसुलेटर्स द्वारा स्पिन-ध्रुवीकृत कंडक्टिंग एज अवस्थाओं को दर्शाया जाता है। ये बैकस्केटरिंग से टोपोलॉजिकली संरक्षित हैं व मूलभूत विज्ञान प्रश्नों के उत्तरों व यंत्र एप्लिकेशंस के लिए अद्वितीय अवसर उपलब्ध कराती हैं। हालांकि ऐसी टोपोलॉजिकल अवस्थाओं को होस्ट करने वाले व्यवहार्य पदाथ को खोजना निरंतर चुनौती बना हुआ है। इन-डैप्थ प्रथम-सिद्धांत सैद्धांतिक मॉडलिंग का प्रयोग करके अनुसंधानकर्ताओं ने विशाल बैंड गैप क्युएसएच इंसुलेटर्स को पूर्वानुमानित किया। इन्हें हाल ही में संश्लेषित बॉटम-अप दो-आयामी MSi_2Z_4 (M = Mo or W and Z = P or As) पदार्थ परिवार में 1टी' संरचना के साथ पूर्वानुमानित किया गया। 2एच चरण में संरचनात्मक विरुपण द्वारा बैंड इंवर्शन को प्रेरित, धातु (एमओ/डब्ल्यु) डी एवं पी/एएस की पी अवस्थाओं के मध्य 204 एमईव्ही जितने विशाल इंवर्टिड बैंडगैप के साथ किया जाता है।

इसका उद्देश्य लगभग क्वांटाइज्ड स्पिन हाल कंडक्टिविटी के साथ स्पिन-ध्रुवीकृत कंडक्टिंग एज अवस्थाओं को साकार करना है। दिखाया गया कि इंवर्टिड बैंड गैप को वर्टिकल विद्युत क्षेत्र के साथ ट्यून, इन पदाथ में क्युएसएच अवस्थाओं को स्विच ऑफ करने के लिए किया जा सकता है। (बहादुर सिंह)

- **ग्राफीन व इसके होल-डोप्ड कंपोजिशंस में डाइरेक प्वाइंट में विसंगतियां**
  ग्राफीन, कार्बन परमाणुओं की एकल परत है। यह हेक्जागोनल जालक में अरेंज होती है। इसने अपनी समृद्ध भौतिकी व परतदार बल्क ग्राफाइट से प्रथम आइसोलेशन के बाद से आगामी-पीढ़ी के विद्युत यंत्रों के लिए संभावित उपयोग के कारण व्यापक रुचि जागृत की है। ग्राफीन की एक्जोटिक भौतिकी की उत्पत्ति इसकी रेखीय बैंड संरचना (डाइरेक विद्युत एक्साइटेशंस के साथ) से होती है। जहां सैद्धांतिक अध्ययन काय ने ग्राफीन में डाइरेक अवस्थाओं व उनकी सममिति क्रमविकास को स्पष्ट किया, वहीं एसआईसी-ग्राफीन के कोण-विभेदित फोटोउत्सर्जन स्पेक्ट्रा (एआरपीईएस) द्वारा विभिन्न विसंगतियों को दर्शाया जाता है। इनमें उच्च डोपिंग स्तर के बावजूद डाइरेक बैंडों की रेखीयता से विदेशी एलिमेंट्स के इंटरकैलेशन के साथ प्लाजमोन बैंड्स आदि शामिल हैं। तीव्र लक्षणों का निरीक्षण दीर्घ ऊर्जा रेश्जीम में डाइरेक प्वाइंट्स के निकट प्रिस्टाइन एसआईसी-ग्राफीन में किया जाता है। इसकी व्याख्या बैंड गैप के संबंध में की जाती है जिसकी उत्पत्ति विच्छेदित उपजालक सममिति एवं इन-गैप अवस्थाओं के कारण होती है। अनुसंधानकर्ताओं ने डाइरेक अवस्थाओं के गुणधम का परीक्षण एसआईसी-ग्राफीन एवं इसके छिद्र-डोप्ड कंपोजिशंस में किया। इस दौरान उन्होंने कोण-विभेदित फोटोउत्सर्जन स्पेक्ट्रोस्कोपी व सघनता प्रकार्यात्मक सिद्धांत का प्रयोग किया। इस अध्ययन ने ग्राफीन ऊर्जा डिसपर्शन की दीर्घ-कालीन समस्या को हल किया। (बहादुर सिंह)

अतिजालक एवं हीटरोसंरचनाएं

- **इंवर्शन सममिति विच्छेदन के साथ अतिजालकों में एक्सिऑन इंसुलेटर चरण की इंजीनियरिंग**
  एक्सिऑन इंसुलेटर्स द्वारा अर्ध-क्वांटाइज्ड सतह विसंगत हाल कंडक्टिविटी को दर्शाया जाता है। यह सतह के निकट दर्शाया जाता है जिसका साइन, विशिष्ट सतह टर्मिनेशन पर निर्भर करता है। एक्सिऑन इंसुलेटर्स को साकार करने के लिए विभिन्न पदार्थ प्रस्तावों को चुंबकीय डोपिंग Z_2 टोपोलॉजिकल इंसुलेटर द्वारा या अंतर्निहित चुंबकीय टोपोलॉजिकल इंसुलेटर को पाकर किया गया है। यहां अनुसंधानकर्ताओं ने (001) एक्जिस के साथ स्टैक्ड तीन-आयामी HgTe/MnTe अतिजालकों को एक्सिऑन इंसुलेटर्स को साकार करने के लिए प्रस्तुत किया। चुंबकत्व, टोपोलॉजी, सममिति एवं HgTe/MnTe परतों की मोटाई के मध्य इंटरप्ले पर सावधानीपूर्वक विचार कर दिखाया गया कि HgTe/MnTe अतिजालकों द्वारा विविध चुंबकीय टोपोलॉजिकल अवस्थाओं को साकार किया जाता है जिन्हें विभिन्न चुंबकीय अभिविन्यासों का प्रयोग करके मैनिपुलेट किया जा सकता है। (बहादुर सिंह)

- **तीन-आयामी फ्लैट बैंडों की इंजीनियरिंग के लिए HgTe-class पदाथ के अतिजालकों में टोपोलॉजिकल अवस्थाएं**
  निम्न काइनेटिक ऊर्जा के साथ फ्लैट बैंड्स पदाथ द्वारा दृढ़ रुप से सहसंबंधित अवस्थाओं को साकार किया जाता है। इसका कारण यह है कि कोलंब अन्योन्यक्रियाओं का प्रभुत्व काइनेटिक ऊर्जा पर होता है जिसका कारण उनकी लघु बैंडविड्थ होती है। तीन-आयामी फ्लैट बैंडों के साथ पदाथ की खोज में अनुसंधानकर्ताओं ने परिवर्तनीय मोटाई के साथ HgTe/CdTe एवं HgTe/HgSe अतिजालकों का निर्माण किया। इसके बाद उन्होंने परीक्षण किया कि कैसे टोपोलॉजिकल चरणों का विकास इन अतिजालकों में हो सकता है। लघु-अवधि HgTe/CdTe अतिजालकों में अनुसंधानकर्ताओं ने आइसोऊर्जित नोडल लाइनों की उपस्थिति को दर्शाया। ये स्ट्रेन-प्रेरित तीन-आयामी फ्लैट बैंडों को होस्ट, फर्मी स्तर पर, निर्मित होने पर डोपिंग की आवश्यकता के बिना कर सकती हैं। इसके उदाहरण में कोर-शैल नैनोवॉयर्स शामिल हैं। इसके विपरीत HgTe/HgSe लघु-अवधि के अतिजालकों ने समृद्ध चरण आरेख को सपोर्ट, टोपोलॉजिकल चरणों के प्लेथोरा के साथ किया। (बहादुर सिंह)

आवेश सघनता तरंग पदार्थ

- **कोलोसल आवेश सघनता तरंग क्रमण व $R_2Ir_3Si_5$ में चुंबकत्व के मध्य युग्मन**
  पदाथ में आवेश सघनता तरंगों (CDWs) के विकास जैसे संरचनात्मक चरण ट्रांजिशंस से निरंतर रुचि जागृत हुई है। इसका कारण उनकी संकल्पनात्मक नवीनताएं व एप्लिकेशन संभाव्यता है। $R_2Ir_3Si_5$ (R = Lu, Er, Ho) पदाथ के बृहत् परिवार से संबंधित है जो सीडीडब्ल्यु ट्रांजिशन को दृढ़ ओर्थोहोंबिक-से-ट्राइक्लिनिक जालक विरुपण के साथ दर्शाता है जो अतिजालक परावर्तनों के साथ है। अनुसंधानकर्ताओं ने एकल-क्रिस्टल एक्स-रे डिफ्रैक्शन (एसएक्सआरडी) एवं प्रथम-सिद्धांत विद्युत व फोनोन स्पेक्ट्रम के विश्लेषण को किया। इसका उद्देश्य $R_2Ir_3Si_5$ में सीडीडब्ल्यु चरण को स्पष्ट करना था। पाया गया कि सी के साथ Ir-Ir जिगजैग चेन्स, $R_2Ir_3Si_5$ में सीडीडब्ल्यु के लिए उत्तरदायी हैं। गैरचुंबकीय एलयू से चुंबकीय ईआर या एचओ में रेअर अर्थ एलिमेंट आर का प्रतिस्थापन, सीडीडब्ल्यु ट्रांजिशन तापमान को कम करता है। तीनों यौगिकों में से $Ho_2Ir_3Si_5$, एकमात्र पदार्थ है जहां द्वितीय-क्रम अतिजालक परावर्तनों का निरीक्षण किया जा सकता है। इन-डैप्थ विद्युत संरचना गणनाओं के आधार पर अनुसंधानकर्ताओं ने पूर्वानुमानित किया कि $Ho_2Ir_3Si_5$, धातु है जो सहविद्यमानी इलेक्ट्रॉन एवं होल पॉकेट्स के साथ फर्मी स्तर पर है। एचओ एवं आईआर परमाणुओं के स्फेरिकली सममित धात्विक-प्रकार के आवेश सघनता वितरण हैं जो सीडीडब्ल्यु विरुपण के प्रति प्रोन हैं। फोनोन डिसपर्शन वक्रों ने पुष्टि की कि आईआर परमाणु, सीडीडब्ल्यु विरुपण के लिए मुख्य रुप से उत्तरदायी हैं जो कि प्रयोग के अनुरुप है। (बहादुर सिंह)

- **$EuAl_4$ के टेट्रागोनल जालक पर ओर्थोहोंबिक आवेश सघनता तरंग**
  अनुसंधानकर्ताओं ने आवेश सघनता तरंग (सीडीडब्ल्यु) क्रम का परीक्षण स्क्वेयर नैट पदार्थ EuAl4 में किया जो ट्रेट्रागोनल समिमित को स्पेस समूह आई4/एमएमएम के साथ धारित करता है। यह सीडीडब्ल्यु ट्रांजिशन से 145 K के ट्रांजिशन तापमान के साथ गुजरता है। इसके साथ ही यह चार निरंतर प्रतिलौहचुंबकीय चरण ट्रांजिशंस को 16K के नीचे दर्शाता है। एकल-क्रिस्टल एक्स-रे डिफ्रैक्शन एवं प्रथम-सिद्धांत गणना के आधार पर अनुसंधानकर्ताओं ने सीडीडब्ल्यु अवस्था की इंकमेंसुरेटली मॉड्युलेटिड क्रिस्टल संरचना का निर्धारण, 70 K पर मॉड्युलेशन तरंग वैक्टर q = (0,0,0.1781 (3) के साथ किया। इंकमेंसुरेटली मॉड्युलेटिड संरचना की सममिति ओर्थोहोंबिक है जो कि मूल जालक से निम्न है। प्रिस्टाइन संरचना के विद्युत स्पेक्ट्रम एवं मॉड्युलेटिड संरचना की अंत:परमाण्वीय दूरियों के आधार पर इस अध्ययन कार्य ने स्पष्ट किया कि ए1 परमाणु, EuAl4 में सीडीडब्ल्यु के लिए उत्तरदायी हैं। (बहादुर सिंह)

नवीन कंप्युटेशनल क्रियाविधियां

- **$YBa_2Cu_3O_6$ में जालक गतिकी पर चुंबकीय मूमेंट्स की महत्वपूर्ण भूमिका**
  अपरंपरागत उच्च-तापमान अतिचालकता में जालक गतिकी की भूमिका अभी भी काफी विवादास्पद है। इस समस्या की सैद्धांतिक जानकारियों को स्वतंत्र संयुक्त विद्युत, चुंबकीय एवं जालक के यथार्थ प्रथम-सिद्धांत वर्णन की अनुपस्थिति द्वारा रोका गया है। प्रिस्टाइन अतिचालन आक्साइड $YBa_2Cu_3O_6$ की प्रतिलौहचुंबकीय अवस्था को स्थिर करने वाले हाल ही में निर्मित r^2SCAN सघनता प्रकार्य का प्रयोग करके अनुसंधानकर्ताओं ने मुख्य फोनोन मोड्स के प्रयोगात्मक डिसपर्शन को श्रमसाध्य रुप में पुनर्निर्मित किया। इसके बाद अनुसंधानकर्ताओं ने महत्वपूर्ण मैग्नेटोइलास्टिक युग्मन को अनेक उच्च-ऊर्जा सीयू-ओ बांड में पाया जिसका विस्तार प्रकाशिक ब्रांचों में है जहां एएफएम परिणामों में उन्नयन सॉफ्ट गैरचुंबकीय फोनोन बैंडों में होता है। (बहादुर सिंह)

- **भारी-फर्मिऑन पदाथ में चुंबकीय मूमेंट्स की महत्वपूर्ण भूमिका : SmB_6 की पुन:समीक्षा**
  भारी-फर्मिऑन पदाथ द्वारा आकर्षक एवं प्राय: अबूझ गुणधम को प्रदर्शित किया जाता है। यह मुक्त-शैल एफ ऑयनों की उपस्थिति व संबंधित आवेश, आर्बिटल, एवं स्वतंत्रता की स्पिन सीमाओं की जटिलता के कारण होता है। एसएमबी6 , प्रोटोटिपिकल भारी-फर्मिऑन यौगिक है। यह विद्युतीय इंसुलेटिंग है किंतु क्वांटम ओसिलेशंस

को दर्शाता है जो धात्विक अवस्था का स्पष्ट प्रमाण है। गूढ़ता में वृद्धि करने वाली संभावना यह है कि एसएमबी6, टोपोलॉजिकल कोंडो इंसुलेटर है। पैरामीटर-फ्री दृढ़ रुप से कंस्ट्रेन्ड एवं उपयुक्त रुप से नार्म्ड (स्कैन) सघनता प्रकार्य का प्रयोग करके व स्वतंत्रता की अन्य सीमाओं के साथ समान धरातल पर स्वतंत्रता की स्पिन सीमा के प्रयोग से अनुसंधानकर्ताओं ने एसएमबी6 की भूमि-अवस्था विद्युत संरचना का अन्वेषण किया। ऊर्जा में अत्यंत निकट विद्यमान अनेक प्रतिस्पर्धी चुंबकीय चरणों को पाया जाता है। इससे पदार्थ में स्पिन फ्लक्चुएशंस की मुख्य भूमिका का संकेत मिलता है। कंप्युटिड बैंड संरचना, एफ-इलेक्ट्रॉन कांप्लेक्स में क्रिस्टल-क्षेत्र स्पिलिटिंग्स, फर्मी ऊर्जा पर भारी प्रभावी इलेक्ट्रॉन द्रव्यमान एवं विशाल विशिष्ट ऊष्मा आदि सभी की उपयुक्त अनुरुपता संगत प्रयोगात्मक परिणामों के साथ है। इस अध्ययन ने भारी-फर्मिऑन पदाथ की मॉडलिंग के लिए नई क्रियाविधि को उपलब्ध कराया। (बहादुर सिंह)

यंत्र डिजायन एवं भौतिकी

- **उच्च-निष्पादन फोटोट्रांजिस्टर के लिए p-GaSe/n-HfS_2 के लेजर-प्रेरित इरेडिएशन पीएन-जंक्शन**
  दो-आयामी (2डी) पीएन-हीटरोजंक्शन ने भिन्न परिवेशों में विविध प्रकार्यात्मकताओं के साथ परमाण्वीय थिन ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक्स के विश्वसनीय लक्षण को स्पष्ट किया। अनुसंधानकर्ताओं ने उच्च-निष्पादन फोटोसंसूचकों के लिए *p*-GaSe/*n*-HfS2 वैन डेर वॉल्श (व्हीडीडब्ल्यु) को सूचित किया एवं निर्मित यंत्र पर लेजर इरेडिएशन प्रभाव का परीक्षण किया। इस अध्ययन ने उच्च फोटोरिस्पांसिविटी, अनुपम टाइप-।। बैंड संरेखण को स्पष्ट किया। इसके साथ ही अध्ययन ने सतह संभाव्यता में वृद्धि प्रकाश इलुमिनेशन के अंतर्गत की जिसे प्रथम-सिद्धांत गणनाओं द्वारा कांप्लिमेंट किया गया। उत्कृष्ट 2डी ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक गुणधम पर विचार करते हुए इन यंत्रों की खोज बेहतर कैंडिडेट्स के रुप में भावी उच्च-विकिरण परिवेशों के रुप में होती है। (बहादुर सिंह)

उच्च ऊर्जा भौतिकी विभाग

भौतिकीय विज्ञान

- **हैगर दूरदर्शी ऐरे के साथ अत्यंत उच्च ऊर्जा गामा किरण निरीक्षण**
  4270 मीटर की ऊंचाई पर लद्दाख के हानले में स्थित हैगर दूरदर्शी ऐरे के साथ खगोलभौतिकीय स्रोतों के निरीक्षणों को जारी रखा गया। इसका उद्देश्य उत्सर्जन क्रियातंत्रों के संबंध में जानकारियां प्राप्त करने के लिए इन पिण्डों से अत्यंत उच्च ऊर्जा गामा-किरण उत्सर्जन का अध्ययन करना था। Mkn 421, Mkn 501, 1ES 1959+650, BL Lac, 1ES2344+514 जैसे अनेक ब्लेजर वर्ग के सक्रिय गैलेक्सीय नाभिकों व क्रैब, जर्मिंगा पल्सर जैसे गैलेक्सीय पिण्डों व एवं फर्मी उपग्रह द्वारा संसूचित कुछ पल्सरों का निरीक्षण किया जा रहा है। (वर्षा आर. चिटनिस)

- **4-एम कक्षा वायुमंडलीय चेरेनकोव दूरदर्शी के लिए 256-पिक्सेल एसआईपीएम-आधारित कैमरे का विकास**
  256-पिक्सेल एसआईपीएम-आधारित कैमरे के 64-पिक्सेल प्रोटोटाइप को माउंट आबू में टैक्टिक दूरदर्शी के वर्टेक्स एलिमेंट के फोकल प्लेन में लगाया गया। परीक्षण चक्रों को अप्रैल-मई, 2022 के दौरान चलाया गया। इनसे प्रोटोटाइप के उपयुक्त फंक्शनिंग की जानकारी मिली। रेट-बॉयस वक्रों को किया गया एवं कॉस्मिक किरणों द्वारा उत्पन्न एयर शोअर्स की चेरेनकोव इमेजों को सफलतापूर्वक रिकार्ड किया गया। कैमरे के शेष 12 मॉड्यूल्स पर कार्य जारी है जिनमें प्रत्येक में 16 पिक्सेल हैं। पूर्ण कैमरे के परीक्षणों की माउंट आबू में योजना 2023 में है। (वर्षा आर. चिटनिस)

- **सक्रिय गैलेक्सीय नाभिक के बहुतरंगबैंड अध्ययन कार्य**
  1982-2019 की समय अवधि को शामिल करते हुए ब्लेजर AO 0235+164 की आर-बैंड प्रकाश वक्रता के अध्ययन कार्य से क्वासी-आवधिक ओसिलेशन (क्युपीओ), 8.13 वष की अवधि के साथ स्पष्ट हुआ। ज्वालाओं को डबल-पीक्ड दर्शाते पाया गया जिसमें दूसरी पीक, पहली के 2 वष के बाद आई। इस अवधि के लिए एक

संभावित कारण को अतिभारी बाइनरी ब्लैक होल प्रणाली के संबंध में दिया गया है। अन्य परियोजना में दीर्घ-काल एवं इंट्राडे परिवर्तनीयता का अध्ययन प्रकाशिक बहुतरंगबैंड (यूबीव्हीआरआई) डाटा का प्रयोग करके किया गया। अन्य ब्लेजर के मामले में S5 1044+71, ब्रॉडबैंड बहुतरंगबैंड स्पेक्ट्रल ऊर्जा वितरणों (SEDs) का अध्ययन प्रकाशिक, यूव्ही, एक्स-रे एवं गामा-किरण बैंडों के डाटा को शामिल करके किया जाता है व इसके दो उत्सर्जन क्षेत्रों के साथ लैप्टोनिक मॉडल के संबंध में स्पष्ट किया जाता है। अन्य ब्लेजर, PKS0903-57, ट्रांजिएंट QPOs का संसूचन 6 दिनों की अवधि में किया गया। यह मार्च-अप्रैल 2020 के दौरान फर्मी-एलएटी द्वारा संसूचित गामा-किरण आऊटबर्स्ट के दौरान किया गया एवं इसका संभावित स्पष्टीकरण वक्रित जैट में ब्लॉब के हेलिकल मोशन के संबंध में दिया गया। (वर्षा आर. चिटनिस)

प्रयोगात्मक उच्च ऊर्जा भौतिकी

- **एलएचसी में हिग्स बोसोन के गुणधम का अध्ययन व बी मेसन के दुर्लभ क्षयों में नई भौतिकी के लिए खोज**
  दूसरे सर्वाधिक भारी बॉटम क्वार्क एंटीक्वार्क युग्म (H-⟶ bb) में हिग्स बोसोन के क्षय का अध्ययन वैक्टर बोसोन फ्युजन की द्वितीय प्रभावी निर्माण प्रक्रिया का प्रयोग करके किया गया। प्रयुक्त डाटा की संगति 13 टीईव्ही के द्रव्यमान ऊर्जाओं के केंद्र पर प्रोटोन-प्रोटोन संघट्टनों के साथ है जिसे सीएमएस प्रयोग द्वारा 2016 व 2018 में दर्ज किया गया था। मापित सिग्नल सामर्थ्य, मानक मॉडल के पूर्वानुमानों के अनुरुप थी। इस विश्लेषण ने पहली बार हैड्रान संघट्टक में बॉटम क्वार्क एंटीक्वार्क युग्म में जैड बोसोन के क्षयों को निरीक्षित किया। पृथक अध्ययन में इलेक्ट्रॉन एवं म्युऑन अंतिम अवस्था (Bs → mu + e) में बीएस मेसन के एक्जोटिक दुर्लभ क्षय को खोजा जा रहा है। यह प्रक्रिया मानक मॉडल में होना स्वीकृत नहीं है। बी भौतिकी के अध्ययन के लिए विशेष रुप से संग्रहित डाटासमूह का प्रयोग करके , खोज को क्षय प्रक्रिया की दर पर ऊपरी सीमा की प्रत्याशा के साथ किया जा रहा है। (कजरी मजूमदार)

- **बैले में $\overline{B}^0 \to D^+h^-(h = K/\pi)$ क्षयों का अध्ययन**
  मानक मॉडल के क्वार्क फ्लेवर सैक्टर के फेनोमेनोलॉजिकल परीक्षणों के लिए अनिवार्य परीक्षण ग्राउंड बी मेसन्स के दो-बॉडी क्षय हैं। बी मेसन क्षयों के मॉडलों को कैबिबो-फेवर्ड चैनल $\overline{B}^0 \to D^+\pi^-$ का प्रयोग करके परीक्षित किया जा सकता है। यह विशेष रुप से शुद्ध व पर्याप्त हैड्रानिक क्षय है। इन क्षयों पर दृढ़ अन्योन्यक्रियाओं के प्रभाव की गणना अधिक यथार्थ रुप से अनुसंधानकर्ताओं द्वारा प्रकाश-मेसन क्षयों की गणना की तुलना में की जा सकती है। इसका कारण बी क्वार्क का विशाल द्रव्यमान है। 772×10^6 $B\overline{B}$ के संगत बैले के पूर्ण $\Upsilon(4S)$ डाटा सैंपल का प्रयोग करके अनुसंधानकर्ताओं द्वारा कैबिबो-फेवर्ड $\overline{B}^0 \to D^+\pi^-$ एवं कैबिबो-दमित $\overline{B}^0 \to D^+K^-$ क्षयों के ब्रांचिंग फ्रैक्शंस का मापन किया जाता है। (गगन मोहंती)

- **बैले ।। में क्षय $B \to K^*(892)\ell^+\ell^-$ के लिए ब्रांचिंग फ्रैक्शन का मापन**
  दुर्लभ क्षयें $B \to K^*(892)\ell^+\ell^-$, जहां ℓ, एक इलेक्ट्रॉन या एक म्युऑन है, में $b \to s$, क्वार्क-लेवल ट्रांजिशन को संलग्न किया जाता है इन्हें फ्लेवर-चेंजिंग न्युट्रल करेंट द्वारा मीडिएट किया जाता है। यद्यपि मानक मॉडल (एसएम) में ट्री लेवल पर प्रोहिबिटिड हैं, तथापि वे विद्युत दुर्बल पेंगुइन या बॉक्स आरेखों द्वारा प्रोसीड करती हैं। संभावित गैर-एसएम योगदान, उनकी क्षय दर या उनकी अंतिम-अवस्था कणों के कोणीय वितरण को परिवर्तित कर सकते हैं। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा $B \to K^*(892)\ell^+\ell^-$ क्षयों के ब्रांचिंग फ्रैक्शन को मापित किया जाता है जिस दौरान उनके द्वारा e^+e^- संघट्टनों का प्रयोग होता है जो कि 189 fb^{-1} की एकीकृत ल्युमिनोसिटी के तुल्य हैं। इस डाटा को सुपरकेईकेबी e^+e^- असममित-ऊर्जा संघट्टक में बैले।। प्रयोग द्वारा 2019-2021 के दौरान Υ(4S) रेसोनेंस के निकट दर्ज किया गया। ये परिणाम बैले ।। प्रयोग से $B \to K^*(892)\ell^+\ell^-$ ब्रांचिंग फ्रैक्शंस के प्रथम मापन का निर्माण करते हैं। (गगन मोहंती)

- **$\sqrt{s} = 13$ TeV पर पीपी संघट्टनों में एकल पुनर्निर्मित शीर्ष क्वार्क के साथ इवंट्स का प्रयोग करके शीर्ष क्वार्क द्रव्यमान का मापन**
  अनुसंधानकर्ताओं द्वारा टी चैनल में निर्मित एकल टॉप क्वार्क इवंट्स के साथ समृद्ध डाटा सैंपल का प्रयोग करके शीर्ष क्वार्क द्रव्यमान का मापन किया जाता है। यह अध्ययन प्रोटोन-प्रोटोन संघट्टन डाटा पर आधारित है जो कि 2016 में एलएचसी पर सीएमएस प्रयोग द्वारा $\sqrt{s} = 13$ TeV पर दर्ज $35.9\ \text{fb}^{-1}$ की एकीकृत ल्युमिनोसिटी के संगत है। वे कैंडिडेट इवंट्स का चयन पृथक उच्च-मूमेंटम लैप्टॉन (म्युऑन या इलैक्ट्रॉन) एवं दो जैट्स की आवश्यकता द्वारा करते हैं जिनमें से एक की पहचान बॉटम क्वार्क से उत्पन्न के रुप में की जाती है। मल्टीवैरिएट डिसक्रिमिनेंट्स को सिग्नल को मानक मॉडल पृष्ठभूमियों से पृथक करने के लिए डिजायन किया जाता है। ऑप्टिमाइज्ड थ्रेशोल्ड्स को डिसक्रिमिनेंट आऊटपुट्स पर इवंट सैंपल को प्राप्त करने के लिए उच्च सिग्नल शुद्धता के साथ रखा जाता है। शीर्ष क्वार्क द्रव्यमान को $172.13^{+0.76}_{-0.77}$ GeV पाया जाता है जहां क्वोटिड अनिश्चितता में दोनों सांख्यिकीय एवं क्रमबद्ध घटक आते हैं जो उप-जीईव्ही प्रिसिजन में पहली बार इस इवंट टोपोलॉजी में पहुंचते हैं। शीर्ष क्वार्क एवं एंटीक्वार्क के द्रव्यमानों को भी पृथक रुप में निर्धारित किया जाता है। इसमें अंतिम अवस्था लैप्टॉन के आवेश का प्रयोग होता है जिससे द्रव्यमान अनुपात एवं अंतर का निर्धारण क्रमश: $0.9952^{+0.0079}_{-0.0104}$ and $0.83^{+1.79}_{-1.35}$ GeV किया जाता है। इन परिणामों की संगति सीपीटी इंवैरिएंस के साथ है। (गगन मोहंती)

नाभिकीय एवं परमाणु भौतिकी विभाग

परमाणु, आण्विक व प्रकाशिक भौतिकी

- **परमाणु सेसियम में 7डी अवस्थाओं की अतिसूक्ष्म स्पिलिटिंग एवं एसी स्टार्क शिफ्ट के उच्च-सूक्ष्म मापन**
  सेसियम (^{133}Cs) की 7डी अवस्थाओं में अतिसूक्ष्म स्पिलिटिंग का मापन उच्च विभेदन डोपलर-मुक्त दो-फोटोन स्पेक्ट्रोस्कोपी का प्रयोग करके किया गया। इसे स्पष्ट आवृत्ति स्कैन्स द्वारा ध्वानिक-प्रकाशिक मॉड्युलेटर के प्रयोग द्वारा सुलभ किया गया था। सभी अतिसूक्ष्म लेवलों का विभेदन स्पेक्ट्रा में किया गया। चुंबकीय डाइपोल एवं क्वाडरपोल युग्मन कंस्टेंट्स ए एवं बी का मापन सूक्ष्मता के साथ किया गया जो पूर्व की रिपोट की तुलना में लगभग 20 गुना बेहतर है। इस मापन द्वारा 7डी अवस्थाओं के लिए चुंबकीय ऑक्टपोल युग्मन कंस्टेंट की वैल्यू पर सीमाओं को भी रखा जाता है। इस कार्य ने अतिरिक्त रुप में एसी स्टार्क शिफ्ट, कोलिजनल शिफ्ट एवं दबाव ब्राडनिंग के मापन को भी सूचित किया। इनका महत्व प्रकाशिक आवृत्ति मानकों के लिए है जो 6एस-7डी दो-फोटोन ट्रांजिशन पर आधारित हैं। (सौरभ दत्ता)

नाभिकीय भौतिकी

- **न्युट्रिनोहीन दोहरे बीटा क्षय के लिए खोज**
  ^{124}Sn में न्युट्रिनोहीन दोहरे बीटा क्षय के निरीक्षण के लिए प्रोटोटाइप निम्नतापीय बोलोमीटर संसूचक का विकास जारी है। ऊर्जा विभेदन, रीडआऊट सर्किट में नाइस की डिजायन एवं मिटीगेशन में महत्वपूर्ण कारक है व सर्वोच्च रुप से महत्वपूर्ण है। विश्लेषणात्मक मोड की डिजायन को बोलोमीटर सर्किट में नाइस को क्वांटिफाई व मॉडल करने के लिए तैयार किया गया। इस सर्किट डिजायन को अनेक बॉयस प्वाइंट्स के लिए भी सिमुलेट किया गया। इसका उद्देश्य यह सुनिश्चित करना था कि यह स्थिर वोल्टेज गेन व निम्न पॉवर डिसीपेशन को मैंटेन करे। भारत में भूमिगत प्रयोगशाला स्थापित किए जाने के लिए प्रयास जारी हैं। यह प्रयोगशाला दोहरे बीटा क्षय, डार्क पदार्थ जैसे दुर्लभ इवंट अध्ययन काय के लिए होगी। ऐसे प्रयोगों के लिए विकिरण पृष्ठभूमि का मिटीगेशन, सर्वोच्च रुप से महत्वपूर्ण है। इसके साथ ही साइट पर एंबिएन्ट पृष्ठभूमि को समझना (जिसकी उत्पत्ति रॉक से होती है), महत्वपूर्ण कारकों में एक है। इससे प्रेरित होकर भारत के हिमाचल प्रदेश की एयूटी सुरंग में संभावित प्रयोगशाला साइट से रॉक सैंपल के रेडियोशुद्धता अध्ययन काय को किया गया है। इस दौरान टीआईएफआर

निम्न पृष्ठभूमि प्रयोगात्मक सैटअप (टीआईएलईएस) का प्रयोग किया गया है। एयूटी रॉक में 40 के की सांद्रता का निरीक्षण ~1000 के कारक द्वारा निम्न रुप में किया गया है (बीडब्ल्युएच (बोडी पश्चिमी पहाड़ी), तमिलनाडू (भारत) के सैंपलों की तुलना में। यह भारत स्थित न्युट्रिनो आब्जर्वेटरी के लिए वर्तमान में साइट है)। प्राकृतिक रेडियोसक्रिय ट्रेस अशुद्धता 232 टीएच, एयूटी रॉक में निम्न है, जबकि 238यू, बीडब्ल्युएच रॉक से कुछ उच्च है। समग्र रुप में एयूटी पर एंबिएन्ट गामा किरण पृष्ठभूमि से बीडब्ल्युएच की तुलना में निम्न होना अपेक्षित है जबकि एंबिएन्ट न्युट्रॉन पृष्ठभूमि से समान होना अपेक्षित है। इसके अतिरिक्त न्युट्रॉन-प्रेरित दीर्घकालीन सक्रियता के विश्लेषण के लिए तीव्र न्युट्रॉन सक्रियण अध्ययन काय को दोनों एयूटी व बीडब्ल्युएच रॉक सैंपलों पर मुंबई की पैलेट्रॉन लाइनेक सुविधा में किया गया है। (वंदना नानल)

- **90 जैडआर में उच्च-स्पिन अवस्थाओं का प्रयोगात्मक परीक्षण**

  90 जैडआर की उच्च-स्पिन अवस्थाओं का परीक्षण, 60 एमईव्ही की बीम ऊर्जा पर भारी-ऑयन फ्युजन-वाष्पीकरण अभिक्रिया 82 एसई (13सी, 5एन) का प्रयोग करके किया गया है। 90 जैडआर के उत्तेजित स्तरों का निरीक्षण ≈13 MeV की उत्तेजन ऊर्जा एवं ≈20$\hbar$ की स्पिन तक किया गया है। इसमें बत्तीस नए γ-किरण ट्रांजिशंस को प्रस्तावित लेवल योजना में जोड़ा गया है। उच्चतम निरीक्षित स्पिन तक दोनों सकारात्मक -एवं नकारात्मक-समता अवस्थाओं की संरचनाओं की व्याख्या शैल-मॉडल गणनाओं के साथ की गई है। इस दौरान जीडब्ल्युबीएक्सजी अन्योन्यक्रिया एवं 68 एनआई कोर का प्रयोग किया गया है। गणनाओं से 7 एमईव्ही उत्तेजन ऊर्जा से अधिक अवस्थाओं के लिए N=50 शैल गैप में न्युट्रॉन उत्तेजनों की भूमिका का संकेत मिलता है। इन बैंड्स में उच्च-स्पिन अवस्थाओं की व्याख्या की गई है। इनमें उन्हें विस्तारित प्रोटोन एवं न्युट्रॉन अभिविन्यासों के पुनर्युग्मन द्वारा उत्पन्न माना गया है। (रुद्रज्योति पालित)

- **^{204} की उच्च-स्पिन अवस्थाएं: आइसोमेरिक अवस्थाएं व शियर्स बैंड संरचना**

  न्युट्रॉन-हीन ट्रांस-लीड नाभिक ^{204}At उच्च-स्पिन अवस्थाओं को ^{12}C + ^{197}एयू फ्युजन वाष्पीकरण अभिक्रिया द्वारा ~ 8 MeV एक्साइटेशन तक पॉप्युलेटिड किया गया। शीघ्र एवं विलंबित γ -किरण उत्सर्जनों द्वारा संबंधित स्तरों के क्षय का अध्ययन अंतर्निहित नाभिकीय संरचना के मूल्यांकन के लिए किया गया। आंशिक रुप से ज्ञात लेवल योजना को विस्तारित किया गया। निरीक्षित औसत जीवन काल $\tau = 52 \pm 5$ ns के साथ आइसोमेरिक 16+लेवल की स्थापना मापनों से की गई। शियर्स बैंड के साथ क्रॉसिंग का निरीक्षण किया गया व इसकी तुलना नेवरिंग ^{202}Bi, ^{205}Rn आइसोटोन्स एवं ^{203}At आइसोटोप में समान फेनोमेना के प्रमाण के साथ की गई। बैंड के साथ ट्रांजिशंस के लिए मापित B(M1)/B(E2) वैल्यूज की तुलना (सेमीक्लासिकल मॉडल आधारित अनुमानों के साथ) के आधार पर ^{204}At के शियर्स बैंड की स्थापना लेवल योजना के साथ की गई। (रुद्रज्योति पालित)

- **154Ho में आकार सह-अस्तित्व का प्रयोगात्मक प्रमाण**

  विषम-विषम ^{154}Ho नाभिक की उत्तेजित अवस्थाओं का अध्ययन ईलैब= 82 MeV में ^{141}Pr(^{16}O, 3n)^{154}Ho अभिक्रिया द्वारा किया गया है। इस दौरान बीएआरसी-टीआईएफआर पैलेट्रॉन सुविधा में भारतीय राष्ट्रीय गामा ऐरे (आईएनजीए) सैटअप का प्रयोग किया गया है। γ–γ कोइंसिडेंस, डाइरेक्शनल सहसंबंध (डीसीओ), व ध्रुवीकरण मापनों से डाटा का विश्लेषण लेवल्स की स्पिन्स एवं समताओं को असाइन करने व पुष्टि करने के लिए किया गया है। ^{154}Ho की सूचित लेवल योजना में उन्नयन नए लेवल्स एवं ट्रांजिशंस को समाहित करके किया गया है। ध्रुवीकरण डाटा से डीसीओ अनुपातों व समता असाइनमेंट्स से एक्सट्रैक्टिड मिश्रित ट्रांजिशंस के लिए मिश्रित अनुपातों को पहली बार सूचित किया गया है। ^{154}Ho में लो-लाइंग अवस्थाओं (अधिकांशत: सामूहिक व रैग्युलैरिटी द्वारा एक्साइटेशन स्पेक्ट्रा में अभिलक्षणित) को न्युट्रॉन एक्साइटेशन से उत्पन्न के रुप में प्रस्तुत किया गया है। उच्च एक्साइटेशन पर सामूहिक से एकल-कण कैरेक्टर में ट्रांजिशन होता है। यह प्रोटोन एक्साइटेशन के कारण इरैग्युलर एवं जटिल संरचना की अपीयरेंस के साथ होता है। लो-लाइंग सकारात्मक एवं नकारात्मक समता को कनेक्ट कर रहे नए पहचान किए गए $E1$ गामा ट्रांजिशंस से ^{154}Ho में आक्टोपोल सहसंबंध का संकेत

मिलता है। इन नए कनेक्शंस द्वारा फेनोमेनोलॉजिकल विश्लेषण को भी सहायता मिलती है जिसका उद्देश्य भिन्न परिप्रेक्ष्य से निरीक्षित प्रयोगात्मक लक्षणों की व्याख्या करना है। (रुद्रज्याति पालित)

- **^{104}Ag में काइरल-जैसी दोहरी बैंड संरचना एवं ऑक्टोपोल सहसंबंध**

  ≈ 100 क्षेत्र में नाभिक की संरचना द्वारा एकल कण एवं सामूहिक लक्षणों के प्रकार का प्रदर्शन किया जाता है। निरीक्षित समृद्ध बैंड संरचनाओं व उनके मध्य ट्रांजिशंस से यह क्षेत्र आदर्श प्रयोगशाला के रुप में स्थापित होता है जिसमें विभिन्न नाभिकीय संरचना मॉडलों एवं उनमें प्रयुक्त एप्राक्सिमेशंस का परीक्षण किया जा सकता है। विरुपित नाभिक के सामान्य सामूहिक घूर्णन के अतिरिक्त अनेक चुंबकीय घूर्णीय (एमआर) व प्रतिचुंबकीय घूर्णीय (एएमआर) बैंडों को इस क्षेत्र में नाभिक में सूचित किया गया है। इन बैंडों का निरीक्षण नाभिक में शैल क्लोजर्स के निकट होता है जिनमें लघु विरुपण वैल्यूज की विद्यमानता होती है। एमआर बैंडों को न्युट्रॉन एवं प्रोटोन कोणीय मूमेंटा के युग्मन से उत्पन्न माना जाता है। ये बैंड शीर्ष पर एक-दूसरे के प्रति लगभग लंबवत्त होते हैं एवं कोणीय मूमेंटम की उत्पत्ति घूर्णीय अक्ष पर के साथ इन कोणीय मूमेंटा के संरेखण के कारण होती है। यह न्युट्रॉन एवं प्रोटोन कोणीय मूमेंटा के साथ शियर्स के ब्लेड्स के युग्म की क्लोजिंग को रिसेंबल, शियर्स की ब्लेड्स के रुप में करता है। इस तरह इन बैंडों को भी कई बार शियर्स बैंड कहा जाता है। एएमआर बैंडों की व्याख्या की जाती है। इसमें उन्हें दो (या अधिक) सममित एंटीअलाइन्ड प्रोटोन होल ब्लेड्स के समान अलाइनमेंट के कारण उत्पन्न माना जाता है (न्युट्रॉन कण कोणीय मूमेंटम, ट्विन (या अधिक) शियर्स क्रियातंत्र के साथ)। वाईआरएएसटी नकारात्मक-समता बैंड की प्रकृति एवं 104 एजी में इसकी काइरल-जैसे पार्टनर बैंड का परीक्षण प्रयोगात्मक एवं सैद्धांतिक रुप से किया जाता है। नकारात्मक-समता वाईआरएएसटी बैंड व सकारात्मक-समता बैंड (4424-केईव्ही लेवल पर आधारित) का मापन डोपलर शिफ्ट अटेन्युएशन तकनीक के प्रयोग द्वारा होता है। तीन अधिक अवस्थाओं के जीवनकालों का निर्धारण उच्चतम निरीक्षित वाईआरएएसटी अवस्थाओं के जीवन काल के लिए ऊपरी सीमा के साथ किया गया है। (रुद्रज्योति पालित)

- **^{63}Cu में निम्न- एवं मध्यम – स्पिन अवस्थाओं के एकल-कण अभिविन्यास**

  ^{63}Cu नाभिक की उत्तेजन योजना की जांच की गई है। यह प्रकाश-ऑयन प्रेरित फ्युजन-वाष्पीकरण अभिक्रिया में इसके पॉप्युलेशन के पश्चात की गई है। इसमें कांप्टन सप्रैस्ड एचपीजीई क्लोवर संसूचकों के ऐरे का प्रयोग संसूचन प्रणाली के रुप में किया गया है। γ–γ कोइंसिडेंस मापनों व इस प्रक्रिया में नए ट्रांजिशंस की पहचान द्वारा γ-किरण ट्रांजिशंस से नाभिक की लेवल योजना के वर्णन के अतिरिक्त γ-किरणों के कोणीय सहसंबंध व लेखीय ध्रुवीकरण के मापनों को भी उनकी मल्टीपोलेरिटीज एवं विद्युत व चुंबकीय कैरेक्टर्स की असाइर्निंग के लिए किया गया है। निरीक्षित लेवल योजना की व्याख्या दो भिन्न मॉडल स्पेसों में शैल मॉडल गणनाओं द्वारा की गई है। इनमें से एक f5pg9 स्पेस, ^{56}Ni कोर के बारह थी जबकि अन्य में 48सीए कोर के बाहर प्रोटोन्स के लिए एफ 7/2 आर्बिटल समाहित था व यह स्पिन्स के रेश्जीम्स में एफ7/2 एक्साइटेशंस के प्रभाव की जांच हेतु डाइरेक्टिड था जिसका परीक्षण किया जा रहा है। दूसरे को अपेक्षाकृत मॉडेस्ट प्रभाव का सामान्य रुप में पाया गया है एवं निरीक्षित स्तर संरचना की मौटे तौर पर व्याख्या f5pg9 मॉडल स्पेस में कण एक्साइटेशंस द्वारा की जा सकती है। (रुद्रज्योति पालित)

- **γ-किरण संसूचकों में सक्रिय वोल्यूम के विश्लेषण के लिए जीएजीजी (सीई)-आधारित कांपेक्ट 3डी स्कैनिंग सैटअप का विकास**

  सीई-डोप्ड जीएजीजी (गैडोलीनियम अल्युमिनियम गैलियम गार्नेट: $Gd_3Al_2Ga_3O_{12}$) सिंटिलेटर क्रिस्टल को मल्टी-एनोड पोजिशन सेंसिटिव फोटोमल्टीप्लायर ट्यूब (पीएसपीएमटी) के साथ युग्मित किया गया है। इस प्रणाली को बाह्य प्रतिरोधी नेटवर्क के प्रयोग द्वारा कांपेक्ट बनाया गया है जो पीएसपीएमटी के 64 रीडआऊट्स में कमी सिर्फ चार सिग्नलों तक लाता है। परिणामकारी जीएजीजी (सीई)-पीएसपीएमटी सैटअप को γ-किरण संसूचकों की शीघ्र स्कैनिंग के लिए उपयोग में लाया गया है। यह संसूचकों के युग्म के मध्य कोइंसिडेंट फोटोन्स के साथ दूसरे की इमेज के पुन:निर्माण द्वारा किया गया है। वर्तमान कार्य में ऐसे स्कैन्स का प्रदर्शन पुराने एकल-

क्रिस्टल कोएक्सिअल रिवर्स-इलेक्ट्रोड एचपीजीई संसूचक एवं पुराने क्लोवर एचपीजीई संसूचक के लिए किया जाता है। एकल-क्रिस्टल एचपीजीई के लिए बढ़ती रिवर्स-बॉयस वोल्टताओं के अंतर्गत प्रभावी डेप्लिटिड क्षेत्र की वृद्धि को इमेज रिकंस्ट्रक्शन से विजुआलाइज किया गया है। सक्रिय वोल्यूम को सतह से एक्सिअल कैविटी की ओर बढ़ते देखा जाता है। क्लोवर एचपीजीई संसूचक के लिए क्रिस्टलों में अप्रकार्यात्मक पोर्शन्स को पहचाना जा सकता है। प्रयोगात्मक परिणामों को सिमुलेशन के साथ उपयुक्त रुप में पाया जाता है जिसे जीईएएनटी4 टूलकिट का प्रयोग करके किया गया है। इस पद्धति का प्रयोग करके संसूचक की स्कैनिंग, प्वाइंट स्रोत द्वारा स्कैनिंग प्रक्रिया की तुलना में तीव्र रुप में होती है। (रुद्रज्योति पालित)

प्रयोगात्मक एवं सैद्धांतिक नाभिकीय भौतिकी

- **सैद्धांतिक गणनाएं, प्रयोगात्मक इन-बीम मापन, यंत्रीकरण**

1) इस अवधि में प्राप्त एक महत्वपूर्ण सैद्धांतिक परिणाम ^{12}C नाभिक में पीएफ क्वांटम चरण ट्रांजिशन के स्पष्ट सिग्नेचर का निरीक्षण है जिसे तीन-अल्फा प्रणाली के रुप में ट्रीट किया जाता है। ^{12}C नाभिक की 0+ एवं 2+ अवस्थाओं का अध्ययन तीन-अल्फा प्रणाली की रुपरेखा में किया गया है। हिल्बर्ट स्पेस को पॉली-ब्लॉक्ड कृत्रिम अवस्थाओं से वास्तविक अवस्थाओं को पृथक करने के लिए दो भागों में विभक्त किया गया।

2) वास्तविक गामा-किरण क्रॉस सैक्शंस का मापन 8 से 16 एमईव्ही बीम ऊर्जा के लिए 16 ओ (पी, पी'गामा) अभिक्रिया द्वारा किया गया। अत्यंत विस्तृत प्रकाशिक मॉडल विश्लेषण को डाटा को स्पष्ट करने के लिए किया गया। 6.9 एमईव्ही अवस्था के लिए क्रॉस सैक्शंस का मापन पहली बार किया गया।

3) नए निर्मित एलबीसी सिंटिलेशन क्रिस्टल का पहली बार अध्ययन किया गया एवं इसे प्रकाशित किया गया। गणितीय क्रियाविधि को गामा किरणों के लिए संसूचकों के 4पी ऐरे की संसूचन दक्षता की गणना के लिए प्रयोग में लाया गया। (इंद्रनील मजूमदार)

टीआईएफआर केंद्र

अंतर्राष्ट्रीय सैद्धांतिक विज्ञान केंद्र, बैंगलुरु

भौतिकीय विज्ञान

खगोलभौतिकी

- **गुरुत्वीय तरंगों की माइक्रोलेंसिंग से कांपेक्ट डार्क मैटर की कंस्ट्रेनिंग**
  यदि डार्क मैटर का महत्वपूर्ण अंश, कांपेक्ट आब्जेक्ट्स के रुप में $10^2 – 10^5$ $M_\odot$ की द्रव्यमान रेंज में होता है, तो वे माइक्रोलेंसिंग (तरंग आब्जेक्ट्स) प्रभावों का कारण बनते हैं। यह गुरुत्वीय तरंग (जीडब्ल्यू) संकेतों में होता है व यह लीगो एवं वर्गो द्वारा प्रेक्षणीय है। माइक्रोलेंसिंग द्वारा जीडब्ल्यू संकेतों को विरुपित अभिलाक्षणिक रुप में किया जाता है जिसकी यथार्थ रुप से मॉडलिंग की जा सकती है। प्रथम दो निरीक्षणीय चक्रों व तृतीय निरीक्षणीय चक्र के पहले भाग से बाइनरी ब्लैक होल्स इवंट्स में माइक्रोलेंसिंग सिग्नेचर्स के गैर-निरीक्षण से अजीत एवं सहयोगियों ने कांपेक्ट डार्क मैटर के अंश को द्रव्यमान रेंज $10^2 – 10^5$ $M_\odot$ में ~50 – 80% से कम तक कंस्ट्रेन किया। इन मॉडेस्ट कंस्ट्रेन्ट्स में महत्वपूर्ण रुप से उन्नयन आगामी कुछ वष में हजारों बाइनरी ब्लैक होल इवंट्स के प्रत्याशित संसूचन के साथ होगा। इससे डार्क मैटर की प्रकृति की जांच का नया मार्ग प्रशस्त होगा। (अजीत परमेश्वरन)

- **स्पिनिंग न्युट्रॉन तारों से निरंतर गुरुत्वीय तरंगों की लेंसिंग**
  हमारी आकाशगंगा में तीव्र गति से स्पिन हो रहे, गैर-एक्सिसिमेट्रिक न्युट्रॉन तारों से निरंतर GWs का उत्पन्न होना अपेक्षित है जिसे भूमि-स्थित संसूचकों से निरीक्षण किया जा सकेगा। इनमें से अत्यंत कम को हमारी आकाशगंगा में अत्यंत भारी ब्लैक होल द्वारा महीनता के साथ लेंस किया सकेगा। लेंसिंग से सिग्नल (समय विलंब के साथ) की दो प्रतियों की उत्पत्ति होगी जो एक दूसरे के साथ इंटरफियर करेंगी। ऑप्टिकल एक्जिस (लेंसों एवं ऑज्जर्बर को कनेक्ट कर रहीं) के संबंध में न्युट्रॉन तारे की संबंधित गति से इंटरफियरेंस पैटर्न में बदलाव आएगा जिससे हमें लेंस्ड सिग्नल की पहचान करने में सहायता मिलेगी। हाल के पूर्ण कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने अनुमानित किया कि तृतीय पीढ़ी के जीडब्ल्यू संसूचकों में कम से कम ऐसे दृढ़ लेंस्ड कंटिन्युअस जीडब्ल्यू सिग्नलों के संसूचन का अवसर है। ऐसे निरीक्षण से अतिभारी ब्लैक होल एवं इसके खगोलभौतिकीय एनवॉयरनमेंट की रोचक जांचों की सुलभता होगी। (अजीत परमेश्वरन)

- **क्वासी-सर्कुलर, स्पिनिंग, गैर-प्रिसैसिंग बाइनरी ब्लैक होल मर्जर्स के उच्चतर क्रम गुरुत्वीय तरंग मोड्स के ज्ञानार्जन एवं परिणाम निकालने के लिए एआई एवं एक्सट्रीम स्केल की कंप्युटिंग**
  अनुसंधानकर्ताओं ने कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) का प्रयोग क्वासी-सर्कुलर, स्पिनिंग, गैर-प्रिसैसिंग बाइनरी ब्लैक होल मर्जर्स के उच्चतर क्रम गुरुत्वीय तरंग मोड्स की भौतिकी को सीखने व परिणाम निकालने के लिए किया। उनके संभाव्य एआई सरोगेट्स द्वारा ऐसे सिग्नल मैनिफोल्डों का वर्णन करने वाले अंकीय रिलेटिविटी वेबफार्म्स के द्रव्यमान-अनुपात, पृथक स्पिन्स, प्रभावी स्पिन्स, एवं इंक्लाइनेशन कोण को कंस्ट्रेन किया जा सकता है। उन्होंने अपने एआई मॉडलों के पूर्वानुमानों की तुलना गौसियन प्रक्रिया रिग्रैशन, रैंडम फॉरैस्ट, के-नियरैस्ट नेवर्स, एवं रेखीय रिग्रैशन एवं परंपरागत बेसियान इंफेरेंस पद्धतियों के साथ की। यह उन्होंने पीबाईसीबीसी इंफेरेंस टूल किट द्वारा किया। इसमें उन्होंने पाया कि एआई द्वारा इन सभी एप्रोचेस को यथार्थता के संबंध में मात दी जाती है व ये परंपरागत बेसियान इंफेरेंस पद्धतियों से मैग्निट्यूड के तीन से चार क्रम के मध्य हैं। एआई सरोगेट्स को 3.4 घंटों के अंदर प्रशिक्षित किया गया जिसमें समिट सुपरकंप्युटर में 1,536 एनव्हीडीआईए व्ही100 जीपीयूस पर किए गए प्रशिक्षण का प्रयोग किया गया। (प्रयूष कुमार)

संघनित पदार्थ भौतिकी

- **पाइरोक्लोर लैटिस पर स्पिन-ऑर्बिटल द्रव्य अवस्था एवं द्रव्य-गैस मेटाचुंबकीय ट्रांजिशन**
  अपभ्रष्ट इलेक्ट्रॉनिक आर्बिटल्स के साथ क्रिस्टल संरचनाएं, अपभ्रष्टता को लिफ्ट करने वाले लैटिस अपभ्रष्टताओं के प्रति अस्थिर होती हैं। यद्यपि इन जेन-टैलर विरुपणों के व्यापक प्रभाव चुंबकत्व पर होते हैं, तथापि वे सामान्यत: चुंबकत्व क्रमण के होने से अप्रभावित होते हैं जिसका कारण ऊर्जा पैमानों में पृथक्करण होता है। यहां अनुसंधानकर्ताओं ने $Pr_2Zr_2O_7$ में विपरीत मामले को दिखाया जहां आर्बिटल अपभ्रष्टता मिलीकेल्विन रेंज में निम्न स्थिति में होती है जिसका कारण स्पिन्स एवं आर्बिटल्स के मध्य इंटरप्ले का होना है। $Pr_2Zr_2O_7$, बहुध्रुवीय स्पिन आइस, दृढ़ लोकालाइज्ड $4f$ इलेक्ट्रॉन्स के साथ सम-संख्या अभिविन्यास में है। इससे गैर-क्रेमर्स डबलैट की उत्पत्ति होती है जो ट्रांसवर्स क्वाडरपोलर एवं लांगिट्युडिनल द्विध्रुवीय मूमेंट्स का वहन करता है। उनके $Pr_2Zr_2O_7$ के अत्यंत शुद्ध एकल क्रिस्टलों के अध्ययन ने गैर-क्रेमर्स डबलैट की बढ़ी हुई स्पिन-आर्बिटल क्वांटम गतिकी के लिए समग्र प्रमाण को पाया। इस गतिकीय जेन-टैलर प्रभाव को द्रव्य-गैस मेटाचुंबकीय ट्रांजिशन द्वारा एंकैपसुलेट किया जाता है। यह स्पिन आइस का अभिलक्षण, दृढ़ जालक सॉफ्टनिंग के साथ है। इस व्यवहार से पता चलता है कि स्पिन-आर्बिटल द्रव्य अवस्था का निर्माण पाइरोक्लोर जालक पर निम्न तापमानों एवं निम्न चुंबकीय क्षेत्रों पर होता है। (सुभ्रो भट्टाचारजी)

- **फोनोन्स की रमन स्केटरिंग द्वारा क्वांटम स्पिन आइस में उदीयमान क्यूईडी की जांच : शालो इनइलास्टिक स्केटरिंग एवं युग्म उत्पादन**
  इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने फोनोन्स की रमन स्केटरिंग के लिए अपरंपरागत क्रियातंत्र का अध्ययन किया। यह गैर-क्रेमर्स चुंबकीय ऑयनों में उपस्थित रेखीय मैग्नेटोइलास्टिक युग्मन पर आधारित है। यह चुंबक के क्वासीकणों में रमन-सक्रिय फोनोन्स के प्रत्यक्ष युग्मन को उपलब्ध कराता है। उन्होंने इस क्रियातंत्र को विभिन्न जांचों में प्रयोग में लाए जाने को प्रस्तावित किया। इन जांचों में उदीयमान चुंबकीय मोनोपोल्स, इलेक्ट्रिक चार्जेस, एवं क्वांटम स्पिन आइस के रुप में ज्ञात यू (1) क्वांटम स्पिन द्रव्य की उदीयमान क्वांटम इलेक्ट्रोगतिकी (eQED) के फोटोन्स शामिल हैं। कैंडिडेट रेअर-अर्थ पाइरोक्लोर पदाथ (या अधिक सामान्य रुप से टोपोलॉजिकल चुंबकीय चरणों के वास्तविक सिग्नेचर्स) में इस eQED का संसूचन, चुनौतीपूर्ण कार्य है। दिखाया गया कि फोनोन्स के रमन स्केटरिंग क्रॉस सैक्शन द्वारा प्रत्यक्ष रुप से संगत सूचना की उत्पत्ति की जाती है। यह फोनोन लाइनविड्थ की ब्रॉडनिंग के साथ की जाती है जिसे उन्होंने गणना की। इससे अभिलाक्षणिक आवृत्ति निर्भरता का प्रदर्शन होता है जो उदीयमान एक्साइटेशंस की अवस्थाओं की दो-कण सघनता को रिफ्लेक्ट करती है। उल्लेखनीय रुप से उन्होंने पाया कि रमन लाइनविड्थ की संवेदनशीलता सममिति फैक्शनलाइजेशन के विवरणों के साथ है। इससे क्वांटम स्पिन द्रव्य में सममिति के प्रोजेक्टिव कार्यान्वयन के विषय में सूचना मिल सकती है जिससे π-फ्लक्स चरण के लिए डॉयगनोस्टिक की उपलब्धता हो सकती है। इस तरह फोनोन्स के रमन स्केटरिंग द्वारा उपयोगी प्रयोगात्मक टूल, क्वांटम स्पिन द्रव्यों में फ्रैक्शनालाइजेशन की जांच के लिए उपलब्ध होता है। यह क्वांटम इलेक्ट्रोगतिकी में युग्म प्रोडक्शन एवं क्वांटम क्रोमोगतिकी के गहन इनइलास्टिक स्केटरिंग की मिररिंग निकट रुप में करता है। वास्तव में दूरसरे में अंतर, तकनीकी से अधिक संकल्पनात्मक है: हैड्रॉन्स से पार्टोन्स (क्वार्क्स) की उत्पत्ति उच्च ऊर्जाओं पर असिंप्टोटिक स्वतंत्रता के कारण होती है जबकि eQED में उपस्थित की उत्पत्ति निम्न ऊर्जाओं पर स्पिन्स के फ्रैक्शनालाइजेशन के कारण होती है। (सुभ्रो भट्टाचारजी)

तरल गतिकी

- **प्रवाह में लघु बूंदें एवं कण**
  उन स्थितियों का अध्ययन किया गया जिनके अंतर्गत बिंदुक विकास का आरंभ क्षोभ में पृथक वोर्टिसेस के निकट होता है। इसके साथ ही अल्पतम रेनॉल्ड्स संख्या को बारिश के निर्माण के लिए प्रस्तुत किया गया। दिखाया गया कि बैसेट-बोसिनेक हिस्ट्री फोर्स का अत्यंत महत्व तब होता है जब तरल एवं कणों में तुलनीय सघनता होती है।

दिखाया गया कि असंपीड्य भारहीन रॉड द्वारा कनेक्टिड दो कणों द्वारा स्पाइरोग्राफिक गति को कार्यान्वित वोर्टेक्स के निकट किया जाता है। वोर्टेक्स ऐरे में महत्वपूर्ण विभाजन को पाया गया। यह ट्रैप्ड कणों, आवधिक गति को कार्यान्वित कर रहे कणों एवं केआटिक गति में कणों के मध्य होता है। (रामा गोर्विंदराजन एवं समृद्धि संकर रे)

- **मेघ प्रवाह**
  मेघ के नए प्रकार को हाल ही में विश्व मौसमविज्ञान संगठन ने ''एस्पेरिटस'' नाम दिया है। अनुसंधानकर्ताओं ने इसके निर्माण के पीछे के क्रियातंत्र को दिखाया। उनके मेघ अध्ययन काय का विस्तार खांसते या बोलते समय बिंदुक डिसपर्सल के अध्ययन तक किया गया। दिखाया गया कि फेस मॉस्कों के बिना वार्तालाप में मौन श्रोता द्वारा संक्रमण से पीड़ित होने की संभावना वक्ता से अधिक होती है (जब दोनों बारी-बारी से बोलते हैं)। (रमा गोर्विंदराजन)

- **तरंग क्षोभ**
  समुद्र के प्रवाहों में लहरों का विस्तृत स्पेक्ट्रम होता है जो ऊर्जा का स्थानांतरण स्पेटियो-टेंपोरल पैमानों के अनेक डिकेड्स में करता है। इस सामान्य जानकारी के बावजूद उन विस्तृत भौतिकीय प्रक्रियाओं को अभी तक समझा नहीं गया है जो क्षोभी प्रवाह में लहरों के ऊर्जा स्थानांतरण में सहायता करती हैं। यह अनुसंधान लहर क्षोभ के रेश्जीम में आता है एवं इस दिशा में पहले पेपर को हाल ही में प्रकाशित किया गया। इस विषय पर अनुवर्ती कार्य को किया जा रहा है जिसमें सीमित गणितीय मॉडलों का प्रयोग करके लहर ऊर्जा स्थानांतरण पथमाग का अन्वेषण किया जा रहा है। इन अध्ययन काय के परिणामों से लहर क्षोभी स्थानांतरणों की हमारी जानकारी में उन्नयन होगा व विशाल पैमाने के समुद्री मॉडलों में पैरामेटेराइजेशंस के विकास में सहायता मिलेगी। (जिम थामस)

- **समुद्र में निम्न रेनाल्ड्स नंबर प्रवाह**
  समुद्र में लघु ओ (1सेमी) पैमानों पर विस्कोसिटी एवं स्ट्रेटिफिकेशन के प्रभाव द्वारा बॉडीज के निकटवर्ती क्षेत्रों में प्रवाहों की उत्पत्ति हो सकती है। इन प्रवाहों द्वारा समुद्र मिश्रण को प्रभावित किया जा सकता है व लघु पैमाने की समुद्री आर्गेनिज्म्स के लोकोमोशन को प्रभावित किया जा सकता है। जिम थामस द्वारा उत्पन्न प्रवाहों पर कार्य, लघु पैमाने की बॉडीज के साथ किया जा रहा है जिसमें सिद्धांत एवं अंकीय सिमुलेशंस का प्रयोग हो रहा है। (जिम थामस)

सांख्यिकीय भौतिकी

- **अन्योन्यक्रियाकारी गैस के मुक्त विस्तार के दौरान बोल्ट्जमैन की एंट्रॉपी**
  इस कार्य के अंतर्गत एक बक्से में एक-आयामी अन्योन्यक्रियाकारी गैस के मुक्त विस्तार के संदर्भ में बोल्ट्जमैन की एंट्रॉपी के क्रमविकास का परीक्षण किया गया। अन्योन्यक्रियाकारी कण मॉडल, हार्ड प्वाइंट कणों की गैस, वैकल्पिक द्रव्यमानों के साथ है। इस प्रणाली को उपयुक्त अर्गोडिसिटी गुणधम को धारित करने के लिए जाना जाता है। बोल्ट्जमैन की एंट्रॉपी का वर्णन एकल माइक्रोअवस्थाओं के लिए किया जाता है। इसे फेज-स्पेस वोल्यूम (मैक्रोवैरिएबिल्स की समान वैल्यू के साथ लघु अवस्थाओं द्वारा धारित) द्वारा दिया जाता है जो कोर्स-ग्रेन्ड फिजीकल ऑब्जर्वेबिल्स हैं। सामान्यता के विचार का प्रदर्शन बोल्ट्जमैन की एंट्रॉपी के विकास द्वारा मैक्रोवैरिएबिल्स के दो चयनों के लिए किया गया है – एकल कण चरण स्पेस वितरण एवं हाइड्रोगतिक क्षेत्र। अन्योन्यक्रियाओं की उपस्थिति के कारण इन दोनों एंट्रापीज के लिए विकास कर्व्स का निरीक्षण किया जाता है। यह विशाल प्रणाली आकार एवं लघु कोर्स-ग्रेनिंग स्केल की सीमाओं के उपयुक्त क्रम पर मोनोटोनिकली बढ़ती लिमिटिंग कर्व पर कंवर्ज होने के लिए किया जाता है। इसके अलावा निरीक्षित किया गया कि एंट्रॉपीज के दो चयनों के लिए सीमित विकास कर्व्स, समान हैं, जैसा कि स्थानीय तापीय तुल्यता द्वारा स्पष्ट हुआ है। अनेक रोचक विषयों पर चर्चा की गई जिनका संबंध फिनिट आकार एवं फिनिट कोर्स ग्रेनिंग स्केल के साथ है। इससे

रोचक लक्षणों की उत्पत्ति होती है जिनमें एंट्रॉपी विकास कर्व में ओसिलेशन शामिल हैं। अंत में हाइड्रोगतिक क्षेत्रों में शॉक्स के निरीक्षणों की भी चर्चा की गई। (अनुपम कुंदु)

- **सक्रिय क्षोभ की उदीयमान यूनिवर्सल अवस्था में इंटरमिटेंसी, फ्लक्चुएशंस एवं मैक्सिमल केआस**
सक्रिय क्षोभ की हाल ही में व्यापक चर्चा हुई है। यह उदीयमान, जटिल प्रवाहों की दिलचस्प कक्षा के रुप में हुई है जो मैसोस्केल पर अनेक लिविंग प्रणालियों में होते हैं। इनकी जानकारी, अतुल्यता भौतिकी एवं जैवविज्ञान के इंटरफेस पर मिलती है। हाल के अध्ययन काय ने दिखाया कि कैसे सघन बैक्टीरियल सस्पेंशन्स की परिणिती क्षोभी में होती है। हालांकि क्या ये निम्न रेनाल्ड्स नंबर लिविंग फ्लोज, वास्तव में क्षोभी हैं या उच्च रेनाल्ड्स नंबर (क्लासिकल) इंएनिमेट क्षोभ के साथ संरचनात्मक समानताओं के साथ सिर्फ केआटिक हैं? यह महत्वपूर्ण प्रश्न है क्योंकि क्लासिकल क्षोभ के फिंगरप्रिंट्स – यूनिवर्सेलिटी, इंटरमिटेंसी एवं केआस- इसे प्रेरित-डिसीपेटिव प्रणालियों की सभी कक्षाओं में अद्वितीय बनाते हैं। सक्रिय प्रवाहों में यूनिवर्सेलिटी (एवं स्केल इंवैरिएंस) के प्रश्न को हाल ही में ब्रेटानोव, जेनको एवं फ्रे (पीएनएएस (2015) ने उठाया। इन्होंने दिखाया कि ऐसी प्रणालियों का अभिलक्षणन स्केलिंग एक्सपोनेंट द्वारा होता है जो सक्रियता के स्तर पर आश्रित होते हैं एवं इस तरह सक्रिय क्षोभ के साथ संबंधित यूनिवर्सेलिटी की हीनता होती है। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा दिखाया जाता है कि जहां अल्प सक्रियता के लिए यह सही है (ऐसा क्षेत्र जिस पर ब्रेटानोव ईटी एएल ने विचार किया है), वहीं महत्वपूर्ण सक्रियता (प्रयोगात्मक रुप से व्यवहार्य) ऐसे सस्पेंशन्स द्वारा असिंप्टोटिक अवस्था पर अद्वितीय एक्सपोनेंट के साथ पहुंचा जाता है। यह यूनिवर्सेलिटी एवं फेस ट्रांजिशन की पहली रिपोर्ट बैक्टीरियल क्षोभ में है। ऐसी यूनिवर्सल, स्केल-इंवैरिएंट असिंप्टोटिक अवस्थाएं, क्षोभ सिद्धांतों के अंतर्निहित महत्वपूर्ण पहलू हैं। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा इसके बाद द्वितीय महत्वपूर्ण पहलू – इंटरमिटेंसी को इस असिंप्टोटिक अवस्था में लिया जाता है। उल्लेखनीय रुप से अल्प क्रियाकलापों पर प्रवाह के पूर्व मापनों के क्विसेंट होने के विपरीत इस नए खोजे गए महत्वपूर्ण क्रियाकलाप के परे सस्पेंशन्स, इंटरमिटेंट होते हैं। क्विसेंट, गैर-यूनिवर्सल रेश्जीम के परे इस इंटरमिटेंट यूनिवर्सल अवस्था की खोज द्वारा प्रेरित होकर अनुसंधानकर्ताओं ने केआस की प्रकृति का परीक्षण किया व इस तरह महत्वपूर्ण ट्रांजिशन के किसी भी ओर ऐसे सस्पेंशन्स में मिश्रण का परीक्षण किया। दिलचस्प रुप से पाया गया कि सक्रिय क्षोभ, ट्रांजिशन के परे अधिकतम केआटिक हो जाता है। इससे पुन: बढ़ते जड़ क्षोभ में अनबाउंडिड केआस से विचलन होता है। (समृद्धि संकर रे)

- **आदर्श गैस के मुक्त विस्तार के दौरान एंट्रॉपी विकास**
मैक्रोस्कोपिक प्रणाली की लघु अवस्था के लिए वर्णित एंट्रॉपी प्रकार्य के बोल्ट्जमेन के निर्माण की व्याख्या के लिए अनुसंधानकर्ताओं ने गैर-अन्योन्यक्रियाकारी प्वाइंट कणों की एक आयामी गैस के मुक्त विस्तार के सरल उदाहरण को प्रस्तुत किया। निर्माण हेतु मैक्रोस्कोपिक वैरिएबिल्स के संगत मैक्रोस्टेट्स को वर्णित करने की आवश्यकता होती है। अनुसंधानकर्ताओं ने मैक्रोस्टेट एम को वर्णित किया। यह उन्होंने एकल कण स्थिति-वेग स्पेस (एक्स, व्ही) के आयताकार बॉक्सों $\Delta x\Delta v$ में कणों के फ्रैक्शन को स्पेशिफाई करके किया। उन्होंने सत्यापित किया कि जब कणों की संख्या, बोल्टजमेन एंट्रॉपी से अधिक होती है, तो नॉनइक्विलिब्रियम की प्रचलित लघु अवस्था के $SB(t)$ की घटना कोर्स-ग्रेन्ड समय-विभेदित एक-कण वितरण (इस एंसेन्बल के साथ संबंधित) की गिब्स एंट्रॉपी के साथ होती है। $SB(t)$ द्वारा इसके अधिकतम संभावित मूल्य तक दी गई प्रारंभिक अवस्था के गतिकीय क्रमविकास के लिए एप्रोच किया जाता है। एप्रोच की दर, मैक्रोस्टेट की परिभाषा में Δv के आकार पर निर्भर होती है। यह $\Delta v\to 0$ होने पर किसी निर्धारित समय टी पर शून्य तक जाती है। आश्चर्यजनक रुप से विभिन्न कर्व्स $SB(t)$ का क्षय, समय के Δv as: $t\sim\tau/\Delta v$ के साथ स्केल होने पर होता है। अनुसंधानकर्ताओं ने सीमा $\Delta v\to 0$ में $SB(\tau)$ के लिए स्पष्ट अभिव्यक्ति को पाया। उन्होंने मैक्रोस्टेट्स की भिन्न अधिक हाइड्रोगतिकीय परिभाषा पर भी विचार किया जिसके लिए $SB(t)$ मोनोटोन इंक्रीजिंग है। यह पूर्व के विपरीत है जिसकी इसके अधिकतम मूल्य के निकट लघु डिकेइंग ओशिलेशंस हैं। उनकी प्रणाली नॉन-अर्गोडिक, नॉन-केआटिक व गैर-अन्योन्यक्रियाकारी है। अत: परिणामों से स्पष्ट होता है कि मैक्रोस्कोपिक इरेवर्सेबिलिटी एवं एंट्रॉपी बढ़ोत्तरी के

निरीक्षण के लिए ये संकल्पनाएं उतनी संगत नहीं हैं जितना कई बार दावा किया जाता है। इसके स्थान पर प्रारंभिक स्थितियों, टिपिकैलिटी, बड़ी संख्याओं एवं कोर्स-ग्रेनिंग की धारणाएं, महत्वपूर्ण कारक हैं। वे इन विचारों का प्रदर्शन गहन सिमुलेशंस व विश्लेषणात्मक परिणामों द्वारा करते हैं। (अभिषेक धर)

- **अक्रमित अन्योन्यक्रियाकारी गैर-हर्मिटियान प्रणालियों के स्पेक्ट्रल गुणधर्म**
  गैर-हर्मिटियान प्रणालियों ने हाल के वष में अत्यंत रुचि जागृत की है। हालांकि ऐसी प्रणालियों में केआस एवं स्थानीयकरण की धारणाओं ने हर्मिटियान प्रणालियों की तरह परिपक्वता का स्तर प्राप्त नहीं किया है। यहां अनुसंधानकर्ताओं ने गैर-हर्मिटियान अन्योन्यक्रियाकारी अक्रमित हैमिल्टोनियन्स पर विचार किया एवं उनके केआटिक व्यवहार या इसके अभाव के विश्लेषण का प्रयास किया। यह उन्होंने स्पेक्ट्रल फॉर्म कारक के हाल ही में प्रस्तुत गैर-हर्मिटियान एनालॉग एवं जटिल स्पेसिंग अनुपात के लैंसों द्वारा किया। उन्होंने तीन विस्तृत रुप से संगत गैर-हर्मिटियान मॉडलों पर विचार किया जो अपने स्वरुप में अनुपम हैं व ऐसे परीक्षणों के लिए उत्कृष्ट मंचों के रुप में कार्य करते हैं। विचार किए गए मॉडलों में दो लघु अवधि के हैं व उनकी भिन्न सममितियां हैं। तीसरा मॉडल दीर्घ-अवधि का है जिसका हर्मिटियान काउंटरपार्ट स्वयं में बढ़ती रुचि का विषय बन गया है। इन सभी मॉडलों द्वारा अपेक्षाकृत दुर्बल अक्रम पर संगत सममिति कक्षाओं के गैर-हर्मिटियान रैंडम मैट्रिक्स सिद्धांत के साथ गहन संबंध दर्शाया जाता है। अपेक्षाकृत दृढ़ अक्रम पर इन मॉडलों द्वारा जटिल आइजनवैल्यू सहसंबंध की अनुपस्थिति को दर्शाया जाता है जो कि पोइसन सांख्यिकी के संगत है। उनके पूर्ण विश्लेषण से सामान्य रुप से अक्रमित मुक्त क्वांटम प्रणालियों की जानकारी में महत्वपूर्ण भूमिका निभाया जाना अपेक्षित है। (मानस कुलकर्णी)

- **नोइसी क्वांटम प्रणालियों में परम स्थिर स्पेटियोटेंपोरल क्रम**
  प्रतिदिन के जीवन में प्रचलित सामान्य क्रिस्टलों में स्पेस में आवधिक संरचना होती है। आऊट-ऑफ-इक्विलिब्रियम क्वांटम प्रणालियों द्वारा मैटर के फेस को होस्ट किया जा सकता है जिसे ''समय-क्रिस्टल'' के रुप में जाना जाता है। यह दोनों स्पेस एवं टाइम में नियमित पैटन को दर्शाता है व इसकी पहचान उनके स्पेटियोटेंपोरल क्रम से हो सकती है। दुर्भाग्यवश मूलभूत बाधाओं की विद्यमानता ऐसे समय क्रिस्टलों के निर्माण में प्रयोगशाला में हैं या क्वांटम कंप्युटरों में उन्हें साकार रुप देने में हैं। इसका कारण वास्तविक क्वांटम प्रणालियों में नाइस एवं इंपरफैक्शंस की उपस्थिति है जो समय क्रिस्टल को पिघलाती (मैल्ट) करती है। इस कार्य में स्थितधी एवं सहयोगियों द्वारा इन बाधाओं को पार करने के नए मार्ग को प्रस्तुत किया जाता है ताकि ऐसे समय क्रिस्टल को स्थिर रुप दिया जा सके। नाइस का मुकाबला करने के लिए उनके द्वारा क्युबिट्स के नियमित मापन किए जाते हैं व इन मापनों से प्राप्त सूचना का उपयोग फीडबैक की तरह ऐसे रुप में किया जाता है जो स्पेस-टाइम में आवधिक क्रमण की पुन:स्थापना करे। क्वांटम प्रणालियों के नियंत्रण, मापनों एवं फीडबैक को संयुक्त करने की इस ''क्वांटम अन्योन्यक्रियात्मक गतिकी'' का विशेष महत्व है। यह वर्तमान की नाइसी क्वांटम कंप्युटिंग यंत्रों द्वारा अर्फोडिड रिच सैटिंग में मैटर के अन्य नए फेसेस के स्थिरीकरण के साधन के रुप में है। (स्थितिधी रॉय)

- **नियंत्रित गतिकी एवं प्रत्यक्ष पर्कोलेशन**
  बटरफ्लाई प्रभाव, प्रारंभिक स्थिति में इंफिनिटेसिमल स्थानीय परिवर्तन है (प्रोवर्बियल बटरफ्लाई की विंगबीट)। यह बाद के समय कालों में विश्व में तीव्र परिवर्तनों को लाने के लिए स्पेसटाइम में तीव्र गति से बढ़ सकता है व इसका विस्तार तीव्र रुप में हो सकता है। परिवर्तनों के उदाहरणों में विश्व के भिन्न भाग में टार्नेडो है। यह केआस की क्विनटेसेंशल धारणा को कैप्चर करता है जो अर्गोडिसिटी की हमारी धारणा को काफी हद तक बदलती है। स्थितधी एवं उनके सहयोगियों द्वारा पाया जाता है कि मैनी-बॉडी प्रणाली की गतिकी में काइनेटिक कंस्ट्रेन्ट्स द्वारा सूचना के इस विस्तार को रोका जा सकता है व प्रणाली को गैर-केआटिक चरण में ले जाया जा सकता है। इस चरण में बटरफ्लाई प्रभाव को खत्म किया जाता है व वास्तव में कंस्ट्रेन्ट के सामर्थ्य द्वारा बोनाफाइड गतिकीय चरण ट्रांजिशन को केआटिक से गैर-केआटिक चरण में प्रेरित किया जाता है। चरण ट्रांजिशंस, 'यूनिवर्सेलिटी' युक्त होता है जो कि महत्वपूर्ण रुप से महत्वपूर्ण होता है। इसका कारण यह है कि प्रणाली का

व्यवहार माइक्रोस्कोपिक विवरणों से स्वतंत्र होता है। वे दिखाते हैं कि कंस्ट्रेन्ट-प्रेरित चरण ट्रांजिशन का अस्तित्व तथाकथित 'निदेशित प्रर्कोलेशन' यूनिवर्सेलिटी कक्षा में होता है। इस यूनिवर्सेलिटी कक्षा की घटना अनेक अन्य महत्वपूर्ण फेनोमेना में अत्यंत भिन्न स्केल्स में होती है जिनमें क्षति विस्तार एवं विश्वमारियां शामिल हैं। (स्थितधी रॉय)

सूत्र सिद्धांत

- **ट्विस्टर कवरिंग्स एवं फेनमेन आरेख**
  हाल ही में मुक्त N=4 सुपर येंग-मिल्स की ड्युएल वर्ल्डशीट को प्रस्तुत किया गया है। यह AdS_5 के लिए ट्विस्टर वैरिएबिल्स के संबंध में, मुक्त सममित आर्बिफोल्ड सीएफटी के ड्युएल AdS_3 के लिए पैरारल में है। दूसरे मामले में होलोमार्फिक कवरिंग्स मैप्स द्वारा सहसंबंधकों के निर्धारण में केंद्रीय भूमिका का निर्वाह किया जाता है व इनका संबंध फेनेमेन आरेखों के साथ होता है। AdS_3 के लिए वर्ल्डशीट ट्विस्टर वैरिएबिल्स के संबंध में इन मैप्स की रिकास्टिंग के बाद अनुसंधानकर्ताओं ने AdS_5 में इन्हें सामान्यीकृत किया। अनुसंधानकर्ताओं ने ट्विस्टर कवरिंग मैप्स के लिए स्ट्रिंजी इंसिडेंस संबंधों व उपयुक्त वास्तविकता स्थितियों को प्रस्तुत किया। सहसंबंधकों के विशेष काइनेमेटिक अभिविन्यासों के लिए उन्होंने संगत कवरिंग मैप्स के स्पष्ट निर्माण को दर्शाया। अनुसंधानकर्ताओं ने पाया कि इस मैप के संगत क्लोज्ड सूत्र वर्ल्डशीट का संबंध स्ट्रेबल निर्माण द्वारा प्रमाप सिद्धांत फेनमेन आरेख के साथ है। CFT_2 के लिए अपेक्षाकृत आश्चर्यजनक रुप से वर्ल्डशीट के नियमित स्ट्रेबल क्षेत्र द्वारा मुक्त क्षेत्र सिद्धांत के फेनमेन प्रोपेगेटर को पुन:प्रस्तुत किया जाता है। (राजेश गोपकुमार)

- **कार्च-रैंडल ब्रेनवर्ल्ड से जैकिव-टेटलबोइम गुरुत्वाकर्षण**
  अनुसंधानकर्ताओं ने एंबिएंट तीन-आयामी एंटी-डे सिटर स्पेसटाइम में दो कार्च-रैंडल ब्रेन्स के साथ प्रणाली के फ्लक्चुएशंस का अध्ययन किया। इस सहयोग के भाग के रुप में उन्होंने पूर्व में इसी प्रणाली का अध्ययन उच्चतर-आयामी डे सिटर स्पेस में किया था। इस बार लक्ष्य गुरुत्वीय बाथ में युग्मित एवापोरेटिंग ब्लैक होल्स को समझना था। इस सैटअप में ब्रांस में से एक द्वारा बाथ के रुप में कार्य किया जाता है। पाया गया कि इन बाथ्स द्वारा पूर्व में लिट्रेचर में अध्ययन किए गए गैरगुरुत्वीय बाथ्स से पूर्ण रुप से अलग रुप में व्यवहार किया जाता है। हालांकि तीन आयामी एंटी-डे सिटर स्पेस में दो-आयामी ब्रान के मामले में अनुपम लक्षणों को प्रस्तुत किया। इनमें से एक यह था कि बाउंडरी डिफेक्ट के लिए एन्टेन्गलमेंट, अल्प-परिभाषित प्रतीत हुआ। अनुसंधानकर्ताओं ने इस प्रणाली का गहन अध्ययन किया व ब्रान के फ्लक्चुएशंस के प्रभाव को भी अध्ययन में शामिल किया। वे ये दिखाने में सफल हुए कि इन फ्लक्चुएशंस का वर्णन गुरुत्वाकर्षण के प्रभावी दो-आयामी सिद्धांत द्वारा किया जाता है जिसे जैकिव-टेटलबोइम (जेटी) गुरुत्वाकर्षण कहा जाता है। यह वैकल्पिक उच्चतर-आयामी प्रणाली को प्रस्तुत करता है जो आयामी रिडक्शन पर जेटी गुरुत्वाकर्षण की ओर अग्रसर होता है। इस विश्लेषण से हमें एन्टेन्गलमेंट वेज के विषय में पहेली को सुलझाने में भी सहायता मिली। (सुव्रत राजू)

- **हार्किंग ग्रेविटन्स का टिंबर: होलोग्राफी से ऊर्जा परिवहन का प्रभावी वर्णन**
  एडीएस में प्लानर ब्लैक होल्स की होलोग्राफिकली ड्युएलिटी, संपीड्य सापेक्षिकीय तरलों के प्रति होती है। इनका दीर्घ-कालीन फोनोन मोड होता है जो अटेन्युएटिड ध्वनि प्रसारण की भौतिकी को कैप्चर करता है व प्लाज्मा में ऊर्जा का परिवहन करता है। अनुसंधानकर्ताओं ने स्वतंत्रता की इस फ्लक्चुएटिंग फोनोन सीमा के मुक्त प्रभावी क्षेत्र सिद्धांत का वर्णन किया। फोनोन की गतिकी की एंकोर्डिंग एकल स्केलर क्षेत्र में होती है जिसके गुरुत्वीय युग्मन में महत्वपूर्ण स्पेटियल मूमेंटम निर्भरता होती है। यह वर्णन क्लासिफाइंग गुरुत्वाकर्षण मोड्स के पैराडिग्म में सरलता से फिट, उनके मार्कोवियन इंडेक्स द्वारा होता है (इस पर निर्भर होकर कि क्या वे दीर्घकालीन हैं)। साउंड स्केलर, गैर-मार्कोवियन क्षेत्र, इंडेक्स 3-डी के साथ डी-आयामी तरल के लिए है। उन्होंने होलोग्राफिक साउंड मोड के डिसपर्शन संबंध को पुनर्निमित (एवं विस्तृत), क्वार्टिक क्रम में डिराइवेटिव्स में किया। इस प्रक्रिया में प्रभावी क्षेत्र सिद्धांत का निर्माण किया गया जो इसकी क्षीण गतिकी एवं संबंधित

स्टॉकेआस्टिक फ्लक्चुएशंस को नियंत्रित करती है। अनुसंधानकर्ताओं ने गुरुत्वीय समस्या में अतिरिक्त स्पेटिअली होमोजेनस शून्य मोड्स की उपस्थिति पर भी टिप्पणी की। यह समस्या फोनोन गोल्डस्टोन मोड से डिसकनेक्ट रहती है। (आर. लोगानयागम)

जैविक विज्ञान / भौतिकीय विज्ञान

भौतिक जैवविज्ञान एवं संघनित पदार्थ भौतिकी

- **ज्यामितीय बाध्यताओं द्वारा सक्रिय कण की उदीयमान गतिकी को परिवर्तित करना**
  सक्रिय कणों का विशिष्ट लक्षण असंतुलन नाइस की प्रकृति है जो उसकी गतिकी को प्रेरित करती है। अत: इन नाइस गुणधम का नियंत्रण दोनों मूलभूत एवं प्रयुक्त रुचि का विषय है। अनुसंधानकर्ताओं ने ग्रैन्युलर सैल्फ-प्रोपैल्ड कण के सक्रिय नाइस की उदीयमान ट्युनिंग का प्रदर्शन, क्वासी एक-आयामी चैनल में इसे कंफाइन करके किया। उन्होंने पाया कि दो-आयामों में सक्रिय ब्राउनियन कण (एबीपी) की तरह गतिमान इस कण द्वारा रन-एण्ड-टंबल (आरटीपी) अभिलक्षणों का प्रदर्शन कंफाइनमेंट में किया जाता है। उन्होंने दिखाया कि कण के संबंधित अभिविन्यास कोआर्डिनेट की गतिकी की मैपिंग ब्राउनियन कण के साथ पीरियोडिक पोटेंशल में कंस्टेंट फोर्स के होने पर आण्विक मोटर की गतिकी की एनालॉजी में होती है। इस मैपिंग द्वारा एक-आयामी आरटीपी गति के अनिवार्य सांख्यिकीय अभिलक्षणों को कैप्चर किया जाता है। विशेष रुप से उनके सैद्धांतिक विश्लेषण की अनुरुपता संबंधित अभिविन्यास कोआर्डिनेट के एंपाइरिकल वितरणों एवं कण के रन-टाइम्स (टंबल-रेट्स) के साथ है। अंत में उन्होंने इन उदीयमान रन-एण्ड-टंबल जैसे नाइस पैरामीटरों को स्पष्ट रुप से नियंत्रित बाह्य प्रेरण द्वारा किया। कुल मिलाकर इस कार्य द्वारा सैल्फ-प्रोपैल्ड यूनिटों की सक्रिय गतिकी की ज्यामिति-प्रेरित ट्युनिंग का वर्णन किया जाता है। इससे उनकी आंतरिक गतिकी की हार्नेसिंग के लिए स्वतंत्र मार्ग का संकेत मिलता है। (विजयकुमार कृष्णमूर्ति)

गणित

संभाव्यता सिद्धांत

- **एयरी_1 प्रक्रिया के सहसंबंध क्षय को नियंत्रित कर रहे एक्सपोनेंट पर**
  एयरी_1 प्रक्रिया, स्थिर स्टोकेआस्टिक प्रक्रिया, वास्तविक रेखा पर है। इसकी उत्पत्ति केपीजैड यूनिवर्सिटी कक्षा में प्वाइंट-टू-लाइन अंतिम परिच्छेद पर्कोलेशन मॉडलों की स्केलिंग सीमा के रुप में होती है। लगभग एक दशक पूर्व अनुमानित किया गया था कि संबंधित एयरी_2 प्रक्रिया के विपरीत जहां सहसंबंध का समय के साथ क्षय पोलिनोमिअली होता है, एयरी_1 प्रक्रिया में सहसंबंध का क्षय, अति एक्सपोनेंशल होता है। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने इस अनुमान को सिद्ध किया। यह उन्होंने एयरी_1 प्रक्रिया के लिए सहसंबंध के क्षय को नियंत्रित कर रहे एक्सपोनेंट में स्पष्ट लीडिंग आर्डर टर्म को पाकर किया। इस कार्य के अंतर्गत संभाव्यता तकनीकों का समूह, अंतिम पैसेज पर्कोलेशन में जियोडेसिक व्यवहारों के नियंत्रण के लिए शामिल था। इसके साथ ही कार्य में फ्रेडहोम निर्धारक सूत्र को डील करने के लिए विश्लेषणात्मक तकनीकें शामिल थीं। (रिद्धीप्रातिम बसु)

- **विरल अर्डोस-रेन्यी ग्राफों में नियमित उपग्राफ काउंट्स के अपर टेल विशाल विचलन**
  इस कार्य में रेअर इवंट की संभाव्यता का अध्ययन किया जाता है। इसमें एज कनेक्टिविटी संभाव्यता पी (जहां $p \to 0$, as $n \to \infty$) के साथ एन वर्टिसेस पर $G(n,p)$ (अर्डोस-रेन्यी ग्राफ) में नियमित ग्राफ की प्रतियों की संख्या द्वारा अपनी एक्सपेटेशन को δ-fraction, for some $\delta > 0$ द्वारा पार किया जाता है। यह दिखाता है कि इस संभाव्यता की बराबरी अग्रणी क्रम में उपयुक्त आकार के क्लिक ($n, p, \delta,$ एवं विचाराधीन नियमित ग्राफ की सामान्य सीमा पर निर्भर होकर) की प्लांटिंग के साथ है। क्षेत्र में अन्य कार्य के साथ इस कार्य द्वारा विरल

अर्डोस-रेन्यी ग्राफ में नियमित उपग्राफ काउंट्स के अपर टेल लार्ज विचलनों पर दीर्घकालीन प्रश्न को हल किया जाता है। (अनीरबन बसक)

क्वांटिजेशन

- **कोएडज्वाइंट आर्बिट्स एवं कैहलर संरचना : संगत अवस्थाओं के उदाहरण**
  यह सेमी-एक्सपोजिटरी कार्य है। इसमें लाई समूहों के तीन उदाहरणों : वेल-हेसनबर्ग समूह, एसयू (2) एवं एसयू (1,1) का अध्ययन किया गया है। यह कैहलर एंबैडिंग्स के प्रोजेक्टिव स्पेसेस में समझने के लिए किया गया है जिसमें कोहेरेंट अवस्थाओं का प्रयोग किया गया है। इसके विपरीत स्कीव्ज्ड अवस्थाओं (जो कोहेरेंट अवस्थाओं की तरह अनिश्चिता बाउंड को भी सैचुरेट करती हैं) द्वारा सिर्फ सिंप्लेक्टिक एंबैडिंग्स को दिया जाता है। समूह एसयूटी (2,आर) के को-एडज्वाइंट आर्बिट्स के ज्यामितीय क्वांटिजेशन का अध्ययन किया गया है। कुछ सामान्य जानकारियों को इन उदाहरणों से उल्लेखित किया गया है। (रुक्मणि डे)

- **पुलबैक कोहेरेंट अवस्थाएं, स्कीव्ज्ड अवस्थाएं एवं क्वांटिजेशन**
  रान्सले-प्रकार कोहेरेंट अवस्थाओं एवं स्कीव्ज्ड अवस्थाओं को आर्बिटरेरी कांपेक्ट स्मूथ मैनिफोल्डों पर परिभाषित किया गया है (जिनकी सिंप्लेक्टिक संरचना या समूह कार्य नहीं है) यह उन्हें प्रोजेक्टिव स्पेस में अंत:स्थापित करके (शायद मेशर शून्य के समूह को हटाने के बाद) किया गया है। दिखाया गया कि उनके द्वारा कर्नेल प्रापर्टी, अधिकतम संभावित प्रापर्टी, समान प्रापर्टी के विभेदन, एवं अतिपूर्णता को सैटिसफाई किया जाता है। उन्हें इंटिग्रल कांपेक्ट कैहलर मैनिफोल्डों पर भी वर्णित किया जाता है व उनके द्वारा समान गुणधम को दर्शाया जाता है। (रुक्मणि डे)

तरल गतिकी

- **मुक्त रुप से गिर रहे कंटेनर्स एवं बाद की जैटिंग का प्रभाव**
  जब द्रव्य से आंशिक रुप से भरे कंटेनर को निश्चित ऊंचाई से सतह पर गिराया जाता है, तो यह तात्कालिक डिसेलिरेशन से गुजरता है व जिसके बाद रिबाउंड होता है। कंटेनर प्रभाव के मूमेंट पर मुक्त-सतह को बड़े रेडियल दबाव ग्रेडिएंट्स का अनुभव होता है जिससे उच्च-वेग सतह जैट का निर्माण होता है। अनुसंधानकर्ताओं ने जैट निर्माण के प्रयोगात्मक परिणामों एवं स्केलिंग विश्लेषण को रिपोर्ट किया। उन्होंने दिखाया कि जैट इनिशिएशन की घटना तात्कालिक डेसिलिरेशन चरण के दौरान भी हो सकती है। उन्होंने दिखाया कि जैट वेग की स्केलिंग, प्रभाव वेग के ज्यामितीय मीन व वक्रता-विरुपण वेग स्केल के रुप में होती है। उन्होंने द्वितीय-जैट के लिए भी परिणामों को रिपोर्ट किया। इनका उद्गम इवॉल्विंग प्रथम-जैट की टिप से होता है। यह ट्युबूलर जैट्स के सदृश्य है जिनका निरीक्षण पाइप समस्या में द्रव्य एंटी में पूर्व में किया गया है। (भौतिकी तरलों में लोरेंसु ईटी.एएल. 14 (6): 1985-1992, 2002, जे. तरल मैक में बर्जमेन ईटी एएल. 600:19-43, 2008)। उन्होंने दिखाया कि द्वितीय जैट द्वारा ट्युबूलर जैट के विपरीत कैपिलरी वैलोसिटी स्केल का अनुसरण किया जाता है। द्वितीय-जैट का कारण प्रथम-जैट टिप पर अस्थिर कैविटी के क्षय द्वारा होता है)। (विशाल वासन)

राष्ट्रीय रेडियो खगोलभौतिकी केंद्र, पुणे

मिलीसेकेण्ड पल्सरों की टाइमिंग

- **ब्लैक विडो मिलीसेकेण्ड पल्सर J1544+4937 का डिकेड लांग टाइमिंग अध्ययन**
  पल्सर टाइमिंग, न्युट्रॉन तारे के घूर्णन की नियमित निगरानी है। इसे इसके पल्सों के अराइवल टाइम द्वारा मापा जाता है। ब्लैक विडो (बीडब्ल्यु) MSPs नामक मिलीसेकेण्ड पल्सरों (MSPs) की विशेष कक्षा के टाइमिंग अध्ययन कार्य (1 दिन से कम की आर्बिटल अवधि के साथ) महत्वपूर्ण हैं। इसका कारण यह है कि इन प्रणालियों में पल्सर एवं कंपैनियन तारे, अत्यंत कांपेक्ट बाइनरी आर्बिट्स में होते हैं व पल्सर से उच्च ऊर्जित वायु द्वारा

कंपैनियन को विच्छेदित किया जाता है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा सूचित PSR J1544+4937 की डिकेड-लांग टाइमिंग से उपयुक्त मोशन, डिसपर्शन मेशर (डीएम), व आर्बिटल अवधि वैरिएशन के अध्ययन काय में सहायता मिली है। यह बृहत् मीटरतरंग रेडियो दूरदर्शी (जीएमआरटी) के साथ किसी गैलक्सीय क्षेत्र एमएसपी का सबसे लंबी अवधि का अध्ययन कार्य है। इसमें 5.5 μs के टाइमिंग रेसिड्युअल को इस पल्सर के लिए प्राप्त किया जाता है जिसमें जीएमआरटी एवं ग्रीन बैंक दूरदर्शी (जीबीटी) के साथ बहु-आवृत्ति निरीक्षणों का प्रयोग किया जाता है। अनुसंधानकर्ताओं ने इस पल्सर के लिए 10.14 mas/yr के उपयुक्त मोशन के महत्वपूर्ण संसूचन को प्राप्त किया है। (भास्वती भट्टाचार्य)

- **फर्मी-निदेशित सर्वेक्षण एवं फॉलो-अप रेडियो टाइमिंग में जीएमआरटी के साथ तीन मिलीसेकेण्ड पल्सरों की आकस्मिक खोज**

  ज्ञात पल्सरों के सिर्फ लघु अंश (~15%) की स्पिन, मिलीसेकेण्ड पीरियोडिसिटी के साथ होती है। मिलीसेकेण्ड पल्सरों (MSPs) की अंतर्निहित फेन्ट प्रकृति ने इन आब्जेक्ट्स की खोज को बाधित किया है। इस कार्य द्वारा तीन MSPs की खोज को रिपोर्ट किया जाता है: PSRs J1120-3618, J1646-2142, एवं J1828+0625 । इन्हें बृहत् मीटरतरंग रेडियो दूरदर्शी (जीएमआरटी) में 322 एमएचजैड की आवृत्ति पर खोजा गया है जिस दौरान 32 एमएचजैड निरीक्षणी बैंडविड्थ का प्रयोग किया गया है। इन स्रोतों की खोज आकस्मिक रुप से पहचान न किए गए फर्मी विशाल क्षेत्र दूरदर्शी (एलएटी) गामा-किरण स्रोतों की दिशाओं में मिलीसेकेण्ड रेडियो पल्सेशंस के लिए खोज में गहन निरीक्षणों को करने के दौरान हुई। इन नई खोजी गई MSPs के लिए चरण कोहेरेंट टाइमिंग मॉडलों को जीएमआरटी के साथ निरीक्षणों के ~5 yr का प्रयोग करते हुए प्राप्त किया गया। इन दो बाइनरीज में अत्यंत निम्न आर्बिटल एक्सेंट्रिसिटीज हैं जो एमएसपी-हीलियम व्हाइट ड्वार्फ प्रणालियों के लिए अपेक्षाओं के अनुरुप हैं। इन MSPs के गामा-किरण काउंटरपार्ट्स नहीं हैं। इससे संकेत मिलता है कि इनका संबंध लक्ष्य फर्मी एलएटी प्वाइंटिंग के साथ नहीं है। इससे MSPs के लिए गहन खोजों का महत्व उजागर होता है। इन मिलीसेकेण्ड पल्सरों की खोज की आकस्मिकता से दुर्बल MSPs की पॉप्युलेशन का संकेत मिलता है जो पर्याप्त रुप से गहन ब्लाइंड खोजों के साथ खोजे जाने की प्रतीक्षा में हैं। (भास्वती भट्टाचार्य)

- **स्पाईडर मिलीसेकेण्ड पल्सर बाइनरीज में गामा-किरण एकलिप्सेस से न्युट्रॉन तारा द्रव्यमान अनुमान**

  विश्वसनीय न्युट्रॉन तारा द्रव्यमान मापनों का महत्व शीतित नाभिकीय पदार्थ की अवस्था के समीकरण के निर्धारण के लिए है किंतु ऐसे मापन दुर्लभ हैं। ब्लैक विडोज एवं रैडबैक्स, कांपेक्ट बाइनरीज हैं जिनमें मिलीसेकेण्ड पल्सरें व सेमी-डिजेनरेट कंपैनियन तारे होते हैं। फर्मी विशाल क्षेत्र दूरदर्शी के डाटा का प्रयोग करते हुए गामा-किरण एकलिप्सेस की खोज 49 स्पाईडर प्रणालियों से की गई। इसका परिणाम 7 प्रणालियों में महत्वपूर्ण एकलिप्सेस की खोज में निकला जिसमें प्रोटोटिपिकल ब्लैक विडो पीएसआर B1957+20 शामिल थी। गामा-किरण एकलिप्सेस के लिए पल्सर के प्रत्यक्ष ऑक्युलेशन की आवश्यकता कंपैनियन द्वारा होती है व इस तरह गामा-किरण एकलिप्स के संसूचन या महत्वपूर्ण एक्सक्लुजन से बाइनरी इंक्लाइनेशन कोण सख्ती के साथ सीमित होता है। इससे नए रोबस्ट, मॉडल-स्वतंत्र पल्सर द्रव्यमान नियंत्रण उपलब्ध होते हैं। (भास्वती भट्टाचार्य)

- **पल्सर एवं ट्रांजिएंट्स के लिए जीएचआरएसएस सर्वेक्षण**

  जीएचआरएसएस सर्वेक्षण, ऑफ-गैलेक्सीय-प्लेन सर्वेक्षण, 322 एमएचजैड पर आसमान के क्षेत्र में होता है (डेक्लाइनेशन रेंज −20 deg से −54 deg)। यह अन्य जारी निम्न आवृत्ति सर्वेक्षणों के लिए लिए पूरक है। जीएचआरएसएस सर्वेक्षण द्वारा आसमान में पूर्व सर्वेक्षणों की तुलना में 3 गुना बेहतर सेंस्टिविटी के साथ लक्ष्य आसमान को स्कैन किया जाता है। कुल मिलाकर अनुसंधानकर्ताओं ने 31 खोजों के साथ आसमान की 4000 स्क्वेयर सीमाओं की स्कैनिंग की है (इसमें तीन मिलीसेकेण्ड पल्सरें, दो माइल्डली पल्सरें, γ किरण काउंटरपार्ट के साथ एक पल्सर, तीन घूर्णीय रेडियो ट्रांजिएंट्स शामिल हैं।)। (भास्वती भट्टाचार्य)

आकाशगंगा निर्माण एवं क्रमविकास

- **अपर्याप्त गैस एक्रेशन से 8 अरब वर्ष पूर्व कॉस्मिक तारा-निर्माण क्रियाकलाप में गिरावट होना**
ब्रम्हांड की कॉस्मिक तारा-निर्माण दर (एसएफआर) सघनता में गिरावट का कारण (लगभग 8-11 अरब वर्ष पूर्व (रैडशिफ्ट रेंज z ~ 1-3 में) के इसके शीर्ष के बाद) प्रमुख अनसुलझी समस्या, आकाशगंगा क्रमविकास में है। अनुसंधानकर्ताओं ने विशाल मीटरतरंग रेडियो दूरदर्शी (जीएमआरटी) कोल्ड एचआई।। का प्रयोग z~1 (CATz1) सर्वेक्षण पर किया। इसका उद्देश्य पृथक आकाशगंगाओं के एचआई21 सेमी. उत्सर्जन सिग्नलों की स्टैकिंग द्वारा उनके औसत स्टैलर द्रव्यमान व रैडशिफ्ट पर रैडशिफ्ट्ज z = 0.74-1.45 पर तारा-निर्माणकारी आकाशगंगाओं के विशाल सैंपल के औसत एचआई द्रव्यमान की निर्भरता के मापन को सूचित करना था। पाया गया कि लगभग 10 अरब सौर द्रव्यमानों से बड़े स्टैलर द्रव्यमानों के साथ आकाशगंगाओं (जो z<~1 पर कॉस्मिक एसएफआर सघनता में गिरावट पर हावी रहती हैं) के एचआई भंडार होते हैं जो उनके SFRs को सिर्फ लघु अवधि, ~0.9 अरब वष तक रोक सकते हैं (यदि एचआई एचआई का पुनर्भंडारण सर्कमगैलेक्सीय माध्यम से गैस के एक्रेशन द्वारा न हो)। वे तीव्र गिरावट का भी मापन ~3.2 के कारक द्वारा तारा-निर्माणकारी आकाशगंगाओं के औसत एचआई द्रव्यमान में z~1.3 एवं z~1.0 के मध्य मुख्यत: 1 अरब वर्ष की अवधि में करते हैं। तारा-निर्माणकारी आकाशगंगाओं के औसत एचआई द्रव्यमान में निरीक्षित गिरावट से प्रत्यक्ष प्रमाण उपलब्ध होता है कि z~1 पर भारी तारा-निर्माणकारी आकाशगंगाओं में एचआई का एक्रेशन, उनके एचआई भंडारों की पुन:पूर्ति करने में अपर्याप्त, लघु समयपैमानों पर है जिसकी आवश्यकता उनके SFRs के धारण करने के लिए है। इस अध्ययन के परिणामों से संकेत मिलता है कि z~1 पर कॉस्मिक एसएफआर सघनता में गिरावट की उत्पत्ति सर्वाधिक भारी तारा-निर्माणकारी आकाशगंगाओं के एचआई द्रव्यमान में गिरावट के कारण होती है। इसका कारण उनकी सराउंडिंग्स से अपर्याप्त गैस एक्रेशन है। (निसिम कानेकर)

- **आकाशगंगा-आकाशगंगा मर्जर से उत्पन्न ग्रीन पी स्टारबर्स्ट**
ग्रीन पी आकाशगंगाएं, निम्न रैडशिफ्ट स्टारबर्स्ट ड्वार्फ आकाशगंगाएं होती हैं। इनके गुणधर्म, उच्च -रैडशिफ्ट आकाशगंगाओं की तरह होते हैं। गुणधम की इस समानता के कारण वे महत्वपूर्ण प्राक्सीज यह समझने के लिए बनती हैं कि कैसे ऑयनीकृत विकिरण, उच्च-रैडशिफ्ट आकाशगंगाओं से अछूता रहता है। अनुसंधानकर्ताओं ने बृहत् मीटरतरंग रेडियो दूरदर्शी (जीएमआरटी) का प्रयोग z = 0.0399 पर ग्रीन पी GP J0213+0056 में व इसके निकट परमाणु हाइड्रोजन (एचआई) के स्पेटियल वितरण की प्रथम मैपिंग के लिए किया। GP J0213+0056 द्वारा दोनों दृढ़ एचआई 21 सेमी. उत्सर्जन को सिंग-डिश स्पेक्ट्रोस्कोपी व दृढ़ लाईमेन-अल्फा उत्सर्जन में दिखाया जाता है। पाया गया कि एचआई 21 सेमी. उत्सर्जन की उत्पत्ति ग्रीन पी के निकट विस्तृत क्षेत्र व कंपैनियन आकाशगंगा (जी1) से होती है जो विच्छेदित रिंग-जैसी संरचना में ग्रीन पी से लगभग 4.7 केपीसी है। दृढ़तम उत्सर्जन की उत्पत्ति न तो ग्रीन पी और न ही जी1 से होती है अपितु उनके निकट के क्षेत्र से होती है। उच्च-विभेदन जीएमआरटी एचआई 21 सेमी. इमेजों से पता चलता है कि उच्चतम एचआई कॉलम सघनता की विद्यमानता जी1 के पश्चिम में है व अल्प मात्रा में उत्सर्जन स्वयं ग्रीन पी की अवस्थिति में है। एचआई 21 सेमी. इमेजों से संकेत मिलता है कि GP J0213+0056 में स्टारबर्स्ट का प्रारंभ कंपैनियन आकाशगंगा जी1 के साथ प्रमुख मर्जर से हो सकता है। इससे डिस्टर्ब्ड एचआई स्पेटिअल एवं वैलोसिटी वितरण हो सकता है जिन्होंने लाइमेन-अल्फा (व संभवत: लाईमेन-कंटिन्युयम) उत्सर्जन को ग्रीन पी से लीक होने दिया। एचआई वितरण में ऐसे मर्जर्स एवं परिणामकारी होल्स, स्टारबर्स्ट को ईधन देने के लिए कोल्ड गैस की आवश्यकताओं व ग्रीन पी आकाशगंगाओं एवं उनके उच्च-रैडशिफ्टस काउंटरपार्ट्स में लाईमेन-अल्फा एवं लाईमेन-कंटिन्युअम उत्सर्जन की निरीक्षित लीकेज के मध्य तनाव को स्पष्ट करने के प्राकृतिक मार्ग हैं। (निसिम कानेकर)

- **z>=2 पर एचआई-अवशोषण-सिलेक्टिड आकाशगंगाओं में CO(1-0) उत्सर्जन के जैंस्की अत्यंत विशाल ऐरे संसूचन**

आकाशगंगाओं एवं आकाशगंगा क्रमविकास की हमारी वर्तमान जानकारी का आधार उत्सर्जन-सिलेक्टिड आकाशगंगा सैंपल्स के अध्ययन कार्य हैं। ऐसे सैंपल्स में ल्युमिनोसिटी बॉयस होता है। इसका अर्थ यह है कि वे चमकीली आकाशगंगाओं विशेषकर उच्च रैडशिफ्टों पर विद्यमान के प्रति बॉयस्ड होते हैं। हालांकि बैकग्राउंड क्वासर्स के स्पेक्ट्रा में अपने लाई-अल्फा अवशोषण सिग्नेचर द्वारा उच्च-रैडशिफ्ट आकाशगंगाओं की पहचान करना भी संभव है; ऐसी ''एचआई-अवशोषण-सिलेक्टिड आकाशगंगाओं'' में उपर्युक्त ल्युमिनोसिटी नहीं होती है। एचआई-अवशोषण-सिलेक्टिड आकाशगंगाओं व उत्सर्जन सिलेक्टिड पॉप्युलेशन में उनके संबंधों को समझने के लिए हमें सर्वप्रथम उनका संसूचन, उत्सर्जन में करना होगा व उनके स्टैलर एवं गैस गुणधम का अभिलक्षणन करना होगा। अनुसंधानकर्ताओं ने जैंस्की अत्यंत विशाल ऐरे का प्रयोग z~2 पर तीन ऐसी एचआई-अवशोषण-सिलेक्टिड आकाशगंगाओं से CO(1-0) उत्सर्जन की खोज के लिए किया जिनकी पूर्व में पहचान अलमा के साथ CO(3-2) या CO(4-3) उत्सर्जन का प्रयोग करके हुई थी। उन्होंने दो एचआई-सिलेक्टिड आकाशगंगाओं (z = 2.5832 पर DLA0918+1636g एवं z = 2.1933 पर DLA1228-113g) से CO(1-0) उत्सर्जन का संसूचन किया; ये उच्च-जैड एचआई-अवशोषण-सिलेक्टिड आकाशगंगाओं में CO(1-0) उत्सर्जन के प्रथम संसूचन हैं। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा दो संसूचित आकाशगंगाओं के लिए आण्विक गैस द्रव्यमानों को स्पष्ट किया जाता है। ये ~1.5-2 गुना निम्न, पूर्व अनुमानों की तुलना में हैं जो mid-J CO लाइनों पर आधारित हैं। उन्होंने तीन आकाशगंगाओं में सीओ स्पेक्ट्रल लाइन ऊर्जा वितरण के निर्धारण के लिए जेव्हीएलए डाटा का भी प्रयोग किया। (निसिम कानेकर)

- **सीओ उत्सर्जन सर्वेक्षण में पहचान की गई z~2.46 पर भारी, डस्टी, एचआई अवशोषण-सिलेक्टिड आकाशगंगा**
बैकग्राउंड क्वासर्स के स्पेक्ट्रा में अपने अवशोषण सिग्नेचर्स द्वारा चयनित उच्च-रैडशिफ्ट आकाशगंगाओं के गुणधर्म, आकाशगंगा क्रमविकास में अनुत्तरित प्रश्न तीस से अधिक वष से है। हाल ही में आटाकामा विशाल मिलीमीटर / उपमिलीमीटर ऐरे (एएलएमए) का प्रयोग z>~2 पर इन आकाशगंगाओं के समूह की पहचान के अतिरिक्त विशाल आण्विक गैस भंडारों के प्रमाण को पाने के लिए किया गया है। अनुसंधानकर्ताओं ने उत्तरी विस्तृत मिलीमीटर ऐरे (एनओईएमए) व एएलएमए का प्रयोग किया। इसका उद्देश्य z~1.6-2.5 पर सात उच्च-धात्विकता डैंप्ड लाई-अल्फा अवशोषकों (DLAs) के साथ संबंधित आकाशगंगाओं से रैडशिफ्टिड सीओ उत्सर्जन की खोज करना था। एनओईएमए व एएलएमए खोजों से z = 2.46 पर आकाशगंगा से CO(3-2) उत्सर्जन का नया संसूचन प्राप्त हुआ। इसका संबंध QSO B0201+365 के लिए z = 2.4628 DLA के साथ है। पूर्व सीओ खोजों को शामिल करते हुए अनुसंधानकर्ताओं ने उच्च-धात्विकता DLAs के क्षेत्रों में आकाशगंगाओं के लिए दोनों उच्च सीओ संसूचन दर व उच्च आण्विक गैस द्रव्यमान के लिए प्रमाण को पाया। इससे संकेत मिलता है कि z~2 पर उच्चतम-धात्विकता DLAs का संबंध सर्वाधिक भारी आकाशगंगाओं के साथ है। (निसिम कानेकर)

- **परमाणु गैस द्वारा z~1.3 पर तारा-निर्माणकारी आकाशगंगाओं के बैरियोनिक द्रव्यमान को डोमिनेट करना**
आकाशगंगाओं में सामान्य ''बैरियोनिक'' पदार्थ, अधिकांशत: तारों एवं न्युट्रल परमाणु व आण्विक गैस के स्वरुप में होता है। आकाशगंगा के जीवनकाल में न्युट्रल परमाणु गैस का रुपांतरण आण्विक गैस में होता है जो बाद में तारों में रुपांतरित होता है। इस तरह आकाशगंगा का बैरियोनिक संघटन, इसके मूलभूत गुणधम में से एक व इसके क्रमविकासात्मक चरण का महत्वपूर्ण सूचकांक है। तारों, परमाणु एवं आण्विक गैस के मध्य पूर्व यूनिवर्स में आकाशगंगाओं के बैरियोनिक द्रव्यमान का वितरण इस तरह आकाशगंगा के क्रमविकास में अनुत्तरित प्रश्न रहा है। दुर्भाग्यवश एचआई 21 सेमी. लाइन की दुर्बलता (आकाशगंगाओं के परमाणु गैस द्रव्यमान का एकमात्र प्रत्यक्ष ट्रेसर) का परिणाम यह निकला है कि अभी हाल तक उच्च-रैडशिफ्ट आकाशगंगाओं के परमाणु गैस द्रव्यमानों को जाना नहीं गया था। अनुसंधानकर्ताओं ने z~1.0 पर व z~1.3 पर तारा-निर्माणकारी आकाशगंगाओं के विशाल सैंपल से औसत एचआई 21 सेमी. उत्सर्जन सिग्नलों के अपने हाल के संसूचन का प्रयोग किया। इसका उद्देश्य यह पता करना था कि यूनिवर्स में शीर्ष तारा-निर्माण क्रियाकलाप के इपोक पर उच्च-रैडशिफ्ट आकाशगंगाओं का नाटकीय रुप से भिन्न बैरियोनिक संघटन, निकट की आकाशगंगाओं की तुलना में होता है। पाया गया कि निकट

के यूनिवर्स में कुल बैरियोनिक द्रव्यमान में तारों के अंशदान में वृद्धि z~1.3 पर लगभग 16 प्रतिशत से लगभग 60 प्रतिशत तक हुई। यह भी पाया गया कि परमाणु गैस द्वारा z~1.3 पर आकाशगंगाओं के बैरियोनिक द्रव्यमान को डोमिनेट किया जाता है। इस दौरान कुल बैरियोनिक द्रव्यमान का लगभग 70 प्रतिशत परमाणु गैस में व सिर्फ लगभग 16 प्रतिशत तारों में होता है। कुल मिलाकर इस अध्ययन द्वारा प्रारंभिक आकाशगंगाओं के साथ पिछले 9 अरब वष में आकाशगंगाओं के बैरियोनिक संघटन में दृढ़ क्रमविकास का प्रमाण मिलता है। इससे पता चलता है कि यूनिवर्स में तारा निर्माण क्रियाकलाप में सबसे महत्वपूर्ण भूमिका न्युट्रल गैस द्वारा निभाई जाती है। (निसिम कानेकर)

- **z~0.35 पर तारा-निर्माणकारी आकाशगंगाओं का एचआई द्रव्यमान प्रकार्य**
न्युट्रल परमाणु हाइड्रोजन (एचआई) द्रव्यमान प्रकार्य द्वारा किसी भी इपोक पर आकाशगंगाओं की एचआई मात्रा के वितरण का वर्णन किया जाता है; इसके क्रमविकास द्वारा आकाशगंगा निर्माण व क्रमविकास के मॉडलों की महत्वपूर्ण प्रॉब उपलब्ध कराई जाती है। जहां इंटरमीडिएट रैडशिफ्ट्स पर बड़ी संख्या में आकाशगंगाओं के एचआई द्रव्यमानों का मापन वर्तमान में चुनौतीपूर्ण है, वहीं पृथक आकाशगंगाओं के एचआई21 सेमी. स्पेक्ट्रा को स्टैक करना एवं पॉप्युलेशन के औसत एचआई द्रव्यमान का मापन संभव है। इसके आगे आकाशगंगाओं के एचआई 21 सेमी. स्पेक्ट्रा की स्टैकिंग (उनकी ऑप्टिमल ल्युमिनोसिटीज के प्रकार्य के रुप में) का प्रयोग आकाशगंगा ल्युमिनोसिटी पर औसत एचआई द्रव्यमान की निर्भरता को प्राप्त करने के लिए किया जा सकता है। इसके बाद इसे ऑप्टिकल ल्युमिनोसिटी प्रकार्य के साथ संयुक्त एचआई द्रव्यमान प्रकार्य को इंफर करने के लिए किया जा सकता है। अनुसंधानकर्ताओं ने इस दिलचस्प क्रियाविधि का प्रयोग इंटरमीडिएट रैडशिफ्ट्स पर एचआई द्रव्यमान प्रकार्य के प्रथम अनुमान को प्राप्त करने के लिए किया : उन्होंने विस्तृत ग्रोथ स्ट्रिप में ब्लू तारा-निर्माणकारी आकाशगंगाओं की बृहत् मीटरतरंग रेडियो दूरदर्शी एचआई 21 सेमी. स्पेक्ट्रोस्कोपी का प्रयोग किया। इसका उद्देश्य z~0.35 पर ऐसी आकाशगंगाओं के औसत एचआई द्रव्यमान (M_HI) एवं एब्स्युलूट बी-बैंड मैग्निट्यूड (M_B) के मध्य स्केलिंग संबंध का निर्धारण करना था। यह उन्होंने आकाशगंगा उपसैंपल्स के एचआई 21 सेमी. उत्सर्जन सिग्नलों की स्टैकिंग को भिन्न M_B कोटियों में करके किया। अनुसंधानकर्ताओं ने पाया कि एचआई द्रव्यमान प्रकार्य में महत्वपूर्ण क्रमविकास z~0.35 से आज तक हुआ है। इसका अर्थ पिछले चार अरब वष विशेषकर उच्च-द्रव्यमान एण्ड पर है। लगभग 10 अरब सौर द्रव्यमानों से विशाल एचआई द्रव्यमानों के साथ उच्च-द्रव्यमान आकाशगंगाएं, ~3.4 की कारक हैं जो z~0 की तुलना में z~0.35 पर कम प्रचलित है। इन परिणामों से पता चलता है कि भारी तारा-निर्माणकारी आकाशगंगाओं ने पिछले चार अरब वष में सर्कमगैलेक्सीय माध्यम से मर्जर्स या एक्रेशन द्वारा न्युट्रल परमाणु गैस की महत्वपूर्ण मात्रा को अर्जित किया है। (निसिम कानेकर)

- z=1 **सर्वेक्षण पर बृहत् मीटरतरंग रेडियो दूरदर्शी कोल्ड-एचआई**
न्युट्रल परमाणु हाइड्रोजन (एचआई), आकाशगंगाओं में तारा निर्माण के लिए प्रमुख ईधन है। अत: आकाशगंगा क्रमविकास की जानकारी के लिए कॉस्मोलॉजिकल समय में आकाशगंगाओं के परमाणु गैस द्रव्यमान के मापनों की महत्वपूर्ण आवश्यकता है। दुर्भाग्यवश एचआई 21 सेमी. लाइन की दुर्बलता (आकाशगंगाओं के एचआई द्रव्यमान का एकमात्र ट्रेसर) का परिणाम हाल तक यह निकला है कि उच्च रैड-शिफ्ट आकाशगंगाओं के एचआई द्रव्यमान के विषय में कुछ भी ज्ञात नहीं था। अनुसंधानकर्ताओं ने 2020 में उन्नत बृहत् मीटरतरंग रेडियो दूरदर्शी (जीएमआरटी) का प्रयोग नौ अरब वर्ष पूर्व z~1 पर आकाशगंगाओं के औसत एचआई द्रव्यमान के प्रथम मापन को प्राप्त करने में किया था। इस टीम ने अब इसका अनुसरण कहीं बड़े सर्वेक्षण के साथ किया है। यह z~1 पर जीएमआरटी कोल्ड-एचआई (CATz1) सर्वेक्षण, 510 एचआर उन्नत जीएमआरटी सर्वेक्षण है। इसका उद्देश्य यूनिवर्स में शीर्ष तारा निर्माण क्रियाकलाप के इपोक के दौरान व इसके तुरंत बाद आकाशगंगाओं में एचआई का अभिलक्षणन करना है (जिसे प्राय: आकाशगंगा असेंबली का इपोक कहा जाता है) जो कि आकाशगंगा क्रमविकास में प्रमुख इपोक है। वर्तमान कार्य में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा जीएमआरटी- CATz1 सर्वेक्षण की डिजायन, डाटा

विश्लेषण व मूलभूत परिणामों का वर्णन किया जाता है। उन्होंने z = 0.74-1.45 पर ~11,500 तारा-निर्माणकारी आकाशगंगाओं के एचआई 21 सेमी. उत्सर्जन सिग्नलों को संयुक्त किया (स्टैक्ड किया)। इसका उद्देश्य आकाशगंगाओं के सैंपल से औसत एचआई21 सिग्नल के उच्च (7.1 सिग्मा) महत्वपूर्ण संसूचन को प्राप्त करना था। संसूचित सिग्नल से अनुमानित आकाशगंगाओं का औसत एचआई द्रव्यमान 1.4 का कारक है। यह आकाशगंगाओं के औसत स्टैलर द्रव्यमानों से उच्च है। इसके साथ ही ~3.5 का कारक आकाशगंगाओं के एचआई द्रव्यमान से उच्च, स्थानीय यूनिवर्स में समान स्टैलर द्रव्यमानों के साथ है। जीएमआरटी-CATz1 सर्वेक्षण से उच्च-रैडशिफ्ट आकाशगंगाओं के एचआई गुणधम के विस्तृत अध्ययन कार्य होंगे जिनसे पहली बार आकाशगंगा असेंबली के इपोक के दौरान व इसके तुरंत बाद आकाशगंगाओं में परमाणु गैस की जानकारी मिलेगी। (निसिम कानेकर)

रेडियो खगोलविज्ञान एवं पल्सर खगोलभौतिकी

- **कैनोनिकल पल्सरों की गैलक्सीय संख्या**
  हमारी आकाशगंगा में न्युट्रॉन तारों की निरीक्षित संख्या (पल्सरों के रुप में निरीक्षित), उनके जन्म परिदृश्यों व उनके तापीय एवं चुंबकीय क्षेत्र क्रमविकास की अभिव्यक्तियां हैं। न्युट्रॉन तारे के जन्म से प्रारंभ होकर व क्रमविकासात्मक भौतिकी को शामिल करके वर्तमान पल्सर संख्या के संबंध में पूर्वानुमान करना संभव है। क्रमविकास भौतिकी के विषय में महत्वपूर्ण पहलू प्लाज्मा फिल्ड मैग्नेटोस्फेयर का क्रमविकासात्मक परिदृश्य है जिसे अभी हाल ही में समझा गया है। इस महत्वपूर्ण प्रयास को बढ़ाते हुए अनुसंधानकर्ताओं ने पॉप्युलेशन संश्लेषण का कार्य किया व वे हमारी आकाशगंगा में न्युट्रॉन तारों की निरीक्षित संख्या का पूर्वानुमान करने में समर्थ हैं। (दीपांजन मित्रा)

- **पल्सर प्लाज्मा में रिलेटिविस्टिक लैंगमुइर सोलिटंस के मूल पर**
  रिलेटिविस्टिक चार्ज सोलिटंस, अरेखीय शिरोडिंगर समीकरण के सोल्युशंस हैं। इन्हें पल्सरों में कोहेरेंट रेडियो उत्सर्जन के लिए कैंडिडेट्स माना जाता है। इस कार्य में वास्तविक पल्सर पैरामीटरों का प्रयोग किया जाता है व चार्ज सोलिटंस के निर्माण के लिए मूल सैद्धांतिक रुपरेखा को उपलब्ध कराया जाता है। इसके अलावा इस कार्य द्वारा प्रदर्शित किया जाता है कि उनका निर्माण पल्सर प्लाज्मा में हो सकता है। इससे पल्सर कोहेरेंट रेडियो उत्सर्जन सिद्धांत का महत्वपूर्ण आधार उपलब्ध होता है। (दीपांजन मित्रा)

खगोलविज्ञान एवं खगोलभौतिकी

- **कोमा आकाशगंगा क्लस्टर का विच्छेदन**
  अनुसंधानकर्ताओं ने अनेक बैंड्स में कोमा आकाशगंगा क्लस्टर की मैपिंग के लिए उन्नत जीएमआरटी का प्रयोग किया। इस दौरान उन्होंने 250 एमएचजैड से 1050 एमएचजैड को कवर किया। कोमा, निकटतम, विशाल, भली-भांति अध्ययन किया गया आकाशगंगा क्लस्टर है व यह जटिल गतिकीय अवस्था को एक्स-रे तरंगबैंड में दिखाता है। इमेजों के उच्च विभेदन एवं उच्च सेंस्टिविटी से दोनों कांपेक्ट एवं विस्तृत मॉर्फोलॉजीस के क्लस्टर में बड़ी संख्या में रेडियो स्रोतों के लिए रेडियो संरचना के निर्धारण में सहायता मिलती है। इसके आगे अनुसंधानकर्ताओं ने रेडियो मॉर्फोलॉजीस, रेडियो स्पेक्ट्रा, स्पेक्ट्रल संरचना एवं इक्विपार्टिशन गुणधम का परीक्षण विस्तृत रेडियो स्रोत एवं कोमा आकाशगंगा क्लस्टर के रैम दबाव-स्ट्रिप्ड आकाशगंगा सैंपलों के लिए किया। पाया गया कि रैम दबाव के प्रभावों से अपेक्षित रेडियो कंटिन्युअम टेल्स को लगभग सभी स्रोतों में पाया जाता है। रेडियो कंटिन्युअम टेल्स के दो बैंड्स में रेडियो विस्तार की संगति लैंग्थ के साथ है जिसे सिंक्रोट्रोन कूलिंग समय के साथ सीमित किया जा रहा है। सभी टेल्ड रेडियो स्रोतों में प्राप्त स्पेक्ट्रल संरचना से पता चलता है कि टेल्स के हैड्स से बाह्य भागों तक रेडियो स्पेक्ट्रा में तीव्रता आती है (जैसा कि सामान्यत: टेल्ड रेडियो स्रोतों में देखा जाता है) व अधिकांश विस्तृत रेडियो स्रोत एवं रैम दबाव-स्ट्रिप्ड आकाशगंगाएं, तीव्र स्पेक्ट्रम स्रोत हैं। (डी.व्ही. लाल)

- **अपेर्टिफ रेडियो ट्रांजिएंट प्रणाली (एआरटीएस): प्रथम पांच तीव्र रेडियो रेडियो बर्स्ट्स की डिजायन, कमीशनिंग, डाटा रिलीज व संसूचन**

  तीव्र रेडियो बर्स्ट्स (FRBs) को अद्वितीय ऊर्जित उत्सर्जन क्रियातंत्रों द्वारा पॉवर किया जाता है। एफआरबी उत्सर्जकों की भौतिकीय प्रकृति की पहचान के लिए तार्किक रुप से अधिक FRBs के उपयुक्त स्थानीयकरण व ब्रॉड-बैंड अध्ययन काय की आवश्यकता होती है जिन्हें वास्तविक-समय अलर्टिंग द्वारा सुलभ किया जाता है। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा अपेर्टिफ रेडियो ट्रांजिएंट प्रणाली (एआरटीए) को प्रस्तुत किया जाता है। यह सुपर-कंप्युटिंग रेडियो-दूरदर्शी यंत्र है जो वास्तविक-समय एफआरबी संसूचन एवं स्थानीयकरण को वैस्टरबुक संश्लेषण रेडियो दूरदर्शी (डब्ल्युएसआरटी) इंटरफेरोमीटर पर करता है। यह प्रमुख डिश-बीम की दृष्टि के संपूर्ण क्षेत्र पर कोहेरेंट-एडिशन सेंस्टिविटी पर पहुंचता है। 2019 में डिजायन सेंस्टिविटी में निरीक्षण के प्रथम पांच सप्ताहों में अनुसंधानकर्ताओं ने पांच नई FRBs को संसूचित किया व उनमें से प्रत्येक को इंटरफेरोमेट्रिकली लोकलाइज 0.4-10 एसक्यू आर्कमिन पर किया। सभी संसूचन, ब्रॉड बैंड, अत्यंत नैरो, अवधि में 1 एमएस के क्रम के व सामान्यत: अत्यंत दूरस्थ कॉस्मोलॉजिकल दूरियों से थे। सिर्फ अत्यंत उच्च समय एवं एआरटीएस के आवृत्ति विभेदन द्वारा ही इन कठिनता-से-प्राप्त FRBs को संसूचित किया गया। इससे अंतर्निहित पॉप्युलेशन गुणधम का पूर्वाग्रहहीन दृष्टिकोण उपलब्ध हुआ। अधिकांश स्थानीयकरण क्षेत्र इतने लघु थे कि उनमें संबंधित परसिस्टेंट रेडियो स्रोतों की उपस्थिति संभव नहीं थी। इन FRBs ने एम31 एवं एम33 के हैलोस द्वारा प्रवेश किया। अनुसंधानकर्ताओं ने प्रदर्शित किया कि अपेर्टिफ द्वारा FRBs में से किसी को स्थानीयकृत ऐसी यथार्थता के साथ किया जा सकता है जो साइट की सुवर्णित लाइनों के साथ मैग्नेटो-ऑयोनिक पदार्थ की मैपिंग करे। प्रत्येक सप्ताह एक की दर ने सुनिश्चित किया कि नए स्रोतों की महत्वपूर्ण संख्या का संसूचन ऐसे अध्ययन के लिए होगा। इस तरह प्रथम पांच एआरटीएस FRBs द्वारा उदाहरण में संसूचन दर व स्थानीयकरण यथार्थता के जोड़ ने नए चरण को स्थापित किया जिसमें बर्स्ट्स की बढ़ती संख्या का प्रयोग हमारे यूनिवर्स की जांच के लिए हो सकता है। (योगेश मान)

- **भारतीय पल्सर टाइमिंग ऐरे: प्रथम डाटा का जारी होना**

  अनुसंधानकर्ताओं ने 300 – 500 एमएचजैड व 1260 -1460 एमएचजैड आवृत्ति बैंड्स में एक साथ निरीक्षित 14 मिलीसेकेण्ड पल्सरों के लिए पल्स अराइवल टाइम्स एवं उच्च-प्रिसिजन डिसपर्शन मेशर अनुमानों को सूचित किया। इसमें उन्होंने उन्नत बृहत् मीटरतरंग रेडियोदूरदर्शी (जीएमआरटी) का प्रयोग किया। यह डाटा 3.5 वर्ष (2018-2021) की बेसलाइन तक विस्तृत था एवं यह प्रथम ऑफिशियल डाटा रिलीज था जिसे भारतीय पल्सर टाइमिंग ऐरे (इनपीटीए) सहयोग द्वारा उपलब्ध कराया गया। इस डाटा रिलीज ने निम्न रेडियो आवृत्तियों पर इंटरस्टैलर माध्यम प्रभावों व पल्सर टाइमिंग ऐरे (पीटीए) प्रयोगों की टाइमिंग प्रिसिजन पर उनके प्रभाव के परीक्षण के लिए अद्वितीय अवसर उपलब्ध कराया। डिसपर्शन मेशर्स की आवृत्ति निर्भरता के संबंध में परीक्षणों की भी चर्चा की गई। पांच मिलीसेकेण्ड पल्सरों के लिए प्रारंभिक विश्लेषण के आधार पर डिसपर्शन मेशर्स में क्रोमेटिसिटी का कोई निष्कर्षी प्रमाण उपलब्ध नहीं था। नियमित साइमलटेनस दो-आवृत्ति निरीक्षणों से डाटा को पहली बार इस कार्य में प्रस्तुत किया गया। इस विशिष्ट लक्षण से टीम को उच्चतम प्रिसिजन डिसपर्शन मेशर तक पहुंचने में सरलता हुई जिसे अभी तक सैंपल के उपसमूह के लिए प्राप्त किया गया है। 300-500 एमएचजैड व 1260-1460 एमएचजैड में साइमलटेनस बहु-बैंड उन्नत जीएमआरटी निरीक्षणों का महत्व विभिन्न पीटीए कंसोर्टिया से डाटा के कांबिनेशन पर समग्र आवृत्ति कवरेज के विस्तार की संभावना के लिए है। इस कार्य में प्रस्तुत डाटा के भागों को अंतर्राष्ट्रीय पल्सर टाइमिंग ऐरे की आगामी तृतीय डाटा रिलीज में शामिल किया जाएगा। (योगेश मान)

- **मैगनेटर एक्सटीई जे1810-197 के औसत रेडियो उत्सर्जन का स्पेक्ट्रो-टेंपोरल क्रमविकास**

  मैगनेटर्स से उत्सर्जन को चुंबकीय ऊर्जा द्वारा प्रेरित माना जाता है (रेडियो पल्सर पॉप्युलेशन के लिए घूर्णन पॉवर की तुलना में)। FRBs के अनेक सैद्धांतिक मॉडलों द्वारा भी मैगनेटर्स के FRBs के संभावित स्रोतों के रुप में जोर

दिया जाता है। हालांकि अनेक प्रश्न अभी भी अनुत्तरित हैं जो मैगनेटर्स से रेडियो उत्सर्जन के ऑनसैट, सैसेशन व समग्र मूल से संबंधित हैं। इनमें से कुछ प्रश्नों के उत्तर के लिए अनुसंधानकर्ताओं द्वारा जीएमआरटी का प्रयोग करके मैगनेटर एक्सटीई जे1810-197 का निरीक्षण किया जा रहा है। यह इसके द्वारा 2018 के अंत में इसके द्वितीय ज्ञात रेडियो लाउड चरण में प्रवेश के समय से किया जा रहा है। इस निम्न-आवृत्ति मॉनिटरिंग कैंपेन से डाटा के प्रथम 2.5 वष का प्रयोग करके उन्होंने औसत उत्सर्जन गुणधम के स्पेक्ट्रो-टेंपोरल क्रमविकास की जांच की व औसत प्रोफाइल विड्थ, फ्लक्स सघनता, स्पेक्ट्रल इंडैक्स, व ब्रॉडबैंड स्पेक्ट्रल आकार में दिलचस्प टाइम वैरिएबिलिटी की खोज की। एक विशेष निष्कर्ष यह है कि रेडियो स्पेक्ट्रम में समय के साथ बढ़ोत्तरी हुई है जिसका परिणाम मैगनेटर-जैसे स्पेक्ट्रम से अधिक पल्सर-जैसे स्पेक्ट्रम के क्रमविकास में निकला है। अधिक विस्तृत विश्लेषण से पता चलता है कि रेडियो स्पेक्ट्रम में टर्नओवर है व इस टर्नओवर की शिफ्टिंग समय के साथ निम्न आवृत्तियों की ओर होती है—उच्च विश्वसनीयता के साथ ऐसे क्रमविकास को पहली बार स्पष्ट किया गया है। (योगेश मान)

सौर भौतिकी

- **स्क्वेयर किलोमीटर ऐरे निम्न प्रिकर्सर के साथ निम्न-आवृत्ति सौर पोलेरीमेट्री की अद्वितीय चुनौतियों का सामना करना: अल्गोरिथ्म**

  यद्यपि सौर क्रियाकलाप एवं अंतरिक्ष मौसम के लिए कोरोनल चुंबकीय क्षेत्र के महत्व को दीर्घकाल से सराहना मिली है तथापि क्षेत्र के सामर्थ्य को मापित करना कठिन है। सिद्धांतत: निम्न रेडियो आवृत्तियों पर कोरोनल उत्सर्जन के पोलेराइजेशन गुणधम का प्रयोग कोरोनल चुंबकीय क्षेत्र मापनों के लिए किया जा सकता है। इन आवृत्तियों पर सूक्ष्म पोलेरीमेट्री अंतर्निहित रुप से कठिन है व यह अधिक चुनौतीपूर्ण अत्यंत विशाल कोटि के ब्राइटनैस तापमानों द्वारा होता है जिनका संबंध विभिन्न उत्सर्जन क्रियातंत्रों, फ्रैक्शनल पोलेराइजेशन में बड़े परिवर्तन एवं उत्सर्जन की तीव्र टेंपोरल व स्पेक्ट्रल वैरिएबिलिटी के साथ है। लेखकों ने रोबस्ट अल्गोरिथ्म का विकास किया है। यह मर्चिसन वाइडफील्ड ऐरे, स्क्वेयर किलोमीटर ऐरे (एसकेए) प्रिकर्सर के साथ सौर निरीक्षणों के यथार्थ पोलेराइजेशन कैलिब्रेशन के लिए किया गया है। इस अल्गोरिथ्म द्वारा उच्च गतिक कोटि व उच्च फीडेल्टी पूर्ण स्टोक्स सौर रेडियो इमेजों को रेसिड्युअल लीकेजेस के साथ उपलब्ध कराया जाता है जो वर्तमान की सर्वोत्तम इमेजों के अनुरुप हैं। इस अल्गोरिथ्म का विकास भविष्य के एसकेए को ध्यान में रखकर किया गया है। उच्च-फीडेल्टी स्पेक्ट्रोपोलेरीमेट्रिक स्नैपशॉट सौर रेडियो इमेजिंग से पूर्व में असुलभ चरण स्पेस के अन्वेषण में सुगमता होती है व महत्वपूर्ण खोज संभाव्यता को प्रदान किया जाता है। (दिव्या ओबेराय)

- **सौर कोरोना से सर्वव्यापी दुर्बल एवं इंपल्सिव गैरतापीय उत्सर्जनों का संसूचन**

  दुर्बल ऊर्जा रिलीजेस की सर्वव्यापी उपस्थिति, कोरोनल हीटिंग को स्पष्ट करने के लिए सर्वाधिक विश्वसनीय परिकल्पनाओं में एक है – तथाकथित नैनोफ्लेअर परिकल्पना। इन दुर्बल हीटिंग इंवट्स से त्वरित इलेक्ट्रॉन्स द्वारा कोहेरेंट इंपल्सिव उत्सर्जन को भी जन्म मीटरतरंग रेडियो बैंड में दिया जाता है। हाल ही में मोंडल ईटी एएल. (2019) ने शांत सूर्य क्षेत्र से दुर्बल एवं इंपल्सिव उत्सर्जनों की उपस्थिति को सूचित किया था जो नैनोफ्लेअर्स के रेडियो काउंटरपार्ट्स होने की आवश्यकताओं को पूरा करती प्रतीत होती हैं। शांत सूर्य से ऐसे निम्न-कंट्रास्ट दुर्बल उत्सर्जन सिग्नलों का संसूचन चुनौतीपूर्ण है व उनके इंप्लिकेशंस को देखते हुए उनकी उपस्थिति की पुष्टि करना महत्वपूर्ण है। मर्चिसन वाइडफील्ड ऐरे के डाटा का प्रयोग करके लेखकों ने स्वतंत्र रोबस्ट क्रियाविधि का प्रयोग उनके संसूचन के लिए किया है। इसमें वे डोमिनेंट को पृथक करते हैं व फोरियर प्रक्षेत्र में दुर्बल इंपल्सिव से उत्सर्जन के घटक में क्रमश: परिवर्तन लाते हैं। इन तथा-कथित 'रेसिड्युअल विजीबिलिटीज' की इमेजिंग द्वारा लेखकों ने मिली-सौर फ्लक्स यूनिट-लेवल बर्स्ट्र्ज को सफलतापूर्वक संसूचित किया है जो सूर्य में हर तरफ होते हैं। ये गैर-तापीय सौर रेडियो उत्सर्जनों के सर्वाधिक दुर्बल संसूचनों में थे। (दिव्या ओबेराय)

- **मर्चिसन वाइडफील्ड ऐरे के साथ बैंड-स्पिलिट टाइप ।। सौर रेडियो बर्स्ट की इमेजिंग-स्पेक्ट्रोस्कोपी**
टाइप ।। सौर रेडियो बर्स्ट्स का कारण मैग्नेटोहाइड्रोगतिक शॉक्स हैं जो कोरोनल द्रव्यमान इजेक्शन्स जैसे सौर इरप्टिव इवंट्स से प्रेरित होते हैं। यह उत्सर्जन स्थानीय प्लाज्मा आवृत्ति के मूलभूत (एफ) व हार्मोनिक (एच) पर प्रतीत होता है। अक्सर दोनों एफ एवं एच बैंड्स को उप-बैंड्स में आगे स्पिलिट किया जाता है। सामान्यत: माना जाता है कि ये स्पिलिट बैंड्स, शॉक के अपस्ट्रीम एवं डाउनस्ट्रीम क्षेत्रों से आते हैं। यह परिकल्पना मुख्यत: अपरीक्षित रह जाती है क्योंकि स्पिलिट बैंड्स के लिए उत्सर्जन की साइटों की लोकेटिंग के लिए उच्च गुणवत्ता स्पेक्ट्रोस्कोपिक स्नैपशॉट इमेजिंग निरीक्षणों की आवश्यकता होती है। अभी हाल ही में इस परिकल्पना का परीक्षण करना संभव हुआ है। यह मर्चिसन वाइडफील्ड ऐरे के डाटा एवं रोबस्ट इंटरफेरोमेट्रिक इमेजिंग पाइपलाइन (सौर आवश्यकताओं के लिए ट्यून्ड) के प्रयोग द्वारा संभव हुआ है (मोंडल ईटी एएल., 2019)। लेखकों ने इसे प्रस्तुत, प्रथम ऐसे अध्ययन काय में किया। लेखकों ने दुर्लभ प्रमाण दिया। इस प्रमाण से सिद्ध होता है कि कम से कम इस दुर्लभ उदाहरण में बैंड-स्पिलिटिंग, शॉक के विभिन्न भागों से आते उत्सर्जन से होता है। (दिव्या ओबेराय)

- **अत्यंत शांत समय के दौरान शांत सूर्य से रेडियो ट्रांजिएंट्स का अध्ययन**
2020 में मोंडल ईटी एएल. ने शांत सूर्य क्षेत्रों से मीटरतरंग सौर ट्रांजिएंट उत्सर्जन की नई कक्षा की खोज को सूचित किया। इसकी सामर्थ्य, बैकग्राउंड उत्सर्जन का सिर्फ कुछ प्रतिशत है। इसके बाद से उसका नाम ''दुर्बल इंपल्सिव नैनोबैंड शांत सूर्य उत्सर्जन (WINQSEs) किया गया है। शांत सूर्य क्षेत्रों में उनकी सर्वव्यापी उपस्थिति व नैरो-बैंड इंपल्सिव प्रकृति के कारण लेखकों ने सुझाव दिया कि ये उत्सर्जन, परिकल्पित नैनोफ्लेअर्स के रेडियो काउंटरपार्ट्स हो सकते हैं। अपने संभावित महत्व के कारण इस अध्ययन कार्य के अनुवर्ती अध्ययन काय की आवश्यकता सामने आई। लेखकों ने डाटा के विश्लेषण को अत्यंत शांत समय से प्रस्तुत किया है। न सिर्फ वे इन डाटा में अनेक WINQSEs का संसूचन करते हैं बल्कि पूर्व कार्य से मैथोडोलॉजी में उन्नयन काय से उन्हें अधिक दुर्बल WINQSEs के संसूचन की भी सुलभता होती है। शांत सूर्य में WINQSEs के मुख्य गुणधम (उनकी इंपल्सिव प्रकृति व सर्वव्यापी उपस्थिति नामक) का इन डाटा में भी निरीक्षण किया गया है। दिलचस्प रुप से उन्होंने पाया कि इस डाटा समूह में WINQSEs के फ्लक्स सघनता वितरण की महत्वपूर्ण रुप से भिन्नता पूर्व कार्य में पाए गए की तुलना में है। इसके साथ ही उन्होंने प्रदर्शित किया कि ये अंतर, मैथोडोलॉजी एवं सौर क्रियाकलाप के स्तर में परिवर्तनों के कारण हैं। (दिव्या ओबेराय)

- **स्क्वेयर किलोमीटर ऐरे निम्न प्रिकर्सर के साथ निम्न आवृत्ति सौर पोलेरीमेट्री की अद्वितीय चुनौतियों का सामना करना: आगामी कार्यान्वयन**
निम्न-आवृत्ति रेडियो उत्सर्जनों के ध्रुवीकरण को दीर्घकाल से मिड कोरोनल क्षेत्रों में चुंबकीय क्षेत्रों की कुछ प्रभावी निरीक्षणीय प्रॉब्स में एक माना गया है, जबकि यह दोनों यंत्रात्मक एवं अल्गोरिथ्मिक परिप्रेक्ष्यों में चुनौतीपूर्ण है। ध्रुवीकृत रेडियो उत्सर्जनों की विस्तृत स्पेक्ट्रोटेंपोरल व स्पेटिअल वैरिएबिलिटी को कैप्चर करने की क्षमता की आवश्यकता रेडियो कोरोनल मैग्नेटोग्राफी के लिए है व इसके लिए उच्च गतिक स्पेक्ट्रो-पोलेरीमेट्रिक स्नैपशॉट इमेजिंग क्षमता की आवश्यकता है। इसे स्क्वेयर किलोमीटर ऐरे -निम्न (एसकेए-निम्न) के प्रिकर्सर, मर्चिसन वाइडफील्ड ऐरे (एमडब्ल्यूए) का प्रयोग करके किए गए निरीक्षणों द्वारा किया जा सकता है। कंसाबनिक ईटी एएल. (2023) ने सोफिस्टिकेटिड व समर्थ अनसुपरवाइज्ड एवं रोबस्ट ध्रुवीकरण कैलिब्रेशन एवं इमेजिंग सॉफ्टवेयर पाइपलाइन को विकसित किया जो सौर-इमेजिंग के लिए समर्पित है – रेडियो सूर्य के कांपेक्ट ऐरेज के लिए स्वचालित इमेजिंग रुटीन का प्रयोग करके पोलेरीमेट्री (पी-एयरकार्स)। इसके कार्यान्वयन के विवरणों का वर्णन इस कार्य में किया गया है। उच्चतम गतिक रेंज स्पेक्ट्रोपोलेरीमेट्रिक स्नैपशॉट सौर रेडियो इमेजें अब पी-एयरकार्स से आती हैं। हालांकि पी-एयरकार्स के प्रस्तुत कार्यान्वयन को एमडब्ल्युए के लिए ट्यून किया गया, तथापि अल्गोरिथ्म स्वयं में सामान्य है व यह एसकेए-निम्न जैसे आगामी ऐरेज की आवश्यकताओं को बखूबी पूरा करेगा। (दिव्या ओबेराय)

पल्सर खोज

- **जीएमआरटी उच्च विभेदन दक्षिणी आसमान (जीएचआरएसएस) सर्वेक्षण के साथ दीर्घ अवधि की पल्सरें**
अंतर्निहित एवं निरीक्षणीय पूर्वाग्रहों के साथ रैड नाइस के संबंध में परंपरागत तीव्र फोरियर ट्रांसफार्म (एफएफटी)-आधारित खोजों की ससेप्टिबिलिटी, संभावित रुप से प्रमुख कारण दीर्घ-अवधि पल्सरों की कमी के पीछे है। इसे पूर्ण चरण-कोहेरेंट तीव्र फोल्डिंग अल्गोरिथ्म (एफएएफए)-आधारित खोज से कम किया जाना अपेक्षित है। अनुसंधानकर्ताओं ने जीएचआरएसएस डाटा की एफएफए खोज से छ: नई पल्सरों की खोज को सूचित किया। इस खोज में 1.675 एस पल्सर भी शामिल है जो 90 प्रतिशत के तीव्र नलिंग फ्रैक्शन को दर्शाती है। इस टीम ने अन्य जीएचआरएसएस पल्सर, जे1244-4708 में नलिंग की खोज कर उसे स्थानीयकृत किया। इन दो पल्सरों के स्थानीयकरण, टाइमिंग एवं नलिंग व्यवहार के जारी अध्ययन काय से परिणामों को सूचित किया गया। (जयंता राय)

पल्सर गेटिंग स्थानीयकरण

- **जीएचआरएसएस सर्वेक्षण के साथ खोजी गईं मिलीसेकेण्ड पल्सरों का स्थानीयकरण**
आईपीटीए में प्रयुक्त मिलीसेकेण्ड पल्सरों (MSPs) की संख्या का दृढ़तम प्रभाव टाइमिंग डाटा (सीमेन्स ईटी एएल. 2013) में एनएचजैड जीडब्ल्यु बैकग्राउंड सिग्नल की संसूचनीयता पर है। यह नई खोजी गईं MSPs की शीघ्र पहचान के लिए आवश्यक है जिसकी उपयुक्तता PTAs में समावेश के लिए है। अनुसंधानकर्ताओं ने जीएमआरटी में कोहेरेंटली डिडिसपर्स्ड गेटिंग सहसंबंधक (अर्थात 16 एमएचजैड से 33 एमएचजैड) के बैंडविड्थ में दो गुना वृद्धि को सूचित किया। निरीक्षणीय बैंडविड्थ में दो के कारक की वृद्धि के साथ इस नई प्रगति से इमेज प्रक्षेत्र में उन्नत सेंस्टिविटी उपलब्ध होती है जिससे क्षीण MSPs के स्पष्ट स्थानीयकरण की सुलभता होती है। जीएचआरएसएस सर्वेक्षण में खोजे गए दो MSPs के स्पष्ट स्थानीयकरण को प्रदर्शित किया गया। दो नए खोजे गए जीएचआरएसएस MSPs के स्थानीयकरण द्वारा उप- μs टाइम-ऑफ-अराइवल व < 10−4 pc cm−3 डिसपर्शन मेशर प्रिसिजन को सुलभ किया जाता है। इसका उद्देश्य 49 PTA MSPs के सैंपलों की स्पष्ट रेंज में उन्हें रखना है जिसका निरीक्षण नैनोग्रेव द्वारा किया गया है (आलम ईटी एएल. 2021)। (जयंता राय)

पल्सरें एवं तीव्र रेडियो बर्स्ट्स

- **एनएसएम-पॉवर्ड जीएमआरटी: FRBs एवं पल्सरों के लिए वास्तविक समय बहु-बीम कमेंसल प्रणाली**
यूजीएमआरटी, एकमात्र इंटरफेरोमेट्रिक ऐरे है। यह पूर्ण 300-1460 एमएचजैड रेडियो स्पेक्ट्रम पर तीव्र ट्रांजिएंट स्रोतों के एक साथ संसूचन व आर्कसेक स्थानीयकरण उपलब्ध कराने के लिए सज्जित है। जीएमआरटी के साथ पल्सरों व FRBs (तीव्र रेडियो बर्स्ट्स) के लिए वास्तविक समय कमेंसल खोज संचालित करने के लिए पेटाफ्लॉप कंप्युटिंग क्षमता युक्त एचपीसी सुविधा के विकास के लिए प्रस्ताव को राष्ट्रीय अतिचालन अभियान (एनएसएम) द्वारा पूर्ण वित्तीय सहायता दी जाती है। इस यंत्र का उद्देश्य विज्ञान ऑपरेशन के 3 वष से अधिक में होस्ट आकाशगंगा एसोशिएशन के साथ सैकड़ों FRBs से अधिक की खोज करना है। उपयुक्त समय सीमा में वांछित प्रौद्योगिकीय उपलब्धियों को प्राप्त करने के उद्देश्य से एचपीसी एवं एआई टीमों का गठन ऑक्सफोर्ड विश्वविद्यालय, आईआईटी-पलक्कड़ एवं एनवीडिया उद्योग पाटर्नर के सहयोगियों के साथ किया गया है। इस परियोजना के सफल कार्यान्वयन से समय-प्रक्षेत्र खगोलविज्ञान में रुपांतरणीय, उच्च-प्रभावी विज्ञान की सुलभता जीएमआरटी के साथ होगी व देश में कटिंग-एज प्रौद्योगिकी का जन्म होगा। (जयंता राय)

रेडियो खगोलविज्ञान

- **निकट की आकाशगंगाओं के पॉयलट सैंपल में चुंबकीय क्षेत्र, तारा निर्माण दरें व गैस सघनताएं**
सात निकट की आकाशगंगाओं (<11 Mpc) के सैंपल का निरीक्षण 330 एमएचजैड पर जीएमआरटी के साथ किया गया। इन निरीक्षणों से इक्विपार्टिशन चुंबकीय क्षेत्र सामथ्य (बीईक्यू) का निर्धारण गैलेक्टोसेंट्रिक रेडियस

के प्रकार्य के रुप में किया गया। इक्विपार्टिशन वैल्यूज से 25 प्रतिशत के चुंबकीय क्षेत्रों के विचलनों को इन सैंपल आकाशगंगाओं में पाया गया। स्पेटिअली विभेदित तारा निर्माण दरों (एसएफआर) का भी आकलन सात आकाशगंगाओं के लिए अतिरिक्त पांच आकाशगंगाओं के साथ किया गया जिन्हें पूर्व में जीएमआरटी के साथ निरीक्षित किया गया था। इन 12 आकाशगंगाओं में से सात के उपसैंपल से गैस सघनताओं का निर्धारण सीओ एवं एचआई के आर्किवल निरीक्षणों से किया गया। चुंबकीय क्षेत्रों को गैस सघनताओं के साथ सहसंबंधित पाया गया। (पीगैस)। (सुभाशीष राय)

राष्ट्रीय जैविक विज्ञान केंद्र, बैंगलुरु

तंत्रिका जैवविज्ञान

- **उड़ने वाले कीड़ों (हॉकमोथ्स) में सिर स्थिरीकरण के दौरान विजुअल एवं एंटेनल मैकेनोसेंसरी फीडबैक का एकीकरण**

  उड़ान प्रयासों के दौरान कीटों द्वारा पूरक सिर की गतिविधियां दर्शायी जाती हैं। इनकी अनिवार्यता उनके रेटिना पर विजुअल क्षेत्र के स्थिरीकरण, गति धुंधलेपन को दूर करने व विजुअल स्वत:-गति आकलन को सपोर्ट करने के लिए होती है। कीट उड़ान में पूरक सिर की गतिविधियां एवं बहुमॉडल फीडबैक की भूमिका से रोचक प्रश्न की उत्पत्ति होती है : कीटों में जो हॉल्टर्स-हीन (संशोधित हिंड पंख) होते हैं, उन्हें किन सेंसरी संकेतों की आवश्यकता सिर के स्थिरीकरण के लिए होती है? परीक्षणकर्ताओं द्वारा दिखाया जाता है कि नॉक्टर्नल हॉकमोथ *डैफनिस नेरी* में पूरक सिर की गतिविधियों को संयुक्त विजुअल एवं एंटेनल मैकेनोसेंसरी फीडबैक द्वारा नियमित किया जाता है। इन निष्कष की संगति उस परिकल्पना के साथ है कि सिर के कोण के नियंत्रण की उत्पत्ति बहुमॉडल फीडबैक लूप से होती है जो दोनों विजुअल एवं एंटेनल मैकेनोसेंसरी फीडबैक (वास्तव में भिन्न विलंबताओं पर) का एकीकरण करते हैं (संजय पी. साने)

- **रिलुजोल द्वारा स्ट्रैस-प्रेरित स्पाइन प्लॉस्टिसिटी को हिप्पोकैंपस में रोका जाता है किंतु इसका एमिगडेला में अनुकरण किया जाता है**

  स्ट्रैस द्वारा संरचनात्मक प्लॉस्टिसिटी के भिन्न प्रतिमानों को एमिगडेला एवं हिप्पोकैंपस में दर्शाया जाता है। इसके बावजूद स्ट्रैस के तात्कालिक परिणामों में एक – अतिरिक्त कोशिकीय ग्लुटोमेट – की समानता दोनों मस्तिष्क क्षेत्रों में होती है। इससे इस संभावना का जन्म होता है कि न्युरोनल प्लास्टिसिटी पर स्ट्रैस के विपरीत प्रभावों को इन दो मस्तिष्क क्षेत्रों मं एस्टोसाइटिक ग्लुटोमेट में अंतरों द्वारा आकार मिलता है। परीक्षणकर्ताओं ने रिलुजोल के प्रभाव का परीक्षण किया। यह ग्लुटामेट क्लियरेंस को एस्ट्रोसाइटिक ग्लुटामेट ट्रांसपोटर्स द्वारा प्रेरित करता है। यह प्रमुख न्युरॉन्स एवं एस्टोसाइट्स पर बैसल एमिगडेला (बीए) एवं हिप्पोकैंपल क्षेत्र CA1 में होता है। निरंतर अस्थिरीकरण स्ट्रैस ने स्पाइन-घनत्व को कम, पुरुष मूषकों के पाइरामिडल न्युरॉन्स में किया। निरंतर स्ट्रैस के दौरान पीने के पानी में मिलाकर दी गई रिलुजोल ने इस गिरावट को रोका; किंतु दवा का स्वयं में कोई प्रभाव नहीं था। इसके विपरीत इसी दीर्घकालिक स्ट्रैस ने स्पाइन-घनत्व में बढ़ोत्तरी बीए मुख्य न्युरान्स में की एवं क्षेत्र CA1 के विपरीत इस प्रभाव को रिलुजोल ने दर्शाया। महत्वपूर्ण रुप से सिर्फ रिलुजोल उपचार ने स्पाइनोजेसिस को बीए में जन्म दिया। इसके अलावा दीर्घकालिक स्ट्रैस व रिलुजोल ने अकेले ही न्युरोपिल वोल्यूम (दोनों बीए व CA1 क्षेत्र में एस्टोसाइट्स द्वारा अधिकृत) में गिरावट को प्रेरित किया। हालांकि स्ट्रैस्ड प्राणियों में रिलुजोल उपचार से किसी भी क्षेत्र में इस गिरावट को न तो कम किया व न उसमें वृद्धि की। (सुमंता चटर्जी)

कोशिका जैवविज्ञान

- **सैप्टिन्स द्वारा लिपिड काइनेस क्रियाकलाप व पीआई (4,5) पी2 टर्नओवर को वाइवो में जी-प्रोटीन-युग्मित पीएलसी सिग्नलिंग के दौरान समंजित करना**

फॉस्फोलिपेस सी (पीएलसी) द्वारा फॉस्फेटिडाइलिनोसिटोल 4,5-बिस्फॉस्फेट (पीआई(4,5)पी2) हाइड्रोलाइसिस, सिग्नलिंग का संरक्षित क्रियातंत्र है। पीआई (4,5) पी2 की निम्न प्रचुरता को देखते हुए इसके हाइड्रोलाइसिस को निरंतर पीएलसी क्रियाकलाप सुनिश्चित करने के लिए पुन:संश्लेषण हेतु युग्मित किये जाने की आवश्यकता है; हालांकि ऐसा क्रियातंत्र अज्ञात है जिसके द्वारा डेप्लिशन का युग्मन पुन:संश्लेषण के साथ हो। पीआई (4,5)पी2 संश्लेषण को फॉस्फेटिडाइलिनोसिटल 4 फॉस्फेट 5 काईनेस (पीआईपी5के) द्वारा फॉस्फेटिडाइलिनोसिटल 4 फॉस्फेट (पीआई4पी) के फॉस्फोरिलेशन द्वारा उत्प्रेरित किया जाता है। *ड्रोसोफिला* फोटोरिसैप्टर्स में फोटोन अवशोषण को पीएलसी क्रियाकलाप में ट्रांसड्यूस किया जाता है व इस प्रक्रिया के दौरान PI(4,5)P2 को PIP5K द्वारा पुन:संश्लेषित किया जाता है। हालांकि ऐसा क्रियातंत्र अज्ञात है जिसके द्वारा PIP5K क्रियाकलाप का युग्मन PI(4,5)P2 हाइड्रोलाइसिस के साथ हो। परीक्षणकर्ताओं द्वारा अद्वितीय आइसोफॉर्म dPIP5K^{L} की पहचान की जाती है। यह फोटोट्रांसड्युशन के दौरान PI(4,5)P2 संश्लेषण को मीडिएट करने के लिए दोनों आवश्यक व पर्याप्त है। (रघु पदिनजात)

- **एसएमसी प्रोटीन RecN द्वारा RecA फिलामेंट ट्रांसलोकेशन को इन वाइवो होमोलॉजी खोज के लिए प्रेरित किया जाना**

  जहां होमोलॉगस रिकांबिनेशन पथवे का आण्विक भंडार का भली-भांति अध्ययन किया गया है, वहीं दूरस्थ होमोलॉगस क्षेत्रों के मध्य रिकांबिनेशन को सुलभ करने वाले खोज क्रियातंत्र को ठीक से समझा नहीं गया है। परीक्षण कार्य द्वारा रिकांबिनेस RecA की गतिकी का अनुसरण सिंगल डबल-स्ट्रैंड ब्रेक के आने के बाद *कालोबैक्टर* क्रोमोसोम पर किया जाता है। पाया जाता है कि एक बार निर्मित होने के बाद RecA-न्युक्लियोप्रोटीन फिलामेंट का ट्रांसलोकेशन, डाइरेक्शनल रुप में कोशिका में होता है। इस दौरान होमोलॉजी खोज पूर्ण होने तक यह अनेक पोल-टू-पोल से गुजरता है। ट्रांसलोकेशन के साथ फिलामेंट की गतिक रिमॉडलिंग को भी निरीक्षित किया जाता है। महत्वपूर्ण रुप से वाइवो में RecA अकेला फिलामेंट ऐसी दूरस्थ गतिविधि के लिए असमर्थ होता है। दोनों ट्रांसलोक्युशन एवं गतिक रिमॉडलिंग एसएमसी-जैसे प्रोटीन RecA के कार्य पर प्रासंगिक अपने ATPase चक्र द्वारा होते हैं। संक्षिप्त रुप में RecA द्वारा प्रेरित होमोलॉजी खोज के तीन मुख्य अवयवों की खोज की गई है: RecA के फिनिट सैगमेंट की मोबिलिटी, फिलामेंट रिमॉडलिंग एवं अनेक पोल-टू-पोल ट्रैवर्सल्स संचालित करने का सामर्थ्य। ये तीनों नवीन ऑप्टिमल खोज कार्यनीति की ओर इशारा करते हैं। (अंजना बद्रीनारायण)

सैद्धांतिक जैवविज्ञान

- **संपीड्य विस्कोइलास्टिक तरल द्वारा सक्रिय प्लर्फिंग में अनजैमिंग एवं उदीयमान नॉनरैसिप्रोसिटी**

  सघन संपीड्य विस्कोइलास्टिक तरल में सक्रिय ब्राउनियन कणों के डाइल्यूट सस्पेंशन द्वारा प्राकृतिक अभिविन्यास का निर्माण किया जाता है। इसका उद्देश्य नॉनरैसिप्रोसिटी की उत्पत्ति का अध्ययन गतिकीय चरण ट्रांजिशन के दौरान करना है। इन सघनताओं पर सक्रिय कणों के ट्रांसपोर्ट को दृढ़ रुप से प्रभावित निष्क्रिय माध्यम द्वारा किया जाता है एवं गतिकीय जैमिंग ट्रांजिशन को सक्रियता एवं माध्यम सघनता के प्रकार्य के रुप में दिखाया जाता है। हाइड्रोगतिक एप्रोच स्पष्ट करती है कि सक्रिय कण द्वारा दीर्घ-रेंज सघनता वेक की उत्पत्ति की जाती है। यह फोर-एफ्ट सममिति का विच्छेदन करती है जिसकी संगति सिमुलेशंस के साथ होती है। संपीड्य माध्यम की पृष्ठ-अभिक्रिया की गणना से सक्रिय कण की गतिकीय जैमिंग होती है। इसके साथ ही गतिकीय नॉन-रैसिप्रोकाल अट्रैक्शन, दो सक्रिय कणों के बीच होता है जो समान दिशा में बढ़ता है (इसके साथ पीछे वाला कण, आगे वाले के साथ परिमित समय में साथ आता है)। इस अध्ययन द्वारा जोर दिया जाता है ये नॉनरैसिप्रोकाल प्रभावों की दृश्यता तभी होती है जब सक्रिय कण गतिमान हों व इस तरह ये जैमिंग-अनजैमिंग ट्रांजिशन की निकटता में अभिव्यक्त होते हैं। (मदन राव)

कोशिका एवं सैद्धांतिक जैवविज्ञान

- **संकुचित प्रतिबलों एवं ट्रांसबाइलेयर युग्मन द्वारा प्रेरित जीवित कोशिका मैंब्रेन में सक्रिय इमल्शंस**
  कोशिका सतह पर अणुओं के लेट्रल मैसोस्केल संघटन को समझने के प्रयासों की निर्भरता समतुल्यता तापीयगतिक सिद्धांतों पर रही है। इस परीक्षण कार्य द्वारा कोर्टिकल एक्टोमायोसिन की पहचान स्थानीय प्लाज्मा संघटन के आण्विक संघटक के रुप में की जाती है। दोनों सिद्धांत एवं प्रयोगों का प्रयोग करके परिणामों द्वारा दिखाया जाता है कि मैंब्रेन प्रोटीन्स एवं लिपिड्स के बड़े वर्ग के मैसोस्केल संघटन को सक्रिय संकुचित प्रतिबलों एवं ट्रांस-द्विपरती लिपिड मेडिएटिड युग्मन व लेट्रल अन्योन्यक्रियाओं द्वारा प्रेरित किया जाता है। यह सक्रिय इमल्शंस की उत्पत्ति विशिष्ट अभिलक्षणों के साथ करता है व दोनों लिपिड्स एवं प्रोटीन्स के लेट्रल मैंब्रेन संघटन के असमतुल्यता नियमन की भूमिका को उजागर करता है। (सत्यजीत मेयर व मदन राव)

जैवरसायनशास्त्र

- **रेप्लिकेशन-आश्रित संघटन द्वारा बैक्टीरियल जीनोम्स में दीर्घ डीएनए पुनरावृत्तियों की पोजिशनिंग को नियंत्रित करना**
  बैक्टीरियल जीनोम संघटन को मुख्यत: रेप्लिकेशन के एकल मूल से क्रोमोसोमल रेप्लिकेशन द्वारा प्रेरित किया जाता है। हालांकि क्रोमोसोमल रिअरेंजमेंट्स (जो ऐसे संघटनों को बाधित कर सकते हैं), प्रकृति में अवश्यंभावी हैं। दीर्घ डीएनए पुनरावृत्तियां, प्रमुख खिलाड़ी हैं जो होमोलोगस रिकांबिनेशन द्वारा बड़ी एवं लघु रिअरेंजमेंट्स को मीडिएट करती हैं। चूंकि जीनोम संघटन में परिवर्तनों द्वारा बैक्टीरियल फिटनैस को प्रभावित किया जाता है (मंद-वृद्धिशील की तुलना में तीव्र वृद्धिशील व चयन के अंतर्गत में) अत: यह अपेक्षित करना उपयुक्त होगा कि दीर्घ डीएनए पुनरावृत्तियों की जीनोमिक पोजिशनिंग भी चयन के अंतर्गत हो। इसके परीक्षण के लिए ~6,000 बैक्टीरियल जीनोम्स में 100 बेस युग्मों की समान डीएनए पुनरावृत्तियों की पहचान की गई व उनके वितरण की तुलना तीव्र एवं मंद-वृद्धिशील बैक्टीरिया में की गई। निरीक्षित किया गया कि दीर्घ आइडेंटिकल डीएनए पुनरावृत्तियों का वितरण गैर-यादृच्छिक रुप में बैक्टीरियल जीनोम्स में किया जाता है। उनके वितरण में अंतर तीव्र एवं मंद वृद्धिशील बैक्टीरिया के मध्य पुनरावृत्ति की समग्र संख्या, अभिविन्यास व मूल की निकटता में होता है। उनकी पोजिशनिंग भी भिन्न प्रक्रियाओं के कांबिनेशन से उत्पन्न हो सकती है। (अश्विन साई नारायन शेसासाई)

- **SARS-CoV-2 मुख्य प्रोटीस के संभावित सैल्फ-पेप्टाइड अवरोधक**
  SARS-CoV-2 मुख्य प्रोटीस (एमप्रो) द्वारा अनिवार्य भूमिका का निर्वाह वाइरल पुनरावृत्ति, वाइरल पोलिप्रोटीन्स को प्रकार्यात्मक प्रोटीन्स में परिवर्तित करने में किया जाता है। इससे एमप्रो महत्वपूर्ण दवा लक्ष्य बनता है। एमप्रो में एन-टर्मिनल उत्प्रेरक प्रक्षेत्र व सी-टर्मिनल α-हेलिकल प्रक्षेत्र (एमप्रोसी) समाहित होता है। चूंकि SARS-CoV-1 एमप्रोसी को अपने एमप्रो को स्थिर करने व इसके प्रकार्य को नियमित करने के लिए जाना जाता है, अत: परीक्षणकर्ताओं ने परिकल्पना की कि SARS-CoV-2 एमप्रोसी-प्रेरित सैल्फ-पेप्टाइड्स द्वारा SARS-CoV-2 एमप्रो की फोल्डिंग एवं प्रकार्य को मॉड्युलेट किया जा सकता है। एमप्रोसी एवं एक सैल्फ-पेप्टाइड के अनुकरणों में पाया गया कि दो सैल्फ-पेप्टाइड्स, α4 एवं α5 के मध्य लूप (लूप 4) व α1-हेलिक्स द्वारा समतुल्य नेटिव अनुक्रमों की पुनरावृत्ति एमप्रोसी संरचना में की जा सकती है। इसके अतिरिक्त α1-हेलिक्स सैल्फ पेप्टाइड की स्थिरता गतिकीय रुप से है व एक बार इंसर्ट होने के बाद यह कदाचित ही नेटिव α1-हेलिक्स के साथ एक्चेंज होता है, वहीं लूप-4 सैल्फ-पेप्टाइड सुगमता से प्रतिस्थापित, नेटिव लूप-4 के साथ होता है। इससे यह प्रकार्य की मॉड्युलेटिंग के लिए कम उपयोगी बनता है। संक्षिप्त रुप में प्रिफोल्डिड α1-प्रेरित पेप्टाइड द्वारा SARS-CoV-2 एमप्रो प्रकार्य को इंहिबिट करने में समर्थ होना चाहिए। (साची गोसावी)

आनुवांशिकी एवं विकास

- **miR444-OsMADS27 सिग्नलिंग कैस्केड के नाइट्रेट-निर्भर नियमन द्वारा चावल में जड़ विकास को नियमित किया जाना**

फसल के पौधों में नाइट्रेट सेंसिंग एवं उनके रेग्युलेटरी क्रियातंत्रों में संलग्न ट्रांसक्रिप्शन कारकों के विषय में अल्प ही ज्ञात है। इस अध्ययन ने नाइट्रेट- रिस्पांसिव miR444:MADS-box ट्रांसक्रिप्शन कारक OsMADS27 मॉड्यूल एवं इसके डाउनस्ट्रीम लक्ष्यों के प्रकाय का वर्णन किया जो चावल के जड़ की वृद्धि एवं स्ट्रैस रिस्पांसेस को मीडिएट करते हैं। miR444 लक्ष्य को अभिव्यक्त करने वाले ट्रांसजैनिक चावल के पौधों द्वारा उन्नत चावल जड़ विकास को दर्शाया जाता है। हालांकि miR444 में अनेक जीन्स को लक्ष्यित करने की क्षमता है, OsMADS27 की पहचान प्रमुख miR444 लक्ष्य के रुप में की गई जो नाइट्रेट ट्रांसपोर्टर्स व अनेक प्रमुख जीन्स की अभिव्यक्ति को नियमित करता है। इसमें एक्सपैन्सिन्स व वे शामिल हैं जो ऑक्सिन सिग्नलिंग के साथ जड़ के विकास के लिए संबंधित हैं। इसके साथ miRNA-प्रतिरोधी OsMADS27 की अतिअभिव्यक्ति ने जड़ विकास एवं एबियोटिक स्ट्रैसेस के प्रति सहनशीलता में उन्नयन, दमित जड़ विकास को शांत करते हुए किया। OsMADS27 ने पौधों में रोबस्ट स्ट्रैस सहनशीलता को मीडिएट किया। यह विशिष्ट स्ट्रैस रेग्युलेटर्स के प्रमोटर्स से बद्ध होने की इसकी क्षमता द्वारा किया गया जैसा कि ChIP-seq विश्लेषण में निरीक्षित किया गया है। (पदुबिदरी व्ही. शिवप्रसाद)

- **सक्रिय एनहांसर द्वारा इंसुलेशन को क्रोमेटिन प्रक्षेत्र सीमाओं में आरएनए-मीडिएटिड सीटीसीएफ बद्धता द्वारा सशक्त करना**

  वर्टेब्रेट जीनोम्स का विभाजन क्रोमेटिन प्रक्षेत्रों या टोपोलॉजिकली संबंधित प्रक्षेत्रों (TADs) में किया जाता है। ये सामान्यत: सीटीसीएफ बद्ध साइटों के हैड-टू-हैड युग्मों द्वारा बद्ध होते हैं। प्रक्षेत्र सीमाओं में ट्रांसक्रिप्शन का सहसंबंध बेहतर इंसुलेशन के साथ होता है; हालांकि ज्ञात नहीं है कि क्या सीमा स्वयं के द्वारा सीमा प्रकार्य में योगदान करती हैं। परीक्षणकर्ताओं ने सीमा-संबंधित RNAs जीनोम-वाइड का अभिलक्षणन किया। इस दौरान उन्होंने रोग संगत INK4a/ARF एवं एमवाईसी टीएडी पर फोकस किया। सीटीसीएफ साइट डिलीशंस एवं सीमा-संबंधित आरएनए नॉकडाउन्स का प्रयोग करके निरीक्षित किया गया कि सीमा-संबंधित RNAs द्वारा सीटीसीएफ के रिक्रूटमेंट एवं क्लस्टरिंग को सुगम, टीएडी सीमाओं में किया जाता है। परिणामकारी सीटीसीएफ एनरिचमेंट द्वारा टीएडी इंसुलेशन, एनहांसर-प्रमोटर अन्योन्यक्रियाओं, एवं टीएडी जीन अभिव्यक्ति को बढ़ाया जाता है। महत्वपूर्ण रुप से सीमा-संबंधित RNAs के नॉकडाउन का परिणाम सीमा इंसुलेशन प्रकार्य की हानि में निकलता है। प्रमोटर्स की एनहांसर डिलीशन एवं CRISPRi का प्रयोग करके इस अध्ययन द्वारा स्पष्ट किया जाता है कि सक्रिय टीएडी एनहांसर्स (न कि प्रमोटर्स) द्वारा सीमा-संबंधित आरएनए ट्रांसक्रिप्शंस को प्रेरित किया जाता है। इससे रेग्युलेटरी एनहांसर RNAs की नवीन कक्षा परिभाषित होती है (डिंपल नोटानी)

क्रमविकास

- **ट्रांसलेशनल अनावश्यकता की छिपी लागतें एवं लाभ**

  ट्रांसलेशन में अनावश्यकता को समझने के उद्देश्य से परीक्षणकर्ताओं ने एस्चेरेशिया कोली के अनेक ट्रांसलेशन घटकों में अनावश्यकता को मैनिपुलेट किया। यह उन्होंने विभिन्न कांबिनेशंस में 28 tRNA जीन्स, 3 tRNA मोडिफाइंग प्रणालियों व 4 rRNA ओपेरान्स को हटा कर किया। निरीक्षित किया जाता है कि tRNA पूलों में अनावश्यकता तब लाभान्वित होती है जब न्युट्रिएन्ट्स, बहुतायत में एवं कॉस्टली, न्युट्रिएन्ट सीमा में होते हैं। अनावश्यक tRNA की इस न्युट्रिएन्ट-आश्रित लागत की उत्पत्ति ऊपरी सीमाओं से ट्रांसलेशन क्षमता से वृद्धि दर में होती है। इस तरह इसमें परिवर्तन प्राप्य अधिकतम वृद्धि दर के प्रकार्य के रुप में दिए गए न्युट्रिएंट निशे में होता है। rRNA जीन्स एवं tRNA मोडिफाइंग एन्जाइम्स में अनावश्यकता की हानि के समान न्युट्रिएन्ट आश्रित फिटनैस परिणाम थे। महत्वपूर्ण रुप से ये प्रयास ट्रांसलेशन घटकों में अन्योन्यक्रियाओं में भी प्रासंगिक हैं। इससे लेयर्ड हाइआर्की का संकेत tRNA एवं rRNA जीन्स की कॉपी संख्या से उनकी अभिव्यक्ति एवं डाउनस्ट्रीम प्रोसेसिंग में मिलता है। समग्र रुप से परिणामों से ट्रांसलेशन घटकों में अनावश्यकता पर दोनों सकारात्मक एवं नकारात्मक सिलेक्शन का संकेत मिलता है जो कि फीस्ट्स एवं फेमाइन्स के साथ प्रजाति के क्रमविकासात्मक इतिहास पर आश्रित है। (दीपा अगाशे)

- **मिमेटिक समुदायों की असेंबली में कैरेक्टर क्रमविकास का टेंपो एवं मोड**
कई असुरक्षित जीवों द्वारा अपने भक्षकों को मूर्ख बनाया जाता है। यह सुवर्णित शिकारी प्रजातियों के विशिष्ट लक्षणों को अपनाकर किया जाता है जिन्हें शिकारियों ने खाने से परहेज करने के लिए सीखा है। ऐसी नकल का विकास विविध ट्रॉपिकल समुदायों में हो सकता है। पश्चिमी घाटों की जैवविविधता हॉटस्पॉट के मिमेटिक बटरफ्लाई समुदायों का प्रयोग करके परीक्षणकर्ताओं द्वारा दिखाया जाता है कि इन समुदायों में नकल को डिफेंडिड एवं मिमेटिक प्रे प्रजातियों के दो प्रमुख लक्षणों (उड़ान मॉर्फोलॉजी एवं रंग प्रतिमान) के वियुग्मित क्रमविकास द्वारा प्रेरित किया गया। उड़ान मॉर्फोलॉजी को फाइलोजेनिटिकली संरक्षित किया गया जबकि रंग प्रतिमानों का क्रमविकास महत्वपूर्ण तीव्र दर में दोनों डिफेंडिड एवं मिमेटिक प्रे स्पेशीज में हुआ। इन परिणामों द्वारा जैविक समुदायों की असेंबली के संबंध में जानकारियां मिलती हैं। इससे प्रदर्शित होता है कि जटिल, बहु-लक्षणी फेनोटाइप्स का क्रमविकास लक्षण विविधता की विभिन्न दरों पर अधिक आश्रित होता है (फाइलोजेनेटिक रिलेटिडनेस के साथ तुलना में)। (कृष्णमेघ कुंटे)

टीआईएफआर हैदराबाद

भौतिक विज्ञान

फोटोनिक्स-अरैखीय प्रकाशिकी

- **अवरक्त में अत्यंत तीव्र संगत स्रोत**

उच्च शक्ति, ट्युनेबिल अत्यंत तीव्र-से-मध्यम-अवरक्त संगत स्रोत दिलचस्प हैं। इसका कारण विभिन्न अनुप्रयोगों में इनका प्रयोग है जिनमें स्पेक्ट्रोस्कोपी व इमेजिंग शामिल हैं। हालांकि वांछित स्पेक्ट्रल क्षेत्रों की सुलभता हमेशा ही साधारण नहीं होती है। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने निकट-अवरक्त संगत स्रोत का प्रदर्शन किया है। इससे ऐसी एमएचजैड पुनरावृत्ति दरों पर पीकोसेकेण्ड पल्सों की उपलब्धता हुई है जो 1.3–1.5 μm क्षेत्र में विशेष रुप से ट्युनेबिल हैं। ये पल्सें उपलब्ध स्रोतों का प्रयोग किए जाने असुलभ होती हैं। (चैतन्य कुमार सुदापल्ली)

परमाणु एवं नाभिकीय भौतिकी

- **पीको-टेसला सेंस्टिविटी व 25 केएचजैड बैंडविड्थ के साथ परमाणु मैग्नेटोमीटर का विकास**
अनुसंधानकर्ताओं ने ओसिलेटिंग चुंबकीय क्षेत्रों के मापन के लिए कमरे के तापमान पर प्रचालित एकल-बीम परमाणु मैग्नेटोमीटर का प्रदर्शन किया है। इस मैग्नेटोमीटर द्वारा परमाणु वाष्प प्रणाली में चुंबकीय-प्रकाशित घूर्णन की अरैखीय प्रणाली में कार्य किया जाता है। इस प्रणाली में 2 केएचजैड पर लगभग 0.9 पीटी की सेंस्टिविटी व 24 केएचजैड की विशाल बैंडविड्थ है। मापन की गतिक कोटि 10^6 है। इससे सेंसर, पृथ्वी के क्षेत्र में भी प्रभावी बनता है। (जी. राजलक्ष्मी)

अतुल्य सांख्यिकीय भौतिकी एवं संघनित पदार्थ भौतिकी

- **अन्योन्यक्रियाकारी एवं गैर-अन्योन्यक्रियाकारी कण प्रणालियों में करेंट फ्लक्चुएशन**
अनुसंधानकर्ताओं ने सक्रिय कण प्रणालियों के लिए सामान्यीकृत ''क्वेंच्ड'' एवं ''अनील्ड'' अक्रम औसतों को प्रस्तुत किया। इनकी आवश्यकता स्वतंत्रता की अनेक सीमाओं के लिए होती है जिनमें कणों की स्थितियां एवं वेग शामिल हैं। अनुसंधानकर्ताओं ने इसका उपयोग गैर अन्योन्यक्रियाकारी व अन्योन्यक्रियाकारी सक्रिय कणों की एक आयामी प्रणाली में टाइम टी तक के मूल में एकीकृत सघनता करेंट के फ्लक्चुएशंस के अध्ययन में किया। उन्होंने इन नई तकनीकों का वर्णन एक आयाम में गैर-अन्योन्यक्रियाकारी रन व टंबल कणों के करेंट फ्लक्चुएशंस के लिए यथार्थ परिणामों द्वारा किया। आश्चर्यजनक रुप से दोनों स्थितियों व वेगों की क्वैंचिंग से

विसंगत रुप से करेंट फ्लक्चुएशंस का दमन होता है। इस दमन को सिर्फ स्थितियों की क्वेंचिंग द्वारा प्राप्त नहीं किया जा सकता है। इससे अक्रम औसतों में अनेक क्षेत्रों पर विचार करने का महत्व उजागर होता है। उनकी तकनीकों से अक्रमित एवं अतुल्य प्रणालियों के क्षेत्रों में नए अनुसंधान क्षेत्र खुलते हैं जहां अनेक क्षेत्रों पर औसतों पर विचार नहीं किया गया है। अन्योन्यक्रियाकारी मामले के लिए उन्होंने सक्रिय कणों के जालक मॉडल का अन्वेषण हार्ड-कोर अन्योन्यक्रियाओं के साथ किया जो फ्लक्चुएटिंग हाइड्रोगतिक रुपरेखा में यथार्थ वर्णन के प्रति अमेनेबिल है। एकरुपीय प्रारंभिक प्रोफाइलों के मामले के लिए उन्होंने दिखाया कि एकीकृत करेंट के द्वितीय क्युमूलेंट द्वारा तीन प्रणालियों को प्रदर्शित किया जाता है: पॉवर ½ के साथ प्रारंभिक वृद्धि, क्रॉस-ओवर रेश्जीम जहां सक्रियता के प्रभावों द्वारा फ्लक्चुएशंस में वृद्धि की जाती है एवं दीर्घकालीन व्यवहार जिसे पुन: पॉवर ½ द्वारा अभिलक्षणित किया जाता है। अन्योन्यक्रियाकारी प्रणाली के लिए शून्य विसरण की सीमा में उन्होंने दिखाया कि फ्लक्चुएशंस द्वारा दमित फ्लक्चुएशंस को भी लघु समयों पर दर्शाया जाता है। अंत में उन्होंने यह भी दिखाया कि गैर-अन्योन्यक्रियाकारी सक्रिय कणों के लिए परिणामों को निम्न सघनताओं के लिए पुन: प्राप्त किया जाता है। (कबीर रमोला)

संघनित पदार्थ भौतिकी

- **Mn3Pt कैगोम प्रतिलौहचुंबक से विकसित एपिटेक्सिअल थिन फिल्म**
  नए क्वांटम पदाथ के थिन फिल्म संश्लेषण द्वारा व्यापक रुप से योगदान संघनित पदार्थ भौतिकी के हाल के विकास काय में किया जा रहा है। इसका कारण यह है कि वे नवीन यंत्र प्रकार्यात्मकताओं में मूलभूत रुप से विशिष्ट एवं तकनीकी रुप से श्रेष्ठ अवसरों को उपलब्ध कराते हैं। इस श्रेणी में विश्वसनीय व उपयोग न किया गया पदार्थ, कैगोम पदाथ की थिन-फिल्में हैं। कैगोम स्पिन-नेटवर्क में ट्रायंगुलर व हेक्जागोनल मोटिफ्स के सहअस्तित्व को ज्यामितीय फ्रस्टेशंस प्रस्तुत करने के लिए जाना गया है। ये अनेक एक्जोटिक क्वांटम विद्युत व चुंबकीय भूमि अवस्थाओं को प्रदर्शित करते हैं जिन्हें मुख्यत: फ्रस्टेटिड, सहसंबंधित एवं टोपोलॉजिकल के रुप में वर्णित किया जा सकता है। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने Mn3Pt फिल्मों की एपिटेक्सिअल वृद्धि की विकास रेसिपी का इष्टतमीकरण किया है। इसमें उन्होंने को-स्पटरिंग तकनीक का प्रयोग किया है एवं इन-सीटू आरएचईईडी, एक्सआरडी व रेसिप्रोकल स्पेस मैपिंग का प्रयोग करके पुष्टि की है। (कार्तिक व्ही. रमन)

तीव्र लेजर भौतिकी

- **लेजर निर्मित प्लाजमाओं से उच्च ऊर्जा इलैक्ट्रॉन कोलिमेशन**
  तीव्र लेजर निर्मित प्लाज्मा की असाधारण समस्याओं में एक हॉट सघन प्लाज्मा से इलैक्ट्रॉन्स की कोलिमेटिड बीम की उत्पत्ति करना है। इस समस्या का समाधान माइक्रोड्रॉपलैट प्लाज्मा के संदर्भ में किया गया। इसकी उत्पत्ति लघु पल्स उच्च पुनरावृत्ति दर पल्स से होती है जो फोकस्ड लेजर तीव्रता की लगभग 10^16 Wcm^-2 की उत्पत्ति करती हैं। अनुसंधानकर्ताओं ने पाया कि ऐसी प्रणालियों में डाइइलैक्ट्रिक कैपिलीर जैसे ग्लॉस का प्रयोग करने के सरल विचार ने इलैक्ट्रॉन्स की उपयुक्त कोलिमेटिड बीम की उत्पत्ति की। चूंकि लेजर प्लाज्मा उच्च पुनरावृत्ति दर होते हैं, अत: निम्न ऊर्जा इलैक्ट्रॉन्स द्वारा कैपिलरी को आवेशित किया जाता है। इससे इलैक्ट्रॉन्स का उपयुक्त रुप से मार्गदर्शन होता है व 500 केईव्ही तक इलैक्ट्रॉन्स को कोलिमेट, 50 से 200 माइक्रोन्स तक के बीम आकार के साथ किया जा सकता है। अंतर्निहित भौतिकी के विस्तृत क्रियातंत्रों का वर्तमान में परीक्षण किया जा रहा है। (एम. कृष्णामूर्ति)

सॉफ्ट अर्धचालक

- **लीड ब्रोमाइड पर्वोस्काइट्स की कंडक्शन बैंड पर 'ए-साइट केशन प्रभाव**

हॉट कैरियर सौर कोशिकाओं का उपयोग शॉकले-केसर (एकल-जंक्शन) सीमा को पार करने के लिए है। मंद हॉट कैरियर कूलिंग, लीड हैलाइड पर्वोस्काइट्स के सर्वाधिक दिलचस्प गुणधम में एक है। यह पदाथ की इस कक्षा को सौर कोशिकाओं में प्रयुक्त अन्य उदीयमान अर्धचालक पदाथ से अलग करता है। इस कार्य में उच्च-विभेदन एक्स-रे स्पेक्ट्रोस्कोपी की एलिमेंट सिलेक्टिविटी व सघनता प्रकार्यात्मक सिद्धांत का प्रयोग किया गया। इसका उद्देश्य कंडक्शन बैंड अवस्थाओं में पूर्व में छिपे लक्षण की खोज करना था। यह σ-π ऊर्जा स्पिलिटिंग है जो कि ए-केशन एवं ब्रोमाइड लीड-उपजालक के मध्य विद्युत युग्मन के सामर्थ्य द्वारा दृढ़ रुप से प्रभावित है। (पवित्र के. नायक)

लेजर पदार्थ अन्योन्यकियाएं

- **ऑर्बिटल कोणीय मूमेंटम लेजर बीमों के साथ लेजर पदार्थ अन्योन्यक्रिया**
  ऑर्बिटल कोणीय मूमेंटम (ओएएम) में प्रदत्त लेजर पल्सों के साथ प्रकाश-पदार्थ अन्योन्यक्रिया मूलभूत प्रश्न उठता है। यह प्रकाश के इस गुणधर्म के पदार्थ में स्थानांतरण की प्रकृति पर है। जब मॉडरेटली तीव्र (1013-1014 W/cm2), ओएएम (लेजर पल्सों को धारित किए हुए) की अन्योन्यक्रिया अर्गोन परमाणुओं के कोल्ड जैट के साथ होती है, तो प्रकाश से इलैक्ट्रॉन में कोणीय मूमेंटम स्थानांतरण का कोई प्रमाण निरीक्षित नहीं किया जाता है। इन परीक्षण काय को कोण एवं ऊर्जा-विभेदित फोटोइलैक्ट्रॉन स्पेक्ट्रा से किया गया जिन्हें उच्च-विभेदन मूमेंटम स्पैक्ट्रोमीटर, ''अभिक्रिया माइक्रोस्कोप'' में प्राप्त किया गया था। (राम गोपाल)

तीव्र लेजर पदार्थ अन्योन्यक्रिया

- **उच्च-पुनरावृत्ति दर लेजर प्लाज्मा अन्योन्यक्रियाओं के साथ इलैक्ट्रॉन एवं एक्स-रे रेडियोग्राफी क्षमताओं का विकास**
  उद्देश्यों की इमेजिंग के लिए तीव्र लेजर-प्रेरित एमईव्ही एक्स-रे की दृढ़ता को 'औद्योगिक' ग्रेड लेजर्स के साथ जारी रखा जाना चाहिए। इसका कारण यह है कि वे संरेखण-मुक्त प्रणाली को (अल्पतम से शून्य सुविधा आवश्यकता के साथ) उच्च-कक्षा स्वच्छ कक्ष, तापमान एवं आर्द्रता नियंत्रित परिवेश के संबंध में उपलब्ध कराते हैं। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा किए गए प्रयोगात्मक काय ने वैज्ञानिक ग्रेड टीआई से लेजर प्लाज्मा अन्योन्यक्रिया क्रियातंत्र की स्केलिंग की संभावना को सिद्ध किया है: सफायर लेजर प्रणाली से औद्योगिक ग्रेड लेजर द्वारा दिखाया जाता है कि अंतनिर्हित क्रियातंत्र को स्केल करना संभव है। इस ट्रांजिशन के लिए दो पैरामीटरों के सामने इलैक्ट्रॉन बीम उत्पत्ति निष्पादन के परीक्षण की पुष्टि आवश्यक है : 800 एनएम से 1030 एनएम तक वेबलैंग्थ स्केलिंग, 60 एनएम से 10 एनएम तक नीचे जाती लेजर बैंडविड्थ, एवं 30 एफएस से 200 एफएस तक पल्स अवधि में बढ़ोत्तरी। एमईव्ही ऊर्जा रेंज में चमकीले एक्स-रे स्रोत के विकास से विद्यमान परंपरागत 450 केईव्ही एनडीटी परीक्षण मशीन क्षमता की अगले स्तर तक की स्केलिंग सुगम होगी। यद्यपि लाइनेक इलैक्ट्रॉन त्वरक एमईव्ही एक्स-रे मशीन उपलब्ध हैं, तथापि कांपेक्ट लेजर-प्रेरित इलैक्ट्रॉन त्वरण पर आधारित इस प्रस्ताव द्वारा मैग्निट्यूड के क्रम को प्रस्तुत किया जा सकता है जो स्पेटिअल विभेदन से बेहतर है (< 100 μm)। इसके अलावा लघु पल्स अवधि (उपपीकोसेकेण्ड) के कारण लेजर-आधारित एक्स-रे स्रोतों द्वारा भी गतिक या फ्लैश एक्स-रे रेडियोग्राफिक इमेजिंग को करने के लिए मंचों को उपलब्ध कराया जाएगा। (प्रशांत कुमार सिंह)

सॉफ्ट संघनित पदार्थ सिद्धांत एवं जैविक भौतिकी

- **कांफ्लुएंट एपिथेलियल मोनोलेयर्स में यूनिवर्सल कोशिका आकार परिवर्तनीयता के मूल पर**
  कोशिका आकार का स्वरुप मूलभूत, दोनों स्वास्थ्य एवं रोग में होता है। औसत कोशिका आकार द्वारा महत्वपूर्ण जैविक प्रकाय को प्रभावित किया जाता है जिनमें विभाजन, विभेदीकरण, कोशिका मृत्यु आदि शामिल हैं।

हालांकि कोशिका से कोशिका आकार में परिवर्तन होता है एवं हाल के प्रयोगों द्वारा उल्लेखनीय नियमितता को इस कोशिका आकार परिवर्तनीयता में दिखाया जाता है। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा कोशिका आकार के लगभग विश्वव्यापी वितरण की सैद्धांतिक जानकारी को उपलब्ध कराया जाता है जिसे पक्ष अनुपात द्वारा अभिलक्षणित एपिथेलियल मोनोलेयर में किया गया है। वे विश्लेषणात्मक रुप से पक्ष अनुपात के वितरण को मोनोलेयर में प्राप्त करते हैं व दिखाते हैं कि विश्लेषणात्मक परिणामों की उपयुक्तता उल्लेखनीय रुप से सिमुलेशंस व विद्यमान प्रयोगों के साथ है। (सरोज कुमार नंदी)

सांख्यिकीय यांत्रिकी एवं नरम पदार्थ भौतिकी

- **मॉडल ग्लास फॉर्मर्स में मल्टीडाइरेक्शनल ओसिलेटरी शियर के एनीलिंग प्रभाव**
  अनुसंधानकर्ताओं ने शून्य तापमान एवं अत्यंत लघु स्ट्रेन दर पर आकारहीन ठोसों के यांत्रिकीय गुणधम पर साइक्लिक शियर के प्रभाव का अध्ययन किया। ज्ञात था कि इन स्थितियों में अनडाइरेक्शनल साइक्लिक शियर से अवशोषी ठोस अवस्थाओं का जन्म होता है जो इन पदाथ में स्मृतियों के भंडारण के लिए उपयुक्त हैं। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने इनमें से कुछ विचारों पर कार्य किया व पाया कि यदि पदार्थ को साइक्लिकली शियर किया जाता है (3डी ठोस में उपलब्ध सभी तीनों शियर प्लेन्स में), तो एक के द्वारा रोचक ठोस अवस्था को प्राप्त किया जाता है जो शियर दिशाओं की संख्या को याद रखता है। उदाहरण के लिए यदि वे सैंपल की शियरिंग दो ओर्थोगोनल शियर प्लेन्स में करते हैं, तो ठोस अवस्था अवशोषी अवस्था में दो का सीमा चक्र होगा व इसी तरह 3 शियर प्लेन्स के लिए सीमा चक्र, आवधिकता 3 के साथ होगा। अनुसंधानकर्ताओं ने इसके बाद दिखाया कि मल्टी-डाइरेक्शनल ओसिलेटरी शियर से पदार्थ की कहीं बेहतर एलीनिंग हो सकती है। वे यह भी दिखाते हैं कि मल्टी-डाइरेक्शनल शियर का प्रयोग करके भंडारित स्मृति, कहीं अधिक दृढ़ व स्थिर, रीडिंग प्रचालनों के दौरान होगी। (समरजीत कर्माकर)

सांख्यिकीय भौतिकी

- **एग्रीगेशन-फ्रेगमैंटेशन मॉडलों में कोर्सनिंग, कंडेन्सेट्स व तीव्रताएं**
  जब क्रम के प्रति प्रवृत्ति युक्त प्रणाली को तुल्यता अक्रमित अवस्था से दूर तैयार किया जाता है, तो क्रम को स्थापित होने में दीर्घ समय लगता है। क्रमित अवस्था के प्रति क्रियाविधि का अध्ययन ट्रांसपोर्ट मॉडलों की कक्षा में किया गया जिनमें एग्रेगेशन एवं फ्रैगमेंटेशन प्रक्रियाओं द्वारा प्रतिस्पर्धा की जाती है। इसका परिणाम स्थानीय कंडेन्सेट्स के निर्माण में पृथक साइटस पर निकलता है जिनका औसत से कहीं अधिक द्रव्यमान होता है। क्रमित अवस्था के प्रति एप्रोच के दौरान सामान्यत: अभिलाक्षणिक लैंग्थ स्केल की विद्यमानता होती है जिसका विकास समय के साथ होता है। स्थानीय कंडेन्सेट द्रव्यमान वितरण को इस विकासशील लैंग्थ के साथ स्केल करते पाया गया : महत्वपूर्ण इंप्लिकेशन यह है कि फ्लक्चुएशंस, विसंगत रुप से बड़े होते हैं व ये औसत एवं मानक विचलन के साथ होते हैं (दोनों विकासशील लैंग्थ स्केल के प्रति आनुपातिक होते हैं)। इन गुणधम का संबंध गतिकी के साथ था जिसके द्वारा कुछ कंडेन्सेट्स का अंतिम रुप से क्षय एकल कंडेन्सेट में होता है। (मुस्तानसिर बार्मा)

बहुचरणी प्रवाह, सक्रिय पदार्थ एवं क्षोभ

- **जटिल तरल प्रवाह-स्थिरता एवं क्षोभ**
  अनुसंधानकर्ताओं ने विभिन्न जटिल तरलों में स्थिरता, क्षोभ एवं ऊर्जा स्थानांतरण क्रियातंत्रों का परीक्षण किया। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा प्रमुख अनुसंधान परिणामों का वर्णन निम्नानुसार किया जाता है: वे क्षोभ मॉड्युलेशंस का अध्ययन बाह्य स्टिरिंग की उपस्थिति में बॉएन्सी-प्रेरित बबली प्रवाहों में करते हैं। वे दिखाते हैं कि कोल्मोगोरोव फेनोमेनोलॉजी को ऐसे पैमानों के लिए रिकवर किया जाता है जो बबल डॉयमीटर से बड़े हों। बबल डॉयमीटर से लघु पैमानों के लिए सतह तनाव द्वारा प्रभावी ऊर्जा स्थानांतरण क्रियातंत्र को उपलब्ध कराया जाता है। वे दिखाते हैं कि टोपोलॉजिकल त्रुटियों द्वारा कोर्सनिंग गतिकी को नियंत्रित ड्राई सक्रिय पदार्थ

के सघन सस्पेंशन में किया जाता है। उन्होंने पोलिमेट्रिक क्षोभ का अध्ययन तीव्र डेबोरा संख्याओं में नई प्रणालियों की खोज के लिए किया। प्रयोगात्मक एवं अंकीय मॉडलिंग का प्रयोग करके वे बैक्टीरियल कॉलोनीज के विस्तार पर तापमान की भूमिका का परीक्षण करते हैं। (प्रसाद पर्लेकर)

पदार्थ विज्ञान

वैलीट्रोनिक्स

- **व्ही-अपमिश्रित MoS2 में वृद्धित कक्ष-तापमान स्पिन-वैली युग्मन**
  प्रतिस्थापक अपमिश्रण द्वारा दो-आयामी (2डी) परमाणु परतों (2डी पदाथ) में कक्ष-तापमान वैली ध्रुवीकरण से अनुप्रयोगों के नए मार्ग प्रशस्त होते हैं। वैली स्पिलिटिंग के साथ ऐसी परतों द्वारा वैलीट्रोनिक्स में एप्लिकेशंस को पाया जा सकता है जिसे सूचना भंडारण के लिए आगामी संभावनाएं माना जाता है। हाल के कार्य में मोनोलेयर MoS_2 को वैनेडियम के साथ निम्न (0.1 परमाणु प्रतिशत) सांद्रता पर अपमिश्रित किये जाने पर उच्च स्पिन-वैली युग्मन व इस तरह कक्ष-तापमान पर वैली पोलेराइजेशन की उच्च सीमा को दर्शाते दिखाया जाता है। इसके अलावा अनुसंधानकर्ताओं ने दिखाया है कि अपमिश्रक द्वारा वैली स्पिलिटिंग को प्रस्तुत किया जा सकता है। इसका परिणाम टाइम रिवर्सल ब्रेकिंग व इस तरह ऐसे पदार्थ में निकल सकता है जिसका प्रयोग कक्ष-तापमान पर वैलीट्रोनिक्स के लिए किया जा सकता है। इस अध्ययन द्वारा स्थिर 2डी पदाथ का प्रयोग करके कक्ष-तापमान ऑप्टो-स्पिनट्रोनिक्स की संभावनाएं प्रशस्त होती हैं। (टी.एन. नारायणन)

जैविक विज्ञान

सेंसरी तंत्रिकाविज्ञान एवं कोशिका जैवविज्ञान

- अनुसंधानकर्ताओं ने तंत्रिकाविज्ञान, कोशिका एवं आण्विक जैवविज्ञान के विस्तृत क्षेत्रों पर फोकस किया। उन्होंने एकल कोशिका एवं स्पेटिअल ट्रांसक्रिप्टोमिक्स का विकास एक हैंडल के रुप में किया। इसका उद्देश्य विशेषीकृत कैमोसेंसरी आर्गन के कोशिका प्रकारों के मध्य विविधता एवं जीन एक्सप्रैशंस का परीक्षण करना था जिसमें माऊस मॉडलों का प्रयोग किया जाना था। उन्होंने अति-विभेदन माइक्रोस्कोपी टूल्स का विकास किया। इसका उद्देश्य कोचलर कोशिकाओं में पाए गए विशेषीकृत रिबन सिनैप्स की अल्ट्रा संरचना एवं बहरेपन के परिणामस्वरुप निरीक्षित परिणामों का परीक्षण करना था। उन्होंने कोशिका की प्लाज्मा मैंब्रेन पर कैल्शियम चैनलों के संघटन के परीक्षण के लिए टूल्स का विकास किया ताकि उनकी गेटिंग व आण्विक अभिलक्षणों को समझा जा सके। (आदिश दानी)

संरचनात्मक जैवविज्ञान

- **माइटोकोंड्रियल क्रिस्टे संरचना के आण्विक-/परमाणु-स्तरों को स्पष्ट करना**
  माइटोकोंड्रिया को सामान्यत: 'कोशिका का पॉवरहाऊस' कहा जाता है। इसका कारण यह है कि वे कोशिकाओं में अधिकांश उपयोगी ऊर्जा की उत्पत्ति करते हैं। ये ऊर्जा-उत्पत्ति मशीने, माइटोकोंड्रियल के इनर मैंब्रेन फोल्ड्स में स्थित होती हैं जिन्हें क्रिस्टे कहा जाता है। क्रिस्टे की संरचना, माइटोकोंड्रिया के प्रकाय के लिए अनिवार्य होती है व असंगठित क्रिस्टे, रोगों का हालमार्क होते हैं। वर्तमान कार्य में क्रिस्टे संरचना के निर्माण एवं रखरखाव में संलग्न प्रोटीन कांप्लेक्सों को शुद्ध किया गया है। इसके साथ ही एक्स-रे डिफ्रेक्शन अध्ययन काय के लिए एमआईसी10, एमआईसी12 व एमआईसी60 जैसे अनेक प्रोटीनों का क्रिस्टालाइजेशन किया गया है। इसके अतिरिक्त प्रोटीन मिक 19 द्वारा क्रिस्टे संरचना के रेडॉक्स-नियंत्रण के मुख्य रेग्युलेटर की भी पहचान की गई है। (आनंद तीर्था वैद्य)

कोशिका जैवविज्ञान – डीएनए क्षति प्रतिक्रियाएं एवं जीन अभिव्यक्ति

- **प्रमुख ड्रोसोफिला ऊतक में ईजीएफआर पथवे जीन्स के विभेदी एक्सप्रैशन के निरीक्षण के लिए एकल अणु आरएनए फ्लूरोसेंस इन सीटू हाइब्रिडाइजेशन एवं वयस्क नेत्र फेनोप्रकारों पर खुराक के प्रभाव**
  एमआरएनए के लिए एकल अणु फ्लूरोसेंस इन सीटू हाइब्रिडाइजेशन (एसएमफिश) द्वारा परिमाणात्मक हैंडल को जीन एक्सप्रैशन पर उपलब्ध कराया जाता है। पूर्व में अनुसंधानकर्ताओं ने एसएमफिश की संशोधित पद्धति को विकसित किया था। यह फ्रूट फ्लाई ड्रोसोफिला मैलेनोगैस्टर से विभिन्न प्रमुख होल-माउंट ऊतकों पर एप्लिकेबिल थी। उन्होंने इस पद्धति का प्रयोग ईजीएफआर सिग्नलिंग एवं कोशिका विस्तार के मध्य कड़ियों के परीक्षण के लिए किया। इन अध्ययन काय ने विकासशील लार्वेल नेत्र डिस्कों में ईजीएफआर पथवे जीन्स के रोचक विभेदी एक्सप्रैशन को स्पष्ट किया है। अनुसंधानकर्ताओं ने स्पिट्ज एवं आर्गोस जीन्स की जीन खुराक में परिवर्तनों को ड्रोसोफिला नेत्र की अंतिम पैटर्निंग के साथ संबंधित किया। एक्सप्रैशन के एब्स्युलूट लेवल्स से अधिक इन दो जीन प्रोडक्ट्स का अनुपात, उपयुक्त नेत्र पैटर्निंग का महत्वपूर्ण रेग्युलेटर निकला। इसके बाद अनुसंधानकर्ताओं ने तापमान-संवेदनशील गैल80 का प्रयोग स्पिट्ज-से-आर्गोस एमआरएनए अनुपात को क्रमबद्ध रुप से ट्यून करने के लिए किया। इस अनुपात की ट्युनिंग द्वारा उन्होंने ऐसी रेंज की पहचान की जिसमें अंतिम नेत्र फेनोटाइप को विकासात्मक रुप से बफर किया जाता है। इस अवधि में अनुसंधानकर्ताओं ने ऐसी सिग्नलिंग के अधिक निकट परिणामों का भी परीक्षण किया। इस अध्ययन द्वारा महत्वपूर्ण जानकारी मिलती है कि कैसे विशिष्ट कोशिका प्रकारों की उत्पत्ति आर्गेनिज्मल विकास के दौरान होती है व कैसे विकासात्मक प्रणालियों को जीन एक्सप्रैशन फ्लक्चुएशंस के विरुद्ध बफर किया जा सकता है। इस कार्य का प्रकाशन जर्नल पीएलओएस आनुवांशिकी में हुआ था। (अप्रोतिम मजूमदार)

कोशिका एवं विकासात्मक जैवविज्ञान

- **बैंडलैस की आवश्यकता पिंक1-पार्क मीडिएटिड माइटोफ्युसिन डिग्रेडेशन के लिए माइटोकोंड्रियल स्ट्रैस के अंतर्गत होती है**
  माइटोकोंड्रियल के रुप एवं आकार में अंतर को माइटोकोंड्रियल मेटाबोलिक क्षमताओं एवं समग्र कोशिकीय फिजियोलॉजी को व्यापक रुप से प्रभावित करने के लिए दिखाया गया है। ड्रोसोफिला में आनुवांशिक स्क्रीन में आईआरपीपीआरसी2 में उत्परिवर्तनों को पुन: प्राप्त किया गया। इन्होंने ग्लोब्युलर माइटोकोंड्रिया की बढ़ी हुई संख्या को दिखाया जो स्वस्थ्य फ्लाइज में ट्युब्युलर नेटवर्क के विपरीत थी। मानव एलआरपीपीआरसी2 में उत्परिवर्तनों की पहचान ले सिंड्रोम रोगियों में की गई है। पाया गया कि बैंडलैस, पिंक1 एवं पार्किन प्रोटीनों द्वारा माइटोकोंड्रियल गुणवत्ता नियंत्रण क्रियातंत्र के सक्रियण द्वारा ग्लोब्युलर माइटोकोंड्रिया के फ्युजन को बाधित किया जाता है एवं इस प्रकार वे एक दूसरे से पृथक, आईआरपीपीआरसी2 उत्परिवर्तियों में रहते हैं। पाया गया कि आईआरपीपीआरसी2 उत्परिवर्तियों में माइटोकोंड्रियल गुणवत्ता नियंत्रण क्रियातंत्र के दमन का परिणाम विशाल ग्लोब्युलर माइटोकोंड्रिया के माइटोकोंड्रियल नेटवर्क में प्रवेश में निकला। हालांकि यह एग्रेवेटिड न्युरोडिजेनरेशन के साथ था। समग्र रुप से इस अध्ययन द्वारा संरक्षणी प्रतिक्रियाओं के अस्तित्व पर जोर दिया जाता है जो माइटोकोंड्रियल गतिकी में परिवर्तन द्वारा कार्य करती हैं। (मनीष जैसवाल)

कोशिका जैवविज्ञान एवं इम्युनोलॉजी

- **रिसेप्टर प्रेरित कैल्शियम इंफ्लक्स एवं सिग्नलिंग में स्नेअर परिवार जीन्स की भूमिका**
  कैल्शियम रिलीज सक्रियित (सीआरएसी) चैनलों द्वारा स्टोर-प्रचालित कैल्शियम प्रवेश (एसओसीई) की क्रमविकासात्मक संरक्षित प्रक्रिया के प्रमुख आण्विक मीडिएटर्स की पहचान प्रयोगशाला द्वारा पूर्व में की गई थी। इस परिकल्पना के साथ कि स्नैप रिसैप्टर (स्नेअर) प्रोटीन्स द्वारा अपरंपरागत एवं प्रत्यक्ष भूमिका का निर्वाह किया जाता है, आनुवांशिक स्क्रीन को एसओसीई के नियमन में संलग्न विशिष्ट स्नेअर परिवार जीन्स की पहचान के लिए निष्पादित किया गया। अनेक स्नेअर परिवार जीन्स को एसओसीई को महत्वपूर्ण रुप से रेग्युलेट करने के लिए पाया गया एवं उनमें से एक सिन्टेक्सिन 1 का बाद में अभिलक्षणन किया गया। स्क्रीन में

(अनुसंधानकर्ताओं द्वारा संचालित) पहचाने गए अन्य जीन्स के साथ सिंटेक्सिन 1, टी-स्नेअर द्वारा दुर्लभ इम्युनोलॉजिकल रोग को रेग्युलेट किया जाता है। मानवों में उत्पन्न इस रोग को फैमिलियल हैमोफैगोसाइटिक लिंफोहिस्टियोसाइटोसिस (एफएचएलएच) कहा जाता है। अत: समानांतर रुप में सिंटेक्सिन 1 द्वारा एसओसीई के रेग्युलेशन के क्रियातंत्र व एफएचएलएच में इसकी संभावित भूमिका का भी परीक्षण एटीएक्स1 के नॉकआऊट माऊस मॉडल के प्रयोग द्वारा किया गया। आगे के अभिलक्षणन का कार्य जारी है। (मोनिका विग)

आण्विक कोशिका जैवविज्ञान एवं आनुवांशिकी

- **मैमालियन रैप्लिकेशन के दौरान हैलिकेस सक्रियण के क्रियातंत्र एवं इसके स्पेटियोटेंपोरल रेग्युलेशन को समझना**

  आनुवांशिक सूचना को ट्रांसमिट एवं संरक्षित करने के लिए कोशिकाओं को डीएनए को डुप्लिकेट, अत्यंत उच्च फीडेल्टी के साथ करना चाहिए। विशाल मेटाजोन जीनोम डुप्लिकेशन को रेप्लिकेशन के हजारों संभावित मूलों को असाइन करके किया जाता है व जिसके एक भाग का उपयोग किया जाता है। इसके उदाहरण में रेप्लिकेशन स्ट्रैस का मामला है। इसके अलावा उपयोग किए गए मूल से रेप्लिकेशन के प्रारंभ को भी स्पेटियोटेंपोरली रेग्युलेट एस-चरण में किया जाता है। तार्किक रुप से रेप्लिकेशन प्रारंभ के दौरान प्रमुख इवंट्स में से एक रेग्युलेटिड कंफर्मेशनल परिवर्तन, एमसीएम हैलिकेस कांप्लेक्स में हैं। एमसीएम कांप्लेक्स को डीएनए में लोड, कोशिका चक्र के जी1 चरण में असक्रिय रुप में किया जाता है। चुने हुए मूलों पर एमसीएम कांप्लेक्स का ट्रांजिशन, सक्रिय ट्रांसलोकेटिंग हैलिकेस में एस-चरण में होता है। हालांकि अज्ञात है कि कैसे इस ट्रांजिशन को प्राप्त किया जाता है व रेग्युलेट किया जाता है। यहां हम समग्र रुप से हैलिकेस सक्रियण की गतिकी को स्पष्ट करते हैं। हम यह महत्वपूर्ण उत्परिवर्तनों या ऑनकोजीन-प्रविष्टि को प्रस्तुत करके रेप्लिकेशन के मिटीगेटिड रेग्युलेशन के साथ पृथक कोशिकीय मॉडल प्रणालियों को उत्पन्न करके करते हैं। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा जैवरसायनिक एवं कोशिकीय अभिलक्षणों का निष्पादन, तुलनात्मक प्रोटियोमिक्स व जेनोमिक्स के साथ किया जाएगा। इसके साथ ही वे रेप्लिकेशन की स्पेटियोटेंपोरल प्रगति का मूल्यांकन करेंगे जिसका उद्देश्य जीनोम डुप्लिकेशन टाइम एवं पैटर्न के लिए आण्विक रेग्युलेटर्स को स्पष्ट करना होगा। (मृणाल श्रीवास्तव)

मैकेनोजैवविज्ञान

- **सामूहिक कोशिका माइग्रेशन के दौरान अंत:कोशिकीय पुन:संघटन**

  सामूहिक रुप से माइग्रेट कर रहीं एपिथेलियल कोशिकाओं द्वारा जटिल अंत:कोशिकीय गतिकी का प्रदर्शन किया जाता है। इसमें गोल्गी अपारेटस, लाइसोसोम्स व एण्डोप्लाज्मिक रेटिक्युलम जैसे कोशिकीय आर्गेनेल्स का पुन:संघटन की संलग्नता होती है। इस पुन:संघटन द्वारा महत्वपूर्ण भूमिका का निर्वाह कोशिका मूवमेंट को दिशा देने में किया जाता है। हालांकि सामूहिक कोशिका माइग्रेशन के दौरान आर्गेनेल आकार एवं स्थानीयकरण को अल्प रुप में समझा गया है। इसके लिए स्थिर एवं माइग्रेटिंग ऐपिथेलियल कोशिकाओं में कोशिकीय आर्गेनेल्स की मैपिंग अनुसंधानकर्ताओं द्वारा माइग्रेशन में उनके विशिष्ट योगदानों की खोज के लिए की गई। दिलचस्प प्रक्रिया की खोज की गई जिसमें गोल्गी अपारेटस को माइग्रेशन के प्रारंभ पर कोशिका नाभिक के चारों ओर सक्रिय रुप से विसरित पाया गया। इसके अलावा परीक्षण काय को यह जानने के लिए किया गया कि कैसे लीडर कोशिका निर्माण का योगदान बल-प्रतिक्रियात्मक परिवर्तनों द्वारा लाइसोसोम पोजिशनिंग में किया गया। अंत में घाव वक्रता की प्रतिक्रिया में एण्डोप्लाज्मिक रेटिक्युलम की संरचना में परिवर्तनों की खोज की गई। इन निष्कष से सामूहिक कोशिका माइग्रेशन के दौरान कोशिकीय बलों एवं अंत:कोशिकीय संरचनाओं के मध्य इंट्रिकेट इंटरप्ले की जानकारी प्रखर हुई। (तमल दास)

रसायनिक विज्ञान

कंप्युटेशनल रसायनशास्त्र

- अनुसंधानकर्ताओं ने निम्न आण्विक भार कोसोलूट्स (ओस्मोलाइट्स के रुप में ज्ञात) की भूमिका का प्रदर्शन किया। यह नेटिव इलेक्ट्रोस्टेटिक अन्योन्यक्रिया की मैंटेनेंस के संबंध में था जो आवेशित सतहों के मध्य साल्ट स्ट्रैस के अंतर्गत होती है। इन ओस्मोलाइट्स द्वारा आवेश सघनता बनाए रखने के क्रियातंत्र को रसायनिक संरचना से स्वतंत्र पाया गया। इस प्रयास ने संयुक्त इन-कैंपस सहयोग को रेखांकित किया जो सिद्धांत एवं प्रयोगात्मक तकनीकों के उपयुक्त जोड़ द्वारा संभव हुआ। (जगन्नाथ मोंडल)

- **जैव अणुओं में अंत:आण्विक ऑयन-युग्म अन्योन्यक्रियाओं को परिमाणात्मक रुप देना**
  अंत:आण्विक ऑयन-युग्म अन्योन्यक्रियाओं द्वारा महत्वपूर्ण भूमिका का निर्वाह अनेक अणुओं की संरचना एवं प्रकार्यात्मकता को आकार देने में किया जाता है। उपयुक्त अभिविन्यास द्वारा स्टेरिक बाधाओं को पार करके इन अन्योन्यक्रियाओं द्वारा विभिन्न पेप्टाइड्स के कांपेक्ट कंफर्मेशन में योगदान किया जाता है। इस अनुसंधान में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा तापीय गतिक साइकल को प्रस्तुत किया जाता है। यह आइसोइलेक्ट्रॉनिक एवं अलरसायनिक उत्परिवर्तन तकनीकों पर निर्भर होती है जिसका उद्देश्य अंत:आण्विक ऑयन-युग्म अन्योन्यक्रियाओं के साथ संबंधित ऊर्जा का अनुमान करना होता है। वे इन ऊर्जाओं का मूल्यांकन 26 बैंचमार्क अणुओं के समूह के लिए करते हैं जिनमें सामान्य ऑयन-युग्म कांबिनेशंस होते हैं। इसके बाद अनुसंधानकर्ताओं द्वारा अपने निष्कष की तुलना उन परिणामों के साथ करते हैं जिन्हें अंत:आण्विक सममिति-अनुकूलित पर्टबेशन सिद्धांत का प्रयोग करके प्राप्त किया गया है। लांग लिंकर्स को समाहित करने वाली प्रणालियों के मामले में दोनों एप्रोचेस द्वारा ऑयन-युग्म ऊर्जाओं को उपलब्ध कराया जाता है जिनका डेविएशन, 2.5 प्रतिशत से कम सॉल्वेंट की अनुपस्थिति में होता है। सघनता प्रकार्यात्मक सिद्धांत के आधार पर उनके तापीयगतिक चक्र द्वारा साल्ट-ब्रिज अन्योन्यक्रियाओं की गणना को सुगम, मॉडल ट्राइपेप्टाइड्स में किया जाता है जिस दौरान कंटिन्युअम/माइक्रोसॉल्वेशन मॉडलिंग का प्रयोग होता है। इसके अलावा अनुसंधानकर्ताओं द्वारा इस प्रणाली को चार बड़े पेप्टाइड्स में लागू किया जाता है : 1 ईजेजी (क्रैंबिन), 1 बीडीके (ब्रेडिकिनिन), 1 एल2वाई (ट्रिप्टोफन केज के साथ लघु-प्रोटीन), एवं 1 एससीओ (स्कार्पियन वेनम से विष)। (रघुनाथन रामाकृष्णन)

कार्बनिक रसायनशास्त्र, जैविक रसायनशास्त्र एवं रसायनिक जैव विज्ञान

- **'पेप्टाइड हाइब्रिडाइजेशन' - *Pf*AMA1– *Pf*RON2 अन्योन्यक्रियाओं की पेप्टाइड इंहिबिटर की डिजायन हेतु नई कार्यनीति**
  *Pf*AMA1– *Pf*RON2 अन्योन्यक्रियाओं के पेप्टाइड इंहिबिटर को विकसित करने के लिए प्रयास में अनुसंधानकर्ताओं ने अत्यंत सफलतापूर्वक अद्वितीय चिमेरिक पेप्टाइड की डिजायन को तैयार किया है। इसने मलेरिया परजीवी ग्रोथ इंहिबिशन का प्रदर्शन नैनोमोलर आईसी50 के साथ किया है जो मैग्निट्यूड के दो क्रम हैं व अपने मूल पेप्टाइड्स में किसी से भी बेहतर हैं। पेप्टाइड चिमेरा को दो पूर्व में ज्ञात पेप्टाइड इंहिबिटर्स के सर्वोत्तम लक्षणों के फ्युजन से तैयार किया गय है। यह कार्य अत्यंत महत्वपूर्ण है क्योंकि परिणामकारी चिमेरिक पेप्टाइड को ग्रोथ इंहिबिशन क्रियाकलाप को रिप्रिजेंटेटिव दवा-रोधी पी. *फाल्सीपैरम* स्ट्रेन (डीडी2) को दर्शाते पाया गया है जो अधिकांश सामान्य परजीवी स्ट्रेन (3डी7) से बेहतर है। आगमेंटिड पोटेंसी के आण्विक आधार को समझने के लिए अनुसंधानकर्ताओं ने हाइब्रिड पेप्टाइड की कंप्युटेशनली मॉडलिंग अपने रिसेप्टर पर की। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा दर्शायी गई नवीन पेप्टाइड हाइब्रिडाइजेशन कार्यनीति से अन्य प्रोटीन-प्रोटीन अन्योन्यक्रिया आधारित दवा लक्ष्यों के लिए नवीन पेप्टाइड इंहिबिटर्स की डिजाइन की नई संभावनाएं भी खुलेंगीं। (कल्याणेश्वर मंडल)

जैवभौतिकी

- **जैवआण्विक कंडेन्सेशन का अध्ययन**

जैवआण्विक कंडेन्सेशन सर्वव्यापी है व इसकी संलग्नता जीवित कोशिकाओं में अनेक प्रकाय में है। सामान्यत: यह प्रोटीनों, नाभिक अम्लों व लिपिड्स जैसे मैक्रोअणुओं को संलग्न करता है। हालांकि निश्चित पैथोलॉजिकल स्थितियों के अंतर्गत कंडेन्सेट्स का ट्रांजिशन, ठोस-जैसे एमिलाइड फिब्रिल्स में हो सकता है। हालांकि जैव-मैक्रोअणुओ के चरण ट्रांजिशंस के आण्विक क्रियातंत्र के विषय में अल्प ही ज्ञात है। अनुसंधानकर्ताओं ने अनुसंधानकर्ताओं ने विभिन्न जैवभौतिकीय विधियों विशेषकर एकल अणु तकनीकों का प्रयोग अनेक एमिलाइड प्रोटीनों के चरण ट्रांजिशन के अध्ययन के लिए किया है। इनमें एमिलाइड बीटा, अल्फा-साइन्युक्लीन व टो शामिल हैं। इन प्रोटीनों की संलग्नता विभिन्न न्युरोडिजेनरेटिव रोगों में है। (कंचन गराई)

- **विलेय में प्रोटीनों की कंफर्मेशनल गतिकी का अध्ययन**
  प्रोटीन्स स्वरुप में रिजिड नहीं होते हैं बल्कि वे विलेय में अनेक कंफर्मेशनल अवस्थाओं में विद्यमान होते हैं। कंफर्मेशनल एक्सचेंज अक्सर प्रभावी (निम्न ऊर्जा) 'प्रमुख' अवस्था एवं भिन्न अल्प पॉप्युलेटिड 'माइनर' अवस्थाओं के मध्य होता है जो परंपरागत संरचनात्मक टूलों में 'अदृश्यमान' होता है। परिणामस्वरुप इन वैकल्पिक कंफर्मर्स के विषय में अल्प ही ज्ञात है। हालांकि उनका महत्व स्वास्थ्य एवं रोग के लिए है क्योंकि उनकी संलग्नता कैटालाइसिस, एग्रेगेशन, फोल्डिंग जैसी अनेक प्रक्रियाओं में है। मॉडल प्रोटीनों (टी4 लाइसोजाइम व एफएफ प्रक्षेत्र) की मुक्त ऊर्जा सतह (एफईएस) की मैपिंग, परमाणु विभेदन पर की जा रही है जिसमें नवीन सीईएसटी एनएमआर तकनीकों का प्रयोग किया रहा है। भिन्न अवस्थाओं एवं ट्रांजिशन अवस्थाओं के तापीय गतिक (एच,एस) का भी निर्धारण किया जा रहा है। कार्य का महत्वपूर्ण घटक नई एनएमआर पद्धतियों का विकास है। विशेष रुप से यह विभिन्न समय पैमानों (0.1 से 100 एमएस) व पॉप्युलेशंस (~0.1% तक निम्न) पर बहुअवस्था के अध्ययन के लिए महत्वपूर्ण है। इसका परिणाम मॉडल प्रोटीनों के एफईएस की अद्वितीय परमाणु विभेदन तस्वीर में निकलेगा जिसमें अनेक अल्प पॉप्युलेटिड अवस्थाओं की परमाणु संरचनाओं को दर्शाया जाएगा। (प्रमोध वल्लुरुपाली)

नाभिकीय चुंबकीय रेसोनेंस

- **एनएमआर में पद्धतियों का विकास एवं पदाथ में प्रयोग**
  अनुसंधानकर्ताओं द्वारा ठोस-अवस्था नाभिकीय चुंबकीय रेसोनेंस में पद्धतियों के विकास पर जोर दिया जा रहा है। इसका उद्देश्य एनएमआर स्पेक्ट्रा के विभेदन एवं सेंस्टिविटी में उन्नयन करना है। इसके प्रयोग विभिन्न एप्लिकेशंस मे हैं व समूह की दिलचस्पी पर्वोस्काइट पदाथ की प्रभावकारिता एवं स्थिरता में उन्नयन करना है जिसका प्रयोग सौर सैल्स एवं बैटरी पदाथ में किया जाता है। ठोस-अवस्था एनएमआर पद्धतियों का प्रयोग, विभिन्न रोगों में इंप्लिकेटिड टीटीआर फिब्रिल्स एवं ओलिगोमर्स की रेसिड्यु-स्तर की संरचनात्मक जानकारी को समझने में भी किया जाता है। (पी.के. मधु)

जैवभौतिकी एवं ठोस-अवस्था एनएमआर स्पेक्ट्रोस्कोपी

- **एरोमेटिक साइड-चेन रेसोनेंसेस का असाइनमेंट एवं तीव्र एमएएस पर उनके डिस्टेंस रेस्ट्रेन्ट्स का अभिलक्षणन**
  एरोमेटिक साइड चेन स्पिन्स का असाइनमेंट हमेशा से अधिक चुनौतीपूर्ण असाइनिंग बैकबोन एवं एलिफेटिक स्पिन्स की तुलना में रहा है। म्युटाजेनेसिस के साथ संयुक्त सिलेक्टिव लेवलिंग, एरोमेटिक स्पिन्स की असाइनिंग के लिए क्रियाविधि रही है। इस अध्ययन द्वारा एरोमेटिक स्पिन्स की असाइनिंग के लिए पद्धति को रिपोर्ट किया जाता है। यह पूर्ण प्रोटोनेटिड प्रोटीन में उन्हें बैकबोन परमाणुओं से कनेक्ट करके किया जाता है जिस दौरान निम्न-शक्ति टोबसी अनुक्रम का प्रयोग किया जाता है। पल्स सीक्वेंस द्वारा रेसिड्युअल पोलेराइजेशन एवं सीक्वेंशल एक्विजिशंस तकनीकों का प्रयोग, एकल प्रयोग में H^N- and H^C- संसूचित स्पेक्ट्रा को रिकार्ड करने के लिए किया जाता है। एरोमेटिक स्पिन्स के स्पष्ट असाइनमेंट द्वारा ^1H-^1H डिस्टेंस रेस्ट्रेन्ट्स का अभिलक्षणन भी सुलभ होता है जिसमें एरोमेटिक स्पिन्स की संलग्नता होती है। ब्रॉडबैंड (आरएफडीआर) एवं सिलेक्टिव

(बीएएसएस-एसडी) पु नर्युग्मन अनुक्रमों का प्रयोग H^N-H^C, H^C-H^N एवं H^C-H^C रेस्ट्रेन्ट्स की उत्पत्ति के लिए किया गया जिसमें एरोमेटिक रेसिड्युस की साइड-चेन प्रोटोन स्पिन्स की संलग्नता थी। इस क्रियाविधि का प्रदर्शन 95-100 kHz MAS पर पूर्ण प्रोटोनेटिड U-[^{13}C,^{15}N] लेबल्ड जीबी1 सैंपल पर किया गया है। (विपिन अग्रवाल)

परमाणु सतह संघट्टन

- **विशाल परमाणु क्लस्टर का प्रयोग करके परमाणु स्केटरिंग माइक्रोस्कोपी में कंट्रास्ट इंवर्शन**
  परमाणु स्केटरिंग आधारित माइक्रोस्कोपी, उदीयमान तकनीक है। इसमें निम्न ऊर्जा तटस्थ परमाणुओं का प्रयोग सॉफ्ट प्रॉब के रुप में सतहों के लिए किया जाता है। दिए गए सैंपल की सतह से स्केटर्ड परमाणुओं के संसूचन द्वारा प्राप्त परिणामकारी कंट्रास्ट पैटन से सतहों की इमेजिंग के लिए मार्ग सुलभ होता है। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने क्रिप्टान परमाणुओं के विशाल परमाणु क्लस्टरों के प्रयोग का अन्वेषण, प्रॉब के रुप में किया (औसत क्लस्टर आकार ~ 10,000 परमाणु)। उनका कार्य दिखाता है कि क्लस्टरों के प्रयोग से उपयुक्त टोपोग्राफिक कंट्रास्ट प्राप्त हो सकता है (सतह पर मैक्रोस्कोपिक ज्यामितीय लक्षणों के संगत)। इसके अलावा प्रकृति में सरल टोपोग्राफिक के परे कंट्रास्ट (परमाणु क्लस्टर-सतह अन्योन्यक्रिया एवं फ्रैगमेंटेशन में सूक्ष्म अंतरों के परिणामस्वरुप) का भी निरीक्षण एटामिकली थिन फिल्मों के लिए किया जाता है। क्लस्टरों के द्रव्यमान में कहीं अधिक विशाल होने के कारण (एचई परमाणुओं जैसी परंपरागत प्रॉब्स की तुलना में) डिफ्रेक्शन त्रुटियों का सामना कर लेते हैं जो परमाणु स्केटरिंग माइक्रोस्कोपी के अंतिम विभेदन को डिग्रेड करती हैं। इन परिणामों से प्रॉब के रुप में परमाणु क्लस्टरों के प्रयोग द्वारा उच्च लेट्रल विभेदन माइक्रोस्कोपी की रोचक संभावना का मार्ग प्रशस्त होता है। (प्रणव आर. श्रीहट्टी)

धातु-कार्बनिक फ्रेमवर्क थिन फिल्में, रसायनिक पृथक्करण एवं फोटोभौतिकी

- **पोरस धातु-कार्बनिक फ्रेमवर्क थिन फिल्मों में आण्विक डिफ्युजन**
  रसायनिक पृथक्करण को मैंब्रेन आधारित प्रौद्योगिकी के प्रयोग द्वारा किया जा सकता है जो कहीं अधिक ऊर्जा प्रभावी, आर्ट पद्धतियों की अवस्था की तुलना में है। धातु-कार्बनिक फ्रेमवर्क्स, विश्वसनीय आण्विक सीविंग पदार्थ हैं जिनका प्रयोग मैंब्रेन प्रौद्योगिकी के लिए किया जा सकता है। हाल ही में अनुसंधानकर्ताओं ने आण्विक डिफ्युजन क्रियातंत्र का मूल्यांकन इस पोरस पदार्थ में किया है। उनके प्रयोगात्मक अध्ययन के लिए उन्होंने नवीन एमओएफ थिन फिल्मों का विकास किया है व द्रव्यमान अपटेक दर का परीक्षण रसायनिक सांद्रता ग्रेडिएंट के अंतर्गत किया है। वे रिपोर्ट करते हैं कि ट्रांसपोर्ट डाइरेक्शन के साथ नैनोचैनलों का अभिविन्यास, महत्वपूर्ण पैरामीटर है एवं अणुओं का विसरण, सांद्रता ग्रेडिएंट के आर्थोगोनली, हीटरोजेनस पोर प्रणाली में हो सकता है। (रीतेश हलदार)

आर्गेनोधात्विक रसायनशास्त्र एवं आण्विक पदार्थ

- **आण्विक पदार्थ एवं मुख्य-समूह उत्प्रेरक**
  आण्विक चुंबकों जैसे आण्विक पदाथ को असेंबल किया गया। यह होमोधात्विक एवं हीटरोधात्विक आर्किटेक्चर्स के प्रयोग द्वारा किया गया जिसमें लैंथेनाइड या ट्रांजिशन धातु ऑयन शामिल थे। एकल धातु ऑयन को समाहित करने वाले (अर्थात एकल-ऑयन चुंबकें) यौगिकों को तैयार करना भी संभव हुआ है। आण्विक पदाथ के अन्य वैरिएशन में मिश्रित-वेलेंस यौगिकों (Co(II)-Co(III) को समाहित करने वाले) को वाटर ऑक्सिडेशन अभिक्रियाओं के लिए प्रभावी रिएजेंट्स दिखाया गया। रसायनशास्त्र के मुख्य समूह में अनसिमेट्रिकल एन-पी-एन लिगैंड का प्रयोग Y(III) डिराइवेटिव जैसे रोचक कांप्लेक्सेस की तैयारी के लिए किया गया। इस कांप्लेक्स को कमरे के तापमान पर कीटोन्स एवं एल्डिहाइड्स के हाइड्रोबोरेशन के लिए उत्कृष्ट उत्प्रेरक पाया गया। इसी

तरह अल्युमिनियम कांप्लेक्सेस को तैयार किया गया जिनका प्रयोग कार्बोडिमाइड्स के उत्प्रेरणात्मक गानीलेशन के लिए किया जा सकता है। (व्ही. चंद्रसेखर)

जैविक एवं रसायनिक विज्ञान

रसायनिक जैवविज्ञान

- **न्युरोनल सर्किट रिमॉडलिंग के लिए लिपिड-आधारित संश्लेषणात्मक "ईट-मी" सिग्नल**
  अनुसंधानकर्ताओं ने नवीन संश्लेषणात्मक फोटो-सक्रियित लिपिड अणु का विकास किया। इसका उद्देश्य प्रयोक्ता-नियंत्रित रुप में इम्युन कोशिकाओं द्वारा न्युरोनल सर्किट एडिटिंग को प्रेरित करना था। इस नई पद्धति का प्रयोग प्रयोक्ता-निदेशित न्युरोनल सर्किटों की स्कल्पटिंग के लिए किया जा सकता है। (अनीष ताजे वीटिल)

प्रोटीनों की जैवभौतिकी

- **प्रोटीन संरचना एवं गतिकी को समझने के लिए एनएमआर स्पेक्ट्रोस्कोपी का प्रयोग करना**
  अनुसंधानकर्ताओं द्वारा एक्टिन संरचना एवं गतिकी का अध्ययन किया जा रहा है। इसका उद्देश्य यह समझना है कि कैसे इन सर्वव्यापी प्रोटीनों की माड्युलेटिंग, सहकारकों व मॉड्युलेटिंग प्रोटीनों द्वारा की जाती है। वे उच्च विभेदन ठोस-अवस्था एनएमआर प्रयोगों को तीव्र एमएएस आवृत्तियों पर बैक्टीरिया एक्टिन-जैसे प्रोटीन पीएआरएम पर करने में सफल रहे हैं। इसके साथ ही वे एमआरईबी को गति देने व शुद्ध रुप देने में सफल हुए हैं। यह बैक्टीरियल एक्टिन है जो कोशिका आकार एवं मोटिलिटी का निर्धारण करता है व संभावित एंटीबॉयोटिक्स के लिए महत्वपूर्ण लक्ष्य है। इसके अतिरिक्त अनुसंधानकर्ताओं ने सेमीस्वीट नामक वाहक प्रोटीन को गति देने व शुद्ध रुप देने में सफलता प्राप्त की है जिससे मैंब्रेन ट्रांसपोर्ट के क्षेत्र में कुछ मूलभूत प्रश्नों के उत्तर देने में सुगमता होगी। अनुसंधानकर्ताओं ने अत्यंत तीव्र एमएएस आवृत्तियों पर प्रोटीनों में गतिकी के निर्धारण के लिए नए प्रयोगों को भी विकसित किया है। इस पद्धति का प्रयोग उपर्युक्त दो प्रोटीनों के अध्ययन के लिए किया जाएगा। इसके अलावा उन्होंने अनेक पद्धतियों का विकास अनेक एक्विजिशन तकनीकों के आधार पर किया है। इनसे प्रोटीनों में तीव्र एवं मंद मॉडरेट एमएएस आवृत्तियों के अंतर्गत डाटा एक्विजिशन तेज होगा। (कौस्तुभ आर. मोटे)

भौतिकीय एवं रसायनिक विज्ञान

सैद्धांतिक एवं कंप्युटेशनल रसायनशास्त्र व भौतिकी

- **लाई-ऑयन बैटरियों में फोटोचार्जेबिल कैथोड्स**
  हाल के वष में फोटोचार्जेबिल बैटरियों ने सभी का ध्यान खींचा है। अनुसंधानकर्ताओं ने ऐसी प्रणाली MoS_2/MoO_3 का परीक्षण किया है। इसे पूर्व में एलआई-ऑयन बैटरियों में फोटोकैथोड के रुप में प्रकार्य करते दिखाया गया है। बैटरी की डिसचार्जिंग के दौरान एलआई-ऑयन्स द्वारा MoS_2 लेयर्स की इंटरकेलेटिंग की जाती है जिससे प्रणाली का स्वरुप धात्विक हो सके व इस तरह फोटोएक्साइटेशन के लिए असमर्थ हो सके। अनुसंधानकर्ताओं के कंप्युटेशनल अध्ययन काय द्वारा दिखाया जाता है कि MoO_3 की उपस्थिति में इलेक्ट्रॉन सघनता को MoS_2 से एक्सट्रैक्ट किया जाता है जिससे प्रणाली सौर प्रकाश एक्साइटेशन के प्रति अमेनेबिल हो जाती है। इस फीचर को एलआई-ऑयनों की उच्चतर सांद्रताओं के लिए लुप्त पाया जाता है। यह एनालोगस प्रणाली के विपरीत है जहां एलआई-ऑयन प्रेरित परिवर्तन, अल्पतम होते हैं। (सौम्या घोष)

संश्लेषणात्मक रसायनशास्त्र

यौगिकों की नई कक्षा का संश्लेषण

- **बिस-एनएचसी-सीएएसी डाइमर प्रेरित डिकेटियोनिक डाइरेडिकल**

  कार्बन-केंद्रित डाइरेडिकल्स के आइसोलेशन को हमेशा ही चुनौतीपूर्ण माना गया। इसका कारण उनकी संश्लेषणात्मक कठिनाइयां व उनकी सीमित स्थिरता थी। हाल ही में अनुसंधानकर्ताओं ने ट्रांस- 1,4-साइक्लोहेक्सिलेन ब्रिज्ड बिस-एनएचसी-सीएएसी डाइमर प्रेरित तापीय स्थिर डिकेटियोनिक डाइरेडिकल के संश्लेषण की सूचना दी। इस यौगिक के डाइरेडिकल अभिलक्षण की पुष्टि ईपीआर स्पेक्ट्रोस्कोपी द्वारा की गई। परिवर्तनीय तापमान ईपीआर अध्ययन ने संकेत किया कि सिंगलैट स्टेट, मार्जिनली अधिक स्थिर ट्रिपलैट स्टेट से होता है। ट्रांस-1,4-साइक्लोहेक्सिलेन ब्रिज, इस डिकेटियोनिक डाइरेडिकल के सफल आइसोलेशन में सहायक था। उल्लेखनीय रुप से ऐथिलीन या प्रोपिलीन ब्रिज्ड बिस-एनएचसी-सीएएसी डाइमर्स के मामले में संगत डिकेटियोनिक डाइरेडिकल्स, ट्रांजिएंट थे व इन्हें हाइड्रोजन एब्सट्रैक्टिड प्रोडक्टों में रिअरेंज किया गया। (अनुकूल जना)

होमी भाभा विज्ञान शिक्षा केंद्र

विशाल प्रभावी कार्यक्रम:

राष्ट्रीय ओलंपियाड कार्यक्रम

विज्ञान ओलंपियाड कार्यक्रम, कोविड-19 विश्वमारी के कारण रुकावटों एवं संशोधनों के दो वष के पश्चात 2022-23 के चक्र में क्रियाकलापों के अपने पूर्ण दौर में पहुंचा। इस अवधि के दौरान भी कोविड-19 विश्वमारी की तृतीय लहर की अनिश्चितता रही। इसका परिणाम छात्रों के शैक्षणिक वर्ष में रुकावटों में सामने आया व राष्ट्रीय, राज्य एवं प्रतिस्पर्धी परीक्षा कार्यक्रमों में संशोधन हुए। ओलंपियाड कार्यक्रमों के लिए महत्वपूर्ण तृतीय चरण, अभिविन्यास एवं चयन शिविरों को अधिकांश विषयों के लिए छोड़ना पड़ा था। सभी समस्याओं के बावजूद छात्रों ने प्रदर्शन के उच्च स्तर को बनाए रखा व जिसका परिणाम अंतर्राष्ट्रीय कार्यक्रमों में अनेक पदकों में सामने आया।

भारत का अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान ओलंपियाड्स में प्रदर्शन

टीम इंडिया ने 1 स्वर्ण व 3 रजत पदकों को अंतर्राष्ट्रीय जैवविज्ञान ओलंपियाड में जीता। इसका आयोजन जुलाई, 2022 में येरेवन, आर्मेडिया में हुआ था। इसके अलावा टीम इंडिया ने 3 स्वर्ण एवं 2 रजत पदकों को अंतर्राष्ट्रीय खगोलविज्ञान एवं खगोलभौतिकी ओलंपियाड में जीता। इसका आयोजन कुटेसी, जार्जिया में हुआ था। दोनों अंतर्राष्ट्रीय रसायनशास्त्र एवं भौतिकी ओलंपियाड्स का आयोजन विश्वव्यापी वर्चुअल इवंट्स के रुप में हुआ था जिसमें एचबीसीएसई की टीमों ने भाग लिया था। भारतीय छात्रों ने 4 रजत पदकों को अंतर्राष्ट्रीय रसायनशास्त्र ओलंपियाड में जीता जिसे चीन ने आयोजित किया। इसके साथ ही छात्रों ने 1 स्वर्ण व 4 रजत पदकों को अंतर्राष्ट्रीय भौतिकी ओलंपियाड में जीता जिसे स्विटजरलैंड ने आयोजित किया। इन दोनों ओलंपियाड्स का आयोजन ऑनलाइन मोड में जुलाई, 2022 में किया गया। अंतर्राष्ट्रीय कनिष्ठ विज्ञान ओलंपियाड का आयोजन बोगोटा, कोलंबिया में दिसंबर, 2022 में किया गया। इसमें भारत ने पदक तालिका में शीर्ष स्थान प्राप्त किया जिसमें सभी 6 छात्रों ने स्वर्ण पदक प्राप्त किए।

भारत का अंतर्राष्ट्रीय गणितीय ओलंपियाड्स में प्रदर्शन

टीम इंडिया ने 4 कांस्य पदकों को यूरोपीय बालिका गणितीय ओलंपियाड में जीता जिसका आयोजन हंगरी में अप्रैल, 2022 में हुआ। इसके साथ ही टीम इंडिया ने 1 स्वर्ण व 5 कांस्य पदकों को अंतर्राष्ट्रीय गणितीय ओलंपियाड, नार्वे में जुलाई, 2022 में जीता। एशिया पैसिफिक गणितीय ओलंपियाड का आयोजन मार्च, 2023 में भारत में किया गया। इसी तरह वार्षिक माधव गणित प्रतिस्पर्धा का आयोजन जनवरी, 2023 में किया गया।

विज्ञान प्रतिभा

विज्ञान प्रतिभा (व्हीपी), राष्ट्रीय स्तर की परियोजना है। इसका उद्देश्य भारत में स्कूल प्रणालियों में ऐसे स्थानों का निर्माण करना है जहां विविध क्षमताओं व संसाधनहीन समुदायों के छात्रों द्वारा अपनी प्रतिभा को विज्ञान एवं गणित में निखारा जा सके। एचबीसीएसई ने केव्ही, जेएनव्ही व एईसीएस के स्कूली शिक्षकों के लिए दो शिक्षक कार्यशालाओं का संचालन किया। ये शिक्षक, महाराष्ट्र, गुजरात व गोवा क्षेत्र के थे। इन कार्यशालाओं का आयोजन अगस्त एवं दिसंबर, 2022 में 40 शिक्षकों के साथ किया गया। विभिन्न संस्थाओं के 30 विशेषज्ञों ने संसाधन उत्पत्ति शिविर में नवंबर, 2022 में भाग लिया। 33 स्कूलों का भ्रमण महाराष्ट्र, गुजरात एवं गोवा क्षेत्र में व्हीपी स्टाफ द्वारा व्हीपी इकाइयों के कार्यान्वयन का निरीक्षण करने के लिए किया गया। व्हीपी टीम ने साप्ताहिक चर्चा संगोष्ठियों (इस अवधि में 24) को जारी रखा जिसमें भिन्न क्षेत्रों के शिक्षकों के साथ व्हीपी ज्ञानार्जन इकाइयां (एलयू) शामिल थीं। एचबीसीएसई के अनेक एलयू लेखकों/योगदानकर्ताओं ने भी सत्रों का संचालन शिक्षक कार्यशालाओं में किया जिसका आयोजन आईएमएससी, चैन्नई, व आइसर्स (कोलकाता, मोहाली एवं भुवनेश्वर) ने किया था।

राष्ट्रीय पूर्वस्नातक विज्ञान सूत्रपात (एनआईयूएस)

एनआईयूएस कार्यक्रम द्वारा छात्रों एवं शिक्षकों के सैद्धांतिक व प्रयोगात्मक विज्ञान में प्रशिक्षण के अतिरिक्त विज्ञान शिक्षा/प्रयोगशाला प्रशिक्षण में पेडागॉगिकल पदार्थ व अनुसंधान एवं विकास में योगदान दिया जा रहा है। एचबीसीएसई ने अनेक छात्र एनरिचमेंट शिविरों व शिक्षक कार्यशालाओं का आयोजन एनआईयूएस के अंतर्गत 2022-23 में किया। नए विषय, खगोलविज्ञान, को स्वतंत्र एनआईयूएस कार्यक्रम के रुप में प्रारंभ किया गया। 31 छात्रों ने इसके प्रथम एडिशन में प्रतिभागिता की। जैवविज्ञान में 65 छात्रों ने प्रयोगात्मक शिविर में प्रतिभागिता की जबकि एक प्रगत प्रयोगशाला पेडागॉगी को पूर्वस्नातक शिक्षकों के लिए भी संचालित किया गया। रसायनशास्त्र में 71 पूर्वस्नातक शिक्षकों के लिए 3 प्रयोगात्मक रसायनशास्त्र कार्यशालाओं का आयोजन किया गया एवं 202 पूर्वस्नातक छात्रों के लिए दो प्रयोगात्मक एवं दो प्रतिभा पोषण शिविरों का आयोजन किया गया। भौतिकी एनआईयूएस के नए बैच में 70 यूजी छात्र शामिल हुए। यह बैच सैद्धांतिक एवं प्रयोगात्मक भौतिकी पर विभिन्न विषयों व प्रयोगात्मक समस्या-समाधान क्रियाविधि पर आधारित विस्तृत प्रयोगशाला पाठ्यक्रम पर आधारित था।

विज्ञान शिक्षा

भौतिकी शिक्षा अनुसंधान

- **छात्रों की भौतिकी में एप्राक्सिमेशंस की जानकारी**
  इस अध्ययन द्वारा छात्रों की महाविद्यालय की भौतिकी में एप्राक्सिमेशंस के कुछ मूलभूत पहलुओं की जानकारी का अन्वेषण किया गया। यह एक प्रश्नावली के द्वारा किया गया जो विविध महाविद्यालयों एवं राष्ट्रीय संस्थानों के पूर्वस्नातक भौतिकी के छात्रों को दी गई। डेटा विश्लेषण से छात्रों की अनेक महत्वपूर्ण कमियों का खुलासा होता है। इनमें एप्राक्सिमेशन के क्रम की धारणा व अपेक्षित क्रम तक समस्या की संगत हैंडलिंग, कैलकुलस-आधारित डिराइवेशंस में इंफिनिटएसिमल के क्रम की धारणा आदि हैं। (के.के. मशूद)

सामाजिक वैज्ञानिक समस्याएं

- **सामाजिक वैज्ञानिक समस्या-आधारित विज्ञान शिक्षा को बढ़ावा देना – विश्लेषण में अवसरों को पाना**
  इस अध्ययन में सामाजिक वैज्ञानिक समस्या (एसएसआई)-आधारित ज्ञानार्जन को बढ़ावा देने हेतु विश्लेषण का प्रयोग किया जाता है। इस अध्ययन में तर्क किया जाता है कि प्रो-लर्निंग विश्लेषण क्रियाविधि के रुप में 'निर्देशित विश्लेषण' द्वारा एसएसआई-आधारित ज्ञानार्जन को बढ़ावा दिया जाता है। यह अध्ययन इसका वर्णन ज्ञानार्जन मॉड्यूल के द्वारा करता है जिसका विकास भूजल-संबंधित समस्याओं पर किया गया है। (दीपा चारी)

विज्ञान शिक्षक शिक्षा

- **पूर्वस्नातक स्तर पर कंप्युटेशनल मॉडलिंग को प्रस्तुत करने के लिए प्रतिभागात्मक क्रियाविधि, विद्यमान पाठ्यक्रम एवं अभ्यासों को विस्तृत रुप देना: डिराइवेशंस में वृद्धि करना**

इस अध्ययन द्वारा ऐसे मामले का वर्णन किया जाता है जिसमें एक शिक्षक द्वारा स्कूल विज्ञान एनरिचमेंट कार्यक्रम के भाग के रुप में जिज्ञासा-आधारित ज्ञानार्जन इकाई (एलयू) का कार्यान्वयन किया जाता है। उन्होंने पाया कि एलयू के साथ शिक्षक की अन्योन्यक्रियाओं को उनके स्वत:-वर्णित विचार ने प्रभावित किया। यह विचार छात्रों को स्वतंत्रता देने के संबंध में था व तर्क किया गया कि यह मूल्य के प्रकार्य के रुप में कार्य करता है। इस अध्ययन में पाठ्यक्रम सामग्री एवं शिक्षक व्यावसायिक विकास की डिजायन के लिए इंप्लिकेशंस का संकेत किया जाता है। (श्वेता नाईक)

जीवविज्ञान शिक्षा

- **छात्रों की प्रयोग की जानकारी**
  इस अध्ययन ने अन्वेषण किया कि कैसे पूर्वस्नातक जीवविज्ञान के छात्रों द्वारा प्रयोगात्मक डिजायनों का निर्धारण, दो मॉडल आर्गेनिज्म्स के साथ कार्य करते हुए किया जाता है – फ्रूटफ्लाइज एवं स्नेल्स। छात्रों ने प्रयोगों को समूहों में कार्यशाला के दौरान किया। छात्रों से उनके प्रयोगात्मक डिजायन सैटअप्स को स्पष्ट करने के लिए व नियंत्रण एवं ट्रीटमेंट समूहों और निर्भर एवं स्वतंत्र वैरिएबिल्स को सूचीबद्ध करने के लिए कहा गया। डाटा के विश्लेषण से पता चला कि छात्रों द्वारा स्वतंत्र एवं आश्रित वैरिएबिल्स को सही रुप में असाइन नहीं किया जा सका। इस अध्ययन से सैद्धांतिक पाठ्यक्रमों एवं वास्तविक प्रयोग के मध्य अंतर को उजागर किया। (मीना खरतमल)

- **खाद्य ताजगी सूचकांकों की तैयार एवं परीक्षण : सूक्ष्म जीवविज्ञान की मूलभूत संकल्पनाओं एवं रसायनशास्त्र प्रयोगशाला को एकीकृत करने वाले एप्लिकेशन अभिविन्यासित ज्ञानार्जन मॉड्यूल**
  एचबीसीएसई में शिक्षाविदों ने चार-दिवसीय जिज्ञासा-आधारित मॉड्यूल का संचालन किया। यह ''खाद्य ताजगी के परीक्षण'' से संबंधित था। इसे लगभग 40 छात्रों के साथ संचालित किया गया। इन्हें राष्ट्रीय पूर्वस्नातक विज्ञान सूत्रपात (एनआईयूएस) कार्यक्रम के तहत चुना गया था। इस मॉड्यूल ने सीरियल डाइल्युशंस, माइक्रोबायल ग्रोथ, माइक्रोबायल मेटाबोलिज्म, पीएच, पीकेए, एवं मूलभूत माइक्रोबायल प्रयोगशाला अभ्यास की संकल्पनाओं को एकीकृत किया गया। इस दौरान छात्रों ने सीखा कि कैसे रसायनशास्त्र एवं जैवविज्ञान में मूल संकल्पनाओं को समझने के व्यावहारिक उपयोग प्रतिदिन के जीवन के संबंध में हो सकते हैं। इस मॉड्यूल में उच्च-कोटि की अवसंरचना या महंगे रसायनों की आवश्यकता नहीं होती है एवं इसे सरलता के साथ किसी नियमित भारतीय पूर्वस्नातक जीवविज्ञान प्रयोगशाला में लगाया जा सकता है। (अनुत्तमा कुलकर्णी)

रसायनशास्त्र शिक्षा

- **पूर्वस्नातक रसायनशास्त्र प्रयोगशाला में जिज्ञासा के इंक्रिमेंटल स्तरों को प्रस्तुत करना: लघु प्रयोगशाला पाठ्यक्रम पर केस अध्ययन**
  लघु प्रयोगशाला पाठ्यक्रम को संचालित किया गया। इसका उद्देश्य जिज्ञासा के इंक्रिमेंटल लेवल्स को प्रस्तुत करना एवं रसायनशास्त्र के भिन्न प्रक्षेत्रों को संबंधित करके एकीकृत करना था। इंडिगो डाई, केंद्रीय विषयवस्तु थी जहां छात्रों ने डाई को संश्लेषित किया, यार्न्स को डाई किया एवं उत्पन्न अपशिष्ट पानी के विश्लेषण के साथ उसके ट्रीटमेंट की योजना बनाई। इस अध्ययन का उद्देश्य यह समझना था कि कैसे विज्ञान के अभ्यास कौशलों का विकास जिज्ञासा स्तरों के प्रति इंक्रिमेंटल एप्रोच द्वारा किया जा सकता है। प्रश्नावली में प्रतिक्रियाओं के विश्लेषण से संकेत मिला कि इंक्रिमेंटल स्तर पर जिज्ञासा का आना, विश्वसनीय क्रियाविधि है जिससे छात्रों को विज्ञान अभ्यास कौशलों के विकास में सहायता मिलती है। (सविता लाडगे)

डिजायन एवं प्रौद्योगिकी शिक्षा

- **वास्तविक संसार की समस्या के संदर्भ में अन्य व्यक्ति को सहायता करने के उद्देश्य से डिजायन हलों की विविधता**
  वास्तविक संसार समस्या समाधान को बढ़ावा देने के लिए ओपन-एण्डिड डिजायन चुनौती (कार मिस्त्री को अपने औजारों को खोने से बचाना) का निर्धारण किया गया। इसका उद्देश्य बच्चों को सह-डिजायनिंग में संलग्न करके समावेशी सहयोग को बढ़ावा देना था। इस क्रियाकलाप का परीक्षण दो भिन्न अभिविन्यासों में 112 माध्यमिक स्कूली छात्रों के साथ कक्षा में पूरे दिन के कार्यक्रम में किया गया। छात्रों की डिजायन क्रियाविधियों की प्रकृति एवं विविधता का विश्लेषण किया गया व सुझाया गया कि यद्यपि छात्रों के डिजायन सोल्युशंस में सामान्यताएं थीं, तथापि नवीन तत्त्वों को उनके विचारों में पाया गया। (अदिति मुरलीधर)

- **संरचना एवं प्रतीक: बच्चों द्वारा डिजायन किए गए ध्वजों का विजुअल विश्लेषण**
  इस कार्य द्वारा कार्यशाला से ग्रहण जानकारियों का वर्णन किया जाता है जहां प्राथमिक एवं माध्यमिक स्कूलों के 69 छात्रों ने समूहों में प्रतिभागिता की एवं विजुअल डिजायन कार्य पर कार्य किया जिसमें अवास्तविक देशों के लिए ध्वजों को डिजायन किया जाना शामिल था। अवास्तविक देशों के लिए बच्चों द्वारा डिजायन किए गए ध्वजों का विश्लेषण उनके कंपोजिशन, प्रतिकात्मक रुपांतरणों, रंग चयन एवं प्रभावी एलिमेंट स्टांसेस के लिए किया गया। इससे स्पष्ट हुआ कि कैसे अधिकांश छात्रों ने गहन रुप से विस्तृत ध्वजों को तैयार किया एवं सिर्फ कुछ ही संदर्भात्मक एब्सट्रैक्शन एवं प्रतीकात्मकता को प्राप्त कर सके। (अदिति मुरलीधर)

- **समाचार पत्र खोलना: बच्चों द्वारा बच्चों के लिए समाचार पत्र की डिजायन**
  समाचार पत्रों का विशेष महत्व शिक्षकों के लिए उनके शिक्षण एवं ज्ञानार्जन संभावनाओं के कारण है। इसका कारण यह है कि समाचार पत्र तैयार करने में विषयवस्तु सृजन, योजना एवं संघटन, विजुअल डिजायन व निष्पादन के अनेक चरण होते हैं। इस कार्य में ग्रीष्मकालीन शिविर में एक प्रयास का वर्णन किया जाता है जहां माध्यमिक स्कूली छात्रों को अपने साथियों के लिए बच्चों के समाचार पत्र को संकल्पनात्मक रुप देकर, डिजायन तैयार कर उसे बनाना था। इससे सृजनात्मकता, डिजायन चिंतन, कला एवं क्रॉफ्ट्स, भाषा व संप्रेषण कौशलों के विकास हेतु अवसर उपलब्ध हुए। (अदिति मुरलीधर)

गेम डिजायन

- **पानी धारणीयता के संबंध में जागरुकता फैलाने के लिए गेम-आधारित ज्ञानार्जन**
  पानी के उपयोग एवं संरक्षण के लिए छात्रों को संवेदनशील बनाने के लिए डिजायन किए गए दो गेम्स को विकसित किया गया व उनका परीक्षण किया गया।प्राथमिक स्कूली छात्रों के लिए गेम की प्रेरणा, वास्तविक जीवन के परिदृश्यों से मिली जिन्हें सावधानीपूर्वक गेम एलिमेंट्स, प्लेयर इंटरएक्शंस व गेम मैकेनिक्स में रुपांतरित किया गया। इससे आगामी गेम के लिए भूमिका तैयार हुई जिसका उद्देश्य भी कम्युनिटी-शेयरिंग स्तर पर जल संरक्षण एवं उपयोग के प्रति जागृति उत्पन्न करना था। एण्डोजेनस गेम्स की डिजायन को तैयार करने की आवश्यकता ऐसी सूचना में निहित है जिसे संदर्भात्मक आवश्यकताओं के अनुसार प्रसारित या अनुकूलित किया जा सकता है। (अनीषा मल्होत्रा दलवी)

<u>विकासात्मक कार्य</u>

विज्ञान शिक्षा

जीवविज्ञान शिक्षा

- **नियमित भारतीय पूर्वस्नातक जीवविज्ञान के छात्रों एवं शिक्षकों के लिए उपयुक्त जिज्ञासा-आधारित प्रयोगशाला विषयवस्तु की संलग्नता का विकास एवं निष्पादन**

पूर्व स्नातक स्तर पर वर्टेब्रेट प्राणि के विकास के अंतर्निहित जैविक प्रक्रियाओं के अध्ययन से नीतिगत सरोकारों की उत्पत्ति होती है। एचबीसीएसई जीव विज्ञान कक्ष में शिक्षाविदों द्वारा सरल एवं अल्प-व्ययी प्रोटोकॉल्स को सुझाया जाता है। इन्हें प्राणि विकासात्मक प्रक्रियाओं के अध्ययन के लिए पूर्व में प्रकाशित सामग्री से संशोधित किया गया है। इसमें इंवर्टेब्रेट मॉडल प्रणालियों का प्रयोग किया गया है – हाइड्रा एवं ड्रोसोफिला (फ्रूट फ्लाई)। इनका अभ्यास पूर्व स्नातक शिक्षक प्रशिक्षण कार्यशाला में किया गया। इसका उद्देश्य उपयुक्त जिज्ञासा-आधारित काय के विकास के लिए टूल्स के साथ शिक्षकों को सज्जित करना था। (अनुत्तमा कुलकर्णी)

भौतिकी शिक्षा

- **प्रयोग करें: वैज्ञानिक बने (विद्युत एवं चुंबकत्व)**
  एक पुस्तक को तैयार किया गया। इसमें कक्षा 6 से 10 तक के छात्रों के लिए विद्युत एवं चुंबकत्व पर 15 प्रयोगों एवं प्रदर्शनों का वर्णन किया गया है। प्रत्येक प्रयोग के बाद खंड 'क्या आपने जाना' शामिल है। इसका उद्देश्य दिए गए प्रयोग के विषय में संकल्पनात्मक जानकारी को शामिल करना है। (विनोद सोनावणे)

गणित शिक्षा

- **गणित पाठ्यक्रम सुधार के अपूर्ण कार्य**
  गणित शिक्षा एवं इसकी चुनौतियों (विशेषकर नई शिक्षा नीति, 2020 के संदर्भ में) के दृष्टिकोण से वर्तमान तिथि तक शैक्षणिक आयोगों व पाठ्यक्रम रुपरेखा के अनुसंधान एवं नीति विश्लेषण से गणित साक्षरता के पूरे न हुए काय का पता चलता है। (के. सुब्रमण्यम)

डिजायन शिक्षा

- **छात्रों की डिजायन को बढ़ावा देना**
  अनुसंधानकर्ताओं ने ऐसी संकल्पनाओं एवं कौशलों का अन्वेषण किया जिन्हें छात्रों द्वारा सरल यंत्रों के वास्तविक मॉडलों के निर्माण एवं परीक्षणों के दौरान सीखा जाएगा। उन्होंने पाया कि शेयर्ड स्पेस का निर्माण एवं मॉडल डिजायनिंग में प्रतिभागिता के लिए छात्रों को आमंत्रित करना अनिवार्य है। (दीपा चारी)

स्थानीय संदभ में विज्ञान

- **एचबीसीएसई में वृक्ष: सामान्य नजर में गुम**
  वृक्ष विवरणिका, मनोरंजक है। इसका प्रयोग शैक्षणिक संसाधन के रुप में शिक्षकों एवं छात्रों के लिए किया जा सकता है। काड में एचबीसीएसई में वृक्षों की विविधता की झांकी मिलती है। प्रत्येक डिजीटली व्याख्यात्मक कार्ड के साथ वृक्ष के विषय में जानकारी है व साथ ही कैंपस में वृक्ष की स्थिति के विषय में सूचना है। इन काड का प्रयोग धरोहर खोज के लिए पृथक फ्लैशकाड के रुप में किया जा सकता है या ऐसे खेल के रुप में किया जा सकता है जो स्थानीय फ्लोरा की सराहना करने के दौरान तीव्र निरीक्षण एवं मैपिंग जैसे कौशलों के विकास हेतु अभिविन्यासित हो। (अदिति मुरलीधर)

पर्यावरण शिक्षा

- **पॉपी पथ**
  पॉपी पथ, पर्यावरण शिक्षा-आधारित बच्चों की कहानी की पुस्तक है जिसे प्रकाशित किया गया। इसकी कहानी द्वारा बच्चों में जागरुकता के प्रसार का प्रयत्न किया जाता है। यह विशिष्ट क्षेत्र की जैवविविधता, वन प्राणियों की प्रकृति व उनके गुप्त जीवन को दिखाकर किया जाता है। इसके अलावा स्थानीय व्यक्तियों के समृद्ध परंपरागत ज्ञान (उनके पर्यावरण के संबंध में) पर जोर दिया जाता है व प्रचलनों (लिंग एवं अन्य) को सूक्ष्म रुप

से चुनौती प्रस्तुत की जाती है। यह नगरीय बच्चों के मध्य संवेदनशीलता को जागृत करने भी प्रयत्न करती है जो अक्सर सोचते हैं कि जंगल में देखने को कुछ नहीं है। (अदिति मुरलीधर)

विज्ञान प्रसार

- **जल-जीवन का आधार**
  राष्ट्रीय पुस्तक न्यास, भारत सरकार के शिक्षा मंत्रालय की स्वायत्त संस्था है। इसने पुस्तक के प्रथम संशोधित अंक को प्रकाशित किया। चूंकि पुस्तक के पिछले दो दशकों में 12 बार रिप्रिंट हो चुके थे, अत: इसे अद्यतन करना आवश्यक था। जल जो कि सभी तत्वों में सबसे सामान्य है, के अनेक असामान्य एवं विसंगत गुणधर्म हैं। ये हमारे ग्रह एवं इसके मूल व क्रमविकास को सपोर्ट करने के लिए उत्तरदायी हैं। इस पुस्तक द्वारा जीवन के आधार के रुप में जल की आश्चर्यजनक भूमिका के पीछे विज्ञान का वर्णन किया जाता है। (के.के. मिश्र)

- **सामाजिक जनसंचार – हिंदी विज्ञान संचार का एक सशक्त माध्यम**
  राष्ट्रीय विज्ञान संप्रेषण एवं नीति अनुसंधान संस्थान, सीएसआईआर की घटक इकाई है। इसने भारत की स्वतंत्रता के 75 वर्ष पूर्ण होने के अवसर पर ''विज्ञान संचार साहित्य को सँवारती विधाएँ'' नामक पुस्तक का प्रकाशन किया। इस पुस्तक द्वारा देश में विज्ञान संप्रेषण की समग्र तस्वीर प्रस्तुत की जाती है व विज्ञान प्रसार के उदीयमान क्षेत्रों को भावी दिशाएं प्रदान की जाती हैं। (के.के. मिश्र)

- **होमी भाभा विज्ञान शिक्षा केंद्र**
  विज्ञान प्रगति, प्रतिष्ठित लोकप्रिय विज्ञान पत्रिका, देश में है। इसे राष्ट्रीय विज्ञान संप्रेषण एवं नीति अनुसंधान संस्थान द्वारा प्रकाशित किया जाता है। यह सीएसआईआर की घटक इकाई है। इसने भारत की स्वतंत्रता के 75 वर्ष पूर्ण होने के अवसर पर विशेष अंक प्रकाशित किया। इस लेख द्वारा विज्ञान के प्रसार (विशेष रुप से हिंदी में) में एचबीसीएसई के महत्वपूर्ण योगदान पर जोर दिया जाता है। (के.के. मिश्र)

डिजायन एवं प्रौद्योगिकी शिक्षा

डिजायन कौशल

- **सक्रियता पुस्तक की डिजायन तैयार करना**
  अपनी तरह की अनूठी डिजायन सक्रियता कार्यपुस्तक को सरल अनुदेशों एवं ओपन-एण्डिड डिजायन अभ्यासों के साथ तैयार किया गया है। इसका उद्देश्य युवा मस्तिष्कों को डिजायन, सृजनात्मक अन्वेषण एवं समस्या-समाधान के मूलभूत अवयवों से परिचित कराना था। कार्यपुस्तक में सक्रियाओं को अनेक विषयों से लिया गया है। इनमें विज्ञान, सामाजिक अध्ययन, पर्यावरण एवं कला आदि शामिल हैं किंतु यह पूर्व-शर्त के तौर पर इनमें से किसी में औपचारिक प्रवीणता की अपेक्षा नहीं करती है। वे चित्रकारी, विजुअल साक्षरता, वर्बालाइजिंग, योजना, एवं लेटरल चिंतन के साथ समालोचनात्मक चिंतन व सृजनात्मकता के कौशलों पर विशेष रुप से जोर देते हैं। (अदिति मुरलीधर)

एकीकृत शिक्षा

संसाधन-हीन समुदायों के लिए अनुदेशनात्मक सामग्री

- **आनंदी**
  मासिक समाचारपत्र ''आनंदी'' (सितंबर, 2021 में प्रारंभ) का प्रसार अब 5000 स्कूली छात्रों तक ग्रामीण महाराष्ट्र में है। आनंदी द्वारा 13-15 वष के ऐसे छात्रों को जोड़ने का प्रयास किया जाता है जो कोविड विश्वमारी के दौरान ऑनलाइन शिक्षा से वंचित रहे व सामान्यत: जिन्हें तेजी से बढ़ते ऑनलाइन संसार की सुलभता नहीं है। इस समाचार पत्र द्वारा विज्ञान, गणित एवं खगोलविज्ञान जैसे विषयों में रुचि को जागृत करने

एवं छात्रों के स्थानीय संदभ व औपचारिक शिक्षा के मध्य अंतर को पाटने का प्रयास किया जाता है। इस समाचार पत्र में वार्तालाप खंड है जहां छात्रों द्वारा लेखों के आधार पर विशिष्ट प्राम्प्ट्स को रिस्पांड किया जाता है। (अस्मिता रेडिज)

विज्ञान विदुषी

एमएससी की प्रथम वर्ष की छात्राओं के लिए भौतिकी में प्रगत प्रशिक्षण एवं मार्गदर्शन कार्यक्रम को टीआईएफआर मुख्य कैंपस के साथ संयुक्त रुप से जुलाई-अगस्त, 2022 में आयोजित किया गया। विज्ञान विदुषी भौतिकी के तीसरे संस्करण में भारत की 41 छात्राओं ने प्रतिभागिता की।

अनुसंधान सुविधाएँ

टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा, हैदराबाद

वैज्ञानिक बैलूनिंग

- **शून्य दबाव- प्लास्टिक गुब्बारों की डिजायन एवं निर्माण**
  1. वोल्यूम 12892 सीयू.एम. के शून्य दबाव गुब्बारे की डिजायन तैयार करके इसका निर्माण किया गया व इसे स्पेस राइड, कनाडा को निर्यात किया गया।
  2. वोल्यूम 739460 के विशाल शून्य-दबाव गुब्बारे का निर्माण किया गया व इसकी आपूर्ति स्पेस अनबाउंड, यूएसए को की गई।
  3. वोल्यूम 1444 सीयू.एम. के लघु शून्य-दबाव गुब्बारों की डिजायन तैयार की गई, निर्माण किया गया व स्ट्रेटोसिस्ट, चैक रिपब्लिक को इनका निर्यात किया गया।
  4. वोल्यूम 286652 सीयू.एम. के एक और शून्य-दबाव गुब्बारे की डिजायन व निर्माण को हालो स्पेस, स्पेन के लिए किया गया।
  5. वोल्यूम 615078 सीयू.एम. के विशाल शून्य-दबाव गुब्बारे (डबल कैप युक्त) की डिजायन तैयार की गई व निर्माण किया। इसकी हालो स्पेस, स्पेन को आपूर्ति की जाएगी। (बुदुरु सुनील कुमार)

- **काईटून्स/वायुगतिक-आकारित गुब्बारों का निर्माण**
  दूधिया सफेद पॉलिथिलीन फिल्म के साथ वोल्यूम 9.9 सीयू.एम. के काइटून का निर्माण किया एवं इसकी आपूर्ति भारतीय ट्रॉपिकल मेटरोलॉजी संस्थान (आईआईटीएम), पुणे को उनके एरोसोल व सीमा परत प्रयोगों के लिए की गई। (बुदुरु सुनील कुमार)

- **सर्वश्री ध्रुव स्पेस, हैदराबाद के लिए रबर गुब्बारों की लांच**
  सर्वश्री ध्रुव स्पेस प्राइवेट लिमिटेड, हैदराबाद के लिए दो रबड़ गुब्बारा उड़ानों को सफलतापूर्वक लांच किया। इन्हें अगस्त एवं सितंबर, 2022 में टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा, हैदराबाद से लांच किया गया। इस सुविधा ने अपनी लांच सुविधाओं को उन्हें उनके नए विकसित पी-डॉट क्यूबसैट के लिए उपलब्ध कराया। (बुदुरु सुनील कुमार)

- **टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा, हैदराबाद से शून्य-दबाव गुब्बारों की लांच**
  वोल्यूम 3026 सीयू.एम. के शून्य दबाव गुब्बारे के साथ परीक्षण उड़ान का संचालन 5 नवंबर, 2022 को किया। इस गुब्बारा उड़ान में टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा ने गुब्बारा सुविधा की विभिन्न विकासात्मक प्रणालियों का परीक्षण नए विकसित पेलोड्स के साथ किया गया। इनमें टीआईएफआर, मुंबई की नैनो-ऑप्टिक्स एवं मैसोस्कोपिक ऑप्टिक्स प्रयोगशाला के लेजर्स एवं ऑप्टिक्स शामिल थे। (बुदुरु सुनील कुमार)

- **टीआईएफआर गुब्बारा, हैदराबाद सुविधा से शून्य-दबाव गुब्बारों की लांच**
  दिसंबर, 2022 में शून्य-दबाव गुब्बारा लांच को सफलतापूर्वक संचालित किया। इस दौरान वोल्यूम 286652 सीयू.एम. के गुब्बारे का प्रयोग किया गया। इसका उद्देश्य हालो स्पेस कैप्सूल का परीक्षण उनके स्पेस टूरिज्म प्रयोगों के लिए करना था। पेलोड में 5एम का डायमीटर व 3.5 एम की ऊंचाई थी। नई विस्तृत बूम संरचना की डिजायन तैयार की गई, उसका निर्माण किया गया व उसे लॉंच ट्रक पर लगाया गया जिसका उद्देश्य इस बड़े

पेलोड के लिए स्थान बनाना था। इस प्रयोग को 07 दिसंबर, 2022 को किया गया एवं गुब्बारा 37 किमी. की अपनी अधिकतम ऊंचाई पर पहुंचा। इस पेलोड को सफलतापूर्वक रिकवर किया गया। (बुदुरु सुनील कुमार)

- **टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा से शून्य-दबाव गुब्बारों की लांच**
टीआईएफआर अवरक्त खगोलविज्ञान उड़ान को 18 फरवरी, 2023 को सफलतापूर्वक संचालित किया गया। इस दौरान शैल के रुप में एंट्रिक्स फिल्म के 20 माइक्रोन्स से बने वोल्यूम 143396 सीयू.एम. के शून्य दबाव गुब्बारे एवं कैप के रुप में एंट्रिक्स फिल्म के 30 माइक्रोन्स का प्रयोग किया गया। इस गुब्बारे ने टीआईएफआर के 100 सीएम दूरदर्शी का वहन किया जिसका भार 850 किलोग्राम था। यह 31.5 किलोमीटर की ऊंचाई तक पहुंचा व इसने लगभग 6 घंटे तक फ्लोटिंग की। (बुदुरु सुनील कुमार)

- **डायनीमा यार्न का प्रयोग करके नए लोड टेप का विकास**
टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा (टीआईएफआर-बीएफ), हैदराबाद ने लोड टेप का विकास किया। इसमें नए प्रापण किए गए डायनीमा यार्न का प्रयोग किया गया व इसने 800 किलोग्राम के विच्छेन सामर्थ्य को प्राप्त किया। इस लोड टेप का प्रयोग शून्य दबाव गुब्बारों के निर्माण में किया जा सकता है जो 6000 किलो तक पेलोड ले जा सकते हैं। टीआईएफआर-बीएफ ने वोल्यूम 250 सीयू.एम. के स्फेयर-आकारित गुब्बारे का सफलतापूर्वक निर्माण किया। इसमें इस लोड टेप का प्रयोग किया गया एवं इसका परीक्षण 7000 किलोग्राम के भार के साथ किया गया। (बुदुरु सुनील कुमार)

- **गुब्बारा-वाहित प्रयोगों के लिए टेलीमेट्री डाटा डिकोडिंग एवं ग्राफिकल प्रयोक्ता इंटरफेस सॉफ्टवेयर**
लैवव्यू आधारित टेलीमेट्री डाटा डिकोडिंग एवं ग्राफिकल प्रयोक्ता इंटरफेस सॉफ्टवेयर का विकास गुब्बारा-वाहित प्रयोगों के लिए किया गया। यह सॉफ्टवेयर, एस-बैंड टेलीमेट्री डाटा को यूडीपी पोर्ट से रिसीव करेगा, अनेक अन्य प्राप्त फ्रेम एवं एक्सट्रैक्ट से टेली-कमांड फ्रेम को लॉक करेगा एवं ऑनबोर्ड टेली-कमांड हाऊसकीपिंग डाटा को इस लॉक्ड फ्रेम से दर्शाएगा। इस सॉफ्टवेयर को प्रयोक्ता की आवश्यकता के अनुरुप कस्टामाइज, सूचना को एक्सट्रैक्ट एवं डिकोड करने के लिए प्राप्त एस-बैंड टेलीमेट्री डाटा से करेगा जिसका ट्रांसमिशन विभिन्न ऑनबोर्ड विज्ञान पेलोड्स से होता है। यह इन डाटा को ग्राफिकली प्रदर्शित प्रयोक्ता-अनुकूल प्रारुप में करेगा। (धर्मेश त्रिवेदी)

- **वैज्ञानिक बैलूनिंग में एटीसी-ट्रांसपोंडर एवं रेडियो बीकन महत्व जैसे सिविल एविएशन सुरक्षा यंत्र एवं गुब्बारा उड़ान के दौरान उनकी स्वचालन प्रकार्यात्मकता**
वैज्ञानिक बैलूनिंग में एसेंट एवं डिसेंट चरणों के दौरान गुब्बारा सिविल एविएशन पथ से गुजरता है। अत: वायु सुरक्षा यंत्रों/उप-प्रणालियों को ऑन-बोर्ड सेक्शन में शामिल करना अनिवार्य हो जाता है ताकि गुब्बारा कोआर्डिनेट्स को एयर ट्रैफिक कंट्रोलर (एटीसी) एवं पॉयलट्स को उनके इंट्रोगेशन के दौरान उपलब्ध कराया जा सके। ट्रांसपोंडर एवं रेडियो बीकन ऐसी दो सुरक्षा उप-प्रणालियां हैं जिन्हें प्रत्येक गुब्बारा उड़ान के ऑन-बोर्ड सैक्शन में उपलब्ध कराया जाता है। किंतु दोनों प्रणालियों को क्रमश: एसेंट चरण एवं डिसेंट चरण के दौरान 14 किलोमीटर के बाद ऑफ/ऑन करने की जरुरत होती है। अत: स्वचालन प्रणाली का पीआईसी16एफ88 का प्रयोग करके किया गया। इसे ट्रांसपोंडर एवं रेडियो बीकन प्रणालियों को एसेंट चरण के दौरान स्विच ऑफ करने के लिए एवं 14 किमी. की ऊंचाई पर डिसेंट चरण के दौरान दोनों प्रणालियों को पुन: स्विच ऑन करने के लिए किया गया। स्वचालन प्रणाली की प्रकार्यात्मकता का परीक्षण एवं प्रमाणीकरण, परीक्षण उड़ानों में एक में किया गया। इसके बाद इसे सभी गुब्बारा उड़ानों में कार्यान्वित किया गया। (संतोष के. कोली)

- **पीसीएम डाटा प्लेबैक प्रणाली**
पीसीएम डाटा प्लेबैक प्रणाली की डिजायन को डीओएस आधारित प्लेबैक प्रणाली को प्रतिस्थापित करने के लिए किया गया। नई संकल्पना को आईआरआईजी-106 सीएच10 फार्मेट में स्टोर्ड टेलीमेट्री डाटा को बाई-चरण-एल बिट प्रणाली के रुप में भेजने के लिए खोजा गया। हार्डवेयर का निर्माण कमर्शियल-ऑफ-द-शैल्फ

(सीओटीएस) के चारों ओर कार्यान्वयन की लागत को कम करने के लिए किया गया। डाटा फाइल को यूएसबी डिस्क में कॉपी किया जा सकता है या फाइल को सुरक्षित सॉकेट लेयर कनेक्शन में भेजा जा सकता है जिसका उद्देश्य प्लेबैक को सुलभ करना है। (बी.व्ही.एन. कपार्धी)

- **एस-मोड ट्रांसपोंडर (एक्सपीडीआर) डिसप्ले**
  डिसप्ले मॉडयूल के डिजाइन को एस-मोड ट्रांसपोंडर पिंग200एसआर (एक्सपीडीआर) के लिए तैयार किया गया। एक्सपीडीआर के स्टेटस को दर्शाने के लिए इसमें कोई भी अंतर्निमित डिसप्ले नहीं है। स्टेटस मैसेजों को दर्शाने के लिए लघु रैस्पबैरी पीको बोर्ड को एलसीडी डिसप्ले के साथ प्रयुक्त, एक्सपीडीआर द्वारा भेजी गई महत्वपूर्ण सूचना को डिकोड एवं डिसप्ले करने के लिए किया गया। डिसप्ले यूनिट द्वारा कम करेंट का प्रयोग किया जाता है व यह एक्सपीडीआर के साथ ले जाने के लिए उपयुक्त रुप से कम भार की है। इस डिसप्ले के लिए कस्टम बॉक्स को 3डी प्रिंटर का प्रयोग करके बनाया गया। डाटा के डिसप्ले के अतिरिक्त यह रिट्रांसमिशन को सीरियल पोर्ट द्वारा आगे के विश्लेषण के लिए करती है जहां पीसी के लिए लिखे सॉफ्टेवयर द्वारा डाटा को स्टोर किया जाएगा। अनुसंधानकर्ताओं ने समय के साथ इसके कार्यनिष्पादन को गहन रुप से परीक्षित व प्रमाणित किया। इसकी दीर्घ अवधि के परीक्षण के दौरान हुए किसी भी विसंगति, असंसूचित रह सकती है। (बी.व्ही.एन. कपार्धी)

वायुमंडलीय एवं पर्यावरणीय विज्ञान

- **वायुमंडलीय एरोसोल्स एवं ट्रेस गैसें**
  1. टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा, हैदराबाद द्वारा हैदराबाद में कॉलमनर एरोसोल ऑप्टिकल डेप्थ (एओडी) के लिए मल्टी वेबलैंग्ध रेडियोमीटर (एमडब्ल्यूआर) का नियमित रुप से प्रचालन किया जा रहा है। यह एसपीएल-व्हीएसएससी, थिरुवनंतपुरम के साथ संयुक्त सहयोग के अंतर्गत एरोसोल रेडिएटिव फोर्सिंग ओवर इंडिया परियोजना के अंतर्गत किया जा रहा है।

  2. टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा, हैदाबाद द्वारा सतह स्तर पर ट्रेस गैसों (ओजोन, सल्फर डाइआक्साइड, नाइट्रस आक्साइड, कार्बन मोनोआक्साइड, सोलर रेडिएशन) के मापन के लिए सहायता भी उपलब्ध कराई जा रही है। यह आईआईसीटी-हैदराबाद के साथ सहयोग के अंतर्गत उनके वायुमंडलीय ट्रेस गैसेस-कैमिस्ट्री, ट्रांसपोर्ट एवं मॉडलिंग (एटीसीटीएम) परियोजना के तहत किया जा रहा है। (बुदुरु सुनील कुमार)

आयनोस्फेयर भौतिकीय गुणधर्म

- **डिजीटल ऑयनोग्राम्स से स्पोरेडिक ई एवं स्प्रैड एफ इवंट्स का स्वत:संचून**
  भूमि स्थित डिजीटल ऑयनोसोड्स प्रणालियों द्वारा ऑयनोस्फेयर एवं ऑयनोस्फेरिक ई व एफ परत अनियमितताओं पर प्रतिदिन, मौसमी एवं सौर चक्र परिवर्तनों के प्रभाव की रिकार्डिंग अंतरिक्ष मौसम इवंट्स के रिस्पांस में की जाती है। ऑयनोस्फेयर के स्पेटिअल परिवर्तनों के अध्ययन के लिए विस्तृत डिजीटल ऑयनोसोंड प्रणालियों से ऑयनोग्राम्स पर विचार करने की आवश्यकता होती है। विस्तृत डिजीटल ऑयनोसोंड ऑयनोग्राम्स से स्पोरेडिक ई (ईएस) एवं स्प्रैड एफ (एसएफ) इवंट्स का मैनुअल संसूचन, थकाऊ व समय खपाऊ कार्य है। अत: स्वत: संसूचन मॉड्यूल का विकास ओपन स्रोर्स (पाइथोन) प्लेटफॉर्म पर डिजीटल ऑयनोग्राम्स से ईएस व एसएफ इवंट्स के संसूचन के लिए किया। वर्ष 2015 के दौरान रिकार्डिड ऑयनोग्राम्स पर विचार, डिजीटल ऑयनोसोंड से किया गया जिनकी अवस्थिति टीआईएफआर, हैदराबाद की गुब्बारा सुविधा थी। इस प्रस्तावित मॉड्यूल ने 96.71 प्रतिशत के साथ ईएस इवंट्स एवं 93.39 प्रतिशत के साथ दृढ़ रेंज स्प्रैड एफ (एसएसएफ) इवंट्स की सफलतापूर्वक पहचान की / संसूचन किया। प्रस्तावित स्वत: संसूचन मॉड्यूल के परिणाम (ईएस एवं एसएसएफ) की उपयोगिता है। यह मिटीगेशन एल्गोरिथ्म्स को प्रारंभ करने के लिए ऑयनोस्फेरिक सिंटिलेशन के

मामले में ग्लोबल नेविगेशन सैटेलाइट प्रणालियों (जीएनएसएस) एवं उच्च आवृत्ति (एचएफ) प्रणालियों के मामले में है। (टी. वेंकटेश्वर राव)

मंगल ऑयनोस्फेयर्स भौतिकीय गुणधर्म

- **मंगल ग्लोबल सर्वेयर मिशन डाटा निरीक्षणों का प्रयोग करके बीआई-एलएसटीएम गहन ज्ञानार्जन आधारित मार्शियन ऑयनोस्फेयर इलेक्ट्रॉन सघनता पूर्वानुमान मॉडल**
  मार्शियन ऑयनोस्फेयर, अध्ययन का महत्वपूर्ण क्षेत्र, प्लानेटरी वैज्ञानिकों एवं अंतरिक्ष एजेंसियों के लिए है। यह मंगल पर भविष्य के अभियानों के लिए इसके संभावित प्रभावों के कारण है। इलेक्ट्रॉन सघनता, माप का महत्वपूर्ण पैरामीटर, मार्शियन ऑयनोस्फेयर में है क्योंकि यह सैटेलाइट संप्रेषण व नेविगेशन को प्रभावित कर सकता है। मार्शियन ऑयनोस्फेयर की जटिल एवं अरेखीय परिवर्तनीयता का यथार्थ रुप से पूर्वानुमान मशीन ज्ञानार्जन मॉडलों द्वारा किया जा सकता है। बाई-डाइरेक्शनल लांग शॉर्ट-टर्म मैमोरी (बीआई-एलएसटीएम) मॉडल एल्गोरिथ्म ने ऑयनोस्फेरिक इलेक्ट्रॉन सघनता प्रोफाइलों के पूर्वानुमान को प्रस्तुत किया। मंगल वर्ष (एमवाई) 24 से 27 के दौरान रिकार्डिड मंगल ग्लोबल सर्वेयर (एमजीएस) अभियान डाटा सैंपलों पर विचार किया। बीआई-एलएसटीएम मॉडल के निष्पादन को मूल्यांकित किया जाता है व इसकी तुलना बैग्ड ट्रीज पूर्वानुमान मॉडल के साथ पूर्वानुमान मेट्रिसेस के संबंध में की जाती है। इनमें मीन एब्स्युलूट एरर (एमएई) एवं रुट मीन स्क्वेयर एरर (आरएमएसई) शामिल हैं। (टी. वेंकटेश्वरा राव)

पैलेट्रॉन लाइनेक सुविधा

- पैलेट्रॉन लाइनेक सुविधा (पीएलएफ), टीआईएफआर और बीएआरसी की संयुक्त सुविधा है। यह भारी ऑयन आधारित अनुसंधान के लिए प्रमुख राष्ट्रीय केंद्र है। वर्तमान वर्ष में कुल 50 प्रयोगों को H, ^{6,7}Li, ^{11}B, ^{12,13}C, ^{18}O, ^{19}F, ^{28,30}Si, ^{32}S बीमों का प्रयोग कर किया गया। लाइनेक को 25 मार्च से 22 मई, 2022 तक कुल 10 प्रयोगों के लिए संचालित किया गया। प्रयोक्ता की रुचि को देखते हुए ^{9}Be बीम साइकल को शैड्यूल किया गया। इसे फरवरी, 2023 से प्रारंभ किया गया। प्रयोक्ता समुदाय में मुख्यत: टीआईएफआर, बीएआरसी, अन्य डीएई संस्थाओं, विश्वविद्यालयों, आईआईटीज, एवं इसरो केंद्रों के वैज्ञानिक थे। इस सुविधा में अनुसंधान कार्य का परिणाम 17 प्रकाशनों में इस वर्ष हुआ है। ये रेफर्ड जर्नलों व 4 पीएच.डी. थीसेस में आए हैं। (वंदना नानल)

पैलेट्रॉन लाइनेक सुविधा से संबंधित विकासात्मक क्रियाकलाप (पीएलएफ)

- त्वरक कार्यनिष्पादन में सुधार के लिए विभिन्न उपप्रणालियों का उन्नयन। (वंदना नानल)

यंत्रीकरण

- एपिक्स (प्रयोगात्मक भौतिकी एवं औद्योगिक नियंत्रण प्रणाली), ओपन सोर्स टूल्स का समूह है। यह विश्व-भर में प्राथमिक पसंद, त्वरक नियंत्रण में बड़ी संख्या में यंत्रों के एकीकरण के लिए है। लाइनेक से एपिक्स में वर्तमान जावा-आधारित वितरित नियंत्रण प्रणाली के उन्नयन हेतु प्रयासों को प्रारंभ किया गया है। अनुसंधानकर्ताओं ने स्टीयरर पॉवर सप्लाई के नियंत्रण एवं पर्यवेक्षण का विकास एपिक्स पर किया है। बीम स्टीयरर के लिए एपिक्स आधारित इनपुट आऊटपुट कंट्रोलर (आईओसी) का निर्माण किया गया है। इसमें एपिक्स बेस 7 प्लेटफॉर्म पर लाइनक्स का प्रयोग एएसवाईएन मॉड्यूल एवं स्ट्रीम यंत्रों के साथ स्टैंडर्ड आईपी प्रोटोकॉल का प्रयोग करके किया गया है। फ्रंट एंड जीयूआई का विकास फोबस सीएसएस में किया गया है। (वंदना नानल)

- न्युट्रॉन एवं गामा क्षेत्र विकिरण मॉनिटर्स (एआरएम) का प्रयोग त्वरक क्षेत्रों में विकिरण स्तरों को मॉनिटर करने के लिए किया जाता है व यदि विकिरण डोस विशिष्ट सीमा को पार करता है, तो अलार्म बजने लगता है। दो दशकों पूर्व संस्थापित विद्यमान मॉनिटर्स अब अप्रचलित हो रहे हैं। अत: रिमोट मॉनिटरिंग क्षमता के साथ

कांपेक्ट एवं प्रभावी एआरएम प्रणाली की डिजायन को प्रारंभ किया गया है। न्युट्रॉन मॉनिटर में प्रयुक्त संसूचक, बोरोन ट्राई-फ्लुओराइड गैस फिल्ड प्रपोर्शनल काउंटर है। वर्तमान डिजायन में मिनिएचराइज्ड डीसी से उच्च वोल्टेज मॉड्यूल का प्रयोग किया जाता है। यह संसूचक को उच्च वोल्टता बॉयस एवं संसूचक सिग्नल को प्रोसेस करने के लिए ट्रांस-रैसिस्टेंस एंप्लिफायर को उपलब्ध कराया जाता है। इस डिजायन को कांपेक्ट के साथ संसूचक एवं एंप्लिफायर के मध्य अल्पतम इंटरकनेक्शन के साथ बनाया गया है जिसका उद्देश्य नाइस पिकअप को कम करना है। संसूचक रीडआऊट को माइक्रो-कंट्रोलर आधारित प्रोसेसिंग इलेक्ट्रॉनिक्स के साथ इंटरफेस किया गया है व इसमें इंटरनेट द्वारा रिमोट मॉनिटरिंग के लिए प्रावधान है। गामा किरण मॉनिटर्स के रीडआऊट सर्किट को संशोधित किया गया है व इसे माइक्रो-कंट्रोलर आधारित प्रोसेसिंग इलेक्ट्रॉनिक्स के साथ नेटवर्क कनेक्टिंग क्षमता के साथ अनुकूल बनाया गया है जो कि न्युट्रॉन संसूचकों के समान है। प्रोटोटाइप को परीक्षित किया गया है व इसे संतोषजनक पाया गया है। (वंदना नानल)

- उच्च तापमान वैक्यूम फर्नेस के लिए रिमोट मॉनिटरिंग प्रणाली की डिजायन, निर्माण का कार्य करके इसे संस्थापित किया गया है। यह यूनिट, वैक्यूम डाटा को मॉनिटर करती है व वर्तमान सीमाओं के पार होने पर अलार्म बजाती हैं। इस अलार्म को टेलीग्राम एप द्वारा प्रचालकों को भेजा जाता है। (वंदना नानल)

- हीलियम स्टोरेज सिलिंडर्स (संख्या ~180) की हाइड्रोटैस्टिंग को अनिवार्य सुरक्षा आवश्यकताओं के अनुरुप किया गया। (वंदना नानल)

लक्ष्य प्रयोगशाला

- लक्ष्य प्रयोगशाला द्वारा पीएलएफ प्रयोगों को अनिवार्य सहायता दी जाती है। यह प्रयोक्ता की आवश्यकता के अनुरुप लक्ष्य फॉइल्स को तैयार करके की जाती है। इस वर्ष ~250 भिन्न लक्ष्य फिल्मों को तैयार किया गया। इनमें वाष्पीकरण एवं रोलिंग द्वारा संवर्धित पदाथ के अनेक लक्ष्य शामिल थे। लक्ष्य फॉइल्स को विशेष अनुरोध पर अन्यत्र स्थानों पर प्रयोगों के लिए बीएआरसी, आईयूएसी, व्हीईसीसी में कुछ प्रयोक्ता समूहों के लिए भी तैयार किया गया। समय-समय पर लक्ष्यों को पीएलएफ के अतिरिक्त प्रयोगों के लिए टीआईएफआर प्रयोक्ताओं के लिए भी तैयार किया गया। पैलेट्रॉन टर्मिनल स्ट्रिपर के लिए $4\mu g/cm^2$ मोटाई के स्ट्रिपर ~300 डीएलसी (डायमंड जैसे कार्बन) फॉइल्स को लिफ्ट किया गया। अल्फा-कण ऊर्जा हानि का प्रयोग करके मोटाई मापन सैटअप को लक्ष्य मोटाई के सत्यापन के लिए स्थापित किया गया है। (वंदना नानल)

एनबी रेसोनेटर एवं संबंधित अवसंरचना विकास

- लाइनेक की द्रव्यमान स्वीकृति को विस्तृत करने के लिए निम्न β नियोबियम क्युडब्ल्युआर कैविटीज (β_{opt}=0.07) के विकास को प्रारंभ किया गया है। निम्न बीटा एनबी कैविटी का संस्थापन लाइनेक के प्रथम मॉड्यूल में किया जाएगा। इसका उद्देश्य लाइनेक की वेग स्वीकृति में वृद्धि करना होगा। प्रोटोटाइप एसएस एवं ओएफएचसी क्युडब्ल्युआर का निर्माण बीएआरसी के साथ सहयोग में किया जा रहा है। टीआईएफआर कार्यशाला में रेसोनेटर घटकों व ई-बीम वेल्डिंग ट्रायल्स के लिए वेल्डिंग फिक्चर्स की डिजाइन का कार्य जारी है। ओएफएचसी शीट धातु घटक एनीलिंग को उच्च वैक्यूम फर्नेस में किया गया। निरीक्षित अधिकतम हाइड्रोजन आंशिक दबाव 7.5x10E-6 एमबार बेस वैक्यूम पर ~1.2x10E-6 एमबार है। (वंदना नानल)

- प्रोटोटाइप की डिजायन पात्रता, कैविटी विकास प्रक्रिया में महत्वपूर्ण कार्य है। इसमें मुख्यत: रेसोनेंट आवृत्ति एवं क्षेत्र मैपिंग आते हैं जिसमें बीड पुल टैस्ट का प्रयोग किया जाता है। निम्न बीटा कैविटीज की डिजायन एवं कार्यनिष्पादन की पात्रता के लिए प्रिसिजन बीड पुल टैस्ट सैटअप को टीआईएफआर में विकसित किया गया है। इसमें 6 एमएम डायमीटर के टेफलॉन बीड का प्रयोग किया जाता है। इस सैटअप के परीक्षण के लिए लीड प्लेटिड कॉपर कैविटी (β_{opt}=0.1) की फील्ड मैपिंग को टेफलॉन (डॉयमीटर 6 एमएम) एवं एसएस बीड्स

(डॉयमीटर 6 एवं 11 एमएम) का प्रयोग करके किया गया। विद्युत क्षेत्र एवं रेसोनेंट आवृत्ति में परिवर्तनों का मापन आवृत्ति मॉड्युलेशन तकनीक का प्रयोग करके किया जाता है। इस दौरान उच्च सूक्ष्म सिग्नल जेनरेटर व 500 एमएचजैड डिजीटल ओसिलोस्कोप का प्रयोग किया जाता है। इसके अलावा परीक्षणों को चरण शिफ्ट मापन से विद्युत क्षेत्र को स्पष्ट करने के लिए किया जा रहा है जिसमें वैक्टर नेटवर्क विश्लेषक का प्रयोग किया जा रहा है। (वंदना नानल)

राष्ट्रीय उच्च क्षेत्र एनएमआर सुविधा

राष्ट्रीय उच्च क्षेत्र एनएमआर सुविधा (टीआईएफआर, मुंबई)

- इस सुविधा में दो उच्च क्षेत्र एनएमआर स्पेक्ट्रोमीटर हैं: क्रॉयो प्रॉब के साथ ब्रूकर एवांश नियो 800 एमएचजैड एवं बहुनाभिकीय प्रॉब के साथ एजिलेंट 600 एमएचजैड। इस सुविधा ने दी गई अवधि में संस्थान के स्नातक छात्रों एवं शैक्षणिक संस्थाओं व उद्योग जगत के प्रयोक्ताओं को एनएमआर सेवाएं उपलब्ध कराना जारी रखा। टीआईएफआर के छात्रों को दोनों स्पेक्ट्रोमीटरों को प्रचालित करने के लिए प्रशिक्षित किया जाता है व उन्हें इन यंत्रों को रात्रि में व सप्ताहांत एवं अवकाश के दिनों के दौरान प्रयोग करने के लिए प्रेरित किया जाता है। बाहरी प्रयोक्ताओं को सप्ताह के दौरान इन यंत्रों को प्रयोग करने के लिए स्लॉट्स दिए जाते हैं। इस तरह मशीन समय का प्रभावी उपयोग किया जाता है ताकि अपव्यय अल्पतम हो। अनेक संस्थाओं व उद्योग जगत के अनुसंधानकर्ताओं ने इस सुविधा का इस वर्ष उपयोग किया। (ममता जोशी)

अन्य एनएमआर सुविधाओं का रखरखाव व प्रदत्त सहायता

- आईआईटी, पवई के एसआईएफ में एनएमआर सुविधा, हीलियम रिकवरी सुविधा है। इस हाल ही में स्थापित किया गया है जिसमें श्री मनोज नाईक (एनएमआर सुविधा, टीआईएफआर, मुंबई) ने तकनीकी इनपुट्स दिए हैं। एनएमआर स्पेक्ट्रोमीटर एससी चुंबक क्रॉयोस्टेट को रिफिल करते समय मूल्यवान एवं दुर्लभ हीलियम गैस को रिकवर करने की प्रक्रिया का भी प्रदर्शन आईआईटी, पवई की एनएमआर सुविधा में किया गया। नवंबर, 2022 के माह में आईआईटी, पवई की सोल्युशन अवस्था प्रॉब ने कार्य करना बंद कर दिया था। इस प्रॉब को टीआईएफआर की एनएमआर, सुविधा में लाया गया, इसे खोला गया व इसकी मरम्मत की गई। इस प्रॉब को बाद में आईआईटी, पवई की एनएमआर सुविधा में वापस भेजा गया व इसे संतोषजनक रुप से कार्य करते हुए पाया गया। (मनोज विष्णु नाईक)

निम्न तापमान सुविधा

- टीआईएफआर में निम्न तापमान सुविधा (एलटीएफ), का उत्तरदायित्व संस्थान की विविध सुविधाओं व प्रयोगशालाओं को द्रव्य हीलियम, द्रव्य नाइट्रोजन एवं संबंधित निम्नतापीय सहायता सेवाएं उपलब्ध कराना है। वित्तीय वर्ष 2022-23 में, एलटीएफ ने 90,000 लीटर द्रव्य हीलियम व 2,21,450 लीटर द्रव्य नाइट्रोजन का उत्पादन किया। इसे एलटीएफ में नियंत्रित हीलियम गैस प्रबंध के कारण विश्वव्यापी हीलियम गैस कमी के बावजूद प्राप्त किया गया। एलटीएफ ने हीलियम प्लांट व इसके सहायक उपकरणों के अनेक निर्धारित व खराबी रखरखाव एवं द्रव्य नाइट्रोजन प्लांट से संबंधित रखरखाव कार्य किए। वित्तीय वर्ष 2022-23 के दौरान एलटीएफ ने प्रयोक्ताओं की 'द्रव्य हीलियम एवं द्रव्य नाइट्रोजन' की मांगों को सफलतापूर्वक पूरा किया। प्रमुख उपलब्धियां निम्नानुसार हैं:
- एलटीएफ द्वारा विश्वव्यापी हीलियम गैस कमी के बावजूद अपने हीलियम उत्पादन में 18 प्रतिशत की वृद्धि की गई। यह उपलब्ध हीलियम गैस के प्रभावी प्रबंध के कारण संभव हो सका।

- एलटीएफ ने हीलियम एवं नाइट्रोजन प्लांट्स के सरल प्रचालन को सुनिश्चित करने के लिए अनेक रखरखाव कार्य किए।
- एलटीएफ की प्रतिबद्धता संस्थान एवं अन्य प्रयोक्ताओं को अबाधित निम्नतापीय सहायता सेवाएं उपलब्ध कराने की है।

(के.व्ही. श्रीनिवासन)

संस्थान के भविष्य की एवं जारी परियोजनाएं

टीआईएफआर प्रणाली में व्यक्तिगत परियोजना प्रभारियों द्वारा अपनी रुचि के क्षेत्रों में कार्य किया जाना एवं अपने अनुसंधान निष्कष को प्रमुख पीयर-रिव्यूड राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय जर्नलों में प्रकाशित किया जाना जारी रखा जाएगा। औसतन टीआईएफआर एवं इसके केंद्रों द्वारा लगभग 1000 अनुसंधान पेपरों को प्रति वर्ष ऐसे जर्नलों में प्रकाशित किया जाता है। इसकी आगामी वर्ष में जारी रहने की अपेक्षा है। इसके अलावा टीआईएफआर द्वारा विज्ञान शिक्षा एवं आऊटरीच में अनेक कार्यक्रमों को संचालित किया जाता है। इसके उदाहरणों में विज्ञान ओलंपियाड्स हैं जिनका भी सामान्य रुप में जारी रहना अपेक्षित है।

संस्थान की प्रमुख विज्ञान परियोजनाएं निम्नानुसार हैं:

1. **भारत की अंतर्राष्ट्रीय स्क्वेयर किलोमीटर ऐरे परियोजना में प्रतिभागिता :** एनसीआरए द्वारा अंतर्राष्ट्रीय स्क्वेयर किलोमीटर ऐरे (एसकेए) परियोजना में भारत की प्रतिभागिता में अग्रणी भूमिका निभाया जाना जारी है। इसमें यह शीर्ष संस्था की भूमिका में है व भारत में 20 से अधिक संस्थाओं के क्रियाकलापों में समन्वयन के अतिरिक्त एसकेए आब्जर्वेटरी प्रबंध के साथ इंटरफेस कर रहा है। भारत ने निर्माण चरण क्रियाकलापों में अपनी प्रतिभागिता में बढ़ोत्तरी की। इस दौरान भारत की सभी टीमों ने आब्जर्वेटरी प्रबंध एवं नियंत्रण प्रणाली (ओएमसी) के विकास में योगदान किया – संपूर्ण एसकेए आब्जर्वेटरी का मस्तिष्क एवं नर्व केंद्र – इस दौरान उद्योग जगत के साझीदारों के साथ सहयोग में एनसीआरए ने क्रियाकलाप में समन्वयन किया। भारत ने एसकेए-निम्न दूरदर्शी के लिए स्टेशन-स्तर डिजीटल प्रणालियों में अपने योगदानों में बढ़ोत्तरी की। इस दौरान जीएमआरटी की प्रयोगशालाओं ने डिजीटल प्लेटफॉर्म के अतिरिक्त परीक्षण एवं फीचर में महत्वपूर्ण योगदान किए। उपर्युक्त क्रियाकलापों को जारी रखने के उद्देश्य से एसकेएओ परिषद के साथ अंतरिम सहयोग समझौते को एक और साल के लिए बढ़ाया गया। इस दौरान एसकेए के निर्माण चरण में भारतीय प्रतिभागिता के लिए मुख्य डीपीआर (जिसे भारत सरकार को जमा कराया गया) अपनी अनुमोदन प्रक्रिया के पूर्व-अंतिम चरण में पहुंचा। (संपर्क व्यक्ति: यशवंत गुप्ता)

2. **गुरुत्वीय-तरंग अनुसंधान:**
   टीआईएफआर-मुंबई द्वारा आकाशगंगा सर्वेक्षणों के साथ सिनर्जी में गुरुत्वीय तरंग डाटा के लिए नई तकनीकों के विकास एवं विश्लेषण पाइपलाइन्स में अग्रणी भूमिका का निर्वाह किया जा रहा है। इसका उद्देश्य यूनिवर्स एवं इसके घटकों के क्रमविकास को समझना है। इस समूह द्वारा यूनिवर्स में ब्लैक होल्स के निर्माण, डार्क पदार्थ एवं डार्क ऊर्जा के गुणधम को समझने व गुरुत्वीय तरंगों एवं विद्युत चुंबकीय निरीक्षणों के प्रयोग द्वारा भौतिकी के मूलभूत नियमों के परीक्षण के काय को किया जा रहा है। यह कार्यकारी समूह, अनेक राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय सहयोगों का भाग है। इनमें लीगो-भारत, लीगो, वर्गो, सीएमबी-एस4, लीसा, व कॉस्मिक एक्सप्लोरल शामिल हैं। इस समूह द्वारा नए समन्वित प्रयास का विकास मल्टी-मैसेंजर विज्ञान की दिशा में किया जा रहा है जिसमें सिद्धांत की सीमा में गुरुत्वीय तरंगों व विद्युत चुंबकीय तरंगों, सांख्यिकीय टूल्स एवं डाटा विश्लेषण का प्रयोग किया जा रहा है। (संपर्क व्यक्ति: सुवोदीप मुखर्जी)

3. **सीएमएस (कांपेक्ट म्युऑन सोलेनाइड) सहयोग (सर्न, स्विटजरलैंड)**
   टीआईएफआर के वैज्ञानिकों द्वारा सीएमएस प्रयोग के सभी पहलुओं में प्रतिभागिता की जा रही है। इनमें डाटा संग्रह, निरीक्षण, विश्लेषण, संसूचक हार्डवेयर निर्माण, व ग्रिड कंप्युटिंग शामिल हैं। सीएमएस प्रयोग का बड़े पैमाने पर उन्नयन किया जा रहा है। इसका उद्देश्य वर्ष 2026 के लिए इसे तैयार करना है जब एलएचसी की ल्युमिनोसिटी, डिजायन वैल्यू से लगभग 10 प्रतिशत उच्च होंगी। टीआईएफआर के सीएमएस समूह की संलग्नता सीएमएस प्रयोग के उन्नयन के लिए हार्डवेयर अनुसंधान एवं विकास में दो रुपों में है। एक मामले में लेवल 1 या प्रमुख ट्रिगर (ऐसी प्रणाली जो शीघ्र ऑनलाइन जांच द्वारा वास्तविक समय में इवंट्स को चुनती

है) का प्रतिस्थापन कस्टम-निर्मित इलेक्ट्रॉनिक्स हार्डवेयर द्वारा किया जाएगा जो क्षेत्र प्रोग्रामेबिल गेट ऐरेज (FPGAs) जैसी नवीनतम प्रौद्योगिकियों पर आधारित है। टीआईएफआर का समूह, भारतीय उद्योग में इलेक्ट्रॉनिक्स के कुछ भागों के निर्माण के लिए उत्तरदायी है। टीआईएफआर द्वारा ट्रिगर अल्गोरिथ्म्स के विकास में भी प्रतिभागिता की जा रही है जिसका निष्पादन इन FPGAs पर किया जाएगा। इसका उद्देश्य सर्वाधिक दिलचस्प इवंट्स को चुनना होगा। यह प्रमुख दायित्व है जिसका अनुसरण पहली बार देश में किया जा रहा है। (संपर्क व्यक्ति: कजरी मजूमदार, गोबिंदा मजूमदार, मनोरंजन गुचैत)

4. **भारत की अंतर्राष्ट्रीय पल्सर टाइमिंग ऐरे (आईपीटीए) में प्रतिभागिता:**

पल्सर टाइमिंग ऐरे (पीटीए) प्रयोग में पल्सरों के एनसेम्बल का प्रयोग किया जाता है। इसका उद्देश्य नैनोएचजैड गुरुत्वीय तरंगों (जीडब्ल्युएस) का संसूचन स्टोकेआस्टिक पृष्ठभूमि या पृथक इंडिविजुअल अतिभारी ब्लैक होल बाइनरीज से करना है। जहां इनपीटीए प्रयोग के लिए यह प्रमुख लक्ष्य है जिसमें अंतत: उपयुक्त दीर्घ काल बेसलाइन का प्रयोग साइमलटेनस बहु-आवृत्ति निरीक्षणों के साथ किया जाता है (300 एमएचजैड से 1.4 जीएचजैड रेंज), वहीं इनपीटीए, इपोक्स के साथ इंटरस्टैलर माध्यम में डिसपर्शन मेशर (डीएम) एवं अन्य प्रोपेगेशन प्रभावों के वैरिएशंस के अभिलक्षणन के लिए सर्वाधिक उपयुक्त है। इन प्रोपेगेशन प्रभावों के अभिलक्षणन द्वारा (जो कि पीटीए प्रयोगों के लिए अनिवार्य है) इनपीटीए ने पहले ही डीएम मापनों का प्रदर्शन किया है जो कि पांचवें डेसिमल स्थान व उप-माइक्रोसेकेण्ड टाइम्स-ऑफ-अराइवल अनिश्चितताओं एवं पोस्ट-फिट रेसिड्युअल्स तक प्रिसाइज हैं (अर्थात निम्न आवृत्तियों पर उच्च-प्रिसिजन टाइमिंग की संभाव्यता)। (संपर्क व्यक्ति: यशवंत गुप्ता, भाल चंद्रा जोशी, ए. गोपाकुमार, योगेश मान)।

5. **जीएमआरटी पर रेडियो आवृत्ति इंटरफेरेंस के साथ डीलिंग**

इस परियोजना का उद्देश्य जीएमआरटी में रेडियो आवृत्ति इंटरफेरेंस सिग्नलों (आरएफआई) की निगरानी करना है। अनेक स्वतंत्र एवं दिलचस्प क्रियाविधियों का वर्तमान में अनुसरण इस लक्ष्य के लिए किया जा रहा है। इसके उदाहरणों में टैरेस्ट्रियल आरएफआई के सर्वाधिक महत्वपूर्ण स्रोतों को लोकेट करने के लिए इंटरफेरोमैट्रिक डाटा के प्रयोग का अन्वेषण करना; इस क्षेत्र में आ रहीं संभावित औद्योगिक संरचनाओं की पहचान के लिए जीएमआरटी क्षेत्र की उपग्रह इमेज की भिन्न इमेजिंग का अन्वेषण करना; उच्च समय विभेदन जीएमआरटी डाटा में आरएफआई की वास्तविक समय पहचान के लिए एआई/एमएम तकनीकों के प्रयोग का अन्वेषण; एवं उपग्रहों के नवीनतम डाटाबेस का विकास एवं अनुरक्षण करना जिसका उद्देश्य जीएमआरटी बैंड्स में आरएफआई को जन्म देना है, आदि शामिल हैं। (संपर्क व्यक्ति: दिव्या ओबेराय, यशवंत गुप्ता, श्रीहर्ष तेंदुलकर)

6. **ऊटी रेडियो दूरदर्शी (ओआरटी) में विकास कार्य**

इस वर्ष परीक्षण व डिबगिंग द्वारा ओआरटी की संपूर्ण रिसीवर चेन को प्रारंभ किया गया (व महत्वपूर्ण प्रगति की गई)। इसका उद्देश्य सेंस्टिविटी एवं रिलाएबिलिटी के संबंध में ओआरटी की पूर्ण क्षमताओं को पुनर्स्थापित करना था। ऊटी वाइड फील्ड ऐरे (ओडब्ल्युएफए) के भावी विकास का किया जाएगा। इसमें आरएफ डिजीटाइजेशन (40 एमएचजैड) शामिल है जिसकी आवश्यकता बीएओ विज्ञान के लिए है। ओडब्ल्युएफए का प्रयोग ट्रांजिएंट विज्ञान के लिए भी किया जाएगा। यांत्रिकीय एवं सिविल संरचनाओं के उन्नयन से संबंधित आगे के क्रियाकलापों को भी इस अवधि के दौरान किया गया। इनमें पूरी 530 मीटर लंबी दूरदर्शी संरचना की रिपेंटिंग के लिए योजनाएं शामिल हैं। (संपर्क व्यक्ति: यशवंत गुप्ता)

7. **भूमि-स्थित निकट अवरक्त खगोलविज्ञान**

टीआईएफआर ने तीन अत्याधुनिक निकट-अवरक्त (एनआईआर) स्पेक्ट्रोग्राफों व इमेजरों का विकास किया है : टीआईआरसीएएम2 (3.6 मीटर देवस्थल प्रकाशिक दूरदर्शी (डीओटी), नैनीताल के साइड पोर्ट पर माउंटिड), टीआईआरएसपीईसी (लद्दाख के हानले में 2 मीटर हिमालयन चंद्रा दूरदर्शी के साइड पोर्ट पर माउंटिड) एवं

टैनस्पैक (डीओटी पर माउंटिड)। इसका उद्देश्य एनआईआर बैंड (1 से 3.7 माइक्रोन) में खगोलविज्ञान अनुसंधान करना है। इन यंत्रों का व्यापक रुप से उपयोग एनआईआर खगोलीय इमेजिंग व स्पेक्ट्रोस्कोपी के लिए किया जा रहा है। इन तीन यंत्रों का उपयोग करके अनेक विज्ञान एवं यंत्रीकरण पेपरों को विभिन्न पीयर-रिव्यूड रेफर्ड जर्नलों में पिछले वर्ष के दौरान प्रकाशित किया गया है। टीआईएफआर की योजना वर्ष 2023 के दौरान टीआईआरएसपीईसी यंत्र का उन्नयन करके इसे तीव्र रीडआउट विज्ञान ग्रेड ऐरे हवाई-1आरजी (एचआईआरजी) तक ले जाने की है। संबंधित अनुसंधान समूह ने तीव्र उप-ऐरे मोड को कार्यान्वित किया व टीआईआरसीएएम2 यंत्र के प्रयोग में शीर्ष भूमिका, अत्यंत तीव्र फोटोमेट्री के लिए निभाई। इसका उद्देश्य लूनर आक्युलेशंस को रिकार्ड करना था। (संपर्क व्यक्ति: देवेंद्र के. ओझा)

8. **गुब्बारों का प्रयोग करके दूरस्थ-अवरक्त खगोलविज्ञान**

गुब्बारा-वाहित दूरस्थ अवरक्त (एफआईआर) खगोलविज्ञान, टीआईएफआर-जापान सहयोग परियोजना का भाग है। इसमें जापानी (आईएसएएस-जेएएक्सए व नागोया विश्वविद्यालय, जापान) फैब्री पैरट स्पेक्ट्रोमीटर (एफपीएस) का प्रयोग टीआईएफआर-निर्मित 100 सेमी. अर्पेचर गुब्बारा-वाहित दूरदर्शी (टी100) में किया जाता है। टी100+एफपीएस को पहली बार 1999 में लांच किया गया व सबसे बाद में इसे 18 फरवरी, 2023 को लांच किया गया। इसने 158 माइक्रोन्स पर (सी।।) लाइन में विशाल क्षेत्र एवं अनेक गैलेक्सीय तारा-निर्माणकारी क्षेत्रों की मैपिंग की। इस समूह द्वारा वर्तमान एफपीएस का उन्नयन नए एफपीएस में किया जा रहा है। इससे उच्चतर स्पेटिअल ($\leq$ 40 arcsec) व स्पेक्ट्रल विभेदन (R ~10,000) उपलब्ध होगा। इसके बाद इससे गैलेक्सीय तारा-निर्माणकारी क्षेत्रों में फिलामेंट्स की गैस ज्यामिति एवं गतिकी का परीक्षण अद्वितीय विस्तार में किया जा सकेगा। उन्नत टी100+एफपीएस की प्रथम उड़ान की योजना निकट भविष्य में है। (संपर्क व्यक्ति: देवेंद्र के. ओझा)

9. **सक्रिय, इंटैलिजेंट एजेंटों, विज्ञान + सूत्रपात का सामूहिक व्यवहार:**

विज्ञान + एक्स सूत्रपात को टीआईएफआर में 2021 के आरंभ में प्रारंभ किया गया था। इसका उद्देश्य टीआईएफआर में मूल अनुसंधान दक्षता को भारत की सामाजिक एवं महत्वपूर्ण समस्याओं के हल हेतु प्रयोग किया जाना था। इस सूत्रपात की प्रथम परियोजना का संबंध सूचना प्रोसेसिंग-आधारित कार्यनीति के विकास से संबंधित है। यह सीमित संप्रेषण व ऑन-बोर्ड प्रोसेसिंग क्षमताओं युक्त बड़ी संख्या में सक्रिय, बुद्धिमान एजेंटों के सामूहिक व्यवहार के नियंत्रण के लिए है। इस कार्यनीति का प्रयोग अनेक स्थितियों में किया जा सकेगा। इनमें जैविक स्वार्म्स एवं फ्लॉक्स से ड्रोन स्वार्म्स शामिल हैं। इस परियोजना को प्रभावी रुप में मार्च, 2021 में प्रारंभ किया गया। ऐसे स्वार्म्स के लिए तीव्र फ्लॉकिंग व डिसपर्सल कार्यनीतियों से संबंधित अनेक दिलचस्प निष्कष को तैयार किया गया है। (संपर्क व्यक्ति: अमिताव भट्टाचार्य, शंकर घोष, विक्रम त्रिपाठी)

10. **रोहिणी नीलकणी मस्तिष्क एवं मन केंद्र**

रोहिणी नीलकणी मस्तिष्क एवं मन केंद्र को प्रारंभ किया गया। यह केंद्र, राष्ट्रीय मानसिक स्वास्थ्य एवं तंत्रिकाविज्ञान संस्थान (एनआईएमएचएएनएस) के मध्य सहयोग है। इस केंद्र में मानसिक बीमारियों के लिए कारणों का अनुसंधान किया जाएगा व उपचारों का अन्वेषण किया जाएगा। (राष्ट्रीय जैविक विज्ञान केंद्र, बैंगलुरु)

11. **एपिटैक्सिअल थिन फिल्म विकास एवं निम्न-तापमान चुंबकीयट्रांसपोर्ट सुविधा :**

पिछले दो वष के दौरान टीआईएफआर के अनुसंधान समूह ने अंत:धात्विक प्रणालियों व ।।।-V अर्धचालकों की एपिटैक्सिअल थिन फिल्म विकास के लिए सुविधाओं का विकास किया है। यह आण्विक-बीम एपिटैक्सी व मैग्नेट्रॉन स्पटरिंग द्वारा किया गया है। इसके अलावा उन्होंने निम्न-तापमान चुंबकीय ट्रांसपोर्ट मापनों के निष्पादन हेतु सुविधाओं को भी विकसित किया है। इनके द्वारा 1.6 के बेस तापमान एवं अधिकतम 14 टेसला चुंबकीय क्षेत्रों तक पहुंचा जा सकता है। (संपर्क व्यक्ति: सौविक चटर्जी)

12. **एआरयूएमडीए (प्रगत मेटाबोलिज्म, विकास एवं एजिंग अनुसंधान इकाई):**
एआरयूएमडीए की स्थापना, देश में मेटाबोलिक रोगों व त्वरित एजिंग को दूर करने के लिए मूल जैववैज्ञानिकों, क्लिनिशियंस एवं जन स्वास्थ्य विशेषज्ञों को एक साथ लाने के लिए की गई है। टीआईएफआर ने विभिन्न प्रक्षेत्रों में अनेक राष्ट्रीय अभियानों का नेतृत्व किया है व अब इसने केंद्र के रुप में स्थापित करने के लिए ठोस कदम उठाए हैं (https://www.tifr.res.in/~arumda/)। (क) राष्ट्रीय पोषण एवं मेटाबोलिज्म अनुसंधान सुविधा, (ख) स्थिर आइसोटोप-आधारित पद्धतियों, (ग) मानव मेटाबोलिक चैंबर्स, व (घ) इनोवेटिव शैक्षणिक/प्रशिक्षण कार्यक्रमों की स्थापना करके क्षमता निर्माण/वृद्धि के अलावा एआरयूएमडीए ने देश में नेटवर्क के निर्माण का महत्वपूर्ण कार्य किया है। यह गहन स्वदेशी अनुसंधान अनुसंधान के अतिरिक्त है जिसमें प्रि-क्लिनिकल एवं क्लिनिकल कोहोर्ट्ज का प्रयोग किया जाता है जिसमें अग्रणी एवं रिवर्स ट्रांसलेशनल क्रियाविधियों पर कार्य किया जाता है। एआरयूएमडीए ने अनेक प्रि-क्लिनिकल एवं क्लिनिकल अध्ययन काय का सूत्रपात किया है। इनका उद्देश्य कुपोषण को दूर करना व बीएमआई, बॉडी कंपोजिशन एवं ऊर्जा होमियोस्टेसिस के मध्य अंतर को कम करने के लिए अत्याधुनिक क्रियाविधियों का प्रयोग करना है। इनके अंतर्गत पूर्व-गर्भकाल एवं गर्भकाल व बच्चों में पोस्ट-नैटल विकास के साथ संबंधित कुपोषण आता है। (संपर्क व्यक्ति: उल्लास कोल्थुर व महेंद्र सोनावणे)

13. **उच्च-तीव्रता प्रकाश-पदार्थ अन्योन्यक्रिया**
अत्यंत उच्च तीव्र, फेम्टोसेकेण्ड टेबल-टॉप टेरावाट लेजर्स द्वारा उच्च सघनता के साथ युग्मित पदार्थ-उच्च सघनता की तीव्र अवस्थाओं का निर्माण किया जा सकता है। टीआईएफआर के अग्रणी प्रयासों में हॉट, सघन पदार्थ की एक साथ फेम्टोसेकेण्ड टेंपोरल व माइक्रोन स्पेटियल मैपिंग शामिल है जिसका निर्माण ठोस पर किया जाता है। इससे अनुरुपताओं की स्थापना ऊष्म पदार्थ में बृहत् चुंबकीय क्षेत्र क्रमविकास के मध्य खगोलभौतिकीय परिदृश्यों, ब्लास्ट तरंगों के प्रसार व विकासशील टेबल-टॉप कठोर एक्स-रे एवं ठोसों व जैविक पदार्थ में इमेजिंग के लिए उच्च ऊर्जा इलेक्ट्रॉन स्रोतों के साथ होती है। आगामी पेटावाट लेजर सुविधा से इन अध्ययन काय का स्थान उच्चतर प्लेन में होगा, कण त्वरण एवं क्वांटम विद्युतगतिकी का अध्ययन किया जा सकेगा एवं चमकीले विकिरण स्रोतों की खोज हो सकेगी। इस सुविधा के लिए अवसंरचना का निर्माण हैदराबाद कैंपस में किया जा रहा है व लेजर प्रणाली को प्राप्त करने की प्रक्रिया को प्रारंभ किया गया है। (संपर्क व्यक्ति: जी. रविंद्र कुमार व एम. कृष्णामूर्ति)

14. **ग्रेप्स-3 कॉस्मिक किरण अनुसंधान कार्यक्रम**
तमिलनाडू के ऊटी में स्थित ग्रेप्स-3 प्रयोग, देश में अग्रणी कॉस्मिक किरण अनुसंधान सुविधा है। इसे टीआईएफआर (डीएई) द्वारा प्रचालित किया जाता है। इसमें भारत एवं जापान की 20 संस्थाएं संलग्न हैं। इसका उद्देश्य गैलेक्सीय कॉस्मिक किरणों, सौर एवं अंतरिक्ष मौसम फेनोमेना, व वायुमंडलीय विज्ञान के मूल का परीक्षण करना है। इसमें विश्व की सबसे बड़ी म्युऑन दूरदर्शी स्थित है जिसका निर्माण देशी संसूचकों व इलेक्ट्रॉनिक्स के साथ 400 सिंटिलेटर संसूचक ऐरे के प्रयोग द्वारा किया गया है। अतिरिक्त समान म्युऑन दूरदर्शी का निर्माण इसकी विज्ञान क्षमताओं में वृद्धि करने के लिए किया जा रहा है। वर्तमान में इसका लगभग 80 प्रतिशत कार्य पूर्ण हो चुका है एवं 16 मॉड्यूल्स में से एक प्रचालित किया जा चुका है। (संपर्क व्यक्ति: प्रवता के. मोहंती)

15. **टीआईएफआर मुंबई में पैलेट्रॉन लाइनेक सुविधा**
बीएआरसी-टीआईएफआर पैलेट्रॉन लाइनेक सुविधा, भारी ऑयन-स्थित अनुसंधान के लिए प्रमुख राष्ट्रीय केंद्र बना हुआ है। यहां डीएई परिवार एवं अन्य राष्ट्रीय संस्थाओं/विश्वविद्यालयों के वैज्ञानिकों द्वारा अनुसंधान कार्यक्रमों का अनुसरण विविध क्षेत्रों में किया जाता है। इन क्षेत्रों में नाभिकीय भौतिकी, परमाणु भौतिकी, संघनित पदार्थ भौतिकी एवं विभिन्न एप्लिकेशंस हैं। उपलब्ध बीमों के कार्यक्षेत्र में वृद्धि करने के लिए निम्न बीटा एनबी कैविटी के विकास का प्रारंभ लाइनेक एंट्रेंस मॉड्यूल के लिए किया गया है। दुर्बल बद्ध ^{9}Be बीम के

साथ नाभिकीय अभिक्रियाओं के अध्ययन के लिए समर्पित अभियान को सफलतापूर्वक पूर्ण किया गया। जारी कार्यक्रमों में राइस सीड म्युटेशन पर विकिरण के प्रभाव एवं अंतरिक्ष यंत्रों का अध्ययन भी शामिल है। (संपर्क व्यक्ति: वंदना नानल)

16. **बैले सहयोग (केईके, जापान)**

टीआईएफआर में बैले समूह, उच्च रुप से प्रोडक्टिव व विजिबिल, जापान में बैले (।।) सहयोग में रहा है। 450-दृढ़ अंतर्राष्ट्रीय बैले सहयोग के लिए भौतिकी समन्वयक के रुप में टीआईएफआर ने अप्रैलह, 2018 से अपने भौतिकी कार्यक्रम में अग्रणी भूमिका निभाना जारी रखा है। बैले-।। प्रयोग के सिलिकॉन वर्टेक्स संसूचक (एसव्हीडी) में अपने अग्रणी योगदानों को जारी रखते हुए समूह के सदस्यों की गहन संलग्नता इस उपसंसूचक के प्रचालन, अनुरक्षण व सॉफ्टवेयर निष्पादन में रही है। इन सदस्यों का उत्तरदायित्व, इस उपसंसूचक के विशिष्ट ऊर्जा-हानि कैलिब्रेशन के लिए भी थी जिसका उद्देश्य निम्न-मूमेंटम आवेशित कणों की पहचान को सुलभ करना था। इसके आगे उन्होंने बैले ।। संसूचक द्वारा रिकार्डिड डाटा की भौतिकी हार्वेस्टिंग में प्रतिभागिता की जिसका परिणाम तीन सार्वजनिक प्रलेखों में सामने आया। (संपर्क व्यक्ति: गगन मोहंती)

17. **एंटीप्रोटोन व ऑयन अनुसंधान (फेयर) सहयोग के लिए सुविधा**

डर्मस्टैड्ट में अंतर्राष्ट्रीय एंटीप्रोटोन व ऑयन अनुसंधान (फेयर) ने नाभिकीय संरचना, खगोलभौतिकी व अभिक्रिया (एनयूएसटीएआर) सहयोग का गठन फेयर में किया है। इसका उद्देश्य एक्जोटिक आइसोटोप्स के गुणधम व यूनिवर्स के क्रमविकास पर उनके प्रभाव का अध्ययन करना है। फेयर में क्षय स्पेक्ट्रोस्कोपी (डीईएसपीईसी) प्रयोग के प्रमुख यंत्रों में एक डीईएसपीईसी जर्मेनियम ऐरे स्पेक्ट्रोमीटर (डीईजीएएस) है। यह एक्जोटिक नाभिकीय स्पेशीज से विद्युतचुंबकीय क्षयों के उच्च-विभेदन स्पेक्ट्रोस्कोपी के लिए उच्च-शुद्धता जर्मेनियम गामा-संसूचक ऐरे है। डीईजीएएस स्पेक्ट्रोमीटर के क्रॉयोस्टेट के यांत्रिकीय घटकों का निर्माण टीआईएफआर में किया गया है। इसमें उच्च-प्रिसिजन इंजीनियरिंग निर्माण व निर्मित घटकों का गुणवत्ता नियंत्रण शामिल था। भौतिकी के सिमुलेशंस को स्पेक्ट्रोमीटर के रिस्पांस को समझने के लिए किया गया है। इसके अलावा स्थिति विभेदन व गामा-किरण अन्योन्यक्रिया की गहनता का अध्ययन प्लानर सैगमेंटिड एचपीजीई संसूचकों में एक के लिए किया गया है। इसे भविष्य के डीईएसपीईसी प्रयोगों में लागू किया जाएगा। (संपर्क व्यक्ति: आर. पालित)

18. **रिंग रेसोनेटर पर आधारित नवीन युग्मक का प्रयोग करके उच्च संबंधित क्युबिट नेटवर्क्स**

टीआईएफआर के समूह ने नवीन बस कैविटी आर्किटेक्चर को प्रस्तुत कर उसका प्रदर्शन किया है। इसमें समूह ने निरंतर रिंग के रुप में रेसोनेटर को बनाया है व वितरित क्युबिट्स को इसके सर्कमफेरेंस के साथ रखा है। उन्होंने 12-क्युबिट प्रणाली का विश्लेषण किया है जहां क्युबिट्स को रिंग रेसोनेटर के साथ 30 डिग्री पर रखा जाता है। उन्होंने दिखाया है कि प्रत्येक क्युबिट का युग्मन 9 अन्य क्युबिट्स के साथ होता है व जिनमें से सिर्फ दो, युग्मन सामर्थ्य की दो क्षणिक भिन्न वैल्यूज के साथ होती हैं। उन्होंने इन पूर्वानुमानों का प्रदर्शन सावधानीपूर्वक डिजायन किए गए 4-क्युबिट प्रयोग में किया है व इन्हें सिद्धांत के काफी अनुरुप पाया है। वर्तमान में वे अनेक रिंग्स पर कार्य करने के अतिरिक्त ट्युनेबिल युग्मकों को प्रस्तुत कर रहे हैं व ऑप्टिमल नियंत्रण तकनीकों का प्रयोग लघु-पैमाने की उच्च रुप से संबंधित क्वांटम प्रोसेसर्स के निष्पादन में वृद्धि करने के लिए कर रहे हैं। (संपर्क व्यक्ति: आर. विजयराघवन)

19. **क्लाउड एक्सेस के साथ भारत का प्रथम 7-क्युबिट अतिचालन क्वांटम कंप्युटर**

टीआईएफआर के समूह द्वारा प्रौद्योगिकी प्रदर्शन पर कार्य किया जा रहा है। इसका उद्देश्य अतिचालन क्युबिट प्रौद्योगिकी के प्रयोग द्वारा भारत के प्रथम 7-क्युबिट कंप्युटर का विकास करना है। हार्डवेयर विकास को डीआरडीओ युवा वैज्ञानिक क्वांटम टैक्नोलॉजीस प्रयोगशाला (डीवाईएसएल-क्युटी) के साथ सहयोग में किया जा रहा है। इसके साथ ही क्लाउड द्वारा इस क्वांटम प्रोसेसर की सुलभता के लिए सॉफ्टेवयर प्लेटफॉर्म का

विकास टाटा कंसल्टेंसी सेवाओं (टीसीएस) के साथ किया जा रहा है। क्वांटम प्रोसेसर चिप, नवीन डिजायन पर आधारित है। इसे टीआईएफआर में विकसित किया गया है व इसका निर्माण एवं असेंबलिंग का कार्य टीआईएफआर में किया जाएगा। लांच होने के बाद इससे किसी भी प्रयोक्ता को 7-क्युबिट क्वांटम कंप्युटर को एक्सेस करने एवं प्रोग्राम करने में सुलभता होगी। (संपर्क व्यक्ति: आर. विजयराघवन)

20. **आईएनओ-आईसीएएल सहयोग के लिए भौतिकी विश्लेषण समन्वयन**

प्रस्तावित भारत-स्थित न्युट्रिनो आब्वर्जेटरी (आईएनओ) में चुंबकीय आयरन कैलोरीमीटर संसूचक की परिकल्पना 40 केटी विद्युत चुंबक के रुप में की जाती है। यह बहु-जीईव्ही ऊर्जाओं के वायुमंडलीय म्युऑन न्युट्रिनोस के प्रति संवेदनशील रहेगा। इसका मुख्य उद्देश्य न्युट्रिनो द्रव्यमान क्रमण का निर्धारण करना है। हालांकि यह न्युट्रिनो के कहीं अधिक गुणधम का भी अन्वेषण कर सकता है। इसमें कण भौतिकी के मानक मॉडल के परे गुणधर्म शामिल हैं। डार्क पदार्थ एवं चुंबकीय मोनोपोल्स जैसी नई भौतिकी के लिए खोजों को आईसीएएल के प्रयोग द्वारा किया जा सकता है व पृथ्वी की आंतरिक संरचना की जांच भी इसके द्वारा की जा सकती है। जहां संसूचक का अभी निर्माण शेष है व साइट का भी चयन नहीं हुआ है, वहीं समन्वित प्रयास, इन अन्वेषणों के लिए आईएनओ-आईसीएएल की भौतिकी क्षमता को क्वांटिफाई करने के लिए जारी हैं। सिमुलेशंस एवं अल्गोरिथ्म्स के रोबस्ट समूह को न्युट्रिनो भौतिकशास्त्रियों ने अनेक भारतीय संस्थाओं में विकसित किया है। इन सभी समूहों के मध्य क्रियाकलापों व उनकी भौतिकी विश्लेषणों को प्रोफेसर अमोल दिघे (टीआईएफआर, मुंबई) व प्रोफेसर श्रुवावती गोस्वामी (पीआरएल, अहमदाबाद) द्वारा समन्वित किया जाता है। (संपर्क व्यक्ति: अमोल दिघे)

21. **विज्ञान विदुषी, छात्राओं के लिए तीन-सप्ताह का कार्यक्रम:**

विज्ञान विदुषी, छात्राओं के लिए तीन-सप्ताह का कार्यक्रम है। इसे भौतिकी में उनके एम.एससी. प्रथम वर्ष के अंत में चलाया जाता है। इसका उद्देश्य प्रगत भौतिकी व अनुसंधान अवसरों से उन्हें परिचित कराना है। इस कार्यक्रम में छात्राओं को सफल महिला वैज्ञानिकों द्वारा शिक्षित, प्रेरित व मार्गदर्शित किया जाता है। इसके साथ ही उन्हें जीविका के विकल्प के रुप में भौतिकी में अनुसंधान करने हेतु प्रोत्साहित किया जाता है। वर्ष 2022 में 41 छात्राओं ने कार्यक्रम में दो भागों में प्रतिभागिता की : (जुलाई-अगस्त), प्रत्येक 11-12 दिवसीय। इस कार्यक्रम में गहन प्रयोगशाला-आधारित पाठ्यक्रम, विद्वान महिला वैज्ञानिकों द्वारा विशेष व्याख्यान, भौतिकी शिक्षा अनुसंधान एवं कैरियर परामर्श पर सत्र सत्र शामिल होते हैं। छात्राओं द्वारा टीआईएफआर में प्रगत सुविधाओं की यात्रा भी की जाती है व टीआईएफआर, एचबीसीएसई एवं अन्यत्र स्थानों के मार्गदर्शकों के साथ चर्चा की जाती है। (संपर्क व्यक्ति: अनवेष मजूमदार, वंदना नानल, अमोल दिघे)

22. **विज्ञान प्रतिभा:**

एचबीसीएसई-टीआईएफआर की विज्ञान प्रतिभा टीम ने महाराष्ट्र एवं गुजरात में 33 स्कूल यात्राओं को संचालित किया है। इसका उद्देश्य मुख्यत: 15 ज्ञानार्जन यूनिटों के कार्यान्वयन का निरीक्षण करना एवं उन्नयन के लिए संभावनाओं की चर्चा करना था। 3-6 नवंबर, 2022 के दौरान संसाधन उत्पत्ति शिविर का आयोजन कक्षा 9 की ज्ञानार्जन इकाइयों की समीक्षा के लिए किया गया। इस दौरान एचबीसीएसई, साझीदार संस्थाओं, टीआईएफआर के विभिन्न केंद्रों व आईआईएससी, आईआईटीज, एवं आइसर जैसी विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी संस्थाओं के 40 से अधिक शिक्षाविदों ने विचार-विमर्श में भाग लिया। मराठी, हिंदी, तमिल, गुजराती, एवं पंजाबी में कक्षा 8 की कुछ ज्ञानार्जन इकाइयों के अनुवाद का कार्य जारी है। वेबसाइट को अधिक संसाधनों व विषयवस्तु के साथ अद्यतन किया गया है। विशेष ज्ञानार्जन इकाई सत्र (वोल्यूम के मापन पर) को मुंबई के सैंट जेवियर शिक्षा संस्थान के छात्रों एवं रवांडा विश्वविद्यालय (शिक्षा महाविद्यालय) की टीम के लिए 22 सितंबर, 2022 को आयोजित किया गया। (संपर्क व्यक्ति: अंकुश गुप्ता, दीपा चारी)

23. **राष्ट्रीय पूर्वस्नातक अध्ययन सूत्रपात (एनआईयूएस):**

एनआईयूएस द्वारा भौतिकी, रसायनशास्त्र, जैवविज्ञान एवं खगोलविज्ञान में शिविरों का आयोजन किया जाता है (इस वर्ष से)। इन शिविरों में छात्रों द्वारा व्याख्यानों व प्रैक्टिकल सत्रों में भाग लिया जाता है। इस शिविर में भौतिकी में सैद्धांतिक एवं प्रयोगात्मक भौतिकी, भौतिकी शिक्षा अनुसंधान में विभिन्न विषयों पर व्याख्यान एवं लघु पाठ्यक्रम एवं प्रयोगात्मक समस्या-समाधान क्रियाविधि पर विस्तृत प्रयोगशाला पाठ्यक्रम था। रसायनशास्त्र में अनुसंधान पेपरों के पठन, पीओजीआईएल क्रियाविधि द्वारा ज्ञानार्जन व रसायनशास्त्र में विभिन्न विषयों पर जिज्ञासा के साथ प्रयोगात्मक सत्रों पर जोर दिया गया। खगोलविज्ञान में छात्रों ने पोजिशनल खगोलविज्ञान, सौर खगोलविज्ञान, प्रकाशिक खगोलविज्ञान व एक्स-रे खगोलविज्ञान के विषय में ज्ञानार्जन एचबीसीएसई में किया। इसके साथ ही छात्रों ने एनसीआरए-टीआईएफआर व जीएमआरटी की यात्रा की। एनआईयूएस कार्यक्रम इस वर्ष जारी रहेगा। (संपर्क व्यक्ति: सविता लडागे)

सारांश

वार्षिक प्रतिवेदन 2022-23

टीआईएफआर ने वर्ष 2022-23 में विज्ञान के भिन्न क्षेत्रों में महत्वपूर्ण योगदान किए। इस प्रतिवेदन द्वारा इस अवधि के दौरान टीआईएफआर एवं इसके केंद्रों के अनुसंधान क्रियाकलापों एवं उपलब्धियों को प्रस्तुत किया जाता है।

गणित स्कूल:
अनेक प्रश्नों एवं समस्याओं पर काय को किया गया। इनमें ज्यामितीय समूह सिद्धांत, संभाव्यता सिद्धांत, जटिल विश्लेषण, कंफर्मल गतिकी व परावर्तन समूह, ज्यामिति एवं टोपोलॉजी, लाई समूह, अंकगणितीय समूह व बीज गणितीय ज्यामितीय शामिल हैं। एक नए इंवैरिएंट को बीजगणितीय प्रकारों की कनेक्टिडनैस के अध्ययन के लिए परिभाषित किया गया। इस इंवैरिएंट को सामान्य रिंगों के लिए परिभाषित किया गया एवं इसका प्रयोग अनेक संबंधित भागों के अध्ययन के लिए किया गया जिसमें वैराइटी का विच्छेदन होता है। इसके उदाहरण में हाइपरबोला शामिल है। इस इंवैरिएंट का प्रयोग वास्तविक अफाइन प्रकारों पर प्रोजेक्टिव मॉड्यूल्स के अध्ययन के लिए किया गया। बीजगणितीय रुप से इस इंवैरिएंट का प्रयोग करके सिद्ध किया गया यदि हम सर्कल से दो प्वाइंट्स को हटाते हैं, तो हम डिसकनेक्टिड आब्जेक्ट को प्राप्त करते हैं। अनुसंधानकर्ताओं ने प्रथम पैसेज पर्कोलेशन (एफपीपी) का भी अध्ययन गोमोव-हाइपरबोलिक समूह जी में पैटरसन-सुलिवन माप के साथ सज्जित सीमा के साथ किया। सीमा पर प्रत्येक बिंदु के लिए अनुसंधानकर्ताओं ने बिंदु की ओर निर्देशित किंन्ही दो जियोडेसिक किरणों के लगभग निश्चित एकीकरण को दिखाया।

टीआईएफआर अनुप्रयोज्य गणित केंद्र, बैंगलुरु:
समुद्र में प्रवाहों का निर्माण तरंगों के विस्तृत स्पेक्ट्रम से होता है। इन तरंगों द्वारा ऊर्जा का स्थानांतरण स्पेटियो-टेंपोरल स्केल्स के अनेक डिकेड्स में किया जाता है। इस सामान्य जानकारी के बावजूद प्रक्षुब्ध प्रवाह में तरंगों के ऊर्जा स्थानांतरण में सहायक विस्तृत भौतिकीय प्रक्रियाओं को अभी तक समझा नहीं गया है। सीमित गणितीय मॉडलों का प्रयोग करके तरंग ऊर्जा स्थानांतरण पथमाग का अन्वेषण कर रहे कार्य का अनुसरण किया जा रहा है। इन अध्ययन काय के परिणामों से तरंग प्रक्षुब्ध स्थानांतरणों की हमारी जानकारी में उन्नयन होगा व बड़े-पैमाने के समुद्री मॉडलों में पैरामीटरीकरणों के विकास में सहायता मिलेगी। अन्य अध्ययन में विधिवत् रुप से निर्धारित अभिविन्यास में बिंदु स्रोतों के साथ तीन स्पेस आयामों में तरंग प्रचालक के स्पेस एवं समय-आश्रित निम्न-क्रम क्षोभों के निर्धारण के लिए स्थिरता परिणामों का परीक्षण किया गया व लिप्सचिट्ज-प्रकार के स्थिरता परिणामों को प्राप्त किया गया।

प्रौद्योगिकी एवं संगणक विज्ञान स्कूल:
अनुसंधान कार्य, संगणक विज्ञान एवं प्रणाली विज्ञान के क्षेत्रों में किया गया। शोरहीन लिंक्स के बहु-सुलभता नेटवर्क पर दो-प्रयोक्ता बहु-सुलभता चैनल (एमएसी) के सिमुलेटिंग की समस्या का अध्ययन किया गया। स्थापित किया गया कि एंकोडर-शेयर्ड रैंडमनैस की उपस्थिति से संप्रेषण दर आवश्यकताओं को कड़ाई के साथ सुधारा जा सकता है। रिसीवर-साइड सूचना के साथ क्वांटम यंत्रों के मापन संपीड्न के लिए नए वन-शॉट अचीवेबिलिटी परिणामों को प्राप्त किया गया। इससे असिंप्टोटिक स्वतंत्र व आइडेंटिकली वितरित अभिविन्यास में समान समस्या के लिए मानक परिणामों को प्राप्त किया गया। अन्य कार्य ने इष्टतमीकरण में मूल समस्या के लिए ऑप्टिमल अल्गोरिथ्म को उपलब्ध कराया। इसका लक्ष्य कुछ कंवेक्स नियंत्रण होने पर कंवेक्स प्रकार्य को अल्पतम करना है। अनुसंधानकर्ताओं ने इसे ऑनलाइन अभिविन्यास तक विस्तृत किया जहां प्रत्येक कदम पर नए ऑब्जेक्टिव प्रकार्य एवं नए नियंत्रण को स्पष्ट किया जाता है।

प्राकृतिक विज्ञान स्कूल:

सैद्धांतिक भौतिकी विभाग: भारतीय जालक प्रमाप सिद्धांत सूत्रपात के सुपरकंप्युटर का प्रयोग करते हुए अनुसंधानकर्ताओं ने नए उपपरमाण्विक कण के अस्तित्व का पूर्वानुमान किया: सर्वाधिक सुंदर दृढ़ रुप से बद्ध डिबारयन, ऐसा कण जो दो बैरियन से मिलकर बना है। जहां ड्युटेरन, एकमात्र ज्ञात डिबारयन है

जिसका अस्तित्व सूर्य में ऊर्जा निर्माण के पीछे है, वहीं अन्य डिबारयंस की अभी तक खोज नहीं की गई है। पूर्वानुमानित कण का आकर्षक पहलू यह है कि यह पूरी तरह से ब्यूटी क्वार्क्स से निर्मित है जिसकी बद्धता ड्युटेरन से 40 गुना तक दृढ़ है। इन गुणधम ने इसे हमारे दृश्यवान यूनिवर्स में सर्वाधिक सुंदर, दृढ़ रुप से बद्ध डिबारयन बनाया है। इस अध्ययन से नाभिक में बद्धता की उत्पत्ति एवं भारी एक्जोटिक नाभिक के लिए प्रयोगात्मक खोजों पर सैद्धांतिक अध्ययन काय का मार्ग प्रशस्त किया है। अन्य महत्वपूर्ण उपलब्धि डार्क पदार्थ के संभावित अस्तित्व के लिए पृथ्वी के अन्तर्भाग की जांच के लिए वायुमंडलीय न्युट्रिनोस की क्षमता का प्रदर्शन था। पृथ्वी के अन्तर्भाग के इंटीरियर का अन्वेषण वायुमंडलीय न्युट्रिनोस की दुर्बल अन्योन्यक्रियाओं का प्रयोग करके किया जा सकता है। इससे गुरुत्वीय एवं सीजमिक मापनों में सहायता होगी व पृथ्वी की मल्टी-मैसेंजर टोमोग्राफी का मार्ग प्रशस्त होगा। पृथ्वी से गुजर रहे न्युट्रिनोस के ओसिलेशंस को एंबिएन्ट इलेट्रॉन सघनता द्वारा प्रभावित किया जाता है। अनुसंधानकर्ताओं ने प्रदर्शित किया कि पृथ्वी के अन्तर्भाग के अंदर डार्क पदार्थ के संभावित अस्तित्व की जांच को अद्वितीय रुप में किया जा सकता है – न्युट्रिनो ओसिलेशंस का प्रयोग करके बैरियोनिक पदार्थ की मात्रा के मापन द्वारा। इस क्रियाविधि से अन्तर्भाग के अंदर बैरियोनिक पदार्थ प्रोफाइल पर भी जानकारी मिल सकती है।

खगोलविज्ञान एवं खगोलभौतिकी विभाग: कैपलर एवं टैस अंतरिक्ष अभियानों ने रैड-जायंट प्रकाश वक्रताओं के विस्तृत डाटा को उपलब्ध कराया है जिसका प्रयोग एस्टीरियोसीजमिक विश्लेषण के लिए किया जा सकता है। अनुसंधानकर्ताओं ने मशीन ज्ञानार्जन अल्गोरिथ्म का वर्णन किया। यह रा ओसिलेशन स्पेक्ट्रा से रैड जायंट्स की पहचान करता है व रैड-जायंट पॉवर स्पेक्ट्रा से पैरामीटरों को कैप्चर करता है। अनुसंधानकर्ताओं ने चमकीले-किनारे वाले मेघों (BRCs) के अध्ययन को किया जो तारा-निर्माण के विकिरण-प्रेरित इंप्लोजन मोड के अन्वेषण के लिए उत्कृष्ट प्रयोगशालाएं हैं। बीआरसी 18 का प्रोटोटाइप के रुप में प्रयोग करके अनुसंधानकर्ताओं ने अतिरिक्त 21 BRCs का विश्लेषण किया जिनमें से अधिकांश ने समान प्रवृत्ति को दर्शाया। विशिष्ट अध्ययन ने एक्रेटिंग न्युट्रॉन तारा (एनएस) निम्न द्रव्यमान एक्स-रे बाइनरी (एलएमएक्सबी) 4यू 1724-30 के ब्रॉड बैंड स्पेक्ट्रो-टेंपोरल अध्ययन को सूचित किया। इसमें एस्ट्रोसैट पर सॉफ्ट एक्स-रे दूरदर्शी (एसएक्सटी) के डाटा व विशाल क्षेत्र एक्स-रे आनुपातिक काउंटर्स (एलएएक्सपीसी) यंत्रों का प्रयोग किया गया। इसके अलावा अनुसंधानकर्ताओं ने टैनस्पैक की डिजायन एवं कार्यनिष्पादन को प्रस्तुत किया। यह मध्यम-विभेदन 0.55-2.5 μm निम्नतापीय स्पेक्ट्रोमीटर व इमेजर है। यह भारत के नैनीताल में 3.6 एम देवस्थल प्रकाशिक दूरदर्शी (डीओटी) पर प्रचालन में है। भारत, सबसे बड़ी आब्जर्वेटरीज तीस मीटर दूरदर्शी (टीएमटी) में एक में साझीदार है। इसे विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग व परमाणु ऊर्जा विभाग द्वारा संयुक्त रुप से वित्तीय सहायता उपलब्ध कराई जाती है। भारत द्वारा उच्च-विभेदन प्रकाशिक स्पेक्ट्रोग्राफ (एचआरओएस) के विकास में अग्रणी भूमिका निभाई जाती है। यह टीएमटी के प्रथम दशक यंत्रों में प्रमुख वर्कहार्स है।

राष्ट्रीय गुब्बारा सुविधा : वैज्ञानिक बैलूनिंग कार्यक्रम, किसी भी अंतरिक्ष विज्ञान कार्यक्रम का प्रमुख अवयव है। इसका कारण यह है कि यह निरंतर व निम्न-लागत गुब्बारा उड़ान अवसरों को उपलब्ध कराता है। टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा, हैदराबाद ने अंतरिक्ष अनुसंधान के लिए गुब्बारा उड़ानो के संचालन हेतु राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय प्रयोक्ता वैज्ञानिकों को अपनी सहायता दी। टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा में डिजायन किया गया व निर्मित प्लास्टिक गुब्बारे (2,86,652 क्युबिक मीटर के वोल्यूम युक्त) को 7 दिसंबर, 2022 को प्रात: 5.45 बजे (भारतीय मानक समय) टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा, हैदराबाद से लांच किया गया। इसे मानव रहित हालो अंतरिक्ष अन्वेषण कैप्सूल से लांच किया गया जिसका भार 620 किलोग्राम है। इसे सस्पेंडिड पेलोड के रुप में टेलीमेट्री व टेलीकमांड पैकेजों के साथ भूमि स्टेशन व कैप्सूल एवं जीपीएस मॉड्यूल के मध्य दो मार्गी संप्रेषण के लिए लांच किया गया जिसका उद्देश्य स्पेस कैप्सूल की लाइव ट्रैकिंग करना है।

जैविक विज्ञान विभाग: हिप्पोकैंपस, मस्तिष्क संरचना है जो ज्ञानार्जन व स्मृति के लिए अनिवार्य है। इसकी विशेष बनावट है। हिप्पोकैंपस के ''व्ही-आकारित'' डेंटेट गाइरस का निर्माण डेंटेट ग्रैनूल प्रिकर्सर्स के माइग्रेशन द्वारा किया जाता है जिन्हें ग्लाइडल कोशिकाओं, फिंब्रिया के स्कैफफोल्ड द्वारा मार्गदर्शन मिलता है। अनुसंधानकर्ताओं ने फिंब्रिया ग्लिया के मूल की पहचान कोर्टिकल हैम में की जो डेंटेट गाइरस मूल से लगा एंब्रायोनिक सिग्नलिंग केंद्र है। इसके बाद दिखाया गया

कि महत्वपूर्ण सिग्नलिंग पथमार्ग "कैनोनिकल डब्ल्युएनटी" पथमार्ग, कोर्टिकल हैम में प्रकार्यात्मक होने के लिए आवश्यक है। यह फिब्रियल ग्लियल स्कैफफोल्ड के सामान्य रुप से निर्मित होने के लिए है। अन्य महत्वपूर्ण अध्ययन से पहली बार मेटाबोलिक सिग्नलों के महत्व का पता चला जो फैड-फास्ट चक्रों के दौरान जीन एक्सप्रैशन के सीटीसीएफ-आश्रित रिप्रोग्रामिंग को नियमित करते हैं। कोशिकाओं में आनुवांशिक सूचना को डीएनए-प्रोटीन कांप्लेक्स में पैकेज किया जाता है जिसे क्रोमेटिन के नाम से जाना जाता है। क्रोमेटिन आर्गेनाइजेशन, प्राणियों में जीन एक्सप्रैशन कार्यक्रमों का प्रमुख निर्धारक है। जिन प्रोटीनों द्वारा जीनोम/क्रोमेटिन को प्रकार्यात्मक एवं संरचनात्मक प्रक्षेत्रों में संघटित किया जाता है, उन्हें आर्किटेक्चरल प्रोटीन्स कहा जाता है। इसके उदाहरणों में सीटीसीएफ शामिल है। पृथक अध्ययन कार्य में नवीन न्युरल नेटवर्क-आधारित अल्गोरिथ्म को माइक्रोरिज निर्माण की लाइव मूवीज को सैगमेंट एवं विश्लेषित करते सूचित किया गया। माइक्रोरिजेस, एक्टिन-आधारित एपिकल प्रोजेक्शंस हैं जो स्कामोस के प्रकार किंतु गैर-कैराटिनाइज्ड एपिथेलिया पर उपस्थित होते हैं। उनकी अनिवार्यता एपिथेलियल सतहों पर म्युकस को बनाए रखने के लिए है। इस अध्ययन द्वारा परिमाणात्मक पैरामीटरों के एक्सट्रैक्शन को सुलभ बनाया गया। इनमें माइक्रोरिज परसिस्टेंस लैंग्थ, मीन ब्रांच लैंग्थ आदि शामिल हैं।

रसायनिक विज्ञान विभाग: धातु ऑयनों को संसूचित एवं इमेज करने में सक्षम फ्लूरोसेंट कैमो-सैंसर, मूल्यवान यंत्र हैं। इनसे हमें जीवित प्रणालियों में धातु ऑयन स्थानीयकरण व वितरण के संबंध में जानकारी मिल सकती है जिसकी परिणति प्रमुख यांत्रिकीय सूचना में हो सकती है। अनुसंधानकर्ताओं ने 'टर्न-ऑन' धातु ऑयन सेंसरों के विकास के लिए मॉड्युलर संश्लेषणात्मक कार्यनीति की डिजायन तैयार की। इस कार्यनीति के अंतर्गत कॉपर-सहायित क्लिक अभिक्रिया द्वारा फ्लूरोसेंट डाइ में धातु बद्ध स्कैफफोल्ड को संलग्न किया जाता है। संकल्पना के प्रमाण के प्रयास के रुप में अनुसंधानकर्ताओं ने इस कार्यनीति को मैगानीस ऑयनों के लिए वॉटर-सोल्युबिल मैक्रोसाइक्लिक फ्लूरोसेंट सेंसर की डिजायन एवं संश्लेषण के लिए सफलतापूर्वक लागू किया। अन्य अध्ययन में अनुसंधानकर्ताओं ने पोटेशियम-अपमिश्रित g-C3N4 कोटिड का संश्लेषण डेंड्रिटिक फिब्रस नैनोसिलिका (के-सीएन/डीएफएनएस) पर किया एवं दृश्यवान प्रकाश इलुमिनेशन के अंतर्गत फोटोउत्प्रेरणात्मक सीओ2 रुपांतरण का अध्ययन किया। फोटोउत्प्रेरणात्मक सीओ2 रुपांतरण विश्वसनीय प्रक्रिया है। इसमें सौर ऊर्जा का प्रयोग करके उपयोगी रसायनों एवं ईधनों में सीओ2 को कम किया जाता है। पृथक अध्ययन कार्य से अलजाइमर संबंधी एमिलाइड बीटा एवं एपीओई प्रोटीनों के मध्य दृढ़ आण्विक स्तर संबंध का पता चला। एपीओई द्वारा एबीटा ओलिगोमर्स से संलग्न रिपोर्टर डाई के फ्लूरोसेंस जीवनकाल में परिमाणात्मक परिवर्तन लाया जाता है। यह परिवर्तन, अबीटा विषाक्तता के साथ दृढ़ रुप से सहसंबंधित प्रतीत होता है। अत: जीवनकाल के परिवर्तन द्वारा अबीटा के विषाक्त उप-प्रजातियों की परख हो सकती है जिससे दवा विकास के लिए मंच उपलब्ध हो सकता है।

संघनित पदार्थ भौतिकी एवं सामग्री विज्ञान विभाग: अनुसंधानकर्ताओं ने पूर्ण ह्यूसलर सामग्री $ScAu_2Al$ के अतिचालकता गुणधम व इलेक्ट्रॉनिक संरचना का परीक्षण किया। प्रतिरोधकता एवं चुंबकीय ससेप्टिबिलिटी अध्ययन काय से पाया गया कि इस यौगिक द्वारा अतिचालन ट्रांजिशन को 5.12 K पर दर्शाया जाता है। इस 5.12 K ट्रांजिशन को उच्चतम टीसी रेश्जीम, ह्यूसलर अतिचालकों में माना जाता है। अन्य अध्ययन कार्य ने WTe_2 में 2 K पर लगभग 10^6 % के अत्यंत विशाल चुंबकीय प्रतिरोध (एक्सएमआर) को सूचित किया। अनुसंधानकर्ताओं ने WTe_2 के इलेक्ट्रॉनिक गुणधम के क्रमविकास का अध्ययन किया। यह डब्ल्यु साइटों पर एनआई प्रतिस्थापन द्वारा आवेश कैरियर सांद्रता की ट्युनिंग द्वारा किया गया। चुंबकीयप्रतिरोधकता (एमआर) वैल्यू में 10^4 % की कमी 10% एनआई-अपमिश्रित सैंपल में होती है जो कि अभी भी एक्सएमआर क्षेत्र में है व अन्य एमआर पदाथ से कहीं अधिक है। परिणामों से पदाथ की इस कक्षा के एक्सएमआर व्यवहार व एक्सएमआर प्रणाली में आवेश वाहकों के गुणधम की ट्युनिंग की संभावनाओं के विषय में रोचक जानकारियां मिलीं। लघु पैमाने के इलेक्ट्रॉनिक्स से संबंधित प्रमुख उपलब्धि क्वांटम-नाइस-सीमित जोसफसन पैरामैट्रिक एंप्लिफायर (जेपीए) का कार्यान्वयन था। इसमें ग्राफीन जोसफसन जंक्शन (जेजे) का प्रयोग किया गया जिसमें 3.5 जीएचजैड की रैखीय रेसोनेंस गेट ट्युनेबिलिटी है। जोसफसन जंक्शन्स (जेजेएस) एवं उनके ट्युनेबिल गुणधम जिनमें उनकी अरैखिकताएं शामिल हैं, द्वारा महत्वपूर्ण भूमिका का निर्वाह अतिचालन क्युबिट्स एवं एंप्लिफायर्स में किया जाता है। महत्वपूर्ण रुप से गेट-

ट्युनेबिल जेपीए द्वारा क्वांटम-सीमित नाइस प्रणाली में कार्य किया जाता है जिससे यह उच्च संवेदनशील सिग्नल प्रोसेसिंग के लिए आकर्षक विकल्प बनता है।

उच्च ऊर्जा भौतिकी विभाग: 4270 एम की ऊंचाई लद्दाख के हानले में स्थित हैगर दूरदर्शी ऐरे के साथ खगोलभौतिकीय स्रोतों के निरीक्षणों को जारी रखा गया। इसका उद्देश्य उत्सर्जन क्रियातंत्रों के संबंध में जानकारी प्राप्त करने के लिए इन पिण्डों से अत्यंत उच्च ऊर्जा गामा-किरण उत्सर्जन का अध्ययन करना था। अनेक ब्लेजर कक्षा के सक्रिय गैलेक्सीय नाभिक एवं गैलेक्सीय पिण्डों जैसे क्रैब, जेमिंगा पल्सर व फर्मी उपग्रह द्वारा संसूचित कुछ पल्सरों का निरीक्षण किया जा रहा है। 256-पिक्सेल एसआईपीएम-आधारित कैमरे के 64-पिक्सेल प्रोटोटाइप को माउंट आबू में टैक्टिक दूरदर्शी के वर्टेक्स एलिमेंट के फोकल प्लेन में लगाया गया। परीक्षण चक्रों को अप्रैल-मई, 2022 के दौरान चलाया गया जिनसे प्रोटोटाइप के उपयुक्त प्रकार्य का प्रदर्शन हुआ। रेट-बॉयस कर्व्स को किया गया एवं कॉस्मिक किरणों द्वारा उत्पन्न एयर शोअर्स की चेरेनकोव इमेजों को सफलतापूर्वक रिकार्ड किया गया।

नाभिकीय एवं परमाणु भौतिकी विभाग: न्युट्रॉन-हीन ट्रांस-लीड नाभिक ^{204} की उच्च स्पिन अवस्थाओं को ~ 8 MeV एक्साइटेशन तक पॉप्युलेट किया गया। यह $^{12}C + ^{197}Au$ फ्युजन वाष्पीकरण अभिक्रिया द्वारा किया गया। शीघ्र एवं विलंबित γ -ray उत्सर्जनों द्वारा संबंधित स्तरों के क्षय का अध्ययन अंतर्निहित नाभिकीय संरचना के मूल्यांकन के लिए किया गया। सेसियम (^{133}Cs) की 7डी अवस्थाओं में अतिसूक्ष्म स्पिलिटिंग का मापन उच्च-विभेदन डोपलर-मुक्त दो-फोटोन स्पेक्ट्रोस्कोपी का प्रयोग करके किया गया। इसे सूक्ष्म आवृत्ति स्कैन्स द्वारा सुलभ किया गया था जिसमें एकाउस्टो-प्रकाशिक मॉड्युलेटर का प्रयोग किया गया। सभी अतिसूक्ष्म स्तरों का विभेदन स्पेक्ट्रा में किया गया। चुंबकीय डाइपोल एवं क्वाडरपोल युग्मन कंस्टेंट्स ए एवं बी का मापन सूक्ष्मता के साथ किया गया जो पूर्व की रिपोट की तुलना में लगभग 20 गुना बेहतर है। इस अवधि के दौरान प्राप्त महत्वपूर्ण सैद्धांतिक परिणाम ^{12}C नाभिक में क्वांटम चरण ट्रांजिशन के स्पष्ट सिग्नेचर का निरीक्षण था जिसे तीन-अल्फा प्रणाली के रुप में ट्रीट किया गया। ^{12}C नाभिक की 0^+ and 2^+ अवस्थाओं का अध्ययन तीन-अल्फा प्रणाली की रुपरेखा में किया गया है। हिल्बर्ट स्पेस को दो भागों में विभक्त वास्तविक अवस्थाओं को पॉली-ब्लॉक्ड कृत्रिम अवस्थाओं से पृथक करने के लिए किया गया। भारत में भूमिगत प्रयोगशाला को स्थापित करने के प्रयास जारी हैं। इसका उद्देश्य डबल बीटा क्षय, डार्क पदार्थ आदि के दुर्लभ इवंट अध्ययन कार्य करना है। प्रोटोटाइप निम्नतापीय बोलोमीटर संसूचक का विकास ^{124}Sn में न्युट्रिनोहीन दोहरे बीटा क्षय के लिए किया जा रहा है। विश्लेषणात्मक मोड को बोलोमीटर सर्किट में नाइस को क्वांटिफाई एवं मॉडल करने के लिए डिजायन किया गया। सर्किट डिजायन को अनेक बॉयस प्वाइंट्स के लिए भी सिमुलेट किया गया। इसका उद्देश्य यह सुनिश्चित करना था कि यह स्थिर वोल्टेज लाभ को बनाए रखे व विद्युत अपव्यय को कम करे।

पैलेट्रॉन लाइनेक सुविधा (टीआईएफआर-बीएआरसी): पैलेट्रॉन लाइनेक सुविधा (पीएलएफ), टीआईएफआर और बीएआरसी की संयुक्त सुविधा है। यह भारी ऑयन आधारित अनुसंधान के लिए प्रमुख राष्ट्रीय केंद्र है। वर्तमान वर्ष में कुल 50 प्रयोगों को H, $^{6,7}Li$, ^{11}B, $^{12,13}C$, ^{18}O, ^{19}F, $^{28,30}Si$, and ^{32}S बीमों का प्रयोग करके किया गया। लाइनेक को 25 मार्च से 22 मई, 2022 तक कुल 10 प्रयोगों के लिए संचालित किया गया। प्रयोक्ता की रुचि को देखते हुए ^{9}Be बीम साइकल को शैड्यूल किया गया। इसे फरवरी, 2023 से प्रारंभ किया गया। प्रयोक्ता समुदाय में मुख्यत: टीआईएफआर, बीएआरसी, अन्य डीएई संस्थाओं, विश्वविद्यालयों, आईआईटीज, एवं इसरो केंद्रों के वैज्ञानिक थे। इस सुविधा के वैज्ञानिक परिणाम निरंतर रुप से महत्वपूर्ण व प्रतिस्पर्धी बने हुए हैं।

अंतर्राष्ट्रीय सैद्धांतिक विज्ञान केंद्र, बैंगलुरु: यदि डार्क मैटर का महत्वपूर्ण अंश सघन पिण्डों के रुप में $10^2 - 10^5$ $M_\odot$, की द्रव्यमान कोटि में होता है, तो वे माइक्रोलेंसिंग प्रभावों को गुरुत्वीय तरंग (जीडब्ल्यू) सिग्नलों में जन्म देंगे। इसका लीगो एवं वर्गो द्वारा प्रेक्षण किया जा सकता है। प्रथम दो निरीक्षणीय चक्रों व तृतीय निरीक्षणीय चक्र के पहले भाग से बाइनरी ब्लैक होल्स इवंट्स में माइक्रोलेंसिंग सिग्नेचर्स के गैर-निरीक्षण से अनुसंधानकर्ताओं ने सघन डार्क पदार्थ के अंश को द्रव्यमान रेंज $10^2 - 10^5$ $M_\odot$ में ~50 – 80% से कम तक नियंत्रित किया। इन मामूली नियंत्रणों में महत्वपूर्ण रुप से उन्नयन आगामी कुछ वष में हजारों बाइनरी ब्लैक होल इवंट्स के प्रत्याशित संसूचन के साथ होगा। इससे डार्क मैटर की प्रकृति की जांच का नया मार्ग प्रशस्त होगा। अन्य अध्ययन में अनुसंधानकर्ताओं ने मेघ के नए प्रकार के निर्माण के पीछे क्रियातंत्र को

दिखाया है। इसे हाल ही में विश्व मौसम विज्ञान संगठन ने ''एस्पेरिटस'' नाम दिया है। मेघ अध्ययन काय का विस्तार खांसते या बोलते समय बिंदु प्रसार के अध्ययन तक किया गया। दिखाया गया कि फेस मॉस्कों के बिना वार्तालाप में मौन श्रोता द्वारा संक्रमण से पीडित होने की संभावना वक्ता से अधिक होती है (उस स्थिति की तुलना में जब दोनों बारी-बारी से बोलते हैं)। अन्य कार्य ने सैल्फ-प्रोपैल्ड यूनिटों की सक्रिय गतिकी की ज्यामिति-प्रेरित ट्युनिंग का वर्णन किया। इससे उनकी आंतरिक गतिकी को निखारने के स्वतंत्र मार्ग का पता चला। सक्रिय कणों का विशिष्ट लक्षण अतुल्यता नाइस की प्रकृति है जो उनकी गतिकी को प्रेरित करती है। अनुसंधानकर्ताओं ने ग्रैनुलर स्वयं-चालित कण के सक्रिय नाइस की उदीयमान ट्युनिंग का प्रदर्शन इसे क्वासी-एक-आयामी चैनल के साथ परिबद्ध करके किया। पाया गया कि दो आयामों में सक्रिय ब्राउनियन कण की तरह गतिमान इस कण द्वारा रन-एण्ड-टंबल अभिलक्षणों का प्रदर्शन परिबद्धता में किया जाता है।

राष्ट्रीय रेडियो खगोलभौतिकी केंद्र, पुणे: आकाशगंगाओं में बैरियोनिक पदार्थ का स्वरुप मुख्यत: तारों व तटस्थ परमाणु एवं आण्विक गैस में होता है। आकाशगंगा के जीवनकाल में परमाणु गैस का रुपांतरण आण्विक गैस में होता है जिसके बाद यह तारों में रुपांतरित होता है। इस तरह आकाशगंगा का बैरियोनिक संघटन, इसके क्रमविकासात्मक चरण का महत्वपूर्ण सूचकांक है; आकाशगंगाओं के बैरियोनिक संघटन का क्रम विकास, आकाशगंगा क्रमविकास में महत्वपूर्ण समस्या रही है। अनुसंधानकर्ताओं ने उच्च-रैडशिफ्ट आकाशगंगाओं से औसत एचआई 21 सेमी. उत्सर्जन सिग्नलों के संसूचन का प्रयोग किया व पाया कि ब्रम्हांड में शीर्ष तारा-निर्माण क्रियाकलाप के इपोक पर आकाशगंगाओं का नाटकीय रुप से भिन्न बैरियोनिक संघटन, निकट की आकाशगंगाओं की तुलना में होता है। वर्तमान की स्थिति के विपरीत जहां तारे, आकाशगंगाओं में आधे से अधिक बैरियोनिक द्रव्यमान के रुप में हैं, पाया गया कि परमाणु गैस का प्रभुत्व नौ अरब वर्ष पूर्व आकाशगंगाओं के बैरियोनिक द्रव्यमान में था। यह तारों में सिर्फ 16 प्रतिशत की तुलना में बैरियोनिक द्रव्यमान का 70 प्रतिशत था। अन्य अध्ययन में मर्चिसन वाइडफील्ड ऐरे के साथ सौर निरीक्षणों के लिए दृढ़ फ्लक्स सघनता कैलिब्रेशन पद्धति को खोजा गया व इसका सत्यापन अनेक भिन्न क्रियाविधियों के प्रयोग द्वारा किया गया। इस कार्य ने उच्च गुणवत्ता की इमेजिंग का प्रथम प्रदर्शन किया जिससे सूर्य की निकटता में अनेक दुर्बल पृष्ठभूमि स्रोतों का संसूचन हो सकता है। यह दिन में तारों को देखने के समान था। इसके अलावा तीन-मिलीसेकेण्ड पल्सरों (MSPs), PSRs J1120-3618, J1646-2142 and J1828+0625 की खोज विशाल मीटरतरंग रेडियो दूरदर्शी (जीएमआरटी) का प्रयोग करके 322 एमएचजैड की आवृत्ति पर 32 एमएचजैड निरीक्षणी बैंडविड्थ का प्रयोग करके की गई। इन स्रोतों की खोज अनजाने फर्मी विशाल क्षेत्र दूरदर्शी (एलएटी) गामा-किरण स्रोतों की दिशा में मिलीसेकेण्ड रेडियो पल्सेशंस के लिए खोज हेतु गहन निरीक्षणों को करने के दौरान हुईं। इन MSPs के गामा-किरण काउंटरपार्ट्स नहीं हैं जिससे संकेत मिलता है कि इनका संबंध लक्ष्य फर्मी-एलएटी के साथ नहीं है। इससे MSPs के लिए गहन ब्लाइंड खोजों का महत्व स्पष्ट होता है।

राष्ट्रीय जैविक विज्ञान केंद्र, बैंगलुरु: उन ट्रांसक्रिप्शन कारकों के विषय में अल्प ज्ञान की सुलभता है जिनकी संलग्नता फसल के पौधों के मध्य नाइट्रेट सेंसिंग व उनके रेग्युलेटरी क्रियातंत्रों में है। एक अध्ययन कार्य ने नाइट्रेट-रिस्पांसिव miR444:MADS-बॉक्स ट्रांसक्रिप्शन कारक OsMADS27 मॉड्यूल के प्रकाय व इसके डाउनस्ट्रीम लक्ष्यों का वर्णन किया जो चावल जड़ वृद्धि एवं स्ट्रैस रिस्पांसेस को मीडिएट करते हैं। एमआईआर444 लक्ष्य मिमिक को एक्सप्रैस कर रहे ट्रांसजैनिक चावल के पौधों ने चावल जड़ वृद्धि में उन्नयन किया। एक विशिष्ट अध्ययन ने स्पष्ट किया कि नोक्टर्नल हाकमोथ *डैफनिस नेरी* में पूरक सिर की गतिविधियों को संयुक्त विजुअल एवं एंटिनल मैकेनोसेंसरी फीडबैक द्वारा मीडिएट किया जाता है। उड़ान प्रयासों के दौरान कीटों द्वारा पूरक सिर की गतिविधियां दर्शायी जाती हैं। इनकी अनिवार्यता उनके रेटिना पर विजुअल क्षेत्र के स्थिरीकरण, गति धुंधलेपन को दूर करने व विजुअल स्वत:-गति आकलन को सपोर्ट करने के लिए होती है। इन निष्कष की संगति उस परिकल्पना के साथ है कि सिर के कोण के नियंत्रण का परिणाम बहुमॉडल फीडबैक लूप से होता है जो दोनों विजुअल एवं एंटेनल मैकेनोसेंसरी फीडबैक (वास्तव में भिन्न विलंबताओं पर) का एकीकरण करते हैं। अन्य अध्ययन कार्य ने जैविक समुदायों की असेंबली के संबंध में जानकारियां उपलब्ध कराई। इसमें प्रदर्शित किया गया कि जटिल, बहु-लक्षणी फेनोटाइप्स की निर्भरता फाइलोजेनेटिक रिलेटेडनैस की अपेक्षा लक्षण विविधता की विभिन्न दरों पर होती है। पश्चिमी घाट जैवविविघता हॉटस्पॉट के मिमेटिक बटरफलाई

समुदायों का प्रयोग करके परीक्षणकर्ताओं ने दिखाया कि इन समुदायों में मिमिक्री को प्रतिरक्षित एवं मिमेटिक प्रे प्रजातियों के दो मुख्य लक्षणों (उड़ान मॉर्फोलॉजी एवं रंग प्रतिमानों) के वियुग्मित क्रमविकास द्वारा प्रेरित किया गया। उड़ान मॉर्फोलॉजी को फाइलोजेनेटिकली संरक्षित किया गया जबकि रंग प्रतिमानों का क्रम विकास महत्वपूर्ण तीव्र दर पर दोनों प्रतिरक्षित एवं मिमेटिक प्रे स्पेशीज में हुआ।

टीआईएफआर हैदराबाद: कोशिकाओं द्वारा अनेक क्रियातंत्रों का अनुकूलन स्ट्रैस से लड़ने के लिए किया जाता है। ऐसे अनुकूलनों की यांत्रिकीय जानकारी की अनिवार्यता जीवविज्ञान एवं रोगों को समझने के लिए है। निरीक्षित किया गया कि मानव माइटोकोंड्रियल रोग से संबंधित जीन, एलआरपीपीआरसी में त्रुटियों द्वारा जनित माइटोकोंड्रियल स्ट्रैस द्वारा ऐसे क्रियातंत्र को प्रदर्शित किया जाता है जो स्वस्थ्य एवं अस्वस्थ्य माइटोकोंड्रिया को पृथक कर सकता है। इस क्रियातंत्र को पिंक एवं पार्किन द्वारा मीडिएटिड पाया गया (पार्किंसन रोग में इंप्लिकेटिड जीन्स)। इसके अलावा नए जीन, बैंडलैस/यूबीसी13 को पाया गया जिसकी आवश्यकता पिंक 1 प्रकार्य के लिए है व इस तरह माइटोकोंड्रियल गुणवत्ता नियंत्रण के लिए है। एक पृथक अध्ययन ने स्थिर 2डी पदाथ का प्रयोग करके कमरा-तापमान ऑप्टो-स्पिनट्रोनिक्स की संभावनाओं का मार्ग प्रशस्त किया। प्रतिस्थापक डोपिंग द्वारा दो-आयामी (2डी) परमाणु परतों (2 डी पदाथ) में कमरा-तापमान वैली पोलेराइजेशन को प्राप्त करने से एप्लिकेशंस के नए मार्ग प्रशस्त होते हैं। निम्न (0.1 परमाणु प्रतिशत) सांद्रताओं पर वैनाडियम के साथ अपमिश्रित मोनोलेयर एमओएस2 को उच्च स्पिन-वैली युग्मन व इस तरह कमरे के तापमान पर वैली ध्रुवीकरण की उच्च सीमा को दर्शाते दिखाया गया। एमओएस2 (एमएस) व व्ही-अपमिश्रित एमओएस2 (व्हीएमएस) की परमाणु परतों का विकास रसायनिक वाष्प डिपोजिशन-सहायित पद्धति द्वारा किया गया। वेलेंस बैंड के निकट नई ऊर्जा अवस्थाओं के निर्माण की पुष्टि बैंड गैप गणनाओं व सघनता प्रकार्यात्मक सिद्धांत-आधारित संरचना विश्लेषणों से भी की गई।

होमी भाभा विज्ञान शिक्षा केंद्र: भारतीय छात्रों ने अंतर्राष्ट्रीय ओलंपियाडों में प्रत्येक विषय में उत्कृष्ट प्रदर्शन किया। 40 प्रतिशत से कम छात्रों ने प्रतिष्ठित स्वर्ण पदक व अनेक विशेष पुरस्कार जीते। छात्रों के कार्यनिष्पादन में निरंतर रुप से सुधार हो रहा है एवं पिछले पांच वष में लगभग आधे छात्रों ने स्वर्ण पदक जीते हैं। खगोलविज्ञान, जैवविज्ञान, रसायनशास्त्र, गणित एवं भौतिकी में भारत का प्रतिनिधित्व करने वाले सभी 24 भारतीय छात्रों ने अंतर्राष्ट्रीय ओलंपियाडों (2022) में कुल 6 स्वर्ण पदक, 13 रजत पदक, एवं 5 कांस्य पदक जीते। इस अवधि के दौरान विज्ञान प्रतिभा टीम (व्हीपी) ने केंद्रीय विद्यालयों, जवाहर नवोदय विद्यालयों, परमाणु ऊर्जा केंद्रीय विद्यालयों के शिक्षकों के लिए दस कार्यशालाओं का आयोजन किया। इनमें व्हीपी टीम द्वारा विकसित शिक्षण-ज्ञानार्जन संसाधनों व संबंधित पेडागॉगीज पर जोर दिया गया। इन कार्यशालाओं का आयोजन एचबीसीएसई व अन्य साझीदार संस्थाओं – नाइसर, आईएमएससी, आइसर, मोहाली, एसआईएनपी, व आइसर, कोलकाता में किया गया। एचबीसीएसई के स्टॉफ सदस्य, अन्य क्षेत्रीय केंद्रों में भी इन कार्यशालाओं की योजना एवं मेजबानी के लिए गए। प्रत्येक केंद्र ने दो कार्यशालाओं का आयोजन किया। इनमें पहली 5-दिवसीय थी जबकि दूसरी 4-दिवसीय कार्यशाला थी। लगभग 1,000 शिक्षकों को नौ दिवसों तक इन कार्यशालाओं के द्वारा प्रशिक्षित किया गया। विज्ञान प्रतिभा चर्चा सेमिनार्स (व्हीपीडीएस), ऑनलाइन द्विसाप्ताहिक चर्चा सत्र हैं जिन्हें आईएमएससी के साथ साझीदारी में चलाया जाता है। ये सत्र विभिन्न स्कूल विज्ञान एवं गणित विषयों पर केंद्रित हैं। इनमें व्हीपी ज्ञानार्जन यूनिटों व संबंधित पेडागॉगीज पर जोर दिया जाता है। अभी तक 500 से अधिक शिक्षकों ने व्हीपीडीएस सत्रों में प्रतिभागिता की है।

- **पुरस्कार एवं सम्मान:** टीआईएफआर के वैज्ञानिकों ने इस अवधि के दौरान प्रतिष्ठित पुरस्कार जीते। हमारे पूर्व संकाय सदस्यों में दो, प्रोफेसर दीपक धर (डीटीपी) व प्रोफेसर आर. सुजाता (एसओएम) को क्रमश: पद्म भूषण एवं पद्मा श्री से भारत सरकार द्वारा सम्मानित किया गया। प्रोफेसर विदिता ए. वैद्या (डीबीएस), एवं प्रोफेसर निसिम कानेकर (एनसीआरए, पुणे) को इंफोसिस पुरस्कार, 2022 प्रदान किया गया है। यह इंफोसिस विज्ञान संघ द्वारा क्रमश: जीवन विज्ञान एवं भौतिक विज्ञान के लिए किया गया है। डीसीएस के विवेक पोल्शेट्टीवार को 'अंतर्राष्ट्रीय शुद्ध एवं अनुप्रयुक्त रसायनशास्त्र (आईयूपीएसी) संघ' द्वारा 2022 चेमरान VII पुरस्कार प्रदान किया गया। यह उत्प्रेरण के लिए नवीन नैनोपदाथ के विकास, सौर ऊर्जा हार्वेस्टिंग, एवं 'जलवायु-परिवर्तन' का सामना करने के लिए सीओ2

कैप्चर-रुपांतरण के लिए दिया गया। डीबीएस की प्रोफेसर शुभा तोले ने मेंटरिंग में असाधारण उपलब्धियों के लिए बर्निस ग्राफ्टस्टेन पुरस्कार प्राप्त किया। प्रोफेसर रमा गोविंदराजन (आईसीटीएस, बैंगलुरु) ने शिक्षण एवं अनुसंधान में अपनी असाधारण उपलब्धियों के लिए आईआईटी, दिल्ली प्रतिष्ठित अल्युम्नी पुरस्कार प्राप्त किया। प्रोफेसर शैनन ओलसन (एनसीबीएस, बैंगलुरु) को 'शी इज' श्रृंखला के दूसरे अंक में सम्मानित किया गया। यह श्रृंखला भारत की लगभग 75 प्रेरणादायी महिलाओं के संबंध में है। यह सम्मान भारत सरकार के प्रमुख वैज्ञानिक सलाहकार के कार्यालय द्वारा रैड डॉट फाउंडेशन, ब्रिटिश उच्चायोग एवं फिक्की, एफएलओ. के साथ साझीदारी में दिया गया है। प्रोफेसर मानस कुलकर्णी (आईसीटीएस, बैंगलुरु) का नाम पुस्तक '75 अंडर 50' : आज के भारत को आकार दे रहे वैज्ञानिक'' में आया। इस पुस्तक को भारत सरकार के विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग ने प्रकाशित किया है। वर्ष 2021 के लिए 'खगोलविज्ञान एवं समवर्ती क्षेत्रों में निरीक्षणीय एवं यंत्रीकरण कार्य' के क्षेत्र में जुबिन केमभावी पुरस्कार टीम-एस्ट्रोसैट को दिया गया। यह भारत की प्रथम बहु-तरंगदैर्ध्य अंतरिक्ष आब्जर्वेटरी 'एस्ट्रोसैट' की सफल डिजायन, निर्माण, लांच एवं प्रचालनों के लिए प्रदान किया गया।

Tata Institute of Fundamental Research

Homi Bhabha Road, Mumbai

Annual Report

and

Audited Statement of Accounts

(2022–23)

Council of Management

Mr. Ratan N. Tata (Chairman)
Chairman, Sir Dorabji Tata Trust

Mr. K. N. Vyas
Secretary, Department of Atomic Energy & Chairman, Atomic Energy Commission

Dr. Anil Kakodkar
Member, AEC
Chairman, Rajiv Gandhi Science & Technology Commission, Govt. of Maharashtra

Ms. Sushma Taishete
Joint Secretary (R&D), Department of Atomic Energy

Mr. N. Srinath (till 31.10.2022)
Chief Executive Officer, Sir Dorabji Tata Trust

Mr. Vikas Chandra Rastogi
Principal Secretary, Govt. of Maharashtra, Higher & Technical Education Department

Dr. K. Kasturirangan
Trustee, Raman Research Institute Trust

Prof. S. Ramakrishnan (till 30.06.2022)
Director, Tata Institute of Fundamental Research

Prof. Jayaram N. Chengalur (since 01.07.2022)
Director, Tata Institute of Fundamental Research

Honorary Fellows of TIFR

Prof. Ramanath Cowsik

Prof. Shrikrishna Gopalrao Dani

Prof. Pierre René Deligne

Prof. Deepak Dhar

Prof. David Jonathan Gross

Prof. Takaaki Kajita

Prof. Grigory Aleksandrovich Margulis

Prof. David Bryant Mumford

Prof. Madabusi Santanam Raghunathan

Prof. Tiruppattur Venkatachalamurti Ramakrishnan

Prof. Chintamani Nagesa Ramachandra Rao

Prof. Michael Rosbash

Prof. Ashoke Sen

Prof. K. R. Sreenivasan

Mr. Ratan Naval Tata

Prof. Samuel Chao Chung Ting

Prof. Sathamangalam Ranga Srinivasa Varadhan

Prof. James Dewey Watson

Academic Council

Director, TIFR (Chairman)	—	Prof. S. Ramakrishnan (till June 2022) Prof. Jayaram N. Chengalur (since July 202
Dean, Graduate Studies	—	Prof. Shubha Tole
Dean, Administration	—	Prof. Sreerup Raychaudhuri
Former Dean, GS	—	Prof. Amol Dighe
Centre Director, HBCSE	—	Prof. Arnab Bhattacharya
Centre Director, NCBS	—	Prof. Satyajit Mayor (till Feb. 2023) Prof. L. S. Sasidhara (since Feb. 2023)
Centre Director, NCRA	—	Prof. Yashwant Gupta
Centre Director, TIFRH	—	Prof. V. Chandrasekhar
Centre Director, ICTS	—	Prof. Rajesh Gopakumar
Dean, NSF	—	Prof. Kalobaran Maiti
Dean, MF	—	Prof. Mahan Mj
Dean, TCSF	—	Prof. Pranab Sen
Dean, HBCSE	—	Prof. Savita Ladage
Dean, NCBS	—	Prof. Raj Ladher
Dean, NCRA	—	Prof. Jayaram N. Chengalur (till June 2022) Prof. Nissim Kanekar (since July 2022)
Dean, TIFRH	—	Prof. M. Krishnamurthy
Dean, ICTS	—	Prof. Rama Govindarajan
Dean, TIFR CAM	—	Prof. K. Sandeep
Convener, SBB	—	Prof. Sandhya P. Koushika
Convener, SBC	—	Prof. Deepa Khushalani (till Aug. 2022) Prof. A.S.R. Koti (since Sep. 2022)
Convener, SBM	—	Prof. Arvind N. Nair
Convener, SBP	—	Prof. Rudrajyoti Palit

Convener, SBCSS	—	Prof. Rahul Vaze
Convener, SBSE	—	Prof. Sugra Ishaq Chunawala (till May 2022) Prof. Arnab Bhattacharya (since June 2022)
Chair, DAA	—	Prof. Bhaswati Mookerjea
Chair, DBS	—	Prof. Krishanu Ray (till Sep. 2022) Prof. Vidita Vaidya (since Oct. 2022)
Chair, DCMPMS	—	Prof. A. Thamizhavel
Chair, DCS	—	Prof. Sudipta Maiti
Chair, DHEP	—	Prof. Monoranjan Guchait
Chair, DNAP	—	Prof. G. Ravindra Kumar
Chair, DTP	—	Prof. Gautam Mandal
Registrar	—	Wg. Cdr. George Antony (Retd.) (till April 2022) Col Gokhale, Sanjay B. (Retd.) (officiating Registrar from May 2022 to Feb. 2023) Col Anand, Rajeev (Retd.) (since March 2023)
ISI, Delhi	—	Prof. Rajendra Bhatia
Director, L. V. Prasad Eye Inst.	—	Prof. D. Balasubramanian
IIT, Mumbai	—	Prof. Vikram M. Gadre
IISER, Mohali	—	Prof. N. Sathyamurthy
Department of Physics, University of Calcutta	—	Prof. Amitava Raychaudhuri
Assistant Registrar (Academic)	—	Harish Redekar (Secretary) (till Sep. 2022) Philomena Deniz (Secretary) (since Feb. 2023)

PREFACE

TIFR made significant contributions in various areas of science during the year 2022–2023, spanning Biological and Life Sciences, Chemical Sciences, Mathematics, Physical Sciences, Technology and Computer Science, and Science Education.

In Biological Sciences, a novel neural network-based algorithm was reported to segment and analyse live movies of microridge formation. Microridges are actin-based apical projections present on a variety of squamous but non-keratinised epithelia that are essential in retaining mucus on the epithelial surfaces.

Researchers at NCBS, Bengaluru, described the functions of a nitrate-responsive transcription factor and its downstream targets mediating rice root growth and stress responses. A study at TIFR Hyderabad suggested that the mitochondrial stress caused by defects in LRPPRC, a gene linked to human mitochondrial disease, elicits a mechanism that can segregate healthy and unhealthy mitochondria. This mechanism was found to be mediated by PINK and Parkin, genes implicated in Parkinson's disease. Further, a novel gene, Bendless/UBC13, was found, which is required for mitochondrial quality control.

In Chemical Sciences, strong molecular-level connections were found between Alzheimer's associated Amyloid beta and ApoE proteins. ApoE causes a quantitative change in the fluorescence lifetime of a reporter dye attached to Abeta oligomers. The change of lifetime, therefore, can serve as an assay for the toxic sub-species of Abeta, providing a platform for drug development. Another study reported the synthesis of potassium-doped g-C3N4 coated over dendritic fibrous nano-silica (K-CN/DFNS) and the photocatalytic CO_2 conversion under visible light illumination. Photocatalytic CO_2 conversion is a promising process for the reduction of CO_2 into useful chemicals and fuels using solar energy.

Researchers from the Department of Astronomy and Astrophysics presented the design and performance of the TANSPEC, a medium-resolution 0.55-2.5 μm cryogenic spectrometer and imager, now in operation at the 3.6 m Devasthal Optical Telescope (DOT), Nainital, India. India also leads the development of a high-resolution optical spectrograph, a major workhorse among the first-decade instruments of the Thirty Meter Telescope, which is jointly funded by the Department of Science and Technology and the Department of Atomic Energy.

The TIFR Balloon Facility, Hyderabad, extended its support to national and international user scientists for conducting balloon flights for space research. A plastic balloon designed and fabricated at TIFR Balloon Facility, having a volume of 2,86,652 cubic metres, was launched on 7th December 2022 at 0545 hrs (IST) from TIFR Balloon Facility, Hyderabad. It was launched with the unmanned HALO Space Exploration Capsule weighing ~620 kg as a suspended payload, along with telemetry and tele-command packages. Spacial-shaped balloons supplied by TIFR have been used by ISRO for reflector mechanisms and testing the Chandrayaan-3 Lander and Rover mechanism.

A study at NCRA, Pune, reported that atomic gas dominated the baryonic mass of galaxies nine billion years ago, making up ~70% of the baryonic mass, compared with only ~16% in stars, unlike the situation today, where stars make up more than half the baryonic mass in galaxies. Three-millisecond pulsars (MSPs), PSRs J1120-3618, J1646-2142 and J1828+0625 were discovered using the Giant Metrewave Radio Telescope (GMRT).

Observations of astrophysical sources with the HAGAR telescope array located at Hanle in Ladakh at an altitude of 4270 m continued, with the aim of studying very high energy gamma-ray emission from these objects to get insight into

emission mechanisms. Several blazar class active galactic nuclei, as well as galactic objects like Crab and Geminga pulsars, are being observed.

Efforts are underway by the researchers of the Department of Nuclear and Atomic Physics to develop a prototype cryogenic bolometer detector for observing neutrinoless double beta decay in ^{124}Sn. An analytical mode was designed to quantify and model noise in a bolometer circuit.

Researchers at the Department of Condensed Matter Physics and Materials Science reported extremely large magnetoresistance (XMR) of about 10^6 % at 2 K in WTe_2. The results provide an intriguing insight into the XMR behaviour of this class of materials and the possibilities of tuning the properties of charge carriers within the XMR regime. In another study, researchers implemented a quantum-noise-limited Josephson parametric amplifier using a graphene Josephson junction that has a linear resonance gate tunability of 3.5 GHz. Josephson junctions and their tunable properties, including their nonlinearities, play an important role in superconducting qubits and amplifiers.

Using the supercomputer of the Indian Lattice Gauge Theory Initiative, researchers at the Department of Theoretical Physics predicted the existence of a new subatomic particle: the most beautiful strongly bound dibaryon. The fascinating aspect of the predicted particle is that it is entirely made of beauty quarks with a binding as large as 40 times stronger than that of a deuteron. This study opens up theoretical studies on the emergence of binding in nuclei as well as steers experimental searches for heavier exotic nuclei. Another significant achievement was the demonstration of the capability of atmospheric neutrinos to probe the Earth's core for the possible existence of dark matter. Researchers demonstrated that the probe can be carried out in a unique way -- by measuring the amount of baryonic matter using neutrino oscillations. This approach can also shed light on the baryonic matter profile inside the core.

Researchers at the International Centre for Theoretical Sciences, Bengaluru, showed the mechanism behind the formation of a new kind of cloud called "asperitas" that has recently been designated by the World Meteorological Organisation. The cloud studies were extended to study droplet dispersal while coughing or speaking. It was shown that in a conversation without face masks, a silent listener is far more susceptible to infection from the speaker than when both people speak in turn.

Work was carried out on several questions and problems in Geometric Group Theory, Probability Theory, Complex Analysis, Conformal Dynamics and Reflection Groups, Geometry and Topology, Lie Groups, Arithmetic Groups and Algebraic Geometry. A new invariant was defined to study the connectedness of algebraic varieties. This invariant was defined for general rings and was used to study the number of connected pieces that a variety breaks into, for example, a hyperbola.

Work exploring the wave energy transfer pathways using reduced mathematical models is being pursued at the TIFR Centre for Applicable Mathematics, Bengaluru. The results of the study will improve our understanding of wave turbulent transfers and assist in developing parameterisations in large-scale ocean models.

Research work was pursued in the areas of computer science as well as systems science. A study provided an optimal algorithm for a basic problem in optimisation, which aims to minimise a convex function subject to some convex constraint. Researchers extended this to an online setting, where at each step, a new objective function and a new constraint are revealed.

In the field of Science Education, Indian students excelled at the international Olympiads in every subject. All 24 Indian students who

represented India at the International Olympiads (2022) in Astronomy, Biology, Chemistry, Mathematics and Physics won a total of 6 gold medals, 13 silver medals and 5 bronze medals. During this period, the Vigyan Pratibha team organised workshops for teachers from Kendriya Vidyalayas, Jawahar Navodaya Vidyalayas and Atomic Energy Central Schools. The workshops focused on teaching-learning resources and the associated pedagogies developed by the team and were hosted at HBCSE and other partner institutions - NISER, IMSc, IISER Mohali, SINP and IISER Kolkata.

Scientists from TIFR won prestigious awards during this period. Two of our former faculty members, Prof. Deepak Dhar (DTP) and Prof. R. Sujatha (SoM) were awarded the Padma Bhushan and Padma Shri awards, respectively, by the Government of India. Prof. Vidita A. Vaidya (DBS) and Prof. Nissim Kanekar (NCRA, Pune) have been awarded the Infosys Prize 2022 by the Infosys Science Foundation for Life Sciences and Physical Sciences, respectively. Prof. Vivek Polshettiwar (DCS) was awarded the 2022 CHEMRAWN VII Prize by 'The International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)'. The Zubin Kembhavi Award in the area of 'Observational and Instrumentation Work in Astronomy and Allied Fields' for the year 2021 was awarded to the Team-AstroSat for successful design, build, launch and operations of India's first multi-wavelength space observatory 'AstroSat'.

We continue with our efforts and look forward to achieving higher objectives in the upcoming year.

Jayaram N. Chengalur
Director

Awards and Distinctions

NATIONAL

Deepak Dhar (DTP, former faculty member) — Padma Bhushan
(awarded by the Government of India, Jan. 2023)

R. Sujatha (SoM, former faculty member) — Padma Shri
(awarded by the Government of India, Jan. 2023)

Vidita Vaidya (DBS) — Infosys Prize, Life Sciences 2022
(awarded by the Infosys Science Foundation, Jan. 2023)

Nissim Kanekar (NCRA) — Infosys Prize 2022 in Physical Sciences
(awarded by the Infosys Science Foundation, Jan. 2023)

Vivek Polshettiwar (DCS) — National Prize for Research on Environmental Chemistry, including CO_2 reduction and Green Hydrogen
(awarded by the CNR Rao Foundation, JNCASR, Bangalore, 2022)

Pranav R. Shirhatti (TIFRH) — S. N. Seshadri Memorial Instrumentation Award in Physical Sciences 2022
(awarded by the Indian Physics Association, 2022)

Karthik V. Raman (TIFRH) — S. N. Seshadri Memorial Instrumentation Award
(awarded by the Indian Physics Association, 2022)

Subhro Bhattacharjee (ICTS) — Buti Foundation Award for Excellence in Theoretical Physics, Astrophysics and Biophysics
(awarded by the Indian Physics Association, Nov. 2022)

R. Loganayagam (ICTS) — N. S. Satya Murthy Memorial Award
(awarded by the Indian Physics Association, Dec. 2022)

Yashwant Gupta (NCRA) — Murli M. Chugani Memorial Award for Excellence in Applied Physics 2022
(awarded by the Indian Physics Association, Nov. 2022)

T. N. Narayanan (TIFRH) — MRSI Medal – 2022, Materials Research Society of India.
(awarded by the Materials Research Society of India, Dec. 2022)

Krushnamegh Kunte (NCBS) — Prof. T. N. Ananthakrishnan Senior Scientist Award
(Prof. T. N. Ananthakrishnan Foundation, Chennai, Aug. 2022)

Upinder S. Bhalla (NCBS) — Sir M. Visvesvaraya Senior Scientist State Award
(Karnataka State Council for Science and Technology, Govt. of Karnataka, Mar. 2023)

Uma Ramakrishnan (NCBS) — Dr. Kalpana Chawla Young Women Scientist Award
(Karnataka State Council for Science and Technology, Govt. of Karnataka, Mar. 2023)

Rama Govindarajan (ICTS) — Elected as a Fellow
(Indian National Science Academy, 2022)

Yashwant Gupta (NCRA) — Elected as a Fellow
(Indian National Science Academy, Sep. 2022)

Ajith Parameswaran (ICTS) — Elected as a Fellow
(National Academy of Sciences, India, June 2022)

Subhro Bhattacharjee (ICTS) — Elected as a Fellow
(National Academy of Sciences, India, June 2022)

Vidita Vaidya (DBS) — Elected as a Fellow
(National Academy of Sciences, India, 2022)

Vidita Vaidya (DBS) — Elected as a Fellow
(Indian Academy of Sciences, India, 2022)

P. V. Shivaprasad (NCBS) — Elected as a Fellow
(National Academy of Sciences, India, Nov. 2022)

Yashwant Gupta (NCRA) — Elected as a Fellow
(Indian National Academy of Engineering (INAE), Sep. 2022)

Ali Hyder (TIFR-CAM) — Elected as a Young Associate
(Indian Academy of Sciences, Aug. 2022)

Aneesh T. Veetil (TIFRH) — Intermediate Fellow, DBT-Wellcome Trust
(DBT-Welcome Trust, Jan. 2023)

Subhajit Goswami (SoM) — Elected as an Associate Fellow
(Indian Academy of Sciences (IASc), 2022-2025)

Swarnava Mukhopadhyay (SoM) — Young Scientist Medal
(awarded by the Indian National Science Academy, 2022)

Anand Sawant (SoM) — Young Scientist Medal
(awarded by the Indian National Science Academy, 2022)

Subhro Bhattacharjee (ICTS) — Young Scientists Medal
(awarded by the Indian National Science Academy, Jan. 2023)

Manas Kulkarni (ICTS) — Young Scientists Medal
(awarded by the Indian National Science Academy, Jan. 2023)

Tamal Das (TIFRH) — Young Scientist Medal
(awarded by the Indian National Science Academy, Jan. 2023)

Prayush Kumar (ICTS) — Young Scientist Platinum Jubilee Award
(awarded by the National Academy of Science, India, Feb. 2023)

Sahil Ahlawat (TIFRH) — Annual NMRS Medal for Young Scientist
(awarded by the National Magnetic Resonance Society of India, Feb. 2023)

K. K. Mishra (HBCSE) — Homi Jehangir Bhabha Prize – Gold
(awarded by the Maharashtra Rajya Hindi Sahitya Academy of Govt. of Maharashtra, Mar. 2023)

Shubha Tole (DBS) — JNCASR Honorary Professor by Jawaharlal Nehru Center for Advanced Scientific Research
(awarded by the Jawaharlal Nehru Center for Advanced Scientific Research)

Shravan Hanasoge (DAA) — Google Faculty Award
(awarded by the Google Research, India, Nov. 2022)

Rama Govindarajan (ICTS) — Distinguished Alumni Award
(awarded by the IIT Delhi, Oct. 2022)

Rama Govindarajan (ICTS) — Archana Sharma Memorial Lecture Award
(awarded by the National Academy of Sciences, India, Jan. 2023)

Vipin Agarwal (TIFRH) — S. Subramanian's 60th Birthday Lecture Award
(awarded by the National Magnetic Resonance Society of India, Feb. 2023)

K. V. Srinivasan (LTF) — Best Paper Award
(awarded by the Indian Cryogenics Council, Nov. 2022)

Siddharth S. Bhandari (former student, STCS) — ACM India 2022 Doctoral Dissertation Award
(awarded by the Association for Computing Machinery (ACM), India)

Chirag Chawla (DAA) — Young Astronomer Award for the Best Publication for the year 2022
(awarded by the Astronomical Society of India)

Eknath Ghate (SoM) — Member-Mathematical Sciences Committee
(Indian Academy of Sciences, Bangalore, 2022)

Vipin Ahlawat (TIFRH) — Executive Council Member
(National Magnetic Resonance Society of India, 2020-2023)

Sabyasachi Mukherjee (SoM) — MATRICS grant
(awarded by the Science and Engineering Research Board (SERB), India, Jan. 2023)

Rama Govindarajan (ICTS) — Featured in "Women in STEM: Vanguards of India@75"
(Confederation of Indian Industry, 2022)

Prashant Singh (ICTS) — Top Cited Paper Awards India 2022
(IOP Publishing, Sep. 2022)

Junaid Bhat (ICTS) — S. Naranan Memorial Research Award
(TIFR, June 2022)

Vidita Vaidya (DBS) — Distinguished Visiting Professor, IIT Bombay 2022
(IIT, Bombay, 2022-2024)

Darshana Kapri (DBS) — SERB International Travel Award 2022
SERB, DST (2022)

Utkarsha Ghai (DBS) — CTEP DBT Travel Grant 2022
(awarded by the DBT)

Darshana Kapri (DBS) — TIFR Infosys Leading Edge Travel Grant 2022
(awarded by the TIFR, Mumbai)

Praachi Tiwari (DBS) — TIFR Infosys Leading Edge Travel Grant 2022
(awarded by the TIFR, Mumbai)

INTERNATIONAL

Vivek Polshettiwar — CHEMRAWN VII Prize
(awarded by The International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), 2022)

Suvrat Raju (ICTS) — 10th Nishina Asia Award
(awarded by the Nishina Foundation, Japan, Aug. 2022)

Shubha Tole (DBS) — Bernice Grafstein award for outstanding accomplishments in mentoring
(awarded by Society for Neuroscience, USA, Nov. 2022)

Padmanabhan Balaram (NCBS) — R. Bruce Merrifield Award for 2021
(awarded by the American Peptide Society, USA, June 2022)

Karthk V. Raman (TIFRH) — 2022 ACMM Rising Star Award
(ACMM, 2022)

Vipin Agarwal (TIFRH) — Time-sensitive award: “New Voices in Magnetic Resonance”
(awarded by the International Society of Magnetic Resonance, June 2022)

Jyotishman Dasgupta (DCS) — Fellow of Royal Society of Chemistry
(The Royal Society of Chemistry, UK, Mar. 2023)

Subhro Bhattacharjee (ICTS) — Five-year associateship
(awarded by ICTP, Trieste, Italy, Sep. 2022)

Sundar Ram Naganathan (DBS) — Max Planck Partner Group
(awarded by Max Planck Society, Germany, Feb. 2023)

Sthitadhi Roy (ICTS) — Max Planck Partner Group
(awarded by Max Planck Society, Germany, Feb. 2023)

Shilpa Phani Pothapragada (TIFRH) — Schmidt Science Fellowship
(Schmidt Futures Foundation, Mar. 2023)

T. N. Narayanan (TIFRH) — Alexander von Humboldt Experienced Researcher Fellowship
(AvH Foundation, Nov. 2022)

Samriddhi Sankar Ray (ICTS) — CEFIPRA (Indo-French) grant
(awarded by CEFIPRA, France, Aug. 2022)

Subhro Bhattacharjee (ICTS) — Indo-Swedish Initiation grant
(awarded by Swedish Foundation for International Cooperation in Research and Higher Education, Sweden, Mar. 2023)

Vinothkumar K R (NCBS) — EMBO Global
(EMBO, Dec. 2022)

Aditya Vijaykumar (ICTS) — Fulbright-Nehru Doctoral Research Fellowship
(awarded by United States-India Educational Foundation (USIEF), July 2022)

Bhanu Kiran (ICTS) — Institut Henri Poincaré (IHP)-Centre International de Mathématiques Pures et Appliquées (CIMPA) fellowship
(awarded by Institut Henri Poincaré (IHP), Feb. 2023)

Rama Govindarajan (ICTS) — Kirk Distinguished Visiting Fellow
(awarded by Isaac Newton Institute, May 2022)

Neha Sangwan (STCS) — Best Student Paper award at IEEE International Symposium on Information Theory (ISIT) 2022
(awarded by IEEE Information Theory Society, July 2022)

Rahul Vaze (STCS) — Best Runners-Up Paper Award at the WiOpt 2022
(awarded by WiOpt 2022 Programme Committee, Turin, Italy, Sep. 2022)

Mahan Mj (SoM) — Invited CNRS Professor
(Institut Henri Poincare, France, May-June 2022)

Eknath Ghate (SoM) — KAIX Invited Lectures
(Korea Advanced Institute of Science and Technology, South Korea, Nov. 2022)

Rukmini Dey (ICTS) — Member of Asian-Oceanian Women in Mathematics
(Asian-Oceanian Women in Mathematics, July 2022)

Shamik Gupta (DTP) — Member of the Editorial Board of Journal of Physics A; Mathematical and Theoretical Physics
(Institute of Physics, UK, 2022)

Jyotishman Dasgupta (DCS) — Elected to the Editorial Board of Journal of Chemical Physics
(American Institute of Physics, Dec. 2022)

Jyotishman Dasgupta (DCS) — Elected to the Editorial Board of Journal of Physical Chemistry
(American Chemical Society, Dec. 2022)

Mahendra Sonawane — Editorial Board Member, eLife
(eLife, 2022)

Deepa Agashe (NCBS) — Editorial Board Member, PLoS Biology
(PLoS Biology, Apr. 2022)

Indranil Mazumdar (DNAP) — Selected as a member of the International Advisory Committee of JINR, Dubna
(Joint Institute of Nuclear Research, Dubna, Russia, From Jan. 2023)

Mahan Mj (SoM) — Core panel member of the Geometry Section and moderator of the Geometry session at ICM 2022
(International Mathematical Union, Aug. 2022)

Vipin Agarwal (TIFRH) — Executive Member of the NMR/MRI advisory committee to the National High-Field Magnetic Lab
(National High-Field Magnetic Lab, University of Florida, USA, Jan. 2023)

Vatsala Thirumalai (NCBS) — Elected to the Board of Directors, International Zebrafish Society
(International Zebrafish Society, June 2022)

Pronobesh Maity (ICTS) — KITP Graduate Fellowship
(awarded by KITP, Santa Barbara, USA, Sep. 2022)

Darshana Kapri (DBS) — FENS- IBRO PERC Travel grant 2022
(awarded by IBRO, 2022)

Pratik Chaudhari (DBS) — FENS- IBRO PERC Travel grant 2022
(awarded by IBRO, 2022)

Team-AstroSat — Zubin Kembhavi Award in the area of ‘Observational and instrumentation work in astronomy and allied fields’ for the year 2021 for the successful design, build, launch and operations of India’s first multi-wavelength space observatory ‘AstroSat’
(awarded by the Astronomical Society of India (ASI))

Faculty

Chengalur, J. N. (Director)

School of Mathematics

Bhattacharya, Amitava
Bhattacharya, S.
Biswas, I.
Das, Omprokash
Deshpande, T. N.
Fakhruddin, N.
Ghate, E. P.
Ghosh, Anish
Goswami, S.
Gupta, R. (since 14.07.2022)
Holla, Y. I.
Krishna, Amalendu (till 31.03.2023)
Mj, Mahan
Modami, B. (since 05.04.2022)
Mukherjee, S.
Mukhopadhyay, S.
Nair, A. N.
Parameswaran, A.J.
Roushon, S. K.
Sawant, Anand
Sridharan, R.
Srinivas, V.
Srinivasan, S.
Trivedi, V. G.
Varma, S.V.
Venkataramana, T. N. (till 28.02.2023)

Adjunct Faculty

Belkale, Prakash, Mathematics Department, U.S.A. (from 01.04.2022 to 31.03.2025)
Burungale, Ashay A., The University of Texas, Austin, USA (from 01.04.2022 to 31.03.2025)
Gelander, Tsachik, The Weizmann Institute of Science, Israel (from 01.04.2022 to 31.03.2025)
Hida, Haruzo, UCLA Los Angeles, U.S.A. (from 01.04.2022 to 31.03.2025)

TIFR Centre for Applicable Mathematics, Bengaluru

Adimurthi, K.
Aravinda, C. S.
Banerjee, A.
Biswas, I. H.
Chandgotia, N.
Chandrasekhar, P.
Ghoshal, S. S.
Hyder, Ali
Karmakar, D.
Koley, U.
Krishnan, V. P.
Maity, D.
Ramachandran, K.
Sandeep, K.
Shekhar, Atul
Sivaguru, R.
Srinivasan, P. K.
Thomas, J. (joint appointment with ICTS)
Vadlamani, S.

School of Technology and Computer Science

Asnani, H. (till 12.09.2022)
Batra, J.
Bhaskar, U.
Chattopadhyay, Arkadev
Guha, S.
Harsha, P.
Juneja, S.K.
Kavitha, T.
Prabhakaran, V.
Radhakrishnan, J.
Raja, N.
Saptharishi, R.
Sen, P.
Sinha, Abhishek (since 05.04.2022)
Srinivasan, Akshayaram
Srivastava, P.

Kumar, M. (since 06.12.2022)
Narayanan, H.
Vaze R.

Adjunct Faculty

Borkar, V. S. Indian Institute of Technology, Mumbai (from 01.01.2023 to 31.12.2025)
Kayal, Neeraj, Microsoft Research Lab India, Bangalore (from 01.02.2020 to 31.01.2023)
Mazumdar, Ravi R., University of Waterloo, Canada (from 01.05.2019 to 30.04.2022)
Netrapalli, Praneeth, Microsoft Research India, Bangalore (from 01.05.2020 to 30.04.2023)
Shah, Devavrat, Cambridge, U.S.A. (from 01.01.2023 to 31.12.2025)

School of Natural Sciences

Department of Astronomy and Astrophysics

Bhattacharya, S.
Chatterjee, S.
Gopakumar, Achamveedu
Hanasoge, S.
Mookerjea, B.
Mukherjee, S. (since 09.05.2022)
Ninan, J. P.
Ojha, D. K.
Puravankara, M.
Singh, T.P. (till 31.07.2022)
Tendulkar, S. (joint appointment with NCRA)

Adjunct Faculty

Mahadevan, Suvrath, The Pennsylvania State University, USA (from 01.04.2023 to 31.03.2026)

Department of Biological Sciences

Anand, Amitesh
Chouhan, N. S. (since 07.06.2022)
Das, D.
Kolthur, U. S.
Koushika, S. P.
Mishra, M. (till 01.07.2022)
Naganathan, S. R. (since 03.08.2022)
Narasimha, M.
Ray, K. (on lien to NBRC)
Sonawane, M.
Tole, S.
Vaidya, V.

Adjunct Faculty

Kamat, Siddhesh, IISER, Pune (from 01.05.2020 to 30.04.2023)

Department of Chemical Sciences

Bose, Amartya (since 09.11.2022)
Dasgupta, Jyotishman
Datta, Ankona
Khushalani, Deepa
Koti, A. Sri Rama
Maiti, Sudipta
Mazumdar, Shyamalava
Nagarajan, K. (since 18.08.2022)
Patra, Malay
Polshettiwar, Vivek
Venkatramani, Ravindra
Voora, Vamsee K.

Department of Condensed Matter Physics and Materials Science

Bhattacharya, Arnab
Chatterjee, Shouvik
Prabhu, Shriganesh S.
Ramakrishnan, S. (till 30.06.2022)

Deshmukh, Mandar M.
Ghosh, Sandip
Ghosh, Shankar
Gopal, Achanta V. (on lien to NPL, CSIR)
Maiti, Kalobaran
Raychaudhuri, Pratap
Singh, Bahadur
Thamizhavel, A.
Vijayaraghavan, R.

Adjunct Faculty

Gupta, Subhasish Dutta, University of Hyderabad, Hyderabad (from 01.04.2021 to 31.03.2024)
Levine, Dov, Technion-Israel Institute of Technology, Israel (from 01.05.2019 to 30.04.2022) and again (from 01.10.2022 to 30.09.2025)

Department of High Energy Physics

Chatterjee, R. M. (since 02.02.2023)
Chitnis, Varsha R.
Dugad, Shashi R.
Guchait, Monoranjan
Majumder, Gobinda
Mazumdar, Kajari
Mohanty, Gagan B.
Mohanty, Pravata K.
Rameez, Mohamed
Unnikrishnan, C. S. (till 31.07.2022)

Adjunct Faculty

Lipari, Paulo, Università di Roma "Sapienza", Roma, Italy (from 01.10.2022 to 30.09.2025)
Wilkinson, Guy, FRS, Oxford, United Kingdom (from 01.10.2022 to 30.09.2025)

Department of Nuclear and Atomic Physics

Datta, Sourav
Krishnamurthy, M.
Mazumdar, Indranil
Misra, Deepankar
Mujumdar, Sushil A.
Nanal, Vandana S.
Pal, Subrata
Palit, Rudrajyoti
Prabhudesai, Vaibhav S.
Ravindrakumar, G.
Tribedi, Lokesh C.

Adjunct Faculty

Garg, Umesh, University of Notre Dame, USA (from 01.07.2021 to 30.06.2024)
Rajeev, P. P., Oxford, UK (from 01.02.2020 to 31.01.2023)

Department of Theoretical Physics

Alam, S. (since 03.10. 2022)
Damle, Kedar S.
Dasgupta, Basudeb
Datta, Saumen
Dighe, Amol S.
Gadde, Abhijit
Gupta, Sourendu
Gupta, Prof. Shamik (since 02.05.2022)
Gupta, Sandeepan (since 19.04.2022)
Khatri, Rishi
Mandal, Gautam
Mathur, Nilmani
Minwalla, Shiraz
Parrikar, Onkar
Raychaudhuri, Sreerup
Roy, Tuhin S.
Sadhu, Tridib
Sensarma, Rajdeep
Sharma, Rishi
Tripathi, Vikram

Kulkarni, G. P.
Majumdar, Subhabrata
Trivedi, Sandip P.

Adjunct Faculty

Bali, Gunnar S., Universität Regensburg, Germany (from 01.04.2023 to 31.03.2026)
Das, Sumit Ranjan, University of Kentucky, USA (from 01.04.2021 to 31.03.2024)
Dhar, Deepak, IISER, Pune (from 01.05.2020 to 30.04.2023)
Jain, Bhuvnesh, University of Pennsylvania, Philadelphia, USA (from 01.05.2020 to 30.04.2023)
Majumdar, Satya Narayan, Université Paris-Sud, France (from 01.04.2021 to 31.03.2024)

Homi Bhabha Centre for Science Education

Bhattacharya, Arnab
Chandrasekharan, Sanjay
Chari, Deepa
Chunawala, Sugra I. (till 31.05.2022)
De, Prithwijit
Gupta, Ankush
Gupta, Ayush
Joshi, Paresh K.
Khaparde, Rajesh B.
Ladage, Savita A.
Mashood, K. K.
Mazumdar, Anwesh
Mishra, K. K.
Raveendran, Aswathy
Sengupta, Tathagata
Subramaniam, K.
Sule, Aniket P.
Vartak, Rekha R. (till 30.11.2022)

Adjunct Faculty

Sengupta, Pratim, University of Calgary, Canada (from 01.02.2020 to 31.01.2023)

National Centre for Biological Sciences

Agashe, Deepa
Ashhad, S. (since 01.11.2022)
Badrinarayan, Anjana
Bhattacharjee, Tapomoy
Bhattacharya, Abhishek
Bhalla, Upinder S.
Brockmann, Axel
Chakrabarti, Shaon
Chattarji, Sumantra (till 31.01.2023)
Das, Ranabir
Das, Soumyashree
Ghosh, Hiyaa Singhee
Gosavi, Shachi S.
Jana, Swadhin Chandra
Krishna, Sandeep
Kunte, Krushnamegh J.
Kutti, Ragunath Vinothkumar
Ladher, Rajesh Kumar
Mayor, Satyajit
Notani, Dimple
Radhakrishnan, Sabarinathan
Raju, Archishman
Ramakrishnan, Uma
Ramesh, Arati
Rao, Madan
Redkar, A. G. (since 01.03.2023)
Sane, Sanjay P.
Sankaran, Mahesh
Seshasayee, Aswin Sai Narain
Shashidhara, L. S. (since 21.02.2023)
Shivaprasad, P. V.
Sowdhamini, R.
Sundaramurthy, Varadharajan
Thattai, Mukund
Thirumalai, Vatsala
Thutupalli, Shashi (joint appointment with ICTS)
Udgaonkar, Jayant B. (on deputation to IISER, Pune)
Venkatesan, Radhika (till 30.06.2022)

Padinjat, Raghu

Viswanath, Shruthi

Adjunct Faculty

Jain, Sanjeev, NIMHANS, Bengaluru, India (from 01.04.2021 to 31.03.2024)
Karanth, Ullas, Wildlife Conservation Society, Bangalore (from 01.04.2021 to 31.03.2024)
Malhotra, Vivek, Centre for Genomic Regulation, Spain (from 01.04.2021 to 31.03.2024)
Ramaswami, Mani, Institute for Neuroscience, Ireland (from 01.04.2021 to 31.03.2024)
Shilo, Ben-Zion, Weizmann Institute of Science, Israel (Adjunct VAJRA Faculty, from 01.10.2022 to 30.09.2023)
Spudich, James A., Stanford University, USA (from 01.04.2021 to 31.03.2024)

National Centre for Radio Astrophysics

Bhattacharyya, Bhaswati
Chandra, Poonam
Chengalur, Jayaram N.
Choudhury, Tirthankar Roy
Gupta, Yashwant
Ishwara Chandra, C. H.
Joshi, Bhal Chandra (till 31.08.2022)
Kale, Ruta
Kanekar, Nissim
Kharb, Preeti
Lal, Dharam Vir
Maan, Yogesh
Mitra, Dipanjan
Oberoi, Divya
Roy, Jayanta
Roy, Subhashis
Shriharsh Tendulkar (joint appointment with DAA)
Wadadekar, Yogesh G.

International Centre for Theoretical Sciences

Ajith, P.
Apte, Amit (on lien to IISER, Pune)
Athreya, S. R. (since 01.11.2022)
Basak, Anirban
Basu, Riddhipratim
Bhat, Pallavi
Bhattacharjee, Subhro
Dey, Rukmini
Dhar, Abhishek
Gopakumar, Rajesh
Govindarajan, Rama
Krishnamurthy, Vijay Kumar
Kulkarni, Manas
Kumar, Prayush
Kundu, Anupam
Loganayagam, R.
Pandit, Pranav Sudhir
Raju, Suvrat
Ray, Samriddhi Sankar
Roy, Sthitadhi
Thomas, Jim (joint appointment with CAM)
Thutupalli, Shashi (joint appointment with NCBS)
Vasan, Vishal

Adjunct Faculty

Chattopadhyay, Swapan, Berkeley, USA. (from 01.07.2021 to 30.06.2024)
Mukhi, Sunil, IISER, Pune (from 01.10.2022 to 30.09.2025)
Nanjundiah, Ravi S., Indian Institute of Tropical Meteorology, Pune (from 01.04.2022 to 31.03.2025)

TIFR Hyderabad

Agarwal, Vipin

Mote, Kaustubh R.

Chandrasekhar, V.
Dani, Adish
Das, Tamal
Garai, Kanchan
Ghosh, Soumya
Haldar, Ritesh
Jaiswal, Manish
Jana, Anukul
Joshi, D. G. (since 03.02.2023)
Karmakar, Smarajit
Krishnamoorthy, H. N. S. (since 23.02.2023)
Krishnamurthy, M.
Madhu, P. K.
Mandal, Kalyaneswar
Mazumder, Aprotim
Mondal, Jagannath
Nandi, Saroj Kumar
Narayanan, T. N.
Nayak, Pabitra Kumar
Perlekar, Prasad S.
Ramakrishnan, Raghunathan
Ramola, Kabir
Ranjan, V. (since 01.03.2023)
Shirhatti, Pranav R.
Singh, P. K. (since 18.07.2022)
Srivastava, Mrinal
Suddapalli, C. K. (since 04.07.2022)
Vaidya, Anand Teertha
Vallurupalli, Pramodh
Veetil, Aneesh Tazhe
Venkataraman, Karthik
Vig, Monika

Adjunct Faculty

Kang, Gagandeep, The Wellcome Trust Research Laboratory, Vellore (from 02.11.2020 to 01.11.2023)

Roesky, H. W., University of Goettingen, Germany (from 01.02.2020 to 31.01.2023)

Administration and Services

ADMINISTRATION

Registrar & Secretary to the Council of Management	:	Wg Cdr Antony, George (Retd.) (till 30.04.2022) Col Gokhale, Sanjay B. (Retd.) (officiating appointment from 01.05.2022 to 27.02.2023) Col Anand, Rajeev (Retd.) (since 28.02.2023)
Deputy Registrar	:	Col Gokhale, Sanjay B. (Retd.)
Secretary, Natural Science Faculty	:	Sqn Ldr Iyer, K. Gopal Krishnan (Retd) (since 15.11.2022)
Assistant Registrar (Academic)	:	Redekar, H. K. (till 20.09.2022) Deniz, P. (since 01.02.2023)
Secretary, IWG	:	Shinde, M. D.
Head, Accounts	:	Paithankar, Kishore S.
Head, Establishment	:	Sagwekar, N. S.
Public Relations Officer	:	Abhyankar, A. M.
Legal Officer	:	Deswal, R.
Purchase & Stores Officer	:	Baghele, Deepak B.
Security & Fire Officer	:	Joshi, Bharat B.
Administrative Officer (D), General Administration	:	Felix, T. J.
Head, Administration, HBCSE	:	Dandekar, P.
Head, Administration & Finance, NCRA, Pune	:	Solanki, J. K.
Head, Administration & Finance, NCBS, Bengaluru	:	Rajan, Ravi Shankar Guru
Administrative Officer (E), CAM, Bengaluru	:	Kannan, C. J.
Administrative Officer (D), ICTS, Bengaluru	:	De, Abhijit
Administrative Officer (C), TCIS, Hyderabad	:	Hari Prasad, D.

SERVICES

Chief Engineer, Tech. Services & Central Workshop	:	Sinha, Sangam
Head, Medical Section	:	Raghavan, Sandhya
Head, Information System Development Group	:	Goel, Nihita
Head, Scientific Information Resource Centre	:	Prabakaran, R.
Scientific Officer (G), Low Temperature Facility	:	Srinivasan, K.V.
Head, Computer Center and Communication Facility	:	Raghavan, H.

Highlights of the Research Activities of T.I.F.R.

(2022–2023)

School of Mathematics

Algebraic Geometry

- **On the 4-dimensional Minimal Model Program for Kähler Varieties**
  Researchers proved several important results in higher dimensional Minimal Model Program for Kähler varieties: finite generation of the (relative) canonical ring for projective morphisms between analytic varieties and the existence of minimal models for certain Kähler varieties of dimension 4. [Omprokash Das]
- **Existence of Minimal Model for Kähler varieties of Maximal Albanese Dimension**
  In this article, it was shown that Kähler varieties of (arbitrary dimension), which have maximal Albanese dimension, have minimal models. [Omprokash Das]

Number Theory

- **Zig-zag holds on inertia for large weights**
  Researchers proved the zig-zag conjecture on the reductions of two-dimensional crystalline p-adic Galois representations of exceptional weights and half-integral slopes between 1/2 and (p-3)/2 for large weights, at least on the inertia subgroup. This conjecture was only known for some small half-integral slopes. The proof uses a limiting argument due to Chitrao-Ghate-Yasuda in the blow-up space of trianguline representations to reduce the conjecture to the study of the reductions of semi-stable representations of weights between 3 and p-1. [Eknath Ghate]
- **Non-admissible irreducible representations of p-adic GL2 in characteristic p**
  Let p>3 and F be a non-archimedean local field with residue field a proper finite extension of F_p. Researchers construct smooth, absolutely irreducible, non-admissible representations of GL2(F) defined over the residue field of F, extending the earlier results of the authors for F unramified over Q_p. The construction is uniform and uses the theory of diagrams of Breuil and Paškunas. [Eknath Ghate]

Geometry and Topology

- **First passage percolation on hyperbolic groups**
  Researchers studied first passage percolation (FPP) in a Gromov-hyperbolic group G with a boundary equipped with the Patterson-Sullivan measure. The study associated an i.i.d. collection of random passage times to each edge of a Cayley graph of G and investigated classical questions about asymptotics of first passage time as well as the geometry of geodesics in the FPP metric. Under suitable conditions on the passage time distribution, researchers showed that the 'velocity' exists in almost every direction and is almost surely constant by ergodicity of the G-action on the boundary. For every point on the boundary, researchers also showed almost sure coalescence of any two geodesic rays directed towards the point. Finally, it was shown that the variance of the first passage time grows linearly with word distance along word geodesic rays in every fixed boundary direction. [Mahan Mj]
- **Cheeger inequalities for graph limits**
  Researchers introduced notions of Cheeger constants for graphons and graphings and proved Cheeger and Buser inequalities for these. Researchers also proved co-area formulae for graphons and graphings. [Mahan Mj]
- **Surface group representations in SL(2,C) with finite mapping class orbits**
  Given an oriented surface of a positive genus with finitely many punctures, researchers classify the

finite orbits of the mapping class group action on the moduli space of semisimple complex special linear two-dimensional representations of the fundamental group of the surface. For surfaces of genus at least two, such orbits correspond to homomorphisms with finite images. For genus one, they correspond to the finite or special dihedral representations. Researchers also obtained an analogous result for bounded orbits in the moduli space. [Mahan Mj]

Complex Analysis and Conformal Dynamics

- **Discontinuity of straightening in antiholomorphic dynamics: II**
  After rigorously defining the notion of Tricorn-like sets (that is, the anti-holomorphic analogue of the Mandelbrot set), researchers proved the presence of Tricorn-like sets in the parameter space of real cubic polynomials but showed that their straightening maps are discontinuous. The presence in the dynamical plane of real cubic polynomials of homeomorphic copies of quadratic anti-holomorphic Julia sets comes from their symmetry with respect to the real line. At the core of the argument is a local-to-global process applied to parabolic germs. Researchers analyzed this situation thoroughly in the context of unicritical polynomials and anti-polynomials: they proved that the germs at parabolic points determine these maps globally. The main idea is to establish that two such maps for which parabolic germs are conformally conjugate are affinely conjugate. In the same vein, researchers prove that, within the same families, if a parabolic germ commutes with an anti-holomorphic involution, then the map is globally symmetric with respect to the real line (up to Möbius conjugacy). [Sabyasachi Mukherjee]

- **Antiholomorphic correspondences and mating I: realization theorems**
  In this work, the dynamics of a general class of antiholomorphic correspondences (i.e., multi-valued maps with antiholomorphic local branches) on the Riemann sphere are studied. These correspondences are defined using univalent restrictions of rational maps. Such correspondences are closely related to a class of single-valued antiholomorphic maps in one complex variable, namely, Schwarz reflection maps of simply connected quadrature domains. This connection is used to prove that matings or combinations of all parabolic antiholomorphic rational maps with connected Julia sets (of arbitrary degree), and antiholomorphic analogues of Hecke groups can be realized as such correspondences. The set-theoretic and topological properties of this mating surgery are also studied. [Sabyasachi Mukherjee]

Conformal Dynamics, Reflection Groups and Parameter Spaces of Conformal Dynamical Systems

- **On deformation space analogies between Kleinian reflection groups and antiholomorphic rational maps**
  In the study of parameter spaces of dynamical systems given by rational maps on the Riemann sphere, an important and less-understood area is the topology and bifurcation structures of closures of hyperbolic components. In their previous work, "Circle packings, kissing reflection groups and critically fixed anti-rational maps", researchers constructed an explicit dynamical correspondence between certain Kleinian reflection groups and certain anti-holomorphic rational maps on the Riemann sphere. Building on that work, here researchers study the topology of the closure of the collection of hyperbolic components containing critically fixed anti-rational maps. The goal of this work, on the one hand, is to show that the closures of this collection of hyperbolic components exhibit complicated topology (for instance, the space has a large fundamental group) and, on the other hand, to describe a combinatorial/topological model for the bifurcation structure of such hyperbolic components. It turns out that the bifurcation patterns in the deformation spaces of kissing reflection groups and critically fixed anti-rational maps have many striking similarities. They also answer boundedness questions for such hyperbolic components, thereby establishing an analogue

of Thurston's compactness theorem for critically fixed anti-rational maps. [Sabyasachi Mukherjee]

Hyperbolic Geometry, Geometric Group Theory, Kleinian Groups and Conformal Dynamics

- **Combination theorems in groups, geometry and dynamics**
  This survey gives an eclectic account of combination theorems in hyperbolic geometry, geometric group theory, and complex dynamics. In various contexts, combination results attempt to put together two groups/geometries/dynamical systems into a single object. As examples of this phenomenon, Bers' simultaneous uniformization theorem, Thurston's hyperbolization of atoroidal Haken manifolds and double limit theorem, Bestvina and Feighn's work on coarse geometric features of Thurston's combination theorem and Gromov-hyperbolic groups, and Agol, Haglund, and Wise's work on combination theorem for virtually special cubulable hyperbolic groups are discussed in detail. On the complex dynamics side, a comprehensive account of the works of various people on matings of polynomials and more recent results by the researchers (and their collaborators) on matings of reflection/Kleinian groups with anti-holomorphic/holomorphic polynomials are described. [Sabyasachi Mukherjee]

- **On Dynamical Gaskets Generated by Rational Maps, Kleinian Groups, and Schwarz Reflections**
  To each topological triangulation of the sphere, there is a unique associated circle packing whose coin graph is isomorphic to the triangulation. The authors used these circle packings to construct a family of Kleinian reflection groups with round gasket limit sets (including the classical Apollonian gasket), and computed the homeomorphism groups of such round gaskets. Further, these round gaskets were shown to be topological models for the Julia sets of suitable anti-rational maps. For reduced triangulations, the groups of quasisymmetries of these Julia sets were also computed, and they were shown to coincide with the homeomorphism groups. As a by-product, a direct dynamical link between these Kleinian reflection groups and the corresponding anti-rational maps was established. In addition, the authors devised a new "surgery" technique to glue reflection group dynamics in anti-rational maps that produced "hybrid" conformal dynamical systems exhibiting gasket limit sets. [Sabyasachi Mukherjee]

Topology, Low-dimensional Dynamics, Kleinian Groups, and Ergodic Theory

- **The Sullivan dictionary and Bowen-Series maps**
  The Sullivan dictionary between Kleinian groups and rational dynamics describes striking similarities between the fields, both in terms of the objects of study as well as the techniques used. In a previous paper, "Combining Rational maps and Kleinian groups via orbit equivalence" by the researchers, (higher) Bowen-Series maps played the role of a connecting link between the dynamics of rational maps and actions of Kleinian groups on the Riemann sphere. While only topological and combinatorial features of these maps were used in the mating construction, the measure-theoretic aspects of (higher) Bowen-Series maps are of considerable interest and are studied in this work. More precisely, connections between various natural classes of measures, namely, measures of maximal entropy of rational maps and (higher) Bowen-Series maps and Patterson-Sullivan measures on Gromov boundaries of suitable hyperbolic groups, are investigated. Further, estimates on the Hausdorff dimension of the measure of maximal entropy of (higher) Bowen-Series maps are also obtained. [Sabyasachi Mukherjee]

Conformal Dynamics, Kleinian Groups, and Teichmüller Spaces

- **Combining Rational maps and Kleinian groups via orbit equivalence**
  As another step towards putting the Sullivan dictionary on a firm footing, the authors develop a new framework for conformally mating the dynamics of complex polynomials with that of Kleinian

surface groups using the notion of orbit equivalence. It is shown that the only torsion-free Fuchsian groups that can be thus mated are punctured sphere groups. The technique of mating involves the classical Bowen-Series maps and a new class of maps, called higher Bowen-Series maps, that are orbit equivalent to punctured sphere groups. The existence of higher Bowen-Series maps ensures that the Teichmüller space of matings is disconnected. Further, they also show that unlike in higher dimensions, topological orbit equivalence rigidity fails for Fuchsian groups acting on the circle. Moreover, the collection of Kleinian Bers' boundary groups that are mateable in this framework is fully classified. [Sabyasachi Mukherjee]

Algebraic Topology

- **k-almost-quasifibration**
  In earlier work, researchers introduced the notion of a k-almost-quasifibration. In this work, researchers update this definition and call it a k-c-quasifibration. Researchers studied some basic properties of k-c-quasifibrations and also generalize a series of results on quasifibrations to k-c-quasifibrations giving criteria for a map to be a k-c-quasifibration. [S. K. Roushon]

Group Theory

- **Orbifold braid groups**
  The orbifold braid groups of two-dimensional orbifolds were defined in the work of Allcock to understand certain Artin groups as subgroups of some suitable orbifold braid groups. Researchers studied orbifold braid groups in more detail to prove the Farrell-Jones Isomorphism conjecture for orbifold braid groups and, as a consequence, for some Artin groups. In this work, researchers apply these results to study two aspects of the orbifold braid groups. First, it was shown that the homomorphisms induced on the orbifold braid groups by the inclusion maps of a generic class of sub-orbifolds of an orbifold are injective. Then, researchers proved that the centres of most of the orbifold braid groups are trivial. [S. K. Roushon]

Projective Modules

- **On Connectedness and Projective Modules**
  A new invariant was defined to study the connectedness of algebraic varieties. This invariant was defined for general rings and used to study the number of connected pieces that a variety breaks up into, like, for example, a hyperbola. This invariant was used to study projective modules over real affine varieties. It was proved algebraically using this invariant that if we remove two points from a circle, we get a disconnected object. [Raja Sridharan]

TIFR Centre for Applicable Mathematics, Bengaluru

Partial Differential Equations

- **Space-like quantitative uniqueness for parabolic operators**
  A space-like quantitative uniqueness of Donnelly-Fefferman type for variable coefficient parabolic operators of some specific form is established. This generalizes and refines all previous quantitative uniqueness results of the Donnelly-Fefferman type for local elliptic and parabolic problems in the literature. The work gives a new insight into this theory. [Agnid Banerjee]

- **Large time behaviour for fluid-solid interaction problem**
  The purpose of this work was to understand the long-time behaviour of a system describing the coupled motion of a rigid body and of a viscous incompressible fluid in which the rigid body is contained. It was assumed that the rigid body and fluid fill the entire Euclidean 3 space. It was

shown that when the rigid body is a ball and if the initial data are small in a suitable sense, the centre of the rigid ball converges to a point as the time goes to infinity. [Debayan Maity]

- **On the Hang-Yang conjecture for the GJMS equations on the Euclidean Sphere**
  Hang-Yang conjectured that if the fourth-order Q-curvature problem on the sphere is linearly perturbed, then solutions to that perturbed problem are only constant functions. In a recent paper, Zhang answered the above conjecture affirmatively. The main contribution of this article is to give a simplified proof of the same conjecture. [Ali Hyder]

Stochastic Partial Differential Equations

- **Measure valued solutions to the stochastic compressible Euler equations and incompressible limits**
  The concept of dissipative measure-valued martingale solutions to the stochastic compressible Euler equations is introduced, and a pathwise weak-strong uniqueness principle is established for these solutions. These results apply to general nonlinear multiplicative stochastic perturbations of the Nemytskij type. [Ujjwal Koley]

Geophysical Fluid Dynamics

- **Wave Turbulence**
  Flows in the ocean are composed of a broad spectrum of waves that transfer energy across many decades of spatio-temporal scales. Despite this generic understanding, the detailed physical processes that assist in the energy transfer of waves in a turbulent flow are still not understood. This research falls within the regime of wave turbulence. Follow-up work on this topic, exploring the wave energy transfer pathways using reduced mathematical models, is being pursued. The results of these studies will improve our understanding of wave turbulent transfers and assist in developing parameterizations in large-scale ocean models. [Jim Thomas]

Inverse Problems

- **Point sources and stability for an inverse problem for a hyperbolic PDE with space and time-dependent coefficients**
  Stability results for the determination of space and time-dependent lower order perturbations of the wave operator in three space dimensions with point sources in a formally determined setting were investigated, and Lipschitz-type stability results were derived. The main tool was a modified version of the Bukgheĭm-Klibanov method based on Carleman estimates. [Venkateswaran P. Krishnan]

School of Technology and Computer Science

Formal methods and Machine learning

- **PAC Statistical Model Checking of Mean Payoff in Discrete- and Continuous-Time MDP**
  Markov decision processes (MDP) and continuous-time MDP (CTMDP) are the fundamental models for nondeterministic systems with probabilistic uncertainty. Mean payoff (a.k.a. long-run average reward) is one of the most classic objectives considered in their context. This work is aimed to provide the first algorithm to compute mean payoff probably approximately correctly in unknown MDP and in unknown CTMDP. One does not require any knowledge of the state space, only a lower bound on the minimum transition probability, which has been advocated in the literature. In addition to providing probably approximately correct (PAC) bounds for the proposed algorithm, the work is also aimed to demonstrate its practical nature by running experiments on standard benchmarks. [Shibashis Guha]

Automata Theory

- **Parikh Automata over Infinite Words**

  Parikh automata extend finite automata by counters that can be tested for membership in a semilinear set, but only at the end of a run, thereby preserving many of the desirable algorithmic properties of finite automata. This work studied the extension of the classical framework onto infinite inputs: Several acceptance conditions like reachability, safety, Büchi, and co-Büchi Parikh automata on infinite words were introduced, and their expressiveness, closure properties, and the complexity of verification problems were studied. It was shown that almost all classes of automata have pairwise incomparable expressiveness, both in the deterministic and the nondeterministic case, a result that sharply contrasts with the well-known hierarchy in the ω-regular setting. Furthermore, emptiness was shown to be decidable for Parikh automata with reachability or Büchi acceptance but undecidable for safety and co-Büchi acceptance. Most importantly, while decidability was sown for model checking with specifications given by deterministic Parikh automata with safety or co-Büchi acceptance, the problem was shown to be undecidable for all other types of automata. Finally, solving games turned out to be undecidable for all types. [Shibashis Guha]

Information Theory and Cryptography

- **Byzantine Consensus Over Broadcast Channels**

  Communication with consensus over a broadcast channel was studied. The receivers reliably decode the sender's message when the sender is honest, and their decoder outputs agree even if the sender acts maliciously. The broadcast channels which permit this byzantine consensus were characterized, and their capacity was determined. [Vinod M. Prabhakaran]

- **Secure Non-interactive Reduction and Spectral Analysis of Correlations**

  Correlated pairs of random variables are a central concept in information-theoretically secure cryptography. Secure reductions between different correlations have been studied, and completeness results are known. Further, the complexity of such reductions is intimately connected with the circuit complexity and efficiency of locally decodable codes. As such, making progress on these complexity questions faces strong barriers. Motivated by this, a restricted form of secure reductions—namely, Secure *Non-Interactive* Reductions (SNIR)—which is still closely related to the original problem was studied, and several fundamental results and relevant techniques for it were established in this work. [Vinod M. Prabhakaran]

- **Multiple Access Channel Simulation**

  The problem of simulating a two-user multiple-access channel (MAC) over a multiple-access network of noiseless links was studied. In the setup, two encoders observe independent and identically distributed (i.i.d.) copies of a source random variable each, while a decoder observes i.i.d. copies of a side-information random variable. There are rate-limited noiseless communication links between each encoder and the decoder, and there is independent pairwise shared randomness between all three possible pairs of nodes. The decoder has to output approximately, i.i.d. copies of another random variable jointly distributed with the two sources and the side information. The object of interest is the set of rate tuples which permit this simulation. Inner and outer bounds for this set were obtained. It was also established that the presence of encoder-shared randomness can strictly improve the communication rate requirements. [Vinod M. Prabhakaran]

Coding Theory

- **Vanishing Spaces of Random Sets and Applications to Reed-Muller Codes**

  This work shows that Reed-Muller codes achieve capacity on the Binary Erasure Channel in the high-degree regime (d > (1 - gamma). m, where m is the number of variables and d is the degree). The key contribution of this work is to understand the dimension of vanishing spaces when the set of points is random and uses tight estimates for the weight distribution of these codes to achieve better bounds. [Ramprasad Saptharishi]

Quantum Information Theory

- **Centralised multi-link measurement compression with side information**

  New one-shot achievability results for measurement compression of quantum instruments with side information at the receiver were obtained. Unlike previous one-shot results for this problem, the obtained one-shot bounds were nearly optimal and did not need catalytic randomness. In fact, a more general problem called centralised multi-link measurement compression with quantum side information was defined, and one-shot achievability results for it were obtained. The one-shot measurement compression results for quantum instruments with side information mentioned above are followed as simple corollaries of the centralised multi-link measurement compression result. The one-shot measurement compression results for quantum instruments with receiver-side information led to the standard results for the same problem in the asymptotic iid setting. [Pranab Sen]

Combinatorics and Algorithms

- **On complex roots of the independence polynomial**

  The independence polynomial of graphs is an important object of study in algorithms, combinatorics (due to its connections to the Lovász local lemma) and also in statistical physics (due to its connections with the modelling of so-called “hard-core lattice gases”). A striking feature, due to the work of Shearer and of Scott and Sokal, is that the roots of the independence polynomial of a graph turn out to be important both in the combinatorial and the statistical physics viewpoints. More recently, Barvinok’s work has also established the importance of the location of the complex roots of the independence polynomial towards the algorithmic question of (approximately) computing the partition function. This has led to interest in methods for proving results about the location of the complex zeros of the independence polynomial of graphs. In joint work with Ferenc Bencs, Péter Csikvári and Jan Vondrák, a new geometric approach to understand the roots of the independence polynomial was used to unify and extend previous results in this direction. In

particular, these results are the first to prove the absence of roots for the independence polynomial in regions in the complex left half-plane that lies beyond what the work of Shearer predicts. [Piyush Srivastava]

Graph Algorithms and Combinatorial Optimization

- **Stable Matchings with One-Sided Ties and Approximate Popularity**

  Let G be a bipartite graph where every vertex on one side of the graph has strict preferences over its neighbours while vertices on the other side are allowed to have ties in their preferences. Stable matchings always exist in G and are easy to find, however, popular matchings need not exist, and it is NP-complete to decide if one exists. This motivates the problem of finding an approximately popular matching. A well-known measure of approximate popularity is the low unpopularity factor. It was shown here that when each tie in G has length at most k, there always exists a stable matching whose unpopularity factor is at most k. Furthermore, a polynomial time algorithm to compute such a stable matching was shown. [T. Kavitha]

Constrained Optimization

- **On Dynamic Regret and Constraint Violations in Constrained Online Convex Optimization**

  A basic problem in optimization is to minimize a convex function subject to some convex constraint. In this work, researchers extend this to an online setting, where at each step, a new objective function and a new constraint are revealed. An algorithm has to choose its actions without knowing the future objective functions or the constraints. Researchers give an optimal algorithm for this very basic problem. [Rahul Vaze]

Sequential Learning Theory using Multi-Armed Bandits

- **Optimal Best-Arm Identification in Bandits with Access to Offline Data**

  Learning paradigms based purely on offline data, as well as those based solely on sequential online learning, have been well-studied in the literature. In this work, researchers considered combining offline data with online learning, an area less studied but of obvious practical importance. Researchers considered the stochastic-armed bandit problem, where the goal is to identify the probability distribution or arm with the highest mean in the presence of relevant offline data, with pre-specified confidence. A lower bound analysis was conducted on policies that provide such probabilistic correctness guarantees. Researchers developed algorithms that match the lower bound on sample complexity in an asymptotic regime. The algorithms are computationally efficient and rely on a careful characterization of the optimality conditions of the lower bound problem. [Sandeep Juneja]

- **Best Arm Identification in Rare Events**

  Researchers consider the Best Arm Identification problem in the stochastic multi-armed bandit framework, where each arm has a small probability of realizing large rewards, while with overwhelming probability, the reward is zero. A key application of this framework is in online advertising, where click rates of advertisements could be a fraction of a single per cent and final conversion to sales, while highly profitable, may again be a small fraction of the click rates. Lately, algorithms for BAI problems have been developed that minimise sample complexity while providing statistical guarantees on the correct arm selection. These algorithms can be computationally prohibitive. Researchers exploit the fact that the reward process for each arm is well approximated by a Compound Poisson process and arrive at algorithms that are faster, with a small increase in sample complexity. The problem was analyzed in an asymptotic regime as the

rarity of reward occurrence reduces to zero, and reward amounts increase to infinity. This helps illustrate the benefits of the proposed algorithm. It also sheds light on the underlying structure of the optimal BAI algorithms in the rare event setting. [Sandeep Juneja]

- **Optimal top-2 algorithm for best arm identification**

  The top 2 methods have become popular in solving the best arm identification problem. The best arm or the arm with the largest mean amongst finitely many is identified through an algorithm that sequentially and independently samples a leader, typically the empirical best arm, with a fixed probability beta, and the best challenger arm with remaining probability. The error probability is guaranteed to lie below a specified value. While the asymptotic sample complexity of these algorithms is known to be within a constant of the lower bound, determining the optimal beta may be difficult. In this work, researchers propose an optimal top-2 type algorithm. Researchers consider a function of allocations pegged at a threshold. If it exceeds the threshold, then the empirical best arm is sampled. Otherwise, it samples the challenger's arm. It was shown that the proposed algorithm is asymptotically optimal. The analysis relies on identifying the ordinary differential equations satisfied by the fluid limit of the allocations as the number of samples increases to infinity and on showing that the algorithm closely tracks this fluid limit. [Sandeep Juneja]

Agent-based simulators for epidemic modelling

- **Simulating larger models using smaller ones**

  Agent-based simulators are a popular epidemiological modelling tool to study the impact of various non-pharmaceutical interventions in managing an epidemic in a city (or a region). They provide the flexibility to accurately model a heterogeneous population with time and location varying, person-specific interactions, as well as detailed governmental mobility restrictions. Typically, for accuracy, each person is modelled separately. This, however, may make computational time prohibitive when the city population and the simulated time are large. In this work, researchers dug deeper into the underlying probabilistic structure of a generic, locally detailed ABS for epidemiology to arrive at modifications that allow smaller models (models with less number of agents) to give accurate statistics for larger ones, thus substantially speeding up the simulation. It was observed that simply considering a smaller aggregate model and scaling up the output leads to inaccuracies. Researchers exploit the observation that in the initial disease spread phase, the starting infections create a family tree of infected individuals more-or-less independent of the other trees and are modelled well as a multi-type super-critical branching process. Further, although this branching process grows exponentially, the relative proportions amongst the population types stabilise quickly. Once enough people have been infected, the future evolution of the epidemic is closely approximated by its mean field limit with a random starting state. Researchers build upon these insights to develop a shifted, scaled and restart-based algorithm that accurately evaluates the ABS's performance using a much smaller model while carefully reducing the bias that may otherwise arise. Researchers apply the algorithm for the COVID-19 epidemic in a city and theoretically support the proposed algorithm through an asymptotic analysis where the population size increases to infinity. [Sandeep Juneja]

Arithmetic Complexity Theory

- **Robustly Separating the Monotone Arithmetic Hierarchy via Graph Inner-Product**

  Researchers continue developing new techniques to prove robust monotone lower bounds. This line of work is spurred by a recent work of P. Hrubes who showed that robust enough lower bounds on the size of monotone formulas or circuits will yield breakthrough bounds for general formulas and circuits that have been sought since the celebrated work of Valiant introducing the VP vs. VNP

question. In this work, researchers refine previous techniques to prove robust separation of the arithmetic monotone hierarchy, i.e. it was shown that there exist monotone polynomials that can be computed by monotone circuits but require super-polynomial size arithmetic branching programs (ABP) to be computed with limited cancellations (aka in an epsilon-sensitive way). Researchers show such separations also between ABPs and arithmetic formulas, arithmetic monotone formulas and constant-depth formulas, etc. All polynomials used for exhibiting separations are based on the Inner-product function over graphs. Each separation is obtained by choosing an appropriate topology of the graph that keeps the polynomial easy enough to be computed by the more powerful model in a monotone fashion but hard enough so that the purported weaker model cannot compute it efficiently even when using simple cancellations. [Arkadev Chattopadhyay]

Boolean Complexity Theory

- **Parity Decision Tree Lifting Via Stifling**

  Lifting complexity lower bounds in simpler models of computation for computing a function/task f to a modified function/task that is f composed with a 'gadget' g is a very natural research direction and, in particular, has revolutionized the field of communication complexity enabling great progress and resolution of several longstanding problems. A central challenge in this topic is to reduce the gadget size to a constant, i.e. one that doesn't grow in size with the growth of the input length for the outer function f. To make progress on this front, researchers consider the problem of lifting the decision tree complexity of f to the parity decision tree complexity of f composed to g, when g is a small gadget. This step is necessary to resolve the above outstanding problem of lifting decision tree complexity to communication complexity. Researchers achieve this step by lifting with constant gadget size for various simple gadgets, including random gadgets. The main conceptual innovation is the identification of a property of the gadget that researchers term stifling and prove is sufficient for complexity lifting to take place. One consequence of the result is in the field of proof complexity, where a major current interest is to prove lower bounds on the proof length of unsatisfiability of constraint satisfaction instances in the Res-Lin proof system. The lifting theorem yields a systematic way of proving such lower bounds by lifting the lower bound on the width of tree-like proofs in ordinary resolution for a formula f to lower bound on the length of tree-like proofs in the more powerful Res-Lin proof system. No such systematic method of proving lower bounds on the size of Res-Lin proofs was known before this work. [Arkadev Chattopadhyay]

School of Natural Sciences

Department of Theoretical Physics

Neutrino Physics

- **Analytic treatment of 3-flavor neutrino oscillation and decay in matter**
  Compact analytic expressions for 3-flavor neutrino oscillation probabilities were obtained for the scenario where neutrinos decay invisibly. The possibility that the oscillation and decay components of the effective Hamiltonian do not commute was taken into account, and matter effects were explicitly included. Oscillation probabilities relevant for reactor, long baseline and atmospheric neutrino experiments were obtained. It was shown that the effects of neutrino decay are most likely to be observable in the survival probabilities of muon neutrinos. Some non-intuitive features expected at the dips of this survival probability were explained using analytic approximations. [Amol Dighe]

- **Sterile neutrinos: propagation in matter and sensitivity to sterile mass ordering**
  Analytical expressions for the conversion probability of muon neutrino to electron neutrino were calculated in the presence of sterile neutrinos, with exact dependence on the sterile mass squared difference and matter effects. The effects of the sterile mass ordering that would be observable at a long baseline experiment like DUNE were analytically predicted, and the sensitivity of DUNE to this ordering was numerically calculated. The dependence of this sensitivity on the value of the sterile mass-squared difference was explained by investigating the resonance-like terms appearing due to the interplay between the sterile sector and matter effects. [Amol Dighe]

- **Locating the core-mantle boundary using oscillations of atmospheric neutrinos**
  It was demonstrated that the atmospheric neutrino oscillations in the presence of Earth matter can serve as an important tool to locate the core-mantle boundary by using the proposed 50 kt magnetized ICAL at INO as an example. ICAL can efficiently observe the core-passing neutrinos, which would have experienced the MSW resonance and the parametric or neutrino oscillation length resonance during their propagation. The net effect of these resonances on neutrino flavour conversions depends upon the location of CMB and the density jump at that radius. The capability of ICAL to measure the location of CMB was quantified in the context of multiple three-layered models of Earth. [Amol Dighe]

- **Discriminating between Lorentz violation and non-standard interactions using core-passing atmospheric neutrinos at INO-ICAL**
  Lorentz violation and non-standard interactions are two of the most popular scenarios beyond the Standard Model of particle physics, both of which can affect neutrino oscillations significantly. However, these effects can mimic each other, and it would be difficult to distinguish between them in any fixed-baseline neutrino experiment. It was shown that atmospheric neutrinos, having access to a wide range of baselines, can break this degeneracy. Observations of core-passing atmospheric neutrinos and antineutrinos would be a potent tool to discriminate between these two new physics scenarios. [Amol Dighe]

- **Probing dark matter inside Earth using atmospheric neutrino oscillations at INO-ICAL**
  The interior of the Earth's core can be explored using weak interactions of atmospheric neutrinos. This would complement gravitational and seismic measurements, paving the way for multi-messenger tomography of Earth. Oscillations of neutrinos passing through Earth are affected by the ambient electron density. Researchers demonstrate that atmospheric neutrinos can probe the

possible existence of dark matter inside the Earth's core in a unique way -- by measuring the amount of baryonic matter using neutrino oscillations. This approach can also shed light on the baryonic matter profile inside the core. [Amol Dighe]

Theoretical High Energy Physics

- **Nonperturbative study of heavy quarks in quark-gluon plasma**
  At very high temperatures, strongly interacting matter exists in a deconfined, chiral symmetry-restored phase called quark-gluon plasma. The motion of heavy quarks in such a system can be understood using a Langevin formalism, which describes the equilibration of the heavy quark momentum. A nonperturbative study of this formalism was carried out using heavy quark effective field theory, and the momentum diffusion coefficient for the charm and bottom quarks was calculated in the temperature range of interest to the experimental search of quark-gluon plasma. The calculation was based on an expansion in the inverse of the heavy quark mass and evaluation of the leading and the next-to-leading order terms using numerical lattice gauge theory. A large equilibriation time of the bottom quark was estimated, suggesting only partial equilibriation of them. [Saumen Datta]

Statistical Physics and Nonlinear Dynamics

- **Biased random walk on random networks in the presence of stochastic resetting**
  The classic problem of biased non-interacting random walkers was considered on a random comb comprising a backbone with distributed branch lengths that are quenched-disordered random variables. The model was studied in the absence and presence of resetting, whereby the walkers on the branch sites may, at random times, exhibit a direct jump to the corresponding backbone site. Exact stationary-state properties of the system were obtained for any disorder realization in the thermodynamic limit as well as for finite-sized comb. A criterion was proposed that leads to a drift velocity along the backbone, which is a non-monotonic function of the bias. A dramatic consequence of resetting was established, whereby a disorder distribution that leads in the absence of resetting to a vanishing drift velocity results, on the introduction of resetting, in a drift velocity that is finite at any bias. [Shamik Gupta]

- **Stochastic resets in the context of a tight-binding chain driven by an oscillating field**
  In the framework of the so-called driven tight-binding chain (TBC) was studied the issue of quantum unitary dynamics interspersed at random times with stochastic resets mimicking non-unitary evolution due to interactions with the external environment. The driven TBC involves a quantum particle hopping between the nearest-neighbour sites of a one-dimensional lattice and subject to an external forcing field that is periodic in time. The resets were considered to be taking place at exponentially distributed random times. The system, in the absence of stochastic resets, exhibits delocalization of the particle, whereby the particle does not have a time-independent probability distribution of being found on different sites even at long times. It was shown here that localization may be efficiently induced in the system by the simple procedure of subjecting the system to stochastic resets. [Shamik Gupta]

- **Relaxation dynamics in long-range systems with mixed Hamiltonian and non-Hamiltonian interactions**
  It is sometimes the case that the dynamics of a physical system is described by equations of motion that do not derive from a Hamiltonian, and additionally, the degrees of freedom constituting the system interact with each other via long-range interactions. In this work, relaxation dynamics of systems with interactions of both Hamiltonian and non-Hamiltonian origin was studied. Under such dynamics, there is no equilibrium state that the system reaches eventually. It was found that the

relaxation dynamics depend strongly on the relative weight of the Hamiltonian and non-Hamiltonian contributions. When the non-Hamiltonian part is predominant, the system does not sustain states with constant magnetization, either stationary or rotating. On the other hand, when the Hamiltonian part is predominant, the magnetization presents long-lived strong oscillations. Furthermore, it was found that the finite-size corrections are much more pronounced than those in the Hamiltonian case. [Shamik Gupta]

- **Generalization of the Kuramoto model to the Winfree model by asymmetry-breaking coupling**
  A nontrivial generalization of the paradigmatic Kuramoto model was considered by using an additional coupling term that explicitly breaks its rotational symmetry, resulting in a variant of the Winfree Model. Consequently, the characteristic features of the phase diagrams of both the Kuramoto model and the Winfree model were observed, depending on the degree of the symmetry-breaking coupling strength. The phase diagrams of both the Kuramoto and the Winfree models resemble each other for symmetric bimodal frequency distribution for a range of the symmetry-breaking coupling strength except for region shift and difference in the degree of spread of the macroscopic dynamical states and bistable regions. The dynamical transitions in the bistable states are characterized by an abrupt (first-order) transition in both the forward and reverse traces. For asymmetric bimodal frequency distribution, the onset of bistable regions depends on the degree of the asymmetry. The large degree of the symmetry-breaking coupling strength promotes the synchronized stationary state, while a large degree of heterogeneity, proportional to the separation between the two central frequencies, facilitates the spread of the incoherent and standing wave states in the phase diagram for a low-strength of the symmetry breaking coupling. [Shamik Gupta]

Cosmology

- **E and B modes of the CMB y-type distortions: Polarised kinetic Sunyaev-Zeldovich effect from the reionisation and post-reionisation eras**
  The E and B mode polarisation of the cosmic microwave background (CMB) originating from the transverse peculiar velocity of free electrons, at second order in perturbation theory, during the reionisation and post-reionisation eras was studied. It was shown that the spectrum of this polarised kinetic Sunyaev-Zeldovich (SZ) effect can be decomposed into a blackbody part and a y-type distortion. The y-distortion part is important as it is distinguishable from the primary E and B modes and also the lensing B modes. Furthermore, it is also differentiable from the other y-type signals, such as the thermal SZ effect, which are unpolarised. It was shown that this signal is sensitive to the reionisation history, in particular to how fast reionisation happens. The E and B modes of y-type distortion were shown to provide a way to beat the cosmic variance of primary CMB anisotropies and to be an independent probe of the cosmological parameters. The blackbody component of the pkSZ effect was shown to be an important foreground for the primordial tensor modes for tensor to scalar ratio $r \lesssim 3 \times 10^{-5}$. [Rishi Khatri]

High Energy Physics – Strong Interactions

- **Strongly Bound Dibaryon with Maximal Beauty Flavor from Lattice QCD**
  Using the supercomputer of the Indian Lattice Gauge Theory Initiative, researchers predicted the existence of a new subatomic particle: the most beautiful strongly bound dibaryon. It is a dibaryon, which is made of two baryons. While the deuteron is the only known dibaryon, the existence of which is behind the energy-creation in the sun, other dibaryons have not been discovered yet. The fascinating aspect of the predicted particle is that it is entirely made of beauty quarks with a binding as large as 40-times stronger than that of a deuteron. These properties entitled it to be the most

beautiful, strongly bound dibaryon in our visible universe. This study opens up theoretical studies on the emergence of binding in nuclei as well as steers experimental searches for heavier exotic nuclei. [Nilmani Mathur]

- **Study of three-flavored heavy dibaryons using lattice QCD**
  Experimental searches on the famous H-dibaryon so far have produced null results. Using lattice QCD, it was shown for the first time that H-like three flavoured-dibaryons, but with heavy quark contents, can be bound. Researchers predicted that such a bound dibaryon is H(bcs), which can be searched in high-energy experiments. The results also point that the binding of a dibaryon configuration becomes stronger with the increase of its valence quark masses, which suggests an interesting aspect of strong interaction dynamics at multiple scales. [Nilmani Mathur]

- **Substructure of multiquark hadrons**
  In recent years, there has been a tremendous interest in the exotic hadrons, with the discovery of tetra and pentaquark hadrons. Deciphering the internal structures of these new subatomic particles is of paramount importance. This whitepaper brings together contributions from many leading practitioners in the field, representing a wide spectrum of theoretical interpretations. Researchers discuss the importance of future experimental and phenomenological work, which will lead to a better understanding of multiquark phenomena in QCD. [Nilmani Mathur]

Quantum Gravity, Quantum Field Theory and Quantum Information Theory

- **Canonical Purification and the Quantum Extremal Shock**
  In this work, researchers developed tools to study the gravitational dual of canonical purification of bi-partite states in the AdS/CFT correspondence. Using perturbative methods, it was shown that for Euclidean path integral states in holographic conformal field theories, the gravity dual of the canonical purification has a shock in the energy-momentum tensor, with a coefficient controlled by the entanglement entropy. The existence of this shock is crucial for consistency with the celebrated quantum extremal surface formula in AdS/CFT. The calculation demonstrates the emergence of gravitational physics from the entanglement structure of holographic conformal field theories in a context where bulk quantum effects are important. [Onkar Parrikar]

- **Quantum Error Correction from Complexity in Brownian SYK**
  In this work, researchers studied the quantum error correction properties of a model of chaotic quantum dynamics with N Majorana fermions called the Brownian SYK model. The main emphasis was on the robustness of error correction as a function of the encoding complexity. It was shown that the model exhibits robust error correction against generic errors on a small number of fermions for an encoding complexity, which is of order polynomial in N. Researchers discussed connections with the causal structure of black hole spacetimes in AdS/CFT, where degrees of freedom encoded in the black hole interior also exhibit similar robust error correction properties. [Onkar Parrikar]

Statistical Physics

- **An infinity of phases in a solid of orientable molecules**
  Many organic liquids, on cooling, freeze into a soft crystalline state where molecules are arranged periodically in position but can rotate about their centre of mass subject to steric interactions with other molecules. On further cooling, such materials undergo transitions to plastic crystal phases with a varied degree of orientational order. In a collaborative work between TIFR-Mumbai, ESPCI-Paris, and IISER -Pune a minimal theoretical description was constructed that captures the basic phenomenology of plastic crystal: multiple phases with a varying degree of orientational order are induced by cooling or by lattice contraction. A quantitative phase diagram composed of a large

sequence of intersecting transition lines was constructed by a detailed study of the model system. The study revealed a lesser-known scenario where singularities in thermodynamic observables appear without an ordering transition. These singularities relate to a phase transition of geometrical origin that has characteristics different from typical transitions in statistical mechanics. [Tridib Sadhu]

- **Tracer diffusion in the dense and dilute limit of a single-file**
  For transport in a quasi-one-dimensional narrow channel, the displacements of an individual particle (tracer) show anomalous diffusion. A complete characterization of the probability of the tracer position is a long-studied classical problem in non-equilibrium physics. There are solutions available for only a few specific models and a general result about the first two moments. In the reported work, a hydrodynamic approach was used for deriving an exact expression of the probability distribution in a dilute and a dense limit of a general diffusive system for different initial conditions (annealed and quenched). The results emphasized an unusual dependence on the initial condition. [Tridib Sadhu]

- **Current fluctuations in a semi-infinite line**
  An application of a fluctuating hydrodynamic theory was presented for studying current fluctuations in diffusive systems on a semi-infinite line in contact with a reservoir with a slow coupling. It was shown that the distribution of the time-integrated current across the boundary at large times follows a large deviation principle with a rate function that depends on the coupling strength with the reservoir. The system exhibits a long-term memory of its initial state, which was earlier reported on an infinite line and can be described using quenched and annealed averages on the initial state. An explicit expression of the rate function was derived for independent particles, which was then verified using an exact solution of the microscopic dynamics. For the symmetric simple exclusion process, the exact expression for the first three cumulants for both quenched and annealed averages was presented. [Tridib Sadhu]

- **Dynamical phase transitions in non-ergodic stochastic processes**
  A class of stochastic processes were presented where large deviation functions of time-integrated observables exhibit non-analyticity that relates to dynamical phase transitions of trajectories. These illustrative examples include Brownian motion on a sticky surface or in the presence of an absorbing wall where a set of empirical observables like the local time, average velocity, and area was considered. Using a backward Fokker-Planck approach, researchers derived large deviations function of these observables, in which singularities emerge from a competition between survival and diffusion. This scenario was further analysed using an alternative approach with tilted operators, showing that at the singular point, effective dynamics undergo an abrupt transition. Extending on the latter approach, researchers showed that a similar transition might generically arise in non-ergodic Markov chains. This scenario is robust and generalizable for non-Markov processes and for many-body systems, which can lead to a sequence of such dynamical transitions. [Tridib Sadhu]

- **Large deviations of density and current in the symmetric simple exclusion process with slow coupling to reservoirs: A hydrodynamic approach**
  This work gave a hydrodynamic approach to reproduce exact microscopic results about large deviations of the density profile and the time-integrated current for a one-dimensional model of the symmetric simple exclusion process connected to a reservoir at each of its ends with slow boundary rates. The results have pedagogical importance in the field of out-of-equilibrium statistical Physics. The work extended an influential fluctuating hydrodynamic framework to a regime which is often presumed to be outside the purview of the framework and has remained a challenging problem in

this subject. The work also presented a new non-trivial solution of the minimal action paths for both the density and the current fluctuations. [Tridib Sadhu]

Theoretical Physics, Quantum Chromodynamics and Heavy Ion Collisions

- **Parton energy loss at LHC tests for a strongly coupled medium**
  Researchers constructed a measure of transverse momentum loss of jets in nuclear collisions at LHC directly using measurements of jet cross sections in PbPb and pp collisions. Using data from the ATLAS collaboration at two different collision energies, it was shown that the proposed measure has small statistical uncertainties. Researchers argued that systematic errors can be easily improved over the estimates by the experimental collaboration to such an extent that it directly probes whether the jet-medium interaction is due to a strongly interacting medium or a weakly interacting plasma. It was that the current data may marginally favour a strongly interacting medium. On the other hand, assuming that the medium is weakly interacting, researchers provided estimates of the jet quenching parameter in rough agreement with previously reported estimates. [Rishi Sharma]

- **Energy hierarchies governing quarkonium dynamics in Heavy Ion Collisions**
  Researchers critically examined hierarchies between energy scales that determine quarkonium dynamics in the quark-gluon plasma. It was noted that an important role is played by the ratio of the binding energy of species (Eb) and the medium scales; temperature (T) and Debye mass (mD). It is known that if these ratios are much larger than one, then the dominant process governing quarkonium evolution is dissociation by thermal gluons (gluo-dissociation). On the other hand, if this ratio is much smaller than one, then quarkonium dynamics is dominated by screening and Landau damping of the exchanged gluons. Researchers showed that over most of the evolution, the scale hierarchies do not fall in either limit, and one needs to use the full structure of the gluonic spectral function to follow the dynamics of the quarkonium state. This has a significant bearing when we follow the quantum dynamics of quarkonia in the medium since Eb is comparable (or larger) in magnitude to T: the quantum evolution of state is non-local in time within the Brownian approximation. [Rishi Sharma]

- **Medium modifications to jet angularities using SCET with Glauber gluons**
  Researchers analyzed the medium modifications on ungroomed jet angularities within the framework of Soft-Collinear Effective Theory with Glauber gluons (SCETG). Angularities are a one-parameter family of jet substructure observables with angularity exponent $a<2$. Variation of the angularity exponent allows to modify the relative weighting of the collinear-to-soft radiations in the jet. Researchers focussed on angularity exponents $a<1$ and provided results for $a=-1,0$, and 0.5. Within SCETG, the interaction between jet and medium constituents was modelled by off-shell Glauber gluons generated from the colour gauge fields in the medium. The medium modifications are incorporated into the jet function via the use of in-medium splitting functions. It was found that in the medium, the distributions in angularity are narrower and have a steeper fall compared to the vacuum ones. Results were also presented for the medium sensitivity towards the jet radius, pT of the jet and for a jet initiated in a less central event (10−30% centrality). Finally, researchers provided the ratios of nucleus-nucleus and proton-proton differential angularity distributions for different angularity exponents. [Rishi Sharma]

Condensed Matter Theory

- **Thermal Hall conductivity near field-suppressed magnetic order in a Kitaev-Heisenberg model**
  A new purification-based tensor network method was developed for calculating the thermal Hall

response of gapped many-body systems. This formalism was used to attack a recent controversy about whether Ising topological order, characterized by half-quantized thermal Hall conductivity, could be revived through field-suppression of magnetic order in perturbed Kitaev systems. [Vikram Tripathi]

- **Quasiparticle metamorphosis in the random t-J model**
  Mott insulators often exhibit emergent and fractionalization phenomena that get suppressed with doping. Quasiparticle metamorphosis across doping regimes is an open question. Here, using a FEAST eigensolver, the stability of different quasiparticles in a random t-J model was studied as a localization phenomenon in the many-body Hibert space. The study revealed that in the underdoped regime, emergent Jordan-Wigner spinons were as good quasiparticles as magnons. This significantly impacts properties like anomalous thermal transport in cuprates and Kitaev materials. At critical doping, all quasiparticles were found to be bad, indicating SYK physics and, beyond, a conventional Fermi liquid. [Vikram Tripathi]

- **Resummation-based quantum Monte Carlo vis-à-vis sign-problematic Heisenberg models on canonical geometrically frustrated lattices**
  It was shown here that a direct application of resummation-based quantum Monte Carlo (QMC) — implemented recently for sign-problem-free SU(2)-symmetric spin Hamiltonians in the stochastic series expansion (SSE) framework — does not reduce the sign problem for frustrated SU(2)-symmetric S = 1/2 Heisenberg antiferromagnets on canonical geometrically frustrated lattices composed of triangular motifs such as the triangular lattice. In the process, researchers demonstrate that resummation-based updates do provide an ergodic sampling of the SSE-based QMC configurations, which can be an issue when using the standard SSE updates but severely limited by the sign problem, as previously mentioned. The notions laid out in these notes may be useful in the design of better algorithms for geometrically frustrated magnets. [Nisheeta Desai]

Particle Physics

- **The charged Higgs from the Bottom-Up: Probing flavour at the LHC**
  This work determined model-independent constraints on couplings of new charged Higgses to b-type and up-type quarks. The work provided new search strategies using multiple final state signatures and presented results in a way that can be applied to models of new physics. [Nishita Desai]

- **Axion-like particles as mediators for dark matter: beyond freeze-out**
  This work examined the possibility of a dark sector connected to the standard model via a mediator that is a pseudoscalar. It was found that aside from freeze-put, there are possibilities in the freeze-in regime as well as a previously unexplored dark sector freeze-out. The work comprehensively explored all current constraints on parameter space and found that the second mechanism would be very challenging to test as it requires extremely tiny couplings. [Nishita Desai]

- **Discovery prospects of a light-charged Higgs near the fermiophobic region of Type-I 2HDM**
  This work examines the detection prospects of a new charged Higgs in the type-1 2HDM model via an as-yet unstudied decay mode. It reported a detailed background, including signal study and suggested cuts to improve sensitivity. In particular, it suggested that the decay via W bosons can outperform the four-photon signature when even slightly away from the fermiophobic limit. [Nishita Desai]

- **Status of leptoquark models after LHC Run-2 and discovery prospects at future colliders**
  This work examined the parameter space of all leptoquark models consistent with explaining the

B-meson anomalous decays. It was found that non-resonant dilepton deaches can exclude a large parameter space and the possibility of universal couplings completely. Furthermore, this work examined the possibility of future LHC runs as well as a new proposed muon collider to make definitive statements about the leptoquark solution to the anomalous data and found that such a new machine could indeed probe the correct parameter space with a few years of data. [Nishita Desai]

Nonequilibrium Phases of Matter

- **Uncovering the nature of transient and metastable nonequilibrium phases in 1T-TaS_2**
  The layered CDW-Mott insulator 1T-TaS_2 shows the interplay of electron-electron and electron-lattice interactions. It exhibits various electronic and structurally ordered phases depending on the temperature. At high temperatures (T > 550 K), the system has an undistorted hexagonal structure and is metallic, while cooling results in the formation of various CDW phases - incommensurate → nearly-commensurate → commensurate (+ Mott phase) (<180 K). Being such a complex system, 1T-TaS_2 could show new photoinduced nonequilibrium phases which do not have counterparts in equilibrium. In this study, femtosecond time-and angle-resolved photoemission spectroscopy was used to probe various phases. Researchers found evidence of a transient phase, where low-temperature Mott insulating phase and high-temperature metallic phase coexist. Also, it was found that for high pump fluence, before its recovery to the ground state, the material enters into a long-lived metastable phase, which is a commensurate CDW-Mott insulating phase but with reduced CDW amplitude. [Arindam Pramanik]

Superconductivity

- **Fragile electronic superconductivity in Bi single-crystal**
  In a seminal work, it was discovered that semimetal bismuth with very low carrier density (~ 3 x 10 cm-3) shows bulk superconductivity. For ultra-pure (99.9999%) Bi single crystal critical temperature is 0.53 mK. Bi is a compensated semimetal with an equal number of electrons and holes at the Fermi level. Experiments show that the magnitude of the critical magnetic field depends on the direction of the applied field. The theoretical analysis of the anisotropy of critical fields suggests that the electrons are responsible for superconductivity and indicates that Bi is an extremely weak type II superconductor. [Arindam Pramanik]

Probing Ultralight Particles

- **Constraints on monopole dipole potential from the tests of gravity**
  In this work, researchers obtain constraints on monopole dipole potential from the tests of gravity such as perihelion precession of planets, gravitational light bending and Shapiro time delay. This is the first study where constraints were obtained on monopole-dipole coupling using single astrophysical observations. Researchers also obtain its constraints from two astrophysical observations as well. The bound on monopole-dipole coupling obtained from perihelion precession of planets and cooling of red giant branch stars (two observations) is three orders of magnitude stronger than the Eot-Wash experiment. [Tanmay Kumar Poddar]

- **Listening to dark sirens from gravitational waves: Combined effect of fifth force, ultralight particle radiation, and eccentricity**
  In this work, researchers calculate the orbital period loss of compact binary systems considering the combined effects of the fifth force, radiation of ultralight particles and eccentricity. This is the first study where the eccentricity factor is properly taken into account in deriving parameters of fifth force coupling and ultralight scalar and boson couplings. For the Hulse-Taylor binary pulsar, the energy loss increases by an order of magnitude if one includes the effect of eccentricity. Hence, the bounds get stronger in the presence of eccentricity. Researchers also obtain constraints on these

couplings from LVK observation. Constraints were also obtained on these parameters in the Brans-Dicke theory of gravity from the observation of orbital period loss and the Nordtvedt effect. [Tanmay Kumar Poddar]

- **Pulsar kicks in ultralight dark matter background induced by neutrino oscillation**
  In this work, researchers explain the observed pulsar kicks from active-sterile antineutrino oscillations in the background of ultralight scalar and vector dark matter fields. The relative orientation of neutrino momentum with respect to the ultralight dark matter field generates asymmetric emission of neutrinos, whereas the dark matter field behaves as a pseudo-magnetic field. Researchers obtain the star parameters for this scenario to happen. This kick mechanism can be related with the observation of gravitational memory signal and Lorentz violation parameter. [Tanmay Kumar Poddar]

- **Constraints on ultralight axions, vector gauge bosons and unparticles from geodetic and frame-dragging measurements**
  Researchers obtained constraints on different spin-dependent and spin-independent couplings on ultralight particles from the geodetic and frame-dragging measurements. [Tanmay Kumar Poddar]

Probing Light Vector Gauge Bosons

- **Energizing gamma-ray bursts via Z` mediated neutrino heating**
  In this work, researchers obtain constraints on the Z' gauge boson coupling of the U(1)_(B-L) model. Bounds were obtained on Z' in different backgrounds, considering neutrino pair annihilation is the only source of energizing GRB. [Tanmay Kumar Poddar]

Theoretical Astroparticle Physics

- **Can LIGO Detect Non-Annihilating Dark Matter?**
  Galactic Dark Matter (DM) particles with no antiparticle counterpart and with some non-gravitational interaction with nucleons can get accumulated inside neutron stars (NS) via successive scattering with their constituents and can get piled up in the core. Under specific conditions, the highly dense DM core inside the NS can form a tiny black hole (BH), which can accrete the materials from NS and transmute the NS into a BH of similar mass in the course of time. Researchers expect to see a signature of these low-mass BH binary mergers in current gravitational wave data. However, the LIGO-VIRGO-KAGRA (LVK) collaboration reports no detection of such low mass BH merger events and hence provides an upper limit on the merger rate of such events. Hence, from this null detection, a wide range of particle DM parameter space can be excluded with current GW observations. [Sulagna Bhattacharya]

Quasar Proximity Zones in a Partially Ionised Intergalactic Medium

- **Need for obscured growth of supermassive black holes to explain quasar proximity zones in the epoch of reionisation: New quasar proximity zone measurements at z~6 using the enlarged XQR-30 sample**
  How billion-solar-mass black holes came to be when the universe was as young as a billion years old is an open problem. The so-called proximity zones of quasars at redshifts $z > 6$ provide a means of constraining black hole growth via their effect on the surrounding inter-galactic medium (IGM). Recent measurements of high-redshift quasar proximity zones have yielded surprisingly small proximity zones and, therefore, short quasar lifetimes, thereby deepening the mystery of black hole formation. In this work, researchers use new high-dynamic-range simulations of the IGM to critically examine the assumptions made in these traditional inferences of quasar lifetimes from proximity zone sizes. It was shown that the patchiness of reionization could relieve the tension

between the proximity zone sizes and black hole masses to some degree, but not fully. Researchers then demonstrated that what is needed to explain the small proximity zone sizes is quasar variability with short duty cycles and brief bright periods. This conclusion, when combined with the measurements of black hole masses of these quasars, directly leads to a prediction of significant obscuration in high-redshift quasars. [Sindhu Sri Sravya Satyavolu]

- **New quasar proximity zone measurements at z~6 using the enlarged XQR-30 sample**
  Proximity zone sizes of 22 quasars were measured around redshift 6, which was observed as a part of the ESO large program called XQR-30. These measurements were consistent with previous works and suggested a large scatter in the lifetimes of observed quasars. [Sindhu Sri Sravya Satyavolu]

Department of Astronomy and Astrophysics

Astronomy and Astrophysics

- **Surface and Interior Meridional Circulation in the Sun**
  Solar meridional circulation is an axisymmetric flow system extending from the equator to the poles (∼20 m/s at the surface, ≈1% of the mean solar rotation rate), plunging inwards and subsequently completing the circuit in the interior through an equatorward return flow and a radially outward flow back up to the surface. This work reviews the profound role that meridional circulation plays in maintaining global dynamics and regulating large-scale solar magnetism. Because it is relatively weak in comparison to differential rotation (∼300 m/s, ≈7% of the mean solar rotation rate) and owing to numerous systematical errors, accurate surface measurements were only first made in 1978, and initial inferences of interior meridional circulation were obtained using helioseismology two decades later. However, systematical biases have made it very challenging to reliably recover flow in the deep interior. Despite numerous advances that have served to improve the accuracy of inferences, the location of the return flow and the full extent of the circulation are still open problems. This work follows the historical developments and summarises contemporary advances that have led to modern inferences of surface and interior meridional flow. [Shravan Hanasoge]

- **Measuring Frequency and Period Separations in Red-giant Stars Using Machine Learning**
  Asteroseismology is used to infer the interior physics of stars. The *Kepler* and TESS space missions have provided a vast data set of red-giant light curves, which may be used for asteroseismic analysis. These data sets are expected to grow significantly with future missions such as *PLATO*, and efficient methods are therefore required to analyze these data rapidly. Researchers described a machine learning algorithm that identifies red giants from the raw oscillation spectra and captures *p* and *mixed* mode parameters from the red-giant power spectra. Researchers reported algorithmic inferences for large frequency separation (Δν), frequency at maximum amplitude (νmax), and period separation (ΔΠ) for an ensemble of stars. In addition, they have discovered ∼25 new probable red giants among 151,000 Kepler long-cadence stellar-oscillation spectra analyzed by the method, among which four are binary candidates which appear to possess red-giant counterparts. To validate the results of this method, researchers selected ∼ 3,000 Kepler stars at various evolutionary stages ranging from subgiants to red clumps and compared inferences of Δν, ΔΠ, and νmax with estimates obtained using other techniques. The power of the machine-learning algorithm lies in its speed: it is able to accurately extract seismic parameters from 1,000 spectra in ∼5 seconds on a modern computer (the single core of the Intel Xeon Platinum 8280 CPU). [Shravan Hanasoge]

- **Structure and Kinematics of Sh2-138-A Distant Hub-filament System in the Outer Galactic**

Plane

Researchers presented a molecular line study of the Sh2-138 (IRAS 22308+5812) hub-filament system with the aim of investigating its structure and kinematics. Analysis of the CO (1-0) spectra for the extended region in conjunction with the identification of the hub and filament using a column density map, respectively, reveals a complex structure with the spectral extraction for the central position displaying multiple velocity components. Based on the Herschel 70 μm warm dust emission, one of the filaments in the extended region was inferred to be associated with active star formation and is host to a Bolocam 1.1 mm clump of ~1606 Msun. The cloud was found to be dominated by supersonic and nonthermal motions, with high Mach numbers (≳3) and a low thermal-to-nonthermal pressure ratio (~0.01-0.1). [Devendra K. Ojha]

- **Investigating star-formation activity towards the southern H II region RCW 42**

  The star-forming activity in the H II region RCW 42 is investigated using multiple wavebands, from near-infrared to radio wavelengths. Located at a distance of 5.8 kpc, this southern region has a bolometric luminosity of 1.8 × 10^6 Lsun. The ionized gas emission has been imaged at low radio frequencies of 610 and 1280 MHz using the Giant Metrewave Radio Telescope, India, and shows a large expanse of the H II region, spanning 20 × 15 pc^2. Two-millimetre emission cores of masses 380 and 390 Msun towards the radio emission peak have been identified towards C1 from the ALMA map at 1.4 mm. The clumps are investigated for their evolutionary stages based on association with various star-formation tracers, and researchers found that all the clumps are in the active/evolved stage. [Devendra K. Ojha]

- **Investigation of rocket effect in bright-rimmed clouds using Gaia EDR3**

  Bright-rimmed clouds (BRCs) are excellent laboratories to explore the radiation-driven implosion mode of star formation. In the previous study, BRC 18 has been found to accelerate away from the direction of the ionizing H II region because of the well-known 'Rocket Effect'. Using BRC 18 as a prototype, researchers further analysed 21 more BRCs, the majority of which showed a similar trend. For most of the BRCs, the median angle of the relative proper motion of the candidate YSOs is similar to the angle of the on-sky direction from the ionizing source to the central IRAS source of the BRC. Based on Pearson's and Spearman's correlation coefficients, researchers found a strong correlation between these two angles, which is further supported by the Kolmogorov-Smirnov (K-S) test on them. The strong correlation between these two angles supports the 'Rocket Effect' in the BRCs on the sky plane. [Devendra K. Ojha]

- **Revealing the dust grain polarization properties as a function of extinction and distance towards NGC 1893**

  Dust polarization observations at optical wavelengths help us to understand the dust grain properties and trace the plane-of-the-sky component of the magnetic field. Researchers made use of the I-band polarization data acquired from AIMPOL along with the distances (d) and extinction (AV) data to study the variation of polarization fraction (P) as a function of AV and d towards the star-forming region, NGC 1893. Researchers categorized the dust towards NGC 1893 into two populations: (i) foreground dust confined to AV < ~1 mag and distance up to ~2 kpc and (ii) Perseus spiral arm dust towards NGC 1893 characterized with AV > ~1 mag and distance beyond ~2 kpc. Hence, it was suggested that while polarization efficiency reveals the dust grain alignment, the rate of polarization infers about the distribution of dust grains towards NGC 1893. Further, researchers also shed light on the spatial variation of intrinsic polarization, magnetic field orientation, and other parameters within the intracluster medium of NGC 1893. [Devendra K. Ojha]

- **Fragmented atomic shell around S187 H II region and its interaction with molecular and ionized gas**

The environment of S187, a nearby H II region (1.4 ± 0.3 kpc), was analyzed. Researchers reported the first evidence of a clumpy H I environment in its photodissociation region. The S187 shell has a complex kinematical structure, including the expanding quasi-spherical layer, molecular envelope, an atomic sub-bubble inside the shell and two dense cores (S187 SE and S187 NE) at different stages of evolution. The atomic sub-bubble inside the shell is young, contains a Class II young stellar object and OH maser in the centre and the associated YSOs in the walls of the bubble. S187 SE and S187 NE have similar masses (~1200 and ~900 Msun, respectively). S187 SE is embedded into the atomic shell and has a number of associated objects, including high-mass protostars, outflows, maser sources, and other indicators of ongoing star formation. [Devendra K. Ojha]

- **Simultaneous Evidence of Edge Collapse and Hub-filament Configurations: A Rare Case Study of a Giant Molecular Filament, G45.3+0.1**
  Researchers studied multiwavelength and multiscale data to investigate the kinematics of molecular gas associated with the star-forming complexes G045.49+00.04 (G45E) and G045.14+00.14 (G45W) in the Aquila constellation. Large-scale velocity oscillations were found along GMF G45.3+0.1. The Herschel continuum maps, along with the CHIMPS 13CO (3-2) line data, unravel the presence of parsec scale hub-filament systems (HFSs) in both sites, G45E and G45W. The study suggests that the global collapse of GMF G45.3+0.1 is end-dominated, with the addition of the signature of global nonisotropic collapse at the edges. Overall, GMF G45.3+0.1 is the first observational sample of filament where the edge-collapse and the hub-filament configurations are simultaneously investigated. These observations open the new possibility of massive star formation, including the formation of HFSs. [Devendra K. Ojha]

- **Study of UV bright sources in globular cluster NGC 4590 using Ultraviolet Imaging Telescope (UVIT) observations**
  Researchers studied ultraviolet (UV) bright sources in the Galactic globular cluster (GGC) NGC 4590 using the Ultraviolet Imaging Telescope onboard the AstroSat satellite. Using UV-optical colour-magnitude diagrams (CMDs), they have identified and characterized the sources of different evolutionary stages i.e. blue horizontal branch stars (BHBs), extremely blue horizontal branch stars (EHBs), blue straggler stars (BSs), variable stars, etc. Two new far-UV bright cluster member stars situated near the core of the cluster have been detected; one of them is an EHB star, and the other one is either in its post-blue hook evolutionary phase or in the white dwarf phase. Researchers found that the massive and younger BSs are concentrated at the centre of the cluster, whereas the older and less massive BSs are distributed throughout the cluster. The study indicates that NGC 4590 is one of the youngest clusters among dynamically intermediate-age GGCs with a dynamical age of 0.423 ± 0.096 Gyr. [Devendra K. Ojha]

- **Advective accretion disc-corona model with fallback for tidal disruption events**
  Tidal disruption events (TDEs) show a correlation between the UV to X-ray spectral index and the Eddington ratio, with non-thermal X-ray emission at the low Eddington ratio. Here, the corona surrounding the accretion disc as a non-thermal X-ray source is considered. It was found that the radiative efficiency of the disc increases with time and decreases for a disc when the corona is included. [Sudip Bhattacharyya]

- **Probing the tidal disruption event iPTF16axa with CLOUDY and disc-wind models**
  Both a disc-wind model on the optical/ultraviolet (UV) emission continuum and CLOUDY modelling on the spectral lines of the tidal disruption event (TDE) intermediate Palomar Transient Factory (iPTF)16axa to understand the disc-wind emission and the properties of the atmosphere that impacts the line luminosity of the TDE are presented. Assuming the optical/UV emission from

the wind due to the disc super-Eddington phase, the steady structured disc-wind model with a spherical wind with constant velocity to fit the observations on multiple days was used. Source parameters are constrained. The independent analyses of iPTF16axa using CLOUDY and disc-wind models showed comparable results that agree with observations. The CLOUDY modelling finds that both the super-solar abundance of He and a smaller He II line optical depth are responsible for the enhancement of He II line luminosity over the Hα line luminosity. The super-solar abundance of He II agrees with a relatively large stellar mass and suggests that the disrupted star might have been a red giant. [Sudip Bhattacharyya]

- **Primordial black holes having gravitomagnetic monopole**
  Understanding dark matter (DM) is critical because there is much more DM than visible matter in the Universe. But it is not known what they are made of. One model proposes that the DM is partially or fully constituted by primordial black holes (PBHs). Such black holes were theoretically proposed by the scientist Stephen Hawking, who also theorized that smaller PBHs cannot exist and hence cannot constitute the DM at the current time. This is because they should have been evaporated. However, this work predicted that if the black hole contains the gravitomagnetic monopole, which is allowed in Einstein's theory of gravity, the smaller PBHs may not have evaporated. This implies that micro PBHs could exist and contribute to the DM in the present era. This means proposing a new constituent of the DM, which can certainly be very important to understanding the universe. [Sudip Bhattacharyya]

- **Probing spectral and temporal evolution of the neutron star low-mass X-ray binary 4U 1724-30 with AstroSat**
  The broad-band spectro-temporal study of the poorly studied accreting neutron star (NS) low mass X-ray binary (LMXB) 4U 1724-30 using data from Soft X-ray Telescope (SXT) and Large Area X-ray Proportional Counters (LAXPC) instruments on board AstroSat is reported. The dim persistent LMXB source was observed with AstroSat over 4 epochs in 2017, all of which corresponded to a low-luminosity non-thermal emission dominated (hard/island) emission state with modest spectral evolution. All the X-ray broad-band spectra can be modelled by a combination of thermal emission from the NS boundary layer (BL) or NS surface and a non-thermal emission component possibly originating from the inverse Comptonization of the disc seed photons. The presence of frequency and energy-dependent variabilities to probe the origin of the disc/coronal fluctuations are investigated. The detection of a Type-I X-ray burst displaying a photospheric radius expansion (PRE) is also reported. During the burst, a hard X-ray shortage in the 30-80 keV energy band and the enhancement of the persistent emission reveal the burst feedback on the overall accretion process. Using the touch-down burst flux, the distance of the source is estimated as about 8.4 kpc. [Sudip Bhattacharyya]

Astronomy and Astrophysics (Instrumentation)

- **TANSPEC: TIFR-ARIES Near-infrared Spectrometer**
  Researchers presented the design and performance of the TANSPEC, a medium-resolution 0.55-2.5 μm cryogenic spectrometer and imager, now in operation at the 3.6 m Devasthal Optical Telescope (DOT), Nainital, India. TANSPEC provides three modes of operation, which include photometry with broad- and narrow-band filters, spectroscopy with short slits of 20″ length and different widths (from 0.5″ to 4.0″) in cross-dispersed mode at a resolving power R of ~2750, and spectroscopy with long slits of 60″ length and different widths (from 0.5″ to 4.0″) in prism mode at a resolving power R of ~100 - 350. TANSPEC's imager mode provides a field of view of 60″ × 60″ with a plate scale of 0. 245″ / pixel on the 3.6 m DOT. TANSPEC was successfully commissioned during 2019 April-May, and the subsequent characterization and astronomical observations were

presented in this work. TANSPEC was made available to the worldwide astronomical community for science observations from October 2020. [Devendra K. Ojha]

- **TIFR treasures for astronomy from ground to space**
  The infrared astronomy group of the Department of Astronomy and Astrophysics at Tata Institute of Fundamental Research has been pursuing astronomical instrumentation activities since its inception. The group has been routinely involved in a balloon-borne astronomy program from a field station at Hyderabad with indigenously developed payloads. Ground-based astronomical activities began with a single-element infrared detector. Later, over time, larger format array detectors are being used in the cameras. These astronomy cameras have been routinely used at observatories across India. Recently, the group has also developed a laboratory model of the infrared spectroscopic imaging survey payload, targeted for the small satellite mission of the Indian Space Research Organisation, which will carry out spectroscopic measurements in the wavelength range 1.7 - 6.4 μm seamlessly. [Devendra K. Ojha]

- **India-TMT project—science instrumentation program**
  India is a 10% partner in one of the large observatories, the Thirty Meter Telescope (TMT), which is jointly funded by the Department of Science and Technology (DST) and the Department of Atomic Energy (DAE). In this work, researchers highlighted India's contributions to the development of the telescope and science instruments. India contributes 30% of the work share towards the development of wide-field optical spectrometers (WFOS). India is part of the development of other first-light instruments, the infrared imaging spectrograph (IRIS) and multi-object diffraction-limited high-resolution infrared spectrograph (MODHIS). The infrared guide star catalogue is an important contribution from India to these adaptive optics (AO)-assisted instruments. India leads the development of high-resolution optical spectrograph (HROS), a major workhorse among the first decade instruments of TMT. India is also part of the instrument development team for other first-decade instruments. [Devendra K. Ojha]

Gravitational Waves, Astrophysics, and Cosmology

- **New light on the binary black holes in the Universe**
  Since the first discovery of gravitational waves from coalescing binary black holes by the LIGO-Virgo Collaboration in September 2015, about 90 sources, including binary neutron star, neutron star black hole, and binary black hole sources, were detected, which opened up a window to learn about the formation of these objects. In collaboration with an international team of researchers, TIFR scientist has discovered evidence that the binary black hole mass distribution evolves with cosmic time using the third catalogue of gravitational wave sources. They have inferred from the gravitational wave data that binary black holes observed farther away are more massive than those observed nearby, thanks to an advanced data analysis technique developed by the team. The evidence gathered from this study has implications for how black holes form in the universe and how they are related to the stars that formed them (i.e. parent stars). [Suvodip Mukherjee]

- **New method to test Einstein's theory of general relativity using gravitational waves**
  Gravitational waves provide a new avenue to test Einstein's theory of general relativity in an extremely strong gravity regime when two massive compact objects, such as binary neutron stars, neutron star black holes, and binary black holes, merge. Evidence of new physics at those scales will bring new insights into fundamental laws of physics. TIFR scientist Suvodip Mukherjee, in collaboration with researchers from the Perimeter Institute, has developed a new technique called Structured Correlated Residual to measure deviations from Einstein's theory of general relativity using gravitational wave data, which is currently accessible from the LIGO-Virgo-KAGRA

detectors. This new framework is capable of distinguishing between instrumental artefacts from a fundamental physical signal in a robust way, which can help in shedding light on its origin. In the future, this method will be applied to the gravitational wave data, which can open up discovery space in the area of fundamental physics. [Suvodip Mukherjee]

Department of Biological Sciences

Neuroscience

- **Deciphering emotional neurocircuitry: molecular and cellular mechanisms of early life stress and antidepressant action**
  The major focus of the work has been on understanding the molecular and cellular mechanisms that contribute to the neurobiology of mood disorders. Researchers have used two major approaches to understand this complex biological problem - the first through a study of the key adaptive changes that are evoked by monoaminergic pathways or in response to chronic antidepressant treatments or serotonergic psychedelics and the second by examining the persistent alterations that take place in the brain in animal models of anxiety and depression, in particular models of altered vulnerability following adverse early life experience. A major aspect of the work currently focuses on directly addressing the molecular, cellular and biochemical targets, as well as specific neurocircuits influenced by serotonergic psychedelics, and has provided a deeper understanding of the mechanism of action of this class of compounds. Researchers are evaluating the influence of monoamines on mitochondria and their impact on mood, cognition and ageing. Another aspect that researchers are currently focusing on is to systematically address the multi-system targets that may contribute to the manner in which a history of early stress accelerates brain ageing. [Vidita A. Vaidya]

Neurobiology

- **Genetic and cellular guidance mechanisms that regulate the migration of brain cells**
  The hippocampus, a brain structure critical for learning and memory, has a particular architecture. The "V-shaped" dentate gyrus of the hippocampus is formed by the migration of dentate granule precursors that are guided by a scaffold of glial cells, the fimbria. Researchers identified the origin of the fimbrial glia to be the cortical hem, an embryonic signalling centre adjacent to the dentate gyrus origin. It was further shown that an important signalling pathway called the "canonical Wnt" pathway is necessary to be functional in the cortical hem in order for the fimbrial glial scaffold to form normally. In the absence of this, the scaffold is disorganized, and the dentate gyrus fails to form normally. Thus, canonical Wnt signalling in the cortical hem is required for the proper formation of the dentate gyrus of the hippocampus. [Shubha Tole]

Cell-Developmental Biology

- **Neural network-based quantitative analysis of actin microridges**
  Microridges are actin-based apical projections present on a variety of squamous but non-keratinised epithelia. They are essential to retain mucus on the epithelial surfaces. Microridges grow laterally long, exhibit dynamic behaviour and form complex labyrinthine patterns on the cell surface, which are potentially relevant in their functioning. Currently, there is no framework to segment the live movies of microridge formation and to extract quantitative parameters. In this work, researchers report a novel neural network-based algorithm to segment and analyze live movies and obtain parameters such as microridge persistence length, mean branch length, etc. [Mahendra S. Sonawane]

- **The geometry of nanocages dictates their entry inside the cell via endocytosis**
  Nanoscale DNA devices hold enormous potential for therapeutic applications. Researchers investigated the influence of 3D- structure on endocytosis of such DNA nanocages in collaboration with Dr Bhatia's group from IIT Gandhinagar. It was shown that tetrahedral geometry shows much higher endocytosis by the epithelial cells in zebrafish over the other geometries that were tested. This work highlights the importance of the structure of DNA nanocages for the upcoming biological and medical applications. [Mahendra S. Sonawane]

Neuronal Cell Biology

- **Biogenesis and transport of synaptic vesicles**
  Researchers studied the biogenesis and transport of synaptic vesicles. Synaptic vesicles are essential for neuronal communication and are transported along the axon to synapses, and are typically excluded from dendrites. Synaptic vesicle proteins are carried primarily by orthologues of a Kinesin-3 family molecular motor. Motor regulation of synaptic vesicle transport occurs through motor activation, cargo selection through choice of adaptors and cargo release. Prior work has shown that UNC-16/JIP3 acts via LRK-1/LRRK2 to control the exclusion of Golgi enzymes from the pre-SVs and are critical for polarized pre-SV distribution and UNC-104 motor recruitment. It was further shown that the existence of an SV-lysosome intermediate on which LRK-1/LRRK2 acts and a compartment where the Kinesin3 motor is likely recruited. Further, it was shown that the synaptic active zone protein SYD-2/Liprin-α plays a key and novel role in the biogenesis and polarized trafficking of synaptic vesicle proteins in the cell body of the neuron. [Sandhya P. Koushika]

Cell and Developmental Biology: The Molecules and Mechanics of Morphogenesis

- **Microtubule nucleation and dynamics modulate the spatiotemporal dynamics of myosin and pulsed apical constriction**
  Cell shape changes sculpt tissues during development. During Drosophila dorsal closure, a model for wound healing, one type of cell shape change, apical constriction, drives the contraction of the amnioserosa. Apical constrictions, which are pulsed during early closure, are generated by the nucleation, movement and dispersal of apicomedial actomyosin complexes. Persistent apicomedial and circumapical actomyosin complexes drive unpulsed constrictions that follow. It was found that the microtubule cytoskeleton, through the microtubule end-binding proteins EB1 and Patronin, patterned amnioserosa constriction dynamics and contraction kinetics by coordinating the balance of actomyosin forces in the apical plane. Researchers showed that a subset of short, non-centrosomally nucleated apical microtubules reorganize, surrounding the apicomedial myosin complex as it coalesces, trailing behind it as it moves, and dispersing as the complex dissolves. Researchers demonstrated this reorganization is sensitive to Patronin levels and that microtubule depolymerization compromised apical myosin enrichment and altered constriction dynamics. Together, the findings established the importance of reorganization of an intact apical microtubule meshwork by moving Patronin platforms and growing microtubule ends in enabling the spatiotemporal modulation of actomyosin contractility and, through it, apical constriction. [Roddam Maithreyi Narasimha]

- **Actomyosin cables entrain the morphodynamic and mechanical properties of cell cohorts to enable their positioning during Drosophila germband retraction**
  The straightening or unfolding of the embryonic anterior-posterior axis is a conserved feature in the development of both invertebrates and vertebrates. During the development of *Drosophila melanogaster*, germband retraction (GBR) accomplishes the straightening of the embryonic

anterior-posterior axis. The failure of GBR reduces embryonic viability and results in the mispositioning of the embryonic segments and the gastrointestinal tract. Despite its importance, the cellular, molecular and physical mechanisms that govern the unfolding of the germband and ensure the accurate positioning of cell fields within it remain poorly understood. Researchers uncovered how cell cohorts are held together and positioned along the anterior-posterior axis. It was found that planar polarized, supracellular, tensile actomyosin cables entrain cellular morphodynamics, cell field positioning and retraction kinematics. Circumferential, non-constricting cables that formed during early retraction ensured the coherence of 'placode-like' cell cohorts, patterned mediolateral gradients in cell shape and sidedness within it, and dampened retraction speed. Together, the results demonstrated how the spatiotemporally regulated deployment of actomyosin structures, functioning either as barricades or as purse strings, modulate the speed of tissue unfolding and enable cell field positioning by influencing the morphodynamic and mechanical properties of cell cohorts during morphogenesis. [Roddam Maithreyi Narasimha]

Cell Biology of Intracellular Transport and Stem Cell Differentiation: Transport of Transmembrane and Membrane-associated Proteins by Kinesin-2 in Drosophila

- **Odor stimulation regulates episodic Orco entry into the cilia through phosphatidylinositol metabolism**
  Receptor entry into the cilium regulates cilia function. Recent studies in tissue-cultured cells and the mammalian retina suggested that phospholipid modification could play a distinctive role in determining receptor localization into the cilia. Researchers studied the effects of the phosphatidylinositol metabolism on the Odor Receptor Co-receptor (Orco) entry into the olfactory cilia of adult Drosophila. Extensive pharmacological analysis combined the genetic manipulation suggested that an Orco-medicated signaling could regulate the process through PLC and PKA pathways. [Krishanu Ray]

- **Insulin stimulates the anterograde transport of Rab4 vesicles in axons through Vps34/PI3K**
  The small GTPase, Rab4, is required for vesicle recycling at the apical compartment of an epithelial cell. Rab4-associated vesicles are transported by heterotrimeric kinesin-2 towards the synapse. Further studies suggested that acute Insulin stimulation increases the anterograde flux of the Rab4 vesicles in segmental nerve axons through the Vps34/PI3K pathway, which is distinct from that in the adipocytes. Researchers are currently investigating the underlying molecular mechanism of this process. [Krishanu Ray]

- **Role of somatic EGFR signalling in modulating the rates of stem cell differentiation in Drosophila testis**
  Researchers developed a simple computation strategy for estimating average cell-cycle lengths (lifespans) of germline stem cells and their progeny from fixed-tissue demography in the *Drosophila* testis. Cell-autonomous changes altering the rates of stem cell divisions proportionately adjust the subsequent lifespans in the lineage to maintain homeostasis. Further studies suggested that automatic EGFR signalling can slow down the rates of germline stem cell proliferation. [Krishanu Ray]

Regulated Vesicular Secretion and Protein Quality Control

- **Regulated vesicular secretion and protein folding in controlling cellular plasticity**
  Cellular plasticity refers to the ability of cells to alter their phenotypes. The overall goal of the lab is to inspect the role of two fundamental cellular processes in controlling cellular plasticity, regulated vesicular secretion and protein homeostasis. Pathological conditions affect both cellular processes. Researchers performed ensemble biochemistry, single-molecule biophysics, and cell-

based experiments to delineate the mode of action of membrane fusion regulators in controlling fusion pore properties. The information obtained from this set of experiments will help in designing novel stapled peptides that compete with regulatory factors to regulate vesicular secretion under pathological conditions. It was recently demonstrated monomeric asyn's role in directly regulating fusion pore properties. It is, however, unknown what nucleates its functional or nonfunctional structure formation. Researchers hypothesize that the protein folding function of ribosomes operates in conjunction with molecular chaperones to regulate the functional structure formation of nascent asyn. [Debasis Das]

Bacteriology

- **Examining the adaptive plasticity in bacterial energy metabolism**
  The bacterial lifestyle is plastic, requiring dynamic transcriptional, translational, and metabolic tailoring. These cellular processes are energy intensive; therefore, flexible energetics are required to support survival in diverse conditions. However, the compensatory pathways/features in bacterial energy metabolism are poorly understood. The examination of bioenergetic variants of *Escherichia coli* has elucidated the systems-level responses optimizing energy production to restore growth. [Amitesh Anand]

Developmental Biology and Biophysics

- **Emergence of a left-right symmetric body plan during embryo development**
  Most animals that live in this world have a left-right symmetric body plan, where tissues and organs such as eyes, ears, nostrils and the entire muscle and skeletal system have similar shapes and sizes on the two sides of the body. This similarity, also called symmetry, of the left and right sides emerges during embryo development. A lack of symmetry often leads to debilitating developmental disorders such as scoliosis and cleft palate. The underlying cause of many symmetry-related disorders is still unknown, and to solve this, researchers are currently striving to understand the fundamentals of how patterning and growth occurs similarly on the two sides of the body using zebrafish embryos as a model system. [Sundar Ram Naganathan]

Neurobiology of Drosophila Behavior: Mechanistic Insights into the Link Between Stress, Metabolic State, and Function of Sleep

- **Determine how flies switch between sleep-dependent and sleep-independent mechanisms for memory consolidation**

  Researchers probed the role of hunger signals in mediating the switch between sleep-dependent and sleep-independent mechanisms. Preliminary work showed that manipulating sNPF (short neuropeptide F), a starvation signalling peptide, expression affects sleep but not memory consolidation. Researchers plan to further study the role of sNPF and other hunger signals in driving sleep-independent memory consolidation. [Nitin Singh Chouhan]

- **A model for social defeat stress in flies**
  If two socially isolated male flies are kept together in a closed arena, they form robust winner/loser status. Intriguingly, it was found that keeping males in the arena for six hours resulted in longer-term winner/loser status consolidation, as flies showed dominance/submissive behaviour against a new opponent 24 hours after the first fight. Researchers plan to investigate the role of sleep in mediating the long-term winner/loser effect and develop a repeated social defeat stress model. [Nitin Singh Chouhan]

Fed-fast Cycles, Chromatin, Gene-expression and Molecular Physiology

- **Metabolic regulation of CTCF expression and chromatin association dictates starvation response in mice and flies**
  Genetic information in cells is packaged into a DNA-protein complex known as the Chromatin. Chromatin organization is a major determinant of gene expression programs across species. Proteins that organize the genome/chromatin into functional and structural domains are known as architectural proteins, for example, CTCF. Metabolism has been relatively well studied as a key driver of gene expression changes. However, whether this involves alterations in chromatin architecture and mechanistic insights is unknown. In this study, researchers discovered for the first time the importance of metabolic signals that regulate CTCF-dependent reprogramming of gene expression during fed-fast cycles. [Ullas Kolthur]

Cancer, Chemotherapy, Metabolism and Mitochondria

- **A Rationally Designed Bimetallic Platinum (II)-Ferrocene Antitumor Agent Induces Non-Apoptotic Cell Death and Exerts in Vivo Efficacy**
  In this collaborative study, researchers contributed towards unveiling the role of mitochondrial functions and metabolism in dictating the efficacy of chemotherapeutic interventions using novel platinum-based drugs. [Ullas Kolthur]

Circadian Rhythm, Fed-fast Cycles, Aging, Metabolism, Molecular Physiology and Mitochondria

- **Shaping mitochondria through fed-fast and circadian cycles**
  Nutrient availability and energetic demands vary dynamically across tissues and during fed-fast and circadian cycles. More importantly, this is intrinsically coupled to the total energy expenditure of organisms, including in resting and active phases. Researchers highlighted recent work in the field and contextualized findings from the group to illustrate the central role of mitochondria in orchestrating dynamic changes in cellular and organismal energetics. [Ullas Kolthur]

Department of Chemical Sciences

Medicinal Chemistry and Drug Development

- **Potent Ruthenium–Ferrocene Bimetallic Antitumor Antiangiogenic Agent That Circumvents Platinum Resistance: From Synthesis and Mechanistic Studies to In Vivo Evaluation in Zebrafish**
  Failure of chemotherapy due to resistance development is the main cause of millions of cancer-related deaths. This work demonstrated the power of hybrid antitumor agents in circumventing chemoresistance in cancer. The lead candidate not only exerted potent anticancer activity but also inhibited angiogenesis, a process by which solid tumors acquire nutrients and metastasize to other organs. [Malay Patra]

- **The Power of Kinetic Inertness in Improving Platinum Anticancer Therapy by Circumventing Resistance and Ameliorating Nephrotoxicity**
  This work highlights the effectiveness of kinetically inert platinum anticancer drugs over kinetically labile clinical drugs such as cisplatin. Researchers have rationally designed and developed a potent anticancer agent with a special emphasis on making it kinetically inert. Using a combination of in vitro and in vivo assays, researchers showed how kinetic inertness is capable of circumventing chemoresistance and nephrotoxicity, the two major deficiencies of currently used platinum drugs. [Malay Patra]

Materials Chemistry

- **Role of Electrolyte Ions in Forming an Effective Interface Needed for Photocatalytic Splitting of Seawater**
  The photocatalytic (PC) hydrogen production from water splitting is a promising route to fulfil the current energy demand in a sustainable manner. For photocatalysis to become industrially viable, seawater should be used as an ideal solvent. However, in literature, the ions in seawater have an uncertain effect on the PC splitting of water, which, thus far, has not been resolved. A variety of different neutral transition metal-oxide-based photocatalysts have been exploited for splitting deionized water. However, to date, there has been a lack of a well-established route to effectively use any semiconductor for seawater splitting. Presented here is an ionized, low-cost carbon nitride-based semiconductor that has been systematically evaluated for sea-water splitting. A detailed study has been done using this salt-type semiconductor in the presence of a variety of ions (Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Cl^-, SO_4^{2-}), and their role has been probed in modulating the photocatalytic activity. A variety of measurements have provided insight as to how the presence of cations aids advantageously in forming an effective in-situ interface between catalyst/co-catalyst for improved charge transfer. This improved interfacial charge transfer rationalizes the 8-fold enhancement in the photocatalytic rate in the presence of simulated seawater compared to deionized water and provides an impetus for the use of these carbon nitride structures for sustainable PC splitting of seawater. [Deepa Khushalani]

- **Energy Capture and Storage using modified Carbon Nitride**
  The ability to directly capture and store solar energy in an electrical form within a single structure is an intriguing concept and, if feasible, could be an ideal approach to overcome the intermittency issue of solar energy. Recently, ionothermal-treated carbon nitride has shown this unique dual functionality. However, the current understanding of the distinctive material is minimal, and as such, over the past year, researchers have obtained data that give insight into how the dual function can be viably modulated without, in fact, altering the structure. Importantly, researchers have been able to show that there is redox behaviour in ionic carbon nitrides, thus providing impetus for battery-like storage capability. Furthermore, the work demonstrates that by simply altering either the ions or the pH of the electrolyte, both the potential and storage capability of the photo-excited electron can be augmented. The former can be modulated over ca. 700 mV, and the latter can be increased 4 times when Na ions are replaced by K ions. This work provides insight into ionic carbon nitrides and their seminal properties that have thus far not been realized in other conventional semiconductors. [Deepa Khushalani]

- **Single Electrolyzer for Simultaneous Water Oxidation and CO_2 reduction**
  This work involves the formation of an electrolyser wherein two different electrochemical half reactions are performed in unison, using similar reaction conditions (temperature, pH, chemical nature of electrolyte) to allow not only the reduction of CO_2 but also the production of industrially important chemical: H_2O_2. An electrolyzer was built wherein, along with an external power supply, only water and CO_2 were used as the consumable reagents. The reaction not only allowed for CO_2 reduction to form formic acid, but also hydrogen peroxide was produced from the water oxidation reaction. The uniqueness of this electrolyzer was that both oxidation and reduction products were industrially useful, and in literature from the limited research on electrolyzers, most of them have not been able to produce useful products in both compartments. [Deepa Khushalani]

Nanomaterials and Nanocatalysis

- **Nickel-Laden Dendritic Plasmonic Colloidosomes of Black Gold: Forced Plasmon Mediated Photocatalytic CO_2 Hydrogenation**
  In this work, researchers have designed and synthesized nickel-laden dendritic plasmonic

colloidosomes of Au (black Gold-Ni). The photocatalytic CO_2 hydrogenation activities of black Gold-Ni increased dramatically to the extent that measurable photoactivity was only observed with the black Gold-Ni catalyst, with a very high photocatalytic CO production rate (2464 ± 40 mmol g_{Ni}^{-1} h^{-1}) and 95% selectivity. Black Gold-Ni catalyzed CO_2 hydrogenation in the presence of an electron-accepting molecule, methyl-p-benzoquinone, reduced the CO production rate, asserting the hot-electron-mediated mechanism. Operando diffuse reflectance infrared Fourier transform spectroscopy (DRIFTS) showed that CO_2 hydrogenation took place by a direct dissociation path via linearly bonded Ni–CO intermediates. The outstanding catalytic performance of black Gold-Ni may provide a way to develop plasmonic catalysts for CO_2 reduction and other catalytic processes using black gold. [Vivek Polshettiwar]

- **Insights into the CO_2 Capture Characteristics within the Hierarchical Pores of Carbon Nanospheres Using Small-Angle Neutron Scattering**
  Understanding adsorption processes at the molecular level has transformed the discovery of engineered materials for maximizing gas storage capacity and kinetics in adsorption-based carbon capture applications. In this work, researchers studied the molecular mechanism of gas (CO_2, H_2, methane, and ethane) adsorption inside an interconnected porous network of carbon. This was achieved by synthesizing novel macro–meso–microporous carbon (M^3C) nanospheres with interconnected pore structures. The M^3Cs showed a CO_2 capture capacity of 5.3 mmol/g at atmospheric CO_2 pressure, with excellent kinetics. This was due to fast CO_2 adsorption within the interconnected hierarchical macro–meso–microporous M^3C. In situ, small-angle neutron scattering (SANS) under various CO_2 pressures indicated that the macro- and mesopores of M^3C enable fast diffusion of CO_2 molecules inside the micropores, where adsorbed CO_2 molecules densify into a liquid-like state. This strong densification of CO_2 molecules causes fast CO_2 diffusion in the macro- and mesopores of M^3C, restarting the adsorption cycle for fresh CO_2 molecules until all pores are completely filled. Notably, M^3C also showed good capture capacities for hydrogen and various hydrocarbons, with excellent selectivity toward ethane over methane. [Vivek Polshettiwar]

- **Defect Engineered Dendritic Fibrous Nanosilica as Prospective Alloy Anode for the Fabrication of High-Energy Li-Ion Capacitors with Ultralong Durability**
  Lithium-ion capacitors (LICs) are the next-generation electrochemical energy storage devices with two different types of energy storage mechanisms: anode and cathode. The LICs are anticipated to bridge the gap between lithium-ion batteries and supercapacitors by providing higher energy and power density than the individual charge storage systems. The work reports the synthesis of defect-engineered dendritic fibrous nano-silica (SiO_x) as an anode and commercial activated carbon (AC) as a cathode for the LICs. The Li/SiO_x is prelithiated (Li_xSi + Li_2O) prior to the fabrication of the LIC for a few cycles and is then paired with the mass-balanced AC electrode to get AC/(Li_xSi + Li_2O)-based LIC assembly. The LIC displays an excellent electrochemical performance with a maximum energy density of 169.7 Wh kg^{-1} at room temperature with ultralong durability of >48 000 cycles. The possibility of exploring LIC at different climatic conditions is also analyzed at various temperatures from −5 to 50 °C. [Vivek Polshettiwar]

- **Polyethylenimine-assisted non-monotonic jamming of colloids during evaporation-induced assembly and its implication on CO_2 sorption characteristics**
  Researchers report a detailed study of hierarchically organized silica–polyethylenimine (PEI) microspheres achieved through evaporation-induced assembly. Due to complex interactions between oppositely-charged silica nanoparticles and PEI, non-monotonic jamming of the colloidal particles is manifested. With an increase in the polymer concentration, the local volume fraction of the silica particles decreases from 0.68 to 0.43 and then increases to 0.55 with a further increase.

The unusual jamming behaviour of the silica colloids in the presence of PEI provides an avenue for immobilizing PEI without reducing the porosity and specific area in contrast to the conventional impregnation approach. The resultant composite microspheres show good thermal stability and CO_2 sorption characteristics. For a 33 wt% PEI loading, the microspheres exhibit a significant CO_2 capture capacity of 65 mg g^{-1} even at room temperature, and it is increased to 90 mg g^{-1} at 75 °C. The variation in the CO_2 capture capacity at 0 °C as a function of PEI loading also demonstrated the signature of non-monotonicity owing to the structural modification in the silica–PEI microspheres. The composite microspheres demonstrated fast adsorption kinetics, reaching 70% of the total capture capacity in one minute during the CO_2 capture. The CO_2 cycling adsorption–desorption studies showed good regeneration capability up to 20 cycles. [Vivek Polshettiwar]

- **g-C3N4/dendritic fibrous nano-silica doped with potassium for photocatalytic CO_2 reduction**
Photocatalytic CO_2 conversion is a promising process for the reduction of CO_2 into useful chemicals and fuels using solar energy. In this work, researchers have synthesized potassium-doped g-C_3N_4 coated over dendritic fibrous nano-silica (K-CN/DFNS) and studied the photocatalytic CO_2 conversion under visible light illumination. K-CN/DFNS was synthesized by heating KOH-treated melamine in a vacuum-sealed quartz tube by varying the amounts of potassium salt. The scanning electron microscopy images confirmed the coating of potassium-doped g-C_3N_4 over DFNS, while the absorption spectra show extended absorption in the visible region and redshift in the bandgap as compared to the undoped CN/DFNS. XPS analysis further confirms the interaction of potassium ions with g-C_3N_4. During the photocatalytic CO_2 conversion, the selectivity towards the formation of hydrogen (from water splitting) was the highest for the g-C_3N_4 and CN/DFNS catalysts, whereas no hydrogen generation was observed using the potassium-doped catalysts. The highest methane yield observed was 1.7 μmol g^{-1} for g-C_3N_4 in 4 h using K-CN/DFNS-2 (with 6 wt% of potassium ions). The high activity and improved selectivity of K-CN/DFNS were due to the extended absorption in the visible region, better separation of charge carriers, shifting of the conduction band and valence band positions towards positive potentials, and moderate adsorption of CO_2 molecules on its surface. [Vivek Polshettiwar]

- **Facile Preparation of Nitrogen-Doped Carbon Spheres with Wrinkled Cage-Supported Single-Atom Copper Catalysts for Selective Oxidation of Glycerol to Formic Acid**
Selective conversion of the surplus glycerol (GLY) to a hydrogen storage material, formic acid (FA), in heterogeneous catalytic systems is still challenging in the catalysis community. Herein, nitrogen-doped carbon spheres with wrinkled cage-supported single-atom Cu catalysts (Cu/NCSWCs) were prepared by wet ball milling of 5,5′-diamino-3,3′-bis(1H-1,2,4-triazole) (DABT) and copper nitrate with hydrothermal carbon-encapsulated dendritic fibrous nano-silica (DFNS) as the hard template in methanol. After the removal of DFNS, structural characterization revealed that single copper atoms with four nitrogen coordination were successfully immobilized on NCSWCs (CuN_4/NCSWCs), which is attributed to the fact that DABT could act as the chelating agent and nitrogen source. Experimental studies and density functional theory calculations revealed that ·OH adsorbed on CuN_4 structures reacted with GLY to produce FA through consecutive steps involving dehydrogenation, oxidation, and oxidative cleavage. Moreover, CuN_4/NCSWCs also exhibited high catalytic stability during eight consecutive catalytic runs. [Vivek Polshettiwar]

Chemical Biology and Molecular Imaging

- **An Activity-Based Fluorescent Sensor for Copper Ions Detects Cu ion in Living Systems**
Copper ions were traditionally thought to only participate in biological functions as enzyme co-factors. With the development of fluorescent sensors for copper ions, roles of this metal in neuronal signaling have been discovered. Further, mis-regulation of Cu is implicated in neurological

disorders and cancers. Activity-based sensors are recent entrants in the chemo-sensing arena. An advantage of this method is the release of a fluorophore upon metal ion binding. This allows overcoming fluorophore quenching due to unpaired electrons of the metal being sensed. While there were earlier reports on activity-based sensors for copper ions, the sensing mechanism remained elusive. Researchers developed a novel activity-based sensor for copper ions and characterized several intermediates in the sensing pathway. This allowed us to propose a complete mechanistic cycle for activity-based sensors. Importantly, the sensor afforded a ~63 times increase in fluorescence in the presence of copper ions. Researchers also demonstrated the applicability of the sensor toward imaging Cu ions in living cells and in multicellular organisms. [Ankona Datta]

Bioinorganic Chemistry

- **Computationally guided bioengineering of active site, substrate access pathway, and water channels of thermostable cytochrome P450, CYP175A1 for catalyzing alkane hydroxylation reaction**
  The rational evolution of a thermostable cytochrome P450, CYP175A1, to catalyze the C-H activation reaction of longer-chain alkanes has been investigated. A strategy combining computational tools with experiments has shown that the substrate scope and enzymatic activity can be enhanced by rational engineering of certain important channels, such as the substrate entry and water channels, along with the active site of the enzyme. The evolved enzymes showed an improved catalytic rate for hexadecane hydroxylation with high regioselectivity. Q67L/Y68F mutation showed binding of the substrate in the active site, water channel mutation L80F/V220T showed improved catalytic activity through the peroxide shunt pathway, and substrate entry channel mutation W269F/I270A showed better substrate accessibility to the active pocket. The present strategy showed promising results, and insights gained from this work can be applied to the general enzymatic system to expand substrate scope and improve catalytic activity. [Shyamalava Mazumdar]

- **Heme encapsulated in nanosized cavity to catalyze carbenylation reaction forming cyclopropanated species**
  The confinement effect on the catalytic centre in metalloproteins has been mimicked by encapsulating heme and its analogues inside different types of porous nanoparticles. The resulting solid catalyst was then assayed for activity towards carbenylation reaction in the synthesis of cyclopropanated products on the reaction of styrene and ethyl diazoacetate. The results also showed the ability to tune the stereochemical preferences of the reaction, resulting in enhanced formation of one conformer against the other product. [Shyamalava Mazumdar]

- **Electrochemical and chemical catalysis by peroxidase and analogues for carbenylation reaction**
  Direct electrochemical responses of hemeproteins using modified electrodes are being investigated in the lab to drive electro Researchers are also investigating the catalytic potential of horseradish peroxidase for the carbenylation reaction. The enzyme cavity around the heme active centre is expected to affect the reactivity and product selectivity of the reaction. catalysis by the enzyme electrodes. [Shyamalava Mazumdar]

Computational Chemistry and Biophysics

- **Computational Methods to Examine the Effect of Electric Fields on Biomolecules**
  Researchers in the Department of Chemical Sciences at TIFR have developed computational protocols to capture the structural changes in biomolecules in solution phase under the action of strong static electric fields (around hundred million Volts/meter) in atomistic detail. Biomolecules

are exposed to such strong electric fields across cell membranes or in emerging nanobiotechnological settings. In the process, the researchers systematically examined the impact of simulation parameters and models on the final response and unfolding pathways of biomolecules. The studies reveal electric field direction-dependent coupled rotation and stretching motions of the protein dipole in response to the applied field. The magnitude of the protein dipole was found to be a useful metric for following the structural changes in the biomolecules over multiple simulation trajectories. The studies revealed that structural changes induced in the protein by electric fields were reversible, provided the field was switched off before the magnitude of the protein dipole moment exceeded twice its original value. This is useful to find the threshold electric fields under which proteins can be stabilized. [Ravindra Venkatramani]

- **Quantum Interference Effects in Hydrocarbon-based Molecular Junctions**
  The field of molecular electronics aims to develop single organic molecules as electronic circuit components. One of the unique abilities of such molecular circuits, which can be contacted by nano-electrode junctions, is the ability to modulate currents using quantum interference phenomena. To this end, the field has primarily employed molecular junctions with complex molecules which contain aromatic rings wherein the quantum interference can be controlled either by ring connectivity or placement of electrode anchoring functional groups. Now, researchers at TIFR and their collaborators at IISc-Bengaluru have proposed, based on computational studies, that molecular junctions formed by simple hydrocarbon chains can also exhibit quantum interference of electronic charge flow pathways. Specifically, such junction produces features in the electronic transmission spectrum of such simple molecules which are sensitive to the length of the hydrocarbon chain and to the nature of the functional groups (containing Sulphur/Selenium/Nitrogen atoms) which attach the hydrocarbon chain to gold electrodes in a junction. The researchers showed that such features in the transmission spectra could be traced back to quantum interference between multiple electronic flow channels through states which were localized on the terminal functional groups which were coupled by the hydrocarbon chain. These results provide exciting opportunities to construct simple molecular junctions and control their electronic properties, such as conductance and thermopower, by manipulating the terminal electrode anchoring groups. [Ravindra Venkatramani]

Biophysics

- **Developing novel peptide-based antibiotics**
  Researchers discovered that the xenonucleus principle could be applied to proteins which are folded but have large conformational changes during their function and can, in turn, inhibit their activity. Further, if this is applied to a protein of a pathogen, it can lead to completely novel antibiotics. Researchers are now pursuing this concept using the outer membrane protein of gram-negative bacteria. The strategy has shown very promising initial results. [Sudipta Maiti]

- **Identification of key molecular parameters in Alzheimer's disease**
  Researchers have recently found a strong molecular-level connection between Alzheimer-associated Amyloid beta and ApoE proteins. ApoE causes a quantitative change in the fluorescence lifetime of a reporter dye attached to Abeta oligomers. This change seems to be strongly correlated with Abeta toxicity. The change of lifetime, therefore, can serve as an assay for the toxic sub-species of Abeta, providing a platform for drug development. [Sudipta Maiti]

- **Membrane-mediated neurotransmitter signalling and drug side effects**
  Some neurotransmitters, such as serotonin, are membrane-active, and researchers have recently shown that they change membrane properties and influence cellular function. Based on recent

research, it was hypothesized that some of the poorly understood effects of serotonin-like signalling molecules may stem from this membrane interaction. Researchers combined three-photon microscopy and spectral imaging to show that the exocytosis probability of a vesicle indeed depends on the serotonin concentration. They are now probing serotonergic drugs for their actions on the membrane. It was found that these drug molecules have similar effects on the membrane, suggesting that some of the off-target effects are possibly arising from their interactions with the membrane. [Sudipta Maiti]

Physical Chemistry and Spectroscopy

- **Raman Snapshots of Side-Chain Dependent Polaron Dynamics in PolyThiophene Films**
  Photogenerated polarons in π-conjugated polymers are the precursors to free charges at donor–acceptor interfaces. Unravelling the relationship between film morphology and polaron formation is conjectured to enable efficient charge generation in organic photovoltaic devices. However, it has been challenging to track the ultrafast dynamics of polarons selectively and thus evaluate the molecular coordinates that drive charge generation in films. Using a combination of broadband femtosecond transient absorption and resonance-selective femtosecond stimulated Raman spectroscopy, here, researchers investigate the polaron generation dynamics exclusively in traditional crystalline poly(3-hexylthiophene) (P3HT) and its amorphous side-chain variant poly(3-(2-ethylhexyl)thiophene-2,5-diyl) (P3EHT) films. The transient Raman data unequivocally provides evidence for an initial delocalization of the polaronic states via thiophene backbone planarization in ∼100 fs while capturing the subsequent morphology-dependent cooling dynamics in a few picoseconds. The work highlights the structural significance of crystalline morphology in generating hot charges and thereby emphasizes the importance of side-chain engineering in designing highly efficient conjugated polymer films for hot-carrier photovoltaic devices. [Jyotishman Dasgupta]

Photovoltaics, Physical Chemistry and Spectroscopy

- **Parallel triplet formation pathways in a singlet fission material**
  Harvesting long-lived free triplets in high yields by utilizing organic singlet fission materials can be the cornerstone for increasing photovoltaic efficiencies potentially. However, except for polyacenes, which are the most studied systems in the singlet fission field, spin-entangled correlated triplet pairs and free triplets born through singlet fission are relatively poorly characterized. By utilizing transient absorption and photoluminescence spectroscopy in supramolecular aggregate thin films consisting of Hamilton-receptor-substituted diketopyrrolopyrrole derivatives, researchers show that photoexcitation gives rise to the formation of spin-0 correlated triplet pair 1(TT) from the lower Frenkel exciton state. The existence of 1(TT) is proved through faint Herzberg-Teller emission that is enabled by vibronic coupling and correlated with an artefact-free triplet-state photoinduced absorption in the near-infrared. Surprisingly, transient electron paramagnetic resonance reveals that long-lived triplets are produced through classical intersystem crossing instead of 1(TT) dissociation, with the two pathways in competition. Moreover, a comparison of the triplet-formation dynamics in J-like and H-like thin films with the same energetics reveals that spin-orbit coupling-mediated intersystem crossing persists in both. However, 1(TT) only forms in the J-like film, pinpointing the huge impact of intermolecular coupling geometry on singlet fission dynamics. [Jyotishman Dasgupta]

- **A highly contorted push-pull naphthalenediimide dimer and evidence of intramolecular singlet exciton fission**
  Singlet fission is a process by which two molecular triplet excitons are generated subsequent to the

absorption of one photon. Molecules that enable singlet fission have triplet state energy, at least half of the bright singlet state energy. These stringent energy criteria have challenged chemists to devise new molecular and supramolecular design principles to modulate the singlet–triplet energy gap and build singlet fission systems from a wide range of organic chromophores. Herein, researchers report for the first time intramolecular singlet fission in the seminal naphthalenediimide (NDI) scaffold constrained in a push–pull cyclophane architecture, while individually, the NDI chromophore does not satisfy the energy criterion. The challenging synthesis of this highly contorted push–pull cyclophane is possible from the preorganized pincer-like precursor. The special architecture establishes the shortest co-facial NDI···NDI contacts (3.084 Å) realized to date. Using broadband femtosecond transient absorption, it was found that the correlated T–T pair forms rapidly within 380 fs of photoexcitation. Electronic structure calculations at the level of state-averaged CASSCF (ne, mo)/XMCQDPT2 support the existence of the multi-excitonic T–T pair state, thereby confirming the first example of singlet exciton fission in a NDI scaffold. [Jyotishman Dasgupta]

Physical Chemistry, Electron Transfer and Spectroscopy

- **Long-Range Charge Delocalization Mediates the Ultrafast Ligand-to-Metal Charge Transfer Dynamics at the Cu^{2+} -Active Site in Azurin**
  The blue colour in metalloprotein azurin has traditionally been attributed to the intense cysteine-to-Cu^{2+} ligand-to-metal charge transfer transition centred at 628 nm. Although resonance Raman measurements of the Cu^{2+} active site have implied that the LMCT transition electronically couples to the protein scaffold well beyond its primary metal–ligand coordination shell, the structural extent of this electronic coupling and visualization of the protein-mediated charge transfer dynamics have remained elusive. Here, using femtosecond broadband transient absorption and impulsive Raman spectroscopy, researchers provide direct evidence for a rapid relaxation between two distinct charge transfer states, having different spatial delocalization, within ∼300 fs followed by recombination of charges in subpicosecond time scales. Researchers invoke the formation of a protein-centered radical cation, possibly Trp48 or a Phe residue, within 100 fs, substantiating the long-range electronic coupling for the first time beyond the traditional copper active site. The Raman spectra of the excited CT state show the presence of protein-centric vibrations along with the vibrational modes assigned to the copper active site. The results demonstrate a large delocalization length scale of the initially populated CT state, thereby highlighting the possibility of exploiting azurin photochemistry for energy conversion techniques. [Jyotishman Dasgupta]

Host-Guest Chemistry, Physical Chemistry and Spectroscopy

- **Excited state dynamics of a spontaneously generated TTF radical cation inside a water-soluble nanocage**
  Supramolecular cavities have been traditionally used to stabilize reactive redox intermediates. Recently, with the success of multiple new photoredox catalytic strategies that use supramolecular cages, there is a growing demand for photogeneration strategies of diverse reactive intermediates inside confined spaces, which will drive enzyme-like catalysis in real-time. Here, the excited state dynamics of a redox-active TTF radical cation and its corresponding dimethyl-derivative DiMeTTF inside a confined supramolecular cavity are reported. Researchers prepare the radical cation by spontaneous oxidation of neutral TTF upon incarceration inside a water-soluble nanocage Pd6L412+ and characterize it with a combination of resonance Raman and electron paramagnetic resonance spectroscopy. Using broadband transient absorption spectroscopy, it was demonstrated that the confined native TTF radical cation and its dimethyl derivative upon photoexcitation rapidly de-excite to form the hot ground state, thereby inhibiting further oxidation to a TTF+2 dication. Researchers discuss the results in the context of excited state crossings of the radical cation

potentials as well as modifying the cage energetics to generate a stable dication. The work has important implications for the usage of such radical cations for photoactivated catalysis. [Jyotishman Dasgupta]

Photochemistry, Physical Chemistry and Spectroscopy

- **Torsionally broken symmetry assists infrared excitation of biomimetic charge-coupled nuclear motions in the electronic ground state**
  The concerted interplay between reactive nuclear and electronic motions in molecules actuates chemistry. Here, researchers demonstrate that out-of-plane torsional deformation and vibrational excitation of stretching motions in the electronic ground state modulate the charge-density distribution in a donor-bridge-acceptor molecule in solution. The vibrationally-induced change, visualised by transient absorption spectroscopy with a mid-infrared pump and a visible probe, is mechanistically resolved by ab initio molecular dynamics simulations. Mapping the potential energy landscape attributes the observed charge-coupled coherent nuclear motions to the population of the initial segment of a double-bond isomerization channel, also seen in biological molecules. The results illustrate the pivotal role of pre-twisted molecular geometries in enhancing the transfer of vibrational energy to specific molecular modes prior to thermal redistribution. This motivates the search for synthetic strategies towards achieving potentially new infrared-mediated chemistry. [Jyotishman Dasgupta]

Quantum Chemistry

- **Modeling Nonresonant X-ray Emission of Second-and Third-Period Elements without Core-Hole Reference States and Empirical Parameters**
  The advent of bright X-ray sources has opened a new window of investigation into the electronic structure of molecules and materials. In this work, researchers have developed a theoretical approach that models the X-ray emission properties of molecules containing second and third-period elements. The method incorporates the correction physics to describe the X-ray emission process while avoiding any use of empirical shifts and core-hole reference states. As a result, the method was shown to simulate highly accurate emissive properties of molecular species across the second and third rows of the period table. Researchers also provided a low-cost implementation that would enable straightforward simulation of large molecular systems. [Vamsee K. Voora]

Molecular Biophysics

- **Crowding-induced effects on the stability of ubiquitin-family proteins**
  Many studies in recent years have investigated the phenomenon of liquid-liquid phase separation (LLPS) in proteins. LLPS is reported in intrinsically disordered proteins (IDPs) or in proteins with intrinsically disordered regions (IDRs) lacking a well-defined three-dimensional structure. However, the occurrence of LLPS in folded proteins that lack IDRs is not widely known. It is generally assumed that the compact structure and limited flexibility of folded proteins hinder their ability to establish weak and dynamic interactions crucial for LLPS. Contrary to the prevailing understanding, researchers present direct evidence of rapid phase separation of a globular protein, SUMO1, occurring under crowded conditions at physiological pH and room temperature. The protein molecules in the liquid droplets undergo conformational changes with time, monitored by intrinsic tryptophan fluorescence. Researchers also demonstrate the phase transition of SUMO1 droplets from liquid to solid state with maturation, ultimately leading to aggregation. The SUMO1 aggregates contain a significant amount of beta-sheet structure but have amorphous morphology, probed by several spectroscopic techniques (Thioflavin T fluorescence, Raman Spectroscopy, and TEM). The findings provide insights into the behaviour of SUMO1 protein in a crowded

environment, albeit the underlying mechanism is not well understood and may differ from those of IDPs. Furthermore, SUMO1 protein is known to colocalize in inclusion bodies of IDPs, and therefore, LLPS of SUMO1 may have important biological implications in neurodegenerative diseases. Researchers have compared the properties of SUMO1 with its homologues, ubiquitin and SUMO2. Residue-level effects of crowding on these proteins are being investigated using NMR. [A.S. R. Koti]

- **Metal-binding and circular permutation-dependent thermodynamic and kinetic stability of azurin**
  Native topology is known to determine the folding kinetics and the energy landscape of proteins. Furthermore, the circular permutation (CP) of proteins alters the order of the secondary structure connectivity while retaining the three-dimensional structure, making it an elegant and powerful approach to altering native topology. Previous studies elucidated the influence of CP in proteins with different folds, such as Greek key β-barrel, β-sandwich, β-α-β, and all α-Greek keys. CP mainly affects the protein stability and unfolding kinetics, while folding kinetics remains mostly unaltered. However, the effect of CP on metalloproteins is yet to be elaborately studied. The active site of metalloproteins poses an additional complexity in studying protein folding. Here, researchers investigate a CP variant (cpN42) of azurin – in both metal-free and metal-bound (holo) forms. As observed earlier in other proteins, apo-forms of wild-type (WT) and cpN42 fold with similar rates. In contrast, zinc-binding accelerates the folding of WT but decelerates the folding of cpN42. On zinc-binding, the spontaneous folding rate of WT increases by >250 times that of cpN42, which is unprecedented and the highest for any CP to date. On the other hand, zinc-binding reduces the spontaneous unfolding rate of cpN42 by ~100 times, making the WT and CP azurins unfold at similar rates. The study demonstrates metal binding as a novel way to modulate the unfolding and folding rates of CPs compared to their WT counterparts. Researchers hope the study increases the understanding of the effect of CP on the folding mechanism and energy landscape of metalloproteins. [A. S. R. Koti]

- **Pyrogallol, Corilagin and Chebulagic Acid target the "fuzzy coat" of Alpha-Synuclein to inhibit the fibrillization of the protein**
  The accumulation of the intrinsically disordered protein alpha-synuclein (αSyn) in the form of insoluble fibrillar aggregates in the central nervous system is linked to a variety of neurodegenerative disorders such as Parkinson's disease, Lewy body dementia, and multiple system atrophy. Here, it was shown that Pyrogallol, Corilagin and Chebulagic acid, compounds containing a different number of catechol rings, are independently capable of delaying and reducing the extent of αSyn fibrillization. The efficiency of inhibition was found to correlate with the number of catechol rings. Further, the NMR studies reveal that these compounds interact with the N-terminal region of αSyn, which is unstructured even in the fibrillar form of the protein and is known as the "fuzzy coat" of fibrils. Thus, Corilagin and Chebulagic acid target the fuzzy coat of αSyn and not the amyloid core, which is a common target for the inhibition of protein fibrillization. The results indicate that the N-terminus also plays a key role in the fibrillization of αSyn. [A. S. R. Koti]

- **Native Salt Bridges are a Key Regulator of Ubiquitin's Mechanical Stability**
  Although it is known that various intramolecular interactions determine protein mechanical stability, a detailed molecular-level understanding of the key regulators of protein mechanical stability is still lacking. Here, researchers present evidence for salt bridges in ubiquitin as important intramolecular interactions that can affect protein mechanical stability. Ubiquitin has two salt bridges: one relatively surface exposed (SB1:K11-E34) and the other relatively buried (SB2: K27-D52). Ubiquitin is a reversible post-translational modifier and is stable mechanically (F^{u}_{avg}=185

pN). On breaking SB1, the mechanical stability of ubiquitin is slightly enhanced (F^u_{avg}=193 pN). In contrast, the mechanical stability significantly decreases upon breaking SB2 (F^u_{avg}=158 pN). These results suggest that SB1 are SB2 are regulators of the mechanical stability of ubiquitin. Interestingly, the mechanical stability decreases further (F^u_{avg}=145 pN) for the double salt bridge (DB) null variant. Monte Carlo simulations elucidate that the main regulating factor is the spontaneous unfolding rate constant (k^0_u), being the highest for the DB null variant followed by the SB2 null variant, and remains unaltered for the SB1 null variant, while the native to transition state distance (x_u) remains unchanged. The study provides a mechanistic understanding of how two native salt bridges can independently regulate the mechanical stability in a protein, which has implications for designing protein-based robust biomaterials in the future. [A. S. R. Koti]

- **Reconstruction of the Free Energy Profile for SUMO1 from Nonequilibrium Single-Molecule Pulling Experiments**
  Free energy profiles are the cornerstone in the study of protein folding and function. In this study, the free energy profile of SUMO1 protein is directly reconstructed using an extension of Jarzynski equality from atomic force microscope (AFM) based single-molecule force spectroscopy (SMFS) experiments. SUMO1 is a ubiquitin-like posttranslational modifier protein having a β clamp motif in its structure, imparting it with mechanical stability. Researchers use Jarzynski equality to obtain an equilibrium free energy profile from repeated nonequilibrium single-molecule pulling experiments. Indeed, the free energy values determined by Jarzynski's equality are lesser than the normal work average at all extensions. The free energy profiles constructed for the two velocities (100 and 400 nm/s) overlap with each other. The unfolding free energy barrier is estimated to be ~7.5 kcal/mol. Researchers anticipate that the Jarzynski equality can be applied in a similar manner to other ubiquitin-like proteins to extract their differences in the free energy profile, and hence, the effect of sequence diversity of structurally homologous proteins on the free energy landscape can be studied. [A. S. R. Koti]

Department of Condensed Matter Physics and Materials Science

- **Chiral Fermions in PtAl Single Crystal**
  The interplay between crystalline symmetries and band topology plays an important role in topological materials. Dirac and Weyl's fermions, predicted as fundamental particles in high-energy physics, have been reported to exist in low-energy excitations in topological quantum materials. Breaking either time reversal or inversion symmetry, the four-fold degenerate Dirac node spits into two oppositely charged Weyl points. The compounds crystallizing in the cubic crystal structure with the nonsymmorphic space group P213, such as RhSi, PdGa and PtAl, display non-symmorphic symmetry-protected multifold fermions at high symmetry points with unconventional low energy excitations called spin 3/2 Rarita_Schwinger fermions. Researchers successfully grew the single crystal of PtAl and investigated the topological quantum properties of this chiral compound from experimental and theoretical perspectives. The angular-dependent de-Haas van Alphen oscillation experiment was performed at the Institute of Materials Research, Tohoku University, Japan. A detailed Fermi surface study was also performed. [A. Thamizhavel]

- **Fermi surface properties of CoSi single-crystal**
  In continuation to the studies on various semimetallic and topological materials, researchers grew a single crystal of CoSi and studied its anisotropic magnetotransport and Fermi surface properties. This compound crystallizes in the cubic B20-type crystal structure and has attracted renewed interest in studying the transport properties as it hosts new fermionic excitations. The previous studies were performed on a single crystal that was grown using a third element, Te, as flux.

However, researchers took advantage of the congruent melting nature of this compound and grew a single crystal using the Czochralski method in a tetra-arc furnace. A high-quality crystal was grown, which exhibited a large magnetoresistance. Quantum oscillations were observed both in resistivity and in magnetization measurements at 2 K and in fields up to 14 T. Quantum oscillations were observed in the Hall data as well, suggesting a good quality of the single crystal. [A. Thamizhavel]

- **Valence fluctuation in $Ce_2Re_3Si_5$ and magnetic ordering in $Pr_2Re_3Si_5$**
  Ce-based compounds are interesting owing to the proximity of the 4*f*-level close to the Fermi energy, which often results in the hybridization with the conduction electrons, leading to many interesting physical properties like valence fluctuation, Kondo effect and magnetic ordering. In Pr-based compounds, the crystal electric field effect plays a crucial role. A singlet state is often observed in the Pr-based compounds, resulting in a non-magnetic ground state. Researchers have grown single crystals of $Ce_2Re_3Si_5$ and $Pr_2Re_3Si_5$ by the Czochralski method and investigated their crystal structure and the anisotropic physical properties. From the studies, researchers have established that Ce is in a non-magnetic valence fluctuating state while a magnetic ordering is observed in $Pr_2Re_3Si_5$. A detailed crystal electric field analysis on the Pr-compound was performed. [A. Thamizhavel]

- **Superconductivity in $ScAu_2Al$**
  $ScAu_2Al$ crystallizes in the Cubic L_{21} type Heusler structure with the space group *Fm-3m*. Researchers prepared the polycrystalline sample of this compound by arc melting and annealing. The single-phase nature of the compound is confirmed by the powder X-ray diffraction and from the compositional analysis using energy dispersive analysis by X-ray (EDAX). The zero field resistivity data showed a sharp drop in the electrical resistivity at 5.1 K, indicating the superconducting nature. The bulk superconductivity is also confirmed from the magnetization and specific heat studies where clear anomalies were observed at 5.1 K. It was found that the electron-phonon coupling constant, $\lambda e\text{–}ph = 0.77$, suggesting a moderate electron-phonon coupling in $ScAu_2Al$. Further, it was shown that the observed $\lambda e\text{–}ph$ value in $ScAu_2Al$ is the highest amongst the reported Heusler superconductors, indicating a strong correlation between Tc and $\lambda e\text{-}ph$ values and the significant role of electron-phonon coupling in this compound. [A. Thamizhavel]

- **Large saturation field in $EuIrSi_3$**
  The magnetism exhibited by Eu ion is always interesting. In Eu compounds, the *f*-shell is exactly half-filled in its divalent state. This gives orbital angular momentum $L = 0$ and $J = S = 7/2$, where S is the spin quantum number and J is the total angular momentum. The crystal electric field effect (CEF), which determines the magnetocrystalline anisotropy in rare-earth compounds, is zero for divalent Eu ions due to vanishing L. Researchers prepared a polycrystalline sample of EuIrSi3 by arc melting and studied its magnetic properties. It was found that the divalent Eu ions did not saturate for fields as high as 14 T. Researchers performed high magnetic field experiments in a pulsed magnetic field and found that the saturation of the moments is observed at 41 T. EuIrSi3 crystallizes in the non-centrosymmetric crystal structure, and this is one of its kind of Eu-based intermetallic compounds where the antiferromagnetic ordering is more robust against applied magnetic fields. A magnetic phase diagram has been constructed from the field-dependent studies. [A. Thamizhavel]

- **Epitaxial growth, magnetoresistance, and electronic band structure of GdSb magnetic semimetal films**
  Researchers investigated the electronic band structure and transport behaviour of epitaxial GdSb thin films grown on III-V semiconductor substrates. This allowed researchers to delineate the

effects of antiferromagnetic order and strong exchange coupling on the Fermi surface and magnetotransport properties of rare-earth monopnictides in general. [Shouvik Chatterjee]

- **Strain Tuning the Band Topology of Epitaxial GdSb Quantum Wells**
  Researchers revealed interchanged band order in epitaxial GdSb thin films as a function of substrate-induced bi-axial strain. Compressive biaxial strain eliminates the band gap between the hole and electron-like bands dispersing along [001] direction, thus bringing about a strain-induced topological phase transition. The study also revealed the effect of bi-axial strain on carrier compensation and magnetic ordering temperature. [Shouvik Chatterjee]

- **Defect-controlled Fermi-level tuning in half-Heusler topological semimetals**
  Researchers investigated the impact of point defects on the Fermi level position in two representative half-Heusler semimetal compounds. It was found that Pt vacancies are the most energetically feasible defects that can form in these compounds, leading to excess hole densities, as has been revealed in multiple experimental studies. [Shouvik Chatterjee]

Quantum Materials

- **Enigmatic Dirac fermions in graphene**
  Despite enormous studies employing varied techniques, there are debates in the description of the ground-state properties of graphene. Moreover, one primary concern in graphene is to tune the properties of charge carriers, which are massless Dirac Fermions. Researchers showed that the properties of graphene can be tuned by low-energy ion implantation, which bears significant implications for device applications. Recently, employing the symmetry selectivity property of angle-resolved photoemission spectroscopy (ARPES), researchers made one branch of the Dirac cone dark and studied the other branch with high resolutions. From these experiments, it was discovered that the Dirac cone in pristine graphene is gapless in sharp contrast to previous studies. It was shown that the anomalies observed in earlier studies are due to spectral width arising from momentum and lifetime broadenings. The Dirac point survives even after boron substitution that shifts the Fermi level due to a change in charge carrier concentration. Researchers demonstrate that SiC-graphene provides a novel platform for a new paradigm where properties (mobility, density, etc.) of the Dirac fermions can be tuned significantly to realize exotic science, advanced technology, etc. [Kalobaran Maiti]

- **Dirac fermions in an antiferromagnetic metal**
  Researchers studied the electronic structure of an antiferromagnetic metal, SmBi, using high-resolution ARPES. The experimental results exhibit multiple Fermi pockets around the centre and corner of the surface Brillouin zone. The Dirac cones at the zone corner and zone centre show different sensitivities to the photon energy used for the experiment. The cone at the zone corner is ungapped, while the one at the zone centre is gapped (heavy Dirac fermions) – a case of coexisting massless and relatively heavier topological particles. Employing ultrahigh-resolution ARPES (260 micro eV – the best resolution for ARPES known so far), researchers discover the destruction of a Fermi surface constituted by the surface states below the Neél temperature, 9 K. Interestingly, the properties of the Dirac fermions remain unchanged except a small energy shift in the antiferromagnetic phase. These results reveal the emergence of a new paradigm of the interplay of magnetism and topological order. [Kalobaran Maiti]

- **Complex hybridization physics in a novel Kondo lattice system, $CeCuSb_2$**
  Researchers studied the electronic structure of a novel Kondo lattice system, $CeCuSb_2$, where Sb atoms form a square-net structure suitable to host Dirac fermions. Interestingly, this material exhibits significant mass enhancement and Kondo-type behaviour. Employing depth-resolved

photoemission spectroscopy (DRPES) using hard X-rays, multiple features were observed in the spectral function of Ce core levels reflecting photoemission final-state effects. The depth-resolved data exhibit a significant change in the relative intensity of the features with the surface sensitivity of the probe. The extracted surface and bulk spectral functions are different and exhibit a Kondo-like feature at higher binding energies in addition to the well-screened and poorly-screened features. The core-level spectra of Sb exhibit huge and complex changes as a function of the surface sensitivity of the technique. The analysis of the experimental data suggests that the two nonequivalent Sb sites possess qualitatively different electronic structures and, in each category, the Sb layers close to the surface are different from the bulk ones. An increase in temperature influences the Ce-Sb hybridization significantly. The plasmon-excitation-induced loss features are also observed in the core-level spectra. All these results reveal the importance of Ce-Sb hybridizations and indicate that the complex renormalization of Ce-Sb hybridization may be the reason for the exotic electronic properties of this system. [Kalobaran Maiti]

- **Evolution of extremely large magnetoresistance (XMR) in a Weyl semimetal, WTe2 with Ni-doping**
  Researchers studied the evolution of the electronic properties of WTe_2 by tuning charge carrier concentration via Ni substitution at W sites. Transport measurements exhibit a metal-to-insulator transition at low temperatures with the application of a magnetic field; the field-induced effect is significantly reduced in the doped sample. Researchers found an XMR of about 10^6% at 2 K in WTe_2. The MR value reduces to 10^4% in the 10% Ni-doped sample, which is still in the XMR regime and much higher than other MR materials. The magnetoresistance shows an H^2 dependence and follows the temperature dependence of classical carrier mobility. A deviation was observed from Kohler's rule in both cases, indicating the presence of multiple types of charge carriers. Quantum oscillation data exhibit a signature of four Fermi pockets (two electron and two-hole pockets) in both cases and the nontrivial nature of the electron and hole bands. Interestingly, the electron-hole compensation is nearly perfect even in the doped compound, although the size of the Fermi pockets and the charge-carrier interaction parameters are slightly changed with doping. These results reveal intriguing insight into the XMR behaviour of this class of materials and the possibilities of tuning the properties of charge carriers within the XMR regime. [Kalobaran Maiti]

Nanoscale Electronics

- **Quantum noise limited amplifier using graphene**
  Josephson junctions (JJs) and their tunable properties, including their nonlinearities, play an important role in superconducting qubits and amplifiers. JJs, together with the circuit quantum electrodynamics architecture, form many key components of quantum information processing. In quantum circuits, low-noise amplification of feeble microwave signals is essential, and Josephson parametric amplifiers (JPAs) are the widely used devices. The existing JPAs are based on Al–AlOx–Al tunnel junctions realized in a superconducting quantum interference device geometry, where magnetic flux is the knob for tuning the frequency. Recent experimental realizations of two-dimensional (2D) van der Waals JJs provide an opportunity to implement various circuit quantum electrodynamics devices with the added advantage of tuning the junction properties and the operating point using a gate potential. While other components of a possible 2D van der Waals circuit quantum electrodynamics architecture have been demonstrated, a quantum-noise-limited amplifier, an essential component, has not been realized. Researchers implemented a quantum-noise-limited JPA using a graphene JJ that has a linear resonance gate tunability of 3.5 GHz. The study reported 24 dB amplification with 10 MHz bandwidth and −130 dBm saturation power, a performance on par with the best single-junction JPAs. Importantly, the gate-tunable JPA works in

the quantum-limited noise regime, which makes it an attractive option for highly sensitive signal processing. [Mandar M. Deshmukh]

- **Studying topological transitions in moire material**
  Topological aspects of the electron wave function—including the Berry curvature and Chern number—play a crucial role in determining the physical properties of materials. Although the Berry curvature and its effects on materials have been studied, detecting changes in the Chern number can be challenging, particularly changes in the valley Chern type. In this regard, twisted double bilayer graphene has emerged as a promising platform to gain electrical control over the Berry curvature hotspots and the valley Chern numbers of topological flat bands. In addition, strain-induced breaking of the threefold rotation symmetry leads to a non-zero first moment of Berry curvature -- called the Berry curvature dipole. Researchers showed that a sign change in the Berry curvature dipole detects topological transitions in the bands. In twisted double bilayer graphene, the perpendicular electric field simultaneously tunes the valley Chern number and Berry curvature dipole, providing a tunable system to probe the topological transitions. Furthermore, the researchers found hysteresis in the transport response that is caused by switching off the electric polarization. This holds promise for next-generation Berry-curvature-based memory devices. The technique can be emulated in three-dimensional topological systems to probe topological transitions governed by parameters such as pressure or anisotropic strain. [Mandar M. Deshmukh]

- **Perpendicular electric field drives Chern transitions and layer polarization changes in Hofstadter bands**
  Moiré superlattices engineer band properties and enable observation of fractal energy spectra of Hofstadter butterfly. Recently, correlated-electron physics hosted by flat bands in small-angle moiré systems has been in the foreground. However, the implications of moiré band topology within the single-particle framework are little explored experimentally. An outstanding problem is understanding the effect of band topology on Hofstadter physics, which does not require electron correlations. The work experimentally studies Chern state switching in the Hofstadter regime using twisted double bilayer graphene (TDBG), which offers electric field tunable topological bands, unlike twisted bilayer graphene. Researchers showed that the nontrivial topology reflects in the Hofstadter spectra, in particular, by displaying a cascade of Hofstadter gaps that switch their Chern numbers sequentially while varying the perpendicular electric field. The experiments, together with theoretical calculations, suggest a crucial role of charge polarization changing concomitantly with topological transitions in this system. Layer polarization is likely to play an important role in the topological states in few-layer twisted systems. Moreover, the work establishes TDBG as a novel Hofstadter platform with nontrivial magnetoelectric coupling. [Mandar M. Deshmukh]

Semiconductor Physics

- **Excitons in few-layer MoS_2**
  Semiconductors like MoS_2 form stable two-dimensional monolayer films and are being investigated extensively for future electronic device applications. Optical spectra of MoS_2 show the presence of several excitons, which are electron-hole pairs bound by Coulomb attraction. Their origins continue to be debated. Researchers studied hBN-encapsulated few-layer MoS_2 films using electro-reflectance spectroscopy. Researchers identified in tri-layer 2H-MoS_2 sub-species of the A_{1s} ground states exciton, whose energy depends on which layer the electron-hole pair is located. The first excited state A_{2s} exciton transition was also identified, enabling approximate estimation of the exciton binding energy Eb. The decrease in Eb, with increasing film thickness, was analyzed based on dielectric screening. Extending this, the A_{1s} exciton was shown to be mostly confined to a single S–Mo–S layer, as predicted by theory. An inter-layer exciton, where the electron and hole reside

on different layers, was also identified in films thicker than a monolayer. [Sandip Ghosh]

Mechanics and Soft Matter

- **Coupled Dynamical Phase Transitions in Driven Disk Packings**
  Under the influence of oscillatory shear, a monolayer of frictional granular disks exhibits two dynamical phase transitions: a transition from an initially disordered state to an ordered crystalline state and a dynamic active-absorbing phase transition. Although there is no reason *a priori* for these to be at the same critical point, they are. The transitions may also be characterized by the disk trajectories, which are nontrivial loops breaking time-reversal invariance. [Shankar Ghosh]

Topological Quantum Magnets

- **Stripe helical magnetism and two regimes of anomalous Hall effect in Weyl semimetal NdAlGe**
  Weyl semimetals (WSMs) are exotic conductors that realize Weyl fermions as low-energy quasiparticles in their electronic structure and novel electromagnetic responses. The WSMs in the RAlX (R= Rare-earth, X= Si or Ge) materials family break both the time-reversal and inversion symmetries and support Weyl-mediated interactions with rich phase diagrams and topological magnetic textures. In this joint theory and experimental work, researchers investigated the magnetic and electronic transport properties of NdAlGe, a member of the RAlX family of materials. NdAlGe realizes rare Weyl-mediated helical magnetism with a larger spin-orbit coupling. Based on the transport measurement complemented with first-principles calculations, researchers demonstrated the two different anomalous Hall effect (AHE) regimes in NdAlGe that are, respectively, governed by intrinsic Berry curvature and extrinsic disorders/spin fluctuations. The work suggests that Weyl-mediated magnetism prevails in RAlX, but transport properties, including AHE, are affected by material-specific extrinsic effects despite the presence of prominent Berry curvature. [Bahadur Singh]

- **Topological spiral magnetism in the Weyl semimetal SmAlSi**
  Over the last decade, Weyl electrons have been intensely studied due to novel charge transport phenomena such as chiral anomaly, Fermi arcs, and photogalvanic effect. Recent theoretical works suggest that Weyl electrons can also participate in magnetic interactions, and the Weyl-mediated indirect exchange coupling between local moments is proposed as a new mechanism to induce spiral magnetic ordering by involving chiral Weyl electrons. Researchers presented the first evidence of Weyl-mediated spiral magnetism in SmAlSi using a variety of theory and experimental approaches. It was shown that the spiral magnetic order in SmAlSi results from the nesting between topologically nontrivial Fermi pockets and weak magneto-crystalline anisotropy, unlike related materials (Ce, Pr, Nd)AlSi, where a strong anisotropy prevents the spins from freely rotating. Researchers mapped the magnetic phase diagram of SmAlSi and revealed an A phase where topological magnetic excitations may exist. Within A phase, researchers found a large topological Hall effect whose variation with the magnetic field direction suggests a dominant helical instead of cycloidal character, as theoretically predicted for the Weyl-induced spiral order. [Bahadur Singh]

- **Axion optical induction of antiferromagnetic order**
  Tremendous interest exists in finding innovative ways to control and manipulate complex quantum materials. Using circularly polarized light to control quantum matter is a highly intriguing topic in physics, chemistry and biology. Earlier studies have demonstrated helicity-dependent optical control of chirality and magnetization, with important implications in asymmetric synthesis in chemistry; homochirality in biomolecules; and ferromagnetic spintronics. In a joint experimental and theoretical study, researchers reported observation of helicity-dependent optical control of fully

compensated antiferromagnetic order in two-dimensional even-layered $MnBi_2Te_4$, a topological axion insulator with neither chirality nor magnetization. To understand this control, antiferromagnetic circular dichroism was studied, which appears only in reflection but is absent in transmission. Researchers showed that optical control and circular dichroism both arise from optical axion electrodynamics. The axion induction provides the possibility to optically control a family of PT-symmetric antiferromagnets (P, inversion; T, time-reversal). In $MnBi_2Te_4$, the work would open the door for the optical writing of a dissipationless circuit formed by topological edge states. [Bahadur Singh]

- **Sign change of the anomalous Hall effect and the anomalous Nernst effect in Weyl semimetal CeAlSi**
  Because of their novel electronic structure, the Weyl semimetals support exotic electromagnetic properties such as the anomalous Hall effect (AHE) and the anomalous Nernst effect (ANE). Previously, researchers identified CeAlSi as the first noncollinear ferromagnetic Weyl semimetal that realize a loop-shaped AHE driven by magnetic field effects. In joint theory and experimental work, researchers reported the AHE and ANE in CeAlSi when the magnetic field is applied in-plane and out-of-plane directions. It was found that AHE conductivity acquires different signs for different magnetic field directions. The origin of this sign difference was attributed to the reconstruction of the band structure under the variation of the spin orientation. Researchers further showed that the momentum-space topology plays an important role in determining the transport properties at both low and high temperatures in CelAlSi. Calculations showed that a small energy distance between the Fermi level and a Weyl node is a decisive factor in revealing the topological transport in CeAlSi. [Bahadur Singh]

- **Complex electronic structure evolution of NdSb across the magnetic transition**
  The rare-earth monopnictide family of materials that realize interesting magnetic texture with extreme magnetoresistance has established itself as a fruitful playground for the discovery of interesting topological phases. By using high-resolution angle-resolved photoemission spectroscopy complemented by the first-principles density-functional-theory-based modelling, researchers examined the evolution of the electronic structure of the Dirac semimetal NdSb in the rare-earth monopnictide family across the magnetic transition. A complex angel-wing-like band structure near the zone centre and arc-like bands at the zone centre and zone corner are observed. This intriguing reconstruction of the bands is driven by a magnetic transition where the Nd 5*d* electron band backfolds and hybridizes with the Sb 5*p* hole bands in the antiferromagnetic phase. The study indicated that antiferromagnetism plays an intricate role in the electronic structure of rare-earth monopnictide materials. [Bahadur Singh]

- **Behavior of gapped and ungapped Dirac cones in an antiferromagnetic topological metal, SmBi**
  SmBi belongs to the rare-earth monopnictide materials family that supports nontrivial electronic structure and antiferromagnetism. In this work, researchers studied the behaviour of nontrivial Dirac fermion states in this material using angle-resolved photoemission spectroscopy (ARPES) and first-principles calculations. The study revealed a nontrivial electronic structure with multiple Fermi pockets and a band inversion in the bulk Brillouin zone consistent with the theory results. This work further revealed a complex momentum-dependent gap formation, and Fermi surface destruction across the magnetic transition, highlighting an exotic interplay between magnetism and topology in SmBi. [Bahadur Singh]

- **Weyl semimetal in the rare-earth hexaboride family supporting a pseudonodal surface and a giant anomalous Hall effect**

Topological magnets feature novel band structures with substantial Berry curvature field effects in the momentum space that result in exotic electromagnetic responses. The research here has focused on developing a deeper understanding of topological states in various classes of magnetic materials and developing methods to model their electromagnetic responses. In this work, researchers identified a new topological state in cerium hexaboride (CeB_6) that harbours a pseudonodal surface (PNS) along with double-Weyl fermions. It was shown that CeB6 is a unique rare-earth hexaboride that offers a rich tapestry for exploring the interplay of topological orders, magnetism, and electron-correlation effects associated with protected quantum phenomena. [Bahadur Singh]

Topological Quantum Materials

- **Topology and symmetry in quantum materials**
  Interest in topological materials continues to grow unabated in view of their conceptual novelties as well as their potential as platforms for transformational new technologies. Electronic states in a topological material are robust against perturbations and support unconventional electromagnetic responses. The first-principles band-theory paradigm has been a key player in the field by providing the successful prediction of many new classes of topological materials. In this work, researchers presented a cross-section through the recent work on understanding the role of geometry and topology in generating topological states and their responses to external stimuli and as a basis for connecting theory and experiment within the band theory framework. In this work, effective strategies for topological materials discovery and impactful directions for future topological materials research were also commented. [Bahadur Singh]

- **Analysis of the unconventional chiral fermions in a non-centrosymmetric chiral crystal PtAl**
  Chiral crystals have a well-defined handedness due to the lack of inversion, mirror or other roto-inversion symmetries. They are shown to host symmetry-protected multifold chiral fermions and surface Fermi arc states with tremendous potential for emerging technologies. Despite extensive theoretical works on the CoSi class of Chiral crystals, the experimental growth of many materials in this family remains elusive. In this joint experiment and theory work, researchers grew single crystals of chiral material PtAl and reported its electrical transport, quantum oscillations, and electronic structure results. Based on both the theory and experimental analysis, it was shown that PtAl possesses nontrivial Fermi pockets at the Fermi level and supports long surface Fermi arc surface states that spread over the entire surface Brillouin zone. [Bahadur Singh]

- **Observation of a Smoothly Tunable Dirac Point in $Ge(Bi_xSb_{1-x})_2Te_4$**
  State-of-the-art topological devices require the use of topologically protected surface states to drive electronic transport. In this regard, researchers examined a tunable topological material, Ge(BixSb1-x)2Te4, for a range of x values from 0 to 1, using a combination of Fourier transform scanning tunnelling spectroscopy, angle-resolved photoemission spectroscopy, and first-principles calculations. The results showed that the Dirac point shifts linearly with x, crossing the Fermi energy near $x = 0.7$. This observation of a smoothly tunable, isolated Dirac point crossing through the topological transport regime and having strong linear dependence with substitution can be critical for future topological spintronics applications. [Bahadur Singh]

- **Magnetically tunable Dirac and Weyl fermions in the Zintl materials family**
  Materials classification efforts encompassing crystalline symmetries have revealed rich possibilities for solid-state systems to support a tapestry of exotic topological states. However, finding materials that realize such states remains a daunting challenge. Researchers showed how the interplay of topology, symmetry, and magnetism combined with doping and external electric and magnetic field controls can be used to drive the $SrIn_2As_2$ materials family into a variety of topological phases.

Based on the first-principles calculations and symmetry analysis, it was shown that $SrIn_2As_2$ is a dual topological insulator. Its isostructural and isovalent antiferromagnetic cousin $EuIn_2As_2$ is found to be an axion insulator with $Z_4 = 2$. The broken time-reversal symmetry via Eu doping in $Sr_{1-x}Eu_xIn_2As_2$ results in a higher-order or topological crystalline insulator state depending on the orientation of the magnetic easy axis. Researchers also showed how antiferromagnetic $EuIn_2P_2$ realizes magnetic-field-driven transition to an ideal Weyl fermion or nodal fermion state. The work identified $Sr_{1-x}Eu_xIn_2(As, P)_2$ as a tunable materials platform for investigating the physics and applications of Weyl and nodal fermions in the scaffolding of crystalline and axion insulator states. [Bahadur Singh]

Topological Chiral Crystals

- **Collective modes of chiral multi-fold fermionic material CoSi**
  Plasmonics in topological semimetals offer exciting opportunities for fundamental physics and emerging technologies. Researchers investigated plasmons in the exemplar chiral crystal CoSi, which hosts a variety of multifold fermionic excitations. It was shown that CoSi hosts two distinct plasmon modes in the infrared regime at 0.1 and 1.1 eV in the long-wavelength limit. The 0.1 eV plasmon is found to be highly dispersive, and it originates from intraband collective oscillations associated with a double spin-1 excitation. The 1.1 eV plasmon is dispersionless, and it involves interband correlations. Both plasmon modes lie outside the particle-hole continuum and possess a long lifetime. [Bahadur Singh]

Atomically Thin Quantum Materials

- **Fluence-dependent dynamics of excitons in monolayer $MoSi_2Z_4$**
  Atomically thin materials offer unique opportunities for realizing bound excitons and novel optoelectronic responses owing to their reduced dielectric screening. Researchers demonstrated the existence of bound excitons in the bandgap of the monolayers of newly discovered synthetic $MoSi_2Z_4$ (Z=N, P, and As) materials. All three monolayers support several bright and strongly bound excitons with binding energies varying from 1 eV to 1.35 eV for the lowest energy exciton resonances. It was shown that on increasing the pump fluence or photo-excited carrier density, the lowest energy exciton first undergoes a redshift followed by a blueshift due to the renormalized exciton binding energies. The exciton binding energy varies as a Lennard-Jones-like potential as a function of the inter-exciton spacing. This establishes an atom-like attractive and repulsive interaction between excitons depending on the inter-exciton separation. The work is the first to predict that $MoSi_2Z_4$ 2D materials offer an exciting test bed for exploring the physics of strongly bound excitons and their non-equilibrium dynamics. [Bahadur Singh]

- **Switchable large-gap quantum spin Hall state in the designer two-dimensional materials**
  Quantum spin Hall (QSH) insulators exhibit spin-polarized conducting edge states that are topologically protected from backscattering and offer unique opportunities to address fundamental science questions and device applications. Finding viable materials that host such topological states, however, remains a continuing challenge. By using in-depth first-principles theoretical modelling, researchers predicted large band gap QSH insulators in the recently synthesized bottom-up two-dimensional MSi_2Z_4 (M = Mo or W and Z = P or As) material family with 1T' structure. A structural distortion in the 2H phase drives a band inversion between the metal (Mo/W) *d* and *p* states of P/As with an inverted bandgap as large as ~204 meV to realize spin-polarized conducting edge states with nearly quantized spin Hall conductivity. It was shown that the inverted band gap can be tuned with a vertical electric field to switch off the QSH states in these materials. [Bahadur Singh]

- **Anomalies at the Dirac Point in Graphene and Its Hole-Doped Compositions**

Graphene a single layer of carbon atoms arranged in a hexagonal lattice, has drawn enormous attention due to its rich physics and potential use for next-generation electronic devices since its first isolation from the layered bulk graphite. The exotic physics of graphene arises from its linear band structure with Dirac electronic excitations. While the theoretical studies unfolded the Dirac states and their symmetry evolution in graphene, angle-resolved photoemission spectra (ARPES) of SiC-graphene show a plethora of anomalies such as deviation from linearity of the Dirac bands despite high doping level, plasmon bands with intercalation of foreign elements etc. Intense features are observed over a large energy regime near Dirac points in pristine SiC-graphene, which is interpreted in terms of a band gap arising due to the broken sublattice symmetry and in-gap states. Researchers investigated the properties of the Dirac states in SiC-graphene and its hole-doped compositions employing angle-resolved photoemission spectroscopy and density functional theory. The study resolved the long-lasting issue of graphene energy dispersion. [Bahadur Singh]

Superlattices and Heterostructures

- **Engineering axion insulator phase in superlattices with inversion symmetry breaking**
  Axion insulators exhibit half-quantized surface anomalous Hall conductivity normal to the surface whose sign depends on the specific surface termination. Various materials proposal to realize Axion insulators has been made either by magnetically doping a Z_2 topological insulator or finding an intrinsic magnetic topological insulator. Here, researchers proposed three-dimensional HgTe/MnTe superlattices stacked along the (001) axis to realize the Axion insulators. By carefully considering an interplay between magnetism, topology, symmetry, and thickness of HgTe/MnTe layers, it was shown that HgTe/MnTe superlattices realize diverse magnetic topological states that could be manipulated using different magnetic configurations. [Bahadur Singh]

- **Topological states in superlattices of HgTe-class materials for engineering three-dimensional flat bands**
  Flat band materials with low kinetic energy realize strongly correlated states since the Coulomb interactions dominate over the kinetic energy owing to their small bandwidth. In search of materials with three-dimensional flat bands, researchers created HgTe/CdTe and HgTe/HgSe superlattices with variable thickness and investigated how topological phases evolve in these superlattices. In short-period HgTe/CdTe superlattices, researchers unveiled the presence of isoenergetic nodal lines, which could host strain-induced three-dimensional flat bands at the Fermi level without requiring doping, when fabricated, for instance, as core-shell nanowires. In contrast, HgTe/HgSe short-period superlattices supported a rich phase diagram with a plethora of topological phases. [Bahadur Singh]

Charge Density Wave Materials

- **Coupling between colossal charge density wave ordering and magnetism in $R_2Ir_3Si_5$**
  Structural phase transitions, such as developments of charge density waves (CDWs) in materials, have attracted continued interest, given their conceptual novelties and application potential. $Ho_2Ir_3Si_5$ belongs to a wide family of $R_2Ir_3Si_5$ (R = Lu, Er, Ho) materials that exhibit CDW transition with a strong orthorhombic-to-triclinic lattice distortion accompanied by superlattice reflections. Researchers performed an analysis of the single-crystal X-ray diffraction (SXRD) and first-principles electronic and phonon spectrum to reveal the CDW phase in $R_2Ir_3Si_5$. It was found that the Ir-Ir zigzag chains along *c* are responsible for the CDW in $R_2Ir_3Si_5$. The replacement of the rare earth element R from nonmagnetic Lu to magnetic Er or Ho lowers the CDW transition temperature. Out of the three compounds, $Ho_2Ir_3Si_5$ is the only material where second-order superlattice reflections could be observed. Based on in-depth electronic structure calculations,

researchers predicted that $Ho_2Ir_3Si_5$ is a metal with coexisting electron and hole pockets at the Fermi level. The Ho and Ir atoms have spherically symmetric metallic-type charge density distributions that are prone to CDW distortion. The phonon dispersion curves affirmed that the Ir atoms are primarily responsible for the CDW distortion, which is in agreement with the experiment. [Bahadur Singh]

- **Orthorhombic charge density wave on the tetragonal lattice of $EuAl_4$**
  Researchers investigated the charge density wave (CDW) order in the square net material EuAl4 that possesses tetragonal symmetry with space group I4/mmm. It undergoes a CDW transition with a transition temperature of 145 K and features four consecutive antiferromagnetic phase transitions below 16 K. Based on the single-crystal X-ray diffraction and first-principles calculation, researchers determined the incommensurately modulated crystal structure of the CDW state with the modulation wave vector q = (0,0,0.1781 (3)) at 70 K. The symmetry of the incommensurately modulated structure is orthorhombic, which is lower than the original lattice. Based on the electronic spectrum of the pristine structure and interatomic distances of modulated structure, the study revealed that Al atoms are responsible for the CDW in EuAl4. [Bahadur Singh]

Novel Computational Approaches

- **Critical role of magnetic moments on lattice dynamics in $YBa_2Cu_3O_6$**
  The role of lattice dynamics in unconventional high-temperature superconductivity is still vigorously debated. Theoretical insights into this problem have long been prevented by the absence of an accurate first-principles description of the combined electronic, magnetic, and lattice degrees of freedom. Utilizing the recently constructed r^2SCAN density functional that stabilizes the antiferromagnetic state of the pristine superconducting oxide $YBa_2Cu_3O_6$, researchers faithfully reproduced the experimental dispersion of key phonon modes. Researchers further found significant magnetoelastic coupling in numerous high-energy Cu-O bond stretching optical branches, where the AFM results improve over the soft nonmagnetic phonon bands. [Bahadur Singh]

- **Critical role of magnetic moments in heavy-fermion materials: Revisiting SmB_6**
  Heavy-fermion materials exhibit fascinating and often puzzling properties due to the presence of open-shell *f* ions and the complexity of the associated charge, orbital, and spin degrees of freedom. SmB6 is a prototypical heavy-fermion compound that is electrically insulating but displays quantum oscillations, which are a telltale signature of the metallic state. Adding to the enigma is the possibility that SmB6 is a topological Kondo insulator. By treating the spin degree of freedom on an equal footing with other degrees of freedom using the parameter-free, strongly constrained, and appropriately normed (SCAN) density functional, researchers explored the ground-state electronic structure of SmB6. Several competing magnetic phases lying very closely in energy are found, indicating the key role of spin fluctuations in the material. The computed band structure, crystal-field splittings in the *f*-electron complex, the heavy effective electron mass at the Fermi energy, and the large specific heat are all in good agreement with the corresponding experimental results. The study provided a new approach for modelling heavy-fermion materials. [Bahadur Singh]

Device Design and Physics

- **Laser-induced irradiation PN-junction of p-GaSe/n-HfS_2 for high-performance phototransistor**
  Two-dimensional (2D) PN-heterojunction revealed a promising future of atomically thin optoelectronics with diverse functionalities in different environments. Researchers reported a *p*-GaSe/*n*-HfS2 van der Waals (vdW) heterostructure for high-performance photodetectors and

investigated the laser irradiation effect on the fabricated device. The study revealed a high photoresponsivity, unique type-II band alignment, and enhanced surface potential under light illumination, which was complemented by the first-principles calculations. Considering the excellent 2D optoelectronic properties, these devices are discovered as better candidates for future high-radiation environments. [Bahadur Singh]

Department of High Energy Physics

Physical Sciences

- **Very High Energy Gamma Ray Observations with HAGAR Telescope Array**
  Observations of astrophysical sources with the HAGAR telescope array located at Hanle in Ladakh at an altitude of 4270 m continued, with the aim of studying very high energy gamma-ray emission from these objects to get insight into emission mechanisms. Several blazar class active galactic nuclei like Mkn 421, Mkn 501, 1ES 1959+650, BL Lac, and 1ES2344+514, as well as galactic objects like Crab, Geminga pulsar and some of the pulsars detected by Fermi satellite are being observed. [Varsha R. Chitnis]

- **Development of a 256-pixel SiPM-based camera for a 4-m class atmospheric Cherenkov telescope**
  A 64-pixel prototype of a 256-pixel SiPM-based camera was mounted in the focal plane of the vertex element of the TACTIC telescope at Mt Abu. Test runs were carried out during April-May 2022, demonstrating the proper functioning of the prototype. Rate-bias curves were carried out, and Cherenkov images of air showers generated by cosmic rays were recorded successfully. Work on the remaining 12 modules of the camera, consisting of 16 pixels each, is underway, and tests of the full camera will be planned at Mt Abu in 2023. [Varsha R. Chitnis]

- **Multiwaveband studies of active galactic nuclei**
  A study of the R-band lightcurve of a blazar, AO 0235+164, covering a time span of 1982-2019, revealed a quasi-periodic oscillation (QPO) with a period of ~ 8.13 years. Flares were found to show double-peaked, with a secondary peak following the primary one after ~ 2 years. One possible explanation for this periodicity is given in terms of a supermassive binary black hole system. In another project, long-term and intraday variability was studied using optical multiwaveband (UBVRI) data. In the case of another blazar, S5 1044+71, broadband multiwaveband spectral energy distributions (SEDs) are studied, covering data from optical, UV, X-ray and gamma-ray bands and explained in terms of the leptonic model with two emission zones. In another blazar, PKS0903-57, transient QPOs were detected with a period of ~ 6 days during a gamma-ray outburst detected by Fermi-LAT during March-April 2020, with a likely explanation given in terms of the helical motion of the blob in a curved jet. [Varsha R. Chitnis]

Experimental High Energy Physics

- **Study of properties of the Higgs boson at the LHC and search for New Physics in rare decays of B meson**
  The decay of the Higgs boson to the second heaviest bottom quark-antiquark pair (H-⟶ bb) was studied using the second dominant production process of vector boson fusion. The data used corresponds to proton-proton collisions at centre-of-mass energies of 13 TeV, recorded by the CMS experiment during 2016 and 2018. The measured signal strength was compatible with the predictions of the standard model. The analysis also observed, for the first time in a hadron collider, the decays of the Z boson to bottom quark-antiquark pair. In a separate study, an exotic rare decay

of Bs meson to electron and muon final state (Bs → mu + e) is being searched. This process is not allowed to occur in the Standard Model. Using a dataset specially collected for the study of B physics, the search is being carried out with the expectation of an upper limit on the rate of the decay process. [Kajari Mazumdar]

- **Study of $\overline{B}^0 \to D^+h^-(h = K/\pi)$ decays at Belle**
  An essential testing ground for phenomenological investigations of the quark flavour sector of the standard model is the two-body decays of B mesons. Models of B meson decays may be put to the test using the Cabibbo-favored channel $\overline{B}^0 \to D^+\pi^-$, a particularly pure and plentiful hadronic decay. The impact of strong interactions on these decays can be computed more accurately than researchers can in the light-meson decays thanks to the large mass of the b quark. Using the full $\Upsilon(4S)$ data sample of Belle corresponding to 772×10^6 $B\overline{B}$ events, researchers measure the branching fractions of the Cabibbo-favored $\overline{B}^0 \to D^+\pi^-$ and the Cabibbo-suppressed $\overline{B}^0 \to D^+K^-$ decays. [Gagan Mohanty]

- **Measurement of the branching fraction for the decay $B \to K^*(892)\ell^+\ell^-$ at Belle II**
  The rare decays $B \to K^*(892)\ell^+\ell^-$, where ℓ is an electron or a muon, involve a $b \to s$ quark-level transition and are mediated by a flavour-changing neutral current. Though prohibited at the tree level in the standard model (SM), they proceed via electroweak penguin or box diagrams. Possible non-SM contributions can alter their decay rate or the angular distribution of their final-state particles. Researchers measure the branching fraction of $B \to K^*(892)\ell^+\ell^-$ decays using e^+e^- collisions equivalent to an integrated luminosity of 189 fb^{-1}. The data were recorded near the $\Upsilon(4S)$ resonance during 2019–2021 by the Belle II experiment at the SuperKEKB e^+e^- asymmetric-energy collider. These results constitute the first measurement of $B \to K^*(892)\ell^+\ell^-$ branching fractions from the Belle II experiment. [Gagan Mohanty]

- **Measurement of the top quark mass using events with a single reconstructed top quark in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV**
  Researchers measure the top quark mass using a data sample enriched with single top quark events produced in the *t* channel. The study is based on proton-proton collision data, corresponding to an integrated luminosity of 35.9 fb^{-1}, recorded at $\sqrt{s} = 13$ TeV by the CMS experiment at the LHC in 2016. They select candidate events by requiring an isolated high-momentum lepton (muon or electron) and exactly two jets, of which one is identified as originating from a bottom quark. Multivariate discriminants are designed to separate the signal from standard model backgrounds. Optimized thresholds are placed on the discriminant outputs to obtain an event sample with high signal purity. The top quark mass is found to be $172.13^{+0.76}_{-0.77}$ GeV, where the quoted uncertainty includes both the statistical and systematic components, reaching a sub-GeV precision for the first time in this event topology. The masses of the top quark and antiquark are also determined separately using the charge of the final-state lepton, from which the mass ratio and difference are determined to be $0.9952^{+0.0079}_{-0.0104}$ and $0.83^{+1.79}_{-1.35}$ GeV, respectively. The results are consistent with CPT invariance. [Gagan Mohanty]

Department of Nuclear and Atomic Physics

Atomic, Molecular and Optical Physics

- **High-precision measurement of the hyperfine splitting and ac Stark shift of the 7d states in atomic cesium**
  The hyperfine splitting in the 7d states of cesium (^{133}Cs) was measured using high-resolution

Doppler-free two-photon spectroscopy enabled by precise frequency scans using an acousto-optic modulator. All the hyperfine levels were resolved in the spectra. The magnetic dipole and quadrupole coupling constants, *A* and *B*, were measured with a precision that exceeds prior reports by around 20 times. The measurement also put bounds on the value of the magnetic octupole coupling constant *C* for the 7d states. The work additionally reported the measurement of ac Stark shift, collisional shift and pressure broadening, which are important for optical frequency standards based on the 6s – 7d two-photon transition. [Sourav Dutta]

Nuclear Physics

- **Search for Neutrinoless Double Beta Decay**
  The development of a prototype cryogenic bolometer detector for observing neutrinoless double beta decay in ^{124}Sn is underway. The energy resolution is a crucial factor in the design, and mitigation of noise in readout circuits is of paramount importance. An analytical mode was designed to quantify and model noise in a bolometer circuit. The circuit design was also simulated for multiple bias points to ensure it maintains stable voltage gain and lower power dissipation. Efforts are underway to set up an underground laboratory in India for rare event studies like double beta decay, dark matter, etc. For such experiments, mitigation of radiation background is of paramount importance and understanding the ambient background at the site, originating from the rock is one of the crucial factors. With this motivation, the radiopurity studies of a rock sample from the potential laboratory site in the Aut tunnel of Himachal Pradesh (India) have been carried out using the TIFR low background experimental setup (TiLES). The concentration of 40K in Aut rock is observed to be lower by a factor of ∼1000 as compared to the samples from BWH (Bodi West Hill), Tamil Nadu (India), the current designated site for India-based Neutrino Observatory. The natural radioactive trace impurity ^{232}Th is lower in the Aut rock, while 238U is somewhat higher than the BWH rock. Overall, the ambient gamma-ray background at Aut is expected to be lower than the BWH, while the ambient neutron background is expected to be similar. Further, to assess the neutron-induced long-lived activity, fast neutron activation studies have been carried out on both the Aut and BWH rock samples at the Pelletron Linac Facility, Mumbai. [Vandana Nanal]

- **Experimental investigation of high-spin states in ^{90}Zr**
  High-spin states of ^{90}Zr have been investigated using the heavy-ion fusion-evaporation reaction ^{82}Se(^{13}C,5n) at a beam energy of 60 MeV. Excited levels of ^{90}Zr have been observed up to an excitation energy of ≈13 MeV and a spin of ≈20$\hbar$ with the addition of thirty-two new γ-ray transitions to the proposed level scheme. Structures of both the positive- and negative-parity states up to the highest observed spin have been interpreted with shell-model calculations using the GWBXG interaction and a ^{68}Ni core. Calculations suggest the role of neutron excitations across the N=50 shell gap for states with greater than 7 MeV excitation energy. High-spin states in these bands are interpreted to be generated by the recoupling of stretched proton and neutron configurations. [Rudrajyoti Palit]

- **High-spin states of ^{204}At: isomeric states and shears bandstructure**
  High-spin states of neutron-deficient trans-lead nucleus ^{204}At were populated up to ∼ 8 MeV excitation through the ^{12}C + ^{197}Au fusion evaporation reaction. Decay of the associated levels through prompt and delayed γ -ray emissions was studied to evaluate the underlying nuclear structure. The level scheme, which was partly known, was extended further. An isomeric 16^{+} level with observed mean lifetime τ = 52 ± 5 ns was established from the measurements. -crossing along the shears band was observed and compared with the evidence of similar phenomena in the neighbouring ^{202}Bi, ^{205}Rn isotones and the ^{203}At isotope. Based on the comparison of the measured B(M1)/B(E2) values for transitions along the band with the semiclassical model-based estimates,

the shears band of 204At was established along with the level scheme. [Rudrajyoti Palit]

- **Experimental evidence of shape co-existence in ^{154}Ho**
  The excited states of odd-odd ^{154}Ho nucleus have been studied by the ^{141}Pr(^{16}O, 3*n*)^{154}Ho reaction at Elab= 82 MeV utilizing the Indian National Gamma Array (INGA) setup at BARC-TIFR Pelletron facility, TIFR, Mumbai. Data from γ–γ coincidence, directional correlation (DCO), and polarization measurements have been analyzed to assign and confirm the spins and parities of the levels. The reported level scheme of ^{154}Ho has been improved by including new levels and transitions. Mixing ratios for the mixed transitions extracted from DCO ratios and parity assignments from polarization data are reported for the first time. The low-lying states in ^{154}Ho, which are mostly collectively characterized by regularity in the excitation spectra, are proposed to be arising from neutron excitation. At higher excitation, there is a transition from collective to single-particle character, accompanied by the appearance of irregular and complex structure caused by proton excitation. The newly identified *E*1 gamma transitions connecting the low-lying positive and negative parity bands indicate octupole correlation in ^{154}Ho. These new connections also support the phenomenological analysis to interpret the observed experimental features from a different perspective. [Rudrajyoti Palit]

- **Chiral-like doublet band structure and octupole correlations in ^{104}Ag**
  The structure of nuclei in the A ≈ 100 region exhibits single-particle and a variety of collective features. The rich band structures observed and the transitions among them render this region an ideal laboratory to test various nuclear structure models and the approximations used therein. Apart from the usual collective rotation of a deformed nucleus, many magnetic rotational (MR) and antimagnetic rotational (AMR) bands have also been reported in nuclei in this region. These bands are observed in nuclei near the shell closures having small deformation values. The MR bands are understood as arising from the coupling of neutron and proton angular momenta oriented almost perpendicular to each other at the band head, and the generation of angular momentum is due to the alignment of these angular momenta along the rotational axis. This resembles the closing of a pair of blades of shears with neutron and proton angular momenta as the blades of the shears; thus, these bands are also sometimes referred to as shears bands. AMR bands are interpreted to be arising due to the simultaneous alignment of two (or more) symmetric antialigned proton hole blades along the neutron particle angular momentum, a twin (or more) shears mechanism. The nature of the yrast negative-parity band and its chiral-like partner band in ^{104}Ag is investigated experimentally and theoretically. Lifetimes of states in the negative-parity yrast band and positive-parity band based on the 4424-keV level are measured using the Doppler shift attenuation technique. Lifetimes of three more states have been determined along with the upper limit for the lifetime of the highest observed yrast states. [Rudrajyoti Palit]

- **Single-particle configurations of low- and medium-spin states in ^{63}Cu**
  The excitation scheme of the ^{63}Cu nucleus has been probed following its population in a light-ion-induced fusion-evaporation reaction and using an array of Compton-suppressed HPGe clover detectors as the detection system. Apart from ascribing γ-ray transitions to the level scheme of the nucleus, through γ–γ coincidence measurements and identifying the new transitions in the process, measurements of angular correlation and linear polarization of the γ rays have also been carried out towards assigning their multipolarities and electric and magnetic characters. The observed level scheme has been interpreted through shell model calculations in two different model spaces. One of these was the f 5 p g 9 space outside the ^{56}Ni core, while the other included the $f_{7/2}$ orbital for the protons outside the ^{48}Ca core and was directed at probing the influence of the $f_{7/2}$ excitations in the regime of spins being investigated. The latter has been found to be of rather modest impact, in

general, and the observed level structure can largely be interpreted through particle excitations in the f 5 p g 9 model space. [Rudrajyoti Palit]

- **Development of a GAGG(Ce)-based compact 3D scanning setup for assessment of active volume in γ-ray detectors**
  A Ce-doped GAGG (Gadolinium Aluminum Gallium Garnet: $Gd_3Al_2Ga_3O_{12}$) scintillator crystal has been coupled with a multi-anode position-sensitive photomultiplier tube (PSPMT). The system is made compact by employing an external resistive network that reduces the 64 readouts of the PSPMT to only four signals. The resulting GAGG(Ce)-PSPMT setup has been put to use for quick scanning of γ-ray detectors by reconstructing the image of the latter with coincident photons between the pair of detectors. In the present work, such scans are demonstrated for an old single-crystal coaxial reverse-electrode HPGe detector as well as an old clover HPGe detector. For the single-crystal HPGe, the growth of the effective depleted region under increasing reverse-bias voltages has been visualized from the image reconstruction. The active volume is seen to grow from the surface towards the axial cavity. For the clover HPGe detector, dysfunctional portions in the crystals could be identified. The experimental results are found to agree well with the simulation carried out using the GEANT4 toolkit. Scanning a detector using this method is faster compared to the scanning process by a point source. [Rudrajyoti Palit]

Experimental and Theoretical Nuclear Physics

- **Theoretical calculations, Experimental In-BEAM MEASUREMENTS, Instrumentation**
  1) An important theoretical result obtained during this period is the observation of a clear signature pf quantum phase transition in the ^{12}C nucleus treated as a three-alpha system. The 0^+ and 2^+ states of the ^{12}C nucleus have been studied within the framework of a three-alpha system. The Hilbert space was divided into two parts to separate genuine states from Pauli-blocked spurious states.
  2) Absolute gamma-ray cross sections were measured ^{16}O(p, p'gamma) reaction for 8 to 16 MeV beam energy. A very detailed Optical Model Analysis was carried out to explain the data. The cross sections for the 6.9 MeV state were measured for the first time
  3) The newly manufactured LBC scintillation crystal was studied and published for the first time. A mathematical approach was worked out to calculate the detection efficiency of a 4p Array of detectors for gamma rays.
     [Indranil Mazumdar]

Centres of TIFR

International Centre for Theoretical Sciences, Bengaluru

PHYSICAL SCIENCES

Astrophysics

- **Constraining Compact Dark Matter from Microlensing of Gravitational Waves**
  If a significant fraction of dark matter is in the form of compact objects in the mass range $10^2 – 10^5$ $M_\odot$, they will cause microlensing (wave optics) effects in the gravitational wave (GW) signals observable by LIGO and Virgo. Microlensing will deform the GW signals in characteristic ways, which can be modelled accurately. From the non-observation of microlensing signatures in the binary black hole events from the first two observing runs and the first half of the third observing run, researchers constrained the fraction of compact dark matter in the mass range $10^2 – 10^5$ $M_\odot$ to be less than ~50 – 80%. These modest constraints will be significantly improved in the next few years with the expected detection of thousands of binary black hole events, providing a new avenue to probe the nature of dark matter. [Ajith Parameswaran]

- **Lensing of Continuous Gravitational Waves from Spinning Neutron Stars**
  Rapidly spinning, non-axisymmetric neutron stars in our galaxy are expected to produce continuous GWs observable by ground-based detectors. A very small fraction of them can be strongly lensed by the supermassive black hole in our galactic centre. Lensing will produce two copies of the signal (with a time delay) that will interfere with each other. The relative motion of the neutron star with respect to the optical axis (connecting the lens and the observer) will change the interference pattern, which will help us to identify a lensed signal. In a recently completed work, researchers estimated that third-generation GW detectors have a chance of detecting at least one such strongly lensed continuous GW signal. Such an observation will enable interesting probes of the supermassive black hole and its astrophysical environment. [Ajith Parameswaran]

- **AI and extreme scale computing to learn and infer the physics of higher order gravitational wave modes of quasi-circular, spinning, non-precessing binary black hole mergers**
  Researchers used artificial intelligence (AI) to learn and infer the physics of higher-order gravitational wave modes of quasi-circular, spinning, non-precessing binary black hole mergers. Their probabilistic AI surrogates can accurately constrain the mass ratio, individual spins, effective spin, and inclination angle of numerical relativity waveforms that describe such signal manifolds. They compared the predictions of their AI models with Gaussian process regression, random forest, k-nearest neighbours, and linear regression, and with traditional Bayesian inference methods through the PyCBC Inference toolkit, finding that AI outperforms all these approaches in terms of accuracy, and are between three to four orders of magnitude faster than traditional Bayesian inference methods. The AI surrogates were trained within 3.4 hours using distributed training on 1,536 NVIDIA V100 GPUs in the Summit supercomputer. [Prayush Kumar]

Condensed Matter Physics

- **Spin-Orbital Liquid State and Liquid–Gas Metamagnetic Transition on a Pyrochlore Lattice**
  Crystal structures with degenerate electronic orbitals are unstable towards lattice distortions that lift the degeneracy. Although these Jahn–Teller distortions have profound effects on magnetism, they are typically unaffected by the onset of magnetic ordering because of a separation in energy scales. Here, researchers showed the contrary case in $Pr_2Zr_2O_7$, where orbital degeneracy remains down to

the millikelvin range due to an interplay between spins and orbitals. $Pr_2Zr_2O_7$ is a multipolar spin ice with strongly localized 4*f* electrons in an even-number configuration, giving rise to a non-Kramers doublet that carries transverse quadrupolar and longitudinal dipolar moments. Their study of ultrapure single crystals of $Pr_2Zr_2O_7$ found comprehensive evidence for enhanced spin-orbital quantum dynamics of the non-Kramers doublet. This dynamical Jahn–Teller effect is encapsulated by the liquid–gas metamagnetic transition that is characteristic of spin ice being accompanied by strong lattice softening. This behaviour suggests that a spin-orbital liquid state forms on the pyrochlore lattice at low temperatures and low magnetic fields. [Subhro Bhattacharjee]

- **Probing Emergent QED in Quantum Spin Ice via Raman Scattering of Phonons: Shallow Inelastic Scattering and Pair Production**
  In this work, researchers studied an unconventional mechanism for Raman scattering of phonons, which is based on the linear magnetoelastic coupling present in non-Kramers magnetic ions. This provides a direct coupling of Raman-active phonons to the magnet's quasiparticles. They proposed to use this mechanism to probe the emergent magnetic monopoles, electric charges, and photons of the emergent quantum electrodynamics (eQED) of the U(1) quantum spin liquid known as quantum spin ice. Detecting this eQED in candidate rare-earth pyrochlore materials, or indeed signatures of topological magnetic phases more generally, is a challenging task. It was shown that the Raman scattering cross-section of the phonons directly yields relevant information, with the broadening of the phonon linewidth, which they computed, exhibiting a characteristic frequency dependence reflecting the two-particle density of states of the emergent excitations. Remarkably, they found that the Raman linewidth is sensitive to the details of the symmetry fractionalization and hence can reveal information about the projective implementation of symmetry in the quantum spin liquid, thereby providing a diagnostic for a π-flux phase. The Raman scattering of the phonons thus provides a useful experimental tool to probe the fractionalization in quantum spin liquids that turns out to closely mirror pair production in quantum electrodynamics and the deep inelastic scattering of quantum chromodynamics. Indeed, the difference to the latter is conceptual more than technical: the partons (quarks) emerge from the hadrons at high energies due to asymptotic freedom, while those in eQED arise from fractionalization of the spins at low energies. [Subhro Bhattacharjee]

Fluid Dynamics

- **Small Drops and Particles in the Flow**
  The conditions under which droplet growth can be triggered near individual vortices in turbulence were studied, and a minimum Reynolds number for rainfall formation was proposed. It was shown that the Basset-Boussinesq history force is extremely important when fluid and particles have comparable density. It was shown that two particles connected by an incompressible weightless rod execute spirographic motion near a vortex. In a vortex array, a nontrivial division between trapped particles, particles executing periodic motion and particles in chaotic motion was found. [Rama Govindarajan and Samriddhi Sankar Ray]

- **Cloud Flow**
  A new kind of cloud called “asperitas” has recently been designated by the World Meteorological Organisation. Researchers showed the mechanism behind its formation. Their cloud studies were extended to study droplet dispersal while coughing or speaking. It was shown that in a conversation without face masks, a silent listener is far more susceptible to infection from the speaker than when both people speak in turn. [Rama Govindarajan]

- **Wave Turbulence**
  Flows in the ocean are composed of a broad spectrum of waves that transfer energy across many

decades of spatio-temporal scales. Despite this generic understanding, the detailed physical processes that assist in the energy transfer of waves in a turbulent flow are still not understood. This research falls within the regime of wave turbulence. Follow-up work on this topic, exploring the wave energy transfer pathways using reduced mathematical models, is being pursued. The results of these studies will improve our understanding of wave turbulent transfers and assist in developing parameterizations in large-scale ocean models. [Jim Thomas]

- **Low Reynolds Number Flows in the Ocean**
  At small O(1cm) scales in the ocean, the effect of viscosity and stratification can generate flows around bodies. These flows can influence ocean mixing and can affect the locomotion of small-scale oceanic organisms. Jim Thomas has been working on the flows generated along small-scale bodies using theory and numerical simulations. [Jim Thomas]

Statistical Physics

- **Boltzmann's Entropy During Free Expansion of an Interacting Gas**
  This work investigated the evolution of Boltzmann's entropy in the context of the free expansion of a one-dimensional interacting gas inside a box. The interacting particle model is a gas of hard point particles with alternating masses, a system known to have good ergodicity properties. Boltzmann's entropy is defined for single microstates and is given by the phase-space volume occupied by microstates with the same value of macrovariables, which are coarse-grained physical observables. The idea of typicality has been demonstrated via the growth of Boltzmann's entropy for two choices of macro-variables—the single particle phase space distribution and the hydrodynamic fields. Due to the presence of interactions, the growth curves for both these entropies are observed to converge to a monotonically increasing limiting curve, on taking the appropriate order of limits, of large system size and small coarse-graining scale. Moreover, it was observed that the limiting growth curves for the two choices of entropies are identical, as implied by local thermal equilibrium. Several interesting issues were discussed that are related to finite size and finite coarse gaining scale, which lead to interesting features such as oscillations in the entropy growth curve. Finally, observations of shocks in the hydrodynamic fields were also discussed. [Anupam Kundu**]**

- **Intermittency, Fluctuations and Maximal Chaos in an Emergent Universal State of Active Turbulence**
  Active turbulence has gathered great traction recently as an intriguing class of emergent, complex flows occurring in several living systems at the mesoscale, whose understanding lies at the interface of non-equilibrium physics and biology. Recent studies showed how dense bacterial suspensions become turbulent. However, are these low Reynolds number living flows really turbulent or just chaotic with structural similarities with high Reynolds number (classical) inanimate turbulence? This is the vital question as the fingerprints of classical turbulence — universality, intermittency and chaos—make it unique amongst all classes of driven-dissipative systems. The question of universality (and scale invariance) in active flows was raised recently by Bratanov, Jenko and Frey [PNAS (2015)], who showed that such systems are characterised by scaling exponents dependent on the level of activity and hence lack the universality associated with classical turbulence. In this work, researchers show that while this is true for mild activity (the regime considered by Bratanov et al.), beyond a critical (experimentally realisable) activity, such suspensions reach an asymptotic state with a unique scaling exponent. This is the first report of universality and phase transition in bacterial turbulence. Such universal, scale-invariant asymptotic states are one of the crucial aspects underlying turbulence theories. Researchers then tackle the second critical aspect — intermittency — in this asymptotic state. Remarkably, unlike earlier measurements of the flow being quiescent at mild activities, suspensions beyond this newly discovered critical activity are intermittent.

Prompted by finding this intermittent, universal state beyond a quiescent, non-universal regime, researchers investigated the nature of chaos— and hence mixing— in such suspensions on either side of the critical transition. Intriguingly, it was found that active turbulence becomes maximally chaotic beyond the transition, which again detracts from unbounded chaos in increasingly inertial turbulence. [Samriddhi Sankar Ray]

- **Entropy Growth During Free Expansion of an Ideal Gas**
  To illustrate Boltzmann's construction of an entropy function that is defined for a microstate of a macroscopic system, researchers presented a simple example of the free expansion of a one-dimensional gas of non-interacting point particles. The construction requires one to define macrostates corresponding to macroscopic variables. Researchers defined a macrostate M by specifying the fraction of particles in rectangular boxes $\Delta x \Delta v$ of the single particle position-velocity space $\{x,v\}$. They verified that when the number of particles is large, the Boltzmann entropy, $SB(t)$, of a typical microstate of a nonequilibrium ensemble coincides with the Gibbs entropy of the coarse-grained time-evolved one-particle distribution associated with this ensemble. $SB(t)$ approaches its maximum possible value for the dynamical evolution of the given initial state. The rate of approach depends on the size of Δv in the definition of the macrostate, going to zero at any fixed time t when $\Delta v \to 0$. Surprisingly, the different curves SB(t) collapse when time is scaled with Δv as $t \sim \tau/\Delta v$. Researchers found an explicit expression for $SB(\tau)$ in the limit $\Delta v \to 0$. They also considered a different, more hydrodynamical, definition of macrostates for which $SB(t)$ is monotone increasing, unlike the previous one, which has small decaying oscillations near its maximum value. Their system is non-ergodic, non-chaotic and non-interacting; the results thus illustrate that these concepts are not as relevant as sometimes claimed for observing macroscopic irreversibility and entropy increase. Rather, the notions of initial conditions, typicality, large numbers and coarse-graining are the important factors. They demonstrate these ideas through extensive simulations as well as analytic results. [Abhishek Dhar]

- **Spectral Properties of Disordered Interacting Non-Hermitian Systems**
  Non-hermitian systems have gained a lot of interest in recent years. However, notions of chaos and localization in such systems have not reached the same level of maturity as in the Hermitian systems. Here, researchers considered non-hermitian interacting disordered Hamiltonians and attempted to analyze their chaotic behaviour or lack of it through the lens of the recently introduced non-hermitian analogue of the spectral form factor and the complex spacing ratio. They considered three widely relevant non-hermitian models, which are unique in their ways and serve as excellent platforms for such investigations. Two of the models considered are short-ranged and have different symmetries. The third model is long-ranged, whose hermitian counterpart has itself become a subject of growing interest. All these models exhibit a deep connection with the non-hermitian Random Matrix Theory of corresponding symmetry classes at relatively weak disorders. At relatively strong disorder, the models show the absence of complex eigenvalue correlation, thereby corresponding to Poisson statistics. Their thorough analysis is expected to play a crucial role in understanding disordered open quantum systems in general. [Manas Kulkarni]

- **Absolutely Stable Spatiotemporal Order in Noisy Quantum Systems**
  Ordinary crystals, familiar from everyday life, have a periodic structure in space. Out-of-equilibrium quantum systems can host a phase of matter known as a “time crystal”, which shows regular patterns in both space and time and can be identified from their spatiotemporal order. Unfortunately, there are fundamental obstacles to creating such time crystals in a laboratory or realising them on quantum computers due to the presence of noise and imperfections in real quantum systems, which melt the time crystal. In this work, Sthitadhi and collaborators propose a

new way of overcoming these obstacles so as to stabilise such a time crystal. To counteract noise, they make regular measurements of the qubits and use the information gained from these measurements as feedback in a way that restores the periodic ordering in space-time. This "quantum interactive dynamics" approach to controlling quantum systems, combining measurements and feedback, holds great promise as a means of stabilising other new phases of matter in the rich setting afforded by present-day noisy quantum computing devices. [Sthitadhi Roy]

- **Constrained Dynamics and Direct Percolation**
  The butterfly effect — an infinitesimal local change in the initial condition, a wingbeat of the proverbial butterfly, can amplify exponentially and spread ballistically in spacetime to effect drastic changes in the global state at later times, such as cause a tornado in a different part of the world — captures the quintessential notion of chaos which in turn underpins much of our understanding of ergodicity. Researchers find that kinetic constraints in the dynamics of a many-body system can arrest this spreading of information and lead the system into a non-chaotic phase where the butterfly effect is killed, and in fact, the strength of the constraint drives a bonafide dynamical phase transition from a chaotic to a non-chaotic phase. Phase transitions are accompanied by 'universality', which is fundamentally important as the behaviour of the system becomes independent of the microscopic details. They show that the constraint-induced phase transition lies in the so-called 'directed percolation' universality class. This universality class finds occurrences in several other critical phenomena at very different scales, such as damage spreading and epidemics. [Sthitadhi Roy]

String Theory

- **Twistor Coverings and Feynman Diagrams**
  Recently, a worldsheet dual to free N=4 Super Yang-Mills has been proposed in terms of twistor variables for AdS_5, in parallel to that for the AdS_3 dual to the free symmetric orbifold CFT. In the latter case, holomorphic covering maps play a central role in determining correlators and are associated with Feynman diagrams. After recasting these maps in terms of the worldsheet twistor variables for AdS_3, researchers generalised to AdS_5. Researchers proposed stringy incidence relations and appropriate reality conditions for the twistor covering maps. For some special kinematic configurations of correlators they exhibited an explicit construction of the corresponding covering map. Researchers found that the closed string worldsheet corresponding to this map is related to a gauge theory Feynman diagram by the Strebel construction, as for CFT_2. Rather strikingly, the regularised Strebel area of the worldsheet reproduces the Feynman propagator of the free field theory. [Rajesh Gopakumar]

- **Jackiw-Teitelboim Gravity from the Karch-Randall Braneworld**
  Researchers studied the fluctuations of a system with two Karch-Randall branes in an ambient three-dimensional anti-de Sitter spacetime. As part of this collaboration, they had earlier studied the same system in higher-dimensional de Sitter space. The objective, at that time, was to understand evaporating black holes coupled to a gravitational bath. In this setup, one of the branes acts as a bath. It was found that these baths behave quite differently from the nongravitating baths that had been studied previously in the literature. However, the case of a two-dimensional brane in a three-dimensional anti-de Sitter space presented unique features. One of them was that the entanglement for the boundary defect appeared to be ill-defined. Researchers undertook an in-depth study of this system and also included the effect of fluctuations of the brane. They were able to show that these fluctuations are described by an effective two-dimensional theory of gravity called Jackiw-Teitelboim (JT) gravity. This presents an alternative higher-dimensional system that leads to JT gravity upon dimensional reduction. This analysis also helped us resolve the puzzle about the

entanglement wedge. [Suvrat Raju]

- **The Timbre of Hawking Gravitons: An Effective Description of Energy Transport from Holography**
  Planar black holes in AdS, which are holographically dual to compressible relativistic fluids, have a long-lived phonon mode that captures the physics of attenuated sound propagation and transports energy in the plasma. Researchers described the open effective field theory of this fluctuating phonon degree of freedom. The dynamics of the phonon are encoded in a single scalar field whose gravitational coupling has non-trivial spatial momentum dependence. This description fits neatly into the paradigm of classifying gravitational modes by their Markovianity index, depending on whether they are long-lived. The sound scalar is a non-Markovian field with index $3 - d$ for a d-dimensional fluid. They reproduced (and extended) the dispersion relation of the holographic sound mode to quartic order in derivatives, constructing in the process the effective field theory governing its attenuated dynamics and associated stochastic fluctuations. Researchers also remarked on the presence of additional spatially homogeneous zero modes in the gravitational problem, which remain disconnected from the phonon Goldstone mode. [R. Loganayagam]

BIOLOGICAL SCIENCES/PHYSICAL SCIENCES

Physical Biology and Condensed Matter Physics

- **Geometric constraints alter the emergent dynamics of an active particle**
  A distinguishing feature of active particles is the nature of the non-equilibrium noise driving their dynamics. Control of these noise properties is, therefore, of both fundamental and applied interest. Researchers demonstrated emergent tuning of the active noise of a granular self-propelled particle by confining it to a quasi-one-dimensional channel. They found that this particle, moving like an active Brownian particle (ABP) in two dimensions, displays run-and-tumble (RTP) characteristics in confinement. They showed that the dynamics of the relative orientation coordinate of the particle maps to that of a Brownian particle in a periodic potential subject to a constant force, in analogy to the dynamics of a molecular motor. This mapping captures the essential statistical characteristics of the one-dimensional RTP motion. Specifically, their theoretical analysis is in agreement with the empirical distributions of the relative orientation coordinate and the run times (tumble rates) of the particle. Finally, they explicitly controlled these emergent run-and-tumble-like noise parameters by external driving. Altogether, the work illustrates geometry-induced tuning of the active dynamics of self-propelled units, thus suggesting an independent route to harness their internal dynamics. [Vijaykumar Krishnamurthy]

MATHEMATICS

Probability Theory

- **On the Exponent Governing the Correlation Decay of the Airy_1 Process**
  Airy_1 process is a stationary stochastic process on the real line that arises as a scaling limit of the point-to-line last passage percolation models in the KPZ university class. It had been conjectured over a decade ago that, unlike the related Airy_2 process, where correlation decays polynomially in time, the decay of correlation in the Airy_1 process is super-exponential. In this work, researchers proved this conjecture by finding the precise leading order term in the exponent governing the decay of correlation for the Airy_1 process. This work involved a combination of probabilistic techniques for controlling geodesic behaviours in the last passage percolation together with analytic techniques for dealing with Fredholm determinant formulae. [Riddhipratim Basu]

- **Upper tail large deviations of regular subgraph counts in sparse Erdös-Rényi graphs**

This works studies the probability of the rare event that the number of copies of a regular graph in $G(n,p)$, an Erdös-Rényi graph on n vertices with edge connectivity probability p, where $p \to 0$, as $n \to \infty$, exceeds its expectation by a δ-fraction, for some $\delta > 0$. It shows that this probability equals to planting a clique of an appropriate size (depending on n, p, δ, and the common degree of the regular graph under consideration) in the leading order. This work together with another work in the area solves a long standing question on the upper tail large deviations of regular subgraph counts in a sparse Erdös-Rényi graph. [Anirban Basak]

Quantization

- **Coadjoint Orbits and Kahler structure: examples from coherent states**
  This is a semi-expository work where three examples of Lie groups: the Weyl-Heisenberg group, SU(2) and SU(1,1), has been studied with the view to understanding Kahler embeddings into projective spaces using coherent states. In contrast, squeezed states (which like coherent states, also saturate the uncertainty bound) give only symplectic embeddings. Geometric quantisation of the co-adjoint orbits of the group SUT(2,$\mathbb{R}$) has been studied. Some general insights have been mentioned from these examples. [Rukmini Dey]

- **Pullback Coherent States, Squeezed States and Quantization**
  Rawnsley-type coherent states and squeezed states have been defined on arbitrary compact smooth manifolds (which need not have a symplectic structure or a group action) by embedding them (after perhaps removing a set of measure zero) into projective space. It was shown that they satisfy reproducing kernel property, maximum likelihood property, resolution of identity property and overcompleteness. They are also defined on integral compact Kahler manifolds and exhibit the same properties. [Rukmini Dey]

Fluid Dynamics

- **Impact of Freely Falling Liquid Containers and Subsequent Jetting**
  When a container, partially filled with liquid, is dropped from a certain height onto a floor, it will undergo a sudden deceleration followed by a rebound. At the moment of the container impact, the free-surface meniscus experiences large radial pressure gradients forming a high-velocity surface jet. Researchers reported experimental results and scaling analysis of the jet formation, showing that the jet initiation could also occur during the sudden deceleration phase. They showed that the jet velocity scales as the geometric mean of the impact velocity and curvature-deformation velocity scale. They also reported results for a second-jet originating from the tip of the evolving first-jet that resembles the tubular jets observed earlier in liquid entry to a pipe problem. They showed that the second-jet follows a capillary velocity scale, unlike the tubular jet. The second-jet is caused by the collapse of an unstable cavity at the first-jet tip. [Vishal Vasan]

National Centre for Radio Astrophysics, Pune

Timing of Millisecond Pulsars

- **Decade Long Timing Study of the Black Widow Millisecond Pulsar J1544+4937**
  Pulsar timing is the regular monitoring of the rotation of a neutron star by measuring the time of arrival of its pulses. Timing studies of a special class of millisecond pulsars (MSPs) called black widow (BW) MSPs, with an orbital period of less than 1 day, are important because, in these systems, the pulsar and the companion stars are in very compact binary orbits and the highly energetic wind from the pulsar ablates the companion. The decade-long timing of PSR J1544+4937 reported by researchers has aided in the studies of proper motion, dispersion measure (DM), and

orbital period variation. It is the longest-duration timing study of any galactic field MSP with the Giant Metrewave Radio Telescope (GMRT), and a timing residual of 5.5 μs is achieved for this pulsar using the multi-frequency observations with the GMRT and the Green Bank Telescope (GBT). Researchers have obtained a significant detection of the proper motion of 10.14 mas/yr for this pulsar. [Bhaswati Bhattacharyya]

- **Serendipitous Discovery of Three Millisecond Pulsars with the GMRT in a Fermi-directed Survey and Follow-up Radio Timing**
  Only a minor fraction (~15%) of the known pulsars spin with millisecond periodicity. The intrinsic faint nature of millisecond pulsars (MSPs) has hindered the discovery of these objects. This work reports the discovery of three MSPs, PSRs J1120-3618, J1646-2142, and J1828+0625, with the Giant Metrewave Radio Telescope (GMRT) at a frequency of 322 MHz using a 32 MHz observing bandwidth. These sources were discovered serendipitously while conducting deep observations to search for millisecond radio pulsations in the directions of unidentified Fermi Large Area Telescope (LAT) gamma-ray sources. Phase coherent timing models for these newly discovered MSPs were derived using ~5 yr of observations with the GMRT. The two binaries have very low orbital eccentricities, in agreement with expectations for MSP-helium white dwarf systems. These MSPs do not have gamma-ray counterparts, indicating that these are not associated with the target Fermi LAT pointing. This emphasizes the significance of deep blind searches for MSPs. The serendipity of the discovery of these millisecond pulsars indicates a population of weak MSPs waiting to be discovered with deep enough blind searches. [Bhaswati Bhattacharyya]

- **Neutron star mass estimates from gamma-ray eclipses in spider millisecond pulsar binaries**
  Reliable neutron star mass measurements are key to determining the equation of the state of cold nuclear matter, but such measurements are rare. Black widows and redbacks are compact binaries consisting of millisecond pulsars and semi-degenerate companion stars. Using data from the Fermi Large Area Telescope, gamma-ray eclipses were searched for from 49 spider systems, resulting in the discovery of significant eclipses in 7 systems, including the prototypical black widow, PSR B1957+20. Gamma-ray eclipses require direct occultation of the pulsar by the companion, and so the detection, or significant exclusion, of a gamma-ray eclipse strictly limits the binary inclination angle, providing new robust, model-independent pulsar mass constraints. [Bhaswati Bhattacharyya]

- **GHRSS survey for pulsar and transients**
  The GHRSS survey is an off-Galactic-plane survey at 322 MHz in a region of the sky (declination range −20 deg to −54 deg), which is complementary to other ongoing low-frequency surveys. GHRSS survey is scanning the target sky with ∼ 3 times better sensitivity compared to the previous surveys in this sky. In total, researchers have scanned 4000 square degrees of sky with 31 discoveries (including three-millisecond pulsars, two mildly recycled pulsars, one pulsar with γ-ray counterpart, and three rotating radio transients). [Bhaswati Bhattacharyya]

Galaxy Formation and Evolution

- **Insufficient Gas Accretion Caused the Decline in Cosmic Star-Formation Activity 8 Billion Years Ago**
  The cause of the decline in the cosmic star-formation rate (SFR) density of the Universe after its peak of approximately 8-11 billion years ago (in the redshift range z ~ 1-3) is a key open issue in galaxy evolution. Researchers used the Giant Metrewave Radio Telescope (GMRT) Cold HI AT z~1 (CATz1) survey to report a measurement of the dependence of the average HI mass of a large sample of star-forming galaxies at redshifts z = 0.74-1.45 on their average stellar mass and redshift, by stacking the HI 21 cm emission signals of the individual galaxies. It was found that galaxies with

stellar masses greater than approximately 10 billion solar masses, which dominate the decline in the cosmic SFR density at z<~1, have HI reservoirs that can sustain their SFRs for only a short period, ~0.9 billion years unless the HI is replenished by accretion of gas from the circumgalactic medium. They also measure a steep decline, by a factor of ~3.2, in the average HI mass of star-forming galaxies over a period of roughly 1 billion years between z~1.3 and z~1.0. The observed decline in the average HI mass of star-forming galaxies provides direct evidence that the accretion of HI onto massive star-forming galaxies at z~1 is insufficient to replenish their HI reservoirs on the short timescale required to sustain their SFRs. The results of this study indicate that the decline in the cosmic SFR density at z~1 arises due to the decline in the HI mass of the most massive star-forming galaxies due to insufficient gas accretion from their surroundings. [Nissim Kanekar]

- **A Green Pea starburst arising from a galaxy-galaxy merger**
  Green Pea galaxies are low-redshift starburst dwarf galaxies with properties similar to those of the high-redshift galaxies, making them important proxies for understanding how ionizing radiation escapes the high-redshift galaxies. Researchers used the Giant Metrewave Radio Telescope (GMRT) to carry out the first mapping of the spatial distribution of atomic hydrogen (HI) in and around a Green Pea, GP J0213+0056 at z = 0.0399. GP J0213+0056 shows both strong HI 21cm emission in single-dish spectroscopy and strong Lyman-alpha emission. It was found that the HI 21cm emission arises from an extended region around the Green Pea and a companion galaxy (G1), roughly 4.7 kpc from the Green Pea, in a broken ring-like structure. The strongest emission arises from neither the Green Pea nor G1 but from the region around them. The high-resolution GMRT HI 21cm images show that the highest HI column density is seen west of G1, with little emission seen at the location of the Green Pea itself. The HI 21cm images indicate that the starburst in GP J0213+0056 is likely to have been triggered by a major merger with the companion galaxy G1, leading to a disturbed HI spatial and velocity distribution, which in turn allowed Lyman-alpha (and, possibly, Lyman-continuum) emission to leak from the Green Pea. Such mergers and the resulting holes in the HI distribution are a natural way to explain the tension between the requirements of cold gas to fuel the starburst and the observed leakage of Lyman-alpha and Lyman-continuum emission in Green Pea galaxies and their high-redshift counterparts. [Nissim Kanekar]

- **Jansky Very Large Array Detections of CO(1-0) Emission in H I-absorption-selected Galaxies at z>=2**
  Our current understanding of galaxies and galaxy evolution is based on studies of emission-selected galaxy samples. Such samples contain a luminosity bias, i.e. they are biased towards brighter galaxies, especially at high redshifts. However, it is possible to also identify high-redshift galaxies via their Ly-alpha absorption signature in the spectra of background quasars; such “HI-absorption-selected galaxies'” do not have the above luminosity bias. In order to understand HI-absorption-selected galaxies and their connections to the emission-selected population, we must first detect them in emission and then characterise their stellar and gas properties. Researchers used the Jansky Very Large Array to search for CO(1-0) emission from three such HI-absorption-selected galaxies at z~2 that were earlier identified with ALMA using CO(3-2) or CO(4-3) emission. They detected CO(1-0) emission from two HI-selected galaxies, DLA0918+1636g at z = 2.5832 and DLA1228-113g at z = 2.1933; these are the first detections of CO(1-0) emission in high-z HI-absorption-selected galaxies. Researchers infer molecular gas masses for the two detected galaxies that are ~1.5-2 times lower than earlier estimates based on the mid-J CO lines. They also used the JVLA data to determine the CO spectral line energy distribution in the three galaxies. [Nissim Kanekar]

- **A Massive, Dusty, HI Absorption-Selected Galaxy at z~2.46 Identified in a CO Emission Survey**

The properties of high-redshift galaxies selected by their absorption signatures in the spectra of background quasars have been an open question in galaxy evolution for more than thirty years. Recently, the Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) has been used to identify a set of these galaxies at z>~2, finding evidence for large molecular gas reservoirs. Researchers used the Northern Extended Millimeter Array (NOEMA) and ALMA to search for redshifted CO emission from the galaxies associated with seven high-metallicity damped Ly-alpha absorbers (DLAs) at z~1.6-2.5. The NOEMA and ALMA searches yielded one new detection of CO(3-2) emission from a galaxy at z = 2.46, associated with the z = 2.4628 DLA toward QSO B0201+365. Including earlier CO searches, researchers found evidence for both a higher CO detection rate and a higher molecular gas mass for galaxies in the fields of high-metallicity DLAs. This indicates that the highest-metallicity DLAs at z~2 are associated with the most massive galaxies. [Nissim Kanekar]

- **Atomic gas dominates the baryonic mass of star-forming galaxies at z~1.3**
  Ordinary "baryonic"' matter in galaxies is mostly in the form of stars and neutral atomic and molecular gas. Over the lifetime of a galaxy, neutral atomic gas gets converted to molecular gas, which in turn gets converted to stars. A galaxy's baryonic composition is thus one of its fundamental properties and an important indicator of its evolutionary stage. The distribution of the baryonic mass of galaxies in the early Universe between star's atomic and molecular gas has hence long been an open problem in galaxy evolution. Unfortunately, the weakness of the HI 21 cm line, the only direct tracer of the atomic gas mass of galaxies, has meant that, until very recently, the atomic gas masses of high-redshift galaxies were not known. Researchers used their recent detection of the average HI 21 cm emission signals from a large sample of star-forming galaxies at z~1.0 and at z~1.3 to find that high-redshift galaxies, at the epoch of peak star-formation activity in the Universe, have dramatically different baryonic composition from that of nearby galaxies. It was found that the contribution of stars to the total baryonic mass has increased from approximately 16% at z~1.3 to roughly 60% in the nearby Universe. It was also found that atomic gas dominates the baryonic mass of galaxies at z~1.3, with roughly 70% of the total baryonic mass in atomic gas and only around 16% in stars. Overall, the study provides evidence for strong evolution in the baryonic composition of galaxies over the past 9 billion years, with early galaxies at the peak of star-formation activity in the Universe, being predominantly made up of neutral gas. [Nissim Kanekar]

- **The HI mass function of star-forming galaxies at z~0.35**
  The neutral atomic hydrogen (HI) mass function describes the distribution of the HI content of galaxies at any epoch; its evolution provides an important probe of models of galaxy formation and evolution. While measuring the HI masses of a large number of galaxies at intermediate redshifts remains challenging today, it is possible to stack the HI 21cm spectra of individual galaxies and measure the average HI mass of the population. Further, stacking the HI 21cm spectra of galaxies as a function of their optical luminosities can be used to obtain the dependence of the average HI mass on the galaxy luminosity. This can then be combined with the optical luminosity function to infer the HI mass function. This interesting approach was used by researchers to obtain the first estimate of the HI mass function at intermediate redshifts: they used Giant Metrewave Radio Telescope HI 21cm spectroscopy of blue star-forming galaxies in the Extended Groth Strip to determine the scaling relation between the average HI mass (M_HI) and the absolute B-band magnitude (M_B) of such galaxies at z~0.35, by stacking the HI 21cm emission signals of galaxy subsamples in different M_B ranges. Researchers found that the HI mass function has evolved significantly from z~0.35 to today, i.e. over the last four billion years, especially at the high-mass end. High-mass galaxies, with HI masses larger than roughly 10 billion solar masses, are a factor of ~3.4 less prevalent at z~0.35 than at z~0. These results suggest that massive star-forming galaxies

have acquired a significant amount of neutral atomic gas through mergers or accretion from the circumgalactic medium over the past four billion years. [Nissim Kanekar]

- **The Giant Metrewave Radio Telescope Cold-HI AT z=1 Survey**
  Neutral atomic hydrogen (HI) is the primary fuel for star formation in galaxies. An understanding of galaxy evolution thus critically requires measurements of the atomic gas mass of galaxies over cosmological time. Unfortunately, the weakness of the HI 21 cm line, the only tracer of the HI mass of galaxies, has meant that, until very recently, nothing was known about the HI mass of high-redshift galaxies. Researchers used the upgraded Giant Metrewave Radio Telescope (GMRT) in 2020 to obtain the first measurement of the average HI mass of galaxies at z~1, nine billion years ago. The team has now followed this up with a much larger survey, the GMRT Cold-HI AT z~1 (CATz1) survey, a 510 hr upgraded GMRT survey aimed at characterizing HI in galaxies during and just after the epoch of peak star formation activity in the universe (often referred to as "the epoch of galaxy assembly"), a key epoch in galaxy evolution. In the current work, researchers describe the design, data analysis, and basic results of the GMRT-CATz1 survey. They combined ("stacked") the HI 21 cm emission signals of ~11,500 star-forming galaxies at z = 0.74-1.45 to obtain a high (7.1-sigma) significance detection of the average HI 21 cm signal from the sample of galaxies. The average HI mass of the galaxies inferred from the detected signal is a factor of 1.4 higher than the average stellar mass of the galaxies and a factor of ~3.5 higher than the HI mass of galaxies with similar stellar masses in the local Universe. The GMRT-CATz1 survey will allow detailed studies of the HI properties of high-redshift galaxies, providing, for the first time, an understanding of atomic gas in galaxies during and just after the epoch of galaxy assembly. [Nissim Kanekar]

Radio Astronomy and Pulsar Astrophysics

- **Galactic Population of Canonical Pulsars**
  The observed population of neutron stars in our Galaxy observed as pulsars are manifestations of their birth scenarios and their thermal and magnetic field evolution. Starting from the birth of a neutron star and invoking evolution physics, it is possible to make predictions of the current pulsar population. A crucial aspect of evolution physics is the evolutionary scenario of the plasma-filled magnetosphere, which is only understood very recently. Taking this crucial effect into account, researchers did a population synthesis and were able to predict the observed population of neutron stars in our Galaxy. [Dipanjan Mitra]

- **On the origin of relativistic Langmuir solitons in pulsar plasma**
  Relativistic charge solitons, which are solutions of the Non-linear Schrodinger equation, are considered to be candidates for coherent radio emission in pulsars. The work uses realistic pulsar parameters and provides the basic theoretical framework of producing the charge solitons and demonstrating that they can form in pulsar plasma, thus providing a strong foundation for the pulsar coherent radio emission theory. [Dipanjan Mitra]

Astronomy and Astrophysics

- **Dissecting the Coma galaxy cluster**
  Researchers used the upgraded GMRT to map the Coma galaxy cluster at several bands, covering 250 MHz to 1050 MHz. Coma is the nearest, large, well-studied galaxy cluster and shows a complex dynamical state in the X-ray waveband. The high resolution and high sensitivity of the images allow the radio structure to be determined for a large number of radio sources in the cluster of both compact and extended morphologies. Researchers further investigated the radio morphologies, radio spectra, spectral structure, and equipartition properties for the extended radio source and ram

pressure-stripped galaxy samples of the Coma galaxy cluster. It was found that radio continuum tails, as expected from the effects of ram pressure, are found in almost all the sources, the radio extent at two bands of the radio continuum tails is consistent with the length being limited by the synchrotron cooling time, the derived spectral structure in all tailed radio sources suggests that the radio spectra steepen from the heads to the outer parts of the tails, as is typically seen in tailed radio sources, and the majority of extended radio sources and ram pressure-stripped galaxies are steep spectrum sources. [D. V. Lal]

- **The Apertif Radio Transient System (ARTS): Design, commissioning, data release, and detection of the first five fast radio bursts**
  Fast radio bursts (FRBs) are powered by uniquely energetic emission mechanisms. Identifying the physical nature of FRB emitters arguably requires good localisation of more FRBs, as well as broad-band studies enabled by real-time alerting. In this work, researchers presented the Apertif Radio Transient System (ARTS), a super-computing radio-telescope instrument that performs real-time FRB detection and localisation on the Westerbork Synthesis Radio Telescope (WSRT) interferometer. It reaches coherent-addition sensitivity over the entire field of the view of the primary-dish beam. Over the first 5 weeks of observations at the design sensitivity in 2019, researchers detected five new FRBs and interferometrically localised each of them to 0.4-10 sq. arcmin. All detections were broadband, very narrow, of the order of 1 ms in duration, and typically from very far cosmological distances. Only through the very high time and frequency resolution of ARTS were these hard-to-find FRBs detected, producing an unbiased view of the intrinsic population properties. Most localisation regions were small enough to rule out the presence of associated persistent radio sources. Three FRBs cut through the halos of M31 and M33. Researchers demonstrated that Apertif could localise one-off FRBs with an accuracy that maps magneto-ionic material along well-defined lines of sight. The rate of one every week ensured a considerable number of new sources would be detected for such a study. The combination of the detection rate and localisation accuracy exemplified by the first five ARTS FRBs thus marked a new phase in which a growing number of bursts can be used to probe our Universe. [Yogesh Maan]

- **The Indian Pulsar Timing Array: First data release**
  Researchers reported the pulse arrival times and high-precision dispersion measure estimates for 14-millisecond pulsars observed simultaneously in the 300 − 500 MHz and 1260 − 1460 MHz frequency bands using the upgraded Giant Metrewave Radio Telescope (GMRT). The data spanned over a baseline of 3.5 years (2018-2021), and was the first official data release made available by the Indian Pulsar Timing Array (InPTA) collaboration. This data release presented a unique opportunity for investigating the interstellar medium effects at low radio frequencies and their impact on the timing precision of pulsar timing array (PTA) experiments. Investigations regarding the frequency dependence of dispersion measures were also discussed. Based on the preliminary analysis for five-millisecond pulsars, there was not any conclusive evidence of chromaticity in dispersion measures. Data from regular simultaneous two-frequency observations were presented for the first time in this work. This distinctive feature led the team to the highest precision dispersion measure estimates obtained so far for a subset of the sample. Simultaneous multi-band upgraded GMRT observations in 300 − 500 MHz and 1260 − 1460 MHz are crucial for the prospect of expanding the overall frequency coverage upon the combination of data from the various PTA consortia. Parts of the data presented in this work will be incorporated into the upcoming third data release of the International Pulsar Timing Array. [Yogesh Maan]

- **Spectro-temporal evolution of average radio emission of the magnetar XTE J1810-197**
  The emission from magnetars is believed to be driven by the magnetic energy, as against the rotation

power for the radio pulsar population. Several theoretical models of FRBs also advocate magnetars as potential sources of FRBs. However, there are several open questions involving the onset, cessation and the overall origin of the radio emission from magnetars. To address some of these questions, using GMRT, researchers have been monitoring the magnetar XTE J1810-197 since it entered its second known radio loud phase in late 2018. Using the first 2.5 years of data from this low-frequency monitoring campaign, they probed the spectro-temporal evolution of the average emission properties and uncovered intriguing time variability in the average profile width, flux density, spectral index, and broadband spectral shape. One particular finding is that the radio spectrum has steepened over time, resulting in evolution from a magnetar-like spectrum to a more pulsar-like spectrum. A more detailed analysis reveals that the radio spectrum has a turnover and that this turnover shifts toward lower frequencies with time --- revealing such an evolution with high confidence for the first time. [Yogesh Maan]

Solar Physics

- **Tackling the Unique Challenges of Low-frequency Solar Polarimetry with the Square Kilometre Array Low Precursor: The Algorithm**
  Although the importance of the coronal magnetic field for driving solar activity and space weather has long been appreciated, it is hard to measure the field strength. The polarization properties of coronal emission at low radio frequencies can, in principle, be used for coronal magnetic field measurements. Precise polarimetry at these frequencies is intrinsically hard, and it is made even more challenging by the very large range of brightness temperatures associated with different emission mechanisms, the large variation in the fractional polarisation, and the extreme temporal and spectral variability of the emission. The authors have developed a robust algorithm for accurate polarisation calibration of solar observations with the Murchison Widefield Array, a Square Kilometre Array (SKA) precursor. The algorithm delivers high dynamic range and high fidelity full Stokes solar radio images with residual leakages on par with the best images today. The algorithm has been developed with the future SKA in mind. The high-fidelity spectropolarimetric snapshot solar radio imaging enables the exploration of previously inaccessible phase space and offers considerable discovery potential. [Divya Oberoi]

- **Detection of Ubiquitous Weak and Impulsive Nonthermal Emissions from the Solar Corona**
  A ubiquitous presence of weak energy releases is one of the most promising hypotheses to explain coronal heating – the so-called nanoflare hypothesis. The accelerated electrons from these weak heating events also give rise to coherent impulsive emission in the metrewave radio band. Recently, Mondal et al. (2019) reported the presence of weak and impulsive emissions from quiet Sun regions, which seem to meet the requirements of being radio counterparts of nanoflares. Detection of such low-contrast weak emission signals from the quiet Sun is challenging, and, given their implications, it is important to confirm their presence. Using data from the Murchison Widefield Array, the authors have used an independent robust approach for their detection by separating the dominant, slowly varying component of emission from the weak, impulsive one in the Fourier domain. By imaging these so-called 'residual visibilities', the authors have successfully detected milli-Solar Flux Unit-level bursts taking place all over the Sun. These were among the weakest detections of non-thermal solar radio emissions. [Divya Oberoi]
- **Imaging-spectroscopy of a band-split type II solar radio burst with the Murchison Widefield Array**
  Type II solar radio bursts are caused by magnetohydrodynamic shocks driven by solar eruptive events such as coronal mass ejections. This emission appears at the fundamental (F) and the harmonic (H) of the local plasma frequency. Often, both F and H bands are further split into sub-

bands. These split bands are generally believed to be coming from upstream and downstream regions of the shock. This hypothesis remains largely untested as locating the sites of emission for the split bands requires high-quality spectroscopic snapshot imaging observations. Only recently, it has become possible to test this hypothesis using data from the Murchison Widefield Array and a robust interferometric imaging pipeline tuned for solar needs (Mondal et al., 2019). The authors presented among the first such studies and provided rare evidence that, at least in this particular instance, band-splitting is caused by emission coming from different parts of the shock. [Divya Oberoi]

- **Study of Radio Transients from the Quiet Sun during an Extremely Quiet Time**
  In 2020, Mondal et al. reported the discovery of a new class of metrewave solar transient emission from quiet Sun regions, the strengths of which are only a few percent of the background emission. They have since been named Weak Impulsive Narrowband Quiet Sun Emission (WINQSEs). Their ubiquitous presence in quiet Sun regions and narrow-band impulsive nature led them to suggest that these emissions might be the radio counterparts of the hypothesized nanoflares. Given their potential significance, this warranted detailed follow-up studies. The authors have presented an analysis of data from an extremely quiet time. Not only do they detect numerous WINQSEs in these data, but the improvements in methodology since the earlier work enable them to detect even weaker WINQSEs. The key properties of WINQSEs, namely, their impulsive nature and ubiquitous presence on the quiet Sun, are observed in these data as well. Interestingly, they found the flux density distribution of the WINQSEs in this data set to differ significantly from that found in the earlier work and demonstrated that these differences could justifiably be attributed to differences in methodology and the variations in the level of solar activity. [Divya Oberoi]

- **Tackling the Unique Challenges of Low-frequency Solar Polarimetry with the Square Kilometre Array Low Precursor: Pipeline Implementation**
  The polarization of low-frequency radio emissions has long been recognized as one of the few effective observational probes of magnetic fields in the mid-coronal regions, though it is challenging from both instrumental and algorithmic perspectives. The ability to capture the detailed spectro-temporal and spatial variability of the polarized radio emissions is essential for radio coronal magnetography and necessarily requires high dynamic-range spectro-polarimetric snapshot imaging capability. This is now within reach with observations made using the Murchison Widefield Array (MWA), a precursor of the Square Kilometre Array-Low (SKA-Low). Kansabanik et al. (2023) developed a sophisticated and capable unsupervised and robust polarization calibration and imaging software pipeline dedicated to solar imaging - Polarimetry using the Automated Imaging Routine for Compact Arrays of the Radio Sun (P-AIRCARS), the implementation details of which are described in this work. The highest dynamic range spectropolarimetric snapshot solar radio images now come from P-AIRCARS. Although the presented implementation of P-AIRCARS was tuned for the MWA, the algorithm itself is quite general and will serve the needs of upcoming arrays like the SKA-Low equally well. [Divya Oberoi]

Pulsar Search

- **Long-period pulsars with the GMRT High-Resolution Southern Sky (GHRSS) survey**
  Along with intrinsic and observational biases, the susceptibility of conventional Fast Fourier transform (FFT)-based searches to red noise is likely to be the primary reason behind the lack of long-period pulsars, which is expected to be mitigated by a fully phase-coherent Fast Folding Algorithm (FFA)-based search. Researchers reported the discovery of six new pulsars from the FFA search of GHRSS data. The discovery also includes a 1.675 s pulsar exhibiting an extreme nulling fraction of ~90%. The team also localised and discovered nulling in another GHRSS pulsar,

J1244−4708 with a nulling fraction of 70%. The results from the ongoing studies of localisation, timing and nulling behaviour of these two pulsars were reported. [Jayanta Roy]

Pulsar Gating Localisation

- **Localisation of millisecond pulsars discovered with the GHRSS survey**
  The number of millisecond pulsars (MSPs) used in the IPTA has the strongest influence on the detectability of the nHz GW background signal in timing data (Siemens et al., 2013). This necessitates prompt identification of newly discovered MSPs suitable for inclusion in PTAs. Researchers reported a two-fold increase in the bandwidth of the coherently dedispersed gating correlator (i.e., 16 MHz to 33 MHz) at the GMRT. This new advancement, with a factor of two increase in observing bandwidth, provides improved sensitivity in the image domain, enabling precise localization of fainter MSPs. It was demonstrated that the precise localisation of two MSPs was discovered in the GHRSS survey. The localisation of two newly discovered GHRSS MSPs facilitates sub-μs time-of-arrival and < 10−4 pc cm−3 dispersion measure precision to place them well within the precision range of the samples of 49 PTA MSPs observed by the NANOGrav (Alam et al. 2021). [Jayanta Roy]

Pulsars and Fast Radio Bursts

- **NSM-Powered GMRT: A real-time multi-beam commensal system for FRBs and Pulsars**
  The uGMRT is the only interferometric array equipped to provide simultaneous detection and arc-sec localisation of fast transient sources over the full 300−1460 MHz radio spectrum. In order to facilitate that, a proposal for developing an HPC facility with PetaFlop computing capacity for conducting a real-time commensal search for FRBs (Fast Radio Bursts) and pulsars with the GMRT is fully funded by the National Supercomputing Mission (NSM). This instrument aims to discover more than a few hundred FRBs with host galaxy association over 3 years of science operation. In order to achieve the desired technological milestones in a timely manner, HPC and AI teams are formed with collaborators from the University of Oxford, IIT-Palakkad and NVIDIA industry partners. The successful execution of this project will enable transformational, high-impact science in time-domain astronomy with the GMRT, along with being a trigger for cutting-edge technology development in the country. [Jayanta Roy]

Radio Astrophysics

- **Magnetic fields, star formation rates, and gas densities in a pilot sample of nearby galaxies**
  A sample of seven nearby (<11 Mpc) galaxies was observed at 330 MHz with GMRT. From these observations, equipartition magnetic field strengths (Beq) were determined as a function of galactocentric radius. Deviations of magnetic fields by ~25% from equipartition values were found in these sample galaxies. Spatially resolved star formation rates (SFR) were also estimated for the seven galaxies, along with five more galaxies observed previously with GMRT. From a subsample of seven out of these 12 galaxies, gas densities were determined from archival observations of CO and HI. Magnetic fields were found to be correlated with gas densities (ρgas). [Subhashis Roy]

National Centre for Biological Sciences, Bengaluru

Neurobiology

- **Integration of visual and antennal mechanosensory feedback during head stabilization in hawkmoths**
  During flight manoeuvres, insects exhibit compensatory head movements, which are essential for stabilizing the visual field on their retina, reducing motion blur, and supporting visual self-motion

estimation. The role of compensatory head movements, as well as multimodal feedback in insect flight, raises an interesting question: in insects that lack halteres (modified hind wings), what sensory cues are required for head stabilization? The investigators show that in the nocturnal hawkmoth *Daphnis nerii,* compensatory head movements are mediated by combined visual and antennal mechanosensory feedback. These findings are consistent with the hypothesis that control of head angle results from a multimodal feedback loop that integrates both visual and antennal mechanosensory feedback, albeit at different latencies. [Sanjay P. Sane]

- **Riluzole prevents stress-induced spine plasticity in the hippocampus but mimics it in the amygdala**
  Stress elicits divergent patterns of structural plasticity in the amygdala and hippocampus. Despite this, one of the immediate consequences of stress - elevated levels of extracellular glutamate - is similar in both brain areas. This raises the possibility that the contrasting effects of stress on neuronal plasticity are shaped by differences in astrocytic glutamate clearance in these two brain areas. The investigators tested the impact of riluzole, which potentiates glutamate clearance by astrocytic glutamate transporters, on principal neurons and astrocytes in the basal amygdala (BA) and hippocampal area CA1. Chronic immobilization stress reduced spine density in CA1 pyramidal neurons of male rats. Riluzole, administered in the drinking water during chronic stress, prevented this decrease, but the drug by itself had no effect. In contrast, the same chronic stress enhanced spine-density on BA principal neurons, and this effect, unlike area CA1, was not reversed by riluzole. Strikingly, riluzole treatment alone also caused spinogenesis in the BA. Further, chronic stress and riluzole alone decreased the neuropil volume occupied by astrocytes in both the BA and CA1 areas. Riluzole treatment in stressed animals, however, did not reverse or further add to this reduction in either region. [Sumantra Chattarji]

Cell Biology

- **Septins tune lipid kinase activity and PI(4,5)P2 turnover during G-protein-coupled PLC signalling *in vivo***
  Phosphatidylinositol 4,5-bisphosphate [PI(4,5)P2] hydrolysis by phospholipase C (PLC) is a conserved mechanism of signalling. Given the low abundance of PI(4,5)P2, its hydrolysis needs to be coupled to resynthesis to ensure continued PLC activity; however, the mechanism by which depletion is coupled to resynthesis remains unknown. PI(4,5)P2 synthesis is catalyzed by the phosphorylation of phosphatidylinositol 4 phosphate (PI4P) by phosphatidylinositol 4 phosphate 5 kinase (PIP5K). In *Drosophila* photoreceptors, photon absorption is transduced into PLC activity, and during this process, PI(4,5)P2 is resynthesized by a PIP5K. However, the mechanism by which PIP5K activity is coupled to PI(4,5)P2 hydrolysis is unknown. The investigators identify a unique isoform, dPIP5K^{L}, that is both necessary and sufficient to mediate PI(4,5)P2 synthesis during phototransduction. [Raghu Padinjat]

- **SMC protein RecN drives RecA filament translocation for in vivo homology search**
  While the molecular repertoire of the homologous recombination pathway is well-studied, the search mechanism that enables recombination between distant homologous regions is poorly understood. The investigation follows the dynamics of recombinase RecA after induction of a single double-strand break on the *Caulobacter* chromosome. It is found that the RecA-nucleoprotein filament, once formed, rapidly translocates in a directional manner in the cell, undergoing several pole-to-pole traversals until the homology search is complete. Concomitant with translocation, dynamic remodelling of the filament is also observed. Importantly, in vivo, the RecA filament alone is incapable of such long-distance movement; both translocation and dynamic remodelling are contingent on the action of SMC-like protein RecN via its ATPase cycle. In summary, the three key

elements of homology search driven by RecN is uncovered: mobility of a finite segment of RecA, filament remodelling and ability to conduct multiple pole-to-pole traversals, which together point to a novel optimal search strategy. [Anjana Badrinarayanan]

Theoretical Biology

- **Unjamming and emergent nonreciprocity in active ploughing through a compressible viscoelastic fluid**
  A dilute suspension of active Brownian particles in a dense compressible viscoelastic fluid forms a natural setting to study the emergence of nonreciprocity during a dynamical phase transition. At these densities, the transport of active particles is strongly influenced by the passive medium and shows a dynamical jamming transition as a function of activity and medium density. A hydrodynamic approach makes it evident that the active particle generates a long-range density wake which breaks fore-aft symmetry, consistent with the simulations. Accounting for the back-reaction of the compressible medium leads to dynamical jamming of the active particle and a dynamical non-reciprocal attraction between two active particles moving along the same direction, with the trailing particle catching up with the leading one in finite time. The study emphasizes that these nonreciprocal effects appear only when the active particles are moving, and so manifest in the vicinity of the jamming-unjamming transition. [Madan Rao]

Cell and Theoretical Biology

- **Active emulsions in living cell membranes driven by contractile stresses and trans-bilayer coupling**
  Attempts to understand the lateral mesoscale organization of molecules on the cell surface have relied on equilibrium thermodynamic principles. This investigation identifies cortical actomyosin as a molecular organizer of local plasma membrane composition. Using both theory and experiments, the results show that the mesoscale organization of a large class of membrane proteins and lipids is driven by active contractile stresses and trans-bilayer lipid-mediated coupling as well as lateral interactions. This generates active emulsions with distinct characteristics and highlights the role of nonequilibrium regulation of lateral membrane organization of both lipids and proteins. [Satyajit Mayor and Madan Rao]

Biochemistry

- **Replication-Dependent Organization Constrains Positioning of Long DNA Repeats in Bacterial Genomes**
  Bacterial genome organization is primarily driven by chromosomal replication from a single origin of replication. However, chromosomal rearrangements, which can disrupt such organization, are inevitable in nature. Long DNA repeats are major players mediating rearrangements, large and small, via homologous recombination. Since changes to genome organization affect bacterial fitness-and more so in fast-growing than slow-growing bacteria- and are under selection, it is reasonable to expect that genomic positioning of long DNA repeats is also under selection. To test this, identical DNA repeats of at least 100 base pairs across ~6,000 bacterial genomes were identified and compared their distribution in fast- and slow-growing bacteria. It was observed that long identical DNA repeats are distributed in a non-random manner across bacterial genomes. Their distribution differs in the overall number, orientation, and proximity to the origin of replication, between fast- and slow-growing bacteria. Their positioning-which might arise from a combination of different processes. [Aswin Sai Narain Seshasayee]

- **Potential Self-Peptide Inhibitors of the SARS-CoV-2 Main Protease**
  The SARS-CoV-2 main protease (Mpro) plays an essential role in viral replication, cleaving viral polyproteins into functional proteins. This makes Mpro an important drug target. Mpro consists of an N-terminal catalytic domain and a C-terminal α-helical domain (MproC). Since the SARS-CoV-1 MproC is known to stabilize its Mpro and regulate its function, the investigators hypothesized that SARS-CoV-2 MproC-derived self-peptides may modulate the folding and function of SARS-CoV-2 Mpro. In simulations of MproC and one self-peptide, it was found that two self-peptides, the α1-helix and the loop between α4 and α5 (loop4), could replace the equivalent native sequences in the MproC structure. Additionally, the α1-helix self-peptide is kinetically stable and, once inserted, rarely exchanges with the native α1-helix, while the loop4 self-peptide is easily replaced by the native loop4, making it less useful for modulating function. In summary, a pre-folded α1-derived peptide should be able to inhibit SARS-CoV-2 Mpro function. [Shachi Gosavi]

Genetics and Development

- **Nitrate-dependent regulation of miR444-OsMADS27 signalling cascade controls root development in rice**
  Little is known about the transcription factors involved in nitrate sensing and their regulatory mechanisms among crop plants. This study described the functions of a nitrate-responsive miR444:MADS-box transcription factor OsMADS27 module and its downstream targets mediating rice root growth and stress responses. Transgenic rice plants expressing miR444 target mimic improved rice root growth. Although miR444 has the potential to target multiple genes, OsMADS27 was identified to be the major miR444 target that regulates the expression of nitrate transporters, as well as several key genes, including expansins and those associated with auxin signalling, to promote root growth. In agreement with this, overexpression of miRNA-resistant OsMADS27 improved root development and tolerance to abiotic stresses while its silencing suppressed root growth. OsMADS27 mediated robust stress tolerance in plants through its ability to bind to the promoters of specific stress regulators, as observed in ChIP-seq analysis. [Padubidri V. Shivaprasad]

- **Active enhancers strengthen insulation by RNA-mediated CTCF binding at chromatin domain boundaries**
  Vertebrate genomes are partitioned into chromatin domains or topologically associating domains (TADs), which are typically bound by head-to-head pairs of CTCF binding sites. Transcription at domain boundaries correlates with better insulation; however, it is not known whether the boundary transcripts themselves contribute to boundary function. The investigators characterized boundary-associated RNAs genome-wide, focusing on the disease-relevant INK4a/ARF and MYC TAD. Using CTCF site deletions and boundary-associated RNA knockdowns, it was observed that boundary-associated RNAs facilitate the recruitment and clustering of CTCF at TAD borders. The resulting CTCF enrichment enhances TAD insulation, enhancer-promoter interactions, and TAD gene expression. Importantly, the knockdown of boundary-associated RNAs results in the loss of boundary insulation function. Using enhancer deletions and CRISPRi of promoters, this study reveals that active TAD enhancers, but not promoters, induce boundary-associated RNA transcription, thus defining a novel class of regulatory enhancer RNAs. [Dimple Notani]

Evolution

- **The layered costs and benefits of translational redundancy**
  In order to understand the redundancy in translation, the investigators manipulated redundancy in multiple translation components of Escherichia coli by deleting 28 tRNA genes, 3 tRNA modifying

systems, and 4 rRNA operons in various combinations. It is observed that redundancy in tRNA pools is beneficial when nutrients are plentiful and costly under nutrient limitation. This nutrient-dependent cost of redundant tRNA genes stems from upper limits to translation capacity and growth rate and, therefore varies as a function of the maximum growth rate attainable in a given nutrient niche. The loss of redundancy in rRNA genes and tRNA modifying enzymes had similar nutrient-dependent fitness consequences. Importantly, these effects are also contingent upon interactions across translation components, indicating a layered hierarchy from the copy number of tRNA and rRNA genes to their expression and downstream processing. Overall, the results indicate both positive and negative selection on redundancy in translation components, depending on a species' evolutionary history with feasts and famines. [Deepa Agashe]

- **The tempo and mode of character evolution in the assembly of mimetic communities**

  Many undefended organisms fool their predators by evolving similarities to distinctive traits of well-defended prey species that predators have learned to avoid eating. Such mimicry may evolve in diverse tropical communities. Using mimetic butterfly communities of the Western Ghats biodiversity hotspot, the investigators show that mimicry in these communities was driven by the decoupled evolution of two key traits (flight morphology and colour patterns) of defended and mimetic prey species. Flight morphology was phylogenetically conserved, whereas colour patterns evolved at a significantly faster rate in both defended and mimetic prey species. The results provide insights into the assembly of biological communities, demonstrating that the evolution of complex, multi-trait phenotypes depends more on different rates of trait divergence rather than on phylogenetic relatedness. [Krushnamegh Kunte]

TIFR Hyderabad

PHYSICAL SCIENCES

Photonics-Nonlinear Optics

- **Ultrafast coherent sources in the infrared**
  High-power, tunable, ultrafast near-to-mid-infrared coherent sources are interesting for a variety of applications, including spectroscopy and imaging. However, access to desired spectral regions is not always trivial. In this work, the researchers have demonstrated a near-infrared coherent source providing picosecond pulses at MHz repetition rates tunable specifically in the 1.3−1.5 μm region, which is otherwise inaccessible using readily available sources. [Chaitanya Kumar Suddapalli]

Atomic and Nuclear Physics

- **Development of atomic magnetometer with pico-Tesla sensitivity and 25 kHz bandwidth**
  Researchers demonstrated a single-beam atomic magnetometer operating at room temperature for the measurement of oscillating magnetic fields. The magnetometer functions in the nonlinear regime of magneto-optical rotation in an atomic vapour system. The system has a sensitivity of approximately 0.9 pT at 2 kHz and a large bandwidth of 24 kHz. The dynamic range of measurement is 10^6, making the sensor effective even in Earth's field. [G. Rajalakshmi]

Non-equilibrium Statistical Physics and Condensed Matter Physics

- **Current Fluctuations in Interacting and Non-Interacting Particle Systems**
  Researchers introduced generalized "quenched" and "annealed" disorder averages for active particle systems that account for multiple degrees of freedom, including positions and velocities of particles. The researchers used this to study the fluctuations of the integrated density current across

the origin up to time T in one-dimensional systems of non-interacting as well as interacting active particles. They illustrated these new techniques through exact results for current fluctuations of non-interacting run and tumble particles in one-dimension. Surprisingly, quenching both positions and velocities anomalously suppresses current fluctuations. This suppression cannot be achieved through quenching the positions alone, highlighting the importance of considering multiple fields in disorder averages. Their techniques open new research areas in the fields of disordered and non-equilibrium systems, where averages over multiple fields have not been considered. For the interacting case, they explored a lattice model of active particles with hard-core interactions that is amenable to an exact description within a fluctuating hydrodynamics framework. For the case of uniform initial profiles, they showed that the second cumulant of the integrated current displays three regimes: an initial rise with a power 1/2, a cross-over regime where the effects of activity increase the fluctuations, and a large time behaviour once again characterised by a power 1/2. In the limit of zero diffusion for the interacting system, they showed that the fluctuations also exhibit suppressed fluctuations at short times. Finally, they also showed that the results for non-interacting active particles are recovered for low densities. [Kabir Ramola]

Condensed Matter Physics

- **Epitaxial Thin film grown of Mn3Pt kagome antiferromagnet**
  Thin film synthesis of new quantum materials is immensely contributing to the recent developments in condensed matter physics, as they offer fundamentally distinct and technologically superior opportunities in tailoring novel device functionalities. One of the promising and under-explored materials in this category is the thin films of kagome materials. In a kagome spin network, the coexistence of triangular and hexagonal motifs has long been known to introduce geometric frustrations, displaying several exotic quantum electronic and magnetic ground states that may be broadly described as frustrated, correlated and topological. In this work, researchers have optimised the growth recipe of epitaxial growth of Mn_3Pt films using a co-sputtering technique and confirmed using in-situ RHEED, XRD and reciprocal space mapping. [Karthik V. Raman]

Intense Laser Physics

- **High energy electron collimation from laser-produced plasmas**
  One of the outstanding problems of intense laser-produced plasma is to generate a collimated beam of electrons from the hot dense plasma. This problem was addressed in the context of microdroplet plasma generated from short pulse high repetition rate pulses that generate about 10^16 Wcm^-2 of focused laser intensity. Researchers found that a simple idea of using a dielectric capillary-like glass in such systems generated a very well-collimated beam of electrons. Since the laser plasmas have a high repetition rate, the low energy electrons charge the capillary to suitably guide the electrons, and one can collimate electrons up to 500 keV with beam size ranging from 50 to 200 microns. The detailed mechanisms of the underlying physics are currently under investigation. [M. Krishnamurthy]

Soft Semiconductor

- **'A-site cation influence on the conduction band of lead bromide perovskites'**
  Hot carrier solar cells hold promise for exceeding the Shockley-Queisser (single junction) limit. Slow hot carrier cooling is one of the most intriguing properties of lead halide perovskites and distinguishes this class of materials from other emerging semiconductor materials used in solar cells. In this work, element selectivity of high-resolution X-ray spectroscopy and density functional theory were used to uncover a previously hidden feature in the conduction band states, the σ-π energy splitting which is strongly influenced by the strength of electronic coupling between the A-

cation and bromide-lead sublattice. [Pabitra K. Nayak]

Laser-Matter Interactions

- **Laser Matter Interaction with Orbital Angular Momentum laser beams**
  Light-matter interaction with laser pulses endowed with orbital angular momentum (OAM) raises a fundamental question on the nature of the transfer of this property of light to matter. When moderately intense (1013-1014 W/cm2), OAM-carrying laser pulses interact with a cold jet of Argon atoms; no evidence of angular momentum transfer to the electrons from light is observed. These investigations were carried out through angle and energy-resolved photoelectron spectra obtained in a high-resolution momentum spectrometer, "Reaction Microscope". [Ram Gopal]

Intense Laser Matter Interaction

- **Development of electron and X-ray radiography capabilities with high-repetition-rate laser-plasma interactions**
  The robustness of intense laser-driven MeV X-ray for imaging purposes should be carried out with 'Industrial' grade lasers, as they offer an alignment-free system with little to no facility requirements in terms of high-class clean room, temperature and humidity-controlled environment. Experimental works carried out by researchers have proven the possibility of scaling the laser-plasma interaction mechanism from a scientific grade Ti: Sapphire laser system to an Industrial grade laser, showing that it is possible to scale the underlying mechanism. This transition requires confirmation of testing the electron beam generation performance against two parameters: Wavelength scaling from 800nm to 1030nm, Laser bandwidth going down from 60nm to 10 nm, and Pulse duration increasing from 30 fs to 200 fs. The development of a bright X-ray source in the MeV energy range would scale up the existing conventional 450 keV NDT testing machine capability to the next level. Although Linac electron accelerator-based MeV X-ray machines are available, this proposal, based on compact laser-driven electron acceleration, can offer an order of magnitude better spatial resolution (< 100 μm). Furthermore, due to the short pulse duration (subpicoseconds), the laser-based X-ray sources would also provide platforms to carry out dynamic or flash X-ray radiographic imaging. [Prashant Kumar Singh]

Soft Condensed Matter Theory and Biological Physics

- **On the origin of universal cell shape variability in confluent epithelial monolayers**
  Cell shape is fundamental both in health and disease. Average cell shape affects crucial biological functions such as division, differentiation, cell death, etc. However, cell-to-cell shape varies, and recent experiments show a remarkable regularity in this cell shape variability. In this work, researchers provide a theoretical understanding of the nearly universal distribution of cell shape, characterized via the aspect ratio, in an epithelial monolayer. They analytically obtain the distribution of aspect ratio in a monolayer and show that the analytical results agree remarkably well with simulations and existing experiments. [Saroj Kumar Nandi]

Statistical Mechanics and Soft Matter Physics

- **Annealing effects of multidirectional oscillatory shear in model glass formers**
  Researchers studied the effect of cyclic shear on the mechanical properties of amorphous solids at zero temperature and a very small strain rate. It was known that unidirectional cyclic shear in these conditions leads to absorbing steady states, which are suitable for storing memories in these materials. In this work, the researchers extended some of these ideas and found that if the material is sheared cyclically in all the three shear planes available to a 3D solid, then one attains an interesting steady state which remembers the number of shear directions. For example, if they shear

the sample in two orthogonal shear planes, then the steady state absorbing state will have a limit cycle of two, and similar to 3 shear planes, there will be a limit cycle with periodicity 3. The researchers then subsequently showed that multi-directional oscillatory shear can lead to much better annealing of the material. They also show that the memory stored using multi-directional shear will be much more robust and stable during reading operations. [Smarajit Karmakar]

Statistical Physics

- **Coarsening, condensates, and extremes in aggregation-fragmentation models**
  When a system with a tendency to order is prepared in a far-from-equilibrium disordered state, it takes a long time for order to get established. The approach to the ordered state was studied in a class of transport models in which aggregation and fragmentation processes compete and result in the formation of local condensates on isolated sites which hold much more mass than average. During the approach to an ordered state, there is generally a characteristic length scale which grows with time. The local condensate mass distribution was found to scale with this growing length; an important implication is that fluctuations are anomalously large, with mean and standard deviation both proportional to the growing length scale. These properties were related to the dynamics through which a few condensates finally collapse into a single condensate. [Mustansir Barma]

Multiphase flows, Active Matter and Turbulence

- **Complex fluid flows-stability and turbulence**
  Researchers investigated stability, turbulence, and energy transfer mechanisms in various complex fluids. Below, the researchers present the key research highlights: They study turbulence modulations in the presence of external stirring in buoyancy-driven bubbly flows. They show that Kolmogorov phenomenology is recovered for scales larger than bubble diameter. While for scales smaller than the bubble diameter, the surface tension provides a dominant energy transfer mechanism. They show that topological defects control the coarsening dynamics in the dense suspension of dry active matter. They studied polymeric turbulence at extreme Deborah numbers to uncover new regimes. Using experiments and numerical modelling, they investigate the role of temperature on the spreading of bacterial colonies. [Prasad Perlekar]

MATERIALS SCIENCE

Valleytronics

- **Enhanced room-temperature spin-valley coupling in V-doped MoS2**
  Achieving room-temperature valley polarisation in two-dimensional (2D) atomic layers (2D materials) by substitutional doping opens new avenues of applications. Such layers with valley splitting can find applications in Valleytronics, which is considered the next possibility for information storage. In recent work, monolayer MoS_2, when doped with vanadium at low (0.1 atomic %) concentrations, is shown to exhibit high spin-valley coupling and, hence, a high degree of valley polarisation at room temperature. Moreover, the researchers have shown that dopants can also introduce valley splitting, resulting in a time-reversal symmetry breaking and hence a material which can be used for valleytronics at room temperature. This study opens possibilities of room-temperature opto-spintronics using stable 2D materials. [T. N. Narayanan]

BIOLOGICAL SCIENCES

Sensory Neuroscience and Cell Biology

- Researchers focused on broad areas at the interface of neuroscience, cell and molecular biology: They developed single-cell and spatial transcriptomics as a handle to investigate the diversity and

gene expression differences between cell types of a specialized chemosensory organ using mouse models. They developed super-resolution microscopy tools to investigate the ultrastructure of a specialized ribbon synapse found in cochlear cells and alterations observed as a result of deafness. They also developed tools to investigate the organization of calcium channels on the plasma membrane of the cell to understand their gating and molecular characteristics. [Adish Dani]

Structural Biology

- **Deciphering the Molecular-/Atomic-level Details of Mitochondrial Cristae Architecture**
  Mitochondria are usually referred to as the 'powerhouses of the cell' as they generate most of the usable energy in cells. The energy-generating machines are located in the inner membrane folds of mitochondria, which are called cristae. The architecture of cristae is critical to the functioning of mitochondria, and disorganized cristae are a hallmark of diseases. In the current work, the protein complexes involved in the formation and maintenance of the cristae architecture have been purified, and several proteins, such as Mic10, Mic12 and Mic60, have been crystalized for X-ray diffraction studies. Also, a key regulator of redox control of the cristae architecture via the protein Mic19 has been identified. [Anand Teertha Vaidya]

Cell Biology - DNA Damage Responses and Gene Expression

- **Single-molecule RNA Fluorescence in situ Hybridization to monitor differential expression of EGFR pathway genes in primary Drosophila tissue and effects of dosage on adult eye phenotypes**
  Single-molecule Fluorescence in situ Hybridization (smFISH) for mRNA provides a quantitative handle on gene expression. Previously, researchers developed a modified method of smFISH applicable to various primary whole-mount tissues from the fruit fly Drosophila melanogaster. They used this method to investigate the links between EGFR signalling and cell proliferation. These studies have revealed an intriguing differential expression of EGFR pathway genes in the developing larval eye discs. The researchers connected changes in gene dosage of *Spitz* and *Argos* genes to the final patterning of the Drosophila eye. More than absolute levels of expression, the ratio of these two gene products turned out to be a critical regulator of proper eye patterning. The researchers further used a temperature-sensitive Gal80 to systematically tune the spitz-to-argos mRNA ratio. By tuning this ratio, they identified the range to which the final eye phenotype is developmentally buffered. In this period, the researchers also investigated the more proximate outcomes of such signalling. This study provides critical insight into how specific cell types emerge during organismal development and how developmental systems may be buffered against gene expression fluctuations. This work was published in the journal PLOS Genetics. [Aprotim Mazumder]

Cell and Developmental Biology

- **Bendless is essential for PINK1-Park mediated Mitofusin degradation under mitochondrial stress**
  The difference in shape and size of mitochondria has been shown to profoundly impact mitochondrial metabolic capabilities and overall cellular physiology. In a genetic screen in *Drosophila*, mutations in *lrpprc2* were recovered, which showed an increased number of globular mitochondria in contrast with the tubular network in healthy flies. Mutations in human LRPPRC2 have been identified in Leigh syndrome patients. It was found the activation of a mitochondrial quality control mechanism by the Bendless, PINK1 and Parkin proteins inhibits the fusion of globular mitochondria, and thus they remain segregated from each other in *lrpprc2* mutants. It was found that the suppression of the mitochondrial quality control mechanism in lrpprc2 mutants

resulted in large globular mitochondria entering the mitochondrial network, however, with aggravated neurodegeneration. Overall, this study highlights the existence of protective responses which act by altering mitochondrial dynamics. [Manish Jaiswal]

Cell Biology and Immunology

- **Role of SNARE Family Genes in Receptor-induced Induced Calcium Influx and Signaling**
  Key molecular mediators of the evolutionarily conserved process of store-operated calcium entry (SOCE) via calcium release-activated (CRAC) channels were identified by the lab earlier. With the hypothesis that SNAP receptor (SNARE) proteins play an unconventional and direct role, a genetic screen was performed to identify the specific SNARE family genes involved in regulating SOCE. Several SNARE family genes were found to significantly regulate SOCE, and one of them, syntaxin 1, was characterized further. Syntaxin 1, a t-SNARE, along with other genes identified in a screen (conducted by the researchers), regulates a rare immunological disease called Familial Hemophagocytic Lymphohistiocytosis (FHLH) in humans. Therefore, in parallel, the mechanism of regulation of SOCE by Syntaxin 1 and its potential role in FHLH was also investigated using a knockout mouse model of Stx1. Further characterization is underway. [Monika Vig]

Molecular Cell Biology and Genetics

- **Understanding the mechanism of helicase activation and its spatiotemporal regulation during mammalian replication**
  In order to transmit and preserve genetic information, cells must duplicate DNA with very high fidelity. Large metazoan genome duplication is accomplished by assigning thousands of potential origins of replication, a fraction of which are utilized. The remaining sites remain flexibly dormant unless required, as in the case of replication stress. Besides, the start of replication from the utilized origin is also spatiotemporally regulated in S-phase. Arguably, one of the key events during replication initiation is regulated conformational changes in the MCM helicase complex. The MCM complex is loaded onto the DNA in the G1 phase of the cell cycle in an inactive form. At the selected origins, the MCM complex transitions into an active translocating helicase in the S-phase. However, how this transition is achieved and is regulated in a spatiotemporal fashion is not known. Here, researchers comprehensively address the dynamics of helicase activation by generating individual cellular model systems with mitigated regulation of replication by introducing strategic mutations or oncogene induction. Researchers will perform biochemical and cellular characterizations along with comparative proteomics and genomics while evaluating the spatiotemporal progression of replication in order to decipher molecular regulators for genome duplication time and pattern. [Mrinal Srivastava]

Mechanobiology

- **Intracellular Reorganization during Collective Cell Migration**
  Collectively migrating epithelial cells exhibit complex intracellular dynamics involving the reorganization of cellular organelles such as the Golgi apparatus, lysosomes, and endoplasmic reticulum. This reorganization plays a crucial role in directing cell movement. However, the changes in organelle shape and localization during collective cell migration remain poorly understood. To this end, the cellular organelles in stationary and migrating epithelial cells were mapped by researchers to uncover their specific contributions to migration. A fascinating process was discovered in which the Golgi apparatus was found to be actively dispersed around the cell nucleus at the onset of migration. Furthermore, investigations were conducted on how leader cell formation was contributed to by force-responsive alterations in lysosome positioning. Lastly, changes in the structure of the Endoplasmic Reticulum in response to wound curvature were

uncovered. These findings deepened the understanding of the intricate interplay between cellular forces and intracellular structures during collective cell migration. [Tamal Das]

CHEMICAL SCIENCES

Computational Chemistry

- Researchers demonstrated the role of low molecular weight cosolutes (known as osmolytes) in maintaining native electrostatic interaction between charged surfaces under salt stress. The mechanism of retaining charge density by these osmolytes was found to be dependent on chemical structure. The effort underlined a joint in-campus collaboration via an apt combination of theory and experimental techniques. [Jagannath Mondal]

- **Quantifying Intramolecular Ion-Pair Interactions in Biomolecules**
  Intramolecular ion-pair interactions play a crucial role in shaping the structure and functionality of numerous molecules. By overcoming steric hindrances through appropriate orientation, these interactions contribute to the compact conformation of various peptides. In this research, researchers introduce a thermodynamic cycle that relies on isoelectronic and alchemical mutation techniques to estimate the energy associated with intramolecular ion-pair interactions. They evaluate these energies for a set of 26 benchmark molecules featuring common ion-pair combinations and compare their findings with results obtained using intramolecular symmetry-adapted perturbation theory. In the case of systems incorporating long linkers, both approaches yield ion-pair energies that deviate by less than 2.5% in the absence of solvent. Their thermodynamic cycle, based on density functional theory, enables the calculation of salt-bridge interactions in model tripeptides using continuum/microsolvation modelling. Furthermore, the researchers apply this methodology to four larger peptides: 1EJG (crambin), 1BDK (bradykinin), 1L2Y (a mini-protein with a tryptophan cage), and 1SCO (a toxin from scorpion venom). [Raghunathan Ramakrishnan]

Organic Chemistry, Biological Chemistry and Chemical Biology

- **'Peptide hybridization' – an innovative strategy to design peptide inhibitors of *Pf*AMA1–*Pf*RON2 interactions**
  In an endeavour to develop a peptide inhibitor of PfAMA1–PfRON2 interactions, researchers have very successfully designed a unique chimeric peptide that has displayed malaria parasite growth inhibition with nanomolar IC50, which is two orders of magnitude better than any of its parent peptides. The peptide chimaera has been prepared by fusion of the best features of two previously known peptide inhibitors. This work is highly significant, as the resultant chimeric peptide has been found to exhibit growth inhibition activity to a representative drug-resistant *P. falciparum* strain (Dd2) even better than the most common parasite strain (3D7). To understand the molecular basis of the augmented potency, the researchers computationally modelled the hybrid peptide on its receptor. The innovative peptide hybridization strategy demonstrated by the researchers will open up new possibilities to design novel peptide inhibitors for other protein-protein interaction-based drug targets as well. [Kalyaneswar Mandal]

Biophysics

- **Study of biomolecular condensation**
  Biomolecular condensation is ubiquitous and involved in a multitude of functions in living cells. Typically, it involves macromolecules such as proteins, nucleic acids and lipids. However, under certain pathological conditions, the condensates can transition to solid-like amyloid fibrils. However, little is understood about the molecular mechanism of the phase transitions of the bio-

macromolecules. Researchers have used various biophysical approaches, especially single molecule techniques to study phase transition of several amyloid proteins such as amyloid beta, alpha-synuclein and tau. These proteins are involved in various neurodegenerative diseases. [Kanchan Garai]

- **Study of the Conformational Dynamics of Proteins in Solution**
  Proteins are not rigid but populate a range of conformational states in solution. Conformational exchange often occurs between a dominant (low energy) 'major' state and different sparsely populated 'minor' states that are 'invisible' to traditional structural tools. Consequently, very little is known about these alternate conformers even though they have implications for health and disease as they are involved in several processes like catalysis, aggregation, folding, ligand binding, etc. The free energy surface (FES) of model proteins (T4 Lysozyme and the FF domain) is being mapped out at atomic resolution using novel CEST NMR techniques. The thermodynamics (H, S) of the different states and the transition states are also being determined. An important component of the work is the development of new NMR methods, particularly to study multistate exchange over a range of timescales (0.1 to 100 ms) and populations (as low as ~0.1%). This will result in an unprecedented atomic-resolution picture of the FES of the model proteins, with atomic structures of multiple sparsely populated states. [Pramodh Vallurupalli]

Nuclear Magnetic Resonance

- **Methods development in NMR and applications in materials**
  Researchers focus on the development of methods in solid-state nuclear magnetic resonance with an aim to improve the resolution and sensitivity of the NMR spectra. This has implications in various applications, and the group is interested in improving the efficiency and stability of perovskite materials used in solar cells and in battery materials. Solid-state NMR methods are also used in understanding residue-level structural information of TTR fibrils and oligomers, which are implicated in various diseases. [P. K. Madhu]

Biophysics and Solid-state NMR Spectroscopy

- **Assignment of aromatic side-chain resonances and characterization of their distance restraints at fast MAS**
  The assignment of aromatic side-chain spins has always been more challenging than assigning backbone and aliphatic spins. Selective labelling combined with mutagenesis has been the approach for assigning aromatic spins. This study reports a method for assigning aromatic spins in a fully protonated protein by connecting them to the backbone atoms using a low-power TOBSY sequence. The pulse sequence employs residual polarization and sequential acquisition techniques to record H^N- and H^C-detected spectra in a single experiment. The unambiguous assignment of aromatic spins also enables the characterization of ^1H-^1H distance restraints involving aromatic spins. Broadband (RFDR) and selective (BASS-SD) recoupling sequences were used to generate H^N-H^C, H^C-H^N and H^C-H^C restraints involving the side-chain proton spins of aromatic residues. This approach has been demonstrated on a fully protonated U-[^{13}C,^{15}N] labelled GB1 sample at 95-100 kHz MAS. [Vipin Agarwal]

Atom Surface Collisions

- **Contrast inversion in atom scattering microscopy using large atomic cluster**
  Atom scattering-based microscopy is an emerging technique where low-energy neutral atoms are used as soft probes for surfaces. The resulting contrast patterns obtained by detecting the scattered atoms from the surface of a given sample provide a way for imaging surfaces. In this work, researchers have explored the use of large atomic clusters of Krypton atoms as a probe (average

cluster size ~ 10,000 atoms). Their work shows that by using clusters, one can get the topographic contrast (corresponding to the macroscopic geometric features on a surface). Further, contrast beyond simple topography in nature (resulting from the finer differences in atomic cluster-surface interaction and fragmentation) is also observed for atomically thin films. Clusters, by virtue of being much larger in mass (compared to conventional probes, such as He atoms), overcome the diffraction effects, which degrade the ultimate resolution of atom scattering microscopy. These results open up an interesting possibility of high lateral resolution microscopy by the use of atomic clusters as a probe. [Pranav R. Shirhatti]

Metal-organic Framework Thin Films, Chemical Separation and Photophysics

- **Molecular diffusion in porous metal-organic framework thin films**
  Chemical separation can be performed using membrane-based technology, which is much more energy efficient compared to state-of-the-art methods. Metal-organic frameworks are promising molecular sieving materials which can be used for membrane technology. Recently, researchers have evaluated the molecular diffusion mechanism in this porous material. To study those experimentally, they developed novel MOF thin films and examined the mass uptake rate under a chemical concentration gradient. They report that the orientation of the nanochannels along the transport direction is an important parameter, and molecules can diffuse orthogonal to the concentration gradient in a heterogeneous pore system. [Ritesh Haldar]

Organometallic Chemistry and Molecular Materials

- **Molecular Materials and Main-group Catalysts**
  Molecular materials, such as Molecular Magnets, were assembled by using homometallic and heterometallic architectures involving lanthanide or transition metal ions. It has been also possible to prepare compounds containing a single metal ion, viz., single-ion magnets. In another variation of the molecular materials, mixed-valence compounds containing Co(II)-Co(III) were shown to be effective reagents for water oxidation reactions. In main-group chemistry use of an unsymmetrical N-P-N ligand for preparing interesting complexes such as with the Y(III) derivative was accomplished. This complex was found to be an excellent catalyst for the hydroboration of ketones and aldehydes at room temperature. Similarly, aluminium complexes were prepared, which could be used for catalytic guanylation of carbodimides. [V. Chandrasekhar]

BIOLOGICAL AND CHEMICAL SCIENCES

Chemical Biology

- **A lipid-based synthetic "eat-me" signal for neuronal circuit remodelling**
  Researchers developed a novel synthetic photo-activatable lipid molecule to induce neuronal circuit editing by immune cells in a user-controlled manner. This new method can be used to sculpt user-instructed neuronal circuits. [Aneesh Tazhe Veetil]

Biophysics of Proteins

- **Using NMR spectroscopy to understand protein structure and dynamics**
  Researchers are studying actin structure and dynamics in order to understand how these ubiquitous proteins are modulated by cofactors and modulating proteins. They have been able to perform high-resolution solid-state NMR experiments at fast MAS frequencies on the bacteria actin-like protein ParM, as well as express and purify MreB, a bacterial actin that determines cell shape and motility and is an important target for potential antibiotics. Additionally, the researchers have been able to express and purify a carrier protein called SemiSWEET, which will allow them to address some of the fundamental questions in the field of membrane transport. The researchers have also developed

new experiments to determine dynamics in proteins at very fast MAS frequencies. This method will be used to study the above two proteins. Further, they have developed several methods based on multiple acquisition techniques that speed up data acquisition in proteins under fast as well as slow-moderate MAS frequencies. [Kaustubh R. Mote]

PHYSICAL AND CHEMICAL SCIENCES

Theoretical and Computational Chemistry and Physics

- **Photochargeable cathodes in Li-ion batteries**
  In recent years, photochargeable batteries have generated a lot of attention. Researchers investigated one such system, MoS_2/MoO_3, that has been previously shown to function as a photocathode in Li-ion batteries. During the discharge of the battery, Li-ions intercalate MoS_2 layers that should render the system metallic and, hence, incapable of photoexcitation. The computational studies by researchers show that, in the presence of MoO_3, electron density is extracted from MoS_2, making the system amenable to solar light excitation. This feature is found to disappear for higher concentrations of Li-ions, in contrast to an analogous system where the Li-ion-induced changes are minimal. [Soumya Ghosh]

SYNTHETIC CHEMISTRY

Synthesis of New Class of Compounds

- **A bis-NHC-CAAC dimer derived dicationic diradical**
  The isolation of carbon-centred diradicals was always considered to be challenging due to their synthetic difficulties as well as their limited stability. Recently, researchers reported the synthesis of a trans-1,4-cyclohexylene bridged bis-NHC-CAAC dimer derived thermally stable dicationic diradical. The diradical character of this compound was confirmed by EPR spectroscopy. The variable temperature EPR study suggested the singlet state to be marginally more stable than the triplet state. The presence of the trans-1,4-cyclohexylene bridge was instrumental for the successful isolation of this dicationic diradical. Notably, in the case of ethylene or propylene bridged bis-NHC-CAAC dimers, the corresponding dicationic diradicals were transient and rearranged to hydrogen abstracted products. [Anukul Jana]

Homi Bhabha Centre for Science Education

LARGE IMPACT PROGRAMMES:

THE NATIONAL OLYMPIAD PROGRAMME

The Science Olympiad programme slowly returned to its full scale of activities in the 2022-23 cycle, after two years of disruptions and modifications due to the Covid-19 pandemic. This period was marked by uncertainty over the third wave of the Covid-19 pandemic and the resulting disruptions in the academic calendar of the students, with modified national, state, and competitive examination schedules. For the Olympiad programmes, the crucial third stage, the orientation and selection camps, had to be skipped for most subjects. Despite all the problems, the students maintained a high level of performance with a rich haul of medals at the international events.

India's performance at the International Science Olympiads

Team India bagged 1 Gold and 3 Silver medals at the International Biology Olympiad held in July 2022 in Yerevan, Armenia, and 3 Gold and 2 Silver medals at the International Olympiad on Astronomy and Astrophysics, held in August 2022 in Kutaisi, Georgia. Both the International

Chemistry and Physics Olympiads were held as worldwide virtual events, with the teams participating from HBCSE. Indian students won 4 Silver medals at the International Chemistry Olympiad organised by China and 1 Gold and 4 Silver medals at the International Physics Olympiad organized by Switzerland, both held in online mode in July 2022. At the International Junior Science Olympiad held in Bogota, Colombia, in December 2022, India topped the medals tally, with all 6 students winning a Gold medal.

India's performance at the International Mathematical Olympiads

Team India bagged 4 Bronze medals at the European Girls' Mathematical Olympiad in Hungary, held in April 2022, and 1 Gold and 5 Bronze medals at the International Mathematical Olympiad, Norway, in July 2022. The Asia Pacific Mathematical Olympiad was conducted in March 2023 in India, as was the annual Madhava Mathematics Competition in January 2023

VIGYAN PRATIBHA

Vigyan Pratibha (VP) is a national-level project that aims to create spaces within the school systems in India where students of diverse abilities as well as under-served backgrounds can nurture their talent in science and mathematics. HBCSE conducted two teacher workshops for KV, JNV and AECS school teachers from Maharashtra, Gujarat and Goa region in August and December 2022 (40 teachers), and 30 experts from different institutions participated in the resource generation camp in November 2022. 33 school visits were done in the Maharashtra, Gujarat and Goa regions by VP staff to observe the enactment of VP units. The VP team continued weekly discussion seminars (24 in this period) covering various VP learning units (LU) with teachers from different regions. Several LU authors/ contributors from HBCSE also conducted sessions in teacher workshops organised by IMSc, Chennai, and IISERs (Kolkata, Mohali and Bhubaneswar).

NATIONAL INITIATIVE IN UDERGRADUATE SCIENCE (NIUS)

The NIUS programme has been contributing towards training of students and teachers in theoretical and experimental science, preparation of pedagogical material and R&D in science education/laboratory training. HBCSE hosted several student enrichment camps and teacher workshops under NIUS in 2022-23. A new subject, Astronomy, was started as an independent NIUS prrogramme with 31 students attending the first edition. In Biology 65 students attended an experimental camp while one advanced laboratory pedagogy for undergraduate teachers was also conducted. In chemistry 3 experimental chemistry workshops for 71 undergraduate teachers were hosted, and two experimental and two nurture camps were hosted for 202 undergraduate students. The new batch of Physics NIUS saw 70 UG students attend lectures on various topics in theoretical and experimental physic and an elaborate laboratory course based on an experimental problem-solving approach.

SCIENCE EDUCATION

Physics Education Research

- **Student Understanding of Approximations in Physics**
  The study explored student understanding of some of the elementary aspects of approximations encountered in college physics via a questionnaire administered to undergraduate physics students from diverse colleges and national institutes. Data analysis reveals several significant student pitfalls, such as the notion of the order of approximation, consistent handling of a problem up to the required order, and the notion of the order of infinitesimal in calculus-based derivations, among others. [K. K. Mashood]

SCIENCE EDUCATION

Socioscientific Issues

- **Promoting Socioscientific Issue-based Science Education- Finding Opportunities in Assessment**
  The study uses assessment to foster socioscientific issue (SSI)-based learning. The study argues that 'guided assessment' as a pro-learning assessment approach promotes SSI-based learning and illustrates this through a learning module developed on groundwater-related issues. [Deepa Chari]

Science Teacher Education

- **Participatory Approach to Introduce Computational Modeling at the Undergraduate Level, Extending Existing Curricula and Practices: Augmenting Derivations**
  The study describes a case of a teacher enacting an inquiry-based learning unit (LU) as part of a school science enrichment programme. They found that the teacher's interactions with the LU were influenced by her self-stated idea of giving students 'freedom' and argued that it serves the function of a value. The study suggests implications for the design of curriculum materials and teacher professional development. [Shweta Naik]

Biology Education

- **Students' Understanding of Experimentation**
  The study explored how undergraduate biology students formulate experimental designs while working with two model organisms – fruit flies and snails. Students performed the experiments in groups during a workshop. Students were probed to explain their experimental design setups and list the control and treatment groups and dependent and independent variables. The data analysis revealed that students could not correctly assign independent and dependent variables and highlighted the gap between theoretical courses and actual experimentation. [Meena Kharatmal]

- **Preparation and Testing of Food Freshness Indicators: An Application-Oriented Learning Module Integrating Basic Concepts of Microbiology and Chemistry Laboratory**
  Educators at HBCSE conducted a four-day-long inquiry-based module related to "testing food freshness" with around 40 students selected under the National Initiative for Undergraduate Science (NIUS) program. The module integrated concepts of serial dilutions, microbial growth, microbial metabolism, pH, pKa, and basic microbial laboratory practice. The students learned how understanding basic concepts in chemistry and biology can have practical applications very relevant to day-to-day life. The module does not require high-end infrastructure or expensive chemicals and can be easily integrated into any regular Indian undergraduate biology laboratory. [Anuttama Kulkarni]

Chemistry Education

- **Introducing Incremental Levels of Inquiry in an Undergraduate Chemistry Laboratory: A Case Study on a Short Lab Course**
  A short lab course was conducted to introduce incremental levels of inquiry, to connect and integrate different domains of chemistry. Indigo dye was the central theme where students synthesised the dye, dyed the yarns, analysed the generated wastewater, and devised a plan to treat the wastewater. The study aimed to understand how science practice skills could be developed through the incremental approach to inquiry levels. Analysis of the responses in the questionnaire indicated that introducing inquiry at an incremental level is a promising approach to help students develop science practice skills. [Savita Ladage]

DESIGN AND TECHNOLOGY EDUCATION

- **Diversity of Design Solutions to Help another Person in a Real-world Problem Context**
  To foster real-world problem-solving, an open-ended design challenge (preventing a car mechanic from losing her tools) was formulated to promote inclusive collaboration by engaging children in co-designing. This activity was tested with 112 middle school students in two different setups, in a classroom and an open-day event. The nature and diversity of students' design approaches were analysed, and suggests although there were commonalities in design solutions across students, novel elements were found in their ideas. [Adithi Muralidhar]

- **Structure and Symbols: A Visual Analysis of Flags Designed by Children**
  This work describes the insights gained from a workshop, where 69 students from primary and middle schools participated in groups and worked on a visual design task involving designing flags for fictitious countries. Flags designed by children for the fictional countries were analysed for their composition, symbolic representations, colour selection, and dominant element stances, revealing how most students drew extensively detailed flags, and only a few could achieve contextual abstraction and symbolism. [Adithi Muralidhar]

- **Unfolding the Newspaper: Newspaper Design by Children, for Children**
  Newspapers are of special interest to teachers for their teaching and learning possibilities, since making a newspaper involves several stages of content creation, planning and organisation, visual design and execution. The work describes an effort at a summer camp where middle school students had to conceptualize, design and make a children's newspaper for their peers. This provided opportunities to develop creativity, design thinking, arts and crafts, language, and communication skills. [Adithi Muralidhar]

Game Design

- **Game-based Learning to Raise Awareness about Water Sustainability**
  Two games designed to sensitise students about water usage and preservation were developed and tested. The game for primary school students was inspired by real-life scenarios carefully converted into game elements, player interactions and game mechanics. This set up the foundations for the next game, which also aimed at sensitisation towards water conservation and usage at a community-sharing level. The need to design endogenous games is grounded in the information to be disseminated or adapted per contextual needs. [Anisha Malhotra Dalvi]

DEVELOPMENTAL WORK

SCIENCE EDUCATION

Biology Education

- **Development and Execution of Engaging Inquiry-Based Laboratory Content Suitable for Regular Indian Undergraduate Biology Students and Teachers**
  Studying the biological processes underlying the development of a vertebrate animal at the undergraduate level evokes ethical concerns. Educators at the HBCSE Biology Cell developed easy and inexpensive protocols, modified from previously published literature, for studying animal developmental processes using invertebrate model systems — Hydra and Drosophila (fruit flies). These were exercised in an undergraduate teacher training workshop to equip teachers with tools to develop suitable inquiry-based tasks. [Anuttama Kulkarni]

Physics Education

- **Let's Experiment; Let's be Scientist (Electricity & Magnetism)**
  A book describing 15 experiments cum demonstrations on electricity and magnetism for students

of grades 6th to 10th was prepared. Each experiment is followed by the section "Did you know", attempting to cover conceptual understanding around the given experiment. [Vinod Sonawane]

Mathematics Education

- **The Unfinished Agenda of Mathematics Curriculum Reform**
  A research and policy analysis of educational commissions and curriculum framework to date, from the point of view of mathematics education and its challenges, especially in the light of the New Education Policy, 2020, revealed the unfinished agenda of math literacy. [K. Subramaniam]

Design Education

- **Nudging Students' Designs**
  Researchers explored the concepts and skills students would learn when constructing and testing physical models of simple instruments. They found building a shared space and inviting students to participate in model designing crucial. [Deepa Chari]

Science in Local Contexts

- **Trees at HBCSE: Hidden in Plain Sight**
  The tree brochure is a fun flip-through that can also be used as an educational resource for teachers and students. The cards offer a glimpse of the tree diversity at HBCSE. Each digitally illustrated card is accompanied by a snippet about the tree, as well as the location of the tree on campus. These cards can be used as individual flashcards for a treasure hunt or a game directed towards developing skills like keen observation and mapping while appreciating the local flora. [Adithi Muralidhar]

Environment Education

- **The Poopy Path**
  The Poopy Path, an environment education-based children's storybook, was published. The story tries to build awareness amongst children by showcasing the biodiversity of a specific region, the nature of wild animals and their secret lives, emphasising the rich traditional knowledge of local people about their environment and subtly challenging (gender and other) stereotypes. It also attempts to create a sensitisation among (urban) children who often think there is "nothing" to see in the jungle. [Adithi Muralidhar]

Science Popularisation

- **Jal- Jeevan Ka Adhaar**
  The National Book Trust, an autonomous institution of the Ministry of Education, Government of India, brought out the first revised edition of the book. Since the book had already gone into 12 reprints in the past two decades, it was necessary to update it. Water, the commonest of all substances, has many uncommon and anomalous properties responsible for supporting life on our planet and its origin and evolution. The book describes the science behind the astonishing role of water as the basis of life. [K. K. Mishra]

- **Social Media- Hindi Vigyan Sanchaar Ka Ek Sashakt Madhyam**
  The National Institute of Science Communication and Policy Research, a constituent unit of CSIR, published a book titled "Vigyan Sanchar Sahitya ko Sanwaarati Vidhayen" on the occasion of 75 years of India's independence. The work contributes to the holistic picture of science communication in the country and gives future directions to emerging areas of science dissemination. [K. K. Mishra]

- **Homi Bhabha Centre for Science Education**

Vigyan Pragati, a prestigious popular science magazine in the country, is brought out by the National Institute of Science Communication and Policy Research, a constituent unit of (CSIR), released a special issue on the occasion of 75th year of India's independence. This article focuses on HBCSE's significant contribution to the dissemination of science, mainly in Hindi. [K. K. Mishra]

DESIGN AND TECHNOLOGY EDUCATION

Design Skills

- **Design Activity Book**
  This one-of-a-kind design activity workbook, with simple instructions and open-ended design exercises, exposes young minds to the fundamentals of design, creative exploration and problem-solving. The activities in the workbook draw from multiple disciplines such as science, social studies, environment and arts, but do not demand formal proficiency in any of these as a pre-requisite. They also specifically emphasise skills of drawing, visual literacy, verbalising, planning, and lateral thinking, as well as thinking critically and creatively. [Adithi Muralidhar]

INTEGRATED EDUCATION

Instructional Materials for Under-resourced Communities

- **Anandi**
  The monthly newsletter 'Anandi' (started Sept 2021) now reaches 5000 school students in rural Maharashtra. Anandi connects students in 13-15 years age group who lacked access to online education during the Covid pandemic and, in general, lack exposure to the speedily growing online world. The newsletter aims to develop an interest in subjects like science, mathematics and astronomy, bridging the gap between students' local contexts and formal education. The newsletter has an interactive component where students respond to specific prompts based on the articles. [Asmita Redij]

VIGYAN VIDUSHI

An advanced training and mentorship programme in Physics for women students in the first year of MSc was jointly organised with the TIFR main campus in July-August 2022. In the 3rd edition of Vigyan Vidushi Physics, 41 women students from across India participated.

Research Facilities

TIFR Balloon Facility, Hyderabad

Scientific Ballooning

- **Design and Fabrication of Zero-Pressure Plastic Balloons**
  (i) A Zero-pressure balloon of volume 12892 cu.m was designed, fabricated, and exported to Space Ryde, Canada.

  (ii) A large zero-pressure balloon of volume 739460 cu.m was fabricated and supplied to Space Unbound, USA.

  (iii) Two small zero-pressure balloons of volume 1444 cu.m were designed, fabricated and exported to Stratosyst, Czech Republic.

  (iv) One more zero-pressure balloon of volume 286652 cu.m was designed and fabricated for Halo Space, Spain.

  (v) A large zero-pressure balloon of volume 615078 cu.m with a double cap was designed, fabricated and will be supplied to Halo Space, Spain. [Buduru Suneel Kumar]

- **Fabrication of Kytoons/Aerodynamic-shaped balloons**
  Fabricated a kytoon of volume 9.9 cu.m with milky white polyethene film and supplied it to the Indian Institute of Tropical Meteorology (IITM), Pune, for their aerosol and boundary layer experiments. [Buduru Suneel Kumar]

- **Launch of rubber balloons for M/s Dhruva Space, Hyderabad**
  Successfully conducted two rubber balloon flights for M/s Dhruva Space Private Limited, Hyderabad in August and September 2022 from the TIFR Balloon Facility, Hyderabad. TIFR Balloon Facility provided its launch support to them to test their newly developed P-DoT CubeSat. [Buduru Suneel Kumar]

- **Launch of zero-pressure balloons from the TIFR Balloon Facility, Hyderabad**
  Successfully conducted a test flight on 5th November 2022 with a zero-pressure balloon of volume 3026 cu.m. In this balloon flight, TIFR Balloon Facility tested various developmental systems of the Balloon Facility along with the newly developed payloads such as LASERS and Optics of the Nano-Optics and Mesoscopic Optics Laboratory from TIFR, Mumbai. [Buduru Suneel Kumar]

- **Launch of zero-pressure balloons from the TIFR Balloon Facility, Hyderabad**
  Successfully conducted a zero-pressure balloon launch in December 2022 using a balloon of volume 286652 cu.m to test Halo Spain's space capsule for their space tourism experiments. The payload had a diameter of 5m with a height of 3.5m. A new extended boom structure was designed, fabricated, and equipped on the launch truck to accommodate this bigger payload. The experiment was conducted on 7th December 2022, and the balloon reached its maximum altitude of 37 km. The payload was successfully recovered. [Buduru Suneel Kumar]

- **Launch of zero-pressure balloons from the TIFR Balloon Facility**
  TIFR Infrared Astronomy flight was successfully conducted on 18th February 2023 using a zero-pressure balloon of volume 143396 cu.m made out of 20 microns of Antrix film as a shell and 30 microns of Antrix film as a cap. The balloon carried a TIFR's 100 cm telescope weighing around 850 kg and it reached its ceiling altitude of 31.5 km and floated there for around 6 hrs. [Buduru

Suneel Kumar]

- **Development of New Load Tape using Dyneema Yarn**
  TIFR Balloon Facility (TIFR-BF), Hyderabad Developed a load tape using newly procured Dyneema yarn and achieved a breaking strength of 800 kg. This load tape can be used to fabricate zero-pressure balloons to carry payloads as high as 6000 kg. TIFR-BF successfully fabricated a sphere-shaped balloon of volume 250 cu.m using this load tape and also tested it with a load of 7000 kg. [Buduru Suneel Kumar]

- **Telemetry data decoding and graphical user interface software for balloon-borne experiments**
  LabVIEW™-based Telemetry data decoding and graphical user interface software was developed for balloon-borne experiments. This software will receive S-band telemetry data from the UDP port, will lock the tele-command frame out of many other received frames and extract, decode, and display on-board Tele-command housekeeping data from this locked frame. This software can be customized as per user requirements to extract and decode information from received S-band telemetry data, which is transmitted from various onboard science payloads. It will also display these data graphically and in a user-friendly format. [Dharmesh Trivedi]

- **Civil Aviation safety devices such as ATC-Transponder and Radio Beacons significant in scientific ballooning and the automation of their functionality during the course of balloon flight**
  In scientific ballooning, during the ascent and descent phases, the balloon passes through the civil aviation path. It is essential to incorporate air safety devices/sub-systems in the onboard section to provide balloon coordinates to the air traffic controller (ATC) and to the pilots when they interrogate. Transponder and Radio Beacon are the two safety sub-systems incorporated in the onboard section of every balloon flight. But, both systems need to be switched off/on after 14 km during the ascent phase and descent phase, respectively. So, an automation system was developed using a PIC16F88 microcontroller to switch off the Transponder and Radio Beacon systems during the ascent phase and then again switch on both systems during the descent phase at 14 km of altitude. The functionality of the automation system is tested and validated in one of the test flights. And from there onwards, it was implemented in all the balloon flights. [Santosh K Koli]

- **PCM data playback system**
  Designed a PCM data playback system to replace a DOS-based playback system. A novel concept is devised to send Telemetry data stored in IRIG- 106 CH10 format as a Bi-Phase-L bit stream. Hardware is built around commercial-off-the-shelf (COTS) to reduce the implementation cost. The data file can be copied to a USB disk or sent the file over a secure socket layer connection to enable playback. [B. V. N. Kapardhi]

- **S-mode Transponder (XPDR) display**
  Designed a display module for the S-mode transponder Ping200SR (XPDR). The XPDR is not having any inbuilt display to show the status of the XPDR. To display the status messages, a small Raspberry Pico board with LCD display was used to decode and display critical information sent by XPDR. The display unit takes less current and is extremely light weight suitable for carrying along with XPDR. The custom box for this display was made using a 3D printer. In addition to the display of data, it retransmits via serial port for further analysis, where software written for a PC will store the data. Researchers thoroughly tested and validated its performance (continuous) over a period of time. Any anomaly that might have occurred during its long-duration test can go undetected. [B. V. N. Kapardhi]

Atmospheric and Environmental Sciences

- **Atmospheric aerosols and trace gases**
  (i) TIFR Balloon Facility, Hyderabad, is regularly operating Multi Wavelength Radiometer (MWR) for columnar aerosol optical depth (AOD) over Hyderabad under the Aerosol Radiative Forcing over India (ARFI) project under joint collaboration with SPL-VSSC, Thiruvananthapuram.

  (ii) TIFR Balloon Facility, Hyderabad also provides its support to measure the trace gases (Ozone, sulfur dioxide, Nitrous oxide, carbon monoxide, solar radiation) at the surface level under collaboration with IICT-Hyderabad of their Atmospheric Trace gases-Chemistry, Transport and Modelling (ATCTM) project. [Buduru Suneel Kumar]

Ionosphere Physical Properties

- **Auto-detection of sporadic E and spread F events from the digital ionograms**
  The ground-based digital ionosonde systems record the diurnal, seasonal and solar cycle variations influence on the ionosphere and the ionospheric E and F layer irregularities in response to space weather events. To study the spatial variations of the ionosphere, it is required to consider the ionograms from the widespread digital ionosonde systems. Manual detection of the sporadic E (Es) and spread F (SF) events from the widespread digital ionosonde ionograms is a tedious and time-consuming job. So, developed an auto-detection module on an open-source (Python) platform to detect Es and SF events from the digital ionograms. The ionograms recorded during the year 2015 were considered from the digital ionosonde located at the Balloon Facility of TIFR, Hyderabad. The proposed module successfully identified/detected the Es events with 96.71% and strong range spread F (SSF) events with 93.39%. The results (Es and SSF) of the proposed auto-detection module are useful for alerting the global navigation satellite systems (GNSS) and high frequency (HF) systems in the case of ionospheric scintillation to initiate mitigation algorithms. [T Venkateswara Rao]

Mars Ionosphere Physical Properties

- **Bi-LSTM deep learning based Martian Ionosphere Electron Density prediction model using Mars Global Surveyor mission data observations**
  The Martian ionosphere is a significant area of study for planetary scientists and space agencies due to its potential impact on future missions to Mars. The electron density is an important parameter to measure in the Martian ionosphere, as it can affect satellite communication and navigation. The complex and non-linear variability of the Martian ionosphere can be accurately predicted by machine learning models. The Bi-directional Long Short-Term Memory (Bi-LSTM) model algorithm proposed to predict the ionospheric electron density profiles. Considered the Mars Global Surveyor (MGS) mission data samples recorded during the Mars Year (MY) 24 to 27. The performance of the Bi-LSTM model is evaluated and compared with the Bagged Trees prediction model in terms of prediction metrics such as Mean Absolute Error (MAE) and Root Mean Square Error (RMSE). [T Venkateswara Rao]

Pelletron LINAC Facility

- The Pelletron LINAC Facility (PLF), a joint facility of TIFR and BARC, continues to be a major national centre for heavy ion-based research. In the current year, a total of 50 experiments were performed using H, ^{6,7}Li, ^{11}B, ^{12,13}C, ^{18}O, ^{19}F, ^{28,30}Si, and ^{32}S beams. The LINAC was operated from March 25 to May 22, 2022, for a total of 10 experiments. Driven by user interest, a ^{9}Be beam cycle

was scheduled starting Feb. 2023. The user community mainly comprises scientists from TIFR, BARC, other DAE institutes, Universities, IITs and ISRO centres. The research work at the facility has resulted in 17 publications in refereed journals and 4 PhD theses in this year. [Vandana Nanal]

Developmental Activities Related to Pelletron LINAC Facility (PLF)

- Upgradation of the various subsystems for improving the accelerator performance is an ongoing process. [Vandana Nanal]

Instrumentation

- EPICS (Experimental Physics and Industrial Control System), a set of open-source tools, is a preferred choice worldwide for integrating a large number of devices in accelerator control. Efforts to upgrade the present Java-based distributed control system for LINAC to EPICS have been initiated. Researchers have developed control and monitoring of the steerer power supply on EPICS. The EPICS-based Input Output Controller (IOC) for the beam steerer has been built using Linux on the EPICS base 7 platforms, with asyn module and stream devices using the standard IP protocol. The front-end GUI is developed in Phoebus CSS. [Vandana Nanal]
- Neutron and Gamma area radiation monitors (ARM) are employed to monitor radiation levels in accelerator areas, and an alarm is generated if the radiation dose exceeds a specified limit. The existing monitors installed more than two decades ago are becoming obsolete. Hence, the design of a compact and efficient ARM system with remote monitoring capability has been initiated. The detector used in the neutron monitor is a boron tri-fluoride gas-filled proportional counter. The present design employs a miniaturized DC to High voltage module to provide high voltage bias to the detector and a trans-resistance amplifier to process the detector signal. The design is made compact with minimal interconnection between the detector and the amplifier to reduce noise pickup. The detector readout is interfaced with micro-controller-based processing electronics and has a provision for remote monitoring via the internet. The readout circuit of gamma area monitors is modified and made compatible with micro-controller-based processing electronics with network connecting capability, similar to neutron detectors. The prototype has been tested and found to be satisfactory. [Vandana Nanal]
- A remote monitoring system for high-temperature Vacuum furnace has been designed, fabricated and installed. The unit monitors the vacuum data and generates an alarm if preset limits are exceeded. The alarm is sent to a group of operators via a telegram app. [Vandana Nanal]
- Hydrotesting of helium storage cylinders (~180 number) was carried out as per the mandatory safety requirement. [Vandana Nanal]

Target Lab

- Target Lab provides crucial support to PLF experiments by preparing thin target foils as per user requirements. This year, ~ 250 different target films were prepared, including several targets of enriched materials by evaporation and rolling. Target foils were also prepared for some user groups at BARC, IUAC, and VECC for experiments elsewhere upon special requests. Occasionally, targets are also prepared for TIFR users for experiments other than PLF. For the Pelletron terminal stripper, ~300 DLC (Diamond-like carbon) foils of thickness 4μg/cm^2 were lifted. A thickness measurement setup using alpha-particle energy loss is set up to verify the target thickness. [Vandana Nanal]

Nb Resonator and Associated Infrastructure Development

- To widen the mass acceptance of the LINAC, the development of low β Niobium QWR cavities (β_{opt}=0.07) has been initiated. The low beta Nb cavity will be installed in the first module of the

LINAC to increase the velocity acceptance of the LINAC. A prototype SS and OFHC QWR are being fabricated in collaboration with BARC. Design of welding fixtures for resonator components and e-beam welding trials in the TIFR workshop are underway. The OFHC sheet metal component annealing was carried out in a high vacuum furnace. The observed maximum hydrogen partial pressure is ~1.2x10E-6 mbar at 7.5x10E-6 mbar base Vacuum. [Vandana Nanal]

- The design qualification of the prototype, mainly the resonant frequency and field mapping using a bead pull test, is an important step in the cavity development process. To qualify the design and performance of the low beta cavities, a precision bead pull test setup is developed at TIFR employing a Teflon bead of 6 mm diameter. To test the setup, the field mapping of the lead-plated copper cavity (β_{opt}=0.1) was carried out using Teflon (dia. 6 mm) and SS beads (dia. 6 and 11 mm). The changes in the electric field and resonant frequency are measured by employing a frequency modulation technique with a high-precision signal generator and a 500 MHz digital oscilloscope. Further, tests are in progress to deduce the electric field from the phase shift measurement using a Vector Network Analyser. [Vandana Nanal]

National Facility for High Field NMR

National Facility for High Field NMR (TIFR, Mumbai)

- The Facility has two high-field NMR spectrometers: Bruker Avance Neo 800 MHz with a cryoprobe and Agilent 600 MHz with the multinuclear probe. The Facility continued to provide NMR services to in-house graduate students and users from academic institutes as well as from industries during the given period. TIFR students are trained to operate both spectrometers and are encouraged to use the instruments at night and on weekends, and on holidays, while external users are given slots on weekdays. This way, efficient utilization of machine time is done so that wastage is minimal. Researchers from several institutions and industries used the Facility this year [Mamata Joshi]

Maintenance and Help Extended to other NMR Facilities

- At the NMR Facility at SIF, IIT, Powai, a Helium recovery facility was recently set up with technical inputs from Mr. Manoj Naik (NMR Facility, TIFR, Mumbai). The process of recovering precious and scarce Helium gas while refilling the NMR spectrometer SC Magnet Cryostat was also demonstrated at the NMR Facility in IIT, Powai. In the month of November 2022, the solution state probe of IIT, Powai NMR Facility, stopped functioning. The probe was brought to the NMR Facility, TIFR, opened up and repaired. The probe was then sent back to the NMR Facility in IIT, Powai and was found to be working satisfactorily. [Manoj Vishnu Naik]

Low-Temperature Facility

- The Low-Temperature Facility (LTF) at TIFR is responsible for providing liquid helium, liquid nitrogen, and related cryogenic support services to various facilities and laboratories of the institute. In the financial year 2022-2023, LTF produced 90,000 litres of liquid helium and 2,21,450 litres of liquid nitrogen. This was achieved despite the global helium gas shortage due to the controlled helium gas management at LTF. LTF also carried out many scheduled and breakdown maintenance of the helium plant and its auxiliary equipment and maintenance works related to the liquid nitrogen plant. During the financial year 2022-23, LTF successfully met the users' liquid helium and liquid nitrogen demands. The major highlights are:

- LTF could enhance helium production by 18% in spite of global helium gas shortage by effectively managing the available helium gas.
- LTF carried out many maintenance works to ensure the smooth operation of the helium and nitrogen plants.
- LTF is committed to providing uninterrupted cryogenic support services to the institute and other users.

[K. V. Srinivasan]

FUTURE AND ONGOING PROJECTS OF THE INSTITUTE

Within the TIFR system, individual PIs will continue to work on their areas of interest and publish their research findings in major peer-reviewed national and international journals. On average, TIFR and its Centres publish nearly 1000 research papers annually in such journals, which may also be expected during the next year. In addition, TIFR conducts multiple programmes in Science Education and Outreach, e.g. the Science Olympiads, which may also be expected to proceed in the usual manner.

The major science projects of the institute are as follows:

1. **India's participation in the international Square Kilometre Array project**
   NCRA is continuing to lead Indian participation in the international Square Kilometre Array (SKA) project as the nodal institution, coordinating the activities of more than 20 other institutions in India and interfacing with the SKA Observatory management. India ramped up its participation in the construction phase activities with a full compendium of teams from India contributing to the development of the Observatory Management and Control (OMC) system – the brain and nerve centre of the entire SKA Observatory – with the activity being coordinated by NCRA, in collaboration with industry partners. India also stepped up its contributions to the station-level digital systems for the SKA-Low telescope, with laboratories from GMRT making significant contributions to testing and feature addition to the digital platform. In order to continue with the above activities, the interim cooperation agreement with the SKAO Council was extended for one more year, even as the main DPR for Indian participation in the construction phase of the SKA submitted to the Government of India, reached the pre-final stage of the approval process.
   [Contact person: Yashwant Gupta]

2. **Gravitational-Wave research**
   TIFR-Mumbai is playing a lead role in developing new techniques and analysis pipelines for gravitational wave data in synergy with the galaxy surveys to understand the evolution of the Universe and its constituents. The group is working to understand the formation of black holes in the Universe, the properties of dark matter and dark energy, and testing fundamental laws of physics using gravitational waves and electromagnetic observations. The working group is a part of multiple national and international collaborations, such as LIGO-India, LIGO, Virgo, CMB-S4, LISA, and Cosmic Explorer. The group is developing a new coordinated effort towards multi-messenger science using gravitational waves and electromagnetic waves in the frontier of theory, statistical tools, and data analysis. [Contact person: Suvodip Mukherjee]

3. **CMS (Compact Muon Solenoid) Collaboration (CERN, Switzerland)**
   TIFR scientists are participating in all aspects of the CMS experiment, including data collection, monitoring, analysis, detector hardware construction and grid computing. The CMS experiment is being upgraded in a major way to be ready by 2026 when the luminosity of LHC will be almost ten times higher than the design value. The CMS group at TIFR is involved in hardware R&D for the upgrade of the CMS experiment in two ways. In one case, the Level1 or primary trigger, the system that selects events in real-time by quick online check, will be replaced by custom-made electronics hardware based on the latest technologies, like field programmable gate arrays (FPGAs). TIFR group is responsible for fabricating some parts of the electronics in the Indian industry. TIFR is also participating in developing Trigger algorithms, which will be executed on these FPGAs to select the most interesting events. This is a major responsibility which is being pursued for the first time in the country. [Contact persons: Kajari Mazumdar, Gobinda Majumder, Monoranjan Guchait]

4. **India's participation in the International Pulsar Timing Array (IPTA)**
   A Pulsar Timing Array (PTA) experiment employs an ensemble of pulsars to detect nanoHz gravitational waves (GWs), either from a stochastic background or from isolated individual supermassive black hole binaries. While this is the prime goal for the InPTA experiment eventually using an appropriately long time baseline, with simultaneous multi-frequency observations covering the 300 MHz to 1.4 GHz range, InPTA is best placed to accurately characterize the variations of Dispersion Measure (DM) and other propagation effects in the interstellar medium with epochs. By characterizing these propagation effects, which is critical for PTA experiments, InPTA has already demonstrated DM measurements that are precise up to the fifth decimal place and sub-microsecond times-of-arrival uncertainties and post-fit residuals, i.e., the feasibility of high-precision timing at low frequencies. [Contact person: Yashwant Gupta, Bhal Chandra Joshi, A. Gopakumar, Yogesh Maan]

5. **Dealing with the Radio Frequency Interference at the GMRT**
   This project is about keeping the radio frequency interference signals (RFI) at GMRT in check. Many independent and interesting approaches are currently being pursued towards this objective. Examples include – exploring the use of interferometric data to locate the most prominent sources of terrestrial RFI; exploring the use of difference imaging of satellite imaging of the GMRT region to identify potential industrial structures coming up in this region; exploring the use of AI/ML techniques for real-time identification of RFI in high time resolution GMRT data; and developing and maintaining an up-to-date database of satellites which give rise to RFI in the GMRT bands. [Contact persons: Divya Oberoi, Yashwant Gupta, Shriharsh Tendulkar]

6. **Developments at the Ooty Radio Telescope (ORT)**
   This year, thorough testing and debugging of the entire receiver chain of the ORT was initiated (and made significant progress) with the aim of restoring the ORT to its full capabilities in terms of sensitivity and reliability. Future development of Ooty wide field array (OWFA) will be taken up, like RF digitization (40 MHz), which is needed for BAO science. The OWFA will also be used for transient science. Further activities related to improvements of the mechanical and civil structures were also taken up during this period, including plans for repainting the entire 530 m long telescope structure. [Contact person: Yashwant Gupta]

7. **Ground-based Near Infrared Astronomy**
   TIFR has developed three state-of-the-art near-infrared (NIR) spectrographs and imagers, TIRCAM2 mounted on the side port of the 3.6 metre Devasthal Optical Telescope (DOT), Nainital, TIRSPEC mounted on the side port of the 2 metre Himalayan Chandra Telescope at Hanle, Ladakh and TANSPEC mounted on the DOT, to conduct astronomy research in the NIR band (1 to 3.7 micron). These instruments are being widely used for NIR astronomical imaging and spectroscopy. Several science and instrumentation papers using these three instruments have been published in various peer-reviewed refereed journals during the past year. TIFR plans to upgrade the TIRSPEC instrument to a fast readout science grade array Hawaii-1RG (H1RG) during 2023. The concerned research group implemented the fast sub-array mode and pioneered the use of the TIRCAM2 instrument for very fast photometry, aiming to record Lunar Occultations. [Contact person: Devendra K. Ojha]

8. **Far-Infrared Astronomy using balloons**
   Balloon-borne far-infrared (FIR) astronomy is a part of the TIFR-Japan collaboration project where a Japanese (ISAS-JAXA and Nagoya University, Japan) Fabry Perot Spectrometer (FPS) is used at

the focal plane of the TIFR-made 100 cm aperture balloon-borne telescope (T100). T100+FPS was first launched in 1999 and latest on February 18, 2023, and it mapped large regions in [C II] line at 158 microns and a continuum of several Galactic star-forming regions. The group is upgrading the current FPS to a new FPS, which will provide higher spatial (≤ 40 arcsec) and spectral resolution (R ~10,000). It will then allow the investigation of gas geometry and dynamics of filaments in Galactic star-forming regions in unprecedented detail. The first flight of the upgraded T100+FPS is planned for the near future. [Contact person: Devendra K. Ojha]

9. **Collective behaviour of active, intelligent agents, Science+X Initiative**
   The Science+X initiative started in TIFR in early 2021 with the aim of bringing the basic research expertise in TIFR to address the social and strategic problems of India. The first project of this initiative concerns developing an information processing-based strategy for controlling the collective behaviour of large numbers of active, intelligent agents with limited communication and on-board processing abilities. This would be applicable in a wide variety of situations, ranging from biological swarms and flocks to drone swarms. This project effectively started in March 2021. Several interesting findings related to quick flocking and dispersal strategies for such swarms have been made. [Contact persons: Amitava Bhattacharya, Shankar Ghosh, Vikram Tripathi]

10. **Rohini Nilekani Centre for Brian and Mind**
    Rohini Nilekani Centre for Brain and Mind was initiated. The Centre is a collaboration between the National Institute of Mental Health and Neurosciences (NIMHANS), Bangalore and NCBS. It will research the causes and explore treatments for mental illnesses [National Centre for Biological Sciences, Bengaluru]

11. **Epitaxial thin film growth and low-temperature magnetotransport facility**
    Over the past two years, a research group at TIFR has developed facilities for epitaxial thin film growth of intermetallic systems and III-V semiconductors by molecular-beam epitaxy and magnetron sputtering. In addition, they have also developed facilities to perform low-temperature magnetotransport measurements capable of reaching 1.6K base temperature and a maximum of 14 Tesla magnetic fields. [Contact person: Souvik Chatterjee]

12. **ARUMDA (Advanced Research Unit on Metabolism, Development and Aging)**
    ARUMDA has been conceived to bring together basic biologists, clinicians and public health experts to address metabolic diseases and accelerated ageing in the country. TIFR has led several national missions across domains, and it has now taken concrete steps to establish this as a centre (https://www.tifr.res.in/~arumda/). Besides building/enhancing capacity by establishing (a) a national facility for nutrition & metabolism research, (b) stable isotope-based methods, (c) human metabolic chambers, and (d) innovative educational/training programs, ARUMDA has added the key mandate of building a network across the country. This is in addition to the deep-dive in-house research employing pre-clinical and clinical cohorts that capitalise on forward and reverse translational approaches. ARUMDA has initiated several pre-clinical and clinical studies to address malnutrition and utilise cutting-edge approaches to bridge the gap between BMI, body composition and energy homeostasis. These include malnutrition associated with pre-pregnancy and pregnancy and post-natal development in children. [Contact Persons: Ullas Kolthur and Mahendra Sonawane]

13. **High-Intensity light-matter interaction**
    Ultrahigh intensity, femtosecond table-top terawatt lasers can create extreme states of matter- high density coupled with high density. Pioneering efforts from TIFR include simultaneous femtosecond

temporal and micron spatial mapping of the hot, dense matter that is created on a solid, establishing parallels between the giant magnetic field evolution in the hot matter with that in astrophysical scenarios, propagation of blast waves and developing table-top hard x-ray and high energy electron sources for imaging in solids and biological matter. An upcoming petawatt laser facility will catapult these studies onto a higher plane, pursue particle acceleration and quantum electrodynamics and devise brighter radiation sources. The infrastructure for this facility is being built on the Hyderabad campus, and the process of procuring the laser system has been initiated. [Contact persons: G. Ravindra Kumar and M. Krishnamurthy]

14. **GRAPES-3 Cosmic ray research programme**
The GRAPES-3 experiment, located in Ooty, Tamil Nadu, is the leading cosmic ray research facility in the country, operated by TIFR (DAE). It involves 20 institutions from India and Japan, aiming to investigate the origin of Galactic cosmic rays, solar and space weather phenomena, and atmospheric science. It is home to the world's largest muon telescope, constructed using indigenous detectors and electronics along with a 400 scintillator detector array. An additional similar muon telescope is under construction to enhance its science capabilities. As of now, nearly 80% work of it has been completed, and one of the 16 modules has become operational. [Contact person: Pravata K. Mohanty]

15. **Pelletron LINAC facility at TIFR Mumbai**
The BARC-TIFR Pelletron LINAC Facility continues to be a major national centre for heavy ion-based research, where scientists from the DAE family and other national institutes/universities pursue research programmes in Nuclear Physics, Atomic Physics, Condensed matter physics and various applications. To enhance the scope of available beams, the development of a low beta Nb cavity for the LINAC entrance module is initiated. This R&D is highly relevant for accelerator technology developments in the country. A dedicated campaign to study nuclear reactions with a weakly bound ^{9}Be beam was successfully completed. Ongoing programmes also include the study of the effect of radiation on rice seed mutation and space devices. [Contact person: Vandana Nanal]

16. **BELLE Collaboration (KEK, Japan)**
The Belle group at TIFR has been highly productive and visible within the Belle (II) collaboration in Japan. As a physics coordinator for the 450-strong international Belle collaboration, TIFR has continued to lead its physics program since April 2018. Continuing their leading contributions to the silicon vertex detector (SVD) of the Belle II experiment, the group members were strongly involved in the operation, maintenance, and software performance of this subdetector. The members were also responsible for the specific energy-loss calibration of the subdetector to facilitate the identification of low-momentum charged particles. Further, they participated in the physics harvesting of data recorded by the Belle II detector, which resulted in three public documents. [Contact person: Gagan Mohanty]

17. **Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR) Collaboration**
The International Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR) at Darmstadt has formed the Nuclear Structure, Astrophysics, and Reaction (NUSTAR) collaboration at FAIR to study the properties of exotic isotopes and their impact on the evolution of the universe. One of the key instruments of the Decay Spectroscopy (DESPEC) experiment at FAIR is the DESPEC Germanium Array Spectrometer (DEGAS). This is a high-purity germanium gamma-detector array for high-resolution spectroscopy of electromagnetic decays from exotic nuclear species. The mechanical components of the cryostat of the DEGAS spectrometer have been fabricated at TIFR. This

involved high-precision engineering fabrication and quality control of the fabricated components. The physics simulations have been done to understand the response of the spectrometer. In addition, position resolution and depth of gamma-ray interaction have been studied for one of the planar segmented HPGe detectors, which shall be employed in future DESPEC experiments. [Contact person: R. Palit]

18. **Highly Connected qubit networks using a novel coupler based on a ring resonator**
A TIFR group has proposed and demonstrated a novel bus cavity architecture where they made the resonator in the form of a continuous ring and placed the qubits distributed along its circumference. They analysed a 12-qubit system where qubits are placed at 30 degrees along a ring resonator and showed that each qubit is coupled to 9 other qubits with only two slightly different values of coupling strength. They demonstrated these predictions in a carefully designed 4-qubit experiment with good agreement with the theory. They are presently working on multiple rings, introducing tunable couplers and using optimal control techniques to optimise the performance of small-scale, highly connected quantum processors. [Contact person: R. Vijayaraghavan]

19. **India's first 7-qubit superconducting quantum computer with cloud access**
The TIFR group is working on a technology demonstration to develop India's first 7-qubit computer using superconducting qubit technology. The hardware development is being done in collaboration with the DRDO Young Scientist Lab on Quantum Technologies (DYSL-QT). In parallel, a software platform for accessing this quantum processor via the cloud is being developed with Tata Consultancy Services (TCS). The quantum processor chip is based on a novel design developed at TIFR and will be fabricated and assembled in TIFR. Once launched, this will enable any user to access and program the 7-qubit quantum computer. [Contact person: R. Vijayaraghavan]

20. **Physics Analysis Coordination for the INO-ICAL Collaboration**
The magnetised iron calorimeter detector (ICAL) at the proposed India-based Neutrino Observatory (INO) is envisaged to be a 40 kT electromagnet. It will be sensitive to atmospheric muon neutrinos of multi-GeV energies. Its primary purpose is to determine the neutrino mass ordering. However, it can also explore many more properties of neutrinos, including those beyond the Standard Model of particle physics. Searches for new physics like dark matter and magnetic monopoles can be carried out using ICAL, and even the internal structure of the Earth may be probed. While the detector is yet to be constructed and the site is yet to be finalised, coordinated efforts are underway to quantify the physics potential of INO-ICAL for these explorations. A robust set of simulations and algorithms has been developed by neutrino physicists in many Indian institutions. The activities among all these groups and their physics analyses are coordinated by Prof. Amol Dighe (TIFR, Mumbai) and Prof. Srubabati Goswami (PRL, Ahmedabad). [Contact person: Amol Dighe]

21. **Vigyan Vidushi, a three-week programme for women students**
Vigyan Vidushi, a three-week programme for women students at the end of their M.Sc. first year in physics, aims to provide exposure to advanced physics and research opportunities. The students in this programme get a chance to be taught, inspired, and mentored by successful women scientists, encouraging them to take up research in physics as a career option. In 2022, 41 women students participated in the programme in two parts (July-August), each 11-12 days. The program includes intensive laboratory-based courses, special lectures by eminent women scientists, sessions on Physics Education Research and career mentoring. The students also visit advanced facilities at TIFR and interact with mentors from TIFR, HBCSE and elsewhere. [Contact person: Anwesh Mazumdar, Vandana Nanal, Amol Dighe]

22. **Vigyan Pratibha**

The Vigyan Pratibha team from HBCSE-TIFR has conducted 33 school visits in Maharashtra and Gujarat to observe the implementation of roughly 15 learning units and discuss possibilities for improvement. In November (3rd – 6th November 2022), a resource generation camp was held to review Class 9 Learning Units. More than 40 academicians from HBCSE, partner institutes, different centres of TIFR and other S&T institutions like IISc, IITs, and IISERs participated in the deliberations. Translation of some of the Class 8 learning units in Marathi, Hindi, Tamil, Gujarati and Punjabi are in progress. The website is updated with more resources and content. A special Learning Unit session (on Measuring Volume) was conducted for Students from St. Xavier's Institute of Education, Mumbai and a team from the University of Rwanda (College of Education), Rwanda, on 22nd September 2022. [Contact person: Ankush Gupta, Deepa Chari]

23. **National Initiative in Undergraduate Studies (NIUS)**

The NIUS holds camps in Physics, Chemistry, Biology and Astronomy (from this year). In the camps, the students attend lectures and practical sessions. In physics, the camp had lectures and short courses on various topics in theoretical and experimental physics, physics education research and an elaborate laboratory course based on an experimental problem-solving approach. In chemistry, the camp focused on reading research papers, learning through the POGIL approach and experimental sessions with inquiry on various topics in chemistry. In Astronomy, students learned about Positional Astronomy, Solar Astronomy, Optical Astronomy and X-ray Astronomy at HBCSE and visited NCRA-TIFR and GMRT. The NIUS programme will continue this year. [Contact persons: Savita Ladage]

SUMMARY

Annual Report 2022-23

TIFR made significant contributions in distinct areas of science in the year 2022–23. The report highlights the research activities and achievements of TIFR and its Centres during the period.

School of Mathematics:

Work was carried out on several questions and problems in Geometric Group Theory, Probability Theory, Complex Analysis, Conformal Dynamics and Reflection Groups, Geometry and Topology, Lie Groups, Arithmetic Groups and Algebraic Geometry. A new invariant was defined to study the connectedness of algebraic varieties. This invariant was defined for general rings and was used to study the number of connected pieces that a variety breaks into, for example, a hyperbola. This invariant was used to study projective modules over real affine varieties. It was proved algebraically, using this invariant, that if we remove two points from a circle, we get a disconnected object. Researchers also studied first passage percolation (FPP) in a Gromov-hyperbolic group G with a boundary equipped with the Patterson-Sullivan measure. For every point on the boundary, researchers showed almost sure coalescence of any two geodesic rays directed towards the point.

TIFR Centre for Applicable Mathematics, Bengaluru:

Flows in the ocean are composed of a broad spectrum of waves that transfer energy across many decades of spatio-temporal scales. Despite this generic understanding, the detailed physical processes that assist in the energy transfer of waves in a turbulent flow are still not understood. Work exploring the wave energy transfer pathways using reduced mathematical models is being pursued. The results of these studies will improve our understanding of wave turbulent transfers and assist in developing parameterisations in large-scale ocean models. In another study, stability results for determining space and time-dependent lower-order perturbations of the wave operator in three space dimensions with point sources in a formally determined setting were investigated, and Lipschitz-type stability results were derived.

School of Technology and Computer Science:

Research work was pursued in the areas of computer science as well as systems science. The problem of simulating a two-user multiple-access channel (MAC) over a multiple-access network of noiseless links was studied. It was established that the presence of encoder-shared randomness could strictly improve the communication rate requirements. New one-shot achievability results for measurement compression of quantum instruments with receiver-side information were obtained. This led to the standard results for the same problem in the asymptotic independent and identically distributed setting. Another work provided an optimal algorithm for a basic problem in optimisation, which aims to minimise a convex function subject to some convex constraint. Researchers extended this to an online setting, where at each step, a new objective function and a new constraint are revealed.

School of Natural Sciences:

Department of Theoretical Physics: Using the supercomputer of the Indian Lattice Gauge Theory Initiative, researchers predicted the existence of a new subatomic particle: the most beautiful strongly bound dibaryon, a particle made of two baryons. While the deuteron is the only known dibaryon, the existence of which is behind the energy creation in the sun, other dibaryons have not been discovered yet. The fascinating aspect of the predicted particle is that it is entirely made of beauty quarks with a binding as large as 40 times stronger than that of

a deuteron. These properties entitled it to be the most beautiful, strongly bound dibaryon in our visible universe. This study opens up theoretical studies on the emergence of binding in nuclei as well as steers experimental searches for heavier exotic nuclei. Another significant achievement was the demonstration of the capability of atmospheric neutrinos to probe the Earth's core for the possible existence of dark matter. The interior of the Earth's core can be explored using weak interactions of atmospheric neutrinos. This would complement gravitational and seismic measurements, paving the way for multi-messenger tomography of Earth. Oscillations of neutrinos passing through Earth are affected by the ambient electron density. Researchers demonstrated that the probe of the possible existence of dark matter inside the Earth's core can be carried out in a unique way -- by measuring the amount of baryonic matter using neutrino oscillations. This approach can also shed light on the baryonic matter profile inside the core.

Department of Astronomy and Astrophysics: The Kepler and TESS space missions have provided a vast data set of red-giant light curves, which may be used for asteroseismic analysis. Researchers described a machine learning algorithm that identifies red giants from the raw oscillation spectra and captures parameters from the red-giant power spectra. Researchers pursued the study of Bright-rimmed clouds (BRCs), which are excellent laboratories for exploring the radiation-driven implosion mode of star formation. Using BRC 18 as a prototype, researchers further analysed 21 more BRCs, the majority of which showed a similar trend. A distinct study reported the broad-band spectro-temporal study of the accreting neutron star (NS) low mass X-ray binary (LMXB) 4U 1724-30 using data from Soft X-ray Telescope (SXT) and Large Area X-ray Proportional Counters (LAXPC) instruments on board AstroSat, Furthermore, researchers presented the design and performance of the TANSPEC, a medium-resolution 0.55-2.5 μm cryogenic spectrometer and imager, now in operation at the 3.6 m Devasthal Optical Telescope (DOT), Nainital, India. India is a partner in one of the large observatories, the Thirty Meter Telescope (TMT), jointly funded by the Department of Science and Technology and the Department of Atomic Energy. India leads the development of high-resolution optical spectrograph (HROS), a major workhorse among the first decade instruments of TMT.

National Balloon Facility: The scientific ballooning program is a key element for any space science program as it provides frequent and low-cost balloon flight opportunities. The TIFR Balloon Facility, Hyderabad, extended its support to national and international user scientists for conducting balloon flights for space research. A plastic balloon designed and fabricated at TIFR Balloon Facility, having a volume of 2,86,652 cubic metres, was launched on 7th December 2022 at 0545 hrs (IST) from TIFR Balloon Facility, Hyderabad. It was launched with the unmanned HALO Space Exploration Capsule weighing ~620 kg as a suspended payload along with telemetry and telecommand packages for two-way communication between the ground station and the capsule and a GPS module for live tracking of the Space Capsule.

Department of Biological Sciences: The hippocampus, a brain structure critical for learning and memory, has a particular architecture. The "V-shaped" dentate gyrus of the hippocampus is formed by the migration of dentate granule precursors that are guided by a scaffold of glial cells, the fimbria. Researchers identified the origin of the fimbrial glia to be the cortical hem, an embryonic signalling centre adjacent to the dentate gyrus origin. It was further shown that an important signalling pathway called the "canonical Wnt" pathway is necessary to be functional in the cortical hem in order for the fimbrial glial scaffold to form normally. Another significant study revealed for the first time the importance of metabolic signals that regulate CTCF-dependent reprogramming of gene expression during fed-fast cycles.

Genetic information in cells is packaged into a DNA-protein complex known as the Chromatin. Chromatin organisation is a major determinant of gene expression programs across species. Proteins that organise the genome/chromatin into functional and structural domains are known as architectural proteins, for example, CTCF. In a separate study, a novel neural network-based algorithm was reported to segment and analyse live movies of microridge formation. Microridges are actin-based apical projections present on a variety of squamous but non-keratinised epithelia. They are essential to retain mucus on the epithelial surfaces. The study enabled the extraction of quantitative parameters such as microridge persistence length, mean branch length, etc.

Department of Chemical Sciences: Fluorescent chemo-sensors that can detect and image metal ions are valuable tools that can provide insights into metal ion localisation and distribution within living systems, leading to key mechanistic information. Researchers designed a modular synthetic strategy for developing 'turn-on' metal ions sensors. The strategy involved attaching a metal binding scaffold to a fluorescent dye via a copper-assisted click reaction. As a proof-of-concept endeavour, researchers applied this strategy to successfully design and synthesise a water-soluble macrocyclic fluorescent sensor for manganese ions. In another study, researchers synthesised potassium-doped g-C3N4 coated over dendritic fibrous nanosilica (K-CN/DFNS) and studied the photocatalytic CO_2 conversion under visible light illumination. Photocatalytic CO_2 conversion is a promising process for the reduction of CO_2 into useful chemicals and fuels using solar energy. A separate study revealed a strong molecular-level connection between Alzheimer's associated Amyloid beta and ApoE proteins. ApoE causes a quantitative change in the fluorescence lifetime of a reporter dye attached to Abeta oligomers. This change seems to be strongly correlated with Abeta toxicity. The change of lifetime, therefore, can serve as an assay for the toxic sub-species of Abeta, providing a platform for drug development.

Department of Condensed Matter Physics and Materials Science: Researchers investigated the superconductivity properties and electronic structure of a full Heusler material, $ScAu_2Al$. From the resistivity and magnetic susceptibility studies, it was found that this compound exhibits a superconducting transition at 5.12 K. This 5.12 K transition is supposedly the highest Tc regime among the Heusler superconductors. Another study reported extremely large magnetoresistance (XMR) of about 10^6 % at 2 K in WTe_2. Researchers studied the evolution of the electronic properties of WTe_2 by tuning charge carrier concentration via Ni substitution at W sites. The magnetoresistance (MR) value reduces to 10^4 % in the 10% Ni-doped sample, which is still in the XMR regime and much higher than other MR materials. The results revealed intriguing insight into the XMR behaviour of this class of materials and the possibilities of tuning the properties of charge carriers within the XMR regime. A major achievement related to nanoscale electronics was the implementation of a quantum-noise-limited Josephson parametric amplifier (JPA) using a graphene Josephson junction (JJ) that has a linear resonance gate tunability of 3.5 GHz. Josephson junctions (JJs) and their tunable properties, including their nonlinearities, play an important role in superconducting qubits and amplifiers. Importantly, the gate-tunable JPA works in the quantum-limited noise regime, which makes it an attractive option for highly sensitive signal processing.

Department of High Energy Physics: Observations of astrophysical sources with the HAGAR telescope array located at Hanle in Ladakh at an altitude of 4270 m continued, with the aim of studying very high energy gamma-ray emission from these objects to get insight into emission mechanisms. Several blazar class active galactic nuclei, as well as galactic objects like Crab, Geminga pulsar and some of the

pulsars detected by Fermi satellite, are being observed. A 64-pixel prototype of a 256-pixel SiPM-based camera was mounted in the focal plane of the vertex element of the TACTIC telescope at Mt Abu. Test runs were carried out during April-May 2022, demonstrating the proper functioning of the prototype. Rate-bias curves were carried out, and Cherenkov images of air showers generated by cosmic rays were recorded successfully.

Department of Nuclear and Atomic Physics: High-spin states of neutron-deficient trans-lead nucleus ^{204}At were populated up to ~ 8 MeV excitation through the ^{12}C + ^{197}Au fusion evaporation reaction. Decay of the associated levels through prompt and delayed γ -ray emissions was studied to evaluate the underlying nuclear structure. The hyperfine splitting in the 7d states of cesium (^{133}Cs) was measured using high-resolution Doppler-free two-photon spectroscopy enabled by precise frequency scans using an acousto-optic modulator. All the hyperfine levels were resolved in the spectra. The magnetic dipole and quadrupole coupling constants, *A* and *B*, were measured with a precision that exceeds prior reports by around 20 times. An important theoretical result obtained during this period was the observation of a clear signature of quantum phase transition in a ^{12}C nucleus treated as a three-alpha system. The 0^+ and 2^+ states of the ^{12}C nucleus have been studied within the framework of a three-alpha system. The Hilbert space was divided into two parts to separate genuine states from Pauli-blocked spurious states. Efforts are underway to set up an underground laboratory in India for rare event studies like double beta decay, dark matter, etc. A prototype cryogenic bolometer detector is being developed for observing neutrinoless double beta decay in ^{124}Sn. An analytical mode was designed to quantify and model noise in a bolometer circuit. The circuit design was also simulated for multiple bias points to ensure it maintains stable voltage gain and lower power dissipation.

Pelletron LINAC Facility (TIFR-BARC): The Pelletron LINAC Facility (PLF), a joint facility of TIFR and BARC, continues to be a major national centre for heavy ion-based research. In the current year, a total of 50 experiments were performed using H, ^{6,7}Li, ^{11}B, ^{12,13}C, ^{18}O, ^{19}F, ^{28,30}Si, and ^{32}S beams. The LINAC was operated from March 25 to May 22, 2022, for a total of 10 experiments. Driven by user interest, a ^{9}Be beam cycle was scheduled starting February 2023. The user community mainly comprises scientists from TIFR, BARC, other DAE institutes, Universities, IITs and ISRO centres. The scientific output of the facility continues to be significant and competitive.

International Centre for Theoretical Sciences, Bengaluru:

If a significant fraction of dark matter is in the form of compact objects in the mass range 10^2 – 10^5 $M_\odot$, they will cause microlensing effects in the gravitational wave (GW) signals observable by LIGO and Virgo. From the non-observation of microlensing signatures in the binary black hole events from the first two observing runs and the first half of the third observing run, researchers constrained the fraction of compact dark matter in the mass range 10^2 – 10^5 $M_\odot$ to be less than ~50 – 80%. These modest constraints will be significantly improved in the next few years with the expected detection of thousands of binary black hole events, providing a new avenue to probe the nature of dark matter. In another study, researchers showed the mechanism behind the formation of a new kind of cloud called “asperitas” that has recently been designated by the World Meteorological Organisation. The cloud studies were extended to study droplet dispersal while coughing or speaking. It was shown that in a conversation without face masks, a silent listener is far more susceptible to infection from the speaker than when both people speak in turn. Another work illustrated geometry-induced tuning of the active dynamics of self-propelled units, suggesting an independent route to harness their internal dynamics. A distinguishing feature of active particles is the nature of the non-

equilibrium noise driving their dynamics. Researchers demonstrated emergent tuning of the active noise of a granular self-propelled particle by confining it to a quasi-one-dimensional channel. It was found that this particle, moving like an active Brownian particle in two dimensions, displays run-and-tumble characteristics in confinement.

National Centre for Radio Astrophysics, Pune:

Baryonic matter in galaxies is mostly in the form of stars and neutral atomic and molecular gas. Over a galaxy's lifetime, atomic gas gets converted to molecular gas, which then gets converted to stars. A galaxy's baryonic composition is thus an important indicator of its evolutionary stage; the evolution of the baryonic composition of galaxies has long been an open issue in galaxy evolution. Researchers used the detection of the average HI 21 cm emission signals from high-redshift galaxies and found that galaxies at the epoch of peak star-formation activity in the Universe have a dramatically different baryonic composition from that of nearby galaxies. Unlike the situation today, where stars make up more than half the baryonic mass in galaxies, it was found that atomic gas dominated the baryonic mass of galaxies nine billion years ago, making up ~70% of the baryonic mass, compared with only ~16% in stars. In another study, a robust flux density calibration method for solar observations with the Murchison Widefield Array was devised and verified using multiple different approaches. This work presented the first demonstration of an imaging quality high enough to allow the detection of numerous weak background sources in the vicinity of the Sun, a bit like seeing stars in the daytime. Furthermore, three-millisecond pulsars (MSPs), PSRs J1120-3618, J1646-2142 and J1828+0625 were discovered using the Giant Metrewave Radio Telescope (GMRT) at a frequency of 322 MHz using 32 MHz observing bandwidth. These sources were discovered while conducting deep observations to search for millisecond radio pulsations in the directions of unidentified Fermi Large Area Telescope (LAT) gamma-ray sources. These MSPs do not have gamma-ray counterparts, indicating that these are not associated with the target Fermi-LAT, emphasising the significance of deep blind searches for MSPs.

National Centre for Biological Sciences, Bengaluru:

Little is known about the transcription factors involved in nitrate sensing and their regulatory mechanisms among crop plants. A study described the functions of a nitrate-responsive miR444:MADS-box transcription factor OsMADS27 module and its downstream targets mediating rice root growth and stress responses. Transgenic rice plants expressing miR444 target mimic improved rice root growth. A distinct study revealed that in the nocturnal hawkmoth *Daphnis nerii*, compensatory head movements are mediated by combined visual and antennal mechanosensory feedback. During flight manoeuvres, insects exhibit compensatory head movements, which are essential for stabilising the visual field on their retina, reducing motion blur, and supporting visual self-motion estimation. These findings are consistent with the hypothesis that control of head angle results from a multimodal feedback loop that integrates both visual and antennal mechanosensory feedback, albeit at different latencies. Another study provided insights into the assembly of biological communities, demonstrating that the evolution of complex, multi-trait phenotypes depends more on different rates of trait divergence rather than on phylogenetic relatedness. Using mimetic butterfly communities of the Western Ghats biodiversity hotspot, the investigators showed that mimicry in these communities was driven by the decoupled evolution of two key traits (flight morphology and colour patterns) of defended and mimetic prey species. Flight morphology was phylogenetically conserved, whereas colour patterns evolved at a significantly faster rate in both defended and mimetic prey species.

TIFR Hyderabad:

Cells adopt various mechanisms to fight against stress. A mechanistic understanding of such adaptations is crucial for understanding of biology and diseases. It was observed that the mitochondrial stress caused by defects in LRPPRC, a gene linked to human mitochondrial disease, elicits a mechanism that can segregate healthy and unhealthy mitochondria. This mechanism was found to be mediated by PINK and Parkin, genes implicated in Parkinson's disease. Further, a novel gene, Bendless/UBC13, was found that is required for PINK1 function and, thereby, for mitochondrial quality control. A separate study opened possibilities of room-temperature opto-spintronics using stable 2D materials. Achieving room-temperature valley polarisation in two-dimensional (2D) atomic layers (2D materials) by substitutional doping opens new avenues of applications. Monolayer MoS_2, when doped with vanadium at low (0.1 atomic %) concentrations, was shown to exhibit high spin-valley coupling and, hence, a high degree of valley polarisation at room temperature. The atomic layers of MoS_2 (MS) and V-doped MoS_2 (VMS) were grown via the chemical vapour deposition-assisted method. The formation of new energy states near the valence band was confirmed from band gap calculations and also from the density functional theory-based band structure analyses.

Homi Bhabha Centre for Science Education:

Indian students excelled at the international Olympiads in every subject. Under 40% of the students won coveted gold medals and several special prizes. The performance has also been steadily improving, with nearly half the students winning gold medals in the last five years. All 24 Indian students who represented India at the International Olympiads (2022) in Astronomy, Biology, Chemistry, Mathematics and Physics won a total of 6 gold medals, 13 silver medals and 5 bronze medals. During this period, the Vigyan Pratibha (VP) team organised ten workshops for teachers from Kendriya Vidyalayas, Jawahar Navodaya Vidyalayas and Atomic Energy Central Schools. The workshop focused on teaching-learning resources and the associated pedagogies developed by the VP team. These workshops were hosted at HBCSE and other partner institutions - NISER, IMSc, IISER Mohali, SINP, and IISER Kolkata. HBCSE staff members also visited other regional centres to help plan and host the workshops. Each centre hosted two workshops, the first 5-day long and the second for four days. Around 1,000 teachers were trained through these workshops for nine days. Vigyan Pratibha Discussion Seminars (VPDS) are online biweekly discussion sessions in partnership with IMSc. The sessions are centred around different school science and mathematics topics, focusing on VP learning units and associated pedagogies. So far, more than 500 teachers have participated in VPDS sessions.

Awards and Recognitions:

Scientists from TIFR won prestigious awards during this period. Two of our former faculty members, Prof. Deepak Dhar (DTP) and Prof. R. Sujatha (SoM), were awarded the Padma Bhushan and Padma Shri awards, respectively, by the Government of India. Prof. Vidita A. Vaidya (DBS) and Prof. Nissim Kanekar (NCRA, Pune) have been awarded the Infosys Prize 2022 by the Infosys Science Foundation for Life Sciences and Physical Sciences, respectively. Prof. Vivek Polshettiwar (DCS) was awarded the 2022 CHEMRAWN VII Prize by 'The International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)' for developing novel nanomaterials for catalysis, solar energy harvesting, and CO2 capture-conversion to tackle 'climate change'. Prof. Shubha Tole (DBS) received the Bernice Grafstein Award for Outstanding Accomplishments in Mentoring. Prof. Rama Govindarajan (ICTS, Bengaluru) received the IIT Delhi Distinguished Alumni Award in recognition of her outstanding achievements in teaching and research. Prof. Shannon Olsson (NCBS, Bengaluru) was honoured in the 2nd edition of the 'She Is' book

series about 75 inspiring Women In STEAM from India. This honour has been given by the Office of the Principal Scientific Advisor to the Government of India in partnership with the Red Dot Foundation, the British High Commission, and FICCI FLO. Prof. Manas Kulkarni (ICTS, Bengaluru) featured in the book '75 Under 50: Scientists Shaping Today's India', published by the Department of Science and Technology, Government of India. The Zubin Kembhavi Award in the area of 'Observational and Instrumentation Work in Astronomy and Allied Fields' for the year 2021 was awarded to the Team-AstroSat for the successful design, build, launch and operations of India's first multi-wavelength space observatory 'AstroSat'.

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

HOMI BHABHA ROAD, MUMBAI - 400 005



Audited Statement of Accounts

For The Year Ended 31st March, 2023



Auditors

M/s. G. D. Apte & Co.

Chartered Accountants

Mumbai

स्वतंत्र लेखा परीक्षक का प्रतिवेदन

सेवा में,

अध्यक्ष,
टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान की प्रबंध परिषद
होमी भाभा मार्ग,
मुंबई - 400005

वित्तीय कथनों की लेखा परीक्षा पर प्रतिवेदन

राय

हमने टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान के संलग्न वित्तीय कथनों की लेखा परीक्षा की है। इनके अंतर्गत 31 मार्च, 2023 की स्थिति के अनुसार तुलन पत्र, आय एवं व्यय कथन, उस तिथि को समाप्त हुए वर्ष के लिए प्राप्ति एवं भुगतान लेखा कथन आते हैं। इसके अतिरिक्त हमने महत्वपूर्ण लेखाकरण नीतियों और अन्य व्याख्यात्मक सूचना के सारांश की जांच की है।

हमारी राय में एवं हमारी सर्वोत्तम सूचना और हमें दिए गए स्पष्टीकरणों के अनुसार उपर्युक्त उल्लिखित वित्तीय कथन, अधिनियम द्वारा अपेक्षित सूचना आवश्यक रुप में देते हैं। ये कथन 31 मार्च, 2023 की स्थिति के अनुसार संस्थान के तुलन पत्र और उस तिथि को समाप्त हुए वर्ष के लिए आय एवं व्यय लेखे और प्राप्ति एवं भुगतान लेखे की भारत में सामान्य रुप से स्वीकृत लेखाकरण सिद्धांतों के अनुरुप वास्तविक एवं निष्पक्ष स्थिति दर्शाते हैं।

राय के लिए आधार

हमने अपनी लेखा परीक्षा, लेखाकरण पर मानकों (एसएएस) के अनुरुप की है। उन मानकों के तहत हमारे दायित्वों का विस्तार से उल्लेख लेखा परीक्षक के दायित्वों में किया गया है जो हमारे प्रतिवेदन के वित्तीय कथनों के खंड की लेखा परीक्षा से संबद्ध हैं। हम वित्तीय कथनों की अपनी लेखा परीक्षा के संगत नीतिपरक आवश्यकताओं के अनुरुप स्वतंत्र इकाई हैं एवं हमने अपने अन्य दायित्वों का निर्वाह इन आवश्यकताओं के अनुरुप किया है। हमारा मानना है कि हमारे द्वारा प्राप्त लेखा परीक्षा प्रमाण, हमारी राय हेतु आधार उपलब्ध कराने के लिए पर्याप्त एवं उपयुक्त हैं।

विषय का महत्व

1. विभिन्न परियोजनाओं के लिए बाह्य अनुदान:

क. निर्धारित दिशा-निदेशों एवं स्वीकृति की शर्तों के अनुसार परियोजनाओं के लिए प्राप्त राशि सिर्फ निर्दिष्ट उद्देश्य के लिए प्रयोग में लाई जानी चाहिए एवं शेष राशि (यदि है, तो) को अलग खाते में

मुंबई कार्यालय: डी -509, नीलकंठ बिजनेस पार्क, नथानी रोड, विद्याविहार पश्चिम, मुंबई – 400 086।
फोन: +91 22 3512 3184; ईमेल: chetan.sapre@gdaca.com
पुणे कार्यालय: जीडीए हाउस, प्लॉट नंबर 85, भुसारी कॉलोनी (दाएं), पौड रोड, पुणे – 411 038,
फोन – 020 – 2528 0081, फैक्स – 020 – 2528 0275; ईमेल– audit@gdaca.com.

जमा किया जाना चाहिए। इसके साथ ही परियोजना परिसंपत्तियों एवं देयताओं के पूर्ण विवरणों का हिसाब रखना चाहिए।

अनेक केंद्रों के मामले में निरीक्षित किया गया कि परियोजना निधि देयता की शेष राशि का मिलान परियोजना निधि परिसंपत्तियों के साथ नहीं होता है। इसके विवरण निम्नानुसार हैं :

केंद्र का नाम	परियोजना निधि देयता	परियोजना निधि परिसंपत्ति	अंतर	समाधान स्थिति
कैम	1,62,61,748	1,67,19,156	(4,57,408)	लंबित
टीसीआईएस	17,41,92,020	17,35,52,399	6,39,621	लंबित
मुंबई मुख्यालय	32,90,06,571	31,11,09,815	1,78,96,756	पूर्ण

ख. अनेक परियोजनाओं के मामले में पिछले दो वर्षों में कोई क्रियाकलाप नहीं हुआ। 31 मार्च, 2023 को लेखों की पुस्तकों में जमा शेष निम्नानुसार है:

क्रमांक संख्या	केंद्र का नाम	परियोजनाओं की संख्या	राशि रुपए में
1	मुंबई मुख्यालय	10	63,17,480
2	आईसीटीएस – बैंगलोर	03	56,69,463
3	टीसीआईएस-हैदराबाद	39	54,65,084
4	कैम-बैंगलोर	02	1,16,17,431
5	एनसीबीएस-बैंगलोर	03	4,47,655
	कुल	**51**	**2,95,17,113**

2) <u>देयताएं</u>

क. सभी टीआईएफआर केंद्रों के मामले में देखा गया कि केंद्रों द्वारा अपनी जीएसटी देयता का समय पर सरकारी प्राधिकारियों को भुगतान नियमित रूप से किया जा रहा है व अपने जीएसटी रिटर्न को नियत तिथि या इससे पूर्व भरा जा रहा है। हालांकि निरीक्षित किया गया कि उनकी नीति में कोई एकरुपता, मुख्यालय के साथ जीएसटी अधिनियम के सामान्य अनुपालन में नहीं है। यह बीजक, आगत (इनपुट) कर जमा, टर्नओवर की रिपोर्टिंग आदि के संबंध में है। इससे गैर अनुपालन या गलत रिपोर्टिंग व परिणामी प्रभाव हो सकते हैं।

ख. टीआईएफआर-कैम में 5,27,628/- रु. की बयाना जमा राशि 31 मार्च, 2023 की स्थिति के अनुसार काफी समय से बकाया है।

3) <u>सामान्य बिंदु</u>

वसूलनीय जमा राशियों, ईएमडीस (EMDs) के अंतर्गत शेष राशियों को पक्षकारों के पुष्टि समाधान के बाद प्राप्त किया जा सकता है।

हमारा प्रतिवेदन उपर्युक्त विषयों के संबंध में संशोधित नहीं है।

मुंबई कार्यालय: डी -509, नीलकंठ बिजनेस पार्क, नथानी रोड, विद्याविहार पश्चिम, मुंबई – 400 086।
फोन: +91 22 3512 3184; ईमेल: chetan.sapre@gdaca.com
पुणे कार्यालय: जीडीए हाउस, प्लॉट नंबर 85, भुसारी कॉलोनी (दाएं), पौड रोड, पुणे – 411 038,
फोन – 020 – 2528 0081, फैक्स – 020 – 2528 0275; ईमेल– audit@gdaca.com.

वित्तीय कथनों के नियमन हेतु न्यासियों व अन्यों के दायित्व

न्यासियों का दायित्व इन वित्तीय कथनों की तैयारी का है जो भारत में सामान्य रुप से स्वीकृत लेखाकरण सिद्धांतों के अनुरुप संस्थान की वित्तीय स्थिति, वित्तीय कार्यनिष्पादन एवं प्राप्तियों और भुगतानों की वास्तविक एवं निष्पक्ष स्थिति दर्शाते हों। इस दायित्व के अंतर्गत वित्तीय कथनों की तैयारी एवं प्रस्तुतिकरण के संगत आंतरिक नियंत्रण की डिजाइन, कार्यान्वयन एवं अनुरक्षण आते हैं जो वास्तविक एवं निष्पक्ष स्थिति दर्शाते हों एवं कपट या त्रुटि के परिणामस्वरुप किसी महत्वपूर्ण गलत कथन से मुक्त होते हों। वित्तीय कथनों को तैयार करते समय न्यासियों का दायित्व संस्थान की क्षमता को आंकना होता है। यह प्रचालनों के बढ़ने, यथालागू प्रकटनों, बढ़ते प्रचालनों से संबंधित विषयों को जारी रखने की क्षमता एवं लेखाकरण के बढ़ते आधार को प्रयोग करने की संस्थान की क्षमता से संबंधित है (अगर प्रबंधन संस्थान के परिसमापन या प्रचालनों को खत्म करने का निर्णन न ले या ऐसा करने के अलावा कोई वास्तविक विकल्प न हो)। नियमन के जिम्मेदार व्यक्तियों का दायित्व संस्थान की वित्तीय रिपोर्टिंग प्रक्रिया को देखने की है।

वित्तीय कथनों की लेखा परीक्षा के लिए लेखा परीक्षक के दायित्व

हमारा लक्ष्य उपयुक्त आश्वासन प्राप्त करना है कि क्या वित्तीय कथन कपट या त्रुटि के कारण समग्र रुप से महत्वपूर्ण रुप से गलत कथन से मुक्त हैं। इसके साथ ही हमारे दायित्वों में लेखा परीक्षक के प्रतिवेदन को जारी करना है जिसमें हमारी राय शामिल हो। उपयुक्त आश्वासन, आश्वासन का उच्च स्तर है किंतु यह गारंटी नहीं है कि एसएएस (SAs) के अनुरुप की गई लेखा परीक्षा द्वारा हमेशा ही विद्यमान महत्वपूर्ण गलत कथन को पाया जाएगा। महत्वपूर्ण गलत कथनों की उत्पत्ति त्रुटि या कपट से हो सकती है। इन्हें महत्वपूर्ण माना जाता है यदि व्यक्तिगत या सामूहिक रुप से उनसे प्रयोक्ताओं के आर्थिक निर्णयों को प्रभावित करना अपेक्षित हो जो इन वित्तीय कथनों के आधार पर लिए गए हों।

एसएएस (SAs) के अनुरुप लेखा परीक्षा के भाग के रुप में हम व्यावसायिक निर्णय लेते हैं व लेखा परीक्षा में व्यावसायिक आशंका बनाए रखते हैं। हम निम्नलिखित कार्य भी करते हैं :

- कपट या त्रुटि के कारण वित्तीय कथनों के महत्वपूर्ण गलत कथन के जोखिमों की पहचान करना व उनका विश्लेषण करना, उन जोखिमों के संबंध में लेखा परीक्षा प्रक्रियाओं की डिजायन तैयार करना व उन्हें करना, एवं हमारी राय के लिए आधार उपलब्ध कराने हेतु पर्याप्त एवं उपयुक्त लेखा परीक्षा प्रमाण प्राप्त करना। कपट के परिणामस्वरुप महत्वपूर्ण गलत कथन को खोज न पाने का जोखिम, त्रुटि के परिणामस्वरुप उत्पन्न की तुलना में उच्च होता है। इसका कारण यह है कि कपट में षडयंत्र, जालसाजी, जानबूझकर की गई चूकें, गलत विवरण या आंतरिक नियंत्रण की अवहेलना आदि शामिल हो सकते हैं।
- लेखा परीक्षा के संगत आंतरिक नियंत्रण को समझना जिसका उद्देश्य लेखा परीक्षा की प्रक्रियाओं को इस रुप में तैयार करना है जो कि परिस्थितियों के अनुरुप हों न कि संस्थान के आंतरिक नियंत्रण की प्रभावकारिता पर राय व्यक्त करने के उद्देश्य के लिए हों।
- प्रयुक्त लेखाकरण नीतियों एवं लेखाकरण आकलनों की तार्किकता व प्रबंधन द्वारा किए गए संबंधित प्रकटनों की उपयुक्तता का मूल्यांकन करना।

मुंबई कार्यालय: डी -509, नीलकंठ बिजनेस पार्क, नथानी रोड, विद्याविहार पश्चिम, मुंबई – 400 086।
फोन: +91 22 3512 3184; ईमेल: chetan.sapre@gdaca.com
पुणे कार्यालय: जीडीए हाउस, प्लॉट नंबर 85, भुसारी कॉलोनी (दाएं), पौड रोड, पुणे – 411 038,
फोन – 020 – 2528 0081, फैक्स – 020 – 2528 0275; ईमेल– audit@gdaca.com.

- प्रबंधन की लेखाकरण के बढ़ते स्वरुप के आधार के प्रयोग की उपयुक्तता एवं प्राप्त लेखा परीक्षा प्रमाण के आधार पर निष्कर्ष निकालना कि क्या भौतिक अनिश्चितता की विद्यमानता, घटनाओं या स्थितियों के संबंध में होती है जो संस्थान के बढ़ते उद्यम के रुप में जारी रहने की क्षमता पर सवालिया निशान लगा सकती हो। यदि हम मानते हैं कि भौतिक अनिश्चितता की विद्यमानता होती है, तो हमें अपने लेखा परीक्षक के प्रतिवेदन के वित्तीय कथनों में संबंधित प्रकटनों में ध्यान देने की आवश्यकता है (या ध्यान देना जरुरी है कि क्या ऐसे प्रकटन हमारी राय को संशोधित करने के लिए अपर्याप्त हैं)। हमारे निष्कर्षों का आधार हमारे लेखा परीक्षक के प्रतिवेदन की तिथि को प्राप्त लेखा परीक्षा प्रमाण हैं। हालांकि भविष्य की घटनाएं या स्थितियां, संस्थान को अपने प्रचालनों को रोकने के लिए विवश कर सकती हैं।

हम नियमन के उत्तरदायियों के साथ संप्रेषण करते हैं। यह अन्य विषयों के साथ लेखा परीक्षा के योजनागत कार्यक्षेत्र व समय एवं महत्वपूर्ण लेखा परीक्षा निष्कर्षों पर होता है। इसमें आंतरिक नियंत्रण में ऐसी महत्वपूर्ण कमियां भी शामिल होती हैं जिनकी पहचान हम अपनी लेखा परीक्षा के दौरान करते हैं।

अन्य विषय

क. 31 मार्च, 2022 को समाप्त हुए वर्ष के लिए वित्तीय कथनों की लेखा परीक्षा को किया गया व इसे पूर्व लेखा परीक्षक सर्वश्री कैलाश चंद जैन एण्ड कंपनी; चार्टरित लेखाकार द्वारा अपने असंशोधित लेखा परीक्षा प्रतिवेदन (दिनांक 18 अगस्त, 2022) द्वारा रिपोर्ट किया गया। यह प्रतिवेदन हमें प्रबंधन ने उपलब्ध कराया है व हमने 31 मार्च, 2023 के वित्तीय कथनों की अपनी लेखा परीक्षा के उद्देश्य के लिए इस पर विश्वास व्यक्त किया है।

ख. हमने 01 अप्रैल, 2022 से 31 मार्च, 2023 की अवधि के लिए लेखा परीक्षित वित्तीय कथनों में शामिल निम्नलिखित 6 केंद्रों के वित्तीय कथनों की लेखा परीक्षा नहीं की। इन वित्तीय कथनों की लेखा परीक्षा को अन्य लेखा परीक्षकों ने किया है। इनके प्रतिवेदनों को प्रबंधन ने हमें उपलब्ध कराया है। हमारा निष्कर्ष (वित्तीय कथनों के मामले में इन केंद्रों के संबंध में शामिल राशियों व प्रकटनों से संबंधित) मुख्यत: अन्य लेखा परीक्षकों के प्रतिवेदनों व उपर्युक्त उल्लिखित हमारे द्वारा की गई प्रक्रियाओं पर आधारित है।

क्रमांक संख्या	केंद्र का नाम	लेखा परीक्षक
1	राष्ट्रीय जैविक विज्ञान केंद्र (एनसीबीएस) – बैंगलोर	टी. रामचंद्रन एण्ड कंपनी चार्टरित लेखाकार
2	अनुप्रयुक्त गणित केंद्र (कैम) – बैंगलोर	
3	अंतर्राष्ट्रीय सैद्धांतिक विज्ञान केंद्र (आईसीटीएस) – बैंगलोर	
4	कॉस्मिक किरण प्रयोगशाला (सीआरएल) – ऊटी	
5	टीआईएफआर अंतर्विषयी विज्ञान केंद्र (टीसीआईएस) – हैदराबाद	जवाहर एण्ड एसोशिएट्स चार्टरित लेखाकार
6	गुब्बारा सुविधा (पीबीएल) – हैदराबाद	

वित्तीय कथनों पर हमारी राय एवं निम्नानुसार अन्य विधिक एवं नियामक आवश्यकताओं पर हमारा प्रतिवेदन को संशोधित नहीं किया गया है। यह उपर्युक्त विषयों के संदर्भ में किए गए कार्य एवं अन्य

मुंबई कार्यालय: डी -509, नीलकंठ बिजनेस पार्क, नथानी रोड, विद्याविहार पश्चिम, मुंबई – 400 086।
फोन: +91 22 3512 3184; ईमेल: chetan.sapre@gdaca.com
पुणे कार्यालय: जीडीए हाउस, प्लॉट नंबर 85, भुसारी कॉलोनी (दाएं), पौड रोड, पुणे – 411 038,
फोन – 020 – 2528 0081, फैक्स – 020 – 2528 0275; ईमेल– audit@gdaca.com.

लेखा परीक्षकों के प्रतिवेदनों पर हमारे विश्वास एवं प्रबंधन द्वारा प्रमाणित वित्तीय कथनों के संबंध में है।

अन्य विधिक एवं नियामक आवश्यकताओं पर प्रतिवेदन:

1. महाराष्ट्र सार्वजनिक न्यास अधिनियम, 1950 द्वारा अपेक्षित, उपर्युक्त उल्लिखित हमारे निरीक्षणों को देखते हुए एवं हमारी सर्वोत्तम सूचना एवं विश्वास और हमें दिए गए स्पष्टीकरणों के अनुसार हम रिपोर्ट करते हैं कि 31 मार्च, 2023 को समाप्त हुए वर्ष के दौरान :

   क. संस्थान के लेखों का रखरखाव नियमित रुप से एवं महाराष्ट्र सार्वजनिक न्यास अधिनियम, 1950 के प्रावधानों एवं उसके अंतर्गत बनाए गए नियमों के अनुसार किया जाता है।

   ख. संस्थान ने सभी प्राप्तियों एवं किए गए संवितरणों की गणना उपयुक्त एवं सही रुप में की है।

   ग. संस्थान के प्रबंधक की अभिरक्षा में नगदी शेष एवं बीजकों को लेखा परीक्षा की तिथि को लेखों के अनुरुप पाया गया।

   घ. संस्थान की सभी पुस्तकों, विलेखों, लेखों, बीजकों एवं अन्य प्रलेखों व अभिलेखों को आवश्यकतानुसार हमारे सत्यापन के लिए हमारे सामने प्रस्तुत किया गया।

   ङ. चल एवं अचल संपत्तियों के रजिस्टरों को महाराष्ट्र सार्वजनिक न्यास नियम, 1951 की अनुसूची एक्स-एए के भाग 1 एवं 4 के अंतर्गत आवश्यकतानुसार ओरेकिल में रखा जाता है। उपर्युक्त पर हमें निम्नलिखित टिप्पणियां करनी हैं :

      i. अचल संपत्तियों के रजिस्टर को 31 मार्च, 2023 को समाप्त हुए वर्ष के लिए ओरेकिल में अद्यतन किया गया है।

      ii. अचल एवं चल संपत्तियों के रजिस्टर में परिवर्तनों को 31 मार्च, 2023 को समाप्त हुए वर्ष के लिए चैरिटी आयुक्त को संप्रेषित नहीं किया गया है। हमें दी गई सूचना के अनुसार इन्हें वित्तीय कथन की स्वीकृति के पश्चात संप्रेषित किया जाएगा।

   च. 'कुलसचिव', 'लेखा प्रमुख', 'लेखा अधिकारी' एवं आवश्यकतानुसार अन्य व्यक्ति हमारे समक्ष आए एवं उन्होंने हमें आवश्यक अपेक्षित सूचना उपलब्ध कराई।

   छ. हमने संस्थान की निधियों के संस्थान के उद्देश्य या लक्ष्य के अतिरिक्त किसी अन्य उद्देश्य या लक्ष्य के लिए प्रयुक्त होते हुए नहीं पाया।

   ज. हमें उपलब्ध कराई गई सूचना के आधार पर 31 मार्च, 2023 की स्थिति के अनुसार मुंबई मुख्यालय में एक वर्ष से अधिक समय से लेनदारों की बकाया आय एवं अग्रिमों के विवरण निम्नानुसार हैं:

क्र. सं.	विवरण	राशि (रु. लाखों में)
1.	मुख्यालय – मुंबई - प्राप्य आय [टिप्पणी (i) से (iii) देखें]	23,50,000
2.	मुख्यालय – मुंबई विविध लेनदारों को अग्रिम – विदेशी	11,88,707
कुल		**35,38,707**

G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

मुंबई कार्यालय: डी -509, नीलकंठ बिजनेस पार्क, नथानी रोड, विद्याविहार पश्चिम, मुंबई – 400 086।
फोन: +91 22 3512 3184; ईमेल: chetan.sapre@gdaca.com
पुणे कार्यालय: जीडीए हाउस, प्लॉट नंबर 85, भुसारी कॉलोनी (दाएं), पौड रोड, पुणे – 411 038,
फोन – 020 – 2528 0081, फैक्स – 020 – 2528 0275; ईमेल– audit@gdaca.com.

नोट: (i) सर दोराबजी टाटा न्यास से उस वित्तीय वर्ष से संबंधित लेखा परीक्षित पुस्तकों को प्रस्तुत करने पर 20,00,000/- रुपये का सामान्य अनुदान प्राप्त होगा। वित्तीय वर्ष 2019-20; 2020-21 के लिए अनुदान अभी प्राप्त नहीं हुआ है, इसके लिए टीआईएफआर द्वारा नियमित पत्रव्यवहार किया जा रहा है।

(ii) वित्तीय वर्ष 2014-15 से वित्तीय वर्ष 2020-21 की अवधि में महाराष्ट्र सरकार से लगभग 3,50,000/- रुपये का सामान्य अनुदान पुष्टि के चलते लंबित है। इसके लिए नियमित पत्राचार टीआईएफआर द्वारा किया जा रहा है।

(iii) चूंकि सर दोराबजी टाटा न्यास एवं महाराष्ट्र सरकार से अनुदान प्राप्त नहीं हो रहा है अत: प्रबंधन की राय है कि प्राप्य अनुदान को वर्तमान वर्ष की आय के रुप में दर्ज किए जाने की आवश्यकता नहीं है व इसे अनुदान के प्राप्त होने के बाद ही दर्ज किया जाए।

झ. जहां तक हम अपने नैमित्तिक जांच परीक्षण में देख सके 5,000/- रु. से अधिक व्यय के कुछ मरम्मत या निर्माण कार्यों के लिए निविदाएं आमंत्रित नहीं की गईं। ऐसे मामलों में जहां निविदाएं आमंत्रित नहीं की गईं वहां ऐसे व्ययों के लिए विधिवत् प्रलेखीकरण किया गया एवं अनुमोदन लिया गया।

हालांकि ब्रांडिड मदों/विशेष प्रकृति की मदों/ब्रांडिड मदों के पुर्जों की खरीद सीधे उनके निर्माताओं या उनके वितरकों / एजेंटों से की जाती है एवं मरम्मत/उन्नयन कार्यों में संस्थान प्राय: मरम्मत/उन्नयन कार्यों के लिए सीधे उपकरण के मूल आपूर्तिकर्ता से संपर्क करता है एवं तद्नुसार ऐसी मदों के लिए निविदाएं आमंत्रित नहीं की जाती हैं।

ञ. हमें दी गई सूचना एवं स्पष्टीकरणों के अनुसार एवं हमारे सत्यापन के लिए हमें उपलब्ध कराए गए अभिलेखों के अनुसार संस्थान के किसी भी धन का निवेश महाराष्ट्र सार्वजनिक न्यास अधिनियम, 1950 की धारा 35 के प्रावधानों के विपरीत नहीं हुआ।

ट. हमें दी गई सूचना एवं स्पष्टीकरणों के अनुसार एवं हमारे सत्यापन के लिए हमें उपलब्ध कराए गए अभिलेखों के अनुसार अचल संपत्ति का कोई भी अन्य संक्रामण महाराष्ट्र सार्वजनिक न्यास अधिनियम, 1950 की धारा 36 के प्रावधानों के विपरीत नहीं हुआ।

ठ. जिन विशेष मामलों को हम उप या सहायक चैरिटी आयुक्त की जानकारी में लाना आवश्यक समझते हैं, उनका इस लेखा परीक्षा प्रतिवेदन में उल्लेख किया गया है।

ड. हमारी सामान्य लेखा परीक्षा प्रक्रियाओं के दौरान हमने किसी भी अनियमित, अवैध या अनुपयुक्त व्यय या धन अथवा अन्य संपत्ति की हानि को नहीं पाया। इसके अतिरिक्त हमने किसी भी ऐसे व्यय, असफलता, चूक या हानि को न्यासियों या संस्थान के प्रबंध में रहते हुए किसी अन्य व्यक्ति की ओर से किए गए विश्वासभंग या दुरुपयोग या किसी अन्य कदाचार के परिणामस्वरुप नहीं पाया।

ढ. हमारे सत्यापन के अनुसार बजट को 31 मार्च, 2023 को समाप्त हुए वर्ष के लिए नियम 16ए द्वारा उपलब्ध कराए गए फार्म में संस्थान द्वारा फाइल किया गया है।

मुंबई कार्यालय: डी -509, नीलकंठ बिजनेस पार्क, नथानी रोड, विद्याविहार पश्चिम, मुंबई – 400 086।
फोन: +91 22 3512 3184; ईमेल: chetan.sapre@gdaca.com
पुणे कार्यालय: जीडीए हाउस, प्लॉट नंबर 85, भुसारी कॉलोनी (दाएं), पौड रोड, पुणे – 411 038,
फोन – 020 – 2528 0081, फैक्स – 020 – 2528 0275; ईमेल– audit@gdaca.com.

2. हमें दिए गए स्पष्टीकरणों के अनुसार, लेखा महानियंत्रक द्वारा सुझाए गए प्रारुप के अनुसरण में संस्थान के वित्तीय कथनों को केंद्रीय स्वायत्त निकायों के लिए निर्धारित प्रारुप के अनुसार तैयार किया गया है। अत: महाराष्ट्र न्यास नियम, 1951 की अनुसूची 8 एवं 9 में निर्धारित प्रारुपों का अनुसरण नहीं किया गया है।

3. संस्थान का प्रशासन एवं प्रबंधन, एक परिषद (संस्थान के नियम 3 एवं उपनियम 1) के अंतर्गत आता है। इसमें निम्नलिखित शामिल हैं (नियम संख्या 4 के अनुसार) :

   क. भारत सरकार द्वारा नियुक्त तीन सदस्य।
   ख. महाराष्ट्र सरकार द्वारा नियुक्त एक सदस्य।
   ग. सर दोराबजी टाटा न्यास के न्यासियों द्वारा नियुक्त दो सदस्य।
   घ. संस्थान का निदेशक (पदेन सदस्य) एवं:
   ङ. परिषद द्वारा नियुक्त एक सह सह-योजित सदस्य।

4. उपर्युक्त परिच्छेद के संदर्भ में हम आगे रिपोर्ट करते हैं कि-

   क. न्यासियों की अधिकतम एवं अल्पतम संख्या को वर्ष के दौरान रखा गया है।
   ख. संस्थान के नियम 10 के अंतर्गत उपनियम 1.1 के अनुसार कैलेंडर वर्ष में अल्पतम चार परिषद की बैठकों का आयोजन किया गया है।
   ग. बैठकों की प्रक्रियाओं की कार्यवृत्त पुस्तिका को बनाए रखा गया है।
   घ. किसी भी न्यासी / परिषद के सदस्य की संस्थान के निवेशों में कोई रुचि नहीं है; एवं
   ङ. कोई भी न्यासी/ परिषद का सदस्य संस्थान का लेनदार या देनदार नहीं है।

5. पूर्व वर्ष के लेखा परीक्षक द्वारा की गई लेखा परीक्षा के संबंध में उल्लेखित की गईं सभी अनियमितताओं को विधिवत् रुप से न्यासियों ने दूर किया है। इसमें अपवाद उपर्युक्त उल्लिखित महत्वपूर्ण विषयों के परिच्छेद में जारी पैरा हैं।

   सीएजी एवं डीएई द्वारा की गई लेखा परीक्षा के संबंध में निरीक्षित किया गया कि संस्थान (केंद्रों एवं फील्ड स्टेशनों सहित) के 31 सीएजी एवं 137 डीएई मुक्त लेखा परीक्षा पैरा, दिनांक 31 मार्च, 2023 की स्थिति के अनुसार हैं। 31 मार्च, 2022 की तुलना में कुल 23 डीएई लेखा परीक्षा पैरा को जोड़ा गया। इसका कारण डीएई द्वारा गैर-स्वीकृति / नई लेखा परीक्षा था।

   वर्ष के दौरान संस्थान द्वारा उत्तर दिए गए एवं लेखा परीक्षा एजेंसी द्वारा निकाले गए परिच्छेदों की संख्या निम्नानुसार है :

विवरण	लेखा परीक्षा परिच्छेदों की प्रारंभ संख्या (1.4.2022)	वर्ष के दौरान जारी किए गए	वर्ष के दौरान एजेंसी को उत्तर दिए गए	एजेंसी द्वारा निकाले गए परिच्छेदों की संख्या	लेखा परीक्षा परिच्छेदों की शेष संख्या (31.03.2023)
<u>डीएई लेखा परीक्षा</u>					
मुंबई	76	0	58	13	63
एनसीआरए	45	0	21	0	45
एनसीबीएस	41	14	40	35	20
एचबीसीएसई	5	0	5	5	0

मुंबई कार्यालय: डी -509, नीलकंठ बिजनेस पार्क, नथानी रोड, विद्याविहार पश्चिम, मुंबई – 400 086।
फोन: +91 22 3512 3184; ईमेल: chetan.sapre@gdaca.com
पुणे कार्यालय: जीडीए हाउस, प्लॉट नंबर 85, भुसारी कॉलोनी (दाएं), पौड रोड, पुणे – 411 038,
फोन – 020 – 2528 0081, फैक्स – 020 – 2528 0275; ईमेल– audit@gdaca.com.

G.D. APTE & CO. Chartered Accountants

विवरण	लेखा परीक्षा परिच्छेदों की प्रारंभ संख्या (1.4.2022)	वर्ष के दौरान जारी किए गए	वर्ष के दौरान एजेंसी को उत्तर दिए गए	एजेंसी द्वारा निकाले गए परिच्छेदों की संख्या	लेखा परीक्षा परिच्छेदों की शेष संख्या (31.03.2023)
आईसीटीएस	0	9	0	0	9
टीसीआईएस	0	0	0	0	0
कुल	**167**	**23**	**124**	**53**	**137**
सीएजी लेखा परीक्षा					
मुंबई	8	9	15	7	10
एनसीआरए	1	0	0	0	01
एनसीबीएस	2	24	14	7	19
एचबीसीएसई	1	0	1	0	1
कुल	**12**	**33**	**30**	**14**	**31**

जी.डी. आप्टे एण्ड कंपनी के लिए
चार्टरित लेखाकार
फर्म पंजीकरण संख्या 100515 डब्ल्यू

सी.ए. चेतन सप्रे
पार्टनर
सदस्य सं.: 116952

दिनांक: 03 अगस्त, 2023
स्थान: मुंबई

यूडीआईएन: 23116952बीजीटीआईसीक्यू8318

मुंबई कार्यालय: डी -509, नीलकंठ बिजनेस पार्क, नथानी रोड, विद्याविहार पश्चिम, मुंबई – 400 086।
फोन: +91 22 3512 3184; ईमेल: chetan.sapre@gdaca.com
पुणे कार्यालय: जीडीए हाउस, प्लॉट नंबर 85, भुसारी कॉलोनी (दाएं), पौड रोड, पुणे – 411 038,
फोन – 020 – 2528 0081, फैक्स – 020 – 2528 0275; ईमेल– audit@gdaca.com.

सेवा में,

अध्यक्ष,
टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान की प्रबंध परिषद
होमी भाभा मार्ग,
मुंबई – 400 005

अध्यक्ष की प्रश्नावली पर आधारित पूरक प्रतिवेदन

प्रिय महोदय,

पत्र क्रमांक टीएफआर/130(51)/7071, दिनांक 18 जुलाई, 1962 के अनुसार (जिसकी प्रतिलिपि हमारे पास संदर्भ के लिए उपलब्ध नहीं है व अत: हमने पूर्व लेखा परीक्षकों के प्रतिवेदन पर विश्वास व्यक्त किया है) हम 31 मार्च, 2023 को समाप्त हुए वर्ष के लिए संस्थान के लेखों पर आगे रिपोर्ट करते हैं एवं प्रश्नावली के उत्तर निम्नानुसार देते हैं :

1. (क) क्या संस्थान, भारत सरकार के सामान्य अनुदान एवं पूंजीगत अनुदान से हुए व्यय के उचित लेखे रखता है ताकि लेखा परीक्षक सत्यापित कर सकें कि व्यय उसी उद्देश्य के लिए हुए जिसके लिए अनुदान दिए गए थे?

➢ <u>उत्तर :</u>

संस्थान ने 31 मार्च, 2023 को समाप्त हुए वित्तीय वर्ष के दौरान प्राप्त अनुदानों से हुए व्ययों के उचित लेखों को रखा है।

5,51,25,00,000/- रुपए के सामान्य अनुदान (वित्तीय वर्ष 2021-22: 4,80,60,00,000/- रुपए) (पूंजीगत/ विशेष अनुदानों को छोड़कर) एवं 2,07,35,00,000 रु. के पूंजीगत अनुदान (वित्तीय वर्ष 2021-22: 1,50,20,00,000/- रु.) वर्ष के दौरान भारत सरकार से प्राप्त हुए। इस राशि को संस्थान के विभिन्न अनुसंधान क्रियाकलापों में खर्च किया गया जिसमें स्थापना एवं न्यास के लक्ष्य के लिए अन्य व्यय शामिल थे।

(ख) अव्यय की गई शेष राशि वित्तीय वर्ष की समाप्ति पर कितनी है?

➢ <u>उत्तर :</u>

संस्थान अपने वित्तीय कथनों की तैयारी के लिए लेखाकरण के प्रोद्भवन आधार का अनुसरण करता है।

अव्यय बैंक शेष राशि वित्तीय वर्ष की समाप्ति पर निम्नानुसार है:

(राशि रुपये में)

क्रमांक संख्या	विवरण	31-03-2023 की स्थिति के अनुसार	31-03-2022 की स्थिति के अनुसार
1	बैंक खाता – योजना एवं गैर योजना	16,78,38,575	22,66,89,480

मुंबई कार्यालय: डी -509, नीलकंठ बिजनेस पार्क, नथानी रोड, विद्याविहार पश्चिम, मुंबई – 400 086।
फोन: +91 22 3512 3184; ईमेल: chetan.sapre@gdaca.com
पुणे कार्यालय: जीडीए हाउस, प्लॉट नंबर 85, भुसारी कॉलोनी (दाएं), पौड रोड, पुणे – 411 038,
फोन – 020 – 2528 0081, फैक्स – 020 – 2528 0275; ईमेल– audit@gdaca.com.

G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

क्रमांक संख्या	विवरण	31-03-2023 की स्थिति के अनुसार	31-03-2022 की स्थिति के अनुसार
2	बैंक खाता – परियोजनाएं, धर्मादा अनुदान	35,50,85,494	83,63,02,586
3	लघुकालीन जमा राशियां - योजना एवं गैर योजना	28,21,23,758	39,98,52,644
4	लघुकालीन जमा राशियां – परियोजनाएं, धर्मादा अनुदान	1,42,98,15,809	1,03,79,61,422
कुल		**2,23,48,63,636**	**2,50,08,06,132**

2 (क) क्या आंतरिक जाँच व नियंत्रण की कोई उपयुक्त व्यवस्था है ताकि सुनिश्चित किया जा सके कि भंडार मदों की खरीद व कार्यों के निष्पादन, उस उद्देश्य के लिए निर्धारित नीतियों व प्रक्रियाओं के अनुरूप होते हैं?

➢ उत्तर :

हमें स्पष्ट किए गए के अनुसार व हमारे निरीक्षणों के आधार पर संस्थान की अपने प्रचालनों के आकार व प्रकृति के संबंध में भंडार मदों की खरीद व कार्यों के निष्पादन के संबंध में आंतरिक नियंत्रण की उपयुक्त व्यवस्था है व यह उस उद्देश्य के लिए निर्धारित प्रक्रियाओं के अनुसार है। कुछ मामलों में जहां प्रबंधन ने निविदाओं को आमंत्रित करना आवश्यक नहीं समझा वहां ठेके या आदेश संस्थान की राय में उपयुक्त माने गए व्यक्तियों को दिए गए। कृपया हमारे प्रतिवेदन (दिनांक 03 अगस्त, 2023) के अन्य विधिक एवं नियामक आवश्यकताएं खंड के परिच्छेद (एच) को देखें।

(ख) क्या ऐसे मामले सामने आए हैं जहां इन सिद्धांतों का प्रत्यक्षत: पालन न किया गया हो?

➢ उत्तर :

हमारी लेखा परीक्षा के दौरान ऐसे किसी भी उदाहरण को नहीं पाया गया।

3. क्या भारत सरकार के अनुदान से अर्जित परिसंपत्तियों का उपयुक्त अभिलेख रखा जाता है जिसमें अर्जन की लागत को प्रत्येक मद के सामने दर्शाया जाता हो ?

➢ उत्तर :

संस्थान में परिसंपत्तियों के अभिलेख रखने की ऐसी व्यवस्था विद्यमान है जिसमें वर्ष के दौरान भारत सरकार के अनुदान से अर्जित प्रत्येक मद के सामने अर्जन की लागत दर्शायी जाती है। इसके अतिरिक्त हमें उपलब्ध कराई गई सूचना के अनुसार वित्तीय वर्ष 2021-22 की परिसंपत्तियों के शेष के लिए वर्ष 2022-2023 के दौरान मुख्यालय में संस्थान द्वारा परिसंपत्तियों का वास्तविक सत्यापन नहीं किया गया है।

4. उपभोज्य भंडार मदों आदि के संबंध में क्या उचित भंडार लेखे रखे जाते हैं व क्या उचित पर्यवेक्षण के अंतर्गत समय-समय पर वास्तविक सत्यापन किए जाते हैं?

➢ उत्तर :

उचित भंडार लेखों को रखा गया है एवं भंडार मदों के वास्तविक सत्यापन को संस्थान व हमारे द्वारा 31 मार्च, 2023 को समाप्त वर्ष के लिए किया गया है।

5. (क) क्या नगदी, भंडार मदों एवं अन्य परिसंपत्तियों की हानियों की सूचना उचित जाँच के पश्चात शासी निकाय को करने की व्यवस्था विद्यमान है?

मुंबई कार्यालय: डी -509, नीलकंठ बिजनेस पार्क, नथानी रोड, विद्याविहार पश्चिम, मुंबई – 400 086।
फोन: +91 22 3512 3184; ईमेल: chetan.sapre@gdaca.com
पुणे कार्यालय: जीडीए हाउस, प्लॉट नंबर 85, भुसारी कॉलोनी (दाएं), पौड रोड, पुणे – 411 038,
फोन – 020 – 2528 0081, फैक्स – 020 – 2528 0275; ईमेल– audit@gdaca.com.

➢ उत्तर :
हमें सूचित किए गए के अनुसार औपचारिक व्यवस्था विद्यमान है एवं ऐसी सभी हानियों की सूचना शासी निकाय को दी जाती है एवं उपयुक्त कार्यवाही की जाती है।

(ख) क्या लेखा परीक्षक को रिपोर्ट किए गए ऐसे मामलों पर कोई टिप्पणी करनी है?

➢ उत्तर :
जैसा कि हमें सूचित किया गया कि प्रबंधन को वर्ष के दौरान ऐसे किसी मामले की सूचना नहीं दी गई या प्रबंधन को ऐसे किसी भी मामले की सूचना नहीं थी।

6. संस्थान के लेखों में एक कथन समाहित होता है जिसमें संस्थान के लक्ष्यों पर हुए व्यय का ब्यौरा होता है (लेखे की अनुसूची "एम")।

7. वर्ष के दौरान निम्नलिखित कटौतियों को स्थाई परिसंपत्तियों की मूल लागत एवं संचित मूल्यह्रास से किया गया: (स्थानांतरणों/समायोजनों को छोड़कर)

(राशि रुपये में)

क्रमांक संख्या	विवरण	मूल लागत से कटौती	संचित मूल्यह्रास से कटौती
1	इमारतें	-	-
2	उपकरण	7,65,52,091	6,87,78,905
3	मोटर वाहन	-	-
4	फर्नीचर एवं फिक्चर्स	55,30,010	49,51,236
5	पुस्तकालय की पुस्तकें एवं पीरियोडिकल्स	27,671	15,825
6	कंप्यूटर एवं पेरीफेरल्स	62,71,944	58,64,046
	कुल	**8,83,81,716**	**7,96,10,012**

8. इस प्रतिवेदन को दिनांक 31 मार्च, 2023 को समाप्त हुए वर्ष के लिए संस्थान के लेखों पर हमारे प्रतिवेदन, दिनांक 03 अगस्त, 2023 के साथ संयोजन के रूप में पढ़ा जाए।

जी.डी. आप्टे एण्ड कंपनी
चार्टरित लेखाकार
फर्म पंजीकरण संख्या 100515डब्ल्यू





सी.ए. चेतन सप्रे
पार्टनर
सदस्यता संख्या 116952

दिनांक: 03 अगस्त, 2023
स्थान: मुंबई
यूडीआईएन: 23116952बीजीटीआईसीक्यू8318

INDEPENDENT AUDITOR'S REPORT

To,
The Chairman,
Council of Management of Tata Institute of Fundamental Research,
Homi Bhabha Road,
Mumbai – 400 005.

Report on the Audit of the Financial Statements

Opinion

We have audited the accompanying financial statements of Tata Institute of Fundamental Research (the Institute), which comprise the Balance Sheet as at March 31, 2023, the Income and Expenditure account, the Statement of Receipts and Payment for the year then ended, and a summary of significant accounting policies and other explanatory information.

In our opinion and to the best of our information and according to the explanations given to us, the aforesaid financial statements give the information required by the Act in the manner as required and give a true and fair view in conformity with the accounting principles generally accepted in India of the Balance Sheet of the Institute as at March 31, 2023, Income & Expenditure account and its Statement of Receipts & Payments for the year ended on that date.

Basis for Opinion

We conducted our audit in accordance with Standards on Auditing (SAs). Our responsibilities under those Standards are further described in the Auditor's Responsibilities for the Audit of the Financial Statements section of our report. We are independent of the entity in accordance with the ethical requirements that are relevant to our audit of the financial statements, and we have fulfilled our other responsibilities in accordance with these requirements. We believe that the audit evidence we have obtained is sufficient and appropriate to provide a basis for our opinion.

Emphasis of Matter

I) External Grants for various Projects

a. As per the guidelines prescribed and as per the terms of the sanction, amount received for projects should only be used for specified purpose and balance if any must be deposited in to a separate account, further complete details of project assets and liabilities must be maintained.

   In case of certain centers it was observed that the balance of project fund liability does not match with the project fund assets. Details of the same are as under :

Center Name	Project Fund Liability	Project Fund Asset	Difference	Reconciliation Status
CAM	1,62,61,748	1,67,19,156	(4,57,408)	Pending
TCIS	17,41,92,020	17,35,52,399	6,39,621	Pending
HO - Mumbai	32,90,06,571	31,11,09,815	1,78,96,756	Complete

Mumbai Office: D-509, Neelkanth Business Park, Nathani Road, Vidyavihar West, Mumbai – 400 086.
Phone: +91 22 3512 3184; Email: chetan.sapre@gdaca.com
Pune Office: GDA House, Plot No. 85, Bhusari Colony (Right), Paud Road, Pune – 411 038,
Phone – 020 – 2528 0081, Fax – 020 – 2528 0275; Email – audit@gdaca.com.

G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

b. In case of certain projects there were no activities since last two years, credit balance appearing in the books of accounts as on March 31, 2023 are as under:

Sr. No.	Name of the Centre	No. of Projects	Amount in Rs.
1	HO-Mumbai	10	63,17,480
2	ICTS-Bangalore	03	56,69,463
3	TCIS-Hyderabad	39	54,65,084
4	CAM-Bangalore	02	1,16,17,431
5	NCBS-Bangalore	03	4,47,655
	Total	**51**	**2,95,17,113**

II) Liabilities

a. In case of all TIFR Centers it was observed that centers are generally regular in paying its GST liability on time to the government authority and filing its GST return on or before the due dates. However it was observed that there is no uniformity in their policy from Head Office with regard to general compliance of GST Act in relation to invoicing, input tax credit, reporting of turnover, etc.which may lead to non-compliance or wrong repoting and consequential impact if any.

b. At TIFR – CAM, Earnest Money Deposit to the tune of Rs. 5,27,628 is outstanding since long as on March 31, 2023.

III) General Point

Balances under recoverable deposits, EMDs are subject to confirmation reconciliation from the parties.

Our report is not modified in respect of the above matters.

Responsibilities of Trustees and Those Charged with Governance for the Financial Statements

The Trustees are responsible for the preparation of these financial statements that give a true and fair view of the financial position, financial performance and receipts and payments of the Institute in accordance with the Accounting principles generally accepted in India. This responsibility includes the design, implementation and maintenance of internal control relevant to the preparation and presentation of the financial statements that give a true and fair view and are free from material misstatement, whether due to fraud or error. In preparing the financial statements, Trustees are responsible for assessing the Institute's ability to continue as a going concern, disclosing, as applicable, matters related to going concern and using the going concern basis of accounting unless management either intends to liquidate the Institute or to cease operations, or has no realistic alternative but to do so. Those charged with governance are responsible for overseeing the Institute's financial reporting process.

Auditor's Responsibilities for the Audit of the Financial Statements

Our objectives are to obtain reasonable assurance about whether the financial statements as a whole are free from material misstatement, whether due to fraud or error, and to issue an auditor's report that includes our opinion. Reasonable assurance is a high level of assurance, but is not a guarantee that an audit conducted in accordance with SAs will always detect a material misstatement when it exists. Misstatements can arise from fraud or error and are considered material if, individually or in the



aggregate, they could reasonably be expected to influence the economic decisions of users taken on the basis of these financial statements.

As part of an audit in accordance with SAs, we exercise professional judgment and maintain professional skepticism throughout the audit. We also:

- Identify and assess the risks of material misstatement of the financial statements, whether due to fraud or error, design and perform audit procedures responsive to those risks, and obtain audit evidence that is sufficient and appropriate to provide a basis for our opinion. The risk of not detecting a material misstatement resulting from fraud is higher than for one resulting from error, as fraud may involve collusion, forgery, intentional omissions, misrepresentations, or the override of internal control.
- Obtain an understanding of internal control relevant to the audit in order to design audit procedures that are appropriate in the circumstances, but not for the purpose of expressing an opinion on the effectiveness of the Institute's internal control.
- Evaluate the appropriateness of accounting policies used and the reasonableness of accounting estimates and related disclosures made by management.
- Conclude on the appropriateness of management's use of the going concern basis of accounting and, based on the audit evidence obtained, whether a material uncertainty exists related to events or conditions that may cast significant doubt on the Institute's ability to continue as a going concern. If we conclude that a material uncertainty exists, we are required to draw attention in our auditor's report to the related disclosures in the financial statements or, if such disclosures are inadequate, to modify our opinion. Our conclusions are based on the audit evidence obtained up to the date of our auditor's report. However, future events or conditions may cause the Institute to cease to continue as a going concern.

We communicate with those charged with governance regarding, among other matters, the planned scope and timing of the audit and significant audit findings, including any significant deficiencies in internal control that we identify during our audit.

Other Matters

a. The audit of finanacial statements for the year ended March 31, 2022 was carried out and reported by predecessor auditor, M/s. Kailash Chand Jain & Co.; Chartered Accountants vide their unmodified audit report dated August 18, 2022, whose report has been furnished to us by the management and which has been relied upon by us for the purpose of our audit of the financial statements an on March 31, 2023.

b. We did not audit the financial statements of following 6 centers included in the audited financial statements, for the period from April 01, 2022 to March 31, 2023. These financial statements have been audited by other auditors whose reports have been furnished to us by the Management and our conclusion on the financial statements, in so far as it relates to the amounts and disclosures included in respect of these centers, is based solely on the reports of the other auditors and the procedures performed by us as stated above.



Sr. No.	Center Name	Audited By
1	National Centre for Biological Sciences (NCBS)- Bangalore	T. Ramchandran & Co. Chartered Accountants
2	Centre for Applied Mathematics (CAM)- Bangalore	
3	International Centre for Theoretical Sciences (ICTS) – Bangalore	
4	Cosmic Ray Laboratory (CRL)- Ooty	
5	TIFR Centre for Interdisciplinary Sciences (TCIS) – Hyderabad	Jawahar & Associates Chartered Accountants
6	Balloon Facility (PBL)- Hyderabad	

Our opinion on the financial statements, and our report on other legal and regulatory requirements below, is not modified in respect of the above matters with respect to our reliance on the work done and the reports of the other auditors and the financial statements certified by the management.

Report on Other Legal and Regulatory Requirements

1. As required by the Maharashtra Public Trusts Act, 1950, subject to our observations mentioned above, to the best of our information and belief and according to the explanations given to us, we report that during the year ended March 31, 2023:

   a. The accounts of the Institute are maintained regularly and in accordance with the provisions of the Maharashtra Public Trusts Act, 1950, and the Rules made there under.

   b. The Institute has properly and correctly accounted for all the receipts and disbursements made.

   c. The cash balances and vouchers in the custody of the manager of the Institute were in agreement with the accounts, on the date of the audit.

   d. All books, deeds, accounts, vouchers and other documents & records of the Institute, as required were produced before us for our verification.

   e. Registers of movable and immovable properties are maintained in oracle as required under Part I and IV of the Schedule X-AA to the Maharashtra Public Trusts Rules, 1951, subject to our comments below:

      i. The Register of immovable properties has been updated in oracle for the year ended March 31, 2023.

      ii. The changes in the register of immovable and movable properties have not been communicated to the charity commissioner for the year ended March 31, 2023 and as informed to us the same will be communicated after adoption of the financial statements.

   f. The 'Registrar', 'Head Accounts', 'Accounts Officers' and all other persons required, appeared before us and have furnished us with the necessary information as required by us.

   g. We have not noticed any instances of the funds of the Institute being applied for any object or purpose other than the object or purpose of the Institute.

Mumbai Office: D-509, Neelkanth Business Park, Nathani Road, Vidyavihar West, Mumbai – 400 086.
Phone: +91 22 3512 3184; Email: chetan.sapre@gdaca.com
Pune Office: GDA House, Plot No. 85, Bhusari Colony (Right), Paud Road, Pune – 411 038,
Phone – 020 – 2528 0081, Fax – 020 – 2528 0275; Email – audit@gdaca.com.

G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

h. Based on the information provided to us, details of outstanding income and advances to creditors for more than one year, at HO - Mumbai as on March 31, 2023 are as follows:-

Sr. No.	Particulars	Amount in Rs.
1	HO - Mumbai - Income Receivable [refer note (i) - (iii)]	23,50,000
2	HO - Mumbai - Advances to Sundry Creditors – Foreign	11,88,707
Total		**35,38,707**

Note:- (i) Block grant of Rs. 20,00,000 is received from Sir Dorabji Tata Trust on submission of audited books of accounts pertaining to that Financial Year. Grant for Financial Year 2019-20, 2020-21 is not yet received and regular communication for the same is being done by TIFR.

(ii) Block Grant receivable from Government of Maharashtra amounting Rs. 3,50,000 pertaining to Financial Year 2014-15 to Financial Year 2020-2021 is pending for confirmation and regular communication for the same is being done by TIFR.

(iii) Since the grant is not being received from Sir Dorabji Tata Trust and Government of Maharashtra, the management is of the opinion that the grant receivable need not be recorded as income of the current year and same will be recorded once the grant is received.

i. As far as we could observe in our routine test checking, tenders were not called for some of the repairs or construction works involving expenditure exceeding Rs. 5,000. In cases where tenders were not called for, due documentation and approval of such expenses has been done.

However, in case of purchase of branded items / items of special nature / spares of branded items, these are purchased directly from manufacturers or their distributors/ agents and in case of repairs / up-gradation work, the Institute often directly approaches the original supplier of the equipment for carrying out the repairs / up-gradation and accordingly, tenders are not invited for such items.

j. As per the information and explanations given to us and as per the records made available to us for our verification, no monies of the Institute were invested contrary to the provisions of Section 35 of the Maharashtra Public Trusts Act, 1950.

k. As per the information and explanations given to us and as per the records made available to us for our verification, there has been no alienation of immovable property contrary to the provisions of Section 36 of the Maharashtra Public Trusts Act, 1950.

l. Special matters, which we think fit or necessary to bring to the notice of the Deputy or Assistant Charity Commissioner is pointed, vide this audit report.

m. During the course of our normal audit procedures, we noticed no case of irregular, illegal or improper expenditure, or of loss or waste of money or other property thereof, and no such expenditure, failure, omission, loss or waste was caused in consequence of breach of trust or misapplication or any other misconduct on the part of the Trustees or any other person while in the management of the Institute.

n. As verified by us the budget has been filed for the year ended March 31, 2023 by the Institute in the form provided by Rule 16A.

2. As per explanations provided to us, pursuant to the format suggested by the Controller General of Accounts, financial statements of the Institute have been prepared in the accordance with the format



prescribed for Central Autonomous bodies. Hence, the formats prescribed in schedule VIII & IX of the Maharashtra Trust Rules, 1951 have not been adopted.

3. The administration and management of the Institute vests in a Council (Rule 3 and Bye-law No. 1 of the Institute) which comprises (as per Rule 4):

   a. Three members appointed by the Government of India;
   b. One member appointed by the Government of Maharashtra;
   c. Two members appointed by the Trustees of the Sir Dorabji Tata Trust;
   d. The Director of the Institute (ex-officio member); and
   e. One co-opted member appointed by the Council.

4. Having regard to the above paragraph we further report that-

   a. The maximum and minimum number of trustees has been maintained during the year;
   b. Minimum four council meetings have been conducted in a calender year as per Bye-Law 1.1 under Rule No. 10 of the Institute;
   c. Minute's book of the proceedings of the meetings is maintained;
   d. No trustees / council members have any interest in the Investments of the Institute; and
   e. None of the trustees / council members is a debtor or creditor of the Institute.

5. With regard to audit carried out by the auditor's of previous year, all irregularities that were pointed out have been duly complied with by the trustees except the paras continued in Emphasis of Matter pargraph above.

   With regard to audit carried out by CAG and DAE, it is observed that the Institute, (including the Centres and Field Stations) has 31 CAG and 137 DAE open audit paras as on March 31, 2023. As compared to March 31, 2022, total 23 DAE audit paras were added back due to non acceptance / New Audit by the DAE.

   During the year the number of paras replied by the Institute and dropped by the Audit Agency is as follows:

Particulars	Opening No. of Audit Paras (01.04.2022)	Issued during the year	Replied to Agency during the year	Paras Dropped by Agency	Balance No. of Audit Paras. (31.03.2023)
DAE Audit					
Mumbai	76	0	58	13	63
NCRA	45	0	21	0	45
NCBS	41	14	40	35	20
HBCSE	5	0	5	5	0
ICTS	0	9	0	0	9
TCIS	0	0	0	0	0
Total	**167**	**23**	**124**	**53**	**137**

G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

Particulars	Opening No. of Audit Paras (01.04.2022)	Issued during the year	Replied to Agency during the year	Paras Dropped by Agency	Balance No. of Audit Paras. (31.03.2023)
CAG Audit					
Mumbai	8	9	15	7	10
NCRA	1	0	0	0	01
NCBS	2	24	14	7	19
HBCSE	1	0	1	0	1
Total	**12**	**33**	**30**	**14**	**31**

For G. D. Apte & Co.
Chartered Accountants
Firm Registration Number: 100515W

Chetan Sapre
Partner
Membership No.: 116952

Date: August 3, 2023
Place: Mumbai

UDIN: 23116952BGTICQ8318

Mumbai Office: D-509, Neelkanth Business Park, Nathani Road, Vidyavihar West, Mumbai – 400 086.
Phone: +91 22 3512 3184; Email: chetan.sapre@gdaca.com
Pune Office: GDA House, Plot No. 85, Bhusari Colony (Right), Paud Road, Pune – 411 038,
Phone – 020 – 2528 0081, Fax – 020 – 2528 0275; Email – audit@gdaca.com.

To,
The Chairman,
Council of Management of Tata Institute of Fundamental Research,
Homi Bhabha Road,
Mumbai – 400 005.

Supplementary Report based on Chairman's Questionnaire

Dear Sir,

As per letter No. TFR/130(51)/7071 dated 18th July, 1962 (a copy of which is not available for our reference and hence we have relied on the report of the previous auditors) we report further on the accounts of the Institute for the year ended March 31, 2023 and answer to the questionnaire are as follows:

1. (a) Does the Institute maintain proper accounts of the expenditure incurred out of the block grant and capital grant made by the Government of India so that the auditor can verify that the expenditure has been incurred for purpose for which the grants were made?

- **Reply:**
  The Institute has maintained proper accounts of expenditures incurred out of the grants received during the financial year ended March 31, 2023.
  Block grant of Rs. 5,51,25,00,000 (FY 2021-22: Rs. 4,80,60,00,000) (excluding capital / special grants) and Capital Grant of Rs. 2,07,35,00,000 (FY 2021-22: Rs. 1,50,20,00,000) was received during the year from the Government of India. The amount has been spent on the various research activities of the Institute including establishment and other expenses for the object of the trust.

(b) What is balance remaining unspent at the end of the financial year?

- **Reply:**
  The Institute follows accrual basis of accounting for the preparation of its Financial Statements. The unspent bank balance at the end of the financial year is as follows:

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Particulars	As at 31-03-2023	As at 31-03-2022
1	Bank Account – Plan & Non Plan	16,78,38,575	22,66,89,480
2	Bank Account – Projects, Endowment Grants	35,50,85,494	83,63,02,586
3	Short term deposits – Plan & Non Plan	28,21,23,758	39,98,52,644
4	Short term deposits – Projects, Endowment Grants	1,42,98,15,809	1,03,79,61,422
Total		**2,23,48,63,636**	**2,50,08,06,132**

Mumbai Office: D-509, Neelkanth Business Park, Nathani Road, Vidyavihar West, Mumbai –400086.
Phone: +91 22 3512 3184; Email: chetan.sapre@gdaca.com
Pune Office: GDA House, Plot No. 85, Bhusari Colony (Right), Paud Road, Pune – 411 038,
Phone – 020 – 2528 0081, Fax – 020 – 2528 0275; Email – audit@gdaca.com.

G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

2. (a) Is there an adequate system of internal check and control to ensure that purchase of stores and execution of work is done with due regard to the policies and procedures laid down for that purpose?

- **Reply:**
  As explained to us and as observed, the Institute, having regard to the size and nature of its operations, has a reasonable system of internal control in respect of purchases of stores and execution of work and is in accordance with the procedures laid down for that purpose.

  In some cases where the management considered it was not desirable to invite tenders, the contracts or orders were given to the persons who were deemed fit according to opinion of the Institute. Please refer Para (h) of Other Legal and Regulatory Requirements section of our report dated August 03, 2023.

(b) Have any cases come to notice where these principles have not apparently been observed?

- **Reply:**
  No such instances were observed during the course of our audit.

3. Is a proper record maintained of the assets acquired from out of The Government of India grant with the cost of acquisition entered against each item?

- **Reply:**
  The institute has a system in place for maintaining records of assets with cost of acquisition entered against each item acquired out of Government of India grant during the year.
  Further as per information provided to us, physical verification of assets is not conducted by the institute at HO during the year 2022-2023 for the asset balance of FY 2021-22.

4. In respect of consumable stores etc., are proper stores accounts maintained and are physical verification made at periodic intervals under proper supervision?

- **Reply:**
  Proper stores accounts have been maintained and physical verification of the stores items was carried out by the Institute and by us for the year ended March 31 2023.

5. (a) Is there a system of reporting losses of cash, stores and other assets to the governing body after proper investigation?

- **Reply:**
  As informed to us, formal system exists and all such losses are reported to the governing body and action as considered appropriate is taken.

(b) Has the auditor any comments to make on the cases so reported?

- **Reply:**
  As informed to us, there were no such cases reported to or known by the management during the year.

Mumbai Office: D-509, Neelkanth Business Park, Nathani Road, Vidyavihar West, Mumbai –400086.
Phone: +91 22 3512 3184; Email: chetan.sapre@gdaca.com
Pune Office: GDA House, Plot No. 85, Bhusari Colony (Right), Paud Road, Pune – 411 038,
Phone – 020 – 2528 0081, Fax – 020 – 2528 0275; Email – audit@gdaca.com.

6. The accounts of the Institute include a statement giving a break-up of the expenditure incurred on objects of the Institute (Schedule "M" to the Accounts).

7. During the year, following deductions were made from the original cost and accumulated depreciation of fixed assets (excluding transfers / adjustments):

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Particulars	Deduction from Original Cost	Deduction from Accumulated Depreciation
1	Buildings	-	-
2	Equipment	7,65,52,091	6,87,78,905
3	Motor Vehicles	-	-
4	Furniture and Fixtures	55,30,010	49,51,236
5	Library Books and Periodicals	27,671	15,825
6	Computers and Peripherals	62,71,944	58,64,046
	Total	**8,83,81,716**	**7,96,10,012**

8. This report should be read in conjunction with our report dated August 03, 2023 on the accounts of the Institute for the year ended March 31, 2023.

For G. D. Apte & Co.
Chartered Accountants
Firm Registration Number: 100515W

Chetan Sapre
Partner
Membership No.: 116952

Date: August 3, 2023
Place: Mumbai

UDIN: 23116952BGTICQ8318

Mumbai Office: D-509, Neelkanth Business Park, Nathani Road, Vidyavihar West, Mumbai –400086.
Phone: +91 22 3512 3184; Email: chetan.sapre@gdaca.com
Pune Office: GDA House, Plot No. 85, Bhusari Colony (Right), Paud Road, Pune – 411 038,
Phone – 020 – 2528 0081, Fax – 020 – 2528 0275; Email – audit@gdaca.com.

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
RECEIPTS AND PAYMENTS FOR THE YEAR ENDED 31ST MARCH, 2023

(Amount in Rs.)

Sr. No.	RECEIPTS	Current Year 2022-23	Previous Year 2021-22	Sr. No.	PAYMENTS	Current Year 2022-23	Previous Year 2021-22
1	**Opening Balances**			1	**Expenses**		
	Cash In Hand	67,050	84,486		Establishment Expenses	4,70,19,40,707	3,98,30,61,233
	Bank Balances:				On The Object Of The Trust	2,07,44,62,942	1,77,75,62,379
	Current A/Cs	56,53,18,749	52,19,54,914		Other Expenses	3,72,95,071	1,05,77,187
	Savings A/Cs	49,76,73,317	6,77,32,618		Interest Refunded to DAE	73,96,731	16,61,73,683
	Deposit with Bank			2	**Expenses from Various Projects**		
	Main A/Cs	39,98,52,644	24,36,30,295		Project Funds	1,06,29,37,163	83,74,70,331
	Project A/Cs	63,11,16,143	96,57,16,100		Endowment Funds	2,72,60,003	1,26,43,156
	Endowment A/Cs	40,68,45,279	39,94,34,164				
				3	**Expenditure on Fixed Assets**	1,01,58,83,102	34,17,68,667
2	**Grants Recieved**						
	From Government Of India	7,58,15,76,735	6,30,70,12,684	4	**Closing Balances**		
					Cash In Hand	87,821	67,050
	From State Government	-	-		Bank Balances:		
					In Current A/Cs	40,31,88,053	56,53,18,749
	From Dorabji Tata Trust	-	-		Savings A/Cs	11,97,36,016	49,76,73,317
	For Projects	86,94,04,421	93,17,27,115		Deposit with Bank		
	For Endowment	51,35,385	1,25,92,248		Main A/Cs	28,21,23,758	39,98,52,644
	From Other Sources	3,07,60,883	3,24,55,695		Project A/Cs	1,03,81,74,445	63,11,16,143
					Endowment A/Cs	39,16,41,364	40,68,45,279
3	**Interest Received**						
	On Bank Deposits	7,65,28,967	8,35,37,231				
	Loans, Advances etc.	1,659	123				
4	**Other Income**						
	Other Income	9,78,45,944	6,42,52,148				
	Total	**11,16,21,27,176**	**9,63,01,29,819**		**Total**	**11,16,21,27,176**	**9,63,01,29,819**

For Tata Institute Of Fundamental Research

Col. Rajeev Anand [Retd]
Registrar

Prof. Jayaram N. Chengalur
Director

Date: August 3, 2023
Place: Mumbai

As per our report of even date
M/s G. D. Apte & Co.
Chartered Accountants
Firm Registration Number: 100515W

CA. Chetan Sapre
Partner
Membership No.: 116952

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

BALANCE SHEET AS AT 31ST MARCH, 2023

(Amount in Rs.)

Particulars	Schedule	As at 31st March, 2023	As at 31st March, 2022
Corpus / Capital Fund and Liabilities			
Corpus / Capital Fund	A	10,43,10,99,834	10,17,13,18,824
Project Funds	B	1,35,32,35,330	1,49,69,12,215
Endowment Funds	C	45,01,66,167	44,54,89,187
Other Grants	D	2,03,91,951	1,54,57,744
Current Liabilities and Provisions	E	19,00,67,43,493	18,55,66,56,781
Total		**31,26,16,36,775**	**30,68,58,34,751**
Assets			
Fixed Assets (Gross Block)	F	19,56,55,18,051	18,65,22,91,700
Less : Provision for Depreciation		13,15,99,70,034	12,38,06,40,790
		6,40,55,48,017	6,27,16,50,910
Add : Capital Work in Progress		41,79,27,349	35,43,73,562
Fixed Assets (Net Block)		6,82,34,75,366	6,62,60,24,472
Current Assets, Loans and Advances	G	2,70,46,87,702	2,79,73,76,833
Excess of Expenditure over Capital Fund	A	21,73,34,73,707	21,26,24,33,446
Total		**31,26,16,36,775**	**30,68,58,34,751**
Significant Accounting Policies Contingent Liabilities and Notes to Accounts	H		

As per our report of even date

For Tata Institute of Fundamental Research

M/s G. D. Apte & Co.
Chartered Accountants
Firm Registration Number: 100515W

Col. Rajeev Anand [Retd]
Registrar

Prof. Jayaram N. Chengalur
Director

CA. Chetan Sapre
Partner
Membership No.: 116952

Date: August 3, 2023
Place: Mumbai

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

INCOME AND EXPENDITURE ACCOUNT FOR THE YEAR ENDED 31ST MARCH, 2023

(Amount in Rs.)

Particulars	Schedule	For the Year Ended 31st March 2023	For the Year Ended 31st March 2022
Income			
Grants	I	6,46,28,56,469	5,61,62,38,901
Interest Earned	J	1,24,58,022	1,24,36,739
Other Income	K	14,02,63,388	10,16,71,384
Total (A)		**6,61,55,77,879**	**5,73,03,47,024**
Expenditure			
Employee Related Expenditure	L	4,57,21,37,904	4,14,27,19,657
Expenditure on the Object of the Trust	M	2,08,94,53,615	2,05,59,43,918
Total (B)		**6,66,15,91,519**	**6,19,86,63,575**
Excess of (Expenditure over Income) / Income over Expenditure [before Depreciation & Provision for Retirement Benefits] (A-B)		(4,60,13,640)	(46,83,16,551)
Less : Depreciation	N	85,89,39,257	78,24,78,849
Add: Deferred Income (As per AS 12 on Govt. Grants for Deperciation)		85,89,39,257	-
Less : Provision for Retirement Benefits (Gratuity, Pension & Compensated Absensces)	O	42,50,26,621	1,61,49,38,556
Balance Being Excess of Expenditure over Income		**(47,10,40,261)**	**(2,86,57,33,957)**
Transfer to Special Reserve		-	-
Transfer to / from General Reserve		-	-
Balance Being Surplus / (Deficit) Carried To Balance Sheet		**(47,10,40,261)**	**(2,86,57,33,957)**
Significant Accounting Policies Contingent Liabilities and Notes to Accounts	H		

For Tata Institute of Fundamental Research

Col. Rajeev Anand [Retd]
Registrar

Prof. Jayaram N. Chengalur
Director

Date: August 3, 2023
Place: Mumbai

As per our report of even date

M/s G. D. Apte & Co.
Chartered Accountants
Firm Registration Number: 100515W

CA. Chetan Sapre
Partner
Membership No.: 116952

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March, 2023

(Amount in Rs.)

Schedule A - Capital Grants				
Description of the Grants	**Opening Balance as on 1st April, 2022**	**Grants utilised for Capital Purposes and Deferred Income during the year**	**CWIP / Capital Advance Capitalised during the year**	**Closing Balance as on 31st March, 2023**
Grant from the Department of Atomic Energy, Government of India for:				
Land, building, auditorium, furniture, vehicles, equipment, computer systems and other fixed assets	22,52,90,12,630	1,14,37,63,746	7,86,01,892	23,59,41,74,484
Add:- Capital Advances	2,29,46,984	7,64,62,639	2,29,04,226	7,65,05,397
Less: Deferred Income (As per AS 12 on Govt. Grants for Depreciation)*	12,38,06,40,790	85,89,39,257	-	13,23,95,80,047
Total	**10,17,13,18,824**	**36,12,87,128**	**10,15,06,118**	**10,43,10,99,834**

Schedule A - Revenue Grants				
Description of the Grants	**Opening Balance as on 1st April, 2022**	**Total Income for the year**	**Total Expenditure for the year**	**Closing Balance as on 31st March, 2023**
Balance of net expenditure transferred from Income & Expenditure Account	(33,64,30,74,236)	6,61,55,77,879	7,94,55,57,397	(34,97,30,53,754)
Add: Deferred Income (As per AS 12 on Govt. Grants for Depreciation)*	12,38,06,40,790	85,89,39,257	-	13,23,95,80,047
Total	**(21,26,24,33,446)**	**7,47,45,17,136**	**7,94,55,57,397**	**(21,73,34,73,707)**

* Refer to Note no. 3 of the Notes to Accounts to the Financial Statements.

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH, MUMBAI
National Centre of the Government of India for Nuclear Science and Mathematics
1, Homi Bhabha Road, Colaba,Mumbai 400 005
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr.No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
1	04X116	DEPARTMENT OF SPACE	FOR THE DEVELOPMENT AN REALISATION OF THREE X-RAY ASTROY	CY 2022-23	3,77,43,923	-	10,67,287	-	10,67,287	11,63,028	-	7,90,494	19,53,522	3,68,57,688
				PY 2021-22	3,67,77,829	-	11,58,697	-	11,58,697	-	-	1,92,603	1,92,603	3,77,43,923
2	06X134	MICROSOFT RESEARCH USA	FORMAL SPECIFICATION & ANALYSIS OF COMPONENT BASED DESIGNS.	CY 2022-23	3,08,736	-	-	(3,08,736)	(3,08,736)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	2,99,287	-	9,449	-	9,449	-	-	-	-	3,08,736
3	06X139	WELLCOME TRUST UK	APPLICATION OF IN VITRO BIOPHYSICAL TECHNIQUES TO IN VIVO S	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	3,59,135	-	-	(3,35,377)	(3,35,377)	-	-	23,758	23,758	-
4	08X186	SOCIETY FOR NEUROSCIENCE, USA	RESEARCH AWARD FOR INNOVATION IN NEUROSCIENCE-2008	CY 2022-23	27,37,565	-	78,956	-	78,956	-	-	-	-	28,16,521
				PY 2021-22	26,53,783	-	83,782	-	83,782	-	-	-	-	27,37,565
5	08X187	BRITISH COUNCIL, UNIVERSITY OF LEICESTER	HIGH ENERGY ASTROPHYSICS WITH ASTROSAT: UNDERSTANDING THE VARIABLE X-RAY UNIVERSE.	CY 2022-23	27,60,805	-	-	(27,60,805)	(27,60,805)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	26,76,312	-	84,493	-	84,493	-	-	-	-	27,60,805
6	09X206	CARL ZEISS INDIA PVT.	ZEISS FELLOWSHIP (DR. S. MAITI)	CY 2022-23	1,11,489	-	3,216	-	3,216	-	-	-	-	1,14,705
				PY 2021-22	1,23,016	-	3,473	-	3,473	-	-	15,000	15,000	1,11,489
7	10X214	DEPARTMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	J. C. BOSE FELLOWSHIP TO PROF. R.V. GAVAI	CY 2022-23	10,74,658	-	-	(10,74,658)	(10,74,658)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	10,41,769	-	32,889	-	32,889	-	-	-	-	10,74,658
8	10X222	DEPARTMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	J.C. BOSE FELLOWSHIP TO PROF. G. RAVINDRA KUMAR	CY 2022-23	2,60,769	-	7,521	-	7,521	-	-	-	-	2,68,290
				PY 2021-22	5,39,865	-	14,382	-	14,382	-	12,000	2,81,478	2,93,478	2,60,769
9	11X254	HOLMARC	FCS TECHNOLOGY	CY 2022-23	36,255	3,59,640	3,524	-	3,63,164	-	3,04,800	63,548	3,68,348	31,071
				PY 2021-22	35,145	-	1,110	-	1,110	-	-	-	-	36,255
10	11X255	DEPARTMENT OF ATOMIC ENERGY	DEVELOPMENT OF SITE INFRASTRUCTURE AND PROTOTYPE FOR INDIA BASED NEUTRINO OBSERVATORY (INO)	CY 2022-23	4,33,73,905	4,63,25,000	11,13,799	(19,33,692)	4,55,05,107	64,10,127	96,69,503	1,77,15,171	3,37,94,801	5,50,84,211
				PY 2021-22	6,52,93,233	3,07,00,000	17,21,270	(2,06,62,029)	1,17,59,241	12,58,210	1,47,16,528	1,77,03,831	3,36,78,569	4,33,73,905
11	12X267	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	J.C. BOSE FELLOWSHIP TO PROF. K.V.R. CHARY	CY 2022-23	7,36,384	-	-	(7,36,384)	(7,36,384)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	7,13,847	-	22,537	-	22,537	-	-	-	-	7,36,384
12	12X272	GOOGLE INDIA PVT. LTD.	GOOGLE INDIA PH'D FELLOWSHIP	CY 2022-23	1,73,982	-	-	(1,73,982)	(1,73,982)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,68,657	-	5,325	-	5,325	-	-	-	-	1,73,982
13	12X277	TATA CONSULTANCY SERVICES	TCS RESEARCH SCHOLAR PROGRAM	CY 2022-23	1,22,218	-	-	(1,22,218)	(1,22,218)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,18,478	-	3,740	-	3,740	-	-	-	-	1,22,218
14	13X280	HOWARD HUGHES MEDICAL INSTITUTE	INTERNATIONAL EARLY CAREER SCIENTISTS GRANT	CY 2022-23	48,73,866	-	1,36,922	-	1,36,922	-		2,92,947	2,92,947	47,17,841
				PY 2021-22	50,53,969	-	1,57,105	-	1,57,105	89,990		2,47,218	3,37,208	48,73,866
15	13X301	Wellcome Trust	RELEVANCE OF STATE OF PLOIDY ON VERTEBRATE EMBRYOGENESIS	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-		-	-	-
				PY 2021-22	5,56,025	-	-	(4,47,269)	(4,47,269)	-		1,08,756	1,08,756	-

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH, MUMBAI
National Centre of the Government of India for Nuclear Science and Mathematics
1, Homi Bhabha Road, Colaba,Mumbai 400 005
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr.No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
16	13X302	Unilever Insdustires Pvt. LTd	UNDERSTANDING THE ROLE OF METABOLIC INPUTS, ENDOCRINE SIGNALS AND GENETIC FACTORS IN REGULATING PHYSIOLOGICAL	CY 2022-23	6,412	-	-	(6,412)	(6,412)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	6,216	-	196	-	196	-	-	-	-	6,412
17	14X304	DST	INDO-BELGIAN DST PROJECT	CY 2022-23	1,87,973	-	-	(1,87,973)	(1,87,973)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,82,220	-	5,753	-	5,753	-	-	-	-	1,87,973
18	14X305	DBT	MECHANISMSREGULATING THE NEURON-GLIA CELL FATE SWITCH IN THE NEOCORTEX	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	18,550	-	-	-	-	-	-	18,550	18,550	-
19	14X307	DST	MULTI-WAVELENGTH STUDIES OF ACCRETION PHENOMENA WITH ASTROSAT AND SALT	CY 2022-23	2,71,171	-	-	(2,71,171)	(2,71,171)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	2,62,872	-	8,299	-	8,299	-	-	-	-	2,71,171
20	14X309	TCS	TCS FELLOWHIP	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	2,50,492	-	-	-	-	-	-	2,50,492	2,50,492	-
21	14X310	WELCOME TRUST	MICROSOFT RESEARCH INDIA PH.D. FELLOWSHIP	CY 2022-23	4,98,252	-	-	(4,98,252)	(4,98,252)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	4,83,003	-	15,249	-	15,249	-	-	-	-	4,98,252
22	14X314	NMR	NATIONAL FACILITY FOR HIGH FIELD NMR	CY 2022-23	1,56,74,861	35,37,700	4,59,369	-	39,97,069	-	-	9,85,389	9,85,389	1,86,86,541
				PY 2021-22	1,24,91,286	-	4,20,863	29,21,400	33,42,263	-	-	1,58,688	1,58,688	1,56,74,861
23	14X316	DST	SWARNAJAYANTI FELLOWSHIP OF DR. ULLAS KOLTHUR	CY 2022-23	3,57,938	-	-	(3,34,661)	(3,34,661)	-	-	23,277	23,277	-
				PY 2021-22	3,46,983	-	10,955	-	10,955	-	-	-	-	3,57,938
24	14X317	DST	CMS M&O DST COMPONENT	CY 2022-23	31,68,345	-	-	(31,68,345)	(31,68,345)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	30,71,379	-	96,966	-	96,966	-	-	-	-	31,68,345
25	14X319	DAE/DST	WLCG GRID DST COMPONENT	CY 2022-23	2,46,25,369	-	6,87,804	-	6,87,804	-	-	-	-	2,53,13,173
				PY 2021-22	2,38,83,867	-	7,53,892	-	7,53,892	-	-	12,390	12,390	2,46,25,369
26	14X320	Wellcome Trust	WELCOME TRUST	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	74	-	-	-	-	-	-	74	74	-
27	14X321	UGC	DIOPHANTINE APPROXIMATION ON HOMOGENEOUS VARIETIES	CY 2022-23	1,04,672	-	-	(1,01,469)	(1,01,469)	-	-	3,203	3,203	-
				PY 2021-22	1,01,469	-	3,203	-	3,203	-	-	-	-	1,04,672
28	14X322	UGC	FIELD THEORIES WITH HIGH-SPIN SYMMETRIES AND HIGH-SPIN GRAVITIES	CY 2022-23	35,650	-	-	(35,650)	(35,650)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	34,559	-	1,091	-	1,091	-	-	-	-	35,650
29	14X323	UGC	TRIGGERING AND GUIDING OF LIGHTING BY PLASMA FILAMENTS INDUCED BY HIGH POWER FEMTOSECOND LASER	CY 2022-23	6,51,111	-	-	(6,51,111)	(6,51,111)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	6,31,184	-	19,927	-	19,927	-	-	-	-	6,51,111
30	14X324	UNIVERSITY GRANT COMMISSION	TWO PLAYER GAMES, HARDNESS OF APPROXIMATION AND COMMUNICATION	CY 2022-23	4,64,821	-	-	(4,64,821)	(4,64,821)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	4,50,595	-	14,226	-	14,226	-	-	-	-	4,64,821

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH, MUMBAI
National Centre of the Government of India for Nuclear Science and Mathematics
1, Homi Bhabha Road, Colaba,Mumbai 400 005
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr.No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
31	14X325	WELCOME TRUST	WELLCOME TRUST DBT	CY 2022-23	(3,13,854)	3,13,854	-	-	3,13,854	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	3,45,417	-	-	(6,31,214)	(6,31,214)	-	-	28,057	28,057	(3,13,854)
32	14X326	Royal Society of Chemistry	RSC CHEMISTRY OUTREACH	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	2,898	-	-	-	-	-	-	2,898	2,898	-
33	14X328	DBT	INTERNATIONAL ASSOCIATED LABORATORY IN THE AREA OF SYSTEMS IMMUNOLOGY AND GENETICS INFECTIOUS DISEASES	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	2,697	-	-	-	-	-	-	2,697	2,697	-
34	14X330	DST	TIFR-ARIES NEAR INFRARED SPECTROMETER	CY 2022-23	1,32,605	-	3,825	-	3,825	-	-	-	-	1,36,430
				PY 2021-22	1,28,547	-	4,058	-	4,058	-	-	-	-	1,32,605
35	14X331	IFCPAR	DEVICE TO DEVICE (D2D) COMMUNICATIONS FOR LTE-ADVANCED CELLULAR NETWORKS	CY 2022-23	2,18,696	-	6,308	-	6,308	-	-	-	-	2,25,004
				PY 2021-22	2,12,003	-	6,693	-	6,693	-	-	-	-	2,18,696
36	15X333	MAX PLANCK PARTNER GROUP	MAX PLANCK PARTNER GROUP WITH THE MAX PLANCK INSTITUTE FOR SOLAR SYSTEMS RESEARCH	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	4,45,758	-	-	-	-	-	3,59,031	86,727	4,45,758	-
37	15X334	DST	SWARNAJAYANTI FELLOWSHIP OF DR SUSHIL MAJUMDAR	CY 2022-23	1,28,707	-	3,712	-	3,712	-	-	-	-	1,32,419
				PY 2021-22	1,24,768	-	3,939	-	3,939	-	-	-	-	1,28,707
38	15X335	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	JC BOSE FELLOWSHIP TO PROF KALOBARAN MAITI	CY 2022-23	1,10,450	-	3,186	-	3,186	-	-	-	-	1,13,636
				PY 2021-22	1,07,070	-	3,380	-	3,380	-	-	-	-	1,10,450
39	15X336	DST	INVESTIGATION OF THE DISTRIBUTION OF VARIOUS GAS COMPONENTS IN STAR FORMING COMPLEXES	CY 2022-23	3,31,092	-	9,549	-	9,549	-	-	-	-	3,40,641
				PY 2021-22	3,20,959	-	10,133	-	10,133	-	-	-	-	3,31,092
40	15X338	DST	TUNING ELECTRON CORRELATIONS IN HEAVY FERMION COMPOUNDS BY PRESSURE TO POSSIBLE QUANTUM CRITICALITY	CY 2022-23	1,80,627	-	-	(1,80,627)	(1,80,627)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,75,099	-	5,528	-	5,528	-	-	-	-	1,80,627
41	15X341	SERB	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR BASUDEB DASGUPTA	CY 2022-23	2,02,246	-	5,833	-	5,833	-	-	-	-	2,08,079
				PY 2021-22	1,96,056	-	6,190	-	6,190	-	-	-	-	2,02,246
42	15X342	IFCPAR	HOLOGRAPHY AND ITS APPLICATIONS	CY 2022-23	6,02,949	-	-	(6,02,949)	(6,02,949)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	5,84,496	-	18,453	-	18,453	-	-	-	-	6,02,949
43	15X344	DAE	STUDY OF INHOMOGENEITIES AND NANOSTRUCTURES ON SOLID SURFACES BY SPECTROSCOPY AND MICROSCOPY	CY 2022-23	11,19,693	-	9,392	-	9,392	-	1,00,000	9,49,921	10,49,921	79,164
				PY 2021-22	23,47,838	-	59,649	-	59,649	-	5,25,000	7,62,794	12,87,794	11,19,693
44	15X345	SERB	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR. UMANG BHASKAR	CY 2022-23	1,08,290	-	3,123	-	3,123	-	-	-	-	1,11,413
				PY 2021-22	1,05,150	-	3,140	-	3,140	-	-	-	-	1,08,290
45	16X347	SERB	J.C BOSE FELLOWSHIP TO PROF MANAN MITRA	CY 2022-23	15,20,146	3,50,000	27,150	-	3,77,150	-	3,25,000	9,94,830	13,19,830	5,77,466
				PY 2021-22	13,12,958	7,00,000	39,359	-	7,39,359	-	3,00,000	2,32,171	5,32,171	15,20,146

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH, MUMBAI
National Centre of the Government of India for Nuclear Science and Mathematics
1, Homi Bhabha Road, Colaba,Mumbai 400 005
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr.No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
46	16X349	MAXPLANCK	PARTNERSHIP GROUP BETWEEN MPI FOR PHYSICS MUNICH & TIFR	CY 2022-23	39,67,337	-	69,864	-	69,864	7,19,600	-	26,06,856	33,26,456	7,10,745
				PY 2021-22	39,65,905	-	1,22,742	-	1,22,742	-	-	1,21,310	1,21,310	39,67,337
47	16X351	Max Planck	PARTNERSHIP GROUP BETWEEN MPI & TIFR FOR ASTROPHYSICS	CY 2022-23	23,28,443	-	41,516	-	41,516	3,43,152	-	14,56,381	17,99,533	5,70,426
				PY 2021-22	33,73,019	-	78,304	-	78,304	10,18,197	-	1,04,683	11,22,880	23,28,443
48	16X352	INDO-GERMAN (DST-DAAD)	CRUMBS PARALOGUES AND THEIR FUNCTIONAL SIGNIFICANCE IN ZEBRA FISH EPITHELIA	CY 2022-23	39,856	-	-	(39,856)	(39,856)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	38,636	-	1,220	-	1,220	-	-	-	-	39,856
49	16X353	DBT/WELLCOME TRUST INDIA ALLIANCE	EARLY CAREER FELLOWSHIP TO PAULOMI SANGHAVI	CY 2022-23	7,65,646	-	-	(83,853)	(83,853)	-	1,72,800	5,08,993	6,81,793	-
				PY 2021-22	9,88,681	20,64,302	41,873	-	21,06,175	-	11,23,200	12,06,010	23,29,210	7,65,646
50	16X360	DST NANOMISSION	SUPERCONDUCTING 2D MATERIALS AND THEIR NANOSCALE DEVICES	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	20,924	-	-	-	-	-	-	20,924	20,924	-
51	16X361	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY	CENTRE OF EXCELLENCE IN EPIGENETICS PHASE II	CY 2022-23	17,56,173	-	20,426	-	20,426	-	-	15,86,154	15,86,154	1,90,445
				PY 2021-22	42,342	31,83,707	28,545	(1,24,102)	30,88,150	-	-	13,74,319	13,74,319	17,56,173
52	16X363	DEPARTMENT OF SCIENCE AND TECHONOGY (INTERNATIONAL	MAGNETOPLASMONIC QUASICRYSTALS	CY 2022-23	6,49,621	-	-	(6,49,621)	(6,49,621)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	6,29,740	-	19,881	-	19,881	-	-	-	-	6,49,621
53	16X364	DRDO	DEVELOPMENT OF SCIENCE RELATED TO COLD ATOM INTERFEROMETER FOR SENSING SINGLE AXIS ROTATION AND ACCELERATION	CY 2022-23	1,52,51,615	-	-	(1,41,18,533)	(1,41,18,533)	-	-	11,33,082	11,33,082	-
				PY 2021-22	1,80,33,165	-	5,22,818	-	5,22,818	-	66,194	32,38,174	33,04,368	1,52,51,615
54	16X365	JOINT RESEARCH AGREEMENT BETWEEN TATA STEEL LTD AND TIFR	NANOSCALE GRAPHENE SENSORS	CY 2022-23	1,41,863	-	-	(1,41,863)	(1,41,863)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,67,381	-	4,648	-	4,648	-	-	30,166	30,166	1,41,863
55	16X366	INDIAN COUNCIL OF HISTORICAL RESEARCH	STUDY OF CULTURAL CONTINUITY BETWEEN EARLY POPULATION OF INDIA AND SOUTH EAST ASIA	CY 2022-23	14,133	-	-	(14,133)	(14,133)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	13,700	-	433	-	433	-	-	-	-	14,133
56	17X367	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	SWARNAJAYANTI FELLOWSHIP TO DR.PRAHLADH HARSHA	CY 2022-23	12,165	-	3,691	-	3,691	-	-	-	-	15,856
				PY 2021-22	2,80,414	-	2,351	-	2,351	-	2,70,600	-	2,70,600	12,165
57	17X371	SERB	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR.RAMPRASAD SAPTHARISI	CY 2022-23	47,634	-	-	(47,634)	(47,634)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	46,176	-	1,458	-	1,458	-	-	-	-	47,634
58	17X372	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	TOPOLOGICAL PHASE OF MATTER IN 2D SUPERCONDUCTING MATERIALS	CY 2022-23	31,485	-	-	(31,485)	(31,485)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	30,521	-	964	-	964	-	-	-	-	31,485
59	17X374	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	RAMANUJAN FELLOWSHIP AWARD TO DR.HARIHARAN NARAYANAN	CY 2022-23	2,92,275	-	-	(20,800)	(20,800)	-		2,71,475	2,71,475	-
				PY 2021-22	1,42,029	2,00,000	10,246	-	2,10,246	-		60,000	60,000	2,92,275
60	17X376	IFCPAR	INTERACTIONS BETWEEN DYNAMICAL SYSTEMS GEOMETRY AND NUMBER THEORY	CY 2022-23	80,442	-	-	(80,442)	(80,442)	-		-	-	-
				PY 2021-22	77,980	-	2,462	-	2,462	-		-	-	80,442

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH, MUMBAI
National Centre of the Government of India for Nuclear Science and Mathematics
1, Homi Bhabha Road, Colaba,Mumbai 400 005
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr.No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
61	17X377	SERB	NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP TO DR.ADITYA N ROYCHOUDHURY	CY 2022-23	5,33,469	-	-	(5,10,139)	(5,10,139)	-	-	23,330	23,330	-
				PY 2021-22	5,17,142	-	16,327	-	16,327	-	-	-	-	5,33,469
62	17X378	SERB	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR.PIYUSH SRIVASTAVA	CY 2022-23	8,06,710	-	17,723	-	17,723	1,15,000	-	1,64,687	2,79,687	5,44,746
				PY 2021-22	8,40,265	-	26,445	-	26,445	-	-	60,000	60,000	8,06,710
63	17X379	SERB	JC BOSE FELLOWSHIP TO DR.SANDIP PARIMAL TRIVEDI	CY 2022-23	4,26,983	-	12,315	-	12,315	-	-	-	-	4,39,298
				PY 2021-22	4,98,495	-	15,108	-	15,108	-	25,000	61,620	86,620	4,26,983
64	17X380	DST	SWARNAJAYANTI FELLOWSHIP TO DR.ANISH GHOSH	CY 2022-23	8,92,824	-	-	(1,75,226)	(1,75,226)	-	3,00,000	4,17,598	7,17,598	-
				PY 2021-22	4,98,518	8,00,000	14,264	-	8,14,264	-	3,00,000	1,19,958	4,19,958	8,92,824
65	18X340	SERB	JC BOSE FELLOWSHIP TO PROF.E.V.SAMPATHKUMARAN	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	52,907	-	-	-	-	-	-	52,907	52,907	-
66	18X341	SERB	JC BOSE FELLOWSHIP TO PROF.INDRANIL BISWAS	CY 2022-23	8,27,053	10,00,000	17,844	-	10,17,844	-	3,00,000	14,61,785	17,61,785	83,112
				PY 2021-22	12,07,603	7,00,000	42,582	-	7,42,582	-	3,00,000	8,23,132	11,23,132	8,27,053
67	18X342	SERB	JC BOSE FELLOWSHIP TO DR. T.N.VENKATARAMA	CY 2022-23	12,65,015	-	-	(7,24,161)	(7,24,161)	-	2,75,000	2,65,854	5,40,854	-
				PY 2021-22	3,61,255	13,00,000	35,531	-	13,35,531	-	4,00,000	31,771	4,31,771	12,65,015
68	18X343	DEPARTMENT OF ATOMIC ENERGY	MECHANISMS OF ACTIVE INTRA-CELLULAR TRANSPORT, CONNECTING THEORY AND EXPERIMENT	CY 2022-23	1,90,561	-	5,339	-	5,339	-	-	16,700	16,700	1,79,200
				PY 2021-22	2,70,557	-	8,504	-	8,504	-	-	88,500	88,500	1,90,561
69	18X344	DST	EFFICIENCY OF SECURE COMPUTAION	CY 2022-23	2,31,857	-	-	(2,30,908)	(2,30,908)	-	-	949	949	-
				PY 2021-22	2,24,761	-	7,096	-	7,096	-	-	-	-	2,31,857
70	18X345	INSTEM	INTERACTIONS BETWEEN MEMBRANE BOUND AMYLOID BETA OLIGOMERS AND CELLULAR COMPONENTS	CY 2022-23	1,88,809	-	5,446	-	5,446	-	-	-	-	1,94,255
				PY 2021-22	3,69,908	-	6,742	-	6,742	-	-	1,87,841	1,87,841	1,88,809
71	18X346	BARC	PROTO TYPE DEVELOPMENT OF PHOTOCONDUCTIVE SEMI CONDUTOR SWITCH	CY 2022-23	55,835	-	1,031	-	1,031	-	-	54,067	54,067	2,799
				PY 2021-22	54,126	-	1,709	-	1,709	-	-	-	-	55,835
72	18X347	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	NEUROGENESIS VERSUS GLIOGENESIS IN THE DEVELOPING HIPPOCAMPUS: FROM EPIGENETIC TO BEHAVIOUR	CY 2022-23	20,12,321	-	25,141	(31,174)	(6,033)	-	9,12,393	9,90,491	19,02,884	1,03,404
				PY 2021-22	84,836	30,00,000	23,599	-	30,23,599	-	2,28,160	8,67,954	10,96,114	20,12,321
73	18X348	SERB	RAMANUJAN FELLOWSHIP AWARD TO DR.SUGATA MONDAL	CY 2022-23	3,77,709	-	-	(3,55,732)	(3,55,732)	-	-	21,977	21,977	-
				PY 2021-22	6,60,366	-	16,977	-	16,977	2,19,898	-	79,736	2,99,634	3,77,709
74	18X349	SERB	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR. NISHITA DESAI	CY 2022-23	4,08,911	19,00,000	-	-	19,00,000	-	16,20,000	82,950	17,02,950	6,05,961
				PY 2021-22	2,66,095	20,00,000	7,255	-	20,07,255	-	17,55,000	1,09,439	18,64,439	4,08,911
75	18X350	SERB	JC BOSE FELLOWSHIP TO PROF VASUDEVAN SRINIVAS	CY 2022-23	16,06,146	2,50,000	30,928	-	2,80,928	-	8,00,000	6,46,298	9,46,298	9,40,776
				PY 2021-22	14,15,172	5,50,000	50,997	-	6,00,997	-	3,00,000	1,10,023	4,10,023	16,06,146

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH, MUMBAI
National Centre of the Government of India for Nuclear Science and Mathematics
1, Homi Bhabha Road, Colaba,Mumbai 400 005
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr.No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
76	18X351	Sunny Brooks	DECIPHERING THE BLUEPRINT OF THE HEALTHY AND DISEASE BRAIN THROUGH THE GENERATION OF PATTERNED CEREBAL ORGANOI	CY 2022-23	56,27,880	4,12,379	58,882	-	4,71,261	-	-	54,61,020	54,61,020	6,38,121
				PY 2021-22	58,23,005	16,54,330	1,99,628	-	18,53,958	-	4,26,495	16,22,588	20,49,083	56,27,880
77	18X352	DST	PLASMONIC STRUCTURES WITH BROKEN TIME AND SPACE SYMMETRIES	CY 2022-23	2,70,243	-	7,794	-	7,794	-	-	-	-	2,78,037
				PY 2021-22	2,61,972	-	8,271	-	8,271	-	-	-	-	2,70,243
78	18X353	DST	DST INSPIRE FACULTY AWARD TO DR.SUBHAMOY GHATAK	CY 2022-23	43,69,008	-	1,26,009	-	1,26,009	-	-	-	-	44,95,017
				PY 2021-22	42,35,296	-	1,33,712	-	1,33,712	-	-	-	-	43,69,008
79	18X354	DST	DST INSPIRE FACULTY AWARD IFA14-PH-114	CY 2022-23	6,36,672	-	6,476	-	6,476	-	-	5,72,835	5,72,835	70,313
				PY 2021-22	6,78,242	-	21,291	-	21,291	-	-	62,861	62,861	6,36,672
80	18X355	SERB	DESIGN AND ANALYSIS OF WIRELESS NETWORKS USING STOCHASTIC GEOMETRY	CY 2022-23	45,371	-	506	-	506	-	-	24,872	24,872	21,005
				PY 2021-22	52,886	-	1,495	-	1,495	-	-	9,010	9,010	45,371
81	18X356	DBT	INVESTIGATING SIRT1 DEPENDENT REGULATION OF HEPATIC VITAMIN D METABOLISM AND THE THERAPEUTIC POTENTIAL OF SIRT	CY 2022-23	2,03,517	-	1,303	(88,195)	(86,892)	-	29,040	33,170	62,210	54,415
				PY 2021-22	22,02,978	-	50,800	-	50,800	-	4,35,120	16,15,141	20,50,261	2,03,517
82	18X357	SERB	EFFICIENT ALGORITHMS FOR COMPUTING EQUILIBRIA IN GAMES ON NETWORKS	CY 2022-23	1,34,297	-	3,873	-	3,873	-	-	-	-	1,38,170
				PY 2021-22	2,59,766	-	8,095	-	8,095	-	-	1,33,564	1,33,564	1,34,297
83	18X358	SERB	NATIONAL POST-DOC FELLOWSHIP TO DR. ABHISHEK SINGH	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,55,139	-	-	(19,892)	(19,892)	-	54,784	80,463	1,35,247	-
84	18X361	DEPARTMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	DST INSPIRE FELLOWSHIP	CY 2022-23	17,69,589	-	8,776	(48,281)	(39,505)	-	8,77,320	2,50,680	11,28,000	6,02,084
				PY 2021-22	18,58,072	22,48,000	33,223	-	22,81,223	-	16,51,000	7,18,706	23,69,706	17,69,589
85	18X381	US ONE NAVAL	PROBING THE MAGNETO-ELASTIC COUPLING OF A ONE UNIT CELL THICK FERROMAGNET	CY 2022-23	98,708	-	-	-	-	-	-	98,708	98,708	-
				PY 2021-22	95,687	-	3,021	-	3,021	-	-	-	-	98,708
86	18X383	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY	SELF FLUORESCENT CELL PERMEABLE	CY 2022-23	2,69,044	-	7,760	-	7,760	-	-	-	-	2,76,804
				PY 2021-22	2,60,810	-	8,234	-	8,234	-	-	-	-	2,69,044
87	18X384	SERB	SURFACE GROUP REPRESENTATION AND GEOMETRIC GROUP THEORY	CY 2022-23	1,47,096	-	-	(1,47,096)	(1,47,096)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,42,594	-	4,502	-	4,502	-	-	-	-	1,47,096
88	18X385	SERB	DYNAMICAL SYSTEMS ON HOMOGENEOUS SPACES AND INTERACTIONS WITH NUMBER THEORY	CY 2022-23	41,000	-	-	(21,000)	(21,000)	-	-	20,000	20,000	-
				PY 2021-22	39,745	-	1,255	-	1,255	-	-	-	-	41,000
89	18X386	DIARY NO.SERB/F/736/2018-19 DATED 16-05-2018	HOLOMORPHIC CARTAN GEOMETRY	CY 2022-23	23,452	-	-	(23,452)	(23,452)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,21,813	-	1,532	-	1,532	99,893	-	-	99,893	23,452
90	18X387	SERB	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR.ABHIJIT GADDE	CY 2022-23	1,35,970	-	3,509	-	3,509	-	-	35,419	35,419	1,04,060
				PY 2021-22	1,37,686	-	4,284	-	4,284	-	-	6,000	6,000	1,35,970

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH, MUMBAI
National Centre of the Government of India for Nuclear Science and Mathematics
1, Homi Bhabha Road, Colaba,Mumbai 400 005
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr.No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
91	18X388	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	UNVELLING PHYSICAL CONDITION IN MILKY WAY SMC AND HIGH RED SHIFTED DAMPED ALPHA ABOSRBERS USING 21CM LINE	CY 2022-23	20,039	-	578	-	578	-	-	-	-	20,617
				PY 2021-22	1,86,108	-	1,706	(2,775)	(1,069)	-	1,65,000	-	1,65,000	20,039
92	19X359	DST	NANOSTRUCTURES WITH LARGE MAGNETO-OPTICAL ACTIVITY AND SPIN-ORBIT INTERACTION	CY 2022-23	48,245	-	-	(48,245)	(48,245)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	2,37,955	-	2,690	-	2,690	-	1,92,400	-	1,92,400	48,245
93	19X360	Department of Bio Technology	CRISPR-CAS9 BASED GENOME-EDITING APPROACH TO EXPLORE FUNCTIONS OF ACTIN BINDING PROTEINS IN ZEBRAFISH	CY 2022-23	4,00,702	-	4,704	(18,848)	(14,144)	-	1,38,880	1,01,660	2,40,540	1,46,018
				PY 2021-22	4,44,203	9,06,822	23,757	(35,736)	8,94,843	-	1,88,480	7,49,864	9,38,344	4,00,702
94	19X362	Max-Planck	MAX PLANCK GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG DER WISSENSCHAFTEN E.V.	CY 2022-23	30,61,638	28,53,353	71,925	-	29,25,278	-	-	27,76,484	27,76,484	32,10,432
				PY 2021-22	30,16,988	5,57,358	80,423	-	6,37,781	4,55,351	1,02,500	35,280	5,93,131	30,61,638
95	19X363	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	LARGE-SCALE MAPPING OF MASSIVE STAR-FORMING REGIONS IN THE FAR-INFRARED EMISSION WITH A BALLOON-BORNE TELESCOP	CY 2022-23	1,50,860	-	-	(57,512)	(57,512)	-	-	93,348	93,348	-
				PY 2021-22	1,46,243	-	4,617	-	4,617	-	-	-	-	1,50,860
96	19X364	JEST EXAM	JEST	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	31,72,186	19,79,199	-	(10,000)	19,69,199	-	-	51,41,385	51,41,385	-
97	19X365	SERB	EXPLORING THE ANTICANCERE POTENTIAL OF HIGH-VALENT ORGANOMETALLIC RHENIUM(V)-OXO PIANO-STOOL COMPLEXES	CY 2022-23	4,11,838	-	-	(4,11,838)	(4,11,838)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	8,66,941	-	16,230	-	16,230	-	2,01,833	2,69,500	4,71,333	4,11,838
98	19X366	SERB	TWISTED CONFORMAL BLOCKS WITH APPLICATION TO MODULI SPACES	CY 2022-23	41,174	-	-	(41,174)	(41,174)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,28,176	50,000	2,995	-	52,995	8,175	-	1,31,822	1,39,997	41,174
99	19X367	SERB	NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP TO MS. NIDHI SATISH SAIKHEDKAR	CY 2022-23	1,97,218	-	-	(1,09,218)	(1,09,218)	-	88,000	-	88,000	-
				PY 2021-22	9,34,714	-	18,429	-	18,429	-	5,68,558	1,87,367	7,55,925	1,97,218
100	19X368	BARC	BARC-TIFR MOU FOR THE PRETEM	CY 2022-23	29,21,741	-	83,787	-	83,787	-	-	90,571	90,571	29,14,957
				PY 2021-22	1,47,87,723	-	1,94,112	-	1,94,112	-	-	1,20,60,094	1,20,60,094	29,21,741
101	19X369	SERB	STRUCTURAL ORIENTATION EFFECTS OF NEW LOW DIMENSIONAL HYBRID PERVOSKITES ON THEIR PHYSICAL PROPERTIES	CY 2022-23	10,51,672	7,00,000	36,787	-	7,36,787	-	1,60,080	6,58,603	8,18,683	9,69,776
				PY 2021-22	9,55,149	10,00,000	23,582	-	10,23,582	-	6,12,880	3,14,179	9,27,059	10,51,672
102	19X370	WELLCOME TRUST /DBT INDIA ALLIANCE	MODULATION OF MITOCHONDRIAL METABOLISM WITHIN LIMBIC BRAIN REGIONS FOLLOWING EARLY LIFE STRESS	CY 2022-23	27,585	27,52,529	8,994	-	27,61,523	-	10,36,800	10,45,075	20,81,875	7,07,233
				PY 2021-22	10,22,059	18,45,212	32,318	-	18,77,530	-	11,23,200	17,48,804	28,72,004	27,585
103	19X371	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD (SERB)	NATIONAL POST-DOCTORALFELLOWSHIP TO DR. SAYANTANI GHOSH	CY 2022-23	7,29,477	-	-	(7,29,477)	(7,29,477)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	7,07,152	-	22,325	-	22,325	-	-	-	-	7,29,477
104	19X372	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	PLASMONIC NANOMATERIALS FOR CONVERTING CO2 TO FUEL USING SOLAR ENERGY	CY 2022-23	12,02,375	19,00,136	9,792	(19,37,927)	(27,999)	-	-	4,07,015	4,07,015	7,67,361
				PY 2021-22	31,17,348	20,00,000	37,572	(2,44,143)	17,93,429	22,72,934	-	14,35,468	37,08,402	12,02,375
105	19X373	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	ALGEBRO-ARITHMETIC METHODS FOR RUDIMENTARY MODELS OF COMPUTATION	CY 2022-23	23,451	1,80,000	1,544	-	1,81,544	-	-	2,01,184	2,01,184	3,811
				PY 2021-22	1,90,677	-	5,898	-	5,898	1,50,584	-	22,540	1,73,124	23,451

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH, MUMBAI
National Centre of the Government of India for Nuclear Science and Mathematics
1, Homi Bhabha Road, Colaba,Mumbai 400 005
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr.No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
106	19X374	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	THE HIGH-DIMENSIONAL PARAMETRIC COMPLEXITY OF THE SHORTEST PATH PROBLEM	CY 2022-23	1,29,169	2,20,000	2,379	-	2,22,379	1,06,974	70,000	1,42,037	3,19,011	32,537
				PY 2021-22	1,57,880	-	4,676	-	4,676	-	33,387	-	33,387	1,29,169
107	19X375	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	DESIGNING A PERFECT INTERVIEW/EXAM USING MULTI-ARMED BANDIT METHODS	CY 2022-23	17,233	2,20,000	1,641	-	2,21,641	1,70,897	-	31,220	2,02,117	36,757
				PY 2021-22	38,800	-	948	-	948	-	-	22,515	22,515	17,233
108	19X376	GOOGLE IRELAND LIMITED	GOOGLE PHD FELLOWSHIP IN ALGORITHMS TO SIDDHARTH BHANDARI	CY 2022-23	26,25,739	-	71,103	-	71,103	-	-	5,78,304	5,78,304	21,18,538
				PY 2021-22	31,05,033	-	86,358	-	86,358	-	2,80,000	2,85,652	5,65,652	26,25,739
109	19X377	INFOSYS SCIENCE FOUNDATION	TRAVEL FUNDS TO CALTECH (INFOSYS SCIENCE FOUNDATION FUNDS FROM SHRINIVAS KULKARNI)	CY 2022-23	9,30,658	-	25,305	-	25,305	-	-	1,50,000	1,50,000	8,05,963
				PY 2021-22	9,02,176	-	28,482	-	28,482	-	-	-	-	9,30,658
110	19X378	DST	SCALING UP QUANTUM PROCESSORS USING SUPERCONDUCTING CIRCUITS	CY 2022-23	9,52,64,825	20,00,000	23,62,999	(1,96,31,316)	(1,52,68,317)	1,26,70,092	8,03,520	14,90,367	1,49,63,979	6,50,32,529
				PY 2021-22	10,44,58,713	19,72,874	31,30,545	(63,99,946)	(12,96,527)	85,47,576	8,70,480	(15,20,695)	78,97,361	9,52,64,825
111	19X379	DST	QUEST: GROUP CO-ORDINATION	CY 2022-23	1,11,18,270	-	3,15,710	(54,64,406)	(51,48,696)	-	-	1,000	1,000	59,68,574
				PY 2021-22	1,07,78,000	-	3,40,270	-	3,40,270	-	-	-	-	1,11,18,270
112	19X380	DST	QUEST: WEBPAGE AND REPOSITORY	CY 2022-23	10,31,571	-	28,881	(10,00,000)	(9,71,119)	-	-	-	-	60,452
				PY 2021-22	10,00,000	-	31,571	-	31,571	-	-	-	-	10,31,571
113	19X381	DRDO	DEVELOPMENT OF QUANTUM COMPUTING ARCHITECURE WITH SILICON BASED SPIN QUBITS	CY 2022-23	47,99,250	-	1,29,618	-	1,29,618	23,66,623	-	-	23,66,623	25,62,245
				PY 2021-22	74,55,788	-	2,03,801	-	2,03,801	28,60,339	-	-	28,60,339	47,99,250
114	19X384	DRDO	THZ ABSORBER METAMATERIAL COMPATIBLE WITH MEMS FABRICATION PROCESS	CY 2022-23	46,046	-	1,328	-	1,328	-	-	-	-	47,374
				PY 2021-22	4,51,649	-	5,974	-	5,974	-	3,31,164	80,413	4,11,577	46,046
115	20X382	SREE PVF	MODULATION OF MMLBR FOLLOWING EARLY LIFE STRESS	CY 2022-23	86,24,728	-	1,81,864	-	1,81,864	6,82,565	9,39,502	18,08,979	34,31,046	53,75,546
				PY 2021-22	1,29,51,673	64,05,394	2,41,416	-	66,46,810	29,92,516	19,65,000	60,16,239	1,09,73,755	86,24,728
116	20X383	CSR	COLABA COVID-19 RESEARCH	CY 2022-23	1,36,715	-	3,235	-	3,235	-	-	42,929	42,929	97,021
				PY 2021-22	1,71,009	-	5,242	-	5,242	-	-	39,536	39,536	1,36,715
117	20X385	SERB	SUPERCONDUCTING CAVITY COUPLED TWISTRONIC DEVICES AND DETECTORS	CY 2022-23	2,34,21,530	-	6,29,785	-	6,29,785	-	7,74,960	19,52,696	27,27,656	2,13,23,659
				PY 2021-22	2,65,72,202	-	7,66,551	-	7,66,551	-	10,22,078	28,95,145	39,17,223	2,34,21,530
118	20X386	Microsoft Research & Lab India Pvt. Ltd.	MICROSOFT UNRESTRICTED RESEARCH GRANT TO SUPPORT RESEARCH COLLABORATIONS	CY 2022-23	6,80,320	-	19,622	-	19,622	-	-	-	-	6,99,942
				PY 2021-22	6,98,367	-	21,173	-	21,173	-	35,000	4,220	39,220	6,80,320
119	20X387	National Security Council Secretariat	FEASIBILITY OF DEVELOPING A SQUID BASED AIRBORNE FULL TENSOR GRADIOMETER -REG	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	2,50,006	1,05,660	-	(331)	1,05,329	-	-	3,55,335	3,55,335	-
120	20X388	US Agency ITC PAC	NON-LOCAL TRANSPORT IN TWISTED DOUBLE	CY 2022-23	8,17,070	1,98,039	13,923	(917)	2,11,045	-	1,84,807	7,87,902	9,52,709	75,406
				PY 2021-22	2,70,206	11,14,854	24,302	-	11,39,156	-	1,19,000	4,73,292	5,92,292	8,17,070

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH, MUMBAI
National Centre of the Government of India for Nuclear Science and Mathematics
1, Homi Bhabha Road, Colaba,Mumbai 400 005
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr.No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
121	20X389	ATE CHANDRA FOUNDATION	ENHANCE THE TIFR AGENT BASED SIMULATOR	CY 2022-23	23,78,953	-	58,238	-	58,238	-	2,64,120	1,19,531	3,83,651	20,53,540
				PY 2021-22	18,55,631	15,00,000	67,148	-	15,67,148	-	6,34,784	4,09,042	10,43,826	23,78,953
122	20X390	SCIENCE & ENGINEERNG RESEARCH BOARD	J C BOSE FELLOWSHIP TO PROF. SHIRAZ MINWALLA	CY 2022-23	3,14,437	16,00,000	14,962	-	16,14,962	-	7,86,000	1,31,425	9,17,425	10,11,974
				PY 2021-22	11,65,721	-	26,502	-	26,502	-	8,54,536	23,250	8,77,786	3,14,437
123	20X391	Human Space Flight Centre (HSFC - ISRO)	MOU BETWEEN HSFC(ISRO) & TIFR	CY 2022-23	16,80,515	-	23,707	(10,00,000)	(9,76,293)	-	4,10,400	1,06,454	5,16,854	1,87,368
				PY 2021-22	24,05,667	-	62,282	-	62,282	-	6,11,280	1,76,154	7,87,434	16,80,515
124	20X392	SERB	CYCLES, MOTIVES AND K-THEORY	CY 2022-23	96,828	50,000	1,656	-	51,656	9,764	-	1,00,379	1,10,143	38,341
				PY 2021-22	1,58,577	70,000	4,251	-	74,251	-	-	1,36,000	1,36,000	96,828
125	20X393	SERB	QUANTITATIVE METHODS FOR CORE ELECTRON SPECTROSCOPY OF MOLECULAR LIQUIDS	CY 2022-23	17,22,053	-	28,051	-	28,051	7,66,133	-	4,12,814	11,78,947	5,71,157
				PY 2021-22	17,79,995	-	56,186	-	56,186	-	-	1,14,128	1,14,128	17,22,053
126	20X394	SERB	A NEW LINK BETWEEN HOLOMORPHIC DYNAMICS & KLEINIAN GROUPS	CY 2022-23	1,40,773	-	1,762	-	1,762	-	-	1,31,286	1,31,286	11,249
				PY 2021-22	1,13,937	1,20,000	3,057	-	1,23,057	-	-	96,221	96,221	1,40,773
127	20X395	SERB	STUDY THE RIBSOME ASSOCIATED PROTEIN QUALITY CONTROL MECHANISM OF CELL	CY 2022-23	35,240	9,00,000	10,268	-	9,10,268	-	-	8,47,170	8,47,170	98,338
				PY 2021-22	1,78,126	-	3,541	-	3,541	-	10,000	1,36,427	1,46,427	35,240
128	20X396	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	SWARNAJAYANTI FELLOWSHIP	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,89,688	-	-	(14,688)	(14,688)	-	1,75,000	-	1,75,000	-
129	20X397	TCS Foundation	TCS RESEARCH SCHOLAR PROGRAMME	CY 2022-23	3,52,908	5,40,000	10,593	-	5,50,593	-	4,90,251	-	4,90,251	4,13,250
				PY 2021-22	4,96,489	4,92,000	6,904	-	4,98,904	-	5,33,000	1,09,485	6,42,485	3,52,908
130	20X398	SERB	BIMEROMORPHIC CLASSIFICATION OF HIGHER DIMENSIONAL VARIETIES	CY 2022-23	26,154	1,00,000	1,412	-	1,01,412	-	-	1,17,500	1,17,500	10,066
				PY 2021-22	1,16,904	-	3,126	-	3,126	-	-	93,876	93,876	26,154
131	20X399	SERB	SWANAJAYANTI FELLOWSHIP TO DR. HARIHARAN NARAYANAN	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	2,85,022	-	-	(17,280)	(17,280)	-	2,67,742	-	2,67,742	-
132	20X400	SERB	NATIONAL POST-DOCTORAL FELLOWSHIP TO DR. DEBI PRASAD PANDA	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	9,31,580	-	-	(3,78,427)	(3,78,427)	-	4,52,149	1,01,004	5,53,153	-
133	20X401	SERB	NATIONAL POST-DOCTORAL FELLOWSHIP TO DR. JHUMA SAHA	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	9,05,276	-	-	(8,05,525)	(8,05,525)	-	1,40,892	(41,141)	99,751	-
134	20X402	SERB	FEW UNIT CELL THICK Bi2Sr2CaCu2O8+δ (BSCCO) SUPERLATTICES	CY 2022-23	80,238	3,00,000	3,091	-	3,03,091	-	-	3,04,771	3,04,771	78,558
				PY 2021-22	24,90,676	-	40,859	-	40,859	-	-	24,51,297	24,51,297	80,238
135	20X403	SERB	NATIONAL POSTDOCTORAL FELLOWSHIP TO MS. NISHEETA DESAI	CY 2022-23	16,873	8,70,000	-	(14,400)	8,55,600	-	6,59,653	2,12,820	8,72,473	-
				PY 2021-22	8,19,551	-	14,400	-	14,400	1,71,675	6,05,000	40,403	8,17,078	16,873

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH, MUMBAI
National Centre of the Government of India for Nuclear Science and Mathematics
1, Homi Bhabha Road, Colaba,Mumbai 400 005
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr.No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
136	20X404	SERB	INFORMATION THEORETICALLY PRIVATE DISTRIBUTED DETECTION & SECURE COMPUTATION OVER NETWORKS	CY 2022-23	7,209	-	208	-	208	-	-	-	-	7,417
				PY 2021-22	2,03,620	-	3,263	-	3,263	1,58,406	-	41,268	1,99,674	7,209
137	20X405	SERB	NEUTRINO MURUMURATIONS & SUPERNOVA EXPLOSIONS	CY 2022-23	5,99,279	-	10,446	-	10,446	-	3,00,000	-	3,00,000	3,09,725
				PY 2021-22	1,22,201	6,00,000	4,390	14,688	6,19,078	-	1,25,000	17,000	1,42,000	5,99,279
138	20X406	DST	LARGE DEVIATIONS, RARE-EVENT SIMULATION AND MACHINE LEARNING: IMPORTANCE SAMPLING USING NEURAL NETWORKS	CY 2022-23	5,02,276	-	-	(3,24,251)	(3,24,251)	-	50,750	1,27,275	1,78,025	-
				PY 2021-22	4,86,904	-	15,372	-	15,372	-	-	-	-	5,02,276
139	20X407	SERB	PROVABLE GURANTEES FOR MACHINE LEARNING, WITH A FOCUS ON MANIFOLDS AND LIE THEORETIC SYMMETRIES	CY 2022-23	15,14,862	-	31,452	-	31,452	-	4,25,000	1,33,710	5,58,710	9,87,604
				PY 2021-22	7,28,350	10,00,000	20,932	17,280	10,38,212	-	-	2,51,700	2,51,700	15,14,862
140	20X408	SERB	J.C. BOSE FELLOWSHIP TO PROF. KEDAR DAMLE	CY 2022-23	11,66,828	18,09,000	33,495	-	18,42,495	23,09,333	3,00,000	3,91,495	30,00,828	8,495
				PY 2021-22	19,10,915	-	55,290	-	55,290	2,18,392	3,00,000	2,80,985	7,99,377	11,66,828
141	20X409	CARS DRDO	DEVICE FABRICATION CONTROL AND MEASUREMENT ELECTRONICS	CY 2022-23	7,06,362	1,38,93,063	1,98,583	-	1,40,91,646	60,01,393	1,55,041	29,24,459	90,80,893	57,17,115
				PY 2021-22	24,42,291	42,372	51,086	(3,81,356)	(2,87,898)	9,32,330	-	5,15,701	14,48,031	7,06,362
142	21X410	SERB	J.C.BOSE FELLOWSHIP RENEWAL	CY 2022-23	54,503	18,50,000	16,872	-	18,66,872	-	3,00,000	14,41,269	17,41,269	1,80,106
				PY 2021-22	-	19,00,000	32,963	-	19,32,963	-	3,00,000	15,78,460	18,78,460	54,503
143	21X411	GOOGLE ASIA PACIFIC PTE LTD.	GOOGLE PHD FELLOWSHIP TO PRERONA CHATTERJEE, SHUBHADA AGARWAL, SAYANTAN CHAKRABORTY	CY 2022-23	11,71,832	-	22,918	-	22,918	-	2,91,000	3,41,911	6,32,911	5,61,839
				PY 2021-22	-	22,34,523	27,804	-	22,62,327	-	7,35,000	3,55,495	10,90,495	11,71,832
144	21X412	WHO	ANALYSIS OF POTENTIAL IMPACT OF PUBLIC HEALTH AND SOCIAL MEASURE BETWEEN WHO SEARO AND TIFR MUMBAI	CY 2022-23	3,93,747	-	5,780	-	5,780	-	1,62,500	60,000	2,22,500	1,77,027
				PY 2021-22	-	35,03,420	7,680	(5,34,420)	29,76,680	2,43,000	18,25,183	5,14,750	25,82,933	3,93,747
145	21X413	SERB	INVESTINGATION THE MECHANISM OF INSULIN-DEPENDENT REGULATION OF RAB4- ASSOCIATED VESICULAR TRANSPORT IN AXONS	CY 2022-23	16,09,170	-	17,776	-	17,776	-	5,03,903	9,79,312	14,83,215	1,43,731
				PY 2021-22	-	19,57,360	17,322	-	19,74,682	-	1,87,818	1,77,694	3,65,512	16,09,170
146	21X414	SERB	J C BOSE FELLOWSHIP TO PROF. VIDITA A. VAIDYA	CY 2022-23	13,84,020	5,18,000	32,426	-	5,50,426	-	3,00,000	13,90,323	16,90,323	2,44,123
				PY 2021-22	-	19,00,000	16,570	-	19,16,570	-	1,00,000	4,32,550	5,32,550	13,84,020
147	21X416	SERB	TOPOLOGICAL PHASE TRANSITION IN STRAIN ENGINEERED EPITAXIAL HEUSLER THIN FLIMS	CY 2022-23	17,86,830	-	50,102	-	50,102	-	-	16,81,290	16,81,290	1,55,642
				PY 2021-22	-	18,86,160	14,117	-	19,00,277	-	-	1,13,447	1,13,447	17,86,830
148	21X417	DBT/WELLCOME TRUST INDIA ALLIANCE	DBT/WELLCOME TRUST INDIA ALLIANCE	CY 2022-23	9,14,324	34,66,682	28,877	-	34,95,559	4,99,000	10,36,800	11,70,909	27,06,709	17,03,174
				PY 2021-22	-	12,81,077	6,659	-	12,87,736	-	2,59,200	1,14,212	3,73,412	9,14,324
149	21X418	SERB	NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP	CY 2022-23	10,20,863	-	19,282	-	19,282	-	2,15,600	1,91,694	4,07,294	6,32,851
				PY 2021-22	-	11,18,400	2,328	-	11,20,728	-	99,865	-	99,865	10,20,863
150	21X419	SERB	NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP	CY 2022-23	9,21,306	-	9,719	-	9,719	-	6,82,000	2,01,188	8,83,188	47,837
				PY 2021-22	-	11,18,400	2,771	-	11,21,171	-	99,865	1,00,000	1,99,865	9,21,306

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH, MUMBAI
National Centre of the Government of India for Nuclear Science and Mathematics
1, Homi Bhabha Road, Colaba,Mumbai 400 005
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr.No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
151	21X420	SERB	BLACK BOX ROUND COMPLEXITY OF SECURE COMPUTATION	CY 2022-23	4,25,667	-	8,512	-	8,512	-	2,25,966	-	2,25,966	2,08,213
				PY 2021-22	-	6,06,870	3,564	-	6,10,434	1,45,197	-	39,570	1,84,767	4,25,667
152	21X421	DST	INDIA DST-DFG PROJECT ON MOTIVIC ALGEBRAIC TOPOLOGY	CY 2022-23	8,73,618	-	22,031	(8,60,100)	(8,38,069)	-	-	8,300	8,300	27,249
				PY 2021-22	-	10,05,712	5,218	-	10,10,930	-	-	1,37,312	1,37,312	8,73,618
153	21X422	SERB	NEW FRONTIERS IN PERCOLATION THEORY	CY 2022-23	1,29,728	-	2,799	-	2,799	-	-	97,463	97,463	35,064
				PY 2021-22	-	2,97,883	1,159	-	2,99,042	1,46,619	-	22,695	1,69,314	1,29,728
154	21X423	DST	INDIA DST-DFG PROJECT ON MOTIVIC ALGEBRAIC TOPOLOGY	CY 2022-23	7,54,033	-	19,133	(7,50,000)	(7,30,867)	-	-	-	-	23,166
				PY 2021-22	-	7,50,000	4,033	-	7,54,033	-	-	-	-	7,54,033
155	21X424	IFCPAR	PROJECT NO. 6505-1 HOW TO TRACE METALLO-DRUGS IN LIVING CELLS? DEVELOPMENT OF FLUORESCENT CHEMICAL TOOLS	CY 2022-23	21,71,322	-	42,793	-	42,793	-	8,29,920	10,00,431	18,30,351	3,83,764
				PY 2021-22	-	21,60,640	10,682	-	21,71,322	-	-	-	-	21,71,322
156	21X425	SERB	ZERO-SUM AND NONZERO-SUM GAMES FOR CONTROLLER SYNTHESIS OF REACTIVE SYSTEMS	CY 2022-23	12,65,924	90,000	17,279	-	1,07,279	11,92,398	-	80,211	12,72,609	1,00,594
				PY 2021-22	-	13,86,000	6,500	-	13,92,500	-	-	1,26,576	1,26,576	12,65,924
157	21X426	SERB	NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP TO MR. ABHINAV BHARADWAJ	CY 2022-23	10,21,850	-	25,836	-	25,836	-	1,76,000	-	1,76,000	8,71,686
				PY 2021-22	-	11,18,400	3,450	-	11,21,850	-	-	1,00,000	1,00,000	10,21,850
158	21X427	National Security Council Secretariat (GOI)	CALSSIFIED PROJECT	CY 2022-23	54,90,952	-	1,31,744	-	1,31,744	2,03,422	4,61,280	38,78,814	45,43,516	10,79,180
				PY 2021-22	-	54,90,000	952	-	54,90,952	-	-	-	-	54,90,952
159	21X428	ASHOKA UNIVERISTY	ASHOKA UNIVERISTY	CY 2022-23	1,02,966	3,08,898	6,151	-	3,15,049	-	-	39,706	39,706	3,78,309
				PY 2021-22	-	1,02,966	-	-	1,02,966	-	-	-	-	1,02,966
160	21X432	REGIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY	SIMULATION OF ANTIBIOTIC TOLERANCE & RESISTANCE IN COMPLEX ENVIRONMENTS TO UNCOVER BACTERIAL ADAPTIVE	CY 2022-23	-	10,50,000	20,299	-	10,70,299	-	2,96,000	4,26,002	7,22,002	3,48,297
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
161	22X429	IRDE - DRDO	IRDE	CY 2022-23	-	44,06,780	85,881	-	44,92,661	-	6,02,226	5,94,094	11,96,320	32,96,341
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
162	22X430	INFOSYS-TIFR	INFOSYS-TIFR LEADING EDGE RESEARCH GRANT	CY 2022-23	-	18,50,000	44,345	-	18,94,345	-	-	5,01,626	5,01,626	13,92,719
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
163	22X431	SOLID STATE PHYSICS LABORATORY (DRDO)	FEASIBILITY ON THZ IMAGING USING ZNTE CRYSTALS	CY 2022-23	-	24,49,978	42,337	-	24,92,315	-	4,40,812	12,95,415	17,36,227	7,56,088
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
164	22X433	CEFIPRA	PROJECT NO. 6504-1 FINITE -SIZE FLUCTUATIONS IN COMPLEX SYSTEMS : A LARGE DEVIATION APPROACH	CY 2022-23	-	6,51,760	11,990	-	6,63,750	2,07,655	-	-	2,07,655	4,56,095
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
165	22X435	SERB	COLLECTIVE DYNAMICS OF INTERACTING NONLINEAR OSCILLATORS DRIVEN BY COHERENT NOISE	CY 2022-23	-	14,24,760	33,534	-	14,58,294	2,27,100	-	51,918	2,79,018	11,79,276
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH, MUMBAI
National Centre of the Government of India for Nuclear Science and Mathematics
1, Homi Bhabha Road, Colaba,Mumbai 400 005
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr.No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
166	22X436	IMSC	BIOPHYSICS OFAXONAL CARGO TRANSPORT	CY 2022-23	-	24,66,000	12,222	-	24,78,222	5,20,350	3,90,600	6,67,735	15,78,685	8,99,537
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
167	22X437	CIFAR	CIFAR	CY 2022-23	-	32,72,808	59,517	-	33,32,325	-	-	4,25,880	4,25,880	29,06,445
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
168	22X438	MICROSOFT RESEARCH LAB INDIA PRIVATE LTD.	MICROSOFT RESEARCH LAB INDIA PRIVATE LTD.	CY 2022-23	-	5,40,000	7,385	-	5,47,385	-	-	-	-	5,47,385
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
169	22X439	INSA	INSA-FOR THE ACTIVITIES OF THE MUMBAI CHAPTER	CY 2022-23	-	2,20,000	3,621	-	2,23,621	-	-	1,05,606	1,05,606	1,18,015
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
170	22X440	SERB	NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP	CY 2022-23	-	11,18,400	17,183	-	11,35,583	-	5,62,640	1,00,000	6,62,640	4,72,943
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
171	22X441	SERB	IMPRECISION AND UNCERTAINTIES IN QUANTUM MEASUREMENTS	CY 2022-23	-	2,20,000	2,137	-	2,22,137	-	-	2,19,854	2,19,854	2,283
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
172	22X442	DAE-DST	TIFR-CMS-A	CY 2022-23	-	99,50,000	1,52,561	-	1,01,02,561	10,95,487	-	23,88,902	34,84,389	66,18,172
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
173	22X443	DAE-DST	TIFR-CMS-B	CY 2022-23	-	58,50,000	76,003	-	59,26,003	1,16,800	-	21,92,939	23,09,739	36,16,264
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
174	22X444	DAE-DST	INDIA CMS	CY 2022-23	-	4,00,00,000	1,55,414	-	4,01,55,414	-	-	3,91,63,541	3,91,63,541	9,91,873
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
175	22X445	NBHM	RD/0119-NBHM002-001	CY 2022-23	-	3,46,292	4,375	-	3,50,667	-	-	-	-	3,50,667
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
176	22X446	DAE	RD/0120-DAEMT70-001	CY 2022-23	-	20,88,460	21,429	-	21,09,889	-	-	12,17,080	12,17,080	8,92,809
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
177	22X447	SERB	VAJRA SCHEME	CY 2022-23	-	4,99,085	4,505	-	5,03,590	-	-	2,05,060	2,05,060	2,98,530
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
178	22X448	IDEAS	DATA-DRIVEN LEARNING TO CACHE IN LARGE NETWORKS	CY 2022-23	-	12,00,000	13,928	-	12,13,928	-	2,18,711	1,53,430	3,72,141	8,41,787
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
179	22X449	DRDO	DRDO - CONFIDENTIAL PROJECT	CY 2022-23	-	32,04,600	58,784	-	32,63,384	-	-	-	-	32,63,384
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
180	22X450	Google Asia Pacific Pte Ltd	GOOGLE'S UNRESTRICTED GIFT	CY 2022-23	-	16,41,752	11,708	-	16,53,460	-	-	-	-	16,53,460
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH 400 005
G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH, MUMBAI
National Centre of the Government of India for Nuclear Science and Mathematics
1, Homi Bhabha Road, Colaba,Mumbai 400 005
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr.No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
181	22X451	Google Asia Pacific Pte Ltd	GOOGLES UNRESTRICTED GIFT	CY 2022-23	-	16,41,752	11,708	-	16,53,460	-	-	-	-	16,53,460
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
182	22X452	SERB	SERB (MATRICS)	CY 2022-23	-	2,20,000	953	-	2,20,953	-	-	1,16,606	1,16,606	1,04,347
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
183	22X453	SERB	HARNESSING CANCER TARGETABILITY OF CARBOHYDRATE NATURAL PRODUCT BLEOMYCIN FOR IMPROVING EFFICACY AND SAFTY	CY 2022-23	-	13,94,000	6,820	-	14,00,820	-	-	2,97,035	2,97,035	11,03,785
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
184	22X454	DST	PROBING THE UNIVERSE THROUGH MULTIWAVELENGTH SPECTROSCOPIC SIMULATIONS	CY 2022-23	-	1,42,694	-	(1,42,694)	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
185	22X455	DST	SCALING UP QUANTUM PROCESSORS USING SUPERCONDUCTING CIRCUITS	CY 2022-23	-	1,00,00,000	-	(1,00,00,000)	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
186	22X456	Air Force Office of Scientific Research, US	MAGNETIC AND BOLOMETRIC SENSOR EMBEDDED IN A JOSEPHSON PARAMETRIC AMPLIFIER	CY 2022-23	-	67,34,233	534	-	67,34,767	-	-	-	-	67,34,767
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sub Total (I)				**CY 2022-23**	**38,64,43,097**	**19,63,51,627**	**98,79,259**	**(7,37,39,823)**	**13,24,91,063**	**3,78,96,893**	**3,08,99,578**	**12,11,31,118**	**18,99,27,589**	**32,90,06,571**
				PY 2021-22	**43,54,97,368**	**10,06,79,895**	**1,23,60,142**	**(2,80,91,142)**	**8,49,48,895**	**2,19,89,282**	**3,93,75,386**	**7,26,38,498**	**13,40,03,166**	**38,64,43,097**
Closed Projects (II)				**CY 2022-23**	**2,39,12,559**	-	-	**(2,39,12,559)**	**(2,39,12,559)**	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	**2,39,12,559**	-	-	-	-	-	-	-	-	**2,39,12,559**
Total - 'A' - Mumbai Projects (I + II)				**CY 2022-23**	**41,03,55,656**	**19,63,51,627**	**98,79,259**	**(9,76,52,382)**	**10,85,78,504**	**3,78,96,893**	**3,08,99,578**	**12,11,31,118**	**18,99,27,589**	**32,90,06,571**
				PY 2021-22	**45,94,09,927**	**10,06,79,895**	**1,23,60,142**	**(2,80,91,142)**	**8,49,48,895**	**2,19,89,282**	**3,93,75,386**	**7,26,38,498**	**13,40,03,166**	**41,03,55,656**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
National Centre of the Government of India for Nuclear Science and Mathematics
1, Homi Bhabha Road, Colaba,Mumbai 400 005
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - RGC - HO Mumbai

(Amount in Rs.)

Sr.No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
1	17R001	TIFR SHELL AGREEMENT	GENERATING HYDROGEN PEROXIDE VIA ELECTROLYSIS OF WATER	CY 2022-23	24,59,075	-	-	-	-	17,71,295	-	2,38,762	20,10,057	4,49,018
				PY 2021-22	26,08,002	-	-	-	-	1,40,068	-	8,859	1,48,927	24,59,075
2	17R002	TIFR - SHELL	NANOCAGES OF GRAPHITIC CARBON NITRIDE USING DFNS FOR IN-SITU CO2 CAPTURE AND CONVERSION TO METHANOL	CY 2022-23	3,37,536	14,00,000	-	-	14,00,000	-	8,11,200	4,13,755	12,24,955	5,12,581
				PY 2021-22	11,45,697	-	-	-	-	-	7,48,297	59,864	8,08,161	3,37,536
3	17R003	SHELL INDIA MARKETS PVT. LTD.	DERIVING EFFECTIVE CORASE-SCALE PER MEABILITIES FOR HETEROGENEOUS MEDIA IN 3D	CY 2022-23	1,72,059	-	-	-	-	-	1,05,000	24,091	1,29,091	42,968
				PY 2021-22	4,88,687	-	-	-	-	-	1,34,032	1,82,596	3,16,628	1,72,059
4	17R004	SHELL INDIA MARKETS PVT LTD.	DEVELOPMENT OF IMAGING TECHNIQUES IN SESMOLOGY	CY 2022-23	35,22,729	-	-	-	-	1,07,998	11,82,999	8,22,035	21,13,032	14,09,697
				PY 2021-22	41,18,132	-	-	-	-	-	5,95,333	70	5,95,403	35,22,729
5	17R005	HORIBA INDIA PVT. LTD.	CONSULTING SERVICES TO HORIBA TOWARDS SET UP OF SCIENTIFIC ADVISORY BOARD (SAB) ON BEST EFFORT BASIS	CY 2022-23	44,179	-	-	-	-	-	35,000	-	35,000	9,179
				PY 2021-22	44,215	-	-	-	-	-	-	36	36	44,179
6	19R006	UNIVERSITY OF MARYLAND	CONSULTATION & SUPPORT TO UNIVERSITY OF MARYLAND FOR THE PURPOSE OF DEVELOPMENT OF PARAMETRIC AMPLIFIER	CY 2022-23	1,807	-	-	-	-	-	-	-	-	1,807
				PY 2021-22	95,418	-	-	-	-	-	88,548	5,063	93,611	1,807
7	19R007	TATA CONSULTANCY SERVICES LTD.	TO DEVELOP A QUANTUM HARDWARE-SOFTWARE INTERFACE(QHSI) TO ENABLE CLOUD ACESS OF THE 7 QUBIT HARDWARE (INDIQ)	CY 2022-23	6,14,012	7,20,000	-	-	7,20,000	-	9,90,645	3,37,547	13,28,192	5,820
				PY 2021-22	4,92,838	14,40,000	-	-	14,40,000	-	9,98,790	3,20,036	13,18,826	6,14,012
8	19R008	SHELL GLOBAL SOLUTIONS INTERNAITIONAL BV	EFFECTIVE WAVESPPED MODELS FOR THE SESMIC WAVE EQUATION	CY 2022-23	1,00,29,842	-	-	-	-	-	3,93,750	-	3,93,750	96,36,092
				PY 2021-22	52,99,261	60,10,771	-	-	60,10,771	-	-	12,80,190	12,80,190	1,00,29,842
9	20R009	BASF CHEMICALS INDIA PVT. LTD.	ULTRASMALL METAL (PT,PD,AU,CO) NANOPARTICLES DECORATED ON DENDRITIC FIBROUS NANOSILICA-TITANIA HYBRID	CY 2022-23	36,06,180	(14,00,000)	-	-	(14,00,000)	5,58,222	-	10,93,156	16,51,378	5,54,802
				PY 2021-22	39,99,961	-	-	-	-	1,24,425	-	2,69,356	3,93,781	36,06,180
10	20R010	HINDUSTANT PETROLEUM CORPORATION LTD	DESIGN AND DEVELOPMENT OF SINGLE/PSEUDO SINGLE ATOM PT CATALYSTS FOR HEAVY NAPHTHA REFORMING	CY 2022-23	1,55,008	10,12,500	-	-	10,12,500	32,269	-	3,55,624	3,87,893	7,79,615
				PY 2021-22	7,82,841	20,02,500	-	-	20,02,500	-	-	26,30,333	26,30,333	1,55,008
11	21R011	SOROCO INDIA PVT. LTD.	TECHNICAL SERVICE TO GENERATE HIGH QUALITY SYNTHESIS DATASETS	CY 2022-23	20,60,640	-	-	-	-	-	3,66,668	3,02,815	6,69,483	13,91,157
				PY 2021-22	-	23,81,400	-	-	23,81,400	-	-	3,20,760	3,20,760	20,60,640
12	21R012	NATIONAL UNIVERSITY SINGAPORE	CONSULTATION & SUPPORT TO THE NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPORE FOR THE DEVELOPMENT OF PARAMETRIC AMPLIFIER	CY 2022-23	1,06,890	1,35,749	-	-	1,35,749	-	1,56,800	10,226	1,67,026	75,613
				PY 2021-22	-	2,39,806	-	-	2,39,806	-	-	1,32,916	1,32,916	1,06,890
13	21R013	TCG CENTRES FOR RESEARCH AND EDUCATION IN SCIENCE AND TECHNOLOGY (TCG CREST)	CONSULTING TCG CREST ON THE RESEARCH PROGRAMMES IN QUANTUM TECHNOLOGIES IN CQUERE	CY 2022-23	50,400	7,77,600	-	-	7,77,600	-	4,00,800	2,00,284	6,01,084	2,26,916
				PY 2021-22	-	5,83,200	-	-	5,83,200	-	4,03,200	1,29,600	5,32,800	50,400
14	22R014	MICROSOFT RESEARCH LAB INDIA PVT. LTD.	UNRESTRICTED RESEARCH GRANT FOR A LABORATORY FOR INTERDESCIPLINARY BREAKTHROUGH SCIENCE	CY 2022-23	-	34,94,469	-	-	34,94,469	-	-	-	-	34,94,469
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	22R015	GOOGLE ASIA PASIFIC PTE LTD	UNRESTRICTED GIFT TO TIFR TOWARDS LABORATORY FOR INTERDISCIPLINARY BREAKTRHOUGH SCIENCE	CY 2022-23	-	41,12,154	-	-	41,12,154	-	-	-	-	41,12,154
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
National Centre of the Government of India for Nuclear Science and Mathematics
1, Homi Bhabha Road, Colaba,Mumbai 400 005
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - RGC - HO Mumbai

(Amount in Rs.)

Sr.No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
16	22R016	GOOGLE ASIA PACIFIC PTE. LTD.	UNRESTRICTED GIFT TO TIFR TOWARDS COLLABORATION ON EXPLORING DEEP LEARNING IN ASTROPHYSICS	CY 2022-23	-	16,52,097	-	-	16,52,097	-	-	-	-	16,52,097
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	22R017		KUKREJA ELECTRONICS, BANGALORE	CY 2022-23	-	6,57,627	-	-	6,57,627	-	-	-	-	6,57,627
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	22R018		CONSULTATION TO SOROCO TEAM TO ADDRESS A NUMBER OF TECHNICAL PROBLEMS	CY 2022-23	-	14,04,000	-	-	14,04,000	-	-	3,60,000	3,60,000	10,44,000
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	RGTR		TDS Receivable RGC	CY 2022-23	42,40,880	-	-	8,23,174	8,23,174	-	-	-	-	50,64,054
				PY 2021-22	35,26,480	-	-	7,14,400	7,14,400	-	-	-	-	42,40,880
Total - 'A' - Mumbai Projects (RGC)				**CY 2022-23**	**2,74,01,237**	**1,39,66,196**	**-**	**8,23,174**	**1,47,89,370**	**24,69,784**	**44,42,862**	**41,58,295**	**1,10,70,941**	**3,11,19,666**
				PY 2021-22	**2,26,01,532**	**1,26,57,677**	**-**	**7,14,400**	**1,33,72,077**	**2,64,493**	**29,68,200**	**53,39,679**	**85,72,372**	**2,74,01,237**

NATIONAL CENTRE FOR RADIO ASTROPHYSICS
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Savitribai Phule Pune University Campus, Spicer College Road, opp. Botanical Garden, Ganeshkhind, Pune, Maharashtra 411007
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

SR.NO.	GRANTING AUTHORITY	PROJECT NAME	YEAR	OPENING BALANCE	GRANTS RECEIVED	INTEREST EARNED DURING THE YEAR	OTHER RECEIPTS / ADJUSTMENTS	CURRENT YEAR ADDITIONS	CAPITAL ADDITIONS	SALARIES	OTHER REVENUE EXPENSES	TOTAL PAYMENTS	CLOSING BALANCE
				A	B	C	D	E = B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
1	Department of Science & Technology	UEMS-065	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			PY 2021-22	3,35,390	-	-	-	-	-	75,000	2,60,390	3,35,390	-
2	Department of Science & Technology	CEFIPRA-70	CY 2022-23	6,06,926	48,600	4,258	-	52,858	-	-	40,500	40,500	6,19,284
			PY 2021-22	6,06,926	-	-	-	-	-	-	-	-	6,06,926
3	Science and Engineering Research Board	SERB-072	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			PY 2021-22	4,09,764	-	-	-	-	-	2,71,967	1,37,797	4,09,764	-
4	Department of Science & Technology	CEFIPRA-74	CY 2022-23	-	36,000	6,645	-	42,645	-	-	-	-	42,645
			PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	SCIENCE & ENGG RESEARCH BOARD	SERB-73	CY 2022-23	-	6,00,000	6,645	1,198	6,07,843	-	-	2,09,145	2,09,145	3,98,698
			PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	SKAPROJECT	SKA 2	CY 2022-23	4,33,87,458	8,19,00,000	4,85,808	(4,85,808)	8,19,00,000	-	-	10,80,80,173	10,80,80,173	1,72,07,285
			PY 2021-22	3,86,32,794	9,24,87,000	-	-	9,24,87,000	-	-	8,77,32,336	8,77,32,336	4,33,87,458
7		Interest	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			PY 2021-22	1,91,304	-	-	(1,91,304)	(1,91,304)	-	-	-	-	-
Total - 'B' - NCRA Projects			**CY 2022-23**	**4,39,94,384**	**8,25,84,600**	**5,03,356**	**(4,84,610)**	**8,26,03,346**	**-**	**-**	**10,83,29,818**	**10,83,29,818**	**1,82,67,912**
			PY 2021-22	**4,01,76,178**	**9,24,87,000**	**-**	**(1,91,304)**	**9,22,95,696**	**-**	**3,46,967**	**8,81,30,523**	**8,84,77,490**	**4,39,94,384**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Unit: CENTRE FOR APPLICABLE MATHEMATICS
Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr.No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
1	CCGA	CCGA	Mesoscale Modelling For Monsoon Relatred weather Predictions	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	3,53,133	-	-	-	-	-	-	3,53,133	3,53,133	-
2	GDHC	DAE	Grant From DAE for staff Housing Colong Bangalore	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	7,00,000	-	-	-	-	-	-	7,00,000	7,00,000	-
1	MS	Microsoft	Microsoft	CY 2022-23	1,89,407	-	-	-	-	-	-	1,55,760	1,55,760	33,647
				PY 2021-22	2,01,929	-	-	-	-	-	-	12,522	12,522	1,89,407
2	NIC	EADS	EADS - AIRBUS	CY 2022-23	1,08,69,840	-	2,54,352	-	2,54,352	-	-	-	-	1,11,24,192
				PY 2021-22	1,06,52,319	-	2,17,521	-	2,17,521	-	-	-	-	1,08,69,840
3	INS	INSPIRE	INSPIRE (Shyam S Ghoshal)	CY 2022-23	5,16,853	-	-	7,422	7,422	1,63,880	-	1,91,129	3,55,009	1,69,266
				PY 2021-22	9,61,542	-	-	-	-	1,63,905	1,67,400	1,13,384	4,44,689	5,16,853
4	INS	INSPIRE	INSPIRE (Divyang Bhimani)	CY 2022-23	15,89,419	-	-	-	-	-	-	15,89,419	15,89,419	-
				PY 2021-22	12,68,091	15,89,419	-	4,488	15,93,907	-	-	12,72,579	12,72,579	15,89,419
5	INS	INSPIRE	INSPIRE (Haripada Sau)	CY 2022-23	4,93,239	-	-	-	-	-	-	-	-	4,93,239
				PY 2021-22	4,93,239	-	-	-	-	-	-	-	-	4,93,239
6	INS	INSPIRE	INSPIRE (Debayan Maity)	CY 2022-23	7,30,109	6,42,139	-	-	6,42,139	71,800	-	1,23,198	1,94,998	11,77,250
				PY 2021-22	3,09,761	7,00,000	-	-	7,00,000	-	-	2,79,652	2,79,652	7,30,109
7	NPDF	NPDF	NPDF	CY 2022-23	32,154	9,50,000	-	50,995	10,00,995	-	7,67,957	2,33,038	10,00,995	32,154
				PY 2021-22	9,63,800	3,54,761	-	-	3,54,761	-	10,30,808	2,55,599	12,86,407	32,154
8	SERB	MATRICS	MATRICS (Prof. Sreekar and Dr. S	CY 2022-23	3,65,183	4,20,000	-	17,950	4,37,950	-	15,000	4,77,997	4,92,997	3,10,136
				PY 2021-22	6,25,634	2,00,000	-	-	2,00,000	-	-	4,60,451	4,60,451	3,65,183
9	SERB	SIF	Swarna Jayanthi Fellowship (Dr. Ujjwal Koley)	CY 2022-23	14,23,520	-	-	-	-	-	2,75,000	1,56,068	4,31,068	9,92,452
				PY 2021-22	-	15,78,600	-	-	15,78,600	-	1,55,080	-	1,55,080	14,23,520
10	SERB	SERB	SERB (DR. Alihyder, Dr. Nishanth and Dr. Jim)	CY 2022-23	-	33,02,886	-	-	33,02,886	1,50,000	-	13,02,844	14,52,844	18,50,042
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total - 'C' - CAM Projects				**CY 2022-23**	**1,62,09,724**	**53,15,025**	**2,54,352**	**76,367**	**56,45,744**	**3,85,680**	**10,57,957**	**42,29,453**	**56,73,090**	**1,61,82,378**
				PY 2021-22	**1,65,29,448**	**44,22,780**	**2,17,521**	**4,488**	**46,44,789**	**1,63,905**	**13,53,288**	**34,47,320**	**49,64,513**	**1,62,09,724**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH / MUMBAI 400 005.

G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
1	08X6637		SYSTEM BIOLOGY	CY 2022-23	6,08,302	-	28,134	-	28,134	-	-	-	-	6,36,436
				PY 2021-22	14,57,236	-	43,816	-	43,816	-	8,92,750	-	8,92,750	6,08,302
2	09X6330		CENTRE OF EXCELLENCE ON COMPUTATIONAL AND SYSTEM BIOLOGY	CY 2022-23	7,43,604	-	-	(7,43,604)	(7,43,604)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	7,14,023	-	29,581	-	29,581	-	-	-	-	7,43,604
3	09X6653		MODULATION OF EMOTIONAL AND COGNITIVE FUNCTION USING NATURAL	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,78,693	-	-	-	-	-	1,27,840	50,853	1,78,693	-
4	12X6352		COMPUTATIONAL KNOCKNOUTS & FUNCTIONAL VALIDATION BY RNAI, &	CY 2022-23	16,57,728	-	85,527	-	85,527	-	-	-	-	17,43,255
				PY 2021-22	15,91,782	-	65,946	-	65,946	-	-	-	-	16,57,728
5	12X6692		BIOGEOGRAPHY OF INDIAN SUB-CONTINENT	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	(28,61,210)	33,41,210	-	-	33,41,210	-	4,80,000	-	4,80,000	-
6	13X6249	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	YEAR OF SCIENCE CHAIR PROFESSORSHIP	CY 2022-23	2,35,763	36,00,000	1,05,195	-	37,05,195	-	14,52,000	11,92,336	26,44,336	12,96,622
				PY 2021-22	5,66,674	25,00,000	14,795	-	25,14,795	-	14,52,000	13,93,706	28,45,706	2,35,763
7	13X6252		RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR. PADUBIDRI SHIVAPRASA	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	2,310	-	-	-	-	-	-	2,310	2,310	-
8	13X6353		INVESTIGATING THE ROLE OF GAP JUNCTIONS AT AN IDENTIFIED	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	12,81,917	-	-	(989)	(989)	-	12,80,928	-	12,80,928	-
9	13X6357		MOLECULAR GENETICS OF INTRACELLULAR CALCIUM SIGNALING IN NEURONS WITH	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	24,171	-	-	-	-	-	-	24,171	24,171	-
10	13X6358	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	MACROMOLECULAR CRYSTALLOGRAPHY AND SCATTERING FACILITY AT NCBS-	CY 2022-23	50,97,018	-	2,62,971	-	2,62,971	-	-	-	-	53,59,989
				PY 2021-22	48,94,253	-	2,02,765	-	2,02,765	-	-	-	-	50,97,018
11	13X6359		NATIONAL MOUSE RESEARCH RESOURCE (NAMOR)	CY 2022-23	36,66,914	-	1,89,188	-	1,89,188	-	-	-	-	38,56,102
				PY 2021-22	35,49,080	-	1,46,723	-	1,46,723	-	-	28,889	28,889	36,66,914
12	13X6698		EARLY CARRIER FELLOWHIP TO DR. MEGHA	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	29,351	-	-	-	-	-	-	29,351	29,351	-
13	13X6702		SIMONS CENTRE FOR THE STUDY OF LIVING MACHINES	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	5,75,737	-	-	5,80,038	5,80,038	-	10,76,920	78,855	11,55,775	-
14	13X6714		CONTRIBUTION TO RESEARCH - EUFR RECEIPTS OF PROF VIJAY RAGHAVAN	CY 2022-23	30,90,386	-	1,53,397	-	1,53,397	-	-	7,71,151	7,71,151	24,72,632
				PY 2021-22	28,87,763	7,27,000	1,14,594	-	8,41,594	-	93,000	5,45,971	6,38,971	30,90,386

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
15	13X6719		GENOME-SCALE ANALYSIS OF DIFFERENTIAL PROPENSITIES OF	CY 2022-23	4,32,164	-	22,297	-	22,297	-	-	-	-	4,54,461
				PY 2021-22	4,14,972	-	17,192	-	17,192	-	-	-	-	4,32,164
16	13X6738		A COMPUTATIONAL METRIC APPROACH TO OLFACTION: CHARACTERIZING	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	96,789	-	-	-	-	-	91,880	4,909	96,789	-
17	14X6260		QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE MODULATION OF HOST TRAFFICKING PATHWAYS BY	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	2,778	-	-	-	-	-	-	2,778	2,778	-
18	14X6363		REGULATION OF DROSOPHILA LARVAL GROWTH AND TOR SIGNALING A NOVEL	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	2,88,529	-	-	-	-	-	2,76,640	11,889	2,88,529	-
19	14X6364		QUANTITATIVE ANALYSIS OF HOST DETERMINANTS OF INTRACELLULAR	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	4,859	-	-	-	-	-	-	4,859	4,859	-
20	14X6365		INVESTIGATING THE NUCLEATION MECHANISM OF HOMOLOGOUS	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	793	-	-	-	-	-	-	793	793	-
21	14X6366		CHEMICAL ECOLOGY OF THE NRT-EST REGION (NER) OF INDIA: A COLLABORATIVE	CY 2022-23	8,37,076	-	-	(8,37,076)	(8,37,076)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	74,28,640	-	56,918	(2,08,147)	(1,51,229)	-	8,59,667	55,80,668	64,40,335	8,37,076
22	14X6718		OLFACTORY MODULATION OF INSECT FLIGHT	CY 2022-23	1,24,253	-	6,411	-	6,411	-	-	-	-	1,30,664
				PY 2021-22	1,19,310	-	4,943	-	4,943	-	-	-	-	1,24,253
23	14X6726		M.SC PROGRAMME IN WILDLIFE BIOLOGY AND CONSERVATION	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	12,73,985	-	-	(12,73,985)	(12,73,985)	-	-	-	-	-
24	14X6727		FUNCTIONAL CHARACTERIZATION OF GUT MICROBIAL COMMUNITIES & THEIR	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,381	-	-	(1,381)	(1,381)	-	-	-	-	-
25	14X6732		CO-ORDINATION AND CONTROL OF THE PHOSPHOINOSITIDE CYCLE DURING CELL	CY 2022-23	6,551	-	-	(6,552)	(6,552)	-	-	-	-	(1)
				PY 2021-22	4,77,465	27,53,643	15,258	(2,03,823)	25,65,078	1,45,562	6,26,898	22,63,532	30,35,992	6,551
26	14X6733		STRUCTURAL MECHANISMS OF RNA-MEDIATED GENE REGULATION IN	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	20,95,173	-	-	(20,95,173)	(20,95,173)	-	-	-	-	-
27	14X6734		MULTIMODAL FACTORS THAT ATTRACT HOVERFLIES FOR POLLINATION	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	13,044	-	-	-	-	-	-	13,044	13,044	-
28	15X6265		UNRAVELLING THE ROLE PLAYED BY NEURONAL GAP JUNCTION PROTEIN CONNEXIN 35 (CX35) IN	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,868	-	-	-	-	-	-	1,868	1,868	-

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
29	15X6266		RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR. RADHIKA VENKATESAN	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	23,488	-	-	-	-	-	15,000	8,488	23,488	-
30	15X6267	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR. SHANNON OLSSON	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	5,228	-	-	-	-	-	-	5,228	5,228	-
31	15X6269	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR.HIYAA SINGHEE GHOSH	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,86,917	-	-	-	-	-	1,82,800	4,117	1,86,917	-
32	15X6368		GENOMIC CHARACTERIZATION AND ANALYSIS OF PATHWAYS OF KEY	CY 2022-23	1,19,593	-	6,170	-	6,170	-	-	-	-	1,25,763
				PY 2021-22	1,14,835	-	4,758	-	4,758	-	-	-	-	1,19,593
33	15X6369		UNDERSTANDING THE MECHANISM OF PROTEIN MISFOLDING IN NEURODEGENERATIVE	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	14,969	-	-	-	-	-	25,400	(10,431)	14,969	-
34	15X6370		FUNCTIONAL CHARACTERZED OF GENETIC & EPIGENETIC REGULATORY NETWORK	CY 2022-23	1,26,565	-	-	-	-	-	1,26,566	-	1,26,566	(1)
				PY 2021-22	1,31,620	-	5,165	(10,220)	(5,055)	-	-	-	-	1,26,565
35	15X6371		ACCELERATING THE APPLICATION OF STEM CELL TECHNOLOGY IN HUMAN DISEASE (ASHD)	CY 2022-23	33,37,873	-	19,143	(19,01,796)	(18,82,653)	-	19,69,509	4,71,598	24,41,107	(9,85,887)
				PY 2021-22	1,04,72,198	-	2,82,670	(4,74,017)	(1,91,347)	5,22,493	22,43,753	41,76,732	69,42,978	33,37,873
36	15X6372	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	A JOINT CENTRE FOR CANCER BIOLOGY & THERAPEUTICS	CY 2022-23	20,327	-	-	-	-	-	20,327	-	20,327	-
				PY 2021-22	3,05,096	-	5,047	-	5,047	-	2,96,620	(6,804)	2,89,816	20,327
37	15X6373		ROLE OF 5-HT2A IN MENTAL ILLNESS	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	3,64,480	-	-	(3,64,480)	(3,64,480)	-	-	-	-	-
38	15X6724		CONTRIBUTION TO RESEARCH EFFORTS OF PROF. SUMANTRA	CY 2022-23	30,15,966	-	90,093	-	90,093	1,16,340	6,45,712	20,04,218	27,66,270	3,39,789
				PY 2021-22	40,66,562	-	1,37,277	-	1,37,277	-	5,49,500	6,38,373	11,87,873	30,15,966
39	15X6741		EIUCIDATING THE LINK BETWEEN STEMNESS & CARCINOGENESIS- THROUGH THE LENS OF	CY 2022-23	7,570	-	-	(7,570)	(7,570)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	18,92,402	-	18,095	(1,26,398)	(1,08,303)	-	2,59,200	15,17,329	17,76,529	7,570
40	15X6742	WELLCOME TRUST DBT INDIA ALLIANCE	STRESS-DEPENDENT EVOLUTION IN BACTERIA THROUGH MANIPULATION OF TRNA	CY 2022-23	7,239	-	-	(7,239)	(7,239)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	15,32,488	-	16,313	(2,55,709)	(2,39,396)	-	96,220	11,89,633	12,85,853	7,239
41	15X6747	WELLCOME TRUST-INDIA ALLIANCE	MECHANISMS & FUNCTIONAL CONSEQUENCES OF COMPOSITIONAL	CY 2022-23	1,09,06,333	63,24,353	2,30,166	-	65,54,519	17,74,545	33,62,825	1,21,55,830	1,72,93,202	1,67,650
				PY 2021-22	75,37,093	2,32,15,076	5,88,654	-	2,38,03,730	65,65,834	38,25,311	1,00,43,345	2,04,34,490	1,09,06,333
42	15X6748		UNDERSTANDING THE ENHANCER CODE USED BY IFNY IN THE ACTIVATION/REPRESSIO	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	16,82,893	64,72,096	-	-	64,72,096	36,48,352	4,71,838	37,28,799	81,54,989	-

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
43	15X6752		SUPPORTING WORLD CLASS RESEARCH IN NEUROBIOLOGY	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,132	-	-	-	-	-	-	1,132	1,132	-
44	15X6753		PAYMENT OF GRANT-IN-AID FOR SETTING UP OF SUBJECT NETWORK FOR CURRICULUM RENEWAL	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	61,054	-	-	(51,326)	(51,326)	-	-	9,728	9,728	-
45	16X6271		INVESTIGATING THE MOLECULAR MECHANISM OF LIPID TRANSPORT BY THE	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	11,248	-	-	-	-	-	-	11,248	11,248	-
46	16X6272		INDO-US ADVANCED BIOENERGY CONSORTIUM (IUABC)	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	10,45,885	-	-	(10,03,877)	(10,03,877)	-	-	42,008	42,008	-
47	16X6273		COLLABORATIVE RESEARCH WITH MPI, GERMANY AND DR. RADHIKA, NCBS	CY 2022-23	12,06,173	-	19,469	(47,684)	(28,215)	-	-	10,07,344	10,07,344	1,70,614
				PY 2021-22	20,99,963	93,227	60,706	-	1,53,933	99,750	2,57,600	6,90,373	10,47,723	12,06,173
48	16X6274		ELUCIDATING THE FUNCTIONS OF AN AUTISMRELATED GENE IN NERVOUS SYSTEM	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	10,554	-	-	-	-	-	-	10,554	10,554	-
49	16X6275	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	JC BOSE FELLOWSHIP TO PROF. R SOWDHAMINI	CY 2022-23	40,164	-	5,639	-	5,639	-	(1,68,280)	-	(1,68,280)	2,14,083
				PY 2021-22	11,41,651	-	10,263	-	10,263	-	4,04,160	7,07,590	11,11,750	40,164
50	16X6278		INVESTIGATING THE ROLE OF PLANT SNARE PROTEINS IN SALT TOLERANCE	CY 2022-23	-	(36,506)	-	-	(36,506)	-	68,200	-	68,200	(1,04,706)
				PY 2021-22	9,952	-	-	-	-	-	-	9,952	9,952	-
51	16X6280		JC BOSE FELLOWSHIP TO PROF. U.S. BHALLA	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	3,57,468	-	-	-	-	-	2,34,731	1,22,737	3,57,468	-
52	16X6281	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	UNDERSTANDING AND DESIGN OF DOMAIN-SWAPPING IN BIOMOLECULES	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	9,916	-	-	-	-	-	-	9,916	9,916	-
53	16X6282		JC BOSE FELLOWSHIP TO PROF. K VIJAYRAGHAVAN	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	3,01,157	-	-	(8,203)	(8,203)	-	1,92,200	1,00,754	2,92,954	-
54	16X6283		EXPLORING E-PROTEIN IN MICROGLIAL HOMEOSTASIS	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	17,800	-	-	-	-	-	-	17,800	17,800	-
55	16X6284		FACTORS DETERMINING POPULATION STRUCTURE AND REPRODUCTIVE	CY 2022-23	1,67,547	-	8,644	-	8,644	-	-	-	-	1,76,191
				PY 2021-22	1,60,882	-	6,665	-	6,665	-	-	-	-	1,67,547
56	16X6285		CLIMATIC & ENVIRONMENTAL CONTROLS OF CARBON BUDGETS AND THE CO2	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	22,818	-	-	-	-	-	15,000	7,818	22,818	-

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
57	16X6374		SEQUENCING THE GENOME OF THE HIMALAYAN GIANT HONEYBEE APIS	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	60,277	-	-	(60,277)	(60,277)	-	-	-	-	-
58	16X6375		GENOME ENGINEERING USING CRISPR TO ENABLE DISCOVERY IN LIPID SIGNALING	CY 2022-23	9,98,817	-	-	(1,53,911)	(1,53,911)	-	-	8,44,906	8,44,906	-
				PY 2021-22	12,04,843	-	39,734	-	39,734	-	-	2,45,760	2,45,760	9,98,817
59	16X6754		THE MACHANISM OF BEHAVIOURAL COORDINATION IN FLYING INSECTS	CY 2022-23	62,70,157	-	2,50,396	-	2,50,396	35,486	12,55,283	9,21,288	22,12,057	43,08,496
				PY 2021-22	1,06,65,917	-	3,52,671	-	3,52,671	19,04,721	14,65,680	13,78,030	47,48,431	62,70,157
60	16X6763	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	MODULATION OF PHYSIOLOGICAL AND ONCOGENIC RAS PROTEIN SIGNALING VIA	CY 2022-23	19,374	15,08,979	2,456	-	15,11,435	-	9,50,400	3,04,700	12,55,100	2,75,709
				PY 2021-22	5,09,211	14,42,745	18,852	-	14,61,597	-	10,36,800	9,14,634	19,51,434	19,374
61	16X6764	WELLCOME TRUST DBT INDIA ALLIANCE	AN INVESTIGATION OF THE IMPACT OF IMPACT OF CHROMOSOME ORGANIZATION ON	CY 2022-23	29,54,437	57,87,251	1,82,841	-	59,70,092	1,00,334	11,03,840	71,76,148	83,80,322	5,44,207
				PY 2021-22	35,25,707	19,51,502	1,51,804	-	21,03,306	-	8,70,800	18,03,776	26,74,576	29,54,437
62	16X6765		HOW IMPORTANT IS POPULATION GENETIC VARIATION TO WELLBEING	CY 2022-23	1,14,308	-	-	(1,14,307)	(1,14,307)	-	-	-	-	1
				PY 2021-22	27,31,801	50,45,942	1,06,304	-	51,52,246	7,29,250	20,83,301	49,57,188	77,69,739	1,14,308
63	16X6768	MEDICINE FOR MALARIA VENTURE (MMV), SWITZERLAND	DEVELOPMENT OF P. VIVAX LIVER STAGE (HTS) ASSAY	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	11,366	-	-	-	-	-	-	11,366	11,366	-
64	16X6769		INVESTIGATING THE GENETIC BASIS OF MELANISM IN SIMILIPAL TIGERS	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	7,52,676	-	-	-	-	-	2,03,700	5,48,976	7,52,676	-
65	16X9027		CONTRIBUTION TO YOUNG INVESTIGATORS MEETING	CY 2022-23	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
				PY 2021-22	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
66	16X9030		CONTRIBUTION TO YOUNG INVESTIGATORS MEETING	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	148	-	-	-	-	-	-	148	148	-
67	17X6287		CONTROL AND REGULATION OF RIBOSOMAL BIOGENESIS BY RNA AND RNA	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	55,213	-	-	-	-	-	-	55,213	55,213	-
68	17X6289	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	NPDF FELLOWSHIP TO DR. SANJEEV KUMAR	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	93,783	-	-	-	-	-	-	93,783	93,783	-
69	17X6290	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	YEAR OF SCIENCE CHAIR PROFESSORSHIP TO PROF. T BALARAM	CY 2022-23	17,07,018	-	16,896	-	16,896	-	16,92,320	14,348	17,06,668	17,246
				PY 2021-22	17,89,621	36,25,000	40,888	-	36,65,888	-	36,10,560	1,37,931	37,48,491	17,07,018
70	17X6291		J C BOSE FELLOWSHIP TO PROF. SATYAJIT MAYOR	CY 2022-23	3,11,537	-	16,073	-	16,073	-	-	-	-	3,27,610
				PY 2021-22	28,259	-	-	-	-	-	(2,83,278)	-	(2,83,278)	3,11,537

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
71	17X6292		CHEMICAL ECOLOGY OF PLANT INSECT INTERATIONS REGULATION,	CY 2022-23	12,98,021	-	66,969	-	66,969	-	-	-	-	13,64,990
				PY 2021-22	12,46,384	-	51,637	-	51,637	-	-	-	-	12,98,021
72	17X6293		NPDF FELLOWSHIP TO DR. POULOMI BISWAS	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,110	-	-	-	-	-	-	1,110	1,110	-
73	17X6294		HOW DO NEURONAL VARIABILITY AND NOISE AFFECT NETWORK	CY 2022-23	1,52,428	-	7,864	-	7,864	-	-	-	-	1,60,292
				PY 2021-22	1,46,364	-	6,064	-	6,064	-	-	-	-	1,52,428
74	17X6296		NPDF FELLOWSHIP TO DR. R S SAJEEVAN	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	2,795	-	-	-	-	-	-	2,795	2,795	-
75	17X6298	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR. K. R. VINOTHKUMAR, NCBS	CY 2022-23	14,849	10,00,000	11,387	-	10,11,387	-	2,94,000	7,09,958	10,03,958	22,278
				PY 2021-22	1,52,817	-	2,119	-	2,119	-	-	1,40,087	1,40,087	14,849
76	17X6299	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY, GOVERNMENT OF	ROLE OF DSTIM IN POSTEMBRYONIC NEURONAL DEVELOPMENT OF	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	20,934	-	-	(10,630)	(10,630)	-	-	10,304	10,304	-
77	17X6376	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOI	OPTOGENETIC ANALYSIS OF MEMORY FORMATION	CY 2022-23	90,473	17,55,164	18,653	(2,305)	17,71,512	-	6,53,600	10,02,190	16,55,790	2,06,195
				PY 2021-22	18,18,032	-	25,984	(64,238)	(38,254)	-	5,16,600	11,72,705	16,89,305	90,473
78	17X6377		INDIA BIOSCIENCE ? YOUNG INVESTIGATORS MEETINGS AND STUDENT?S	CY 2022-23	20,036	-	470	-	470	-	-	-	-	20,506
				PY 2021-22	23,87,616	-	17,426	(4,71,182)	(4,53,756)	-	17,07,541	2,06,283	19,13,824	20,036
79	17X6378		ROLE OF AUTOPHAGY IN THE INTRAERYTHROCYTIC STAGES OF	CY 2022-23	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
				PY 2021-22	3,04,552	-	-	-	-	-	-	3,04,551	3,04,551	1
80	17X6379		QUANTIFICATION OF SUBSTRATE ACROSS MEMBRANE PROTEINS	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	13,457	-	-	-	-	-	-	13,457	13,457	-
81	17X6380	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOI	NAMOR-PHASE II	CY 2022-23	1,34,38,504	-	6,93,335	-	6,93,335	-	-	-	-	1,41,31,839
				PY 2021-22	3,68,65,512	-	8,26,922	(25,58,733)	(17,31,811)	-	50,70,051	1,66,25,146	2,16,95,197	1,34,38,504
82	17X6767		COLLABORATIVE RESEARCH PROJECT WITH MPI, GERMANY- DR.SHASHI, NCBS	CY 2022-23	4,90,713	-	-	-	-	-	4,90,713	-	4,90,713	-
				PY 2021-22	18,67,567	4,17,550	40,522	-	4,58,072	-	18,10,585	24,341	18,34,926	4,90,713
83	17X6770		SCIENTIST WITHOUT BOUNDARIES AT THE BANGALORE LIFE SCIENCES CLUSTER	CY 2022-23	3,99,371	-	-	-	-	-	3,93,471	5,900	3,99,371	-
				PY 2021-22	40,16,030	-	78,116	(98,443)	(20,327)	-	33,27,932	2,68,400	35,96,332	3,99,371
84	17X6771		NAGARAT RESEARCH	CY 2022-23	3,22,083	-	4,072	-	4,072	-	32,326	2,89,756	3,22,082	4,073
				PY 2021-22	37,67,766	-	3,22,082	(1,17,89,690)	(1,14,67,608)	-	(12,88,000)	(67,33,925)	(80,21,925)	3,22,083

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
85	17X6773		BIOLOGY AND CONSERVATION OF BUTTERFLIES	CY 2022-23	1,26,391	-	2,287	-	2,287	-	21,613	1,07,071	1,28,684	(6)
				PY 2021-22	3,58,071	-	9,908	-	9,908	-	1,21,004	1,20,584	2,41,588	1,26,391
86	17X6774	MICROSOFT INDIA	COLLABORATION WITH MICROSOFT RESEARCH ON TARGETING DECISION MAKING	CY 2022-23	1,54,264	-	6,954	-	6,954	-	1,36,400	-	1,36,400	24,818
				PY 2021-22	1,78,952	-	5,621	-	5,621	-	-	30,309	30,309	1,54,264
87	17X6775		CONTRIBUTION TO INDIAN MARINE MAMMAL RESEARCH WORKSHOP	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	46,464	-	-	-	-	-	43,400	3,064	46,464	-
88	17X6776	Office of Naval Research, USA	CONTRIBUTION TO INDIAN MARINE MAMMAL RESEARCH WORKSHOP	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	91,469	-	-	-	-	-	76,880	14,589	91,469	-
89	17X6777	Shri N R Narayana Murthy (PAN AAGPN2197P)	DENGUE VACCINE DEVELOPMENT PROGRAM	CY 2022-23	2,58,215	-	4,230	-	4,230	-	-	2,58,215	2,58,215	4,230
				PY 2021-22	1,16,02,102	-	2,16,376	1,04,614	3,20,990	-	43,53,920	73,10,957	1,16,64,877	2,58,215
90	17X6778	WELLCOME TRUST DBT INDIA ALLIANCE	BACTERIAL GENOME EVOLUTION IN HOST ASSOICATED COMMUNITIES	CY 2022-23	26,32,180	44,19,856	79,306	-	44,99,162	2,74,808	11,21,640	29,90,442	43,86,890	27,44,452
				PY 2021-22	27,97,986	63,81,124	1,45,213	-	65,26,337	10,92,000	10,79,520	45,20,623	66,92,143	26,32,180
91	17X6780		CONTRIBUTION TO WILDLIFE RESEARCH OF MR.HIMANSHU CHHATTANI	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	3,83,438	-	-	-	-	-	-	3,83,438	3,83,438	-
92	17X6781		REGULATION OF ERROR-PRONE DNA DAMAGE REPAIR IN BACTERIA	CY 2022-23	1	-	17,394	-	17,394	-	(7,62,220)	-	(7,62,220)	7,79,615
				PY 2021-22	1,12,71,517	-	-	-	-	57,25,184	16,86,252	38,60,080	1,12,71,516	1
93	17X6782		COLLABORATIVE RESEARCH WITH MPI, GERMANY AND DR. VARADHARAJAN, NCBS	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,04,926	-	-	-	-	-	76,880	28,046	1,04,926	-
94	17X6783		ASSAY DEVELOPMENT FOR P.VIVAX INFECTED HEPATOCYTES IN MTCC PLATES MMV PROJECT	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	50,795	-	-	-	-	-	45,000	5,795	50,795	-
95	17X6785		RESEARCH ON IMPACT OF POLLUTION ON POLLINATION	CY 2022-23	10,91,229	-	31,524	-	31,524	-	-	6,40,055	6,40,055	4,82,698
				PY 2021-22	12,33,416	-	44,535	-	44,535	-	1,73,600	13,122	1,86,722	10,91,229
96	17X9035		CONTRIBUTION TO YOUNG SCIENTIST NETWORKING (YSN) MEETING	CY 2022-23	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
				PY 2021-22	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
97	17X9040	SIMONS FOUNDATION (INTERNAL SUBJ GRANT)	SIMONS FELLOW-RICHARD MORRIS	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	836	-	-	(836)	(836)	-	-	-	-	-
98	17X9041		SIMONS FELLOW-VENKATARAKRISHNAN	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	3,595	-	-	(3,595)	(3,595)	-	-	-	-	-

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
99	17X9042		CONTRIBUTION TO YOUNG INVESTIGATORS MEETING	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,699	-	-	-	-	-	-	1,699	1,699	-
100	17X9043		CONTRIBUTION TO YOUNG INVESTIGATORS MEETING	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	6	-	-	-	-	-	-	6	6	-
101	18X6381		DEPLOYMENT OF CRISPR/CAS9 MEDIATED GENOME EDITING IN PLANTS	CY 2022-23	4,39,317	-	22,666	-	22,666	-	-	-	-	4,61,983
				PY 2021-22	11,72,352	-	32,735	(44,365)	(11,630)	-	-	7,21,405	7,21,405	4,39,317
102	18X6382		TRANSCRIPTOME ANALYSIS AND CHARACTERIZATION OF KEY METABOLIC &	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	5,16,885	-	-	(87,600)	(87,600)	-	4,29,285	-	4,29,285	-
103	18X6383		PROFILING OF AN ALIEN INVASIVE SPECIES IN TIGER LANDSCAPES OF INDIA	CY 2022-23	1,18,000	-	-	(1,18,000)	(1,18,000)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	12,87,168	11,00,000	31,531	(14,275)	11,17,256	-	3,68,900	19,17,524	22,86,424	1,18,000
104	18X6384		UNRAVELLING THE INTERACTION OF MINERAL NUTRITION & VITAMIN B6 METABOLISM	CY 2022-23	16,45,566	8,55,813	62,859	(9,84,504)	(65,832)	-	-	4,52,055	4,52,055	11,27,679
				PY 2021-22	19,62,920	9,37,060	59,012	(1,54,824)	8,41,248	-	4,07,960	7,50,642	11,58,602	16,45,566
105	18X6385		DEVELOPING A SNP BASED POPULATION GENOMICS METHOD FOR ASIAN ELEPHANT	CY 2022-23	44,202	-	-	(13,345)	(13,345)	-	-	30,857	30,857	-
				PY 2021-22	16,438	8,49,360	406	(28,462)	8,21,304	-	7,43,540	50,000	7,93,540	44,202
106	18X6567		NPDF FELLOWSHIP TO DR. GEETHA G T	CY 2022-23	-	-	1,772	-	1,772	-	(1,00,000)	-	(1,00,000)	1,01,772
				PY 2021-22	84,534	-	-	-	-	-	84,440	94	84,534	-
107	18X6568		NPDF FELLOWSHIP TO DR SACHIN SRIDHARA	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,95,686	-	-	(37,286)	(37,286)	-	1,58,400	-	1,58,400	-
108	18X6569	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	MODULATION OF HOST ENDOCYTOSIS DURING PLASMODIUM LIVER STAGE DEVELOPMENT	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	5,99,053	-	-	(1,18,082)	(1,18,082)	-	-	4,80,971	4,80,971	-
109	18X6570		NPDF FELLOWSHIP TO DR VINU VARGHESE PULIKKOTTIL	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	21,354	-	-	(61,554)	(61,554)	-	(40,200)	-	(40,200)	-
110	18X6571		RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR. VINOTH KUMAR	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	22,782	-	-	-	-	-	-	22,782	22,782	-
111	18X6574		ESTABLISHMENT OF REFERENCE GENOME OF CORCUS SATIVUS BEING GROWN IN THE	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	8,468	12,00,000	-	(1,66,552)	10,33,448	-	8,58,000	1,83,916	10,41,916	-
112	18X6575	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY GOVERNMENT OF	BUILDING COARSE GRAINED MODELS TO UNDERSTAND THE CONFORMATIONAL	CY 2022-23	1,19,674	-	5,420	(12,920)	(7,500)	-	-	14,640	14,640	97,534
				PY 2021-22	46,726	7,50,000	7,976	(30,028)	7,27,948	-	5,81,000	74,000	6,55,000	1,19,674

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
113	18X6576		MARINE SPONGES AS BIOMONITORS FOR MICRO PLASTICS POLLUTION	CY 2022-23	11,303	-	150	(22,820)	(22,670)	-	-	(11,367)	(11,367)	-
				PY 2021-22	36,342	6,00,000	3,515	(17,034)	5,86,481	-	6,11,520	-	6,11,520	11,303
114	18X6577		IMPLEMENTATION OF INDO-JAPANESE JOINT PROJECT	CY 2022-23	1,39,145	-	7,179	-	7,179	-	-	-	-	1,46,324
				PY 2021-22	1,33,610	-	5,535	-	5,535	-	-	-	-	1,39,145
115	18X6580		ASSESSING THE STATUS OF CRITICALLY ENDANGERED GYPS VULTURES THROUGH A	CY 2022-23	7,58,554	-	35,373	-	35,373	-	-	89,861	89,861	7,04,066
				PY 2021-22	1,77,174	26,00,000	42,611	-	26,42,611	2,00,212	5,01,720	13,59,299	20,61,231	7,58,554
116	18X6581	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	INVESTIGATING HYDRIB EM CELL DURING NEURAL TUBE & INNER EAR CLOSURE	CY 2022-23	2,36,350	-	12,194	-	12,194	-	-	-	-	2,48,544
				PY 2021-22	94,060	13,00,000	16,010	-	13,16,010	-	9,29,087	2,44,633	11,73,720	2,36,350
117	18X6582		NPDF FELLOWSHIP TO RITTIK DEB	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	35,450	-	-	-	-	-	25,000	10,450	35,450	-
118	18X6583	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	SERB-NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP (N-PDF) AWARDED TO DR. SRUTHI	CY 2022-23	1,37,780	-	-	(1,28,634)	(1,28,634)	-	-	9,147	9,147	(1)
				PY 2021-22	2,55,393	3,59,148	9,146	-	3,68,294	-	4,09,200	76,707	4,85,907	1,37,780
119	18X6584	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	SERB-NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP (N-PDF) AWARDED TO DR. ASHA MARY	CY 2022-23	1,20,202	-	753	(1,13,068)	(1,12,315)	-	-	-	-	7,887
				PY 2021-22	2,23,451	3,52,913	7,134	-	3,60,047	-	4,09,200	54,096	4,63,296	1,20,202
120	18X6787		PRE EVOLUTIONARY PROCESSES IN AUTOCATALYTIC RNA NETWORKS	CY 2022-23	28,234	-	1,457	-	1,457	-	-	-	-	29,691
				PY 2021-22	70,405	-	1,229	-	1,229	-	43,400	-	43,400	28,234
121	18X6789		UNDERSTANDING THE ROLE OF PROTOCADHERIN-15 PHOSPHORYLATION	CY 2022-23	10,39,816	-	51,473	-	51,473	-	-	10,39,816	10,39,816	51,473
				PY 2021-22	12,17,933	-	49,657	-	49,657	-	-	2,27,774	2,27,774	10,39,816
122	18X6790	WIPRO FOUNDATION	BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM (BSF)-RESOURCE PERSON	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	19,101	-	-	-	-	-	-	19,101	19,101	-
123	18X6791	WIPRO FOUNDATION	BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM (BSF)-ORGANISING WORKSHOPS & EVENTS	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	17,033	-	-	-	-	-	-	17,033	17,033	-
124	18X6792		SUB CELLULAR MECHANISMS DISCRIMINATE SPATIOTEMPORAL INPUT	CY 2022-23	5,47,604	-	28,253	-	28,253	-	-	-	-	5,75,857
				PY 2021-22	5,25,820	-	21,784	-	21,784	-	-	-	-	5,47,604
125	18X6793		THE IMPORTANCE OF PURKINJE NEURON MEMBRANE BISTABILITY OF CEREBELLAR	CY 2022-23	1,06,85,869	-	4,30,645	-	4,30,645	3,75,599	19,83,760	43,51,814	67,11,173	44,05,341
				PY 2021-22	1,61,35,623	-	5,73,184	-	5,73,184	25,54,937	21,61,320	13,07,061	60,22,938	1,06,85,869
126	18X6794		EFFECTS OF BRAHMI GHRITA ON COGNITION IN MILD COGNITIVE IMPAIRMENT	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,80,946	-	-	(6,071)	(6,071)	-	1,74,875	-	1,74,875	-

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
127	18X6795		SIMONS PHASE II	CY 2022-23	4,37,85,470	52,25,250	23,05,537	-	75,30,787	1,90,074	65,88,153	32,56,153	1,00,34,380	4,12,81,877
				PY 2021-22	3,56,30,166	1,48,04,000	16,97,906	-	1,65,01,906	-	72,53,045	10,93,557	83,46,602	4,37,85,470
128	18X6796	HFSP	YOUNG INVESTIGATOR AWARD 2018	CY 2022-23	82,30,028	-	3,28,539	-	3,28,539	5,66,288	30,87,537	8,52,190	45,06,015	40,52,552
				PY 2021-22	1,68,50,026	-	5,44,439	-	5,44,439	40,91,060	26,68,665	24,04,712	91,64,437	82,30,028
129	18X6797		INFORMATION TRANSFER ACROSS ENDOPLASMIC RETICULUM PLASAMA	CY 2022-23	13,78,941	11,19,635	40,939	-	11,60,574	-	13,61,800	7,77,033	21,38,833	4,00,682
				PY 2021-22	5,29,970	29,84,514	53,600	-	30,38,114	1,66,744	12,63,252	7,59,147	21,89,143	13,78,941
130	18X6972	MEDICINE FOR MALARIA VENTURE (MMV), SWITZERLAND	DEVELOPMENT OF P. VIVAX LIVER STAGE ASSAY IN MTCC PLATFORM	CY 2022-23	(1)	-	-	-	-	-	-	-	-	(1)
				PY 2021-22	1,12,302	-	-	-	-	-	76,880	35,423	1,12,303	(1)
131	18X9046		MOUSE CRYOBIOLOGY IVF WORKSHOP	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,95,094	-	-	-	-	-	-	1,95,094	1,95,094	-
132	18X9047		CONTRIBUTION TO YOUNG INVESTIGATORS MEETING	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	2,07,951	-	-	-	-	-	2,07,951	-	2,07,951	-
133	18X9052		NIC FELLOWSHIP TO DR.ROLF ERICCSON	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	23,590	-	-	98,443	98,443	-	-	1,22,033	1,22,033	-
134	19X6387	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	STRUCTURE DETERMINATION AND TARGETING OF UBIQUITOUSLY	CY 2022-23	19,713	-	1,017	-	1,017	-	-	-	-	20,730
				PY 2021-22	65,107	-	2,041	(3,196)	(1,155)	-	-	44,239	44,239	19,713
135	19X6388	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOI	NEURONAL GENE REGULATION BY INTRACELLULAR CALCIUM SIGNALING	CY 2022-23	28,02,724	1,79,962	66,504	(3,17,078)	(70,612)	-	11,18,480	15,57,352	26,75,832	56,280
				PY 2021-22	28,24,389	27,37,700	74,093	(1,22,616)	26,89,177	-	12,20,160	14,90,682	27,10,842	28,02,724
136	19X6389	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOI	GENOME INDIA CATALOGUING THE GENETIC VARAIATION IN INDIANS	CY 2022-23	3,72,952	18,96,040	57,671	(10,70,780)	8,82,931	-	4,58,000	1,00,000	5,58,000	6,97,883
				PY 2021-22	84,13,945	-	1,92,407	(3,19,186)	(1,26,779)	72,60,347	5,53,867	1,00,000	79,14,214	3,72,952
137	19X6390		CHARACTERIZATION OF A NOVEL TRANSLESION SYNTHESIS REPAIR PATHWAY IN BACTERIA	CY 2022-23	13,77,889	-	13,832	(3,14,719)	(3,00,887)	-	4,77,400	10,92,168	15,69,568	(4,92,566)
				PY 2021-22	16,11,747	17,75,734	55,808	(53,130)	17,78,412	8,19,000	5,20,800	6,72,470	20,12,270	13,77,889
138	19X6578	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	SERB DISTINGUISHED FELLOWSHIP TO PROF. GAITI HASAN	CY 2022-23	14,40,095	28,20,000	1,18,980	-	29,38,980	-	11,86,440	11,98,269	23,84,709	19,94,366
				PY 2021-22	10,68,511	28,20,000	85,261	-	29,05,261	76,650	11,26,942	13,30,085	25,33,677	14,40,095
139	19X6585		BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM (BSF)-URBAN ECOLOGY (ISSUES IN URBAN	CY 2022-23	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
				PY 2021-22	1,50,813	-	-	-	-	-	66,960	83,852	1,50,812	1
140	19X6586		BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM (BSF)-RESOURCE PERSON-YEAR2	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	19,248	-	-	-	-	-	-	19,248	19,248	-

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
141	19X6587		BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM (BSF)-SMALL GRANTS PROGRAM PHASE I	CY 2022-23	1,89,779	-	-	-	-	-	-	1,89,779	1,89,779	-
				PY 2021-22	46,63,566	-	1,69,455	-	1,69,455	-	-	46,43,242	46,43,242	1,89,779
142	19X6588		ANNUAL SERB IN CHEMICAL ECOLOGY	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	36,957	-	-	(5,957)	(5,957)	-	31,000	-	31,000	-
143	19X6589		CONTRIBUTION TO WILDLIFE RESEARCH	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	28,687	-	-	-	-	-	-	28,687	28,687	-
144	19X6590		SERB-NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP (N-PDF) AWARDED TO DR. LAHARI YERAMALA	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,15,268	-	-	(33,868)	(33,868)	-	81,400	-	81,400	-
145	19X6591		SERB-NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP (N-PDF) AWARDED TO DR. VINOTH	CY 2022-23	2,33,001	-	-	(94,126)	(94,126)	-	-	1,38,875	1,38,875	-
				PY 2021-22	3,50,242	-	9,609	-	9,609	-	83,600	43,250	1,26,850	2,33,001
146	19X6592		COLLABORATIVE RESEARCH VISIT OF PROF MANI RAMASWAMI FROM TRINITY COLLEGE-	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	66,906	-	-	-	-	-	62,000	4,906	66,906	-
147	19X6593		INSPIRE FELLOWSHIP TO MS. PRERNA TRIPATHI	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	10,26,572	-	-	(10,26,572)	(10,26,572)	-	-	-	-	-
148	19X6595	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	UNCOVERING MECHANISTIC ROLES FOR THE POST TRANSLATIONAL	CY 2022-23	1,13,998	2,50,000	6,281	-	2,56,281	-	1,78,820	26,838	2,05,658	1,64,621
				PY 2021-22	1,39,982	6,00,000	7,520	-	6,07,520	-	4,61,080	1,72,424	6,33,504	1,13,998
149	19X6596		J C BOSE FELLOWSHIP TO PROF. MADAN RAO	CY 2022-23	32,42,925	-	67,477	-	67,477	-	26,38,418	3,28,531	29,66,949	3,43,453
				PY 2021-22	34,311	38,00,000	27,814	-	38,27,814	-	6,19,200	-	6,19,200	32,42,925
150	19X6597	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	COLLABORATIVE RESEARCH VISIT TO PROF. BENZION SHILO-VAJRA GRANT	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	23,168	-	-	-	-	-	-	23,168	23,168	-
151	19X6599		HFSP AWARD TO DR. ARATI RAMESH	CY 2022-23	2,07,25,768	-	9,51,927	-	9,51,927	19,71,087	15,12,220	58,51,334	93,34,641	1,23,43,054
				PY 2021-22	1,62,13,796	89,14,800	6,80,270	-	95,95,070	1,78,683	13,45,991	35,58,424	50,83,098	2,07,25,768
152	19X6798	PRATIKSHA TRUST	SUPPORTING WORLD CLASS RESEARCH IN NEUROBIOLOGY	CY 2022-23	94,69,117	-	3,39,636	-	3,39,636	3,40,804	50,15,402	44,53,577	98,09,783	(1,030)
				PY 2021-22	1,38,06,951	1,00,00,000	2,76,948	(14,60,000)	88,16,948	82,75,614	45,66,633	3,12,535	1,31,54,782	94,69,117
153	19X6802	OPEN UNIVERSITY UK	HOW TO LINK INDUSTRIAL AND SOCIAL INNOVATION FOR INCLUSIVE	CY 2022-23	2,56,067	-	-	-	-		-	2,56,067	2,56,067	-
				PY 2021-22	13,21,847	48,55,111	49,478	-	49,04,589	-	24,35,372	35,34,997	59,70,369	2,56,067
154	19X6803		DENGUE VACCINE DELIVERY SUB-PROJECT	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,04,614	-	-	(1,04,614)	(1,04,614)	-	-	-	-	-

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
155	19X6804	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	WOMEN EXCELLENCE AWARD TO DR. DEEPA AGASHE, NCBS	CY 2022-23	1,44,899	5,00,000	-	-	5,00,000	-	5,92,776	-	5,92,776	52,123
				PY 2021-22	2,40,788	6,00,000	11,766	-	6,11,766	-	6,07,655	1,00,000	7,07,655	1,44,899
156	19X6809		BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM (BSF)-RESOURCE PERSON-YEAR3	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	73,353	-	-	-	-	-	-	73,353	73,353	-
157	19X6810		RRCF SMALL GRANT TO MR. KAUSHIK	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	8,634	-	-	(8,634)	(8,634)	-	-	-	-	-
158	19X9054	INTERNAL SUB-GRANT OF SIMONS FOUNDATION	PHYSICS OF LIFE 2019, 7TH NCBS SIMONS ANNUAL MONSOON SCHOOL	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	28,761	-	-	(28,761)	(28,761)	-	-	-	-	-
159	19X9055		PROBLEMS OF FIT ECOLOGICAL AND MANAGEMENT BOUNDARIES AND THE	CY 2022-23	1,31,870	7,00,000	11,876	-	7,11,876	-	-	6,34,774	6,34,774	2,08,972
				PY 2021-22	6,55,953	6,00,000	11,924	-	6,11,924	-	-	11,36,007	11,36,007	1,31,870
160	19X9057		SEASONS WATCH-PHASE II	CY 2022-23	35,023	-	-	(35,023)	(35,023)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	33,630	-	1,393	-	1,393	-	-	-	-	35,023
161	19X9058		CAMP COURSE WORKSHOP	CY 2022-23	8,48,260	19,86,875	44,774	-	20,31,649	-	-	25,34,132	25,34,132	3,45,777
				PY 2021-22	8,14,515	-	33,745	-	33,745	-	-	-	-	8,48,260
162	19X9059		CHEMICAL ECOLOGY WORKSHOP CONTRIBUTION	CY 2022-23	3,66,957	-	-	(3,66,957)	(3,66,957)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	3,52,359	-	14,598	-	14,598	-	-	-	-	3,66,957
163	19X9060	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	CONTRIBUTION TO YOUNG INVESTIGATORS MEETING	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,43,657	-	-	-	-	-	1,30,000	13,657	1,43,657	-
164	19X9063		DYNAMICS & SELF ORGANISATION FOR THE KICK OFF WORKSHOP	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	8,430	-	-	-	-	-	-	8,430	8,430	-
165	19X9064		COLLABORATIVE GRANT WITH UNIVERISTY OF CHICAGO	CY 2022-23	29,184	-	-	-	-	-	29,184	-	29,184	-
				PY 2021-22	9,76,637	-	23,146	-	23,146	-	9,70,599	-	9,70,599	29,184
166	19X9065		CONTRIBUTION TO YOUNG INVESTIGATORS MEETING	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	2,53,634	-	-	-	-	-	2,50,908	2,726	2,53,634	-
167	19X9066		CONTRIBUTION TO YOUNG INVESTIGATORS MEETING	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,09,791	-	-	-	-	-	1,09,591	200	1,09,791	-
168	19X9067		COLLABORATIVE MST OF MALCOLM BURROWS	CY 2022-23	4,08,271	-	21,064	-	21,064	-	-	-	-	4,29,335
				PY 2021-22	3,92,783	-	16,265	-	16,265	-	-	777	777	4,08,271

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
169	19X9068		SIDB GRANT FROM UNIVERSITY OF EDINBURGH	CY 2022-23	42,50,243	-	-	-	-	-	41,31,299	1,18,944	42,50,243	-
				PY 2021-22	35,34,554	1,36,62,050	1,66,965	-	1,38,29,015	-	1,23,64,645	7,48,681	1,31,13,326	42,50,243
170	19X9069		CONTRIBUTION TO RESEARCH OF PROF. GAITI HASAN	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	17,283	-	-	-	-	-	-	17,283	17,283	-
171	19X9070		BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM (BSF)-CONTENT WRITER	CY 2022-23	1,76,091	-	9,085	-	9,085	-	-	-	-	1,85,176
				PY 2021-22	1,69,086	-	7,005	-	7,005	-	-	-	-	1,76,091
172	19X9071		BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM (BSF)-TEMPORARY CO-ORDINATOR	CY 2022-23	56,900	-	-	-	-	-	-	56,900	56,900	-
				PY 2021-22	54,663	-	2,237	-	2,237	-	-	-	-	56,900
173	19X9072		MODULATION OF PLA2G6 LINKED PARKINSONS DISEASE BY STORE OPERATED CALCIUM	CY 2022-23	3,95,751	28,69,687	39,805	-	29,09,492	-	14,08,800	8,37,322	22,46,122	10,59,121
				PY 2021-22	2,41,615	30,44,507	35,690	-	30,80,197	-	13,81,300	15,44,761	29,26,061	3,95,751
174	19X9073		CONTRIBUTION TO YOUNG INVESTIGATORS MEETING	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,05,608	-	-	-	-	-	84,700	20,908	1,05,608	-
175	19X9074	ADDGENE	CONTRIBUTION TO YOUNG INVESTIGATORS MEETING	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	56,948	-	-	-	-	-	56,948	-	56,948	-
176	19X9075		NPDF FELLOWSHIP TO GAJENDRA SINGH	CY 2022-23	89,851	3,30,000	4,629	-	3,34,629	-	4,65,211	(40,717)	4,24,494	(14)
				PY 2021-22	8,29,318	-	13,096	-	13,096	-	6,13,800	1,38,763	7,52,563	89,851
177	19X9076		MAINTENANCE OF BACTERIAL GENOME INTEGRITY MECHANSIM OF ACTION AND	CY 2022-23	8,83,502	9,00,000	-	(4,90,054)	4,09,946	-	1,20,280	11,73,168	12,93,448	-
				PY 2021-22	5,96,725	14,00,000	45,903	-	14,45,903	-	3,94,320	7,64,806	11,59,126	8,83,502
178	19X9077		CONTRIBUTION TO WILD LIFE RESEARCH	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	3,19,199	-	-	-	-	-	30,968	2,88,231	3,19,199	-
179	19X9078		CONTRIBUTION TO INSECT WORKSHOP	CY 2022-23	5,11,949	-	26,413	-	26,413	-	-	-	-	5,38,362
				PY 2021-22	4,92,169	-	20,384	-	20,384	-	-	604	604	5,11,949
180	19X9080		CONTRIBUTION TO WILDLIFE RESEARCH	CY 2022-23	12,08,922	-	38,835	-	38,835	-	2,53,760	8,06,627	10,60,387	1,87,370
				PY 2021-22	21,63,733	-	60,994	-	60,994	-	5,87,148	4,28,657	10,15,805	12,08,922
181	19X9081		CONTRIBUTION TO WILDLIFE RESEARCH-ABHINAV TYAGI	CY 2022-23	77,092	-	-	-	-	-	70,000	7,091	77,091	1
				PY 2021-22	3,77,465	-	15,495	-	15,495	-	-	3,15,868	3,15,868	77,092
182	19X9082		IDENTIFYING TRANSCRIPTIONAL CIRCUITS CRUCIAL FOR CARDIAC CIRCADIAN	CY 2022-23	11,33,154	-	46,389	-	46,389	-	2,35,600	3,21,883	5,57,483	6,22,060
				PY 2021-22	6,32,861	15,00,000	17,910	-	15,17,910	-	4,61,280	5,56,337	10,17,617	11,33,154

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
183	19X9083	Raptor Research and Conservation Foundation (RRCF)	RRCF SMALL GRANT TO MS.RHEA LOPEZ	CY 2022-23	99,950	-	5,157	-	5,157	-	-	-	-	1,05,107
				PY 2021-22	95,974	-	3,976	-	3,976	-	-	-	-	99,950
184	19X9084		DEVELOPING COARSE GRAINED MODELS FOR UNDERSTANDING THE SELF ASSEMBLY OF THE	CY 2022-23	2,95,909	-	10,688	(23,960)	(13,272)	-	-	2,91,949	2,91,949	(9,312)
				PY 2021-22	1,90,774	2,20,000	7,003	-	2,27,003	1,01,868	-	20,000	1,21,868	2,95,909
185	19X9088	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	STRUCTURAL AND BIOCHEMICAL ANALYSIS OF PROKARYOTIC RHOMBOID PROTEASES	CY 2022-23	4,10,584	17,50,000	60,273	-	18,10,273	-	-	14,62,407	14,62,407	7,58,450
				PY 2021-22	7,34,196	10,00,000	32,271	-	10,32,271	-	6,99,360	6,56,523	13,55,883	4,10,584
186	19X9089		CONTRIBUTION TO WILDLIFE RESEARCH-MANASWI RAGHURAM	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	4,88,210	-	-	-	-	-	-	4,88,210	4,88,210	-
187	19X9090		CONTRIBUTION TO YOUNG INVESTIGATORS MEETING	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,13,423	-	-	-	-	-	89,200	24,223	1,13,423	-
188	19X9092	Ashoka Trust for Research in Ecology and the Environment (ATREE)	NATIONAL MISSION ON BIO-DIVERSITY AND HUMAN WELLBEING	CY 2022-23	1,67,876	-	-	(1,67,876)	(1,67,876)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	1,61,198	-	6,678	-	6,678	-	-	-	-	1,67,876
189	19X9093	MOEFCC, GOVERNMENT OF INDIA	LONG TERM MONITORING OF BIODIVERISTY AND ECOSYSTEM	CY 2022-23	18,93,222	-	57,107	(1,32,962)	(75,855)	-	9,00,777	3,71,120	12,71,897	5,45,470
				PY 2021-22	17,88,005	11,00,000	58,563	(91,997)	10,66,566	1,61,065	6,13,680	1,86,604	9,61,349	18,93,222
190	20X6361		INDIABIOSCIENCE YOUNG INVESTIGATORS MEETINGS & STUDENTS	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	8,09,379	-	-	-	-	-	7,67,192	42,187	8,09,379	-
191	20X6391	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOI	INVESTIGATING THE POTENTIAL ROLE OF TCF4 IN MATURE NEURONAL	CY 2022-23	28,42,337	5,25,923	1,44,515	(14,774)	6,55,664	1,63,557	3,72,000	18,05,655	23,41,212	11,56,789
				PY 2021-22	23,63,379	24,02,557	1,10,154	(46,791)	24,65,920	13,99,965	3,72,000	2,14,997	19,86,962	28,42,337
192	20X6392		GENOME INFORMATICS APPLICATIONS IN BIODIVERISTY AND HUMAN HEALTH BIC AT	CY 2022-23	21,78,443	-	53,485	(59,506)	(6,021)	9,48,939	18,06,680	86,019	28,41,638	(6,69,216)
				PY 2021-22	36,94,153	-	1,18,190	(51,592)	66,598	-	15,82,308	-	15,82,308	21,78,443
193	20X6393		VISUALISATION OF SIGNALLING-INDUCED ENHANCER:PROMOTER INTERACTIONS IN LIVE	CY 2022-23	76,433	-	-	(36,878)	(36,878)	-	4,77,400	115	4,77,515	(4,37,960)
				PY 2021-22	13,31,763	-	34,505	(18,990)	15,515	-	5,20,800	7,50,045	12,70,845	76,433
194	20X6805		AZIM PREMJI PHILANTHROPIC INITIATIVES PRIVATE LIMITED	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	2,98,926	-	-	(2,98,926)	(2,98,926)	-	-	-	-	-
195	20X6806		FINANCIAL SUPPORT FOR DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR RAPID TESTS FOR COVID	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	24,799	-	-	(24,799)	(24,799)	-	-	-	-	-
196	20X6807		FINANCIAL SUPPORT FOR DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR RAPID TESTS FOR COVID	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	65,499	-	-	(65,499)	(65,499)	-	-	-	-	-

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
197	20X6808		CONTRIBUTION TO INDIA BIOSCIENCE EFFORTS AND ACTIVITIES	CY 2022-23	6,35,873	-	8,181	-	8,181	-	61,520	5,38,729	6,00,249	43,805
				PY 2021-22	2,82,642	10,00,000	14,021	-	10,14,021	-	4,08,028	2,52,762	6,60,790	6,35,873
198	20X6812		EMBO WORKSHOP	CY 2022-23	10,08,615	-	36,525	-	36,525	-	4,52,200	2,31,087	6,83,287	3,61,853
				PY 2021-22	9,68,491	-	40,124	-	40,124	-	-	-	-	10,08,615
199	20X6813	DEPT. OF HEALTH, GOVERNMENT OF INDIA	GENERATION AND MAINTENANCE OF THE SMOOTH ENDOPLASMIC RETICULUM	CY 2022-23	16,52,069	-	-	(2,23,843)	(2,23,843)	-	6,20,000	8,08,225	14,28,225	1
				PY 2021-22	11,23,967	16,18,982	31,552	(31,853)	16,18,681	-	4,60,000	6,30,579	10,90,579	16,52,069
200	20X6814		COVID RESEARCH - A COLOUR BASED ASSAY FOR COVID DETECTION, USING RNA-BASED	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	5,82,986	-	-	(5,82,986)	(5,82,986)	-	-	-	-	-
201	20X6815		TESTING THE FUNCTION MODE OF ACTION AND SIGNALING MECHANISMS OF GAP JUNCTION	CY 2022-23	7,76,105	-	8,845	-	8,845	-	6,87,097	28,873	7,15,970	68,980
				PY 2021-22	3,90,586	7,00,978	12,103	(13,966)	6,99,115	-	2,72,903	40,693	3,13,596	7,76,105
202	20X6816		BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM (BSF)-PODCAST	CY 2022-23	2,34,351	48,908	7,469	(48,908)	7,469	-	-	2,00,001	2,00,001	41,819
				PY 2021-22	1,58,981	8,45,000	26,462	-	8,71,462	-	-	7,96,092	7,96,092	2,34,351
203	20X6817		ANTI-VIRAL DRUG DISCOVERY	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	5,69,032	-	-	(5,69,032)	(5,69,032)	-	-	-	-	-
204	20X6818		CONTRIBUTION TO CIFF	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	52,895	-	-	-	-	-	-	52,895	52,895	-
205	20X6819		CONTRIBUTION TO INDIA BIOSCIENCE ACTIVITIES AND EFFORTS	CY 2022-23	2,32,544	-	6,526	-	6,526	-	-	47,200	47,200	1,91,870
				PY 2021-22	43,165	2,99,576	6,527	-	3,06,103	-	-	1,16,724	1,16,724	2,32,544
206	20X6820		CONTRIBUTION TO ANIMAL HOUSE FACILITY	CY 2022-23	54,810	-	626	-	626	-	-	54,809	54,809	627
				PY 2021-22	19,62,986	-	54,809	-	54,809	-	-	19,62,985	19,62,985	54,810
207	20X6821		IRMI FELLOWSHIP TO DR. VINEETHA	CY 2022-23	2,48,037	-	11,521	-	11,521	-	79,355	11,236	90,591	1,68,967
				PY 2021-22	1,02,506	1,98,597	6,364	-	2,04,961	59,430	-	-	59,430	2,48,037
208	20X6822		IRMI AWARD TO INDIA BIOSCIENCE	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	2,94,699	4,72,128	-	-	4,72,128	-	6,80,520	86,307	7,66,827	-
209	20X6823		CONTRIBUTION TO LAB FACILITY	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-		-	-	-
				PY 2021-22	2,77,426	-	-	(2,77,426)	(2,77,426)	-	-	-	-	-
210	20X6824		SMALL CONTRIBUTIONS TO ARCHIVES FACILITY	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-		-	-	-
				PY 2021-22	25,670	-	-	-	-	-	-	25,670	25,670	-

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
211	20X6825		SMALL CONTRIBUTION TO PROF. GAITI LAB	CY 2022-23	9,12,158	-	26,247	-	26,247	-	-	4,85,427	4,85,427	4,52,978
				PY 2021-22	8,75,871	-	36,287	-	36,287	-	-	-	-	9,12,158
212	20X6826	European Molecular Biology Organization, Germany	CONTRIBUTION TO YOUNG INVESTIGATORS MEETING	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	91,879	-	-	-	-	-	65,000	26,879	91,879	-
213	20X6827	WELLCOME TRUST DBT INDIA ALLIANCE	UNDERSTANDING THE IMPACT OF CHROMATIN ARCHITECTURE ON SOMATIC MUTATIONAL	CY 2022-23	93,59,836	-	3,35,897	-	3,35,897	1,276	11,86,680	74,82,107	86,70,063	10,25,670
				PY 2021-22	46,34,498	89,06,869	3,81,718	-	92,88,587	19,67,223	11,02,360	14,93,666	45,63,249	93,59,836
214	20X6828	SERB, GOI	SINGLE CELL METABOLIC MAPS OF SENESCENT CELLS AND SENESCENCE DRIVEN	CY 2022-23	1,95,41,783	-	6,22,318	-	6,22,318	1,61,44,012	10,04,468	19,09,266	1,90,57,746	11,06,355
				PY 2021-22	2,38,55,893	-	8,61,084	-	8,61,084	-	7,05,940	44,69,254	51,75,194	1,95,41,783
215	20X6829	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	RESEARCH AND CONSERVATION: MONITORING APIS DORSATA COLONIES	CY 2022-23	2,08,934	-	-	-	-	-	3,07,520	28,017	3,35,537	(1,26,603)
				PY 2021-22	15,12,088	-	26,158	-	26,158	-	4,61,280	8,68,032	13,29,312	2,08,934
216	20X6830	SCIENCE & ENGINEERING RESEARH BOARD, GOI	SPONGE WATCH PROGRAM FOR MICROPLASTICS	CY 2022-23	8,56,053	-	17,819	-	17,819	-	7,54,000	1,22,319	8,76,319	(2,447)
				PY 2021-22	22,41,381	-	57,519	-	57,519	-	8,46,200	5,96,647	14,42,847	8,56,053
217	20X6831		MATHEMATICAL MODELLING OF DORMANCY DECISION IN VIRUSES AND	CY 2022-23	2,23,788	-	11,030	-	11,030	-	-	20,000	20,000	2,14,818
				PY 2021-22	2,24,196	-	9,042	-	9,042	-	-	9,450	9,450	2,23,788
218	20X6832		CONTRIBUTION TO NGS FACILITY AS PART OF ADBS PROJECT	CY 2022-23	7,07,654	-	22,636	-	22,636	-	-	5,76,714	5,76,714	1,53,576
				PY 2021-22	8,21,064	-	29,242	-	29,242	-	-	1,42,652	1,42,652	7,07,654
219	20X6833	NATURE CONSERVATION FOUNDATION-NCF	MASTERS PROGRAM IN WILDLIFE BIOLOGY AND CONSERVATION	CY 2022-23	24,12,164	20,00,000	1,11,431	-	21,11,431	-	9,60,000	8,35,518	17,95,518	27,28,077
				PY 2021-22	20,35,777	20,00,000	54,194	-	20,54,194	-	7,20,000	9,57,807	16,77,807	24,12,164
220	20X6835		CONTRIBUTION TO NGS FACILITY AS PART OF COVID EFFORTS	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	2,30,264	-	-	(2,09,491)	(2,09,491)	-	-	20,773	20,773	-
221	20X6836		THE HABITATS TRUST SCHOLARSHIP FOR MASTERS IN WILDLIFE BIOLOGY AND	CY 2022-23	3,36,078	15,00,000	50,755	-	15,50,755	-	4,14,286	10,58,166	14,72,452	4,14,381
				PY 2021-22	15,04,626	-	26,751	-	26,751	-	4,80,000	7,15,299	11,95,299	3,36,078
222	20X6837	SERB	INVESTIGATING ROLE OF E2-2 IN MICROGLIAL FUNCTIONS	CY 2022-23	7,00,341	14,00,000	48,395	-	14,48,395	-	1,50,000	1,18,901	2,68,901	18,79,835
				PY 2021-22	18,32,871	-	53,459	-	53,459	-	3,33,036	8,52,953	11,85,989	7,00,341
223	20X6838	SERB	INTEGRATIVE STRUCTURAL AND FUNCTIONAL CHARACTERIZATION OF	CY 2022-23	16,03,387	-	63,928	-	63,928	2,00,600	2,08,320	8,49,905	12,58,825	4,08,490
				PY 2021-22	2,83,685	16,93,000	70,722	-	17,63,722	-	2,34,000	2,10,020	4,44,020	16,03,387
224	20X6844	IISC	LTED FOREST THEME - NCBS-NCBS COLLABORATIVE RESEARCH PROJECT	CY 2022-23	4,22,054	-	20,203	-	20,203	-	-	2,20,308	2,20,308	2,21,949
				PY 2021-22	4,05,264	-	16,790	-	16,790	-	-	-	-	4,22,054

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
225	20X6845	DBT/Wellcome Trust India Alliance	UNDERSTANDING THE REGULATORY ROLE OF G-QUADRUPLEX IN MODULATING GENE	CY 2022-23	16,50,371	32,96,570	42,040	-	33,38,610	85,913	7,77,600	10,92,185	19,55,698	30,33,283
				PY 2021-22	-	30,51,360	24,611	-	30,75,971	-	12,96,000	1,29,600	14,25,600	16,50,371
226	20X6984		SEASONS WATCH PHASE II INSTALMENT II	CY 2022-23	16,676	-	-	(16,676)	(16,676)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	2,09,296	-	1,380	-	1,380	-	1,94,000	-	1,94,000	16,676
227	20X6986		CONTRIBUTION TO WORKSHOP CONDUCTED BY DR. HIYAA	CY 2022-23	1,96,738	-	10,141	-	10,141	-	-	2,263	2,263	2,04,616
				PY 2021-22	3,01,191	-	9,140	-	9,140	-	-	1,13,593	1,13,593	1,96,738
228	20X6987		SCIENTIFIC RESEARCH PROGRAM TITLED OBAID SIDDIQI CHAIR IN HISTORY AND CULTURE	CY 2022-23	90,79,347	-	3,20,415	-	3,20,415	88,320	82,30,916	5,53,062	88,72,298	5,27,464
				PY 2021-22	36,85,992	88,00,000	2,37,358	-	90,37,358	-	32,79,248	3,64,755	36,44,003	90,79,347
229	20X6988		COLLABORATIVE WORK AT CCAMP	CY 2022-23	(1)	20,000	372	-	20,372	-	-	11,900	11,900	8,471
				PY 2021-22	33,729	-	-	-	-	-	-	33,730	33,730	(1)
230	20X6989		BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM (BSF)-SOCIAL INTERN	CY 2022-23	9,024	2,83,351	3,052	-	2,86,403	-	2,40,000	47,225	2,87,225	8,202
				PY 2021-22	1,22,916	96,000	2,108	-	98,108	-	1,96,000	16,000	2,12,000	9,024
231	20X8501		CONTRIBUTION TOWARDS MASS SPECTROMETRY COURSE CONDUCT	CY 2022-23	1,61,040	-	8,309	-	8,309	-	-	-	-	1,69,349
				PY 2021-22	1,54,634	-	6,406	-	6,406	-	-	-	-	1,61,040
232	20X8502		CONTRIBUTION TOWARDS CIFF-CYTOMETRY COURSE CONDUCT	CY 2022-23	2,58,184	1,94,500	15,720	-	2,10,220	-	-	1,21,989	1,21,989	3,46,415
				PY 2021-22	2,39,617	54,000	9,767	-	63,767	-	-	45,200	45,200	2,58,184
233	20X8503		CONTRIBUTION TOWARDS BANGALORE MICROSCOPY COURSE CONDUCT	CY 2022-23	8,58,573	-	44,282	-	44,282	-	-	1,392	1,392	9,01,463
				PY 2021-22	8,24,418	-	34,155	-	34,155	-	-	-	-	8,58,573
234	20X8504		CONTRIBUTION TOWARDS BIOMOLECULAR INTERACTIONS	CY 2022-23	10,22,225	-	52,740	-	52,740	-	-	-	-	10,74,965
				PY 2021-22	9,81,560	-	40,665	-	40,665	-	-	-	-	10,22,225
235	20X8505		CONTRIBUTION TOWARDS EMBO COURSE CONDUCT	CY 2022-23	9,32,178	-	48,094	-	48,094	-	-	-	-	9,80,272
				PY 2021-22	8,95,095	-	37,083	-	37,083	-	-	-	-	9,32,178
236	20X8507		WORKSHOP ON "INTEGRATED OMICS II" GENOMICS,PROTEOMICS METABOLOMICS AND	CY 2022-23	1,26,759	1,80,000	11,883	-	1,91,883	-	-	7,934	7,934	3,10,708
				PY 2021-22	1,21,716	-	5,043	-	5,043	-	-	-	-	1,26,759
237	20X9094		SCREENING & TESTING FOR COVID 19-GRANT FROM NPCIL DAE	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	37,488	-	-	(37,488)	(37,488)	-	-	-	-	-
238	20X9095		TATA - PHASE II - COVID-19 TESTING ACTIVITIES	CY 2022-23	44,58,913	-	1,84,745	-	1,84,745	-	-	21,78,829	21,78,829	24,64,829
				PY 2021-22	61,01,584	-	1,99,797	-	1,99,797	-	-	18,42,468	18,42,468	44,58,913

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
239	20X9099		BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM (BSF)-SMALL GRANTS PROGRAM PHASE II	CY 2022-23	10,22,027	-	36,475	-	36,475	-	-	5,87,770	5,87,770	4,70,732
				PY 2021-22	49,40,490	23,37,667	1,69,787	-	25,07,454	-	-	64,25,917	64,25,917	10,22,027
240	21X6003	INTERNAL SUB-GRANT TOWARDS SPECIFIC COVID PROJECT	COVID RESEARCH SALIVA TESTING PROTOCOL	CY 2022-23	2,10,358	-	3,268	-	3,268	-	-	2,10,359	2,10,359	3,267
				PY 2021-22	-	-	27,377	20,73,974	21,01,351	16,61,793	-	2,29,200	18,90,993	2,10,358
241	21X6386	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOI	PREDATOR PREY INTERACTIONS CHEMICAL DEFENSE IN HEMIPTERA:	CY 2022-23	7,20,322	1,97,779	18,383	(2,48,740)	(32,578)	-	6,99,360	58,904	7,58,264	(70,520)
				PY 2021-22	-	8,14,360	32,522	-	8,46,882	-	1,16,560	10,000	1,26,560	7,20,322
242	21X6394	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	THE CHEMICAL ECOLOGY OF HIGH L-DOPA CONTAINING PLANTS AND THEIR	CY 2022-23	3,13,167	-	8,794	(7,500)	1,294	-	-	3,16,372	3,16,372	(1,911)
				PY 2021-22	-	3,25,000	13,167	-	3,38,167	-	-	25,000	25,000	3,13,167
243	21X6395	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	TRANSLATIONAL PLATFORMS FOR DISCOVERY, REPURPOSING, AND	CY 2022-23	70,54,902	22,47,199	2,93,305	(61,96,092)	(36,55,588)	18,80,360	6,78,280	4,97,749	30,56,389	3,42,925
				PY 2021-22	-	72,32,000	1,36,427	-	73,68,427	-	64,525	2,49,000	3,13,525	70,54,902
244	21X6799	International Human Frontier Science Program Organization	HFSP GRANT TO DR. ANJANA	CY 2022-23	78,42,996	62,45,473	3,45,144	-	65,90,617	2,96,812	28,79,263	31,75,617	63,51,692	80,81,921
				PY 2021-22	-	77,07,588	1,35,408	-	78,42,996	-	-	-	-	78,42,996
245	21X6839	Department of Public Health and Preventive Medicine, Tamil Nadu	DEPARTMENT OF PUBLIC HEALTH AND PREVENTIVE MEDICINE, TAMIL NADU	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	-	10,00,000	-	-	10,00,000	-	-	10,00,000	10,00,000	-
246	21X6843	INTERNAL SUB-GRANT OF BANGALORE SUSTAINABILITY	BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM - BWSSB COVID PROOF OF CONCEPT STUDY	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	-	-	-	2,17,851	2,17,851	-	-	2,17,851	2,17,851	-
247	21X6847		TNQ TECHNOLOGIES INDIABIOSCIENCE	CY 2022-23	6,16,489	15,00,000	25,282	-	15,25,282	-	4,02,127	13,67,670	17,69,797	3,71,974
				PY 2021-22	-	15,00,000	23,289	-	15,23,289	-	4,19,600	4,87,200	9,06,800	6,16,489
248	21X6848	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	INVESTIGATING CELLULAR AND MOLECULAR MECHANISMS THAT	CY 2022-23	31,11,222	88,34,047	2,23,014	-	90,57,061	4,24,957	6,99,360	42,30,209	53,54,526	68,13,757
				PY 2021-22	-	64,47,999	1,12,923	-	65,60,922	8,40,000	2,91,400	23,18,300	34,49,700	31,11,222
249	21X6849	HINDUSTAN UNILEVER LIMITED	HINDUSTAN UNILEVER LIMITED	CY 2022-23	33,42,664	-	64,302	-	64,302	-	16,94,191	16,03,105	32,97,296	1,09,670
				PY 2021-22	-	7,70,00,000	8,39,789	-	7,78,39,789	8,59,443	11,13,011	7,25,24,671	7,44,97,125	33,42,664
250	21X6851	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	IDENTIFYING MOLECULAR DETERMINANTS OF ELECTRICAL SYNAPSE	CY 2022-23	74,48,566	95,81,598	3,88,034	-	99,69,632	37,48,500	8,83,128	19,80,908	66,12,536	1,08,05,662
				PY 2021-22	-	74,71,736	1,88,437	-	76,60,173	-	1,66,937	44,670	2,11,607	74,48,566
251	21X6852		SALARY OF TEMPORARY COORDINATOR AND COORDINATOR	CY 2022-23	86,658	60,963	3,713	(60,963)	3,713		-	1,044	1,044	89,327
				PY 2021-22	-	19,40,800	25,695	-	19,66,495	-	15,65,540	3,14,297	18,79,837	86,658
252	21X6853		ANTISARS ACTIVITY SERVICE PIPELINE	CY 2022-23	2,27,279	-	4,996	-	4,996		-	2,21,003	2,21,003	11,272
				PY 2021-22	-	11,63,830	5,938	-	11,69,768	-	-	9,42,489	9,42,489	2,27,279

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
253	21X6855		ASHOKA UNIVERSITY	CY 2022-23	2,15,565	-	1,292	(7,171)	(5,879)	-	59,380	-	59,380	1,50,306
				PY 2021-22	-	2,25,000	7,614	-	2,32,614	-	17,049	-	17,049	2,15,565
254	21X6856	BIOTECHNOLOGY INDUSTRY RESEARCH ASSISTANCE	ENABLING PRECLINICAL STUDIES FOR COVID-19 RESEARCH, DIAGNOSTICS AND	CY 2022-23	5,29,74,075	4,43,83,300	32,45,733	-	4,76,29,033	33,85,879	27,17,387	1,77,98,194	2,39,01,460	7,67,01,648
				PY 2021-22	-	5,72,92,000	14,50,268	-	5,87,42,268	-	20,63,295	37,04,898	57,68,193	5,29,74,075
255	21X6857	INTERNAL SUB GRANT OF PRATKISHA GRANT	SEED GRANTS AWARD TO PROF. SUMANTRA PART OF COLLABORATION WITH	CY 2022-23	5,01,005	-	25,848	-	25,848	-	-	5,00,000	5,00,000	26,853
				PY 2021-22	-	-	1,005	5,00,000	5,01,005	-	-	-	-	5,01,005
256	21X6858	INTERNAL SUB GRANT OF PRATKISHA GRANT	SEED GRANTS AWARD TO PROF. RAGHU PART OF COLLABORATION WITH DR. SUBHANKAR	CY 2022-23	5,11,013	-	11,480	-	11,480	-	-	4,36,763	4,36,763	85,730
				PY 2021-22	-	-	11,013	5,00,000	5,11,013	-	-	-	-	5,11,013
257	21X6859	INTERNAL SUB GRANT OF. PRATKISHA GRANT	SEED GRANTS AWARD TO PROF. SANJAY PART OF COLLABORATION WITH DR. DARREN	CY 2022-23	4,70,132	-	22,275	-	22,275	-	-	87,184	87,184	4,05,223
				PY 2021-22	-	-	10,132	4,60,000	4,70,132	-	-	-	-	4,70,132
258	21X6860	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY, GOVERNMENT OF	IMPROVING TOLERANCE TRAITS IN CROPS THROUGH THE EPIGENETIC CONTROL	CY 2022-23	7,42,063	-	34,896	-	34,896	-	-	1,31,399	1,31,399	6,45,560
				PY 2021-22	-	17,43,891	35,853	-	17,79,744	7,66,500	1,15,320	1,55,861	10,37,681	7,42,063
259	21X6861	DBT/Wellcome Trust India Alliance	NOVEL EFFECTORS AND REGULATORS OF BACTERIAL DNA DAMAGE RESPONSE	CY 2022-23	74,78,509	1,08,53,232	5,50,522	-	1,14,03,754	-	1,30,200	18,27,207	19,57,407	1,69,24,856
				PY 2021-22	-	73,67,747	1,10,762	-	74,78,509	-	-	-	-	74,78,509
260	21X6862	JAGDALE INDUSTRIES PVT. LTD PHARMA DIVISION JUGGAT	ASESS ANTI-MTB ACTIVITY IN THE INVITRO AND CELLULAR INFECTION MODELS	CY 2022-23	8,280	2,43,000	3,724	-	2,46,724	-	1,15,320	88,451	2,03,771	51,233
				PY 2021-22	-	2,43,000	749	-	2,43,749	-	1,15,320	1,20,149	2,35,469	8,280
261	21X6863	INFOSYS-TIFR LEADING EDE RESERACH GRANT	STUDYING RNA STRUCTURE AND DYNAMICS USING MACHINE LEARNING	CY 2022-23	18,46,883	-	94,058	-	94,058	-	-	54,635	54,635	18,86,306
				PY 2021-22	-	18,00,000	46,883	-	18,46,883	-	-	-	-	18,46,883
262	21X6864	Infosys-TIFR Leading Edge Research Grant	MICROBIAL POPULATIONS ON COMPLEX VISCO-ELASTIC SUBSTRATES:	CY 2022-23	25,65,116	-	1,32,342	-	1,32,342	-	-	-	-	26,97,458
				PY 2021-22	-	25,00,000	65,116	-	25,65,116	-	-	-	-	25,65,116
263	21X6865	European Molecular Biology Organisation	EMBO- GLOBAL INVESTIGATOR NETWORK AWARD TO DR. DIMPLE NOTANI	CY 2022-23	11,73,980	-	43,148	-	43,148	-	2,48,981	3,72,487	6,21,468	5,95,660
				PY 2021-22	-	11,56,400	17,580	-	11,73,980	-	-	-	-	11,73,980
264	21X6867	DBT/Wellcome Trust India Alliance	NEUROMODULATION OF CELLULAR AND NETWORK ACTIVITY IN CEREBELLAR PURKINJE	CY 2022-23	3,46,823	22,02,734	37,960	-	22,40,694	-	5,32,125	70,493	6,02,618	19,84,899
				PY 2021-22	-	6,25,821	6,122	-	6,31,943	-	2,59,200	25,920	2,85,120	3,46,823
265	21X6868	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY, GOVERNMENT OF	DSTINSPIRE FACULTY FELOWSHIP TO DR. ARJUN SRIVATHSA	CY 2022-23	15,55,819	25,200	28,502	(66,556)	(12,854)		13,57,600	1,57,063	15,14,663	28,302
				PY 2021-22	-	22,00,000	29,206	-	22,29,206	-	6,73,387	-	6,73,387	15,55,819
266	21X6869	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	STUDYING THE STRUCTURE AND ACTIVITY OF DEAMIDASES AND	CY 2022-23	15,02,876	9,00,000	46,709	-	9,46,709		4,53,600	9,41,794	13,95,394	10,54,191
				PY 2021-22	-	19,70,000	29,594	-	19,99,594	-	-	4,96,718	4,96,718	15,02,876

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
267	21X6870	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	SERB-NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP (N- PDF) AWARDED TO DR. HANSRAJ GAUTAM,	CY 2022-23	10,39,234	-	28,850	-	28,850	-	7,23,407	2,78,754	10,02,161	65,923
				PY 2021-22	-	11,18,400	15,827	-	11,34,227	-	94,993	-	94,993	10,39,234
268	21X6871	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	SERB-NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP (N- PDF) AWARDED TO DR. SALEEM MUSHTAQ,	CY 2022-23	10,34,388	-	28,995	-	28,995	-	8,18,400	1,90,441	10,08,841	54,542
				PY 2021-22	-	11,18,400	15,853	-	11,34,253	-	99,865	-	99,865	10,34,388
269	21X6872	MRS. SUDHA MURTHY	MRNA VACCINE DELIVERY - DENGUE VACCINE AND GENERAL VACCINE	CY 2022-23	99,07,687	1,00,00,000	4,95,890	-	1,04,95,890	-	44,58,455	71,17,364	1,15,75,819	88,27,758
				PY 2021-22	-	1,00,00,000	1,25,345	-	1,01,25,345	-	-	2,17,658	2,17,658	99,07,687
270	21X6922	NIMHANS	COLLABORATION ON BIOLOGICAL & BIOMEDICAL INVESTIGATIONS IN	CY 2022-23	5,05,725	19,30,000	20,614	-	19,50,614	-	-	9,65,087	9,65,087	14,91,252
				PY 2021-22	-	5,00,000	5,725	-	5,05,725	-	-	-	-	5,05,725
271	21X6924		DST INSPIRE FACULTY - DR. JYOTSANA JEWEL PARMAR	CY 2022-23	18,71,425	-	54,490	(6,05,395)	(5,50,905)	91,698	15,04,410	46,209	16,42,317	(3,21,797)
				PY 2021-22	-	22,00,000	17,821	-	22,17,821	-	3,46,396	-	3,46,396	18,71,425
272	21X6927		IBS SMALL GRANTS	CY 2022-23	87,295	3,29,076	5,374	-	3,34,450	-	-	-	-	4,21,745
				PY 2021-22	-	1,88,000	2,650	-	1,90,650	-	-	1,03,355	1,03,355	87,295
273	21X6983	CSIR-CCMB, HYDERABAD	SARS-COV-2 CORONAVIRUS GENOMIC SURVEILLANCE	CY 2022-23	4,15,025	-	4,439	-	4,439	-	86,800	3,32,678	4,19,478	(14)
				PY 2021-22	-	78,80,000	76,294	-	79,56,294	5,73,120	9,20,740	60,47,409	75,41,269	4,15,025
274	21X7001	EXTRAMURL SOURCES	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS CENTRAL IMAGE FLOW CYTOMETRY	CY 2022-23	63,77,556	(55,08,574)	-	-	(55,08,574)	-	-	8,68,982	8,68,982	-
				PY 2021-22	-	1,20,39,990	85,308	-	1,21,25,298	-	-	57,47,742	57,47,742	63,77,556
275	21X7002		EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS ELECTRON MICROSCOPY	CY 2022-23	28,29,735	(23,70,457)	62,540	-	(23,07,917)	-	-	1,89,953	1,89,953	3,31,865
				PY 2021-22	-	32,52,346	55,129	(4,552)	33,02,923	-	-	4,73,188	4,73,188	28,29,735
276	21X7003		EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS MASS SPECTROMETRY PROTEOMICS	CY 2022-23	8,39,212	(1,68,065)	-	-	(1,68,065)	-	-	6,71,147	6,71,147	-
				PY 2021-22	-	14,65,156	11,081	(86,629)	13,89,608	-	-	5,50,396	5,50,396	8,39,212
277	21X7004		FACILITY- MASS SPECTROMETRY LIPIDOMICS	CY 2022-23	4,25,858	(2,63,136)	-	-	(2,63,136)	-	-	1,62,722	1,62,722	-
				PY 2021-22	-	9,40,685	16,905	-	9,57,590	-	-	5,31,732	5,31,732	4,25,858
278	21X7007	NCBS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS NGS FACILITY	CY 2022-23	82,21,947	(76,08,403)	-	-	(76,08,403)	-	-	6,13,544	6,13,544	-
				PY 2021-22	-	1,45,04,819	2,05,746	-	1,47,10,565	2,20,500	-	62,68,118	64,88,618	82,21,947
279	21X7008		EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS DNA SEQUENCING	CY 2022-23	5,16,864	(1,70,748)	-	-	(1,70,748)	-	-	3,46,116	3,46,116	-
				PY 2021-22	-	24,70,670	530	91,760	25,62,960			20,46,096	20,46,096	5,16,864
280	21X7009		EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS ANIMAL FACILITY	CY 2022-23	1,75,44,582	(1,43,47,154)	-	-	(1,43,47,154)			31,97,428	31,97,428	-
				PY 2021-22	-	2,80,89,741	4,76,403	-	2,85,66,144			1,10,21,562	1,10,21,562	1,75,44,582

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
281	21X7010		EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS MOUSE GENOME ENGINEERING	CY 2022-23	4,81,693	(2,16,736)	-	-	(2,16,736)	-	-	2,64,957	2,64,957	-
				PY 2021-22	-	20,04,028	30,976	(16,571)	20,18,433	-	-	15,36,740	15,36,740	4,81,693
282	21X7011		EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS DROSOPHILA / FLY FACILITY	CY 2022-23	18,84,143	(17,14,864)	-	-	(17,14,864)	-	-	1,69,279	1,69,279	-
				PY 2021-22	-	38,16,708	35,924	(81,603)	37,71,029	-	-	18,86,886	18,86,886	18,84,143
283	21X7013		EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS STEM CELL FACILITY	CY 2022-23	4,35,379	(4,35,379)	-	-	(4,35,379)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	-	5,08,178	8,721	-	5,16,899	-	-	81,520	81,520	4,35,379
284	21X7014		EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS HIGH THROUGHOUT SCREENING	CY 2022-23	40,354	(33,274)	-	-	(33,274)	-	-	7,080	7,080	-
				PY 2021-22	-	1,94,054	1,970	(53,970)	1,42,054	96,642	-	5,058	1,01,700	40,354
285	21X7015		EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS GREEN HOUSE	CY 2022-23	2,46,607	(4,590)	-	-	(4,590)	-	-	2,42,017	2,42,017	-
				PY 2021-22	-	9,68,380	6,921	-	9,75,301	-	-	7,28,694	7,28,694	2,46,607
286	21X7016		EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS RADIOACTIVE FACILITY	CY 2022-23	1,06,280	(86,469)	-	-	(86,469)	-	-	19,811	19,811	-
				PY 2021-22	-	1,63,279	2,985	-	1,66,264	-	-	59,984	59,984	1,06,280
287	21X7017		EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS BIOSAFETY FACILITY	CY 2022-23	39,131	(16,306)	-	-	(16,306)	-	-	22,825	22,825	-
				PY 2021-22	-	8,45,072	5,007	-	8,50,079	13,945	-	7,97,003	8,10,948	39,131
288	21X7019		EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS COMPUTING CLUSTER	CY 2022-23	85,64,941	(82,75,841)	-	-	(82,75,841)	-	-	2,89,100	2,89,100	-
				PY 2021-22	-	86,44,718	1,99,743	1,51,565	89,96,026	4,07,190	-	23,895	4,31,085	85,64,941
289	21X7020		EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS X RAY FACILITY	CY 2022-23	2,437	(2,437)	-	-	(2,437)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	-	14,295	142	-	14,437	-	-	12,000	12,000	2,437
290	21X7021		EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS NMR FACILITY	CY 2022-23	11,55,258	(7,94,320)	-	-	(7,94,320)	-	-	3,60,938	3,60,938	-
				PY 2021-22	-	36,22,451	40,863	-	36,63,314	-	-	25,08,056	25,08,056	11,55,258
291	21X7023		EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS MICROFLUIDICS & MICROFABRICATION	CY 2022-23	7,781	(7,781)	-	-	(7,781)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	-	26,920	372	-	27,292	-	-	19,511	19,511	7,781
292	21X7026		EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS COLLECTIONS FACILITY	CY 2022-23	61,217	(59,708)	-	-	(59,708)	-	-	1,509	1,509	-
				PY 2021-22	-	14,74,784	-	-	14,74,784	-	-	14,13,567	14,13,567	61,217
293	21X7027	NCBS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS FIELD STATIONS FACILITY	CY 2022-23	2,53,279	(2,53,279)	-	-	(2,53,279)	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	-	2,50,527	2,752	-	2,53,279	-	-	-	-	2,53,279
294	21X8506	INDIA BIOSCIENCE	4TH NATIONAL POST DOCTORAL SYMPOSIUM, APRIL 3-4 2021	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	-	73,900	-	-	73,900	-	-	73,900	73,900	-

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
295	21X8508		MOUSE CRYO WORKSHOP	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	-	20,000	-	-	20,000	-	-	20,000	20,000	-
296	21X8509		TRANSGENESIS AND CRISPR CAS	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	-	20,000	-	-	20,000	-	-	20,000	20,000	-
297	21X8510		LAB MICE WORKSHOP	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	-	26,000	-	-	26,000	-	-	26,000	26,000	-
298	21X8511		WORKSHOP/LAB & MICE	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	-	20,000	-	-	20,000	-	-	20,000	20,000	-
299	21X8512		SOFT MATTER YOUNG INVESTIGATORS MEET 2022	CY 2022-23	94,916	8,55,500	13,707	-	8,69,207	-	-	7,91,578	7,91,578	1,72,545
				PY 2021-22	-	94,000	916	-	94,916	-	-	-	-	94,916
300	22X700		TDS UNDER GST @2%	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
301	22X5001	EXTRAMURAL SOURCES	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS CENTRAL IMAGE FLOW CYTOMETRY	CY 2022-23	-	1,97,91,392	2,54,284	-	2,00,45,676	-	-	42,32,241	42,32,241	1,58,13,435
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
302	22X5002	EXTRAMURAL SOURCES	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS ELECTRON MICROSCOPY	CY 2022-23	-	38,22,147	79,181	-	39,01,328	-	-	12,09,479	12,09,479	26,91,849
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
303	22X5003	NCBS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS MASS SPECTROMETRY PROTEOMICS	CY 2022-23	-	10,98,504	7,795	-	11,06,299	-	-	3,87,535	3,87,535	7,18,764
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
304	22X5004	NCBS	FACILITY- MASS SPECTROMETRY LIPIDOMICS	CY 2022-23	-	23,56,582	35,262	-	23,91,844	-	-	13,31,956	13,31,956	10,59,888
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
305	22X5007	NCBS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS NGS FACILITY	CY 2022-23	-	2,51,00,230	3,18,889	(25,699)	2,53,93,420	-	-	1,27,24,860	1,27,24,860	1,26,68,560
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
306	22X5008	NCBS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS DNA SEQUENCING	CY 2022-23	-	36,01,693	59,564	-	36,61,257	-	-	23,79,139	23,79,139	12,82,118
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
307	22X5009	NCBS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS ANIMAL FACILITY	CY 2022-23	-	3,39,68,807	6,49,299	-	3,46,18,106	-	-	1,65,19,146	1,65,19,146	1,80,98,960
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
308	22X5010	NCBS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS MOUSE GENOME ENGINEERING	CY 2022-23	-	30,92,944	86,254	-	31,79,198	-	-	20,30,186	20,30,186	11,49,012
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
309	22X5011	NCBS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS DROSOPHILA / FLY FACILITY	CY 2022-23	-	51,80,421	47,256	-	52,27,677	-	-	39,89,587	39,89,587	12,38,090
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
310	22X5013	NCBS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS STEM CELL FACILITY	CY 2022-23	-	9,77,595	20,493	-	9,98,088	-	-	2,54,040	2,54,040	7,44,048
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
311	22X5014	NCBS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS HIGH THROUGHOUT SCREENING	CY 2022-23	-	1,87,301	6,092	-	1,93,393	-	-	9,969	9,969	1,83,424
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
312	22X5015	NCBS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS GREEN HOUSE	CY 2022-23	-	7,40,430	14,603	-	7,55,033	-	-	5,21,018	5,21,018	2,34,015
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
313	22X5016	NCBS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS RADIOACTIVE FACILITY	CY 2022-23	-	1,67,199	1,738	-	1,68,937	-	-	1,34,961	1,34,961	33,976
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
314	22X5017	NCBS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS BIOSAFETY FACILITY	CY 2022-23	-	47,68,485	29,912	-	47,98,397	-	-	8,09,306	8,09,306	39,89,091
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
315	22X5019	NCBS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS COMPUTING CLUSTER	CY 2022-23	-	1,01,47,258	2,81,793	-	1,04,29,051	-	-	4,08,816	4,08,816	1,00,20,235
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
316	22X5020	EXTRA MURAL GRANTS	X RAY FACILITY	CY 2022-23	-	13,500	-	-	13,500	-	-	13,500	13,500	-
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
317	22X5021	NCBS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS NMR FACILITY	CY 2022-23	-	54,66,154	75,570	-	55,41,724	-	-	19,23,075	19,23,075	36,18,649
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
318	22X5023	NCBS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS MICROFLUIDICS & MICROFABRICATION	CY 2022-23	-	8,620	-	-	8,620	-	-	8,620	8,620	-
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
319	22X5026	NCBS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS COLLECTIONS FACILITY	CY 2022-23	-	9,77,164	4,790	-	9,81,954	-	-	6,05,557	6,05,557	3,76,397
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
320	22X5027	NCBS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS FIELD STATIONS FACILITY	CY 2022-23	-	12,51,927	7,911	-	12,59,838	-	-	9,60,300	9,60,300	2,99,538
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
321	22X6396	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY	INDIA BIOSCIENCE/PHASE III	CY 2022-23	-	96,18,136	30,295	-	96,48,431	4,76,455	41,16,834	42,12,803	88,06,092	8,42,339
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
322	22X6397	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY	DBT/ZBSA/CRISPR-CAS /DEEPTI TRIVEDI	CY 2022-23	-	15,64,750	35,306	-	16,00,056	8,59,040	38,440	3,89,669	12,87,149	3,12,907
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
323	22X6873	TADOBA ANDHARI TIGER RESERVE CONSERVATION FOUNDATION	TADOBA ANDHARI TIGER RESERVE CONSERVATION FOUNDATION	CY 2022-23	-	20,00,000	24,482	-	20,24,482	-	5,27,178	2,28,898	7,56,076	12,68,406
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
324	22X6874	INFOSYS-TIFR LEADING EDGE RESEARCH GRANT	FUNCTIONAL CHARACTERISATION OF GENES INVOLVED IN INHERITED HEARING	CY 2022-23	-	22,00,000	51,018	-	22,51,018	-	16,000	13,25,049	13,41,049	9,09,969
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
325	22X6875	SCIENCE & ENGENEERING RESEARCH BOARD(SERB)	PROTEIN ORIGAMI	CY 2022-23	-	14,90,730	64,370	-	15,55,100	-	2,20,224	1,81,348	4,01,572	11,53,528
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
326	22X6876		IBS PUBLIC ENGAGEMENT GRANT	CY 2022-23	-	5,00,000	7,901	-	5,07,901	-	1,366	(12,367)	(11,001)	5,18,902
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
327	22X6877		BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM - CO-ORDINATOR SALARY 2022-23	CY 2022-23	-	23,23,200	22,817	-	23,46,017	-	17,81,919	4,08,846	21,90,765	1,55,252
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
328	22X6878	WIPRO FOUNDATION	WIPRO SAMLL GRANTS PHASE II	CY 2022-23	-	63,07,370	1,63,834	-	64,71,204	-	-	13,20,982	13,20,982	51,50,222
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
329	22X6879	Department of Atomic Energy	DAE-HOMI BHABHA CHAIR FOR DISTINGUISHED SCIENTISTS/PROF-	CY 2022-23	-	16,47,400	41,394	-	16,88,794	-	12,47,871	13,851	12,61,722	4,27,072
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
330	22X6880	On the Edge Conservation (OTEC), UK	RESEARCH AND CONSERVATION ON EDGE SPECIES IN THE WESTERN GHATS	CY 2022-23	-	22,71,600	58,678	-	23,30,278	28,910	3,03,225	4,65,665	7,97,800	15,32,478
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
331	22X6881	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	JC BOSE FELLOWSHIP - PROF. BHALLA - FINAL INSTALMENT	CY 2022-23	-	8,20,119	9,208	-	8,29,327	-	30,000	3,17,231	3,47,231	4,82,096
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
332	22X6882	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	TECHNOLOGY FOR DETERMINING INTERNAL BODY-PROF.SHAON CHAKRABRATI	CY 2022-23	-	27,63,710	71,866	-	28,35,576	4,98,502	1,01,600	8,81,647	14,81,749	13,53,827
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
333	22X6883	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	J C BOSE FELOWSHIP RENEWAL TO DR.SOWDHAMINI	CY 2022-23	-	47,25,205	96,836	-	48,22,041	-	7,28,320	16,83,326	24,11,646	24,10,395
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
334	22X6884	EUROPEAN MOLECULAR BIOLOGY ORGANISATION	EMBO GLOBAL INVESTIGATOR NETWORK AWARD TO DR.HIYAA GOSH	CY 2022-23	-	11,43,495	15,933	-	11,59,428	-	94,544	1,23,895	2,18,439	9,40,989
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
335	22X6885	HINDUSTAN UNILEVER LIMITED	HINDUSTAN UNILEVER LIMITED/COVID/PHASE II RAGHU PADINJAT	CY 2022-23	-	5,41,00,000	11,75,133		5,52,75,133	6,49,000	68,69,885	4,77,59,815	5,52,78,700	(3,567)
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
336	22X6886	CONSERVATION FOOD AND HEALTH FOUNDATION	CONSERVATION FOOD AND HEALTH FOUNDATION AWARD TO ARJUN SRIVATHSA	CY 2022-23	-	23,59,500	48,526	-	24,08,026	5,560	2,86,319	3,28,416	6,20,295	17,87,731
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
337	22X6887	PANTHERA CORPORATION	PANTHER-UMA RAMKRISHNAN/TIGERS IN ASSAM	CY 2022-23	-	17,86,874	27,327	-	18,14,201	-	5,29,646	1,78,728	7,08,374	11,05,827
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
338	22X6888	PANTHERA CORPORATION	PANTHERA-DIVYASHREE RANA SURVIVING IN THE CHANGING MOSAIC	CY 2022-23	-	8,03,498	8,619	-	8,12,117	-	-	3,96,643	3,96,643	4,15,474
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
339	22X6890	THE ARCADIA PHILANTHROPIC TRUST	ARCADIA PHILANTHROPIC GRANT/VENKAT SRINIVASAN	CY 2022-23	-	3,58,41,789	5,18,180	-	3,63,59,969	-	-	-	-	3,63,59,969
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
340	22X6891	IFCPRA	INDO-FRENCH CENTRE FOR THE PROMOTION OF ADVANCED RESEARCH-MHD.SHAFI K	CY 2022-23	-	13,96,610	17,168	-	14,13,778	-	2,01,600	67,753	2,69,353	11,44,425
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
341	22X6892	CSIR	CSIR-SSB SPECIAL HONORARIUM VATSALA THIRUMALAI	CY 2022-23	-	4,05,000	-	-	4,05,000	-	4,05,000	-	4,05,000	-
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
342	22X6893	WILD LIFE CONSERVATION SOCIETY NEW YORK	WILD LIFE CONSERVATION SOCIETY-NY-JAYASHREE RATNAM	CY 2022-23	-	34,10,000	44,318	-	34,54,318	-	1,08,387	3,10,000	4,18,387	30,35,931
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
343	22X6894	The Duleep Matthai Nature Conservation Trust (DMNCT)	STATE OF INDIA'S BIRDS/UMA RAMKRISHNA/MATHHAI NATURE TRUST	CY 2022-23	-	5,00,000	5,528	-	5,05,528	-	-	95,870	95,870	4,09,658
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
344	22X6895	INDIAN INSTITUTE OF SCIENCES	ONE HEALTH CITY/IISC/UMA RAMAKRISHNA	CY 2022-23	-	23,72,000	22,585	-	23,94,585	-	-	5,18,856	5,18,856	18,75,729
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
345	22X6896	eLife Sciences Publications Ltd	BEN BARRES SPOTLIGHT AWARD/E-LIFE/ASHA JOSEPH	CY 2022-23	-	4,76,175	2,682	-	4,78,857	-	-	3,05,589	3,05,589	1,73,268
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
346	22X6897	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	SERB-JC BOSE/MAYOR	CY 2022-23	-	31,00,000	29,432	-	31,29,432	-	91,960	1,65,012	2,56,972	28,72,460
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
347	22X6926	CCMB, GOI	CCMB-ROCKFELLER	CY 2022-23	-	5,98,00,000	4,53,836	-	6,02,53,836	-	24,38,645	86,90,922	1,11,29,567	4,91,24,269
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
348	22X6929	NATIONAL GEOGRAPHIC	THE SMELL OF A TIGER: ODORS TO UNDERSTAND TIGER BIOLOGY	CY 2022-23	-	7,65,120	27,252	-	7,92,372	-	60,000	2,57,054	3,17,054	4,75,318
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
349	22X6930	ICA Fund for the Interna??onal Development of archives (FIDA)	ARCHIVES, ETHICS AND THE LAW IN INDIA A GUIDEBOOK AND TRAINING PROGRAMME	CY 2022-23	-	4,04,495	6,797	-	4,11,292	-	3,00,000	1,02,416	4,02,416	8,876
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
350	22X6931		COLLABORATIVE EXPENDITURE TOWARDS RESEARCH MANPOWER FROM	CY 2022-23	-	23,69,988	76,938	-	24,46,926	-	11,21,600	-	11,21,600	13,25,326
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
351	22X6991	Private Co's	6991-SPONSORSHIP FOR YIM MEETING 2023	CY 2022-23	-	2,37,000	1,658	-	2,38,658	-	-	-	-	2,38,658
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
352	22X6992		CEFIPRA/PROF BHALLA	CY 2022-23	-	12,40,370	6,329	-	12,46,699	-	-	76,936	76,936	11,69,763
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
353	22X6993		AIRTF	CY 2022-23	-	1,10,000	-	-	1,10,000	-	-	1,10,000	1,10,000	-
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
354	22X6994		UNIVERSITY OF NEWCASTLE-PILOT ORAL HISTORY/VENKAT SRINIVASAN	CY 2022-23	-	7,33,125	3,117	-	7,36,242	-	-	-	-	7,36,242
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
355	22X6995	ROHINI NILEKANI PHILANTHROPIES FOUNDATION	RNP CENTRE FOR BRAIN AND MIND/PROF.RAGHU	CY 2022-23	-	3,00,00,000	-	-	3,00,00,000	-	-	-	-	3,00,00,000
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
356	22X6996	DBT	DBT/GENOME IFORMATICS NEWORKS TO UNDERSTAND PLANT STESS/POF.SOWDHAMIN	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
357	22X8507	REGISTRATION FEES	WORKSHOP ON INTEGRAED OMICS III	CY 2022-23	-	60,000	1,106	-	61,106	-	-	83,195	83,195	(22,089)
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
358	22X8513	EMBO GRANT,DBT,DST, REGISTRATION FEES	EMBO WORKSHOP:INOSITOL LIPIDS:SIGNALING PLATFORMS FOR	CY 2022-23	-	20,99,808	34,252	-	21,34,060	-	-	20,26,023	20,26,023	1,08,037
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
359	22X8514	UNIVERSITY OF GENEVA	BACTERIAL MORPHOGENESIS, SURVIVAL AND VIRULENCE (BMSV) 2023	CY 2022-23	-	41,59,964	-	-	41,59,964	-	-	41,68,015	41,68,015	(8,051)
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
360	22X8515		TRAINING WORKSHOP ON BASIC BIO METHODOLOGY OF LABORATORY MICE &	CY 2022-23	-	7,72,750	9,385	-	7,82,135	-	-	4,73,854	4,73,854	3,08,281
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
361	22X8516		ONE CONFERENCE OCEAN NETWORKING AND ECOSYSTEM DEVELOPMENT	CY 2022-23	-	3,07,500	3,778	-	3,11,278	-	-	2,31,547	2,31,547	79,731
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
362	22X8517		MGEF CRISPR CAS TECHNOLOGY AND GENOME EDITING	CY 2022-23	-	3,57,000	11,355	-	3,68,355	-	-	1,49,492	1,49,492	2,18,863
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
363	22X8518		CELLULAR LINEAGES AND DEVELOPMENT FROMSINGLE CELLS TO LANDSCAPES	CY 2022-23	-	25,00,000	33,772	-	25,33,772	-	-	20,87,571	20,87,571	4,46,201
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
364	22X8519	REGISTRATION FEES	HANDS ON WORKSHOP ON SCANNING ELECTRON MICROSCOPY	CY 2022-23	-	1,40,761	1,758	-	1,42,519	-	-	94,770	94,770	47,749
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
365	22X8520		GENETICS OF ADAPTATION	CY 2022-23	-	1,47,012	1,917	-	1,48,929	-	-	-	-	1,48,929
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
366	22X8521		MGEF CRYOBIOLOGY / IVF WORKSHOP	CY 2022-23	-	1,94,000	2,444	-	1,96,444	-	-	1,51,074	1,51,074	45,370
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
367	22X8522		THE 45TH INDIAN BIOPHYSICAL SOCIETY MEETING	CY 2022-23	-	3,16,400	63	-	3,16,463	-	-	33,574	33,574	2,82,889
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
368	22X9100	India Allicance DBT Welcome	YOUNG INVESTIGATORS MEETING (YIM) 2023	CY 2022-23	-	10,00,000	6,496	-	10,06,496	-	-	2,32,312	2,32,312	7,74,184
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
369	22X9102	TIFR-MUMBAI	TULPULE CHAIR FOR GLOBAL WARMING - TIFR/MAHESH SHANKARAN	CY 2022-23	-	28,929	-	-	28,929	-	28,929	-	28,929	-
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
370	23X9103		DST-INSPIRE-MAYANK KOHLI	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
371	23X9104		DST-INSPIRE-JOYLEEN	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total - 'D' - NCBS Projects				**CY 2022-23**	**42,65,17,673**	**48,96,32,927**	**2,19,94,798**	**(1,58,47,571)**	**49,57,80,154**	**3,57,23,655**	**11,01,55,672**	**27,39,88,889**	**41,98,68,216**	**50,24,29,611**
				PY 2021-22	**38,54,29,525**	**47,71,92,399**	**1,74,11,898**	**(2,28,53,935)**	**47,17,50,362**	**5,31,84,697**	**12,07,90,084**	**25,66,87,433**	**43,06,62,214**	**42,65,17,673**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
मुंबई / MUMBAI
400 005
G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2023
TIFR Balloon Facility (PBL)
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

SR. NO.	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
				A	B	C	D	E = B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
1	ISRO Bangalore	ARFI-SPL(ISRO-GBP)	CY 2021-22	15,49,995	-	-	-	-	-	-	2,00,649	2,00,649	13,49,346
			PY 2020-21	17,51,844	-	-	-	-	-	-	2,01,849	2,01,849	15,49,995
2	Dept.of Space	ATCTM(ISRO-GBP)	CY 2021-22	1,40,803	-	-	-	-	-	-	1,15,225	1,15,225	25,578
			PY 2020-21	44,912	2,00,000	-	-	2,00,000	-	-	1,04,109	1,04,109	1,40,803
TOTAL - 'E' - PBL			**CY 2022-23**	**16,90,798**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**3,15,874**	**3,15,874**	**13,74,924**
			PY 2021-22	**17,96,756**	**2,00,000**	**-**	**-**	**2,00,000**	**-**	**-**	**3,05,958**	**3,05,958**	**16,90,798**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
TCIS - TIFR HYDERABAD

Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E = B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J= A+E-I
1	12X001	MODIFIED AS ON 1.4.2016	IFCPAR RESEARCH PROJECT NO. 4704-03	CY 2022-23	89	-	(1)	-	(1)	-	-	-	-	88
				PY 2021-22	84	-	5	-	5	-	-	-	-	89
2	14X001	RAMAN CHARPAK FELLOWSHIP	CEFIPRA	CY 2022-23	8	-	-	-	-	-	-	-	-	8
				PY 2021-22	8	-	-	-	-	-	-	-	-	8
3	14X002		BASIC RESEARCH FOR AOARD 144023 SIZE LIMITED MESOSCOPIC LASER PLASMA	CY 2022-23	6	-	-	-	-	-	-	-	-	6
				PY 2021-22	6	-	-	-	-	-	-	-	-	6
4	14X003		2-DIMENSIONAL NANOSHEETS BASED ULTRA-LOW DENSITY SPONGES FOR ENERGY	CY 2022-23	83,743	-	2,611	-	2,611	-	-	-	-	86,354
				PY 2021-22	81,384	-	2,359	-	2,359	-	-	-	-	83,743
5	15X004		COUPLED PHYSICAL PROCESSES IN THE BAY OF BENGAL AND MONSOON AIR-SEA	CY 2022-23	265	-	8	-	8	-	-	-	-	273
				PY 2021-22	258	-	7	-	7	-	-	-	-	265
6	15X005		DSTO - RAMANUJAN FELLOWSHIP	CY 2022-23	10,274	-	320	-	320	-	-	-	-	10,594
				PY 2021-22	9,985	-	289	-	289	-	-	-	-	10,274
7	15X007	DST SERB, NEW DELHI	INNOVATION IN SCIENCE PURSUED FOR INSPIRED SEARCH	CY 2022-23	2,20,654	-	6,880	-	6,880	-	-	-	-	2,27,534
				PY 2021-22	5,75,651	-	14,523	(3,21,664)	(3,07,141)	-	-	47,856	47,856	2,20,654
8	15X010		CSIR , FELLOWSHIPS	CY 2022-23	23	-	1	-	1	-	-	-	-	24
				PY 2021-22	22	-	1	-	1	-	-	-	-	23
9	15X011	MAX PLANCK - (FOREIGN GRANT)	NOVEL ION AND NEUTRAL ATOM ACCELERATION SCHEMES	CY 2022-23	41,101	-	1,282	-	1,282	-	-	-	-	42,383
				PY 2021-22	(20,551)	12,67,566	5,765	-	12,73,331	10,79,268	-	1,32,411	12,11,679	41,101
10	15X012		TAILORING PLANT PROTEASE INHIBITORS FOR CONTROL OF CROP PEST	CY 2022-23	1,20,113	-	3,745	-	3,745	-	-	-	-	1,23,858
				PY 2021-22	1,16,730	-	3,383	-	3,383	-	-	-	-	1,20,113
11	15X013	WELCOME TRUST DBT(IN THE NAME OF RAJAT VERMA	WELCOME TRUST DBT INDIA ALLIANCE	CY 2022-23	2,465	-	77	-	77	-	-	-	-	2,542
				PY 2021-22	2,396	-	69	-	69	-	-	-	-	2,465
12	15X014		RAMANUJAN FELLOWSHIP	CY 2022-23	2,56,553	-	8,000	-	8,000	-	-	-	-	2,64,553
				PY 2021-22	3,08,088	-	8,465	-	8,465	-	-	60,000	60,000	2,56,553

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
TCIS - TIFR HYDERABAD

Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E = B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J= A+E-I
13	15X015		JC BOSE FELLOWSHIP	CY 2022-23	32,557	-	1,015	-	1,015	-	-	-	-	33,572
				PY 2021-22	31,640	-	917	-	917	-	-	-	-	32,557
14	16X016		WELLCOME TRUST DBT INDIA ALLIANCE	CY 2022-23	11,49,320	13,08,753	9,446	-	13,18,199	8,47,606	-	16,19,908	24,67,514	5
				PY 2021-22	11,29,123	40,69,963	64,587	-	41,34,550	3,25,372	-	37,88,981	41,14,353	11,49,320
15	16X017		SYNTHESIS AND REACTIVITIES OF COMPOUNDS INVOLVING FORMA ZERO OXIDATION	CY 2022-23	2,463	-	77	-	77	-	-	-	-	2,540
				PY 2021-22	2,394	-	69	-	69	-	-	-	-	2,463
16	16X018		BIOPHYSICAL CHARACTERIZATION OF THE INTERACTIONS OF APOLIPOPROTEIN E	CY 2022-23	68	-	2	-	2	-	-	-	-	70
				PY 2021-22	66	-	2	-	2	-	-	-	-	68
17	16X019		PROBING SPIN-DEPENDENT INTERFACE INTERACTIONS AT TRANSITION	CY 2022-23	200	-	6	-	6	-	-	-	-	206
				PY 2021-22	194	-	6	-	6	-	-	-	-	200
18	16X020	DST SERB, NEW DELHI	INSPIRE DST - PUSHPITA GHOSH	CY 2022-23	1,07,599	-	3,355	-	3,355	-	-	-	-	1,10,954
				PY 2021-22	25,99,646	-	20,496	(2,36,943)	(2,16,447)	6,92,559	13,58,387	2,24,654	22,75,600	1,07,599
19	16X021		ELUCIDATION OF KINETIC PATHWAYS OF PROTEIN-LIGAND RECOGNITION AND	CY 2022-23	9,012	-	281	-	281	-	-	-	-	9,293
				PY 2021-22	2,44,906	-	7,106	-	7,106	-	-	2,43,000	2,43,000	9,012
20	16X022		N-PDF (FELLOWSHIP)	CY 2022-23	114	-	4	-	4	-	-	-	-	118
				PY 2021-22	111	-	3	-	3	-	-	-	-	114
21	16X023	MAX PLANCK - (FOREIGN GRANT)	MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT (TAMAL DAS)	CY 2022-23	3,57,840	-	4,917	-	4,917	-	-	3,39,941	3,39,941	22,816
				PY 2021-22	24,06,746	3,32,360	47,072	-	3,79,432	1,01,925	-	23,26,413	24,28,338	3,57,840
22	16X024	DST SERB, NEW DELHI	DEVELOPING NOVEL METHODS FOR SINGLE CELL DETECTION OF TRANSCRIPTS AND	CY 2022-23	3,51,114	-	10,949	-	10,949	-	-	-	-	3,62,063
				PY 2021-22	3,50,204	-	10,150	-	10,150	-	-	9,240	9,240	3,51,114
23	16X025	DST SERB, NEW DELHI	UNDERSTANDING PROTEIN CONFORMATIONAL DYNAMICS USING T4	CY 2022-23	1,64,472	-	5,129	-	5,129	-	-	-	-	1,69,601
				PY 2021-22	2,50,678	-	6,738	-	6,738	-	-	92,944	92,944	1,64,472
24	17X028		SERB-NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP	CY 2022-23	33,816	-	1,054	-	1,054	-	-	-	-	34,870
				PY 2021-22	32,863	-	953	-	953	-	-	-	-	33,816

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
TCIS - TIFR HYDERABAD

Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E = B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J= A+E-I
25	17X030		N-PDF (FELLOWSHIP)	CY 2022-23	66,385	-	2,070	-	2,070	-	-	-	-	68,455
				PY 2021-22	64,515	-	1,870	-	1,870	-	-	-	-	66,385
26	17X031		N-PDF (FELLOWSHIP)	CY 2022-23	51	-	2	-	2	-	-	-	-	53
				PY 2021-22	50	-	1	-	1	-	-	-	-	51
27	17X032	DST SERB, NEW DELHI	N-PDF - ATUL SINGH	CY 2022-23	4,44,683	-	13,866	-	13,866	-	-	-	-	4,58,549
				PY 2021-22	5,30,024	-	14,659	-	14,659	-	-	1,00,000	1,00,000	4,44,683
28	17X033		SERB - NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP	CY 2022-23	2,808	-	88	-	88	-	-	-	-	2,896
				PY 2021-22	2,729	-	79	-	79	-	-	-	-	2,808
29	17X034		SERB- NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP	CY 2022-23	1,79,350	-	5,593	-	5,593	-	-	-	-	1,84,943
				PY 2021-22	1,74,299	-	5,051	-	5,051	-	-	-	-	1,79,350
30	17X035		N-PDF (FELLOWSHIP)	CY 2022-23	817	-	25	-	25	-	-	-	-	842
				PY 2021-22	794	-	23	-	23	-	-	-	-	817
31	17X036	RAL - FOREIGN PROJECT	RAL PROJECT	CY 2022-23	98,704	-	3,078	-	3,078	-	-	-	-	1,01,782
				PY 2021-22	95,941	-	2,763	-	2,763	-	-	-	-	98,704
32	17X037		WELLCOME TRUST/DBT INDIA ALLIANCE	CY 2022-23	89,955	12,40,079	7,392	-	12,47,471	-	-	13,35,487	13,35,487	1,939
				PY 2021-22	8,38,065	6,07,240	13,907	-	6,21,147	-	-	13,69,257	13,69,257	89,955
33	17X038		FREQUENCY STABILIZATION OF DIODE LASER FOR ATOM INTERFEROMETRY	CY 2022-23	(63,053)	4,10,000	8,904	-	4,18,904	-	-	1,14,994	1,14,994	2,40,857
				PY 2021-22	1,80,492	-	2,459	-	2,459	26,781	-	2,19,223	2,46,004	(63,053)
34	18X039		NIH GRANTS - MONIKA VIG	CY 2022-23	1,46,69,871	-	3,49,420	-	3,49,420	29,94,146	7,68,000	6,25,254	43,87,400	1,06,31,891
				PY 2021-22	14,90,648	2,15,85,575	2,24,930	-	2,18,10,505	8,93,311	3,06,000	74,31,971	86,31,282	1,46,69,871
35	18X040		RAMALINGASWAMI FELLOWSHIP- MITOCHONDRIAL DYNAMICS	CY 2022-23	2,02,567	4,22,639	3,081	-	4,25,720	-	-	2,18,134	2,18,134	4,10,153
				PY 2021-22	4,92,484	5,00,000	8,361	(12,333)	4,96,028	5,080	-	7,80,865	7,85,945	2,02,567
36	18X041		DAE- HOMI BHABHA CHAIR FOR DISTINGUISHED SCIENTISTS	CY 2022-23	8,84,708	16,29,730	20,528	-	16,50,258	-	16,45,008	48,424	16,93,432	8,41,534
				PY 2021-22	10,61,055	16,59,748	20,094	-	16,79,842	99,845	16,71,681	84,663	18,56,189	8,84,708

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
TCIS - TIFR HYDERABAD

Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E = B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J= A+E-I
37	18X042	DST SERB, NEW DELHI	UNDER STANDING THE CORRELATION BETWEEN LIGAND BINDING AFFINITIES	CY 2022-23	1,46,215	-	4,559	-	4,559	-	-	-	-	1,50,774
				PY 2021-22	3,54,092	-	6,943	(20,575)	(13,632)	-	-	1,94,245	1,94,245	1,46,215
38	18X043	DST SERB, NEW DELHI	EMR 18X043 - TNN	CY 2022-23	4,981	-	155	-	155	-	-	-	-	5,136
				PY 2021-22	4,48,842	-	5,381	(1,79,190)	(1,73,809)	35,318	2,27,067	7,667	2,70,052	4,981
39	18X044	I.U.C.A.A - PUNE	LIGO-INDIA RELATED TRAINING ACTIVITIES	CY 2022-23	35,650	-	1,112	-	1,112	-	-	-	-	36,762
				PY 2021-22	32,04,762	-	48,572	(1,66,901)	(1,18,329)	26,83,888	-	3,66,895	30,50,783	35,650
40	18X045	DBT- BIRAC, NEW DELHI	BIRAC - KANCHAN GARAI	CY 2022-23	40,959	-	1,277	-	1,277	-	-	-	-	42,236
				PY 2021-22	4,36,200	-	5,283	(69,613)	(64,330)	-	69,600	2,61,311	3,30,911	40,959
41	18X046	DST SERB, NEW DELHI	N-PDF (ROSMITA)	CY 2022-23	7,079	-	221	-	221	-	-	-	-	7,300
				PY 2021-22	3,72,790	-	7,079	(2,79,368)	(2,72,289)	-	54,236	39,186	93,422	7,079
42	18X047		ECR - SURFACE SCATTERING	CY 2022-23	1,10,454	-	2,463	-	2,463	44,209	-	-	44,209	68,708
				PY 2021-22	11,90,608	-	21,462	-	21,462	7,48,128	-	3,53,488	11,01,616	1,10,454
43	19X048		DROPLET SUSPENSIONS IN HOMOGENEOUS TURBULENCE	CY 2022-23	3,96,487	(2,43,250)	4,817	-	(2,38,433)	-	-	1,22,237	1,22,237	35,817
				PY 2021-22	3,56,836	2,00,000	12,368	-	2,12,368	44,573	-	1,28,144	1,72,717	3,96,487
44	19X049		EXCITATION AND EXCITOTOXICITY IN TYPE I COCHLEAR AFFERENTS : SYNAPTIC STRUCTURE	CY 2022-23	2,15,118	-	6,693	-	6,693	-	-	85,566	85,566	1,36,245
				PY 2021-22	5,65,819	-	15,773	-	15,773	-	-	3,66,474	3,66,474	2,15,118
45	19X050		CRG- ACTIVE GLASSY STSYEMS	CY 2022-23	1,73,058	-	5,117	-	5,117	-	-	35,411	35,411	1,42,764
				PY 2021-22	2,82,431	1,00,000	8,010	-	1,08,010	1,11,835	-	1,05,548	2,17,383	1,73,058
46	19X051	SERB - GOVT , NEW DELHI	PROXIMITY STUDIES	CY 2022-23	12,15,902	-	11,019	-	11,019	-	-	12,08,690	12,08,690	18,231
				PY 2021-22	13,66,226	10,00,000	28,183	-	10,28,183	5,98,833	-	5,79,674	11,78,507	12,15,902
47	19X052		CRG - BIOCHEMICAL PROCESS	CY 2022-23	5,12,728	3,45,682	14,770	-	3,60,452	-	4,36,976	2,74,215	7,11,191	1,61,989
				PY 2021-22	34,10,807	-	34,164	-	34,164	28,99,029	33,214	-	29,32,243	5,12,728
48	19X053		CRG-INORGANIC CHEMISTRY	CY 2022-23	6,08,768	5,00,000	20,911	-	5,20,911	-	-	9,47,983	9,47,983	1,81,696
				PY 2021-22	4,08,775	5,00,000	13,133	-	5,13,133	-	-	3,13,140	3,13,140	6,08,768

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
TCIS - TIFR HYDERABAD

Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E = B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J= A+E-I
49	19X054		SJF - SWARNAJAYANTI FELLOWSHIP (RHEOLGOICAL PROPERTIES)	CY 2022-23	1,01,74,876	-	1,55,853	-	1,55,853	86,47,548	4,81,433	93,903	92,22,884	11,07,845
				PY 2021-22	88,73,513	16,30,000	2,74,390	-	19,04,390	-	3,30,200	2,72,827	6,03,027	1,01,74,876
50	19X055		SJF - SWARNAJAYANTI FELLOWSHIP	CY 2022-23	2,02,619	-	3,530	-	3,530	-	1,75,000	-	1,75,000	31,149
				PY 2021-22	5,53,327	2,50,000	11,331	(9,731)	2,51,600	-	2,25,000	3,77,308	6,02,308	2,02,619
51	20X056	FIND INDIA	GATES FOUNDATION-FIND INDIA	CY 2022-23	27,43,189	-	65,015	-	65,015	8,38,208	-	11,31,312	19,69,520	8,38,684
				PY 2021-22	84,35,214	-	1,06,965	(43,52,708)	(42,45,743)	6,79,750	-	7,66,532	14,46,282	27,43,189
52	20X057	NCBS, BANGLORE	CSR-NPCIL FOR COVID 19 TESTING & TRAINING	CY 2022-23	34,013	-	1,061	-	1,061	-	-	-	-	35,074
				PY 2021-22	8,58,830	-	24,989	-	24,989	-	-	8,49,806	8,49,806	34,013
53	20X058	EPIC	UKRI-EPIC OPERATIONS, TIFR HYDERABAD	CY 2022-23	7,68,62,725	5,49,05,561	18,66,476	-	5,67,72,037	57,40,426	1,87,59,747	90,36,669	3,35,36,842	10,00,97,920
				PY 2021-22	86,05,948	9,88,38,726	18,15,894	-	10,06,54,620	13,56,868	1,64,52,009	1,45,88,966	3,23,97,843	7,68,62,725
54	20X059	DST SERB - NEW DELHI	SRG -MICOS	CY 2022-23	8,20,017	-	12,946	-	12,946	3,08,000	-	5,11,996	8,19,996	12,967
				PY 2021-22	14,68,148	-	28,226	-	28,226	-	-	6,76,357	6,76,357	8,20,017
55	20X060		CRG - FEED FORWARD & FEEDBACK MECHANISM	CY 2022-23	9,21,978	-	17,174	-	17,174	1,57,000	4,32,288	1,51,354	7,40,642	1,98,510
				PY 2021-22	26,36,962	-	48,192	-	48,192	-	1,49,852	16,13,324	17,63,176	9,21,978
56	20X061	SERB DST NEW DELHI	NMR SPECTROSCOPY	CY 2022-23	2,12,651	7,00,000	15,821	-	7,15,821	-	-	6,16,898	6,16,898	3,11,574
				PY 2021-22	6,09,956	3,00,000	5,972	-	3,05,972	-	-	7,03,277	7,03,277	2,12,651
57	20X062	DBT WELLCOME TRUST INDIA ALLIANCE	DBT-WELLCOME TRUST FELLOWSHIP (ECR)	CY 2022-23	10,12,888	14,90,120	36,165	-	15,26,285	-	10,36,800	3,49,569	13,86,369	11,52,804
				PY 2021-22	3,27,568	21,88,608	25,189	-	22,13,797	-	10,36,800	4,91,677	15,28,477	10,12,888
58	20X063	DST SERB, NEW DELHI	N-PDF FELLOWSHIP	CY 2022-23	26,798	10,18,400	10,425	-	10,28,825	-	8,18,400	1,86,463	10,04,863	50,760
				PY 2021-22	9,28,852	-	10,002	-	10,002	-	7,46,563	1,65,493	9,12,056	26,798
59	20X064	SERB	TARE FUND - PRAMODH	CY 2022-23	1,59,903	-	4,986	-	4,986	-	-	-	-	1,64,889
				PY 2021-22	2,24,909	-	5,189	-	5,189	-	60,000	10,195	70,195	1,59,903
60	20X065	SERB	CRG - DEFECTS & DOPING IN SEMI CONDUCTORS	CY 2022-23	3,66,080	-	9,207	-	9,207	-	-	1,37,584	1,37,584	2,37,703
				PY 2021-22	33,03,647	-	58,578	-	58,578	24,14,433	-	5,81,712	29,96,145	3,66,080

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
TCIS - TIFR HYDERABAD

Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E = B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J= A+E-I
61	20X066	IISC BANGLORE	NSM - MESOSCALE MODELING	CY 2022-23	45,76,536	(34,58,766)	92,144	-	(33,66,622)	-	6,60,960	50,000	7,10,960	4,98,954
				PY 2021-22	46,04,577	-	1,32,659	-	1,32,659	-	1,10,700	50,000	1,60,700	45,76,536
62	20X067	IISER BANGLORE	NSM - HIGH RESOLUTION DNS TRUBLENT EMULSIONS	CY 2022-23	17,45,814	(15,19,640)	36,236	-	(14,83,404)	-	1,29,500	48,899	1,78,399	84,011
				PY 2021-22	-	55,57,040	85,591	(35,00,000)	21,42,631	-	3,96,817	-	3,96,817	17,45,814
63	20X068	SERB	CRG - OPTICAL MICROSCOPE	CY 2022-23	6,69,214	-	14,686	-	14,686	-	50,167	3,89,969	4,40,136	2,43,764
				PY 2021-22	38,05,030	3,50,000	73,835	-	4,23,835	24,94,168	3,15,000	7,50,483	35,59,651	6,69,214
64	20X069	SERB	SPR - SUPRA PAC	CY 2022-23	4,38,150	10,00,000	21,162	-	10,21,162	78,944	2,95,000	6,06,122	9,80,066	4,79,246
				PY 2021-22	22,61,183	10,91,200	56,344	-	11,47,544	21,68,084	2,44,768	5,57,725	29,70,577	4,38,150
65	21X070	DST SERB - GOVT	ZERO FEILD NMR - POWER GRANT	CY 2022-23	12,51,487	4,50,000	30,326	-	4,80,326	7,54,706	-	4,11,479	11,66,185	5,65,628
				PY 2021-22	25,66,367	5,35,400	56,861	-	5,92,261	14,66,797	-	4,40,344	19,07,141	12,51,487
66	21X071		900 MHZ NMR SPECTROMETER	CY 2022-23	10,34,25,040	(10,34,25,310)	24,74,039	-	(10,09,51,271)	-	-	-	-	24,73,769
				PY 2021-22	10,04,97,032	-	29,28,008	-	29,28,008	-	-	-	-	10,34,25,040
67	21X072	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY	IDENTIFICATION OF NOVEL GENES - GENOMICS APPROCHES	CY 2022-23	20,27,963	(4,95,959)	42,074	-	(4,53,885)	3,40,428	1,56,710	10,09,866	15,07,004	67,074
				PY 2021-22	-	24,65,407	32,168	-	24,97,575	-	66,000	4,03,612	4,69,612	20,27,963
68	21X073	DBT-DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOG	FRP- LIFE SCIENCE	CY 2022-23	21,05,754	(3,41,279)	29,827	-	(3,11,452)	1,95,000	2,74,600	12,92,174	17,61,774	32,528
				PY 2021-22	-	24,56,280	44,595	-	25,00,875	-	48,387	3,46,734	3,95,121	21,05,754
69	21X074	DAE TIFR - INFOSYS	TIFR LERG FY:2021-22 (TNN)	CY 2022-23	75,303	-	1,497	-	1,497	29,401	-	-	29,401	47,399
				PY 2021-22	-	18,00,000	15,358	-	18,15,358	11,44,034	-	5,96,021	17,40,055	75,303
70	21X075	SERB- DST	JC BOSE FELLOWSHIP	CY 2022-23	4,22,889	(36,323)	4,957	-	(31,366)	39,715	25,000	2,98,843	3,63,558	27,965
				PY 2021-22	-	19,00,778	14,300	-	19,15,078	2,59,140	1,50,000	10,83,049	14,92,189	4,22,889
71	21X076	DST	DST- TUE	CY 2022-23	1,61,41,973	(2,90,494)	4,30,421	-	1,39,927	-		9,71,812	9,71,812	1,53,10,088
				PY 2021-22	-	1,60,00,000	2,90,494	-	1,62,90,494	-	-	1,48,521	1,48,521	1,61,41,973
72	21X077	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY (DBT)	DBT-RAMALINGA SWAMI	CY 2022-23	9,63,333	10,33,376	19,662	-	10,53,038	1,48,435		9,14,995	10,63,430	9,52,941
				PY 2021-22	-	10,50,000	16,624	-	10,66,624	-		1,03,291	1,03,291	9,63,333

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
TCIS - TIFR HYDERABAD

Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E = B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J= A+E-I
73	21X078	PAO DBT, NEW DELHI & Dt: 14/10/2021	RAMALINGA SWAMI FELLOWSHIP - MRINAL	CY 2022-23	10,09,372	9,96,346	11,262	-	10,07,608	5,18,370	-	4,87,197	10,05,567	10,11,413
				PY 2021-22	-	10,50,000	16,654	-	10,66,654	-	-	57,282	57,282	10,09,372
74	21X079	DST SERB, NEW DELHI	SRG - ELECTROCHEMICAL REACTIONS STUDIES	CY 2022-23	15,20,737	-	41,151	-	41,151	14,88,841	-	-	14,88,841	73,047
				PY 2021-22	-	15,75,000	20,737	-	15,95,737	-	-	75,000	75,000	15,20,737
75	21X080	DST SERB, NEW DELHI	CRG - MECHNO BIOLOGY - TAMAL DAS	CY 2022-23	31,15,042	-	70,279	-	70,279	9,67,600	-	11,75,642	21,43,242	10,42,079
				PY 2021-22	-	35,86,000	40,742	-	36,26,742	-	-	5,11,700	5,11,700	31,15,042
76	21X081	SERB	N-PDF FELLOWSHIP	CY 2022-23	9,60,707	-	15,643	-	15,643	-	6,82,000	1,98,022	8,80,022	96,328
				PY 2021-22	-	11,18,400	10,507	-	11,28,907	-	68,200	1,00,000	1,68,200	9,60,707
77	21X082	DST SERB, NEW DELHI	N-PDF FELLOWSHIP	CY 2022-23	10,28,591	-	17,955	-	17,955	-	8,00,800	1,36,918	9,37,718	1,08,828
				PY 2021-22	-	11,18,400	10,191	-	11,28,591	-	-	1,00,000	1,00,000	10,28,591
78	21X083	SERB-DST (SWARNA JAYANTI FELLOWSHIP)	SWARNA JAYANTHI FELLOWSHIP	CY 2022-23	1,41,07,697	-	4,27,026	-	4,27,026	-	3,00,000	5,69,254	8,69,254	1,36,65,469
				PY 2021-22	-	1,42,70,800	1,36,897	-	1,44,07,697	-	-	3,00,000	3,00,000	1,41,07,697
79	21X084	I- HUB QUANTUM TECHNOLOGY FOUNDATION	CHANAKYA PDF FELLOWSHIP	CY 2022-23	11,71,415	(11,415)	24,856	-	13,441	-	7,87,097	59,377	8,46,474	3,38,382
				PY 2021-22	-	12,60,000	11,415	-	12,71,415	-	-	1,00,000	1,00,000	11,71,415
80	21X085	SERB	SRG - GLASSY DYNAMICS	CY 2022-23	18,20,956	-	34,925	-	34,925	11,09,083	-	-	11,09,083	7,46,798
				PY 2021-22	-	18,96,982	19,676	-	19,16,658	-	-	95,702	95,702	18,20,956
81	22X086	DST- GOVT INDO-SOUTH AFRICA	DATA SCIENCE (DST INDO-AFRICA)	CY 2022-23	-	16,11,280	30,198	-	16,41,478	9,53,400	1,02,920	-	10,56,320	5,85,158
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
82	22X087	TIFR MUMBAI, DAE	TIFR LERG FY:2022-23 (RITESH HALDAR)	CY 2022-23	-	25,00,000	37,253	-	25,37,253	11,34,421	-	5,63,141	16,97,562	8,39,691
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
83	22X088	HFSPO - FOREIGN	HFSPO	CY 2022-23	-	1,00,40,314	1,71,090	-	1,02,11,404	7,90,400	1,90,897	46,13,042	55,94,339	46,17,065
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
84	22X089	DST SERB NEW DELHI	RITESH HALDAR - SERB	CY 2022-23	-	23,90,921	37,848	-	24,28,769	8,98,576		40,202	10,38,778	13,89,991
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-		-	-	-

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
TCIS - TIFR HYDERABAD

Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E = B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J= A+E-I
85	22X090	DST SERB, NEW DELHI	JC BOSE FELLOWSHIP - RENEWAL	CY 2022-23	-	19,00,000	17,390	-	19,17,390	-	2,75,000	15,00,438	17,75,438	1,41,952
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
86	22X091		SIRE (SERB INTERNATIONAL RESEARCH EXPERIENCE)	CY 2022-23	-	7,59,683	-	-	7,59,683	-	5,49,378	2,10,305	7,59,683	-
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
87	22X092	I: HUB QT	CHANAKYA FELLOWSHIP	CY 2022-23	-	74,400	84	-	74,484	-	74,133	-	74,133	351
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
88	22X093	DRDO - DYSL QT/CARS	DRDO YP	CY 2022-23	-	19,37,160	24,477	-	19,61,637	-	-	4,84,012	4,84,012	14,77,625
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
89	22X094	SERB	MATRICS - MEC	CY 2022-23	-	2,20,000	1,617	-	2,21,617	-	-	20,000	20,000	2,01,617
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	22X095	SERB	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD (SERB)	CY 2022-23	-	22,43,000	10,938	-	22,53,938	-	-	86,133	86,133	21,67,805
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
91	22X096		MATRICS - MEC	CY 2022-23	-	2,20,000	995	-	2,20,995	-	-	20,000	20,000	2,00,995
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
92	22X097	DBT WELLCOME TRUST INDIA ALLIANCE	DBT-WELLCOME TRUST FELLOWSHIP	CY 2022-23	-	61,87,748	14,312	-	62,02,060	-	-	-	-	62,02,060
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
93	22X098	SERB	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD (SERB) - ITS SCHEME	CY 2022-23	-	1,29,053	464	-	1,29,517	-	-	-	-	1,29,517
				PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
94	17R001	RGC		CY 2022-23	3,25,061	-	-	-	-	-	-	-	-	3,25,061
				PY 2021-22	9,27,437	-	-	(6,02,376)	(6,02,376)	-	-	-	-	3,25,061
Total - 'F' - TCIS Projects				**CY 2022-23**	**27,54,28,885**	**(1,21,58,191)**	**69,31,772**	**-**	**(52,26,419)**	**2,90,24,463**	**2,99,07,814**	**3,54,49,834**	**9,43,82,111**	**17,58,20,355**
				PY 2021-22	**17,69,40,416**	**19,41,11,473**	**71,22,086**	**(97,51,402)**	**19,14,82,157**	**2,23,29,019**	**2,41,20,481**	**4,65,44,188**	**9,29,93,688**	**27,54,28,885**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI

G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
INTERNATIONAL CENTRE FOR THEORETICAL SCIENCES
Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts / Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
				A	B	C	D	E = B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J= A+E-I
1	AIRBUS	Mathematics of Complex Systems	CY 2022-23	97,29,122	-	3,85,348	-	3,85,348	32,712	-	1,62,343	1,95,055	99,19,415
			PY 2021-22	94,73,134	-	3,23,345	-	3,23,345	-	-	67,357	67,357	97,29,122
2	INTEL TECHNOLOGY PVT LTD	Ensemble Kalman Filter for the ROMS Model for Indian Ocean - Amit Apte	CY 2022-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			PY 2021-22	2,438	-	-	-	-	-	-	2,438	2,438	-
3	MAX PLANCK PARTNERS GROUP	Max Planck Partner Group in Astrophysical Relativity and Gravitational-Wave Astronomy - Dr. Ajith	CY 2022-23	12,011	-	452	-	452	-	-	1,450	1,450	11,013
			PY 2021-22	11,613	-	398	-	398	-	-	-	-	12,011
4	INFOSYS FOUNDATION	ICTS - Infosys Excellence Grant	CY 2022-23	44,92,354	-	1,80,943	-	1,80,943	-	-	(60,491)	(60,491)	47,33,788
			PY 2021-22	78,78,678	-	2,07,304	-	2,07,304	-	31,07,005	4,86,623	35,93,628	44,92,354
5	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	JC Bose - Rajesh Gopakumar	CY 2022-23	7,49,470	11,00,000	16,874	-	11,16,874	-	3,00,000	14,55,405	17,55,405	1,10,940
			PY 2021-22	8,81,006	10,00,000	27,455	-	10,27,455	1,39,552	6,37,420	3,82,019	11,58,991	7,49,470
6	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY	Ramalingaswami Fellowship - Vijay Kumar Krishnamurthy	CY 2022-23	22,017	-	-	-	-	-	-	22,017	22,017	0
			PY 2021-22	22,017	-	-	-	-	-	-	-	-	22,017
7	MAX PLANCK PARTNERS GROUP	Max Planck Partner Group - Vijay Kumar Krishnamurthy	CY 2022-23	21,27,803	-	46,449	-	46,449	18,99,765	-	33,910	19,33,675	2,40,576
			PY 2021-22	21,45,185	-	71,952	-	71,952	-	-	89,335	89,335	21,27,803
8	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Vajra Grant - Manas Kulkarni	CY 2022-23	0	16,42,000	6,414	-	16,48,414	-	13,18,737	2,655	13,21,392	3,27,022
			PY 2021-22	0	-	0	-	0	-	-	-	-	0
9	INFOSYS FOUNDATION	ICTS - Infosys Lecture Series	CY 2022-23	5,55,03,833	-	20,65,730	-	20,65,730	-	63,36,264	14,07,450	77,43,714	4,98,25,848
			PY 2021-22	5,39,69,425	-	18,43,408	-	18,43,408	-	3,09,000	-	3,09,000	5,55,03,833
10	INFOSYS SCEINCE FOUNDATION	Research & Development - Mr. Kris Gopalakrishanan	CY 2022-23	6,64,307	12,71,186	31,105	-	13,02,291	-	8,54,740	1,90,172	10,44,912	9,21,685
			PY 2021-22	2,47,403	6,00,000	15,352	-	6,15,352	-	-	1,98,448	1,98,448	6,64,307
11	MAX PLANCK PARTNERS GROUP	Max Planck Partner Group - Dr. Subhro Bhattacharjee	CY 2022-23	31,49,636	-	1,20,776	-	1,20,776	-	-	2,61,770	2,61,770	30,08,642
			PY 2021-22	29,16,319	4,17,550	1,02,144	-	5,19,694	-	2,10,560	75,817	2,86,377	31,49,636
12	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Ramanujan Fellowship - Dr. Manas Kulkarni	CY 2022-23	1,91,630	-	7,626	-	7,626	-	-	2,057	2,057	1,97,199
			PY 2021-22	4,37,038	2,00,000	10,586	-	2,10,586	-	-	4,55,994	4,55,994	1,91,630
13	INFOSYS FOUNDATION	Homi Bhabha Chair Fellowship - Prof. Wadia	CY 2022-23	54,60,773	84,66,102	3,17,208	-	87,83,310	-	27,00,000	8,30,707	35,30,707	1,07,13,376
			PY 2021-22	79,55,562	-	2,25,916	-	2,25,916	-	27,00,000	20,705	27,20,705	54,60,773
14	INFOSYS FOUNDATION	Infosys Foundation International Exchange Program	CY 2022-23	2,04,97,351	-	7,22,362	-	7,22,362	-	17,11,795	31,72,700	48,84,495	1,63,35,218
			PY 2021-22	2,78,97,441	-	8,15,925	-	8,15,925	-	71,61,811	10,54,204	82,16,015	2,04,97,351

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH / MUMBAI 400 005
G. D. APTE & Co. Chartered Accountants

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
INTERNATIONAL CENTRE FOR THEORETICAL SCIENCES
Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts / Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
				A	B	C	D	E = B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J= A+E-I
15	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Ramanujan Fellowship - Dr. R Basu	CY 2022-23	4,98,972	-	-	(2,96,397)	(2,96,397)	1,56,889	-	45,686	2,02,575	(0)
			PY 2021-22	5,88,061	-	18,304	-	18,304	-	12,000	95,394	1,07,394	4,98,972
16	KAVLI foundation	Kavli Winter School	CY 2022-23	11,41,172	-	41,783	-	41,783	-	-	1,93,647	1,93,647	9,89,308
			PY 2021-22	11,03,376	-	37,796	-	37,796	-	-	-	-	11,41,172
17	INFOSYS SCEINCE FOUNDATION	ICTS@10 Program	CY 2022-23	15,94,483	-	63,293	-	63,293	-	-	25,000	25,000	16,32,776
			PY 2021-22	15,41,674	-	52,809	-	52,809	-	-	-	-	15,94,483
18	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	J C Bose Fellowship - Ashoke Sen	CY 2022-23	(0)	18,10,000	12,344	-	18,22,344	-	4,10,000	7,82,925	11,92,925	6,29,419
			PY 2021-22	(0)	-	(0)	-	(0)	-	-	-	-	(0)
19	Council of Scientific & Industrial Research	CSIR Book Grant - Rama G	CY 2022-23	5,948	-	135	-	135	-	-	5,145	5,145	938
			PY 2021-22	5,751	-	197	-	197	-	-	-	-	5,948
20	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Early career Research - Anomalous heat transport in open classical interacting many-particle systems Screen reader support enabled - Dr. Anupam Kundu	CY 2022-23	(0)	-	(0)	-	(0)	-	-	-	-	(0)
			PY 2021-22	36,281	-	-	(36,281)	(36,281)	-	-	-	-	(0)
21	Canadian Institute for Advanced Research (CIFAR)	Azrieli Global Scholar Fellowship - Prof. Ajith	CY 2022-23	21,32,245	-	77,072	-	77,072	-	-	4,11,723	4,11,723	17,97,595
			PY 2021-22	20,56,557	-	70,535	43,550	1,14,085	-	-	38,396	38,396	21,32,245
22	DEPARTMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	Swarna Jayanti fellowship - Prof. Raju	CY 2022-23	1	3,50,000	69	-	3,50,069	-	2,50,000	96,569	3,46,569	3,501
			PY 2021-22	66,198	2,88,939	(17,507)	-	2,71,432	-	3,00,000	37,629	3,37,629	1
23	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Early Career Research - Quantum Dot Circuit - Qunatum Electrodynamics Systems: Fundamental aspects & device applications- Prof. Manas	CY 2022-23	3,85,477	-	10,937	-	10,937	-	-	2,24,248	2,24,248	1,72,166
			PY 2021-22	4,87,803	-	14,998	-	14,998	-	-	1,17,324	1,17,324	3,85,477
24	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Early Career Research - Quantum Spin Liquids & Non-Fermi Liquid Metals - Prof. Subhro Bhattacharjee	CY 2022-23	(0)	-	(0)	-	(0)	-	-	-	-	(0)
			PY 2021-22	92,530	-	-	25,358	25,358	-	1,08,789	9,099	1,17,888	(0)
25	PRATIKSHA TRUST	ICTP-ICTS Winter School on Quantitative Systems Biology 2018	CY 2022-23	49,322	-	1,973	-	1,973	-	-	-	-	51,295
			PY 2021-22	47,688	-	1,634	-	1,634	-	-	-	-	49,322
26	INDO-FRENCH CENTRE FOR THE PROMOTION OF ADVANCED RESEARCH (CEFIPRA)	Designing & Control of many body states in hybird quantum systems- Prof. Manas	CY 2022-23	(87,489)	-	-	-	-	-	-	(87,489)	(87,489)	(0)
			PY 2021-22	2,06,731	-	-	-	-	-	2,94,220	-	2,94,220	(87,489)
27	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Travel grants	CY 2022-23	47,990	1,72,310	5,367	-	1,77,677	-	-	-	-	2,25,667
			PY 2021-22	47,990	-	-	-	-	-		-	-	47,990
28	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	MATRICS - Understanding the Origins of intermittency in Turbulent Flows - Prof. SS Ray	CY 2022-23	5,091	2,20,000	-	-	2,20,000	-	-	2,25,091	2,25,091	0
			PY 2021-22	24,592	-	500	-	500	-	-	20,000	20,000	5,091

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
INTERNATIONAL CENTRE FOR THEORETICAL SCIENCES
Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts / Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
				A	B	C	D	E = B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J= A+E-I
29	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	MATRICS - Ising & potts measures on large sparse graphs - Prof. Anirban Basak	CY 2022-23	43,935	1,50,000	879	-	1,50,879	-	-	1,93,935	1,93,935	879
			PY 2021-22	62,149	-	1,786	-	1,786	-	-	20,000	20,000	43,935
30	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	MATRICS - Dynamic & Spatio-temportal spread of perturbations in integrable models - Prof. Manas Kulkarni	CY 2022-23	1,79,617	-	3,593	-	3,593	-	-	1,79,617	1,79,617	3,593
			PY 2021-22	1,93,337	-	6,280	-	6,280	-	-	20,000	20,000	1,79,617
31	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	MATRICS - Spectra of differential operators and the unified transform method - Prof. Vishal Vasan	CY 2022-23	1,79,617	-	3,653	-	3,653	1,76,612	-	-	1,76,612	6,658
			PY 2021-22	1,93,337	-	6,280	-	6,280	-	-	20,000	20,000	1,79,617
32	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	SRG - Spectral properties of random perturbations of Toeplitz matrices - Prof. Anirban Basak	CY 2022-23	83,367	-	-	(83,367)	(83,367)	-	-	-	-	(0)
			PY 2021-22	80,606	-	2,761	-	2,761	-	-	-	-	83,367
33	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	CRG - Geometry, Topology and Quantization of Certain Modulispaces - Prof. Rukmini Dey	CY 2022-23	1,37,906	-	3,426	-	3,426	-	-	1,04,551	1,04,551	36,781
			PY 2021-22	1,64,668	-	5,095	-	5,095	-	-	31,857	31,857	1,37,906
34	DELL INTERNATIONAL	Skill Development through ICTS programs and Summer School for Women in Mathematics and Statistics	CY 2022-23	1,66,241	-	-	-	-	-	-	1,66,241	1,66,241	(0)
			PY 2021-22	97,06,183	-	1,66,241	-	1,66,241	24,97,740	42,37,817	29,70,626	97,06,183	1,66,241
35	THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, INDIA (NASI)	NASI-Senior Scientist Plantinum Jubliee Fellowship - Prof. Mythily Ramaswamy	CY 2022-23	3,617	5,29,515	-	-	5,29,515	-	5,35,283	(2,151)	5,33,132	(0)
			PY 2021-22	2,11,283	-	3,619	-	3,619	-	1,96,171	15,114	2,11,285	3,617
36	INFOSYS FOUNDATION	Madhava Chair Professorship - Prof. Ashoke Sen	CY 2022-23	3,84,68,912	-	14,84,401	-	14,84,401	-	27,00,000	33,975	27,33,975	3,72,19,338
			PY 2021-22	3,83,04,651	-	12,92,781	-	12,92,781	-	9,67,500	1,61,020	11,28,520	3,84,68,912
37	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	CRG-Anisotropic Particles in Turbulent Flows: From sub-kolmogorov to Inertial Scales-S S Ray	CY 2022-23	8,65,564	-	29,016	-	29,016	-	-	2,80,636	2,80,636	6,13,944
			PY 2021-22		9,06,000	14,575	-	9,20,575	-	-	55,011	55,011	8,65,564
38	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	CRG-Non Local description of anamalous heat transport-Anupam Kundu	CY 2022-23	11,35,061	-	33,676	-	33,676	4,99,140	-	87,559	5,86,699	5,82,038
			PY 2021-22		11,78,030	19,113	-	11,97,143	-	-	62,082	62,082	11,35,061
39	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	NPDF-Akash Kumar Mishra	CY 2022-23	8,03,687	-	-	-	-	-	7,36,801	66,886	8,03,687	0
			PY 2021-22		11,18,400	13,533	-	11,31,933	-	1,04,735	2,23,511	3,28,246	8,03,687
40	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Matrics- Dynamics of active particles at individual and collective level-Anupam Kundu	CY 2022-23	1,94,250	-	6,177	-	6,177	-	-	79,704	79,704	1,20,723
			PY 2021-22		2,20,000	3,271	-	2,23,271	-	-	29,021	29,021	1,94,250
41	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Matrics-Understanding the Origins of Intermittency in Turbulent Flows- R Basu	CY 2022-23	2,03,425	-	5,026	-	5,026	-	-	1,55,608	1,55,608	52,843
			PY 2021-22		2,20,000	3,425	-	2,23,425	-	-	20,000	20,000	2,03,425
42	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Swarna Jayanti fellowship - Subhro Bhattacharjee	CY 2022-23	21,12,919	-	76,063	-	76,063		3,00,000	1,23,528	4,23,528	17,65,454
			PY 2021-22		22,38,720	35,579	-	22,74,299	-	43,750	1,17,630	1,61,380	21,12,919

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
INTERNATIONAL CENTRE FOR THEORETICAL SCIENCES
Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March 2023
Schedule B - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts / Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
				A	B	C	D	E = B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J= A+E-I
43	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Star -How is Active Turbulence different from Inertial Turbulence- S S Ray	CY 2022-23	10,73,026	-	26,733	-	26,733	1,64,301	2,92,680	3,52,729	8,09,710	2,90,049
			PY 2021-22		12,80,000	18,867	-	12,98,867	-	47,419	1,78,422	2,25,841	10,73,026
44	NYMC	Templeton Grant - Vijay Kumar Krishnamurthy	CY 2022-23		18,42,996	237	-	18,43,233	14,86,800	21,328	3,23,016	18,31,144	12,089
			PY 2021-22		-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	NPDF-Krishnendu	CY 2022-23		9,60,000	9,015	-	9,69,015	-	2,09,355	3,00,000	5,09,355	4,59,660
			PY 2021-22		-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Vajra Grant - Sumathi Rao	CY 2022-23		14,60,927	4,008	-	14,64,935	-	12,57,958	2,613	12,60,571	2,04,364
			PY 2021-22		-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	CAN - Subhro B	CY 2022-23		14,16,000	28,326	-	14,44,326	-	-	-	-	14,44,326
			PY 2021-22		-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	DONATION+CSR	MISC (CAF+Instamojo+Math Circle+CSR)	CY 2022-23	7,96,82,720	1,81,28,587	35,20,844	-	2,16,49,431	-	4,75,000	10,15,259	14,90,259	9,98,41,892
			PY 2021-22	4,69,52,325	3,22,76,201	21,32,393	(2,00,000)	3,42,08,594	-	3,00,000	11,78,199	14,78,199	7,96,82,720
49	SIMONS' Foundation	SIMONS' Fellowship	CY 2022-23	1,69,536	-	-	-	-	-	-	-	-	1,69,536
			PY 2021-22	2,43,116	-	-	-	-	-	-	73,580	73,580	1,69,536
50	SIMONS' Foundation	SIMONS' Catalysing Excellence	CY 2022-23	1,52,47,779	1,59,29,305	5,05,465	-	1,64,34,770	-	-	2,52,29,552	2,52,29,552	64,52,997
			PY 2021-22	60,52,566	1,47,83,202	1,95,568	-	1,49,78,770	-	17,00,000	40,83,557	57,83,557	1,52,47,779
Total - 'G' - ICTS Projects			**CY 2022-23**	**24,91,24,698**	**5,54,48,928**	**98,54,797**	**(3,79,764)**	**6,49,23,961**	**44,16,219**	**2,04,09,941**	**3,80,97,948**	**6,29,24,108**	**25,11,24,550**
			PY 2021-22	**22,23,06,710**	**5,67,27,042**	**77,44,220**	**(1,67,373)**	**6,43,03,889**	**26,37,292**	**2,24,38,197**	**1,24,10,412**	**3,74,85,901**	**24,91,24,698**

Homi Bhabha Centre for Science Education
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule B - Project Grants

Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
1	19X101	BRNS (DAE)	DAE Grant Recd. for Phy.Chem.Bio.Olymp.	CY 2022-23	57,22,292	87,90,709	74,327	-	88,65,036		22,70,263	55,24,362	77,94,625	67,92,703
				PY 2021-22	-	3,40,217	1,54,047	81,69,783	86,64,047		11,06,454	18,35,302	29,41,755	57,22,292
2	19X102	NBHM (DAE)	DAE(NBHM) Grant Recd.for Maths Olympiad	CY 2022-23	36,12,529	1,95,47,449	32,404	(1,59,978)	1,94,19,875		9,39,790	70,49,339	79,89,128	1,50,43,276
				PY 2021-22	-	-	1,59,978	84,59,899	86,19,877		3,39,502	46,67,846	50,07,347	36,12,529
3	19X103	DOS (ISRO)	DOS Grant Received for Astronomy & Astrophysics 201	CY 2022-23	6,17,496	35,52,598	11,068	-	35,63,666		6,28,942	32,96,070	39,25,012	2,56,150
				PY 2021-22	-	-	30,402	17,92,469	18,22,871		5,51,535	6,53,840	12,05,375	6,17,496
4	19X104	DST	DST Grant Recd. for Chemistry, Biology Olympiad	CY 2022-23	40,24,314	-	24,691	(65,415)	(40,724)		10,11,272	29,47,627	39,58,899	24,691
				PY 2021-22	-	22,00,000	65,415	33,03,881	55,69,296		4,21,859	11,23,123	15,44,982	40,24,314
5	19X105	DST	DST Grant Recd. for INSPIRE Project	CY 2022-23	19,94,985	-	10,533	-	10,533		7,86,000	6,21,620	14,07,620	5,97,897
				PY 2021-22	-	22,54,800	30,637	15,36,468	38,21,905		14,30,733	3,96,187	18,26,920	19,94,985
6	19X106	IAEA	IAEA Grant for Dr.P.K.Joshi's Project	CY 2022-23	1,79,899	-	1,677	-	1,677		-	-	-	1,81,576
				PY 2021-22	-	-	4,273	1,92,278	1,96,551		-	16,652	16,652	1,79,899
7	19X193	MHRD	PMMMNMTT	CY 2022-23	-	-	-	-	-		-	-	-	-
				PY 2021-22	-	-	-	5,52,175	5,52,175		-	5,52,175	5,52,175	-
8	20X103	Infosys Grant	Study Cultural Astronomy	CY 2022-23	9,44,816	-	8,228	-	8,228		-	1,03,948	1,03,948	8,49,096
				PY 2021-22	9,57,018	-	21,748	-	21,748		-	33,950	33,950	9,44,816
9	21X007	DAE & DST	APhO 2022	CY 2022-23	45,26,626	-	19,824	-	19,824		-	23,81,487	23,81,487	21,64,963
				PY 2021-22	-	56,75,000	31,538	-	57,06,538		-	11,79,912	11,79,912	45,26,626
10	21X004	TIFR (Infosys Leading grant)	Dr. Aayush Gupta Project	CY 2022-23	20,59,047	-	16,045	-	16,045		-	15,75,667	15,75,667	4,99,425
				PY 2021-22	-	21,00,000	22,747	-	21,22,747		-	63,700	63,700	20,59,047
11	21X005	TIFR (Infosys)	Felicitation of Olympiad Medalists	CY 2022-23	11,368	6,50,000	261	-	6,50,261		-	6,61,368	6,61,368	261
				PY 2021-22	-	4,85,000	831	-	4,85,831		-	4,74,463	4,74,463	11,368
12	19X189	TIFR (DAE)	Vigyan Pratibha Project	CY 2022-23	21,118	-	-	(21,118)	(21,118)		-	-	-	-
				PY 2021-22	-	30,00,000	21,118	3,79,928	34,01,046		-	33,79,928	33,79,928	21,118
13	20X216	TIFR (Meta-I Technologies Pvt.Ltd.)	IOQ Exam	CY 2022-23	1,79,79,172	-	1,72,604	-	1,72,604		-	1,79,79,172	1,79,79,172	1,72,604
				PY 2021-22	-	2,09,34,200	1,85,101	3,79,097	2,14,98,398		-	35,19,226	35,19,226	1,79,79,172
14	19X119	TIFR (MTA)	RMO & INMO Examination	CY 2022-23	44,95,500	-	27,240	-	27,240		-	31,96,019	31,96,019	13,26,721
				PY 2021-22	-	-	1,13,768	50,19,774	51,33,542		-	6,38,042	6,38,042	44,95,500
15	22X003	Mininstry of Education	International Air Travel	CY 2022-23	-	40,70,000	-	-	40,70,000		-	40,70,000	40,70,000	-
				PY 2021-22	-	-	-	-	-		-	-	-	-
Total - "H" HBCSE Projects				**CY 2022-23**	**4,61,89,161**	**3,66,10,756**	**3,98,902**	**(2,46,511)**	**3,67,63,147**		**56,36,265**	**4,94,06,680**	**5,50,42,945**	**2,79,09,363**
				PY 2021-22	**9,57,018**	**3,69,89,217**	**8,41,603**	**2,97,85,750**	**6,76,16,570**	**-**	**38,50,083**	**1,85,34,344**	**2,23,84,427**	**4,61,89,161**

Note : Sr.No. 15, Grant of Rs. 40.70 lakh received from Ministry of Education on 05.04.23 same has been shown in Schedule G under Grant Receivable
Sr.No. 11 Felicitation of Olympiad Medalists includes refund of unspent balance to TIFR

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI 400 005
G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

National Centre of the Government of India for Nuclear Science and Mathematics

Consolidated Schedule 'B' - Project Grants

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Location	2022-23		2021-22		Grand Total	
		Project Grant	Closed Projects	Project Grant	Closed Projects	2022-23	2021-22
1	MUMBAI	36,01,26,237	-	41,38,44,334	2,39,12,559	36,01,26,237	43,77,56,893
2	NCRA	1,82,67,912	-	4,39,94,384	-	1,82,67,912	4,39,94,384
3	CAM	1,61,82,378	-	1,62,09,724	-	1,61,82,378	1,62,09,724
4	NCBS	50,24,29,611	-	42,65,17,673	-	50,24,29,611	42,65,17,673
5	PBL	13,74,924	-	16,90,798	-	13,74,924	16,90,798
6	TCIS	17,58,20,355	-	27,54,28,885	-	17,58,20,355	27,54,28,885
7	ICTS	25,11,24,550	-	24,91,24,698	-	25,11,24,550	24,91,24,698
8	HBCSE	2,79,09,363		4,61,89,161		2,79,09,363	4,61,89,161
	GRAND TOTAL	**1,35,32,35,330**	**-**	**1,47,29,99,657**	**2,39,12,559**	**1,35,32,35,330**	**1,49,69,12,215**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

National Centre of the Government of India for Nuclear Science and Mathematics

Homi Bhabha Road, Colaba,Mumbai 400 005

Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023

Schedule C - Endowment Funds

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Bud Code	Fund Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest Earned	Other Income / Adjustments	Total Additions	Award	Scholarships	Other Expenses	Total Expenses	Closing Balance
				A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I=F+G+H	J=A+E-I
1	22N90001	GEETA UDGAONKAR AWARD ACCOUNT	CY 2022-23	5,05,559	-	23,858	-	23,858	-	-	-	-	5,29,417
			PY 2021-22	4,85,964	-	19,595	-	19,595	-	-	-	-	5,05,559
2	22N90002	DR.HOMI J.BHABHA - CHAIR ACCOUNT (CORPUS FUND 25L)	CY 2022-23	1,59,21,170	-	7,51,336	-	7,51,336	-	-	-	-	1,66,72,506
			PY 2021-22	1,53,04,069	-	6,17,101	-	6,17,101	-	-	-	-	1,59,21,170
3	22N90003	SIR DORABJI TATA- CHAIR ACCOUNT (CORPUS FUND 25L)	CY 2022-23	1,38,74,230	-	6,53,717	-	6,53,717	-	-	69,966	69,966	1,44,57,981
			PY 2021-22	1,33,36,468	-	5,37,762	-	5,37,762	-	-	-	-	1,38,74,230
4	22N90004	SHRI J.R.D.TATA- CHAIR ACCOUNT (CORPUS FUND 25L)	CY 2022-23	1,42,68,680	-	6,73,354	-	6,73,354	-	-	-	-	1,49,42,034
			PY 2021-22	1,37,15,629	-	5,53,051	-	5,53,051	-	-	-	-	1,42,68,680
5	22N90005	TIFR ARCHIVES ACCOUNT	CY 2022-23	52,12,393	-	2,38,515	-	2,38,515	-	-	3,96,000	3,96,000	50,54,908
			PY 2021-22	57,37,432	-	2,21,778	-	2,21,778	-	-	7,46,817	7,46,817	52,12,393
6	22N90006	HARISH CHANDRA MEMORIAL AWARD A/C	CY 2022-23	6,41,779	-	30,286	-	30,286	-	-	-	-	6,72,065
			PY 2021-22	6,16,904	-	24,875	-	24,875	-	-	-	-	6,41,779
7	22N90007	ZITA LOBO AWARD A/C	CY 2022-23	5,75,564	-	27,161	-	27,161	-	-	-	-	6,02,725
			PY 2021-22	5,53,255	-	22,309	-	22,309	-	-	-	-	5,75,564
8	22N90008	ZITA LOBO MEMORIAL TRUST A/C	CY 2022-23	1,76,546	-	8,331	-	8,331	-	-	-	-	1,84,877
			PY 2021-22	1,69,703	-	6,843	-	6,843	-	-	-	-	1,76,546
9	22N90010	INFOSYS AWARD A/C (CORPUS FUND 134L)	CY 2022-23	1,43,01,485	-	6,66,343	-	6,66,343	6,29,559	-	-	6,29,559	1,43,38,269
			PY 2021-22	1,42,19,097	-	5,67,388	-	5,67,388	4,85,000	-	-	4,85,000	1,43,01,485
10	22N90011	TIFR ENDOWMENT FUND-GENERAL A/C	CY 2022-23	95,79,473	5,80,604	4,51,302	-	10,31,906	-	-	47,910	47,910	1,05,63,469
			PY 2021-22	89,72,755	4,87,765	3,61,987	-	8,49,752	-	-	2,43,034	2,43,034	95,79,473
11	22N90012	MADAN LAL MEHTA VISITING PROFESSORSHIP CHAIR ACCOUNT (CORPUS FUND 18L)	CY 2022-23	34,88,173	-	1,61,836	-	1,61,836	-	-	62,123	62,123	35,87,886
			PY 2021-22	33,72,480	-	1,35,693	-	1,35,693	-	-	20,000	20,000	34,88,173
12	22N90013	"BHARAT FAMILY TRUST " (ENDOWMENT A/C) (CORPUS FUND 128.5L)	CY 2022-23	2,01,76,994	-	9,52,173	-	9,52,173	-	-	-	-	2,11,29,167
			PY 2021-22	1,94,23,535	-	7,77,459	-	7,77,459	24,000	-	-	24,000	2,01,76,994
13	22N90014	BEST TEACHER'S AWARD	CY 2022-23	8,08,990	-	38,177	-	38,177	-	-	-	-	8,47,167
			PY 2021-22	7,85,447	-	31,551	-	31,551	8,008	-	-	8,008	8,08,990
14	22N90015	AWARD IN SCIENCE EDUCATION (CORPUS FUND 1.50L)	CY 2022-23	4,81,429	-	22,719	-	22,719	-	-	-	-	5,04,148
			PY 2021-22	5,02,513	-	18,916	-	18,916	40,000	-	-	40,000	4,81,429
15	22N90016	TIFR-TATA EDUCATION TRUST (ARCHIVES) A/C	CY 2022-23	2,94,78,097	-	12,48,732	-	12,48,732	-	-	4,50,265	4,50,265	3,02,76,564
			PY 2021-22	2,92,97,195	-	13,59,604	-	13,59,604	-	-	11,78,702	11,78,702	2,94,78,097
16	22N90017	HOMI BHABHA MEDAL (IUPAA) (CORPUS FUND 32L)	CY 2022-23	39,32,644	-	1,85,586	-	1,85,586	-	-	-	-	41,18,230
			PY 2021-22	37,80,216	-	1,52,428	-	1,52,428	-	-	-	-	39,32,644
17	22N90019	TIFR ARCHIVES - REVENUE ACCOUNT	CY 2022-23	5,39,226	2,78,264	31,147	-	3,09,411	-	-	8,712	8,712	8,39,925
			PY 2021-22	3,83,636	1,40,100	16,005	-	1,56,105	-	-	516	516	5,39,226
18	22N90020	TAA EXCELLENCE AWARD (CORPUS FUND 7.5L)	CY 2022-23	16,34,971	-	77,156	-	77,156	-	-	-	-	17,12,127
			PY 2021-22	15,71,600	-	63,371	-	63,371	-	-	-	-	16,34,971
19	22N90021	SEMICONDUCTORS ENDOWMENT (CORPUS FUND 24.61L)	CY 2022-23	33,32,600	-	1,56,512	-	1,56,512	-	-	2,38,030	2,38,030	32,51,082
			PY 2021-22	32,03,429	-	1,29,171	-	1,29,171	-	-	-	-	33,32,600
20	22N90023	COWSIK MEDALS	CY 2022-23	6,04,729	-	28,538	-	28,538	-	-	-	-	6,33,267
			PY 2021-22	5,81,290	-	23,439	-	23,439	-	-	-	-	6,04,729
21	22N90025	DR. DHARMAJI D. SHINDE (CORPUS FUND 1.51L)	CY 2022-23	1,90,926	-	9,010	-	9,010	-	-	-	-	1,99,936
			PY 2021-22	1,83,526	-	7,400	-	7,400	-	-	-	-	1,90,926
22	22N90027	SUMITRA MEMORIAL LECTURES (CORPUS FUND 3.28L)	CY 2022-23	3,97,443	-	18,756	-	18,756	-	-	-	-	4,16,199
			PY 2021-22	3,82,038	-	15,405	-	15,405	-	-	-	-	3,97,443
23	22N90028	PROF. SUKUMAR BISWAS AWARD IN PHYSICS (CORPUS FUND 4.03L)	CY 2022-23	4,31,319	-	20,354	-	20,354	-	-	-	-	4,51,673
			PY 2021-22	4,14,601	-	16,718	-	16,718	-	-	-	-	4,31,319
24	22N90030	STRING THEORY (CORPUS FUND 500L)	CY 2022-23	6,16,79,466	-	28,55,747	-	28,55,747	-	-	29,03,189	29,03,189	6,16,32,024
			PY 2021-22	5,97,45,733	-	24,05,124	-	24,05,124	-	-	4,71,391	4,71,391	6,16,79,466
25	22N90032	TIFR ALUMNI ASSOCIATION	CY 2022-23	66,362	-	3,132	-	3,132	-	-	-	-	69,494
			PY 2021-22	63,790	-	2,572	-	2,572	-	-	-	-	66,362
26	22N90033	DCS ENDOWMENT A/C	CY 2022-23	2,44,853	-	11,555	-	11,555	-	-	-	-	2,56,408
			PY 2021-22	2,45,107	-	9,746	-	9,746	10,000	-	-	10,000	2,44,853
27	22N90034	HIGH INTENSITY LASER FUND	CY 2022-23	4,800	-	227	-	227	-	-	-	-	5,027
			PY 2021-22	4,614	-	186	-	186	-	-	-	-	4,800
28	22N90035	INFOSYS- CONDENSED MATTER PHYSICS VISITORS PROGRAMME (CORPUS FUND 300L)	CY 2022-23	3,65,01,768	-	16,90,058	-	16,90,058	-	-	15,89,010	15,89,010	3,66,02,816
			PY 2021-22	3,50,86,968	-	14,14,800	-	14,14,800	-	-	-	-	3,65,01,768
29	22N90036	SAROJINI DAMODARAN INTERNATIONAL FELLOWSHIP PROGRAMME	CY 2022-23	25,36,881	-	72,346	-	72,346	-	-	12,46,660	12,46,660	13,62,567
			PY 2021-22	4,96,486	20,00,000	40,395	-	20,40,395	-	-	-	-	25,36,881

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
National Centre of the Government of India for Nuclear Science and Mathematics
Homi Bhabha Road, Colaba,Mumbai 400 005
Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2023
Schedule C - Endowment Funds

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Bud Code	Fund Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest Earned	Other Income / Adjustments	Total Additions	Award	Scholarships	Other Expenses	Total Expenses	Closing Balance
				A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I=F+G+H	J=A+E-I
30	22N90037	AVEEK GUHA MEMORIAL LECTURE	CY 2022-23	6,38,691	-	27,714	-	27,714	-	-	54,036	54,036	6,12,369
			PY 2021-22	6,13,935	-	24,756	-	24,756	-	-	-	-	6,38,691
31	22N90038	SOFT CONDENSED MATTER GROUP	CY 2022-23	5,01,462	-	23,665	-	23,665	-	-	-	-	5,25,127
			PY 2021-22	4,82,025	-	19,437	-	19,437	-	-	-	-	5,01,462
32	22N90039	D.P. ROY MEMORIAL LECTURE SERIES	CY 2022-23	22,53,522	-	1,06,011	-	1,06,011	-	-	34,670	34,670	23,24,863
			PY 2021-22	21,66,176	-	87,346	-	87,346	-	-	-	-	22,53,522
33	22N90040	INFOSYS-CHANDRASEKHARAN CENTRE FOR RANDOM GEOMETRY (CORPUS 4 CR.)	CY 2022-23	4,42,92,864	-	20,78,147	-	20,78,147	-	-	8,31,224	8,31,224	4,55,39,787
			PY 2021-22	4,28,65,960	-	17,20,958	-	17,20,958	-	-	2,94,054	2,94,054	4,42,92,864
34	22N90041	ADOBE RESEARCH	CY 2022-23	8,12,231	-	38,330	-	38,330	-	-	-	-	8,50,561
			PY 2021-22	7,80,749	-	31,482	-	31,482	-	-	-	-	8,12,231
35	22N90042	ADOBE INC FOR OPERATIONAL REASONS	CY 2022-23	14,47,752	-	68,321	-	68,321	-	-	-	-	15,16,073
			PY 2021-22	14,07,788	-	56,371	-	56,371	-	-	16,407	16,407	14,47,752
36	22N90043	GENERAL ENDOWMENT CORPUS FUND	CY 2022-23	1,06,707	-	5,036	-	5,036	-	-	-	-	1,11,743
			PY 2021-22	1,02,571	-	4,136	-	4,136	-	-	-	-	1,06,707
37	22N90044	THE INFOSYS- TIFR "LEADING EDGE" RESEARCH GRANT	CY 2022-23	3,16,99,691	-	5,71,870	-	5,71,870	-	-	82,01,561	82,01,561	2,40,70,000
			PY 2021-22	3,06,40,326	-	10,59,365	-	10,59,365	-	-	-	-	3,16,99,691
38	22N90045	PROF S NARANAN MEMORIAL RESEARCH AWARD (CORPUS)	CY 2022-23	15,90,764	-	73,420	-	73,420	60,000	-	354	60,354	16,03,830
			PY 2021-22	15,29,106	-	61,658	-	61,658	-	-	-	-	15,90,764
39	22N90046	RM TULPULE ENDOWMENT FOR GLOBAL WARMING RESEARCH	CY 2022-23	1,04,98,696	-	4,94,671	-	4,94,671	-	-	2,56,929	2,56,929	1,07,36,438
			PY 2021-22	-	1,04,20,000	78,696	-	1,04,98,696	-	-	-	-	1,04,98,696
40	22N90047	INFOSYS GRANT TO DAA (PI - SHARAVAN HANASOGE)	CY 2022-23	-	13,06,666	3,727	-	13,10,393	-	-	-	-	13,10,393
			PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	22N90048	INFOSYS GRANT TO DAA (PI - SRIHARSH TENDULKAR)	CY 2022-23	-	13,06,667	3,727	-	13,10,394	-	-	-	-	13,10,394
			PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	22N90049	INFOSYS GRANT TO DAA (PI - JOE NINAD)	CY 2022-23	-	13,06,667	3,727	-	13,10,394	-	-	-	-	13,10,394
			PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total - 'A' - Mumbai			**CY 2022-23**	**33,54,30,930**	**47,78,868**	**1,46,06,330**	**-**	**1,93,85,198**	**6,89,559**	**-**	**1,63,90,639**	**1,70,80,198**	**33,77,35,930**
			PY 2021-22	**31,32,24,116**	**1,30,47,865**	**1,26,96,877**	**-**	**2,57,44,742**	**5,67,008**	**-**	**29,70,921**	**35,37,929**	**33,54,30,930**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March 2023
Schedule C - Endowment Funds

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Funding Agency	Fund Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest Earned	Other Income / Adjustments	Total Additions	Award	Scholarships	Other Expenses	Total Expenses	Closing Balance
				A	B	C	D	E = B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J= A+E-I
43	Infosys Foundation	Infosys Foundation travel fellowships for supporting visits to collaborative laboratories and overseas conferences	CY 2022-23	5,99,79,039		22,53,181	-	22,53,181	-	-	20,27,812	20,27,812	6,02,04,408
			PY 2021-22	5,78,07,449	-	22,38,866	-	22,38,866	-	-	67,276	67,276	5,99,79,039
44	Wildlife Conservation Trust	Endowment funding for Masters Program in Wildlife Biology and Conservation	CY 2022-23	37,52,294		1,42,979	-	1,42,979	-	-	-	-	38,95,273
			PY 2021-22	36,12,270	-	1,40,024	-	1,40,024	-	-	-	-	37,52,294
45	Prof. K. VijayRaghavan	Donation for supporting Life Sciences	CY 2022-23	7,15,783		27,274	-	27,274	-	-	-	-	7,43,057
			PY 2021-22	6,89,072		26,711	-	26,711	-	-	-	-	7,15,783
46	Ms. Kiran Mazumdar Shaw	Donation for establishing an endowment fund known as Bangalore Life Sciences Cluster Endowment Fund	CY 2022-23	3,37,71,708		12,86,842	-	12,86,842	-	-	-	-	3,50,58,550
			PY 2021-22	3,25,11,450		12,60,258	-	12,60,258	-	-	-	-	3,37,71,708
47	Dr. Gayatri Saberwal and Prof. Upinder S. Bhalla	Donation for meeting the education support for economically and needy children	CY 2022-23	34,28,229	-	1,30,630	-	1,30,630	-	-	-	-	35,58,859
			PY 2021-22	35,65,909	-	1,31,320	-	1,31,320	-	-	2,69,000	2,69,000	34,28,229
48	Siddharth Gopalakrishnan		CY 2022-23	28,40,101		1,07,016	-	1,07,016	-	-	50,000	50,000	28,97,117
			PY 2021-22	27,34,117	-	1,05,984	-	1,05,984	-	-	-	-	28,40,101
Total - 'B' - NCBS			**CY 2022-23**	**10,44,87,154**	**-**	**39,47,922**	**-**	**39,47,922**	**-**	**-**	**20,77,812**	**20,77,812**	**10,63,57,264**
			PY 2021-22	**10,09,20,267**	**-**	**39,03,163**	**-**	**39,03,163**	**-**	**-**	**3,36,276**	**3,36,276**	**10,44,87,154**

Sr. No.	Funding Agency	Fund Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest Earned	Other Income / Adjustments	Total Additions	Award	Scholarships	Other Expenses	Total Expenses	Closing Balance
				A	B	C	D	E = B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J= A+E-I
49	S. N. BHATT TRUST	S. N. Bhatt Fellowship	CY 2022-23	52,32,823	-	2,17,782	-	2,17,782	-	-	-	-	54,50,605
			PY 2021-22	50,19,426	-	-	2,13,397	2,13,397	-	-	-	-	52,32,823
Total - 'C' - ICTS			**CY 2022-23**	**52,32,823**	**-**	**2,17,782**	**-**	**2,17,782**	**-**	**-**	**-**	**-**	**54,50,605**
			PY 2021-22	**50,19,426**	**-**	**-**	**2,13,397**	**2,13,397**	**-**	**-**	**-**	**-**	**52,32,823**

Sr. No.	Funding Agency	Fund Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest Earned	Other Income / Adjustments	Total Additions	Award	Scholarships	Other Expenses	Total Expenses	Closing Balance
				A	B	C	D	E = B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J= A+E-I
50	18N60001	TIFR HYDERABAD ENDOWMENT ACCOUNT	CY 2022-23	3,38,280	4,93,939	-	-	4,93,939	-	-	3,39,026	3,39,026	4,93,193
			PY 2021-22	4,48,846	1,72,248	3,630	-	1,75,878	-	1,85,000	1,01,444	2,86,444	3,38,280
Total - 'D' - TCIS			**CY 2022-23**	**3,38,280**	**4,93,939**	**-**	**-**	**4,93,939**	**-**	**-**	**3,39,026**	**3,39,026**	**4,93,193**
			PY 2021-22	**4,48,846**	**1,72,248**	**3,630**	**-**	**1,75,878**		**1,85,000**	**1,01,444**	**2,86,444**	**3,38,280**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI
G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March 2023
Schedule C - Endowment Funds

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Funding Agency	Fund Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest Earned	Other Income / Adjustments	Total Additions	Award	Scholarships	Other Expenses	Total Expenses	Closing Balance
				A	B	C	D	E = B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J= A+E-I
51	Samatvam Trust	Anadi Magazine	CY 2022-23	-	5,00,000	872	-	5,00,872	-	-	3,83,076	3,83,076	1,17,796
			PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	HBCSE General Endowment Fund		CY 2022-23	-	5,000	6,379	-	11,379	-	-	-	-	11,379
			PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total - 'E' - HBCSE			**CY 2022-23**	-	**5,05,000**	**7,251**	-	**5,12,251**	-	-	**3,83,076**	**3,83,076**	**1,29,175**
			PY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GRAND TOTAL 'A' + 'B' + 'C' + 'D' + 'E'			**CY 2022-23**	**44,54,89,187**	**57,77,807**	**1,87,79,285**	-	**2,45,57,092**	**6,89,559**	-	**1,91,90,553**	**1,98,80,112**	**45,01,66,167**
			PY 2021-22	**41,96,12,656**	**1,32,20,113**	**1,66,03,670**	**2,13,397**	**3,00,37,180**	**5,67,008**	**1,85,000**	**34,08,641**	**41,60,649**	**44,54,89,187**





TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March, 2023
Schedule D - Other Grants

(Amount - in Rs.)

Sr. No.	Granting Authorities	Description of the Grants	Opening Balance	Receipts and transfers during the year	Deductions and transfers during the year	Closing Balance
			A	B	C	D = A + B - C
1	CSIR	CSIR Fellowships	30,000	17,260	47,260	-
2	INSA	INSA	3,19,000	-	94,800	2,24,200
3	N.B.H.M.	National Board for Higher Mathematics	39,25,784	-	-	39,25,784
4	RRF	Raja Ramanna Fellowship	10,50,000	-	9,15,576	1,34,424
5	SERB	Vajra Faculty Scheme	-	30,41,000	30,41,000	-
6	SSBA	Shanti Swarup Bhatnagar Award	-	34,41,500	34,41,500	-
		Total - 'A' - Mumbai	**53,24,784**	**64,99,760**	**75,40,136**	**42,84,408**
7	TIFR Travel Grant	Dr.Asmita Reddy Travel Grant	-	80,000	80,000	-
8	Department of Atomic Energy	RRF - Prof..E.V. Sampathkumaran	1,43,928	12,22,296	12,84,783	81,441
9	NBHM (DAE)	NBHM Meeting	-	8,82,785	8,81,863	922
10	NCERT	NTS Awardees Nurturance Camp	-	6,10,673	6,09,500	1,173
11	Maths Teachers Association	RMO&INMO Subsidy (Mumbai)	-	79,109	13,884	65,225
12	Fees	MMC (Mumbai Region)	-	9,600	7,103	2,497
13	Dr.Homi Bhabha Young Scientist Enrichment	Dr.Homi Bhabha Young Scientist Encrichment Camp	-	12,900	12,900	-
14	INSA	INSA Grant recd. For Prof.S.M. Roy	34,485	3	34,488	-
15	GUJCOST	Gujarat Council on Science & Technology	-	24,146	24,146	-
16	INYAS	INYAS- INSA RuSetup Workshop	-	41,913	41,913	-
17	SCERT	SCERT Delhi Residential Workshop DI.Ed	-	15,37,000	15,37,000	-
18		Prof. Sampathkumaran Project Account	10,533	11,873	10,533	11,873
		Total - 'B' - HBSCE	**1,88,946**	**45,12,298**	**45,38,113**	**1,63,131**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI 400 005

G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March, 2023
Schedule D - Other Grants

(Amount - in Rs.)

Sr. No.	Granting Authorities	Description of the Grants	Opening Balance	Receipts and transfers during the year	Deductions and transfers during the year	Closing Balance
			A	B	C	D = A + B - C
19	DAE	Raja Ramana Award - DAE	10,50,000	-	9,53,080	96,920
20	NBHM	NBHM	-	1,78,745	1,78,745	-
21	IFCAM IISc	IFCAM IISc Funds	5,60,000	24,02,000	29,62,000	-
22	IIT Bombay	IIT Bombay	-	7,65,200	7,82,750	(17,550)
23	SHANTI SWAROOP BHATNAGAR AWARD	PROF. SANDEEP KUNNATH	-	1,80,000	1,80,000	-
		Total - 'C' - CAM	**16,10,000**	**35,25,945**	**50,56,575**	**79,370**
24	DBT	DBT- JRF - BCIL GRANTS	4,07,987	54,85,778	49,94,692	8,99,073
25	DBT	DBT- RA - IISC GRANTS	1,64,098	24,56,400	24,54,033	1,66,465
26	CSIR	CSIR GRANTS	14,63,313	88,84,064	55,27,897	48,19,480
27	ICMR	ICMR GRANTS	3,24,984	22,24,235	20,60,817	4,88,402
28	OTHER	OTHER GRANTS	59,73,632	68,80,532	43,62,542	84,91,622
		Total - 'D' - NCBS	**83,34,014**	**2,59,31,009**	**1,93,99,981**	**1,48,65,042**
29	CSIR	CSIR Fellowship - Dr. Rama Govindarajan	-	1,80,000	1,80,000	-
30	CSIR	CSIR Fellowship - Dr. Abhishek Dhar		1,80,000	1,80,000	-
31	CSIR	CSIR Fellowship - Dr. Rajesh Gopakumar		1,80,000	1,80,000	-
		Total - 'E' - ICTS	**-**	**5,40,000**	**5,40,000**	**-**
32	DAE Mumbai	Science awareness Delhi	-	10,00,000	-	10,00,000
		Total - 'F' - NCRA	**-**	**10,00,000**	**-**	**10,00,000**
		Grand Total (A+B+C+D+E+F)	**1,54,57,744**	**4,20,09,012**	**3,70,74,805**	**2,03,91,951**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March, 2023
Schedule E - Current Liabilities And Provisions

(Amount - in Rs.)

Particulars	As at 31st March, 2023	As at 31st March, 2022
Current Liabilities		
Creditors for Goods & Others	7,33,09,457	10,58,24,429
Creditors for Expenses	23,91,69,134	23,18,49,987
Rent and Other Deposits	4,39,86,315	3,94,77,071
Statutory Liabilities payable to Govt.	5,64,25,174	5,83,42,275
Sundry Credit Balances	1,67,55,160	1,47,94,174
Sub total (A)	**42,96,45,240**	**45,02,87,936**
Provisions		
Gratuity	1,15,86,33,224	1,14,79,48,583
Compensated Absences	1,23,15,04,145	1,16,47,94,260
Pension	15,78,40,84,829	15,43,64,52,734
Provision for Salary	40,28,76,055	35,71,73,267
Sub total (B)	**18,57,70,98,253**	**18,10,63,68,844**
Total (A + B)	**19,00,67,43,493**	**18,55,66,56,780**

Tata Institute of Fundamental Research

Schedule Forming Part of Balance Sheet As On 31st March 2023

Schedule F - Fixed Assets

(Amount in Rs.)

Description	GROSS BLOCK				DEPRECIATION BLOCK				NET BLOCK	
	Opening Balance	Additions during the year	Deductions during the year [note(v)]	Closing Balance	Opening Balance	Current Year's charge	Adjustment / Deletions	Closing Balance	As at 31st March, 2023	As at 31st March, 2022
Land [Note (i) & (ii)]	1,65,05,983	-	-	1,65,05,983	-	-	-	-	1,65,05,983	1,65,05,983
Internal Roads	32,27,450	-	-	32,27,450	15,83,935	82,176	-	16,66,111	15,61,339	16,43,514
Buildings	4,67,89,93,358	10,83,43,999	1,50,27,956	4,77,23,09,401	1,60,66,17,301	15,83,25,752	8,22,947	1,76,41,20,106	3,00,81,89,295	3,07,23,76,056
Equipments [Note (iv)]	10,85,65,70,677	71,83,94,370	7,65,52,091	11,49,84,12,956	7,88,55,73,354	55,22,42,775	6,87,78,905	8,36,90,37,224	3,12,93,75,732	2,97,09,97,323
Motor Vehicles	4,48,86,635	1,46,69,375	-	5,95,56,010	3,27,31,143	40,23,731	-	3,67,54,874	2,28,01,136	1,21,55,496
Furnitute & Fixtures	39,49,55,484	1,10,07,394	55,30,010	40,04,32,868	24,90,72,622	1,55,53,279	49,51,236	25,96,74,665	14,07,58,203	14,58,82,861
Library Books and Periodicals	1,55,90,99,836	43,26,464	27,671	1,56,33,98,629	1,55,34,98,289	59,49,697	15,825	1,55,94,32,161	39,66,468	56,01,544
Computers and Peripherals	1,09,80,52,277	15,98,94,421	62,71,944	1,25,16,74,754	1,05,15,64,146	12,35,84,793	58,64,046	1,16,92,84,893	8,23,89,861	4,64,88,131
	18,65,22,91,700	**1,01,66,36,023**	**10,34,09,672**	**19,56,55,18,051**	**12,38,06,40,790**	**85,97,62,203**	**8,04,32,959**	**13,15,99,70,034**	**6,40,55,48,017**	**6,27,16,50,910**
Capital Work in Progress	35,43,73,561	14,21,55,679	7,86,01,892	41,79,27,348	-	-	-	-	41,79,27,348	35,43,73,561
Assets of closed projects shown at nominal value [Note(iii)]	1	-	-	1	-	-	-	-	1	1
Total	**19,00,66,65,262**	**1,15,87,91,702**	**18,20,11,564**	**19,98,34,45,400**	**12,38,06,40,790**	**85,97,62,203**	**8,04,32,959**	**13,15,99,70,034**	**6,82,34,75,366**	**6,62,60,24,472**

Notes :

i) The Value of the land at Colaba, transferred to the Institute by the Government of India in an earlier year, has been estimated by the Department of Atomic Energy. The item has been included under fixed assets and the corresponding credit has been included under capital grants.

ii) All Facilities built in NCBS Bangalore are on a land taken on lease from Agricultural Department Of Government of Karnataka in 1991. Original lease agreement is for a period of 50 years extendable for another 50 years, based on application to be made by the Lessee.

iii) Project assets pertaining to completed projects purchased out of specific grants are shown at nominal value of Re.1/-

iv) In 07-08, Rs.34,52,539 was considered as additional depreciation for equipments, which were earlier capitalised along with buildings, based on due approvals.

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH / मुंबई / MUMBAI 400 005.

G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March, 2023
Schedule G - Current Assets, Loans And Advances

(Amount - in Rs.)

Particulars		As at 31st March, 2023		As at 31st March, 2022
Stores on Hand (Net of Provision)	3,76,38,475		3,39,49,278	
Goods in Transit	-	3,76,38,475	-	3,39,49,278
Loans to staff		1,67,315		1,64,060
Advances to staff		1,77,70,759		85,02,127
Deposit Receivable		6,29,82,935		5,80,42,110
Capital Advances		7,65,05,397		2,29,46,984
Advances - Others	14,65,11,674		7,29,28,631	
Less: Provision for Bad Debts	-	14,65,11,674	-	7,29,28,631
Tax Deducted at Source		1,62,01,227		2,35,91,139
Prepaid Expenses		6,67,37,060		4,19,75,556
Interest Accrued				
Project	1,05,37,835		82,00,635	
Others	47,37,237	1,52,75,072	39,09,420	1,21,10,055
Other income outstanding		2,99,25,124		2,22,70,246
Cash & Bank				
Petty Cash	87,821		67,050	
Postage Advance	21,207		23,464	
Bank - Plan & Non Plan	16,78,38,575		22,66,89,480	
Fixed Deposit - Plan & Non Plan	28,21,23,758	45,00,71,361	39,98,52,644	62,66,32,638
Bank - Projects, Endowment Grants	35,50,85,494		83,63,02,586	
Fixed Deposit - Projects, Endowment Grants	1,42,98,15,809	1,78,49,01,303	1,03,79,61,422	1,87,42,64,008
Total		**2,70,46,87,702**		**2,79,73,76,832**





TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March, 2023

Schedule 'G' Summary - Cash And Bank Balances

(Amount - in Rs.)

Particulars	As at 31st March, 2023	As at 31st March, 2022
Cash in Hand		
Head Office, Mumbai	8,931	10,954
National Centre for Biological Science, Bangalore	8,662	11,358
Centre for Interdisciplinary Sciences, Hyderabad	70,228	44,738
	87,821	**67,050**
Postage Advance		
Head Office Mumbai	21,207	20,945
National Centre for Radio Astrophysics, Pune	-	2,519
	21,207	**23,464**
Bank Balance - Plan & Non Plan		
Head Office Mumbai	2,16,68,419	12,06,08,211
Homi Bhabha Centre for Science Education, Mumbai	73,08,990	55,11,263
National Centre for Radio Astrophysics, Pune	3,00,22,762	2,47,92,576
National Centre for Biological Science, Bangalore	76,96,095	5,49,86,750
Cosmic Ray Laboratory, Ootacamund	2,73,776	19,949
National Balloon Facility, Hyderabad	1,63,69,297	55,18,430
Centre for Applied Mathematics, Bangalore	8,68,195	30,09,689
Centre for Interdisciplinary Sciences, Hyderabad	7,02,55,907	44,00,985
International Centre For Theoretical Sciences, Bangalore	1,33,75,134	78,41,628
	16,78,38,575	**22,66,89,480**
Bank Accounts - Projects, Endowment Grants		
Head Office Mumbai	3,93,36,018	3,91,28,940
National Centre for Radio Astrophysics, Pune	1,78,69,215	4,39,94,388
National Centre for Biological Science, Bangalore	10,33,54,484	44,37,36,168
National Balloon Facility, Hyderabad	13,74,924	16,90,798
Homi Bhabha Centre for Science Education, Mumbai	55,02,427	56,11,792
International Centre For Theoretical Sciences, Bangalore	2,07,60,413	1,72,68,335
Centre for Interdisciplinary Sciences, Hyderabad	15,91,68,857	27,57,10,454
Centre for Applied Mathematics, Bangalore	77,19,156	91,61,711
	35,50,85,494	**83,63,02,586**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March, 2023

Schedule 'G' Summary - Cash And Bank Balances

(Amount - in Rs.)

Particulars	As at 31st March, 2023	As at 31st March, 2022
Short Term Deposits - Plan & Non Plan		
Head Office Mumbai (Plan & Non Plan)	15,82,31,056	6,83,31,056
National Centre for Radio Astrophysics, Pune	6,00,000	6,00,000
National Centre for Biological Science, Bangalore	5,000	1,03,64,148
Centre for Interdisciplinary Sciences, Hyderabad	12,27,41,957	32,03,43,188
Centre for Applied Mathematics, Bangalore	5,45,745	2,14,252
	28,21,23,758	**39,98,52,644**
Short Term Deposits - Projects, Endowment Grants		
Head Office Mumbai	59,69,41,364	65,81,45,279
National Centre for Biological Science, Bangalore	55,17,56,749	9,95,66,143
Homi Bhabha Centre for Science Education, Mumbai	2,25,00,000	3,55,00,000
International Centre For Theoretical Sciences, Bangalore	23,46,17,696	23,57,50,000
Centre for Applied Mathematics, Bangalore	90,00,000	90,00,000
Centre for Interdisciplinary Sciences, Hyderabad	1,50,00,000	-
	1,42,98,15,809	**1,03,79,61,422**
Grand Total	**2,23,49,72,664**	**2,50,08,96,646**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

SCHEDULE TO INCOME AND EXPENDITURE ACCOUNT FOR THE YEAR ENDED 31ST MARCH, 2023

(Amount - In Rs.)

Sch. No.	Income	For the Year Ended 31st March, 2023	For the Year Ended 31st March, 2022
I	**Grants**		
	Block grant from Sir Dorabji Tata Trust	-	-
	Grant from Government of Maharashtra	-	-
	Block Grant from Department of Atomic Energy	6,46,28,56,469	5,61,62,38,901
	Sub Total: A	**6,46,28,56,469**	**5,61,62,38,901**
J	**Interest Earned**		
	Interest on loans to staff	83,630	5,29,187
	On term deposit with bank	1,23,74,392	1,19,07,552
	Sub Total: B	**1,24,58,022**	**1,24,36,739**
K	**Other Income**		
	Rent Receipts	1,60,94,263	49,42,660
	Other Income (Including profit on sale of fixed assets)	9,89,93,288	6,62,23,142
	Overheads recovered in respect of external projects	2,51,75,837	3,05,05,582
	Sub Total: C	**14,02,63,388**	**10,16,71,384**
	Grand Total: A + B + C	**6,61,55,77,879**	**5,73,03,47,024**

Schedule 'L,M,N,O'

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

SCHEDULE TO INCOME AND EXPENDITURE ACCOUNT FOR THE YEAR ENDED 31ST MARCH, 2023

(Amount - In Rs.)

Sch No.	Expenditure	For the Year Ended 31st March, 2023	For the Year Ended 31st March, 2022
L	**Employee Related Expenditure**		
	Salaries, Wages & Bonus	3,12,50,66,918	2,53,52,38,805
	Pension	84,35,18,945	78,64,03,201
	Employer's Contribution to Provident Fund	89,640	-
	Contribution to other funds (CHSS)	27,79,73,676	54,20,55,443
	Gratuity Expenses	8,83,69,779	9,04,21,000
	Leave Travel Concession	1,79,65,940	68,93,003
	Staff Welfare Expenses	2,35,93,466	2,77,42,458
	Employer's Contribution to New Contributory Pension Scheme	13,30,20,528	10,70,84,690
	Tuition Fees & Honorarium	2,52,99,855	2,46,09,371
	Leave Encashment Expenses	3,72,39,157	2,22,71,685
	Sub Total: A	**4,57,21,37,904**	**4,14,27,19,657**
M	**Expenditure On The Object Of The Trust**		
	Lab Stores Consumed	57,96,26,783	48,34,70,222
	Lab Expenses	5,41,27,964	3,77,50,564
	Electricity, Water & Power	36,09,64,265	31,11,09,255
	Honorarium to Visiting Fellows & Professors	1,27,04,653	89,63,771
	Repairs & Maintenance	47,23,18,745	43,38,10,026
	Travelling & Conveyance	10,24,86,975	5,31,15,282
	Rent, Rates & Taxes	3,87,10,453	4,12,26,086
	Conference, Seminars and Events	6,23,89,598	3,43,18,740
	Advertisement Charges	32,50,178	41,62,222
	Postage, Telephone & Communication charges	2,56,74,136	2,54,87,215
	Book Grant	2,94,97,786	2,94,68,575
	Loss on disposal of fixed assets	79,08,313	9,48,73,790
	Legal & Professional Charges	1,15,60,474	64,69,451
	Printing & Stationary	59,23,823	28,58,691
	Auditor's Remuneration	10,20,700	9,44,000
	Insurance Charges	6,05,810	7,37,140
	Contribution to Projects	4,04,75,311	1,48,39,737
	Periodicals Expenditure	13,33,43,784	17,12,23,659
	Loss / (Gain) on Foreign Exchange Variation	(20,60,824)	4,76,480
	Interest Refunded to DAE	73,96,731	16,61,73,683
	Miscellaneous Expenditure	14,15,27,956	13,44,65,330
	Sub Total: B	**2,08,94,53,615**	**2,05,59,43,918**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI 400 005

G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

Schedule 'L,M,N,O'

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

SCHEDULE TO INCOME AND EXPENDITURE ACCOUNT FOR THE YEAR ENDED 31ST MARCH, 2023

(Amount - In Rs.)

Sch No.	Expenditure	For the Year Ended 31st March, 2023	For the Year Ended 31st March, 2022
N	**Depreciation on Properties & Others**	85,89,39,257	78,24,78,849
	Sub Total: C	**85,89,39,257**	**78,24,78,849**
O	**Provision for Retirement Benefits**		
	Gratuity	1,06,84,641	5,49,78,190
	Pension	34,76,32,095	1,40,05,34,533
	Compensated absences	6,67,09,885	15,94,25,833
	Sub Total: D	**42,50,26,621**	**1,61,49,38,556**
	Grand Total: A + B + C + D	**7,94,55,57,397**	**8,59,60,80,980**

अनुसूची 'एच'

टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान

महत्वपूर्ण लेखाकरण नीतियां / 31 मार्च, 2023 को समाप्त हुए वर्ष के लिए लेखों पर टिप्पणियां

1. पृष्ठभूमि:

टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान का पंजीकरण, बंबई न्यास अधिनियम, 1950 के अधीन वर्ष 1953 में हुआ था। संस्थान, भारत सरकार के परमाणु ऊर्जा विभाग के अंतर्गत स्वायत्त निकाय एवं राष्ट्रीय केंद्र है। यह भौतिकी, रसायनशास्त्र, जैवविज्ञान, गणित एवं कंप्यूटर विज्ञान में मूलभूत अनुसंधान करता है। संस्थान इन क्षेत्रों में स्नातकोत्तर एवं डॉक्टोरल कार्यक्रम चलाता है।

संस्थान के भिन्न केंद्र / फील्ड स्टेशन हैं, जो निम्नानुसार हैं:

1. कुलाबा कैंपस – मुंबई
2. होमी भाभा विज्ञान शिक्षा केंद्र (एचबीसीएसई) – मानखुर्द, मुंबई
3. राष्ट्रीय रेडियो खगोलभौतिकी केंद्र (एनसीआरए), पुणे
4. राष्ट्रीय जैविक विज्ञान केंद्र (एनसीबीएस) – बैंगलोर
5. अनुप्रयुक्त गणित केंद्र (कैम), बैंगलोर
6. अंतर्राष्ट्रीय सैद्धांतिक विज्ञान केंद्र (आईसीटीएस) – बैंगलोर
7. कॉस्मिक किरण प्रयोगशाला (सीआरएल), ऊटी
8. टीआईएफआर अंतर्विषयी विज्ञान केंद्र (टीसीआईएस) – हैदराबाद
9. गुब्बारा सुविधा (पीबीएल) – हैदराबाद
10. गुरुत्वीय प्रयोगशाला – गौरीबिदनूर

2. वित्तीय कथनों की तैयारी का आधार

वित्तीय कथनों को ऐतिहासिक लागत परंपरा के अंतर्गत अन्यथा विशिष्ट रुप से वर्णित न होने पर लेखाकरण के प्रोद्भवन आधार पर तैयार एवं प्रस्तुत किया गया है। ये भारत सरकार के लेखा महानियंत्रक द्वारा निर्धारित रुपरेखा एवं प्रारुप और भारतीय चार्टरित लेखाकार संस्थान (आईसीएआई) द्वारा जारी अनुप्रयोज्य लेखाकरण मानकों का अनुपालन अनुप्रयोज्य सीमा एवं अपेक्षित रुप में करते हैं।

वित्तीय कथनों के अंतर्गत तुलन पत्र, आय एवं व्यय लेखा एवं परिणामस्वरुप निर्मित अनुसूचियां, प्राप्ति एवं भुगतान कथन शामिल हैं। ये संस्थान के सभी केंद्रों / फील्ड स्टेशनों के समेकित वित्तीय कथनों को दर्शाते हैं।

3. अनुमानों का प्रयोग:

सामान्य रुप से स्वीकृत लेखाकरण सिद्धांतों के अनुरुप वित्तीय कथनों की तैयारी के लिए प्रबंधन को तुलन पत्र की तिथि के अनुसार परिसंपत्तियों एवं देयताओं की सूचित राशि को प्रभावित करने वाले अनुमान एवं आकलन करने होते हैं। इसके अतिरिक्त प्रबंधन को समाप्त हुए वर्ष के लिए राजस्वों एवं व्ययों की सूचित राशियों एवं तुलन पत्र की तिथि के अनुसार आकस्मिक देयताओं के प्रकटन (यदि कोई हैं) के संबंध में अनुमान

एवं आकलन करने होते हैं। इन वित्तीय कथनों में प्रयुक्त अनुमान एवं आकलन, वित्तीय कथनों की तिथि पर संगत तथ्यों एवं परिस्थितियों के प्रबंधन के मूल्यांकन पर आधारित होते हैं। वास्तविक परिणाम इन अनुमानों से भिन्न हो सकते हैं। लेखाकरण अनुमानों में कोई भी संशोधन को भविष्यलक्षी माना जाता है।

4. महत्वपूर्ण लेखाकरण नीतियां:

i. सहायता अनुदान:

आवर्ती एवं अनावर्ती व्ययों से संबंधित भारत सरकार की गैर-योजना एवं योजना निधियों के लिए सहायता अनुदान को प्राप्ति पर आय एवं व्यय खाते में जमा किया जाता है। पूंजीगत व्यय हेतु प्रयोग में लाई गई निधियों के भाग को पूंजीगत अनुदान खाते में जमा किया जाता है।

भारत सरकार से प्राप्त एवं मूल्यह्रासी स्थाई परिसंपत्तियों से संबंधित पूंजीगत व्यय हेतु उपयोग में लाए गए अनुदानों को आस्थगित आय के रुप में माना जाता है। इसे आय एवं व्यय लेखे में क्रमबद्ध एवं तार्किक आधार पर परिसंपत्ति के उपयोगी जीवनकाल के आधार पर मान्य किया जाता है। तद्नुसार ऐसे अनुदानों को समय के साथ आय में विनियोजित ऐसे अनुपातों में किया जाता है जिसमें उन परिसंपत्तियों पर मूल्यह्रास लिया जाता है।

विशिष्ट परियोजनाओं/उद्देश्यों के लिए भारत सरकार सहित विभिन्न एजेंसियों से प्राप्त अनुदानों/धर्मादा राशियों को प्राप्ति पर संबंधित परियोजना/विशिष्ट खातों में जमा किया जाता है। इन निधियों के निवेश पर अर्जित ब्याज को जमा किया जाता है और किए गए पूंजीगत एवं राजस्व व्यय को संबंधित परियोजना/विशेष खातों के नामे किया जाता है। संबंधित अनुदानों/धर्मादा राशियों के अंतर्गत ऊपरिव्यय खर्चों को परियोजना निधियों में डाला जाता है और इन्हें आय एवं व्यय खाते में जमा किया जाता है। परियोजना/विशेष खाते में शेष राशि को तुलन पत्र में अग्रेषित किया जाता है।

ii. अन्य आय:

ब्याज एवं किराए से प्राप्त आय को समय अनुपात आधार पर प्रोद्भूत किया जाता है। अन्य आय को भुगतान प्राप्त होने के अधिकार होने पर प्रोद्भूत किया जाता है।

iii. व्यय:

परियोजना एवं धर्मादा के अतिरिक्त व्यय को आय एवं व्यय खाते में प्रोद्भवन आधार पर डाला जाता है। हालांकि वेतन आयोग की सिफारिशों के परिणामस्वरुप महंगाई भत्ते एवं वेतन संशोधन में परिवर्तनों का निर्धारण नगदी आधार पर किया जाता है। जो उपकरण पूंजीगत श्रेणी में नहीं आते हैं उनकी खरीद (एनहांसमेंट) पर व्यय को आय एवं व्यय खाते में डाला जाता है।

iv. स्थाई परिसंपत्तियां एवं मूल्यह्रास:

विशिष्ट परियोजनाओं / उद्देश्यों के लिए अनुदान/धर्मादा निधियों से अर्जित स्थाई परिसंपत्तियों को संबंधित परियोजना / विशेष लेखे में रखा जाता है। संबंधित परियोजना के पूर्ण होने पर इन परिसंपत्तियों को 1/- रु. के नाममात्र के मूल्य पर स्थाई परिसंपत्तियों में स्थानांतरित किया जाता है।

स्थाई परिसंपत्तियों का वर्णन लागत कम संचित मूल्यह्रास पर किया जाता है।

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH / मूलभूत अनुसंधान संस्थान / MUMBAI
G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

स्थाई परिसंपत्तियों पर मूल्यह्रास को अवलिखित मूल्य पद्धति के अंतर्गत निम्नलिखित दरों पर प्रबंधन द्वारा निर्धारित परिसंपत्तियों के उपयोगी जीवनकालों के आधार पर उपलब्ध कराया जाता है:

परिसंपत्ति	मूल्यह्रास की दर
इमारतें	5%
प्रयोगशाला उपकरण	15%
अन्य उपकरण	15%
मोटर वाहन	15%
फर्नीचर एवं फिक्चर्स	10%
पुस्तकालय पुस्तकें एवं पीरियोडिकल्स	60%
कंप्यूटर्स एवं पेरीफेरल्स	60%

वर्ष के दौरान क्रय की गईं परिसंपत्तियों पर मूल्यह्रास को पूरे वर्ष के लिए उपलब्ध कराया जाता है न कि क्रय की तिथि के आधार पर।

रद्दीकरण / निपटान के लिए मानी गईं परिसंपत्तियों को बट्टे खाते में पहचान किए जाने पर डाला जाता है। विक्रय की गईं / रद्द की गईं परिसंपत्तियों पर मूल्यह्रास को रद्दीकरण / निपटान के वर्ष में उपलब्ध नहीं कराया जाता है।

10,000/- रु. तक की पृथक लागत वाली सभी परिसंपत्तियों को जहां उपयोगी जीवनकाल 5 वर्ष से कम माना जाता है, को आय एवं व्यय लेखे में डाला जाता है।

v. **उपलब्ध भंडार मदें:**

उपलब्ध भंडार मदों का मूल्यांकन, अचल स्टॉक के लिए लागत कम प्रावधान पर किया जाता है। लागत का निर्धारण भारित औसत पद्धति का प्रयोग करके सभी इकाइयों में किया जाता है।

vi. **कराधान:**

संस्थान को आयकर अधिनियम, 1961 की धारा 12ए के अंतर्गत कराधान से छूट प्राप्त है।

vii. **विदेशी विनिमय लेनदेन :**

क. विदेशी मुद्रा में किए गए लेनदेन की गणना, लेनदेन की तिथि पर लागू विनिमय दर पर की जाती है।

ख. विदेशी मुद्रा में मौद्रिक परिसंपत्तियों और देयताओं को वर्षांत पर लागू विनिमय दर में परिवर्तित किया जाता है एवं परिणामकारी लाभ/हानि की गणना आय एवं व्यय लेखे में या मामले के अनुसार संबंधित परियोजना / विशेष लेखों में की जाती है।

viii. **कर्मचारी लाभ:**

<u>वर्णित लाभ योजनाएं:</u>

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH मुंबई / MUMBAI 400 005.
G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

संस्थान अपने कर्मचारियों को उनके त्यागपत्र या सेवानिवृत्ति पर पेंशन, ग्रेच्युटी एवं अवकाश भुनाने की देयता के लाभ उपलब्ध कराता है। इनका वर्णन लाभ योजनाओं के रुप में किया जाता है।

पेंशन, ग्रेच्युटी एवं अवकाश भुनाने के लिए देयता को प्रोद्भूत, बीमांकिक मूल्यांकन के आधार पर किया जाता है जिसका निर्धारण लेखाकरण मानक 15 के अनुसार परियोजित इकाई ऋण पद्धति के अंतर्गत होता है (संशोधित 2005)। बीमांकिक लाभों या हानियों को आय एवं व्यय लेखे में डाला जाता है।

वर्णित अंशदान योजना:

संस्थान, पात्र कर्मचारियों के वेतन के निश्चित प्रतिशत का अंशदान भविष्य निधि में करता है। यह निधि, पृथक संस्थान (टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान भविष्य निधि या 'पीएफ' न्यास के रुप में उल्लिखित) द्वारा चलाई जाती है। इसकी स्थापना इस उद्देश्य के लिए या भारत सरकार द्वारा स्थापित नई अंशदायी पेंशन निधि के लिए की गई है। भविष्य निधि / नई अंशदायी पेंशन निधि में संस्थान के अंशदान को आय एवं व्यय लेखे में डाला जाता है।

ix. प्रावधान एवं आकस्मिकताएं:

प्रावधान को तब मान्य किया जाता है जब संस्थान की अतीत के किसी घटनाक्रम के परिणामस्वरुप वर्तमान में बाध्यता होती है। संसाधनों की प्रचुरता, बाध्यता को पूरा करने के लिए आवश्यक हो सकती है जिसके संबंध में विश्वसनीय अनुमान किए जा सकें। प्रावधानों में छूट उनके वर्तमान मूल्य पर नहीं दी जाती है एवं उनका निर्धारण तुलन पत्र तिथि को बाध्यता के निपटान के लिए आवश्यक सर्वोत्तम अनुमान के आधार पर किया जाता है। इनकी समीक्षा प्रत्येक तुलन पत्र तिथि को की जाती है व इनका समायोजन वर्तमान के सर्वोत्तम अनुमानों को दर्शाने के लिए किया जाता है।

दावों, मुकदमा, विश्लेषण, जुर्मानों, दंडों आदि से उत्पन्न आकस्मिक हानियों को तब रिकार्ड किया जाता है जब यह संभावित हो कि देयता हुई हो एवं राशि का उपयुक्त रुप से अनुमान लगाया जा सके।

आकस्मिक देयता के लिए प्रकटन तब किया जाता है जब संभावित बाध्यता या वर्तमान बाध्यता में संभवत: संसाधनों की प्रचुरता की आवश्यकता न हो।

जब संभावित बाध्यता या वर्तमान बाध्यता में संसाधनों की प्रचुरता की संभावना क्षीण हो तो कोई भी प्रावधान या प्रकटन नहीं किया जाता है।

5. लेखों पर टिप्पणियां:

1. अनुदान:

वित्तीय वर्ष 2022-2023 के दौरान संस्थान ने परमाणु ऊर्जा विभाग से 758,15,76,735/- रु. के अनुदान प्राप्त किए हैं। निधि के प्रयोग के विवरणों का सारांश निम्नानुसार है:

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH / टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान
मुंबई / MUMBAI
400 005
G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

(राशि रुपये में)

निधियों का प्रयोग	वर्तमान वर्ष 2022-23	पूर्व वर्ष 2021-22
राजस्व	646,28,56,469	561,62,38,901
पूंजीगत	111,87,20,266	69,07,73,783
कुल	**758,15,76,735**	**630,70,12,684**

2. संस्थान द्वारा प्रारंभ की गई विभिन्न बाह्य परियोजनाओं (तुलन पत्र की अनुसूची ख के अनुसार) के लिए विभिन्न प्राधिकारियों से प्राप्त अनुदानों की इकाईवार कुल शेष राशियां निम्नानुसार हैं:

क्र. सं.	इकाइयां/फील्ड स्टेशन	वर्तमान वर्ष 2022-23		पूर्व वर्ष 2021-22	
		परियोजनाओं की संख्या	कुल शेष राशियां	परियोजनाओं की संख्या	कुल शेष राशियां
1	मुंबई मुख्यालय	139	36,01,26,237	156	43,77,56,892
2	एनसीआरए - पुणे	4	1,82,67,912	2	4,39,94,384
3	कैम - बैंगलुरू	9	1,61,82,378	9	1,62,09,724
4	एनसीबीएस - बैंगलुरू	215	50,24,29,611	184	42,65,17,673
5	पीबीएल - हैदराबाद	2	13,74,924	2	16,90,798
6	टीसीआईएस - हैदराबाद	93	17,58,20,355	81	27,54,28,885
7	आईसीटीएस - बैंगलुरू	39	25,11,24,550	40	24,91,24,698
8	एचबीसीएसई – मानखुर्द	12	2,79,09,363	13	4,61,89,161
	कुल	**513**	**135,32,35,330**	**487**	**149,69,12,215**

3. वर्ष के दौरान आईसीएआई द्वारा जारी लेखाकरण मानक 12 "सरकारी अनुदानों के लिए लेखाकरण" के अनुपालन में संस्थान ने भारत सरकार से प्राप्त अनुदानों के लेखाकरण के लिए अपनी नीति को परिवर्तित किया है। संस्थान ने अनुदानों का उपयोग पूंजीगत व्यय हेतु किया है जो मूल्यह्रासी स्थाई परिसंपत्तियों से संबंधित हैं। तद्नुसार ऐसे अनुदानों का विनियोजन आय एवं व्यय लेखे में समय के साथ किया जाता है एवं ऐसे अनुपातों में किया जाता है जिनमें उन परिसंपत्तियों पर मूल्यह्रास को लिया जाता है। परिवर्तन के प्रभाव को निम्नानुसार व्यक्त किया जाता है:

(राशि रुपये में)

आस्थगित आय	वित्तीय वर्ष 2022-23	31.03.2022 तक
पूंजीगत अनुदान में कमी एवं राजस्व अनुदान में बढ़ोत्तरी	85,89,39,257	1238,06,40,790

विवरणों के लिए कृपया वित्तीय कथनों की अनुसूची ए देखें।

4. दिनांक 31.03.2023 को मुंबई, टीसीआईएस एवं एनसीबीएस के 'बंद परियोजना स्थाई परिसंपत्ति खाते' में 141,66,27,693/- रु. का जमा शेष (31.03.2022 को 138,14,28,983/- रु.) था। यह बंद हो चुकी विशिष्ट परियोजनाओं के लिए अर्जित परिसंपत्तियों को दर्शाता है। हालांकि इन

परिसंपत्तियों को नीति के अनुसार संस्थान के स्थाई परिसंपत्ति रजिस्टर में 1/- रु. के नाममात्र के मूल्य पर स्थानांतरित किया गया है।

5. टीसीआईएस, हैदराबाद में वित्तीय वर्ष 2022-23 के दौरान आय एवं व्यय में प्रभारित मूल्यह्रास में 8,22,947/- रु. जमा शेष है। यह पूर्व वित्तीय वर्ष 2021-22 में परिसंपत्तियों के पूर्व उपयोग के आधार पर परिवर्तित किया गया है।

6. **कर्मचारी लाभ :**

क. वर्णित अंशदान योजनाएं :

संस्थान का पात्र कर्मचारियों की भविष्य निधि एवं नई अंशदायी पेंशन निधि में अंशदान निम्नानुसार है:

(राशि रुपये में)

विवरण	वर्तमान वर्ष 2022-23	पूर्व वर्ष 2021-22
भविष्य निधि	89,640	शून्य
नई अंशदायी पेंशन योजना	13,30,20,528	10,70,84,690
कुल	**13,31,10,168**	**10,70,84,690**

ख. वर्णित लाभ योजना :

1. <u>ग्रेच्युटी:</u>

ग्रेच्युटी योजना का वर्णन:

संस्थान अपने पात्र कर्मचारियों को ग्रेच्युटी देता है जो कि वर्णित लाभ सेवानिवृत्ति योजना है। ग्रेच्युटी योजना के अंतर्गत कर्मचारियों को एकमुश्त राशि का भुगतान किया जाता है। यह भुगतान सेवानिवृत्ति, मृत्यु, अशक्तता, सेवा समाप्ति पर कर्मचारियों के वेतन एवं सेवाकाल पर आधारित राशियों से किया जाता है। ग्रेच्युटी देयता को संस्थान वित्तीय सहायता नहीं देता है। ग्रेच्युटी का भुगतान सरकारी कर्मचारियों को लागू नियमों के अनुसार किया जाता है।

(राशि रुपये में)

	विवरण	वर्तमान वर्ष 2022-23	पूर्व वर्ष 2021-22
a)	**वर्णित लाभ बाध्यताओं में परिवर्तन**		
	वर्ष के प्रारंभ में देयता	**114,79,48,583**	**109,29,70,393**
	वर्तमान सेवा लागत	5,23,68,994	5,00,36,709
	ब्याज लागत	8,29,96,683	7,48,68,472
	पूर्व सेवा लागत – अवधि के दौरान हुए निहित लाभ	-	-
	भुगतान किए गए लाभ	(6,06,12,000)	(6,24,00,374)
	बाध्यताओं पर बीमांकिक (लाभ)/हानि	(6,40,69,036)	(75,26,617)
	वर्षांत पर देयता	**115,86,33,224**	**114,79,48,583**
b)	**योजना परिसंपत्तियों का उचित मूल्य**	-	-

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH मुंबई / MUMBAI 400 005
G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

(राशि रुपये में)

विवरण		वर्तमान वर्ष 2022-23	पूर्व वर्ष 2021-22
c)	**योजना परिसंपत्तियों पर वास्तवीक प्रतिफल**	-	-
d)	**तुलन पत्र में मान्य राशि**		
	वर्षांत पर देयता	115,86,33,224	114,79,48,583
	वर्षांत पर योजना परिसंपत्तियों का उचित मूल्य	-	-
	तुलन पत्र देयता / (परिसंपत्तियों) में मान्य राशि	115,86,33,224	114,79,48,583
e)	**आय कथन में मान्य व्यय**		
	वर्तमान सेवा लागत	5,23,68,994	5,00,36,709
	ब्याज लागतें	8,29,96,683	7,48,68,472
	योजना परिसंपत्तियों पर प्रत्याशित प्रतिफल	-	-
	पूर्व सेवा लागत – अवधि के दौरान हुए निहित लाभ	-	-
	कुल बीमांकिक (लाभ) / हानि को मान्य किया जाए	(6,40,69,036)	(75,26,617)
	आय एवं व्यय लेखे में मान्य व्यय	7,12,96,641	11,73,78,564
f)	**आगामी वर्ष के दौरान परियोजित अंशदान**	-	-
g)	**तुलन पत्र समाधान**		
	प्रारंभिक कुल देयता	114,79,48,583	109,29,70,393
	उपर्युक्त के अनुसार व्यय	7,12,96,641	11,73,78,564
	भुगतान किए गए लाभ	(6,06,12,000)	(6,24,00,374)
	बंद कुल देयता	115,86,33,224	114,79,48,583
h)	**बीमांकिक पूर्वानुमान**		
	छूट दर (प्रति वर्ष)	7.50%	7.23%
	वेतन बढ़ोत्तरी (प्रति वर्ष)	7.00%	7.00%
	सभी सेवा समूहों के लिए एट्रिशन दर (प्रति वर्ष)	2.00%	2.00%
i)	**अनुभव समायोजन**		
	बाध्यताओं पर बीमांकिक (लाभ)/हानियां	(4,41,13,977)	2,77,97,392
	योजना परिसंपत्तियों पर बीमांकिक लाभ / (हानियां)	-	-

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
मुंबई / MUMBAI
400 005
G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

टिप्पणी :

i. सेवानिवृत्ति ग्रेच्युटी लेखे में प्रतिनियुक्ति पर कार्यरत कर्मचारियों से संबंधित कुछ राशियां भी सम्मिलित होती हैं।

2. <u>विशेषाधिकार अवकाश भुनाना (कर्मचारियों के प्रतिपूरक अवकाश) :</u>

संस्थान अपने कर्मचारियों द्वारा संग्रहित विशेषाधिकार अवकाश को सेवानिवृत्ति, सेवा-विमुक्ति एवं सेवा के दौरान भुनाने की अनुमति देता है। समाप्त न हुए अवकाश की देयता का निर्धारण किया जाता है एवं तुलन पत्र तिथि को बीमांकिक मूल्यांकन के आधार पर इसे उपलब्ध कराया जाता है। विशेषाधिकार अवकाश देयता को वित्तीय सहायता उपलब्ध नहीं कराई जाती है।

क) मूल्यांकन तिथि पर बीमांकिक पूर्वानुमान

विवरण	वर्तमान वर्ष 2022-23	पूर्व वर्ष 2021-22
छूट दर	7.50% p.a.	7.23% p.a.
वेतन बढ़ोत्तरी दर	7.00% p.a.	7.00% p.a.

ख) तुलन पत्र में मान्य राशि और कुल देयता में गतिविधियां:

(राशि रुपये में)

विवरण	वर्तमान वर्ष 2022-23	पूर्व वर्ष 2021-22
प्रतिपूरक अवकाश (एक्स) का प्रारंभिक शेष	116,47,94,260	100,53,68,427
प्रतिपूरक अवकाश का वर्तमान मूल्य (बीमांकिक मूल्यांकन के अनुसार) (वाई) 31.03.2023 की स्थिति के अनुसार	123,15,04,145	116,47,94,260
र्ष के लिए मान्य प्रतिपूरक अवकाश की वित्तीय सहायता न प्राप्त देयता (वाई-एक्स)	6,67,09,885	15,94,25,833

3. <u>पेंशन:</u>

(राशि रुपये में)

विवरण	वर्तमान वर्ष 2022-23	पूर्व वर्ष 2021-22
क) वर्णित लाभ बाध्यताओं में परिवर्तन		
वर्ष के प्रारंभ में देयता	**1543,64,52,734**	**1403,59,18,201**
वर्तमान सेवा लागत	2,36,83,575	3,72,76,006
ब्याज लागत	114,22,97,502	97,26,89,131
भुगतान किए गए लाभ	(85,46,24,000)	(71,49,98,127)
बाध्यताओं पर बीमांकिक (लाभ) / हानि	3,62,75,018	110,55,67,523

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH मुंबई / MUMBAI 400 005.
G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

वर्षांत पर देयता	**1578,40,84,829**	**1543,64,52,734**
ख) योजना परिसंपत्तियों का उचित मूल्य	-	-
ग) योजना परिसंपत्तियों पर वास्तविक प्रतिफल		
	-	-
घ) तुलन पत्र में मान्य राशि		
वर्षांत पर देयता	1578,40,84,829	1543,64,52,734
वर्षांत पर योजना परिसंपत्तियों का उचित मूल्य	-	-
तुलन पत्र देयता / (परिसंपत्ति) में मान्य राशि	**1578,40,84,829**	**1543,64,52,734**
ङ) आय कथन में मान्य व्यय		
वर्तमान सेवा लागत	2,36,83,575	3,72,76,006
ब्याज लागतें	114,22,97,502	97,26,89,131
योजना परिसंपत्तियों पर प्रत्याशित प्रतिफल	-	-
कुल बीमांकिक (लाभ)/हानि को मान्य किया जाए	3,62,75,018	110,55,67,523
आय एवं व्यय लेखे में मान्य व्यय	**120,22,56,095**	**211,55,32,660**
च) अगले वर्ष के दौरान परियोजित अंशदान		
छ) तुलन पत्र समाधान		
प्रारंभिक कुल देयता	1543,64,52,734	1403,59,18,201
उपर्युक्त के अनुसार व्यय	120,22,56,095	211,55,32,660
भुगतान किए गए लाभ	(85,46,24,000)	(71,49,98,127)
समाप्त कुल देयता	**1578,40,84,829**	**1543,64,52,734**
ज) बीमांकिक पूर्वानुमान		
छूट दर (प्रति वर्ष)	7.53%	7.41%
वेतन बढ़ोत्तरी (प्रति वर्ष)	7.00%	7.00%
सभी सेवा समूहों के लिए एट्रिशन दर (प्रति वर्ष)	2.00%	2.00%
झ) अनुभव समायोजन		
बाध्यताओं पर बीमांकिक (लाभ)/हानियां	25,16,65,639	191,22,27,535
योजना परिसंपत्तियों पर बीमांकिक लाभ / (हानियां)	-	-

टिप्पणी:

i. सेवानिवृत्ति पेंशन खाते में प्रतिनियुक्ति पर कार्यरत कर्मचारियों से संबंधित अनेक राशियां भी सम्मिलित हैं।

7. संस्थान की स्थाई जमा राशियों में मुंबई मुख्यालय में 15,82,31,056/- लाख रु. की राशि सम्मिलित है। यह राशि उद्दिष्ट निधियों को दर्शाती है जो अगले वित्तीय वर्ष की तात्कालिक प्रतिबद्धताओं के लिए अलग रखी गई है।

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH / मूलभूत अनुसंधान संस्थान
MUMBAI 400 005
G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

8. 'न्यास के उद्देश्य पर 'व्यय' शीर्ष के अंतर्गत टीआईएफआर, मुंबई मुख्यालय के 'संगोष्ठी, सम्मेलन एवं कार्यक्रम' व्ययों में निम्नलिखित शामिल हैं (अनुसूची एम):

लेखा कोड्स	राशि रु. में
राष्ट्रीय गणित केंद्र व्यय लेखा (एनसीएमई)	90,15,533
संगोष्ठी व्यय लेखा (सीओएनएफ)	36,53,993

इन्हें वर्ष 2022-23 के दौरान हुए व्ययों के लिए संबंधित परियोजना सह-समन्वयक से प्राप्त उपयोगिता प्रमाणपत्र के आधार पर व्यय किया गया है।

9. सभी ज्ञात देयताओं (इनमें आकस्मिक या अन्य शामिल हैं) पर विचार किया गया है एवं संस्थान पर कोई अन्य देयताएं या दावे नहीं हैं जिन्हें 31 मार्च, 2023 को देनदारी के रुप में न माना गया हो। इसमें अपवाद निम्नानुसार हैं:

   - तेलंगाना सरकार (आंध्रप्रदेश) ने 209 एकड़ भूमि को टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान (टीआईएफआर, हैदराबाद) के पक्ष में वर्ष 2009 में किया। इसे लेखा पुस्तकों में दर्ज नहीं किया गया है। कुल 209 एकड़ भूमि में से 3 अदालती याचिकाओं को तेलंगाना उच्च न्यायालय एवं रंगा रेड्डी जिला न्यायालय में दायर किया गया है। यह 3.30 एकड़ के संबंध में है।

10. पूर्व वर्ष के आंकड़ों को वर्तमान वर्ष के प्रस्तुतिकरण के लिए आवश्यकतानुसार पुनर्समूहित किया गया है।

समसंख्यक तिथि को हमारे प्रतिवेदन के अनुसार,

जी.डी. आप्टे एण्ड कंपनी के लिए
चार्टरित लेखाकार
फर्म पंजीकरण संख्या: 100515डब्ल्यू

सी.ए. चेतन सप्रे
पार्टनर
सदस्यता सं.: 116952

कर्नल राजीव आनंद (से.नि.)
कुलसचिव

टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान के लिए

प्रो. जयराम एन. चेंगलूर
निदेशक

दिनांक: 03 अगस्त, 2023
स्थान: मुंबई

SCHEDULE 'H'

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

SIGNIFICANT ACCOUNTING POLICIES / NOTES ON ACCOUNTS FOR THE YEAR ENDED 31ST MARCH, 2023

1. Background:

Tata Institute of Fundamental Research ('the Institute') is an Institute registered under the Bombay Trusts Act, 1950 in the year 1953. The Institute is an autonomous body and National Center under the Department of Atomic Energy, Government of India and is involved in fundamental research in Physics, Chemistry, Biology, Mathematics and Computer Science. The Institute offers Master's and Doctoral programs in these fields.

The Institute has different Centers / Field Stations as follows:

1. Colaba Campus – Mumbai
2. Homi Bhaba Centre for Science Education (HBCSE) – Mankhurd, Mumbai
3. National Centre For Radio Astrophysics (NCRA) –Pune
4. National Centre for Biological Sciences (NCBS)- Bangalore
5. Centre for Applied Mathematics (CAM)- Bangalore
6. International Centre for Theoretical Sciences (ICTS) - Bangalore
7. Cosmic Ray Laboratory (CRL)- Ooty
8. TIFR Centre for Interdisciplinary Sciences (TCIS) – Hyderabad
9. Balloon Facility (PBL)- Hyderabad
10. Gravitational Laboratory- Gauribidnur

2. Basis of preparation of financial statements:

The financial statements have been prepared and presented under the historical cost convention, unless otherwise specifically stated, on the accrual basis of accounting, and comply with the framework and format laid down by the Controller General of Accounts, Government of India & applicable accounting standards issued by the Institute of Chartered Accountants of India ('ICAI'), to the extent applicable and in the manner so required.

The financial statements comprising of Balance sheet, Income and Expenditure A/c, and schedules forming part thereof, Statement on Receipts and Payments, represents the consolidated financial statements of all the Centers / field stations of the Institute.

3. Use of estimates:

The preparation of the financial statements in conformity with generally accepted accounting principles requires management to make estimates and assumptions that affect the reported amount of assets and liabilities as of the balance sheet date, reported amounts of revenues and expenses for the year ended and disclosure of contingent liabilities, if any, as of the balance sheet date. The estimates and assumptions used in these financial statements are based upon management's evaluation of the relevant facts and circumstances as on the date of the financial statements. Actual results may differ from those estimates. Any revision to accounting estimates is recognized prospectively.

4. Significant Accounting Policies:

i. Grants in Aid:

Grants-in-Aid for Non-Plan and Plan funds of Government of India related to recurring and non-recurring expenditures are credited to Income & Expenditure Account on receipt. The portion of funds utilized towards capital expenditure is credited to Capital Grant Account.

Grants received from Government of India and utilized towards capital expenditure related to depreciable fixed assets are treated as deferred income which is recognized in the Income

and Expenditure Account on a systematic and rational basis over the useful life of the asset and accordingly, such grants are allocated to income over the periods and in the proportions in which depreciation on those assets is charged.

Grants / Endowments received from various agencies including Government of India for specified projects / purposes are credited to respective project / special accounts on receipt. Interest earned on investment out of these funds is credited, and capital and revenue expenditure incurred is debited to the respective project / special accounts. Overhead charges as specified under the respective Grants / Endowments is charged to the project funds and credited to Income and Expenditure Account. The balance in the project / special account is carried forward in the balance sheet.

ii. Other Income:

Interest and Rental Incomes are accrued on a time proportion basis. Other Income is accrued as and when the right to receive payment is established.

iii. Expenditure:

Expenditure other than project and endowment is charged to the Income & Expenditure account on accrual basis. However, changes to Dearness allowance and pay revision consequent to Pay Commission recommendations are determined on cash basis. Expenditure incurred on enhancement to Equipment not being capital in nature is charged to Income & Expenditure Account.

iv. Fixed Assets and Depreciation:

Fixed Assets acquired out of Grant / endowment funds for specified projects / purposes are charged to the respective project / special account. On completion of the respective project, these assets are transferred to Fixed Assets at a nominal value of Re.1/-.

Fixed assets are stated at cost less accumulated depreciation.

Depreciation on fixed assets is provided, under the written down value method, based on useful lives of assets determined by the management at the following rates:

Asset	Rate of depreciation
Buildings	5%
Laboratory Equipment	15%
Other Equipment	15%
Motor Vehicles	15%
Furniture & Fixtures	10%
Library Books & Periodicals	60%
Computers & Peripherals	60%

Depreciation on assets purchased during the year is provided for the full year irrespective of the date of purchase.

Assets identified for discard / disposal are written-off on identification. Depreciation on assets sold / discarded is not provided in the year of discard / disposal.

All assets individually costing up to Rs.10,000 and where the useful life is determined to be below 5 years are charged to Income & Expenditure Account.

v. Stores on hand:

Stores-in-hand are valued at Cost less provision for non-moving stock. Cost is determined using the Weighted Average Method at all the units.

vi. Taxation:

The Institute is exempt from Taxation under Section 12A of the Income Tax Act, 1961.

vii. Foreign Exchange Transactions:

a) Transactions denominated in foreign currency are accounted at the exchange rate prevailing at the date of the transaction.

b) Monetary assets and liabilities denominated in foreign currency are converted at the exchange rate prevailing as at year end and the resultant gain / loss is accounted in the Income & Expenditure account or the respective project / special accounts as the case may be.

viii. Employee benefits:

Defined Benefit Plans:

The Institute provides Pension, Gratuity and Leave encashment, which are defined benefit plans, to its employees on their resignation or retirement.

The liability for pension, gratuity and leave encashment is accrued based on actuarial valuation determined under Projected Unit Credit method as per Accounting Standard 15 (Revised 2005). Actuarial gains or losses are recognized in the Income and Expenditure Account.

Defined Contribution Plan:

The Institute contributes a fixed percentage of eligible employee's salary to the Provident Fund administered by a separate Institute (Tata Institute of Fundamental Research Provident Fund or referred to as 'PF Trust') established for this purpose or to the New Contributory Pension Fund established by the Government of India. The Institute's contribution to the Provident Fund / New Contributory Pension Fund is charged to Income & Expenditure account.

ix. Provisions and Contingencies:

A provision is recognized when the Institute has a present obligation as a result of past event; it is probable that an outflow of resources will be required to settle the obligation, in respect of which a reliable estimate can be made. Provisions are not discounted to their present value and are determined based on best estimate required to settle the obligation at the balance sheet date. These are reviewed at each balance sheet date and adjusted to reflect the current best estimates.

Contingent losses arising from claims, litigation, assessment, fines, penalties, etc. are recorded when it is probable that a liability has been incurred and the amount can be reasonably estimated.

A disclosure for a contingent liability is made when there is a possible obligation or a present obligation that may, but probably will not require an outflow of resources.

When there is a possible obligation or a present obligation in respect of which the likelihood of outflow of resources is remote, no provision or disclosure is made.

5. Notes on Accounts:

1. Grants:

During the Financial year 2022-2023, the Institute has received Grants amounting to Rs. 758,15,76,735 from the Department of Atomic Energy. The summarized detail of its application of fund is as follows:

(Amount in Rs.)

Application of Funds	CY 2022-23	PY 2021-22
Revenue	646,28,56,469	561,62,38,901
Capital	111,87,20,266	69,07,73,783
Total	**758,15,76,735**	**630,70,12,684**

2. The unit wise aggregate net balances of grants received from different authorities for various external projects undertaken by the Institute [as per Schedule B of the Balance Sheet] is as follows:

Sr. No.	Units / Field Stations	CY 2022-23		PY 2021-22	
		No of Projects	Net Balances	No of Projects	Net Balances
1	Mumbai H.O.	139	36,01,26,237	156	43,77,56,892
2	NCRA – Pune	4	1,82,67,912	2	4,39,94,384
3	CAM – Bengaluru	9	1,61,82,378	9	1,62,09,724
4	NCBS – Bengaluru	215	50,24,29,611	184	42,65,17,673
5	PBL- Hyderabad	2	13,74,924	2	16,90,798
6	TCIS – Hyderabad	93	17,58,20,355	81	27,54,28,885
7	ICTS – Bengaluru	39	25,11,24,550	40	24,91,24,698
8	HBCSE – Mankhurd	12	2,79,09,363	13	4,61,89,161
Total		**513**	**135,32,35,330**	**487**	**149,69,12,215**

3. During the year, to be in compliance with Accounting Standard 12 "Accounting for Government Grants" issued by ICAI, the Institute has changed its policy for accounting of Grants received from Government of India and utilized towards capital expenditure related to depreciable fixed assets and accordingly, such grants are allocated to Income & Expenditure Account over the periods and in the proportions in which depreciation on those assets is charged. The impact of change is disclosed as follows:

(Amount in Rs.)

Deferred Income	FY 2022-2023	Up to 31.03.2022
Reduction in Capital Grant and increase in Revenue Grant	85,89,39,257	1238,06,40,790

For details, please refer to Schedule A of the Financial Statements.

4. The 'Closed Project Fixed Asset Account' amounting to Rs. 141,66,27,693 – of Mumbai, TCIS and NCBS as on 31.03.2023 (Rs. 138,14,28,983 as on 31.03.2022) represents the assets acquired for the specified projects, which are closed. However, these assets have been transferred to Fixed Asset Register of the Institute at nominal value of Re. 1, as per the policy.

5. In TCIS, Hyderabad, Depreciation charged to income and expenditure during the financial year 2022-23 includes Rs. 8,22,947/- reversed on account of early capitalization of assets in the previous financial year 2021-22.

6. Employee benefits:

a. Defined Contribution Schemes:

The Institutes contribution towards eligible employees' provident fund and towards New Contributory Pension fund is as follows:

(Amount in Rs.)

Particulars	CY 2022-23	PY 2021-22
Provident Fund	89,640	Nil
New Contributory Pension Scheme	13,30,20,528	10,70,84,690
Total	**13,31,10,168**	**10,70,84,690**

b. Defined Benefit Scheme:

1. Gratuity:

Description of the Gratuity Plan:

The Institute provides for gratuity a defined benefit retirement plan covering eligible employees. Gratuity plan provides for a lump sum payment to employees on retirement, death, incapacitation, termination of employment, of amounts that are based on salaries and tenure of the employees. The gratuity liability is not funded by the Institute. Gratuity is paid is as per the rules applicable for Government employees.

(Amount in Rs.)

	Particulars	CY 2022-2023	PY 2021-2022
a)	**Change in defined benefit obligations**		
	Liability at the beginning of the year	**114,79,48,583**	**109,29,70,393**
	Current service cost	5,23,68,994	5,00,36,709
	Interest cost	8,29,96,683	7,48,68,472
	Past Service Cost - Vested Benefit Incurred During the Period	-	-
	Benefits paid	(6,06,12,000)	(6,24,00,374)
	Actuarial (gain) / loss on obligations	(6,40,69,036)	(75,26,617)
	Liability at the end of the year	**115,86,33,224**	**114,79,48,583**
b)	**Fair value of plan assets**	-	-
c)	**Actual return on plan assets**	-	-
d)	**Amount recognized in the balance sheet**		
	Liability at the year end	**115,86,33,224**	**114,79,48,583**
	Fair value of plan assets at the year end	-	-
	Amount recognized in the balance sheet Liability / (assets)	**115,86,33,224**	**114,79,48,583**
e)	**Expense recognized in the Income Statement**		
	Current service cost	5,23,68,994	5,00,36,709
	Interest costs	8,29,96,683	7,48,68,472
	Expected Return on plan assets	-	-

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI 400 005.
G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

(Amount in Rs.)

	Particulars	CY 2022-2023	PY 2021-2022
	Past Service Cost - Vested Benefit Incurred During the Period	-	-
	Net Actuarial (Gain) / Loss be recognized	(6,40,69,036)	(75,26,617)
	Expense recognized in the Income & Expenditure Account	**7,12,96,641**	**11,73,78,564**
f)	**Projected Contribution during the next Year**	-	-
g)	**Balance Sheet Reconciliation**		
	Opening Net Liability	114,79,48,583	109,29,70,393
	Expense as above	7,12,96,641	11,73,78,564
	Benefit paid	(6,06,12,000)	(6,24,00,374)
	Closing Net Liability	**115,86,33,224**	**114,79,48,583**
h)	**Actuarial Assumptions**		
	Discount Rate (p.a.)	7.50%	7.23%
	Salary Escalation (p.a.)	7.00%	7.00%
	Attrition Rate for All Service Groups (p.a.)	2.00%	2.00%
i)	**Experience Adjustments**		
	Actuarial (Gains)/Losses on Obligations	(4,41,13,977)	2,77,97,392
	Actuarial Gains/(Losses) on Plan Assets	-	-

Note:

i. The Retiring Gratuity account also includes certain amounts related to deputed employees.

2. <u>Privileged Leave Encashment (Compensated Absences for Employees)</u>:

The Institute permits encashment of privileged leave accumulated by its employees on retirement, separation and during the course of service. The liability for unexpired leave is determined and provided on the basis of actuarial valuation at the Balance Sheet date. The privileged leave liability is not funded.

a) Actuarial Assumptions at the Valuation date

Particulars	CY 2022-2023	PY 2021-2022
Discount Rate	7.50% p.a.	7.23% p.a.
Salary Escalation Rate	7.00% p.a.	7.00% p.a.

b) Amount recognized in Balance Sheet and movements in net liability:

(Amount in Rs.)

Particulars	CY 2022-2023	PY 2021-2022
Opening Balance of Compensated Absences (X)	116,47,94,260	100,53,68,427
Present value of Compensated Absences (As per actuary valuation) (Y) as on 31.03.2023	123,15,04,145	116,47,94,260
Unfunded liability of Compensated Absences recognized for the year (Y – X)	6,67,09,885	15,94,25,833

3. **Pension:**

(Amount in Rs.)

	Particulars	CY 2022-2023	PY 2021-2022
a)	**Change in defined benefit obligations**		
	Liability at the beginning of the year	**1543,64,52,734**	**1403,59,18,201**
	Current service cost	2,36,83,575	3,72,76,006
	Interest cost	114,22,97,502	97,26,89,131
	Benefits paid	(85,46,24,000)	(71,49,98,127)
	Actuarial (gain) / loss on obligations	3,62,75,018	110,55,67,523
	Liability at the end of the year	**1578,40,84,829**	**1543,64,52,734**
b)	**Fair value of plan assets**	-	-
c)	**Actual return on plan assets**	-	-
d)	**Amount recognized in the balance sheet**		
	Liability at the year end	1578,40,84,829	1543,64,52,734
	Fair value of plan assets at the year end	-	-
	Amount recognized in the balance sheet Liability / (Asset)	**1578,40,84,829**	**1543,64,52,734**
e)	**Expense recognized in the Income Statement**		
	Current service cost	2,36,83,575	3,72,76,006
	Interest costs	114,22,97,502	97,26,89,131
	Expected Return on plan assets	-	-
	Net Actuarial (Gain) / Loss be recognized	3,62,75,018	110,55,67,523
	Expense recognized in the Income & Expenditure Account	**120,22,56,095**	**211,55,32,660**
f)	**Projected Contribution during the next Year**	-	-
g)	**Balance Sheet Reconciliation**		
	Opening Net Liability	1543,64,52,734	1403,59,18,201
	Expense as above	120,22,56,095	211,55,32,660
	Benefit paid	(85,46,24,000)	(71,49,98,127)
	Closing Net Liability	**1578,40,84,829**	**1543,64,52,734**
h)	**Actuarial Assumptions**		
	Discount Rate (p.a.)	7.53%	7.41%
	Salary Escalation (p.a.)	7.00%	7.00%
	Attrition Rate for All Service Group (p.a.)	2.00%	2.00%
i)	**Experience Adjustments**		
	Actuarial (Gains)/Losses on Obligations	25,16,65,639	191,22,27,535

(Amount in Rs.)

Particulars	CY 2022-2023	PY 2021-2022
Actuarial Gains/(Losses) on Plan Assets	-	-

Note:

i. The Retiring Pension account also includes certain amounts related to deputed employees.

7. Fixed Deposits of the Institute includes an amount of Rs. 15,82,31,056 at Mumbai H.O., which represents Earmarked Funds kept aside for the immediate commitments for the next financial year.

8. Conference, Seminars and Events' expenses of TIFR, Mumbai H.O. under the head 'Expenditure on the Object of the Trust' (Schedule – M) includes:

Account codes	Amount in Rs.
National centre for mathematics expenses A/c (NCME)	90,15,533
Conference expenses A/c (CONF)	36,53,993

Which are expensed out based on the utilization certificate received from the concerned project co-coordinator for expenditures incurred during the year 2022-23.

9. All known liabilities, whether contingent or otherwise have been taken in to account and there are no other liabilities or claims against the institute not acknowledged as debts as at 31st March, 2023 except those mentioned below:

- Government of Telangana (Andhra Pradesh) alienated 209 acres land in favour of Tata Institute of Fundamental Research (TIFR) Hyderabad in the year 2009 hence value of the same has not brought to the books of accounts. Out of total alienated 209 acres of land, there are 3 court petitions are pending with High Court of Telangana and District Courts of Ranga Reddy District w.r.t. 3.30 acres of land.

10. Previous year's figures have been regrouped, wherever necessary, for the Current Year's presentation.

As per our report of even date,

For G. D. Apte & Co.
Chartered Accountants
Firm Registration No.: 100515W

CA. Chetan Sapre
Partner
Membership. No.: 116952

For Tata Institute of Fundamental Research

Col. Rajeev Anand [Retd]
Registrar

Prof. Jayaram N. Chengalur
Director

Date: August 3, 2023

Place: Mumbai

Reply to Audit Observations

Emphasis of Matter					Reply
I) External Grants for various Projects: a.As per the guidelines prescribed and as per the terms of the sanction, amount received for projects should only be used for specified purpose and balance if any must be deposited in to a separate account, further complete details of project assets and liabilities must be maintained. In case of certain centers it was observed that the balance of project fund liability does not match with the project fund assets. Details of the same are as under :					
Center Name	**Project Fund Liability**	**Project Fund Asset**	**Difference**	**Reconciliation Status**	
CAM	1,62,61,748	1,67,19,156	(4,57,408)	Pending	CAM: Expenditure statement of Projects Account has been prepared from 2013-14 to till date and submitted to Auditors. Reconciliation is being done. While perusing the expenditure statement it is noticed that Overhead of various projects has not been transferred. Thus the Project Assets is higher than Project Liabilities.
TCIS	17,41,92,020	17,35,52,399	6,39,621	Pending	TCIS: The reconciliation is under process and it will be completed in the FY2023-24.
HO	32,90,06,571	31,11,09,815	1,78,96,756	Complete	HO: Reconciliation is completed and full difference is identified. Entries pertaining to difference of Rs.3.29 Crore is passed last year and for remaining difference entry will be passed this year.

b.In case of certain projects there were no activities since last two years, credit balance appearing in the books of accounts as on March 31, 2023 are as under:

Sr. No.	Name of the Centre	No of Projects	Amount in Rs.	
1	HO-Mumbai	10	63,17,480	HO: Out of 10, 2 projects are already closed in this year. Work is in progress to close remaining projects.
2	ICTS-Bangalore	3	56,69,463	ICTS: The total amount reported includes 1. a corpus fund of Rs 47,50,000 under an endowment fund and the corpus portion of the endowment funds are invested in a separate FD. This program was not conducted in the previous two years due to the Covid and therefore the interest on FD is accumulated. The net amount under the category of no activities is Rs 7,00,605 has been utilised in the current year for the S N Bhatt fellowship program 2023. 2. TDS of Rs 1,69,536 recovered on Interest earned on a closed project which will be transferred to HO in the current year. 3. The fund of Rs 49,322 received for supporting ICTS programs which will be utilised in the current year for the upcoming program.
3	TCIS-Hyderabad	39	54,65,084	TCIS: The process of closure of the above projects will be completed in the FY 2023-24.
4	CAM-Bangalore	2	1,16,17,431	CAM: It is informed that both Microsoft and AIRBUS are closed. Amount available in the project is being used for Computer department and Academic activities as agreed to by the funding agency. Copies of documents provided to Auditors.
5	NCBS-Bangalore	3	4,47,655	NCBS: It will be reviwed in FY 23-24 and appropriate action will be initiated with the approval of management to utilize the available balance in closed grants.
	Total	**51**	**2,95,17,113**	

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH / मुंबई / MUMBAI

II) Liabilities

a. In case of all TIFR Centers it was observed that centers are generally regular in paying its GST liability on time to the government authority and filing its GST return on or before the due dates. However it was observed that there is no uniformity in their policy from Head Office with regard to general compliance of GST Act in relation to invoicing, input tax credit, reporting of turnover, etc.which may lead to non-compliance or wrong repoting and consequential impact if any.	General: To streamline the GST working across the centers and head office, services of a professional firm is hired and approx 90% activities are complete at HO and after completing the task and getting the report from the firm, the same will be replicated at centers.
b.At TIFR - CAM, Earnest Money Deposit to the tune of Rs. 5,27,628 is outstanding since long as on March 31, 2023.	CAM: It is advised by the Auditors during the review meeting that entry can be made to credit the amount to Institute account and whenever there is a claim from vendors, the same can be paid. This is noted and will be done in 2023-24.

III) General Points

Balances under recoverable deposits, EMD's are Subject to confirmation reconciliation from the parties.	General: Deposit confirmation is pending to be received from parties. Point is noted and it will be complied by this year.



Chairman's Questionnaire	Reply
3. Is a proper record maintained of the assets acquired from out of The Government of India grant with the cost of acquisition entered against each item? Reply: The institute has a system in place for maintaining records of assets with cost of acquisition entered against each item acquired out of Government of India grant during the year. Further as per information provided to us, physical verification of assets is not conducted by the institute at HO during the year 2022-2023 for the asset balance of FY 2021-22.	HO: Stock-taking of inventory is carried out by the use of RFID tags. Currently, the stock-taking software is being upgraded due to which the stock-taking report has not yet been generated. Further, RFID tagging of new items like furniture is in progress. The work is expected to complete by 31st August, 2023. Subsequent to this the process of physical verification will be completed by 31st March, 2024.





Deployment testing using TIFR balloons for Chandrayaan-3 Lander and Rover mechanisms.

Tata Institute of Fundamental Research, Homi Bhabha Road, Mumbai - 400 005

Tel.: 91-22-2278-2000 Fax: 91-2280-4610/4611 Web: www.tifr.res.in