Azadi Ka Amrit Mahotsav

टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान

Tata Institute of Fundamental Research



वार्षिक प्रतिवेदन एवं लेखा परीक्षित कथन

Annual Report & Audited Statement of Accounts

(2021-22)

टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान

होमी भाभा रोड, मुंबई

वार्षिक प्रतिवेदन

एवं

लेखापरीक्षित कथन

(2021-22)

प्रबंध परिषद

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

श्री के.एन. व्यास (12.06.2019 से)
सचिव, परमाणु ऊर्जा विभाग व अध्यक्ष, परमाणु ऊर्जा आयोग

डॉ. श्रीकुमार बैनर्जी (23.05.2021 तक)
कुलाधिपति, होमी भाभा राष्ट्रीय संस्थान

श्री अनिल काकोडकर (03.06.2021 से)
सदस्य, एईएस
अध्यक्ष, राजीव गांधी विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी आयोग, महाराष्ट्र सरकार

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

श्री एन. श्रीनाथ (01.01.2022 से)
मुख्य कार्यकारी अधिकारी, सर दोराबजी टाटा न्यास

श्री ओम प्रकाश गुप्ता (18.11.2020 से 02.09.2021 तक)
मुख्य सचिव, महाराष्ट्र सरकार, उच्च एवं तकनीकी शिक्षा विभाग
महाराष्ट्र सरकार द्वारा मनोनीत

श्री विकास चंद्र रस्तोगी (03.09.2021 से)
मुख्य सचिव, महाराष्ट्र सरकार, उच्च एवं तकनीकी शिक्षा विभाग
महाराष्ट्र सरकार द्वारा मनोनीत

डॉ. के. कस्तूरीरंगन
न्यासी, रमन अनुसंधान संस्थान न्यास

प्रोफेसर एस. रामाकृष्णन (08.10.2020 से)
निदेशक, टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान

टीआईएफआर के माननीय फैलो

प्रोफेसर रामनाथ कौसिक

प्रोफेसर एस.जी. दानी

प्रोफेसर पियरे रेने डेलिग्ने

प्रोफेसर डेविड जोनाथन ग्रॉस

प्रोफेसर तकाकी काजीता

प्रोफेसर ग्रिगोरी एलेकसैंड्रोविच मर्गुलिस

प्रोफेसर सबुरो मियाके

प्रोफेसर डेविड ब्रयंट ममफोर्ड

प्रोफेसर मदाबुसी सांतानाम रघुनाथन

प्रोफेसर त्रिपत्तुर 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
संकाय अध्यक्ष, स्नातक अध्ययन	-	प्रोफेसर शुभा तोले
केंद्र निदेशक, एचबीसीएसई	-	प्रोफेसर अर्नब भट्टाचार्य
केंद्र निदेशक, एनसीबीएस	-	प्रोफेसर सत्यजीत मेयर
केंद्र निदेशक, एनसीआरए	-	प्रोफेसर यशवंत गुप्ता
केंद्र निदेशक, टीसीआईएस	-	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 प्रणब सेन
संकाय अध्यक्ष, एचबीसीएसई	-	प्रोफेसर सविता लाडगे
संकाय अध्यक्ष, एनसीआरए	-	प्रोफेसर जयाराम एन. चेंगलूर
संकाय अध्यक्ष, टीसीआईएस	-	प्रोफेसर एम. कृष्णामूर्ति
संकाय अध्यक्ष, आईसीटीएस	-	प्रोफेसर रमा गोविंदराजन
संकाय अध्यक्ष, टीआईएफआर, *कैम*	-	प्रोफेसर के. संदीप
संकाय अध्यक्ष, एनसीबीएस	-	प्रोफेसर राज लढेर
संकाय अध्यक्ष, प्रशासन	-	प्रोफेसर श्रीरूप रायचौधुरी
पूर्व संकाय अध्यक्ष, स्नातक अध्ययन	-	प्रोफेसर अमोल दिघे
संयोजक, एसबीबी	-	प्रोफेसर संध्या पी. कौशिक
संयोजक, एसबीसी	-	प्रोफेसर दीपा खुशलानी
संयोजक, एसबीएम	-	प्रोफेसर अरविंद एन. नायर
संयोजक, एसबीपी	-	प्रोफेसर रूद्रज्योति पालित
संयोजक, एसबीसीएसएस	-	प्रोफेसर प्रहलाद हंसा (सितंबर 2021 तक) प्रोफेसर राहुल वझे
संयोजक, एसबीएसई	-	प्रोफेसर सुगरा इशाक चूनावाला
अध्यक्ष, डीएए	-	प्रोफेसर भास्वती मुखर्जी
अध्यक्ष, डीबीएस	-	प्रोफेसर कृषाणु रे
अध्यक्ष, डीसीएमपीएमएस	-	प्रोफेसर ए. थमीजावेल
अध्यक्ष, डीसीएस	-	प्रोफेसर सुदीप्ता मैती
अध्यक्ष, डीएचईपी	-	प्रोफेसर मोनोरंजन गुचैत
अध्यक्ष, डीएनएपी	-	प्रोफेसर जी. रविन्द्रकुमार
अध्यक्ष, डीटीपी	-	प्रोफेसर गौतम मंडल
कुलसचिव	-	विंग कमांडर जार्ज एंटोनी (से.नि.)
आईएसआई, दिल्ली	-	प्रोफेसर राजेन्द्र भाटिया
निदेशक, एल.वी. प्रसाद नेत्र संस्थान	-	प्रोफेसर डी. बालासुब्रमण्यम
आईआईटी, मुंबई	-	प्रोफेसर विक्रम एम. गदरे
आईआईएसईआर, मोहाली	-	प्रोफेसर एन. सत्यामूर्ति
कलकत्ता विश्वविद्यालय	-	प्रोफेसर अमिताव रायचौधुरी
सहायक कुलसचिव (अकादमिक)	-	हरीश रेडेकर (सचिव)

प्राक्कथन

टीआईएफआर ने वर्ष 2021-22 के दौरान विज्ञान के विभिन्न क्षेत्रों में महत्वपूर्ण योगदान किये। इनमें जैविक एवं जीवन विज्ञान, रसायनिक विज्ञान, गणित, भौतिकीय विज्ञान, प्रौद्योगिकी एवं कंप्यूटर विज्ञान, व विज्ञान शिक्षा शामिल थे।

जैविक विज्ञान में एक अध्ययन कार्य ने अभी तक अज्ञात क्रियातंत्रों की खोज की जो इंसुलिन सिग्नलिंग द्वारा सूचना प्रवाह को नियमित करते हैं। अध्ययन कार्य ने ऐसे घटकों की पहचान की जो सिग्नलिंग कैस्केड को क्षोभित, उच्च-इंसुलिनेमिया की स्थितियों के अंतर्गत करते हैं। इसके उदाहरणों में मधुमेह व क्लिनिकल इंसुलिन एडमिनिस्ट्रेशन शामिल हैं।

राष्ट्रीय जैविक विज्ञान केंद्र, बैंगलुरु में बंदी बाघों के पूर्ण-जीनोम डाटा एवं वंशावली-आधारित संघ विश्लेषणों से पता चला कि स्यूडोमेलेनिज्म का एकत्रीकरण, संरक्षित एवं प्रकार्यात्मक रुप से महत्वपूर्ण कोडिंग परिवर्तन के साथ ट्रांसमैंब्रेन अमीनोपेप्टिडेस क्यू (टीएक्यूपीएपी) में होता है। यह एक जीन है जो अन्य फेलिड प्रजातियों में समान प्रवृत्तियों के लिये उत्तरदायी है। इस अध्ययन कार्य ने संकटग्रस्त प्रजातियों की लघु एवं पृथक संख्या में असामान्य क्रमविकासात्मक ट्रेजेक्टरी को उल्लेखित किया।

मैटलोप्रोटीन्स, प्रोटीनों की महत्वपूर्ण कक्षा हैं। इनकी संलग्नता धातु अपटेक, ट्रांसपोर्ट, एवं इलेक्ट्रॉन-स्थानांतरण अभिक्रियाओं में होती है। रसायनिक विज्ञान विभाग के अनुसंधानकर्ताओं ने पेप्टाइड्स का संश्लेषण किया – मृदा में रह रहे बैक्टीरिया से प्रोटीन (अजुरिन) का लघु-संस्करण, जिनका महत्व नाइट्रोजन फिक्सेशन के लिये है। पाया गया कि इन लघु पेप्टाइड्स द्वारा नवीन धातु-बद्धता गुणधर्मों का प्रदर्शन किया जाता है। इन नवीन गुणधर्मों का प्रयोग सौर-ऊर्जा हार्वेस्टिंग एवं पदार्थ विज्ञान व दवा के लिये नवीन जैवपदार्थों के निर्माण में हो सकता है। व्यापक स्थितियों में CO_2 को सीधे वायु से ईंधन में परिवर्तित करना बड़ी चुनौती है। अनुसंधानकर्ताओं ने अल्प-व्ययी एवं आठवीं सर्वाधिक प्रचुर धातु के रुप में मैग्नेशियम (नैनोकण एवं बल्क) का प्रयोग CO_2 को मीथेन, मेथानल एवं फॉर्मिक अम्ल में परिवर्तित करने के लिये किया। इसमें उन्होंने जल का उपयोग एकमात्र हाइड्रोजन स्रोत के रुप में किया। CO_2 का रुपांतरण 300 K एवं 1 बार पर कुछ मिनिटों में हुआ। इस दौरान किसी बाह्य (तापीय, फोटो या विद्युत) ऊर्जा की आवश्यकता नहीं हुयी।

खगोलविज्ञान एवं खगोलभौतिकी विभाग के अनुसंधानकर्ताओं ने सात कार्बन वृद्धित धातु-निर्धन (सीईएमपी) तारों के बहुल विश्लेषणों को प्रस्तुत किया। इसका उद्देश्य उनमें कार्बन के मूल को समझना था। इस अध्ययन में उच्च-विभेदन प्रकाशिक स्पेक्ट्रा का प्रयोग विभिन्न अवयवों की प्रचुरताओं को प्राप्त करने के लिये किया गया। निम्न-विभेदन निकट-अवरक्त (एनआईआर) स्पेक्ट्रा का भी प्रयोग CO आण्विक बैंड से O एवं 12सी/13सी की प्रचुरता को प्राप्त करने के लिये किया गया एवं उनकी वैल्यूज की तुलना, उच्च-विभेदन प्रकाशिक स्पेक्ट्रा से प्राप्त के साथ की गयी। अनुसंधानकर्ताओं ने वैल्यूज के मध्य उपयुक्त संगति को पाया। अन्य अध्ययन में एस्ट्रोसैट नरम एक्स-रे दूरदर्शी (एसएक्सटी) के साथ निरीक्षित चार चमकीले तारों के निरीक्षणों को प्रस्तुत किया गया एवं अध्ययन कार्य ने प्रदर्शित किया कि कैसे दृश्यमान प्रकाश द्वारा मिश्रित हुये बिना एक्स-र इवंट्स को एक्सट्रैक्ट किया जा सकता है।

वैज्ञानिक बैलूनिंग कार्यक्रम, किसी अंतरिक्ष विज्ञान कार्यक्रम का महत्वपूर्ण अवयव है क्योंकि यह निरंतर एवं निम्न लागत गुब्बारा उड़ान अवसरों को उपलब्ध कराता है। टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा, हैदराबाद ने अंतरिक्ष अनुसंधान के लिये गुब्बारा उड़ानों को संचालित करने के लिये राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय प्रयोक्ता वैज्ञानिकों को अपनी सहायता उपलब्ध करायी।

संघनित पदार्थ भौतिकी एवं सामग्री विज्ञान विभाग के अनुसंधानकर्ताओं ने CaCuSb एकल क्रिस्टल के एकल क्रिस्टल का विकास किया। इसका क्रिस्टालाइजेशन, हैक्जागोनल जालक में परतदार क्रिस्टल संरचना के साथ होता है जहां Cu-Sb परमाणुओं एवं Ca परमाणु द्वारा भिन्न परतों का निर्माण किया जाता है। विस्तृत ट्रांसपोर्ट, उच्च चुंबकीय क्षेत्र मापनों (45 टी तक) एवं बैंड संरचना गणनाओं से अनुसंधानकर्ताओं द्वारा स्पष्ट रुप से निरीक्षित स्टैप-जैसे लक्षण की पुष्टि क्यूएचई के रुप में की जाती है। सुपरकंडक्टिंग सर्किट्स, क्वांटम कंप्यूटिंग एवं सूचना प्रोसेसिंग के लिये अग्रणी प्लेटफॉर्मों में एक हैं। अनुसंधानकर्ताओं ने नवीन डिजायन को प्रदर्शित किया जो महत्वपूर्ण रुप से क्यूबिट कनेक्टिविटी में उन्नयन, अधिकांश अत्याधुनिक सुपरकंडक्टिंग आर्किटेक्चर्स की तुलना में करती है। इस अध्ययन में रिंग रेसोनेटर का प्रयोग युग्मन अवयव के रुप में किया गया जो रिंग रेसोनेटर के चारों ओर वितरित अनेक क्युबिट्स के मध्य अन्योन्यक्रिया को मीडिएट करता है। इस आविष्कार के महत्वपूर्ण उपयोग क्वांटम कंप्युटिंग, क्वांटम सिमुलेशन एवं क्वांटम एनीलिंग में हो सकते हैं।

टीआईएफआर अंतर्विषयी विज्ञान केंद्र, हैदराबाद में अनुसंधानकर्ताओं ने डाइमथिल सल्फाक्साइड आधारित आण्विक एडक्ट प्रणाली के प्रथम उदाहरण को कार्बनिक अर्धचालकों के लिये दिखाया। इस प्रणाली में डोपेंट्स द्वारा किसी साइड प्रोडक्ट को नहीं छोड़ा जाता एवं यह डोपेंट्स की विद्यमान कक्षा से बेहतर कार्य करता है। बैटरियों जैसे विद्युतरसायनिक ऊर्जा भंडारण यंत्रों को सफलतापूर्वक चार्ज करने के लिये सौर ऊर्जा के उपयोग से रोचक विकास कार्यों का जन्म, ऊर्जा प्रौद्योगिकियों में होगा। अन्य अध्ययन में अनुसंधानकर्ताओं ने नैनोरॉड हीटरोसंरचनाओं का प्रयोग करके दो-इलेक्ट्रोड फोटो रिचार्जेबिल लाइ-ऑयन बैटरी को असेंबल किया। निम्न बैंड गैप, उच्च दक्षता फोटो-रुपांतरण एवं प्रभावी इलेक्ट्रॉन-होल सैपरेशन से बैटरी को सौर प्रकाश के प्रयोग के कुछ घंटों में पूर्ण रुप से चार्ज होने में सहायता मिलती है। प्रस्तावित संकल्पना एवं पदार्थों द्वारा रिपोर्टिड पदार्थों के विपरीत आगामी पीढ़ी की स्थिर फोटो-रिचार्जेबिल बैटरी इलेक्ट्रोड्स को सुगम किया जा सकता है।

जैविक मोटरों, पक्षियों, बैक्टीरिया जैसे जीवित प्राणियों की गति की मूलभूत रुप से भिन्नता तरल सतह पर पोलन ग्रेन्स जैसी जड़ वस्तुओं की गतिकी से होती है। प्रचलित सक्रिय पदार्थ मॉडल द्वारा बैलिस्टिक गति को लघु पैमानों पर एवं सामान्य विसरण को बड़े पैमानों पर दिखाया जाता है। सैद्धांतिक भौतिकी विभाग में अनुसंधानकर्ताओं ने प्रयोगशाला में विकसित मोटर-प्रेरित स्फेयर्स में सक्रिय कण गतिकी के नये प्रकार की सूचना दी। यह फ्रैक्शनल ब्राउनियन गति के विसंगत विसरण को दर्शाता है। महत्वपूर्ण पॉवर-लॉ सहसंबंध की असामान्यता ऐसे सरल टेबलटॉप प्रयोग में होती है। परिणामों ने महत्वपूर्ण सममिति के साथ के साथ गैर-गौसियन फ्लक्चुएशन को दिखाया जिसे अतुल्यत ट्रांसपोर्ट के लिये सैद्धांतिक टॉय मॉडलों में पूर्व में पूर्वानुमानित किया गया है।

बैक्टीरिया के सघन सस्पेंशंस द्वारा अतुल्यता प्रणालियों की दिलचस्प कक्षा का निर्माण किया जाता है। यह नवीन स्पेटियो-टेंपोरली केऑटिक व्यवहार को प्रदर्शित करती है जिसे सक्रिय क्षोभ कहा जाता है। बैक्टीरियल फ्लो के हाइड्रोगतिक वर्णन का उपयोग करके अंतर्राष्ट्रीय सैद्धांतिक विज्ञान केंद्र, बैंगलुरु में अनुसंधानकर्ताओं ने दिखाया कि सामूहिक एवं उच्च सक्रिय होने पर इन सूक्ष्म जीवों द्वारा अपने भटकने की आदतों का त्याग किया जाता है एवं उनके द्वारा सीधे एवं संकरे व अतिविसरित रुप में चला जाता है। तरल गतिकी में अंतर्राष्ट्रीय सैद्धांतिक विज्ञान केंद्र में अनुसंधानकर्ताओं ने तरल सतह पर थिन इलॉस्टिक फिलामेंट फ्लोटिंग की वैटिंग का अध्ययन अन्य ड्रॉपलैट इमिसिबिल तरल द्वारा किया। पाया गया कि शुद्ध ज्यामितीय सिद्धांत द्वारा यांत्रिकीय तुल्यता के उपयुक्त वर्णन को प्रणाली में दिया जाता है।

अनेक प्रश्नों एवं समस्याओं पर कार्य किये गये। ये ज्यामितीय समूह सिद्धांत, संभाव्यता सिद्धांत,

जटिल विश्लेषण, कंफर्मल गतिकी, एवं परावर्तन समूहों, ज्यामिति एवं टोपोलॉजी, लाई समूहों, अंकगणितीय समूहों एवं बीजीय ज्यामिति के क्षेत्रों में किये गये। यूनिवेलेंट पोलिनोमिअल्स ने महत्वपूर्ण भूमिका का निर्वाह क्लॉसिकल कॉंप्लेक्स एवं प्रकार्यात्मक विश्लेषण में किया है। गणित स्कूल में अनुसंधानकर्ताओं ने यूनिवेलेंट पोलिनोमिअल्स के सिद्धांत को कंफर्मल गतिकी के क्षेत्र से संबंधित किया एवं यूनिवेलेंट पोलिनोमिअल्स के अध्ययन में क्वॉसीकंफर्मल विरुपण तकनीकों को प्रस्तुत किया। इस तकनीक का प्रयोग करके अनुसंधानकर्ताओं ने 'एक्सट्रेमल' यूनिवेलेंट पोलिनोमिअल्स के पूर्ण विवरण को सरल कांबिनेटोरियल ऑब्जेक्ट्स के संबंध में दिया: ट्रीज नामक। ज्यामिति एवं टोपोलॉजी में अनुसंधानकर्ताओं ने कंफिगुरेशन लाई ग्रुपाइड्स की दो परिभाषाओं को प्रस्तुत किया एवं दोनों मामलों में फैडल-न्युवर्थ प्रकार फिब्रेशन प्रमेय को लाई ग्रुपाइड्स की कक्षा के लिये सिद्ध किया। अनुसंधानकर्ताओं ने दिखाया कि यह सर्वोत्तम संभावित विस्तार है जो लाई ग्रुपाइड्स की कक्षा के लिये है व विश्वव्यापी क्वोशेंट आर्बिफोल्ड्स के संगत है। इसके अलावा अनुसंधानकर्ताओं ने दिखाया कि नॉनएंप्टी सिंगुलर समूह के साथ फिब्रेशन प्रमेय अर्थहीन होते हैं।

अनुसंधान कार्यों को कंप्यूटर विज्ञान एवं प्रणाली विज्ञान के क्षेत्रों में किया गया। प्रौद्योगिकी एवं कंप्यूटर विज्ञान स्कूल में अनुसंधानकर्ताओं ने प्रमुख सूचना मेशर्स के मशीन (गहन) ज्ञानार्जन आधारित एस्टिमेशन पर जोर दिया। इसका उद्देश्य उनका प्रयोग स्थितिगत स्वतंत्र परीक्षण में करना था ; सबमॉड्युलर प्रकार्यों पर आधारित नये सूचना मेशर्स का आविष्कार करना जो क्लॉसिकल एंट्रॉपी एवं पारस्परिक सूचना का सामान्यीकरण करते हैं; निकट से वास्तविक कार्य की उत्पत्ति के लिये ऑटो-एंकोडर नेटवर्कों में लेटेन्ट स्पेस के इष्टतमीकरण को उन्नत करना। जटिलता सिद्धांत में अनुसंधानकर्ताओं ने ग्रॉफों में पैरामैट्रिक लघुतम मार्गों की समस्या पर विचार किया जहां प्रत्येक एज में प्रकार्य होता है। इन प्रकार्यों द्वारा पथ की लागत का निर्धारण स्रोत नोड से लक्ष्य नोड में किया जाता है। इस अध्ययन में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा समस्या का निर्धारण सामान्य अभिविन्यास में किया जाता है एवं दिखाया जाता है कि कुछ स्थितियों में समस्या का स्वरुप ट्रैक्टेबिल रहता है जबकि अन्य स्थितियों में यह एनपी-हार्ड होता है।

भारत ने 10वें यूरोपीय बालिका गणितीय ओलंपियाड (ईजीएमओ) 2021 में 1 रजत पदक एवं 1 उल्लेखनीय उपलब्धि पुरस्कार जीता। इसे जार्जिया द्वारा ऑनलाइन, 9-15 अप्रैल, 2021 के दौरान आयोजित किया गया था। भारत ने 1 स्वर्ण, 1 रजत व 3 कांस्य पदकों को 62वें अंतर्राष्ट्रीय गणितीय ओलंपियाड (आईएमओ) 2021 में जीता। इसे सैंट पीटर्सबर्ग, रुस द्वारा 14-24 जुलाई, 2021 के दौरान आयोजित किया गया था। भारत ने तीन रजत एवं 1 कांस्य पदक 32 वें अंतर्राष्ट्रीय जैवविज्ञान ओलंपियाड (आईबीओ) में जीते। इसे आईबीओ चैलेंज ।। कहा गया एवं इसे पुर्तगाल ने 18 से 23 जुलाई, 2021 तक ऑनलाइन आयोजित किया। पांच सदस्यों की भारतीय टीम ने चार स्वर्ण एवं एक रजत पदक, 14वें अंतर्राष्ट्रीय खगोलविज्ञान एवं खगोलभौतिकी ओलंपियाड (आईओएए) में जीते। इसे कोलंबिया द्वारा ऑनलाइन 14 से 21 नवंबर, 2021 के दौरान आयोजित किया गया। भारतीय टीम ने टीम प्रतिस्पर्धा में भी द्वितीय पुरस्कार जीता। देश-वार पदक सूची में भारत का शीर्ष स्थान संयुक्त रुप से थाईलैंड एवं रुस के साथ रहा। एम.एससी. प्रथम वर्ष में छात्राओं के लिये भौतिकी में प्रगत कार्यक्रम ''विज्ञान विदुषी'' का संयुक्त रुप से आयोजन टीआईएफआर मुख्य कैंपस एवं एचबीसीएसई-टीआईएफआर द्वारा 31 मई-19 जून, 2021 के दौरान किया गया।

टीआईएफआर के वैज्ञानिकों ने इस दौरान प्रतिष्ठित पुरस्कार जीते। गणित स्कूल के प्रोफेसर अनीष घोष को वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान परिषद (सीएसआईआर) द्वारा गणितीय विज्ञान में वर्ष 2021 के लिये शांति स्वरुप भटनागर पुरस्कार प्रदान किया गया। आईसीटीएस के संकाय सदस्य सुभ्रो भट्टाचार्य ने

भौतिकीय विज्ञान श्रेणी में भारत सरकार के विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग की प्रतिष्ठित स्वर्णजयंती शिक्षावृत्ति प्राप्त की। होमी भाभा विज्ञान शिक्षा पुरस्कार, 2020 को डॉ. बी. सत्यानारायणन (टीआईएफआर, मुंबई) एवं डॉ. उमा रामाकृष्णन *(राष्ट्रीय जैविक विज्ञान केंद्र, बैंगलुरु)* को प्रदान किया गया। टीआईएफआर मुंबई के खगोलविज्ञान एवं खगोलभौतिकी विभाग के प्रोफेसर श्रवण एम. हनासोगे को भारतीय खगोलभौतिकी संस्थान, बैंगलुरु द्वारा प्रो. पेरिया फाउंडेशन पुरस्कार, 2021 प्रदान किया गया। प्रो. के.के. मिश्रा (एचबीसीएसई, मुंबई) को भारत सरकार के शिक्षा मंत्रालय के केंद्रीय हिंदी संस्थान (आगरा) द्वारा वर्ष 2018 के लिये प्रतिष्ठित 'आत्माराम पुरस्कार' से सम्मानित किया गया। आईसीटीएस संकाय सदस्य अनीरबेन बसक को नयी दिल्ली की भारतीय राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी द्वारा इंसा युवा वैज्ञानिक पदक, 2021 प्रदान किया गया। आईसीटीएस संकाय सदस्य रिद्दीप्रातिम बसु को संभाव्यता सिद्धांत में उनके योगदान के लिये 2021 एनएएसआई प्लैटिनम जुबली युवा वैज्ञानिक पुरस्कार प्रदान किया गया।

एस. रामाकृष्णन
निदेशक

पुरस्कार एवं उपलब्धियां

राष्ट्रीय

अनीष घोष (गणित स्कूल) - गणितीय विज्ञान में वर्ष 2021 के लिए शांति स्वरूप भटनागर (एसएसबी) पुरस्कार (वैज्ञानिक और औद्योगिक अनुसंधान परिषद द्वारा सम्मानित)

महेश संकरन (एनसीबीएस) - राष्ट्रीय इंफोसिस जीवन विज्ञान पुरस्कार, 2021
(इंफोसिस फाउंडेशन द्वारा सम्मानित, दिसंबर 2021)

टी.एन. नारायणन (टीसीआईएस) – इंफोसिस – टीआईएफआर फैलोशिप (2021)
(इंफोसिस-टीआईएफआर द्वारा सम्मानित, सितंबर 2021)

पवित्र के. नायक (टीसीआईएस) – स्वर्ण जयंती फैलोशिप
(विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग द्वारा सम्मानित, मई 2021)

सुब्रो भट्टाचार्यजी (आईसीटीएस) - स्वर्ण जयंती फैलोशिप
(विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग द्वारा सम्मानित, नवंबर 2021)

अमितेश आनंद (डीबीएस) – रामलिंगास्वामी फैलोशिप
(डीबीटी, भारत द्वारा सम्मानित, 21 मार्च, 2022)

मृणाल श्रीवास्तव (टीसीआईएस) – रामलिंगास्वामी फैलोशिप
(डीबीटी द्वारा सम्मानित, अगस्त, 2021)

अनीरबेन बसक (आईसीटीएस) – इंसा पदक
(भारतीय राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी (इंसा) द्वारा सम्मानित, अक्टूबर, 2021)

अंजना बद्रीनारायणन (एनसीबीएस) – युवा वैज्ञानिकों के लिए इंसा पदक
(भारतीय राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी द्वारा सम्मानित, अक्टूबर 2021)

कबीर रामोला (टीसीआईएस) – युवा वैज्ञानिकों के लिए इंसा पदक
(इंशा द्वारा सम्मानित, अक्टूबर 2021)

रिद्वीप्रतिम बसु (आईसीटीएस) – नासी प्लेटिनम जयंती युवा वैज्ञानिक पुरस्कार
(नासी द्वारा सम्मानित, नवंबर 2021)

मैथिली रामास्वामी (विजिटिंग प्रोफेसर, आईसीटीएस) – पी.सी महालैनोबिस पदक

(भारतीय राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी द्वारा सम्मानित, अक्टूबर 2021)

विवेक पोलशेट्टीवार (डीसीएस) – रजत पदक
(पदार्थ रसायनशास्त्र सोसायटी (एसएमसी), बीएआरसी, मुंबई द्वारा सम्मानित, 2021)

बिक्रम पेन (आई-पीएचडी छात्र, आईसीटीएस) - राष्ट्रीय स्नातक भौतिकी परीक्षा (एनजीपीई -21) में स्वर्ण पदक
(भारतीय भौतिकी शिक्षक संघ द्वारा सम्मानित, नवंबर 2021)

श्रवण हनासोगे (डीएए) – पेरिया संघ पुरस्कार
(भारतीय खगोल भौतिकी संस्थान द्वारा सम्मानित, 20 अक्टूबर 2021)

विवेक पोलशेट्टीवार (डीसीएस) - (स्वर्गीय) श्री जी.डी. गोखले व्याख्यान श्रृंखला धर्मादा " के तहत फैलो
(आईसीटी, मुंबई द्वारा सम्मानित, 2021)

किंजल संघराजका (डीबीएस) - डीएसटी यात्रा अनुदान 2022
(डीएसटी द्वारा सम्मानित)

प्राची तिवारी (डीबीएस) - सन फार्मा अध्येता पुरस्कार
(सन फार्मा द्वारा सम्मानित)

विदिता ए. वैद्य (डीबीएस) – विशिष्ठ विजिटिंग प्रोफेसर, आईआईटी बंबई 2022
(आईआईटी बंबई द्वारा सम्मानित)

रमा गोविंदराजन (आईसीटीएस) - निर्वाचित फैलो
(भारतीय राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी द्वारा सम्मानित, अक्टूबर 2021)

विदिता ए. वैद्य (डीबीएस) - फैलो, राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी, भारत 2022
(राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी द्वारा सम्मानित)

समृद्धि शंकर रे (आईसीटीएस) - निर्वाचित सदस्य, राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी, भारत
(राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी, भारत द्वारा सम्मानित, अगस्त 2021)

विजयलक्ष्मी जी. त्रिवेदी (गणित स्कूल) - फैलो, भारतीय विज्ञान अकादमी, बैंगलोर
(भारतीय विज्ञान अकादमी द्वारा सम्मानित)

विदिता ए. वैद्य (डीबीएस) - फैलो, भारतीय विज्ञान अकादमी, बैंगलोर
(भारतीय विज्ञान अकादमी द्वारा सम्मानित)

उमा रामकृष्णन (एनसीबीएस) - फैलो, भारतीय विज्ञान अकादमी, बैंगलोर
(भारतीय विज्ञान अकादमी द्वारा सम्मानित, जनवरी 2022)

विदिता ए. वैद्य (डीबीएस) – औषधीय विज्ञान में सिपला विशिष्ट फैलोशिप, आईसीटी, मुंबई
(आईसीटी द्वारा सम्मानित)

दर्शना कापरी (डीबीएस) – सर्ब अंतरराष्ट्रीय यात्रा पुरस्कार 2022
(सर्ब, डीएसटी द्वारा सम्मानित)

मानस कुलकर्णी (आईसीटीएस) – *75 अंडर 50: साइंटिस्ट्स शेपिंग टुर्डस इंडिया* पुस्तक में उल्लेखित
(डीएसटी द्वारा सम्मानित, मार्च 2022)

समृद्धि संकर रे (आईसीटीएस) - अनुसंधान के लिए एसईआरबी-विज्ञान और प्रौद्योगिकी पुरस्कार (एसईआरबी-स्टार)
(एसईआरबी-डीएसटी द्वारा सम्मानित, दिसंबर 2021)

अशोक सेन (विजिटिंग प्रोफेसर, आईसीटीएस) – अतुल चंद्र गुप्ता विशिष्ट पूर्व छात्र पुरस्कार
(प्रेसीडेंसी विश्वविद्यालय के पूर्व छात्र संघ द्वारा सम्मानित, फरवरी 2022)

गैती हसन (एनसीबीएस) - सर एम. विश्वेश्वरैया वरिष्ठ वैज्ञानिक राज्य पुरस्कार, 2019
(कर्नाटक सरकार द्वारा सम्मानित, मार्च 2022)

शैनन ओल्सन (एनसीबीएस) - को 'शी इज' पुस्तक श्रृंखला के दूसरे संस्करण में सम्मानित किया गया, जो भारत में 'इन स्टीम में 75 प्रेरक महिलाओं' के बारे में उल्लेख करता है
(रेड डॉट संघ, ब्रिटिश उच्चायोग, एवं एफआईसीसीआई एफएलओ, मार्च 2022 के साथ साझेदारी में भारत सरकार के प्रधान वैज्ञानिक सलाहकार के कार्यालय द्वारा सम्मानित)

उमा रामकृष्णन (एनसीबीएस) – होमी भाभा विज्ञान शिक्षा पुरस्कार – 2020
(टीआईएफआर द्वारा सम्मानित, अप्रैल 2021)

अतुल जोशी (पूर्व पीएचडी छात्र, मेंटर प्रोफेसर महेश संकरन, एनसीबीएस) - जॉन एल हार्पर प्रारंभिक कैरियर अनुसंधानकर्ता पुरस्कार
(ब्रिटिश इकोलॉजी सोसायटी, यूके, द्वारा सम्मानित, अप्रैल 2021)

कृष्ण कुमार मिश्र (एचबीसीएसई) - आत्माराम पुरस्कार
(केंद्रीय हिंदी संस्थान (आगरा), शिक्षा मंत्रालय, भारत सरकार द्वारा सम्मानित, 21 सितंबर 2021)

प्रेरणा चटर्जी, शुभदा अग्रवाल एवं सयंतन चक्रवर्ती (अनुसंधान अध्येता, एसटीसीएस) "गूगल पीएचडी फैलोशिप 2021" पुरस्कार

दर्शना कापरी (डीबीएस) – एफईएनएस-आईबीआरओ पीईआरसी यात्रा अनुदान 2022
(आईबीआरओ द्वारा सम्मानित)

प्रतीक चौधरी (डीबीएस) – एफईएनएस-आईबीआरओ पीईआरसी यात्रा अनुदान 2022
(आईबीआरओ द्वारा सम्मानित)

उत्कर्ष घई (डीबीएस) – डीबीटी यात्रा अनुदान 2022
(डीबीटी द्वारा सम्मानित)

अनुपम कुंडू (आईसीटीएस) - एसईआरबी-कोर अनुसंधान अनुदान (एसईआरबी-सीआरजी)
(एसईआरबी-डीएसटी द्वारा सम्मानित, फरवरी 2022)

अनुपम कुंडू (आईसीटीएस) - एसईआरबी-मैट्रिक्स अनुदान
(एसईआरबी-डीएसटी द्वारा सम्मानित, जनवरी 2022)

सुभ्रो भट्टाचार्जी (आईसीटीएस) - सीओ-पीआई, वज्र अनुदान
(एसईआरबी, डीएसटी द्वारा सम्मानित, सितंबर 2021)

मानस कुलकर्णी (आईसीटीएस), पीआई, अभिषेक धर (आईसीटीएस), सीओ-पीआई वज्र अनुदान
(एसईआरबी, डीएसटी द्वारा सम्मानित, सितंबर 2021)

समृद्धि संकर रे (आईसीटीएस) - एसईआरबी-कोर अनुसंधान अनुदान (एसईआरबी-सीआरजी)
(एसईआरबी-डीएसटी द्वारा सम्मानित, फरवरी 2022)

रिद्धिप्रतिम बसु (आईसीटीएस) - एसईआरबी-मैट्रिक्स अनुदान
(एसईआरबी-डीएसटी द्वारा सम्मानित, जनवरी 2022)

आयुष गुप्ता (एचबीसीएसई) - लीडिंग एज अनुदान पुरस्कार
(इंफोसिस टीआईएफआर द्वारा सम्मानित, सितंबर 2021)

भाव्या राजश्री भास्कर (डीबीएस) - टीआईएफआर इंफोसिस लीडिंग एज यात्रा अनुदान 2022
(टीआईएफआर-मुंबई 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)

विपिन अग्रवाल (टीसीआईएस) - कार्यकारी परिषद सदस्य
(भारत की राष्ट्रीय चुंबकीय अनुनाद सोसायटी द्वारा सम्मानित, 2020-2023)

अंतर्राष्ट्रीय

रविंद्र वेंकटरमणी (डीसीएस) - रॉयल रसायनशास्त्र सोसायटी के फैलो
(यूके की रॉयल रसायनशास्त्र सोसाइटी द्वारा सम्मानित, 2015 से वर्तमान तक)

सुमंत्रा चटर्जी (एनसीबीएस) - अंतर्राष्ट्रीय शारीरिक विज्ञान संघ के फैलो
(अंतर्राष्ट्रीय शारीरिक विज्ञान संघ द्वारा सम्मानित, जुलाई 2021)

रमा गोविंदराजन (आईसीटीएस) - किर्क विशिष्ट फैलोशिप
(आइजैक न्यूटन संस्थान, कैंब्रिज द्वारा सम्मानित, नवंबर 2021)

स्मरजीत कर्माकर (टीसीआईएस) - अनुभवी अनुसंधानकर्ता के लिए हंबोल्ट फैलोशिप
(एलेक्जेंडर वॉन हंबोल्ट फाउंडेशन, जर्मनी द्वारा सम्मानित, अगस्त 2021)

अनीश टी. वीटिल (टीसीआईएस) - डीबीटी-वेलकम न्यास इंटरमीडिएट फैलोशिप (5 साल के लिए 3.5 करोड़ रुपये) (भारतीय अलायंस (डीबीटी-वेलकम न्यास) द्वारा सम्मानित), जनवरी 2022)

विवेक पोलशेट्टीवार (डीसीएस) - ग्वांगडोंग यूनिवर्सिटी ऑफ पेट्रोकैमिकल टैक्नालॉजी, चीन की अकादमिक आदान-प्रदान यात्रा के लिए विदेशी प्रसिद्ध प्रोफेसर कार्यक्रम के लिए चयनित
(चीन सरकार द्वारा सम्मानित, 2021)

शिबाशीष गुहा (एसटीसीएस) - कंप्यूटर विज्ञान के गणितीय आधारों (एमएफसीएस), 2021 पर अंतर्राष्ट्रीय संगोष्ठी में सर्वश्रेष्ठ पेपर पुरस्कार
(कार्यक्रम समिति द्वारा सम्मानित, कंप्यूटर विज्ञान के गणितीय आधारों पर अंतर्राष्ट्रीय संगोष्ठी (एमएफसीएस), 2021, 25 अगस्त 2021)

सुमंत्रा चटर्जी (एनसीबीएस) एफआरएएक्सए ग्लोबल चैंपियन पुरस्कार
(एफआरएएक्सए रिसर्च फाउंडेशन, यूएसए द्वारा सम्मानित, जुलाई 2021)

मानस कुलकर्णी (आईसीटीएस) - रटगर्स ग्लोबल अंतर्राष्ट्रीय सहयोगात्मक अनुसंधान अनुदान
(रटगर्स विश्वविद्यालय द्वारा सम्मानित, जून 2021)

विजय कुमार कृष्णमूर्ति (आईसीटीएस) - टेम्पलटन फाउंडेशन अनुदान
(टेम्पलटन फाउंडेशन द्वारा सम्मानित, नवंबर 2021)

राजेश गोपाकुमार (आईसीटीएस) - उत्कृष्ट रेफरी
(अमेरिकन फिजिकल सोसाइटी द्वारा सम्मानित, जनवरी 2022)

हिया घोष (एनसीबीएस) - ईएमबीओ के वैश्विक अन्वेषक नेटवर्क का भाग
(यूरोपीय आण्विक जीव विज्ञान संगठन द्वारा सम्मानित, दिसंबर 2021)

अर्नब भट्टाचार्य (एचबीसीएसई) सदस्य, वैश्विक स्वास्थ्य सूत्रपात कार्य समूह
(ऑप्टिका (ऑप्टिकल सोसाइटी) द्वारा सम्मानित), 21 जुलाई 2021)

संकाय

रामाकृष्णन, एस (निदेशक)

गणित स्कूल

भट्टाचार्य, अमिताव
भट्टाचार्य, सिद्धार्थ
बिस्वास, इंद्रनील
दास, ओमप्रोकाश
देशपांडे, तनमय एन.
फखरुद्दीन, एन.
घाटे, एकनाथ पी.
घोष, अनीष
होला, योगेश आई.
कृष्ण, अमलेंदू (आईआईएससी, बैंगलोर की लीन पर)
महान, एमजे.
मंडल, सुगाता (30.03.2022 तक)
मुखर्जी, सब्यासाची
मुखोपाध्याय, स्वर्णा
नायर, अरविंद एन.
परमेश्वरन, ए.जे.
राजन, सी.एस. (01.01.2022 तक)
रोशन, एस.के.
सावंत, आनंद
श्रीधरन , राजा
श्रीनिवास, व्ही.
श्रीनिवासन, श्रीमथी (14.12.2021 से)
त्रिवेदी, विजयलक्ष्मी जी.
वर्मा, संदीप व्ही.
वेंकटरमन, टी.एन.

सहायक संकाय

बेडर, ऊरी, वैज़मन विज्ञान संस्थान, इज़राइल (01.01.2019 से)
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)
कैंपना, फ्रेडेरिक, डे लोराईन विश्वविद्यालय, फ्रांस (01.01.2019 से)
क्लोज़ल, लॉरेंट, फ्रांस (01.01.2019 से)
गेलेंडर, सचिक, गणित और कंप्यूटर विज्ञान के संकाय सदस्य, वैज़मन विज्ञान संस्थान, इज़राइल (01.04.2022 से 31.03.2025 तक)
हिदा, हारुज़ो, गणित विभाग, यूसीएलए लॉस एंजिल्स, यू.एस.ए. (01.04.2022 से 31.03.2025 तक)
रामकृष्णन, दिनाकर, कैलिफोर्निया तकनीकी संस्थान, यूएसए (01.01.2019 से)
वेलानी, संजू एल. यॉर्क विश्वविद्यालय, यूनाइटेड किंगडम (01.01.2019 से)

टीआइएफआर अनुप्रयोज्य गणित केंद्र, बैंगलोर

अदिमूर्थी कार्तिक
अरविंदा, सी.एस.

बैनर्जी, अगनिद
विश्वास, इमरान एच.
चंदगोटिया, निशांत
चंद्रशेखर, प्रवीण
घोषाल, श्याम सुंदर
गौड़ा, जी.डी. वीरप्पा (31.08.2020 तक)
हैदर, अली (11.11.2021 से)
थॉमस, जिम (27.01.2022 से)
कर्माकर, देबाब्रता
कोली, उज्ज्वल
कृष्णन, वेंकटेश्वरन पी.
मैती, देबायन
रामचंद्रन, कौशिक
संदीप, के.
शेखर, अतुल (07.10.2021 से)
श्रीनिवासन, प्रशांथ के.
शिवगुरु, आर.
वदलामणि, श्रीकर

सहायक संकाय

नायर, रामचंद्रन डी., भूविज्ञान गणित संस्थान, यूएसए (31.05.2021 तक)
सॉयर, यानिक, जोंस होपकिंस विश्वविद्यालय, यूएसए (01.01.2019 से)

प्रौद्योगिकी एवं कंप्यूटर विज्ञान स्कूल

असनानी, हिमांशु
बत्रा, जतिन (01.09.2021 से)
भास्कर, उमंग
चट्टोपाध्याय, आर्कदेव
गुहा, शिवाशीस
हर्षा, प्रहलाद
जुनेजा, संदीप के.
कविथा, टी.
नारायणन, एच.
प्रभाकरन, विनोद एम.
राधाकृष्णन, जयकुमार
राजा, एन.
सप्तऋषि, रामप्रसाद
सेन, प्रणब जी.डी.
श्रीनिवासन, अक्षयाराम
श्रीवास्तव, पीयूष
वझे, राहुल

सहायक संकाय

बोरकर, व्ही.एस., भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मुंबई (01.10.2018 से)
जैन, राहुल, एनयूएस, सिंगापुर (बज्र संकाय सहायक, 31.05.2021 तक)
कायल, नीरज, माइक्रोसॉफ्ट अनुसंधान प्रयोगशाला भारत, बैंगलोर (01.02.2020 से)
मजूमदार, रवि आर., वाटरलू विश्वविद्यालय, कनाडा (01.05.2019 से)
नेत्रापल्ली, प्रनीथ, माइक्रोसॉफ्ट अनुसंधान प्रयोगशाला भारत, बैगलोर (01.05.2020 से)

प्राकृतिक विज्ञान स्कूल

खगोलविज्ञान एवं खगोलभौतिकी विभाग

भट्टाचार्य, सुदीप
चटर्जी, सौरव
गोपाकुमार, ए.
हनासोगे, श्रवण एम.
मुखर्जी, भास्वती
निनान, जो फिलिप (24.01.2022 से)
ओझा, देवेंद्र के.
पूर्वांकरा, मनोज
सिंह, तेजिंदर पी.
तेंदुलकर, श्रीहर्ष (एनसीआरए के साथ संयुक्त नियुक्ति)

जैव विज्ञान विभाग

आनंद, अमितेश
दास, देबासीस
कोल्थुर, उल्लास एस.
कौशिक, संध्या पी.
मैत्रेयी, आर. नरसिम्हा
मिश्रा, मिथिलेश
रे, कृषाणु
सोनावणे, महेंद्र एस.
तोले, शुभा
वैद्या, विदिता ए.

सहायक संकाय

कामत, सिद्धेश, भारतीय विज्ञान शिक्षा एवं अनुसंधान संस्थान, पुणे (01.05.2020 से)
मेनन, गौतम आई., गणितीय विज्ञान संस्थान, चैन्नई (31.05.2021 तक)

रसायनिक विज्ञान विभाग

दासगुप्ता, ज्योतिषमन
दत्ता, अंकोना
खुशलानी, दीपा
कोटी, ए. श्री राम
मैती, सुदीप्ता
मजूमदार, श्यामलवा
पात्रा, मलय
पोल्शेट्टीवार, विवेक
वेंकटरमणी, रविंद्र
वूरा, वामसी के.

सहायक संकाय

कूओ, जेर-लाई, परमाणु और आण्विक विज्ञान संस्थान, ताईवान (31.05.2021 तक)

संघनित पदार्थ भौतिकी एवं सामग्री विज्ञान विभाग

भट्टाचार्य, अर्नब
चटर्जी, शोविक
देशमुख, मंदार एम.
घोष, संदीप
घोष, शंकर
गोपाल, अचंता व्ही.
मैती, कालोवरन
प्रभु, श्रीगणेश एस.
रामाकृष्णन, एस.
रायचौधुरी, प्रताप
सिंह, बहादुर
थैमीजावेल, ए.
विजयराघवन, आर

सहायक संकाय

गुप्ता, सुभाशीष दत्ता, हैदराबाद विश्वविद्यालय, हैदराबाद (01.04.2021 से 31.03.2024 तक)

लेविने, डोव, टेक्निऑन – इज़राइल प्रौद्योगिकी संस्थान, इज़राइल (01.05.2019 से)

उच्च ऊर्जा भौतिकी विभाग

चिटनिस वर्षा आर.
दुगाड, शशि आर.
गुचैत, मोनोरंजन
मजूमदार, गोविंद
मजूमदार, कजरी
मोहंती, गगन बी.
मोहंती, प्रवता के.
रमीज, मोहम्मद
उन्नीकृष्णन, सी.एस.

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.
त्रिवेदी, लोकेश सी.

सहायक संकाय

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

राजीव, पी.पी., रदरफोर्ड एपलटन प्रयोगशाला, ऑक्सफोर्ड, यूके (01.02.2020 से)

सैद्धांतिक भौतिकी विभाग

दामले, केदार एस.
दासगुप्ता, बासुदेव
दत्ता, सोमेन
दिघे, अमोल एस.
गाददे, अभिजीत
गुप्ता, सौरेंदु
खत्री, ऋषि
कुलकर्णी, जी.पी.
मजूमदार, सुभाब्रता
मंडल, गौतम
माथुर, नीलमणि
मिनवाला, शिराज
परिकर, ओंकार (09.08.2021 से)
रायचौधुरी, श्रीरूप
राय, तुहिन एस.
साधु, त्रिदिब
सेनशर्मा, राजदीप
शर्मा, ऋषि
श्रीधर, के. (31.05.2021 तक)
त्रिपाठी, विक्रम
त्रिवेदी, संदीप पी.

सहायक संकाय

बाली, गुन्नार एस. रीगेन्सबर्ग विश्वविद्यालय, जर्मनी (01.10.2018 से)
दास, सुमित रंजन, केंटुकी विश्वविद्यालय, यूएसए (01.04.2021 से 31.03.2024 तक)
धर, दीपक, भारतीय विज्ञान शिक्षा एवं अनुसंधान संस्थान, पुणे (01.05.2020 से)
जैन, भुवनेश, पेंसिल्वेनिया विश्वविद्यालय, फिलाडेल्फिया,यूएसए (01.05.2020 से)
मजूमदार, सत्य नारायण, पेरिस-सड विश्वविद्यालय, फ्राँस (01.04.2021 से 31.03.2024 तक)
मुखी, सुनील, भारतीय विज्ञान शिक्षा एवं अनुसंधान संस्थान, पुणे (31.05.2021 तक)
विश्वनाथ, अश्विन, हार्वड विश्वविद्यालय, यूएसए (01.01.2019 से)

होमी भाभा विज्ञान शिक्षा केंद्र

भट्टाचार्य, अर्नब
चंद्रसेखरन, संजय
चारी, दीपा
चूनावाला, सुगरा आई.
डे, पृथ्वीजीत
गुप्ता, अंकुश
गुप्ता, आयुष
जोशी, परेश के.
खापर्डे, राजेश बी.
लडागे, सविता ए.
मशूद, के.के.
मजुमदार, अन्वेश
मिश्रा, के.के.
नागार्जुन, जी.
सेनगुप्ता, तथागत
सुब्रमणियम, के.
सुले, अनिकेत पी.
वर्तक, रेखा आर.

सहायक संकाय

सेनगुप्ता, प्रतिम, कैलगरी विश्वविद्यालय, कनाडा (01.02.2020 से)

राष्ट्रीय जैविक विज्ञान केंद्र

अगाशे, दीपा
बद्रीनारायण, अंजना
भट्टाचार्यजी, तपोमय (1.7.2021 से)
भट्टाचार्य, अभिषेक (2.4.2021 से)
भल्ला, उपिन्दर एस.
ब्रोकमेन, एक्सेल
चक्रवर्ती, शाओन
चटर्जी, सुमंत्रा
दास, रणवीर
दास, सौम्याश्री
घोष, हिया सिंघी
गोसावी, साची एस.
जना स्वाधीनचंद्र (01.04.2021 से)
कृष्णा, संदीप
कुंटे, कृष्णामेघ जे.
कुट्टी, रघुनाथ विनोथकुमार
लाढेर, राजेश कुमार
मेयर, सत्यजीत
नोटानी, डिंपल
ओल्सन, शैनन बी. (31.03.2022 तक)
साने, संजय पी.
पदिनजात, रघु
राधाकृष्णन, सबरीनाथन
राजू, आर्किशमन
रामकृष्णन, उमा
रमेश, आरती
राव, मदन
संकरन, महेश
सेशासाई, अश्विन साई नारायण
शिवप्रसाद, पी. व्ही.
सौधामिनी, आर.
सुंदरामूर्ति, वरदराजन
थत्तई, मुकुंद
थिरुमलई, वत्सला
थुतुपल्ली, शशि
उदगांवकर, जयंत बी. (आईआईएसईआर, पुणे में प्रतिनियुक्ति पर)
वेंकटेसन, राधिका (05.11.2021 तक)
विश्वनाथ, श्रुति

सहायक संकाय

जैन, संजीव, एआईएमएचएएनएस, बैंगलोर, 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)
शिलो, बेन-जियोन, वेजमन विज्ञान संस्थान, इज़राइल (सहायक बज्र संकाय, 01.09.2019 से 31.08.2022 तक)
स्पूडिच, जेम्स ए., स्टैनफोर्ड यूनिवर्सिटी स्कूल ऑफ मेडिसिन, यूएसए (01.04.2021 से 31.03.2024 तक)

राष्ट्रीय रेडियो खगोलभौतिकी केंद्र

भट्टाचार्य, भास्वती
चंद्रा, पूनम
चेंगलूर, जयाराम एन.
चौधरी, तीर्थंकर राय
गुप्ता, यशवंत

ईश्वरा चंद्रा, सी.एच.
जोशी, भाल चंद्रा
काले, रुटा
कानेकर, निसिम
खरब, प्रीति
लाल, धरम वीर
योगेश मन (02.07.2021 से)
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)
बसक, अनीरबन
बसु, रिद्दीरतिम
भाट, पल्लवी
भट्टाचार्जी, सुभ्रो
डे, रूक्मणि
धर, अभिषेक
गोपाकुमार, राजेश
गोविंदराजन, रमा
कृष्णमूर्ति, विजय कुमार
कुलकर्णी, मानस
कुमार, प्रयूष (05.01.2021 से)
कुंदू, अनुपम
लोगानयागम, आर.
पंडित प्रणव सुधीर
राजू, सुव्रत
रे, समृद्धि संकर
राय, स्थितधी (05.02.2022 से)
थॉमस, जिम (27.01.2022 से, कैम के साथ संयुक्त नियुक्ति)
थुटुपल्ली, शशि (एनसीबीएस के साथ संयुक्त नियुक्ति)
वासन, विशाल

सहायक संकाय

चट्टोपाध्याय, स्वपन, वैज्ञानिक निदेशक एवं परियोजना लीडर बर्कले, सीए, यू.एस.ए. (01.07.2021 से 30.06.2024 तक)
नंजुनदिया, रवि एस., भारतीय उष्णकटिबंधीय मौसम विज्ञान संस्थान, पुणे (01.01.2019 से)

टीआईएफआर अंतर्विषयी विज्ञान केंद्र

अग्रवाल, विपिन
चंद्रशेखर, व्ही.
दानी, आदिश
दास, तमल
गराई, कंचन
घोष, सौम्या
हल्दार, रीतेश (11.05.2021 से)
जायसवाल, मनीष
जना, अनुकूल
कर्माकर, समरजीत

कृष्णामूर्ति, एम.
मधु, पी.के.
मंडल, कल्याणेश्वर
मजूमदार, अप्रोतिम
मंडल, जगन्नाथ
मोटे, कौस्तुभ आर.
नारायणन, टी.एन.
नंदी, सरोज कुमार
नायक, पवित्र कुमार
पर्लेकर, प्रसाद एस.
रामकृष्णन, रघुनाथन
रमोला, कबीर
शिरहती, प्रणव आर.
श्रीवास्तव, मृणाल (05.04.2021 से)
वैद्य, आनंद तीर्थ
वल्लूरुपल्ली, प्रमोध
वीतिल, अनीश ताझे (25.05.2021 से)
वेंकटरमन, कार्तिक
विग, मोनिका

सहायक संकाय

चट्टोपाध्याय, अमिताभ, सीसीएमबी, हैदराबाद. भारत (01.10.2018 से)
हस्टर, डेनियल, लीपजिग विश्वविद्यालय, जर्मनी (01.10.2018 से)
कांग, गगनदीप, द वेलकम ट्रस्ट अनुसंधान प्रयोगशाला, क्रिश्चियन मेडिकल कॉलेज, वैल्लोर (02.11.2020 से)
रोसकी, एच.डब्ल्यू., गोटिंगेन विश्वविद्यालय, जर्मनी (01.02.2020 से)

प्रशासन एवं सेवाएं

प्रशासन

कुलसचिव एवं प्रबंधन परिषद के सचिव	:	विंग कमांडर एंटोनी, जॉर्ज (सेवानिवृत्त)
उप कुलसचिव	:	कर्नल गोखले, संजय बी. (सेवानिवृत्त)
सहायक कुलसचिव (अकादमिक)	:	भोईर, ए.डी. (09.05.2021 तक) रेडेकर, एच.के. (10.05.2021 से)
सचिव, आईडब्ल्यूजी	:	शिंदे, एम.डी.
लेखा प्रमुख	:	पैठणकर, किशोर एस.
स्थापना प्रमुख	:	अठावले, मिलिंद ए. (18.04.2021 तक) सागवेकर, एन.एस. (27.05.2021 से)
जनसंपर्क अधिकारी	:	आंबेकर, राजू पी. (31.08.2021 तक) अभ्यंकर, ए.एम. (01.09.2021 से)
विधिक अधिकारी	:	शेखर, जी.के.
क्रय एवं भंडार अधिकारी	:	बघेल, दीपक बी.
सुरक्षा एवं अग्निशमन अधिकारी	:	जोशी, भारत बी.
प्रशासनिक अधिकारी (सी), सामान्य प्रशासन	:	फेलिक्स, टी.जे.
प्रमुख, प्रशासन, एचबीसीएसई	:	राउल, व्ही.पी.
प्रमुख, प्रशासन और वित्त, एनसीआरए, पुणे	:	सोलंकी, जे.के.
प्रमुख, प्रशासन और 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	:	हरि प्रसाद, डी.
प्रशासनिक अधिकारी (डी), एनबीएफ, हैदराबाद	:	मनोहर, 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 (एफ), निम्न तापमान सुविधा	:	श्रीनिवासन, के. व्ही.

टी.आई.एफ.आर. के प्रमुख अनुसंधान क्रियाकलाप
(2021-2022)

गणित स्कूल

अंक सिद्धांत

- **क्रिस्टालाइन रिप्रिजेंटेशंस की सीमाओं के रुप में अर्ध-स्थिर रिप्रिजेंटेशंस**
  हमने असाधारण भारों के क्रिस्टालाइन रिप्रिजेंटेशंस के स्पष्ट अनुक्रम V_{k_n ,a_n} का निर्माण किया। इनकी कंवर्जिंग, Gal(\bar{Qp} /QP) के दिये गये इरेड्युसिबिल दो-आयामी अर्ध-स्थिर रिप्रिजेंटेशन V_{k,L} में होती है। कंवर्जेंस, दो-आयामी ट्राइंगुलाइन रिप्रिजेंटेशंस के ब्लो-अप स्पेस में होता है जिसका अध्ययन कोल्मेज एवं चेनेवियर ने किया है। ब्लो-अप की प्रक्रिया का वर्णन विस्तार में रिजिड विश्लेषणात्मक सैटिंग में किया गया है एवं यह रुचि का विषय हो सकता है। अधिक सामान्य रुप से हम स्टीवंस के सूत्र को पुन:प्राप्त करते हैं जिसमें एल-इंवैरिएंट की अभिव्यक्ति लोगारिथ्मिक डिराइवेटिव के रुप में की गई है। हमारे परिणाम का प्रयोग V_{K_n,a_n} के रिडक्शंस के संबंध में V_{k,L} के रिडक्शन की गणना के लिए किया जा सकता है। उदाहरण के लिए जिग-जैग अनुमान का प्रयोग करके हम ब्रूएल-मेजर्ड एवं गेबेरॉफ-पार्क के कार्य को पुन: प्राप्त करते हैं जिसमें कम से कम जड़त्व उपसमूह पर अधिकांश p+1 पर भारों के लिये V_{k,L} के रिडक्शंस की गणना की गई है। ऐसे मामलों में जहां जिग-जैग ज्ञात है, हम लघु विषम भारों के लिये रिडक्शंस के संबंध में कुछ नयी सूचना प्राप्त करने में समर्थ हैं। अंत में हम स्थानीय कंस्टेंसी में कुछ प्रत्यक्ष उल्लंघनों का वर्णन, लघु भार के क्रिस्टालाइन रिप्रिजेंटेशंस के रिडक्शंस के भार में करते हैं। (एकनाथ घाटे)

संभाव्यता सिद्धांत

- **गौसियन मुक्त क्षेत्र स्तर-समूहों के पर्कोलेशन के लिए महत्वपूर्ण पैरामीटरों की तुल्यता**
  उपर्युक्त उल्लिखित कार्य में दीर्घकालीन अनुमान का समाधान किया गया। यह प्रोटोटिपिकल पर्कोलेशन मॉडल के चरण ट्रांजिशन के अभिलक्षणन से संबंधित था। यह दीर्घ-रेंज निर्भरता दर्शा रहा था जिसे गौसियन मुक्त-क्षेत्रों के स्तर-समूहों के नाम से जाना जाता है। इस मॉडल का विशिष्ट लक्षण यह है कि स्थानीय फंक्शनल्स के मध्य सहसंबंधों में क्षय, उनके सपोर्ट्स के मध्य दूरी की लघु शक्ति की तरह होता है। अत: स्थापित पैरामीटर की सभी वैल्यूस के लिए ऐसे मंद क्षय की उपस्थिति जो प्राय: महत्वपूर्ण चरण का हॉलमार्क है, क्षेत्र में कार्य कर रहे गणितज्ञों के लिए नयी चुनौतियां प्रस्तुत करता है। कार्य के चरण में रोबस्ट टूलकिट का विकास, सामान्यत: स्वतंत्र पर्कोलेशन मॉडलों के विश्लेषण के लिए किया गया। (शुभाजीत गोस्वामी)

- **गौसियन मुक्त क्षेत्र एक्सकर्जन क्लस्टर्स के रेडियस पर**
  पर्कोलेशन सिद्धांत के संदर्भ में (संभाव्यता सिद्धांत के गणितीय क्षेत्र में अनुसंधान के सर्वाधिक समृद्ध एवं सक्रिय क्षेत्रों में एक) ट्रंकेटिड दो-प्वाइंट प्रकार्य, संभाव्यता का प्रतीक है। इसका अर्थ यह है कि अपरिमित कनेक्टिड ग्राफ (उदाहरण के लिए जालक) में दिये गये दो प्वाइंट्स, समान परिमित, ओपन क्लस्टर अर्थात परिमित, कनेक्टिड घटकों का प्रतिनिधित्व करते हैं जिसमें कुछ यादृच्छिक उपग्राफ में एजेस या वर्टिसेस शामिल होती हैं। ट्रंकेटिड दो-प्वाइंट प्रकार्य के क्षय की सूक्ष्म दर (कुछ तार्किक अर्थ में) को पाना अक्सर 2 से बड़े आयामों के लिए असंभव परियोजना होती है जब आधारभूत ग्राफ, हाइपरक्युबिक जालक होता है। उपर्युक्त उल्लिखित कार्य में लेखकों द्वारा ट्रंकेटिड दो-प्वाइंट प्रकार्य को आयाम-3 में गैर-महत्वपूर्ण चरण में अग्रणी एक्सपोनेंशल क्रम तक गौसियन मुक्त क्षेत्र के लेवल-सैट्स के लिए पिन डाउन करने में सफलता मिली। (सुभाजीत गोस्वामी)

- **लियोविले क्वांटम गुरुत्वाकर्षण में जियोडेसिक्स की कठोरता**
  लियोविले क्वांटम गुरुत्वाकर्षण (एलक्यूजी), यादृच्छिक फ्रैक्टल सतहों का एक-पैरामीटर परिवार है। इसका पहली बार अध्ययन भौतिक वैज्ञानिकों द्वारा 1980 में यादृच्छिक दो-आयामी रिमेनियन मैनिफोल्डों के कैनोनिकल मॉडलों के क्लस्टर के रुप में किया गया। लियोविलै क्वांटम गुरुत्वाकर्षण (एलक्यूजी) सतह के साथ संबंधित दूरी का वर्ग निर्माण हाल के कार्यों की श्रृंखला द्वारा किया गया एवं इसके संबंधित जियोडेसिक्स के अनेक गुणधर्मों को अब समझा गया है। उपर्युक्त उल्लिखित लेख में लेखकों द्वारा फोकलोर अनुमान की पुष्टि की जाती है कि एलक्यूजी जियोडेसिक्स का यूक्लिडीन होसडोर्फ आयाम निश्चित रुप से 1 से बड़ा, तथा-कथित लियोविलै प्रथम पैसेज पर्कोलेशन (एलएफपीपी) पैरामीटर के सभी मानों से है। लेखकों द्वारा एलएफपीपी जियोडेसिक्स के लिए एनालॉगस परिणाम को भी सिद्ध किया जाता है। (सुभाजीत गोस्वामी)

गणितीय सांख्यिकी

- **पीसवाइज नियमित प्रकार्यों का स्पेटियली अडेप्टिव ऑनलाइन पूर्वानुमान**
  इस कार्य में लेखकों द्वारा ऑनलाइन सैटिंग में पीसवाइज नियमित प्रकार्यों के अनुमान की समस्या को हल किया जाता है। उदाहरण के लिए डाटा का आगमन अनुक्रमणीय रुप में होता है व किसी भी चक्र में हमारा कार्य आगामी प्रकट प्वाइंट पर वास्तविक प्रकार्य के मान का पूर्वानुमान करना है जिसमें हम पूर्व पूर्वानुमानों से उपलब्ध डाटा का प्रयोग करते हैं। इस कार्य में स्लीपिंग एक्सपर्ट्स एग्रेगेशन एल्गोरिथ्म नामक हाल ही में विकसित किये गये ऑनलाइन ज्ञानार्जन एल्गोरिथ्म के उपयुक्त संशोधित वर्जन को प्रस्तुत किया गया है। दिखाया गया है कि इस एस्टिमेटर द्वारा अंत:स्थापित प्रक्षेत्र के सभी स्थानीय क्षेत्रों के लिए एक साथ ओरेकिल जोखिम सीमाओं को सैटिसफाई किया जाता है। एक्सपर्ट एग्रेगेशन एल्गोरिथ्म के अनेक कांक्रीट इंस्टैंशिएशंस का भी विस्तार में अध्ययन किया गया है। (सुभाजीत गोस्वामी)

कंफर्मल गतिकी

- **शवार्ज परावर्तन एवं एंटी-होलोमॉर्फिक समानताएं**
  फचशियान समूहों के साथ तार्किक मैप्स की ''मेटिंग'' की अवधारणा की खोज 1990 के दशक में बुलैट एवं पैनरोज द्वारा इटेरेटिड बीजीय समानताओं के संदर्भ में की गई। यह तार्किक मैप्स एवं क्लेनियन समूहों की गतिकी के मध्य तथाकथित ''सुलिवन डिक्शनरी'' की ओर विश्वसनीय कदम था। हालांकि उनके समान निर्माण की अल्पकालीन प्रकृति के कारण यह कार्य अगले दो दशकों तक उपेक्षित रहा। ''शवार्ज परावर्तन एवं एंटी-होलोमॉर्फिक समानताओं'' पेपर में लेखकों ने एंटी-होलोमार्फिक गतिकीय प्रणालियों (क्वाडरेचर प्रक्षेत्रों के साथ संबंधित शवार्ज परावर्तनों के रुप में उत्पन्न) की नयी कक्षा का अध्ययन किया एवं ऐसी समानताओं के निर्माण के लिए नयी सामान्य रुपरेखा को विकसित किया। पेपर में अध्ययन किये गये विशिष्ट परिवार ने बुलैट-पैनरोज समानता के एंटी-होलोमार्फिक वर्जन्स को जन्म दिया। पेपर की मुख्य तकनीकी उपलब्धि पैराबोलिक तार्किक मैप्स के लिए नये ''स्ट्रेटर्निंग प्रमेय'' का सूत्रीकरण है जो दिलचस्पी का विषय है। (सब्यासाची मुखर्जी)

- **एंटीहोलोमार्फिक गतिकी में स्ट्रेटर्निंग की अनिरंतरता:** I
  इस पेपर में जटिल पोलिनोमिअल्स के पैरामीटर स्पेसों में प्रोटोटिपिकल आकारों की दृश्यता का अध्ययन किया गया है। पेपर के मुख्य परिणामों द्वारा दर्शाया जाता है कि बेबी ट्राइकोर्न (क्वाडरेटिक एंटी-होलोमार्फिक पोलिनोमिअल्स का कनेक्टिडनेस लोकस) से मूल ट्राइकोर्न तक गतिकीय प्राकृतिक स्ट्रेटर्निंग मैप की अनिरंतरता अपरिमित रुप से अनेक स्पष्ट पैरामीटरों में है। यह प्रथम ज्ञात उदाहरण है जहां स्ट्रेटर्निंग मैप्स, होलोमार्फिक पोलिनोमिअल्स के होलोमार्फिक परिवार के वास्तविक दो-आयामी स्लाइस

पर निरंतर होने में असफल होते हैं। यह भी सिद्ध किया गया कि ट्राइकोर्न की सभी गैर-वास्तविक अम्बिलिकल कोर्डों में लचीलापन आता है। इससे विभिन्न व्यक्तियों के अनुमान की पुष्टि होती है जिनमें हबर्ड, मिलनोर एवं शलेचर शामिल हैं। (सब्यासाची मुखर्जी)

जटिल विश्लेषण एवं कंफर्मल गतिकी

- **यूनिवेलेंट पोलिनोमिअल्स एवं हबर्ड ट्रीज**
  यूनिवेलेंट पोलिनोमिअल्स ने क्लॉसिकल, जटिल एवं प्रकार्यात्मक विश्लेषण में महत्वपूर्ण भूमिका का निर्वाह किया है (उदाहरण के लिए उनका अध्ययन प्रसिद्ध बीबर्बेक अनुमान के साथ संबंध में किया गया)। इस पेपर में लेखकों ने यूनिवेलेंट पोलिनोमिअल्स के सिद्धांत को कंफर्मल गतिकी के क्षेत्र से संबंधित किया (प्रत्येक यूनिवेलेंट पोलिनोमिअल में शवार्ज परावर्तन गतिकीय प्रणाली को संबंधित करके), एवं क्वॉसीकंफर्मल विरुपण तकनीकों को यूनिवेलेंट पोलिनोमिअल्स के अध्ययन में प्रस्तुत किया। इस तकनीक का प्रयोग करके उन्होंने सरल कांबिनेटोरियल लक्ष्यों; ''ट्रीज'' के संबंध में ''एक्ट्रेमल'' यूनिवेलेंट पोलिनोमिअल्स के पूर्ण विवरण को दिया। इसके बाद उन्होंने ''रिजीडिटी'' प्रमेय को इस रुप में सिद्ध किया कि एक्सट्रेमल यूनिवेलेंट पोलिनोमिअल्स का पूर्ण रुप से निर्धारण उनके एसोशिएटिड ट्रीज द्वारा होता है। वास्तव में इन ट्रीज का प्रयोग एंटी-होलोमार्फिक पोलिनोमिअल्स के महत्वपूर्ण परिवार के वर्गीकरण के लिए भी किया गया। (सब्यासाची मुखर्जी)

कंफर्मल गतिकी, क्लेनियन समूह, जटिल विश्लेषण एवं टेकमुलेर स्पेसेस

- **यूनिवेलेंट मैप्स के परिवारों में बेर्स स्लाइसेज**
  शवार्ज परावर्तन मैप्स की गतिकी, कंफर्मल गतिकी में उदीयमान क्षेत्र है। यह जटिल विश्लेषण, तार्किक मैप्स की गतिकी, परावर्तन समूहों, यूनिवेलेंट मैप्स के सिद्धांत आदि के विभिन्न पहलुओं को संयुक्त करता है। यह पेपर, शवार्ज परावर्तन मैप्स की प्राकृतिक कक्षा के पैरामीटर स्पेस का अध्ययन है। इसकी उत्पत्ति यूनिवेलेंट तार्किक मैप्स से होती है। दिखाया जाता है कि इस स्पेस में प्रत्येक मैप, निर्धारित पोलिनोमिअल एवं परावर्तन समूह की कंफर्मल मैटिंग है एवं पैरामीटर स्पेस स्वयं में परावर्तन समूहों के कांपेक्टिफाइड विरुपण स्पेस के प्रति प्राकृतिक रुप से होमियोमॉर्फिक है। इससे नये एवं दिलचस्प संबंध की उपलब्धता, परावर्तन समूहों के टेकमुलेर स्पेसेस एवं यूनिवेलेंट मैप्स के परिवारों के मध्य होती है। (सब्यासाची मुखर्जी)

टोपोलॉजी, कंफर्मल गतिकी एवं क्लेनियन समूह

- **सर्कल पैर्किंग्स, किसिंग परावर्तन समूह एवं महत्वपूर्ण रूप से निर्धारित एंटी-रेशनल मैप्स**
  1980 के दशक में सुलिवन ने डिक्शनरी को प्रस्तुत, कंफर्मल गतिकीय प्रणालियों के दो वर्गों के मध्य किया: रिमन स्फेयर पर रेशनल मैप्स की गतिकी एवं क्लेनियन समूहों के कार्य। इसे विभिन्न सामान्य लक्षणों द्वारा प्रेरणा मिली जो दोनों में थे, किंतु अभी तक कोई भी स्पष्ट गणितीय रुपरेखा नहीं बनी है जो इन समानताओं को स्पष्ट कर सके। वर्तमान पेपर द्वारा नये सेतु की स्थापना, गतिकीय प्रणालियों की उपर्युक्त उल्लिखित कक्षाओं के मध्य की जाती है। अधिक स्पष्ट रुप से क्लेनियन परावर्तन समूहों की बृहत् कक्षा एवं एंटी-होलोमॉर्फिक रेशनल मैप्स के मध्य स्पष्ट समानता को सिद्ध, यह दिखाकर किया जाता है कि इन ऑब्जेक्टों की केऑटिक गतिकी, टोपोलॉजिकली तुल्य है। इस समानता का प्रयोग करके अनेक जियोमेट्रक मेटिंग समस्याओं एवं एंटी-रेशनल मैप सैटिंग में एसिंलिंड्रिकल हाइपरबोलिक 3-

मैनिफोल्डों (थर्सटन के कांपेक्टनेक्टनेस प्रमेय के रुप में ज्ञात) के पैरामीटर स्पेसों के लिए महत्वपूर्ण प्रमेयों के एनालॉग्स के लिए पूर्ण उत्तरों को प्राप्त किया जाता है। (सब्यासाची मुखर्जी)

- **क्लेनियन परावर्तन समूहों एवं एंटीहोलोमॉर्फिक रेशनल मैप्स के मध्य विरुपण स्पेस एनालॉजीस पर**
  रिमन स्फेयर पर रेशनल मैप्स द्वारा दी गई गतिकीय प्रणालियों के पैरामीटर स्पेसों के अध्ययन में महत्वपूर्ण एवं अल्प-समझा गया क्षेत्र, हाइपरबोलिक घटकों के क्लोजर्स की टोपोलॉजी एवं बाइफर्केशन संरचनाएं हैं। अपने पूर्व कार्य '' सर्कल पैकिंग्स, किसिंग परावर्तन समूहों एवं महत्वपूर्ण रुप से निर्धारित एंटी-रेशनल मैप्स'' में लेखकों ने स्पष्ट गतिकीय समानता का निर्माण अनेक क्लेनियन परावर्तन समूहों एवं कई एंटी-होलोमॉर्फिक रेशनल मैप्स के मध्य रिमन स्फेयर पर किया। उस कार्य पर कार्य करते हुये यहां लेखकों द्वारा हाईपरबोलिक घटकों के संग्रह के क्लोजर की टोपोलॉजी का अध्ययन किया जाता है जिसमें महत्वपूर्ण रुप से निर्धारित एंटी-रेशनल मैप्स समाहित हैं। एक ओर जहां इस परियोजना का लक्ष्य यह दिखाना था कि हाईपरबोलिक घटकों के इस संग्रह के क्लोजर्स द्वारा जटिल टोपोलॉजी (उदाहरण के लिए इस स्पेस में विशाल मूलभूत समूह है) को दर्शाया जाता है; वहीं दूसरी ओर लक्ष्य के अंतर्गत ऐसे हाइपरबोलिक घटकों की बाईफर्केशन संरचना के लिए कांबिनेटोरियल/टोपोलॉजिकल मॉडल का वर्णन करना शामिल था। ऐसा प्रतीत होता है कि किसिंग परावर्तन समूहों के विरुपण स्पेसों एवं महत्वपूर्ण रुप से फिक्स्ड एंटी-रेशनल मैप्स के बाइफर्केशन प्रतिमानों में अनेक अद्‌भुत समानताएं हैं। उनके द्वारा ऐसे हाइपरबोलिक घटकों के लिए बद्ध प्रश्नों के उत्तर भी दिये जाते हैं जिससे महत्वपूर्ण रुप से फिक्स्ड एंटी-रेशनल मैप्स के लिए थर्सटन की सघनता के प्रमेय के एनालॉग की स्थापना होती है। (सब्यासाची मुखर्जी)

टोपोलॉजी, निम्न-आयामी गतिकी, क्लेनियन समूह, एवं अर्गोडिक सिद्धांत

- **सुलिवन डिक्शनरी एवं बोवेन-श्रृंखला मैप्स**
  क्लेनियन समूहों एवं रेशनल गतिकी के मध्य सुलिवन डिक्शनरी द्वारा अद्‌भुत समानताओं का वर्णन क्षेत्रों के मध्य किया जाता है। यह दोनों अध्ययन के लक्ष्यों एवं प्रयुक्त तकनीकों के संबंध में है। लेखकों द्वारा पूर्व पेपर ''ऑर्बिट तुल्यता द्वारा रेशनल मैप्स एवं क्लेनियन समूहों को संयुक्त करना'' में (उच्चतर) बोवेन-श्रृंखला मैप्स ने संबंधित लिंक की भूमिका का निर्वाह रेशनल मैप्स की गतिकी एवं क्लेनियन समूहों के कार्यों के मध्य रिमान स्फेयर पर किया। जहां इन मैप्स के सिर्फ टोपोलॉजिकल एवं कांबिनेटोरियल लक्षणों का प्रयोग मेटिंग निर्माण में किया गया, वहीं (उच्चतर) बोवेन-श्रृंखला मैप्स के मेशर-सैद्धांतिक पहलू, महत्वपूर्ण रुचि के विषय हैं जिनका अध्ययन इस पेपर में किया गया है। अधिक स्पष्ट रुप से मेशर्स के विभिन्न प्राकृतिक वर्गों के मध्य संबंधों; रेशनल मैप्स की मैक्सिमल एंट्रॉपी के मेशर्स एवं (उच्चतर) बोवेन-श्रृंखला मैप्स एवं उपयुक्त हाइपरबोलिक समूहों की ग्रोमोव सीमाओं पर पैटरसन-सुलिवन मेशर्स का परीक्षण किया जाता है। इसके आगे (उच्चतर) बोवेन-श्रृंखला मैप्स की मैक्सिमल एंट्रॉपी के मेशर के होसड्रोर्फ आयाम पर अनुमानों को भी प्राप्त किया जाता है। (सब्यासाची मुखर्जी)

बीजीय ज्यामिति

- **सघन कैहलर 3-फोल्डों के लिए लॉग प्रचुरता पर**
  इस लेख में हम दिखाते हैं कि लॉग प्रचुरता अनुमान, अंकीय आयाम 2 केस को छोड़कर सघन कैहलर 3-फोल्डों के लिए लागू है। (ओमप्रोकाश दास)

- **वक्रों पर मुख्य बंडलों की मॉड्युली का मूलभूत समूह**

हम वक्रों पर प्रमुख जी बंडलों के मॉड्युली स्पेस के मूलभूत समूह की गणना करते हैं जहां जी, बीजीय समूह है। (स्वर्णवा मुखोपाध्याय)

- **गोलीशेव की कैनोनिकल स्ट्रिप परिकल्पना का उल्लंघन कर रहे उदाहरण**
  हम सरल फैनो एवं कैलाबी-याउ प्रकारों के प्रथम उदाहरणों को प्रस्तुत करते हैं। ये (संकीर्ण) कैनोनिकल स्ट्रिप परिकल्पना का उल्लंघन करते हैं जो पोलेराइज्ड प्रकारों के हिल्बर्ट पोलिनोमिअल्स के रुट्स की अवस्थिति से संबंधित हैं। उन्हें पर्याप्त रुप से उच्च जेनस के वक्रों पर फिक्स्ड विषम-सीमा निर्धारक के साथ रैंक 2 बंडलों के मॉड्युली स्पेसेस द्वारा दिया जाता है। अत: हमारे फैनो उदाहरणों में पिकार्ड रैंक 1, इंडैक्स 2, रेशनल हैं एवं उनमें मॉड्युली है। परिकल्पनाएं, अनेक अन्य निकट संबंधित प्रकारों में भी असफल होती हैं। (स्वर्णवा मुखोपाध्याय)

- **अपेंडिक्स डी: का संक्षिप्त सर्वेक्षण रैंक-लेवल ड्युएलिटी**
  यह कंफर्मल ब्लॉक्स की रैंक-लेवल ड्युएलिटी से संबंधित प्रश्नों एवं कंफर्मल एंबेडिंग्स पर भी सर्वेक्षण है। (स्वर्णवा मुखोपाध्याय)

ज्यामिति एवं टोपोलॉजी

- **कंफिगुरेशन लाई ग्रुपाइड्स एवं आर्बिफोल्ड्स ब्रेड समूह**
  हमने लाई ग्रुपाइड के कंफिगुरेशन लाई ग्रुपाइड्स की दो परिभाषाओं को प्रस्तुत किया। दोनों मामलों में हमने फैडल-न्युवर्थ प्रकार फिब्रेशन प्रमेय को सिद्ध किया एवं लाई ग्रुपाइड्स के उदाहरणों को दिया जहां यह असफल होता है। इसके आगे हमने लाई ग्रुपाइड्स के परिवार के कंफिगुरेशन लाई ग्रुपाइड्स के मूलभूत समूहों (शुद्ध आर्बिफोल्ड ब्रेड ग्रुप्स नामक) का अध्ययन किया। इसे लघु यथार्थ अनुक्रम के निर्माण द्वारा प्राप्त किया जाता है। परिणाम : पहले, हम देखते हैं कि शुद्ध आर्बिफोल्ड ब्रेड समूहों में पोली-वर्चुअली मुक्त संरचना है। हमने शुद्ध आर्बिफोल्ड ब्रेड समूहों के जेनरेटर्स के स्पष्ट समूह को भी उपलब्ध कराया। इसके बाद हमने सिद्ध किया कि अफाइन एवं फिनिट जटिल आर्टिन समूहों का वर्ग, वास्तव में पोली-मुक्त है जिससे एम. बैस्टविना के प्रश्न का आंशिक उत्तर मिलता है। अंत में हमने आर्बिफोल्ड ब्रेड समूहों की इस कक्षा के लिए फैरल-जोन्स आइसोमोर्फिज्म अनुमान निकाला। इससे प्रकार D_n tilde के आर्टिन समूह के मामले की पुष्टि हुई जो हमारे पूर्व कार्यों में किसी में नहीं हो पाई थी। (एस.के. रोशन)

- **कंफिगुरेशन लाई ग्रुपाइड्स एवं आर्बिफोल्ड्स ब्रेड समूहों में क्वॉसीफिब्रेशंस**
  उपर्युक्त कार्य में हमने फैडल-न्युवर्थ प्रकार फिब्रेशन प्रमेय का अध्ययन, आर्बिफोल्ड्स के लिए किया। इसके साथ ही हमने लाई ग्रुपाइड्स के कंफिगुरेशन लाई ग्रुपाइड्स के मूलभूत समूहों के लघु यथार्थ अनुक्रम को दिया। इसकी समानता जेनस शून्य 2-आयामी आर्बिफोल्ड्स के साथ है (कोन प्वाइंट्स एवं कम से कम एक पंक्चर के साथ)। इस पेपर में हम इस कार्य का विस्तार कोन प्वाइंट्स के साथ सभी जेनस >0,2-आयामी आर्बिफोल्ड्स तक करते हैं। इसके परिणामस्वरुप हम संबंधित कंफिगुरेशन लाई ग्रुपाइड्स के मूलभूत समूहों के लिए फैरल-जोन्स आइसोमॉर्फिज्म अनुमान को सिद्ध करते हैं। यह उस प्रश्न के महत्वपूर्ण भाग का उत्तर देता है जिन्हें हमने अपने पूर्व के कार्यों में एक में रखा था। उपर्युक्त कार्य में हमने यह भी दिखाया कि सभी ग्लोबल क्वोशेंट प्रकार आर्बिफोल्ड्स के लिए फिब्रेशन प्रमेय लागू नहीं होता। यहां हम आर्बिफोल्ड्स के कुछ महत्वपूर्ण उदाहरणों को उपलब्ध कराते हैं जहां फैडल-न्युवर्थ प्रकार क्वॉसीफिब्रेशन प्रमेय लागू होता है। अंत में हम एस्फेरिसिटी अनुमान एवं क्वॉसीफिब्रेशन अनुमान का वर्णन आर्बिफोल्ड्स के लिए करते हैं। (एस.के. रोशन)

बीजीय टोपोलॉजी

- **आर्बिट कंफिगुरेशन स्पेसेस के लगभग-क्वॉसीफिब्रेशंस एवं मूलभूत समूह**
  हम K-लगभग-क्वॉसीफिब्रेशन की धारणा को प्रस्तुत करते हैं एवं अनेक उदाहरणों को देते हैं। हम यह भी दिखाते हैं कि इन उदाहरणों का बड़ा वर्ग क्वॉसीफिब्रेशंस नहीं है। परिणामस्वरुप अपने पूर्व कार्यों में एक में एस्फेरिसिटी अनुमान को सपोर्ट कर हम निष्कर्ष निकालते हैं कि पृथक फिक्स्ड प्वाइंट्स के साथ एस्फेरिकल 2-मैनिफोल्ड पर डिस्क्रीट समूह के प्रभावी एवं उपयुक्त रुप से अनिरंतर कार्य के आर्बिट कंफिगुरेशन स्पेस का मूलभूत समूह, टोर्शन मुक्त है। इसके अलावा यदि 2-मैनिफोल्ड में कम से कम एक पंक्चर है, तो यह पोली-मुक्त है। इस तरह इसमें मुक्त समूहों की संरचना का इटेरेटिड अर्ध-प्रत्यक्ष प्रोडक्ट है जो जीकोटैनकैटल के परिणाम का सामान्यीकरण करता है। (एस.के. रोशन)

बीजीय ज्यामिति, बीजीय समूह, मोटिविक होमोटोपी सिद्धांत

- **A-1-चेन कनेक्टिड घटक निर्माण के इटेरेशंस**
  समूहों की निस्नेविच शीफ एवं इसके यूनिवर्सल A1-इंवैरिएंट क्वोशेंट (A1-चेन कनेक्टिड घटकों के निर्माण के इटेरेशन एवं प्रत्यक्ष सीमा लेते हुये प्राप्त) के A1-कनेक्टिड घटकों की शीफ को क्षेत्र-वैल्यूड प्वाइंट्स के अनुरुप दिखाया गया है। इससे किसी स्पेस के A1-कनेक्टिड घटकों की शीफ के फील्ड-वैल्यूड प्वाइंट्स के लिए स्पष्ट सूत्र की स्थापना होती है। A1-कनेक्टिड स्पेस का निर्माण किया गया है जिस पर नेव A1-कनेक्टिड घटकों के निर्माण के इटेरेशंस किसी दिये गये परिमित चरण के पूर्व स्थिर नहीं होते हैं। (आनंद सावंत)

- **रिडक्टिव बीजीय समूहों के A1-कनेक्टिड घटकों का दृढ़ A1-इंवैरिएंस**
  परफेक्ट क्षेत्र पर रिडक्टिव बीजीय समूह के A1-कनेक्टिड घटकों की शीफ को दृढ़ रुप से A1-इंवैरिएंट दिखाया जाता है। इसके परिणामस्वरुप ऐसे समूहों के अंतर्गत टोर्सर्स द्वारा A1-फाइबर अनुक्रमों को जन्म दिया जाता है। इसके साथ ही यादृच्छिक क्षेत्र पर विषमदैशिक, अर्धसरल, सरल रुप से कनेक्टिड बीजीय समूहों के A1-कनेक्टिड घटकों के भागों को उनके आर-तुल्यता वर्गों के अनुरुप दिखाया जाता है। इससे पूर्व में ज्ञात परिणामों में संपूर्णता की धारणा का खंडन होता है जो समदैशिकता के अभिलक्षणन के विषय में निस्नेविच स्थानीय गैर-महत्वपूर्ण टोर्सर्स के अफाइन होमोटोपी इंवैरिएंस के संबंध में है। (आनंद सावंत)

गणित

- एच.एस्नोल्ट के साथ हमने डेलिग्ने की समस्या पर कार्य को अनुपयुक्त प्रकारों एवं उनसे संबंधित प्रश्नों पर 1-एडिक स्थानीय प्रणालियों के लिए संभावित बर्टिनी प्रमेय पर जारी रखा। सहयोगकर्ता के साथ हमें प्राप्त विशिष्ट परिणाम, सकारात्मक अभिलक्षण में प्रोजेक्टिव स्मूथ वैरायटी के ईटेल मूलभूत समूह का सूक्ष्म समूह थैरेटिक गुणधर्म है। यह प्रकार के अभिलक्षण 0 में फ्लैट लिफ्टिंग को स्वीकार किये जाने पर लागू होता है। हमने दिखाया कि इस गुणधर्म द्वारा वास्तव में लिफ्टिंग की बाधा को एक उदाहरण के प्रदर्शन द्वारा दर्शाया जाता है जहां गुणधर्म लागू नहीं होता है। मार्क लेविने एवं एस. पेपिन-लेहालेयूर के साथ जारी सहयोग कार्य में परिणामों को गैरएकल हाइपरसरफेसेस से कोनिकल एकलताओं की निश्चित डिजेनरेशन के लिए मिल्नोर संख्या गणनाओं के अभिविन्यासित वर्जन्स पर प्राप्त किया गया जहां अंकीय इंवैरिएंट्स को ग्रोथेनडिक-विट समूहों में कक्षाओं द्वारा प्रतिस्थापित किया जाता है। विशेष रुप से कुछ विस्तृत होमोलॉजिकल गणनाओं को कांप्लेक्सेस के युग्मों द्वारा अनेक प्रोडक्ट मैप्स को रियालाइज करने के लिए किया गया। इससे ऐसे प्रोडक्टों को कंप्यूट करने वाले परिणामों के सूक्ष्म रुपों का जन्म हुआ; इनकी आवश्यकता वांछित क्वॉडरेटिक रिफाइनमेंट्स को प्राप्त करने के लिए थी। (वासुदेवन श्रीनिवास)

अभिलक्षण पी पद्धतियां

- **तीन आयामी मॉड्युलर रिप्रिजेंटेशंस के लिए इंवैरिएंट्स की रिंग्स**
  हम कैंपबैल-शैंक-वेहलू के अनुमान को सिद्ध करते हैं जिसे पूर्व में r=3 एवं r=4 के लिए जाना गया था। (विजयलक्ष्मी त्रिवेदी)

अंकगणितीय समूह एवं बीजीय समूह

- **अनुरुप उपसमूह गुणधर्म एवं अंकगणितीय समूहों के लिए जेनरेटर्स**
  उच्चतर रैंक गैर-यूनिफॉर्म अंकगणितीय समूहों के लिए अनुरुप उपसमूह कर्नेल की केंद्रीयता के नये प्रमाण को दिया गया। इस दौरान अंक सिद्धांत एवं बीजीय समूहों में जटिल प्रमेयों को बाइपास किया गया। अंकगणितीय समूहों की समान कक्षा के लिए यूनिपोटेंट जेनरेटर्स के लिए अन्य नये प्रमाण को दिया गया जिससे पुराने प्रमाणों में महत्वपूर्ण रुप से सुधार हुआ। (टी.एन. वेंकटरमणा)

टीआईएफआर अनुप्रयोज्य गणित केंद्र, बैंगलुरु

आंशिक विभेदी समीकरण

- **बहु-प्रजाति जनसंख्याओं के लिये महत्वपूर्ण मास पैटलक-केलर-सीगल प्रणाली पर : विश्वव्यापी अस्तित्व एवं अपरिमित टाइम एग्रेगेशन**
  अनुसंधानकर्ताओं ने बहु-प्रजाति जनसंख्याओं के लिये महत्वपूर्ण मास पैटलक-केलर-सीगल प्रणाली के विश्वव्यापी अस्तित्व एवं असिंप्टोटिक व्यवहार का अध्ययन किया। इस प्रणाली द्वारा आर्गेनिज्म्स के क्रमविकास का वर्णन किया जाता है जो जैवविज्ञान में कैमोटैक्सिस नामक प्रक्रिया है। ऐसी प्रणाली का एक प्रमुख लक्षण विश्वव्यापी अस्तित्व बनाम परिमित समय ब्लो-अप डिकोटोमी है। इष्टतम महत्वपूर्ण मास की विद्यमानता है जिसके नीचे विश्वव्यापी हल होता है एवं जिसके ऊपर सभी हलों का ब्लो-अप, परिमित समय में होता है। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा महत्वपूर्ण मास की स्थिति को स्पष्ट किया जाता है। दिखाया गया कि महत्वपूर्ण मास पर हलों की विद्यमानता विश्वव्यापी स्तर पर होती है किंतु समय के अपरिमित होने के साथ वे ब्लो-अप होते हैं एवं एक ही बिंदु पर सांद्रित होते हैं। (देबब्रता कर्माकर)

- **संरक्षण नियमों के अनुपम पहलू**
  हाल ही में अनुसंधानकर्ताओं ने किसी भी आयाम में हाइपरबोलिक संरक्षण नियमों की अद्वितीयता को सिद्ध किया। यदि किन्हीं होल्डर स्पेसेस में (1/2 एक्सपोनेंट के साथ) दुर्बल हल होता है व एक-पक्षीय स्थिति को सैटिसफाई करता है, तो समान प्रारंभिक संख्या से आरंभ होकर प्रणाली में किसी अन्य दुर्बल हल की विद्यमानता नहीं होती है। आश्चर्यजनक रुप से एक्सपोनेंट ½, समीकरण की अरेखीयता से मुक्त होता है। इसका अर्थ यह है कि ½ जेनेरिक एक्पोनेंट है, जो सभी संरक्षण नियमों के लिये कार्य करता है। (श्याम सुंदर घोषाल)

प्रौद्योगिकी एवं संगणक विज्ञान स्कूल

कांबिनेटोरियल ऑप्टिमाइजेशन के लिए एप्राक्सिमेशन एल्गोरिथ्म्स

- **सामान्यीकृत मिन सम सैट कवर एवं मिन सम वर्टेक्स कवर**
  हमने सामान्यीकृत मिन सम सैट कवर एवं मिन सम वर्टेक्स कवर के लिए उन्नत लगभग सर्वोत्तम संभावित एप्राक्सिमेशन गारंटियों को उपलब्ध कराया। इसके साथ ही हम बर्नोली यादृच्छिक वैरिएबिल्स के सम्स के लिए नयी टेल सीमायें भी लेकर आये। (जतिन बत्रा)

एल्गोरिथ्म्स एवं जटिलता

- **अभाज्य कोर्स एवं मिश्रित संसाधनों के लिए एप्राक्सिमेट एंवी-फ्रीनैस पर**
  अभाज्य मदों के समूह को दिये जाने पर कैसे कोई उपयुक्त रुप से इनका विभाजन एजेंटों के समूह के मध्य करता है? उपयुक्ता का एक मापदंड एंवी-फ्रीनैस है – कोई भी एजेंट अपने आबंटित बंडल को अन्य एजेंट के साथ बदलना नहीं चाहेगा। हालांकि यह मापदंड अत्यंत सख्त है एवं इसे प्राय: शिथिल करते हुये एंवी-फ्रीनैस को एक मद तक लाया जाता है (ईएफ1)। उपयुक्त विभाजन में अधिकांश कार्य का जोर सकारात्मक उपयोगिता मदों के ईएफ1 आबंटन पर रहा है जिसे मदें कहा जाता है। कोर्स के उपयुक्त आबंटन (एजेंटों की जिसकी नकारात्मक उपयोगिता है) का कम अध्ययन किया गया है। हम दोनों मदों एवं कोर्स की उपस्थिति में उपयुक्त विभाजन के लिए एल्गोरिथ्म्स को देते हैं जब एजेंटों के दोहरे मोनोटोन उपयोगिता प्रकार्य होते हैं। इस सैटिंग में कोई मद, किसी एक एजेंट के लिए उपयुक्त हो सकती है, जबकि यह दूसरे के लिए कोर हो सकती है। हमारा कार्य सर्वाधिक सामान्य सैटिंग है जिसमें ईएफ1 आबंटनों को विद्यमान दिखाया गया है। इसके बाद हम सैटिंग्स पर विचार दोनों भाज्य एवं अभाज्य संसाधनों के साथ करते हैं एवं इनके लिए पोलिनोमिअल टाइम एल्गोरिथ्म्स भी देते हैं। (उमंग भास्कर)

औपचारिक पद्धतियां एवं सत्यापन

- **लगभग इष्टतम शैड्युलिंग के लिए सुरक्षित ज्ञानार्जन**
  इस कार्य में यादृच्छिक शैड्युलिंग समस्या पर विचार दोनों कठिन एवं सरल कार्यों के साथ एक मशीन पर किया गया है। प्रत्येक कार्य का वर्णन डिसक्रीट संभाव्यता वितरण द्वारा संभावित निष्पादन समय-अवधियों, एवं कार्य के संभावित इंटर-अराइवल समय अवधियों व निश्चित समय-सीमा द्वारा किया गया है। सरल कार्यों में दंड लागत भी शामिल होती है जिसका भुगतान समय-सीमा चूकने पर होता है। ऐसी प्रणाली की गतिकी को परिमित मार्कोव निर्णय प्रक्रिया (एमडीपी) के रुप में मॉडल किया जा सकता है। इस कार्य में लक्ष्य ऑनलाइन एवं गैर-क्लेयरवोयेंट शैड्युलर (अर्थात जो प्रणाली के भविष्य के क्रमविकास को जाने बिना निर्णय ले सके) को कंप्यूट करना था जो सुरक्षित एवं प्रभावी हो। इस कार्य में संश्लेषणात्मक, मॉडल-आधारित ज्ञानार्जन एवं ऑनलाइन सैंपलिंग तकनीकों के जोड़ का परीक्षण किया गया। इसका उद्देश्य प्रिएंटिबिल कार्य शैड्युलिंग समस्या के लिए सुरक्षित एवं लगभग इष्टतम शैड्युलर्स को प्राप्त करना था। एल्गोरिथ्म्स द्वारा मार्कोव निर्णय प्रक्रियाओं (एमडीपीज) को हैंडल किया जा सकता है जिनकी 1020 अवस्थाएं हैं एवं जिन्हें स्टेट-ऑफ-द आर्ट संभाव्य मॉडल-चैकर्स द्वारा हैंडल नहीं किया जा सकता। (शिवाशीष गुहा)

औपचारिक पद्धतियां एवं खेल सिद्धांत

- **मीन-पेऑफ एडवर्सिअल स्टैकलबर्ग गेम्स में फ्रेजिलिटी एवं रोबस्टनैस**
  इस कार्य में लीडर एवं फॉलोअर के मध्य दो-खिलाड़ी गैर-शून्य सम गेम्स पर विचार किया गया। ऐसे गेम्स को स्टैकलबर्ग गेम्स के रुप में भी जाना जाता है। इनमें पहले लीडर द्वारा कार्यनीति को प्रस्तावित

किया जाता है एवं फॉलोअर द्वारा अपनी कार्यनीति से उसका उत्तर दिया जाता है। प्रस्तावित सैटिंग में फॉलोअर अपनी कार्यनीति द्वारा लीडर का विरोधी होता है एवं इस तरह अपने पे-ऑफ को अधिकतम करते हुये फॉलोअर द्वारा लीडर के पे-ऑफ को अल्पतम करने की कोशिश की जाती है। दिखाया गया कि जहां जीरो-सम गेम्स के लिए कार्यनीतियों की रोबस्टनैस क्षोभों के विरुद्ध भारों में होती है, वहीं गैरशून्य-सम गेम्स में ऐसा नहीं होता है। अध्ययन कार्य के अंतर्गत क्षेत्र को ''तार्किक संश्लेषण'' कहा जाता है जिनका पूर्व में अध्ययन परिमाणात्मक लक्ष्यों के लिए किया गया था। इस कार्य ने परिमाणात्मक लक्ष्यों के मामले का परीक्षण किया जिन्हें दीर्घकालीन औसत ए.के.ए. मीन-पेऑफ लक्ष्य कहा जाता है। गैरशून्य-सम गेम्स के लिए भारों के क्षोभों के प्रति रोबस्ट, सोल्युशन संकल्पनाओं का वर्णन इस कार्य में किया गया। इसके साथ ही लीडर द्वारा प्राप्त किये जा सकने वाले अधिकतम पेऑफ की कंप्यूट करने की जटिलता एवं दोनों लीडर एवं फॉलोअर की कार्यनीतियों द्वारा आवश्यक मैमोरी को प्राप्त किया गया। (शिवाशीष गुहा)

ऑटोमेटा सिद्धांत

- **निर्धारणहीनता के अंश से पुशडाउन ऑटोमेटा का एक्सप्रैसिव एवं लघु बनना**
  गुड-फॉर-गेम्स ऑटोमेटा द्वारा ऑटोमेटा के वर्ग का निर्माण किया जाता है जहां निर्धारणहीनता का समाधान ऑन-द-फ्लाई, अभी तक निर्मित रन के आधार पर किया जाता है। इस कार्य में लेखकों द्वारा गुड-फॉर-गेम्स पुशडाउन ऑटोमेटा (जीएफजी-पीडीए) पर विचार किया । इसका अर्थ यह है कि गुड-फॉर-गेम्स ऑटोमेटा में वृद्धि स्टैक के साथ होती है। एक्सप्रैसिवनैस एवं लघुता ऐसे दो महत्वपूर्ण गुणधर्म हैं जिनका अध्ययन ऑटोमेटा के भिन्न वर्गों के लिए होता है। जहां गुड-फॉर-गेम्स ऑटोमेटा की एक्सप्रैसिवली तुल्यता, निर्धारणहीनता एवं निर्धारणकारी ऑटोमेटा के साथ है, वहीं यह जीएफजी-पीडीए के वर्ग के साथ नहीं है। लेखकों ने दिखाया कि जीएफजी-पीडीए द्वारा स्वीकृत भाषाओं के समूह में निश्चित रुप से ऐसी भाषाओं का समूह रहता है जिन्हें निर्धारणकारी पुशडाउन ऑटोमेटा (डीपीडीए) द्वारा स्वीकृत किया गया है एवं इसे निश्चित रुप से पुशडाउन ऑटोमेटा (पीडीए) द्वारा (निर्धारणहीनता) द्वारा स्वीकृत भाषाओं के समूह में रखा जाता है। इसी तरह दिखाया गया कि पीडीए को डबल-एक्सपोनेंशली अधिक लघु, जीएफजी-पीडीए की तुलना में किया जा सकता है जो डीपीडीए की तुलना में एक्सपोनेंशली अधिक लघु हो सकता है। (शिवाशीष गुहा)

रैंडोमाइज्ड एल्गोरिथ्म्स

- **कोआर्डिनेट हिट-एण्ड-रन के मिश्रण समय पर**
  हम तथाकथित वॉर्म स्टार्ट से कोआर्डिनेट हिट-एण्ड-रन के मिक्सिंग टाइम को सिद्ध करते है। यह ऊपरी सीमा के साथ सघनता है जो कि आयाम पैरामीटर एन से निरंतर स्वतंत्र है। (हरिहरण नारायणन)

- **यादृच्छिक घूर्णनों का प्रयोग करके स्फेयर पर समवितरित नैट को उत्पन्न करना**
  हम दिखाते हैं कि स्फेयर के समवितरित नैट को प्राप्त किया जा सकता है। यह यादृच्छिक घूर्णनों के लघु समूह को चुन कर एवं एन-स्फेयर पर एक बिंदु पर उन्हें इटेरटिवली लागू करके किया जा सकता है। (हरिहरन नारायणन)

सूचना सिद्धांत

- **साझी रैंडमनैस द्वारा समन्वयन**
  वितरित सैंपलिंग समस्या का अध्ययन किया गया। इसमें प्रोसेसर्स के समूह की इच्छा दिये गये संयुक्त वितरण से स्वतंत्र एवं समान रुप से वितरित सैंपलों को आऊटपुट (अनुमानत:) करने की होती है जिसमें

कोआर्डिनेटर के सामान्य संदेश की सहायता ली जाती है। प्रत्येक प्रोसेसर को साझी रैंडमनैस के स्वतंत्र स्रोतों के समूह से स्रोतों के उपसमूहों की सुलभता होती है। दो केसों पर विचार ओम्नीसिएंट कोआर्डिनेटर सैटिंग में किया गया। इनमें कोआर्डिनेटर को साझे रैंडमनैस के सभी तीन स्रोतों की सुलभता होती है जबकि लुप्त कोआर्डिनेटर सैटिंग में इसके पास कोई सुलभता नहीं होती है। इसके अलावा सभी प्रोसेसर्स एवं कोआर्डिनेटर स्वयं से रैंडोमाइज कर सकते हैं। ओम्नीसिएंट कोआर्डिनेटर सैटिंग में जब प्रोसेसर्स में उपसमूह, संयुक्त नहीं होते हैं (पृथक रुप से साझा रैंडमनैस मॉडल), तो मल्टीकास्ट लिंक पर कोआर्डिनेटर से प्रोसेसर्स तक आवश्यक संप्रेषण की दर का अभिलक्षणन किया गया। दो-प्रोसेसर केस के लिए ऑप्टिमल दर का मिलान गैस्टपर एवं सुला (2019) द्वारा प्रस्तुत रिलैक्स्ड वाइनर्स सामान्य सूचना के विशेष मामले से होता है। इससे बाद के लिए वैकल्पिक प्रचालनात्मक अर्थ उपलब्ध होता है। सामान्य रैंडमनैस जेनरेशन समस्याओं का अध्ययन किया गया। इनमें अनेक खिलाड़ियों का लक्ष्य, रैंडम क्वॉयन फ्लिप्स के समान अनुक्रमों की उत्पत्ति करना होता है। यहां खिलाड़ियों के कुछ उपसमूहों द्वारा स्वतंत्र सामान्य क्वॉयन को साझा किया जाता है जिसे अनेक बार उछाला जा सकता है एवं सबके द्वारा देखा जा सकने वाला ब्लैकबोर्ड होता है जिससे खिलाड़ियों द्वारा एक दूसरे से संप्रेषण किया जाता है। हाइपरग्राफ्स की विस्तृत कक्षा के लिए ऑप्टिमल वितरित सिमुलेशन के लिए रेखीय प्रोग्रामिंग एवं स्पष्ट एल्गोरिथ्म्स द्वारा ऑप्टिमल संप्रेषण के सख्त रिप्रिजेंटेशन को प्राप्त किया गया। (विनोद प्रभाकरन)

- **नॉइसी फीडबैक के साथ गौसियन ब्रॉडकास्ट चैनलों की क्षमता**

  अतिरिक्त गौसियन नॉइस के साथ ब्रॉडकास्ट चैनलों द्वारा डाउनलिंक को मॉडल, सैल्युलर वॉयरलैस नेटवर्क्स में किया जाता है। फीडबैक को गौसियन ब्रॉडकास्ट चैनल (जीबीसी) के क्षमता क्षेत्र को विस्तृत करने के लिए जाना जाता है जिसमें रिसीवर्स पर स्वतंत्र नॉइस रियालॉइजेशंस एवं ट्रांसमीटर पर औसत पॉवर नियंत्रण होते हैं। क्षमता वृद्धि तब भी हो सकती है जब दो रिसीवर्स में सिर्फ एक से नॉइसी फीडबैक हो। हालांकि हाल के परिणामों द्वारा फीडबैक नॉइस सीमा को दर्शाया जाता है। इसके परे सिर्फ दृढ़ रिसीवर से एक-पक्षीय फीडबैक द्वारा क्षमता क्षेत्र में वृद्धि नहीं की जा सकती। इस परियोजना ने फीडबैक नॉइस सीमा के सख्त अभिलक्षणन को दिखाया जो ऐसे क्षेत्रों को अलग करता है जहां सिर्फ दृढ़तर रिसीवर से फीडबैक द्वारा क्षमता में वृद्धि की जाती है या इसे अपरिवर्तित छोड़ दिया जाता है। (विनोद प्रभाकरन)

- **विरोधियों की उपस्थिति में संप्रेषण**

  संप्रेषण प्रणाली में बाइजेंटाइन प्रयोक्ता (आंतरिक विरोधी) की पहचान निर्धारित करने की समस्या को प्रस्तुत किया गया। दो-प्रयोक्ता डिसक्रीट मैमोरीलैस मल्टीपिल एक्सेस चैनल पर विचार किया गया जहां किसी एक प्रयोक्ता द्वारा निर्धारित व्यवहार से विचलन किया जा सकता है। चैनल की नॉइसी प्रकृति के कारण सभी विचलनों को संसूचित करने का प्रयास प्रत्यक्ष रुप से बंधनकारी हो सकता है। अत: सूत्रीकरण के लिए सिर्फ उन विचलनों को संसूचित करने की जरुरत होती है जो गैर-विचलनकारी प्रयोक्ता के संदेश की डिकोडिंग को बाधित करते हैं। जब कोई भी प्रयोक्ता विचलित नहीं होता तो सही डिकोडिंग की जरुरत होती है। जब कोई एक प्रयोक्ता विचलित होता है, तो डिकोडर को संदेशों के युग्म को भेजना चाहिये जिसमें से गैरविचलनकारी प्रयोक्ता का संदेश सही हो विचलनकारी प्रयोक्ता की पहचान कर सके। प्रयोक्ताओं और रिसीवर द्वारा किसी रैंडमनैस को साझा नहीं किया जाता। इसके परिणामों में चैनलों के समूह का अभिलक्षणन शामिल है जहां संप्रेषण व्यवहार्य हो एवं क्षमता क्षेत्र पर आंतरिक एवं बाह्य सीमा हो। संप्रेषण मॉडल (कंपाउंड आर्बिटरेरिली वैराइंग चैनल्स (सीएव्हीसी नामक) का अध्ययन किया गया। यह कंपाउंड चैनलों एवं आर्बिटरेरिली वैराइंग चैनलों (एव्हीसी) को एकीकृत एवं उनका सामान्यीकरण करता है। सीएव्हीसी को नॉइसी चैनल के रुप में देखा जा सकता है जहां फिक्स्ड किंतु एव्हीसी-अवस्था की अज्ञात एवं कंपाउंड अवस्था हो जो प्रत्येक चैनल के प्रयोग के साथ परिवर्तित हो सके। एव्हीसी अवस्था को विरोधी द्वारा नियंत्रित किया जाता है जो कंपाउंड अवस्था का जानकार हो।

इस सैटिंग में तीन समस्याओं का अध्ययन किया गया : 'संप्रेषण', 'संप्रेषण एवं कंपाउंड-अवस्था पहचान', एवं 'संप्रेषण या कंपाउंड-अवस्था पहचान'। इनके लिये निर्धारणकारी कोडिंग एवं यादृच्छिक कोडिंग के अंतर्गत संभाव्यता एवं क्षमता के लिए स्थितियों का निर्धारण किया गया। (विनोद प्रभाकरन)

सूचना सिद्धांत एवं क्रिप्टोग्रॉफी

- **एक-ओर के नॉइसी वार्तालाप के लिए सुरक्षित कंप्युटेशन**
  क्या प्रेषक द्वारा संदेशों के युग्म को एंकोड संयुक्त रुप से करके अपनी एंकोडिंग को बाइनरी एरेश्योर चैनल में भेजा जा सकता है ताकि प्राप्तकर्ता द्वारा ठीक दोनों संदेशों में एक को डिकोड किया जा सके एवं प्रेषक को पता न चले? गर्ग इटी एएल. (क्रिप्टो 2015) ने दिखाया यह सूचना-सैद्धांतिक रुप से असंभव है। इस परियोजना में इस असंभव कार्य को यह मानकर रोका गया कि प्राप्तकर्ता, कंप्युटेशनली बद्ध है एवं इंवर्स-पोलिनोमिअल सुरक्षा त्रुटि (जो सिद्ध रुप से आवश्यक है) के लिए प्रयास कर रहा है एवं आदर्श आब्फसकेशन पर निर्भर है। इस हल द्वारा कंप्युटेशनल एंटी-कोरिलेशन की स्थापना, एक संदेश प्राप्त करने एवं बाइनोमिअल वितरण के एंटी-कंसेंट्रेशन द्वारा दूसरे को प्राप्त करने द्वारा होती है। निर्माण में आदर्श आब्फसकेशन प्रिमिटिव को सीधे तौर पर रियालाइज (टेंपर-प्रूफ हार्डवेयर (स्टेटलैस) के प्रयोग द्वारा जिससे शर्तहीन परिणाम निकलता है) किया जा सकता है या प्लेन मॉडल में ह्युरिस्टिकली इंस्टैनशिएशन द्वारा किया जा सकता है (विद्यमान इंडिस्टिंविशली आब्फसकेशन योजनाओं का प्रयोग करके)। कोरोरली के रुप में समान संभाव्यता परिणामों को प्रेषक-प्राप्तकर्ता फंक्शेनिलिटीज के सामान्य सुरक्षित कंप्युटेशन के लिए प्राप्त किया जाता है (उपर्युक्त यादृच्छिक आब्लिवियस स्थानांतरण फंक्शनेलिटी की पूर्णता की लेवरेजिंग द्वारा) (विनोद प्रभाकरन)

कोडिंग सिद्धांत एवं पोलिनोमिअल्स के शून्य

- **यादृच्छिक समूहों के लुप्त होते स्पेस एवं रीड-मुलेर कोड्स में एप्लिकेशन**
  कोडिंग सिद्धांत के क्षेत्र में प्रमुख प्रश्न, रीड-मुलेर कोड्स की रिजिलिएंस का परीक्षण, यादृच्दिक त्रुटियों एवं यादृच्छिक विलोपनों के अंतर्गत करना है। ज्ञात है कि निश्चित सीमा क्षेत्रों के अंतर्गत रीड-मुलेर कोड्स, वास्तव में यादृच्छिक विलोपनों के प्रति रिजिलिएंट हैं। इस कार्य ने सीमाओं की रेंज में विस्तार किया जिन पर रीड-मुलेर कोड्स द्वारा क्षमता को बाइनरी विलोपन माध्यम के अंतर्गत प्राप्त किया जाता है। इसके अलावा इस परिणाम के लिए प्रयुक्त मुख्य यंत्र पोलिनोमिअल्स के लुप्त होते स्पेसों का अध्ययन है जो कि प्वाइंट्स के यादृच्छिक समूह पर शून्य हैं। (रामप्रसाद सप्तऋषि)

बीजीय जटिलता सिद्धांत

- **बीजीय कठोरता से डिरैंडोमाइजेशन**
  इस परिणाम को पूर्व एपीआर में रिपोर्ट किया गया जब संगोष्ठी के वर्जन को प्रकाशित किया गया था। इसके बाद से इस परिणाम को उन्नत किया गया है ताकि समान निष्कर्ष के लिये बोर्डर जटिलता के संबंध में किसी कठोरता की आवश्यकता न हो। इसके अलावा नये स्युडोरैंडम जेनरेटर निर्माण द्वारा यह भी संकेत मिलता है कि सिर्फ एक प्वाइंट द्वारा प्रभावी कंस्टेंट-वैरिएट पोलिनोमिअल्स के लिए हिटिंग सैट के आकार को उन्नत करना भी पोलिनोमिअल पहचान परीक्षण समस्या के पूर्ण डिरैंडोमोनाइजेशन को प्राप्त करने के लिए पर्याप्त है। इस उन्नत वर्जन को अब जर्नल में प्रकाशित किया गया है। (रामप्रसाद सप्तऋषि)

रोग गतिकी की एपिडर्मियोलॉजी एवं सिमुलेशन

- **मुंबई में पीएचएसएम एवं कोविड विस्तार की मॉडलिंग**

विश्व स्वास्थ्य संगठन के साथ परियोजना के भाग के रुप में मुंबई महानगरपालिका द्वारा अपनाये गये विभिन्न जन स्वास्थ्य उपायों के गहन अध्ययन का अध्ययन इस परियोजना में किया गया। बृहन्नमुंबई महानगर निगम के डाटा का विश्लेषण, टीआईएफआर-आईआईएससी सिटी-स्केल एजेंट-आधारित सिमुलेटर की सहायता से किया गया। इसका उद्देश्य चिकित्सा अवसंरचना पर दवाब को कम करने के लिये विभिन्न उपायों की प्रभावकारिता को समझने के लिये विभिन्न कंट्राफैक्चुअल परिदृश्यों का अध्ययन करना था। (रामप्रसाद सप्तऋषि)

क्वांटम सूचना सिद्धांत

- **क्वांटम एमएसी पर निजी क्लॉसिकल सूचना भेजने के लिये वन-शॉट आंतरिक सीमायें**
  क्वांटम मल्टीपिल एक्सेस चैनल (क्यूएमएसी) पर निजी क्लॉसिकल सूचना भेजने के लिये नई वन शॉट आंतरिक सीमाओं को प्राप्त किया गया। इन सीमाओं की शुद्धता का प्रमाण क्यूएमएसी के लिये साइमलटेनस डिकोर्डिंग तकनीकों (रेटस्प्लिटिंग के साथ नयी सक्सैसिव कैंसिलेशन कवरिंग लेमा के साथ) को संयुक्त करने से आया। वन शॉट इनर बाउंड्स द्वारा स्टैंडर्ड क्लॉसिकल बाउंड्स के क्वांटम एनालॉग को एप्रोच, चैनल के अनेक स्वतंत्र एवं आइडेंटिकल (आईआईडी) प्रयोगों की असिंप्टोटिक सीमा में किया जाता है। (प्रणव सेन)

क्रिप्टोग्रॉफी

- **सब-एक्सपोनेंशल डीडीएच एवं क्यूआर से पी के लिए SNARGs**
  इस कार्य में हम प्रथम संक्षिप्त नॉन-इंटरएक्टिव आर्गुमेंट (एसएनएआरजी) के निर्माण को सभी पोलिनोमिअल टाइम कंप्युटेशंस के लिए देते हैं जो सब-एक्सपोनेंशल हार्ड डीडीएच एवं क्यूआर पर आधारित हैं। पूर्व के निर्माणों के लिये अधिक दृढ़तर असंप्शंस की आवश्यकता थी। इनमें त्रुटियों के साथ ज्ञानार्जन शामिल है जो होमोमार्फिक कंप्युटेशन को सपोर्ट करता है। (अक्षयाराम श्रीनिवासन)

- **राउंड-ऑप्टिमल ब्लैक-बॉक्स प्रोटोकॉल कांपिलर्स**
  इस कार्य में हमारे द्वारा प्रोटोकॉल कांपिलर के प्रथम निर्माण को प्रस्तुत किया जाता है। यह जेनेरिकली, सेमी-ऑनेस्ट प्रोटोकॉल को मैलिशस सुरक्षित प्रोटोकॉल में रुपांतरित, राउंड्स की संख्या को बढ़ाये बिना करता है। इससे अंत:स्थापित प्रोटोकॉल का ब्लैक-बॉक्स उपयोग होता है एवं माइल्ड क्रिप्टोग्रॉफिक यंत्रों का प्रयोग किया जाता है। इस कांपिलर को लागू करने के परिणामस्वरुप हम राउंड-ऑप्टिमल ब्लैक-बॉक्स प्रोटोकॉल्स को प्राप्त करते हैं। यह मैलिशस एडवर्सरीज के विरुद्ध सुरक्षा के साथ आता है एवं मिनिमल क्रिप्टोग्रॉफिक असंप्शंस पर आधारित है। (अक्षयाराम श्रीनिवासन)

- **एनपीएन से रियूजेबिल दो-राउंड एमपीसी**
  हमारे द्वारा राउंड-ऑप्टिमल एमपीसी प्रोटोकॉल के प्रथम निर्माण को प्रस्तुत किया जाता है। यहां प्रथम राउंड का पुन:उपयोग किया जा सकता है जो एलपीएन असम्पशन पर आधारित है। पूर्व के निर्माण कार्यों के आधार डीडीएच या एलडब्ल्यूई थे। (अक्षयाराम श्रीनिवासन)

- **सरल स्रोतों की बद्ध अभेद्यता**
  इस कार्य में हम ब्रेवरमेन के परिणाम के प्राकृतिक विस्तार पर विचार स्रोतों की बद्ध अभेद्यता के मामले में करते हैं। इन स्रोतों की उत्पत्ति कंस्टेंट सीमा पोलिनोमिअल मैप्स द्वारा होती है। हम सकारात्मक एवं नकारात्मक परिणामों को उपलब्ध कराते हैं एवं क्रिप्टोग्रॉफिक एप्लिकेशंस की चर्चा करते हैं। (अक्षयाराम श्रीनिवासन)

कैजुअल इंफेरेंस

- **परमाणु इंटरवेंशंस के साथ कैजुअल ग्रॉफों के ज्ञानार्जन के लिए लगभग इष्टतम यूनिवर्सल निम्न सीमा**
  कैजुअल इंफेरेंस में महत्वपूर्ण समस्या ''प्रयोगात्मक इंटरवेंशंस'' के ''इष्टतम' समूह को प्राप्त करना है जो विशाल प्रणाली की उपप्रणालियों के मध्य सभी कैजुअल लिंक्स की दिशाओं को पाने में सहायता करेगा। अनेक भिन्न हल संकल्पनाओं को इस समस्या के अध्ययन के लिए प्रस्तुत किया गया है। ऐसी संकल्पनाओं में भली-भांति अध्ययन की संकल्पनाओं में एक निर्देशित ग्रॉफिकल मॉडलों के सैटअप में है जिसमें प्रयोगों को परमाणु इंटरवैंशंस के रुप में मॉडल किया गया है। ऐसे में सहज रुप से उभरने वाला प्रश्न निम्नलिखित है : अंत:स्थापित मॉडल (शुद्ध रुप से ''निरीक्षणीय डाटा से प्राप्त) के अनिर्देशित स्केलेटॉन दिये जाने पर कितने इंटरवेंशंस को डीएजी की सभी एजेस की दिशायें सीखने के लिए किया जाना चाहिये? इस समस्या को पेपर में ''क्लिक ब्लॉक शेयर्ड पैरेंट्स'' आर्डरिंग्स नामक कोर्डल ग्रॉफों की परफेक्ट एलिमिनेशन आर्डरिंग्स के निश्चित विशेष प्रकार के साथ संबंधित करके नई निम्न सीमा को दिया गया। यह दो कारक तक सख्त है एवं इसके द्वारा विशाल परिमाणात्मक सुधार को पूर्व के सर्वोत्तम कार्य की तुलना में (स्किवरेज ईटी एएल. द्वारा इस दिशा में) दिया जाता है। (एनईयूआरएलआईपीएस 2020)। (पीयूष श्रीवास्तव)

- **कैजुअल इंफेरेंस के लिये स्थिति संख्या सीमायें**
  विज्ञान में कैजुअल कनेक्शंस के सामर्थ्य को अनुमानित करने की समस्या के महत्व को देखते हुये यह समझना दिलचस्प है कि इस समस्या के लिये प्रस्तुत सांख्यिकीय पद्धतियां कितनी रोबस्ट हैं। ऐसी पद्धतियों का महत्वपूर्ण वांछनीय गुणधर्म, अंकीय क्षोभों के विरुद्ध रोबस्टनैस है। लियोनार्ड शुलमैन के पूर्व कार्य ने दिखाया था कि रोबस्टनैस की इस धारणा (जो अंकीय विश्लेषण में क्लॉसिकल है एवं जिसे 'स्थिति संख्या' के रुप में जाना जाता है) द्वारा प्रणाली के मॉडल में अनिश्चिततता के विरुद्ध कुछ रोबस्टनैस को भी उपलब्ध कराया जा सकता है। अधिक हाल के कार्य में विशिष्ट समस्या उदाहरणों के लिए कैजुअल इंफेरेंस की रोबस्टनैस के मूल्यांकन के लिए यंत्रों का विकास किया गया। इसके बाद इन टूल्स का प्रयोग कैजुअल इंफेरेंस के संदर्भ में रोबस्टनैस की इस धारणा की परिमाणात्मक जानकारी में नई जानकारियां उपलब्ध कराने के लिए किया गया। (पीयूष श्रीवास्तव)

ग्रॉफ एल्गोरिथ्म्स एवं कांबिनेटोरियल इष्टतमीकरण

- **अधिकतम मैचिंग्स एवं पॉप्युलैरिटी**
  जी को बाइपर्टाइट ग्राफ होने दें जहां प्रत्येक नोड में अपने नेवर्स की सख्त रैंकिंग है। जी में मैक्सिमम मैचिंग एम, पॉप्युलर मैक्स-मैचिंग है। ऐसा तब है यदि जी में किसी मैक्सिमम मैचिंग एन के लिए एम को वरीयता देने वाले नोड्स की संख्या कम से कम वह संख्या है जो एन को वरीयता देती है। पॉप्युलर मैक्स-मैचिंग्स की हमेशा विद्यमानता जी में होती है एवं उनकी संगति ऐसे एप्लिकेशंस में होती है जहां मैचिंग का आकार नोड्स वरीयताओं की तुलना में उच्चतर वरीयता का होता है। यहां माना गया कि एज पर लागत प्रकार्य भी होता है एवं जिसे खोजा गया वह अल्पतम लागत की पॉप्युलर मैक्स-मैचिंग है। इस कार्य में दिखाया गया मुख्य परिणाम ऐसी मैचिंग को कंप्यूट करने के लिये पोलिनोमिअल-टाइम एल्गोरिथ्म था। अल्पतम लागत पॉप्युलर मैक्स-मैचिंग को पाने के लिये प्रभावी एल्गोरिथ्म आश्चर्यजनक है क्योंकि ज्ञात है कि अल्पतम-लागत पॉप्युलर मैचिंग को पाना एनपी-हार्ड होता है। (टी.कविता)

एल्गोरिथ्मिक खेल सिद्धांत

- **कुछ सहायता करने से ईर्ष्या से मुक्ति की गारंटी होती है**
  अभाज्य वस्तुओं का उपयुक्त विभाजन, भली-भांति अध्ययन की गई समस्या है। इस समस्या का लक्ष्य एम वस्तुओं को एन एजेंटों में उपयुक्त रुप में वितरित करना है जहां प्रत्येक एजेंट के पास वस्तुओं के

प्रत्येक उपसमूह के लिये मोनोटोन वैल्युएशन हो। ईर्ष्या से मुक्ति, उपयुक्तता की सर्वाधिक विस्तार से अध्ययन की गई धारणा है। हालांकि ईर्ष्या-मुक्त आबंटनों की हमेशा विद्यमानता ऐसी स्थितियों में नहीं होती जब वस्तुयें अभाज्य हों। इस कार्य में विचार की गयी उपयुक्तता की धारणा ''किसी वस्तु तक ईर्ष्या से मुक्ति'' (ईएफएक्स) थी जहां कोई एजेंट, किसी अन्य एजेंट से ईर्ष्या, अन्य एजेंट के बंडल से किसी एक वस्तु को हटाने के बाद नहीं करता। ज्ञात नहीं है कि क्या ऐसे आबंटन की विद्यमानता हमेशा होती है। इस कार्य में दिखाया गया कि वस्तुओं के समूह के लगभग-ईएफएक्स विभाजन की हमेशा विद्यामनता होती है। इसके अलावा यह प्रमाण सृजनात्मक था एवं इससे स्युडो-पोलिनोमिअल टाइम एल्गोरिथ्म का जन्म हुआ जिसका उद्देश्य लगभग-ईएफएक्स आबंटन को प्राप्त करना था। (टी.कविता)

ग्रॉफ एल्गोरिथ्म्स एवं कंप्युटेशनल सामाजिक च्वाइस

- **मैचिंग्स, महत्वपूर्ण नोड्स एवं प्रसिद्ध हल**
  इस कार्य में बाइपर्टाइट ग्रॉफ में अन्य मैचिंग समस्या पर विचार किया गया जहां प्रत्येक नोड की सख्त रैंकिंग, अपने नेवर्स पर है। इस इनपुट में वरीय या महत्वपूर्ण नोड्स का समूह भी शामिल था एवं सिर्फ उन्हीं मैचिंग्स को दिलचस्प माना गया जिनका मिलान अधिकाधिक महत्वपूर्ण नोड्स के साथ हुआ। ऐसी मैचिंग्स की उपयोगिता अनेक एप्लिकेशंस में है एवं इन्हें क्रिटिकल मैचिंग्स कहा गया। स्थिर मैचिंग को क्रिटिकल होने की आवश्यकता नहीं होती है। इस कार्य में लक्ष्य पॉप्युलर क्रिटिकल मैचिंग अर्थात क्रिटिकल मैचिंग्स के समूह के अंदर दुर्बल कंडोरसैट विनर को खोजना था। इस कार्य में दिखाया गया कि पॉप्युलर क्रिटिकल मैचिंग्स की हमेशा विद्यमानता जी में होती है अधिकतम एवं अल्पतम आकार की पॉप्युलर क्रिटिकल मैचिंग्स को पाने के लिए (पोलिनोमिअल-टाइम एल्गोरिथ्म्स) को यहां पर प्रस्तुत किया गया। (टी.कविता)

ग्रॉफ एल्गोरिथ्म्स एव कांबिनेटोरियल इष्टतमीकरण

- **पॉप्युलर असाइनमेंट समस्या : जब आकार का महत्व, पॉप्युलैरिटी से अधिक होता है**
  इस कार्य में बाइर्पटाइट ग्रॉफ G=(A U B, E) में मैचिंग समस्या पर विचार किया गया। यहां ए में प्रत्येक नोड एक एजेंट था जिसकी प्राथमिकताएं, आंशिक क्रम में अपने नेवर्स पर थीं जबकि बी में नोड्स ऐसे ऑब्जेक्ट्स थे जिनकी कोई प्राथमिकताएं नहीं थीं। मैचिंग्स के किसी भी युग्म की तुलना निम्नानुसार की गईं: बड़ी मैचिंग, बेहतर मैचिंग है व यदि दोनों मैचिंग्स का आकार समान हो, तो ''अधिक पॉप्युलर मैचिंग'' बेहतर है। सर्वोत्तम मैचिंग की खोज करना ''पॉप्युलर असाइनमेंट'' समस्या कहा गया एवं वास्तव में पॉप्युलर असाइनमेंट की खोज करने की समस्या ने 2007 से भली-भांति अध्ययन की गई पॉप्युलर मैचिंग की समस्या का सामान्यीकरण किया। इस कार्य ने दिखाया कि पॉप्युलर असाइनमेंट समस्या का समाधान पोलिनोमिअल टाइम में किया जा सकता है। जिन उदाहरणों में कोई पॉप्युलर असाइनमेंट नहीं पाया गया, वहां लगभग पॉप्युलर असाइनमेंट को खोजने की समस्या पर विचार किया गया एवं अनिवार्यत: इष्टतम रनिंग समय के साथ एल्गोरिथ्म को इस समस्या को हल करने के लिए दिया गया। इस कार्य ने यह भी दिखाया कि कि जब एज कॉस्ट्स होती हैं, तो मिन-कॉस्ट पॉप्युलर असाइनमेंट समस्या, एनपी-हार्ड होती है। (टी.कविता)

- **उपयुक्त रुप से पॉप्युलर मैचिंग्स एवं ऑप्टिमैलिटी**
  इस कार्य में अन्य पॉप्युलर मैचिंग की समस्या पर विचार बाइपर्टाइट ग्रॉफ में किया गया जहां नोड्स की सख्त रैंकिंग अपने नेवर्स पर होती है। जहां एज कॉस्ट्स के होने पर पॉप्युलर मैचिंग्स को पाना सरल होता

है, वहीं जाना जाता है कि मिन-कॉस्ट पॉप्युलर मैचिंग (या लगभग समतुल्य) को पाना एनपी-हार्ड होता है। इस कठोरता ने पॉप्युलैरिटी के रिलेक्सेशंस को प्रेरित किया। इस कार्य ने उपयुक्त रुप से पॉप्युलर मैचिंग्स को प्रस्तुत किया। उपयुक्त रुप से पॉप्युलर मैचिंग द्वारा इलेक्शंस को खोया जा सकता है किंतु ऐसी कोई उपयुक्त मैचिंग (पॉप्युलैरिटी के संबंध में) नहीं है जो उपयुक्त रुप से पॉप्युलर मैचिंग से बेहतर हो। विशेष रुप से कोई भी मैचिंग जो उपयुक्त रुप से पॉप्युलर मैचिंग को हरा सके, किसी पॉप्युलर मिश्रित मैचिंग के सपोर्ट में नहीं होती है। इस कार्य ने दिखाया कि मिन-कॉस्ट उपयुक्त रुप से पॉप्युलर मैचिंग की गणना पोलिनोमिअल समय में की जा सकती है एवं उपयुक्त रुप से पॉप्युलर मैचिंग पोलिटोप में सघन विस्तृत सूत्रीकरण होता है। (टी. कविता)

शैड्युलिंग एवं संसाधन आबंटन

- **सूचना की अल्पतम आयु के लिए शैड्युलिंग**
  बहुमुखी शैड्युलिंग समस्या पर विचार किया गया है। इसका उद्देश्य त्रिमार्गी ट्रेडऑफ को मॉडल, सूचना में विलंब/आयु (जो गणना करता है कि सूचना में कितना विलंब हुआ है), अपभ्रष्टता एवं ऊर्जा खपत के मध्य करना है। सूचना की आयु एवं गुणवत्ता (एक्यू1) नामक विचार की गई समस्या द्वारा ऑनलाइन फैशन में अपभ्रष्टता कॉस्ट, आयु/विलंब कॉस्ट एवं ऊर्जा रुपांतरण कॉस्ट के रेखीय जोड़ को अल्पतम करने के लिए प्रत्येक टाइम स्लॉट में ट्रांसमिशन के लिए पैकेट्स का चयन किया जाना है। ग्रीडी एल्गोरिथ्म को प्रस्तुत किया गया है जिसे सैद्धांतिक रुप से ऑप्टिमल के निकट दिखाया जाता है। (राहुल वजे)

- **विकेंद्रीकृत नेटवर्क में सूचना की आयु को अल्पतम करने के लिये खेल सैद्धांतिक एप्रोच**
  वितरित वॉयरलैस नेटवर्क पर विचार किया गया है जहां प्रत्येक नोड अपनी 'सूचना की आयु' (सूचना की नवीनता) को अल्पतम करने का इच्छुक है। प्रत्येक नोड के लिये इसकी आयु को अल्पतम निरंतर रुपांतरणों द्वारा किया जा सकता है। हालांकि नेटवर्क में अन्य नोड्स हैं जो सामान्य संप्रेषण माध्यम को साझा करते हैं एवं यदि दो अधिक नोड्स द्वारा ट्रांसमिशन को एक साथ किया जाता है तो सभी ट्रांसमिशंस, खो जाते हैं। प्रत्येक नोड का स्वयं का लक्ष्य सूचना की अपनी पृथक आयु एवं इसकी ट्रांसमिशन कॉस्ट के प्रकार्य को अल्पतम करना है। इस वितरित प्रतिस्पर्धा मॉडल के अंतर्गत इस पेपर का लक्ष्य प्रत्येक नोड के लिये वितरित ट्रांसमिशन कार्यनीति को पाना है जो समतुल्यता पर कंवर्ज हो सके। प्रस्तुत ट्रांसमिशन कार्यनीति की निर्भरता सिर्फ पूर्व के निरीक्षणों पर होती है जिन्हें प्रत्येक नोड द्वारा देखा जाता है एवं जिसे अन्य नोड्स या उनकी कार्यनीतियों की संख्या की स्पष्ट सूचना की आवश्यकता नहीं होती है। सरल अपडेट कार्यनीति को समतुल्यता में कंवर्ज होते दिखाया जाता है जो वास्तव में उपयुक्त उपयोगिता प्रकार्य (जो प्रत्येक नोड के लिए उपयुक्त ट्रेडऑफ्स को कैप्चर करता है) के लिये नैश समतुल्यता है। (राहुल वजे)

प्राकृतिक विज्ञान स्कूल

सैद्धांतिक भौतिकी विभाग

सांख्यिकीय भौतिकी

- **फ्रैक्शनल ब्राउनियन गति के फंक्शनल्स एवं तीन आर्कसिने नियम**
  लगभग 50 वर्षों पूर्व फ्रैक्टल फेम के बेनोइट मैंडलब्रोट ने ब्राउनियन गति के सामान्यीकरण का मार्ग प्रस्तुत किया। यह विसंगत विसरण को अनेक प्राकृतिक समय श्रृंखला में कैप्चर करता है। इनमें हाइड्रोलॉजी से वित्त शामिल हैं। फ्रैक्शनल ब्राउनियन गति के रुप में ज्ञात इस सामान्यीकरण द्वारा मूलभूत भूमिका का निर्वाह ब्राउनियन गति के रुप में स्टोकेऑस्टिक प्रक्रियाओं के लिये किया जाता है। अपने महत्व के बावजूद अत्यंत अल्प मात्रा की संभावना गणितीय रुप से विश्लेषण के लिये थी। यह कठिनाई मुख्य रुप से दीर्घ-कोटि की स्मृति के कारण है। इस विस्तृत सैद्धांतिक कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने प्रदर्शित किया है कि कैसे भौतिकी से क्षेत्र सिद्धांत टूल्स द्वारा संभाव्यता में इस समस्या को स्पष्ट, क्रमबद्ध एप्रोच दी जाती है। महत्वपूर्ण एप्लिकेशन के रुप में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा तीन आर्कसिने नियमों के सामान्यीकरण को पाया जाता है जो संभाव्या में महत्वपूर्ण परिणाम, पॉल लेवी के समय से हैं। इस कार्य में प्रस्तुत क्षेत्र-सैद्धांतिक एप्रोच, शक्तिशाली टूल है जो विसंगत विसरण के लिये ब्राउनियन गति के अनेक प्रसिद्ध संभाव्यता नियमों के सामान्यीकरण में सहायता कर सकता है। (त्रिदिब साधू)

- **मॉडल अन्योन्यक्रियाकारी कठोर रॉड्स में ज्यामितीय चरण रुपांतरणों का अनुक्रम**
  स्वतंत्रता की अन्योन्यक्रियाकारी सीमाओं के साथ दो-आयामी जालक मॉडल, सांख्यिकीय भौतिकी में सर्वाधिक अध्ययन की जाने वाली प्रणालियों में एक हैं। तथापि सर्वाधिक सरल प्रकार की प्रणालियों के संबंध में भी सब कुछ ज्ञात नहीं है। दो-आयामी जालक पर अन्योन्यक्रियाकारी रॉड्स के मॉडल में लेखकों ने दिखाया कि अनेक एक्जोटिक चरणों की विद्यमानता, महत्वपूर्ण ज्यामितीय मूल में है। इन चरणों के मध्य ट्रांजिशंस, परंपरागत एथरेनफेस्ट वर्गीकरण योजना में फिट नहीं होते हैं। आइसिंग प्रकार स्वत: सममिति विच्छेदन ट्रांजिशंस के साथ इन ज्यामितीय चरण ट्रांजिशंस के इंटरप्ले द्वारा समृद्ध चरण व्यवहार को चरणों एवं चरण सीमाओं के अपरिमित अनुक्रम के साथ दिया जाता है। इन परिणामों का आधार, गहन कंप्युटर सिमुलेशंस पर स्क्वेयर जालक पर एवं बेथे जालक पर यथार्थ विश्लेषणात्मक हल पर है। (त्रिदिब साधू)

- **फ्रैक्शनल सक्रिय पदार्थ**
  जैविक मोटरों, पक्षियों, बैक्टीरिया जैसे जीवित आर्गेनिडम्स की गति, तरल सतह पर पोलन ग्रेन्स जैसी जड़ वस्तुओं की गतिकी से मूलभूत रुप से भिन्न होती है। पूर्व को सामान्यत: सक्रिय पदार्थ कहा जाता है जो ऊर्जा के उनके आंतरिक स्रोत को परसिस्टेंट गति में परिवर्तित करता है व इस तरह टाइम-रिवर्सल सममिति का विच्छेदन करता है। सामान्य: सक्रिय पदार्थ मॉडल द्वारा बैलिस्टिक गति को लघु पैमानों पर एवं सामान्य विसरण को बड़े पैमानों पर दर्शाया जाता है। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा प्रयोगशाला में विकसित मोटर-प्रेरित स्फेयर्स में सक्रिय कण गतिकी के नये प्रकार को रिपोर्ट किया जाता है जो फ्रैक्शनल ब्राउनियन गति के विसंगत विसरण को दर्शाता है। महत्वपूर्ण पॉवर-लॉ सहसंबंध की असामान्यता ऐसे सरल टेबलटॉप प्रयोग में होती है। परसिस्टेंट गति को प्रेरित करने वाले एनर्जेटिक्स का अभिलक्षणन उच्च सांख्यिकीय यथार्थता के साथ किया गया है जो कि सक्रिय प्रणालियों में दुर्लभ है। परिणामों द्वारा महत्वपूर्ण सममिति के साथ गैर-गौसियन फ्लक्चुएशन को दर्शाया जाता है जिसका पूर्व में पूर्वानुमान असंतुलन ट्रांसपोर्ट के लिये सैद्धांतिक टॉय मॉडलों में किया गया है। (त्रिदिब साधू)

- **एसी-प्रेरित सामान्य मोट-इंसुलेटिंग क्वांटम डॉट ऐरे में अतिचालक-जैसे प्रभाव**
  अनेक अध्ययन कार्यों ने हाल ही में मोट इंसुलेटिंग हबर्ड मॉडलों में डबलॉन्स के प्रकाशिक निर्माण द्वारा ईटीए-युग्मन अतिचालकता (हॉफ-फिल्ड फर्मियोनिक हबर्ड चेन की मेटास्थिर अवस्था के रुप में सी.एन. येंग द्वारा मूल रुप से प्रस्तावित) के नये मार्ग को प्रस्तुत किया है। यहां एसी प्रेरित मोट इंसुलेटर (जो कि सामान्य क्वांटम डॉट ऐरे है) का अध्ययन विश्लेषणात्मक केल्डिश क्षेत्र सिद्धांत एप्रोच का प्रयोग करके किया गया। इस मॉडल में डबलॉन निर्माण जो कि हबर्ड मॉडल का आर्टिफेक्ट है, की अनुपस्थिति निर्माण द्वारा होती है। उच्च आवृत्तियों पर असंतुलन ठोस अवस्था को अतिचालन जोसफसन ऐरे के ईटीए-युग्मन चरण के साथ महत्वपूर्ण रुप से सदृश्य पाया गया। यद्यपि यह भी पाया गया कि सुपरकरेंट्स का महत्वपूर्ण सिग्नेचर "शैपिरो स्टैप्स" की पूर्ण रुप से अनुपस्थिति थी। इससे ईटीए-युग्मन अतिचालकता में प्रकाशिक एक्साइटेशन मार्ग पर संदेह उत्पन्न होता है। (विक्रम त्रिपाठी)

- **प्रेरित मोट इंसुलेटर प्रणाली के ट्रांजिएंट रिस्पांस में यूनिवर्सल तीव्र स्क्रैंबलिंग का सिग्नेचर**
  स्क्रैंबलिंग रेट λ_S (जो कि अन्योन्यक्रियाकारी क्वांटम प्रणाली में विसंगति के पूर्व विकास का मापदंड है) को यूनिवर्सल सैचुरेशन सीमा $\lambda_S \leq 2\pi k_B T/\hbar$, के साथ अनुमानित किया गया है जहां T तापमान है। स्क्रैंबलिंग का सामान्य रुप से अध्ययन किया जाने वाला सूचकांक, गैर-कम्युटिंग क्वांटम प्रचालकों का आऊट-ऑफ-टाइम क्रमित सहसंबंधक (ओटीओसी) है। यह सामान्यीकृत अनिश्चितता संबंधों से संबंधित है एवं क्लॉसिकली केऑटिक प्रणालियों के लियापुनोव एक्सपोनेंट के सदृश्य है। व्यावहारिक मापन दृष्टिकोण से OTOCS के अलावा अन्य परिमात्राओं (जो इन सामान्यीकृत अनिश्चितता संबंधों के प्रति भी संवेदनशील हैं) द्वारा स्क्रैंबलिंग व्यवहार को कैप्चर किया जा सकता है। यहां विशाल-एन केल्डिश क्षेत्र सिद्धांत मार्ग का प्रयोग करके दिखाया गया कि मोट इंसुलेटर प्रणाली के असंतुलन करेंट रिस्पांस (विद्युत क्षेत्र क्वेंच होने पर मेसोस्कोपिक क्वांटम डॉट ऐरे को समाहित करने वाले) द्वारा इस फेनोमेनन को स्पष्ट अंक-चरण अनिश्चितता के कारण किया जाता है। दोनों एसी एवं डीसी क्षेत्र क्वेंचेस पर विचार किया गया। प्रारंभिक मोट इंसुलेटर चरण से पैसेज (अंतिम असंतुलन ठोस करेंट अवस्था तक सुवर्णित आवेश एक्साइटेशंस के साथ) को ट्रांजिएंट करेंट रिस्पांस में स्पष्ट किया गया जिसमें ब्लॉक-जैसे ओसिलेशंस हैं। पाया गया कि इन ओसिलेशंस के एंप्लिट्यूड में गिरावट विश्वव्यापी दर पर होती है जो तीव्र स्क्रैंबलर्स के साथ संबंधित है। इस मोट इंसुलेटर मॉडल द्वारा तीव्र स्क्रैंबलर के नये उदाहरण को उपलब्ध, एक्सट्रेमल ब्लैक होल्स एवं सचदेव-ये-किटेव (एसवाईके) मॉडल जैसों के रुप में ज्ञात के अतिरिक्त कराया जाता है। (विक्रम त्रिपाठी)

- **तीन युग्मित स्पिनलैस लटिंगर द्रव्यों में प्रतिस्पर्धी चरण एवं महत्वपूर्ण व्यवहार**
  विद्युत चरण प्रतिस्पर्धा का अध्ययन, तीन युग्मित स्पिनलैस लटिंगर द्रव्यों की दृढ़ सहसंबंधित प्रणाली में किया गया – यह सरलतम मॉडलों में एक है जहां टोपोलॉजिकली महत्वपूर्ण काइरल क्रमों को रियालाइज किया जा सकता है – जिसमें बोसोनाइज्ड मॉडल के लिये क्षोभी पुन:सामान्यीकरण समूह (आरजी) एप्रोच का प्रयोग किया जाता है। कुछ फर्मियोनिक स्पेशीज के साथ समकक्षों की स्थिति के विपरीत रुप में यहां स्केलिंग प्रोसिजर द्वारा ऑफ-डॉयगोनल योगदानों को जेनरेट, चरण कठोरता मैट्रिक्स में किया जाता है जिसके लिये बोसोनिक क्षेत्रों की दोनों रिस्केलिंग एवं बड़े घूर्णनों की जरुरत होती है। ये घूर्णन (सामान्यत: प्रकृति में गैर-एबेलियन), युग्मन कंस्टेंट स्केलिंग समीकरणों में ट्री-स्तर क्रम पर भी भिन्न अन्योन्यक्रिया चैनलों के मध्य युग्मन को प्रस्तुत करते हैं। चरण सीमाओं को बेरेजिंस्की-कोस्टरलिट्ज-थाऊलैस प्रकार का पाया जाता है। पैरामीटर रेश्जीम्स को स्पष्ट किया गया है जहां बोसोनिक क्षेत्रों के तीन फ्लेवरों, के मध्य

सममिति विच्छेदन, भिन्न फ्लेवरों को समाहित करने वाले क्रमों, एवं काइरल क्रमों को निरीश्रित किया जा सकता है। इस एप्रोच एवं निष्कर्षों की संगति, चरणों एवं ट्रांजिशंस को उच्च चुंबकीय क्षेत्रों में समझने के लिये अर्धधातुओं में हो सकती है। इनमें बिस्मुथ शामिल है जिसमें तीन फर्मी पॉकेट्स होते हैं। (विक्रम त्रिपाठी)

- **दीर्घ-कोटि टोपोलॉजिकल क्रम के साथ अवस्था की तैयारी के लिये काउंटरडॉएनिटिक मार्ग**
काउंटरडॉएनिटिक (सीडी) कार्यनीति को प्रस्तुत किया गया है। यह प्रारंभिक वियोज्य अवस्था की चुंबकीय क्षेत्र ट्युनिंग द्वारा दीर्घ-रेंज टोपोलॉजिकल क्रम के साथ अवस्था की तीव्र तैयारी के लिये है। मजबूती के लिये हनीकोंब किटेब मॉडल की भूमि अवस्था पर विचार किया गया है। इसका दीर्घ-रेंज टोपोलॉजिकल क्रम (एनियोनिक एक्साइटेशंस के साथ) इसे त्रुटि-सहनशील विश्वव्यापी क्वांटम गणना एवं भंडारण के लिये रोचक कैंडिडेट बनाते हैं। एप्राक्सिमेट स्थानीय सीडी क्षोभ को कार्यान्वित किया गया है इसमें ऑफ डॉयगोनल एक्चेंज अन्योन्य क्रियाओं का स्वरूप किटेन हैमिल्टोनियस में है। काउंटरडॉएबिलिटी निर्मित अवस्था में उच्च फीडेल्टी (> 0.5) पायी जाती है एवं यह अनेक वांछित एन्टेंगलमेंट गुणधर्मों को धारित करता है व साथ ही लगभग 10 लाख की गति देता है। 24-स्पिन क्लस्टर्स तक के इस अध्ययन में पाया गया कि फीडेल्टी को स्पेक्ट्रल गैप द्वारा नियंत्रित किया जाता है न कि प्रणाली आकार द्वारा। (विक्रम त्रिपाठी)

उच्च ऊर्जा भौतिकी

- **वायुमंडलीय न्युट्रीनो प्रयोगों में गैर-मानक अन्योन्यक्रियाओं की जांच के लिये नया मार्ग**
वायुमंडलीय न्युट्रीनो प्रयोगों में न्युट्रल-करेंट गैर-मानक न्युट्रीनो अन्योन्यक्रियाओं (एनएसआई) के अन्वेषण के लिये नये मार्ग को प्रस्तुत किया गया। इसमें समान अनुसंधानकर्ताओं द्वारा पूर्व में व्याख्यायित पुनर्निमित म्युऑन आब्जर्वेबिल्स में ओसिलेशन डिप एवं वैली लक्षणों का प्रयोग किया गया। आईसीएएल जैसे संसूचक में जो म्युऑन आवेश की पहचान कर सकता है, एनएसआई द्वारा ओसिलेशन डिप स्थितियों को शिफ्ट, विरोधी दिशाओं में नकारात्मक एवं सकारात्मक म्युऑन्स के अप/डाउन इवंट अनुपातों के एल/ई वितरणों में किया जाता है। यह (E, cos θ) प्लेन में विरोधी दिशाओं में नकारात्मक एवं सकारात्मक म्युऑन्स में ओसिलेशन वैलीस को बैंड भी करता है जहां θ, म्युऑन्स का पुननिर्मित जेनिथ कोण है। नये आब्जर्वेबिल्स की पहचान की गयी। ये इस शिफ्ट एवं वक्रता के प्रति संवेदनशील हैं किंतु अन्य क्रमबद्ध अनिश्चतताओं द्वारा अपेक्षाकृत प्रभावित नहीं होते हैं। इसके अलावा उनके द्वारा एरनएसआई को संसूचित करने की आईसीएएल की क्षमता को क्वांटिफाई किया गया। इस पद्धति से एनएसआई का प्रत्यक्ष एवं रोबस्ट मापन, बहु-जीव्हीई ऊर्जा रेंज में उपलब्ध होगा। (अमोल दिघे)

- **वस विसंगति को स्पष्ट करने में गैर-यूनिवर्सल जैड युग्मनों की भूमिका**
भिन्न चैनलों (तथाकथित कैबिबो कोण विसंगति) से क्वार्क मिश्रित पैरामीटर वस के मापनों के मध्य तनाव की व्याख्या डब्ल्यु बोसोन युग्मनों में लैप्टॉन फ्लेवर यूनिवर्सेलिटी (एलएफयू) वॉयलेशन के संकेत के रुप में की जा सकती है। इस समस्या का परीक्षण, मानक मॉडल प्रभावी क्षेत्र सिद्धांत (एसएमईएफटी) की रुपरेखा में किया गया। यह मानक मॉडल (एसएम) की प्रमाप संरचना को अपरिवर्तित रखती है। लैप्टॉन्स में हिग्स डबलैट को युग्मित करने वाले प्रमाप-अपरिवर्ती आयाम-6 प्रभावी प्रचालकों को पूर्व में प्रस्तुत किया गया है जो इलेक्ट्रोदुर्बल प्रमाप बोसोन्स के युग्मनों में गैर-यूनिवर्सल ट्री-लेवल योगदान करते हैं। हालांकि इलेक्ट्रोदुर्बल प्रमाप सममिति के कारण तनाव की उत्पत्ति, वस मापनों के मध्य होती है। इन्हें नये डब्ल्यू युग्मनों द्वारा प्रभावित किया जाता है व इलेक्ट्रोदुर्बल सूक्ष्म मापनों को भी नये जैड युग्मनों द्वारा प्रभावित किया जाता है। इस कार्य ने दिखाया कि इस तनाव का निवारण दायें- या बायें हैंडिड

लैप्टॉन्स में जैड बोसोन के प्रमाप-अपरिवर्ती युग्मनों के अतिरिक्त स्रोतों की स्वीकृति देकर किया जा सकता है। कार्य से विल्सन-गुणांक स्पेस में वर्तमान डाटा द्वारा सूचित इष्टतम क्षेत्रों का भी पता चला। मॉडल-स्वतंत्र परिणामों की व्याख्या, एसएम के अल्पतम विस्तारों के उदाहरणों के साथ की गयी जिसमें वैक्टर-जैसे लैप्टॉन (व्हीएलएल) मॉडल्स समाहित थे। (अमोल दिघे)

- **जालक क्यूसीडी से bcq_1q_2 चार-क्वार्क अवस्थायें**
  एकसाथ बॉटम एवं चार्म क्वार्क्स के साथ टेट्राक्वार्क्स के अस्तित्व का पूर्वानुमान पहली बार किया गया है। इन एक्जोटिक उपपरमाण्विक कणों की बद्ध ऊर्जाओं को खोजने के लिये समग्र विश्लेषण जारी है। पूर्व में अनुमानित की गयी अवस्थाओं में एक की हाल ही में खोज सर्न में LHCb प्रयोग द्वारा हुयी है। इस हैड्रान को चार क्वार्क्स से निर्मित किया गया है – दो चार्म क्वार्क्स, एक एंटी-अप व एक एंटी-डाउन क्वार्क। इसका नाम '' T_{cc}'' किया गया है। (नीलमणि माथुर)

सूत्र सिद्धांत

- **गुरुत्वीय पृष्ठभूमियों में क्वांटम एन्टेन्गलमेंट की नवीन होलोग्रॉफिक व्याख्या**
  स्पेटिअल उपक्षेत्रों के मध्य क्वांटम क्षेत्र सिद्धांत (क्यूएफटी) में एन्टेन्गलमेंट एंट्रॉपी (ईई), क्यूएफटी एवं इसकी अवस्था का महत्वपूर्ण अभिलक्षण है। यदि क्यूएफटी में बल्क ड्युएल R Ia AdS/CFT संगति है, तो सीमा सिद्धांत की ईई की गणना, बल्क ज्यामिति में एक्सट्रेमल सतह के क्षेत्र के संबंध में की जा सकती है। वर्तमान कार्य में विपरीत प्रश्न पूछा गया: बल्क ज्यामिति के स्पेटियल उपक्षेत्र दिये जाने पर कोई कैसे सीमा सिद्धांत के संबंध में इसके क्वांटम एन्टेन्गलमेंट को समझ सकता है? इस कार्य में विचार किया गया बल्क ज्यामिति का मुख्य उदाहरण D0 ब्रेन्स का था (जो सूत्र सिद्धांत में बिंदु जैसे सोलिटोनिक ऑब्जेक्ट्स हैं); सीमा सिद्धांत बिना किसी स्पेस का क्वांटम मैकेनिक्स था। प्रस्तावित किया गया कि बल्क ईई का होलोग्रॉफिक काउंटरपार्ट *लक्ष्य स्पेस* या अभिविन्यास स्पेस के उपयुक्त उपक्षेत्र के लिए था। कुछ गणनाओं को प्लॉनर उपक्षेत्रों के लिये किया गया। इस प्रस्ताव का परीक्षण c=1 मैट्रिक्स क्वांटम मैकेनिक्स मॉडल के लिये किया गया। (गौतम मंडल)

- **लक्ष्य स्पेस क्वांटम एन्टेन्गलमेंट का प्रमाप अपरिवर्ती सूत्रीकरण**
  पूर्व कार्य में लक्ष्य स्पेस एन्टेन्गलमेंट एंट्रॉपी (ईई) को बल्क में प्लॉनर उपक्षेत्रों की ईई के होलोग्रॉफिक काउंटरपार्ट के रुप में प्रस्तुत किया गया। लक्ष्य स्पेस ईई की गणनाओं को सीमा सिद्धांत में विशिष्ट प्रमाप में किया गया जिन्हें बल्क में प्लॉनर उपक्षेत्र के चयन से संबंधित किया गया। इस कार्य में लक्ष्य स्पेस ईई को प्रमाप-अपरिवर्ती रुप में वर्णित किया गया है। इससे स्पेटिअल उपक्षेत्रों के सामान्यीकरण में सहायता मिली जिसका वर्णन यादृच्छिक आकारों के कोडिमेंशन 1 सीमाओं द्वारा किया गया है। इस प्रक्रिया में सीमा सिद्धांत के लक्ष्य स्पेस में प्रचालक समीकरणों के संबंध में बल्क सतहों के क्लॉसिकल समीकरणों की व्याख्या शामिल थी। स्पष्ट रुप से दिखाया गया कि कैसे इसे स्फेरिकल क्षेत्रों के लिये किया जाये। (गौतम मंडल)

खगोलविज्ञान एवं खगोलभौतिकी विभाग

खगोलविज्ञान एवं खगोलभौतिकी

- **आईआरएसआईएस उपग्रह पेलोड के लिए नियंत्रकों का मूल्यांकन एवं टेलीडाइन HxRG फोकल प्लेन ऐरे के लिए नए इन-हाउस नियंत्रक का विकास**

टीआईएफआर में अवरक्त खगोलविज्ञान समूह (डीएए) द्वारा वर्तमान में नियंत्रकों का विकास टेलीडाइन HxRG फोकल प्लेन ऐरेज (FPAs) के लिए किया जा रहा है। इनका प्रयोग अवरक्त स्पेक्ट्रोस्कोपिक इमेजिंग सर्वेक्षण (आईआरएसआईएस) उपग्रह पेलोड के लिए किया जाना है। हमने भिन्न एफपीए नियंत्रकों के साथ अपने परीक्षणों के परिणामों को प्रस्तुत किया। इनमें खगोलवैज्ञानिक अनुसंधान कैमरास नियंत्रक, टेलीडाइन का साडइकार एसिक एवं हमारे संस्थान में नए डिजायन किये गये ऐरे नियंत्रक शामिल हैं। आईआरएसआईएस यंत्र के विकास चरण के भाग के रुप में (जो प्रकाशिक फाइबर-आधारित इंटिग्रल फील्ड यूनिट (आईएफयू) निकट-अवरक्त (एनआईआर) स्पेक्ट्रोमीटर है) सीमित एनआईआर बैंडविड्थ के साथ प्रयोगशाला मॉडल का निर्माण किया गया। इसमें विभिन्न उपप्रणालियां शामिल थीं: रिट्चे-क्रेटियन (आरसी) 30 सेमी. दूरदर्शी, प्रकाशिक फाइबर आईएफयू, स्पेक्ट्रोमीटर प्रकाशिकी एवं टेलीडाइन एच2आरजी संसूचक मॉड्यूल। हमने आईआरएसआईएस प्रयोगशाला मॉडल के निर्माण एवं परीक्षण के दौरान भिन्न विकास कार्यों एवं प्रोटोटाइप इन-हाउस एच2आरजी नियंत्रक के तकनीकी पहलुओं की चर्चा संदर्भित पेपर में की है। (देवेंद्र के. ओझा)

- **गेया 20eae: हाल ही में खोजा गया एपिसोडिकली एक्रेटिंग यंग स्टार**
  हमने अगस्त, 2020 से गेया 20eae स्रोत के बहुतरंगदैर्ध्य फोटोमेट्रिक एवं स्पेक्ट्रोस्कोपिक फॉलो-अप निरीक्षणों को प्रस्तुत किया। हम इसकी पहचान स्रोतों के एफयूओआर / ईएक्सओर परिवार के नवीनतम सदस्य के रुप में करते हैं। गेया 20eae के प्रकाश वक्र द्वारा परिवर्तन चरण को दर्शाया जाता है। इस दौरान इसकी अधिकांश चमक (~3.4 mag(34 दिनों के लघु समय पैमाने में हुई है जिसकी वृद्धि दर 3 एमएजी/माह की रही है। हमने Hα में दृढ़ P सिगनी प्रोफाइल को संसूचित किया है जो एक्रेशन के निकट क्षेत्रों से उद्गम वायु की उपस्थिति का संकेत देता है। हम इस आउटबर्स्ट चरण के दौरान गेया 20eae में अत्यंत दृढ़ एवं क्षोभी आउटफ्लो एवं एक्रेशन के निशानों को पाते हैं। हमने सभी सीए ।। आईआर ट्रिपलैट लाइनों में रैडशिफ्टिड अवशोषण घटक को भी संसूचित किया है जो मैग्नेटोस्फेरिक एक्रेशन फनेल में ऊष्म इंफॉलिंग गैस के निशान के साथ संगत है। गेया 20eae के हमारे परीक्षण से मैग्नेटोस्फेरिक एक्रेशन का इशारा मिलता है जो वर्तमान आउटबर्स्ट का फेनोमनन है। (देवेंद्र के ओझा)

- **दुर्लभ यंग ओ-टाइप प्रोटोस्टार** W42-MME **के चारों ओर डिस्क-आउटफ्लो प्रणाली**
  हमने दुर्लभ यंग ओ-टाइप प्रोटोस्टार W42-MME (mass ~19 Msolar) के चारों ओर डिस्क-आऊटफ्लो प्रणाली (extent ~800 AU to 9000 AU) की खोज की है। W42-MME के नए निष्कर्षों को विश्व की सबसे बड़ी भूमि-स्थित मिलीमीटर/सबमिलीमीटर दूरदर्शी सुविधा के साथ नए निष्कर्षों (reolution ~0.3 arcsec) से लिया गया है (अर्थात आटाकामा विशाल मिलीमीटर /सबमिलीमीटर ऐरे (अलमा)। अलमा से बहु-स्केल एवं बहु-तरंगदैर्ध्य डाटा (सबमिलीमीटर ऐरे एवं अत्यंत विशाल ऐरे के साथ संयुक्त होकर) के गहन विश्लेषण से पता चलता है कि W42-MME, अपनी डिस्क एवं डस्टी एंविलोप से द्रव्यमान प्राप्त करता प्रतीत होता है। इन निरीक्षणीय परिणामों का सीधा संबंध अधिकांश भारी तारों के निर्माण से है (देवेंद्र के. ओझा)

- **भारी यंग स्टैलर ऑब्जेक्ट G18.88MME से ड्युएल सघन संभवत: घूर्णित आऊटफ्लो की अलमा खोज**
  हमने अत्यंत सघन जैट-जैसे तीव्र आण्विक आऊटफ्लो की खोज को रिपोर्ट किया। यह भारी यंग स्टैलर ऑब्जेक्ट (MYSO) G18.88MME (Stellar mass ~8 Msolar) में वाइड-एंगल वायु से घिरा है। यह विस्तृत हरित ऑब्जेक्ट G18.89-0.47 को शक्ति प्रदान करता है। चार कोर्स MM1-4 की पहचान, अटाकामा विशाल मिलीमीटर/सबमिलीमीटर ऐरे (अलमा) 1.3 एमएम कंटिन्युअम मैप (resolution ~0.8 arcsec) में G18.88MME के लिए की गई है। MM1 में केंद्रित आण्विक आऊटफ्लो का परीक्षण अलमा आण्विक लाइनों में किया जाता है। आऊटफ्लो में HC3N का संसूचन MYSOs में दुर्लभ है एवं यह अपनी अत्यंत उच्च सघनता को संकेतित करता है। स्थिति-वेग आरेखों द्वारा तीव्र नैरो आऊटफ्लो (extent

~28 000 AU) एवं मंद वाइड-एंगल अधिक विस्तृत आऊटफ्लो का प्रदर्शन MM1 की ओर होता है। इन सभी निरीक्षित लक्षणों से G18.88MME का निर्माण अनुपम ऑब्जेक्ट के रुप में MYSOs में आण्विक आऊटफ्लोज के जैट-प्रेरित एवं वायु-प्रेरित परिदृश्यों के एकीकरण के अध्ययन के लिए होता है। (देवेंद्र के. ओझा)

- **निम्न-द्रव्यमान एजीबी द्विआधारी प्रणाली में नाभिकीय संश्लेषण की जांच के लिए कूल सीईएमपी तारों की प्रकाशिक एवं एनआईआर स्पेक्ट्रोस्कोपी**

  हमने सात कार्बन वृद्धित धातु-क्षीण (सीईएमपी) तारों के विस्तृत विश्लेषणों को प्रस्तुत किया। इनका उद्देश्य उनमें कार्बन के मूल को समझना था। हमने उच्च-विभेदन प्रकाशिक स्पेक्ट्रा का प्रयोग विभिन्न तत्वों की प्रचुरता को प्राप्त करने के लिए किया। हमने निम्न-विभेदन निकट-अवरक्त (एनआईआर) स्पेक्ट्रा का भी प्रयोग सीओ अणु बैंड से O एवं 12C/13C की प्रचुरता को प्राप्त करने के लिए किया। इसके साथ ही हमने उनकी वैल्यूज की तुलना उच्च-विभेदन प्रकाशिक स्पेक्ट्रा से प्राप्त वैल्यूज के साथ की। हमने वैल्यूज के मध्य उपयुक्त समानता की पहचान की। इस प्रकार कूल सीईएमपी स्टार्स में एनआईआर निरीक्षणों द्वारा उच्च-विभेदन प्रकाशिक निरीक्षणों को सहायता मिलती है जिसका उद्देश्य ऑक्सिजन प्रचुरता एवं 12C/13C अनुपात को प्राप्त करना होता है। इससे हमें एनआईआर स्पेक्ट्रोस्कोपी का प्रयोग करके क्षीण कूल सीईएमपी तारों की जांच में सहायता मिलती है। इन CEMP-r/s तारों में न्युट्रॉन-कैप्चर तत्वों की प्रचुरता, आई-प्रोसेस मॉडलों के सदृश्य है जहां कंपेनियन निम्न-द्रव्यमान निम्न धात्विकता एजीबी तारों में प्रोटोन इंजेशन एपिसोड्स द्वारा आवश्यक न्युट्रॉन सघनता का निर्माण किया जाता है जिसकी आवश्यकता आई-प्रक्रिया प्रारंभ करने के लिए होती है। (देवेंद्र के. ओझा)

- **यूव्हीआईटी/एस्ट्रोसैट तारा गणनाओं का प्रयोग करके आकाशगंगीय संरचना का अध्ययन**

  हमने अपनी आकाशगंगा की संरचना का अध्ययन किया है। हमने यह पराबैंगनी (यूव्ही) तारा गणनाओं द्वारा किया है। इन्हें दूरस्थ-यूव्ही (एफयूव्ही) एवं निकट यूव्ही (एनयूव्ही) बैंड्स में एस्ट्रोसैट उपग्रह पर पराबैंगनी इमेजिंग दूरदर्शी (यूव्हीआईटी) से प्राप्त किया गया है। निरीक्षित यूव्हीआईटी तारा गणनाओं की समानता उन सिमुलेशंस के साथ थी जिन्हें अनेक आकाशगंगीय दिशाओं की ओर स्टैलर पॉप्युलेशन संश्लेषण के बेसनकोन मॉडल से प्राप्त किया गया है। हमने मोटी डिस्क की स्केल लंबाई एवं स्केल ऊंचाई व पतली डिस्क की स्केल ऊंचाई का अनुमान किया। मोटी डिस्क की स्केल लंबाई 3.11 से 5.40 केपीसी तक है जबकि स्केल ऊंचाई 530 ±32 pc to 630 ±29 pc तक है। पतली डिस्क की स्केल ऊंचाई 230 ±20 pc to 330 ±11 pc की रेंज में है। यह पहली बार हुआ है जब हमारी आकाशगंगा की संरचना का अध्ययन यूव्ही गणनाओं से किया गया है जिन्हें यूव्हीआईटी/एस्ट्रोसैट से प्राप्त किया गया है। (देवेंद्र के. ओझा)

- **एस्ट्रोसैट के साथ निरीक्षित 4U 1636-536 से तापीयनाभिकीय एक्स-रे बर्स्ट्स**

  न्युट्रॉन तारा एक्स-रे बाइनरी एवं सुप्रसिद्ध एक्स-रे बर्स्टर, 4U 1636 - 536 के छ: एस्ट्रोसैट निरीक्षणों में 12 तापीयनाभिकीय एक्स-रे बर्स्ट्स के अध्ययन से प्राप्त परिणामों को रिपोर्ट किया गया। ~581 Hz पर बर्स्ट दोलनों (BOs) का निरीक्षण 4-5σ कांफिडेंस के साथ इन एक्स-रे बर्स्ट्स के तीन में किया गया। उत्पन्न चरण BOs ने 3σ कांफिडेंस पर फ्रैक्शनल आरएमएस एंप्लिट्यूड की गिरती प्रवृत्ति को दर्शाया। यह एस्ट्रोसैट के साथ निरीक्षित विस्तारित तापीयनाभिकीय ज्वाला का दृढ़तम प्रमाण है। उत्पत्ति के प्रारंभिक 0.25 s के दौरान अत्यंत उच्च वैल्यू (34.0±6.7 per cent) को निरीक्षित किया गया। फ्रैक्शनल एंप्लिट्यूड प्रोफाइल के कंकेव आकार ने लैटिट्यूड-आश्रित ज्वाला गतियों के दृढ़ प्रमाण को उपलब्ध कराया। यह संभवत: कोरियोलिस बल के प्रभाव के प्रभावों के कारण हुआ। क्षय चरण दोलनों को निरीक्षित किया गया। इसके आयाम उनके समान थे जिन्हें उत्पत्ति चरण के दौरान निरीक्षित किया गया। यह संभवत: दोनों सतह मोड्स व कूलिंग वेक का संयुक्त प्रभाव था। न्युट्रॉन तारा के तीव्र घूर्णन के कारण

डोपलर शिफ्ट्स से हार्ड पल्सों का स्थान सॉफ्ट पल्सों से पहले हो सकता है। इसका परिणाम साफ्ट लैग में निकल सकता है। फोटोस्फेरिक रेडियस विस्तार बर्स्ट्र्स का प्रयोग करके अनुमानित स्रोत में दूरी ~6 kpc की ज्ञात वैल्यू के साथ संगत थी। (सुदीप भट्टाचार्य)

- **MAXI J1348-630 की NuSTAR मॉनिटरिंग: उच्च सघनता डिस्क परावर्तन का प्रमाण**
  हाल ही में खोजे गये ट्रांजिएंट ब्लैक होल एक्स-रे बाइनरी MAXI J1348-630 के सभी छः कठोर, इंटरमीडिएट एवं नरम अवस्था NuSTAR निरीक्षणों के ब्रॉड-बैंड स्पेक्ट्रल विश्लेषण को 2019 में इसके प्रथम आऊटबर्स्ट के दौरान प्रस्तुत किया गया था। सर्वप्रथम बहुरंगी डिस्क एवं सापेक्षिकीय अस्पष्ट परावर्तन एवं आवश्यकतानुसार दूरस्थ परावर्तन के कांबिनेशन के साथ डाटा को मॉडल किया गया। पाया गया कि इस सरल मॉडल योजना द्वारा स्पेक्ट्रा को स्पष्ट नहीं किया जा सकता। इसका परिणाम अत्यंत उच्च ऑयरन प्रचुरता में निकला। अत: उच्च-सघनता डिस्क से परावर्तन की संभावना का अन्वेषण किया गया। मॉडलों के दो भिन्न समूहों का प्रयोग उच्च-सघनता डिस्क परावर्तन का वर्णन करने के लिए किया गया: रेलेक्सिल-आधारित परावर्तन मॉडल एवं रेफ्लिऑन-एक्स-आधारित। रेफ्लिऑनएक्स- आधारित उच्च-सघनता डिस्क परावर्तन मॉडलों ने लौह प्रचुरता को सौल वैल्यू तक नीचे लाया। ~7.3 keV अवशोषण लाइनों के रुप में उच्च-वेग आऊटफ्लो के प्रमाण को भी पाया गया। भिन्न इपोक्स एवं संगत मॉडल के सांख्यिकीय महत्व के लिए सर्वोत्तम-फिटिंग पैरामीटरों के मध्य संगति से MAXI J1348-630 में उच्च-सघनता डिस्क परावर्तन के अस्तित्व का संकेत मिला। (सुदीप भट्टाचार्य)

- **दो उच्च-द्रव्यमान एक्स-रे बाइनरीज Cyg X-3 एवं 4U 1538-522 की स्पेक्ट्रोस्कोपिक मॉडलिंग**
  दो स्टैलर विंड-फैड गैलेक्सीय उच्च-द्रव्यमान एक्स-रे बाइनरी (HMXB) प्रणालियों, Cyg X-3 एवं 4U 1538-522 से सॉफ्ट एक्स-रे उत्सर्जन लाइनों की विस्तृत मॉडलिंग को रिपोर्ट किया गया एवं भौतिकीय पैरामीटरों, उदाहरण के लिए हाइड्रोजन सघनता, विकिरण क्षेत्र, रसायनिक प्रचुरता, वायु वेग आदि का अनुमान लगाया गया। स्पेक्ट्रल संश्लेषण कोड क्लाउडी का उपयोग इस मॉडलिंग के लिए किया गया। (सुदीप भट्टाचार्य)

- **एस्ट्रोसैट सॉफ्ट एक्स-रे दूरदर्शी के साथ चमकीले तारों के निरीक्षण**
  एस्ट्रोसैट सॉफ्ट एक्स-रे दूरदर्शी (एसएक्सटी) के साथ निरीक्षित चार चमकीले तारों के निरीक्षणों को प्रस्तुत किया गया। इनके जैसे चमकीले तारों से दृश्यमान प्रकाश का रिसाव, अत्यंत पतले फिल्टर से सीसीडी के सामने एसएक्सटी के फोकल प्लेन सीसीडी कैमरे में हो सकता है। इससे एक्स-रे इवंट्स का एक्सट्रैक्शन कठिन हो जाता है। इस कार्य में दिखाया गया कि कैसे एक्स-रे इवंट्स को एक्सट्रैक्ट, दृश्यमान प्रकाश को रोके बिना किया जा सकता है। यहां प्रदर्शित चार चमकीले तारों में लागू क्रियाविधि ने दिखाया कि कैसे विश्वसनीय एक्स-रे सूचना को ऐसे मामलों में प्राप्त किया जा सकता है। यह अध्ययन किये गये चमकीले तारों के नमूने में निम्नलिखित समाहित थे: दो ए स्पेक्ट्रल टाइप्स (HIP 19265, HIP 88580), एक जी/के जायंट (कैपेला), एवं निकटस्थ एम-टाइप ड्वार्फ (HIP 23309)। किसी भी एक्स-रे उत्सर्जन को आशानुरुप ए-टाइप तारों से निरीक्षित नहीं किया गया है। कैपेला एवं एचआईपी 23309 के एक्स-रे स्पेक्ट्रा को प्राप्त किया गया एवं यहां मॉडल किया गया। इसके बाद इनकी तुलना इन तारों के पूर्व एक्स-रे निरीक्षणों से की गई। इसका उद्देश्य प्रयुक्त पद्धति की विश्वसनीयता को दर्शाना था। पाया गया कि प्रकाशिक प्रकाश का रिसाव, V =8 mag के साथ तारों के लिए 0.5 keV के नीचे अत्यंत सॉफ्ट ऊर्जा बैंड्स में हो सकता है। इस प्रक्रिया में HIP 23309 के प्रथम एक्स-रे स्पेक्ट्रम को प्रस्तुत किया गया। (सुदीप भट्टाचार्य)

- **एस्ट्रासैट सॉफ्ट एक्स-रे दूरदर्शी के साथ विज्ञान: समीक्षा**
  एस्ट्रोसैट उपग्रह पर सॉफ्ट एक्स-रे दूरदर्शी (एसएक्सटी), अंतरिक्ष में प्रथम भारतीय एक्स-रे दूरदर्शी है। यह मध्यम आकार की एक्स-रे दूरदर्शी है जिसमें फोकल प्लेन में चार्ज युग्मित यंत्र (सीसीडी) कैमरा लगा है। यह ~0.3-8.0 keV बैंड में एक्स-रे इमेजें उपलब्ध कराता है। एसएक्सटी का मजबूत पक्ष सापेक्षिकीय चमकीले एक्स-रे स्रोतों के गैरविरुपित स्पेक्ट्रा उपलब्ध कराना है। इसमें यह कुछ वर्तमान के विशाल सीसीडी-आधारित एक्स-रे दूरदर्शियों से बेहतर है। यहां इस दूरदर्शी की क्षमताओं एवं समग्र प्रदर्शन के प्रदर्शन के लिए एसएक्सटी डाटा का प्रयोग करके प्राप्त कुछ प्रकाशित स्पेक्ट्रल एवं टाइमिंग परिणामों का उल्लेख किया गया है। (सुदीप भट्टाचार्य)

- **एस्ट्रोसैट एवं स्विफ्ट के साथ 2016-2017 में इसकी उच्च-सक्रियता अवस्था में 1ES 1959+650 के एक्स-रे निरीक्षण**
  2016-17 की अवधि में विभिन्न सुविधाओं से डाटा का प्रयोग करके उच्च-आवृत्ति-पीक्ड बीएल एलएसी ऑब्जेक्ट 1 ईएस 1659+650 के समग्र बहुआवृत्ति अध्ययन (इसमें फरवरी, 2021 तक निरीक्षित स्रोत की ऐतिहासिक उच्च एक्स-रे फ्लक्स अवस्था के दौरान एस्ट्रोसैट एवं स्विफ्ट से एक्स-रे डाटा शामिल है) को प्रस्तुत किया गया। 2016-17 के दौरान एस्ट्रोसैट के साथ उच्च-केडेंस मॉनिटरिंग से एक्स-रे डाटा की अद्वितीय गुणवत्ता से 1 ईएस 1659+650 में एक्स-रे ज्वालाओं के विस्तृत वर्णन को प्राप्त करने में सुगमता हुई। सिंक्रोट्रोन पीक में महत्वपूर्ण रुप से बदलाव भिन्न फ्लक्स अवस्थाओं के मध्य ऐसे रुप में हुआ जो ज्यामितीय (बदलते डोपलर कारक) व्याख्या के संगत है। समय-आश्रित लैप्टोनिक विसरण प्रघात त्वरण एवं विकिरण स्थानांतरण मॉडल का प्रयोग स्पेक्ट्रल ऊर्जा वितरणों एवं एक्स-रे प्रकाश वक्रताओं के पुनर्निमाण के लिए हुआ। इसका उद्देश्य 2016 एवं 2017 में निरीक्षित मुख्य सक्रियता अवधियों के दौरान कण त्वरण के संबंध में जानकारियां उपलब्ध कराना था। दिसंबर, 2015 से फरवरी, 2021 (exp. = 411.3 ks) तक स्विफ्ट-एक्सआरटी के विस्तृत डाटा से फ्लक्स एवं पीक स्थिति के मध्य सकारात्मक सहसंबंध का पता चला। (सुदीप भट्टाचार्य)

- **TOI-3757 b: सौर-धात्विकता एम ड्वार्फ की परिक्रमा कर रहा निम्न सघनता का गैस जायंट**
  हमने नये जोवियन-आकारित ग्रह TOI-3757 b की खोज को प्रकाशित किया। यह एम ड्वार्फ (एमओव्ही) की परिक्रमा कर रहा निम्नतम सघनता ग्रह है। इसकी खोज एवं अभिलक्षणन में हैबिटेबिल जोन ग्रह फाइंडर स्पेक्ट्रोग्रॉफ का प्रयोग किया गया। कैसे ये दुर्लभ निम्न सघनता जोवियन आकारित ग्रहों का निर्माण एम-ड्वार्फ्स के निकट होता है, की खगोलभौतिकी अभी भी अनुत्तरित समस्या है। (जो फिलिप नीनन)

- **अत्यंतशीतित ड्वार्फ vB 10 के निकट ज्वाला की उच्च-विभेदन निकट-अवरक्त स्पेक्ट्रोस्कोपी**
  एम-ड्वार्फ में ज्वालाओं को समझने की अनिवार्यता एम-ड्वार्फ्स के निकट ग्रहों की हैबिटेबिलिटी के अध्ययन के लिए है। चूंकि उनका पूर्वानुमान असंभव है अत: उनका गहन अध्ययन कठिन है। हमने उच्च केडेंस में निरीक्षित vB 10 से अकस्मात रुप से पाई गई ज्वाला के विस्तृत विश्लेषण को रिपोर्ट किया। इसमें हमने निकट अवरक्त में उच्च विभेदन स्पेक्ट्रोग्रॉफ का प्रयोग किया गया। (जो फिलिप नीनन)

- **सूर्य में उच्च-आवृत्ति रेट्रोग्रेड वोर्टिसिटी तरंगों की खोज**
  भूमि एवं अंतरिक्ष-आधारित निरीक्षणों के हेलियोसीज्मिक एवं सहसंबंध-ट्रैकिंग विश्लेषणों का प्रयोग करके हम इक्वेटोरियली एंटीसिमेट्रिक वोर्टिसिटी तरंगों को संसूचित करते हैं। इनका प्रसार रेट्रोग्रेड रुप में समान वेबन संख्या की रोसबी-हॉबिट्ज तरंगों की चरण गतियों से तीन गुना अधिक होता है। इस उच्च-आवृत्ति डिसपर्शन संबंध को मानक हाइड्रोगतिक क्रियातंत्रों द्वारा स्पष्ट नहीं किया जा सकता। हम तीन संभावनाओं का परीक्षण करते हैं: इन वोर्टिसिटी तरंगों को कोरियोलिस बल द्वारा उत्तेजित किया

जाता है व आंतरिक चुंबकीय क्षेत्रों, गुरुत्वाकर्षण या संपीड्यता द्वारा संशोधित किया जाता है। इन युग्मित दोलनों में किसी की इंकंट्रोवर्टिबिल पहचान से गहन-आंतरिक चुंबकत्व, आंतरिक गुरुत्वाकर्षण दोलनों या बड़े पैमाने के कंवेक्शन की हमारी जानकारी प्रभावित होगी। निरीक्षणीय प्रमाण एवं सैद्धांतिक तर्कों द्वारा यद्यपि हम इन युग्मित क्रियातंत्रों को खारिज करते हैं। इन तरंगों की अभी तक अनिर्धारणकारी प्रकृति से सौर गतिकी के संबंध में नई भौतिकी एवं नवीन जानकारियां प्राप्त होना अपेक्षित है। (श्रवण हनासोगे)

- **ओरियन आण्विक मेघों में प्रोटोस्टैलर आऊटफ्लोज के मिड-जे सीओ लाइन निरीक्षण**

  ओरियन आण्विक मेघों में दस प्रोटोस्टैलर आऊटफ्लोज की मैपिंग 12 सीओ/13 सीओ J=6-5 एवं 12 CO J=7-6 लाइनों में की गई। इन मिड-जे सीओ लाइनों के मैप्स में लगभग 10 का कोणीय विभेदन एवं लगभग 100 का प्रचलित क्षेत्र आकार है। आण्विक आऊटफ्लोज के भौतिकीय पैरामीटरों को द्रव्यमान स्थानांतरण दरों, काइनेटिक ल्युमिनोसिटीज एवं आऊटफ्लो बलों के साथ प्राप्त किया गया। आऊटफ्लो सैंपल का विस्तार निकट के निम्न-ल्युमिनोसिटी प्रोटोस्टार्स के आर्काइवल डाटा के पुन:विश्लेषण द्वारा किया गया। इसका उद्देश्य बोलोमैट्रिक ल्युमिनोसिटीज की विस्तृत रेंज को शामिल करना था। सीओ के अन्य ट्रांजिशंस से प्राप्त आऊटफ्लो पैरामीटरों की तुलना की गई। मिड-J (J up=6) एवं निम्न-J (J up =3) CO लाइन विंग्स द्वारा अनिवार्य रुप से समान आऊटफ्लो घटक को ट्रेस किया जाता है। इसके विपरीत सीओ की उच्च-J (up to J up = 50) लाइन-उत्सर्जन ल्युमिनोसिटी द्वारा अल्प सहसंबंध को काईनेटिक ल्युमिनोसिटी के साथ J = 6-5 लाइन से दिखाया जाता है। इससे पता चलता है कि उनके द्वारा भिन्न घटक को ट्रेस किया जाता है। निम्न-/मिड जे सीओ लाइन विंग्स द्वारा दीर्घ-कालीन आऊटफ्लो व्यवहारों को ट्रेस किया जाता है जबकि उच्च-जे सीओ लाइने, लघु-कालीन क्रियाकलापों के प्रति सेंसिटिव होती हैं। आऊटफ्लो पैरामीटरों एवं प्रोटोस्टैलर गुणधर्मों के मध्य सहसंबंधों को प्रस्तुत किया गया है। ये दर्शाते हैं कि आण्विक आऊटफ्लोज के सामर्थ्यों में वृद्धि बोलोमेट्रिक ल्युमिनोसिटी एवं एंविलोप द्रव्यमान के साथ होती है। (मनोज पूर्वाकरा)

- **ओरियन में कक्षा 0 प्रोटोस्टार्स से आऊटबर्स्ट्स की दर, आयाम एवं अवधि**

  प्रोटोस्टार के द्रव्यमान के कम से कम आधे का प्रत्यायन कक्षा 0 चरण में होता है। यह तब होता है जब केंद्रीय प्रोटोस्टार की गहन रुप से अंत:स्थापना सघन, इंफॉलिंग एंविलोप में होती है। हमने ओरियन मेघों में कक्षा 0 प्रोटोस्टार्स से आऊटबर्स्ट्स के लिए प्रथम क्रमबद्ध खोज को प्रस्तुत किया। 2004 से 2017 के दौरान स्पिटजर/आईआरएसी से फोटोमेट्री का प्रयोग करके हमने तीन आऊटबर्स्ट्स को संसूचित किया। इन्हें कक्षा 0 प्रोटोस्टार्स से ≥2 एमएजी परिवर्तनों के साथ 3.6 or 4.5 μm पर किया गया। यह ज्ञात प्रोटोस्टैलर Fu Ori आऊटबर्स्ट के तुलनीय है। इनमें से दो, नये संसूचित बर्स्ट्स, प्रोटोस्टार्स एचओपीएस 12 एवं 124 से हैं। संसूचनों की संख्या का अर्थ यह है कि कक्षा 0 प्रोटोस्टार्स में बर्स्ट, प्रत्येक 438 वर्षों में होता है। इसमें 161 से 1884 वर्षों का 95 प्रतिशत कांफिडेंस इंटरवल होता है। 2004-2019 की अवधि के स्पिटजर एवं वाइज/नियोवाइज डाटा को संयुक्त करके हमने दिखाया कि बर्स्ट्स की निरंतरता नौ वर्षों से अधिक तक होती है। इस अवधि में प्रत्येक बर्स्ट के दौरान महत्वपूर्ण बदलाव होता है। अंत में हमने सोफिया, स्पिटजर एवं हर्शेल से 19-100 μm फोटोमेट्री का प्रयोग किया। इसका उद्देश्य बर्स्ट्स के आयामों का मापन करना था। बर्स्ट इंटरवल, 15 वर्षों की अवधि एवं निरीक्षित आयामों की रेंज के आधार पर कक्षा 0 चरण के दौरान द्रव्यमान एक्रेशन का 3 प्रतिशत – 100 प्रतिशत, बर्स्ट्स के दौरान होता है। कुल मिलाकर हम दिखाते हैं कि कक्षा 0 प्रोटोस्टार्स के बर्स्ट्स, अधिक विकसित प्रोटोस्टार्स की तुलना में समान रुप से या अधिक बार होते हैं। ऐसा उन बर्स्ट्स के साथ होता है जो तीव्र द्रव्यमान इंफॉल द्वारा

प्रारंभ की गई डिस्कों में अस्थिरताओं द्वारा प्रेरित होते हैं। इसके अतिरिक्त हम पाते हैं कि बस्ट्र्स, कक्षा 0 चरण के दौरान द्रव्यमान एक्रेशन के यदि प्रभावी नहीं तो महत्वपूर्ण मोड हो सकते हैं। (मनोज पूर्वाकरा)

- **विस्तृत बबल्स S111 द्वारा प्रारंभ तारा निर्माण**
  भारी तारों द्वारा यूव्ही विकिरण के इंटरस्टैलर माध्यम (आईएसएम) एवं यांत्रिकीय ऊर्जा के अन्त:क्षेपण में प्रभावी भूमिका का निर्वाह किया जाता है। यह स्टैलर विंड्स एवं अंत में सुपरनोवा विस्फोटों द्वारा किया जाता है। यंग ओ-टाइप तारों से फोटोऑयनीकरण, विकिरण दबाव एवं स्टैलर विंड्स द्वारा दोनों ऊर्जा एवं मूमेंटम को परिवेशी पदार्थ में पंप किया जाता है व मूल आण्विक मेघ में विनाश, H II क्षेत्रों एवं पार्सेक-आकार के बबल्स के निर्माण द्वारा किया जाता है (डेंसर स्वेप्ट-अप पदार्थ की शैलों द्वारा संलग्न)। अनुमान किया जाता है कि भारी तारों से ऐसे विकिरणी एवं यांत्रिकीय फीडबैक द्वारा तारा-निर्माण परिवेश को स्थानीय रुप से रेग्युलेट किया जाता है एवं आईएसएम के क्रमविकास को आकाशगंगाओं में समग्र रुप से प्रभावित किया जाता है। अंत:स्थापित भारी स्टैलर क्लस्टर G3 16.80—0.05 द्वारा निर्मित अवरक्त बबल्स S111 का अध्ययन किया गया। यह C+, एवं CO की लाइनों के स्पेक्ट्रोस्कोपिक निरीक्षणों का प्रयोग करके किया गया। इसका उद्देश्य ओ-टाइप तारों के विकिरणी एवं यांत्रिकीय फीडबैक के प्रभाव का उनके मूल आण्विक मेघों पर परीक्षण करना एवं तारों की भावी पीढ़ी के निर्माण के प्रारंभ होने की जांच करना था। अभी तक प्राप्त काइनेमेटिक गुणधर्मों एवं क्षेत्र की आयु के आधार पर निष्कर्ष निकाला गया कि विस्तारशील H+ क्षेत्र, क्षेत्र में वर्तमान तारा निर्माण क्रियाकलाप प्रारंभ होने के लिए उत्तरदायी है। (भास्वती मुखर्जी)

क्वांटम गुरुत्वाकर्षण

- **सूक्ष्म संरचना कंस्टेंट एवं मूलभूत कणों के द्रव्यमान अनुपातों की सैद्धांतिक व्युत्पत्ति**
  निम्न ऊर्जा सूक्ष्म संरचना कंस्टेंट, आयामहीन संख्या है जिसमें लगभग 1/137 का मान होता है। यह विद्युतचुंबकीय बल के सामर्थ्य का निर्धारण करती है। हमारे अपने अस्तित्व सहित हमारे भौतिकीय ब्रम्हांड के गुणधर्मों की उच्च रुप से संवेदनशीलता इस कंस्टेंट के वास्तविक मान के प्रति है, किंतु अभी तक इसका सैद्धांतिक उद्गम रहस्य बना हुआ है। इसी तरह मूलभूत कणों के द्रव्यमानों द्वारा विचित्र अनुपातों को दर्शाया जाता है जो स्वयं को किसी भी प्रत्यक्ष स्पष्टीकरण के साथ व्यक्त नहीं करते हैं। हमने पाया कि इसका उत्तर इसमें निहित है कि कैसे हम मूलभूत कणों को स्पेसटाइम के साथ संबंधित करते हैं। परंपरागत क्वांटम क्षेत्र सिद्धांत में फर्मिऑन्स का वर्णन चार आयामी फ्लैट स्पेसटाइम पर प्रसिद्ध डाइरेक समीकरण द्वारा किया जाता है जिन्हें चार वास्तविक संख्याओं द्वारा लेबल किया जाता है। यह लाभदायक सिद्ध होता है यदि डाइरेक समीकरण को फ्लैट स्पेसटाइम के स्पिनर स्पेसटाइम समतुल्यता पर लिखा जाये न कि जटिल संख्याओं द्वारा लेबल किये जाने पर, एवं इसे ट्विस्टर स्पेस के रुप में जाना जाये। इसके अलावा यदि जटिल संख्याओं को ऑक्टोनियंस के रुप में ज्ञात संख्या प्रणाली द्वारा प्रतिस्थापित किया जाये तो परिणामकारी स्पिनर स्पेसटाइम की समतुल्यता दस आयामी स्पेसटाइम के साथ होती है। यह गुरुत्वाकर्षण का एकीकरण अन्य तीन मूलभूत बलों के साथ करता है। ऑक्टोनियोनिक ट्विस्टर स्पेस पर डाइरेक समीकरण द्वारा सूक्ष्म संरचना कंस्टेंट के निरीक्षित मानों एवं मूलभूत कणों के द्रव्यमान अनुपातों को उपलब्ध कराया जाता है। (टी.पी. सिंह)

जैविक विज्ञान विभाग

ड्रोसोफिला में ईनेसिन-2 द्वारा ट्रांसमैंब्रेन एवं मैंब्रेन-संबंधित प्रोटीनों का ट्रांसपोर्ट

- **काईनेसिन-2 द्वारा एपिसोडिक आर्को ट्रांसपोर्ट**

ट्रांसमैंब्रेन रिसैप्टर्स के सीलियम में स्थानीयकरण की अनिवार्यता सीलिया प्रकार्य के लिए होती है। ऊतक-संवर्धित कोशिकाओं एवं मैमालियन रेटिना में ऐसे कुछ प्रोटीनों के लिए मुख्य रुप से अध्ययन की गई प्रक्रिया की हमारी जानकारी अभी भी अपूर्ण है। प्रयोगशाला में पूर्व के अध्ययन कार्यों से पता चला कि ओडोर रिसेप्टर को-रिसेप्टर (आर्को) की बद्धता काईनेसिन-2 के साथ होती है एवं मोटर प्रकार्य की आवश्यकता, एडल्ट *ड्रोसोफिला* के एक्लोशन के बाद आर्को को सीलियम में दो घंटे के एपीसोड्स में स्थानीयकृत करने के लिए होती है। जारी परीक्षण से आगे पता चला कि आर्को स्थानीयकरण की घटना, मैंब्रेन में लिपिड टर्नओवर के साथ होती है एवं फॉस्फोलिपेस C γ (PLC γ) क्रियाकलाप का महत्व इस उद्देश्य के लिए होता है। अंत:स्थापित क्रियातंत्र पर आगे का परीक्षण कार्य जारी है। (कृषाणु रे)

- **एक्जॉन्स में आरएबी4 वैसिकल्स का इंसुलिन-आश्रित एंटेरोग्रेड ट्रांसपोर्ट**
  लघु GTPase, Rab4, की आवश्यकता वैसिकल पुन:चक्रण के लिए एपिथेलियल कोशिका के एपिकल कंपार्टमेंट में होती है। पूर्व में हमने दिखाया कि आरएबी4 के साथ हीटरोट्रिमेरिक काईनेसिन-2 के साथ संबंध से आरएबी4-सहायित वैसिकल्स का ट्रांसपोर्ट सिनैप्स की ओर हो सकता है एवं आरएबी4 के अतिसक्रियण से ड्रोसोफिला लार्वे के वैंट्रल गैंगलियॉन में सिनैप्टिक एट्रॉफी का जन्म हो सकता है। इस अध्ययन कार्य को जारी रखने से पता चला कि आरएबी4 इंफ्लक्स, विपरीत रुप से सहसंबंधित सिनैप्टिक सघनता के साथ *ड्रोसोफिला लार्वे* के विकासशील वैंट्रल गैंगलियॉन के साथ है। इसके साथ ही इंसुलिन स्टिमुलेशन से सैगमेंटल ईआरव्हीई एक्जॉन्स में आरएबी4 वैसिकल्स के एंटेरोग्रेड फ्लक्स में वृद्धि हो सकती है। हम वर्तमान में इस प्रक्रिया के अंत:स्थापित आण्विक क्रियातंत्र का परीक्षण कर रहे हैं। (कृषाणु रे)

- **तना कोशिका विभेदीकरण का आण्विक कोशिका जैवविज्ञान**
  अक्सर तना कोशिका प्रोजेनी का विस्तार, विभेदीकरण के पूर्व कोशिकाओं के द्रव्यमान की उत्पत्ति में होता है। यह ट्रांजिट एंप्लिफिकेशन प्रक्रिया की अनिवार्यता ऊतक वृद्धि एवं होमियोस्टेसिस के लिए होती है। हमने सरल कंप्युटेशन कार्यनीति का विकास किया। यह *ड्रोसोफिला* टैस्टिस में निश्चित-ऊतक डेमोग्रॉफी से जर्मलाइन तना कोशिकाओं व उनके प्रोजेनी के औसत कोशिका-चक्र लैंग्थ्स (जीवनकालों) के अनुमान के लिए है। आनुपातिक रुप से तना कोशिका डिवीजंस की दरों में बदलाव करने वाले कोशिका-ऑटोनॉमस परिवर्तनों द्वारा होमियोस्टेसिस को मैंटेन करने वाले लीनिएज में बाद के जीवनकालों को समायोजित किया जाता है। हम अब इस परिवर्तन की सीमाओं का परीक्षण कर रहे हैं। *(पी. गदरे एवं जे. आदरकर)।* (कृषाणु रे)

मैंब्रेन फ्युजन एवं प्रोटीन फोल्डिंग के क्रियातंत्र

- **रेग्युलेटिड वैसिक्युलर सेक्रेशन**
  प्राइमिंग, मैंब्रेन फ्युजन में गलत रुप से वर्णित कार्य है। स्नेअर उत्प्रेरित मैंब्रेन फ्युजन की प्राइमिंग में सिनैप्टोब्रेविन 2 (एसवाईबी 2) डाइमर्स की नई भूमिका का प्रदर्शन हाल ही में प्रयोगशाला में किया गया था (नेचर कॉम. में समीक्षा के अंतर्गत मैनुस्क्रिप्ट)। अन्य परियोजना में एमयुएनसी 13-1 को रिलीज साइट पर ट्रांस-स्नेअर कांप्लेक्सेस की सहयोगात्मक क्लस्टरिंग द्वारा फ्युजन पोर असेंबली को रेग्युलेट करते दिखाया गया था। यह फ्युजन पोर्स की ओपन स्टेट को भी स्थिरीकृत, मैंब्रेन लिपिड डीएजी (डॉयसिलग्लाइसेरोल्स) के साथ इसकी अन्योन्यक्रिया द्वारा करता है। अन्य परियोजना, फ्युजन पोर्स का संरचना-प्रकार्य संबंध, का अध्ययन किया गया। (देवाशीष दास)

- **प्रारंभिक प्रोटीन फोल्डिंग में रिबोसोम की भूमिका**

नई ऐसे प्रणाली का विकास किया गया। इसका उद्देश्य प्रारंभिक पोलिपेप्टाइड्स की फोल्डिंग में रिबोसोम की भूमिका का अध्ययन करना था। यह प्रकार्य रिबोसोम के पेप्टिडिल स्थानांतरण कार्य से स्वतंत्र था। (देवाशीष दास)

तंत्रिका विज्ञान

- वैद्य प्रयोगशाला में मुख्यत: आण्विक, कोशिकीय एवं जैवरसायनिक लक्ष्यों के साथ सेरोटोनोरगिक साइकेडेलिक्स द्वारा प्रभावित विशिष्ट न्युरोसर्किटों पर कार्य हुये हैं। इसने यौगिकों की इस कक्षा के कार्य के क्रियातंत्र के संबंध में गहन जानकारी उपलब्ध कराई है। (विदिता ए. वैद्या)

कोशिका एवं विकासात्मक जैवविज्ञान: मॉर्फोजेनेसिस के अणु एवं क्रियातंत्र

- **माइक्रोट्युबेल एण्ड्स द्वारा मूविंग प्लेटफॉर्म्स को उपलब्ध कराया जाता है जो एक्टोमॉयोसिन कंट्रेक्टेबिलिटी एवं कोशिका व ऊतक गतिकी को रेग्युलेट करते हैं**
  कोशिका आकार द्वारा ऊतक आकार एवं प्रकार्य के एक्विजिशन के पावर को बदला जाता है। एपिकल कंस्ट्रिक्शन द्वारा एम्निओसेरोसा के कंट्रेक्शन को ड्रोसोफिला डोर्सल क्लोजर (घाव के भरने के लिए मॉडल) पॉवर किया जाता है। जहां इस प्रक्रिया में एक्टोमॉयोसिन साइटोस्केलेटन की आवश्यकता एवं रेग्युलेशन को भली-भांति समझा गया है, वहीं क्या एवं कैसे माइक्रोट्युबेल्स द्वारा इसमें योगदान किया जाता है, यह अस्पष्ट है। हमने दिखाया है कि मूविंग पेट्रोनिन फोकी से ईबी1 आश्रित माइक्रोट्युबेल के विकास की आवश्यकता एम्निओसेरोसा कंट्रेक्शन के लिए है। इस निर्भरता का आधार माइक्रोट्युबेल एण्ड बद्ध प्रोटीनों की प्लेटफॉर्म्स के रुप में कार्य करने की है जो एक्टोमॉयोसिन कंट्रैक्टिलिटी रेग्युलेटर्स के उपकोशिकीय वितरण को रेग्युलेट कर सकें। इसके पक्ष में हम पाते हैं कि एपिकल माइक्रोट्युबेल्स के उपसमूह द्वारा एपिकोमेडिअल मॉयोसिन कांप्लेक्स को सराउंड इसे कोलेस करने के लिए एवं इसके मूव करने पर इसके पीछे टेल का निर्माण करने के लिए होता है। क्षोभी माइक्रोट्युबेल विकास ने मॉयोसिन कांप्लेक्सेस के कोलेसेंस एवं मूवमेंट को प्रभावित किया एवं दोनों मॉयोसिन एवं RhoGTPase इफैक्टर्स के उपकोशिकीय पुनर्वितरण को परिवर्तित किया जो एम्निओसेरोसा कोशिकाओं में एक्टोमॉयोसिन कंट्रेक्टिलिटि को रेग्युलेट करते हैं। इसका परिणाम एम्निओसेरोसा कंट्रेक्शन गतिकी के मॉड्युलेशन में निकला। हमारे परिणामों से पता चलता है कि मूविंग पैट्रोनिन प्लेटफॉर्मों से माइक्रोट्युबेल वृद्धि द्वारा RhoGTPase क्रियाकलाप को रेग्युलेट, स्पेस एवं टाइम में किया जाता है एवं विकासशील माइक्रोट्युबेल एण्ड्स पर ट्रांजिएंट RhoGEF2-EB1 अन्योन्यक्रियाओं द्वारा एक्टोमॉयोसिन गतिकी को माड्युलेट किया जाता है। उनके द्वारा क्रियातंत्रों के संबंध में जानकारियों को उपलब्ध कराया जाता है जिनके द्वारा माइक्रोट्युबेल गतिकी, मॉर्फोआनुवांशिक प्रक्रिया को प्रभावित करती है एवं घाव के भरने व कैंसर विस्तार में योगदान करती है। (मैत्रेयी नरसिम्हा)

एजिंग, मेटाबोलिज्म, आण्विक फिजियोलॉजी एवं माइटोकोंड्रिया

- **ड्रोसोफिलिया सर्टुइन-6 द्वारा वयस्क फिजियोलॉजी एवं सरवाइवल के विकासात्मक आहार आश्रित प्रोग्रामिंग को मीडिएट किया जाना**
  टाटा मूलभूत अनुसंधान समूह में उल्लास कोल्थुर समूह के अनुसंधानकर्ताओं ने पाया है कि कैसे कोशिकाओं द्वारा इंसुलिन हार्मोन की फ्लक्चुएटिंग खुराकों के प्रति रिस्पांस किया जाता है एवं रक्त चीनी/ग्लुकोस के नियमन में सामान्य रुप से संबंधित भूमिका के परे इसका महत्व क्या है। ये महत्वपूर्ण निष्कर्ष हैं क्योंकि मधुमेह एवं अनुपयुक्त हस्तक्षेपों से ऊतक क्षति, किडनी प्रकार्यों की हानि के अतिरिक्त रेटिनोपेथी एवं न्युरोपैथी व अन्य हानियां होती हैं। नये परिणामों द्वारा न सिर्फ सामान्य फीड-फास्ट चक्रों के दौरान इंसुलिन के कार्यों के संबंध में मूलभूत जानकारियां मिलती हैं बल्कि क्लिनिकल संदर्भ में इंसुलिन डोजिंग

के पुनर्मूल्यांकन की संभावना भी जागृत होने के अलावा मुख्य अंगों को मधुमेह संबंधित क्षति को अल्पतम करने की संभावना भी बलित होती है। इस अनुसंधान से यह भी पता चला है कि कैसे निरंतर रिपीट इंसुलिन स्टिमुलेशन से मेटाबोलिक डिसआर्डर्स, एजिंग एवं आयु-संबंधित रोगों में इंप्लिकेशंस के साथ प्रतिशोध को उत्पन्न किया जा सकता है। यह भारतीय संदर्भ में प्रासंगिक है क्योंकि मेटाबोलिक रोगों का भार विशेष रुप से मधुमेह का प्रभाव जनसंख्या में ज्यादा है। स्वस्थ्य व्यक्ति में इंसुलिन के स्तरों में भोजन के पश्चात वृद्धि होती है जबकि फास्टिंग के दौरान कमी होती है। यह शरीर के सभी अंगों को ग्लुकोस के सामान्य स्तरों की आपूर्ति के लिए आवश्यक है। इंसुलिन या इसके कार्यों में कमी से रक्त ग्लुकोस (चीनी) में अनियंत्रित वृद्धि होती है जिससे मधुमेह का जन्म होता है। रक्त ग्लुकोस के नियमन में इसके महत्व के अतिरिक्त (जो कि सामान्य जानकारी है) इंसुलिन की अनिवार्यता यह सुनिश्चित करने के लिए है कि कोशिकाओं द्वारा ग्लुकोस का प्रयोग मेटाबोलिज्म एवं ऊतकों की वृद्धि/रखरखाव के लिए किया जाये। यह जटिल सिग्नलिंग नेटवर्क से होता है जो शरीर की सभी कोशिकाओं में प्रचालित होता है। इस संबंध में यद्यपि दशकों के अनुसंधान ने इंसुलिन सिग्नलिंग के आण्विक घटकों की पहचान की, तथापि अभी तक अज्ञात था कि यदि या कैसे सिग्नलिंग नेटवर्क में परिवर्तन, विभिन्न इंसुलिन इनपुट्स के रिस्पांस में होता है। अधिक महत्वपूर्ण रुप से इस अध्ययन ने खोज की है कि इंसुलिन इनपुट्स की अत्यंत उच्च मात्राओं द्वारा सिग्नलिंग नेटवर्क को विच्छेदित किया जाता है एवं इससे संभावित रुप से प्रतिशोध का जन्म होता है व ऊतक क्षति होती है जैसा कि मधुमेह में देखा गया है। इसकी संगत इसलिये है क्योंकि आधुनिक जीवनशैलियों ने उच्च कैलोरी आहारों एवं एबरेंट आहार आदतों को जन्म दिया है। कोशिकाओं में उच्च इंसुलिन इनपुट्स के पश्चात सिग्नलिंग में विच्छेद की समानता अनियंत्रित ट्रैफिक सिग्नलों के साथ है जिससे ट्रैफिक जाम व/या दुर्घटनाएं होती हैं। (उल्लास कोल्थुर)

कोशिका-विकासात्मक जैवविज्ञान

- **एण्डोसाइटिक स्ट्रैस के अंतर्गत राउंडिड कोशिकाओं की धारणीयता में ग्रेनहैड जैसे-3 (जीआरएचएल-3) प्रकार्य**

  एपिथेलियल कोशिकाओं द्वारा राउंड अप होकर एक्सट्रूड किया जाता है। कोशिका एक्ट्रूजन के क्रियातंत्रों को अपेक्षाकृत बेहतर रुप में समझा जाता है। हालांकि अभी तक अस्पष्ट है कि क्या एवं कैसे राउंडिड-अप कोशिकाओं को धारित, एपिथेलियल होमियोस्टेसिस को मैंटेन करने के लिए किया जाता है। इन प्रश्नों के उत्तर के लिए हमने जेब्राफिश जीएसपी/मॉयोसिन व्हीबी उत्परिवर्ती का प्रयोग किया जिसमें कोशिकाएं राउंड अप होती हैं। प्रत्यक्ष इमेजिंग विश्लेषण का प्रयोग करके हमने दिखाया कि राउंडिड-अप कोशिकाओं को धारित एवं पुन:एकीकृत, एपिडर्मिस में किया जाता है। इस धारणीयता को नियमित जीआरएचएल-3, ट्रांसक्रिप्शन कारक ई-कैधेरिन द्वारा किया जाता है जिसे कोशिका-कोशिका आसंजन को मीडिएट करने के लिए जाना जाता है। हमारे डाटा से आगे पता चलता है कि जीआरएचएल3 प्रकार्य की अनुपस्थिति में राउंडिड अप कोशिकाओं का एक्ट्रूजन होता है जिससे ऊतक होमियोस्टेसिस एवं आर्किटेक्चर में विघटन होता है। हमारे अध्ययन से नवीन क्रियातंत्र स्पष्ट होता है जिसका प्रयोग एपिथेलियल ऊतक में एण्डोसाइटिक स्ट्रैस के अंतर्गत राउंडिड कोशिकाओं को धारित करने के लिए होता है। (महेंद्र सोनावणे)

कोशिका-विकासात्मक जैवविज्ञान

- **मॉयोसिन Vb एवं mTOR सिग्नलिंग के समन्वित क्रियाकलापों द्वारा एपिथेलियल कोशिका मॉर्फोलॉजी को नियमित किया जाना**

  एपिथेलियल कोशिका आकार के नियमन का अल्प अध्ययन हुआ है। हमने जेब्राफिश एपिडर्मिस का प्रयोग मॉडल के रुप में यह दर्शाने के लिए किया है कि मॉयोसिन Vb के Rab-10 अन्योन्यक्रियाकारी ऑइसोफॉर्म

के क्रियाकलाप की अनिवार्यता कोशिका वृद्धि के लिए है जबकि आरएबी-11 अन्योन्यक्रियाकारी आइसोफॉर्म की अनिवार्यता कोशिका आकार को मैंटेन करने के लिए है। हमने आगे दिखाया कि कंफ्रेसेटरी कोशिका वृद्धि का अभिलक्षणन, एपिकल प्रक्षेत्र के विस्तार द्वारा होता है। यह डाइरेक्शनल वृद्धि, एमटीओआर-एफएएसएन एक्जिस के नियंत्रण के अधीन है व इसे आगे नियमित, मॉयोसिन व्हीबी के आरएबी10 अन्योन्यक्रियाकारी ऑइसोफॉर्म द्वारा किया जाता है। हम आगे दिखाते हैं कि मॉयोसिन व्हीबी-आरएबी10 अन्योन्यक्रिया की अनिवार्यता, ट्रांस-गोल्गी सतह से वैसिकल्स के डिटैचमेंट के लिए है। इस अध्ययन कार्य से मॉयोसिन व्हीबी प्रकार्य एवं एमटीओआर-एफएएसएन सिग्नलिंग का महत्व, एपिथेलियल कोशिका वृद्धि में स्पष्ट होता है। (महेंद्र सोनावणे)

जीवाणुविज्ञान

- **माइक्रोबॉयल मेटाबोलिज्म में अडेप्टिव प्लॉस्टिसिटी की जांच**
  सबसे पूर्व के जीवन रुपों में एक होने के बावजूद जीवाणुओं के संसार को समझा नहीं गया है एवं सूक्ष्मजीवविज्ञान के सैकड़ों वर्ष के क्षेत्र होने के कारण यह मूलभूत एवं चिकित्सीय संगत ज्ञान की पीढ़ी के लिए सोने की खदान बना हुआ है। हम उच्चतम से निम्नतम दृष्टिकोणों को मिलाकर जीवाणु संसार में एंटी-फ्रेजिलिटी एवं गतिकी को नियंत्रित कर रहे गुणधर्मों की खोज करते हैं। हमारे प्रयासों में अधिक जोर जीवाणु पैथोजेनेसिस की बेहतर जानकारी उपलब्ध कराना एवं औद्योगिक उपयोगों के लिए बेहतर प्रोडक्शन स्ट्रेन्स हेतु डिजायन तैयार करने के प्रयासों को सशक्त करना है। (अमितेष आनंद)

विकासात्मक न्यूरोविज्ञान

- **कैनोनिकल डब्ल्यूएनटी सिग्नलिंग द्वारा कोराइड प्लेक्जस एपिथेलियल विकास पर बाइडाइरेक्शनल नियंत्रण स्थापित करना**
  कोराइड प्लेक्जस (सीपी) द्वारा सेरेब्रोस्पिनल तरल का स्राव होता है एवं यह मस्तिष्क के विकास एवं प्रकार्य के लिए अनिवार्य है। कोराइड प्लेक्जस के लिए कैनोनिकल डब्ल्यूएनटी सिग्नलिंग के संतुलित स्तर की आवश्यकता इसके उपयुक्त विकास एवं प्रकार्य के लिए होती है। यदि यह सिग्नलिंग, अतिसक्रियित होता है, तो कोराइड प्लेक्जस अपने गुणधर्मों को खो देता है। इसके साथ ही यह सीएसएफ को उत्पन्न नहीं कर सकता व न्युरोनल पहचान में परिवर्तित हो जाता है। (शुभा तोले)

- **अनुभूति के सर्किट्स : मस्तिष्क में सेंसरी सूचना के प्रवेश का "गेटकीपर"**
  सेंसरी नसों को मस्तिष्कीय कोर्टेक्स के साथ सूक्ष्म संबंध स्थापित करने होते हैं ताकि मस्तिष्क द्वारा इस सूचना को प्रोसेस करके हमें सेंसरी बोध दिया जा सके। जब इन नसों का पहले विकास एंब्रॉयोनिक कोर्टेक्स में होता है, तो वे ऐसी संरचना पर प्रतीक्षा करती हैं जिसे सबप्लेट कहा जाता है। इस प्रतीक्षा की अवधि की आवश्यकता ज्ञात नहीं है किंतु सबप्लेट के बिना सेंसरी इनरवेशन व्यापक रुप से अवरद्ध हो जाता है। सबप्लेट न्युरॉन्स के गुणधर्मों में कैसे नियमन होता है, यह स्पष्ट नहीं है। हम रिपोर्ट करते हैं कि डीएनए रेग्युलेटरी प्रोटीन, एलएचएक्स2 की आवश्यकता, कोर्टेक्स की "मदर" कोशिकाओं में होती है। ऐसा तब होता है जब वे सबप्लेट में प्रतीक्षा करने के लिए सेंसरी नसों के लिए अपने "डाटर" सबप्लेट न्युरॉन्स का निर्माण कर रहे होते हैं। एलएचएक्स2 प्रकार्य के बिना नसों में वृद्धि सबप्लेट के परे होती है एवं वे समय से पूर्व कोर्टेक्स में प्रवेश करती हैं। इस अतिवृद्धि का परिणाम उनके अंतत: एट्रिशन में निकलता है एवं परिणामस्वरुप परिपक्व कोर्टेक्स के सेंसरी इनरवेशन की व्यापक हानिक होती है। (शुभा तोले)

न्युरोनल कोशिका जैवविज्ञान

- **न्युरोनल कार्गो की ट्रैफिकिंग एवं ट्रांसपोर्ट का नियमन**
मेरी प्रयोगशाला में कार्गो बॉयोजैनेसिस एवं ट्रांसपोर्ट के क्रियातंत्रों को इन वाइवो में एवं न्युरोनल प्रकार्य में इसके योगदान को समझने का प्रयास किया जाता है। ऐसे ट्रांसपोर्ट को आण्विक मोटरों द्वारा किया जाता है जो माइक्रोट्युबेल ट्रैक्स के साथ कोशिका बॉडी एवं सिनैप्स के मध्य कार्गो को मूव करते हैं। हमने मुख्य रुप से एंटेरोग्रेड ट्रैफिक पर ध्यान दिया है। इसे कार्गो का मूवमेंट कहा जाता है व यह कोशिका बॉडी से सिनैप्स के मध्य होता है। अनेक अवयवों द्वारा कार्गो मूवमेंट का भाग बना जाता है। इनमें प्रथम है : सही कार्गो की उत्पत्ति कोशिका बॉडी में होनी चाहिये, कार्गो एवं मोटर को एक दूसरे की पहचान करना आवश्यक है, मोटर-कार्गो कांप्लेक्स को एक्जॉन में प्रवेश करना आवश्यक होता है ताकि पोलेराइज्ड ट्रांसपोर्ट को सुनिश्चित किया जा सके, एक्जॉन में कार्गो में सामान्यत: प्रोसेसिव मूवमेंट से गुजरता है, ब्रांच्ड एक्जोनल ज्यामितियों के मामले में कार्गो को सही स्थान तक निदेशित किया जाना होता है, इसे वहां पहुंचने पर रिलीज किया जाना होता है एवं अंत में मोटरों को सही तरह से नियमित किया जाना आवश्यक होता है। जहां हमें कुछ महत्वपूर्ण एंटेरोग्रेड कार्गोस (प्रि-सिनेप्टिक वैसिकल्स एवं माइटोकोंड्रिया) एवं उनकी मोटरों (मुख्य रुप से क्रमश: काईनेसिन-3 एव काईनेसिन-1(की जानकारी है, वहीं रेग्युलेटरी अणुओं की पहचान एवं ट्रैफिकिंग-ट्रांसपोर्ट पथमार्गों में संलग्न अनेक कार्यों के विषय में न के बराबर जानकारी है। यह ज्ञान, संभावित रोग इंटरवेंशन कार्यनीतियों के लिए मूलभूत एवं महत्वपूर्ण भी है। एक्जोनल ट्रांसपोर्ट में अपने निष्कर्षों का प्रयोग करके हमने न्युरोनल कोशिका जैविक प्रक्रियाओं के विस्तृत अन्वेषण को भी प्रारंभ किया है जहां हमने मॉडल के रुप में न्युरॉन्स में माइटोकोंड्रिया का प्रयोग करके आर्गेनेल सघनता नियमन जैसी मूलभूत समस्याओं को हल करना प्रारंभ किया है। हम मुख्य रुप से *सी. एलेगॉन्स* का प्रयोग उपर्युक्त उल्लिखित अनेक प्रश्नों के उत्तर पाने में करते हैं जिसमें हम आनुवांशिक एवं लाइव इमेजिंग दृष्टिकोणों का प्रयोग करते हैं। (संध्या पी. कोशिका)

रसायनिक विज्ञान विभाग

रसायनिक जैवविज्ञान एवं आण्विक इमेजिंग

- **एनियोनिक फॉस्फोलिपिड्स के लिए फ्लूरोसेंट सेंसरों की डिजायन एवं विकास**
एनियोनिक फॉस्फोलिपिड्स का कार्य कोशिका-मैंब्रेन पर अणुओं को मीडिएट करने वाले प्रमुख सिग्नल का होता है। इन लिपिड्स द्वारा अनिवार्य कोशिकीय प्रक्रियाओं के रेग्युलेशन में भी कार्य किया जाता है। प्रक्रियाओं के अंतर्गत कोशिकीय गतिविधि, मैंब्रेन ट्रांसपोर्ट, ऑयन चैनल रैग्युलेशन, एवं कोशिका मृत्यु सिग्नलिंग आदि शामिल हैं। फॉस्फोलिपिड्स के क्षतिग्रस्त मेटाबोलिज्म का संबंध अनेक स्कलेरोसिस, कैंसर एवं न्युरोडिजेनरेशन के साथ है। इस पृष्ठभूमि में जीवित कोशिकाओं में एनियोनिक फॉस्फोलिपिड्स को संसूचित कर सकने वाले फ्लूरोसेंट सेंसरों द्वारा जानकारियों को लिपिड जैवविज्ञान के संबंध में उपलब्ध कराया जा सकता है। एनियोनिक फॉस्फोलिपिड्स के संसूचन में महत्वपूर्ण चुनौती उनकी उपस्थिति के संबंध में अधिकांशत: प्लाज्मा मैंब्रेन के इनर लीफलैट एवं आर्गेनेल मैंब्रेन्स में होती है। अत: कोशिका-पर्मिएबिल फ्लूरोसेंट सेंसरों से अंत:कोशिकीय फॉस्फोलिपिड्स का तीव्र संसूचन सुनिश्चित होगा। हमने पेप्टाइड-आधारित, कोशिका पर्मिएबिल, जल-विलेय, रेशोमेट्रिक फ्लूरोसेंट सेंसर को विकसित किया है। इसका उद्देश्य कोशिकाओं में प्रमुख एनियोनिक फॉस्फोलिपिड, फॉस्फेटिडिलसेरीन को ट्रैक करना है। अंत:कोशिकीय प्रकार्यों के साथ फॉस्फेटिडिलसेरीन, लिपिड है जो कोशिका मृत्यु का संकेत, कोशिका मैंब्रेन के आंतरिक से बाह्य लीफलैट में अपनी स्थिति को बदल कर देता है। नए सेंसर डीएएन-

एपीएस द्वारा भी फॉस्फेटिडिलसेरीन के बाह्यकरण को इमेज, प्रोग्राम्ड कोशिका मृत्यु के दौरान किया जा सकता है। इससे जैविक संदर्भ पर आधारित दोनों आंतरिक एवं बाह्यकोशिकीय एनियोनिक फॉस्फोलिपिड्स के संसूचन हेतु प्रॉब की योग्यता का पता चलता है। (अंकोना दत्ता)

- **धातु ऑयनों के लिए 'क्लिक्ड' सेंसर्स**

  धातु ऑयनों की अनिवार्यता सभी जीवन रुपों के लिए होती है। धातु ऑयन स्तरों के स्पेटियो-टेंपोरल रेग्युलेशन की आवश्यकता जीवन के उपयुक्त प्रकार्यों के लिए है एवं धातु ऑयन वितरण में अवरोधक परिवर्तनों से रोगों का जन्म होता है। अत: धातु ऑयन होमियोस्टेसिस में क्रियातंत्रों की व्याख्या द्वारा जैवविज्ञान में धातुओं के दोनों फिजियोलॉजिकल एवं पैथोफिजियोलॉजिकल पहलुओं के संबंध में जानकारियां मिल सकती हैं। धातु ऑयनों को संसूचित एवं इमेज कर सकने वाले फ्लूरोसेंट कैमोसेंसर्स, उपयोगी यंत्र हैं। ये जीवित प्रणालियों में धातु ऑयन स्थानीयकरण एवं वितरण के संबंध में जानकारियां उपलब्ध करा सकते हैं जिससे महत्वपूर्ण यांत्रिकीय सूचना प्राप्त होती है। हमने मॉड्युलर संश्लेषणात्मक कार्यनीति की डिजायन को 'टर्न-ऑन' धातु ऑयन सेंसरों के विकास के लिए तैयार किया है। इस कार्यनीति में धातु बद्ध स्कैफफोल्ड को फ्लूरोसेंट डाइ से संलग्न, कॉपर-सहायित क्लिक अभिक्रिया द्वारा किया जाता है। इस दौरान परिणामकारी सेंसर, ऑफ स्टेट में धातु ऑयनों की अनुपस्थिति में रहेगा एवं बढ़े हुये फ्लूरोसेंस को धातु ऑयन के साथ बद्धता पर समायोजित कर सकेगा। संकल्पना के प्रमाण के प्रयास के रुप में हमने इस कार्यनीति को मैगानीज ऑयनों के लिए वॉटर-सोल्युबिल मैक्रोसाइक्लिक फ्लूरोसेंट सेंसर की सफलतापूर्वक डिजायन करने एवं संश्लेषण के लिए लागू किया है। (अंकोना दत्ता)

पदार्थ रसायनशास्त्र

- **समुद्र के पानी के फोटोउत्प्रेरणात्मक विपाटन के लिए आवश्यक प्रभावी इंटरफेस के निर्माण में इलेक्ट्रोलाइट ऑयनों की भूमिका**

  पानी के विपाटन से फोटोउत्प्रेरणात्मक (पीसी) हाइड्रोजन उत्पादन, धारणीय रुप में वर्तमान ऊर्जा मांग को पूरा करने के लिए विश्वसनीय मार्ग है। फोटोउत्प्रेरण को औद्योगिक रुप से व्यवहार्य बनाने के लिए समुद्र के पानी का प्रयोग आदर्श विलेय के रुप में होना चाहिए। यद्यपि ज्ञात हुआ है कि समुद्र के पानी के ऑयनों में अनिश्चित प्रभाव पानी के पीसी विपाटन पर होता है। इस समस्या को अभी तक दूर नहीं किया गया है। भिन्न तटस्थ रुपांतरण धातु-आक्साइड-आधारित फोटोउत्प्रेरकों की वैरायटी का प्रयोग विआयनीकृत पानी के विपाटन के लिए किया गया है। हालांकि अभी तक समुद्र के पानी के विपाटन के लिए किसी अर्धचालक के प्रभावी उपयोग के सुव्यवस्थित मार्ग को खोजा नहीं गया है। यहां पर आयनीकृत, निम्न-लागत कार्बन नाइट्राइड-आधारित अर्धचालक को प्रस्तुत किया गया है जिसका क्रमबद्ध रुप से मूल्यांकन समुद्र के पानी के विपाटन के लिए हुआ है। विस्तृत अध्ययन कार्य किया गया है। इसमें ऑयनों के प्रकार (Na+, K+, Mg2+, Ca2+, C1-, SO42-), की उपस्थिति में इस साल्ट-टाइप अर्धचालक का प्रयोग किया गया है एवं उनकी भूमिका की जांच फोटोउत्प्रेरणात्मक क्रियाकलाप की मॉड्युलेटिंग में की गई है। विभिन्न मापनों ने जानकारी उपलब्ध कराई है कि कैसे केशंस की उपस्थिति से उन्नत आवेश स्थानांतरण के लिए उत्प्रेरक/सह-उत्प्रेरक के मध्य प्रभावी इन-सीटू इंटरफेस के निर्माण में लाभ होता है। इस उन्नत इंटरफेसियल आवेश स्थानांतरण से 8 गुना वृद्धि होती है। यह फोटोउत्प्रेरणात्मक दर में सिमुलेटिड समुद्र के पानी की उपस्थिति में विऑयनीकृत पानी की तुलना में होती है। इससे समुद्र के पानी के धारणीय पीसी विपाटन के लिए इन कार्बन नाइट्राइड संरचनाओं के प्रयोग के लिए प्रेरणा मिलती है। (दीपा खुशलानी)

- **संशोधित कार्बन नाइट्राइड का प्रयोग करके ऊर्जा कैप्चर एवं स्टोरेज**

दृढ़ फोटोचालकता का निरीक्षण अनेक अर्धचालकों में किया गया है। इनमें चालकता की विद्यमानता प्रकाश के न होने पर भी बनी रहती है। ऐसे अनेक मॉडल्स हैं जिनका प्रयोग पीपीसी क्रियातंत्र के वर्णन में विभिन्न पदार्थ प्रणालियों के संबंध में किया जा सकता है। इनमें यादृच्छिक स्थानीय संभाव्यता फ्लक्चुएशंस (आरएलपीएफ), विशाल जालक रिलैक्सेशन (एलएलआर) एवं माइक्रोस्कोपिक बैरियर (एमबी) शामिल हैं। पिछले वर्ष प्रयोगशाला में हुये कार्यों में नवीन अर्ध-चालक पर जोर दिया गया है जिसमें ऑयनीकृत कार्बन नाइट्राइड समाहित है। इस कार्य के लिए औचित्य का आधार यह तथ्य है कि सौर ऊर्जा, प्रत्यक्षत: स्वच्छ ऊर्जा का परम स्रोत है। इस ऊर्जा की प्रत्यक्ष हार्वेस्टिंग प्राय: फोटोवोल्टेक यंत्रों द्वारा की जाती है। हालांकि इस ऊर्जा को सीधे स्टोर करना वर्तमान में संभव नहीं है। इसके स्थान पर पीव्ही यंत्रों को बैटरियों एवं / या सुपरकैपेसिटर्स के साथ युग्मित किया जाता है। अत: इन यंत्रों के युग्मन में प्राय: अनेक इंटरफेसेस शामिल होते हैं जिनके द्वारा जेनरेटिड एक्साइटिड कैरियर्स को ट्रैवर्स करना होता है। यह प्रक्रिया सामान्यत: उच्च प्रभावी नहीं है एवं इससे दक्षता कम होती है। ऐसे में प्रयोगशाला में कार्य वैकल्पिक मार्ग है। इसका मूल्यांकन ऐसी स्थिति में किया जा रहा है जहां सौर ऊर्जा को कैप्चर करके एक साथ ही एक पदार्थ में स्टोर किया जाना अनुमानित हो। उपर्युक्त उल्लिखित के अनुसार कार्बन नाइट्राइड के ऑयनीकृत होने पर यह रेडॉक्स क्रियाकलाप दर्शाता है जो कि बैटरी के समान है। इसके अलावा अर्धचालक के रुप में इसमें फोटोसक्रियता भी है। इस पदार्थ के लिए इन दो पहलुओं के युग्मित होने पर नवीन गुणधर्मों का जन्म होता है जिनमें आवेश उत्पत्ति एवं लंबी अवधियों के लिए उस आवेश के सीक्वेस्ट्रेशन समाहित हैं (> 6 hrs)। (दीपा खुशलानी)

कंप्युटेशनल रसायनशास्त्र एवं जैवभौतिकी

- **सॉर्स-सीओव्ही-2 स्पाइक प्रोटीन के पेप्टाइड बाइंडर्स के जैवभौतिकीय गुणधर्म**
  सॉर्स-सीओव्ही-2 जीवाणु का मानव कोशिकाओं में प्रवेश एसीई-2 में संलग्नता द्वारा होता है। यह एक एन्जाइम है जिसे कोशिका मैंब्रेन्स में इसके सतह स्पाइक प्रोटीन द्वारा पाया जाता है। इस तरह एसीई-2 के भाग (जो स्पाइक प्रोटीन के साथ इंटरफेस करता है) से प्राप्त पेप्टाइड्स ने चिकित्सीय या निदान के विकास के लिए प्रारंभिक बिंदुओं के रुप में कार्य किया है। टीआईएफआर के अनुसंधानकर्ताओं ने ऐसे पेप्टाइड्स के जैवभौतिकीय गुणधर्मों का समालोचनात्मक परीक्षण किया है एवं पाया है कि वे स्पाइक प्रोटीन में बद्धता की अपनी योग्यता को कायम नहीं रखते। प्रमुख रुप से प्रकार्य की इस हानि का कारण दो मुख्य कारक हैं: 1) पेप्टाइड्स अपनी संरचना को खो देते हैं एवं विलेय में अक्रमित हो जाते हैं, एवं 2) वे एक-दूसरे के साथ संबंधित होकर सांद्रताओं पर जुड़ सकते हैं जिसकी आवश्यकता एसीई-2 : स्पाइक प्रोटीन अन्योन्यक्रियाओं को मात देने के लिए होती है। कंप्युटेशनल विश्लेषण से पता चलता है कि अक्रमित रुप में पेप्टाइड में निम्नतर बद्धता रुझान, स्पाइक प्रोटीन के प्रति होता है (नेटिव एसीई-2 एनवॉयरनमेंट में उपस्थिति क्रमित रूप के संबंध में)। (रविंद्र वेंकटरमणी)

- **इलेक्ट्रॉनिक आण्विक ब्रैडबोर्ड्स का विकास**
  आण्विक इलेक्ट्रॉनिक के क्षेत्र से पता चला है कि अणुओं के द्वारा तारों, स्विचेज एवं रेक्टिफॉयर्स जैसे विद्युत घटकों के रुप में कार्य किया जा सकता है। टीआईएफआर के अनुसंधानकर्ताओं एवं उनके सहयोगियों ने आगे दिखाया है कि अणुओं के द्वारा इलेक्ट्रॉनिक ब्रैडबोर्ड्स के रुप में भी कार्य किया जा सकता है (जिसमें विशिष्ट करेंट ट्रांसमिटिंग विशेषताओं युक्त मल्टीपिल सर्किट हों)। ऐसे ब्रेडबोर्ड्स द्वारा विशिष्ट रीडआऊट्स को तब दर्शाया जाता है जब वे बैटरियों (जिनकी उत्पत्ति सर्किटों के विशेष कांबिनेशन से होती है) से लिंक्ड माइक्रोस्कोपिक इलेक्ट्रोड्स से कनेक्टिड हों। अब टीआईएफआर के अनुसंधानकर्ताओं ने रसायनिक एवं भौतिकीय डिजायन सिद्धांतों को प्रस्तुत किया है। ये इलेक्ट्रॉनिक करेंट की क्वांटम प्रकृति को हार्नेस करते हैं जिनका प्रवाह अणु से होता है। इसका उद्देश्य आण्विक ब्रैडबोर्ड्स में उपस्थित पृथक सर्किटों के प्रतिरोध को नियंत्रित करना होता है। कंप्यूटेशनल अध्ययन कार्य द्वारा आण्विक

प्रणालियों की फ्लेक्सिबिलिटी एवं आण्विक ब्रैडबोर्ड्स के साथ सूक्ष्म संपर्कों के निर्माण में प्रयोगात्मक कठिनाइयों के लिए समाधानों को खोजा गया है। विशिष्ट पूर्वानुमानों को किया गया है जिनका परीक्षण प्रयोगात्मक सहयोगकर्ताओं द्वारा आईआईएससी बैंगलुरु में किया जा सकता है। (रविंद्र वेंकटरमणी)

जैव अकार्बनिक रसायनशास्त्र

- **इंजीनियर्ड एपो-फेरिटिन नैनोकेजेस में आइरिडियम कांप्लेक्स का नियंत्रित अपटेक : संरचना एवं उत्प्रेरण का अध्ययन**

  आईरिडियम कांप्लेक्स (IrCp*) के अपटेक पर ऑयरन स्टोरेज प्रोटीन फेरिटिन नैनोकेज के कोर पर उत्परिवर्तन के प्रभाव का परीक्षण संरचनात्मक एवं स्पेक्ट्रोस्कोपिक पद्धतियों द्वारा किया गया। दो पोलर रेसिड्यूज के साइट विशिष्ट उत्परिवर्तनों का परीक्षण किया गया। IrCp* के अपटेक में बढ़ोत्तरी की गई। यह हिस्टीडाइन द्वारा आर्गिनाइन 52 के उत्परिवर्तन पर लगभग 1.5 गुना थी (वाइल्ड-टाइप वैरिएंट की तुलना में), जबकि हिस्टीडाइन द्वारा एस्पार्टिक एसिड 38 के उत्परिवर्तन का अपटेक पर कोई प्रभाव नहीं हुआ। आईआरअंत:स्थापित फेरिटिन केजेस के सभी वैरिएंट्स इस दौरान वाइल्ड-टाइप एनालॉग की तरह स्थिर रहे। फेरिटिन के इन हाइब्रिड जैवनैनोकेजेस को विभिन्न सब्सिट्युटिड ऐसेटोफेनोन्स (जो संगत काइरल एल्कोहल्स का 88 प्रतिशत रुपांतरण एवं 70 प्रतिशत एनेनशियोसिलेक्टिविटी तक निर्माण करते हैं) के हाइड्रोजेनेशन के स्थानांतरण को प्रभावी रुप से उत्प्रेरित करते पाया गया। रिएक्टेंट पर इलेक्ट्रॉन-विद्ड्राइंग घटक ने अभिक्रिया की टर्नओवर आवृत्ति में वृद्धि की। आण्विक डॉकिंग विश्लेषणों से पता चला कि अवस्तर द्वारा भिन्न अभिविन्यासों में सक्रिय साइट पर नैनोकेज के भिन्न उत्परिवर्तकों में बद्धता की जाती है। (श्यामलवा मजूमदार)

- **स्वर्ण इलेक्ट्रोड्स से साइटोक्रोम सी तक प्रत्यक्ष इलैक्ट्रॉन स्थानांतरण के प्रमोटर्स के रुप में रुपांतरण धातु कांप्लेक्सेस**

  शिफ आधार (एसबी) या इसके धातु कांप्लेक्सेस (M=SB, M = Fe, Mn, Cr) की थियोल धारित मोनोलेयर द्वारा संशोधित स्वर्ण इलेक्ट्रोड पर साइटोक्रोम सी के प्रत्यक्ष इलेक्ट्रोरसायनिक रिस्पांसेस का परीक्षण किया गया है। यह हीटरोजेनस इलैक्ट्रॉन स्थानांतरण को प्रमोट करने में मोनोलेयर की भूमिका के निर्धारण के लिए किया गया है। एसबी की मोनोलेयर (एल-सिस्टीन के सीक्वेंशल एसोशिएशन द्वारा इन सीटू तैयार एवं हाल ही में स्वच्छ की गई स्वर्ण इलेक्ट्रोड पर सैलिसाइलेल्डेहाइड के साथ कंजंक्शन द्वारा अनुसरित) ने साइटोक्रोम सी की स्थिर तनु फिल्म का निर्माण किया। एसबी या एम-एसबी संशोधित इलेक्ट्रोड पर साइटोक्रोम सी की तनु फिल्मों ने क्वॉसी-रिवर्सिबिल साइक्लिक वोल्टामेट्रिक सिग्नलों को दर्शाया एवं निरीक्षित मिडप्वाइंट संभाव्यता पूर्व में रिपोर्टिड के अनुरुप थी। तनु फिल्म में सक्रिय साइटोक्रोम सी की सतह कवरेज (सी) को एम-एसबी में धातु ऑयन की प्रकृति से भिन्न पाया गया एवं सी की वैल्यू में वृद्धि क्रम में हुई: मोनोलेयर में SB \MnSB\ Cr-SB \ Fe-SB. इससे से संकेत मिला कि धातु ऑयन समन्वयन का महत्व एम-एसबी की मोनोलेयर की स्थिरता एवं प्रोटीन की तनु फिल्म के निर्माण के लिए महत्वपूर्ण हो सकता है। इलेक्ट्रॉन स्थानांतरण दरों (केएस) को पूर्व में सूचित किये गये अनेक अन्य लघु प्रमोटर्स की तुलना में एसबी या एम-एसबी मोनोलेयर्स के साथ तीव्र पाया गया। केएस वैल्यूज, हालांकि एसबी की धातु बद्धता से लगभग स्वतंत्र थीं। इससे संकेत मिला कि एसबी कांप्लेक्स की मोनोलेयर में इलेक्ट्रॉन स्थानांतरण, स्वर्ण इलेक्ट्रोड से साइटोक्रोम सी तक हीटरोजेनस इलेक्ट्रॉन स्थानांतरण के लिए दर निर्धारणकारी कार्य नहीं हो सकता। (श्यामलवा मजूमदार)

नैनोपदार्थ एवं नैनोउत्प्रेरण

- **माइक्रोइमल्शन ड्रॉपलैट टैंपलेटिड डेंड्रिटिक फिब्रस नैनो सिलिका में संरचनात्मक अनुक्रम की खोज**

माइक्रोइमल्शन-टैंपलेटिड डेंड्रिटिक फिब्रस नैनोसिलिका (डीएफएनएस) ने व्यापक जागृति उत्पन्न की है। इसका कारण उनकी अनुपम पोर संरचना एवं उच्च-सतह-क्षेत्र है किंतु उनका जटिल संरचनात्मक अनुक्रम अभी भी रहस्य के घेरे में है। इस कार्य में ऐसे नैनोस्फेयर्स की अनुक्रमणीय संरचना के सहसंबंधित परिमाण को प्रस्तुत किया गया है। ये तीन पूरक तकनीकों पर आधारित है : लघु-कोण स्केटरिंग, गैस सार्पशन एवं इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी। पोलिडिसपर्स ट्युबनर स्ट्रे मॉडल का प्रयोग करके तरंग-वैक्टर स्थानांतरण पर स्केटरिंग डाटा के विश्लेषण से सहसंबंधित बाईकंटिन्युअस मॉर्फोलॉजी के तीन भिन्न स्तरों का पता चलता है एवं N_2 gas सार्पशन से पोर-आकार वितरण से उन परिणामों की सदृश्यता होती है जिन्हें स्केटरिंग विश्लेषण से प्राप्त किया गया है। इन नैनोस्फेयर्स में ऐसी अनुक्रमणीय पोर मॉर्फोलॉजी के निर्माण क्रियातंत्र की व्याख्या की गई है। इसके साथ ही निरीक्षित किया गया है कि पीरियोडिसिटी में संबंधित बदलाव , शीट की मोटाई एवं उनके सहसंबंध द्वारा विशिष्ट सतह क्षेत्र एवं पोर संरचना को महत्वपूर्ण रुप से प्रभावित किया जाता है जिसे हाइड्रोलाइसिस दर एवं अभिक्रिया समय द्वारा दृढ़ रुप से प्रभावित किया जाता है। (विवेक पोल्शेट्टीवार)

- **स्वर्ण क्लस्टर-लोडिड डेंड्रिटिक नैनोसिलिका : बल्व में एकल कण ल्युमिनेसेंस एवं उत्प्रेरणात्मक गुणधर्म**
हम हाइब्रिड पदार्थ को सूचित करते हैं जिसमें Au_{QC}@BSA की सतह एंकरिंग-प्रेरित वृद्धित ल्युमिनेसेंस की क्लस्टरिंग उच्च सतह क्षेत्र पर होती है एवं 800 एनएम व्यास की डेंड्रिटिक फिब्रस नैनोसिलिका ने उनके ल्युमिनेसेंस इमेजिंग को एकल कण स्तर पर सुलभ कराया। हाइब्रिड पदार्थ के फोटोफिजिकल एवं संरचनात्मक गुणधर्मों का अभिलक्षणन विभिन्न स्पेक्ट्रोस्कोपिक एवं माइक्रोस्कोपिक तकनीकों द्वारा किया गया। कंकोमिटेंट इमेजिंग को रसायनिक सेंसर को विकसित करने के लिए प्रयुक्त किया गया है जिसमें स्केटरिंग एवं ऐसी मेसोसंरचनाओं व एनालाइट्स के प्रति उनके रिस्पांस का प्रयोग किया गया है। हाइब्रिड पदार्थ को उत्प्रेरणात्मक रुप से सक्रिय सिलेन से सिलानोल रुपांतरण में पाया गया एवं 100 प्रतिशत रुपांतरण को 4 एच में निरीक्षित किया गया जब अभिक्रिया को 30 डिग्री में प्रकाश की उपस्थिति में किया गया। वृद्धित सतह क्षेत्र के साथ उपमाइक्रोन आयामों पर ऐसे पदार्थों, ठोस अवस्था में उत्सर्जन के साथ पानी में 12 प्रतिशत के उच्च क्वांटम यील्ड के साथ वृद्धित स्केटरिंग एवं सतह प्रकार्यात्मकताओं द्वारा बहुप्रकार्यात्मक पदार्थों के निर्माण के लिए अनेक लाभ उपलब्ध कराये जाते हैं। (विवेक पोल्शेट्टीवार)

भौतिकीय रसायनशास्त्र / स्पेक्ट्रोस्कोपी

- **लाइकोपीन एच-एग्रेगेट्स में सिंगलैट फिशन द्वारा दीर्घकालीन ट्रिपलैट अवस्थाओं का फोटोजेनरेशन**
बहु-एक्साइटन जेनरेशन, महत्वपूर्ण पथवे है जिसके द्वारा सौर कोशिका के शॉर्ट सर्किट करेंट को बढ़ाया जा सकता है। हमने अत्यंतद्रुत सिंगलैट फिशन प्रक्रिया की उत्पत्ति का मार्ग, diketopyrrolopyrrole-आधारित आण्विक नैनो-एग्रेगेट्स एवं पेंटेन्सीन डाइमर्स (कुंदु ईटी एएल. जेपीसी लैटर्स 2021) में पाया। ठोस अवस्था रमन, अवशोषण एवं उत्सर्जन मापनों में कांबिनेशन में ट्रांजिएंट अवशोषण स्पेक्ट्रोस्कोपी का प्रयोग करके हम दिखाते हैं कि इन दोनों क्रोमोफोरिक प्रणालियों में ट्रिपलैट-युग्म अवस्थाओं की उत्पत्ति 10 पीएस समयपैमानों से कम में की जाती है जबकि उनका क्षय उप-100 एनएस में भूमि अवस्था वापस करने के लिए होता है। हमने सिंगलैट फिशन प्रक्रिया को पृथक, कैरोटेनाइड एग्रीगेट्स में एग्रीगेट मॉर्फोलॉजी के सावधानी से किये गये मैनिपुलेशन द्वारा किया है। (ज्योतिशमन दासगुप्ता)

- **होस्ट-गैस्ट आवेश स्थानांतरण पैराडिग्म का प्रयोग करके फोटोरसायनशास्त्र: भूमि एवं उत्तेजित अवस्थाओं की गतिकीय जांच के रुप में डीएमएबीएन**
परिबद्ध परिवेश में होस्ट-गैस्ट अन्योन्यक्रियाओं से उत्पन्न फोटोएक्साइटिंग आवेश स्थानांतरण (सीटी) ट्रांजिशंस द्वारा प्रभावी रुप से काइनेटिकली ट्रैप्ड रेडिकल्स की उत्पत्ति हो सकती है। विसरण सीमित अभिक्रियाओं के लिए इन फोटोजेनरेटिड रेडिकल्स को प्रिडिस्पोस करने हेतु होस्ट-गैस्ट सीटी

अन्योन्यक्रियाओं की प्रकृति को भूमि एवं उत्तेजित अवस्थाओं में समझना अनिवार्य है। यहां हम गैस्ट अभिविन्यासों की हीटरोजेनिटी एवं परिणामकारी इलेक्ट्रॉन-दुर्बल जल-विलेय कैटिओनिक $Pd_6L_4^{12+}$ नैनोहोस्ट के अंदर इंकार्सिरेटिड इलेक्ट्रॉन-समृद्ध आण्विक जांच *N,N*-dimethylaminobenzonitrile (DMABN) की उत्तेजित अवस्था आवेश स्थानांतरण गतिकी की जांच करते हैं। ^{1}H-NMR, रेसोनेंस रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी एवं पंप-प्रॉब स्पेक्ट्रोस्कोपी के कांबिनेशन का प्रयोग करके हम आवश्यक चुनौतियों को रेखांकित करते हैं जिनका सामना आण्विक केजेस का प्रयोग फोटोउत्प्रेरणात्मक अभिक्रिया वैसल्स के रुप में किया जाना है। (ज्योतिशमन दासगुप्ता)

मेडिसिनल रसायनशास्त्र एवं दवा विकास

- **तार्किक रुप से डिजायन किये गये द्विधात्विक प्लैटिनम (।।) – फैरोसीन ट्युमररोधी एजेंट द्वारा गैर-अपोप्टोटिक कोशिका मृत्यु को प्रेरित करना एवं वाइवो दक्षता में प्रभावी होना**
  हमने बहु-लक्ष्यी हीटरोद्विधात्विक प्लैटिनम (।।)- फैरोसीन हाइब्रिड कैंसररोधी एजेंट का संश्लेषण एवं जैविक रुप से मूल्यांकन किया जो कैंसर कोशिकाओं में अपोप्टोसिस एवं बहुकारकीय प्लैटिनम प्रतिरोध को रोकता है। इन यौगिकों ने बेहतर कैंसररोधी क्रियाकलाप को ओवारियन माइस जेनोग्रॉफ्ट मॉडल में क्लिनिकली प्रयुक्त स्वर्ण स्टैंडर्ड दवा ऑक्जालिप्लेटिन की तुलना में दिखाया। (मलय पात्रा)

क्वांटम रसायनशास्त्र

- **LJ-XPS एवं कोर लेवल इलैक्ट्रॉन बद्ध गणनाओं का प्रयोग करके पानी में एसेटिक एसिड के विलयन का अन्वेषण**
  द्रव्य-जैट (एलजे) एक्स-रे फोटोइलेक्ट्रॉन स्पेक्ट्रोस्कोपी की तकनीक में हाल की प्रगतियों से द्रव्यों में अणुओं की कोर-इलेक्ट्रॉन बद्ध ऊर्जाओं के अध्ययन में सुगमता हुई है। इस कार्य में लेखकों द्वारा दिखाया जाता है कि एलजे-एक्सपीएस एवं कोर-लेवल बद्ध ऊर्जा कंप्युटेशंस के कांबिनेशन का प्रयोग करके ऐसेटिक अम्ल जैसे विलयित अणुओं की स्थानीय हाइड्रेशन संरचना की जांच की जा सकती है। एलजे-एक्सपीएस में प्रयोगात्मक निरीक्षित रसायनिक शिफ्टों को समझने के लिए लेखकों द्वारा आण्विक गतिकी एवं सहसंबंधित इलेक्ट्रॉनिक संरचना एप्रोचेज का प्रयोग किया जाता है। अध्ययन कार्यों द्वारा दिखाया जाता है कि तटस्थ अम्ल के लिए प्रथम विलयन शैल एक पानी का अणु पर्याप्त है। यह निरीक्षित रसायनिक शिफ्ट के वर्णन के लिए है जबकि कम से कम 20 पानी के अणुओं की आवश्यकता कंजुगेट आधार, ऐसटेट के लिए एक्वस विलेयों में है। इस अध्ययन कार्य द्वारा दर्शाया जाता है कि मूलभूत इलेक्ट्रॉन गुणधर्मों में भी महत्वपूर्ण रुप से परिवर्तन गैर-कोवेलेंट अन्योन्यक्रियाओं द्वारा हो सकता है जिनमें विलयन प्रभाव शामिल हैं। (वामसी वूरा)

प्रोटीन जैवभौतिकी

- **प्रोटीन विशिष्ट फोल्डिंग मोडिफॉयर्स की तार्किक डिजायन**
  प्रोटीन-फोल्डिंग में त्रुटि, वाइवो एवं इन वाइट्रो में हो सकती है। इसके महत्वपूर्ण परिणाम क्रमश: जीवित आर्गेनिज्म एवं फॉर्मास्युटिकल उद्योग के लिए हो सकते हैं। यहां हम लघु-पेप्टाइड-आधारित प्रोटीन-विशिष्ट फोल्डिंग मोडिफॉयर्स के लिए डिजायन सिद्धांत प्रस्तुत करते हैं। इस सिद्धांत का आधार ''जीनोन्युक्लियस'' के निर्माण पर है। यह प्रिफोल्डिड पेप्टाइड है जो प्रोटीन के फोल्डिंग न्युक्लियस को मिमिक करता है। रुके हुये काईनेटिक्स, एनएमआर स्पेक्ट्रोस्कोपी, फोर्सटर रेसोनेंस ऊर्जा स्थानांतरण, एकल-अणु बल मापन, एवं आण्विक गतिक सिमुलेशंस का प्रयोग करके प्रदर्शित किया जाता है कि जीनोन्युक्लियस द्वारा यूबिक्विटिन की रिफोल्डिंग को 33 ± 5% द्वारा तीव्र किया जा सकता है जबकि

समान पेप्टाइड के कम या शून्य प्रभाव होते हैं। इस एप्रोच द्वारा विशिष्ट, आनुवांशिकीय एंकोडेबिल फोल्डिंग उत्प्रेरकों के लिए नई पद्धति को उपलब्ध कराया जाता है। यह उपयुक्त प्रोटीनों के लिए है जिनका सुवर्णित कंटिग्युअस फोल्डिंग नाभिक है। (श्री रमा कोटि आइनावारापू)

- **आधुनिक जैवविज्ञान में परमाणु बल सूक्ष्मदर्शी के प्रयोग**

  एकल-अणु बल स्पेक्ट्रोस्कोपी (एसएमएफएस), उदीयमान यंत्र है। इसका प्रयोग जैवअणुओं के यांत्रिकीय गुणधर्मों एवं यांत्रिकीय बलों के प्रति उनके रिस्पांसेस के परीक्षण के लिए किया जाता है। यह परमाणु बल सूक्ष्मदर्शी (एएफएम) में यांत्रिकीय मैनिपुलेशन के लिए सर्वाधिक प्रयुक्त तकनीकों में एक है। एएफएम का आविष्कार इमेजिंग यंत्र के रुप में हुआ जिसका प्रयोग फिजियोलॉजिकल स्थितियों में उप-आण्विक विभेदन में जैवअणुओं को इमेज करने के लिए किया जा सकता है। इसका प्रयोग आण्विक बल जांच के रुप में यांत्रिकीय बलों को लागू करने के लिए जैवअणुओं पर भी किया जा सकता है। एएफएम का प्रयोग कोशिकाओं, ऊतकों, माइक्रोआर्गेनिज्म्स, जीवाणुओं एवं प्रोटीन्स जैसे जैविक मैक्रोअणुओं के अध्ययन के लिए किया गया है। इसके प्रयोग कैंसर जैवविज्ञान जैसे जैवचिकित्सीय क्षेत्रों में हैं जहां इसका प्रयोग दोनों निदान चरण एवं दवा खोज में किया गया है। एएफएम द्वारा प्रश्नों के उत्तर न्युरॉन्स द्वारा मैकेनोसेंसिंग एवं वाइरल कणों द्वारा संक्रमण के दौरान जीवाणुओं में यांत्रिकीय परिवर्तनों एवं कोशिका विभाजन जैसी मूलभूत प्रक्रियाओं के संबंध में दिये जा सकते हैं। प्रोटीन फोल्डिंग से संबंधित मूलभूत प्रश्नों का भी उत्तर एसएमएफएस द्वारा दिया गया है। इनमें विभिन्न प्रोटीनों के ऊर्जा लैंडस्केप गुणधर्मों एवं उनके जैविक प्रकार्यों के साथ उनके सहसंबंध शामिल हैं। बहुआयामी दृष्टिकोण की आवश्यकता अनुसंधान में विविधता के लिए है। इसका कारण यह है कि प्रकाशिक स्पेक्ट्रोस्कोपी एवं कंप्यूटर-आधारित स्टियर्ड आण्विक गतिक सिमुलेशंस के जोड़ के साथ एसएमएफएस से हमें जैवभौतिकी एवं आधुनिक जैवविज्ञान के क्षेत्र में अधिक जानकारी मिल सकती है। (श्री रमा कोटि आइनावारापू)

जैवभौतिकी

- **प्रोटीन फोल्डिंग मोडिफॉयर्स**

  अमीनो अम्लों की दीर्घ चेन की स्वत: ही फोल्डिंग, विशिष्ट आकार में होती है एवं यह प्रकार्यात्मक प्रोटीन बन जाता है। प्रोटीन द्वारा इसे स्वत: ही ऐसी प्रक्रिया द्वारा किया जाता है जिसे 'प्रोटीन फोल्डिंग' के रुप में जाना जाता है। फोल्डिंग को समझना एवं इसे नियंत्रित करने की क्षमता को प्राप्त करने से हम जीवन के कार्य की रीति एवं इसे मॉड्युलेटर करने की जानकारी के अधिक निकट पहुंच जाते हैं। विशिष्ट प्रोटीन की फोल्डिंग को मॉड्युलेट कर सकने वाले रिएजेंट द्वारा कोशिका में उस प्रोटीन के क्रियाकलाप को बढ़ाया जा कम किया जा सकता है। हमने अब प्रदर्शन किया है कि लघु डिजायन की गई जीनो-नाभिक पेप्टाइड द्वारा चुनिंदा रुप से लक्ष्य प्रोटीन की फोल्डिंग को उत्प्रेरित किया जा सकता है। यह प्रदर्शन विशिष्ट प्रोटीन के लिए है किंतु डिजायन सामान्य है। इससे विभिन्न रोगों का सामना करने का महान अवसर मिलता है जिनका संबंध विशिष्ट प्रोटीन के क्रियाकलाप से हो सकता है। (सुदीप्ता मैती)

- **एकल आण्विक स्तर पर प्रोटीन कंफर्मेशंस के परीक्षण**

  अनेक महत्वपूर्ण प्रोटीन अणुओं का अस्तित्व हमारी कोशिका मैंब्रेन्स में होता है। इन मैंब्रेन प्रोटीनों में सामान्यत: उनकी संरचना के भागों एवं मैंब्रेन में स्थापित भागों का संपर्क पानी के साथ होता है। अत: प्रोटीन अणुओं के कंफर्मेशन का महत्वपूर्ण माप इसके विशिष्ट सैगमेंट्स के सतह एक्सपोजर की सीमा होती है। यद्यपि पृथक अणुओं के स्तर पर मापना कठिन होता है। हमने ऐसी पद्धति को विकसित किया है जिसने एक अणु स्तर में फोटोब्लीचिंग एवं फ्लूरोसेंस क्वेंचिंग तकनीकों को संयुक्त किया। इसका उद्देश्य प्रोटीन अणुओं से विलेय में अणुओं के पृथक भागों की सुलभता को मापना है। हम दिखाते हैं कि हम इस

तकनीक का प्रयोग करके कुछ मैंब्रेन संबंधित रोग-जनक प्रोटीनों के कंफर्मेशन की जांच कर सकते हैं। (सुदीप्ता मैती)

संघनित पदार्थ भौतिकी एवं सामग्री विज्ञान विभाग

- **वैन डेर वॉल्स हीटरोसंरचना में इंटरफेसियल बबल की गतिकी द्वारा आसंजन मैकेनिक्स को नियंत्रित करना**

  दो-आयामी वैन डेर वॉल्स हीटरोसंरचनाओं (vdWH) का परिणाम नवीन प्रकार्यात्मकता में निकल सकता है जो महत्वपूर्ण रुप से इंटरफेसियल संरचना एवं अक्रम पर निर्भर होती हैं। vdWH इंटरफेस में बबल्स द्वारा इंटरफेसियल संरचना को संशोधित किया जा सकता है। हम बबल की गतिकी की जांच ग्राफीन-hBN vdWH के इंटरफेस पर NEMS यंत्र के ड्रमहैड के रुप इसका प्रयोग करके कर सकते हैं। इसका कारण यह है कि लघुयांत्रिकीय यंत्रों की गणना उत्कृष्ट सेंसरों में होती है। भिन्न इंटरफेसियल बबल्स के साथ ड्रमों के लिये हम अनुनादी आवृत्ति एवं स्पेटिअल मोड आकार के क्रमविकास का मापन इलेक्ट्रोस्टेटिक पुलिंग के प्रकार्य के रुप में करते हैं। हम दिखाते हैं कि vdWH की परतों की हिस्टेरेटिक असंलग्नता को प्रारंभ बड़े बबल्स में वृद्धि द्वारा किया जाता है। बबल में वृद्धि का कारण स्ट्रैस की सांद्रता है जो फ्रेक्चर के प्रारंभ होने के समान है। हीटरोसंरचना इंटरफेस में लघु बबल्स का परिणाम डिलैमिनेशन में नहीं निकलता है। इसका कारण यह है कि कि उनका आकार, महत्वपूर्ण फ्रेक्चर लैंग्थ से कम होता है। हम vdWH की फ्रिक्शनल गतिकी एवं इंटरफेसियल फ्रेक्चर के संबंध में जानकारी उपलब्ध कराते हैं। (मंदार एम. देशमुख)

- **कैविटी इलेक्ट्रोमैकेनिक्स का प्रयोग करके अतिचालन वोर्टेक्स-आवेश मापन**

  जैसे-2 चुंबकीय क्षेत्र का प्रवेश अतिचालक की सतह में होता है, इसका परिणाम फ्लक्स वोर्टिसेस के निर्माण में निकलता है। पूर्वानुमानित किया गया है कि फ्लक्स वोर्टिसेस में आवेशित वोर्टेक्स कोर होगी एवं यह द्विध्रुव जैसे विद्युत क्षेत्र का निर्माण करेगा। वोर्टिसेस में ऐसी आवेश ट्रैपिंग विशेष रुप से उच्च-टीसी अतिचालकों (एचटीएस) में बढ़ी हुयी होती है। यहां हम HTS Bi2Sr2CaCu208+δ की पतली फ्लेक से निर्मित यांत्रिकीय रेसोनेटर का एकीकरण माइक्रोवेब सर्किट में कैविटी-विद्युतयांत्रिकीय यंत्र को साकार करने में करते हैं। बाह्य बलों में कैविटी-आधारित यंत्रों की उत्कृष्ट संवेदनशीलता के कारण हम प्रत्यक्ष रुप से फ्लक्स वोर्टिसेस में आवेशों का संसूचन यांत्रिकीय रेसोनेटर के विद्युतयांत्रिकीय रिस्पांस के मापन द्वारा करते हैं। हमारे मापनों से सतह विद्युत द्विध्रुव मूमेंट के सामर्थ्य का पता चलता है। यह एक वोर्टेक्स कोर के लगभग 30 |e|aB, होने के कारण होता है। यह वोर्टेक्स आवेश के 3.7 x 10-2|e| के per CuO2 परत के समतुल्य है जहां aB, बोर रेडियस है एवं e, विद्युत आवेश है। (मंदार एम. देशमुख)

- **3डी वेल अर्धधातुओं में स्थानीय चैनल करेंट में अतिचालन इलेक्ट्रोड्स के साथ नैनोस्केल यंत्र**

  हम TaAs के मैक्रोस्कोपिक क्रिस्टल, Wey1 अर्धधातु की (101) सतह पर के नैनो-यंत्रों के निर्माण एवं निम्न-तापमान ट्रांसपोर्ट मापनों को रिपोर्ट करते हैं। हम इलेक्ट्रॉन बीम लिथोग्रॉफी को क्रियान्वित कर सकते हैं। हम यह नैनोनिर्माण के लिये प्रतिरोध को अनियमित क्रिस्टल में पील करके एवं स्थानांतरित करके कर सकते हैं। हम यंत्रों के इच्छित सक्रिय क्षेत्र द्वारा करेंट फ्लो को नियंत्रित करने के लिये अतिचालन नियोबियम नाइट्राइड (एनबीएन) के साथ यंत्र इलेक्ट्रोड्स का निर्माण करते हैं। हमारी यंत्र संरचना द्वारा करेंट जैटिंग प्रभाव में कमी को सुलभ किया जाता है एवं हम कोण के प्रकार्य के रुप में नकारात्मक मैग्नेटोरैसिस्टेंस मापन को दर्शाते हैं। उच्च क्षेत्र मैग्नेटोट्रांसपोर्ट द्वारा तीन विशिष्ट दोलन आवृत्तियों को दर्शाया जाता है जो फर्मी स्तर में तीन बैंडों के संगत है। निम्न चुंबकीय क्षेत्र में मापित रैसिस्टेंस द्वारा शून्य-क्षेत्र के निकट सामान्य दुर्बल एंटी-स्थानीयकरण डिप को दर्शाया जाता है जो Wey1 पदार्थ का सिग्नेचर है। अतिचालन इलेक्ट्रोड्स के साथ यंत्रो के निर्माण की हमारी पद्धति से नैनोस्केल में

मैक्रोस्कोपिक एकल क्रिस्टलों के विद्युत गुणधर्मों की जांच के लिये मार्ग उपलब्ध होता है। जिस तरह हम पैटर्निंग के लिये परंपरागत लिथोग्रॉफिक तकनीकों का प्रयोग करते हैं, उसमें इस पद्धति का विस्तार इलेक्ट्रोड पदार्थों के विस्तृत गैमुट एवं 3डी क्वांटम पदार्थों की बड़ी कक्षा तक हो सकता है। (मंदार एम. देशमुख)

टीआईएफआर के केंद्र

अंतर्राष्ट्रीय सैद्धांतिक विज्ञान केंद्र, बैंगलुरु

भौतिकी विज्ञान

गुरुत्वीय तरंग भौतिकी एवं खगोलभौतिकी

- **द्विआधारी न्युट्रॉन तारों के गुरुत्वीय तरंग निरीक्षणों का प्रयोग करके गुरुत्वीय कंस्टेंट के समय परिवर्तन पर नियंत्रण**
  इस कार्य में द्विआधारी न्युट्रॉन तारों के गुरुत्वीय-तरंग (जीडब्ल्यू) निरीक्षणों का प्रयोग करके कॉस्मिक समय के साथ गुरुत्वीय कंस्टेंट *जी* के परिवर्तन पर नियंत्रण करने की पद्धति को विकसित किया गया। GWs द्वारा *G* की वैल्यू के इंप्रिंट का वहन मर्जर के समय किया जाता है। यदि उस इपोक में *G* की वैल्यू अपनी वर्तमान वैल्यू से भिन्न होती है तो GW निरीक्षणों से निष्कर्षित न्युट्रॉन तारों के द्रव्यमानों की असंगति सैद्धांतिक रुप से स्वीकृत रेंज के साथ होगी। द्विआधारी न्युट्रॉन तारा प्रणाली GW170817 के निरीक्षण का प्रयोग करके मर्जर एवं वर्तमान इपोक के मध्य *G* में फ्रैक्शनल अंतर को -1 एवं 8 के मध्य नियंत्रित किया जाता है। (अजीत परमेश्वरन)

खगोलभौतिकीय सापेक्षिकता

- **गुरुत्वीय तरंग माइक्रोलेंसिंग से सघन डार्क मैटर पर नियंत्रण**
  यूनिवर्स के द्रव्यमान का महत्वपूर्ण अंश, डार्क मैटर के रुप में है जो सिर्फ गुरुत्वाकर्षण के साथ अन्योन्यक्रिया करता है। यदि डार्क मैटर में सघन आब्जैक्ट्स होते हैं, तो गुरुत्वीय माइक्रोलेंसिंग प्रभावों का जन्म, गुरुत्वीय-तरंग संकेतों में होगा जिनका लीगो एवं वर्गो द्वारा निरीक्षण किया जा सकता है। प्रथम दो निरीक्षणीय चक्रों एवं तीसरे निरीक्षणीय चक्र के प्रथम भाग से द्विआधारी ब्लैक होल घटनाओं में माइक्रोलेंसिंग सिग्नेचर्स के गैर-निरीक्षण से हमने दिखाया कि द्रव्यमान रेंज 10^2 –10^5 $M_\odot$ में सघन आब्जेक्ट्स द्वारा कुल डार्क मैटर के सिर्फ ~50%-80% का योगदान किया जा सकता है (विवरणों की निर्भरता माने गये स्त्रोत पॉप्युलेशन गुणधर्मों एवं बेयेशियान प्रॉयर्स पर है)। इन औसत नियंत्रणों में महत्वपूर्ण रुप से सुधार अगले कुछ वर्षों में हजारों द्विआधारी ब्लैक होल घटनाओं के प्रत्याशित संसूचन के साथ होगा। इससे डार्क मैटर की प्रकृति की जांच का नया मार्ग उपलब्ध होगा। (अजीत परमेश्वरन)

संघनित पदार्थ एवं सांख्यिकीय भौतिकी

- **स्ट्रेन-प्रेरित लैंडो स्तर में अन्योन्यक्रियाकारी मैजोराना फर्मिऑन्स की गैपलैस अवस्था**
  मैजोराना फर्मिऑन्स, संघनित पदार्थ भौतिकी में उदीयमान क्वॉसीकणों के रुप में गहन दिलचस्पी का विषय रहे हैं। भौतिकीय समीक्षा बी में संपादकों के अनुसार यह अध्ययन, विविध क्षेत्रों के क्रॉसरोड्स में आता है। इनमें क्वांटम हॉल भौतिकी, फ्रस्टेटिड चुंबकें, फ्लैट-बैंड भौतिकी, एवं अन्योन्यक्रियाकारी मैजोराना फर्मिऑन्स शामिल हैं। लेखकों ने किटेव ''गैर-फर्मी'' स्पिन द्रव्य के सैद्धांतिक रियालाइजेशन का प्रदर्शन किया जहां अन्योन्यक्रियाकारी मैजोराना फर्मिऑन्स द्वारा सामूहिक रुप से गैपलैस अवस्था को रियालाइज किया जाता है जो अर्ध-भरण की अवस्था में फ्रैक्शनल क्वांटम हॉल भौतिकी के सदृश्य है। उन्होंने दिखाया कि कैसे किटेव पदार्थ में स्ट्रेन के कार्य द्वारा संभावित रुप से ऐसे चरण की उत्पत्ति हो सकती है जिसमें फर्मिऑन्स के युग्म होपिंग (सममितियों द्वारा नियंत्रित) द्वारा भूमि-अवस्था भौतिकी एवं एक्साइटेशंस को डोमिनेट किया जाता है। (सुभ्रो भट्टाचारजी)

- **तापीय तरल में मैनी-बॉडी केऑस**

  क्रॉस-सहसंबधकों की अनिवार्यता, केऑस को मैनी-बॉडी प्रणालियों में समझने में है। इसे केऑस (लियापुनोव एक्सपोनेंट) की सीमा की तापमान-निर्भरता के श्रमसाध्य अनुमानों द्वारा तुल्यता एवं गतिकी की ब्रिजिंग द्वारा किया जाता है। परिमित-आयामी हाइड्रोगतिकीय समीकरणों का प्रयोग करके (जिसका परिणाम केऑटिक, तापीय फ्लोज में निकलता है) हम दिखाते हैं कि लियापुनोव एक्सपोनेंट का विकास, स्वतंत्रता की सीमा के साथ तापमान एवं रेखीयता के स्क्वेयर-रुट के रुप में होता है। यह मैनी-बॉडी केऑस की यूनिवर्सेलिटी एवं तुल्यता गुणधर्मों में इसके मूलभूत संबंध को रेखांकित करता है। उदीयमान यूनिवर्सेलिटी (फ्रस्टेटिड स्पिन से ग्लॉसी प्रणालियों, दृढ़ रुप से युग्मित क्वांटम क्षेत्र सिद्धांतों से ब्लैक होल्स तक) की प्रमुखता दृढ़ रुप से युग्मित मैनी-बॉडी प्रणालियों की गतिकी को समझने में है जिनमें काइनेटिक सिद्धांत वर्णन का अभाव होता है। (सुभ्रो भट्टाचारजी एवं समृद्धि संकर रे)

- **अरेखीय जालकों में फ्लक्चुएटिंग हाइड्रोगतिकी का माइक्रोस्कोपिक सिद्धांत**

  फ्लक्चुएटिंग हाइड्रोगतिकी के सिद्धांत को अनेक बॉडी प्रणालियों के यथार्थ वर्णन को उपलब्ध कराने के लिए जाना जाता है। इनसे गतिकीय सहसंबंध प्रकार्यों जैसे महत्वपूर्ण भौतिकीय आब्जर्वेबिल्स की गणना में सुगमता होती है। विसंगत ट्रांसपोर्ट गुणधर्मों के साथ निम्न आयामी प्रणालियों के मामले के लिये इस सिद्धांत का माइक्रोस्कोपिक डिराइवेशन समस्याग्रस्त है। इसे कोर्स ग्रेनिंग एवं प्रोजेक्शन तकनीकों के विचारों का प्रयोग करके प्राप्त किया गया। संबंधित प्रश्न हाइड्रोगतिक वर्णन की वैद्यता के प्रक्षेत्र पर है। (अभिषेक धर)

- **एक-आयामी कोल्ड गैस में विस्फोट : न्युटोनियन गतिकी से हाइड्रोगतिकी तक**

  इस कार्य में विस्फोट के क्रमविकास के अति उदाहरण का परीक्षण किया गया। यह शीत परिवेश में निष्कर्षित स्थानीय ऊर्जा की बड़ी मात्रा द्वारा होता है। इसके उदाहरण में सुपरनोवा विस्फोट शामिल है। तुलना कार्य, एटोमिस्टिक वर्णन के पूर्वानुमानों (न्युटन के समीकरणों का प्रयोग करके) एवं हाइड्रोगतिक वर्णन (नेवियर-स्टोक्स-फोरियर समीकरणों का प्रयोग करके) के मध्य किया गया। दिखाया गया कि दोनों वर्णनों के मध्य उल्लेखनीय समानता एवं कुछ दिलचस्प विचलन थे। (अभिषेक धर)

- **रन एण्ड टंबल कण के लिये स्थानीय समय**

  कितना समय, यादृच्छिक गति में कण द्वारा वांछित अवस्थिति में व्यतीत किया जाता है? इस समय को साहित्य में स्थानीय समय के रुप में जाना जाता है। स्थानीय समय का अध्ययन, विभिन्न अंतर्विषयी क्षेत्रों में अत्यंत रुचिप्रद एवं महत्वपूर्ण रहा है। इन क्षेत्रों में रसायनिक अभिक्रियायें, जैविक प्रणालियां, दवाशास्त्र, एनिमल फोरेजिंग आदि शामिल हैं। अनुपम एवं प्रशांत के कार्य में श्रमसाध्य रुप से स्थानीय समय की विश्लेषणात्मक जानकारी को रन एण्ड टंबल कण के संदर्भ में उपलब्ध कराया गया है जो बैक्टीरिया की गति के लिये उत्कृष्ट मॉडल है। उन्होंने नये ''पथ-काउंटिंग'' विश्लेषण को विकसित किया है जिससे उन्हें स्थानीय समय के सांख्यिकीय गुणधर्मों को दोनों होमोजेनस एवं इन-होमोजेनस मीडिया में समझने में सुगमता हुई है। (अनुपम कुंदु(

- **मोबिलिटी एजेस के साथ एक-आयामी इंकमेंसुरेट मॉडलों के परिवार के लिये जनसंख्या असंतुलन**

  लेखकों ने एक-आयामी ओबरी-आंद्रे-हार्पर (एएएच) मॉडल की चार पीढ़ियों पर दृष्टिपात किया। इस मॉडल में मोबिलिटी एजेस समाहित हैं। उन्होंने जनसंख्या असंतुलन के संबंध में चरण आरेख को मैप आऊट किया एवं ठोस-अवस्था असंतुलन की प्रणाली आकार निर्भरता को देखा। उन्होंने प्रणाली पैरामीटरों के साथ असंतुलन के नॉनमोनोटोनिक व्यवहार को पाया जो इस विचार का खंडन करता है कि प्रारंभिक असंतुलन के रिलैक्सेशन को फिक्स, सिर्फ विस्तृत अवस्थाओं की संख्या के अनुपात द्वारा स्थानीय

अवस्थाओं की संख्या में किया जाता है। लेखकों ने प्रस्तुत किया कि आयामहीन पैरामीटरों की विद्यमानता होती है जिनकी निर्भरता एकल-कण स्थानीय अवस्थाओं के फ्रैक्शन, एकल-कण विस्तृत अवस्थाओं एवं इन अवस्थाओं के औसत प्रतिभागिता अनुपात पर होती है। इन अवयवों द्वारा असंतुलन को पूर्ण रुप से नियंत्रित दीर्घ सीमा समय में किया जाता है एवं हम इस दावे के अंकीय प्रमाण को प्रस्तुत करते हैं। विचार किये गये चार मॉडलों में तीन में रोचक ड्युलिटी संबंध हैं एवं उनकी मोबिलिटी एजेस की अवस्थितियां ज्ञात हैं। मॉडलों में एक (आगामी-निकटतम-नेवर होपिंग) में कोई भी ज्ञात ड्युलिटी नहीं है किंतु मोबिलिटी एज की विद्यमानता है एवं मॉडल को प्रयोगात्मक रुप से रियालाइज किया गया है। ये निष्कर्ष, इंकमेंसुरेट संभाव्यताओं के साथ रोचक मॉडलों के परिवार में असंतुलन की धारणा को समझने में महत्वपूर्ण कार्य हैं। (मानस कुलकर्णी)

क्वांटम क्षेत्र सिद्धांत एवं सूत्र सिद्धांत

- **मेलिन एंप्लिट्युड्स के लिये सिमेट्रिक डिसपर्शन संबंधों की क्रॉसिंग**
  लेखकों ने कंफर्मल क्षेत्र सिद्धांतों में स्केलर फोर प्वाइंट सहसंबंधकों के मेलिन एंप्लिट्युड्स के लिये सिमेट्रिक डिसपर्शन संबंधों को स्पष्ट रुप से क्रॉस करने पर विचार किया। इससे उन्हें ठोस आधार पर मेलिन स्पेस में कंफर्मल क्षेत्र सिद्धांतों के लिये गैरक्षोभी पोलियाकोव बूटस्ट्रैप की स्थापना में सुगमता हुई व क्रॉसिंग सिमेट्रिक ब्लॉक्स में कांटेक्ट टर्म संदिग्धतायें दूर हुईं। उनकी नयी एप्रोच में निश्चित ''स्थानीयता'' नियंत्रणों का प्रयोग किया गया जिसने क्रॉसिंग सिमेट्री की आवश्यकता को सामान्य फिक्स्ड-टी डिसपर्शन संबंध में प्रतिस्थापित किया। इन नियंत्रणों का प्रयोग करके उन्होंने दिखाया कि दो चैनल डिसपर्शन संबंधों एवं वर्तमान डिसपर्शन संबंधों पर आधारित सम नियमों की समानता है। उनकी रुपरेखा से पोलियाकोव ब्लॉक्स की संकल्पनात्मक समृद्ध तस्वीर को एंटी-डे सिटर स्पेस में विटन आरेखों के साथ संबंधित करने में सुगमता हुयी। उन्होंने दो पक्षीय सीमाओं को भी विल्सन गुणांकों के लिए प्रभावी क्षेत्र सिद्धांतों के लिये एंटी-डे सिटर स्पेस में दिया। (राजेश गोपाकुमार)

- **मुक्त N=4 अति येंग-मिल्स में स्ट्रिंग ड्युएल**
  लेखकों ने चार आयामों में विशाल N, मुक्त N=4 अतिसममित येंग-मिल्स सिद्धांत में AdS_5xS_5 सूत्र सिद्धांत के लिये वर्ल्डशीट वर्णन प्रस्तुत किया। वर्ल्डशीट सिद्धांत, $AdS_3xS_3xT_4$ पर हाल ही में परीक्षित तनावहीन स्ट्रिंग का प्राकृतिक सामान्यीकरण है। AdS_3 के मामले की तरह इसमें मुक्त क्षेत्र वर्णन, स्पेक्ट्रली फ्लोड सेक्टर्स के साथ है एवं यह (एंबी-) ट्विस्टर स्ट्रिंग सिद्धांत के साथ निकट रुप से संबंधित है। यहां तथापि उन्होंने इसे महत्वपूर्ण N=4 (बंद) स्ट्रिंग बैकग्राउंड के रुप में देखा। लेखकों ने तर्क किया कि संगत वर्ल्डशीट गाज नियंत्रणों द्वारा प्रत्येक स्पेक्ट्रली फ्लोड सेक्टर में ओसिलेटस (स्ट्रिंग बिट्स) की परिमित संख्या में स्वतंत्रता की सीमा को कम किया जाता है। रेसिड्युअल गेज नियंत्रणों के सैट को इस रेड्यूस्ड ओसिलेटर फोक स्पेस पर इंपोज करने से स्ट्रिंग सिद्धांत के भौतिकीय स्पेक्ट्रम का निर्धारण होता है। उल्लेखनीय रुप से उन्होंने पाया कि इस प्रैसक्रिप्शन द्वारा सूक्ष्म रुप से संपूर्ण प्लानर स्पेक्ट्रम को रिप्रोड्यूस किया जाता है – (फ्री सुपरसिमेट्रिक येंग-मिल्स सिद्धांत के एकल ट्रेस ऑपरेटर्स के) । (राजेश गोपाकुमार)

सूत्र सिद्धांत एवं क्वांटम क्षेत्र सिद्धांत

- **होलोग्रॉफी से आवेशित प्लॉज्मा में आवेग विसरण का प्रभावी वर्णन**
  लेखकों द्वारा आवेशित प्लॉज्मा में आवेग विसरण की भौतिकी की चर्चा की जाती है। होलोग्रॉफिक कार्यनीति के बाद वे मुक्त प्रभावी क्षेत्र सिद्धांत का निर्माण, संरक्षित करेंट्स के लो-लाइंग मोड्स के लिये करते हैं। आवेशित प्लॉज्मा को होलोग्रॉफिकली मॉडल, रेसनेर-नोर्डस्टॉर्म-एडीएस ब्लैक होल के संबंध में

किया जाता है। उनके द्वारा ग्रेविटॉन एवं फोटोन फ्लक्चयुएशंस का विश्लेषण इस पृष्ठभूमि, वियुग्मन के संबंध में प्रक्रिया में किया जाता है जो अल्प-कालीन आवेशित ट्रांसपोर्ट मोड से दीर्घ-कालीन आवेग विसरण मोड से संबंधित है। इसके अलावा उपर्युक्त उल्लिखित संदर्भ के अनुसार लेखकों द्वारा तर्क किया जाता है कि इन मोड्स की गतिकी को कैप्चर, डिजायनर स्केलर्स के समूह द्वारा बैकग्राउंड ज्यामिति में किया जाता है। इन स्केलर्स का गुरुत्वीय युग्मन, ऑक्जिलरी डिलाटन द्वारा मॉड्युलेटिड है (दीर्घकालीन मोड्स के साथ जो स्पेसटाइम असिंप्टोपिया के निकट होने के कारण दुर्बल रुप से युग्मित हैं)। इन निरीक्षणों की सहायता से वे क्वॉडरेटिक प्रभावी कार्य को प्राप्त करते हैं। यह कार्य, आवेश करेंट एवं स्ट्रैस टेंसर की फ्लक्चुएटिंग हाइड्रोगतिकी को नियंत्रित करता है जिनका पुनर्निमाण प्रक्रिया ट्रांसपोर्ट डाटा में होता है जिसकी पूर्व में गणना की गयी है। उनके द्वारा दिलचस्प लैंग्थ स्केल की ओर भी संकेत किया जाता है जो ओह्मिक कंडक्टिविटी के साथ संबंधित आवेशित ब्लैक होल के आंतरिक एवं बाह्य होरिजन रेडी के मध्य स्थित है। (आर. लोगानयागम)

सूत्र सिद्धांत एवं क्वांटम गुरुत्वाकर्षण

- **व्हीलर-डेविट समीकरण से होलोग्रॉफी**
  इस परियोजना में लेखकों ने क्वांटम गुरुत्वाकर्षण में दो सुप्रसिद्ध किंतु भिन्न प्रतीत होतीं एप्रोचों के मध्य लिंक को स्थापित किया। इनमें से एक एप्रोच में व्हीलर-डेविट (डब्ल्यूडीडब्ल्यू) समीकरण समाहित है एवं इसका प्रयोग कैनोनिकल परिप्रेक्ष्य से गुरुत्वाकर्षण को समझने के लिये किया गया है। दूसरी एप्रोच में एडीएस/सीएफटी संगति समाहित है एवं यह पिछले 25 वर्षों में अनुसंधान में अत्यंत महत्वपूर्ण है। लेखकों ने दिखाया कि होलोग्रॉफी के वर्जन को डब्ल्यूडीडब्ल्यू समीकरण से प्राप्त किया जा सकता है। स्पष्ट परिणाम यह है कि क्षोभ सिद्धांत में दोनों तरंग प्रकार्यों (जो एडीएस में डब्ल्यूडीडब्ल्यू समीकरण को हल करते हैं एवं इंफिनिटएस्टिमल टाइम इंटरवल के लिये एडीएस की सीमा पर कोइंसाइड होते हैं) को बल्क में प्रत्येक स्थान पर कोइंसाइड होना चाहिये। यह सामान्य क्वांटम क्षेत्र सिद्धांतों (QFTs) के विपरीत है जहां ऐसी अवस्थाओं को तैयार करना संभव है जो बद्ध क्षेत्र के बाहर कोइंसाइड होती हैं किंतु अंदर नहीं होती हैं। कार्य का परिणाम दर्शाता है कि डब्ल्यूडीडब्ल्यू समीकरण द्वारा क्वांटम गुरुत्वाकर्षण में ऐसी ''स्पिलिट अवस्थाओं'' के अस्तित्व को रोका जाता है एवं गुरुत्वीय तरंग प्रकार्यों में सूचना को कॉची स्लाइस की सीमा के निकट हमेशा पाया जा सकता है। (सुव्रत राजू)

क्षोभ, असंतुलन सांख्यिकीय मैकेनिक्स एवं तरल गतिकी

- **विसंगत विसरण एवं लेवी वॉक्स द्वारा जड़त्वीय क्षोभ से सक्रिय में अंतर करना**
  बैक्टीरिया के सघन सस्पेन्शंस द्वारा असंतुलन प्रणालियों की रोचक कक्षा का निर्माण होता है। यह नवीन स्पेटियो-टेंपोरली केऑटिक व्यवहार का प्रदर्शन करती है जिसे *सक्रिय क्षोभ* कहा जाता है। बैक्टीरियल *फ्लो* के हाइड्रोगतिक वर्णन का प्रयोग करके मुखर्जी एवं सहयोगियों ने दिखाया है कि सामूहिक एवं उच्च रुप से सक्रिय होने पर इन सूक्ष्मजीवों द्वारा अपनी *भटकाऊ प्रवृत्ति* का त्याग किया जाता है एवं अतिविसरित होकर सीधे एवं संकरे रुप में चला जाता है। इस कार्य द्वारा इसका भी उल्लेख किया जाता है कि उच्च रेनॉल्ड्स जड़त्वीय, क्लॉसिकल क्षोभ के मध्य कितनी दूर तक विसंगतियों को समायोजित किया जा सकता है (निम्न रेनॉल्ड्स संख्या सक्रिय फ्लोज के व्यवहार को समझने के दौरान)। (समृद्धि संकर रे)

तरल गतिकी

- **शियर फ्लो में सैटलिंग एवं वाष्पीकरण द्वारा प्रेरित अस्थिरता : एस्पेरिटस मेघों के लिए मॉडल**

लेखकों ने दो एवं तीन आयामों में प्रत्यक्ष अंकीय सिमुलेशंस द्वारा अस्थिरता का अध्ययन किया। इसका जन्म पानी की बूंदों की सैटलिंग एवं वाष्पीकरण द्वारा होता है। इन बूंदों का आगमन मेघी परत से होता है जिसका सैचुरेशन वाष्प के सूखे उप-मेघ परिवेश में होता है। यह ऐसी स्थितियों में होता है जहां मैमाटस मेघों को निर्मित होते किंतु बैकग्राउंड शियर के साथ दिखाया गया। उन्होने दिखाया कि शियर द्वारा मेघ निर्माण के प्रकार में परिमाणात्मक रुप से परिवर्तन किया जाता है। यह मैमाटस-प्रकार से हाल ही में पहचान किये गये प्रकार में होता है जिसे एस्पेरिटस कहा जाता है। शियर के इंटरमीडिएट लेवल्स को आवश्यक दिखाया गया है। शियर द्वारा लघु-पैमाने के क्षोभों की वृद्धि को दमित किया जाता है जिससे सरल, दीर्घ-कालीन संरचनाओं एवं मिश्रण की लघु दरों का जन्म होता है। त्रिविमीयता को मैमाटस मेघों के विपरीत परिमाणात्मक अंतर करते दिखाया गया है। उन्होंने यह भी दिखाया कि गैर-मेघ-जैसी स्थितियों के अंतर्गत अस्थिरता का स्वरुप अत्यंत भिन्न हो सकता है। (रमा गोविंदराजन)

खगोलभौतिकीय तरल गतिकी

- **विषमदैशिकीय बलित क्षोभ में बड़े पैमाने के डॉयनमो का सैचुरेशन**
  क्षोभी डॉयनमो सिद्धांतों ने समस्याओं का सामना, लघु गतिकीय समय-पैमानों पर बड़े-पैमाने के चुंबकीय क्षेत्रों के क्रमविकास को प्राप्त करने में किया है। इसका कारण चुंबकीय हेलिसिटी संतुलन द्वारा उत्पन्न नियंत्रण रहा है। इसके महत्वपूर्ण उपयोग सूर्य, तारों एवं आकाशगंगाओं जैसी खगोलभौतिकीय प्रणालियों में बड़े पैमाने के चुंबकीय क्षेत्र क्रमविकास को समझने के लिये है। समदैशिकीय बलित हेलिकल क्षोभ के साथ अतीत में प्रत्यक्ष अंकीय सिमुलेशंस (डीएनएस) ने दिखाया है कि बड़े पैमाने के डॉयनमो सैचुरेशन समय-पैमानों की निर्भरता चुंबकीय रेनॉल्ड्स संख्या (आरएम) पर है। इस कार्य में लेखक ने हेलिकली बलित क्षोभ के पीरियोडिक बॉक्स डीएनएस को किया है। इससे बल प्रकार्य के दो प्रकारों के साथ बड़े-पैमाने के डॉयनमो का जन्म हुआ है: पेसिंल-कोड में प्रयुक्त के आधार पर समदैशिक एवं गैलोवे-प्रोक्टर फ्लोज के आधार पर विषमदैशिक। उन्होंने दिखाया कि जब क्षोभ को विषमदैशिक रूप से बलित किया जाता है, बड़े-पैमाने के डॉयनमो का अरेखीय (सैचुरेशन) व्यवहार, सिर्फ दुर्बल रुप से आरएम पर निर्भर होता है। वास्तव में विषमदैशिक मामले में लघु एवं बड़े पैमानों पर चुंबकीय हेलिसिटी क्रमविकास की विशिष्ट रुप से भिन्नता, समदैशिक मामले से होती है। यह परिणाम संभवत: कैट्रासट्रॉफिक क्वेंचिंग जैसी महत्वपूर्ण समस्याओं के निवारण के लिये विश्वसनीय है। (पल्लवी भाट(

अंकीय एवं निरीक्षणीय सामान्य सापेक्षता

- **द्वितीय एवं तृतीय पीढ़ी गुरुत्वीय तरंग संसूचक नेटवर्क्स के साथ एक्सेंट्रिक द्विआधारी ब्लैक होल मर्जर्स का निरीक्षण**
  सघन स्टैलर एनवॉयरनमेंट्स में निर्मित ब्लैक होल बाइनरीज द्वारा गुरुत्वीय तरंगों में अनुपम सिग्नेचर को वहन किया जाता है। इसका उनके द्वारा निष्कर्षण गोलीय कक्षाओं के स्थान पर एलिप्टिकल पर ऑर्बिट करने के दौरान होता है। ऐसे बाइनरी मर्जर्स की मॉडलिंग अभी भी सर्कुलर मर्जर्स की तुलना में अपनी नवजात अवस्था में है। इस पेपर में हम ऐसी प्रणालियों के लिये सिग्नल मॉडल के उन्नत वर्जन को रिपोर्ट करते हैं जिसे हम एनिग्मा कहते हैं। चूंकि हमें अभी भी एक्सेंट्रिक स्रोतों से GWs को निरीक्षित करना है, अत: इस पेपर द्वारा वर्तमान एवं भविष्य के Gw निरीक्षणों के साथ उनके निरीक्षण के संभावित परिदृश्यों का भी अन्वेषण किया जाता है। (प्रयूष कुमार)

गणित

संभाव्यता सिद्धांत

- **प्रथम पैसेज पर्कोलेशन में अपर टेल विशाल विचलन**
  इस कार्य में लेखकों ने पुराने अनुत्तरित प्रश्न का समाधान किया। यह विशाल विचलन दर प्रकार्य के अस्तित्व को ऊपरी टेल विशाल विचलन के लिये प्लॉनर प्रथम पैसेज पर्कोलेशन में बद्ध पैसेज समयों के साथ कुछ माइल्ड नियमितता स्थितियों के अंतर्गत दर्शाता है। (रिद्दीप्रातिम बसु)

- **पूर्ण स्थानीय रेश्जीम में अर्डोस-रेन्यी ग्रॉफों में नियमित उपग्रॉफ गणनाओं के अपर टेल बड़े विचलन**
  इस कार्य द्वारा विरल अर्डोस-रेन्यी ग्रॉफों में सभी कनेक्टिड नियमित उपग्रॉफ गणनाओं की अपर टेल के बड़े विचलनों को प्राप्त किया जाता है एवं दिखाया जाता है कि बड़े विचलन की संभाव्यता द्वारा असिंप्टोटिकली, मीन-क्षेत्र वैरिएशनल समस्या के सोल्युशन को समान किया जाता है। क्षेत्र में अन्य कार्यों के साथ इस कार्य द्वारा विरल अर्डोस-रेन्यी ग्रॉफों में नियमित उपग्रॉफ गणनाओं के लिये अपर टेल समस्या का पूर्ण समाधान किया जाता है। (अनीरबेन बसक)

गणितीय भौतिकी एवं ज्यामिति

- **पुलबैक कोहेरेंट एवं स्कीव्ज्ड अवस्थाएं व क्वान्टमीकरण**
  इस अर्ध-वर्णनात्मक पेपर में लेखकों ने निश्चित रांस्ले-प्रकार कोहेरेंट एवं स्कीव्ज्ड अवस्थाओं का वर्णन किया एवं दिखाया कि उनके द्वारा कुछ गुणधर्मों को सैटिसफाई, इंटिग्रल कैहलर मैनिफोल्ड पर किया जाता है। ये मैक्सिमल संभावित गुणधर्म के समान हैं व कर्नेल गुणधर्म के पुनर्निमाण के अलावा उन्होंने समान गुणधर्म एवं अतिपूर्णता के रिसोल्यूशन का सामान्यीकरण किया। यह स्पेरा के परिणाम का सामान्यीकरण है। इसके बाद उन्होंने रांस्ले-प्रकार पुलबैक कोहेरेंट एवं सरल सघन मैनिफोल्ड पर स्कीव्ज्ड अवस्थाओं का वर्णन किया एवं दिखाया कि उनके द्वारा समान गुणधर्मों को सैटिसफाई किया जाता है। अंत में उन्होंने बेरेजिपन-प्रकार क्वांटिजेशन को दिखाया जिसमें अनेक प्रचालकों द्वारा कार्य हिल्बर्ट स्पेस पर वास्तविक आयाम एन के यू के सघन सरल पूर्ण वास्तविक अंत:स्थापित उपमैनिफोल्ड पर किया जा रहा था जहां यू, सीपीएन में मुक्त समूह है। कोई अन्य उपमैनिफोल्ड जिसके लिये समान प्रमेय का मापदंड खरा उतरता है, के द्वारा बेरेजिन क्वांटिजेशन के इस प्रकार को दर्शाया जाता है। इसके साथ ही क्वांटिजेशन यह प्रकार, वास्तविक आयाम 2 एन के सामान्य होमोजेनस कैहलर मैनिफोल्ड के वास्तविक आयाम एन के पूर्ण वास्तविक उपमैनिफोल्डों के लिये खरा उतरता है। परिशिष्ट में हम, रांसले एवं CPn (जो कोएडज्वायंट आर्बिट है) पर सामान्यीकृत पेरेलोमोव कोहेरेंट अवस्थाओं के अलावा इस तथ्य की समीक्षा करते हैं कि कोहेरेंट अवस्थाओं के इन दोनों प्रकार, मेल खाते करते हैं। (रुक्मणि दे)

डाटा एसिमिलेशन

- **लघु नॉइस फिल्टरिंग समस्याओं में कुछ बड़े डेविएशंस असिंप्टोटिक्स**
  लेखकों ने विसरण प्रक्रियाओं के लिये अरेखीय फिल्टरों पर विचार किया जब निरीक्षण एवं सिग्नल नाइसेस, लघु एवं समान क्रम के होते हैं। जैसे-जैसे नॉइस की तीव्रताएं, शून्य पर पहुंचती हैं, अरेखीय फिल्टर का अनुमान निश्चित वैरिएशनल समस्या द्वारा लगाया जा सकता है जो कि मोर्टेनसेन की इष्टतमीकरण समस्या (1968) से निकट रुप से संबंधित है। इस एप्राक्सिमेशन परिणाम को स्पष्ट, निश्चित लैपलेस असिंप्टोटिक सूत्र द्वारा किया जा सकता है। इस कार्य में उन्होंने वैरिएशनल समस्या के हल द्वारा प्राप्त से वास्तविक फिल्टरिंग अनुमानों के विचलनों की संभाव्यताओं का अध्ययन किया। मुख्य परिणाम द्वारा विशाल विचलन सिद्धांत को लैपलेस फंक्शनल्स के लिये दिया जाता है जिसके सामान्य असिंप्टोटिक व्यवहार का वर्णन मोर्टेनसेन-प्रकार वैरिएशनल समस्याओं द्वारा किया जाता है। प्रमाणों का

आधार, ब्राउनियन गतियों के सकाराम्त्मक फंक्शनल्स के लिये यादृच्छिक नियंत्रण रिप्रिजेंटेशंस एवं कैलियनपूर-स्ट्रिबेल सूत्र के लैपलेस असिंप्टोटिक्स हैं। (अमित आप्टे)

आंशिक विभेदी समीकरण, अरेखीय तरंगें एवं तरल मैकेनिक्स

- **गैर-इंटिग्रेबिल प्रणालियों में सोलिटन-जैसा व्यवहार**
  गैर-इंटिग्रेबिल बहुघटक प्रणालियों में रोबस्ट एक्साइटेशंस (सोलिटन-जैसे) के निर्माण के लिये सामान्य योजना को प्रस्तुत किया गया। रोबस्ट से लेखकों का अभिप्राय स्थानीय एक्साइटेशंस से है जो लगभग निरंतर वेग के साथ प्रसारित होता है एवं जो लगभग अत्यंत कम या बिना किसी विकिरण के साथ अन्योन्यक्रिया करता है। उन्होंने इसे प्राप्त इन जटिल प्रणालियों के अधिक प्रसिद्ध प्रभावी काइरल क्षेत्र सिद्धांतों में रिडक्शन से प्राप्त किया। इसमें उन्होंने क्षोभी तकनीकों एवं फ्रेडहोम विकल्प का प्रयोग किया। विशिष्ट प्लेटफॉर्म के रुप में उन्होंने यादृच्दिक अन्योन्यक्रिया गुणांकों के साथ सामान्यीकृत बहुघटक अरेखीय शिरोडिंगर समीकरणों (एमएनएलएस) पर विचार किया। इस गैर-इंटिग्रेबिल प्रणाली का रिडक्शन, गैरवियुग्मित कोर्टेवेग-डे व्रराइज (केडीव्ही) समीकरणों में होता है, जो प्रणाली की प्रत्येक ध्वनि गति के लिये है। इसके बाद इस रिडक्शन से हमें केडीव्ही समीकरण के बहु-सोलिटन हलों के उपयोग में सुगमता होती है जिससे मूल गैर-इंटिग्रेबिल प्रणाली के लिये सोलिटन-जैसी प्रोफाइलों का निर्माण होता है। उन्होंने प्रदर्शित किया कि इस शक्तिशाली तकनीक से यादृच्छिक गैर-इंटिग्रेबिल प्रणालियों में अल्पतम विकिरणी हानि के साथ एक्साइटेशंस का संगत क्रमविकास होता है। गैर-इंटिग्रेबिल प्रणालियों के लिये इन निर्मित संगत ऑब्जेक्टों की उल्लेखनीय सदृश्यता इंटिग्रेबिल मॉडलों के वास्तविक सोलिटन के साथ है। यद्यपि उन्होंने सर्वव्यापी एमएनएलएस प्रणाली का प्रयोग प्लेटफॉर्म के रुप में किया, तथापि हमारे निष्कर्ष, जेनेरिक कंटिन्युअम गैर-इंटिग्रेबिल प्रणालियों में एक्साइटेशंस के निर्माण की ओर बड़ी सफलता हैं। (विशाल वासन)

बीजीय ज्यामिति एवं गणितीय भौतिकी

- **अर्धस्थिरता, मॉड्युलर जालक एवं इटेरेटिड लोगारिथ्म्स**
  लेखकों ने कोहेसिव मॉड्यूल्स के सिद्धांत का प्रयोग ज्यामिति एवं भौतिकी में दृश्यमान अनेक श्रेणियों के नये वर्णन को देने में किया। इसका प्रयोग केटेगरिकल कैहलर ज्यामिति पर जारी परियोजना में किया जायेगा। इसमें लक्ष्य, केटेगरिकल/प्राप्त गैरकम्युटेटिव ज्यामिति में कैहलर मेट्रिसेस के सिद्धांत का निर्माण करना एवं डोनाल्डसन-उलेनबेक-याऊ प्रमेय के केटेगरिकल एनालॉग का सूत्रीकरण करना एवं उसे सिद्ध करना है। (प्रणव पंडित)

जैविक विज्ञान / भौतिकीय विज्ञान

भौतिकीय जैवविज्ञान एवं संघनित पदार्थ भौतिकी

- **ज्यामितीय नियंत्रणों द्वारा सक्रिय कण की उदीयमान गतिकी को परिवर्तित किया जाता है**
  सक्रिय कणों का विशिष्ट लक्षण गैर-संतुलन नॉइस की प्रकृति है जो उनकी गतिकी को प्रेरित करती है। अत: इन नॉइस गुणधर्मों को नियंत्रण करना, दोनों मूलभूत एवं प्रयुक्त रुचि का विषय है। लेखकों ने ग्रैन्युलर सैल्फ-प्रोपेल्ड कण के सक्रिय नाइस की उदीयमान ट्युनिंग का प्रदर्शन इसे क्वॉसी एक-आयामी चैनल में परिबद्ध 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 संभाव्यता में कंस्टेंट बल के होने पर आण्विक मोटर की गतिकी की एनालॉजी में होती

है। इस मैपिंग द्वारा एक-आयामी आरटीपी गति के अनिवार्य सांख्यिकीय अभिलक्षणों की कैप्चरिंग की जाती है। विशेष रुप से उनका सैद्धांतिक विश्लेषण, संबंधित अभिविन्यास को-आर्डिनेट के आनुभविक वितरणों एवं कण के रन-टाइम्स (टंबल-रेट्स) के अनुरुप है। अंत में उन्होंने स्पष्ट रुप से इन उदीयमान रन-एण्ड-टंबल जैसे नाइस पैरामीटरों को 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 व इस तरह उनकी आंतरिक गतिकी की हार्नेसिंग के लिये स्वतंत्र मार्ग का संकेत किया जाता है। (विजय कुमार कृष्णमूर्ति)

राष्ट्रीय रेडियो खगोलभौतिकी केंद्र, पुणे

अतिरिक्त गैलेक्सीय खगोलभौतिकी

- **केआईएसएसआर सैंपल में डबल-पीक्ड उत्सर्जन रेखा एजीएन में जैट्स की प्रकृति**
  डबल-पीक्ड उत्सर्जन-रेखा एजीएन (डीपीएजीएन) को बाइनरी ब्लैक होल कैंडिडेट्स के रुप में माना गया है। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने पार्सेक-स्केल रेडियो निरीक्षणों के परिणामों को उत्सर्जन-रेखा आकाशगंगाओं के केआईएसएसआर सैंपल के डीपीएजीएन के अत्यंत दीर्घ मूलरेखा ऐरे (व्हीएलबीए) के साथ प्रस्तुत किया। इस कार्य ने केआईएसएसआर सैंपल से 9 टाइप 2 सेफर्ट एवं लाइनर डीपीएजीएन के हमारे शीर्ष अध्ययन को समाप्त किया। 9 स्रोतों में ड्युएल कांपेक्ट कोर्स का संसूचन सिर्फ ''ऑफसैट एजीएन,'' केआईएसएसआर 102 में किया गया। हालांकि व्हीएलबीए के साथ संसूचित आठ स्रोतों में जैट्स का समग्र इंसिडेंस >=60% था। अनुसंधानकर्ताओं ने ''गुम फ्लक्स सघनता'' में अंतर पाया जो अत्यंत दीर्घ ऐरे से व्हीएलबीए पैमानों में सेफर्ट्स एवं लाइनर्स के मध्य था। इसमें लाइनर्स द्वारा अल्प गुम फ्लक्स सघनता को पार्सेक-पैमानों में दर्शाया गया। उत्सर्जन-रेखा मॉडलिंग कोड, मैपिंग्स ।।। का प्रयोग करके अनुसंधानकर्ताओं ने पाया कि उत्सर्जन रेखाओं को संभवत: 5/9 स्रोतों में जैट्स द्वारा प्रभावित किया जा सकता है। जैट-मीडियम अन्योन्यक्रिया, इन स्रोतों के एसडीएसएस स्पेक्ट्रा में निरीक्षित उत्सर्जन रेखा स्पिलिटिंग का संभावित कारण था। अत: रेडियो-क्वाइट एजीएन में जैट्स अपने पार्सेक-एवं केपीसी-स्केल एनवॉयरनमेंट्स को गतिशील रुप से प्रभावित करने में सक्षम थे। इससे वे ''रेडियो एजीएन फीडबैक'' के एजेंट्स बनते हैं जो रेडियो-लाउड एजीएन के समान है। (प्रीति खर्ब)
- **क्वॉसर फीडबैक सर्वेक्षण : रेडियो ध्रुवीकरण के साथ टाइप2 क्वॉसर्स में जैट्स, विंड्स, एवं उत्सर्जन-रेखा गैस के इंटरप्ले की खोज**
  अनुसंधानकर्ताओं ने z<0.2 पर पांच टाइप 2 क्वॉसर्स के संयुक्त रेडियो ध्रुवीकरण एवं उत्सर्जन रेखा अध्ययन से परिणामों को कार्ल जी. जैंस्की अत्यंत दीर्घ ऐरे (व्हीएलए) बी-ऐरे के साथ 5 GHz एवं हबल स्पेस दूरदर्शी (एचएसटी) (O III) निरीक्षणों पर प्रस्तुत किया। इन स्रोतों को रेडियो संरचनाओं एवं ऑयनीकृत गैस मॉर्फोलाजी व काइनेमेटिक्स के मध्य निकट संबंध दर्शाने के लिये जाना जाता था। चार स्रोतों (J0945+1737, J1000+1242, J1356+1026, एवं J1430+1339) ने डाटा में ध्रुवीकरण को दर्शाया। किसी भी ध्रुवीकरण को J1010+1413 में संसूचित नहीं किया गया। अनुसंधानकर्ताओं ने 0.5-1% फ्रैक्शनल ध्रुवीकरण को संसूचित, रेडियो कोर्स में एवं उच्च फ्रैक्शनल ध्रुवीकरण को संसूचित (10-

30%) को इन स्रोतों के लोब्स में किया। मॉर्फोलॉजिकल, स्पेक्ट्रल एवं ध्रुवीकरण गुणधर्मों ने जैट ओरिजिन का संकेत रेडियो उत्सर्जन के लिये J0945+1737, J1000+1242, J1010+1413, एवं J1430+1339 में किया जबकि वर्तमान डाटा से J1356+1026 में रेडियो उत्सर्जन (जैट या विंड) के मूल को पूर्ण रुप से पहचाना नहीं जा सका। रेडियो एवं (O III) उत्सर्जन में विभिन्न ध्रुवीकृत नॉट्स के मध्य एंटी-कोरिलेशन का निरीक्षण स्रोतों में किया गया। यह लिट्रेचर में कुछ रेडियो-लाउड एजीएन में निरीक्षित के समान है। इससे पता चलता है कि रेडियो उत्सर्जन की उत्सर्जन-रेखा गैस द्वारा विध्रुवित होने की संभावना थी। इस कार्य ने प्रदर्शित किया कि जैट्स/विंड्स एवं उत्सर्जन-रेखा गैस के इंटरप्ले की रेडियो-क्वाइट एजीएन में रेडियो आऊटफ्लोज की प्रकृति के लिये सर्वाधिक उत्तरदायी होने की संभावना थी। (प्रीति खर्ब)

- **एक्स-रे जैट्स के मूल का परीक्षण : चार हाइब्रिड मॉर्फोलॉजी मोजेव ब्लेजर्स का केस अध्ययन**
  अनुसंधानकर्ताओं ने चार मोजेव ब्जेजर्स के चंद्रा, हबल स्पेस दूरदर्शी (एचएसटी), एवं अत्यंत बृहत् ऐरे निरीक्षणों को किया। इनका पूर्व में वर्गीकरण हाइब्रिड (एफआर I/II) ब्जेजर्स के रुप में रेडियो मॉर्फोलॉजी के संबंध में (कुल रेडियो शक्ति के रुप में नहीं) किया गया है। इस अध्ययन का उद्देश्य जैट्स में एक्स-रे उत्सर्जन क्रियातंत्र का निर्धारण करना है जो एफआर I एवं एफआर II जैट्स से भिन्न हों। अनुसंधानकर्ताओं ने दो ब्लेजर्स अर्थात PKS 0215+015 एवं TXS 0730+504 में नाइस में पर्याप्त सिग्नल के साथ एक्स-रे जैट उत्सर्जन को संसूचित किया। अनुसंधानकर्ताओं ने इन स्रोतों में जैट प्रक्षेत्रों से ब्रॉडबैंड उत्सर्जन के स्पेक्ट्रल ऊर्जा वितरण मॉडलिंग को किया एवं पाया कि एकल सिंक्रोट्रोन उत्सर्जन मॉडल को खारिज, एचएसटी प्रकाशिक एवं आईआर डाटा से प्राप्त गहन ऊपरी सीमाओं के कारण किया जाता है। इंवर्स कांप्टन-कॉस्मिक सूक्ष्मतरंग बैकग्राउंड मॉडल द्वारा एक्स-रे जैट उत्सर्जन का पुन:निर्माण दोनों स्रोतों में किया जा सकता है, हालांकि मॉडल को इसके लिये एक्सट्रीम जैट पैरामीटरों की आवश्यकता होती है। हमारे दोनों स्रोतों में एफआर II-जैसी रेडियो शक्तियां होती हैं व हमारे परिणामों की संगति पूर्व के अध्ययन कार्यों के साथ है। इससे पता चलता है कि रेडियो शक्ति का महत्व एफआर मॉर्फोलॉजी से अधिक, एक्स-रे जैट्स के उत्सर्जन क्रियातंत्र के निर्धारण में है। (प्रीति खर्ब)

निम्न सतह चमक द्वारा रेडियो उत्सर्जन को विसरित किया जाना

- **उन्नत जीएमआरटी एवं मीरकैट के साथ क्लॉसिकल रेडियो आकाशगंगाओं को देखना – प्रगति रिपोर्ट**
  अनुसंधानकर्ताओं ने एफआर। एवं एफआर।। रेडियो आकाशगंगाओं के सावधानीपूर्वक चयनित सैंपल का अध्ययन किया। रेडियो उत्सर्जन में अनेक नये मॉर्फोलॉजिकल लक्षणों को स्पष्ट किया गया है। इस दौरान उच्च (μJy(सेंस्टिविटी, 550-1712 MHz की रेंज में पहुंची। यह तीन के फैक्टर से अधिक है व उच्च)~4”-7”) कोणीय विभेदन पर है। इसे उन्नत बृहत् मीटरतरंग रेडियो दूरदर्शी (यूजीएमआरटी) एवं मीरकैट के साथ किया गया। अत: इस अध्ययन का लक्ष्य यह समझना है कि क्या हमें क्लॉसिकल रेडियो आकाशगंगाओं के लिये अपनी वर्तमान वर्गीकरण योजना को संशोधित करने की आवश्यकता है। लक्ष्यों को प्राप्त करने के लिये अनुसंधानकर्ताओं ने सावधानीपूर्वक 14)6 एफआर I, 6 एफआर II एवं 2 एफआर 0) रेडियो आकाशगंगाओं के सैंपल का निर्माण किया। इस अध्ययन में अनुसंधानकर्ताओं ने हमारे सैंपल से दो अधिक रेडियो आकाशगंगाओं के लिये प्रारंभिक परिणामों को प्रस्तुत किया। इस दौरान उन्होंने यूजीएमआरटी का प्रयोग स्थानीय एनवॉयरनमेंट को देखते हुये किया। अंत में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा शेष

सैंपल स्रोतों के यूजीएमआरटी एवं मीरकैट निरीक्षणों की प्रतीक्षा की जा रही है। परिणामों द्वारा दर्शाया जाता है कि इस अध्ययन में रेडियो आकाशगंगाओं के लिये क्लॉसिकल एफआर I/एफआर II रेडियो आकाशगंगाओं के लिये मॉर्फोलॉजिकल वर्गीकरण योजना अभी भी उपयुक्त है, भले ही वह यूजीएमआरटी एवं मीरकैट की उन्नत इमेजिंग क्षमताओं के साथ हो। इसके अतिरिक्त अनुसंधानकर्ताओं को वर्गीकरण योजनाओं के लिये स्वचालित प्रक्रियाओं का प्रयोग करते समय सावधान होने की आवश्यकता है। इसका उदाहरण सर्वेक्षणों में है (क्षीण सेंस्टिविटीज एवं कोणीय विभेदनों के साथ)। इसका कारण समृद्ध मॉर्फोलॉजिकल विवरण हैं जिन्हें हमारे यूजीएमआरटी एवं मीरकैट इमेजों में दर्शाया गया है। (डी.व्ही. लाल)

- **जीएमआरटी का प्रयोग करके ए2065 में रैमनेंट रेडियो आकाशगंगा की खोज**
  उन्नत बृहत् मीटरतरंग रेडियो दूरदर्शी (जीएमआरटी) का प्रयोग z = 0.0726 पर क्लस्टर ए2065 की मैपिंग के लिये किया गया है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा रैमनेंट रेडियो आकाशगंगा की खोज को रिपोर्ट, पेरीफेरल क्लस्टर क्षेत्र में किया जाता है। रैमनेंट रेडियो आकाशगंगा से स्पेटिअली विभेदित रेडियो उत्सर्जन द्वारा इलांगेटिड, बार-आकारित संरचना को दिखाया जाता है जिसका आकार $\asymp 52'' \times 110''$ ($\simeq 72 \times 152$ kpc^2) है। बहुतरंगदैर्ध्य जीएमआरटी डाटा एवं चंद्रा डाटा के साथ अध्ययन द्वारा दिखाया जाता है कि रैमनेंट रेडियो आकाशगंगा में सतह-चमक एज का संकेत, ऊष्म एक्स-रे गैस में है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा रेडियो स्पेक्ट्रल इंडैक्स की क्षणिक फ्लैटनिंग को संसूचित किया जाता है क्योंकि सतह-चमक एज के लगभग अंत में पुराने प्लाज्मा को संभावित शॉक फ्रंट के पैसेज द्वारा शक्ति प्रदान की जाती है एवं यह रेडियो उत्सर्जन अभिलक्षणों में अपेक्षित परिवर्तन को दर्शाता है। संकेत किया गया कि रैमनेंट रेडियो आकाशगंगा को सक्रिय गैलेक्सीय नाभिक (एजीएन) द्वारा सीड किया गया है (WISEA J152228.01+274141.3 स्रोत द्वारा होस्टिड)। यह AGNs एवं रैमनेंट रेडियो स्रोतों के मध्य संबंध को दर्शाता है। यद्यपि ज्ञात रैमनेंट रेडियो स्रोतों की संख्या में बढ़ोत्तरी प्रारंभ हुयी है, अनुसंधानकर्ताओं का जोर बेहतर डाटा पर है। इसका कारण अल्प ज्ञात रैमनेंट रेडियो स्रोतों की भौतिकी एवं प्रकृति को समझना है। (डी.व्ही. लाल)

पल्सरें एवं कांपेक्ट आब्जेक्ट्स

- **मैग्नेटर XTE J1810-197 के औसत रेडियो उत्सर्जन का स्पेक्ट्रो-टेंपोरल क्रमविकास**
  मैग्नेटर्स से उत्सर्जन को चुंबकीय ऊर्जा द्वारा प्रेरित माना जाता है (रेडियो पल्सर पॉप्युलेशन के लिये घूर्णन शक्ति के विरुद्ध)। FRBs के अनेक सैद्धांतिक मॉडलों द्वारा मैग्नेटर्स की वकालत, FRBs के संभावित स्रोतों के रुप में की जाती है। हालांकि मैग्नेटर्स से रेडियो उत्सर्जन के प्रारंभ, समाप्ति एवं समग्र मूल को शामिल करते हुये अनेक अनुत्तरित प्रश्न हैं। इनमें से कुछ प्रश्नों के उत्तर के लिये जीएमआरटी का प्रयोग करके लेखकों द्वारा मैग्नेटर XTE J1810-197 की निगरानी तब से की जा रही है जब से यह 2018 के अंत में द्वितीय ज्ञात रेडियो लाउड चरण में प्रविष्ट हुआ। इस निम्न-आवृत्ति निगरानी अभियान से डाटा के प्रथम 2.5 वर्षों का प्रयोग करते हुये उन्होंने औसत उत्सर्जन गुणधर्मों के स्पेक्ट्रो-टेंपोरल क्रमविकास की जांच की। इस दौरान उन्होंने औसत प्रोफाइल चौंड़ाई, फलक्स सघनता, स्पेक्ट्रल इंडैक्स एवं ब्रॉडबैंड स्पेक्ट्रल आकार में रोचक समय परिवर्तनशीलता की खोज की। एक विशेष निष्कर्ष यह है कि रेडियो

स्पेक्ट्रम में समय के साथ बढ़ोत्तरी हुयी है। इसका परिणाम मैग्नेटर-जैसे स्पेक्ट्रम से अधिक पल्सर-जैसे स्पेक्ट्रम के क्रमविकास में सामने आया है। अधिक विस्तृत विश्लेषण से पता चलता है कि रेडियो स्पेक्ट्रम में टर्नओवर होता है व इस टर्नओवर की शिफ्टिंग, समय के साथ निम्न आवृत्तियों में होती है। उच्च-विश्वास के साथ ऐसे क्रमविकास का पता पहली बार चला है। (मान योगेश)

- **PSR B0950+08 का ड्युएल-आवृत्ति एकल-पल्स अध्ययन**

  PSR B0950+08, चमकीला गैर-चक्रित पल्सर है जो विशाल एकल-पल्स फ्लुएंस परिवर्तनशीलता के साथ है। दो विस्तृत पृथक आवृत्तियों (55 एमएचजैड (नेनुफार) एवं 1.4 जीएचजैड (वैस्टरब्रुक संश्लेषण रेडियो दूरदर्शी)) में निरीक्षणों का प्रयोग करके लेखकों द्वारा निष्कर्ष निकाला जाता है कि इस पल्सर की एकल पल्सों की अधिक समानता रेडियो उत्सर्जन की सामान्य पल्सों के साथ है। यह लघु एवं चमकीली बृहत् पल्सों के विशेष प्रकार की तुलना में है जिन्हें सिर्फ कुछ पल्सरों से निरीक्षित किया गया है। वे तर्क करते हैं कि इस निकट के पल्सर की दृश्यता में इंटरस्टैलर माध्यम के गुणधर्मों के क्षणिक परिवर्तन से निरीक्षित एकल-पल्स फ्लुएंस परिवर्तनशीलता में महत्वपूर्ण योगदान होता है। वे इसके बाद रोचक आवृत्ति संरचनाओं को एकल-पल्स उत्सर्जन में प्रस्तुत करते हैं। ये संरचनायें, तीव्र रेडियो बर्स्ट्स (FRBs) में दिखीं ''सैड ट्रोमबोन्स'' के समान हैं। हालांकि PSR B0950+08 के लिये ऊपरी आवृति ड्रिफ्ट को भी नियमित रुप से प्रस्तुत किया जाता है। इन स्पेक्ट्रल लक्षणों को रेडियस-से-आवृत्ति मैपिंग के साथ स्पष्ट किया जाता है। अंत में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा अनुमानित किया जाता है कि सामान्य पल्सर पॉप्युलेशन की माइक्रोसेकेण्ड-स्केल फ्लुएंस परिवर्तनशीलता अल्प ज्ञात रहती है एवं इस दिशा में अधिक अध्ययन से FRBs की प्रकृति के संबंध में महत्वपूर्ण संकेत मिल सकते हैं। (मान योगेश)

- **चार घटक कोनल पल्सर PSR J2321+6024 में मोड परिवर्तन, उपपल्स ड्रिफ्टिंग एवं नलिंग**

  रेडियो पल्सरों को विभिन्न लक्षणों को दर्शाने के लिये जाना जाता है। इनमें उपपल्स डिफ्टिंग, मोडिंग एवं नलिंग शामिल हैं। इनमें प्रत्येक लक्षण का संबंध पल्सर मैग्नेटोस्फेयर में परिवर्तन के साथ होता है। PSR J2321+6024 द्वारा अनुपम स्थिति उपलब्ध कराई जाती है जहां इन सभी लक्षणों को एक ही पल्सर में देखा जा सकता है। अनुसंधानकर्ताओं ने इस पल्सर के यूजीएमआरटी निरीक्षणों को किया। इसका उद्देश्य इन लक्षणों के संबंध में विस्तृत दृष्टिकोण उपलब्ध कराना एवं स्पष्ट करना था कि सतह चुंबकीय क्षेत्र परिवर्तनों का परिणाम मोड परिवर्तन एवं नलिंग लक्षण में निकल सकता है। (दीपांजन मित्रा)

- **समय-संरेखित रेडियो एवं गामा-किरण पल्स प्रोफाइल का प्रयोग करके मिलीसेकेण्ड पल्सर ज्यामिति को नियंत्रित करना**

  पिछले दशक में पल्सर मैग्नेटोस्फेयर की हमारी जानकारी में महत्वपूर्ण रुप से बढ़ोत्तरी हुयी है। अब माना जाता है कि गामा किरणों का उत्सर्जन, प्रकाश सिलिंडर के निकट होता है एवं रेडियो उत्सर्जन का उद्गम, सतह के निकट होता है। इससे रेडियो एवं गामा-किरण पल्स प्रोफाइलों के समय विलंबों के अनुमान में सुगमता होती है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा पल्सर के स्ट्राप्ड विंड मॉडल का प्रयोग किया जाता है जहां गामा किरणों का उद्गम, प्रकाश सिलिंडर के निकट करेंट शीट से होता है एवं रेडियो उत्सर्जन का उद्गम प्रकाश सिलिंडर के 10 प्रतिशत से होता है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा उन्हें मिलीसेकेण्ड पल्सर डाटा में फिट किया जाता है जहां समय-संरेखित रेडियो एवं गामा-किरण प्रोफाइलों का अस्तित्व होता है। इस फिट में प्राप्त उत्कृष्ट मैच से हमारे मॉडल की वैद्यता की पुष्टि में सुगमता होती है। (दीपांजन मित्रा)

- **पल्सर रेडियो उत्सर्जन के लिये कैंडिडेट्स के रुप में बाह्य रुप से प्रेरित प्लॉज्मा मॉडल्स**
हाल ही में कण सैल सिमुलेशंस के आधार पर अनुमानित किया गया है कि पल्सरों से कोहेरेंट रेडियो उत्सर्जन को युग्म निर्माण प्रक्रिया के दौरान सह-घूर्णीय विद्युत क्षेत्र की स्क्रीनिंग की प्रक्रिया द्वारा एक्साइट किया जा सकता है। इसके अलावा ऊर्जा, सुपरल्युमिनल प्लॉज्मा मोड्स में हो सकती है जिसे विकिरण के रुप में निरीक्षित किया जा सकता है। इस अध्ययन में हम इस भौतिकीय प्रक्रिया का समालोचनात्मक रुप से परीक्षण करते हैं एवं प्रदर्शित करते हैं कि पल्सर मैग्नेटोस्फेयर में प्लाज्मा उत्पत्ति का समय पैमाना अत्यंत लघु होता है एवं ऊर्जा को प्लॉज्मा में युग्मित नहीं किया जा सकता। अत: कोहेरेंट रेडियो उत्सर्जन का सर्वोत्तम संभावित उद्गम प्लॉज्मा अस्थिरता की वृद्धि है। (मित्रा, दीपांजन)

सौर एवं कोरोनल भौतिकी

- **सिगमाइड सक्रिय क्षेत्र NOAA 12734 से विस्तृत सी-कक्षा इरप्टिव फ्लेयरिंग क्रियाकलाप का दो-चरणी क्रमविकास: एसडीओ एवं उदयपुर-कैलिस्टो निरीक्षण**
इस लेख ने सौर रेडियो स्पेक्ट्रोग्रॉफ से वैज्ञानिक परिणाम को प्रस्तुत किया जिसके उदयपुर सौर आब्जर्वेटरी में निर्माण में एनसीआरए ने सहायता की। इसे तुलनात्मक रुप से दुर्बल (सी-कक्षा) फ्लेयरिंग क्रियाकलाप के बहुतरंगदैर्ध्य परीक्षण के आधार पर निर्मित किया गया। इस दौरान वायुमंडलीय इमेजिंग असेंबली (एआईए) एवं हेलियोसीज्मिक चुंबकीय इमेजर (एचएमआई) (सौर गतिकी आब्जर्वेटरी (एसडीओ) में स्थित) से प्राप्त डाटा का भी प्रयोग किया गया। इस निम्न तीव्रता सी1.3 इवंट का अभिलक्षणन दीर्घ-अवधि इवंट (एलडीई) के ज्ञात लक्षणों द्वारा किया गया। इनमें विस्तृत फ्लेयर आर्केड, लार्ज-स्केल दो-रिबन संरचनायें एवं ट्विन कोरोनल डिमिंग्स शामिल थे। उदयपुर-कैलिस्टो से प्राप्त मैट्रिक रेडियो निरीक्षणों से फ्लेयरिंग क्रियाकलाप के द्वितीय चरण के दौरान ब्रॉड-बैंड (≈50 -180 MHz), ≈7 के लिये स्थिर प्लॉज्मा उत्सर्जन स्पष्ट होता है। यह क्रियाकलाप, टाइप 4 रेडियो बर्स्ट के समान है। ≈2.5 MHz की प्रारंभिक आवृत्ति के साथ टाइप 3 डिकैमेटर-हैक्टोमीटर रेडियो बस्ट्र्स, स्थिर टाइप 4 बर्स्ट के पूर्व होते हैं जिन्हें उदयपुर-कैलिस्टो द्वारा ≈5 मिनिट द्वारा निरीक्षित किया गया। (दिव्या ओबेराय)
- **दुर्बल टाइप 1 सौर नाइस स्टार्म के स्नैपशॉट स्पेक्ट्रोस्कोपिक रेडियो निरीक्षणों से जानकारियां**
एनसीआरए सौर भौतिकी के हाल के कार्य ने सक्रिय सौर उत्सर्जनों एवं टाइम स्केल्स की दीर्घ कोटि में क्वॉसी-आवधिक पल्सेशंस (QPPs) की उपस्थिति को दिखाया है। उत्सर्जनों के ब्राइटनैस तापमानों (जिनके साथ इन QPPs को संबंधित पाया गया है) की व्याप्ति, मैग्निट्यूड के तीन से अधिक क्रमों में होती है एवं उनकी अवधियां, मैग्निट्यूड के एक क्रम में होती हैं। यह भी पाया गया है कि इन QPPs के दौरान रेडियो बर्स्ट स्रोत का क्षेत्र, एंटी-कोरिलेटिड (अपने एकीकृत फ्लक्स सघनता के साथ) होता है। इस कार्य ने QPPs के लिये खोज को अभी तक अन्वेषित सर्वाधिक दुर्बल सक्रिय उत्सर्जनों तक विस्तृत किया एवं QPPs की उपस्थिति को स्थापित करने के लिये नई तकनीक को विकसित किया (क्षेत्र एवं बर्स्ट स्रोत की एकीकृत फ्लक्स सघनता के मध्य उनके अब भली-भांति ज्ञात एंटी-सहसंबंध की खोज करके)। इस एप्रोच से QPPs का संसूचन ऐसे परिदृश्यों में सुगम हुआ जो संसूचन के लिये अनुकूल नहीं थे (रुटीन समय श्रृंखला या फोरियर विश्लेषण का प्रयोग करके)। इस कार्य ने भौतिकीय तस्वीर के लिये अतिरिक्त प्रमाण को भी उपलब्ध कराया। यह साबित करता है कि सॉसेज मोड एमएचडी तरंगों की सर्वव्यापकता, कोरोनल

चुंबकीय क्षेत्रों में है एवं सक्रिय सौर रेडियो उत्सर्जनों की उपस्थिति द्वारा बेकन्स के रुप में कार्य किया जाता है जिससे उनकी उपस्थिति को पहचानने में सहायता मिलती है। (दिव्या ओबेराय)

- **मर्चिसन वाइडफील्ड ऐरे के लिये रोबस्ट एब्स्युलूट सौर फ्लक्स सघनता कैलिब्रेशन**
  सूर्य का एब्स्युलूट फ्लक्स सघनता कैलिब्रेशन, सेंसिटिव रेडियो इंटरफेरोमीटरों के लिये कठिन समस्या है। यह अधिक क्षीण रेडियो स्काई के निरीक्षण द्वारा इष्टतम होती है। अपने अर्पेचर ऐरे आधारित डिजायन के कारण यह समस्या निम्न रेडियो आवृत्तियों में इंस्ट्रूमेंट्स के लिये अधिक कठिन हो जाती है। इस कार्य ने रोबस्ट फ्लक्स डेंसिटी कैलिब्रेशन पद्धति को सौर निरीक्षणों के लिये मर्चिसन वाइडफील्ड ऐरे के साथ प्रस्तुत किया एवं इसकी प्रभावकारिता की जांच अनेक भिन्न मार्गों का प्रयोग करके की। एक ओर जहां इस पद्धति द्वारा पूर्व पद्धति की कमियों से पार पाया गया वहीं इसने निम्न रेडियो आवृत्तियों पर सामान्य रेडियो इंटरफेरोमेट्रिक निरीक्षणों के तुलनीय यथार्थता उपलब्ध करायी। इस कार्य का प्रमुख आकर्षण यह था कि इसने इमेजिंग के प्रथम प्रदर्शन को उपलब्ध कराया जिसकी गुणवत्ता इतनी अधिक थी कि इसने सूर्य की निकटता में अनेक दुर्बल पृष्ठभूमि स्रोतों के संसूचन में सहायता की (यह दिन में तारों को देखने के समान था)। (दिव्या ओबेराय)

प्लानेटरी विज्ञान

- **बढ़ती डेसीमीटर तरंगदैर्ध्यों के साथ वीनस के रेडियो ब्राइटनैस तापमान की निरीक्षित गिरावट के लिये विकिरणी स्थानांतरण सिमुलेशंस: रिफ्लेक्टिव या क्वॉसी-कंडक्टिव उपसतह का संभावित अस्तित्व**
  मीटरतरंगों पर वीनस की ब्राइटनैस के निरीक्षण, दीर्घ काल से सरल मॉडलों के लिये अनुकूल नहीं रहे हैं। यह श्रृंखला में अंतिम लेख था जिसने इस प्रतिकूलता को पहली बार स्थापित किया (वीनस के सूक्ष्म फ्लक्स सघनता/ब्राइटनैस तापमान मापनों द्वारा)। इसमें उनका विस्तार पूर्व में उपलब्ध की तुलना में निम्नतर रेडियो आवृत्तियों तक किया गया एवं पोलेरीमेट्रिक निरीक्षणों को भी शामिल किया गया। इस लेख ने वीनस की सतह से तापीय उत्सर्जनों के लिये नये मॉडल को प्रस्तुत किया। इसमें निम्न रेडियो आवृत्तियों पर ब्राइटनैस तापमान की गिरावट में वैनुसियन रेगोलिथ के उपसतह गुणधर्मों की भूमिका को शामिल किया गया। इस मॉडल का प्रयोग करके विकिरणी स्थानांतरण सिमुलेशंस ने निरीक्षणों के साथ उपयुक्तता को दर्शाया। (दिव्या ओबेराय)

राष्ट्रीय जैविक विज्ञान केंद्र, बैंगलुरु

कंप्युटेशनल जेनोमिक्स

- **गेन-ऑफ-फंक्शन उत्परिवर्ती p53 ट्युमर्स का विभेदी क्रोमेटिन सुलभता लैंडस्केप**
  द कैंसर जीनोम एटलस (टीसीजीए) से प्रमुख ट्युमर्स में उत्पन्न क्रोमेटिन सुलभता डाटा (एटीएसी-एसईक्यू) की सुगमता प्राप्त कर पीआई के अध्ययन कार्य ने वाइल्ड टाइप p53 ट्युमर्स की तुलना में जीओएफ उत्परिवर्ती p53 में विभेदी क्रोमेटिन सुलभ क्षेत्रों की पहचान की। इस अध्ययन द्वारा प्रत्यक्ष एवं अप्रत्यक्ष क्रियातंत्रों को स्पष्ट किया जाता है जिनके द्वारा गेन-ऑफ-फंक्शन उत्परिवर्ती p53 द्वारा क्रोमेटिन एवं सब्सक्वेंट जीन एक्सप्रैशन प्रतिमानों को लक्ष्यित, ट्युमर-प्रकार विशिष्ट रुप में किया जाता है। इससे कैंसर के विकास में उत्परिवर्ती p53 के प्रभाव की जानकारी में वृद्धि होती है। (सबरीनाथन राधाकृष्णन)

संरचनात्मक जैवविज्ञान

- **सूमो में 'अप' अभिविन्यासित मेथियोनाइन-एरोमेटिक संरचनात्मक मोटिफ की आवश्यकता इसकी स्थिरता एवं क्रियाकलाप के लिये है**

  इस अध्ययन द्वारा उच्च रुप से संरक्षित एवं बरीड मेथियोनाइन-फिनायलएलेनाइन मोटिफ को रिपोर्ट, सूमो प्रोटीनों के अनुपम सिग्नेचर के रुप में किया जाता है जो अन्य होमोलॉगस यूबीएल प्रोटीनों में अनुपस्थित रहता है। परिणामों से अपनी संरचना एवं प्रकार्य के लिये प्रोटीन कोर के अंदर मैट-एरोमेटिक संरचनात्मक मोटिफ्स के संरक्षित अभिविन्यासों के महत्व का उल्लेख होता है। (रणवीर दास)

न्यूरोविज्ञान

- **वयस्क न्युरल स्टैम कोशिकाओं में लेटेन्ट इंफ्लेमेटरी संभाव्यता होती है जिसे वयस्क न्युरोजेनेसिस को सुगम करने के लिये Tcf4 द्वारा दमित किया जाता है**

  इंफ्लेमेशन को वयस्क न्युरोजेनेसिस को विपरीत रुप में प्रभावित करने के लिये जाना जाता है जहां इंफ्लेमेशन के स्रोत को व्यापक रुप से न्युरोजेनिक निशे के लिये असंगत माना जाता है। PI's समूह ने वयस्क न्युरल स्टैम कोशिकाओं के लेटेन्ट इंफ्लेमेटरी संभाव्यता की खोज की जिसे ट्रांसक्रिप्शन कारक 4 (TcF4) द्वारा प्रोएक्टिवली दमित किया जाता है। TcF4 के डिलीशन से प्रोलिफेरिटिव क्षमता एवं इंफ्लेमेटरी गुणधर्मों की हानि होती है। इस रुपांतरण से उनकी विभेदीकरण संभाव्यता समाप्त होती है एवं हानिकारक कारकों का निर्माण होता है। TcF4 महत्वपूर्ण रेग्युलेटर है जो वयस्क न्युरोजेनेसिस को सुगम, इस हानिकारक संभाव्यता के प्रोएक्टिव दमन द्वारा करता है। (हिया एस. घोष)

- **फ्रेजाइल एक्स सिंड्रोम के रैट मॉडल में एमिगडेलर डिसफंक्शन में सुधार**

  फ्रेजाइल एक्स सिंड्रोम (एफएक्सएस), ऑटिज्म एवं आध्यात्मिक अक्षमता का सामान्य रुप से आनुवंशिक रुप है। यह भावात्मक लक्षणों के साथ संबंधित है जो एमिगडेला के डिसफंक्शन को इंप्लिकेट करते हैं। हालांकि रोग के पैथोजेनिसस की वर्तमान जानकारी का आधार मुख्य रुप से हिप्पोकैंपस एवं नियोकोर्टेक्स में अध्ययन कार्य हैं जहां एफएक्सएस त्रुटियों में संशोधन इंहिबिटिंग समूह I मेटाबोट्रोपिक ग्लुटामेट रिसेप्टर्स (mG1uRs) द्वारा किया गया है। इस अध्ययन कार्य द्वारा प्रिसिनैप्टिक mG1uRs को एमिगडेला में पाया जाता है जिसके सक्रियण से डेफिशिएंट सिनैप्टिक ट्रांसमिशन एवं प्लास्टिसिटी में रिवर्सल होता है व जिससे एफएक्सएस रैट्स में सामान्य भय ज्ञानार्जन की पुन:स्थापना होती है। इससे चिकित्सीय कार्यनीतियों के लिये विद्यमान mG1uR-आधारित रुपरेखा के संशोधन का महत्व उजागर होता है जिसका उद्देश्य एफएक्सएस पैथोफिजियोलॉजी में सर्किट-विशिष्ट अंतरों को शामिल करना है। (सुमंत्रा चटर्जी)

कोशिका जैवविज्ञान

- **न्युक्लियोटाइड एक्ससिजन मरम्मत एवं विशेषीकृत पोलिमेरेस DnaE2 कार्य के मध्य समन्वयन से डीएनए क्षति सरवाइवल की सुगमता गैर-रेप्लिकेटिंग बैक्टीरिया में होती है**

  ट्रांसलेशन संश्लेषण (टीएलएस), उच्च संरक्षित म्युटाजेनिक डीएनए लेजियान टॉलरेंस पथमार्ग है जो विशेषीकृत, निम्न-फीडेल्टी डीएनए पोलिमेरेसेस का प्रयोग लेजियॉन्स में संश्लेषण के लिये करता है। वर्तमान मॉडलों से पता चलता है कि इन पोलिमेरेसेस का क्रियाकलाप जारी रेप्लिकेशन से मुख्य रुप से संबंधित है। इनका कार्य, रेप्लिकेशन फोर्क में या इसके पीछे होता है। इस अध्ययन द्वारा रेप्लिकेशन-स्वतंत्र स्थितियों में विशेषीकृत पोलिमेरेस DnaE2, के डीएनए क्षति-आश्रित प्रकार्य के लिये प्रमाण उपलब्ध कराया जाता है। (अंजना बद्रीनारायणन)

- **एसिडिफिकेशन इंहिबिटर्स द्वारा इंहिबिशन के ड्युएल क्रियातंत्रों का प्रयोग करके सॉर्स-सीओव्ही-2 प्रवेश एवं संक्रमण को लक्ष्य करने के लिये कार्यनीतियां**
  इस सामूहिक अध्ययन द्वारा प्रदर्शित किया जाता है कि सॉर्स-सीओव्ही-2 स्पाइक प्रोटीन के रिसेप्टर बद्ध प्रक्षेत्र (आरबीडी) को इंटरनलाइज, पीएच-आश्रित सीएलआईसी/जीईईसी (सीजी) एंडोसाइटिक पथमार्ग द्वारा किया जाता है। बैफिलोमाइसिन ए। एवं एनएच4सी। जैसे एंडोसोमल एसिडिफिकेशन इंहिबिटर्स (जो सीजी पथमार्ग को इंहिबिट करते हैं) द्वारा आरबीडी के अपटेक को कम किया जाता है एवं स्पाइक-स्यूडोवाइरल संक्रमण को बाधित किया जाता है। बैफिलोमाइसिन ए। के समान प्रकार्यात्मकता के लिये एफडीए-अनुमोदित इंहिबिटर्स के उपसमूह की स्क्रीनिंग द्वारा निकलोसैमाइड की पहचान सॉर्स-सीओव्ही-2 प्रवेश इंहिबिटर के रुप में हुयी। परीक्षणकर्ताओं द्वारा प्रस्तावित किया जाता है कि निकलोसैमाइड एवं अन्य दवाओं द्वारा (जो एंडोसोमल पीएच को बेअसर करती हैं व एंडोसाइटिक अपटेक को रोकती हैं) व्यापक उपयोग को विषाणुओं के संक्रमण के विनाश में उपलब्ध कराया जा सकता है जो पीएच-आश्रित एंडोसाइटिक पथमार्ग द्वारा होस्ट कोशिकाओं में प्रवेश करते हैं। (सत्यजीत मेयर)

आनुवांशिकी

- **लघु एवं पृथक बाघ जनसंख्या में दुर्लभ फेनोटाइप की उच्च आवृत्ति**
  सिमिलीपाल बाघ अभ्यारण्य (पूर्वी भारत में) बाघों (*पैंथेरा टाइगिरिस)* के लगभग 37 प्रतिशत, स्युडोमैलेनिस्टिक है जिनका अभिलक्षणन विस्तृत, मर्ज्ड स्ट्राइप्स की तरह किया गया है। बाघ की रेंज में कैमरा ट्रैप डाटा से स्युडोमैलेनिस्टिक बाघों की उपस्थिति का पता सिर्फ सिमिलीपाल में चला। इस सामूहिक अध्ययन ने स्युडोमैलेनिज्म के आनुवांशिक आधार का परीक्षण किया एवं इस फेनोटाइप की आवृत्ति के प्रेरण में ड्रिफ्ट की भूमिका की जांच की। परिणामों से दुर्लभ फेनोटाइप्स के क्रमविकास में स्टोकेऑस्टिक प्रक्रियाओं को उल्लेखित किया। इसके साथ ही संकटग्रस्त प्रजाति की लघु एवं पृथक जनसंख्या में असामान्य क्रमविकासात्मक ट्रेजेक्टरी का भी उल्लेख किया गया। (उमा रामाकृष्णन)

प्लांट जैवविज्ञान

- **चावल वृद्धि में γ क्लेड आरएनए आश्रित आरएनए पोलिमेरेसेस की अनिवार्य भूमिका एवं उपज-संबंधित लक्षणों को विशिष्ट जेनोमिक क्षेत्रों को रेग्युलेट कर रहे उनके असामान्य पोलिमेरे से क्रियाकलापों से लिंक किया जाता है**
  आनुवांशिक, जैवसूचनात्मक एवं जैवरसायनिक पद्धतियों का प्रयोग करके परीक्षण द्वारा दिखाया जाता है कि ओरिजा सटाइवा एल से γ-क्लेड आरएनए-आश्रित RNA पोलिमेरेसेस (RDRs) की संलग्नता प्लांट विकास एवं RNAs की कोडिंग व गैरकोडिंग की अभिव्यक्ति के रेग्युलेशन में है। ट्रांसजेनिक चावल एवं तंबाखू पौधों में γ-क्लैड RDRs की अतिअभिव्यक्ति का परिणाम रोबस्ट वृद्धि फेनोटाइप में निकला जबकि चावल में उनकी साइलेंसिंग ने वृद्धि के दृढ़ इंहिबिशन को दर्शाया। परिणामों द्वारा प्लांट विकास, उनके असामान्य जैवरसायनिक क्रियाकलापों एवं जीन अभिव्यक्ति के रेग्युलेशन में उनके योगदान में γ-क्लैड RDRs के महत्व के प्रथम प्रमाण को उपलब्ध कराया जाता है। (पी.व्ही. शिवप्रसाद)

सैद्धांतिक जैवविज्ञान

- **भारत में कोविड-19 के लिये जांचों को इष्टतम करना**
  नेटवर्क्स मॉडलों का प्रयोग करके निम्न सेंस्टिविटी, अपेक्षाकृत कम खर्चीले प्वाइंट-ऑफ-केयर तीव्र एंटीजन टैस्टों (RATs) को संयुक्त करने के इष्टतम मार्गों का अन्वेषण, कोविड-19 के लिये उच्चतर

सेंस्टिविटी किंतु अधिक महंगे प्रयोगशाला आरटी-पीसीआर परीक्षणों के लिये किया। अध्ययन कार्य ने पाया कि शुद्ध तीव्र एंटीजन परीक्षण-आधारित क्षेत्रों द्वारा भी समग्र संक्रमणों में समान कमी लाई जा सकती है जिसके लिये शुद्ध आरटी-पीसीआर परीक्षण समर्थ हैं। (संदीप कृष्णा)

- **गोल्गी में ग्लाइकैन प्रोसेसिंग : सिस्टर्नल संख्या एवं एंजाइम विशिष्टता पर इष्टतम सूचना कोडिंग एवं नियंत्रण**
  सामूहिक अध्ययन कार्य ने जटिल ग्लाइकोसिलेशन प्रक्रिया के गणितीय मॉडल का विकास गोल्गी अपारेटस में किया। इस अध्ययन के निष्कर्षों से संकेत मिलता है कि वास्तविक कोशिकाओं में निरीक्षित की तरह जटिल वितरणों के संश्लेषण के लिये गोल्गी में मल्टीपिल सिस्टर्ने एवं स्पष्ट एन्जाइम विभाजन की आवश्यकता होती है। इसके अतिरिक्त एन्जाइम्स एवं सिस्टर्ने की निर्धारित संख्या के लिये एन्जाइम्स की विशिष्टता (प्रोमिस्किटी) का इष्टतम स्तर है जो उच्च फीडेल्टी के साथ लक्ष्य वितरण को प्राप्त करता है। (मदन राव)

ईकोलॉजी

- **विश्व में चरागाह की फलियों पर नाइट्रोजन के नकारात्मक प्रभावों द्वारा फॉस्फोरस के सकारात्मक प्रभावों को दुर्बल करना**
  छ: महाद्वीपों में 45 चरागाहों में प्रयोग का उपयोग करके इस सामूहिक अध्ययन कार्य ने दिखाया कि फलियों के कवर, उपजाऊपन एवं जैवद्रव्यमान में महत्वपूर्ण रुप से कमी नाइट्रोजन एडिशंस से आई। हालांकि फलियों को फॉस्फोरस, पोटेशियम एवं अन्य न्युट्रिएन्ट्स से फायदा हुआ, किंतु इन न्युट्रिएन्ट्स ने नाइट्रोजन-प्रेरित फलियों के क्षय को बेहतर नहीं किया। एंथ्रोपोजेनिक न्युट्रिएंट एनरिचमेंट में विश्वव्यापी प्रवृत्तियों को देखते हुये हमारे परिणामों से चरागाह की फलियों में विश्वव्यापी क्षय के लिये संभाव्यता का संकेत मिलता है। इसके संभावित परिणाम जैवविविधता, खाद्य वेब्स, मृदा स्वास्थ्य, एवं खाद्य उत्पादन के लिये प्रोटीन-रिच प्लांट स्पेशीज आनुवांशिक उन्नयन में हैं। (महेश संकरन)

कीट जैवविज्ञान

- **पंखों एवं लगाम द्वारा मक्खियों में युग्मित ड्युएल ओसिलेटर्स के रुप में कार्य करना**
  पंखों एवं लगाम (संशोधित हिंड पंखों) के मध्य समन्वयन का अन्वेषण करने वाले अध्ययन कार्य में परीक्षणकर्ताओं ने स्पष्ट किया कि पंख एवं लगाम, स्वतंत्र रूप से प्रेरित युग्मित ओसिलेटर्स हैं। निष्कर्ष निकाला गया कि पंख-पंख प्रणाली, दृढ़ रुप से युग्मित ओसिलेटर है जबकि पंख-लगाम प्रणाली दुर्बल युग्मित, यांत्रिकीय क़डियों द्वारा है जो चरण एवं आवृत्ति को सिंक्रोनाइज करती हैं। पंख-लगाम लिंक का कार्य यूनिडाइरेक्शनल रुप में होता है; विंगबीट आवृत्ति को परिवर्तित करने से लगाम की आवृत्ति प्रभावित होती है किंतु विपरीत क्रम में यह नहीं होता है। अत: एक्सोस्केटल क़डियां, डिप्टेरान थोरेक्स के प्रमुख मॉर्फोलॉजिकल लक्षण हैं जो पंख-लगाम सिंक्रोनी को सुनिश्चित, गंभीर पंख क्षति के बावजूद करते हैं। (संजय साने)

टीआईएफआर अंतर्विषयी विज्ञान केंद्र, हैदराबाद

भौतिकीय विज्ञान

सांख्यिकीय भौतिकी, नरम पदार्थ भौतिकी एवं संघनित पदार्थ भौतिकी

- **अतापीय पदार्थों का सैद्धांतिक अभिलक्षणन**
  कबीर रमोला के समूह द्वारा सैद्धांतिक तकनीकों को विकसित किया जा रहा है। इसका उद्देश्य आकारहीन ठोसों जैसे ग्रैन्युलर पदार्थ एवं संरचनात्मक कांच आदि का अभिलक्षणन करना है। इन पदार्थों द्वारा एक साथ द्रव्यों व ठोसों के गुणधर्मों का प्रदर्शन किया जाता है। हाल ही में उन्होंने अतापीय प्रणालियों के लिये क्षोभ विस्तार को विकसित किया। इससे माइक्रोस्कोपिक अक्रम के रिस्पांस के रुप में क्रिस्टालाइन अवस्था से दूर विस्थापन क्षेत्रों का यथार्थ निर्धारण हो सकता है। उन्होंने दो आयामों में लगभग-क्रिस्टालाइन अतापीय प्रणालियों में विस्थापन क्षेत्रों में सहसंबंधों के लिये यथार्थ परिणामों को भी प्राप्त किया। इसके अतिरिक्त उन्होंने दिखाया कि संरचित ग्लॉस फॉमर्स की अवस्थाओं की सघनता के निम्न-आवृत्ति रेश्जीम की महत्वपूर्ण रुप से संवेदनशीलता, स्ट्रैस-एन्सेम्बल के प्रति होती है जहां से अभिविन्यासों को सैंपल किया जाता है। इन अध्ययन कार्यों से सर्वव्यापी आकारहीन पदार्थों के अधिक माइक्रोस्कोपिक अभिलक्षणन का मार्ग प्रशस्त होता है। (कबीर रमोला)

प्रयोगात्मक संघनित पदार्थ भौतिकी

- **इलेक्ट्रॉन-इलेक्ट्रॉन अन्योन्यक्रिया सुधारों के साथ Bi_2Se_3तनु फिल्मों में विषमदैशिक मैग्नेटोकंडक्टेंस का गहन विश्लेषण**
  टोपोलॉजिकल इंसुलेटर्स (टीआई) में आऊट-ऑफ-प्लेन (ओओपी) एवं इन-प्लेन (आईपी) मैग्नेटोकंडक्टेंस (एमसी) अध्ययन के जोड़ का प्राय: प्रयोग किया जाता है। यह प्रयोगात्मक तकनीक के रुप में टोपोलॉजिकल सतह अवस्थाओं (TSSs) के दुर्बल गैर-स्थानीयकरण (डब्ल्यूएएल) रिस्पांस की जांच के लिये किया जाता है। हालांकि उपर्युक्त डब्ल्यूएएल रिस्पांस के अलावा कंडक्टिंग बल्क अवस्थाओं से दुर्बल स्थानीयकरण (डब्ल्यूएल) योगदान को भी सहअस्तित्व की अवस्था में एवं समग्र एमसी में योगदान के लिये जाना जाता है; इस अध्ययन कार्य ने अभी तक बहुत कम ध्यान आकर्षित किया है। कार्तिक व्ही. रमन के समूह ने प्रयोगों को निष्पादित किया है जिसका उद्देश्य उपर्युक्त डब्ल्यूएल योगदान को यथार्थ रुप में प्राप्त करना है। इसके लिये समूह ने Bi2Se3 फिल्मों में कंडक्टिविटी के तापमान एवं चुंबकीय क्षेत्र निर्भरता को क्रमबद्ध रुप से विश्लेषित किया है। यथार्थ विश्लेषण के लिये उनके द्वारा इलेक्ट्रॉन-इलेक्ट्रॉन अन्योन्यक्रियाओं के योगदान को क्वांटिफाई, मापित एमसी में किया जाता है जिसे डब्ल्यूएएल अध्ययन कार्यों में प्राय: उपेक्षित किया जाता है। इसके अलावा उनका कार्य दिखाता है कि डब्ल्यूएएल प्रभाव (ओओपी एवं आईपी चुंबकीय क्षेत्र के लिये परिमित पेनेट्रेशन डेप्थ के साथ TSSs से उत्पन्न) द्वारा एकसाथ विषमदैशिक मैग्नेटोकंडक्टेंस (एएमसी) को स्पष्ट किया जा सकता है। इस तरह परीक्षित एएमसी अध्ययन कार्य द्वारा विभिन्न पैरामीटरों की जांच के लिये उपयोगी तकनीक के रुप में कार्य किया जा सकता है। इनमें चरण कोहेरेंस लैंग्थ एवं पेनेट्रेशन डेप्थ शामिल हैं जो 3D Tis में TSSs का अभिलक्षणन करते हैं। (कार्तिक व्ही. रमन)

लेजर भौतिकी

- **माइक्रो-ड्रॉपलैट्स से इलेक्ट्रॉन त्वरण में चिर्प निर्भरता**

एम. कृष्णामूर्ति के समूह ने पल्स विड्थ की भूमिका का अन्वेषण, द्रव्य ड्रॉपलैट्स से इलेक्ट्रॉन त्वरण के दो प्लॉजमोन क्षय क्रियातंत्र पर किया। समान ऊर्जा की लेजर पल्सेस के लिये पीएस में पल्स अवधि को बढाने से ड्रापलैट्स में इलेक्ट्रॉन्स को त्वरित करने की क्षमता में गिरावट आयी। किंतु महत्वपूर्ण रुप से 40 एफएस से लगभग 200 एफएस तक जाने से इलेक्ट्रॉन त्वरण में अत्यंत लघु परिवर्तन होता है। इसके अलावा इस रेश्जीम में इलेक्ट्रॉन त्वरण में कोई भी नाटकीय चिर्प निर्भरता नहीं होती है। (एम. कृष्णामूर्ति)

पदार्थ विज्ञान

- **नरम अर्धचालकों की डोपिंग**

  जैविक अर्धचालक, अर्धचालकों की उदीयमान कक्षा हैं। उच्च प्रभावी ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक यंत्रों में उनके उपयोग के लिये उनकी आवेश वहन क्षमता में वृद्धि करना अनिवार्य है। एडक्ट का निर्माण करने वाले डाइमथिल सल्फाक्साइड (डीएमएसओ) हाइड्रोब्रोमिक अम्ल (एचबीआर) जैसे कम खर्चीले एवं व्यावसायिक रुप से सुलभ रसायनों का प्रयोग प्रभावी पी-डोपेंट्स के रुप में विभिन्न जैविक अर्धचालकों के लिये किया गया। इन एडक्ट-आधारित डोपेंट्स की संगति दोनों विलेय एवं वाष्प-चरण प्रोसेसिंग के साथ है। धातु हैलाइड पर्वोस्काइट सौर सैलों, जैविक तनु-फिल्म ट्रांजिस्टर्स एवं जैविक प्रकाश-विकीर्णन डायोड्स में डोपेंट्स के प्रयोग का परिणाम यंत्रों में उन्नत कार्यनिष्पादन में निकला। डोपेंट के नये प्रकार से जैविक अर्धचालकों की डोपिंग के नये मार्ग प्रशस्त होते हैं। (पवित्र के. नायक)

सांख्यिकीय भौतिकी

- **यादृच्छिक क्षेत्रों में चुंबकों में चरण ट्रांजिशंस**

  यादृच्छिक अक्रम के रोचक प्रभाव, चरण ट्रांजिशंस पर सहयोगात्मक चुंबकीय प्रणालियों में होते हैं जिसमें स्पिन्स का पूर्ण-युग्मित समूह समाहित होता है। इनमें प्रत्येक का प्वाइंट, सर्कल के साथ होता है। स्पिन्स की प्रवृत्ति समान दिशा में संरेखित होने की होती है किंतु प्रत्येक स्पिन के लिये यादृच्छिक अभिविन्यासों के साथ फिक्स्ड क्षेत्रों की प्रवृत्ति संरेखण को नष्ट करने की होती है। परिणामकारी चरण सीमा का यथार्थ रुप से निर्धारण किया गया। यादृच्छिक चुंबकीय क्षेत्रों के साथ सीमा को मल्टी-क्रिटिकल प्वाइंट को शामिल करते हुये, प्रथम क्रम ट्रांजिशंस के साथ एक से निरंतर ट्रांजिशंस से अलग होते दिखाया गया। इसके विपरीत यादृच्छिक क्रिस्टल क्षेत्रों के साथ ट्रांजिशन पूरे समय जारी रहा। सामान्य रुप से सीमा के आकार की निर्भरता यादृच्छिक क्षेत्रों के वितरण पर होती है किंतु इसे अक्रम के वितरणों के परिवार के लिये परिवर्तित न होते दिखाया गया। इससे चार-गुना सममिति के सर्कल में सममिति में गिरावट होती है। (मुस्तानसिर बार्मा)

- **परमाण्वीय तनु परतों की तटस्थ परमाणु विकीर्णन आधारित मैपिंग**

  सतहों से परमाणु प्रकीर्णन को उनके मध्य अन्योन्यक्रिया की संरचना एवं प्रकृति के प्रति अत्यंत संवेदनशील के रुप में जाना जाता है। इस उच्च संवेदनशीलता का लाभ लेते हुये प्रणव आर. श्रीहट्टी एवं सहयोगियों ने प्रदर्शित किया है कि एकल परमाण्विक तनु परतों (MoS_2 on SiO_2) तक इमेजिंग को परमाणु प्रकीर्णन आधारित माइक्रोस्कोपी पद्धतियों को प्रयोग करके किया जा सकता है। इंसिडेंट He एवं Kr परमाणुओं की इंसिडेंस ऊर्जा में परिवर्तन करके इमेज के कंट्रास्ट में परिवर्तन होता है। इससे कंट्रास्ट उत्पत्ति के लिये उत्तरदायी परमाणु सतह प्रकीर्णन प्रक्रियाओं के संबंध में गहन जानकारियां मिलती हैं। (प्रणव आर. श्रीहट्टी)

सक्रिय पदार्थ

- **सक्रिय पदार्थ में क्षोभ**

  सक्रिय पदार्थ का सिद्धांत – प्रणालियां जहां घटकों द्वारा ईधन की धारित आपूर्ति को मूवमेंट में परिवर्तित किया जाता है –चयन की रुपरेखा है जो मोटाइल कणों के सामूहिक व्यवहार को समझने के लिये है। सामान्य रुप से संघनित पदार्थ की तरह सक्रिय प्रणालियों द्वारा क्रम के अनेक प्रकारों का प्रदर्शन किया जाता है एवं ये अनेक गतिकीय क्षेत्रों में प्रचालित होती हैं। प्रसाद पर्लेकर के समूह को यह परीक्षित करने में दिलचस्पी है कि कैसे बल्क तरल माध्यम में मोटाइल आर्गेनिज्म्स के समूहों द्वारा स्वैच्छिक रुप से स्वयं को समूह में लाया जाता है जिसमें सामान्य दिशा में उनके टेल-टू-हैड वैक्टर्स औसतन रहते हैं। वर्तमान के मानक शब्दकोश में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा पोलर, वैट सक्रिय पदार्थ पर विचार किया जाता है जिसका वर्णन वैक्टर क्रम पैरामीटर द्वारा किया गया है। यह सामान्य अभिविन्यास एवं गति की सीमा एवं दिशा का अभिलक्षणन करता है। हाल के पेपर में समूह ने दिखाया है कि ऐसी प्रणाली इनर्शिया द्वारा लघु क्षोभों के विरुद्ध संरेखित अवस्थाओं को स्थिर किया जा सकता है। उनके परीक्षण से पता चला कि सक्रियता एवं जड़त्व के इंटरप्ले से त्रुटिपूर्ण क्षोभ से नवीन अतुल्य परिवर्तन, नाइसी किंतु संरेखित समूहों में होता है। इस समूह द्वारा जारी परीक्षण को इस दिशा में जारी रखा जायेगा। (प्रसाद पर्लेकर)

ग्लॉस ट्रांजिशन एवं जैवभौतिकी

- **कांफ्लुएंट जैविक ऊतक के कोशिकीय पोट्स मॉडल में समतुल्यता ग्लॉसी गतिकी के लिये सिद्धांत एवं सिमुलेशन**

  कांफ्लुएंट कोशिकीय मोनोलेयर में ग्लॉसी गतिकी, मॉर्फोजेनेसिस, घाव भरण, ब्रोकिंयल अस्थमा एवं अनेक अन्यों में मूलभूत होती है। अत: ऐसी प्रणाली के लिये विस्तृत सैद्धांतिक रुपरेखा अनिवार्य होती है। सरोज के. नंदी के समूह ने सरल कांफ्लुएंट मॉडल के विश्लेषणात्मक सिद्धांत एवं सिमुलेशंस को संयुक्त किया जहां कोशिकाओं को पोलिगन्स की तरह लिया जाता है एवं समग्र सैद्धांतिक रुपरेखा को विकसित किया है। उनका अध्ययन ज्यामितीय नियंत्रणों की महत्वपूर्ण भूमिका को लक्ष्य पैरीमीटर में परिवर्तन के साथ गतिकी में दो विशिष्ट क्षेत्रों को लाने में स्पष्ट करता है। ऐसी प्रणालियों में पेरीमीटर नियंत्रण से उत्पन्न विशिष्ट अन्योन्यक्रिया संभाव्यता से असामान्य उप-ऐरेनियस रिलेक्सेशन का जन्म होता है। विद्यमान प्रयोगों के साथ तुलना द्वारा दिखाया जाता है कि इस सिद्धांत द्वारा ग्लॉसी गतिकी की मूल फेनोमेनोलॉजी को जैविक प्रणाली में कैप्चर किया जाता है। (सरोज के. नंदी)

सांख्यिकीय मैकेनिक्स

- **सक्रिय ग्लॉसों की भौतिकी – इसके गुणधर्मों को समझने के लिये नयी रुपरेखाओं की आवश्यकता**

  सक्रियता-प्रेरित ग्लॉसी गतिकी (जो सामूहिक सैल माइग्रेशन, इंट्रासैल्युलर ट्रांसपोर्ट, बैक्टीरियल एवं एंट कॉलोनीज आदि की गतिकी में सर्वव्यापी होती है) द्वारा ग्लॉस ट्रांजिशन की अभी तक की रहस्यपूर्ण भौतिकी के कार्यक्षेत्र एवं विस्तार को बढ़ाया जाता है। सक्रिय ग्लॉसों पर समरजीत कर्माकर के समूह के हाल के अध्ययन कार्यों से नयी खोज होती है कि सक्रिय ग्लॉसों का स्वरुप, उनके समतुल्यों से अत्यंत भिन्न होता है एवं भौतिकी का वर्णन क्वॉसी-समतुल्यता परिदृश्य जैसे सरल प्रभावी टेंपरेचर द्वारा नहीं किया जा सकता। इस समूह ने इसे पहली बार इन प्रणालियों में स्टेटिक एवं गतिक लैंग्थ स्केल की गणना करके सिद्ध किया एवं सक्रिय ग्लॉसों के लिये समतुल्यता सिद्धांतों के कुछ वर्णनों का परीक्षण किया। इससे ऐसे मंच का भी सृजन हुआ जिसने उन्हें इन प्रणालियों के विभिन्न अन्य गतिकीय एवं यांत्रिकीय गुणधर्मों के अध्ययन के लिये स्वीकृति दी। इनमें एक चार-बिंदु गतिक ससेप्टेबिलिटी में अतिरिक्त पीक की खोज है जो इन प्रणालियों में सक्रियता की कुल सीमा से अद्वितीय रुप से संबंधित है। इससे अनुसंधानकर्ताओं को नयी पद्धति को प्रस्तुत करने में सहायता मिली जिसका उद्देश्य सक्रिय ग्लॉसी प्रणालियों में सक्रियता

की सीमा का मापन करना है। यह विशेष रुप से प्रयोगों के लिये है जहां सक्रियता का मापन प्रत्यक्ष रुप से उपलब्ध नहीं हो सकता क्योंकि इसकी उत्पत्ति प्रणाली में विभिन्न रसायनिक एवं जैविक प्रक्रियाओं (जैसे एटीपी कंजम्पंशस) द्वारा होती है। अंत में अन्य हाल के कार्य में यह समूह यह दिखाने में समर्थ रहा कि सक्रियता से ब्रिटल-जैसी असफलता का जन्म इन प्रणालियों में होता है। यह पूर्ण रुप से काउंटरइंट्युटिव एवं रहस्यात्मक, समतुल्यता प्रणालियों की विद्यमान संकल्पनाओं से है। (समरजीत कर्माकर)

पदार्थ विज्ञान

- **परमाण्विक परत हीटरोसंरचनायें एवं प्रकाश के साथ उनकी अन्योन्यक्रियायें**
  MoS_2 जैसी परमाण्विक परतों (दो आयामी परतों) को उनके उच्च सतह क्षेत्र एवं दिलचस्प गुणधर्मों के लिये जाना जाता है जैसे कि उच्च प्रकाश पदार्थ अन्योन्यक्रिया वोल्यूम। हालांकि इन परतों के साथ समस्याओं में एक उनकी व्यापक अस्थिरता है। टी.एन. नारायणन के समूह के हाल के कार्य द्वारा दिखाया जाता है कि इसका समाधान फ्लूरोग्रॉफीन (एफजी) परत के साथ MoS_2 को एंकैपसुलेट करके किया जा सकता है जहां MoS_2 एवं एफजी की सिनर्जिटिक अन्योन्यक्रियाओं द्वारा हीटरोसंरचना आधारित फोटोसंसूचक की फोटोसंवेदनशीलता वेबलैंग्थ रेंज को विस्तृत किया जा सकता है। इससे असाधारण स्थिरता भी यंत्र को प्राप्त होती है। समान हीटरोसंरचनाओं को भी सौर बैटरियों में उनकी अनुप्रयोज्यता के लिये दिखाया जाता है। इन बैटरियों को सीधे सूर्य प्रकाश से चार्ज किया जा सकता है जहां वे टाइप ।। बैंड संरचना का निर्माण करती हैं। इस समूह के अनुसंधानकर्ताओं ने MoS_2 एवं MoO_3 की टाइप ।। जैसी हीटरोसंरचना के साथ सौर बैटरी का निर्माण किया। इस कार्य द्वारा प्रकाश सहायित चार्जिंग एवं दीर्घ चक्रों में डिसचार्जिंग में उन्नत कार्यनिष्पादन को भी रिपोर्ट किया जाता है। (टी.एन. नारायणन)

जैविक विज्ञान

कोशिका एवं विकासात्मक जैवविज्ञान

- **माइक्रोस्कोपी के यंत्रों के साथ एक कोशिका स्तर में डीएनए क्षति रिस्पांसेस एवं जीन अभिव्यक्ति को मूर्त रुप देना**
  क्रोमेटिन पैकेजिंग द्वारा डीएनए क्षति रिस्पांसेस (डीडीआर) को प्रभावित किया जा सकता है एवं समूह द्वारा जीवित एवं फिक्स्ड कोशिकाओं में इसका परीक्षण किया जाता है। लेजर प्रेरित डबल स्ट्रैंड ब्रेक्स की साइटों में हीटरोक्रोमोटिन प्रोटीनों HP1α एवं HP1β की अत्यंत भिन्न गतिकी को निरीक्षित किया गया। HP1α की डीएनए क्षति की साइटों में वृद्धि होती है (HP1β की तुलना में जिसे क्षति स्थान से दूर विस्तृत क्रोमेटिन पर पाया जाता है)। इसके बाद एनसीबीएस में नोटानी प्रयोगशाला के साथ सहयोगात्मक अध्ययन में अप्रोतिम मजूमदार के समूह द्वारा एनहांसर-मीडिएटिड जीन अभिव्यक्तिकरण के कोशिका से कोशिका परिवर्तन का परीक्षण किया जा रहा है। विकासात्मक संदर्भ में उन्होंने एक अणु आरएनए संसूचन का प्रयोग ईजीएफआर सिग्नलिंग एवं कोशिका विभेदीकरण/विस्तार के मध्य लिंक्स के परीक्षण के लिये किया। उन्होंने *ड्रोसोफिला* आंख की अंतिम पैटर्निंग में स्पिट्ज एवं आर्गोस जीन्स की जीन मात्राओं में परिवर्तनों को संबंधित किया। अभिव्यक्तिकरण के एब्स्युलूट स्तरों से अधिक इन दो जीन प्रोडक्टों का अनुपात उपयुक्त आंख पैटर्निंग का महत्वपूर्ण रेग्युलेटर सिद्ध हुआ। (अप्रोतिम मजूमदार)

सेंसरी जैवविज्ञान एवं सिनैप्स संरचना प्रकार्य

- **ऑडिटरी रिबन सिनैप्सेज का आण्विक संघटन**
  आदिश दानी के समूह ने एकल अणु फ्लूरोसेंस नैनोस्कोपी का प्रयोग करके माऊस कोचलिया में आंतरिक ईयर हेयर कोशिका रिबन सिनैप्सेज की अतिसंरचना का परीक्षण किया है। उनके परिणामों से पता चलता है कि पश्च-सिनैप्टिक मैंब्रेन पर ग्लुटामेट रिसैप्टर संघटन, ग्लुटामेट न्युरोट्रांसमीटर की रिलीज

या नॉन-रिलीज से प्रभावित होता है। ग्लुटामेट रिसेप्टर ऑयन चैनलों द्वारा हियरिंग के प्रारंभ पर प्लॉनर वितरण से डफनट आकारित संरचना में पोस्टनैटल विकासात्मक ट्रांजिशन किया जाना प्रतीत होता है। इस विकासात्मक ट्रांजिशन का उन्मूलन, कंजेंशल डीफनैस के माऊस मॉडल में होता है जिसमें ग्लुटामेट का अभाव कोचलियर कोशिकाओं की सिनैप्टिक वैसिकल्स में होता है। इसके अलावा इस समूह ने रिसैप्टर नैनो-डोमेन्स का निरीक्षण पश्च-सिनैप्टिक मैंब्रेन में किया है। इन प्रयोगों द्वारा लाऊड-नॉइस प्रेरित डीफनैस के साथ संबंधित सिनैप्टोपैथी के आगे के परीक्षण के लिये रुपरेखा को उपलब्ध कराया जाता है। (आदिश दानी)

कोशिका एवं विकासात्मक जैवविज्ञान

- **माइटोकोंड्रियल गतिकी एवं बॉयोजैनेसिस का रेग्युलेशन**
  आनुवांशिक स्क्रीन का निष्पादन, *ड्रोसोफिला* में माइटोकोंड्रियल गतिकी एवं बॉयोजैनेसिस के रेग्युलेटर्स की पहचान के लिये किया गया। इस स्क्रीन से पता चला कि माइटोकोंड्रियल स्ट्रैस द्वारा माइटोकोंड्रियल बॉयोजैनेसिस एवं मिटोफ्युजिन (माइटोकोंड्रियल फ्युजन प्रोटीन) के क्षय को प्रेरित किया जाता है। पूर्वानुमानित किया गया कि मिटोफ्युजिन के घटित स्तरों द्वारा स्वस्थ माइटोकोंड्रियल पूल को मैंटेन करने के लिये त्रुटिपूर्ण माइटोकोंड्रिया के फ्युजन को दमित किया जा सकता है। इसी तरह माइटोकोंड्रियल बॉयोजैनेसिस के इंडक्शन का पूर्वानुमान कंपेन्सेटरी रिस्पांस के रुप में स्ट्रैस के अंतर्गत कोशिकीय मेटाबोलिक आवश्यकताओं की पूर्ति के लिये किया गया। इसके बाद पाया गया कि स्ट्रैस के अंतर्गत मिटोफ्युसिन क्षय की प्राप्ति, पिंक, पार्क एवं बेन प्रोटीनों के समन्वित एक्टिवेट्स द्वारा होती है। इनमें से किसी में उत्परिवर्तन को स्ट्रैस प्रेरित मिटोफ्युसिन क्षय को दमित करते पाया गया। इसका परिणाम परिवर्तित माइटोकोंड्रियल आकार एवं बाद की रेटिनल अपभ्रष्टता में निकला। (मनीष जैसवाल)

कोशिका जैवविज्ञान एवं इम्युनोलॉजी

- **स्टोर-ऑपरेटिड कैल्शियम इंफ्लक्स में स्नेयर परिवार जीन्स की भूमिका**
  कैल्शियम रिलीज सक्रियित कैल्शियम (सीआरएससी) ऑयन चैनलों द्वारा स्टोर-ऑपरेटिड कैल्शियम प्रवेश (एसओसीई) के सक्रियण में संलग्न जीन्स की पहचान एवं अभिलक्षणन मोनिका विग की प्रयोगशाला का प्रमुख लक्ष्य रहा है। परिकल्पना की गयी कि स्नैप रिसैप्टर (स्नेयर) परिवार प्रोटीनों द्वारा अपरंपरागत, प्रत्यक्ष भूमिका का निर्वाह एसओसीई में निभाया जाता है। आदिश दानी की प्रयोगशाला (ईलाइफ 2013, एमबीओसी 2016, ईलाइफ 2017) के साथ पूर्व के सामूहिक कार्य पर कार्य करते हुये आनुवांशिक स्क्रीन को निष्पादित किया गया। इसका उद्देश्य एसओसीई की रेग्युलेटिंग में संलग्न विशिष्ट स्नेयर परिवार जीन्स की पहचान करना थी। यह स्क्रीन अत्यंत सफल रही एवं अनेक जीन्स की पहचान की गयी जो एसओसीई को महत्वपूर्ण रुप से रेग्युलेट कर सकती हैं। दिलचस्प रुप से इस स्क्रीन में पहचान किये गये अधिकांश जीन्स द्वारा मानव रोगियों में दुर्लभ इम्युनोलॉजिकल रोग को रेग्युलेट किया जाता है। इसे फैमिलियल हैमोफैगोसाइटिक लिंफोहिस्टिओसिस (एफएचएलएच) कहा जाता है जिसका यांत्रिकीय आधार अभी अस्थिर है। इनमें से प्रत्येक जीन के अभिलक्षणन एवं मानव एफएचएलएच रोगियो में पाये गये उनके विशिष्ट उत्परिवर्तनों की योजना बनायी गयी है। इससे इम्युनोडेफिसिएंसी एवं ऑटोइम्युनिटी वाले मानव रोगियों को भी लाभ होगा। (मोनिका विग)

मैकेनोजैवविज्ञान

- **एकत्रित कोशिकीय गतिकी का मैकेनोजैवविज्ञान: अंतर्विषयी प्रश्न**
  जैविक अनुसंधान में अंतर्विषयी एप्रोच को तमल दास के समूह में लिया गया जिसमें जैवभौतिकी को कोशिका जैवविज्ञान के साथ संयुक्त किया गया। इस एप्रोच के साथ दोनों सामान्य सिद्धांतों एवं आण्विक

क्रियातंत्रों को स्पष्ट किया गया जो ऊतक इंटेग्रिटी को मैंटेन करने, कोशिको गतियों को सिंक्रोनाइज करने एवं अंत:कोशीय संरचनाओं को आर्गेनाइज करने की कोशिकीय क्षमता में अंत:स्थापित होते हैं। स्पष्ट किया गया कि कोशिका एवं ऊतक मैकेनिक्स द्वारा इन प्रक्रियाओं में महत्वपूर्ण भूमिकाओं का निर्वाह किया जाता है। उदाहरण के लिये खोज की गयी कि सामान्य एवं कैंसर कोशिकाओं के मध्य यांत्रिकीय बेमेल से एपिथेलियम से कैंसर कोशिकाओं का प्रतिस्पर्धी विलोपन होता है। दिलचस्प रुप से बाह्यकोशिकीय मैट्रिक्स की पैथोलॉजिकल स्टिफनिंग से कैंसर के विरुद्ध इस मूलभूत एपिथेलियल रक्षा का उन्मूलन होता है। इससे कैंसर में फिब्रोटिक ऊतक की दृढ़ ससेप्टिबिलिटी स्पष्ट होती है। इसके अलावा व्याख्या की गयी कि कैसे कोशिका एवं ऊतक मैकेनिक्स द्वारा सामूहिक कोशिका गतिकी के दौरान अंतर्कोशिकीय संरचनाओं के बड़े-पैमाने के कोहेरेंट संघटन को रेग्युलेट किया जाता है। इस लक्ष्य की ओर एक्टिन साइटोस्केलेटन-मीडिएटिड गोल्गी डिसपर्शन की नयी प्रक्रिया की खोज की गयी एवं इस प्रक्रिया को सामूहिक कोशिका माइग्रेशन में विशिष्ट पाया गया। (तमल दास)

रसायनिक विज्ञान

नाभिकीय चुंबकीय रेसोनेंस स्पेक्ट्रोस्कोपी

- **ठोस-अवस्था एनएमआर : सिद्धांत एवं अनुप्रयोग**
  पी.के. मधु एवं सहयोगियों द्वारा उच्च संगति के पदार्थों की विस्तृत श्रृंखला में ठोस-अवस्था एनएमआर स्पेक्ट्रोस्कोपी पद्धति की संभाव्यता पर कार्य किया जा रहा है। ये बैटरी-संबंधित पदार्थ हैं। इनमें प्रभावी एवं स्थिर सौर सैलों के लिये इलेक्ट्रोड्स एवं इलेक्ट्रोलाइट्स व पर्वोस्काइट्स शामिल हैं। अत: स्पेक्ट्रोस्कोपिक टूल्स का प्रयोग ऊर्जा हार्वेस्टिंग एवं स्टोरेज में किया जायेगा। ठोस-अवस्था एनएमआर पद्धतियों को बेहतर संवेदनशीलता एवं विभेदन के लिये संशोधित किया गया है। इसका परिणाम नैरोअर लाइन-विड्थ के साथ स्पेक्ट्रा को प्राप्त करने में एवं पदार्थों में संरचना एवं गतिकी की व्याख्या में निकलता है। (पी.के. मधु)

कार्बनिक रसायनशास्त्र, जैविक रसायनशास्त्र एवं रसायनिक जैवविज्ञान

- **पीएफ-एएमए1 अभिव्यक्तिकरण, रिफोल्डिंग एवं प्रकार्यात्मक अभिलक्षणन**
  ई. कोली से अनिवार्य *पी. फैल्सिपैरम* प्रोटीन, एपिकल मैंब्रेन एंटीजन 1 (एएमए1) की अभिव्यक्ति के लिये सरल किंतु प्रभावी प्रोटोकॉल को विकसित किया गया था। पीएफएएमए1, संभावित वैक्सीन कैंडिडेट एवं नवीन पेप्टाइड या प्रोटीन थेरेपेटिक्स के विकास के लिये अनिवार्य लक्ष्य है। एएमए प्रोटीन अनुक्रम में बहुल सिस्टीन रेसिड्यूज की उपस्थिति से बैक्टीरिया में अभिव्यक्ति के बाद सही डिसल्फाइड कांबिनेशंस के साथ प्रोटीन की रिफोल्डिंग अत्यंत चुनौतीपूर्ण हो जाती है। कल्याणेश्वर मंडल एवं सहयोगियों द्वारा सूचित स्टैप-वाइज डॉयलिसिस तकनीक का प्रयोग करके संशोधित रिफोल्डिंग पद्धति को स्केलेबिल एवं उच्च रुप से रिप्रोड्युसिबिल पाया गया। रिफोल्डिड प्रोटीन के प्रकार्यात्मक क्रियाकलाप का मूल्यांकन PfAMA1 प्रोटीन को ज्ञात इंहिबिटरी पेप्टाइड PfRON2 एक्टोडोमेन के साथ बद्ध करके किया गया। इसमें सतह प्लॉजमोन रेसोनेंस (एसपीआर) एवं आइसोथर्मल टाइट्रेशन कैलोरीमेट्री (आईटीसी) का प्रयोग किया गया। (कल्याणेश्वर मंडल)

जैवभौतिकी

- **एकल अणु तकनीकों का प्रयोग करके प्रोटीन एग्रेगेशन का अध्ययन**
  प्रोटीनों के एमिलाइड एग्रेगेशन की संलग्नता अनेक रोगों की पैथोलॉजी में होती है। इनमें अलजाइमर एवं पार्किंसन के रोग शामिल हैं। कंचन गराई के समूह ने अतिविभेदन माइक्रोस्कोप का निर्माण वास्तविक

समय में प्रोटीन एमिलाइड्स की वृद्धि के निरीक्षण के लिये किया है। इस तकनीक द्वारा एमिलाइड बीटा पेप्टाइड के फिब्रिल्स की वृद्धि के इलांगेशन एवं द्वितीय न्युक्लियेशन की दरों का मापन सुलभ होता है। इसके अलावा इसने विभिन्न महत्वपूर्ण कारकों के प्रभाव के निरीक्षण में सहायता की है। इनमें एमिलाइड्स की वृद्धि पर लिपिड्स एवं एपोलिप्रोटीन ई शामिल हैं। उदाहरण के लिये अनुसंधानकर्ताओं द्वारा apoE को एमिलाइड बीटा के एग्रेगेशन का दृढ़ इंहिबिटर पाया है। दूसरी ओर लिपिड्स द्वारा फिब्रिल्स के इलांगेशन को प्रभावित किया जाना प्रतीत नहीं होता है किंतु यह मॉर्फोलॉजिकली भिन्न प्रोटीन-लिपिड कंडेन्सेट्स को बढ़ावा देकर एग्रेगेशन के पथवे को परिवर्तित कर सकता है। एमिलाइड-लिपिड कंडेन्सेट्स द्वारा अलजाइमर के रोग की पैथोलॉजी में महत्वपूर्ण भूमिकाओं का निर्वाह किया जा सकता है। (कंचन गराई)

एनएमआर स्पेक्ट्रोस्कोपी एवं जैवभौतिकी

- **रिसाइकल डिलेस (कर्ड) का प्रयोग करके सहसंबंध**
  पल्स अनुक्रमों द्वारा बहुआयामी डाटा समूहों को रिकार्ड किया जाता था जिसमें 2 प्रमुख भाग थे : 1. जिसमें टेलर्ड पल्स अनुक्रमों का प्रयोग वांछित स्पेक्ट्रा को प्राप्त करने के लिये किया जाता है एवं 2. जिसमें पुन:इक्विलिब्रेट के मैग्नेटाइजेशन के लिये प्रतीक्षा करनी होती है ताकि प्रयोग की पुनरावृत्ति सिग्नल को बढ़ाने के लिये की जा सके। सामान्यत: दूसरा भाग, मैग्निट्यूड लांगर के 1-2 क्रम हैं जिसमें अधिकांशत: प्रयोगात्मक समय का व्यय होता है। कर्ड (रिसाइकल डिलेस का प्रयोग करके) के साथ कौस्तुभ आर. मोटे के समूह ने कोहेरेंट स्पिन गतिकी एवं अनेक प्रयोगों को रिकार्ड करने के भाग के रुप में इस प्रतीक्षा अवधि के प्रयोग की पद्धति विकसित की है जो प्रोटीनों में डाटा संग्रह को गति देने देने में प्रत्यक्ष रुप से लाभदायक होगी। (कौस्तुभ आर. मोटे)

नाभिकीय चुंबकीय रेसोनेंस

- **परमाणु मैग्नेटोमीटरों के साथ शून्य-अत्यंत निम्न क्षेत्र एनएमआर**
  शून्य से अत्यंत निम्न क्षेत्र नाभिकीय चुंबकीय रेसोनेंस (जैडयूएलएफ एनएमआर), उदीयमान तकनीक है। इसका प्रयोग आंतरिक स्पिन अन्योन्यक्रियाओं द्वारा डोमिनेटिड स्थितियों के अंतर्गत सैंपलों के अध्ययन के लिये किया जाता है। जीमेन अन्योन्यक्रिया के ट्रंकेटिंग प्रभावों की अनुपस्थिति में एनएमआर सिग्नल का निर्धारण सिर्फ स्थानीय आंतरिक अन्योन्यक्रियाओं द्वारा किया जाता है। जी. राजलक्ष्मी एवं पी.के. मधु ने ऐसे अनुसंधान प्रयास को नेतृत्व प्रदान किया है जिसका उद्देश्य इन निम्न आवृत्ति एनएमआर सिग्नलों को संसूचित करने के लिये परमाणु मैग्नेटोमीटर को विकसित करना है। विभिन्न प्रणालियों के लिये अत्यंत निम्न क्षेत्र रेश्जीम में स्पिन क्रमविकास का अध्ययन सैद्धांतिक रुप से किया जाता है एवं अपेक्षित एनएमआर सिग्नलों का मूल्यांकन ठोस सैंपलों के लिये किया जाता है। इन सिग्नलों के मापन की प्रणाली का निर्माण प्रयोगशाला में किया जा रहा है। (जी. राजलक्ष्मी)

डिजिटल रसायनशास्त्र

- रघुनाथन रामाकृष्णन के समूह द्वारा डिजिटल रसायनशास्त्र के अनेक पहलुओं पर कार्य किया जाता है। यह उदीयमान क्षेत्र है जो डाटा-प्रेरित खोजों पर केंद्रित है। इस समूह ने मशीन ज्ञानार्जन मॉडलों को विकसित किया है। इसका उद्देश्य कार्बनिक अणुओं के यूव्ही/विस एवं 1एच व 13सी एनएमआर स्पेक्ट्रा का पूर्वानुमान करना है। इन मॉडलों को विकसित करने के लिये सूचित किये गये बड़े डाटासमूहों में कुछ की उत्पत्ति प्रारंभ से की गयी है। इन परियोजनाओं के लिये उत्पन्न सभी डाटा को सार्वजनिक किया गया है जिसका उद्देश्य कार्यों की दृश्यता में वृद्धि करना है। (रघुनाथन रामाकृष्णन)

धातु-कार्बनिक रुपरेखायें एवं फोटोभौतिकी

- **धातु-कार्बनिक रुपरेखा तनु फिल्म के फोटोभौतिकीय गुणधर्म**
  धातु-कार्बनिक रुपरेखाओं (MOFs) का गहन रुप से अध्ययन गैस स्टोरेज, सैपरेशन एवं कैटालाइटिक प्रयोगों के लिये किया जाता है। इसका कारण यह है कि MOFs में सरल ट्युनेबिल संरचना के साथ उच्च सतह क्षेत्र हैं। प्रगत अनुप्रयोगों के संबंध में (उदाहरण के लिये ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक्स, दवा वितरण के क्षेंत्र में) MOFs की श्रेणीबद्ध संरचना (एमओएफ-ऑन-एमओएफ), साकार करने के लिये महत्वपूर्ण हैं। श्रेणीबद्ध MOFs में संरचनात्मक जटिलता, उच्च होती है व अत: मैथोडालॉजीस का महत्व बढ़ जाता है जो जटिल संरचनाओं के सीधे निर्माण को सुलभ करती हैं। इस संदर्भ में रीतेश हाल्दर एवं सहयोगियों ने दिखाया है कि बहुपरती हीटरोएपिटेक्सिअल एमओएफ संरचनाओं का निर्माण करना एवं एमओएफ-एमओएफ इंटरफेस पर स्पेटियोसिलेक्टिव फोटोअभिक्रिया करना संभव है। इस स्पेटियोसिलेक्टिव फोटोअभिक्रिया का प्रयोग करके सुवर्णित मोटाई के साथ 2डी एमओएफ परतों को डिलैमिनेट करना संभव हुआ। (रीतेश हाल्दर)

सैद्धांतिक एवं कंप्युटेशनल रसायनशास्त्र

- **ग्राफीन आक्साइड एवं Au एयू में त्रुटियां**
  भिन्न भौतिकीय एवं रसायनिक गुणधर्मों में त्रुटियों के होने पर वृद्धि होती है। ग्राफीन से ग्राफीन आक्साइड (जीओ) का ऑक्सिडेशन,ग्राफीन की प्रकार्यात्मकता में महत्वपूर्ण कदम है। यद्यपि ऑक्सिडेशन प्रक्रिया द्वारा अनेक गैर-6-परती रिंग्स को संरचना में प्रस्तुत किया जाता है। इससे गैर-प्लॉनर का निर्माण होता है जिसे त्रुटियों के रुप में माना जा सकता है। त्रुटियों की सीमा का अभिलक्षणन, संरचना में गैर-एसपी2 कार्बन (पीएनएससी) परमाणुओं के प्रतिशत द्वारा होता है। इस अध्ययन में सौम्या घोष के समूह ने त्रुटि पोलिगन्स पर विचार 3डी पोलिगन्स के रुप में किया एवं उनके क्षेत्र की गणना की। यद्यपि दोनों पीएनएससी एवं त्रुटि पोलिगन्स के संबंधित क्षेत्र द्वारा समान प्रवृत्ति को ग्राफीन से जीओ के सिमुलेटिड क्रमविकास के दौरान दिखाया जाता है, तथापि गैर-एसपी2 कार्बन परमाणुओं की विशिष्टता त्रुटि साइटों में नहीं है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा वर्तमान में परीक्षण किया जा रहा है कि कैसे त्रुटि साइटों के संबंधित क्षेत्र को अन्य प्रयोगात्मक मार्कर्स के साथ सहसंबंधित किया जा सकता है। इसका उद्देश्य त्रुटियों की पहचान करना है व इसके उदाहरणों में सिग्नेचर रमन शिफ्ट्स हैं। एकल क्रिस्टालाइन के मध्य ग्रेन सीमाओं के लिये द्वितीय प्रोजेक्ट सिमुलेशन मॉडलों में एयू प्लेन्स की उत्पत्ति की जा रही है। इसका उद्देश्य ग्रेन सीमा ऊर्जाओं एवं भिन्न मैक्रोस्कोपिक व माइक्रोस्कोपिक संरचनात्मक पैरामीटरों के मध्य सहसंबंध को पाना है। (सौम्या घोष)

आर्गेनोधात्विक रसायनशास्त्र एवं आण्विक पदार्थ

- **आण्विक चुंबकें**
  व्ही. चंद्रसेखर के समूह द्वारा आण्विक प्रणालियों पर कार्य किया जा रहा है जो चुंबकों के रुप में कार्य कर सकें। इनके अंतर्गत पोलिनाभिकीय कांप्लेक्सेस शामिल हैं। इनमें ट्रांजिशन धातु ऑयन या लैंथेनाइड धातु ऑयन या हीटरोधात्विक कांप्लेक्सेस (3डी/4एफ धातु ऑयनों युक्त) समाहित हैं। वे ऐसी प्रणालियों पर भी जोर दे रहे हैं जिनमें एकल धातु ऑयन हो चाहे वह लैंथेनाइड या ट्रांजिशन धातु ऑयन हो। इन्हें मोनोनाभिकीय एकल आण्विक चुंबकें कहा जाता है। (व्ही. चंद्रसेखर)

जैवभौतिकी एवं ठोस-अवस्था एनएमआर स्पेक्ट्रोस्कोपी

- **संरचनात्मक जैवविज्ञान में समस्याओं को सुलझाने के लिये ठोस अवस्था एनएमआर पद्धति विकास कार्य**

विपिन अग्रवाल के समूह की संलग्नता निम्नलिखित अनुसंधान प्रयासों में रही है : क. 50-60% के क्रम पर प्रयोगात्मक पोलेराइजेशन स्थानांतरण दक्षताओं के साथ सिलेक्टिव प्रोटोन-प्रोटोन पुनर्युग्मन के लिये सममिति अनुक्रम। ख. ऐसे प्रयोग की डिजायन तैयार करना जो 3 के कारक द्वारा संरचनात्मक नियंत्रणों की सघनता में वृद्धि करे एवं ठोस-अवस्था एनएमआर द्वारा प्रोटीन संरचना निर्धारण में उन्नयन करे। ग. बहुल क्वांटम एवं पुनर्युग्मन प्रयोगों की डिजायन तैयार करना जो बेहतर पुनर्युग्मन एवं मंद व तीव्र एम.ए.एस. पर लघु अणुओं के उन्नत अभिलक्षणन को उपलब्ध कराये। घ. सैगमेंटली लेबल्ड ए-साइन्युक्लीन प्रोटीन सैंपलों का अभिव्यक्तिकरण एवं द्रव्य-द्रव्य चरण सैपरेटिड सैंपलों व ओलिगोमर्स को तैयार करना। (विपिन अग्रवाल)

जैवभौतिकी एवं ठोस-अवस्था एनएमआर स्पेक्ट्रोस्कोपी

- **मैग्नेशियम की उपस्थिति एवं अनुपस्थिति में कैमेटोटैक्सिस वाई प्रोटीन की संरचना एवं स्थिरता पर फिकोल क्राउडर का प्रभाव**
  मैक्रोआण्विक क्राउडिंग का अध्ययन विस्तृत रुप से भिन्न प्रोटीनों पर किया गया है। हालांकि आण्विक स्तर पर क्राउडर एवं प्रोटीनों के मध्य अन्योन्यक्रिया को वर्णित नहीं किया गया है। बिट्स, हैदराबाद में व्ही. रामाकृष्णा प्रयोगशाला के साथ सहयोग में कृष्णाराव डोडापुनेनी द्वारा फिकोल क्राउडर के साथ कैमेटोटैक्सिस वाई (CheY) (बैक्टीरियल रेग्युलेटरी प्रोटीन) की आण्विक अन्योन्यक्रियाओं की जांच की जा रही है। CheY द्वारा इसके कंफर्मेशन में परिवर्तन, मैग्नेशियम की उपस्थिति में किया जाता है। CheY प्रोटीन-फिकोल क्राउडर कांप्लेक्स के संरचनात्मक कंफर्मेशंस एवं स्थिरता का अध्ययन मैग्नेशियम की उपस्थिति एवं मैग्नेशियम की अनुपस्थिति में किया गया। इन अध्ययन कार्यों को भिन्न जैवभौतिकीय पद्धतियों का प्रयोग करके किया गया। इनमें सर्कुलर डाइक्रोइज्म, फ्लूरोसेंस, एवं नाभिकीय चुंबकीय रेसोनेंस स्पेक्ट्रोस्कोपी शामिल हैं। इसका परिणाम दिखाता है कि जहां CheY की संरचना एवं तापीय स्थिरता मुख्यत: फिकोल की उपस्थिति में अक्षोभी रहती है, वहीं मैग्नेशियम की उपस्थिति से प्रोटीन का कंफर्मेशन परिवर्तित होता है। जैवभौतिकीय एप्रोचेस के परिणामों (2डी एनएमआर डाटा के साथ संयुक्त होने पर) से पता चलता है कि मैग्नेशियम द्वारा प्रेरित पुन:प्रबंधित कंफर्मेशन द्वारा क्राउडर के लिये परिवर्तित सतह की उपलब्धता भिन्न रुप से अन्योन्यक्रिया करने के लिये एवं प्रोटीन को अस्थिर करने के लिये होती है। (कृष्णराव डोडापुनेटी)

जैविक एवं रसायनिक विज्ञान (जैवरसायनशास्त्र)

संरचनात्मक जैवविज्ञान एवं जैवरसायनशास्त्र

- **माइटाकोंड्रियल क्रिस्टे गतिकी के आण्विक आधार की खोज**
  माइटोकोंड्रिया, लघु सैक्स या आर्गेनैल्स, हमारी लगभग सभी कोशिकाओं में हैं। ये कोशिकाओं के लिये ऊर्जा की उत्पत्ति करते हैं। अनेक रोगों में माइटोकोंड्रिया की आंतरिक संरचना (क्रिस्टे नामक) में परिवर्तन होता है। माइटोकोंड्रियल क्रिस्टे को निर्माण एवं अनुरक्षण, मिकोस कांप्लेक्स द्वारा होता है जो अनेक प्रोटीनों से निर्मित होता है। इनमें से अनेक प्रोटीनों को शुद्ध किया गया है एवं इन प्रोटीनों के प्रमुख क्षेत्रों की पहचान की गयी है जो उनकी अन्योन्यक्रियाओं को नियंत्रित करते हैं। ये अन्योन्यक्रियायें, मिकोस कांप्लेक्स एवं माइटोकोंड्रिया की प्रभावी प्रकार्यात्मकता में केंद्रीय हैं। इन अन्योन्यक्रियाओं के आण्विक एवं विवरणों की खोज शीघ्र ही की जायेगी। (आनंद तीर्थ वैद्या)

रसायनिक जैवविज्ञान

- **मस्तिष्क में माइक्रोग्लियल कोशिकाओं की रसायनिक इमेजिंग एवं चिकित्सीय मॉड्युलेशन**
अनीश टी. वीटिल के समूह द्वारा लघु-अणु-आधारित फ्लूरोसेंट इमेजिंग प्रोब्स का विकास किया जायेगा जो मस्तिष्क (उदाहरण माइक्रोग्लिया) में कोशिकाओं के विशिष्ट प्रकारों के प्रति लक्ष्यित हैं। वे स्वास्थ्य एवं रोग स्थितियों में माइक्रोग्लियल कोशिकाओं को इमेज करने के लिये ऐसी नयी संश्लेषित प्रॉब्स का प्रयोग करेंगे। पृथक अनुसंधान दिशा में यह समूह, प्रकार्यात्मक रुप से एबरेंट माइक्रोग्लियल कोशिकाओं को मॉड्युलेट करने के लिये जैविक रुप से सक्रिय अणुओं को रसायनिक रुप से संश्लेषित एवं स्क्रीन करेगा। (अनीश टी. वीटिल)

कंप्युटेशनल जैवभौतिकी

- **गैलेक्टिन द्वारा ओलिगोसैचेराइड रिकगनिशन का प्रत्यक्ष सिमुलेशन**
लैक्टिन्स द्वारा कार्बोहाइड्रेट्स की रिकगनिशन द्वारा विविध कोशिकीय प्रक्रियाओं में प्रमुख भूमिकाओं का निर्वाह किया जाता है। इनमें कोशिकीय आसंजन, प्रोलिफेरेशन एवं अपोप्टोसिस शामिल हैं जो इसे कैंसरों के विरुद्ध महत्वपूर्ण चिकित्सीय लक्ष्य बनाते हैं। प्रकार्यात्मक रुप से सर्वाधिक सक्रिय लैक्टिन्स में एक गैलेक्टिन-3 को विशिष्ट रुप से β-galactoside की ओर इसकी विशेषज्ञ बद्ध अफिनिटी के लिये जाना जाता है। हालांकि उच्च-विभेदन क्रिस्टैलाग्रॉफिक संरचनाओं के होने के बावजूद गैलेक्टिन-3 द्वारा कार्बोहाइड्रेट रिकगनिशन में अंत:स्थापित यांत्रिकीय आधार एवं अधिक महत्वपूर्ण गतिक प्रक्रिया को वर्तमान में जाना नहीं गया है। जगन्नाथ मोंडल के समूह ने गैलेक्टिन-3 द्वारा पूर्ण कार्बोहाइड्रेट रिकगनिशन पथमार्ग को सिमुलेट किया है। रिकगनिशन पथमार्ग द्वारा कार्बोहाइड्रेट को कैच, निर्धारित बद्ध साइट को बद्ध करने के इसके कार्य में किया जाता है एवं यह पथमार्ग में प्रमुख इंटरमीडिएट्स की पहचान करता है। (जगन्नाथ मोंडल)

प्रोटीन अभिव्यक्तिकरण

- **प्रोटीन अभिव्यक्तिकरण के लिये फ्युजन टैग्स की तुलना**
इस अध्ययन द्वारा स्पाइडर प्रोटीन पर आधारित कनामाइसिन-प्रतिरोधी गेटअवे एक्सप्रैशन वैक्टर द्वारा प्रेरित बड़े-पैमाने के प्रोटीन उत्पादन को रिपोर्ट किया जाता है। श्रीजीत रारनकुरुसी द्वारा प्रौद्योगिकी विकास पर कार्य किया जा रहा है जिसका उद्देश्य रिकांबिनेंट प्रोटीनों के बेहतर एक्सप्रैशन एवं शुद्धिकरण को बढ़ावा देना है। (श्रीजीत रारन-कुरुसी, दीपा बी. एवं कौस्तुभ आर. मोटे)

जैवभौतिकीय रसायनशास्त्र

- **प्रोटीनों की मुक्त ऊर्जा सतह के अन्वेषण एवं लघु फोल्डिंग इंटरमीडिएट्स की संरचनाओं को कैप्चर करने के लिए पद्धतियों का विकास**
प्रोटीन कंफर्मेशनल गतिकी द्वारा प्रोटीन प्रकार्य, फोल्डिंग, मिसफोल्डिंग एवं एग्रगेशन में निभायी जाने वाली महत्वपूर्ण भूमिका के बावजूद भिन्न कंफर्मेशनल अवस्थाओं (इन अवस्थाओं को प्रोटीन अणु द्वारा सैंपल, इसके द्वारा अपनी मुक्त ऊर्जा सतह (एफईएस) को क्रिसक्रॉस करने पर किया जाता है) का अध्ययन चुनौतीपूर्ण है। प्रमोध वल्लूरुपाली के समूह द्वारा सीईएसटी आधारित एनएमआर पद्धतियों का विकास किया जा रहा है। इसका उद्देश्य की दरों 10 s-1 to 10,000 s-1 and populations as low as 0.1% के साथ प्रक्रियाओं को संसूचित करके प्रोटीन की मुक्त ऊर्जा सतह का अन्वेषण करना है। हाल के अध्ययन में इस समूह ने दिखाया कि एचवाईपीए/एफबीपी11 से एफएफ प्रक्षेत्र द्वारा फोल्डिंग, रग्ड मुक्त ऊर्जा सतह (अनेक फोल्डिंग इंटरमीडिएट्स एवं अनेक फोल्डिंग पथों के साथ) पर होती है। उनके द्वारा प्रोटीन

फोल्डिंग के अद्वितीय दृश्य को प्राप्त करने के लिये इन विरल पॉप्युलेटिड इंटरमीडिएट्स में कुछ की संरचनाओं को प्राप्त करने का प्रयास किया रहा है। (प्रमोध वल्लूरुपाली)

संश्लेषणात्मक रसायनशास्त्र

यौगिकों की नयी कक्षा का संश्लेषण

- **एनएचसी-समन्वित फॉस्फिनाइडेन ऑक्साइड का संश्लेषण एवं पुन:सक्रियण**
  अनुकूल जना एवं सहयोगियों ने व्यापक स्थितियों में फॉस्फिनाइडेन के नियंत्रित ऑक्सिजेनेशन द्वारा एन-हीटरोसाइक्लिक कार्बीन (एनएचसी)-स्थिर फॉस्फिनाइडेन ऑक्साइड के संश्लेषण की सूचना दी। एनएचसी-स्थिर फॉस्फिनाइडेन ऑक्साइड का बाद में ऑक्सिजेनेशन, फॉस्फिनाइडेन डाइऑक्साइड में हुआ। केसी8 के साथ फॉस्फिनाइडेन ऑक्साइड के स्टोइकियोमेट्रिक रिडक्शन की सदृश्यता, पिनाकोल युग्मन अभिक्रिया – कार्बोनिल यौगिक के रिडक्शन के साथ है। उल्लेखनीय रुप से पिनाकोल युग्मन अभिक्रिया की खोज के 160 वर्षों बाद इस अनुसंधान द्वारा प्रदर्शित किया जाता है कि फॉस्फिनाइडेन ऑक्साइड को भी घटते क्रम में युग्मित, समान रुप में किया जा सकता है। एनएचसी-स्थिर फॉस्फिनाइडेन ऑक्साइड के सुविधाजनक संश्लेषण एवं ऑक्सिडेशन अवस्थाओं के विस्तृत रेंज के साथ भिन्न फॉस्फोरस यौगिकों के लिये नवीन सिंथोन के रुप में इसकी उपयोगिता से फॉस्फोरस रसायनशास्त्र में नया परिदृश्य खुलता है। (अनुकूल जना)

होमी भाभा विज्ञान शिक्षा केंद्र

विज्ञान विषयों का ज्ञानार्जन

समाविष्ट ज्ञानार्जन

- **सेंसरीमोटर ट्युनिंग के रुप में दक्षता : अवधारणात्मक नेविगेशन स्वरुपों द्वारा रिप्रिजेंटेशनल सामर्थ्य को विज्ञान में उल्लेखित किया जाना**
  विज्ञान में रिप्रिजेंटशनल सामर्थ्य ऐसी योग्यता है जिससे वास्तविक-विश्व फेनोमेना के बाह्य रिप्रिजेंटेशंस (उदा. समीकरण, ग्रॉफ्स) की उत्पत्ति की जाती है, इन रिप्रिजेंटेशंस के मध्य रुपांतरण किया जाता है एवं एकीकृत रुप में उनका प्रयोग किया जाता है। रिप्रिजेंटेशनल सामर्थ्य को प्राप्त करने में कठिनाइयों को विज्ञान के ज्ञानार्जन में प्रमुख स्थान दिया जाता है। उल्लेखनीय अध्ययन कार्यों ने प्रदर्शित किया है कि विशेषज्ञों द्वारा अद्वितीय अवधारणात्मक अटेंशन (गेज फिक्सेशन) प्रतिमानों का प्रयोग समस्याओं को सुलझाने में किया जाता है जिनमें भिन्न बाह्य रिप्रिजेंटेशंस शामिल होते हैं। लेखकों द्वारा प्रमाण के भिन्न स्ट्रैंड को प्रस्तुत किया जाता है जिससे पता चलता है कि अवधारणात्मक नेविगेशन प्रतिमानों (आंखों के मूवमेंट्स) द्वारा रिप्रिजेंटेशनल सामर्थ्य का उल्लेख विज्ञान में अटेंशन से अधिक विशिष्ट रुपों में किया जाता है। (संजय चंद्रसेखरन)

नया कंप्युटेशनल मीडिया

- **फोटोसंश्लेषण के लिये ज्ञानार्जन: शैक्षणिक भाषा द्वारा संकल्पना निर्माण में मध्यस्थता के रुप के अभिलक्षणन की ओर**
  फोटोसंश्लेषण जैसी नयी विज्ञान संकल्पनाओं का निर्माण अनेक रुपों में एक है जिनमें छात्रों का रुपांतरण प्रतिदिन के चिंतन से अधिक वैज्ञानिक दृष्टिकोण में होता है। शैक्षणिक भाषा (एएल), इस रुपांतरण का केंद्रीय मध्यस्थ है। हालांकि अस्पष्ट है कि कैसे एएल की विशेषताओं (नोमिनलाइजेशन एवं एंकैपसुलेशन

जैसी) एवं एएल पर आधारित कक्षा गतिकी द्वारा नयी संकल्पना निर्माण को बढ़ावा दिया जाता है। लेखकों द्वारा विश्लेषणात्मक रुपरेखा को प्रस्तुत किया जाता है जिसका उद्देश्य ऐसे मार्ग का अन्वेषण करना है जिससे एएल द्वारा वैज्ञानिक चिंतन में रुपांतरण की मध्यस्था की जा सके एवं भाषा की जानकारी के सिमुलेशन मॉडल को विस्तृत किया जा सके। (संजय चंद्रसेखरन)

- **मेकर स्पेसेस में समाविष्ट ज्ञानार्जन**
  मेकर स्पेसेस (एमएस), उदीयमान ज्ञानार्जन स्पेसेस हैं। यहां छात्रों द्वारा 'समाविष्ट' विचारों एवं कौशलों को सीखा जाता है जो सैद्धांतिक कक्षाओं एवं प्रयोगशालाओं में सीखे गये से भिन्न होते हैं। एमएस में ज्ञानार्जन की प्रकृति का विद्यमान विश्लेषण अधिकांशत: वर्णात्मक होता है। लेखकों ने एमएस में ज्ञानार्जन की प्रकृति के कॉग्निटिव एकाउंट को विकसित किया। उन्होंने पहले समाविष्ट कॉग्निशन (ईसी) अध्ययन कार्यों से दो क्रियातंत्रों को रेखांकित किया। इसके बाद लेखकों ने स्पष्ट किया कि कैसे इन क्रियातंत्रों द्वारा एमएस में संलग्न 'कॉग्निशन निर्माण' एवं प्रक्रिया निर्माण द्वारा इसके विस्तृत रुप के संबंध में जानकारी मिल सकती है। (संजय चंद्रसेखरन)

- **शिक्षक कार्य : मॉडलिंग करना कि कैसे शिक्षकों द्वारा छात्रों के मस्तिष्कों में नये क्रियातंत्र की संकल्पनाओं का निर्माण किया जाता है**
  विज्ञान शिक्षण में आवश्यक है कि छात्रों को पाठ्यपुस्तक में मानक औपचारिक शब्दों के साथ नये क्रियातंत्र की संकल्पनाओं के निर्माण हेतु समर्थ बनाया जाये। औपचारिक शब्दों से क्रियातंत्र के विशिष्ट भागों के बाद के सक्रियण में सहायता मिलती है। इन गतिक संकल्पनाओं का शिक्षण, शिक्षक द्वारा विभिन्न कार्यों के माध्यम से किया जाता है। इनमें नैरेटिव्स, जैस्चर्स, आरेख एवं प्रश्नों व परीक्षाओं जैसी मूल्यांकनकारी प्रक्रियायें शामिल हैं। इस विस्तृत निर्माण में अंत:स्थापित कॉग्निटिव प्रक्रियाएं अज्ञात हैं जहां विस्तृत एवं कंपोनेंशल क्रियातंत्र संकल्पनाओं का निर्माण होता है। लेखकों द्वारा शिक्षक-छात्र अन्योन्यक्रियाओं के विश्लेषण पर आधारित इस प्रक्रिया के प्रारंभिक एकाउंट को प्रस्तुत किया जाता है। (संजय चंद्रसेखरन)

- **क्रियातंत्रों का निर्माण : कैसे शैक्षणिक भाषा द्वारा गतिक संकल्पनाओं के निर्माण में मध्यस्थता की जाती है**
  विज्ञान ज्ञानार्जन के लिये आवश्यक है कि छात्रों का रुपांतरण उनके प्रतिदिन की भाषा से शैक्षणिक भाषा (एएल) में हो। विशेष रुप से यह नये क्रियातंत्रों को समझने व उन्हें आत्मसात करने के लिये जरुरी है। एएल को समझने के लिये पाठ्यपुस्तक में क्रियातंत्र के जड़ विवरण को छात्र के मस्तिष्क में मैनिपुलेबिल संकल्पना के रुप में परिवर्तित करने की आवश्यकता होती है। इस जटिल प्रक्रिया में मध्यस्थता, शिक्षक नैरेटिव्स द्वारा होती है जो एएल में संलग्न जटिल संकल्पना एकीकरण को सरल करते हैं। शिक्षक द्वारा यह रुपकों, समानताओं, भंगिमाओं एवं अन्य कार्यकारी कार्यनीतियों द्वारा किया जाता है। लेखकों द्वारा इस जटिल एएल ज्ञानार्जन प्रक्रिया के प्रारंभिक विश्लेषण को प्रस्तुत किया जाता है। इसमें जैवविज्ञान ज्ञानार्जन पर भाषा एवं कक्षा डाटा के समाविष्ट सिमुलेशन सिद्धांत का सहारा लिया जाता है। (संजय चंद्रसेखरन)

विज्ञान शिक्षा

रसायनशास्त्र प्रयोगशाला शिक्षा

- **पूर्वस्नातक रसायनशास्त्र प्रयोगशाला में समस्या आधारित ज्ञानार्जन**
  जिज्ञासा-आधारित शिक्षण को बृहत् रुप से छात्रों के ज्ञानार्जन अनुभवों में वृद्धि करने के अनेक मार्गो में एक माना जाता है। समस्या-आधारित ज्ञानार्जन, ऐसा जिसासा संबंधित उपाय है जिसमें दी गयी

संदर्भात्मक समस्या द्वारा संकल्पनाओं एवं कौशलों को सीखने के साधन के रुप में कार्य किया जाता है। हालांकि साहित्य से पता चलता है कि इस पैडागॉगिकल शैली एवं प्रयोगशाला ज्ञानार्जन से भी जटिल ज्ञानार्जन परिवेश का सृजन होता है जो छात्रों के ज्ञानार्जन के लिये आवश्यक होता है। अत: हमारे कार्य ने संभावित स्कैफफोल्डिंग कार्यनीतियों एवं स्कैफफोल्ड का अन्वेषण किया। हमारे परिणामों से पता चलता है कि प्रिकर्सर कार्य, पठन सामग्री (पूर्व ज्ञान के निर्माण के लिये सूचना का संकलन), एवं संरचित समूह चर्चा से प्रयोगात्मक डिजायन में उन्नयन हुआ जिसका सूत्रीकरण छात्रों ने किया था। (सुजाता वरदराजन)

रसायनशास्त्र प्रयोगशाला शिक्षा

- **पूर्वस्नातक रसायनशास्त्र प्रयोगशाला पाठ्यक्रमों के लिये जिज्ञासा-आधारित मार्ग का अनुकूलन : अन्वेषणात्मक अध्ययन**
  इस कार्य से हमें भारत में पूर्वस्नातक महाविद्यालयों में जिज्ञासा-आधारित मार्ग के कार्यान्वयन में छात्रों की अवधारणा एवं चुनौतियों को समझने में सहायता मिली। जिज्ञासा की औसत मात्रा के प्रस्तुतिकरण से छात्रों को कुछ कठिनाई का सामना करना पड़ता है। इससे स्वत:निर्देशित ज्ञानार्जन में स्कैफफोल्ड की आवश्यकता का पता चला। (सुजाता वरदराजन)

भौतिकी शिक्षा

विद्युतचुंबकत्व एवं क्वांटम सिद्धांत

- **हैरोनोव-बोम प्रभाव में गैरस्थानीयता समस्या को समझना**
  इस कार्य में इलेक्ट्रोस्टेटिक्स के लैगरेंगियन सूत्रीकरण का विकास इलेक्ट्रोस्टेटिक्स में वैरिएशनल सिद्धांत के आधार पर किया गया। इस सिद्धांत की समानता प्रकाशिकी में फर्मेट के सिद्धांत के अनुरुप है। लैगरेंगियन सूत्रीकरण से इलेक्ट्रोस्टेटिक्स के अर्धक्लॉसिकल मॉडल की स्थापना की गयी। इस सिद्धांत को कर्ल-मुक्त स्थिति के अंतर्गत मैग्नेटोस्टेटिक्स में भी लागू किया गया। इस अर्ध-क्लॉसिकल मॉडल का प्रयोग करके हैरोनोव-बोम प्रभाव (1959) की गैर-स्थानीयता की समस्या का भी समाधान किया गया। मूल रुप से दिखाया गया कि स्टेटिक क्षेत्रों के तरंग प्रकार्यों की विद्यमानता ऐसे क्षेत्रों में हो सकती है जहां क्षेत्रों की भौतिकीय रुप से अनुपस्थिति हो। इस अस्तित्व से वैक्यूम फ्लक्चुएशंस के समान स्थिति का निर्माण होता है जिससे अस्पष्ट फेनोमेनन का जन्म हुआ जो 1959 से अनुत्तरित है। (कोलाहल भट्टाचार्य)

विज्ञान एवं समाज

जन स्वास्थ्य

- **निम्न संसाधन अभिविन्यासों में एन95 रेस्पाइरेटर्स के विसंक्रमण के लिये स्टोव में उबले पानी के प्रयोग से ऊष्मा एवं आर्द्रता लाना**
  सरल, स्केलेबिल एवं विश्वसनीय पद्धति का विकास किया गया। इसका उद्देश्य एन95 मॉस्कों का विसंक्रमण करना था। इसमें नियंत्रित तापमान एवं आर्द्रता का प्रयोग किया गया जो कि निम्न संसाधन अभिविन्यासों में सरलता से लागू हो सकते हैं। एन95 रेस्पाइरेटर्स को 30 मिनिटों से अधिक समय तक नमी ऊष्मा (>50% सापेक्षिक आर्द्रता, 65-80 ^{0}C तापमान) में लाया गया। यह उन्हें पानी में डूबे बंद कंटेनर में रखकर किया गया। पानी को रोलिंग बॉइल तक लाया गया था एवं इसे ऊष्मा से मुक्त किया गया था। इसके बाद कंटेनरों को 45 मिनिटों से अधिक समय तक रखा गया था। फिल्ट्रेशन दक्षता में किसी भी क्षय को दोनों एन95 एवं सर्जिकल मास्कों के लिये पांच चक्रों के बाद निरीक्षित नहीं किया गया। इसे बिजली की सुलभता के बिना भी किया जा सकता है। इसके लिये खुली-ज्वाला वाले चूल्हे से सौर ऊष्मा

तक किसी ऊष्मा स्रोत से पानी को उबाला जा सकता है। इससे मॉस्क के विसंक्रमण के लिये निम्न-लागत मार्ग उपलब्ध होता है जिसका विश्व-व्यापक उपयोग संसाधन-हीनता स्थितियों में किया जा सकता है। (अर्णव भट्टाचार्य)

भौतिकी

इलेक्ट्रोस्टेटिक्स

- **इलेक्ट्रोस्टेटिक्स में वैरिएशनल सिद्धांत के अन्वेषित न किये गये पहलू**
  इलेक्ट्रोस्टेटिक्स क्षेत्र मैग्निट्यूड द्वारा भूमिका का निर्वाह वैरएशनल सिद्धांत में किया जा सकता है। यह ज्यामितीय प्रकाशिकी में परावर्तन के सूचकांक की भूमिका के समान है। इससे विद्युत क्षेत्र लाइनों का निर्धारण होता है। इसकी पहचान भूमिगत संचालित स्फेयर इमेज समस्या के संबंध में की गयी। इस पेपर में विद्युत क्षेत्र के मैग्निट्यूड की जानकारी को मानकर, लेखकों द्वारा इस सिद्धांत को वैद्यता सामान्य मामले के लिये दी जाती है एवं इसके कुछ परिणामों का अन्वेषण किया जाता है। (कोलाहल भट्टाचार्य)

स्केलर तरंग सिद्धांत

- **प्रकाश के स्केलर तरंग सिद्धांत का पूरक**
  इस पेपर में हम चर्चा करते हैं कि कैसे हैमिल्टोनियन प्रकाशिकी की संकल्पनाओं को आंतरिक रुप से संबंधित प्रकाश किरणों के स्केलर तरंग सिद्धांत के साथ किया जाता है। दिखाया जाता है कि घटित तरंग समीकरण के हलों की समानता हुईजेन के वेबलैट्स के साथ है एवं उनका प्रयोग स्नैल के परावर्तन के नियम को समझने के लिये किया जा सकता है। इस मॉडल का प्रयोग परावर्तन के गुणांक को प्राप्त करने के लिये भी किया जा सकता है जो कि एस-ध्रुवित प्रकाश के लिये फ्रेसनेल के समीकरण के साथ संगत है। (कोलाहल भट्टाचार्य)

विज्ञान शिक्षा

इंटरफेसियल रसायनशास्त्र

- **ट्रिटॉन एक्स-114 मिसेल्स के साथ आईमिडैजोलियम क्लोराइड-आधारित ऑयोनिक द्रव्यों की अन्योन्यक्रिया**
  एक्यू. ट्रिटॉन एक्स-114 (टीएक्स-114) मिसेल्स पर तापमान एवं ऑयोनिक द्रव्यों (ILs) के प्रभावों का अध्ययन सतह तनाव, फ्लूरोसेंस, मेघ प्वाइंट मापनों, 1 एच एनएमआर, यूव्ही-विजिबिल, विस्कोसिटी एवं डीएलएस का प्रयोग करके किया गया। हेक्साइल एवं ऑक्टाइल चेन्स के साथ ILs ने तीव्र वृद्धि को मेघ प्वाइंट्स में दिखाया। जिसे विस्कोसिटी मापनों के लिये प्राप्त रिवर्सल प्रवृत्ति द्वारा सपोर्ट किया गया। क्लाउडिंग प्रक्रिया के तापीयगतिक विश्लेषण ने एंट्रॉपी एवं एंथैल्पी से मिश्रित योगदानों का संकेत किया। टीएक्स-114 की महत्वपूर्ण मिसेलर सांद्रता में वृद्धि ILs के अतिरिक्त हुयी। ऑक्टायल चेन के साथ आईएल ने पोलेरिटी में वृद्धि को दर्शाया एवं 1-H NMR ने TX-114 के प्रोटोन्स एवं ऑक्टाइल चेन के साथ आईएल की सकारात्मक अन्योन्यक्रिया को दर्शाया। गतिक प्रकाश स्केटरिंग अध्ययन कार्यों ने सिद्ध किया कि मिसेलर आकार, आईएल की उपस्थिति में ऑक्टाइल चेन्स के साथ सबसे कम होता है जिससे तीव्र विसरण का संकेत मिला। (इंद्राणी दास सेन)

विज्ञान, प्रौद्योगिकी, सोसायटी एवं पर्यावरण (एसटीएसई) शिक्षा

- **मुंबई में वंचित समुदायों की दृष्टि से स्कूली शिक्षा में अपशिष्ट पर व्याख्यान का परीक्षण**

लेखकों ने महत्वपूर्ण डिसकोर्स विश्लेषण रुपरेखा का प्रयोग किया। इसका उद्देश्य एम (पूर्व) वार्ड समुदाय के शिक्षकों एवं छात्रों के साथ अपशिष्ट, कक्षा शिक्षण पद्धतियां, एवं औपचारिक व अनौपचारिक अन्योन्यक्रियाओं पर पाठ्यपुस्तक का परीक्षण करना था। इस विश्लेषण से पता चला कि पाठ्यक्रम में विषय को रिडक्शनिस्ट रुप में रखा गया था एवं तकनीकीवैज्ञानिक अपशिष्ट प्रबंध पर जोर दिया गया था। अपशिष्ट की उत्पत्ति, उपभोग, एवं लाभ-अभिविन्यासित अर्थव्यवस्था के मध्य संबंधों पर ध्यान नहीं दिया गया था। इसके अलावा अपशिष्ट प्रबंध के एस्थेटिक प्रभावों व पर्यावरणीय व्यवहारों व कार्यों के अनेक प्रकारों पर जोर दिया गया था। इससे कक्षा एवं डिसकोर्स के जातिगत स्वरुप का पता चला। छात्रों के साथ चर्चाओं से पुन:चक्रण अर्थव्यवस्था एवं संसाधन प्रचुरता की महत्वपूर्ण जानकारी मिली। इसका उद्देश्य उनकी जीवन प्रणाली की महत्वपूर्ण समीक्षा करना था। महत्वपूर्ण विज्ञान एवं पर्यावरणीय शिक्षा में छात्रवृत्ति पर ध्यान देते हुये लेखकों ने ट्रांसफॉर्मेटिव विज्ञान एवं पर्यावरण शिक्षा की संभावनाओं को अनुमानित किया। (सुग्रा चूनावाला)

शिक्षक शिक्षा

शिक्षक व्यावसायिक विकास कार्यक्रम का मूल्यांकन

- **शिक्षक व्यावसायिक विकास के लिये कैस्केड मॉडल पर रिफ्लेक्शंस : भारत में आरएससी-युसुफ हमीद इंस्पाइरेशनल रसायनशास्त्र कार्यक्रम का केस अध्ययन**
  यह पेपर, 2018 में किये गये मूल्यांकन अध्ययन को रिपोर्ट करता है। इसमें कैस्केड मॉडल द्वारा आरएससी शिक्षक व्यावसायिक विकास (टीपीडी) कार्यक्रम (आरएससी-युसुफ हमीद इंस्पाइरेशनल रसायनशास्त्र कार्यक्रम के भाग के रुप में संचालित) के कार्यान्वयन की ओर ध्यान आकर्षित किया गया था। आरएससी-टीपीडी कार्यक्रम के हमारे विश्लेषण में मूल्यांकन के अनेक स्तरों का प्रयोग शामिल है जिन्हे गुस्की ने प्रस्तावित किया था। इस अध्ययन में भारत के तीन राज्यों में 32 सरकारी/सरकारी-सहायता प्राप्त स्कूलों से किये गये डाटा का संग्रह शामिल है। इसके निष्कर्षों से कार्यक्रम के प्रभाव का कुछ प्रमाण मिलता है व शिक्षकों के साथ धारित अन्योन्यक्रियाओं के लिये आवश्यकता का उल्लेख है। (सविता लडागे)

रसायनशास्त्र शिक्षा

- **प्रतिभागात्मक ज्ञानार्जन द्वारा जैविक रसायनशास्त्र में छात्रों की संलग्नता एवं जानकारी में वृद्धि करना**
  इस अध्याय में कक्षा में एवं कक्षा के बाहर के क्रियाकलापों (उदाहरण के लिये समस्या-समाधान कार्यशालायें, ट्युटोरियल सत्र, रेमेडियल कक्षा मिश्रित शिक्षण) आदि का वर्णन किया गया है। इन्हें भारत के मुंबई के कुछ महाविद्यालयों में पूर्वस्नातक छात्रों (रसायनशास्त्र पाठ्यक्रमों के लिये नामांकित) की जैविक रसायनशास्त्र में संकल्पनात्मक जानकारी में वृद्धि करने एवं छात्र प्रतिभागियों पर उनके प्रभाव की समीक्षा के लिये किया गया था। (सविता लडागे)

गणित शिक्षा

कक्षा में गणित डिसकोर्स

- **छात्रों के गणितीय डिसकोर्स के लिये स्वीकृति मापदंड के रुप में कोहेरेंट फॉर्मेलिजेबिलिटी**
  अनुसंधान ने प्रक्रियाओं एवं कार्यनीतियों को प्रोत्साहित किया है जो कक्षा में संसाधन के रुप में छात्रों की घर की भाषा के उपयोग की अनुमति देती हैं। अन्वेषणों के संदर्भ में जहां छात्रों द्वारा अपरिचित समस्या से जूझना पड़ता है, वहां लेखकों ने उन्हें गणितीय पद्धतियों एवं ''गणितीय चर्चाओं'' में संलग्न पाया है। इस दौरान वे औपचारिक भाषा की सीमित सुलभता के बिना अपनी खोजें करते हैं। ऐसे संदर्भों में डिसकोर्स द्वारा गणितीय डिसकोर्स के स्वीकृत अभिलक्षणों का प्रदर्शन नहीं हो सकता। ऐसे में स्वीकृति

मापदंडों को वर्णित किये जाने की आवश्यकता है जो वार्तालाप के इन अनौपचारिक रुपों में गणित को मान्य कर सकें एवं अधिक औपचारिक डिसकोर्स की ओर मूवमेंट को सुलभ कर सकें। इस दिशा में हम *कोहेरेंट फॉर्मेलिजेबिलिटी का सुझाव,* स्वीकृति मापदंड के रुप में रखते हैं एवं डिसकर्सिव प्रूविंग कार्यों का परीक्षण अन्वेषणात्मक संदर्भ में इस मापदंड को देखते हुये करते हैं। (जयश्री सुब्रमणियन)

गणितीय अन्वेषण

- **गणितीय अन्वेषणों के लिये स्थानीय इंस्ट्रक्शनल सिद्धांत, लाइट की ओर**
  वास्तविक गणित शिक्षा (आरएमई) रुपरेखा एवं विशिष्ट विषयवस्तु क्षेत्रों के लिये स्थानीय इंट्रस्क्शन सिद्धांतों (एलआईटी) पर कार्य के आधार पर इस पेपर में अन्वेषणों के लिये एलआईटी की संभावना की चर्चा की गयी एवं ऐसे सिद्धांत के मुख्य अवयवों को स्पष्ट किया गया। (के. सुब्रमणियम)

गणित शिक्षक व्यावसायिक विकास

- **शिक्षण पद्धति में आकस्मिकतायें : शिक्षकों एवं शिक्षक शिक्षाविदों के मध्य सहयोग के निहितार्थ**
  अपने कार्य के दौरान शिक्षकों द्वारा 'आकस्मिकताओं', अर्थात अप्रत्याशित स्थितियों का सामना करना पड़ता है जिनके लिये व्यावसायिक निर्णय लेने होते हैं। ऐसे 'आकस्मिक क्षण', शिक्षक-शिक्षक शिक्षाविद सहयोग में महत्वपूर्ण क्षण होते हैं। ऐसे क्षणों के लिये शिक्षक शिक्षाविदों को अपने लक्ष्यों की समीक्षा करनी होती है एवं इन क्षणों का उपयोग ''ज्ञानार्जन अवसरों'' के रुप में सभी प्रतिभागियों के लिये करना होता है। तर्क किया जाता है कि आकस्मिक स्थितियों से (क) गणित सिखाते समय शिक्षकों द्वारा सामना की गईं गणितीय चुनौतियों की पहचान में सहायता मिली एवं (ख) उनके विद्यमान ज्ञान एवं विश्वासों को चुनौती देने वाले अवसरों का निर्माण किया। ऐसी आकस्मिक स्थितियों पर ध्यान देना व उन पर प्रतिक्रिया देने से रिस्पांसिव, व्यावसायिक विकास अनुभवों की डिजायन तैयार की जा सकती है। (के. सुब्रमणियम)

<u>विकासात्मक कार्य</u>

विज्ञान शिक्षा

शिक्षण साधनों का विकास

- **कार्डों के पठन की जारी संगति**
  अनेक स्कूल व शिक्षक ऐसे हैं जो नयी मैथोडालॉजीस को अनुकूलित करने का प्रयास करते हैं। इस लेख द्वारा वर्णित किया जाता है कि कैसे अनेक स्कूलों द्वारा ऐसे सुधार किये गये, किन नवीन उपायों को शिक्षकों ने अपनाया एवं कैसे इनस छात्रों के ज्ञानार्जन में सहायता मिली। इसके अलावा कार्डों के पठन के प्रयोग के अन्वेषण द्वारा प्राथमिक स्तर पर पठन में रुकावटों को दूर करने पर स्पष्टता पर जोर दिया जाता है। (नरेंद्र देशमुख)

- **कार्डों के पठन की जारी संगति**
  परियोजना-आधारित ज्ञानार्जन (पीबीएल) द्वारा 21वीं-शताब्दी की क्षमताओं को प्रभावी रुप से विकसित किया जा सकता है। यह महत्वपूर्ण चिंतन, समस्या-हल, अंतर्वैयक्तिक संप्रेषण, सूचना एवं मीडिया साक्षरता, सहयोग, नेतृत्व एवं समूह कार्य, आविष्कार व सृजनात्मकता को बढ़ावा देकर किया जा सकता है। इस लेख द्वारा उच्च-गुणवत्ता ज्ञानार्जन को सुनिश्चित करने के लिये कक्षा में पीबीएल के प्रयोग को क्रियान्वित करने व उसकी समीक्षा करने के लिये रुपरेखा उपलब्ध कराता है। (नरेंद्र देशमुख)

छात्रों की जानकारी

- **माइक्रोबॉयल विश्व का निरीक्षण : छात्रों के अनुभव**
  विज्ञान प्रतिभा की ज्ञानार्जन इकाई का प्रयोग शिक्षण-ज्ञानार्जन इकाई के रुप में मुंबई के स्कूलों में एक में किया गया। ज्ञानार्जन इकाई का प्रयोग करके छात्रों के अनुभवों का विकास पैडागॉगिकल लेख के रुप में किया गया है। इस लेख में छात्रों की पूर्वसंकल्पनाओं को समझने का प्रयास माइक्रोब्स के संबंध में किया गया है जिसमें वर्कशीट्स एवं ड्राइंग्स का प्रयोग हुआ हो। ज्ञानार्जन इकाइयों में छात्रों की संलग्नता अनेक रुपों में हुयी। इनमें हैंड्स-ऑन क्रियाकलाप, मृदा नमूनों का निर्माण, वास्तविक-जीवन माइक्रोब्स का निरीक्षण, वास्तविक निरीक्षणों को करना एवं माइक्रोब्स के आकार का अनुमान करना शामिल हैं। (मीना खराटमल)

परियोजना आधारित विज्ञान ज्ञानार्जन

- **क्यूब परियोजना में निमंत्रण – विज्ञान करके विज्ञान को सीखना**
  क्यूब कार्यक्रम में परियोजना-आधारित विज्ञान प्रयोगों में मॉडल आर्गेनिज्म्स के साथ छात्रों द्वारा सामूहिक रुप से संलग्नता की जाती है। इसके उदाहरणों में फ्रूट फ्लाई, मोइना, अर्थवॉर्म, स्नेल्स, हाइड्रा आदि शामिल हैं। छात्रों द्वारा समूह में कार्य किया जाता है एवं वे सोशल मीडिया द्वारा कनेक्टिड रहते हैं जिसका उद्देश्य अपने प्रयोगों को फोटोस एवं वीडियोज द्वारा शेयर करना है। फ्रूट फ्लाई मॉडल में छात्रों द्वारा दिन एवं रात के प्रतिमानों को समझने पर कार्य किया जाता है। इसके लिये वे निकट के क्षेत्रों एवं कल्चर से फ्रूट फ्लाई को ट्रैप करते हैं एवं कई दिनों एवं महीनों तक उनका निरीक्षण करते हैं। मोइना में छात्रों द्वारा मोइना के पारदर्शी से लाल होने पर ऑक्सिजन के प्रभाव पर कार्य किया जाता है। (मीना खराटमल)

पर्यावरणीय शिक्षा

- **अन्योन्यक्रियाकारी पक्षी संसाधन**
  5 जून को विश्व पर्यावरण दिवस पर एचबीसीएसई ने नई अन्योन्यक्रियाकारी वेबसाइट के बीटा-वर्जन को लांच किया। इसमें ओपन-सोर्स कोड का प्रयोग किया गया। इसका उद्देश्य शिक्षाविदों को प्रकृति के संबंध में चर्चा प्रारंभ करने के लिये प्रेरित करना था। इस परियोजना में एचबीसीएसई कैंपस पर देखे गये पक्षियों की सूचना, फोटोग्रॉफ्स एवं कॉल्स का संकलन करना एवं इनके संबंध में सीखने के लिये प्रयोग में सरल इंट्युटिव वेबसाइट की डिजायन तैयार करना था। इस वेबसाइट को स्थानीय डाटा का प्रयोग कर रहे किसी भी व्यक्ति के द्वारा कस्टोमाइज/रेप्लिकेट किया जा सकता है। (अदिति मुरलीधर)

गणित शिक्षा

कक्षा पैडागॉगी

- **ढलवॉंपन का परिमापन, एक दृष्टिकोण**
  इस लेख में ढलान की संकल्पना की वैकल्पिक परिभाषाओं एवं मल्टीपिल फॉर्मेलाइजेशंस पर दृष्टि डालने के लिये छात्रों की अन्योन्यक्रिया को आधार बनाया गया है। इस लेख में एक ऐसे फॉर्मेलाइजेशन के वरीय फॉर्मेलाइजेशन होने के संभावित कारणों की जांच की गई है। (जयश्री सुब्रमणियन)

गणित शिक्षक शिक्षा

- **शिक्षण के गुम, अनिवार्य कौशल के रुप में कार्य में गणितीय ज्ञानार्जन अवसरों की पहचान**

ज्ञानार्जन अवसरों की पहचान करने से इंस्ट्रक्शन के दौरान निर्णय लेने की दिशा मिलती है। एक अध्ययन कार्य का संचालन 14 माध्यमिक शिक्षकों के साथ किया गया। इसका उद्देश्य एक्सपोनेंशल प्रकार्यों पर कार्य (एक्सबॉक्स कार्य नामक) के उनके विश्लेषण का परीक्षण करना था। इसके निष्कर्षों से पता चला कि शिक्षकों द्वारा कार्य की कॉग्निटिव मांगों से संबंधित समस्याओं की पहचान की जा सकती है एवं कार्य में उपस्थित ज्ञानार्जन अवसरों को भी समझाया जा सकता है। (श्वेता नाइक)

खाद अपशिष्ट प्रबंध

- **खाद्य अपशिष्ट प्रबंध द्वारा वित्तीय लाभ**
  इस लेख द्वारा देश में खाद्य अपशिष्ट की गंभीर स्थिति को प्रस्तुत किया जाता है। इसके साथ ही विशिष्ट वैज्ञानिक मार्गों का वर्णन किया जाता है जिनका अनुसरण करके समाज द्वारा इस खाद्य अपशिष्ट का प्रबंध किया जा सकता है। जैविक अपशिष्ट के प्रबंध के अनेक सामूहिक प्रयासों एवं सूत्रपातों का वर्णन करते हुये लेखक द्वारा ध्यान दिलाया जाता है कि कैसे क्रमबद्ध खाद्य अपशिष्ट प्रबंध योजना से देश को वित्तीय लाभ हो सकता है। (विजय लाले)

प्रश्न-उत्तर भंडार : मुक्त स्रोत

- **सवालीराम परियोजना**
  सवालीराम परियोजना, प्रश्नों-उत्तरों एवं लेखों का ऑनलाइन भंडार है। टीआईएफआर, हैदराबाद ने इस पोर्टल को विकसित किया है। यह ऐसा मंच उपलब्ध कराता है जिस पर प्रश्नों के उत्तरों, लेखों के लिखने एवं विषय-वस्तु के विभिन्न भाषाओं में अनुवाद हेतु सामूहिक रुप से प्रयास किये जा सकें। एचबीसीएसई ने बालभारती (महाराष्ट्र सरकार के पाठ्यपुस्तक ब्यूरो) के साथ सहयोग में विज्ञान के भिन्न क्षेत्रों से प्रश्नों एवं उत्तरों का संकलन किया है। इस भंडार में एचबीसीएसई क्रियाकलाप ''शंका-समाधान'' (850 प्रश्न) से संग्रहित प्रश्न हैं। रिपोर्ट की अवधि के दौरान 80 नये प्रश्नों को जोड़ा गया। (विजय लाले(

हिंदी में विज्ञान शिक्षा

- **तारीखों में विज्ञान**
  तारीखों में विज्ञान (ISBN:978-81-951009-0-3) पुस्तक में कुछ प्रसिद्ध वैज्ञानिकों के जीवन एवं कार्यों का वर्णन किया गया है। इसके साथ ही पुस्तक में आरोही क्रम में विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी की महत्वपूर्ण घटनाओं का जिक्र है। इस लेख का उद्देश्य वैज्ञानिक साक्षरता को बढ़ावा देना एवं वैज्ञानिक मनोवृत्ति को प्रोत्साहित करना है (विशेष रुप से हिंदी माध्यम के छात्रों के मध्य)। इस कार्य से पता चलता है कि विज्ञान के इतिहास को बार-बार छात्रों एवं जनता को बताया जाना चाहिये क्योंकि इसका असीम शैक्षणिक मूल्य है। (के.के. मिश्र)

पैटर्न गणित

- **पेवमेंट पर टाइलों के .....?**
  इस लेख में लेखक द्वारा टाइलिंग की समस्या पर कार्य किया गया है। वे निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर देती हैं: यदि टाइलिंग को पोलिगन्स के दो या अधिक प्रकारों के साथ किया जाये तो क्या होगा? यदि टाइलिंग को अनियमित पोलिगन्स के साथ किया जाये तो क्या होगा? ऐसी टाइलिंग में ओवरलैप का क्या अर्थ है? (जयश्री सुब्रमणियन)

रसायनशास्त्र शिक्षा

रसायनशास्त्र शिक्षा सामग्री विकास

- **रसायनशास्त्र में लीफलैट तैयारी**
  रसायनशास्त्र में लीफलैट तैयारी – रसायनशास्त्र समूह ने अतीत की INChO समस्याओं में विभिन्न अणुओं के लिये लीफलैट्स को अपलोड किया है। पूर्ण लीफलैट्स की कुल संख्या 12 (अंग्रेजी वर्जन), 10 (हिंदी वर्जन), एवं 3 (मराठी वर्जन) है। इन्हें रसायनशास्त्र शिक्षा वेबसाइट पर अपलोड किया गया है। हिंदी एवं मराठी में अनुवाद कार्य जारी है। (सविता लडागे)

रसायनशास्त्र शिक्षा सामग्री विकास

- **रसायनिक यौगिकों के अद्भुत संसार**
  इस लेख में एचबीसीएसई में रसायनशास्त्र समूह द्वारा प्रारंभ की गई परियोजना का वर्णन किया गया है। इसका उद्देश्य कुछ रोचक यौगिकों (लेख द्वारा यौगिक इंडिगोटिन को प्रस्तुत किया जाता है) के लिये लीफलैट्स को विकसित करना है। इन विकसित लीफलैट्स (संख्या में 12) की सुगमता एचबीसीएसई की रसायनशास्त्र शिक्षा वेबसाइट से प्राप्त की जा सकती है। इन लीफलैट्स को हिंदी एवं मराठी भाषाओं में अनुवादित किया जा रहा है। (सविता लडागे)

एकीकृत शिक्षा

संसाधन-हीनता से ग्रस्त समुदायों के लिये इंस्ट्रक्शनल सामग्री

- **आनंदी**
  मासिक समाचारपत्र 'आनंदी' का प्रकाशन सितंबर, 2021 से प्रारंभ किया गया था। यह ग्रामीण भारत में 25 स्कूलों तक पहुंच रहा है। यह 13-15 वर्षों के आयु समूह के छात्रों के लिये है जो कोविड विश्वमारी के दौरान ऑनलाइन शिक्षा से वंचित रहे। इस समाचार पत्र का उद्देश्य विज्ञान एवं गणित जैसे विषयों में रुचि को विकसित करना है एवं उनके व औपचारिक शिक्षा के मध्य अंतर को पाटना है। (अस्मिता रेडीज(

अनुसंधान सुविधाएं

टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा, हैदराबाद

वैज्ञानिक बैलूनिंग

- **प्लॉस्टिक शून्य दवाब गुब्बारों की डिजायन एवं निर्माण**

  (1) शून्य दवाब प्लॉस्टिक गुब्बारे की डिजायन, निर्माण एवं आपूर्ति के कार्य किये। इसमें शैल के रुप में 20 माइक्रोन एंट्रिक्स फिल्म से निर्मित 5647 सीयू.एम. का वोल्यूम था। यह गुब्बारा, 140 किलोग्राम का वैज्ञानिक भार वहन कर सकता है एवं 21.33 किमी. की ऊंचाई तक पहुंच सकता है। इसे सर्वश्री कार्बन अनुसंधान रिकवरिंग एजेंसी (सीआरआरए), जापान को निर्यात किया गया है। इस गुब्बारे को अक्षांशों विशेषकर शीतित रेगिस्तानों के ऊपर उड़ाया जाना था। इसका उद्देश्य वायु सैंपलिंग द्वारा वायुमंडल से सीधे कार्बन-डाई-ऑक्साइड (सीओ2) को रिकवर करना था जो जलवायु परिवर्तन का मूल कारण है।

  (2) शून्य दवाब प्लॉस्टिक गुब्बारे की डिजायन, निर्माण एवं आपूर्ति के कार्य किये। इसमें 12892 सीयू.एम. का वोल्यूम था। इसमें 20 माइक्रोन एंट्रिक्स फिल्म का शैल के रुप में प्रयोग किया गया एवं 30 माइक्रोन एंट्रिक्स फिल्म का कैप के रुप में प्रयोग किया गया। इस गुब्बारे द्वारा 800 किलोग्राम के सस्पेंडिड भार का वहन किया जा सकता है एवं यह 18 किमी. की ऊंचाई तक जा सकता है। इसका निर्यात सर्वश्री स्पेस राइड, कनाडा को किया गया। इस गुब्बारे द्वारा 18 किमी. की ऊंचाई से रॉकेटों को लांच करने के लिए निर्मित किया गया था। (बुदुरु सुनील कुमार)

- **काइटून्स/वायुगतिक आकारित गुब्बारों का निर्माण**

  वोल्यूम 3.3 सीयू.एम. के चार (4) काइटून्स का निर्माण किया। इसमें 75 माइक्रोन्स एंट्रिक्स फिल्म का शैल के रुप में प्रयोग किया गया। वोल्यूम 9.9 सीयू.एम. के काइटून का निर्माण किया। इसमें 75 माइक्रोन एंट्रिक्स फिल्म का शैल के रुप में प्रयोग किया गया। वोल्यूम 22 सीयू.एम. के दो (2) काइटून्स का निर्माण किया। इसमें 75-माइक्रोन एंट्रिक्स फिल्म का शैल के रुप में प्रयोग किया गया। (बुदुरु सुनील कुमार)

- **रबर गुब्बारा प्रयोगों के लिए गुब्बारा एवं लांच सपोर्ट**

  टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा ने लांच सपोर्ट को उपलब्ध, सर्वश्री ध्रुवा स्पेस लिमिटेड के रबर गुब्बारा प्रयोगों के लिए कराया। इसका उद्देश्य उनके नवीन विकसित उपग्रह मॉड्यूल का परीक्षण करना था। कुल तीन (3) गुब्बारा प्रयोगों को उनके लिए संचालित जनवरी एवं फरवरी, 2022 के दौरान किया गया। इन प्रयोगों में टोटेक्स 2000 ग्राम रबर गुब्बारों का प्रयोग गुब्बारा सुविधा, हैदराबाद से किया गया। (बुदुरु सुनील कुमार)

- **500 शून्य दबाव गुब्बारा प्रयोग**

  2018 तक 500 से अधिक शून्य-दवाब गुब्बारा प्रयोगों को टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा, हैदराबाद से किया गया। इस उपलब्धि को यादगार बनाने के लिए एक अध्ययन कार्य को किया गया। इसमें वैज्ञानिक बैलूनिंग, 1999 से 2018 तक (20 वर्षों) संचालित गुब्बारा प्रयोगों (जिसका परिणाम प्रकाशन योग्य लेख की तैयारी में निकला) के सभी क्षेत्रों में हुए विकास कार्यों को शामिल किया गया। (डी. आनंद)

- **गुब्बारा वृद्धि के लिए नियंत्रण यंत्रीकरण (सीआईबीए)**

i. टेलिकमांड अपलिंक, गुब्बारा प्रयोग की सफलता में प्रमुख भूमिका का निर्वाह करती है। प्रयोग में लाया गया टेलिकमांड एंकोडर, पीसी आधारित था जहां सभी एंकोडिंग पीसी में की जाती है। इससे यह पीसी-निर्भर हो जाता है। इस निर्भरता को दूर करने के लिए एफपीजीए आधारित टेलिकमांड एंकोडर की डिजायन तैयार कर इसका विकास किया गया जहां सभी एंकोडिंग को एफपीजीए द्वारा किया जाता है। इस दौरान पीसी को सिर्फ कमांड भेजने के लिए प्रयोग में लाया जाता है। इसी तरह उपयोग में टेलिकमांड डिकोडर (जो कि ऑन-बोर्ड यूनिट है) का निर्माण अनेक पीसीबी बोर्डों पर डिसक्रीट IC's पॉप्युलेटिड का प्रयोग करके किया जाता है। आकार, भार एवं शक्ति को कम करने के उद्देश्य से डिकोडर का प्रयोग एक एफपीजीए का का उपयोग करके किया जाता है। एफपीजीए के प्रयोग से कार्यनिष्पादन में सुधार के अलावा असफलता की संभावना भी कम होती है। इन प्रणालियों की डिजायन एवं कार्यान्वयन के दौरान प्राप्त दक्षता से वैज्ञानिक बैलूनिंग में प्रयुक्त इलेक्ट्रॉनिक्स में व्यापक सुधार होगा। (डी. आनंद)

ii. वेंडर द्वारा आपूर्ति किये गये एस-मोड ट्रांसपोंडर के सॉफ्टवेयर द्वारा सिर्फ वर्तमान स्थिति की सूचना मिलती है (जीपीएस एवं अल्टिट्यूड एंकोडर)। इसमें स्थानीय कंप्यूटर में डाटा को स्टोर करने की महत्वपूर्ण सुविधा नहीं है जिससे दीर्घ अवधि में इसके कार्यनिष्पादन को प्रमाणिक करना कठिन हो जाता है। अत: एक सॉफ्टवेयर का विकास किया गया। यह पठन प्रारुप में ट्रांसपोंडर के जीडीएल90-प्रारुपित वाक्यों को डिकोड करता है एवं दर्शाता है। डिकोडिंग फर्मवेयर के साथ एलसीडी मॉड्यूल का भी विकास, सूचना को दर्शाने के लिए के लिए किया गया। इसने न सिर्फ नए-प्रापित एस-मोड ट्रांसपोंडर के कार्यनिष्पादन के विश्लेषण में महत्वपूर्ण भूमिका का निर्वाह किया अपितु यह उड़ानों में उपयोग किये जाने के पूर्व इसके कार्यनिष्पादन को समझने में भी सहायता करेगा। (बी.व्ही.एन. कपार्धी)

iii. स्टैंडअलोन स्वचालित मौसम स्टेशन (एडब्ल्यूएस) प्रणाली का विकास किया। इसका संस्थापन गुब्बारा लांच क्षेत्र में किया जाएगा जिसका उद्देश्य सतह वायु प्रतिमान एवं विभिन्न वायुमंडलीय पैरामीटरों का अध्ययनकिया जा सकेगा। पराध्वानिक वायु सेंसर, दवाब, तापमान एवं आर्द्रता (पीटीएच) सेंसर, द्रव्य क्रिस्टल डिसप्ले एवं सीक्योर डिजीटल (एसडी) मैमोरी कार्ड को माइक्रोकंट्रोलर के साथ इंटरफेस किया गया है। इसका उद्देश्य वास्तविक समय, अधिकतम, अल्पतम, औसत पीटीएच एवं वायु पैरामीटरों को दर्शाना है; इस सूचना को एसडी मैमोरी कार्ड में स्टोर किया जाता है जिससे साप्ताहिक एवं मासिक डाटा की पोस्ट-प्रोसेस में सहायता मिलेगी (धर्मेश त्रिवेदी)

iv. निम्न बाइट्रेट टेलिमेट्री प्रणाली का विकास किया गया है। इसमें इंटर-मेट रेडियोसोंडे, माइक्रोकंट्रोलर-आधारित इंटरफेस बोर्ड एवं लैबव्यू आधारित डिकोडिंग सॉफ्टवेयर का प्रयोग किया गया है। इसका उद्देश्य ऑनबोर्ड लोड लाइन टेलिकमांड एण्ड टाइमर स्टेटस सूचना के निम्न बिट रेट सीरियल डाटा को ग्राउंड रिसीविंग प्रणाली में रुपांतरित करना है। इसे मुख्य रुप से पेलोड के अभिविन्यास प्रकार में प्रयुक्त किया जाता है जहां फिजीकल केबल कनेक्शन की संभावना लोड लाइन पर मुख्य पेलोड एवं टेलिकमांड व टाइमर प्रणाली के मध्य नहीं होती है। इसका प्रयोग टोन टेलिमेट्री के स्थान पर किया जाएगा जो सिर्फ सीमित डाटा को टेलिमेट्री के रुप में भेजता है (धर्मेश त्रिवेदी)

v. आईसीएओ एवं डीजीसीए आवश्यकताओं की पूर्ति करने वाले उच्च ऊंचाई वैज्ञानिक बैलूनिग के लिए उपयुक्त स्पेशिफिकेशंस के साथ नए प्रगत मोड-एस एडीएस-बी आऊट, एटीसी-ट्रांसपोंडर्स

(एक्सपीडीआरएस) को सफलतापूर्वक एकीकृत व परीक्षित किया गया है; इसके अलावा **XPDRs** के लिए ऑनलाइन एवं ऑफलाइन विश्लेषण के लिए हाऊसकीपिंग डाटा की मॉनिटरिंग एवं स्टोरिंग के लिए इलेक्ट्रॉनिक्स का परीक्षण सफलतापूर्वक किया गया है। भिन्न मॉनिटरिंग यंत्रों पर सॉफ्टवेयर वर्णित रेडियो (एसडीआर) द्वारा एडीएस-बी रिसेप्शन सफल है। एडीएस-बी, एसडीआर एवं आईओटी से संबंधित कार्यों में विकास कार्यों का सफलतापूर्वक परीक्षण किया गया है (एस.के. कोली)

वायुमंडलीय एवं पर्यावरणीय विज्ञान

- **वायुमंडलीय ऐरोसोल्स एवं ट्रेस गैसें**
  टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा द्वारा विभिन्न ऐरोसोल्स यंत्रों का प्रचालन हो रहा है। इनमें भारत पर ऐरोसोल विकिरणी फोर्सिंग के अंतर्गत हैदराबाद पर कॉलमनर ऐरोसोल प्रकाशिक डैप्थ (एओडी) के लिए सतह स्तर ब्लैक कार्बन एवं बहु तरंगदैर्ध्य रेडियोमीटर (एमडब्ल्यूआर) के लिए एथेलोमीटर शामिल हैं। इनका प्रयोग एसपीएल-व्हीएसएससी के साथ संयुक्त रुप में हो रहा है। गुब्बारा सुविधा द्वारा आईआईसीटी-हैदराबाद के साथ सहयोग में उनके वायुमंडलीय ट्रेस गैसेस - रसायनशास्त्र, ट्रांसपोर्ट एवं मॉडलिंग (एटीसीटीएम) परियोजना के अंतर्गत सतह स्तर पर ट्रेस गैसों (ओजोन, सल्फर डाइआक्साइड, नाइट्रस आक्साइड, कार्बन मोनोआक्साइड, सौर विकिरण) के मापन हेतु सहायता उपलब्ध कराई जाती है। (बुदुरु सुनील कुमार)

आयनोस्फेयर भौतिकीय गुणधर्म

- **विशाल ऑयनोग्राम्स डाटा विश्लेषण के लिए स्वचालित CADI's ऑयनोग्राम स्केलिंग सॉफ्टवेयर टूल**
  ऑयनोस्फेरिक लक्षणों (जैसे कि अल्पतम आवृत्ति, वास्तविक ऊंचाई, महत्वपूर्ण आवृत्ति, एवं विभिन्न परतों की शीर्ष ऊंचाई) से ऑयनोस्फेयर में अभिलक्षणों एवं वैरिएबिलिटीज का पता चलता है। कैनाडियन प्रगत अंकीय ऑयनोसोंडे, उच्च आवृत्ति, ऑयनोस्फेयर जांच प्रणाली है। अंकीय ऑयनोग्राम्स की हस्त नपाई, कठिन एवं समय-व्यतीत करने वाला कार्य है। अत: स्वचालित स्केलिंग सॉफ्टवेयर टूल्स का प्रयोग ऑयनोस्फेरिक लक्षणों की स्केलिंग के लिए किया जाता है। ऑटो स्केलिंग सॉफ्टवेयर टूल को प्रस्तावित कर विकास, ओपन स्रोर्स प्लेटफॉर्म (पाइथोन) पर किया जो मशीन ज्ञानार्जन तकनीक पर आधारित है। 2014-15 के दौरान रिकार्डिड निम्न अक्षांश स्टेशन (Lat: 17.47^{0}N, long: 78.57^{0}E) को प्रस्तावित मॉडल पर कार्यनिष्पादन के मूल्यांकन हेतु विचार किया जाता है। क्रमश: अल्पतम आवृत्ति एवं वास्तविक ऊंचाई में 0.36 एमएचजैड एवं 11.72 किमी. की मीन एब्स्यूलूट त्रुटि (एमएई) एवं 0.7 एमएचजैड व 22.36 किमी. की रुट मीन स्क्वेयर त्रुटि (आरएमएसई) से प्रस्तावित मॉडल कार्यनिष्पादन का पता चलता है। (टी. वेंकटेश्वरा राव)

पैलेट्रॉन रेखीय सुविधा

- पैलेट्रॉन लाइनेक सुविधा (पीएलएफ), संयुक्त टीआईएफआर-बीएआरसी सुविधा है। यह वर्ष 2021-22 में वैज्ञानिक रुप से गतिशील व लाभदायक सिद्ध हुयी। कुल 36 प्रयोगों को किया गया जिसमें रेखीय बूस्टर के साथ किये गये 10 प्रयोग शामिल थे। इस दौरान H, Li, B, C, , F, Si, S and Cl बीमों का प्रयोग किया गया। प्रयोक्ता समुदाय के हितों को ध्यान में रखकर 48Ti बीम के साथ परीक्षणों को सफलतापूर्वक किया गया। इनका उद्देश्य यील्ड का विश्लेषण एवं त्वरण में वृद्धि के लिये रेखीयता में स्वीकृति प्राप्त

करना था। इस सुविधा में अनुसंधान कार्य से ~27 प्रकाशन अंतर्राष्ट्रीय जर्नलों में हुये हैं। इसके साथ ही इस वर्ष 5 पीएच.डी शोध-प्रबंधों को जमा किया गया है।

- **पैलेट्रॉन रेखीय सुविधा (पीएलएफ) – इंस्ट्रूमेंटेशन से संबंधित विकासात्मक क्रियाकलाप**
  भिन्न नियंत्रण प्रणालियों का निरंतर उन्नयन कार्यनिष्पादन में सुधार के लिये किया जाता है। बीम प्रोफाइल मॉनिटर, महत्वपूर्ण बीम डॉयग्नोस्टिक घटक है। नये सूक्ष्मनियंत्रक आधारित ड्राइवर का विकास बीपीएम मोटर के लिये सरल घूर्णन के लिये उन्नत सिग्नल-टू-नाइस अनुपात एवं घटित ड्राइविंग पॉवर आवश्यकता के साथ किया गया है। लाइनेक में प्रत्येक रेसोनेटर कैविटी, युग्मक के साथ सज्जित है। यह आरएफ पॉवर की फीडिंग एवं आवृत्ति समायोजन (~few kHz) हेतु ट्युनर के लिये है। दोनों कप्लर्स एवं ट्युनर्स को क्रॉयोस्टेट के शीर्ष पर आरोहित स्टैपर मोटर्स द्वारा नियंत्रित किया जाता है। 16-चैनल उच्च टॉर्क, स्टैपर मोटर नियंत्रक की डिजायन को ट्युनर/कपलर मूवमेंट के लिये तैयार किया गय है। यह ए4988 स्टैपर मोटर ड्राइवर पर आधारित है एवं इसमें माइक्रो-स्टैपिंग विशेषता है। इस कंट्रोलर को क्रियान्वित किया गया है। इसमें सिलिकॉन लैब मेक C8051F020 सूक्ष्मनियंत्रक मॉड्यूल का प्रयोग किया गया है। इसमें पृथक चैनल, मोटर मूवमेंट डाइरेक्शन (फारवर्ड/रिवर्स), स्पीड वैरिएशन, लिमिट फीडबैक डिसप्ले एवं रिमोट कम्युनिकेशन के चयन के लिये प्रावधान हैं। दो यूनिटों की डिजायन तैयार कर उन्हें असेंबल एवं संस्थापित किया गया है।

- **दीर्घ अर्ध-जीवनों के अध्ययन के लिये नया बीम चॉपर**
  गामा स्पेक्ट्रोस्कोपी में जीवनकालों के मापन, नाभिकीय भौतिकी में महत्वपूर्ण टूल है। जहां अत्यंत लघु (माइक्रोसेकेण्ड से कम) या अपेक्षाकृत दीर्घ (घंटों या अधिक) जीवनकालों का मापन परंपरागत तकनीकों से किया जा सकता है, वहीं मिलीसेकेण्ड्स से मिनिटों की रेंज में जीवनकालों द्वारा विशिष्ट चुनौती को पेश किया जाता है। परिवर्तनीय लघु कूलिंग-अवधि की आवश्यकता मापनों के लिये, बीम पल्स के साथ विकिरण के पश्चात होती है। इसे नये बीम चॉपर का प्रयोग करके प्राप्त किया जाता है जो बीमलाइन स्टीयरर चुंबक की उच्च करेंट पॉवर सप्लाई को नियंत्रित, स्क्वेयर वेब आऊटपुट के साथ करता है। यह निकटतम टैंटेलम स्लिट तक बीम को दूर करने के लिये वांछित समय विंडो के संगत है। दोनों उच्च/निम्न वोल्टता स्तरों (जो बीम डिफ्लेक्शन की मात्रा का निर्धारण करते हैं) एवं प्रत्येक वोल्टता स्तर (मिलीसेकेण्ड्स से मिनिटों तक जो बीम ऑन / आफ अवधि का निर्धारण करते हैं) प्रोग्रामेबिल हैं। बीमा को होरिजोंटल या वर्टिकल दिशा में डिफ्लेक्ट, एक्स या वाई स्टीयरर पॉवर सप्लाई का प्रयोग करके किया जा सकता है। बीम चॉपर का परीक्षण 45 MeV ^{12}C बीम के साथ किया गया। इसका उद्देश्य आइसोमर-क्षय एवं ^{139}Ce के बीटा क्षय का अध्ययन करना था जिसे $^{12}C+^{130}Te$ में उत्पन्न किया जाता है।

- **लक्ष्य प्रयोगशाला**
  लक्ष्य प्रयोगशाला द्वारा पीएलएफ में प्रयोक्ता प्रयोगों एवं अन्य राष्ट्रीय त्वरक सुविधाओं के लिये भी मूल्यवान सहायता उपलब्ध कराया जाना जारी है। लक्ष्य फॉयल्स (~ 200) के प्रकार को प्रयोक्ता की आवश्यकता के अनुरुप तैयार किया गया जिसमें कुछ समृद्ध लक्ष्य (116,120,124Sn, 57Fe) शामिल थे। मोटाई 1 mg/cm2 के बोरोन (बी10 एवं बी11) लक्ष्यों को पहली बार इलेक्ट्रॉन गन सैटअप के साथ तैयार किया गया। पैलेट्रॉन टर्मिनल के लिये 4ug/cm2 की मोटाई के स्ट्रीपर ~300 DLC (डायमंड जैसे कार्बन) फॉयल्स को लिफ्ट किया जाता है। इसके अलावा व्हीईसीसी (कोलकाता) में प्रयोगों के लिए कॉपर

एवं कैडमियम लक्ष्यों एवं फोटिया के लिये 6ug/cm2 की मोटाई के 170 कार्बन स्ट्रिपर फॉयल्स को तैयार किया गया।

- **एनबी रेसोनेटर एवं संबंधित अवसंरचना विकास**
  एनबी क्वार्टर तरंग रेसोनेटर (क्यूडब्ल्यूआर) का विकास जारी है। प्रोटोटाइप एसएस एवं ओएफएचसी क्यूडब्ल्यूआर का निर्माण बीएआरसी के साथ सहयोग में किया जा रहा है। रेसोनेटर्स के क्षेत्र मापन के लिये बीड परीक्षण सैटअप को सूक्ष्म नियंत्रण मूवमेंट के साथ तैयार किया गया है। एनबी कैविटी प्रोसेसिंग के लिये क्लीन रुम की स्थापना की गयी है। एनबी की हाइड्रोजन आऊटगैसिंग के लिये वैक्यूम फर्नेस में परीक्षणों को किया जा रहा है। (वंदना नानल)

राष्ट्रीय उच्च क्षेत्र एनएमआर सुविधा

- इस सुविधा में दो उच्च क्षेत्र एनएमआर स्पेक्ट्रोमीटर्स हैं। ये ब्रूकर एवांस नियो 800 एमएचजैड (क्रॉयो प्रॉब के साथ) एवं एजिलेंट 600 एमएचजैड (बहुनाभिकीय जांच के साथ) हैं। इस सुविधा ने एनएमआर सेवाओं को इन-हाऊस स्नातक छात्रों एवं शैक्षणिक संस्थानों के प्रयोक्ताओं व साथ ही उद्योग जगत को दी हुयी अवधि व एवं लॉकडाउन अवधि के दौरान भी उपलब्ध कराना जारी रखा है। चूंकि विजिटर्स का संस्थान में प्रवेश तीन माहों के लिये मना था, अत: उन्हें कूरियर से सैंपलों को भेजने के लिये प्रोत्साहित किया गया। बीएआरसी (बीओडी, रेडियोफॉर्मेस्युटिकल्स, रेडियोरसायनशास्त्र, आरपीडी, एफटीडी, पीडीडी, रसायनशास्त्र, एनएबीटी, आरबीएचएस) के अनेक वैज्ञानिकों ने जून, 2021 से निरंतर एनएमआर सुविधा का प्रयोग किया है। यह वर्तमान में भी जारी है जब लॉकडाउन में छूट दी गयी और विजिटर्स को संस्थान में आने की अनुमति दी गयी। इस सुविधा को उद्योगों एवं शैक्षणिक संस्थानों से एनएमआर को करने के लिये बड़ी संख्या में निवेदन प्राप्त हो रहे हैं एवं उनकी आवश्यकताओं की पूर्ति की योजना आगामी माहों में है। इसके अलावा इस सुविधा द्वारा चौबीसों घंटे इन-हाऊस अनुसंधानकर्ताओं को एनएमआर सेवाएं उपलब्ध कराया जाना अनिवार्य है। (ममता जोशी)

संस्थान की भविष्य की एवं जारी परियोजनाएं

टीआईएफआर प्रणाली में व्यक्तिगत परियोजना प्रभारियों द्वारा अपनी रुचि के क्षेत्रों में कार्य करना एवं अपने अनुसंधान निष्कर्षों को प्रमुख पीयर-रिव्यूड जर्नलों में प्रकाशित करवाना जारी रहेगा। औसतन टीआईएफआर एवं केंद्रों द्वारा लगभग 1000 अनुसंधान पेपरों को प्रति वर्ष ऐसे जर्नलों में प्रकाशित करवाया जाता है। यह आगामी वर्ष में भी अपेक्षित है। इसके अलावा टीआईएफआर द्वारा अनेक कार्यक्रमों को विज्ञान शिक्षा एवं आऊटरीच में चलाया जाता है। इसके उदाहरणों में विज्ञान ओलंपियाड शामिल हैं जिसका सामान्य रुप में जारी रहना अपेक्षित है।

संस्थान की प्रमुख विज्ञान परियोजनायें निम्नानुसार हैं:

1. **अंतर्राष्ट्रीय स्क्वेयर किलोमीटर ऐरे परियोजना में भारत की प्रतिभागिता:** एनसीआरए ने स्क्वेयर किलोमीटर ऐरे में भारतीय परियोजना में नेतृत्व करना जारी रखा। यह बहुराष्ट्रीय सहयोगात्मक परियोजना है जिसका उद्देश्य आगामी पीढ़ी के ऐसी रेडियो दूरदर्शियों की डिजायन तैयार करना व उनका निर्माण करना है जो किसी विद्यमान सुविधा की तुलना में 50 गुना अधिक संवेदनशील होंगी। जुलाई, 2018 में टेलिस्कोप मैनेजेर वर्क पैकेज (जिसका एनसीआरए ने नेतृत्व भिन्न एसकेए सदस्य देशों के 6 अन्य संगठनों एवं भारतीय उद्योग के साथ साझीदारी में किया) की महत्वपूर्ण डिजायन समीक्षा (सीडीआर) की सफल पूर्णता के बाद भारतीय टीम ने पूर्व प्रोटोटाइपिंग क्रियाकलापों में महत्वपूर्ण प्रगति की है। इसी दौरान एसकेए के निर्माण चरण में भारतीय प्रतिभागिता के लिये अंतिम डीपीआर को तैयार करने की योजनायें तैयार की जा रही हैं। इन्हें भारत सरकार के अनुमोदन के लिये शीघ्र ही जमा किया जायेगा। इसके साथ ही एसकेए परियोजना के दीर्घ-कालीन भविष्य प्रबंध के लिये स्थापित किये जा रहे अंतर्राष्ट्रीय ट्रीटी संगठन में भारत के शामिल होने के लिये अनुमोदन प्राप्त करने का प्रयास किया जायेगा। (संपर्क व्यक्ति: यशवंत गुप्ता)

2. **लेजर इंटरफेरोमीटर गुरुत्वीय-तरंग आब्जर्वेटरी (लीगो) अनुसंधान:** लीगो अनुसंधान को लीगो वैज्ञानिक सहयोग (एलएचसी) द्वारा किया जाता है एवं एलएचसी में भारतीय प्रतिभागिता को गुरुत्वीय तरंग निरीक्षण (इंडिगो) द्वारा किया जाता है। द्विआधारी न्युट्रॉन तारा मर्जर (जीडब्ल्यु170817) से गुरुत्वीय तरंगों एवं विद्युतचुंबकीय विकिरण के प्रथम संयुक्त संसूचन ने अद्वितीय जानकारियों को भौतिकी, खगोलविज्ञान एवं कॉस्मोलॉजी के अनेक पहलुओं के संबंध में उपलब्ध कराया। इन विकास कार्यों से गुरुत्वीय तरंग खगोलविज्ञान के नये युग का सूत्रपात हो रहा है। (संपर्क व्यक्ति: बाला अय्यर)

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, मॉनिटरिंग, विश्लेषण, संसूचक हार्डवेयर निर्माण एवं ग्रिड कंप्युटिंग शामिल हैं। टीआईएफआर ग्रिड कंप्युटिंग सुविधा ने प्रमुख भूमिका का निर्वाह दोनों संघट्टन एवं मोंटे कार्लो डाटा समूहों की प्रोसेसिंग में किया है। (संपर्क व्यक्ति: शशि आर. दुगाड, कजरी मजूमदार, गोबिंदा मजूमदार, मनोरंजन गुचैत)

4. **अंतर्राष्ट्रीय पल्सर टाइमिंग ऐरे (आईपीटीए) में भारत की प्रतिभागिता:** लीगो-वर्गो कंसोर्टियम द्वारा स्टैलर मॉस ब्लैक होल्स एवं न्युट्रॉन तारों की मर्जिंग से हेक्टो-हर्ट्ज गुरुत्वीय तरंगों के निरीक्षणों से गुरुत्वीय तरंग खगोलविज्ञान में नये युग का सूत्रपात हुआ है। अंतर्राष्ट्रीय पल्सर टाइमिंग ऐरे (आईपीटीए) द्वारा नैनो-हर्ट्ज गुरुत्वीय तरंगों के सीधे संसूचन के लिये जारी अंतर्राष्ट्रीय प्रयासों में प्रतिनिधित्व किया जाता है। ऐसी गुरुत्वीय तरंगों की उत्पत्ति भारी ब्लैक होल पेयर्स के संघट्टन के दौरान होती है जिनका निर्माण आकाशगंगाओं के विलयन के कारण होता है। पल्सर टाइमिंग ऐरेस द्वारा मिलिसेकेण्ड पल्सरों के

ऐरे से रेडियो पल्सों के अत्यंत नियमित स्ट्रिंग्स का निरीक्षण किया जाता है। इस दौरान अनेक श्रेष्ठ रेडियो दूरदर्शियों का प्रयोग किया जाता है जिसमें टीआईएफआर की यूजीएमआरटी शामिल है। इन सहयोगात्मक प्रयासों द्वारा आकाशगंगा के आकार के गुरुत्वीय तरंग संसूचक का निर्माण हो रहा है जिसकी आवश्यकता नैनो-हर्ट्ज गुरुत्वीय तरंगों के प्रत्यक्ष संसूचन के लिये है। भारतीय अनुसंधानकर्ताओं की अत्यंत सक्रियता आईपीटीए कंजोर्टियम के अनेक कार्यकारी समूहों में है एवं हमारे स्वयं के प्रयास को इनपीटीए प्रयोग कहा जाता है। (संपर्क व्यक्ति: भाल चंद्र जोशी)

5. **भारत-स्थित न्युट्रीनो आब्जर्वेटरी (आईएनओ) के लिये भौतिकी विश्लेषण समन्वयन:** भारत-स्थित न्युट्रीनो आब्जर्वेटरी (आईएनओ), प्रस्तावित बृहत्-विज्ञान प्रयोग है। इसका उद्देश्य वायुमंडलीय न्युट्रीनोस का अध्ययन करना है व इसका प्रमुख लक्ष्य न्युट्रीनो द्रव्यमान क्रमण का निर्धारण करना है। हालांकि न्युट्रीनोस के अनेक गुणधर्मों (कण भौतिकी के मानक मॉडल के परे सहित) का यहां अन्वेषण किया जा सकता है। इसके साथ ही डार्क मैटर व चुंबकीय मोनोपोल्स जैसी नयी भौतिकी के लिये खोजों को को किया जा सकता है एवं पृथ्वी की आंतरिक संरचना की भी जांच की जा सकती है। इन अन्वेषणों के लिये आईएनओ की भौतिकी संभाव्यता को क्वांटिफाई करने के लिये सिमुलेशंस एवं एल्गोरिथ्म्स के रोबस्ट समूह का विकास न्युट्रीनो भौतिक वैज्ञानिकों द्वारा अनेक भारतीय संस्थाओं में किया जा रहा है। इन सभी समूहों एवं उनके भौतिकी विश्लेषणों के मध्य क्रियाकलापों का समन्वयन टीआईएफआर, मुंबई के प्रो. अमोल दिघे एवं पीआरएल, अहमदाबाद के प्रो. श्रुवावती गोस्वामी द्वारा किया जा रहा है। (संपर्क व्यक्ति: अमोल दिघे)

6. **भूमि-स्थित निकट अवरक्त खगोलविज्ञान:** अनुसंधानकर्ताओं की संलग्नता निकट अवरक्त (1 से 3.7 माइक्रोन) खगोलविज्ञान प्रयोगों में है जिसका उद्देश्य तारा निर्माण एवं अन्य खगोलभौतिकीय फेनोमेना का अध्ययन करना है। अनुसंधानकर्ताओं ने निकट अवरक्त स्पेक्ट्रोग्रॉफ एवं इमेजर्स के आर्ट की तीन अवस्थाओं को विकसित किया : टीआईआरकैम2 (3.6 मीटर देवस्थल, नैनीताल के प्रकाशिक दूरदर्शी (डीओटी) के साइड पोर्ट पर माउंटिड); टीआईआरएसपीईसी (लद्दाख के हानले में 2 मीटर हिमालयन चंद्रा दूरदर्शी के साइड पोर्ट पर माउंटिड); एवं डीओटी पर माउंटिड टैनस्पैक। इसका उद्देश्य निकट अवरक्त बैंड में खगोलविज्ञान अनुसंधान करना है। इन यंत्रों ने भारतीय खगोलविज्ञान समुदाय को निकट अवरक्त बैंड में विश्व स्तरीय सुविधायें उपलब्ध करायी हैं। इन यंत्रों का प्रयोग करके बड़ी संख्या में वैज्ञानिक पेपरों का प्रकाशन पिछले एक वर्ष के दौरान किया गया है। चूंकि टीआईआरएसपीईसी यंत्र परियोजना अपने प्रारंभ के 11 वर्षों को पूर्ण करेगी अत: अनुसंधानकर्ताओं की योजना वर्तमान योजना अवधि के दौरान तीव्र रीडआऊट विज्ञान ग्रेड ऐरे हवाई-1आरजी (एच1आरजी) में टीआईआरएसपीईसी का उन्नयन करने की है। (संपर्क व्यक्ति: देवेंद्र के. ओझा)

7. **मल्टी-ऑब्जेक्ट अवरक्त स्पेक्ट्रोमीटर के लिये कंफिगुरेबिल स्लिट यूनिट का विकास:** कंफिगुरेबिल स्लिट यूनिट (सीएसयू) की वर्तमान में डिजायन तैयार की जा रही है। इसे बहु-लक्ष्यीय अवरक्त स्पेक्ट्रोग्रॉफ के लिये तैयार किया जा रहा है जिसका निर्माण भारत में 3.6 मीटर देवस्थल प्रकाशिक दूरदर्शी के लिये किया जाना है। सीएसयू की डिजायन को डीओटी की दृष्टि में 9.1'x9.1' क्षेत्र में 5 प्रकाशिक स्लिट्स के निर्माण के लिये तैयार किया गया है। 120" चौड़ाई की प्रत्येक स्लिट का निर्माण विरोधी बार्स के युग्म द्वारा किया जाता है जिन्हें संसूचक की दृष्टि के क्षेत्र में किसी वांछित अवस्थिति में स्लिट के निर्माण के लिये पोजिशन किया जा सकता है। संपूर्ण सीएसयू को 120 K के निम्नतापीय तापमान के संचालन के लिये डिजायन किया जा रहा है। स्लिट की गति एवं स्पष्ट पोजिशनिंग को फीडबैक नियंत्रित लूप में पीजो-वॉकर्स के प्रयोग क्रियान्वित किया जाता है। पीजो-वॉकर्स के लिये नियंत्रक एवं सीएसयू के लिये फीडबैक नियंत्रण पोजिशन-सेंसिंग लूप की डिजायन इन-हाऊस तैयार की गयी है। सीएसयू के कक्ष-

तापमान मूवमेंट एवं यांत्रिकीय सैटअप के प्रारंभिक निम्न-तापमान परीक्षण को प्रयोगशाला में सफलतापूर्वक पूरा किया गया है। द्रव्य नाइट्रोजन तापमान में सीएसयू के प्रकाशिक परीक्षणों एवं मूवमेंट को वर्तमान में डिजायन किया जा रहा है एवं इन्हें भविष्य में संचालित किया जायेगा। (संपर्क व्यक्ति: भास्वती मुखर्जी)

8. **अवरक्त स्पेक्ट्रोस्कोपिक इमेजिंग सर्वेक्षण (आईआरएसआईएस) पेलोड के प्रयोगशाला मॉडल की पूर्णता:** अनुसंधानकर्ताओं ने ~100 के स्पेक्ट्रल विभेदन एवं ~10 arcsec के स्पेटियल विभेदन के साथ एनआईआर वेबलैंग्थ में गैलेक्सीय प्लेन के स्पेक्ट्रोस्कोपिक सर्वेक्षण को प्रस्तुत किया है। इसरो की आवश्यकताओं के अनुरुप अवरक्त स्पेक्ट्रोस्कोपिक इमेजिंग सर्वेक्षण (आईआरएसआईएस) पेलोड के प्रयोगशाला मॉडल (भारतीय लघु उपग्रह अभियान के लिये एनआईआर स्पेक्ट्रोमीटर) का सफलतापूर्वक निर्माण 2-बैंड प्रकाशिक फाइबर-फैड स्पेक्ट्रोमीटर की संभाव्यता के प्रदर्शन के लिये किया जा रहा है। इस यंत्र का संचालन 1.7 से 6.4 माइक्रोन वेबलैंग्थ रेंज के मध्य होगा एवं यह अपने दो वर्ष के जीवनकाल के दौरान गैलेक्सीय प्लेन सहित पूरे आसमान के 50 प्रतिशत का निरीक्षण करेगा। आईआरएसआईएस प्रयोगशाला मॉडल के कार्यनिष्पादन पर विस्तृत रिपोर्ट को पहले ही इसरो (अंतरिक्ष विज्ञान अधिकारी) को फरवरी, 2021 में आगे के अनुमोदन के लिये जमा किया जा चुका है। आईआरएसआईएस के प्रयोगशाला मॉडल के सफल प्रदर्शन के बाद इस पेलोड के लिये इंजीनियरिंग एवं उड़ान मॉडलों को इसरो द्वारा डिजायन समीक्षा के बाद प्रारंभ किया जायेगा। (संपर्क व्यक्ति: देवेंद्र के. ओझा)

9. **गुब्बारों का प्रयोग करके दूरस्थ अवरक्त खगोलविज्ञान :** दूरस्थ अवरक्त खगोलविज्ञान प्रयोग को टीआईएफआर-निर्मित 100 सेमी. अर्पेचर गुब्बारा-वाहित दूरदर्शी का प्रयोग करके किया जाता है। इसका भार लगभग 1 टन है। इसका प्रयोग फोकल प्लेन यंत्र, फैब्री पैरट स्पेक्ट्रोमीटर (एफपीएस) के वहन के लिये किया जा रहा है। इसे जापान में विकसित 158 माइक्रोन्स पर खगोलवैज्ञानिक रुप से महत्वपूर्ण (सी ।।) लाइन के अनुरुप ट्यून किया गया है। भविष्य के स्पेक्ट्रोमीटरों का प्रयोग 34 माइक्रोन्स पर (एसआई ।।) लाइन की जांच के लिये किया जा सकता है। अनुसंधानकर्ताओं द्वारा वर्तमान एफपीएस को नये एफपीएस में उन्नयन किया जा रहा है जिससे उच्चतर स्पेटियल (≤ 40 arcsec) एवं स्पेक्ट्रल विभेदन (R ~ 10,000) की उपलब्धता होगी। इससे अनुसंधानकर्ताओं को तारा-निर्माणकारी क्षेत्रों में (सी ।।) के साथ जांची गयी गैस ज्यामिति एवं गतिकी के अध्ययन में सुलभता होगी। अत: इस अध्ययन से भारी तारा निर्माण एवं मेघ-मेघ एवं / या फिलामेंट-फिलामेंट संघट्टनों के मध्य संबंध का प्रत्यक्ष रुप से खुलासा होगा जिनका अप्रत्यक्ष रुप से उल्लेख भारी तारा निर्माण की संभावित प्रक्रियाओं के रुप में हुआ है। (संपर्क व्यक्ति: देवेंद्र के. ओझा)

10. **हैगर दूरदर्शी ऐरे के साथ अत्यंत उच्च ऊर्जा गामा किरण निरीक्षण:** हैगर दूरदर्शी ऐरे में सात वायुमंडलीय चेरेनकोव दूरदर्शियां शामिल हैं। यह लद्दाख के हानले में (ऊंचाई: 4270 किमी.) सितंबर, 2008 से प्रचालित है। अनेक खगोलविज्ञानी स्रोतों के निरीक्षणों को वर्ष के दौरान किया गया। अनेक ब्लेजर कक्षा सक्रिय गैलेक्सीय नाभिक (जैसे Mkn 421, Mkn 501, 1ES 1218+304, 1ES 1959+650, 1ES 2344+514) एवं गैलेक्सीय पिंडों (जैसे क्रैब, गैमिंगा एवं फर्मी उपग्रह द्वारा संसूचित कुछ पल्सरें) को निरीक्षित किया गया। इसके अलावा अनेक परीक्षणों को डाटा में सिस्टेमेटिक्स के अनुमान के लिये किया गया। डाटा के कुल 785 घंटों का संग्रह इस वर्ष किया गया। विभिन्न स्रोतों पर डाटा का विश्लेषण जारी है। (संपर्क व्यक्ति: व्ही.आर. चिटनिस)

11. **4-एम कक्षा वायुमंडलीय चेरेनकोव दूरदर्शी के लिये 256-पिक्सेल एसआईपीएम कैमरे का विकास**

पूर्ण 256-पिक्सेल एसआईपीएम (हमास्तु से S13361-3050AS-4) के प्रोटोटाइप 64-पिक्सेल वर्जन का विकास किया गया। इस लघु कैमरे के फ्रंट-एण्ड में चारों मॉड्युल्स का अलग-अलग परीक्षण प्रयोगशाला परीक्षण सैट-अप का प्रयोग करके किया गया। इन परीक्षणों ने संतोषजनक परिणामों को रेखीय गतिक रेंज (1600 फोटोइलेक्ट्रॉन तक 3 प्रतिशत गैर-रेखीयता), एकल फोटोइलेक्ट्रॉन पर एस/एन अनुपात)~6 @ SiPM overvoltage of 3V), तापमान में परिवर्तन (3% over -20 to +30 ˚C) के कारण गेन वैरियेशन आदि के संबंध में दिया। 100 पिक्सेल सेंसरों से अधिक के अभिलक्षणन को पूर्ण किया गया एवं डाटा का उपयोग मॉडयूल परीक्षण के लिये किया गया। कैमरे के बैक-एण्ड का भी अलग से परीक्षण पल्स जेनरेटर सिग्नल का प्रयोग करके इसके विभिन्न प्रकार्यों के लिये किया गया। इनमें हार्डवेयर के ऑफसैट एवं टाइमिंग कैलिब्रेशंस, ट्रिगर जेनरेशन, सिग्नल पल्स डिजीटाइजेशन @1GSPS एवं रिकार्डिंग शामिल थे। इसके साथ ही मल्टी-नोडल जीयूआई-आधारित बैक-एण्ड सॉफ्टवेयर कार्यक्रमों को विकसित किया गया जो कैमरा डाटा को नियंत्रित करते हैं, निगरानी करते हैं एवं प्राप्त करते हैं। लघु-कैमरे के एकीकृत कार्यनिष्पादन का मूल्यांकन पूर्ण रुप में हो रहा है जिसमें प्रयोगशाला सैट-अप का प्रयोग हो रहा है। इसके बाद इसे टैक्टिक दूरदर्शी के वर्टेक्स घटक के साथ परीक्षण के लिये माउंट आबू ले जाया जायेगा। (संपर्क व्यक्ति: व्ही.आर. चिटनिस)

12. **एंटीप्रोटोन एवं ऑयन अनुसंधान (फेयर) सहयोग के लिये सुविधा :** टीआईएफआर, फेयर (एंटीप्रोटोन एवं ऑयन अनुसंधान के लिये सुविधा) सहयोग में प्रतिभागी संस्थाओं में एक है। यह सुविधा, विश्व में सबसे बड़ी अंतर्राष्ट्रीय अनुसंधान सुविधाओं में एक होगी जिसे डर्मस्टैड्ट, जर्मनी में स्थापित किया जा रहा है। 50 देशों के लगभग 3000 वैज्ञानिकों द्वारा बिग बैंग से वर्तमान तक यूनिवर्स के पदार्थ की संरचना एवं क्रमविकास का अध्ययन इस सुविधा का प्रयोग करके किया जायेगा। फेयर में सभी अनुसंधान क्रियाकलापों को चार प्रयोगात्मक कार्यक्रमों में उपविभाजित किया गया है : संपीड्य बैरियोनिक पदार्थ (सीबीएम), नाभिकीय संरचना, खगोलभौतिकी एवं अभिक्रियायें (एनयूएटीएआर), परमाणु, प्लॉज्मा भौतिकी एवं अनुप्रयोग (एपीपीए) एवं डर्मस्टैड्ट में एंटीप्रोटोन एनहिलेशन (पीएएनडीए)। (संपर्क व्यक्ति: रुद्रज्योति पालित)

13. **क्वांटम कंप्युटिंग एवं सूचना प्रोसेसिंग के लिये हार्डवेयर के रुप में अतिचालन सर्किट्स :**

(i). *मल्टी-मोडल क्वांटम सर्किटों में इंजीनियरिंग क्रॉस रेसोनेंस अन्योन्यक्रिया*

क्वांटम कंप्यूटरों द्वारा क्वांटम यांत्रिकीय फेनोमेना को लेवरेज किया जाता है जिसका उद्देश्य व्यावहारिक रुपों में सामान्य कंप्यूटरों द्वारा हल न की जा सकने वाले समस्याओं को हल करने के लिये सूचना को मैनिपुलेट करना है। अतिचालन क्युबिट्स, बेहतर क्वांटम कंप्युटर के निर्माण के लिये दौड़ में प्रभावी मंच बन चुके हैं। हालांकि अधिकांश आर्किटेक्चर्स में सिर्फ निकटतम-नेवर युग्मन होता है जो मल्टी-क्युबिट प्रोसेसर के कार्यनिष्पादन को बाधित करता है। अनुसंधानकर्ताओं ने वैकल्पिक आर्किटेक्चर को प्रस्तुत किया जिसने बहु-मोडल यंत्रों का प्रयोग निर्माणकारी ब्लॉक्स के रुप में बड़े अतिचालन क्वांटम प्रोसेसर के लिये श्रेष्ठ कनेक्टिविटी के साथ किया। अनुसंधानकर्ताओं ने पूर्व में तीव्र, उच्च-फीडेल्टी बहु-क्युबिट गेट्स को निष्पादित कर सकने वाले बहु-मोडल सर्किटों पर आधारित तीन-क्युबिट डिजायन का प्रदर्शन किया था। वर्तमान कार्य में बहु-मोडल सर्किट के दो-क्युबिट वर्जन (जिसमें श्रृंखला में दो जोसफसन जंक्शंस शामिल हैं) ने प्रचलित क्रॉस-रेसोनेंस आर्किटेक्चर में ट्रांसमन्स में एक को प्रतिस्थापित किया। अनुसंधानकर्ताओं ने क्रॉस-रेसोनेंस ड्राइव के प्रभाव का अध्ययन भिन्न नियंत्रण पैरामीटरों के प्रकार्य के रुप में किया जिनमें इंटर-क्युबिट डिट्युनिंग एवं ड्राइव सामर्थ्य शामिल हैं। प्रयोगात्मक परिणामों की

अनुरुपता सिद्धांत के साथ थी एवं पाया गया कि उनकी प्रणाली में माइक्रोवेब क्रॉसटॉक की नगण्यता का कारण 3डी आर्किटेक्चर था। (संपर्क व्यक्ति: राजमणि विजयराघवन)

(ii). *देशी तीन-क्युबिट गेट्स के साथ प्रोग्रामेबिल अतिचालन प्रोसेसर*

क्वांटम कंप्युटरों द्वारा अत्यंत कठिन अनेक समस्याओं को सुलझाना अपेक्षित होता है (यदि क्लॉसिकल, अर्धचालक-आधारित कंप्युटरों द्वारा उन्हें सुलझाना असंभव न हो, तो)। इसकी शक्ति कुछ अनोखे क्वांटम यांत्रिकीय फेनोमेना के उपयोग से आती है। इनमें सुपरपोजिशन – एक साथ विशिष्ट अभिविन्यासों/ अवस्थाओं में होने की क्षमता एवं एन्टेन्गलमेंट – अत्यंत दृढ़ सहसंबंध जहां प्रतिभागियों द्वारा अपनी व्यक्तिगत पहचान को खो दिया जाता है। ऐसे गुणधर्मों को साकार करने के लिये विशेष हार्डवेयर की आवश्यकता होती है जिनके निर्माणकारी ब्लॉक्स को क्वांटम बिट्स या इन शॉर्ट क्युबिट्स कहा जाता है जो सामान्यत: अल्पकालीन होते हैं। अनुसंधानकर्ताओं ने मध्यम-आकार के क्वांटम कंप्युटरों के निर्माण के लिये प्रभावी मल्टी-क्युबिट निर्माणकारी ब्लॉक्स को उपलब्ध कराने के नवीन विचार पर फोकस किया। ''ट्रिमन'' नामक निर्माणकारी ब्लॉक में दृढ़ ऑल-टू-ऑल युग्मन के साथ तीन क्युबिट्स शामिल थे। इस तीन-क्युबिट प्रोसेसर का मुख्य लाभ, उच्च-गुणवत्ता एन्टेनगलिंग प्रचालनों को निष्पादित करने की क्षमता थी। इनमें अधिकांश आर्किटेक्चर्स में प्रयुक्त देशी दो-क्युबिट मैनिपुलेशंस के विपरीत एक साथ सभी तीन क्युबिट्स शामिल थे। इस प्रोसेसर की यूनिवर्सेलिटी का प्रदर्शन, चार भिन्न क्वांटम यांत्रिकीय समस्याओं को हल करके किया गया जिसमें मध्यम से उच्च सफलता प्राप्त हुयी। (संपर्क व्यक्ति: राजमणि विजयराघवन)

14. **भारत के उत्तर पूर्वी क्षेत्र (एनईआर) की रसायनिक इकोलॉजी पर कार्यक्रम:** यह कार्यक्रम छ: वर्ष पूर्व प्रारंभ हुआ था। इसका उद्देश्य उत्तर पूर्व एवं बैंगलोर के मध्य समग्र अंत:संस्थागत सहयोगात्मक कार्यक्रम द्वारा रसायनिक इकोलॉजी में मूलभूत एवं अनुप्रयुक्त अनुसंधान को जारी रखना था। इस कार्यक्रम का लक्ष्य भारत के जैवविविधता-समृद्ध एवं गैर-अन्वेषित उत्तर पूर्व क्षेत्र के परीक्षण के लिये रसायनिक इकोलॉजिस्ट्स की नयी पीढ़ी के दृढ़ अंतर्संबंधी समूह का निर्माण करना था। इस कार्यक्रम ने एनईआर के युवा अनुसंधानकर्ताओं को बैंगलोर में अत्याधुनिक अनुसंधान तकनीकों में प्रशिक्षित होने व दोनों एनईआर एवं बैंगलोर में बहु-क्षेत्रीय एवं बहुविषयक अनुसंधान परिवेश के अन्वेषण का अवसर प्रदान किया है। इस कार्यक्रम ने उत्तरपूर्व में क्षमता निर्माण का कार्य भी किया है। यह कार्यशालाओं, जागरुकता कार्यक्रमों, ऑनलाइन व्याख्यानों, जन-वार्ताओं, विज्ञान कैफे, अतिरिक्त कार्यक्रम जैसे डीएसटी के विज्ञान एक्सप्रैस ट्रेन एक्सहिबिशंस एवं अन्यों द्वारा अंतर्विषयी प्रशिक्षण प्रदान करके किया गया है। अभी तक लगभग 15 अनुसंधान पेपरों का प्रकाशन इस कार्यक्रम से किया गया है एवं कुछ पर कार्य जारी है। एनईआर के 14 छात्रों ने इस कार्यक्रम के अंतर्गत पीएचडी के लिये पंजीकरण किया है एवं वे शोध-प्रबंध की पूर्णता हेतु कार्य कर रहे हैं। (राष्ट्रीय जैविक विज्ञान केंद्र, बैंगलुरु)

15. **स्टैम कोशिकाओं का प्रयोग कर मस्तिष्क डिसआर्डर्स में त्वरक कार्यक्रम (एडीबीएस):** एडीबीएस एक सहयोगात्मक वैज्ञानिक उद्यम है। यह स्टैम कोशिका विज्ञान एवं रिजेनरेटिव औषधि (इनस्टैम), राष्ट्रीय जैविक विज्ञान केंद्र (एनसीबीएस), एवं राष्ट्रीय मानसिक स्वास्थ्य एवं तंत्रिकाविज्ञान संस्थान (एनआईएमएचएएनएस) के मध्य है। एडीबीएस कार्यक्रम में मानसिक रोग को समझने का प्रयास, अत्याधुनिक क्लिनिकल परीक्षणों, आधुनिक मानव जेनोमिक्स, एवं स्टैम कोशिका प्रौद्योगिकी के प्रयोग द्वारा किया जाता है। इस कार्यक्रम द्वारा रोग जैवविज्ञान को समझने के लिये अद्वितीय अवसर उपलब्ध कराया जाता है एवं इस सूचना का प्रयोग उन्नत निदान एवं चिकित्सीय विकल्पों को सुलभ करने के लिये

प्रयास किया जाता है। एनआईएमएचएएनएस में क्लिनिकल सेवाओं द्वारा इस कार्यक्रम में ऐसे परिवारों के समूह को एकत्र किया है जिनके मानसिक रोग का दृढ़ पारिवारिक इतिहास है। इन परिवारों की निगरानी बीस वर्षों तक की जायेगी ताकि क्लिनिकल रोग के विकास को निरीक्षित किया जा सके। इस दौरान नियमित अंतरालों पर तंत्रिकामनोवैज्ञानिक विश्लेषणों, तंत्रिकाइमेजिंग एवं क्लिनिकल इलेक्ट्रोफिजियोलॉजी सहित विभिन्न क्लिनिकल परीक्षणों का प्रयोग किया जायेगा। इसके साथ ही इस कार्यक्रम द्वारा मानसिक रोग के आनुवांशिक आधार की खोज के लिये जेनोमिक विश्लेषण की आधुनिक पद्धतियों का प्रयोग किया जा रहा है। अंत में एडीबीएस कार्यक्रम द्वारा प्रेरित प्लुरिपोटेंट स्टैम कोशिका (आईपीएससी) लाइन्स के भंडार की उत्पत्ति की जा रही है। इसका प्रयोग मानसिक रोग के कोशिकीय आधार की खोज के लिये 'डिसीज-इन-ए-डिश मॉडलों' के सृजन के लिये किया जायेगा। एडीबीएस कार्यक्रम द्वारा स्टैम कोशिका प्रौद्योगिकी एवं जेनामिक्स के क्षेत्र में क्षमता-निर्माण सूत्रपातों को प्रारंभ किया जा रहा है। यह जापान के क्योटो विश्वविद्यालय के आईपीएस कोशिका अनुसंधान केंद्र के साथ सहयोगात्मक प्रशिक्षण कार्यक्रम द्वारा किया जा रहा है। इसके साथ ही इन-हाऊस प्रशिक्षण कार्यक्रमों को भी चलाया जा रहा है। (राष्ट्रीय जैविक विज्ञान केंद्र, बैंगलुरु)

16. **बॉयोइंफार्मेटिक्स सेंटर फॉर जीनोम इंफार्मेटिक्स** एनसीबीएस एवं इंस्टैम ने हाल ही में बॉयोइंफार्मेटिक्स सेंटर फॉर जीनोम इंफार्मेटिक्स की स्थापना के लिये भारत के जैवप्रौद्योगिकी विभाग से अनुदान प्राप्त किया है। इस केंद्र को आदेश है कि बॉयोइफार्मेटिक्स हलों को जीनोमिक डाटा के प्रबंध एवं विश्लेषण के लिये उपलब्ध कराये जिसकी उत्पत्ति अन्य सूत्रपातों या जैविक अनुसंधान से होती है एवं जिसके लिये डाटाबेस या बॉयोइंफार्मेटिक्स पाइपलाइन या सॉफ्टवेयर्स की आवश्यकता होती है। इस केंद्र में क्षमता निर्माण पर जोर दिया जायेगा जिसके लिये कार्यशालाओं एवं संगोष्ठियों का आयोजन किया जायेगा। अनुसंधान के क्षेत्रों में भिन्न प्रतिबलों के अंतर्गत जीनोटाइपिक/फेनोटाइपिक परिवर्तनों के लिये भिन्न जीवों के जीनोम्स, रोग संगति के आनुवांशिक उत्परिवर्तन, एवं चिकित्सा, क्रमविकासात्मक एवं एंथ्रोपॉलाजिकल महत्व के मानव जीनोम्स की बड़ी संख्या शामिल होगी। ऐसे सूत्रपात का अनुसरण प्रोफेसर सौधामिनी एवं एनसीबीएस व इंस्टैम के सात अन्य संकाय सदस्यों द्वारा किया जायेगा। (राष्ट्रीय जैविक विज्ञान केंद्र, बैंगलुरु)

सारांश

वार्षिक प्रतिवेदन 2021-22

टीआईएफआर ने वर्ष 2021-22 में विज्ञान के विशिष्ट क्षेत्रों में महत्वपूर्ण योगदान किये। इस प्रतिवेदन में इस अवधि के दौरान टीआईएफआर एवं इसके केंद्रों के अनुसंधान क्रियाकलापों एवं उपलब्धियों को उल्लेखित किया गया है।

गणित स्कूल: कार्यों को अनेक प्रश्नों एवं समस्याओं पर किया गया। इन्हें ज्यामितीय समूह सिद्धांत, संभाव्यता सिद्धांत, जटिल विश्लेषण, कंफर्मल गतिकी, एवं परावर्तन समूहों, ज्यामिति एवं टोपोलॉजी, लाई समूहों, अंकगणितीय समूहों एवं बीजीय ज्यामिति के क्षेत्रों में किया गया। यूनिवेलेंट पोलिनोमिअल्स ने महत्वपूर्ण भूमिका का निर्वाह क्लॉसिकल कांप्लेक्स एवं प्रकार्यात्मक विश्लेषण में किया है। अनुसंधानकर्ताओं ने यूनिवेलेंट पोलिनोमिअल्स के सिद्धांत को कंफर्मल गतिकी के क्षेत्र से संबंधित किया एवं क्वॉसीकंफर्मल विरुपण तकनीकों को यूनिवेलेंट पोलिनोमिअल्स के अध्ययन हेतु प्रस्तुत किया। इस तकनीक का प्रयोग करके अनुसंधानकर्ताओं ने 'एक्सट्रेमल' यूनिवेलेंट पोलिनोमिअल्स के पूर्ण विवरण को सरल कांबिनेटोरियल्स लक्ष्यों के संबंध में दिया जिन्हें 'ट्रीज' कहा गया। ज्यामिति एवं टोपोलॉजी में अनुसंधानकर्ताओं ने अभिविन्यास लाई ग्रुपाइड्स की दो परिभाषाओं को प्रस्तुत किया एवं दोनों मामलों में फैडल-न्युवर्थ प्रकार फिब्रेशन प्रमेय को लाई ग्रुपाइड्स की कक्षा के लिये सिद्ध किया। अनुसंधानकर्ताओं ने दिखाया कि यह लाई ग्रुपाइड्स की कक्षा के लिये सर्वोत्तम संभावित विस्तार है जो विश्वव्यापी क्वोशेंट आर्बिफोल्ड्स के संगत है। नॉनएंप्टी सिंगुलर समूह के लिये फिब्रेशन प्रमेय खरे नहीं उतरते हैं।

प्रौद्योगिकी एवं संगणक विज्ञान स्कूल: अनुसंधान कार्य को कंप्यूटर विज्ञान एवं प्रणाली विज्ञान के क्षेत्रों में किया गया। अनुसंधानकर्ताओं ने महत्वपूर्ण सूचना मेशर्स के मशीन (गहन) ज्ञानार्जन आधारित अनुमान पर जोर दिया। इसका उद्देश्य उनका प्रयोग परिस्थितिगत स्वतंत्र परीक्षण में करना था; उपमॉड्युलर प्रकार्यों पर आधारित नये सूचना मेशर्स का आविष्कार करना जो क्लॉसिकल एंट्रॉपी एवं पारस्परिक सूचना का सामान्यीकरण करते हैं; निकट से वास्तविक जेनरेशन टॉस्क के लिये ऑटो-एंकोडर नेटवर्कों में लेटेन्ट स्पेस के इष्टतमीकरण में सुधार करना। जटिलता सिद्धांत में अनुसंधानकर्ताओं ने ग्रॉफों में पैरामैट्रिक लघुतम पाथों की समस्या पर विचार किया जहां प्रत्येक एज में प्रकार्य होता है। इन प्रकार्यों द्वारा पाथ की लागत का निर्धारण, स्रोत नोड से लक्ष्य नोड में होता है। इस अध्ययन में अनुसंधानकर्ताओं द्वारा समस्या का सूत्रीकरण सामान्य अभिविन्यास में होता है एवं दिखाया जाता है कि कुछ स्थितियों में समस्या का स्वरुप ट्रैक्टेबिल होता है जबकि अन्य स्थितियों में यह एनपी-हार्ड होती है।

प्राकृतिक विज्ञान स्कूल:

सैद्धांतिक भौतिकी विभाग: जैविक मोटरों, पक्षियों, बैक्टीरिया जैसे जीवित आर्गेनिज्म्स की गति की मूलभूत रुप से भिन्नता तरल सतह पर पोलन ग्रेन्स जैसी जड़ वस्तुओं की गतिकी से होती है। प्रचलित सक्रिय पदार्थ मॉडल द्वारा लघु पैमानों पर तीव्र गति एवं बड़े पैमानों पर सामान्य विसरण को दर्शाया जाता है। अनुसंधानकर्ताओं ने सक्रिय कण गतिकी के नये प्रकार को प्रयोगशाला में विकसित मोटर प्रेरित स्फेयर्स में रिपोर्ट किया जो फ्रैक्शनल ब्राउनियन गति के विसंगत विसरण को दर्शाता है। महत्वपूर्ण पॉवर-लॉ सहसंबंध की असामान्यता ऐसे सरल टेबलटॉप प्रयोग में होती है। परिणामों ने गैर-गौसियन फ्लक्चुएशंस को महत्वपूर्ण सममिति के साथ दर्शाया जिसका पूर्व में पूर्वानुमान सैद्धांतिक टॉय मॉडलों में अतुल्यता ट्रांसपोर्ट के लिये किया गया है। अनेक अध्ययन कार्यों ने हाल ही में मोट इंसुलेटिंग हबर्ड मॉडलों में डबलॉन्स के प्रकाशिक सृजन द्वारा अतिचालकता के ईटीए-युग्मन के नवीन मार्ग को प्रस्तुत किया है। एसी प्रेरित मोट इंसुलेटर

(सामान्य क्वांटम डॉट ऐरे) का अध्ययन विश्लेषणात्मक केल्डिश क्षेत्र सिद्धांत एप्रोच का प्रयोग करके किया गया। उच्च आवृत्तियों पर अतुल्यता ठोस अवस्था को अतिचालन जोसफसन ऐरे के ईटीए-युग्मन चरण से महत्वपूर्ण रुप से सदृश्य पाया गया।

खगोलविज्ञान एवं खगोलभौतिकी विभाग: अनुसंधानकर्ताओं ने सात कार्बन-वृद्धित धातु-हीन (सीईएमपी) तारों के प्रचुर विश्लेषणों को प्रस्तुत किया। इसका उद्देश्य उनमें कार्बन के मूल को समझना था। इस अध्ययन में उच्च विभेदन प्रकाशिक स्पेक्ट्रा का प्रयोग विभिन्न अवयवों की प्रचुरता को प्राप्त करने के लिये किया गया। निम्न-विभेदन निकट-अवरक्त (एनआईआर) स्पेक्ट्रा का भी प्रयोग सीओ आण्विक बैंड से ओ एवं 12सी/13सी की प्रचुरता को प्राप्त करने के लिये किया गया। इसके बाद उनकी वैल्यूज की तुलना उच्च-विभेदन प्रकाशिक स्पेक्ट्रा से प्राप्त के साथ की गयी। अनुसंधानकर्ताओं ने वैल्यूज के मध्य काफी समानता पायी। अन्य अध्ययन में एस्ट्रोसैट सॉफ्ट एक्स-रे दूरदर्शी (एसएक्सटी) के साथ निरीक्षित चार चमकीले तारों के निरीक्षणों को प्रस्तुत किया गया एवं अध्ययन ने प्रदर्शित किया कि कैसे दृश्यमान प्रकाश द्वारा सम्मिश्रण के बिना एक्स-रे इवंट्स को एक्सट्रैक्ट किया जा सकता है।

राष्ट्रीय गुब्बारा सुविधा: वैज्ञानिक गुब्बारा कार्यक्रम, किसी अंतरिक्ष विज्ञान कार्यक्रम का प्रमुख घटक है क्योंकि यह निरंतर एवं निम्न लागत गुब्बारा उड़ान अवसरों को उपलब्ध कराता है। टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा, हैदराबाद ने अंतरिक्ष अनुसंधान के लिये गुब्बारा उड़ानों के संचालन हेतु राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय प्रयोक्ता वैज्ञानिकों को अपनी सहायता उपलब्ध करायी। संयुक्त सहयोगात्मक कार्यक्रम के अंतर्गत टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा ने राष्ट्रीय वायुमंडलीय अनुसंधान प्रयोगशाला (एनएआरएल, इसरो), राष्ट्रीय एयरोस्पेस संस्थान (नासा, यूएसए), द फ्रेंच नेशनल सेंटर फॉर साइंटिफिक रिसर्च (सीएनआरएस, फ्रांस), दिवेचा जलवायु परिवर्तन केंद्र (डीसीसीसी-आईआईएससी) एवं अंतरिक्ष भौतिकी प्रयोगशाला (एसपीएल, व्हीएसएससी) के साथ सहयोग में कार्य किये। ये कार्य एरोसोल्स एकत्र करने के लिये गुब्बारा उड़ाने संचालित करने से सतह से स्ट्रेटोस्फेरिक ऊंचाइयों तक ब्लैक कार्बन के मापन (अन्य मेटरोलॉजिकल पैरामीटरों के साथ) से संबंधित थे।

पैलेट्रॉन रेखीय सुविधा (टीआईएफआर-बीएआरसी) : पैलेट्रॉन रेखीय सुविधा के प्रचालनों को कोविड सुरक्षा विनियमों का अनुपालन करते हुये विश्वमारी के दौरान जारी रखा गया। रेखीय प्रयोक्ता चक्र का प्रारंभ फरवरी, 2021 में हुआ था एवं इसे अप्रैल, 2021 के मध्य तक जारी रखा गया। इस दौरान 8 प्रयोगों को सफलतापूर्वक पूर्ण किया गया। पैलेट्रॉन में प्रचालनों को 2021 में जुलाई मध्य से अक्टूबर के अंत तक प्रयोक्ता की आवश्यकताओं के अनुरुप किया गया। इस दौरान कुल 18 प्रयोगों को किया गया। इस सुविधा के वैज्ञानिक प्रतिफल, पूर्व की तरह महत्वपूर्ण एवं प्रतिस्पर्धी बने रहे।

जैविक विज्ञान विभाग: एक अध्ययन कार्य में अभी तक अज्ञात क्रियातंत्रों की खोज की। ये इंसुलिन सिग्नलिंग द्वारा सूचना के प्रवाह की रोबस्टनैस को नियमित करते हैं। सामान्य इंसुलिन चक्रों (फीडिंग एवं फॉस्टिंग के दौरान) के महत्व को रेखांकित करने के अलावा अध्ययन कार्य में ऐसे घटकों की पहचान की गयी जो मधुमेह एवं क्लिनिकल इंसुलिन एडमिनिस्ट्रेशन की तरह हाइपर-इंसुलिनेमिया की स्थितियों के अंतर्गत सिग्नलिंग कैस्केड को क्षोभित कर सकते हैं। इस अध्ययन ने इंसुलिन डोजिंग (मात्राओं एवं आवृत्ति) के पुनर्मूल्यांकन की संभावना को भी उठाया। इसका उद्देश्य इसके प्रभाव को आण्विक घटकों पर सुनिश्चित करना था जो ऊतकों को क्षति से संरक्षित करते हैं जो रक्त ग्लुकोज स्तरों के अनुरक्षण के परे होती है।

रसायनिक विज्ञान विभाग: मैटलोप्रोटीन्स, प्रोटीनों की महत्वपूर्ण कक्षा हैं। इनकी संलग्नता धातु अपटेक, ट्रांसपोर्ट, एवं इलेक्ट्रॉन-स्थानांतरण अभिक्रियाओं में होती है। अनुसंधानकर्ताओं ने

पेप्टाइड्स का संश्लेषण किया – मृदा में रह रहे बैक्टीरिया से प्रोटीन (अजुरिन) का लघु-संस्करण, जिनका महत्व नाइट्रोजन फिक्सेशन के लिये है। पाया गया कि इन लघु पेप्टाइड्स द्वारा नवीन धातु-बद्धता गुणधर्मों का प्रदर्शन किया जाता है। इन पेप्टाइड्स द्वारा ट्रांजिशन-धातु ऑयनों का प्रयोग करके धातु-प्रेरित संरचनात्मक एवं स्पेक्ट्रोस्कोपिक गुणधर्मों के अध्ययन के लिये मंच उपलब्ध कराया जाता है। इन नवीन गुणधर्मों का प्रयोग सौर-ऊर्जा हार्वेस्टिंग एवं पदार्थ विज्ञान व दवा के लिये नवीन जैवपदार्थों के निर्माण में हो सकता है। व्यापक स्थितियों में CO_2 को सीधे वायु से ईंधन में परिवर्तित करना बड़ी चुनौती है। अनुसंधानकर्ताओं ने अल्प-व्ययी एवं आठवीं सर्वाधिक प्रचुर धातु के रुप में मैग्नेशियम (नैनोकण एवं बल्क) का प्रयोग CO_2 को मीथेन, मेथानल एवं फॉर्मिक अम्ल में परिवर्तित करने के लिये किया। इसमें उन्होंने जल का उपयोग एकमात्र हाइड्रोजन स्रोत के रुप में किया। CO_2 का रुपांतरण 300 K एवं 1 बार पर कुछ मिनिटों में हुआ। इस दौरान किसी बाह्य (तापीय, फोटो या विद्युत) ऊर्जा की आवश्यकता नहीं हुयी।

संघनित पदार्थ भौतिकी एवं सामग्री विज्ञान विभाग: क्वांटम हाल प्रभाव (क्यूएचई) की अवधारणा (जो बल्क पदार्थों में रहस्यमयी है) ने बल्क प्रणालियों ($ZrTe_5$, $EuMnBi_2$ आदि) पर हाल के अध्ययन कार्यों से पुन:नवीन रुचि जागृत की है। अनुसंधानकर्ताओं ने CaCuSb एकल क्रिस्टल के एकल क्रिस्टल को विकसित किया। यह हैक्जागोनल जालक में क्रिस्टालाइज, परतदार क्रिस्टल संरचना के साथ होता है जहां Cu-Sb परमाणुओं एवं Ca परमाणु द्वारा भिन्न परतों का निर्माण किया जाता है। विस्तृत ट्रांसपोर्ट, उच्च चुंबकीय क्षेत्र मापनों (45 टी तक) एवं बैंड संरचना गणनाओं से अनुसंधानकर्ताओं द्वारा स्पष्ट रुप से निरीक्षित स्टैप-जैसे लक्षण की पुष्टि क्यूएचई के रुप में की जाती है। अतिचालन सर्किटों को क्वांटम कंप्युटिंग एवं सूचना प्रोसेसिंग के लिये अग्रणी प्लेटफॉर्मों में एक माना जाता है। अनुसंधानकर्ताओं ने नयी डिजायन को प्रदर्शित किया जो अधिकांश अत्याधुनिक अतिचालन आर्किटेक्चर्स की तुलना में क्युबिट कनेक्टिविटी में महत्वपूर्ण रुप से सुधार करती है। इस अध्ययन में रिंग रेसोनेटर का प्रयोग युग्मन एलिमेंट के रुप में हुआ जो रिंग रेसोनेटर के चारों ओर वितरित अनेक क्युबिट्स के मध्य अन्योन्यक्रिया को मीडिएट करता है। इस आविष्कार के अनेक दिलचस्प उपयोग क्वांटम कंप्युटिंग, क्वांटम सिमुलेशन एवं क्वांटम एनीलिंग में हो सकते हैं।

अंतर्राष्ट्रीय सैद्धांतिक विज्ञान केंद्र, बैंगलुरु: बैक्टीरिया के सघन सस्पेंशंस द्वारा अतुल्यता प्रणालियों की दिलचस्प कक्षा का निर्माण किया जाता है। यह नवीन स्पेटियो-टेंपोरली केऑटिक व्यवहार को प्रदर्शित करती है जिसे सक्रिय क्षोभ कहा जाता है। बैक्टीरियल फ्लो के हाइड्रोगतिक वर्णन का उपयोग करके अंतर्राष्ट्रीय सैद्धांतिक विज्ञान केंद्र, बैंगलुरु में अनुसंधानकर्ताओं ने दिखाया कि सामूहिक एवं उच्च सक्रिय होने पर इन सूक्ष्म जीवों द्वारा अपने भटकने की आदतों का त्याग किया जाता है एवं उनके द्वारा सीधे एवं संकरे व अतिविसरित रुप में चला जाता है। तरल गतिकी में अनुसंधानकर्ताओं ने तरल सतह पर थिन इलॉस्टिक फिलामेंट फ्लोटिंग की वैटिंग का अध्ययन अन्य ड्रॉपलैट इमिसिबिल तरल द्वारा किया। पाया गया कि शुद्ध ज्यामितीय सिद्धांत द्वारा यांत्रिकीय तुल्यता के उपयुक्त वर्णन को प्रणाली में दिया जाता है। फिलामेंट में अनुप्रयुक्त तनाव एवं तनाव के अनुमानों द्वारा यंग-लैपलेस-डुप्रे संबंध के इलॉस्टिक वर्जन का अनुसरण किया जाता है। यह भी पाया गया कि जब उच्च-बैंडेबिल फिलामेंट द्वारा ड्रॉपलैट को पूर्ण रुप से रैप किया जाता है, तो ड्रॉपलैट-फिलामेंट इंटरफेस में वक्रता की निरंतरता होती है। इससे 3डी ड्रॉपलैट में निरीक्षित के अनुरुप सीमलैस रैपिंग होती है।

राष्ट्रीय रेडियो खगोलभौतिकी केंद्र, पुणे: अनुसंधानकर्ताओं ने उन्नत विशाल मीटरतरंग रेडियो दूरदर्शी (जीएमआरटी) का प्रयोग $z = 0.0726$ पर क्लस्टर ए2065 को मैप करने के लिये किया। अनुसंधानकर्ताओं ने पेरीफेरल क्लस्टर क्षेत्र

में रैमनेंट रेडियो आकाशगंगा की खोज को रिपोर्ट किया। मैग्नेटर्स को कांपेक्ट आब्जेक्ट्स माना जाता है जो पल्सरों के विपरीत चुंबकीय ऊर्जा द्वारा प्रेरित उत्सर्जन को उत्पन्न करते हैं। अनेक सिद्धांतों द्वारा मैग्नेटर्स को हाल में खोजे गये एनिग्मेटिक तीव्र रेडियो बर्स्ट्र्स (FRBs) से कनेक्ट किया जाता है किंतु अनेक प्रश्न उत्सर्जन के मूल, प्रारंभ एवं समापन के संबंध में अनुत्तरित हैं। अनुसंधानकर्ताओं ने जीएमआरटी का प्रयोग मैग्नेटर XTE J1810-197 से रेडियो उत्सर्जन को क्रमबद्ध रुप में मॉनिटर करने एवं समझने के लिये किया है। एक प्रमुख निष्कर्ष यह है कि इस स्पेक्ट्रम का क्रमविकास समय के साथ होता है व यह स्पेक्ट्रम जैसे मैग्नेटर से स्पेक्ट्रम जैसे पल्सर तक विकसित होता है। अन्य अध्ययन में मर्चिसन वाइडफील्ड ऐरे के साथ सौर निरीक्षणों के लिये रोबस्ट फ्लक्स सघनता कैलिब्रेशन पद्धति की खोज की गयी व इसका सत्यापन अनेक भिन्न एप्रोचेज का प्रयोग करके किया गया। इस कार्य का प्रमुख बिंदु यह था कि इसने इमेजिंग के प्रथम प्रदर्शन को किया। इसकी गुणवत्ता इतनी उच्च थी कि इसने सूर्य की निकटता में अनेक दुर्बल पृष्ठभूमि स्रोतों के संसूचन को सुगम किया (यह दिन में तारों को देखने के समान था)। नये मॉडल को वीनस की सतह से तापीय उत्सर्जन के लिये विकसित किया गया। इसमें निम्न रेडियो आवृत्तियों पर ब्राइटनैस तापमान की गिरावट में वैनुसियन रेगोलिथ के उपसतह गुणधर्मों की भूमिका को शामिल किया गया। इस मॉडल का प्रयोग करके विकिरणी स्थानांतरण सिमुलेशंस ने निरीक्षणों के साथ उपयुक्तता को दर्शाया है।

राष्ट्रीय जैविक विज्ञान केंद्र, बैंगलुरु: आज अधिकांश संकटग्रस्त प्रजातियों की विद्यमानता लघु जनसंख्याओं में है। इनमें से कई पृथक हो गयी हैं। ऐसी जनसंख्याओं में क्रमविकास मुख्य रुप से आनुवंशिक ड्रिफ्ट द्वारा होता है। पर्याप्त आनुवांशिक डाटा के आधार पर प्रमुख फेनोटाइप्स को प्रभावित कर रहे ड्रिफ्ट के लिये एंपाइरिकल प्रमाण, दुर्लभ हैं। बंदी बाघों से संपूर्ण-जीनोम डाटा एवं वंशावली-आधारित संघ विश्लेषणों से पता चला कि स्युडोमैलेनिज्म का कांग्रेगेशन, संरक्षित एवं प्रकार्यात्मक रुप से महत्वपूर्ण कोडिंग परिवर्तन के साथ ट्रांसमैंब्रेन अमीनोपेप्पिडेस क्यू (टीएक्यूपीईपी) में होता है। यह जीन जो अन्य फेलिड प्रजातियों में समान लक्षणों के लिये उत्तरदायी होता है। इस अध्ययन कार्य ने संकटग्रस्त प्रजातियों की लघु एवं पृथक जनसंख्या में असामान्य क्रमविकासात्मक ट्रेजेक्टरी को रेखांकित किया। फॉस्फोरिलेशन, पश्च-ट्रांसलेशनल संशोधन है जिसका प्रयोग जीवन के सभी क्लैड्स में होता है। यह महत्वपूर्ण सिग्नलिंग स्विच के रुप में कार्य करते हुये अनेक कोशिकीय प्रक्रियाओं को रेग्युलेट करता है। टाइरोसिन फॉस्फेटेसेस को यूकारियोट्स में मुख्य रुप से पाया जाता है। यह फॉस्फोरिलेटिड टाइरोसिन रेसिड्युस एवं कई बार अन्य अवस्तरों पर कार्य करता है। परीक्षणकर्ताओं ने सभी मैमालिया से तीस मैमालियन जीनोम्स में साइटीन-आधारित टाइरोसिन फॉस्फेटेस सुपरफैमिली के अनुक्रमों की खोज की एवं सिग्नेचर कैटालाइटिक मोटिफ की उपस्थिति के साथ अनुक्रमों को मान्य किया।

टीआईएफआर अंतर्विषयी विज्ञान केंद्र, हैदराबाद: अकार्बनिक अर्धचालकों की तुलना में कार्बनिक पदार्थों का स्थान अभी भी विद्युत चालकता में पीछे है। डोपेंट्स का प्राय: प्रयोग अर्धचालक फिल्मों की चालकता में वृद्धि के लिये किया जाता है। अनुसंधानकर्ताओं ने डाइमथिल सल्फाक्साइड आधारित आण्विक एडक्ट प्रणाली के प्रथम उदाहरण को कार्बनिक अर्धचालकों के लिये दिखाया। इस प्रणाली में डोपेंट्स द्वारा किसी साइड प्रोडक्ट को नहीं छोड़ा जाता एवं यह डोपेंट्स की विद्यमान कक्षा से बेहतर कार्य करता है। बैटरियों जैसे विद्युतरसायनिक ऊर्जा भंडारण यंत्रों को सफलतापूर्वक चार्ज करने के लिये सौर ऊर्जा के उपयोग से रोचक विकास कार्यों का जन्म, ऊर्जा प्रौद्योगिकियों में होगा। अन्य अध्ययन में अनुसंधानकर्ताओं ने नैनोरॉड हीटरोसंरचनाओं का प्रयोग करके दो-इलेक्ट्रोड फोटो रिचार्जेबिल लाइ-

ऑयन बैटरी को असेंबल किया। निम्न बैंड गैप, उच्च दक्षता फोटो-रुपांतरण एवं प्रभावी इलेक्ट्रॉन-होल सैपरेशन से बैटरी को सौर प्रकाश के प्रयोग के कुछ घंटों में पूर्ण रुप से चार्ज होने में सहायता मिलती है। प्रस्तावित संकल्पना एवं पदार्थों द्वारा रिपोर्टिड पदार्थों के विपरीत आगामी पीढ़ी के स्थिर फोटो-रिचार्जेबिल बैटरी इलेक्ट्रोड्स को सुगम किया जा सकता है।

होमी भाभा विज्ञान शिक्षा केंद्र: भारत ने 10वें यूरोपीय बालिका गणितीय ओलंपियाड (ईजीएमओ) 2021 में 1 रजत पदक एवं 1 उल्लेखनीय उपलब्धि पुरस्कार जीता। इसे जार्जिया द्वारा ऑनलाइन, 9-15 अप्रैल, 2021 के दौरान आयोजित किया गया था। भारत ने 1 स्वर्ण, 1 रजत व 3 कांस्य पदकों को 62वें अंतर्राष्ट्रीय गणितीय ओलंपियाड (आईएमओ) 2021 में जीता। इसे सैंट पीटर्सबर्ग, रुस द्वारा 14-24 जुलाई, 2021 के दौरान आयोजित किया गया था। भारत ने तीन रजत एवं 1 कांस्य पदक 32 वें अंतर्राष्ट्रीय जैवविज्ञान ओलंपियाड (आईबीओ) में जीते। इसे आईबीओ चैलेंज ।। कहा गया एवं इसे पुर्तगाल ने 18 से 23 जुलाई, 2021 तक ऑनलाइन आयोजित किया। पांच सदस्यों की भारतीय टीम ने चार स्वर्ण एवं एक रजत पदक, 14वें अंतर्राष्ट्रीय खगोलविज्ञान एवं खगोलभौतिकी ओलंपियाड (आईओएए) में जीते। इसे कोलंबिया द्वारा ऑनलाइन 14 से 21 नवंबर, 2021 के दौरान आयोजित किया गया। भारतीय टीम ने टीम प्रतिस्पर्धा में भी द्वितीय पुरस्कार जीता। देश-वार पदक सूची में भारत का शीर्ष स्थान संयुक्त रुप से थाईलैंड एवं रुस के साथ रहा। एम.एससी. प्रथम वर्ष में छात्राओं के लिये भौतिकी में प्रगत कार्यक्रम ''विज्ञान विदुषी'' का संयुक्त रुप से आयोजन टीआईएफआर मुख्य कैंपस एवं एचबीसीएसई-टीआईएफआर द्वारा 31 मई-19 जून, 2021 के दौरान किया गया।

पुरस्कार एवं सम्मान: टीआईएफआर के वैज्ञानिकों ने इस दौरान प्रतिष्ठित पुरस्कार जीते। गणित स्कूल के प्रोफेसर अनीष घोष को वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान परिषद (सीएसआईआर) द्वारा गणितीय विज्ञान में वर्ष 2021 के लिये शांति स्वरुप भटनागर पुरस्कार प्रदान किया गया। आईसीटीएस के संकाय सदस्य सुभ्रो भट्टाचार्य ने भौतिकीय विज्ञान श्रेणी में भारत सरकार के विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग की प्रतिष्ठित स्वर्णजयंती शिक्षावृत्ति प्राप्त की। होमी भाभा विज्ञान शिक्षा पुरस्कार, 2020 को डॉ. बी. सत्यानारायणन (टीआईएफआर, मुंबई) एवं डॉ. उमा रामाकृष्णन *(राष्ट्रीय जैविक विज्ञान केंद्र, बैंगलुरु)* को प्रदान किया गया। टीआईएफआर मुंबई के खगोलविज्ञान एवं खगोलभौतिकी विभाग के प्रोफेसर श्रवण एम. हनासोगे को भारतीय खगोलभौतिकी संस्थान, बैंगलुरु द्वारा प्रो. पेरिया फाउंडेशन पुरस्कार, 2021 प्रदान किया गया। प्रो. के.के. मिश्रा (एचबीसीएसई, मुंबई) को भारत सरकार के शिक्षा मंत्रालय के केंद्रीय हिंदी संस्थान (आगरा) द्वारा वर्ष 2018 के लिये प्रतिष्ठित 'आत्माराम पुरस्कार' से सम्मानित किया गया। आईसीटीएस संकाय सदस्य अनीरबेन बसक को नयी दिल्ली की भारतीय राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी द्वारा इंसा युवा वैज्ञानिक पदक, 2021 प्रदान किया गया। आईसीटीएस संकाय सदस्य रिद्दीप्रातिम बसु को संभाव्यता सिद्धांत में उनके योगदान के लिये 2021 एनएएसआई प्लैटिनम जुबली युवा वैज्ञानिक पुरस्कार प्रदान किया गया।

प्रकाशित
टीआईएफआर विज्ञान संप्रेक्षण कक्ष

डिज़ाइन एवं संपादन
निशा यादव

हिंदी संस्करण
प्रशांत गोस्वामी

मुद्रित
एसएम इंटरप्राइजेज, मुंबई

Tata Institute of Fundamental Research

Homi Bhabha Road, Mumbai

Annual Report

and

Audited Statement of Accounts

(2021–22)

Council of Management

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

Mr. K. N. Vyas (since 12.06.2019)
Secretary, Department of Atomic Energy & Chairman, Atomic Energy Commission

Dr. Srikumar Banerjee (till 23.05.2021)
Chancellor, Homi Bhabha National Institute

Dr. Anil Kakodkar (since 03.06.2021)
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 (since 01.01.2022)
Chief Executive Officer, Sir Dorabji Tata Trust

Mr. Om Prakash Gupta (from 18.11.2020 to 02.09.2021)
Principal Secretary, Govt. of Maharashtra, Higher & Technical Education Department
Nominee of the Govt. of Maharashtra

Mr. Vikas Chandra Rastogi (since 03.09.2021)
Principal Secretary, Govt. of Maharashtra, Higher & Technical Education Department
Nominee of the Govt. of Maharashtra

Dr. K. Kasturirangan
Trustee, Raman Research Institute Trust

Prof. S. Ramakrishnan (since 08.10.2020)
Director, Tata Institute of Fundamental Research

Honorary Fellows of TIFR

Prof. Ramanath Cowsik

Prof. S. G. Dani

Prof. Pierre René Deligne

Prof. David Jonathan Gross

Prof. Takaaki Kajita

Prof. Grigory Aleksandrovich Margulis

Prof. Saburo Miyake

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
Dean, Graduate Studies	—	Prof. Shubha Tole
Centre Director, HBCSE	—	Prof. Arnab Bhattacharya
Centre Director, NCBS	—	Prof. Satyajit Mayor
Centre Director, NCRA	—	Prof. Yashwant Gupta
Centre Director, TCIS	—	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, NCRA	—	Prof. Jayaram N. Chengalur
Dean, TCIS	—	Prof. M. Krishnamurthy
Dean, ICTS	—	Prof. Rama Govindarajan
Dean, TIFR CAM	—	Prof. K. Sandeep
Dean, NCBS	—	Prof. Raj Ladher
Dean, Admin	—	Prof. Sreerup Raychaudhuri
Former Dean, GS	—	Prof. Amol Dighe
Convener, SBB	—	Prof. Sandhya P. Koushika
Convener, SBC	—	Prof. Deepa Khushalani
Convener, SBM	—	Prof. Arvind N. Nair
Convener, SBP	—	Prof. Rudrajyoti Palit
Convener, SBCSS	—	Prof. Prahladh Harsha (till Sep. 2021) Prof. Rahul Vaze
Convener, SBSE	—	Prof. Sugra Ishaq Chunawala

Chair, DAA	—	Prof. Bhaswati Mookerjea
Chair, DBS	—	Prof. Krishanu Ray
Chair, DCMPMS	—	Prof. A. Thamizhavel
Chair, DCS	—	Prof. Sudipta Maiti
Chair, DHEP	—	Prof. Monoranjan Guchait
Chair, DNAP	—	Prof. G. Ravindrakumar
Chair, DTP	—	Prof. Gautam Mandal
Registrar	—	Wg. Cdr. George Antony (Retd.)
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
University of Calcutta	—	Prof. Amitava Raychaudhuri
Assistant Registrar (Academic)	—	Harish Redekar (Secretary)

PREFACE

TIFR made significant contributions in various areas of science during the year 2021–2022, spanning Biological and Life Sciences, Chemical Sciences, Mathematics, Physical Sciences, Technology and Computer Science, and Science Education.

In Biological Sciences, a study uncovered hitherto unknown mechanisms that regulate robustness of information flow through insulin signaling. It identified components that could perturb the signaling cascade under situations of hyper-insulinemia as in diabetes and clinical insulin administration.

At the National Centre for Biological Sciences, Bengaluru, whole-genome data and pedigree-based association analyses from captive tigers revealed that pseudomelanism cosegregates with a conserved and functionally important coding alteration in Transmembrane Aminopeptidase Q (Taqpep), a gene responsible for similar traits in other felid species. The study highlighted an unusual evolutionary trajectory in a small and isolated population of an endangered species.

Metalloproteins are an important class of proteins involved in metal uptake, transport, and electron-transfer reactions. Researchers from the Department of Chemical Sciences synthesized peptides - mini-versions of a protein (azurin) from soil-dwelling bacteria that are important for nitrogen fixation. It was found that these small peptides exhibit novel metal-binding properties. These novel properties can be used in solar-energy harvesting and in making novel biomaterials for material science and medicine. Converting CO_2 directly from the air to fuel at ambient conditions is a huge challenge. Researchers employed magnesium (nanoparticles and bulk), an inexpensive and eighth-most abundant metal, to convert CO_2 to methane, methanol and formic acid, using water as the sole hydrogen source. The conversion of CO_2 took place within a few minutes at 300 K and 1 bar, and no external (thermal, photo, or electric) energy was required.

Researchers from the Department of Astronomy and Astrophysics presented the abundance analyses of seven carbon enhanced metal-poor (CEMP) stars to understand the origin of carbon in them. The study used high-resolution optical spectra to derive abundances of various elements. Low-resolution near-infrared (NIR) spectra was also used to derive the abundance of O and 12C/13C from the CO molecular band and compared their values with those derived from high-resolution optical spectra. Researchers identified a good agreement between the values. In another study, observations of four bright stars observed with the AstroSat Soft X-ray Telescope (SXT) were presented and the study demonstrated how to extract the X-ray events without contamination by the visible light.

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.

Researchers from the Department of Condensed Matter Physics and Materials Science grew the single crystal of CaCuSb single crystal, which crystallizes in a hexagonal lattice with a layered crystal structure, where the Cu-Sb atoms and Ca atom constitute the different layers. From a detailed transport, high magnetic field measurements (up to 45 T) and band structure calculations, researchers unequivocally confirm the observed step-like feature as QHE. Superconducting circuits are one of the leading platforms for quantum computing and information processing. Researchers demonstrated a novel design that significantly improves qubit connectivity

compared to most state-of-the-art superconducting architectures. The study used a ring resonator as a coupling element mediating interaction between several qubits distributed around the ring resonator. The invention may find several interesting applications in quantum computing, quantum simulation and quantum annealing.

Researchers at the TIFR Centre for Interdisciplinary Sciences, Hyderabad showed the first example of a dimethyl sulfoxide based molecular adduct system for organic semiconductors, where the dopants do not leave behind any side products and work better than the existing class of dopants. Using solar energy to successfully charge electrochemical energy storage devices such as batteries would lead to exciting developments in energy technologies. In another study, researchers assembled a two-electrode photo rechargeable Li-ion battery using nanorod heterostructures. Low band gap, high efficiency photo-conversion and efficient electron–hole separation help the battery to fully charge within a few hours using solar light. The proposed concept and materials can enable next generation stable photo-rechargeable battery electrodes, in contrast to the reported materials.

The motion of living organisms like biological motors, birds, bacteria is fundamentally different from the dynamics of inert objects like pollen grains on a fluid surface. A typical active matter model shows ballistic motion at short scales and normal diffusion at large scales. Researchers at the Department of Theoretical Physics reported a new kind of active particle dynamics in lab-grown motor-driven spheres that show anomalous diffusion belonging to the fractional Brownian motion. The non-trivial power-law correlation is unusual in such a simple tabletop experiment. The results showed non-gaussian fluctuation with a non-trivial symmetry that has been earlier predicted in theoretical toy models for non-equilibrium transport.

Dense suspensions of bacteria form an intriguing class of non-equilibrium systems displaying a novel spatio-temporally chaotic behaviour called active turbulence. By using a hydrodynamic description of the bacterial flow, researchers at the International Centre for Theoretical Sciences, Bengaluru showed that in the collective, and when highly active, these microorganisms give up on their meandering ways, walk the straight and narrow, and super-diffuse. In Fluid Dynamics, researchers at the International Centre for Theoretical Sciences, Bengaluru studied the wetting of a thin elastic filament floating on a fluid surface by a droplet of another, immiscible fluid. It was found that a purely geometric theory gives a good description of the mechanical equilibria in the system.

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. Univalent polynomials have played an important role in classical complex and functional analysis. Researchers at the School of Mathematics related the theory of univalent polynomials to the field of conformal dynamics, and introduced quasiconformal deformation techniques to the study of univalent polynomials. Using this technique, researchers gave a complete description of ‘extremal’ univalent polynomials in terms of simple combinatorial objects; namely, trees. In Geometry and Topology, researchers proposed two definitions of configuration Lie groupoids and in both the cases proved a Fadell-Neuwirth type fibration theorem for a class of Lie groupoids. Researchers showed that this is the best possible extension, for the class of Lie groupoids corresponding to global quotient orbifolds with nonempty singular set, the fibration theorems do not hold.

Research work was pursued in the areas of computer science as well as systems science.

Researchers at the School of Technology and Computer Science focused on machine (deep) learning based estimation of key information measures to utilize them in conditional independence testing; inventing new information measures based on submodular functions, which generalize the classical entropy and mutual information; improving the optimization of latent space in auto-encoder networks for close-to-real generation task. In Complexity Theory, researchers considered the problem of parametric shortest paths in graphs, where every edge has a function. These functions determine the cost of a path from the source node to the target node. In this study, researchers formulate the problem in a general setting, and show that in some situations the problem remains tractable, while in others it is NP-hard.

India secured 1 Silver Medal and 1 Honourable Mention at the 10th European Girls' Mathematical Olympiad (EGMO) 2021, organized by Georgia, held online during April 9-15, 2021. India secured 1 Gold, 1 Silver and 3 Bronze Medals at the 62nd International Mathematical Olympiad (IMO) 2021 hosted by Saint Petersburg, Russia, held online during 14-24 July, 2021. India secured 3 Silver and 1 Bronze medals at the 32nd International Biology Olympiad (IBO), (named as IBO Challenge II) held online and hosted by Portugal from July 18 to 23, 2021. The Indian team of five students secured four Gold and one Silver medal in the 14th International Olympiad on Astronomy & Astrophysics (IOAA), organized by Colombia, which was held online from 14 to 21 November 2021. The Indian team also bagged the second prize in the Team Competition. In the country-wise medals tally, India was placed in the top position, jointly with Thailand and Russia. Vigyan Vidushi, an advanced programme in Physics for women students in M.Sc., first year was jointly organised by the main campus of TIFR and HBCSE-TIFR from 31 May to 19 June, 2021.

Scientists from TIFR won prestigious awards during this period. Prof. Anish Ghosh, School of Mathematics, was awarded the Shanti Swarup Bhatnagar (SSB) Prize for the year 2021 in Mathematical Sciences, by the Council of Scientific and Industrial Research (CSIR). ICTS faculty member, Subhro Bhattacharjee, received the prestigious Swarnajayanti Fellowship of the Department of Science and Technology, Govt. of India, in the physical sciences category. The Homi Bhabha Award in Science Education 2020 was conferred upon Dr. B. Satyanarayana (TIFR. Mumbai) and Dr. Uma Ramakrishnan *(National Centre for Biological Sciences,* Bengaluru). Prof. Shravan M. Hanasoge, Department of Astronomy and Astrophysics, TIFR, Mumbai was awarded the Prof. Peraiah Foundation Award for the year 2021 by the Indian Institute of Astrophysics, Bengaluru. Prof. K. K. Mishra (HBCSE, Mumbai) was conferred with the prestigious 'Atmaram Award' for the year 2018, by the Central Institute of Hindi (Agra), Ministry of Education, Government of India. ICTS faculty member Anirban Basak was awarded the INSA Medal for Young Scientists, 2021 by the Indian National Science Academy, New Delhi. ICTS faculty member, Riddhipratim Basu, was awarded the 2021 NASI Platinum Jubilee Young Scientist Award for his contributions to probability theory.

S. Ramakrishnan
Director

Awards and Distinctions

NATIONAL

Anish Ghosh (School of Mathematics) — Shanti Swamp Bhatnagar (SSB) Prize for the year 2021 in Mathematical Sciences
(awarded by the Council of Scientific and Industrial Research)

Mahesh Sankaran (NCBS) — National Infosys 2021 Prize for Life Sciences
(awarded by Infosys Foundation, Dec. 2021)

T. N. Narayanan (TCIS) — Infosys-TIFR Fellowship (2021)
(awarded by Infosys-TIFR, Sep. 2021)

Pabitra K. Nayak (TCIS) — Swarna Jayanti Fellowship
(awarded by Department of Science and Technology, May 2021)

Subhro Bhattacharjee (ICTS) — Swarna Jayanti Fellowship
(awarded by Department of Science and Technology, Nov. 2021)

Amitesh Anand (DBS) — Ramalingaswami Fellowship
(awarded by DBT, India, 21 Mar. 2022)

Mrinal Srivastava (TCIS) — Ramalingaswami Fellowship
(awarded by DBT, Aug. 2021)

Anirban Basak (ICTS) — INSA Medal
(awarded by Indian National Science Academy (INSA), Oct. 2021)

Anjana Badrinarayanan (NCBS) — INSA Medal for Young Scientists
(awarded by Indian National Science Academy, Oct. 2021)

Kabir Ramola (TCIS) — INSA Award for Young Scientists
(awarded by INSA, Oct. 2021)

Riddhipratim Basu (ICTS) — NASI Platinum Jubilee Young Scientist Award
(awarded by NASI, Nov. 2021)

Mythily Ramaswamy (Visiting Professor, ICTS) — P. C. Mahalanobis Medal
(awarded by Indian National Science Academy, Oct. 2021)

Vivek Polshettiwar (DCS) — Silver Medal
(awarded by Society for Materials Chemistry (SMC), BARC, Mumbai, 2021)

Bikram Pain (I-PhD Student, ICTS) — Gold Medal in National Graduate Physics Examination (NGPE-21)
(awarded by Indian Association of Physics Teachers, Nov. 2021)

Shravan Hanasoge (DAA) — Peraiah Foundation Prize
(awarded by Indian Institute of Astrophysics, 20 Oct. 2021)

Vivek Polshettiwar (DCS) — Fellow under "The (Late) Shri. G. D. Gokhale Lectureship Endowment" (awarded by ICT, Mumbai, 2021)

Kinjal Sanghrajka (DBS) — DST Travel Grant 2022
(awarded by DST)

Praachi Tiwari (DBS) — Sun Pharma Scholar Award
(awarded by Sun Pharma)

Vidita A. Vaidya (DBS) — Distinguished Visiting Professor, IIT Bombay 2022
(awarded by IIT Bombay)

Rama Govindarajan (ICTS) — Elected Fellow
(awarded by Indian National Science Academy, Oct. 2021)

Vidita A. Vaidya (DBS) — Fellow, National Academy of Sciences, India 2022
(awarded by National Academy of Sciences)

Samriddhi Sankar Ray (ICTS) — Elected Member, National Academy of Sciences, India
(awarded by National Academy of Sciences, India Aug. 2021)

Vijaylaxmi G. Trivedi (School of Mathematics) — Fellow, Indian Academy of Sciences, Bangalore
(awarded by Indian Academy of Sciences)

Vidita A. Vaidya (DBS) — Fellow, Indian Academy of Sciences Bangalore
(awarded by Indian Academy of Sciences)

Uma Ramakrishnan (NCBS) — Fellow, Indian Academy of Sciences Bangalore
(awarded by Indian Academy of Sciences, Jan. 2022)

Vidita A. Vaidya (DBS) — Cipla Distinguished Fellowship in Pharmaceuticals Science, ICT, Mumbai (awarded by ICT)
Darshana Kapri (DBS) — SERB International Travel Award 2022
(awarded by SERB, DST)

Manas Kulkarni (ICTS) — Featured in the book *75 Under 50: Scientists Shaping Today's India*
(awarded by DST, Mar 2022)

Samriddhi Sankar Ray (ICTS) — SERB-Science and Technology Award for Research (SERB-Star)
(awarded by SERB-DST, Dec. 2021)

Ashoke Sen (Visiting Professor, ICTS) — Atul Chandra Gupta Distinguished Alumnus Award
(awarded by Presidency University Alumni Association, Feb. 2022)

Gaiti Hasan (NCBS) — Sir M. Visvesvaraya Senior Scientist State Award, 2019
(awarded by Govt. of Karnataka, Mar. 2022)

Shannon Olsson (NCBS) — Was honoured in the 2nd edition of the 'She Is' book series, which talks about '75 inspiring Women In STEAM' from India
(awarded by Office of the Principal Scientific Advisor to the Government of India in partnership with Red Dot Foundation, British High Commission, and FICCI FLO, Mar. 2022)

Uma Ramakrishnan (NCBS) — Homi Bhabha Award in Science Education – 2020
(awarded by TIFR, Apr. 2021)

Atul Joshi (former Ph. D student, mentor Prof. Mahesh Sankaran, NCBS) — John L Harper Early Career Researcher Award
(awarded by British Ecological Society, UK, Apr. 2021)

Krishna Kumar Mishra (HBCSE) — Atmaram Award
(awarded by Central Institute of Hindi (Agra), Ministry of Education, Govt. of India, 21 Sep. 2021)

Prerona Chatterjee, Shubhada Agrawal and Sayantan Chakraborty (Research Scholars, STCS) — "Google PhD Fellowship 2021" Award

Darshana Kapri (DBS) — FENS- IBRO PERC Travel Grant 2022
(awarded by IBRO)

Pratik Chaudhari (DBS) — FENS- IBRO PERC Travel Grant 2022
(awarded by IBRO)

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

Anupam Kundu (ICTS) — SERB-Core Research Grant (SERB-CRG)
(awarded by SERB-DST, Feb. 2022)

Anupam Kundu (ICTS) — SERB-MATRICS Grant
(awarded by SERB-DST, Jan. 2022)

Subhro Bhattacharjee (ICTS) — Co-PI, VAJRA Grant
(awarded by SERB, DST, Sep. 2021)

Manas Kulkarni (ICTS), PI, Abhishek Dhar (ICTS), Co-PI — VAJRA Grant
(awarded by SERB, DST, Sep. 2021)

Samriddhi Sankar Ray (ICTS) — SERB-Core Research Grants (SERB-CRG)
(awarded by SERB-DST, Feb. 2022)

Riddhipratim Basu (ICTS) — SERB-MATRICS Grant
(awarded by SERB-DST, Jan. 2022)

Ayush Gupta (HBCSE) — Leading Edge Grant Award
(awarded by Infosys TIFR, Sep. 2021)

Bhavya Rajasree Bhaskar (DBS) — TIFR Infosys Leading Edge Travel Grant 2022
(awarded by TIFR-Mumbai)

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

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

Vipin Agarwal (TCIS) — Executive Council Member
(awarded by National Magnetic Resonance Society of India, 2020-2023)

INTERNATIONAL

Ravindra Venkatramani (DCS) — Fellow of Royal Society of Chemistry
(awarded by (awarded by The Royal Society of Chemistry UK, 2015-present)

Sumantra Chattarji (NCBS) — Fellow *of International Union of Physiological Sciences*
(awarded by *International Union of Physiological Sciences,* July 2021)

Rama Govindarajan (ICTS) — Kirk Distinguished Fellowship
(awarded by Isaac Newton Institute, Cambridge, Nov. 2021)

Smarajit Karmakar (TCIS) — Humboldt Fellowship for experienced Researcher
(awarded by Alexander von Humboldt Foundation, Germany, Aug. 2021)

Aneesh T. Veetil (TCIS) — DBT-Wellcome Trust Intermediate Fellowship (3.5 crore INR for 5 years) (awarded by India Alliance (DBT-Wellcome Trust), Jan. 2022)

Vivek Polshettiwar (DCS) —Selected for Overseas Famous Professor Program to academic exchange visit to Guangdong University of Petrochemical Technology, China
(awarded by Govt. of China, 2021)

Shibashis Guha (STCS) — Best paper award at International Symposium on Mathematical Foundations of Computer Science (MFCS), 2021
(awarded by Programme Committee, International Symposium on Mathematical Foundations of Computer Science (MFCS), 2021, 25 Aug. 2021)

Sumantra Chattarji (NCBS) — FRAXA Global Champion Award
(awarded by FRAXA Research Foundation, USA, July 2021)

Manas Kulkarni (ICTS) — Rutgers Global International Collaborative Research Grant
(awarded by Rutgers University, June 2021)

Vijay Kumar Krishnamurthy (ICTS) — Templeton Foundation Grant

(awarded by Templeton Foundation, Nov. 2021)

Rajesh Gopakumar (ICTS) — Outstanding Referee
(awarded by American Physical Society, Jan. 2022)

Hiyaa Ghosh (NCBS) — Part of EMBO's Global Investigator Network
(awarded by European Molecular Biology Organization, Dec. 2021)

Arnab Bhattacharya (HBCSE) — Member, Global Health Initiative Working Group
(awarded by Optica (The Optical Society), 21 July 2021)

Faculty

Ramakrishnan, S. (Director)

School of Mathematics

Bhattacharya, Amitava
Bhattacharya, Siddhartha
Biswas, Indranil
Das, Omprokash
Deshpande, Tanmay N.
Fakhruddin, N.
Ghate, Eknath P.
Ghosh, Anish
Holla, Yogesh I.
Krishna, Amalendu (On Lien to IISc, Bangalore)
Mahan, Mj.
Mondal, Sugata (till 30.03.2022)
Mukherjee, Sabyasachi
Mukhopadhyay, Swarnava
Nair, Arvind N.
Parameswaran, A. J.
Rajan, C. S. (till 01.01.2022)
Roushon, S. K.
Sawant, Anand
Sridharan, Raja
Srinivas, V.
Srinivasan, Srimathy (since 14.12.2021)
Trivedi, Vijaylaxmi G.
Varma, Sandeep V.
Venkataramana, T. N.

Adjunct Faculty

Bader, Uri, Weizmann Institute of Science, Israel (since 01.01.2019)
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)
Campana, Frederic, Universite de Lorraine, France (since 01.01.2019)
Clozel, Laurent, France (since 01.01.2019)
Gelander, Tsachik, Faculty of Mathematics and Computer Science, The Weizmann Institute of Science, Israel (from 01.04.2022 to 31.03.2025)
Hida, Haruzo, Department of Mathematics, UCLA Los Angeles, U.S.A. (from 01.04.2022 to 31.03.2025)
Ramakrishnan, Dinakar, California Institute of Technology, USA (since 01.01.2019)
Velani, Sanju L., University of York, United Kingdom (since 01.01.2019)

TIFR Centre for Applicable Mathematics, Bengaluru

Adimurthi, Karthik
Aravinda, C. S.
Banerjee, Agnid
Biswas, Imran H.
Chandgotia, Nishant
Chandrashekar, Praveen
Ghoshal, Shyam Sundar
Gowda, G. D. Veerappa (till 31.07.2020)
Hyder, Ali (since 11.11.2021)
Thomas, Jim (since 27.01.2022)
Karmakar, Debabrata
Koley, Ujjwal
Krishnan, Venkateswaran P.
Maity, Debayan
Ramachandran, Koushik
Sandeep, K.
Shekhar, Atul (since 07.10.2021)
Shrinivasan, Prashanth K.
Sivaguru, R.
Vadlamani, Sreekar

Adjunct Faculty

Nair, Ramachandran D., Institute for Mathematics Applied to Geosciences, USA (till

31.05.2021)
Sire, Yannick, Johns Hopkins University, USA (since 01.01.2019)

School of Technology and Computer Science

Asnani, Himanshu
Batra, Jatin (since 01.09.2021)
Bhaskar, Umang
Chattopadhyay, Arkadev
Guha, Shibashis
Harsha, Prahlad
Juneja, Sandeep K.
Kavitha, T.
Narayanan, H.
Prabhakaran, Vinod M.
Radhakrishnan, Jaikumar
Raja, N.
Saptharishi, Ramprasad
Sen, Pranab G. D.
Srinivasan, Akshayaram
Srivastava, Piyush
Vaze, Rahul

Adjunct Faculty

Borkar, V. S., Indian Institute of Technology, Mumbai (since 01.10.2018)
Jain, Rahul, NUS, Singapore (Adjunct VAJRA Faculty, till 31.05.2021)
Kayal, Neeraj, Microsoft Research Lab India, Bangalore (since 01.02.2020)
Mazumdar, Ravi R., University of Waterloo, Canada (since 01.05.2019)
Netrapalli, Praneeth, Microsoft Research India, Bangalore (since 01.05.2020)

School of Natural Sciences

Department of Astronomy and Astrophysics

Bhattacharyya, Sudip
Chatterjee, Sourav
Gopakumar, A.
Hanasoge, Shravan M.
Mookerjea, Bhaswati
Ninan, Joe Philip (since 24.01.2022)
Ojha, Devendra K.
Puravankara, Manoj
Singh, Tejinder P.
Tendulkar, Shriharsh (Joint appointment with NCRA

Department of Biological Sciences

Anand, Amitesh
Das, Debasis
Kolthur, Ullas, S.
Koushika, Sandhya P.
Maithreyi, R. Narasimha
Mishra, Mithilesh
Ray, Krishanu
Sonawane, Mahendra S.
Tole, Shubha
Vaidya, Vidita A.

Adjunct Faculty

Kamat, Siddhesh, Indian Institute of Science Education and Research, Pune (since 01.05.2020)
Menon, Gautam I., The Institute of Mathematical Sciences, Chennai (till 31.05.2021)

Department of Chemical Sciences

Dasgupta, Jyotishman
Mazumdar, Shyamalava

Datta, Ankona
Khushalani, Deepa
Koti, A. Sri Rama
Maiti, Sudipta
Patra, Malay
Polshettiwar, Vivek
Venkatramani, Ravindra
Voora, Vamsee K.

Adjunct Faculty

Kuo, Jer-Lai, Institute of Atomic and Molecular Sciences, Taiwan (till 31.05.2021)

Department of Condensed Matter Physics and Materials Science

Bhattacharya, Arnab
Chatterjee, Shouvik
Deshmukh, Mandar M.
Ghosh, Sandip
Ghosh, Shankar
Gopal, Achanta V.
Maiti, Kalobaran
Prabhu, Shriganesh S.
Ramakrishnan, S.
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 (since 01.05.2019)

Department of High Energy Physics

Chitnis, Varsha R.
Dugad, Shashi R.
Guchait, Monoranjan
Majumder, Gobinda
Mazumdar, Kajari
Mohanty, Gagan B.
Mohanty, Pravata K.
Rameez, Mohamed
Unnikrishnan, C. S.

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 (till 30.06.2024)
Rajeev, P. P., Rutherford Appleton Laboratory, Oxford, UK (since 01.02.2020)

Department of Theoretical Physics

Damle, Kedar S.
Dasgupta, Basudeb
Datta, Saumen
Minwalla, Shiraz
Parrikar, Onkar (since 09.08.2021)
Raychaudhuri, Sreerup

Dighe, Amol S.
Gadde, Abhijit
Gupta, Sourendu
Khatri, Rishi
Kulkarni, G. P.
Majumdar, Subhabrata
Mandal, Gautam
Mathur, Nilmani
Roy, Tuhin S.
Sadhu, Tridib
Sensarma, Rajdeep
Sharma, Rishi
Sridhar, K. (till 31.05.2021)
Tripathi, Vikram
Trivedi, Sandip P.

Adjunct Faculty

Bali, Gunnar S., Universität Regensburg, Germany (since 01.10.2018)
Das, Sumit Ranjan, University of Kentucky, USA (from 01.04.2021 to 31.03.2024)
Dhar, Deepak, Indian Institute of Science Education and Research, Pune (since 01.05.2020)
Jain, Bhuvnesh, University of Pennsylvania, Philadelphia, U.S.A. (since 01.05.2020)
Majumdar, Satya Narayan, Université Paris-Sud, France (from 01.04.2021 to 31.03.2024)
Mukhi, Sunil, Indian Institute of Science Education and Research, Pune (till 31.05.2021)
Vishwanath, Ashvin, Harvard University, USA (since 01.01.2019)

Homi Bhabha Centre for Science Education

Bhattacharya, Arnab
Chandrasekharan, Sanjay
Chari, Deepa
Chunawala, Sugra I.
De, Prithwijit
Gupta, Ankush
Gupta, Ayush
Joshi, Paresh K.
Khaparde, Rajesh B.
Ladage, Savita A.
Mashood, K. K.
Mazumdar, Anwesh
Mishra, K. K.
Nagarjuna, G.
Sengupta, Tathagata
Subramaniam, K.
Sule, Aniket P.
Vartak, Rekha R.

Adjunct Faculty

Sengupta, Pratim, University of Calgary, Canada (since 01.02.2020)

National Centre for Biological Sciences

Agashe, Deepa
Badrinarayan, Anjana
Bhattacharjee, Tapomoy (since 1.7.2021)
Bhattacharya, Abhishek (since 2.4.2021)
Bhalla, Upinder S.
Brockmann, Axel
Chakrabarti, Shaon
Chattarji, Sumantra
Das, Ranabir
Das, Soumyashree
Ghosh, Hiyaa Singhee
Gosavi, Shachi S.
Jana, Swadhin Chandra (since 1.4.2021)
Sane, Sanjay P.
Padinjat, Raghu
Radhakrishnan, Sabarinathan
Raju, Archishman
Ramakrishnan, Uma
Ramesh, Arati
Rao, Madan
Sankaran, Mahesh
Seshasayee, Aswin Sai Narain
Shivaprasad, P. V.
Sowdhamini, R.
Sundaramurthy, Varadharajan
Thattai, Mukund

Krishna, Sandeep
Kunte, Krushnamegh J.
Kutti, Ragunath Vinothkumar
Ladher, Rajesh Kumar
Mayor, Satyajit
Notani, Dimple
Olsson, Shannon B. (till 31.03.2022)
Thirumalai, Vatsala
Thutupalli, Shashi
Udgaonkar, Jayant B. (On deputation to IISER, Pune)
Venkatesan, Radhika (till 05.11.2021)
Viswanath, Shruthi

Adjunct Faculty

Jain, Sanjeev, NIMHANS, Bengaluru, India (from 01.04.2021 to 31.03.2024)
Karanth, Ullas, Wildlife Conservation Society, Bengaluru, India (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 01.09.2019 to 31.08.2022)
Spudich, James A., Stanford University School of Medicine, 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
Kale, Ruta
Kanekar, Nissim
Kharb, Preeti
Lal, Dharam Vir
Yogesh Maan (since 02.07.2021)
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)
Basak, Anirban
Basu, Riddhipratim
Bhat, Pallavi
Bhattacharjee, Subhro
Dey, Rukmini
Dhar, Abhishek
Gopakumar, Rajesh
Govindarajan, Rama
Krishnamurthy, Vijay Kumar
Kulkarni, Manas
Kumar, Prayush (since 05.01.2021)
Kundu, Anupam
Loganayagam, R.
Pandit, Pranav Sudhir
Raju, Suvrat
Ray, Samriddhi Sankar
Roy, Sthitadhi (since 05.02.2022)
Thomas, Jim (since 27.01.2022, Joint appointment with CAM)
Thutupalli, Shashi (Joint appointment with NCBS)
Vasan, Vishal

Adjunct Faculty

Chattopadhyay, Swapan, Scientific Director and Project Leader Berkeley, CA, U.S.A. (from 01.07.2021 to 30.06.2024)
Nanjundiah, Ravi S., Indian Institute of Tropical Meteorology, Pune (since 01.01.2019)

TIFR Centre for Interdisciplinary Sciences

Agarwal, Vipin
Chandrasekhar, V.
Dani, Adish
Das, Tamal
Garai, Kanchan
Ghosh, Soumya
Haldar, Ritesh (since 11.05.2021)
Jaiswal, Manish
Jana, Anukul
Karmakar, Smarajit
Krishnamurthy, M.
Madhu, P. K.
Mandal, Kalyaneswar
Mazumder, Aprotim
Mondal, Jagannath
Mote, Kaustubh R.
Narayanan, T. N.
Nandi, Saroj Kumar
Nayak, Pabitra Kumar
Perlekar, Prasad S.
Ramakrishnan, Raghunathan
Ramola, Kabir
Shirhatti, Pranav R.
Srivastava, Mrinal (since 05.04.2021)
Vaidya, Anand Teertha
Vallurupalli, Pramodh
Veetil, Aneesh Tazhe (since 25.05.2021)
Venkataraman, Karthik
Vig, Monika

Adjunct Faculty

Chattopadhyay, Amitabha, CCMB, Hyderabad, India (since 01.10.2018)
Huster, Daniel, University of Leipzig, Germany (since 01.10.2018)
Kang, Gagandeep, The Wellcome Trust Research Laboratory, Christian Medical College, Vellore (since 02.11.2020)
Roesky, H. W., University of Goettingen, Germany (since 01.02.2020)

Administration and Services

ADMINISTRATION

Registrar & Secretary to the Council of Management	:	Wg Cdr Antony, George (Retd.)
Deputy Registrar	:	Col Gokhale, Sanjay B. (Retd.)
Assistant Registrar (Academic)	:	Bhoir, A. D. (till 09.05.2021) Redekar, H. K. (since 10.05.2021)
Secretary, IWG	:	Shinde, M. D.
Head, Accounts	:	Paithankar, Kishore S.
Head, Establishment	:	Athavale, Milind A. (till 18.04.2021) Sagwekar, N. S. (since 27.05.2021)
Public Relations Officer	:	Ambekar, Raju P. (till 31.08.2021) Abhyankar, A.M. (since 01.09.2021)
Legal Officer	:	Shekhar, G. K.
Purchase & Stores Officer	:	Baghele, Deepak B.
Security & Fire Officer	:	Joshi, Bharat B.
Administrative Officer (C), General Administration	:	Felix, T. J.
Head, Administration, HBCSE	:	Raul, V. 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.
Administrative Officer (D), NBF, Hyderabad	:	Manohar, 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 (F), Low Temperature Facility	:	Srinivasan, K.V.

Highlights of the Research Activities of T.I.F.R.

(2021–2022)

School of Mathematics

Number Theory

- **Semi-stable representations as limits of crystalline representations**
  We construct an explicit sequence V_{k_n ,a_n} of crystalline representations of exceptional weights converging to a given irreducible two-dimensional semi-stable representation V_{k,L} of Gal(\bar{Qp} /Qp). The convergence takes place in the blow-up space of two-dimensional trianguline representations studied by Colmez and Chenevier. The process of blow-up is described in detail in the rigid analytic setting and may be of independent interest. More generally, we recover a formula of Stevens expressing the L-invariant as a logarithmic derivative. Our result can be used to compute the reduction of V_{k,L} in terms of the reductions of the V_{k_n,a_n}. For instance, using the zig-zag conjecture we recover the work of Breuil-Mezard and Guerberoff-Park computing the reductions of the V_{k,L} for weights at most p+1, at least on the inertia subgroup. In the cases where zig-zag is known, we are further able to obtain some new information about the reductions for small odd weights. Finally, we explain some apparent violations to local constancy in the weight of the reductions of crystalline representations of small weight. [Eknath Ghate]

Probability Theory

- **Equality of critical parameters for percolation of Gaussian free field level-sets**
  In the aforementioned work, a long-standing conjecture was resolved concerning the characterization of phase transition of a prototypical percolation model exhibiting long-range dependence, namely the level-sets of Gaussian free fields. A distinguishing feature of this model is that the correlations between local functionals decay like a small power of the distance between their supports. The presence of such slow decay for all values of the underlying parameter, which is often a hallmark of the critical phase, present new challenges for mathematicians working in the field. In the course of the work, a robust toolkit was developed towards analyzing dependent percolation models in general. [Subhajit Goswami]

- **On the radius of Gaussian free field excursion clusters**
  In the context of percolation theory — one of the richest and most active areas of research in the mathematical field of Probability theory — the truncated two-point function stands for the probability that two given points in an infinite, connected graph (e.g., a lattice) belong to the same finite, open cluster, i.e., finite, connected components comprising edges or vertices in some random subgraph. Finding the precise (in some reasonable sense) rate of decay of the truncated two-point function is very often an impossible project for dimensions larger than 2 when the underlying graph is a hypercubic lattice. In the above-mentioned work, the authors were able to pin down the truncated two-point function for the level-sets of Gaussian free field up to the leading exponential order throughout the off-critical phase in dimension 3. [Subhajit Goswami]

- **Roughness of geodesics in Liouville quantum gravity**
  Liouville quantum gravity (LQG) is a one-parameter family of random fractal surfaces that was first studied by physicists in the 1980 as a class of canonical models of random two-dimensional Riemannian manifolds.The distance associated with the Liouville quantum gravity (LQG) surface has been constructed through a series of recent works and several properties of its associated geodesics are now understood. In the aforementioned article the authors confirm the folklore conjecture that the Euclidean Hausdorff dimension of LQG geodesics is stirctly greater than 1 for

all values of the so-called Liouville first passage percolation (LFPP) parameter. The authors also prove an analogous result for the LFPP geodesics. [Subhajit Goswami]

Mathematical Statistics

- **Spatially Adaptive Online Prediction of Piecewise Regular Functions**
  In this work the authors address the problem of estimating piecewise regular functions in an online setting, i.e., the data arrive in a sequential manner and at any round our task is to predict the value of the true function at the next revealed point using the available data from past predictions. The work proposes a suitably modified version of a recently developed online learning algorithm called the sleeping experts aggregation algorithm. It is shown that this estimator satisfies oracle risk bounds simultaneously for all local regions of the underlying domain. Several concrete instantiations of the expert aggregation algorithm are also studied in detail. [Subhajit Goswami]

Conformal Dynamics

- **Schwarz reflections and anti-holomorphic correspondences**
  The phenomenon of "mating" of rational maps with Fuchsian groups was discovered in the 1990s by Bullett and Penrose in the context of iterated algebraic correspondences. This was a promising step towards the so-called "Sullivan dictionary" between dynamics of rational maps and Kleinian groups. However, due to the ad hoc nature of their correspondence construction, the work mostly remained in isolation for the next two decades. In the paper "Schwarz reflections and anti-holomorphic correspondences", the authors studied a new class of anti-holomorphic dynamical systems (arising as Schwarz reflections associated with quadrature domains), and developed a novel general framework for producing such correspondences. The specific family studied in the paper gave rise to anti-holomorphic versions of the Bullett-Penrose correspondence. A key technical achievement of the paper is the formulation of a new "straightening theorem" for parabolic rational maps, which is of independent interest. [Sabyasachi Mukherjee]

- **Discontinuity of straightening in antiholomorphic dynamics: I**
  This paper studies appearance of prototypical shapes in the parameter spaces of complex polynomials. The main results of the paper show that the dynamically natural straightening map from a baby Tricorn (connectedness locus of quadratic anti-holomorphic polynomials) to the original Tricorn is discontinuous at infinitely many explicit parameters. This is the first known example where straightening maps fail to be continuous on a real two-dimensional slice of a holomorphic family of holomorphic polynomials. It was also proved that all non-real umbilical cords of the Tricorn wiggle, which settles a conjecture made by various people including Hubbard, Milnor, and Schleicher. [Sabyasachi Mukherjee]

Complex Analysis and Conformal Dynamics

- **Univalent Polynomials and Hubbard Trees**
  Univalent polynomials have played an important role in classical complex and functional analysis (for example, they were studied in connection with the celebrated Bieberbach conjecture). In this paper, the authors related the theory of univalent polynomials to the field of conformal dynamics (by associating a Schwarz reflection dynamical system to each univalent polynomial), and introduced quasiconformal deformation techniques to the study of univalent polynomials. Using this technique, they gave a complete description of "extremal" univalent polynomials in terms of simple combinatorial objects; namely, trees. They further proved a "rigidity" theorem to the effect that extremal univalent polynomials are completely determined by their associated trees. In fact,

these trees were also used to classify an important family of anti-holomorphic polynomials. [Sabyasachi Mukherjee]

Conformal Dynamics, Kleinian Groups, Complex Analysis, and Teichmüller Spaces

- **Bers slices in families of univalent maps**
  The dynamics of Schwarz reflection maps is an emerging field in conformal dynamics that combines various aspects of complex analysis, dynamics of rational maps, reflection groups, theory of univalent maps, etc. This paper is a study of the parameter space of a natural class of Schwarz reflection maps arising from univalent rational maps. It is shown that every map in this space is a conformal mating of a fixed polynomial and a reflection group, and that the parameter space itself is naturally homeomorphic to to a compactified deformation space of reflection groups. This provides a new and interesting connection between Teichmuller spaces of reflection groups and families of univalent maps. [Sabyasachi Mukherjee]

Topology, Conformal Dynamics, and Kleinian Groups

- **Circle packings, kissing reflection groups and critically fixed anti-rational maps**
  In the 1980s, Sullivan proposed a dictionary between two classes of conformal dynamical systems: namely, dynamics of rational maps on the Riemann sphere, and actions of Kleinian groups. This was motivated by various common features shared by them, but there is still no precise mathematical framework to explain these similarities. The current paper establishes a new bridge between the aforementioned classes of dynamical systems. More precisely, an explicit correspondence between a large class of Kleinian reflection groups and anti-holomorphic rational maps is proved by showing that the chaotic dynamics of these objects are topologically equivalent. Using the correspondence, complete answers to certain geometric mating problems and analogues of important theorems for parameter spaces of acylindrical hyperbolic 3-manifolds (known as the Thurston's compactness theorem) in the anti-rational map setting are obtained. [Sabyasachi Mukherjee]

- **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”, the authors 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 the authors study the topology of the closure of the collection of hyperbolic components containing critically fixed anti-rational maps. The goal of this project, on the one hand, was 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]

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 authors, (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 paper. 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]

Algebraic Geometry

- **On the Log Abundance for Compact Kähler 3-folds**
  In this article we show that the log abundance conjecture hold for compact Kähler 3-folds except the numerical dimension 2 case. [Omprokash Das]

- **Fundamental group of moduli of principal bundles on curves** We compute the fundamental group of the moduli space of principal G bundles on curves where G is an algebraic group. [Swarnava Mukhopadhyay]

- **Examples violating Golyshev's canonical strip hypothesis**
  We give the first examples of smooth Fano and Calabi-Yau varieties violating the (narrow) canonical strip hypothesis, which concerns the location of the roots of Hilbert polynomials of polarised varieties. They are given by moduli spaces of rank 2 bundles with fixed odd-degree determinant on curves of sufficiently high genus, hence our Fano examples have Picard rank 1, index 2, are rational, and have moduli. The hypotheses also fail for several other closely related varieties. [Swarnava Mukhopadhyay]

- **Appendix D: Rank-level duality a brief survey**
  This is a survey on questions related to rank-level duality of conformal blocks and also on conformal embeddings [Swarnava Mukhopadhyay]

Geometry and Topology

- **Configuration Lie groupoids and orbifold braid groups**
  We proposed two definitions of configuration Lie groupoids of a Lie groupoid. In both the cases we proved a Fadell-Neuwirth type fibration theorem and give examples of Lie groupoids where it fails. We further studied the fundamental groups (called pure orbifold braid groups) of the configuration Lie groupoids of a family of Lie groupoids. This is achieved by producing a short exact sequence. Consequences: First, we see that the pure orbifold braid groups have poly-virtually free structure. We also provided an explicit set of generators of the pure orbifold braid groups. Secondly, we proved that a class of affine and finite complex Artin groups are virtually poly-free, which partially answers a question of M. Bestvina. Finally, we deduced the Farrell-Jones isomorphism conjecture for this class of orbifold braid groups, confirming the case of the Artin group of type D_n tilde, which was left open in one of our previous works. [S. K. Roushon]

- **Quasifibrations in configuration Lie groupoids and orbifold braid groups**
  In the above work we studied a Fadell-Neuwirth type fibration theorem for orbifolds, and gave a short exact sequence of fundamental groups of configuration Lie groupoids of Lie groupoids

corresponding to the genus zero 2-dimensional orbifolds with cone points, and at least one puncture. In this paper we extend this work to all genus > 0, 2-dimensional orbifolds with cone points. As a consequence, we prove the Farrell-Jones Isomorphism conjecture for the fundamental groups of the associated configuration Lie groupoids. This answers a substantial part of a question we posed in one of our previous works. In the above work we also showed that for all global quotient type orbifolds, the fibration theorem does not hold. Here, we provide some nontrivial examples of orbifolds where a Fadell-Neuwirth type quasifibration theorem holds. Finally, we state an Asphericity conjecture and a Quasifibration conjecture for orbifolds. [S. K. Roushon]

Algebraic Topology

- **Almost-quasifibrations and fundamental groups of orbit configuration spaces**
  We introduce the notion of an k-almost-quasifibration and give many examples. We also show that a large class of these examples are not quasifibrations. As a consequence, supporting the Asphericity conjecture in one of our previous work, we deduce that the fundamental group of the orbit configuration space of an effective and properly discontinuous action of a discrete group, on an aspherical 2-manifold with isolated fixed points is torsion free. Furthermore, if the 2-manifold has at least one puncture then it is poly-free, and hence has an iterated semi-direct product of free groups structure, which generalizes a result of Xicotencatl. [S. K. Roushon]

Algebraic Geometry, Algebraic Groups, Motivic Homotopy Theory

- **Iterations of the A1- chain connected components construction**
  The sheaf of A1-connected components of a Nisnevich sheaf of sets and its universal A1-invariant quotient (obtained by iterating the A1-chain connected components construction and taking the direct limit) are shown to agree on field-valued points. This establishes an explicit formula for the field-valued points of the sheaf of A1-connected components of any space. An A1-connected space on which the iterations of the naive A1-connected components construction do not stabilize before any given finite stage is constructed. [Anand Sawant]

- **Strong A1-invariance of A1-connected components of reductive algebraic groups**
  The sheaf of A1-connected components of a reductive algebraic group over a perfect field is shown to be strongly A1-invariant. As a consequence, torsors under such groups give rise to A1-fiber sequences. Also, sections of A1-connected components of anisotropic, semisimple, simply connected algebraic groups over an arbitrary field are shown to agree with their R-equivalence classes, thereby removing the perfectness assumption in the previously known results about the characterization of isotropy in terms of affine homotopy invariance of Nisnevich locally trivial torsors. [Anand Sawant]

Mathematics

- With H. Esnault, we continued working on a problem of Deligne, on a possible Bertini theorem for l-adic local systems on non-proper varieties, and questions related to that. A specific result obtained by us, along with a collaborator, is a subtle group theretic property of the etale fundamental group of a projective smooth variety in positive characteristic, which holds if the varety admits a flat lifting to characteristic 0. We showed that this property indeed represents an obstruction to lifting, by exhibiting an example where the property fails to hold. In an ongoing collaboration with Marc Levine and S. Pepin-Lehalleur, results were obtained on oriented versions of Milnor number computations for certain degenerations of nonsingular hypersurfaces to conical singularities, where numerical invariants are replaced by classes in Grothendieck-Witt groups. In particular, some detailed homological computations were made to realize certain

product maps via pairings of complexes, leading to sharper forms of results computing such products; these were needed to get the desired quadratic refinements. [Vasudevan Srinivas]

Characteristic p methods

- **Rings of invariants for three dimensional Modular representations**
  We prove a conjecture of Campbell-Shank-Wehlau, which was known earlier for for r = 3 and r = 4. [Vijaylaxmi Trivedi]

Arithmetic Group and Algebraic Groups

- **Congruence subgroup property and generators for arithmetic groups**
  A new proof of the centrality of the congruence subgroup kernel for higher rank non-uniform arithmetic groups was given, bypassing complicated theorems in number theory and algebraic groups. Another new proof for unipotent generators for the same class of arithmetic groups was given, significantly simplifying old proofs. [T. N. Venkataramana]

TIFR Centre for Applicable Mathematics, Bengaluru

Partial Differential Equations

- **On The Critical Mass Patlak-Keller-Segel System For Multi-Species Populations: Global Existence And Infinite Time Aggregation**
  Researchers studied the global existence and asymptotic behaviour of the critical mass Patlak-Keller-Segel system for multi-species populations. The system describes the evolution of organisms, a process called chemotaxis in Biology. One of the main features of such a system is the global existence vs finite time blow-up dichotomy. There is an optimal critical mass below which global solution exists and above which all solutions blow-up in finite time. In this work, researchers address the situation of critical mass. It was shown that at the critical mass the solutions exist globally but as time approaches infinity they do blow-up and concentrates at a single point. [Debabrata Karmakar]

- **Uniqueness aspects of conservation laws**
  Recently, researchers proved the uniqueness of hyperbolic conservation laws in any dimension. If a weak solution belonging in some Holder spaces (with 1/2 exponent) and satisfies a one-sided condition then there does not exist any other weak solution to the system starting from the same initial data. Surprisingly, the exponent 1/2 is independent of the nonlinearity of the equation, i.e., 1/2 is a generic exponent, which works for all conservation laws. [Shyam Sundar Ghoshal]

School of Technology and Computer Science

Approximation Algorithms for Combinatorial Optimization

- **Generalised min sum set cover and min sum vertex cover**
  We provided improved near best possible approximation guarantees for generalised min sum set cover and min sum vertex cover. Along the way, we also came up with new tail bounds for sums of Bernoulli random variables. [Jatin Batra]

Algorithms and Complexity

- **On Approximate Envy-Freeness for Indivisible Chores and Mixed Resources**
  Given a set of indivisible items, how does one fairly divide these among a set of agents? One criterion for fairness is envy-freeness – no agent should want to exchange her allocated bundle with another agent. However, this criterion is too strict, and is usually relaxed to envy-freeness up to one item (EF1) . Most work in fair division has focused on EF1 allocations of positive utility items, called goods. The fair allocation of chores, which have negative utility for agents, is less studied. We give algorithms for fair division in the presence of both goods and chores, when agents have doubly monotone utility functions. In this setting an item may be a good for one agent, and a chore for another. Our work is the most general setting in which EF1 allocations are shown to exist. We then consider settings with both divisible and indivisible resources, and give polynomial time algorithms for these as well. [Umang Bhaskar]

Formal Methods and Verification

- **Safe Learning for Near-Optimal Scheduling**
  This work considers a stochastic scheduling problem with both hard and soft tasks on a single machine. Each task is described by a discrete probability distribution over possible execution times, and possible inter-arrival times of the job, and a fixed deadline. Soft tasks also carry a penalty cost to be paid when they miss a deadline. The dynamics of such a system can be modelled as a finite Markov Decision Process (MDP). The goal in this work was to compute an online and non-clairvoyant scheduler (i.e. one that must take decisions without knowing the future evolution of the system) that is safe and efficient. The work investigated the combination of synthesis, model-based learning, and online sampling techniques to obtain safe and near-optimal schedulers for a preemptible task scheduling problem. The algorithms can handle Markov decision processes (MDPs) that have 1020 states and beyond which cannot be handled with state-of-the art probabilistic model-checkers. [Shibashis Guha]

Formal Methods and Game Theory

- **Fragility and Robustness in Mean-payoff Adversarial Stackelberg Games**
  In this work, two-player non-zero sum games between a leader and a follower was considered. Such games are also known as Stackelberg games, where the leader first proposes a strategy, and the follower responds with his strategy. In the proposed setting, the follower though strategic is adversarial towards the leader, and thus while maximizing his payoff, the follower also tries to minimize the payoff of the leader. It was shown that while strategies for zero-sum games are robust against perturbations in weights, this is not the case for nonzero-sum games. The area under study is called “rational synthesis” which were earlier studied for qualitative objectives. This work investigated the case of quantitative objectives, known as long run average a.k.a mean-payoff objective. Solution concepts that are robust to perturbations of weights for nonzero-sum games were defined in this work. Also the complexity of computing the maximum payoff that the

leader can obtain, and the memory needed by the strategies of both the leader and the follower were obtained. [Shibashis Guha]

Automata Theory

- **A Bit of Nondeterminism Makes Pushdown Automata Expressive and Succinct**
  Good-for-games automata form a class of automata where nondeterminism is resolved on-the-fly, based on the run constructed so far. In this work, the authors considered good-for-games pushdown automata (GFG-PDA), that is good-for-games automata that are augmented with a stack. Expressiveness and succinctness are two important properties that are studied for different classes of automata. While good-for-games automata are expressively equivalent to the class of nondeterministic and deterministic automata, it is not the same for the class of GFG-PDA. The authors showed that the set of languages accepted by GFG-PDA strictly contains the set of languages accepted by deterministic pushdown automata (DPDA) and is in turn strictly contained in the set of languages accepted by (nondeterministic) pushdown automata (PDA). Similarly, it was shown that the PDA can be double-exponentially more succinct than GFG-PDA which can in turn be exponentially more succinct than DPDA. [Shibashis Guha]

Randomized Algorithms

- **On the mixing time of Coordinate Hit-and-Run**
  We prove that the mixing time of Coordinate Hit-and-Run from a so called warm start, which is a density with upper bound that is a constant independent of the dimension parameter n. [Hariharan Narayanan]

- **Generating an equidistributed net on a sphere using random rotations**
  We show that an equidistributed net of a sphere can be obtained by choosing a small set of random rotations and iteratively applying them to one point on the n-sphere. [Hariharan Narayanan]

Information Theory

- **Coordination through Shared Randomness**
  A distributed sampling problem where a set of processors want to output (approximately) independent and identically distributed samples from a given joint distribution with the help of a common message from a coordinator was studied. Each processor has access to a subset of sources from a set of independent sources of shared randomness. Two cases were considered in the omniscient coordinator setting, the coordinator has access to all these sources of shared randomness, while in the oblivious coordinator setting, it has access to none. In addition, all processors and the coordinator may privately randomize. In the omniscient coordinator setting, when the subsets at the processors are disjoint (individually shared randomness model), the rate of communication required from the coordinator to the processors over a multicast link was characterized. For the two-processor case, the optimal rate matches a special case of relaxed Wyners common information proposed by Gastpar and Sula (2019), thereby providing an alternative operational meaning to the latter. Common randomness generation problems where multiple players aim to generate same sequences of random coin flips where some subsets of the players share an independent common coin which can be tossed multiple times, and there is a publicly seen blackboard through which the players communicate with each other was studied. A tight representation of the optimal communication rates via linear programming and explicit algorithms for the optimal distributed simulation for a wide class of hypergraphs were obtained. [Vinod Prabhakaran]

- **Capacity of Gaussian Broadcast Channels with Noisy Feedback**
  Broadcast channels with additive Gaussian noise model the downlink in cellular wireless networks. Feedback is known to enlarge the capacity region of a Gaussian Broadcast Channel (GBC) with independent noise realizations at the receivers, and an average power constraint at the transmitter. The capacity enlargement may occur even when there is noisy feedback from only one of the two receivers. However, recent results show the existence of a feedback noise threshold, beyond which one-sided feedback from only the stronger receiver is futile in enlarging the capacity region. This project showed a tight characterization of the feedback noise threshold, which separates the regimes where feedback from only the stronger receiver enlarges the capacity or leaves it unchanged. [Vinod Prabhakaran]

- **Communication in the Presence of Adversaries**
  The problem of determining the identity of a byzantine user (internal adversary) in a communication system was introduced. A two-user discrete memoryless multiple access channel where either user may deviate from the prescribed behaviour was considered. Owing to the noisy nature of the channel, it may be overly restrictive to attempt to detect all deviations. Thus the formulation only requires detecting deviations which impede the decoding of the non-deviating user's message. When neither user deviates, correct decoding is required. When one user deviates, the decoder must either output a pair of messages of which the message of the non-deviating user is correct or identify the deviating user. The users and the receiver do not share any randomness. The results include a characterization of the set of channels where communication is feasible, and an inner and outer bound on the capacity region. A communication model (called compound arbitrarily varying channels (CAVC)) which unifies and generalizes compound channels and arbitrarily varying channels (AVC) was studied. A CAVC may be viewed as a noisy channel with a fixed, but unknown, compound-state and an AVC-state which may vary with every channel use. The AVC-state is controlled by an adversary who is aware of the compound-state. Three problems in this setting were studied: ‘communication’, ‘communication and compound-state identification’, and ‘communication or compound-state identification’. For these, conditions for feasibility and capacity under deterministic coding and random coding were determined.. [Vinod Prabhakaran]

Information Theory and Cryptography

- **Secure Computation from One-Way Noisy Communication**Can a sender encode a pair of messages jointly, and send their encoding over (say) a binary erasure channel, so that the receiver can decode exactly one of the two messages and the sender does not know which one? Garg et al. (Crypto 2015) showed that this is information-theoretically impossible. In this project, this impossibility was circumvented by assuming that the receiver is computationally bounded, settling for an inverse-polynomial security error (which is provably necessary), and relying on ideal obfuscation. The solution creates a computational anti-correlation between the events of receiving one message and receiving the other by exploiting the anti-concentration of the binomial distribution. The ideal obfuscation primitive in the construction can either be directly realized using (stateless) tamper-proof hardware, yielding an unconditional result, or heuristically instantiated in the plain model using existing indistinguishability obfuscation schemes. As a corollary, similar feasibility results are obtained for general secure computation of sender-receiver functionalities by leveraging the completeness of the above random oblivious transfer functionality. [Vinod Prabhakaran]

Coding Theory and Zeroes of Polynomials

- **Vanishing spaces of random sets and application to Reed-Muller codes**
  A major question in the field of coding theory is to investigate the resilience of Reed-Muller codes under random errors and random erasures. It is known that Reed-Muller codes, under certain degree regimes, are indeed resilient to random erasures. This work extended the range of degrees at which Reed-Muller codes achieve capacity under the binary erasure channel. Additionally, the main tool used for this result is a study of vanishing spaces of polynomials that are zero on a random set of points. [Ramprasad Saptharishi]

Algebraic Complexity Theory

- **Derandomization from Algebraic Hardness**
  This result was reported in a previous APR when the conference version was published. Since then, this result has been improved to not require any hardness with respect to border complexity for the same conclusion. Furthermore, the new pseudorandom generator construction also suggests that even improving the size of the hitting set for efficient constant-variate polynomials by just one point is sufficient to obtain a complete derandomisation of the polynomial identity testing problem. This improved version has now been published in journal. [Ramprasad Saptharishi]

Epidemiology and Simulation of Disease Dynamics

- **Modelling PHSM and Covid Spread in Mumbai**
  As a part of a project with the World Health Organisation, an extensive study of various public health safety measures adopted by the Mumbai municipality was studied in this project. Data from the Brihanmumbai Metropolitan Corporation was analysed with the help TIFR-IISc city-scale agent-based simulator to study various contrafactual scenarios to understand the effectiveness of various measures for reducing the stress on the medical infrastructure. [Ramprasad Saptharishi]

Quantum Information Theory

- **One-shot inner bounds for sending private classical information over a quantum MAC**
  Novel one shot inner bounds for sending private classical information over a quantum multiple access channel (QMAC) were obtained. The proof of correctness of these bounds came from combining simultaneous decoding techniques for the QMAC together with a new successive cancellation covering lemma in conjunction with ratesplitting. The one shot inner bounds approach the quantum analogue of the standard classical bounds in the asymptotic limit of many independent and identical (iid) uses of the channel. [Pranab Sen]

Cryptography

- **SNARGs for P from Sub-Exponential DDH and QR**
  In this work, we give a construction of the first succinct non-interactive argument (SNARG) for all polynomial time computations based on sub-exponentially hard DDH and QR. Prior constructions required much stronger assumptions such as Learning with Errors which support homomorphic computation. [Akshayaram Srinivasan]

- **Round-Optimal Black-Box Protocol Compilers**
  In this work, we give the first construction of a protocol compiler that generically transforms a semi-honest protocol to a malicious secure protocol without increasing the number of rounds, making black-box use of the underlying protocol, and using mild cryptographic tools. As a result of applying this compiler, we get a host of round-optimal black-box protocols with security

against malicious adversaries and based on minimal cryptographic assumptions. [Akshayaram Srinivasan]

- **Reusable Two-Round MPC from LPN**
  We give the first construction of a round-optimal MPC protocol where the first round is reusable based on the LPN assumption. Prior constructions were based on DDH or LWE. [Akshayaram Srinivasan]
- **Bounded Indistinguishability of Simple Sources**
  In this work, we consider a natural extension of Braverman's result to case of bounded indistinguishability of sources that are generated by constant degree polynomial maps. We provide positive and negative results and discuss cryptographic applications. [Akshayaram Srinivasan]

Causal Inference

- **Almost Optimal Universal Lower Bound for Learning Causal Graphs with Atomic Interventions**
  An important problem in causal inference is to find an "optimal" set of "experimental interventions" that will help find the directions of all causal links amongst subsystems of the larger system. Various different solution concepts have been proposed for studying this problem. One of the more well studied such concepts is in the setup of directed graphical models, with experiments modeled as atomic interventions. A natural question then is the following: given the undirected skeleton of the underlying model (obtained from purely "observational" data), how many interventions must be made in order to learn the directions of all the edges of the DAG? By connecting this problem to a certain special kind of perfect elimination orderings of chordal graphs, named "clique block shared parents" orderings in the paper, a new lower bound was given that is tight up to a factor of two, and which thereby gives a large quantitative improvement over the previous best work in this direction by Squires et al. (NeurIPS 2020). [Piyush Srivastava]
- **Condition Number Bounds for Causal Inference**
  Given the importance of the problem of inferring the strength of causal connections in the sciences, it of interest to understand how robust are the statistical methods proposed for the problem. An important desirable property of such methods is robustness against numerical perturbations. Earlier work with Leonard Schulman had shown that this notion of robustness, which is classical in numeric analysis and known as the "condition number", can also provide some robustness against uncertainty in the model of the system. In more recent work, tools for evaluating the robustness of causal inference for specific problem instances were developed. These tools were then used to provide new insights into the qualitative understanding of this notion of robustness in the context of causal inference. [Piyush Srivastava]

Graph Algorithms and Combinatorial Optimization

- **Maximum Matchings and Popularity**
  Let G be a bipartite graph where every node has a strict ranking of its neighbors. A maximum matching M in G is a popular max-matching if for any maximum matching N in G, the number of nodes that prefer M is at least the number that prefer N. Popular max-matchings always exist in G and they are relevant in applications where the size of the matching is of higher priority than node preferences. Here it was assumed that there is also a cost function on the edge set and what was sought is a popular max-matching of minimum cost. The main result shown in this work was a

polynomial-time algorithm for computing such a matching. An efficient algorithm to find a min-cost popular max-matching is surprising since it is known that finding a min-cost popular matching is NP-hard. [T. Kavitha]

Algorithmic Game Theory

- **A Little Charity Guarantees Almost Envy-Freeness**
  Fair division of indivisible goods is a very well-studied problem. The goal of this problem is to distribute m goods to n agents in a ``fair'' manner, where every agent has a monotone valuation for each subset of goods. Envy-freeness is the most extensively studied notion of fairness. However, envy-free allocations do not always exist when goods are indivisible. The notion of fairness that was considered in this work was ``envy-freeness up to any good'' (EFX) where no agent envies another agent after the removal of any single good from the other agent's bundle. It is not known if such an allocation always exists. It was shown in this work that an almost-EFX partition of the set of goods always exists. Furthermore, this proof was constructive and it led to a pseudo-polynomial time algorithm to find an almost-EFX allocation. [T. Kavitha]

Graph Algorithms and Computational Social Choice

- **Matchings, Critical Nodes, and Popular Solutions**
  This work considered another matching problem in a bipartite graph where every node has a strict ranking over its neighbors. The input also consisted of a set of prioritized or critical nodes and only those matchings that matched as many critical nodes as possible were regarded to be interesting. Such matchings are useful in several applications and these were called critical matchings. A stable matching need not be critical. The goal in this work was to find a popular critical matching, i.e., a weak Condorcet winner within the set of critical matchings. It was shown in this work that popular critical matchings always exist in G and polynomial-time algorithms to find popular critical matchings of max-size and min-size were given here. [T. Kavitha]

Graph Algorithms and Combinatorial Optimization

- **The Popular Assignment Problem: when size is more important than popularity**
  This work considered a matching problem in a bipartite graph G = (A U B, E) where each node in A was an agent having preferences in partial order over her neighbors, while nodes in B were objects with no preferences. Any pair of matchings were compared as follows: the larger matching is the better matching and if both the matchings were of the same size then the “more popular” one is the better one. Finding a best matching was called the "popular assignment" problem and in fact, the problem of finding a popular assignment generalized the well-studied popular matching problem from 2007. This work showed that the popular assignment problem can be solved in polynomial time. In instances with no popular assignment, the problem of finding an almost popular assignment was considered and an algorithm with essentially optimal running time was given to solve this problem. This work also showed that when there are edge costs, the min-cost popular assignment problem is NP-hard. [T. Kavitha]

- **Fairly Popular Matchings and Optimality**
  This work considered another popular matching problem in a bipartite graph where nodes have strict rankings over their neighbors. While it is easy to find popular matchings, when there are edge costs, it is known that it is NP-hard to find (or even approximate) a min-cost popular matching. This hardness motivated relaxations of popularity. This work introduced fairly popular matchings. A fairly popular matching might lose elections but there is no good matching (with respect to popularity) that defeats a fairly popular matching. In particular, any matching that defeats a fairly popular matching does not occur in the support of any popular mixed matching.

This work showed that a min-cost fairly popular matching can be computed in polynomial time and the fairly popular matching polytope has a compact extended formulation. [T. Kavitha]

Scheduling and Resource Allocation

- **Scheduling for minimising Age of Information**
  A versatile scheduling problem to model a three-way tradeoff between delay/age of information (that counts how late the information has been received), distortion, and energy consumption is considered. The considered problem called the age and quality of information (AQI) is to select which packets to transmit at each time slot to minimize a linear combination of the distortion cost, the age/delay cost and the energy transmission cost in an online fashion. A greedy algorithm is proposed that is shown to be near optimal theoretically. [Rahul Vaze]

- **Game Theoretic Approach for Minimizing the Age of Information in a Decentralised Network**
  A distributed wireless network is considered, where each node wants to minimize its 'age of information' (freshness of information). For each node, its age can be minimized by frequent transmissions, however, there are other nodes in the network who share a common communication medium, and if two or more nodes transmit simultaneously all transmissions are lost. The selfish objective of each node is to minimize a function of its individual age of information and its transmission cost. Under this distributed competition model, the objective of this paper is to find a distributed transmission strategy for each node that converges to an equilibrium. The proposed transmission strategy only depends on the past observations seen by each node and does not require explicit information of the number of other nodes, or their strategies. A simple update strategy is shown to converge to an equilibrium, that is in fact a Nash equilibrium for a suitable utility function that captures all the right tradeoffs for each node. [Rahul Vaze]

School of Natural Sciences

Department of Theoretical Physics

Statistical Physics

- **Functionals of fractional Brownian motion and the three arcsine laws**
  Almost fifty years ago, Benoit Mandelbrot of fractal fame introduced a way to generalize Brownian motion that captures anomalous diffusion in many natural time series, ranging from hydrology to finance. This generalization, known as the fractional Brownian motion, plays as fundamental a role as the Brownian motion for stochastic processes. In spite of its significance, very little was possible to analyze mathematically. The difficulty is primarily due to long-range memory. In this detailed theoretical work, researchers have demonstrated how field theory tools from Physics give a clean, systematic approach to this problem in probability. As a non-trivial application, researchers find a generalization of the three arcsine laws which are celebrated results in probability dating back to Paul Levy. The field-theoretic approach presented in this work is a powerful tool that could help find generalizations of many famous probability laws of the Brownian motion for anomalous diffusion. [Tridib Sadhu]

- **A sequence of geometric phase transitions in a model interacting hard rods**
  Two-dimensional lattice models with interacting degrees of freedom are one of the most commonly studied systems in Statistical Physics. Yet, there are still surprises lurking even with the simplest kind of systems. In a model of interacting rods on a two-dimensional lattice, the authors showed that there are multiple exotic phases with a non-trivial geometric origin. Transitions between these phases do not fit the conventional Ehrenfest classification scheme. An interplay of these geometric phase transitions with Ising-type spontaneous symmetry breaking transitions gives a rich phase behavior with an infinite sequence of phases and phase boundaries. These results are based on extensive computer simulations on a square lattice and an exact analytical solution on Bethe lattice. [Tridib Sadhu]

- **Fractional active matter**
  The motion of living organisms like biological motors, birds, bacteria is fundamentally different from the dynamics of inert objects like pollen grains on a fluid surface. The former class, generally termed as active matter, converts their internal source of energy to a persistent motion and thereby breaks the time-reversal symmetry. A typical active matter model shows ballistic motion at short scales and normal diffusion at large scales. In this work, researchers report a new kind of active particle dynamics in lab-grown motor-driven spheres that show anomalous diffusion belonging to the fractional Brownian motion. The non-trivial power-law correlation is unusual in such a simple tabletop experiment. Energetics that drives persistent motion has been characterized with high statistical accuracy, which is rare in active systems. The results show non-gaussian fluctuation with a non-trivial symmetry that has been earlier predicted in theoretical toy models for non-equilibrium transport. [Tridib Sadhu]

Condensed Matter Theory

- **Superconductor-like effects in an ac-driven normal Mott-insulating quantum dot array**
  A number of studies have recently proposed a novel route to eta-pairing superconductivity (originally proposed by C. N. Yang as a metastable state of the half-filled fermionic Hubbard chain) through optical creation of doublons in Mott insulating Hubbard models. Here an AC driven Mott insulator, a normal quantum dot array, was studied using an analytical Keldysh field

theory approach. In this model, doublon formation, an artifact of the Hubbard model, is absent by construction. The nonequilibrium steady state at high frequencies was found to strikingly resemble the eta-pairing phase of a superconducting Josephson array. However it was also found that Shapiro steps - a key signature of supercurrents - were completely absent, which casts doubts on the optical excitation route to eta-pairing superconductivity. [Vikram Tripathi]

- **Signature of universal fast scrambling in the transient response of a driven Mott insulator system**
  The scrambling rate λs, a measure of the early growth of decoherence in an interacting quantum system, has been conjectured to have a universal saturation bound, $\lambda s \leq 2\pi k_B T/\hbar$, where T is the temperature. The commonly studied indicator of scrambling is the out of time-ordered correlator (OTOC) of noncommuting quantum operators, in-turn related to generalized uncertainty relations, and reminiscent of the Lyapunov exponent of classically chaotic systems. From a practical measurement point of view, other quantities besides OTOCs, that are also sensitive to these generalized uncertainty relations, may capture the scrambling behavior. Here, using a large-N Keldysh field theory approach, it was shown that the nonequilibrium current response of a Mott insulator system consisting of a mesoscopic quantum dot array, when subjected to an electric field quench, reveals this phenomenon on account of number-phase uncertainty. Both ac and dc field quenches were considered. The passage from the initial Mott insulator phase with well-defined charge excitations, to the final nonequilibrium steady current state, was revealed in the transient current response that has Bloch-like oscillations. It was found that the amplitude of these oscillations decreases at the universal rate associated with fast scramblers. This Mott insulator model provides a new example of a fast scrambler in addition to the known ones such as extremal black holes and the Sachdev–Ye–Kitaev (SYK) model. [Vikram Tripathi]

- **Competing phases and critical behaviour in three coupled spinless Luttinger liquids**
  Electronic phase competition was studied in a strongly correlated system of three coupled spinless Luttinger liquids—one of the simplest models where topologically nontrivial chiral orders may be realized—using a perturbative renormalization group (RG) approach for a Bosonized model. In contrast with counterparts with fewer fermionic species, here the scaling procedure generates off-diagonal contributions to the phase stiffness matrix, which require both rescaling as well as large rotations of the bosonic fields. These rotations, generally non-abelian in nature, introduce a coupling between different interaction channels even at the tree-level order in the coupling constant scaling equations. The phase boundaries are found to be of the Berezinskii–Kosterlitz–Thouless type. Parameter regimes where symmetry breaking between the three flavours of bosonic fields, orders involving different flavours, and chiral orders may be observed, are specified. This approach and findings may be relevant for understanding phases and transitions at high magnetic fields in semimetals such as bismuth featuring three Fermi pockets. [Vikram Tripathi]

- **Counterdiabatic route for preparation of state with long-range topological order**
  A counterdiabatic (CD) strategy is proposed for fast preparation of a state with long-range topological order by magnetic field tuning of an initial separable state. For concreteness, the ground state of the honeycomb Kitaev model is considered, whose long-range topological order together with the anyonic excitations make it an interesting candidate for fault-tolerant universal quantum computation and storage. An approximate local CD perturbation is implemented having the form of the off-diagonal exchange interactions in Kitaev Hamiltonians. The counterdiabatically produced state is found to have high fidelity (> 0.5) and retains numerous desired entanglement properties while giving a speed-up of around a million. In this study of up to

24-spin clusters, it was found the fidelity is constrained by the spectral gap rather than the system size. [Vikram Tripathi]

High Energy Physics

- **A new approach to probe non-standard interactions in atmospheric neutrino experiments**
  A new approach to explore the neutral-current non-standard neutrino interactions (NSI) in atmospheric neutrino experiments was proposed, using the oscillation dip and valley features in reconstructed muon observables, earlier propounded by the same researchers. At a detector like ICAL that can identify the muon charge, NSI shift the oscillation dip locations in L/E distributions of the up/down event ratios of negative and positive muons in opposite directions. It also bends the oscillation valleys in negative and positive muons in opposite directions in the (E, cos θ) plane, where θ is the reconstructed zenith angle of muons. New observables were identified that are sensitive to this shift and curvature but relatively unaffected by other systematic uncertainties, and the capability of ICAL to detect NSI though them was quantified. This method would provide a direct and robust measurement of NSI in the multi-GeV energy range. [Amol Dighe]

- **The role of non-universal Z couplings in explaining the Vus anomaly**
  The tension among measurements of the quark mixing parameter Vus from different channels, the so-called Cabibbo Angle Anomaly, can be interpreted as a signal of lepton flavor universality (LFU) violation in the W boson couplings. This issue was investigated in the framework of Standard Model Effective Field Theory (SMEFT), that keeps the gauge structure of the Standard Model (SM) unchanged. Gauge-invariant dimension-6 effective operators that couple the Higgs doublet to leptons have been previously introduced, which give non-universal tree-level contributions to the couplings of electroweak gauge bosons. However, due to the electroweak gauge symmetry, a tension arises between the Vus measurements that are affected by new W couplings, and the electroweak precision measurements, which are also affected by the new Z couplings. This work showed that this tension can be alleviated by allowing additional sources of gauge-invariant couplings of Z boson to left- or right-handed leptons, and found the optimal regions indicated by the current data in the Wilson-coefficient space. The model-independent results were illustrated with the examples of minimal extensions of the SM involving the vector-like lepton (VLL) models. [Amol Dighe]

- **bcq_1q_2 four-quark states from lattice QCD**
  Existence of tetraquarks with bottom and charm quarks together has been predicted for the first time. A comprehensive analysis to find the binding energies of these exotic subatomic particles is underway. One of the previously predicted states has recently been discovered by LHCb experiment at CERN. This hadron is made of four quarks -- two charm quarks, one anti-up and one anti-down quarks, and has been named as T_{cc}. [Nilmani Mathur]

String Theory

- **Novel holographic interpretation of quantum entanglement in gravitational backgrounds**
  Entanglement entropy (EE) in a quantum field theory (QFT) between spatial subregions is an important characteristic of the QFT as well as its state. If the QFT has a bulk dual a la AdS/CFT correspondence, the EE of the boundary theory can be computed in terms of the area of an extremal surface in the bulk geometry. In the present work, the reverse question was asked: given a spatial subregion of the bulk geometry, how does one understand its quantum entanglement in terms of the boundary theory? The main example of bulk geometry considered in this work was that of D0 branes (which are pointlike solitonic objects in string theory); the boundary theory was

quantum mechanics with no space. It was proposed that the holographic counterpart of bulk EE was that for an appropriate subregion of the *target space,* or configuration space. Some calculations were performed for planar subregions. The proposal was tested for the c=1 matrix quantum mechanics model. [Gautam Mandal]

- **Gauge invariant formulation of target space quantum entanglement**
  In an earlier work, a target space entanglement entropy (EE) was proposed as the holographic counterpart of EE of planar subregions in the bulk; calculations of the target space EE were performed in the boundary theory in a particular gauge, which were tied to the choice of the planar subregion in the bulk. In this work, target space EE is defined in a gauge-invariant manner. This allowed one to generalize to spatial subregions defined by codimension 1 boundaries of arbitrary shapes. The procedure involved interpreting classical equations of bulk surfaces in terms of operator equations in the target space of the boundary theory. It was shown explicitly how to do this for spherical regions. [Gautam Mandal]

Department of Astronomy and Astrophysics

Astronomy and Astrophysics

- **Evaluation of Controllers and Development of a New In-House Controller for the Teledyne HxRG Focal Plane Array for the IRSIS Satellite Payload**
  The Infrared Astronomy Group (DAA) at TIFR is presently developing controllers for the Teledyne HxRG Focal Plane Arrays (FPAs) to be used on board the Infrared Spectroscopic Imaging Survey (IRSIS) satellite payload. We presented the results of our tests with different FPA controllers such as the Astronomical Research Cameras controller, Teledyne's SIDECAR ASIC as well as our new in-house designed Array controller. As part of the development phase of the IRSIS instrument, which is an optical fiber-based Integral Field Unit (IFU) Near-Infrared (NIR) Spectrometer, a laboratory model with limited NIR bandwidth was built which consisted of various subsystems like a Ritchey-Chretien (RC) 30cm telescope, optical fiber IFU, spectrometer optics, and the Teledyne H2RG detector module. We discussed the various developments during the building and testing of the IRSIS laboratory model and the technical aspects of the prototype in-house H2RG controller in a refereed paper. [Devendra K. Ojha]

- **Gaia 20eae: A Newly Discovered Episodically Accreting Young Star**
  We presented multiwavelength photometric and spectroscopic follow-up observations of Gaia 20eae source since 2020 August and identify it as the newest member of the FUor/EXor family of sources. The light curve of Gaia 20eae shows a transition stage during which most of its brightness (~3.4 mag) has occurred on a short timescale of 34 days with a rise rate of 3 mag/month. We have detected a strong P Cygni profile in Hα, which indicates the presence of winds originating from regions close to the accretion. We find signatures of very strong and turbulent outflow and accretion in Gaia 20eae during this outburst phase. We have also detected a redshifted absorption component in all of the Ca II IR triplet lines consistent with a signature of hot infalling gas in the magnetospheric accretion funnel. Our investigation of Gaia 20eae points toward magnetospheric accretion being the phenomenon for the current outburst. [Devendra K. Ojha]

- **The disk-outflow system around the rare young O-type protostar W42-MME**
  We have discovered a disk-outflow system (extent ~800 AU to 9000 AU) around the rare young O-type protostar W42-MME (mass ~19 Msolar). The new findings of W42-MME are extracted from new observations (resolution ~0.3 arcsec) with the world's largest ground-based

millimeter/submillimeter telescope facility (i.e., Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA)). A careful analysis of the multi-scale and multi-wavelength data from ALMA and combined with the Submillimeter Array and the Very Large Array suggests that W42-MME appears to gain mass from its disk and the dusty envelope. These observational results are directly related to the formation of most massive stars. [Devendra K Ojha]

- **ALMA discovery of a dual dense probably rotating outflow from a massive young stellar object G18.88MME**
  We reported the discovery of a very dense jet-like fast molecular outflow surrounded by a wide-angle wind in a massive young stellar object (MYSO) G18.88MME (stellar mass ~8 Msolar) powering an extended green object G18.89-0.47. Four cores MM1-4 are identified in the Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) 1.3 mm continuum map (resolution ~0.8 arcsec) towards G18.88MME. The molecular outflow centered at MM1 is investigated in the ALMA molecular lines. The detection of HC3N in the outflow is rare in MYSOs and indicates its very high density. The position-velocity diagrams display a fast narrow outflow (extent ~28 000 AU) and a slower wide-angle more extended outflow towards MM1. All these observed features together make G18.88MME as a unique object for studying the unification of the jet-driven and wind-driven scenarios of molecular outflows in MYSOs. [Devendra K. Ojha]

- **Optical and NIR spectroscopy of cool CEMP stars to probe the nucleosynthesis in low-mass AGB binary system**
  We presented the abundance analyses of seven carbon enhanced metal-poor (CEMP) stars to understand the origin of carbon in them. We used high-resolution optical spectra to derive abundances of various elements. We also used low-resolution near-infrared (NIR) spectra to derive the abundance of O and 12C/13C from the CO molecular band and compared their values with those derived from high-resolution optical spectra. We identified a good agreement between the values. Thus, in cool CEMP stars, the NIR observations complement the high-resolution optical observations to derive the oxygen abundance and the 12C/13C ratio. This enables us to probe fainter cool CEMP stars using NIR spectroscopy. The abundance of neutron-capture elements in these CEMP-r/s stars resembles to that of i-process models where proton ingestion episodes in the companion low-mass, low-metallicity AGB stars produce the necessary neutron density required for the onset of i-process. [Devendra K. Ojha]

- **Study of Galactic structure using UVIT/AstroSat star counts**
  We have studied the structure of our Galaxy from ultraviolet (UV) star counts obtained with the Ultra-Violet Imaging Telescope (UVIT) on board the AstroSat satellite, in Far-UV (FUV) and Near-UV (NUV) bands. The observed UVIT star counts matched well with the simulations obtained from the Besançon model of stellar population synthesis towards several Galactic directions. We estimated the scale length and scale height of the thick disc and the scale height of the thin disc. The scale length of the thick disc ranges from 3.11 to 5.40 kpc whereas the scale height ranges from 530 ±32 pc to 630 ±29 pc. The scale height of the thin disc comes out to be in the range of 230 ±20 pc to 330 ±11 pc. This is for the first time the structure of our Galaxy has been studied from UV counts obtained with the UVIT/AstroSat. [Devendra K. Ojha]

- **Thermonuclear X-ray bursts from 4U 1636-536 observed with AstroSat**
  Results obtained from the study of 12 thermonuclear X-ray bursts in six AstroSat observations of a neutron star X-ray binary and well-known X-ray burster, 4U 1636 – 536 were reported. Burst oscillations (BOs) at ~ 581 Hz were observed with 4-5σ confidence in three of these X-ray bursts. The rising phase BOs showed a decreasing trend of the fractional rms amplitude at 3σ confidence, by far the strongest evidence of thermonuclear flame spreading observed with AstroSat. During

the initial 0.25 s of the rise a very high value (34.0±6.7 per cent) was observed. The concave shape of the fractional amplitude profile provided a strong evidence of latitude-dependent flame speeds, possibly due to the effects of the Coriolis force. A decay phase oscillations with amplitudes comparable to that observed during the rising phase, plausibly due to the combined effect of both surface modes, as well as the cooling wake was observed. The Doppler shifts due to the rapid rotation of the neutron star might cause hard pulses to precede the soft pulses, resulting in a soft lag. The distance to the source estimated using the photospheric radius expansion bursts was consistent with the known value of ~6 kpc. [Sudip Bhattacharyya]

- **NuSTAR monitoring of MAXI J1348-630: evidence of high density disc reflection**
  The broad-band spectral analysis of all the six hard, intermediate, and soft state NuSTAR observations of the recently discovered transient black hole X-ray binary MAXI J1348-630 during its first outburst in 2019 were presented. First, the data with a combination of a multicolour disc and a relativistic blurred reflection, and, whenever needed, a distant reflection were modelled. It was found that this simple model scheme was inadequate in explaining the spectra, resulting in a very high iron abundance. Therefore, the possibility of reflection from a high-density disc was explored. Two different sets of models to describe the high-density disc reflection: RELXILL-based reflection models, and REFLIONX-based ones were used. The REFLIONX-based high-density disc reflection models brought down the iron abundance to around the solar value. An evidence of a high-velocity outflow in the form of ~7.3 keV absorption lines was also found. The consistency between the best-fitting parameters for different epochs and the statistical significance of the corresponding model indicated the existence of high-density disc reflection in MAXI J1348-630. [Sudip Bhattacharyya]

- **Spectroscopic modelling of two high-mass X-ray binaries, Cyg X-3 and 4U 1538-522**
  A detailed modelling of soft X-ray emission lines from two stellar wind-fed Galactic high-mass X-ray binary (HMXB) systems, Cyg X-3 and 4U 1538-522, were reported, and physical parameters, e.g. hydrogen density, radiation field, chemical abundances, wind velocity, etc., were estimated. The spectral synthesis code CLOUDY was utilized for this modelling. [Sudip Bhattacharyya]

- **Observations of bright stars with AstroSat soft X-ray telescope**
  Observations of four bright stars observed with the AstroSat Soft X-ray Telescope (SXT) are presented. Visible light from bright stars like these can leak through the very thin filter in front of the CCD in the focal plane CCD camera of the SXT and thus making the extraction of X-ray events difficult. In this work, it was shown how to extract the X-ray events without contamination by the visible light. The procedure applied to four bright stars here demonstrated how reliable X-ray information can be derived in such cases. The sample of bright stars studied here consisted of two A spectral types (HIP 19265, HIP 88580), one G/K giant (Capella), and a nearby M-type dwarf (HIP 23309). No X-ray emission is observed from the A-type stars, as expected. X-ray spectra of Capella and HIP 23309 were derived and modeled here, and compared with the previous X-ray observations of these stars to show the reliability of the method used. It was found that optical light can start to leak in the very soft energy bands below 0.5 keV for stars with V =8 mag. In the process, the first X-ray spectrum of HIP 23309 was presented. [Sudip Bhattacharyya]

- **Science with the AstroSat Soft X-ray telescope: An overview**
  The Soft X-ray Telescope (SXT) aboard the AstroSat satellite is the first Indian X-ray telescope in space. It is a modest size X-ray telescope with a charge coupled device (CCD) camera in the focal plane, which provides X-ray images in the ~0.3-8.0 keV band. A forte of SXT is in providing undistorted spectra of relatively bright X-ray sources, in which it excels over some current large

CCD-based X-ray telescopes. Here, some of the published spectral and timing results obtained using the SXT data to demonstrate the capabilities and overall performance of this telescope are highlighted. [Sudip Bhattacharyya]

- **X-Ray Observations of 1ES 1959+650 in Its High-activity State in 2016-2017 with AstroSat and Swift**
  A comprehensive multifrequency study of the high-frequency-peaked BL Lac object 1ES 1959+650 using data from various facilities during the period 2016-2017, including X-ray data from AstroSat and Swift during the historically high X-ray flux state of the source observed until 2021 February, were presented. The unprecedented quality of X-ray data from high-cadence monitoring with AstroSat during 2016-2017 enabled one to establish a detailed description of X-ray flares in 1ES 1959+650. The synchrotron peak shifted significantly between different flux states, in a manner consistent with a geometric (changing Doppler factor) interpretation. A time-dependent leptonic diffusive shock acceleration and radiation transfer model was used to reproduce the spectral energy distributions and X-ray light curves, to provide insight into the particle acceleration during the major activity periods observed in 2016 and 2017. The extensive data of Swift-XRT from 2015 December to 2021 February (exp. = 411.3 ks) revealed a positive correlation between flux and peak position. [Sudip Bhattacharyya]

- **TOI-3757 b: A low density gas giant orbiting a solar-metallicity M dwarf**
  We published the discovery of a new Jovian-sized planet, TOI-3757 b, the lowest density planet orbiting an M dwarf (M0V). This was discovered and characterized using the Habitable zone planet finder spectrograph. The astrophysics of how these rare low density Jovian sized planet form around M-dwarfs is still an open problem. [Joe Philip Ninan]

- **High-resolution Near-infrared Spectroscopy of a Flare around the Ultracool Dwarf vB 10**
  Understanding the flames in M-dwarf are critical for studying the habitability of planets around M-dwarfs. Since they are impossible to predict, studying them in great detail is hard. We reported a detailed analysis of a serendipitously caught flare from vB 10, that we observed in high cadence, using a high resolution spectrograph in near infrared. [Joe Philip Ninan]

- **Discovery of high-frequency retrograde vorticity waves in the Sun**
  By employing helioseismic and correlation-tracking analyses of ground- and space-based observations, we detect equatorially antisymmetric vorticity waves, propagating retrograde at three times the phase speeds of Rossby–Haurwitz waves of the same wavenumber. This high-frequency dispersion relation cannot be explained by standard hydrodynamic mechanisms. We investigate three possibilities: that these vorticity waves are excited by the Coriolis force and modified by internal magnetic fields, gravity or compressibility. Incontrovertible identification of any of these coupled oscillations would influence our understanding of deep-interior magnetism, internal gravity oscillations or large-scale convection. Through observational evidence and theoretical arguments, however, we exclude these coupling mechanisms. The as-yet undetermined nature of these waves promises novel physics and fresh insight into solar dynamics. [Shravan Hanasoge]

- **Mid-J CO Line Observations of Protostellar Outflows in the Orion Molecular Clouds**
  Ten protostellar outflows in the Orion molecular clouds were mapped in the 12 CO/ 13 CO J=6-5 and 12 CO J=7-6 lines. The maps of these mid-J CO lines have an angular resolution of about 10 and a typical field size of about 100. The physical parameters of the molecular outflows were derived, including mass transfer rates, kinetic luminosities, and outflow forces. The outflow sample was expanded by reanalyzing archival data of nearby low-luminosity protostars to cover a

wide range of bolometric luminosities. Outflow parameters derived from other transitions of CO were compared. The mid-J (J up =6) and low-J (J up =3) CO line wings trace essentially the same outflow component. By contrast, the high-J (up to J up =50) line-emission luminosity of CO shows little correlation with the kinetic luminosity from the J=6-5 line, which suggests that they trace distinct components. The low-/mid-J CO line wings trace long-term outflow behaviors, while the high-J CO lines are sensitive to short-term activities. The correlations between the outflow parameters and protostellar properties are presented, which shows that the strengths of molecular outflows increase with bolometric luminosity and envelope mass. [Manoj Puravankara]

- **The Rate, Amplitude, and Duration of Outbursts from Class 0 Protostars in Orion**
  At least half of a protostar's mass is accreted in the Class 0 phase, when the central protostar is deeply embedded in a dense, infalling envelope. We presented the first systematic search for outbursts from Class 0 protostars in the Orion clouds. Using photometry from Spitzer/IRAC spanning 2004 to 2017, we detected three outbursts from Class 0 protostars with ≥2 mag changes at 3.6 or 4.5 μm. This is comparable to the magnitude change of a known protostellar FU Ori outburst. Two are newly detected bursts from the protostars HOPS 12 and 124. The number of detections implies that Class 0 protostars burst every 438 yr, with a 95% confidence interval of 161 to 1884 yr. Combining Spitzer and WISE/NEOWISE data spanning 2004-2019, we showed that the bursts persist for more than nine years with significant variability during each burst. Finally, we used 19-100 μm photometry from SOFIA, Spitzer, and Herschel to measure the amplitudes of the bursts. Based on the burst interval, a duration of 15 yr, and the range of observed amplitudes, 3%-100% of the mass accretion during the Class 0 phase occurs during bursts. In total, we show that bursts from Class 0 protostars are as frequent, or even more frequent, than those from more evolved protostars. This is consistent with bursts being driven by instabilities in disks triggered by rapid mass infall. Furthermore, we find that bursts may be a significant, if not dominant, mode of mass accretion during the Class 0 phase. [Manoj Puravankara]

- **Star Formation Triggered by the Expanding Bubble S111**
  Massive stars play a dominant role in the injection of UV radiation into the interstellar medium (ISM) and of mechanical energy through stellar winds and finally through supernova explosions. The photoionization, radiation pressure, and stellar winds from young O-type stars pump both energy and momentum into the ambient material and disrupt the parent molecular cloud by creating H II regions and parsec-size bubbles enclosed by shells of denser swept-up material. It is envisaged that such radiative and mechanical feedback from the massive stars regulate the star-forming environment locally as well as influence the evolution of the ISM in the galaxies as a whole. The infrared bubble S111 created by the embedded massive stellar cluster G316.80--0.05 was studied using spectroscopic observations of lines of C+, and CO to investigate the impact of radiative and mechanical feedback of the O-type stars on their parent molecular clouds and the triggering of formation of a future generation of stars. Based on kinematic properties so derived and the age of the region it was concluded that the expanding H+ region is responsible for triggering the current star formation activity in the region. [Bhaswati Mookerjea]

Quantum Gravity

- **A theoretical derivation of the fine structure constant and mass ratios of elementary particles**
  The low energy fine structure constant is a dimensionless number having the value of about 1/137 and it determines the strength of the electromagnetic force. The properties of our physical universe, including our very existence, are highly sensitive to the actual value of this constant, and

yet its theoretical origin has remained a mystery up until now. In a similar vein, masses of elementary particles exhibit strange ratios which present themselves with no obvious explanation. We found that the answer lay in how we relate elementary particles to spacetime. In conventional quantum field theory, fermions are described by the famous Dirac equation on four dimensional flat spacetime, labelled by four real numbers. It turns out to be rewarding if the Dirac equation is instead written on a spinor spacetime equivalent of flat spacetime, labelled instead by complex numbers, and known as a twistor space. Furthermore, if the complex numbers are replaced by the number system known as the octonions, the resulting spinor spacetime is equivalent to a ten dimensional spacetime which unifies gravitation with the other three fundamental forces. The Dirac equation on octonionic twistor space yields the observed values of the fine structure constant and the mass ratios of elementary particles. [T. P. Singh]

Department of Biological Sciences

Transport of transmembrane and membrane-associated proteins by Kinesin-2 in Drosophila

- **Episodic Orco transport by kinesin-2**
  Localization of transmembrane receptors into the cilium is essential for cilia function. Our understanding of the process mainly studied for a handful of such proteins in tissue-cultured cells and the mammalian retina is still incomplete. Earlier studies in the laboratory suggested that the Odor Receptor Co-receptor (Orco) binds to kinesin-2 and the motor function is required to localize Orco into the cilium in two, hour-long episodes after the eclosion of the adult *Drosophila*. A continued investigation further suggested that Orco localization coincides with the lipid turnover in the membrane and phospholipase C γ (PLC γ) activity is crucial for this purpose. Further investigation on the underlying mechanism is in progress. [Krishanu Ray]

- **Insulin-dependent anterograde transport of Rab4 vesicles in axons**
  The small GTPase, Rab4, is required for vesicle recycling at the apical compartment of an epithelial cell. Previously we showed that association with heterotrimeric kinesin-2 with Rab4 could transport the Rab4-assciated vesicles towards the synapse and over activation of Rab4 causes synaptic atrophy in the ventral ganglion of Drosophila larvae. A continuation of this study suggested that the Rab4 influx is inversely correlated with that of the synaptic density in the developing ventral ganglion of *Drosophila* larvae. Also, insulin stimulation could increase the anterograde flux of the Rab4 vesicles in segmental erve axons. We are currently investigating the underlying molecular mechanism of this process. [Krishanu Ray]

- **Molecular Cell Biology of Stem cell differentiation**
  Often a stem cell progeny proliferates to generate a mass of cells before differentiation. This transit amplification process is critical for tissue growth and homeostasis. We 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 adjusts the subsequent lifespans in the lineage to maintain homeostasis. We are now investigating the limits of this changes (*P. Gadre and J. Adarkar*). [Krishanu Ray]

Mechanisms of membrane fusion and protein folding

- **Regulated vesicular secretion**
  Priming is an ill-defined step in membrane fusion. A new role of synaptobrevin 2 (syb2) dimers in priming SNARE catalyzed membrane fusion had been demonstrated in the lab recently

(manuscript under review in Nature Comm.). In another project, Munc13-1 had been shown to regulate fusion pore assembly by cooperatively clustering trans-SNARE complexes at the release site. It also stabilizes the open state of fusion pores through its interaction with membrane lipid DAG (Diacylglycerols). Another project, structure-function relation of fusion pores was studied. [Debasis Das]

- **Role of ribosome in nascent protein folding**
  A new assay system was developed to study the role of ribosome in folding nascent polypeptides; this function was independent of ribosome's peptidyl transfer action. [Debasis Das]

Neuroscience

- The Vaidya Lab has focused on directly addressing the molecular, cellular and biochemical targets, as well as specific neurocircuits influenced by serotonergic psychedelics, and has provided a deeper understanding into the mechanism of action of this class of compounds. [Vidita A. Vaidya]

Cell and Developmental Biology: The molecules and mechanics of morphogenesis

- **Microtubule ends provide moving platforms that regulate actomyosin contractility and cell and tissue dynamics**
  Cell shape changes power the acquisition of tissue shape and function. Apical constriction powers amnioserosa contraction during Drosophila dorsal closure, a model for wound healing. While the requirement and regulation of the actomyosin cytoskeleton in this process is well understood, whether and how microtubules contribute remain unclear. We have shown that EB1 dependent microtubule growth from moving patronin foci is necessary for amnioserosa contraction. This dependence relies on the abililty of the microtubule end binding proteins to serve as platforms that can regulate the subcellular distribution of actomyosin contractility regulators. In support of this, we find that a subset of apical microtubules surround the apicomedial myosin complex to coalesce it and then form a tail behind it as it moves. Perturbing microtubule growth affected the coalescence and movement of myosin complexes, and altered the subcellular redistribution of both myosin and the RhoGTPase effectors that regulate actomyosin contractility in amnioserosa cells. This resulted in the modulation of amnioserosa contraction dynamics. Our results suggest that microtubule growth from moving patronin platforms regulates RhoGTPase activity in space and time and modulates actomyosin dynamics through transient RhoGEF2-EB1 interactions at growing microtubule ends. They provide insights into the mechanisms by which microtubule dynamics influences morphogenetic process and contributes to wound healing and cancer spread. [Maithreyi Narasimha]

Aging, Metabolism, Molecular Physiology and Mitochondria

- **Drosophila Sirtuin-6 mediates developmental diet dependent programming of adult physiology and survival**
  Researchers from Ullas Kolthur's group at the Tata Institute of Fundamental Research, have found how cells respond to fluctuating doses of the insulin hormone and its importance beyond the commonly associated role in regulating blood sugar/glucose. These are important findings since diabetes and inappropriate interventions lead to tissue damage and cause loss of kidney functions, retinopathy and neuropathy, among others. The new results not only provide fundamental insights into the actions of insulin during normal feed-fast cycles but also raise the possibility of re-evaluating insulin dosing in the clinical context and in efforts to minimize diabetes associated damage to key organs. This research has also revealed how continuous repeat insulin stimulation could lead to resistance with implications in metabolic disorders, aging and

age-related diseases. This is relevant in the Indian context since the burden of metabolic diseases, especially of diabetes is high in the population. In a healthy individual, the levels of insulin rise after a meal and fall during fasting, which is necessary to supply 'normal' levels of glucose to all the organs in the body. Loss of insulin or its action leads to uncontrolled increase in blood glucose (/sugar) ultimately leading to diabetes. In addition to its importance in regulating blood glucose, which is common knowledge, insulin is essential to ensure that cells utilize glucose for metabolism and growth/maintenance of tissues. This is brought about by a complex signaling network that is operative in all cells of the body. In this regard, even though decades of research identified the molecular components of insulin signaling, if or how the signaling network changes in response to varied insulin inputs was unknown until now. More importantly, the study has discovered that very high amounts of insulin inputs break the signaling network and potentially lead to resistance and cause tissue damage as seen in diabetes. This is relevant since modern lifestyles have led to intake of high calorie diets and aberrant feeding habits. The break in the signalling following high insulin inputs in the cells can be equated to uncontrolled traffic signals, which cause traffic jams and/or accidents. [Ullas Kolthur]

Cell-Developmental Biology

- **Grainyhead like-3 (Grhl-3) functions in the retention of rounded cells under endocytic stress**
  Epithelial cells round up and extrude. The mechanisms of cell extrusion are relatively well understood. However, whether and how the rounded-up cells are retained to maintain the epithelial homeostasis has remained unclear. To address these questions, we used zebrafish gsp/myosinVb mutant in which cells round up. Using live imaging analysis, we showed that the rounded-up cells are retained and reintegrated in the epidermis. This retention is regulated by Grhl-3 - a transcription factor - via E-cadherin, which is known to mediate cell-cell adhesion. Our data further shows that in the absence of grhl3 function, the rounded-up cells extrude disrupting the tissue homeostasis and architecture. Our study reveals a novel mechanism to retain the cells rounded under endocytic stress in the epithelial tissue. [Mahendra Sonawane]

- **Coordinated activities of Myosin Vb and mTOR signalling regulate the epithelial cell morphology**
  How epithelial cell size is regulated has remained understudied. We used zebrafish epidermis as a model to show that the activity of Rab-10 interacting isoform of Myosin Vb is essential for cell growth while that of Rab-11 interacting isoform is essential to maintain the cell size. We further showed that compensatory cell growth is characterised by the expansion of the apical domain. This directional growth is under the control of mTOR-FASN axis and further regulated by Rab10 interacting isoform of MyosinVb. We further show that the MyosinVb-Rab10 interaction is essential for the detachment of vesicles from the trans-Golgi surface. This study unravels the importance of Myosin Vb function and mTOR-FASN signalling in epithelial cell growth. [Mahendra Sonawane]

Bacteriology

- **Examining the adaptive plasticity in microbial metabolism**
  Despite being one of the earliest life forms, the bacterial world is far from understood and the centuries-old field of microbiology continues to be a goldmine for the generation of fundamental as well as clinically relevant knowledge. We take an amalgamation of top-down and bottom-up approaches to uncover properties governing the anti-fragility and dynamicity in bacterial life. The larger vision is to provide a better understanding of bacterial pathogenesis and also enable efforts to design better production strains for industrial applications. [Amitesh Anand]

Developmental Neuroscience

- **Canonical Wnt signaling exerts bidirectional control on choroid plexus epithelial development**
  The choroid plexus (CP) secretes cerebrospinal fluid and is critical for the development and function of the brain. The choroid plexus needs a balanced level of canonical Wnt signaling for its proper development and function. If this signaling is over-activated, the choroid plexus loses its properties, cannot produce CSF, and transforms to a neuronal identity. [Shubha Tole]

- **The circuits of sensation: A "gatekeeper" to the entry of sensory information into the brain**
  Sensory nerves must make precise connections with the cerebral cortex so that the brain processes this information and gives us sensory perception. When these nerves first grow into the embryonic cortex, they "wait" at a structure called the subplate. Why this waiting period is needed is not known, but without the subplate, sensory innervation is profoundly disrupted. How the properties of subplate neurons are regulated is unclear. We report that a DNA regulatory protein, Lhx2, is required in the "mother" cells of the cortex when they are producing their "daughter" subplate neurons, in order for the sensory nerves to wait at the subplate. Without Lhx2 function the nerves grow past the subplate, entering the cortex prematurely. This overgrowth results in their eventual attrition, and consequently a profound loss of sensory innervation of the mature cortex. [Shubha Tole]

Neuronal Cell Biology

- **Regulation of trafficking and transport of neuronal cargo**
  My laboratory seeks to understand the mechanisms of cargo biogenesis and transport *in vivo* and its contribution to neuronal function. Such transport is carried out by molecular motors that move cargo between the cell body and the synapse along microtubule tracks. We have largely concentrated on anterograde traffic, namely movement of cargo from the cell body to the synapse. Multiple elements form part of cargo movement. The first amongst these is: the correct cargo has to be generated in the cell body, the cargo and the motor have to recognize each other, the motor-cargo complex has to enter the axon to ensure polarized transport, in the axon cargo typically undergo processive movement, cargo has to be directed to the correct destination in case of branched axonal geometries, it has to be released upon reaching there and subsequently the motors have to be correctly regulated. While we know some important anterograde cargoes (pre-synaptic vesicles and mitochondria) and their motors (largely Kinesin-3 and Kinesin-1 respectively), little is known about the identity of the regulatory molecules and the multiple steps involved in trafficking-transport pathways. This knowledge is fundamental and also important for possible disease intervention strategies. Using our findings in axonal transport we also have begun a wider exploration of neuronal cell biological processes where we have begun addressing fundamental problems such as organelle density regulation using the mitochondria in neurons as a model. We primarily use *C. elegans* to address several questions listed above using genetic and live imaging approaches. [Sandhya P. Koushika]

Department of Chemical Sciences

Chemical Biology and Molecular Imaging

- **Design and Development of Fluorescent Sensors for Anionic Phospholipids**
  Anionic phospholipids act as key signal mediating molecules on the cell-membrane. These lipids also participate in regulating essential cellular processes like cellular movement, membrane transport, ion channel regulation, and cell-death signaling. Impaired metabolism of phospholipids is linked to multiple sclerosis, cancer, and neurodegeneration. In this backdrop, fluorescent

sensors that can detect anionic phospholipids within living cells can provide insights into lipid biology. A significant challenge in the detection of anionic phospholipids is related to their presence mostly in the inner leaflet of the plasma membrane and in organelle membranes. Hence, cell-permeable fluorescent sensors would enable rapid detection of intracellular phospholipids. We have developed a peptide-based, cell-permeable, water-soluble, ratiometric fluorescent sensor for tracking a major anionic phospholipid, phosphatidylserine, within cells. Along with intracellular functions, phosphatidylserine is the lipid that signals cell-death by flipping its position from the inner to the outer leaflet of the cell membrane. The novel sensor, DAN-APS, could also image the externalization of phosphatidylserine during programmed cell death, indicating the ability of the probe toward detection of both intra- and extracellular anionic phospholipids based on the biological context. [Ankona Datta]

- **'Clicked' Sensors for Metal Ions**
  Metal ions are essential for all life forms. Spatio-temporal regulation of metal ion levels is necessary for proper functioning of life and aberrant changes in metal ion distribution lead to diseases. Hence, elucidating mechanisms underlying metal ion homeostasis can provide insights into both physiological and pathophysiological aspects of metals in biology. Fluorescent chemo-sensors that can detect and image metal ions are valuable tools that can provide insights into metal ion localization and distribution within living systems leading to key mechanistic information. We have designed a modular synthetic strategy for developing 'turn-on' metal ions sensors. The strategy involves attaching a metal binding scaffold to a fluorescent dye via copper-assisted click reaction. The resultant sensor will remain in the off state in the absence of metal ions and afford enhanced fluorescence upon binding to the metal ion. As a proof-of-concept endeavour we have applied this strategy to successfully design and synthesize a water-soluble macrocyclic fluorescent sensor for manganese ions. [Ankona Datta]

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 fulfill 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 still 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 semi-conductor 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 been done using this salt-type semiconductor in the presence of a variety of ions (Na+, K+, Mg2+, Ca2+, Cl−, SO42-), and their role has been probed in modulating the photocatalytic activity. Variety of measurements have provided insight as to how the presence of cations aid 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 impetus for use of these carbon nitride structures for sustainable PC splitting of seawater. [Deepa Khushalani]

- **Energy Capture and Storage using modified Carbon Nitride**
  Persistence photoconductivity is the phenomenon, observed in a variety of semiconductors, in which the conductivity is sustained even after illumination is terminated. There are multiple

models to describe the PPC mechanism in regard to various material systems, such as random localized potential fluctuations (RLPF), large lattice relaxation (LLR), and microscopic barrier (MB). Work in the lab, over the past year, has focused on a novel semi-conductor that consists of an ionized carbon nitride. The rationale for this work stems from the fact that solar energy is obviously the ultimate source of clean energy. Harvesting this energy directly is usually done by photovoltaic devices. Storing this energy directly, however, currently is not possible. Instead PV devices are coupled with batteries and/or supercapacitors. Hence, coupling these devices usually involves multiple interfaces, through which the generated excited carriers have to traverse. This process is not normally highly effective and leads to loss of efficiency. As such, work in the lab is an alternative approach that is being evaluated where solar energy is being envisaged to be captured and stored simultaneously in a single material. As the aforementioned carbon nitride is ionized, it shows redox activity, akin to a battery, moreover, as a semi-conductor, it also has photoactivity. For this material, these two aspects, being coupled, lend to novel properties involving charge generation and sequestration of that charge for prolonged periods (> 6 hrs). [Deepa Khushalani]

Computational Chemistry and Biophysics

- **Biophysical Properties of Peptide Binders of the SARS-Cov-2 Spike Protein**
  The SARS-Cov-2 virus enters human cells by attaching to ACE-2, an enzyme found in cell membranes, through its surface spike protein. Thus, peptides derived from the portion of ACE-2 that interfaces with the spike protein have served as starting points for development of therapeutics or diagnostics. TIFR researchers have critically examined the biophysical properties of such peptides and found that they do not retain their ability to bind to the Spike protein. Primarily this loss of function is ascribed to two main factors: 1) the peptides lose their structure and become disordered in solution, and 2) they can associate with each other and clump together at concentrations required to out-compete the ACE-2: Spike protein interactions. Computational analysis reveals that the peptide in disordered form has a lower binding affinity to the spike protein relative to the ordered form present within the native ACE-2 environment. [Ravindra Venkatramani]

- **Development of Electronic Molecular Breadboards**
  The field of molecular electronics have revealed that molecules can function as electronic components such as wires, switches, and rectifiers. TIFR researchers and their collaborators have further shown that molecules can also function as electronic breadboards containing multiple circuits with distinct current transmitting features. Such breadboards show distinct readouts when contacted by microscopic electrodes linked to batteries which arise from distinct combination of circuits. Now TIFR researchers have further put forward chemical and physical design principles which harnesses the quantum nature of electronic current flowing through the molecule to control the resistance of individual circuits present in molecular breadboards. The computational study accounts for the flexibility of molecular systems and experimental difficulties in forming precise contacts with molecular breadboards. Specific predictions have been made which can be tested by experimental collaborators at IISc Bengaluru. [Ravindra Venkatramani]

Bioinorganic Chemistry

- **Controlled Uptake of an Iridium Complex inside Engineered apo-Ferritin Nanocages: Study of Structure and Catalysis**
  The effect of the mutation at the core of the iron storage protein ferritin nanocage on the uptake of an Iridium complex (IrCp*) was investigated by structural and spectroscopic methods. Site

specific mutations of two polar residues were investigated. The uptake of IrCp* was increased by about 1.5-fold on mutation of arginine52 by histidine compared to the wild-type variant, while mutation of Aspartic acid 38 by histidine had no effect on the uptake. All the variants of the Ir-embedded ferritin cages remained as stable as the wild-type analogue. These hybrid bio-nanocages of ferritin were found to efficiently catalyze transfer hydrogenation of various substituted acetophenones forming the corresponding chiral alcohols with up to 88% conversion and 70% enantioselectivity. An electron-withdrawing substituent on the reactant enhanced the Turnover frequency of the reaction. Molecular docking analyses suggested that the substrate binds in different orientations at the active site in different mutants of the nanocage. [Shyamalava Mazumdar]

- **Transition metal complexes as promoters of direct electron transfer from gold electrodes to cytochrome c**
  Direct electrochemical responses of cytochrome c on a gold electrode modified by thiol-containing monolayer of Schiff base (SB) or its metal complexes (M-SB, M = Fe, Mn, Cr) have been investigated to determine the role of the monolayer in promoting heterogeneous electron transfer. The monolayer of the SB prepared in situ by the sequential association of L-cysteine followed by conjugation with salicylaldehyde on a freshly cleaned gold electrode formed a stable thin film of cytochrome c. The thin films of cytochrome c on SB or M-SB modified electrode showed quasi-reversible cyclic voltammetric signals, and the observed midpoint potential agreed with that reported earlier. The surface coverage (C) of the active cytochrome c in the thin film was found to vary with the nature of the metal ion in M-SB, and the value of C increased in the order: SB \MnSB\ Cr-SB \ Fe-SB in the monolayer, suggesting that the metal ion coordination may be important for the stability of the monolayer of M-SB and the formation of the thin film of the protein. The electron transfer rates (ks) were found to be faster with the SB or M-SB monolayers compared to many other small promoters reported earlier. The ks values were however almost independent of the metal binding to the SB, indicating that the electron transfer across the monolayer of the SB complex may not be the rate determining step for the heterogeneous electron transfer from the gold electrode to cytochrome c. [Shyamalava Mazumdar]

Nanomaterials and Nanocatalysis

- **Unravelling the structural hierarchy in microemulsion droplet templated dendritic fibrous nano silica**
  Microemulsion-templated dendritic fibrous nanosilica (DFNS) has attracted considerable attention owing to their unique accessible pore structure and high-surface-area but their complex structural hierarchy is still intriguing. In this work, a correlative quantification of the hierarchical structure of such nanospheres has been presented based upon three complementary techniques; small-angle scattering, gas sorption, and electron microscopy. Analysis of scattering data over a wide range of wave-vector transfer using polydisperse Teubner Strey model reveals three distinct levels of correlated bicontinuous morphology and the pore-size distribution from N_2 gas sorption resembles well with the results obtained from scattering analysis. The formation mechanism of such hierarchical pore morphology in these nanospheres is elucidated and it is observed that a relative variation in periodicity, sheet thickness, and their correlation significantly affects the specific surface area and pore structure, which is strongly influenced by hydrolysis rate and reaction time. [Vivek Polshettiwar]

- **Gold cluster-loaded dendritic nanosilica: single particle luminescence and catalytic properties in the bulk**

We report a hybrid material in which surface anchoring-induced enhanced luminescence of Au_{QC}@BSA clusters on high surface area dendritic fibrous nanosilica of 800 nm diameter enabled their luminescence imaging at a single particle level. The photophysical and structural properties of the hybrid material were characterized by various spectroscopic and microscopic techniques. Concomitant imaging using scattering and luminescence of such mesostructures and their response to analytes have been used to develop a chemical sensor. The hybrid material was found to be catalytically active in silane to silanol conversion, and 100% conversion was observed in 4 h when the reaction was carried out at 30 °C in the presence of light. Such materials at submicron dimensions with enhanced surface area, emission in the solid state along with a high quantum yield of 12% in water along with enhanced scattering, and surface functionalities present numerous benefits for the creation of multifunctional materials. [Vivek Polshettiwar]

Physical Chemistry/Spectroscopy

- **Photogeneration of Long-Lived Triplet States through Singlet Fission in Lycopene H-Aggregates**
  Multi-exciton generation is an important pathway by which short circuit current of the solar cell can be increased. We found a way to generate ultrafast singlet fission process in diketopyrrolopyrrole-based molecular nano-aggregates as well as in pentancene dimers (Kundu et al. JPC Letters 2021). Using transient absorption spectroscopy in combination with steady state Raman, absorption and emission measurements we show that within in both these chromophoric systems triplet-pair states are generated in less than 10 ps timescales while they decay in sub-100 ns to give back the ground state. We also have isolated a singlet fission process in carotenoid aggregates by careful manipulation of the aggregate morphology. [Jyotishman Dasgupta]

- **Photochemistry using a host–guest charge transfer paradigm: DMABN as a dynamical probe of ground and excited states**
  Photoexciting charge transfer (CT) transitions arising from host–guest interactions in a confined environment can efficiently yield kinetically trapped radicals. In order to predispose these photogenerated radicals for diffusion limited reactions it becomes imperative to understand the nature of the host–guest CT interactions in the ground and excited states. Here we probe the heterogeneity of guest orientations and the ensuing excited state charge transfer dynamics of an electron-rich molecular probe *N*,*N*-dimethylaminobenzonitrile (DMABN) incarcerated inside an electron deficient water-soluble cationic $Pd_6L_4^{12+}$ nanohost. Using a combination of ^{1}H-NMR, resonance Raman spectroscopy, and pump–probe spectroscopy we highlight the necessary challenges that need to be addressed in order to use molecular cages as photocatalytic reaction vessels. [Jyotishman Dasgupta]

Medicinal Chemistry and Drug Development

- **A Rationally Designed Bimetallic Platinum (II)-Ferrocene Antitumor Agent Induces Non-Apoptotic Cell Death and Exerts in Vivo Efficacy**
  We synthesized and biologically evaluated a multi-targeting heterobimetallic platinum (II)-ferrocene hybrid anticancer agent that circumvents apoptosis and multifactorial platinum resistance in cancer cells. The compounds showed better anticancer activity as compared to clinically used gold standard drug oxaliplatin in an ovarian mice xenograft model. [Malay Patra]

Quantum Chemistry

- **Exploring the Solvation of Acetic Acid in Water Using LJ-XPS and Core Level Electron Binding Calculations**

Recent advances in the technique of liquid-jet (LJ) X-ray photoelectron spectroscopy have enabled the study the core-electron binding energies of molecules in liquids. In this work, the authors show that by using a combination of LJ-XPS and core-level binding energy computations, one can probe the local hydration structure of solvated molecules such as acetic acid. To understand the experimentally observed chemical shifts in LJ-XPS, the authors use molecular dynamics and correlated electronic structure approaches. The studies show that, for the neutral acid, a single water molecule in the first solvation shell is sufficient to describe the observed chemical shift while at least 20 water molecules are required for the conjugate base, acetate, in aqueous solutions. The study highlights that even core electron properties can be significantly altered by non-covalent interactions such as solvation effects. [Vamsee Voora]

Protein Biophysics

- **Rational Design of Protein-Specific Folding Modifiers**
  Protein-folding can go wrong in vivo and in vitro, with significant consequences for the living organism and the pharmaceutical industry, respectively. Here we propose a design principle for small-peptide-based protein-specific folding modifiers. The principle is based on constructing a "xenonucleus", which is a prefolded peptide that mimics the folding nucleus of a protein. Using stopped-flow kinetics, NMR spectroscopy, Förster resonance energy transfer, single-molecule force measurements, and molecular dynamics simulations, It is demonstrated that a xenonucleus can make the refolding of ubiquitin faster by 33 ± 5%, while variants of the same peptide have little or no effect. This approach provides a novel method for constructing specific, genetically encodable folding catalysts for suitable proteins that have a well-defined contiguous folding nucleus. [Sri Rama Koti Ainavarapu]

- **Applications of atomic force microscopy in modern biology**
  Single-molecule force spectroscopy (SMFS) is an emerging tool to investigate mechanical properties of biomolecules and their responses to mechanical forces, and one of the most-used techniques for mechanical manipulation is the atomic force microscope (AFM). AFM was invented as an imaging tool which can be used to image biomolecules in sub-molecular resolution in physiological conditions. It can also be used as a molecular force probe for applying mechanical forces on biomolecules. AFM has been applied to study mechanical properties of cells, tissues, microorganisms, viruses as well as biological macromolecules such as proteins. It has found applications in biomedical fields like cancer biology, where it has been used both in the diagnostic phases as well as drug discovery. AFM has been able to answer questions pertaining to mechanosensing by neurons, and mechanical changes in viruses during infection by the viral particles as well as the fundamental processes such as cell division. Fundamental questions related to protein folding have also been answered by SMFS like determination of energy landscape properties of variety of proteins and their correlation with their biological functions. A multipronged approach is needed to diversify the research, as a combination with optical spectroscopy and computer-based steered molecular dynamic simulations along with SMFS can help us gain further insights into the field of biophysics and modern biology. [Sri Rama Koti Ainavarapu]

Biophysics

- **Protein folding modifiers**
  A long chain of amino acids spontaneously folds into a particular shape and becomes a functioning protein. A protein is able to do this spontaneously, through a process known as 'protein folding'. Understanding folding and gaining the ability to control it can get us one step

closer to understanding how life works, and to modulate it as per our wish. A reagent that can modulate the folding of a specific protein can enhance or can reduce the activity of that protein in the cell. We have now demonstrated that a small designed Xeno-nucleus peptide can selectively catalyze folding of a target protein. This demonstration is for a specific protein, but the design is general. This provides a great opportunity to tackle various diseases that may be related to the activity of a particular protein. [Sudipta Maiti]

- **Investigations of protein conformations at the single molecule level**
  Many important protein molecules exist on our cell membranes. These membrane proteins typically have parts of their structure exposed to the water, and parts which are buried in the membrane. So an important measure of the conformation of protein molecules is the degree of surface exposure of its specific segments. However, this is hard to measure at the level of individual molecules. We have developed a method which combined photobleaching and fluorescence quenching techniques at the single molecule level to measure the accessibility of individual parts of protein molecules to molecules in the solution. We show that we can probe the conformation of some membrane associated disease-causing proteins using this technique. [Sudipta Maiti]

Department of Condensed Matter Physics and Materials Science

- **Dynamics of Interfacial Bubble Controls Adhesion Mechanics in Van der Waals Heterostructure**
  Two-dimensional van der Waals heterostructures (vdWH) can result in novel functionality that crucially depends on interfacial structure and disorder. Bubbles at the vdWH interface can modify the interfacial structure. We probe the dynamics of a bubble at the interface of a graphene-hBN vdWH by using it as the drumhead of a NEMS device because nanomechanical devices are exquisite sensors. For drums with different interfacial bubbles, we measure the evolution of the resonant frequency and spatial mode shape as a function of electrostatic pulling. We show that the hysteretic detachment of layers of vdWH is triggered by the growth of large bubbles. The bubble growth takes place due to the concentration of stress resembling the initiation of fracture. The small bubbles at the heterostructure interface do not result in delamination as they are smaller than a critical fracture length. We provide insight into frictional dynamics and interfacial fracture of vdWH. [Mandar M. Deshmukh]

- **Superconducting Vortex-Charge Measurement Using Cavity Electromechanics**
  As the magnetic field penetrates the surface of a superconductor, it results in the formation of flux vortices. It has been predicted that the flux vortices will have a charged vortex core and create a dipolelike electric field. Such a charge trapping in vortices is particularly enhanced in high-Tc superconductors (HTS). Here, we integrate a mechanical resonator made of a thin flake of HTS $Bi2Sr2CaCu2O8+\delta$ into a microwave circuit to realize a cavity-electromechanical device. Due to the exquisite sensitivity of cavity-based devices to the external forces, we directly detect the charges in the flux vortices by measuring the electromechanical response of the mechanical resonator. Our measurements reveal the strength of surface electric dipole moment due to a single vortex core to be approximately 30 $|e|aB$, equivalent to a vortex charge per $CuO2$ layer of $3.7 \times 10–2|e|$, where aB is the Bohr radius and e is the electronic charge. [Mandar M. Deshmukh]

- **Nanoscale devices with superconducting electrodes to locally channel current in 3D Weyl semimetals**

We report on the fabrication of nano-devices on the [101] surface of a Weyl semimetal, a macroscopic crystal of TaAs, and low-temperature transport measurements. We can implement electron beam lithography by peeling off and transferring the resist for nanofabrication onto the irregular crystal. We fabricate the device electrodes with superconducting Niobium nitride (NbN) to control the current flow through the intended active area of the devices. Our device structure enables the reduction in the current jetting effect, and we demonstrate the negative magnetoresistance measurement as a function of angle. The high field magnetotransport shows three distinct oscillation frequencies corresponding to the three bands at the Fermi level. Resistance measured in the low magnetic field shows the usual weak anti-localization dip near the zero-field—a signature of a Weyl material. Our method of fabricating devices with superconducting electrodes provides a way to probe the electrical properties of macroscopic single crystals at the nanoscale. As we use conventional lithographic techniques for patterning, this method can be extended to a wide gamut of electrode materials and a large class of 3D quantum materials. [Mandar M. Deshmukh]

Centres of TIFR

International Centre for Theoretical Sciences, Bengaluru

PHYSICAL SCIENCES

Gravitational Wave Physics and Astrophysics

- **Constraints on the Time Variation of the Gravitational Constant Using Gravitational Wave Observations of Binary Neutron Stars**
  This work developed a method to constrain the variation of the gravitational constant G with cosmic time using gravitational-wave (GW) observations of binary neutron stars. GWs carry an imprint of the value of G at the time of the merger. If the value of G at that epoch is different from its current value, the masses of the neutron stars inferred from GW observations will be inconsistent with the theoretically allowed range. Using the observation of the binary neutron star system GW170817, the fractional difference in G between the merger and the current epoch is constrained to be between -1 and 8. [Ajith Parameswaran]

Astrophysical Relativity

- **Constraints on Compact Dark Matter from Gravitational Wave Microlensing**
  A significant fraction of the mass in the universe is in the form of dark matter, which interacts only through gravity. If dark matter comprises compact objects, they will cause gravitational microlensing effects in the gravitational-wave 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, we showed that compact objects in the mass range 10^2–10^5 $M_\odot$ could contribute only up to ~50%–80% of the total dark matter (details depend on the assumed source population properties and the Bayesian priors). 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]

Condensed Matter and Statistical Physics

- **Gapless State of Interacting Majorana Fermions in a Strain-Induced Landau Level**
  Majorana Fermions have been the subject of intense interest as emergent quasiparticles in condensed matter physics. According to the editors at Physical Review B, this study lies at the crossroads of diverse fields, such as quantum Hall physics, frustrated magnets, flat-band physics, and interacting Majorana fermions. The authors demonstrated a theoretical realization of a Kitaev "non-Fermi" spin liquid, where interacting Majorana fermions collectively realize a gapless state that resembles fractional quantum Hall physics at half filling. They showed how the action of strain in a Kitaev material can potentially generate such a phase, in which pair hopping of fermions, constrained by symmetries, dominates the ground-state physics and the excitations. [Subhro Bhattacharjee]

- **Many-body Chaos in a Thermalised Fluid**
  Cross-correlators are vital to understand chaos in many-body systems by bridging equilibrium and dynamics through rigorous estimates of the temperature-dependence of the degree of chaos (Lyapunov exponent). Using finite-dimensional hydrodynamical equations, resulting in chaotic, thermalised flows, we show that the Lyapunov exponent grows as square-root of temperature and

linearly with the degrees-of-freedom. This underlines the universality of many-body chaos and its fundamental connection to equilibrium properties. The emergent universality, ranging from frustrated spin to glassy systems, strongly coupled quantum field theories to black holes, is central to understanding the dynamics of strongly-coupled many-body systems lacking a kinetic theory description. [Subhro Bhattacharjee and Samriddhi Sankar Ray]

- **Microscopic Theory of the Fluctuating Hydrodynamics in Nonlinear Lattices**
  The theory of fluctuating hydrodynamics is known to provide an accurate description of many body systems which enables one to compute important physical observables such as dynamical correlation functions. For the case of low-dimensional systems with anomalous transport properties, a microscopic derivation of this theory is problematic. This was achieved in using the ideas of coarse graining and projection techniques. A related question is on the domain of validity of the hydrodynamic description. [Abhishek Dhar]

- **Blast in a one-dimensional cold gas: From Newtonian dynamics to hydrodynamics**
  This work examined the extreme example of the evolution of a blast, namely of a huge amount of localized energy released in a cold environment, e.g as happens during a supernova explosion. A comparison was made between the predictions from the atomistic description using Newton's equations and the hydrodynamic one using the Navier-Stokes-Fourier equations. It was shown that there was remarkable agreement between the two descriptions and some interesting deviations. [Abhishek Dhar]

- **Local Time for Run and Tumble Particle**
  How much time does a particle in random motion spend at the desired location? This time is known as the local time in the literature. Study of the local time has been of great interest and importance in various interdisciplinary areas like chemical reactions, biological systems, medicine, animal foraging among many others. Anupam and Prashant's work rigorously provides an analytic understanding of the local time in the context of the run and tumble particle which is the quintessential model for the motion of bacteria. They have developed a new "path-counting" analysis, which enabled them to understand statistical properties of local time both in homogeneous and in-homogeneous media. [Anupam Kundu]

- **Population Imbalance for a Family of One-Dimensional Incommensurate Models with Mobility Edges**
  The authors looked at four generalizations of the one-dimensional Aubry-André-Harper (AAH) model which possess mobility edges. They mapped out a phase diagram in terms of population imbalance and looked at the system size dependence of the steady-state imbalance. They found nonmonotonic behaviour of imbalance with the system parameters, which contradicts the idea that the relaxation of an initial imbalance is fixed only by the ratio of the number of extended states to the number of localized states. The authors proposed that there exist dimensionless parameters, which depend on the fraction of single-particle localized states, single-particle extended states, and the mean participation ratio of these states. These ingredients fully control the imbalance in the long time limit and we present numerical evidence of this claim. Among the four models considered, three of them have interesting duality relations and their locations of mobility edges are known. One of the models (next-nearest-neighbor hopping) has no known duality but a mobility edge exists and the model has been experimentally realized. The findings are an important step forward to understanding nonequilibrium phenomena in a family of interesting models with incommensurate potentials. [Manas Kulkarni]

Quantum Field Theory and String Theory

- **Crossing Symmetric Dispersion Relations for Mellin Amplitudes**
  The authors considered manifestly crossing symmetric dispersion relations for Mellin amplitudes of scalar four point correlators in conformal field theories. This allowed them to set up the nonperturbative Polyakov bootstrap for the conformal field theories in Mellin space on a firm foundation, thereby fixing the contact term ambiguities in the crossing symmetric blocks. Their new approach employed certain "locality" constraints replacing the requirement of crossing symmetry in the usual fixed-t dispersion relation. Using these constraints, they showed that the sum rules based on the two channel dispersion relations and the present dispersion relations are identical. Their framework allowed them to connect with the conceptually rich picture of the Polyakov blocks being identified with Witten diagrams in anti-de Sitter space. They also gave two sided bounds for Wilson coefficients for effective field theories in anti-de Sitter space. [Rajesh Gopakumar]

- **The String Dual to Free N=4 Super Yang-Mills**
  The authors proposed a worldsheet description for the $AdS_5 \times S_5$ string theory dual to large N, free N=4 supersymmetric Yang-Mills theory in four dimensions. The worldsheet theory is a natural generalization of the recently investigated tensionless string on $AdS_3 \times S_3 \times T_4$. As in the case of AdS_3 it has a free field description, with spectrally flowed sectors, and is closely related to an (ambi-)twistor string theory. Here, however, they viewed it as a critical N=4 (closed) string background. The authors argued that the corresponding worldsheet gauge constraints reduce the degrees of freedom to a finite number of oscillators (string bits) in each spectrally flowed sector. Imposing a set of residual gauge constraints on this reduced oscillator Fock space then determines the physical spectrum of the string theory. Quite remarkably, they found that this prescription reproduces precisely the entire planar spectrum—of single trace operators—of the free supersymmetric Yang-Mills theory. [Rajesh Gopakumar]

String Theory and Quantum Field Theory

- **An Effective Description of Momentum Diffusion in a Charged Plasma from Holography**
  The authors discuss the physics of momentum diffusion in a charged plasma. Following the holographic strategy they construct an open effective field theory for the low-lying modes of the conserved currents. The charged plasma is modeled holographically in terms of a Reissner-Nordstrom-AdS black hole. They analyze graviton and photon fluctuations about this background, decoupling in the process the long-lived momentum diffusion mode from the short-lived charged transport mode. Furthermore, as in the aforementioned reference, the authors argue that the dynamics of these modes are captured by a set of designer scalars in the background geometry. These scalars have their gravitational coupling modulated by an auxiliary dilaton with long-lived modes being weakly coupled near the spacetime asymptopia. Aided by these observations, they obtain the quadratic effective action that governs the fluctuating hydrodynamics of charge current and stress tensor, reproducing in the process transport data computed previously. They also point out an interesting length scale lying between the inner and outer horizon radii of the charged black hole associated with Ohmic conductivity. [R. Loganayagam]

String Theory and Quantum Gravity

- **Holography from the Wheeler-DeWitt Equation**
  In this project, the authors established a link between two well known but seemingly different approaches to quantum gravity. One approach involves the Wheeler-DeWitt (WDW) equation and has been used to understand gravity from a canonical perspective. The other involves the AdS/CFT correspondence that has been the focus of a significant amount of research in the past

25 years. The authors showed that a version of holography can be derived from the WDW equation. The precise result is that within perturbation theory, that two wave functionals that solve the WDW equation in AdS, and coincide at the boundary of AdS for an infinitesimal time interval, must coincide everywhere in the bulk. This is in contrast with ordinary quantum field theories (QFTs) where it is possible to prepare states that coincide outside a bounded region but differ inside. The result of the work shows that the WDW equation prevents the existence of such "split states" in quantum gravity and that information in gravitational wave functionals can always be found near the boundary of a Cauchy slice. [Suvrat Raju]

Turbulence, Non-equilibrium Statistical Mechanics and Fluid Dynamics

- **Anomalous Diffusion and Lévy Walks Distinguish Active from Inertial Turbulence**
  Dense suspensions of bacteria form an intriguing class of non-equilibrium systems displaying a novel spatio-temporally chaotic behaviour called *active* turbulence. By using a hydrodynamic description of the bacterial *flow*, Mukherjee and collaborators have shown that in the collective, and when highly active, these microorganisms give up on their *meandering* ways, *walk* the straight and narrow, and *super-diffuse*. This work also brings into focus how far analogies between high Reynolds inertial, classical turbulence can be pushed when understanding the behaviour of low Reynolds number active flows. [Samriddhi Sankar Ray]

Fluid Dynamics

- **Instability Driven by Settling and Evaporation in a Shear Flow: A Model for Asperitas Clouds**
  The authors studied, by direct numerical simulations in two and three dimensions, the instability caused by the settling and evaporation of water droplets out of a cloudy layer saturated with vapour into a dry sub-cloud ambient, under conditions where mammatus clouds were shown to form, but with the addition of background shear. They showed that shear changes the type of cloud formation qualitatively, from mammatus-like to a newly identified cloud type called asperitas. Intermediate levels of shear are shown to be needed. Shear suppresses the growth of small-scale perturbations, giving rise to smooth, long-lasting structures, and smaller rates of mixing. Three-dimensionality is shown to make a qualitative difference, unlike in mammatus clouds. They also showed that under non-cloud-like conditions, the instability can be very different. [Rama Govindarajan]

Astrophysical Fluid Dynamics

- **Saturation of Large-Scale Dynamo in Anisotropically Forced Turbulence**
  Turbulent dynamo theories have faced difficulties in obtaining evolution of large-scale magnetic fields on short dynamical time-scales due to the constraint imposed by magnetic helicity balance. This has critical implications for understanding the large-scale magnetic field evolution in astrophysical systems like the Sun, stars and galaxies. Direct numerical simulations (DNS) in the past with isotropically forced helical turbulence have shown that large-scale dynamo saturation time-scales are dependent on the magnetic Reynolds number (Rm). In this work, the author has carried out periodic box DNS of helically forced turbulence leading to a large-scale dynamo with two kinds of forcing function, an isotropic one based on that used in PENCIL-CODE and an anisotropic one based on Galloway-Proctor flows. She showed that when the turbulence is forced anisotropically, the nonlinear (saturation) behaviour of the large-scale dynamo is only weakly dependent on Rm. In fact the magnetic helicity evolution on small and large scales in the anisotropic case is distinctly different from that in the isotropic case. This result possibly holds promise for the alleviation of important issues like catastrophic quenching. [Pallavi Bhat]

Numerical and Observational General Relativity

- **Observation of Eccentric Binary Black Hole Mergers with Second and Third Generation Gravitational Wave Detector Networks**
  Black hole binaries formed in dense stellar environments carry a unique signature in the gravitational waves they emit as they orbit on elliptical instead of circular orbits. Modelling of such binary mergers is still in its infancy compared to circular mergers. In this paper, we present an improved version of a signal model for such systems that we call ENIGMA. Since we are yet to observe GWs from eccentric sources, this paper also explores the likely scenarios of their observation with current and future GW observatories. [Prayush Kumar]

MATHEMATICS

Probability Theory

- **Upper Tail Large Deviations in First Passage Percolation**
  In this work, the authors solved an old open question showing the existence of the large deviation rate function for the upper tail large deviation in planar first passage percolation with bounded passage times under some mild regularity conditions. [Riddhipratim Basu]

- **Upper Tail Large Deviations of Regular Subgraph Counts in Erdős-Rényi Graphs in the Full Localized Regime**
  This work derives the large deviations of the upper tail of all connected regular subgraph counts in sparse Erdös-Rényi graphs and shows that the large deviation probability asymptotically equals the solution of a mean-field variational problem. This work together with other works in the area completely resolves the upper tail problem for regular subgraph counts in sparse Erdös-Rényi graphs. [Anirban Basak]

Mathematical Physics and Geometry

- **Pullback Coherent and Squeezed States and Quantization**
  In this semi-expository paper, the authors defined certain Rawnsley-type coherent and squeezed states and show that they satisfy some properties on an integral Kahler manifold which are akin to maximal likelihood property, reproducing kernel property, generalised resolution of identity property and overcompleteness. This is a generalization of a result by Spera. Next they defined the Rawnsley-type pullback coherent and squeezed states on a smooth compact manifold and show that they satisfy similar properties. Finally, they showed a Berezin -type quantization involving certain operators acting on a Hilbert space on a compact smooth totally real embedded submanifold of U of real dimension n where U is an open set in CPn. Any other submanifold for which the criterion of the identity theorem holds exhibits this type of Berezin quantization. Also this type of quantization holds for totally real submanifolds of real dimension n of a general homogeneous Kähler manifold of real dimension 2n. In the appendix we review the Rawnsley and generalized Perelomov coherent states on CPn (which is a coadjoint orbit) and the fact that these two types of coherent states coincide. [Rukmini Dey]

Data Assimilation

- **Some Large Deviations Asymptotics in Small Noise Filtering Problems**
  The authors considered nonlinear filters for diffusion processes when the observation and signal noises are small and of the same order. As the noise intensities approach zero, the nonlinear filter can be approximated by a certain variational problem that is closely related to Mortensen's optimization problem (1968). This approximation result can be made precise through a certain Laplace asymptotic formula. In this work they studied probabilities of deviations of true filtering

estimates from that obtained by solving the variational problem. The main result gives a large deviation principle for Laplace functionals whose typical asymptotic behavior is described by Mortensen-type variational problems. Proofs rely on stochastic control representations for positive functionals of Brownian motions and Laplace asymptotics of the Kallianpur-Striebel formula. [Amit Apte]

Partial Differential Equations, Nonlinear waves and Fluid Mechanics

- **Soliton-like Behaviour in Non-Integrable Systems**
  A general scheme for constructing robust excitations (soliton-like) in non-integrable multicomponent systems was presented. By robust, the authors meant localised excitations that propagate with almost constant velocity and which interact cleanly with little to no radiation. They achieved this via a reduction of these complex systems to more familiar effective chiral field-theories using perturbation techniques and the Fredholm alternative. As a specific platform, they considered the generalised multicomponent Nonlinear Schrödinger Equations (MNLS) with arbitrary interaction coefficients. This non-integrable system reduces to uncoupled Korteweg-de Vries (KdV) equations, one for each sound speed of the system. This reduction then enables us to exploit the multi-soliton solutions of the KdV equation which in turn leads to the construction of soliton-like profiles for the original non-integrable system. They demonstrated that this powerful technique leads to the coherent evolution of excitations with minimal radiative loss in arbitrary non-integrable systems. These constructed coherent objects for non-integrable systems bear remarkably close resemblance to true solitons of integrable models. Although they used the ubiquitous MNLS system as a platform, our findings are a major step forward towards constructing excitations in generic continuum non-integrable systems. [Vishal Vasan]

Algebraic Geometry and Mathematical Physics

- **Semistability, Modular Lattices, and Iterated Logarithms**
  The authors used the theory of cohesive modules to give new descriptions of certain categories appearing in geometry and physics. This will be applied in an ongoing project on Categorical Kähler Geometry. The goal is to build a theory of Kähler metrics in categorical/derived noncommutative geometry, and to formulate and prove a categorical analogue of the Donaldson-Uhlenbeck-Yau theorem. [Pranav Pandit]

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. The authors 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 co-ordinate 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. [Vijay Kumar Krishnamurthy]

National Centre for Radio Astrophysics, Pune

Extragalactic Astrophysics

- **The Nature of Jets in Double-Peaked Emission Line AGN in the KISSR Sample**

  Double-peaked emission-line AGN (DPAGN) have been regarded as binary black hole candidates. In this work, researchers presented the results from parsec-scale radio observations with the Very Long Baseline Array (VLBA) of five DPAGN belonging to the KISSR sample of emission-line galaxies. This work concluded our pilot study of 9 type 2 Seyfert and LINER DPAGN from the KISSR sample. In the 9 sources, dual compact cores were only detected in the "offset AGN," KISSR 102. However, the overall incidence of jets in the eight sources that were detected with the VLBA was >=60%. Researchers found a difference in the "missing flux density" going from the Very Large Array to VLBA scales between Seyferts and LINERs, with LINERs showing less missing flux density on parsec-scales. Using the emission-line modeling code, MAPPINGS III, researchers found that the emission lines are likely to be influenced by jets in 5/9 sources. Jet-medium interaction was the likely cause of the emissionline splitting observed in the SDSS spectra of these sources. Jets in radio-quiet AGN were therefore energetically capable of influencing their parsec- and kpc-scale environments, making them agents of "radio AGN feedback" similar to radio-loud AGN. [Preeti Kharb]

- **The Quasar Feedback Survey: revealing the interplay of jets, winds, and emission-line gas in type 2 quasars with radio polarization**

  Researchers presented results from a combined radio polarization and emission-line study of five type 2 quasars at $z < 0.2$ with the Karl G. Jansky Very Large Array (VLA) B-array at 5 GHz and Hubble Space Telescope (HST) [O III] observations. These sources were known to exhibit close association between radio structures and ionized gas morphology and kinematics. Four sources (J0945+1737, J1000+1242, J1356+1026, and J1430+1339) showed polarization in the data. No polarization was detected in J1010+1413. Researchers detected 0.5-1% fractional polarization in the radio cores and a high fractional polarization (10-30%) in the lobes of these sources. The morphological, spectral, and polarization properties suggested a jet origin for the radio emission in J0945+1737, J1000+1242, J1010+1413, and J1430+1339 whereas the current data could not fully discern the origin of radio emission (jet or wind) in J1356+1026. An anti-correlation between various polarized knots in the radio and [O III] emission was observed in the sources, similar to that observed in some radio-loud AGN in the literature. This suggested that the radio emission was likely to be depolarized by the emission-line gas. This work demonstrated that the interplay of jets/winds and emission-line gas was most likely responsible for the nature of radio outflows in radio-quiet AGN. [Preeti Kharb]

- **Investigating the Origin of X-Ray Jets: A Case Study of Four Hybrid Morphology MOJAVE Blazars**

  Researchers carried out Chandra, Hubble Space Telescope (HST), and Very Large Array observations of four MOJAVE blazars that have previously been classified as hybrid (FR I/II) blazars in terms of radio morphology but not total radio power. The motivation of this study is to determine the X-ray emission mechanism in jets, these being different in FR I and FR II jets. Researchers detected X-ray jet emission with sufficient signal to noise in two blazars, viz. PKS

0215+015 and TXS 0730+504. Researchers carried out spectral energy distribution modeling of the broadband emission from the jet regions in these sources and found that a single synchrotron emission model is ruled out due to the deep upper limits obtained from HST optical and IR data. The inverse Compton-cosmic microwave background model can reproduce the X-ray jet emission in both sources although the model requires extreme jet parameters. Both our sources possess FR II-like radio powers and our results are consistent with previous studies suggesting that radio power is more important than FR morphology in determining the emission mechanism of X-ray jets. [Preeti Kharb]

Low Surface Brightness Diffuse Radio Emission

- **Viewing classical radio galaxies with the upgraded GMRT and MeerKAT – A progress report**

  Researchers studied a carefully selected sample of FR I and FR II radio galaxies. Several new morphological features in the radio emission are now revealed using the high (μJy) sensitivity reached in the range 550-1712 MHz, more than a factor of three, at the high (∼4″−7″) angular resolution with the upgraded Giant Metrewave Radio Telescope (uGMRT) and MeerKAT. Therefore, the aim of this study is to understand if we need to revise our current classification scheme for classical radio galaxies. In order to address the goals, researchers carefully constructed a sample of 14 (6 FR I, 6 FR II and 2 FR 0) radio galaxies. In this study, researchers presented preliminary results for two more radio galaxies from our sample using uGMRT, in the light of the local environment. Finally, researchers are awaiting uGMRT and MeerKAT observations of remaining sample sources. The results show that for the radio galaxies in this study, the morphological classification scheme for the classical FR I/FR II radio galaxies still holds, even with the improved imaging capabilities of the uGMRT and MeerKAT. Furthermore, researchers need to be cautious when using automated procedures for classification schemes, e.g., in surveys (with poorer sensitivities and angular resolutions) because of the rich morphological details that are shown in our uGMRT and MeerKAT images. [D. V. Lal]

- **The Discovery of a remnant radio galaxy in A2065 using GMRT**

  The upgraded Giant Metrewave Radio Telescope (GMRT) has been used to map the cluster A2065 at z = 0.0726. Researchers report the discovery of a remnant radio galaxy at the peripheral cluster region. The spatially resolved radio emission from the remnant radio galaxy shows an elongated, bar-shaped structure, whose size is ≃52″ × 110″ (≃72 × 152 kpc^2). The study with multiwavelength GMRT data and Chandra data shows that across the remnant radio galaxy there is a hint of a surface-brightness edge in the hot X-ray gas. Researchers detect tentative flattening of the radio spectral index as the old plasma at the near end of the surface-brightness edge is reinvigorated by the passage of a possible shock front and shows the expected change in radio emission characteristics. It was suggested that the remnant radio galaxy has been seeded by the lobes of the active galactic nucleus (AGN) hosted by the WISEA J152228.01+274141.3 source, demonstrating the connection between AGNs and remnant radio sources. Although the number of known remnant radio sources is beginning to increase, researchers emphasize the need for better data to understand the physics and nature of poorly understood remnant radio sources. [D. V. Lal]

Pulsars and Compact Objects

- **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, the authors 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. [Maan Yogesh]

- **Dual-frequency single-pulse study of PSR B0950+08**

  PSR B0950+08 is a bright non-recycled pulsar with large single-pulse fluence variability. Using observations at two widely separated frequencies, 55 MHz (NenuFAR) and 1.4 GHz (Westerbork Synthesis Radio Telescope), the authors conclude that the single pulses of this pulsar are more similar to ordinary pulses of radio emission than to a special kind of short and bright giant pulses, observed from only a handful of pulsars. They argue that a temporal variation of the properties of the interstellar medium along the line of sight to this nearby pulsar, makes an important contribution to the observed single-pulse fluence variability. They further present interesting frequency structures in the single-pulse emission that resemble the “sad trombones” seen in fast radio bursts (FRBs), however, for PSR B0950+08 the upward frequency drift is also routinely present. These spectral features are explained with the radius-to-frequency mapping. Finally, researchers speculate that microsecond-scale fluence variability of the general pulsar population remains poorly known, and that further study in this direction may reveal important clues about the nature of FRBs. [Maan Yogesh]

- **Mode changing, subpulse drifting, and nulling in four component conal pulsar PSR J2321+6024**

  Radio pulsars are known to exhibit phenomenon like subpulse drifting, moding and nulling with each phenomenon being associated with a change in the pulsar magnetosphere. PSR J2321+6024 offers a unique situation where all these phenomenon can be seen in the same pulsar. Researchers performed uGMRT observations of this pulsar to provide a detailed view about these phenomenon and suggest that surface magnetic field changes can result in the mode changing and nulling phenomenon. [Dipanjan Mitra]

- **Constraining millisecond pulsar geometry using time-aligned radio and gamma-ray pulse profile**

  In the last decade our understanding of the pulsar magnetosphere has developed significantly. It is now thought that gamma rays are emitted near the light cylinder and radio emission originates near the surface and this allows prediction of time delays of radio and gamma-ray pulse profiles. Researchers employ the striped wind model of pulsar where gamma rays originate from the current sheet near the light cylinder and radio emission origin from 10% of the light cylinder and fit them to millisecond pulsar data where time aligned radio and gamma-ray profiles exist. The excellent match obtained in this fit allow confirms the validity of our model. [Dipanjan Mitra]

- **Externally driven plasma models as candidates for pulsar radio emission**

In recent time based on particle cell simulations it has been conjectured that coherent radio emission from pulsars can be excited by a process of screening the co-rotational electric field during the pair creation process. Further, the energy can be into the superluminal plasma modes, which can be observed as radiation. In this study, we critically examine this physical process, and demonstrate that in pulsar magnetosphere the timescale of plasma generation is extremely short, and the energy cannot couple into the plasma. Thus the best possible origin of coherent radio emission is the growth of plasma instability. [Mitra, Dipanjan]

Solar and Coronal Physics

- **Two-Stage Evolution of an Extended C-Class Eruptive Flaring Activity from Sigmoid Active Region NOAA 12734: SDO and Udaipur-CALLISTO Observations**

  This article presented the science result from a solar radio spectrograph, which NCRA helped build at the Udaipur Solar Observatory. It was based on multi-wavelength investigation of a comparatively weak (C-class) flaring activity and also used data from the Atmospheric Imaging Assembly (AIA) and the Helioseismic Magnetic Imager (HMI) on board the Solar Dynamics Observatory (SDO). This low intensity C1.3 event was characterized by typical features of a long-duration event (LDE), viz. extended flare arcade, large-scale two-ribbon structures and twin coronal dimmings. The metric radio observations obtained from Udaipur-CALLISTO reveals a broad-band (≈50 -180 MHz), stationary plasma emission for ≈7 min during the second stage of the flaring activity that resemble a type IV radio burst. A type III decametre-hectometre radio bursts with starting frequency of ≈2.5 MHz precedes the stationary type IV burst observed by Udaipur-CALLISTO by ≈5 min. [Divya Oberoi]

- **Insights from Snapshot Spectroscopic Radio Observations of a Weak Type I Solar Noise Storm**

  Recent work from the NCRA Solar Physics has shown the presence of quasi-periodic pulsations (QPPs) across a large range of active solar emissions and time scales. The brightness temperatures of emissions with which these QPPs have been found to be associated span more than three orders of magnitude and their periods span about an order of magnitude. It has also been found that during these QPPs the area of the radio burst source is anti-correlated with its integrated flux density. This work extended the search for QPPs to the weakest active emissions explored yet and developed a novel technique for establishing the presence of QPPs by looking for their now well known anti-correlation between the area and integrated flux density of the burst source. This approach allowed the detection of QPPs in scenarios not amenable to detection using the routine time series or Fourier analysis. This work also provided additional evidence for the physical picture that the sausage mode MHD waves are ubiquitous in the coronal magnetic fields, and the presence of active solar radio emissions serve as beacons, which allow their presence to be discerned. [Divya Oberoi]

- **Robust Absolute Solar Flux Density Calibration for the Murchison Widefield Array**

  Absolute flux density calibration of the Sun is a hard problem for sensitive radio interferometers, optimised for observing the much fainter radio sky. Due to their aperture array based design, the problem is even harder for the instruments at low radio frequencies. This work presented a robust flux density calibration method for solar observations with the Murchison Widefield Array and verified its efficacy using multiple different approaches. This method on the one hand, overcame the limitations of the earlier method, and on the other delivered an accuracy comparable to that for usual radio interferometric observations at low radio frequencies. A highlight of this work was that it 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. [Divya Oberoi]

Planetary Science

- **Radiative Transfer Simulations for the Observed Decrease of Radio Brightness Temperature of Venus With Increasing Decimeter Wavelengths: Possible Existence of a Reflective or Quasi-Conductive Subsurface**

  Observations of brightness of Venus at metreaves have long been in contradiction with the simple models. This was the last article in a series which first established this contraction by making precise flux density/brightness temperature measurements of Venus, extending them to lower radio frequencies than available earlier and also included polarimetric observations. This article presented a novel model for thermal emissions from the surface of Venus incorporating the role of the subsurface properties of the Venusian regolith in the reduction of brightness temperature at low radio frequencies. Radiative transfer simulations using this model have shown good agreement with the observations. [Divya Oberoi]

National Centre for Biological Sciences, Bengaluru

Computational Genomics

- **Differential chromatin accessibility landscape of gain-of-function mutant p53 tumours**
  By accessing the chromatin accessibility data (ATAC-seq) generated in the primary tumours from The Cancer Genome Atlas (TCGA), a study from the PI identified differential chromatin accessible regions in GOF mutant p53 tumours compared to wild-type p53 tumours. This study reveals the direct and indirect mechanisms by which gain-of-function mutant p53 targets the chromatin and subsequent gene expression patterns in a tumour-type specific manner. This furthers the understanding of the impact of mutant p53 in cancer development. [Sabarinathan Radhakrishnan]

Structural Biology

- **An 'up'oriented methionine-aromatic structural motif in SUMO is critical for its stability and activity**
  The study reports a highly conserved and buried methionine-phenylalanine motif to be a unique signature of SUMO proteins, but absent in other homologous UBL proteins. The results highlight the importance of conserved orientations of Met-aromatic structural motifs inside a protein core for its structure and function. [Ranabir Das]

Neuroscience

- **Adult neural stem cells have latent inflammatory potential that is kept suppressed by Tcf4 to facilitate adult neurogenesis**
  Inflammation is known to adversely affect adult neurogenesis, wherein the source of inflammation is largely thought to be extraneous to the neurogenic niche. The PI's group discovered a latent inflammatory potential of adult neural stem cells that is proactively suppressed by transcription factor 4 (Tcf4). Deletion of Tcf4 causes loss of proliferative capacity and acquisition of inflammatory properties. This transformation abolishes their differentiation potential and causes production of detrimental factors. Tcf4 as a critical regulator that facilitates adult neurogenesis via proactive suppression of this detrimental potential. [Hiyaa S. Ghosh]

- **Correction of amygdalar dysfunction in a rat model of fragile X syndrome**

Fragile X syndrome (FXS), a commonly inherited form of autism and intellectual disability, is associated with emotional symptoms that implicate dysfunction of the amygdala. However, current understanding of the pathogenesis of the disease is based primarily on studies in the hippocampus and neocortex, where FXS defects have been corrected by inhibiting group I metabotropic glutamate receptors (mGluRs). The study finds presynaptic mGluR5 in the amygdala, activation of which reverses deficient synaptic transmission and plasticity, thereby restoring normal fear learning in FXS rats. This highlights the importance of modifying the prevailing mGluR-based framework for therapeutic strategies to include circuit-specific differences in FXS pathophysiology. [Sumantra Chattarji]

Cell Biology

- **Coordination between nucleotide excision repair and specialized polymerase DnaE2 action enables DNA damage survival in non-replicating bacteria**

  Translesion synthesis (TLS) is a highly conserved mutagenic DNA lesion tolerance pathway, which employs specialized, low-fidelity DNA polymerases to synthesize across lesions. Current models suggest that activity of these polymerases is predominantly associated with ongoing replication, functioning either at or behind the replication fork. The study provides evidence for DNA damage-dependent function of a specialized polymerase, DnaE2, in replication-independent conditions. [Anjana Badrinarayanan]

- **Strategies to target SARS-CoV-2 entry and infection using dual mechanisms of inhibition by acidification inhibitors**
  This collaborative study demonstrates that the the receptor binding domain (RBD) of SARS-CoV-2 spike protein is internalized via the pH-dependent CLIC/GEEC (CG) endocytic pathway. Endosomal acidification inhibitors like BafilomycinA1 and NH4Cl, which inhibit the CG pathway, reduce the uptake of RBD and impede Spike-pseudoviral infection. By screening a subset of FDA-approved inhibitors for functionality similar to BafilomycinA1, Niclosamide was identified as a SARS-CoV-2 entry inhibitor. The investigators propose that Niclosamide, and other drugs, which neutralize endosomal pH as well as inhibit the endocytic uptake, could provide broader applicability in subverting infection of viruses entering host cells via a pH-dependent endocytic pathway. [Satyajit Mayor]

Genetics

- **High frequency of an otherwise rare phenotype in a small and isolated tiger population**
  Approximately 37% of tigers (*Panthera tigris*) in the Similipal Tiger Reserve (in eastern India) are pseudomelanistic, characterized by wide, merged stripes. Camera trap data across the tiger range revealed the presence of pseudomelanistic tigers only in Similipal. This collaborative study investigated the genetic basis for pseudomelanism and examined the role of drift in driving this phenotype's frequency. The results highlight the role of stochastic processes in the evolution of rare phenotypes. Also, highlighted is an unusual evolutionary trajectory in a small and isolated population of an endangered species. [Uma Ramakrishnan]

Plant Biology

- **Essential role of γ clade RNA dependent RNA polymerases in rice development and yield-related traits is linked to their atypical polymerase activities regulating specific genomic regions**

Using genetic, bioinformatic and biochemical methods, the investigation shows that γ-clade RNA-dependent RNA polymerases (RDRs) from Oryza sativa L. are involved in plant development as well as regulation of expression of coding and noncoding RNAs. Overexpression of γ-clade RDRs in transgenic rice and tobacco plants resulted in robust growth phenotype, whereas their silencing in rice displayed strong inhibition of growth. The results provide the first evidence of the importance of γ-clade RDRs in plant development, their atypical biochemical activities and their contribution to the regulation of gene expression. [P. V. Shivaprasad]

Theoretical Biology

- **Optimizing testing for COVID-19 in India**
  Using network models, explored optimal ways of combining low sensitivity, relatively inexpensive point-of-care rapid antigen tests (RATs) for COVID-19 with higher sensitivity but more expensive laboratory RT-PCR tests. The study found that even purely rapid antigen test-based regimes can produce the same reduction in overall infections that pure RT-PCR tests are capable of. [Sandeep Krishna]

- **Glycan processing in the Golgi: Optimal information coding and constraints on cisternal number and enzyme specificity**
  A collaborative study developed a mathematical model of a complex glycosylation process in the Golgi apparatus. The study's findings indicate that to synthesize complex distributions, such as those observed in real cells, one needs to have multiple cisternae and precise enzyme partitioning in the Golgi. Additionally, for a fixed number of enzymes and cisternae, there is an optimal level of specificity (promiscuity) of enzymes that achieves the target distribution with high fidelity. [Madan Rao]

Ecology

- **Negative effects of nitrogen override positive effects of phosphorus on grassland legumes worldwide**
  Using an experiment in 45 grasslands across six continents, this collaborative study showed that legume cover, richness, and biomass declined substantially with nitrogen additions. Although legumes benefited from phosphorus, potassium, and other nutrients, these nutrients did not ameliorate nitrogen-induced legume decline. Given global trends in anthropogenic nutrient enrichment, our results indicate the potential for global decline in grassland legumes, with likely consequences for biodiversity, food webs, soil health, and genetic improvement of protein-rich plant species for food production. [Mahesh Sankaran]

Insect Biology

- **Wings and halteres act as coupled dual oscillators in flies**
  In a study which explored the co-ordination between wings and halteres (modified hind wings), the investigators revealed that the wings and halteres are independently driven, coupled oscillators. It was deduced that the wing-wing system is a strongly coupled oscillator, whereas the wing-haltere system is weakly coupled through mechanical linkages that synchronize phase and frequency. Wing-haltere link acts in a unidirectional manner; altering wingbeat frequency affects haltere frequency, but not vice versa. Exoskeletal linkages are thus key morphological features of the Dipteran thorax that ensure wing-haltere synchrony, despite severe wing damage. [Sanjay Sane]

TIFR Centre for Interdisciplinary Sciences, Hyderabad

PHYSICAL SCIENCES

Statistical Physics, Soft Matter Physics and Condensed Matter Physics

- **Theoretical Characterization of Athermal Materials**
  Kabir Ramola's group has been developing theoretical techniques to characterize amorphous solids such as granular materials and structural glasses: materials that simultaneously exhibit properties of liquids as well as solids. Recently, they developed a perturbation expansion for athermal systems that allows an exact determination of displacement fields away from the crystalline state as a response to microscopic disorder. They also derived exact results for correlations in the displacement fields in near-crystalline athermal systems in two dimensions. Additionally, they showed that the low-frequency regime of the density of states of structural glass formers is crucially sensitive to the stress-ensemble from which the configurations are sampled. These studies pave the way for a more microscopic characterization of ubiquitous amorphous materials. [Kabir Ramola]

Experimental Condensed Matter physics

- **In-depth analysis of anisotropic magnetoconductance in Bi_2Se_3 thin films with electron–electron interaction corrections**
  A combination of out-of-plane (OOP) and in-plane (IP) magnetoconductance (MC) study in topological insulators (TI) is often used as an experimental technique to probe weak anti-localization (WAL) response of the topological surface states (TSSs). However, in addition to the above WAL response, weak localization (WL) contribution from conducting bulk states are also known to coexist and contribute to the overall MC; a study that has so far received limited attention. Karthik V. Raman's group has performed experiments to accurately extract the above WL contribution by systematically analyzing the temperature and magnetic field dependency of conductivity in Bi2Se3 films. For accurate analysis, they quantify the contribution of electron–electron interactions to the measured MC which is often ignored in the WAL studies. Moreover, their work show that the WAL effect arising from the TSSs with finite penetration depth, for OOP and IP magnetic field can together explain the anisotropic magnetoconductance (AMC) and, thus, the investigated AMC study can serve as a useful technique to probe the parameters like phase coherence length and penetration depth that characterise the TSSs in 3D TIs. [Karthik V. Raman]

Laser Physics

- **Chirp dependence in Electron acceleration from micro-droplets**
  M. Krishnamurthy's group explored the role of pulse width on the Two plasmon decay mechanism of electron acceleration from liquid droplets. Increasing the pulse duration to ps for the laser pulses of same energy decreased the ability of accelerate electrons in droplets. But importantly going from 40fs to about 200fs, has very marginal change in electron acceleration. Furthermore, there is no dramatic chirp dependence in electron acceleration in this regime. [M. Krishnamurthy]

Materials Science

- **Doping of soft semiconductors**
  Organic semiconductors are an emerging class of semiconductors. It is essential to increase their charge carrying capacity for their usage in highly efficient optoelectronic devices. Inexpensive and commercially available chemicals like dimethyl sulfoxide (DMSO) and Hydrobromic acid (HBr) which form an adduct were used as effective p-dopants for a range of organic

semiconductors. These adduct-based dopants are compatible with both solution and vapour-phase processing. The use of the dopants in metal halide perovskite solar cells, organic thin-film transistors, and organic light-emitting diodes resulted in improved performances in devices. This new type of dopant opens up new ways of doping of organic semiconductors. [Pabitra K. Nayak]

Statistical Physics

- **Phase transitions in magnets in random fields**
  Random disorder has interesting effects on phase transitions in cooperative magnetic systems comprised of a fully-coupled set of spins, each of which points along a circle. Spins tend to align in the same direction, but fixed fields with random orientations for each spin tend to destroy alignment. The resulting phase boundary was determined exactly. With random magnetic fields, the boundary was shown to include a multi-critical point, separating a part with continuous transitions from one with first order transitions. By contrast, with random crystal fields, the transition stayed continuous throughout. In general, the shape of the boundary depends on the distribution of random fields, but was shown not to change for a family of distributions of disorder which reduce the symmetry of the circle to four-fold symmetry. [Mustansir Barma]

- **Neutral atom scattering based mapping of atomically thin layers**
  Atom scattering from surfaces is known to be extremely sensitive to the structure and the nature of interaction among them. Taking advantage of this high sensitivity, Pranav R. Shirhatti and colleagues have demonstrated that up to single atomic thin layers (MoS_2 on SiO_2) can be imaged using atom scattering based microscopy methods. By varying the incidence energy of the incident He and Kr atoms, the contrast of the images change, providing deeper insight into the atom surface scattering processes responsible for contrast generation. [Pranav R. Shirhatti]

Active Matter

- **Turbulence in active matter**
  The theory of active matter — systems whose constituents convert a sustained supply of fuel into movement—is the framework of choice for understanding the collective behavior of motile particles. Like condensed matter in general, active systems display many types of order and operate in a variety of dynamical regimes. Prasad Perlekar's group is interested to investigate how groups of motile organisms in a bulk fluid medium, spontaneously organize into a flock in which their tail-to-head vectors on average point in a common direction. In now-standard terminology, the researchers consider polar, wet active matter, described by a vector order parameter characterizing the degree and direction of common orientation and movement. In a recent paper, the group has shown that in such system inertia can stabilize aligned states against small perturbations. Their investigation revealed that the interplay of activity and inertia leads to a novel non-equilibrium transition from defect-ridden turbulence to noisy but aligned flocks. The group will continue the ongoing investigations in this direction. [Prasad Perlekar]

Glass Transition and Biophysics

- **Theory and simulation for equilibrium glassy dynamics in cellular Potts model of confluent biological tissue**
  Glassy dynamics in a confluent cellular monolayer is fundamental in morphogenesis, wound healing, bronchial asthma, and many others. Therefore, a detailed theoretical framework for such a system is essential. Saroj K. Nandi's group combined analytical theory and simulations of a simple confluent model, where cells are treated as polygons and have developed a comprehensive theoretical framework. Their study elucidates the crucial role of geometric constraints in bringing about two distinct regimes in the dynamics, as the target perimeter varies. The distinctive

interaction potential arising from the perimeter constraint in such systems leads to the unusual sub-Arrhenius relaxation. Comparison with existing experiments shows that this theory captures the basic phenomenology of glassy dynamics in a biological system. [Saroj K. Nandi]

Statistical Mechanics

- **Physics of active glasses - need new frameworks to understand its properties**
  Activity-driven glassy dynamics, while ubiquitous in collective cell migration, intracellular transport, dynamics in bacterial and ant colonies, etc, also extends the scope and extent of the as-yet mysterious physics of glass transition. Smarajit Karmakar's group's recent studies on active glasses lead to a new discovery that active glasses are very different from their equilibrium counterparts and the physics cannot be described by simple effective temperature like quasi-equilibrium scenario. The group proved this by computing, for the first time, the static and dynamic length scale in these systems and tested some of the extensions of the equilibrium theories for active glasses. This also created a platform which allowed them to study various other dynamical and mechanical properties of these systems. One such is the discovery of an additional peak in four-point dynamic susceptibility which is uniquely related to the total degree of activity in these systems. This helped the researchers to propose a new method to measure the degree of activity in active glassy systems especially in experiments where measurement of activity may not be directly available as it is generated in the system via various chemical and biological processes like ATP consumptions etc. Finally, in another recent work, this group was able to show that activity leads to brittle-like failure in these systems which is completely counterintuitive and mysterious from the existing concepts of equilibrium systems. [Smarajit Karmakar]

Materials Science

- **Atomic Layer Heterostructures and Their Interactions with Light**
  Atomic layers (two dimensional layers) such as MoS_2 are known for their high surface area and intriguing properties such as high light matter interaction volume. However, one of the issues with these layers is their ambient stability. Recent work from T. N. Narayanan's group shows that this can be addressed by encapsulating MoS_2 with a fluorographene (FG) layer, where the synergistic interactions of MoS_2 and FG can expand the photosensitivity wavelength range of the heterostructure based photodetector. This also provides extraordinary stability to the device. Similar heterostructures are also shown for their applicability in Solar Batteries, a battery which can be directly charged by sunlight, where they form a type II band structure. The researchers from this group constructed a solar battery with the type II like heterostructure of MoS_2 and MoO_3.This work also reports an enhanced performance in light assisted charging and discharging for longer cycles. [T. N. Narayanan]

BIOLOGICAL SCIENCES

Cell and Developmental Biology

- **Assaying DNA damage responses and gene expression at a single cell level with tools of microscopy**
  Chromatin packaging can affect DNA damage responses (DDR), and the group investigates this in living and fixed cells. Very different dynamics of heterochromatin proteins HP1α and HP1β at sites of laser induced double strand breaks was observed. HP1α is enhanced at sites of DNA damage, compared to HP1β, which is found on expanding chromatin away from the damage spot. Further, in a collaborative study with the Notani lab at NCBS, Aprotim Mazumder's group is investigating the cell-to-cell variability of enhancer-mediated gene expression. In a developmental context, they used single molecule RNA detection to investigate the links between EGFR

signaling and cell differentiation/proliferation. They connected changes in gene dosage of Spitz and Argos genes to 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. [Aprotim Mazumder]

Sensory Biology and Synapse Structure Function

- **Molecular organization of auditory ribbon synapses**
  Adish Dani's group has investigated the ultrastructure of Inner ear hair cell ribbon synapses in the mouse cochlea using single molecule fluorescence nanoscopy. Their results indicate that glutamate receptor organization on the post-synaptic membrane is influenced by the release or non-release of glutamate neurotransmitter. Glutamate receptor ion channels seems to undergo a postnatal developmental transition from a planar distribution to a doughnut shaped structure around the onset of hearing. This developmental transition is abolished in a mouse model of congenital deafness that lacks glutamate in synaptic vesicles of cochlear cells. Furthermore, the group has observed receptor nano-domains within the post-synaptic membrane. These experiments provide the framework to further investigate synaptopathy associated with loud-noise induced deafness. [Adish Dani]

Cell and Developmental Biology

- **Regulation of mitochondrial Dynamics and Biogenesis**
  A genetic screen was performed to identify the regulators of mitochondrial dynamics and biogenesis in *Drosophila*. The screen revealed that mitochondrial stress induces mitochondrial biogenesis and degradation of Mitofusin, a mitochondrial fusion protein. It was predicted that the reduced levels of Mitofusin can suppress fusion of defective mitochondria to maintain healthy mitochondrial pool. Similarly, induction of mitochondrial biogenesis was predicted to be a compensatory response to meet cellular metabolic needs under stress. Further, it was found that the Mitofusin degradation under stress is achieved by the coordinated activates of PINK, PARK and Ben proteins. Mutation in any of these was found to suppress stress induced Mitofusin degradation, which resulted in altered mitochondrial size and subsequently retinal degeneration. [Manish Jaiswal]

Cell Biology and Immunology

- **Role of SNARE Family Genes in Store-operated Calcium Influx**
  Identification and characterisation of the genes involved in activating store-operated calcium entry (SOCE) via calcium release activated calcium (CRAC) ion channels has been a major goal of Monika Vig's lab. It was hypothesized that SNAP receptor (SNARE) family proteins play an unconventional, direct role in SOCE. Building on earlier collaborative work with Adish Dani's lab (eLife 2013, MBoC 2016, eLife 2017), a genetic screen was performed to identify the specific SNARE family genes involved in regulating SOCE. The screen was highly successful and several genes were identified that significantly regulate SOCE. Interestingly, most of the genes identified in this screen regulate a rare immunological disease called Familial Hemophagocytic Lymphohistiocytosis (FHLH) in human patients, the mechanistic basis of which remains unestablished. Characterization of each of these genes and their specific mutations found in human FHLH patients has been planned, which will also benefit human patients with immunodeficiency and autoimmunity. [Monika Vig]

Mechanobiology

- **Mechanobiology of Collective Cellular Dynamics: An Interdisciplinary Inquiry**

An interdisciplinary approach to biological research was taken in Tamal Das's group, combining biophysics with cell biology. With this approach, both general principles and the molecular mechanisms underlying the cellular ability to maintain the tissue integrity, synchronize cell motions, and organize intracellular structures were elucidated. It was revealed that cell and tissue mechanics played critical roles in these processes. For example, it was discovered that a mechanical mismatch between normal and cancer cells caused a competitive elimination of the latter from the epithelium. Interestingly, pathological stiffening of extracellular matrix abrogated this fundamental epithelial defense against cancer, explaining the strong susceptibility of fibrotic tissue to cancer. In addition, how cell and tissue mechanics regulated the large-scale coherent organization of intracellular structures during collective cell dynamics was elucidated. To this end, a new process of actin cytoskeleton-mediated Golgi dispersion was discovered, and this process was found exclusive to collective cell migration. [Tamal Das]

CHEMICAL SCIENCES

Nuclear magnetic resonance spectroscopy

- **Solid-state NMR: Principles and applications**
  P. K. Madhu and colleagues has been advancing the feasibility of solid-state NMR spectroscopy method to a wide range of materials of high relevance. These are battery-related materials comprising electrodes and electrolytes and perovskites for efficient and stable solar cells. Spectroscopic tools, hence, would be put into applications in energy harvesting and storage. Solid-state NMR methods have been refined for better sensitivity and resolution. This translates into obtaining spectra with narrower line-widths and elucidating structure and dynamics in materials. [P. K. Madhu]

Organic Chemistry, Biological Chemistry and Chemical Biology

- **Pf-AMA1 expression, refolding and functional characterization**
  A simple yet effective protocol for the expression of an essential *P. falciparum* protein, apical membrane antigen 1 (AMA1), from *E. coli* had been developed. The PfAMA1 is a potential vaccine candidate and an essential target for the development of novel peptide or protein therapeutics. Presence of multiple cysteine residues in the AMA1 protein sequence makes the refolding of the protein with correct disulfide combinations after expression in bacteria extremely challenging. The modified refolding method using step-wise dialysis technique reported by Kalyaneswar Mandal and colleagues was scalable and highly reproducible. The functional activity of the refolded protein was evaluated by the binding of the PfAMA1 protein with a known inhibitory peptide PfRON2 ectodomain using surface plasmon resonance (SPR) and isothermal titration calorimetry (ITC). [Kalyaneswar Mandal]

Biophysics

- **Study of protein aggregation using single molecule techniques**
  Amyloid aggregation of proteins is involved in the pathology of several diseases including Alzheimer's and Parkinson's disease. Kanchan Garai's group has built a superresolution microscope to monitor the growth of the protein amyloids in real time. The technique enables the measurement of rates of elongation and secondary nucleation of the growth of the fibrils of amyloid beta peptide. Furthermore, it has helped observe the effect of various important factors such as lipids and apolipoprotein E on the growth of the amyloids. For example, the researchers find that apoE is a strong inhibitor of aggregation of amyloid beta. On the other hand, lipids do not appear to affect the elongation of the fibrils but it could alter the pathway of aggregation by

promoting morphologically different protein-lipid condensates. The amyloid-lipid condensates may play important roles in the pathology of Alzheimer's disease. [Kanchan Garai]

NMR Spectroscopy and Biophysics

- **Correlations using recycle delays (CURD)**
  Pulse sequences used to record multidimensional datasets consist of 2 major sections: (I) the section where tailored pulse sequences are applied to obtain the desired spectra and (ii) the section where one waits for the magnetization to re-equilibrate so that the experiment can be repeated to increase the signal. Typically, the second part is 1-2 orders of magnitude longer, taking up the bulk of the experimental time. With CURD (Correlations using recycle delays), Kaustubh R. Mote's group has devised a method to use this waiting period as a part of coherent spin dynamics and record multiple experiments that will be directly beneficial to speed up data collection in proteins. [Kaustubh R. Mote]

Nuclear Magnetic Resonance

- **Zero- Ultra Low field NMR with Atomic Magnetometers**
  Zero-to-ultra-low-field nuclear magnetic resonance (ZULF NMR) is an emerging technique to study samples under conditions dominated by internal spin interactions. In the absence of the truncating effects of Zeeman interaction, the NMR signal is determined by local internal interactions alone. G. Rajalakshmi and P. K. Madhu have led a research effort to develop an atomic magnetometer to detect these low frequency NMR signals. Spin evolution in ultra-low-field regime for various systems is studied theoretically and the expected NMR signals are evaluated for solid samples. A system to measure these signals is being built in the lab. [G Rajalakshmi]

Digital Chemistry

- Raghunathan Ramakrishnan's group works on several aspects of digital chemistry, an emerging discipline focusing on data-driven discoveries. The group has developed machine learning models to predict UV/Vis and 1H and 13C NMR spectra of organic molecules. To develop these models, some of the large datasets ever reported have been generated ab initio. All the data generated for these projects have been made publicly available to enhance the visibility of the works. [Raghunathan Ramakrishnan]

Metal-organic Frameworks and Photophysics

- **Photophyiscal properties of metal-organic framework thin film**
  Metal-organic frameworks (MOFs) are extensively studied for gas storage, separation and catalytic applications, because MOFs feature high surface area with easily tunable structure. With regard to advanced applications, e.g. in area of optoelectronics, drug delivery, hierarchical structure of MOFs (MOF-on-MOF) are important to realize. Structural complexity in the hierarchical MOFs is high and hence methodologies that can allow straight forward fabrication of complex structures are important. In this context, Ritesh Haldar and colleagues have shown that it is possible to fabricate multilayer heteroepitaxial MOF structures and carry out spatioselective photoreaction at the MOF-MOF interface. Using this spatioselective photoreaction, it was possible to delaminate 2D MOF layers with well-defined thickness. [Ritesh Haldar]

Theoretical and Computational Chemistry

- **Defects in graphene oxide and Au**

Different physical and chemical properties are enhanced upon introducing defects. Oxidation of graphene to graphene oxide (GO) constitutes an important step in functionalization of graphene. The oxidation process, however, introduces several non-6-membered rings in the structure making it non-planar that can be considered as defects. The extent of defects has been characterized by the percentage of non-sp2 carbon (pnsc) atoms in the structure. In this study, the Soumya Ghosh's group considered the defect polygons as 3D polygons and computed their area. Although both pnsc and the relative area of the defect polygons show similar trend during the simulated evolution of graphene to GO, the non-sp2 carbons atoms are not exclusive to the defect sites. The researchers are currently investigating how the relative area of the defect sites can be correlated with other experimental markers for identifying defects, e.g. signature Raman shifts. In a second project simulation models for grain boundaries between single crystalline Au planes are being generated in order to find the correlation between grain boundary energies and different macroscopic and microscopic structural parameters. [Soumya Ghosh]

Organometallic Chemistry and Molecular Materials

- **Molecular Magnets**
  V. Chandrasekhar's group has been working on molecular systems that can function as magnets. These include polynuclear complexes containing transition metal ions or lanthanide metal ions or heterometallic complexes containing 3d/4f metal ions. They have also been focusing on systems that contain a single metal ion either, lanthanide or transition metal ion. These are called as mononuclear single molecule magnets. [V. Chandrasekhar]

Biophysics and Solid-state NMR Spectroscopy

- **Solid state NMR method developments to address problems in structural biology**
  Vipin Agarwal's group has been involved in the following research efforts: (a) Designing symmetry sequence for selective proton-proton recoupling with experimental polarization transfer efficiencies on the order of 50-60%. (b) Design of an experiment that increase the density of structural restraints by a factor of 3 and improve protein structure determination by solid-state NMR. (c) Design of multiple quantum and recoupling experiments that provide better recoupling and improved characterization of small molecules at slow and fast MAS. (d) Expressing segmentally labelled a-synuclein protein samples and preparing liquid-liquid phase separated samples and oligomers. [Vipin Agarwal]

Biophysics and Solid-state NMR Spectroscopy

- **Effect of ficoll crowder on the structure and stability of Chemotaxis Y protein in the presence and absence of magnesium**
  Macromolecular crowding has been studied widely on different proteins. However, the interaction between the crowder and proteins at a molecular level has not been defined. In collaboration with V. Ramakrishna lab at BITS Hyderabad, Krishnarao Doddapuneni is probing the molecular interactions of Chemotaxis Y (CheY) (a bacterial regulatory protein) with a ficoll crowder. CheY changes its conformation in the presence of magnesium. The structural conformations and stability of CheY protein-ficoll crowder complex was studied in the presence of magnesium and absence of magnesium. These studies were done using different biophysical methods like circular dichroism, florescence, and nuclear magnetic resonance spectroscopy. This results shows that while the structure and thermal stability of CheY remain largely unperturbed in the presence of ficoll, the presence of magnesium alters the confirmation of the protein. The results from biophysical approaches, when combined with 2D NMR data, reveal that the rearranged

conformation prompted by magnesium provides an altered surface for the crowder to interact differently and destabilize the protein. [Krishnarao Doddapuneni]

BIOLOGICAL AND CHEMICAL SCIENCES (BIOCHEMISTRY)

Structural Biology and Biochemistry

- **Unravelling the Molecular Basis of Mitochondrial Cristae Dynamics**
  Mitochondria are small sacs or organelles in almost all of our cells, which generate the energy for the cells. In many of these diseases, the internal structure of mitochondria, called the cristae, is altered. Mitochondrial cristae are formed and maintained by the MICOS complex, which is made up of several proteins. Many of these proteins have been purified and key regions of these proteins that control their interactions have been identified. These interactions are central to the efficient functioning of the MICOS complex and the mitochondria. The molecular and details of these interactions will be discovered soon. [Anand Teertha Vaidya]

Chemical Biology

- **Chemical imaging and therapeutic modulation of microglial cells in the brain** Aneesh T. Veetil's group will develop small-molecule-based fluorescent imaging probes that are targetable to specific types of cells in the brain (e.g. microglia). They will employ such newly synthesized probes to image microglial cells in health and disease conditions. In a separate research direction, the group will chemically synthesize and screen biologically active molecules to modulate functionally aberrant microglial cells. [Aneesh T. Veetil]

Computational Biophysics

- **Direct simulation of oligosaccharide recognition by Galectin**
  The recognition of carbohydrates by lectins plays key roles in diverse cellular processes such as cellular adhesion, proliferation, and apoptosis, which makes it a therapeutic target of significance against cancers. One of the most functionally active lectins, galectin-3 is distinctively known for its specific binding affinity toward β-galactoside. However, despite the prevalence of high-resolution crystallographic structures, the mechanistic basis and more significantly, the dynamic process underlying carbohydrate recognition by galectin-3 are currently elusive. Jagannath Mondal's group has simulated the full carbohydrate recognition pathway by the galectin-3. The recognition pathway catches the carbohydrate in its act of binding the designated binding site and identifies the key intermediates en route the pathways. [Jagannath Mondal]

Protein Expression

- **Comparison of fusion Tags for protein expression**
  This study reports large-scale protein production driven by a kanamycin-resistant Gateway expression vector based on a spider protein. Sreejith Raran-Kurussi is working towards technology development to promote better expression and purification of recombinant proteins. [Sreejith Raran-Kurussi, Deepa B. and Kaustubh R. Mote]

Biophysical Chemistry

- **Developing methods to explore the free energy surface of proteins and capturing structures of minor folding intermediates**
  Despite the critical role that protein conformational dynamics plays in protein function, folding, misfolding and aggregation, studying the different conformational states that the protein molecule samples as it crisscrosses its free energy surface (FES) remains a challenge. Pramodh Vallurupalli's group is developing CEST based NMR methods to explore the free energy surface

of the protein by detecting processes with rates varying from 10 s-1 to 10,000 s-1 and populations as low as 0.1%. In a recent study, the group showed that the FF domain from HYPA/FBP11 folds on a rugged free energy surface with multiple folding intermediates and multiple folding paths. They are attempting to obtain the structures of some of these sparsely populated intermediates to obtain an unprecedented view of protein folding. [Pramodh Vallurupalli]

SYNTHETIC CHEMISTRY

Synthesis of New Class of Compounds

- **Synthesis and reactivity of NHC-coordinated phosphinidene oxide**
  Anukul Jana and colleagues reported the synthesis of an N-heterocyclic carbene (NHC)-stabilised phosphinidene oxide by the controlled oxygenation of a phosphinidene at ambient conditions. NHC-Stabilised phosphinidene oxide further oxygenated to a phosphinidene dioxide. The stoichiometric reduction of a phosphinidene oxide with KC8 resembles the pinacol coupling reaction – the reduction of a carbonyl compound. Notably, 160 years after the pinacol coupling reaction was discovered, this research demonstrates that phosphinidene oxide can also be coupled reductively in a similar manner. The convenient synthesis of the NHC-stabilised phosphinidene oxide and its utilisation as a novel synthon for different phosphorus compounds with a wide range of oxidation states facilitates, opens up a new landscape in phosphorus chemistry. [Anukul Jana]

Homi Bhabha Centre for Science Education

LEARNING SCIENCES

Embodied Learning

- **Expertise as Sensorimotor Tuning: Perceptual Navigation Patterns Mark Representational Competence in Science**
  Representational competence in science is the ability to generate external representations (e.g. equations, graphs) of real-world phenomena, transform between these representations, and use them in an integrated fashion. Difficulties in achieving representational competence are considered central to difficulties in learning science. Eye-tracking studies have demonstrated that experts employ unique perceptual attention (gaze fixation) patterns while solving problems that involve different external representations. The authors present a different strand of evidence, indicating that perceptual navigation patterns (eye movements) mark representational competence in science in more specific ways than attention. [Sanjay Chandrasekharan]

New Computational Media

- **Learning to Enact Photosynthesis: Towards a Characterization of the Way Academic Language Mediates Concept Formation**
  Forming new science concepts, such as photosynthesis, is one of the ways students transition from everyday thinking to a more scientific worldview. Academic language (AL) is a central mediator of this transition. However, it is unclear how the features of AL (such as nominalisation and encapsulation), and classroom dynamics based on AL, promote new concept formation. The authors present an analytical framework to explore the way AL mediates the transition to scientific thinking, extending the simulation model of language understanding. [Sanjay Chandrasekharan]

- **Embodied Learning in Maker Spaces**

Maker spaces (MS) are an emerging learning space, where students learn 'embodied' ideas and skills, which are different from those learned in theory classes and laboratories. The existing analysis of the nature of learning in MS is mostly descriptive. The authors developed a cognitive account of the nature of learning in MS. They first outlined two mechanisms from embodied cognition (EC) studies. The authors then illustrate how these mechanisms could advance understanding of the 'building cognition' involved in MS and the way it is extended by the making process. [Sanjay Chandrasekharan]

- **Teacher Enaction: Modeling How Teachers Build New Mechanism Concepts in Students' Minds**
  Science teaching requires enabling students to form, and build on, new mechanism concepts, in association with standardised formal terms in the textbook. The formal terms allow later activation of specific parts of the mechanism. These dynamic concepts are taught by the teacher through a combination of moves, including narratives, gestures, diagrams, and evaluative procedures such as questions and exams. The cognitive processes underlying this extended building, where detailed and componential mechanism concepts are created in other minds, are not known. The authors present a preliminary account of this process based on an analysis of teacher-student interactions. [Sanjay Chandrasekharan]

- **Making Mechanisms: How Academic Language Mediates the Formation of Dynamic Concepts**
  Science learning requires students to transition from their everyday language to academic language (AL), particularly to understand and internalize new mechanisms. Understanding AL requires turning the inert description of the mechanism in the textbook into a manipulable concept in the student's mind. This complex process is mediated through teacher narratives, which scaffold the complex concept integration involved in AL through metaphors, analogies, gestures and other enactive strategies. The authors present a preliminary analysis of this complex AL learning process, drawing on the embodied simulation theory of language and classroom data on biology learning. [Sanjay Chandrasekharan]

SCIENCE EDUCATION

Chemistry Laboratory Education

- **Problem Based Learning in an Undergraduate Chemistry Laboratory**
  Introduction to inquiry-based teaching is widely recognized as one of the ways to enhance student's learning experiences. Problem-based learning is one such inquiry approach wherein a given contextual problem acts as a vehicle for learning concepts and skills. However, the literature suggests that this pedagogical style and laboratory learning as well offers a complex learning environment necessitating support in students' learning. Thus, our work explored the possible scaffolding strategies and the scaffolds. Our results indicate that a precursor task, reading material (compilation of information for building prior knowledge), and the structured group discussion improved the experimental design formulated by students. [Sujatha Varadarajan]

Chemistry Laboratory Education

- **Adapting an Inquiry-based Approach for Undergraduate Chemistry Laboratory Courses: An Exploratory Study**
  This work helped us understand student's perception and the challenges in the implementation of an inquiry-based approach in undergraduate colleges in India. The introduction of a moderate amount of inquiry leads students to face some difficulty indicating the need for scaffolds in self-directed learning. [Sujatha Varadarajan]

PHYSICS EDUCATION

Electromagnetism and Quantum Theory

- **Demystifying the Nonlocality Problem in Aharonov–Bohm Effect**
  In this work, a Lagrangian formulation of electrostatics was developed on the basis of a variational principle in electrostatics. This principle is similar to Fermat's principle in optics. From the Lagrangian formulation, a semiclassical model of electrostatics was established. This principle was also applied to magnetostatics under the curl-free condition. Using this semi-classical model, the non-locality problem of the Aharonov-Bohm effect (1959) was resolved. Basically, it was shown that the wave functions of the static fields can exist in the regions where the fields are physically absent. This existence leads to a condition similar to vacuum fluctuations that led to the unexplained phenomenon which was unexplained since 1959. [Kolahal Bhattacharya]

SCIENCE AND SOCIETY

Public Health

- **Applying Heat and Humidity Using Stove Boiled Water for Decontamination of N95 Respirators in Low Resource Settings**
  A simple, scalable and reliable method to decontaminate N95 masks, using controlled temperature and humidity, which is easily applicable in low-resource settings was developed. N95 respirators were subjected to moist heat (>50% relative humidity, 65–80°C temperature) for over 30 minutes by placing them in a sealed container immersed in water that had been brought to a rolling boil and removed from heat and then allowing the containers to sit for over 45 minutes. No degradation in filtration efficiency after five cycles for both N95 and surgical masks was observed. This can be performed even without electricity access using any heat source to boil water, from open-flame stoves to solar heating, and provides a low-cost route for mask decontamination that may be globally applicable in resource-constrained settings. [Arnab Bhattacharya]

PHYSICS

Electrostatics

- **Unexplored Aspects of a Variational Principle in Electrostatics**
  The electrostatic field magnitude can play a role in a variational principle similar to the role of the index of refraction in geometrical optics, allowing the determination of electric field lines. This was identified in the context of the grounded conducting sphere image problem. Assuming the knowledge of the magnitude of the electric field, in this paper, the authors validate this principle for the general case and explore some of its consequences. [Kolahal Bhattacharya]

Scalar Wave Theory

- **A Complement to the Scalar Wave Theory of Light**
  In this paper, we discuss how the concepts of Hamiltonian optics are internally connected to the scalar wave theory of light rays. It is shown that the solutions of the reduced wave equation are similar to Huygen’s wavelets, and they can be used to understand Snell’s law of refraction. This model can also be used to derive the coefficient of reflection consistent with Fresnel’s equation for s-polarized light. [Kolahal Bhattacharya]

SCIENCE EDUCATION

Interfacial Chemistry

- **Interaction of Imidazolium Chloride-based Ionic Liquids with Triton X-114 Micelles**
  Effect of temperature and ionic liquids (ILs) on aq. Triton X-114 (TX-114) micelles were studied using surface tension, fluorescence, cloud point measurements,1 H NMR, UV-Visible, viscosity and DLS. ILs with hexyl and octyl chains showed a drastic increase in cloud points supported by the reversal trend obtained for viscosity measurements. Thermodynamic analysis of the clouding process indicated mixed contributions from entropy and enthalpy. Critical Micellar Concentration of TX-114 increased in addition to ILs. IL with octyl chain showed an increase in polarity and 1-H NMR showed positive interaction of protons of TX-114 and that of IL with octyl chain. Dynamic Light Scattering studies proved that micellar size is the least in the presence of IL with octyl chains, which indicated faster diffusion. [Indrani Das Sen]

Science, Technology, Society & Environment (STSE) Education

- **Examining the discourse on Waste in School Education from the Standpoint of Marginalized Communities in Mumbai**
  The authors employed a critical discourse analysis framework to examine the textbook chapter on waste, classroom teaching practices, and formal and informal interactions with teachers and students from the M(East) ward community. The analysis revealed that the curriculum approached the topic in a reductionist manner and focused on technoscientific waste management. The connections between waste generation, consumerism, and a profit-oriented economy were sidelined. Moreover, the aesthetic effects of waste management and certain kinds of environmental behaviours and actions were emphasized, revealing the class and caste character of the discourse. Interactions with students revealed a rich understanding of the recycling economy and resourcefulness to evaluate their living conditions critically. Drawing upon the scholarship in critical science and environmental education, the authors envisaged the possibilities for transformative science and environment education. [Sugra Chunawala]

TEACHER EDUCATION

Evaluation of Teacher Professional Development Programme

- **Reflections on the Cascade Model for Teacher Professional Development: A Case Study of RSC-Yusuf Hamied Inspirational Chemistry Programme in India**
  This paper reports an evaluation study conducted in 2018, that reflects on the implementation of the RSC teacher professional development (TPD) programme (conducted as part of RSC-Yusuf Hamied Inspirational Chemistry Programme) via a cascade model. Our analysis of the RSC-TPD programme involved the use of multiple levels of evaluation proposed by Guskey. This study involves data collection from 32 government/government-aided schools in three states of India. The findings present some evidence of the impact of the programme and highlight the need for sustained interactions with teachers. [Savita Ladage]

Chemistry Education

- **Enhancing Students' Engagement and Understanding in Organic Chemistry by Participative Learning**
  This chapter describes in class and out of class activities (e.g. problem-solving workshops, tutorial sessions, remedial classes blended teaching) carried out to enhance undergraduate students' (enrolled for chemistry courses) conceptual understanding in organic chemistry in some of the colleges of Mumbai, India and their impact on the student participants. [Savita Ladage]

MATHEMATICS EDUCATION

Mathematics Discourse in the Classroom

- **Coherent Formalisability as Acceptability Criterion for Students' Mathematical Discourse**
  The research has encouraged processes and strategies that allow the use of students' home "language" as a resource in a classroom setting. In the context of explorations, where students work with an unfamiliar open problem, the authors have observed them engaging in mathematical practices and "mathematical conversations" and making their discoveries, regardless of limited access to a formal language. The discourse in such contexts may not exhibit accepted characteristics of mathematical discourse. There is a need for defining acceptability criteria that validate the mathematical in these informal ways of talking and enable movement towards more formal discourse. To this end, we suggest *coherent formalisability* as an acceptability criterion and examine discursive proving actions in an exploratory context in the light of this criterion. [Jayasree Subramanian]

Mathematical Explorations

- **Towards Lite, a Local Instructional Theory for Mathematical Explorations**
  Drawing on the Realistic Mathematics Education (RME) framework and work on Local Instruction Theories (LIT) for specific content areas, the paper discussed the possibility of an LIT for explorations and spelt out the key elements of such a theory. [K. Subramaniam]

Mathematics Teacher Professional Development

Contingencies in Teaching Practice: Implications for Collaboration Between Teachers and Teacher Educators

In the course of their practice, teachers face 'contingencies', i.e., unanticipated situations that call for professional decision-making. Such "contingent moments' ' are significant moments in the teacher-teacher educator collaboration. Such moments require teacher educators to revisit their goals and utilise these moments as 'learning opportunities for all participants. It is argued that contingent moments (a) helped in identifying the mathematical challenges faced by teachers while teaching mathematics and (b) created opportunities for challenging their existing knowledge and beliefs. Noticing and responding to such contingent situations has the potential to design responsive, professional development experiences. [K. Subramaniam]

DEVELOPMENTAL WORK

SCIENCE EDUCATION

Developing Teaching Aids

- **The Continued Relevance of Reading Cards**
  There are several schools and teachers who strive to adopt new methodologies. This article describes how certain schools managed to do such reform, what innovative measures these teachers adopted, and how these innovations help students' learning. Further, it focuses explicitly on overcoming hurdles in reading at the primary level by exploring the use of reading cards. [Narendra Deshmukh]

- **The Continued Relevance of Reading Cards**
  Project-based learning (PBL) is an effective way of developing 21st-century capabilities by promoting critical thinking, problem-solving, interpersonal communication, information and media literacy, cooperation, leadership and teamwork, innovation and creativity. This write-up provides a framework for enacting and reflecting on using PBL in the classroom to ensure high-quality learning. [Narendra Deshmukh]

Students' Understanding

- **Observing the Microbial World: Students' Experiences**
  A learning unit of Vigyan Pratibha was used as a teaching-learning unit in one of the schools in Mumbai. The students' experiences using the learning unit have been developed as a pedagogical article. The article dwells on understanding students' preconceptions about microbes using worksheets and drawings. The learning unit involved students engaging with hands-on activities, creating soil samples, observing the real-life microbes, drawing the real observations, and estimating the size of the microbes. [Meena Kharatmal]

Project Based Science Learning

- **Invitation to CUBE Project - Learning Science by Doing Science**
  CUBE program involves students engaging collaboratively with model organisms in project-based science experiments. Examples include fruit flies, Moina, earthworms, snails, hydra, etc. Students work in groups and are connected via social media to sharing their experiments with photos and videos. In the fruit fly model, students work on understanding the day and night pattern. For this, they trap fruit flies from surroundings and culture and observe over a period of days and months. In Moina, students work on the effect of oxygen when Moina turns red from transparent. [Meena Kharatmal]

Environmental Education

- **Interactive Bird Resource**
  On World Environment Day (June 5), HBCSE launched a beta-version of a new interactive website using open-source code to inspire educators to initiate conversation around nature. The project involved collating information, photographs, and calls of birds sighted on the HBCSE campus and designing an easy-to-use, intuitive website to learn about the same. The website can be customized/ replicated by anyone using local data. [Adithi Muralidhar]

MATHEMATICS EDUCATION

Classroom Pedagogy

- **Quantifying Steepness, a Reflection**
  The article drew on student interaction to reflect on alternate definitions and multiple formalisations of the concept of slope. The article also looked into the possible reasons for one such formalisation being a preferred formulation. [Jayasree Subramanian]

Mathematics Teacher Education

- **Identifying Mathematical Learning Opportunities in a Task as a Missing, Essential Skill of Teaching**
  Identification of learning opportunities provides direction for decision making during instruction. A study was conducted with 14 secondary teachers to investigate their analysis of a task (called Xbox task) on exponential functions. The findings suggest that teachers could identify the issues related to cognitive demands of the task, but could explicate the learning opportunities present in the task. [Shweta Naik]

Food Waste Management

- **Financial Gains through Food Waste Management**
  The article presents the dire condition of food waste in the country and describes specific scientific ways in which society can manage this food waste. While narrating several corporate

efforts and initiatives to manage biological waste, the author brings into light how a systematic food waste management plan could lead to financial gains for the country. [Vijay Lale]

Question-Answers Repository: Open Source

- **Sawaliram Project**
  Sawaliram Project is an online repository of question-answers and articles. TIFR, Hyderabad has developed this portal and provides a platform to collaborate on answering questions, writing articles, and translating the content into various languages. HBCSE in collaboration with Balbharti (Textbook Bureau of Government of Maharashtra) has collated questions and answers from different fields of science. This repository includes questions collected from "Shanka-Samadhan" (850 questions) an HBCSE activity. During the period of the report, 80 new questions were added. [Vijay Lale]

Science Education in Hindi

- **Tareekho mein Vigyan**
  The book *Tareekho Mein Vigyan* (ISBN:978-81-951009-0-3) describes the life and work of some renowned scientists, along with the significant events of science & technology in chronological order. The write-up aims to promote scientific literacy and encourage the growth of scientific temper among students, especially for Hindi medium science students. This work suggests that the history of science deserves to be told and retold to students and the public, as it has immense educational value. [K. K. Mishra]

Pattern Mathematics

- **What If the Tiles on the Pavement were?**
  In this write-up, the author works on the problem of tiling. She responds to the following questions: What if the tiling is done with two or more types of polygons? What if the tiling is done using irregular polygons? What does overlap in such tiling mean? [Jayasree Subramanian]

CHEMISTRY EDUCATION

Chemistry Education Material Development

- **Leaflet Preparation in Chemistry**
  Leaflet Preparation in Chemistry – The Chemistry group has prepared and uploaded leaflets for various molecules primarily featured in past INChO problems. The total number of completed leaflets is 12 (English version), 10 (Hindi version) and 3 (Marathi Version). These are uploaded on the Chemistry education website. The translation to Hindi and Marathi is still ongoing. [Savita Ladage]

Chemistry Education Material Development

- **The Marvellous World of Chemical Compounds**
  This article describes the project initiated by the chemistry group at HBCSE to develop leaflets for some of the interesting compounds (article presents compound Indigotin). These developed leaflets (12 in number) can be accessed through the chemistry education website of HBCSE. These leaflets are being translated into Hindi and Marathi languages. [Savita Ladage]

INTEGRATED EDUCATION

Instructional Materials for Under-resourced Communities

- **Anandi**

Monthly newsletter 'Anandi', which started from September 2021, is reaching 25 schools in rural Maharashtra, connecting those students between the age group of 13-15 years, who lacked access to online education during the Covid pandemic. The newsletter aims to develop an interest in subjects like science and mathematics, bridging the gap between them and formal education. [Asmita Redij]

Research Facilities

TIFR Balloon Facility, Hyderabad

Scientific Ballooning

- **Design and Fabrication of plastic zero pressure balloons**
  (i) Designed, fabricated and supplied a zero pressure plastic balloon with a volume of 5647 cu.m made out of 20 micron Antrix film as shell. This balloon can carry a scientific payload of 140 kg and can reach an altitude of 21.33 km and exported to the M/s. Carbon Research Recovering Agency (CRRA), Japan. This balloon was intended to fly over upper latitudes especially over cold deserts for recovering Carbon-di-Oxide (CO2) directly from atmosphere by air sampling which is the root cause of climate change.

  (ii) Designed, fabricated and supplied a zero pressure plastic balloon with a volume of 12892 cu.m using 20 micron Antrix film as shell and 30 microns Antrix film as cap. This balloon can carry a suspended load of 800 kg and can float at an altitude of 18 km and exported to M/s. Space Ryde, Canada. This balloon was intended to use for launching rockets from 18 km altitude. [Buduru Suneel Kumar]

- **Fabrication of kytoons/aerodynamic shaped balloons**
  Fabricated Four (4) kytoons of volume 3.3 cu.m using 75-micron Antrix film as shell. Fabricated a kytoon of volume 9.9 cu.m using 75-micron Antrix film as shell. Fabricated Two (2) kytoons of volume 22 cu.m using 75-micron Antrix film as shell. [Buduru Suneel Kumar]

- **Balloon and Launch support for rubber balloon experiments**
  TIFR Balloon Facility provided launch support for rubber balloons experiments of M/S Dhruva Space Ltd for testing their newly developed satellite module. Total three (3) balloon experiments were conducted for them during January and February 2022 by using Totex 2000 gram rubber balloons from the Balloon Facility, Hyderabad. [Buduru Suneel Kumar]

- **500 zero-pressure balloon experiments**
  By the year 2018, more than 500 zero-pressure balloon experiments were conducted from the TIFR balloon facility, Hyderabad. To commemorate this achievement, a study was done on the developments made in all areas of scientific ballooning, and the balloon experiments conducted from 1999 to 2018 (20 years), which culminated in preparing an article worthy of publication. [D. Anand]

- **Control Instrumentation for Balloon Augmentation (CIBA)**
  (i) Telecommand uplink plays a vital role in the success of balloon experiment. The telecommand encoder in use was PC based where all the encoding is done in the PC. This

makes it PC dependent. To overcome this, an FPGA based telecommand Encoder is designed and developed where all the encoding is done by the FPGA. PC is used only to send commands. Similarly, the telecommand decoder in use, which is an on-board unit, is built using discrete IC's populated on several PCB boards. In order to reduce the size, weight and power, the decoder is implemented using a single FPGA. Using FPGA also improves the performance and reduces the probability of failure. The expertise gained during design and implementation of these systems will go a long way in improving the electronics used in scientific ballooning. [D. Anand]

(ii) The software of the S-mode transponder supplied by the vendor displays only the current position information (GPS and altitude encoder). It lacks an important feature of storing the data in a local computer making it difficult to validate its performance over a period of time. Therefore, a software was developed to decode and display GDL90-formatted sentences of the transponder in a readable format. An LCD module with decoding firmware was also developed to display the information. This not only played a vital role in analyzing the performance of the newly procured S-mode transponder, but will also help in understanding its performance before deploying in flights. [B. V. N. Kapardhi]

(iii) Developed a standalone Automatic Weather Station (AWS) system which will be installed at Balloon launch field, to study surface wind pattern and various atmospheric parameters. An ultrasonic wind sensor, a Pressure, Temperature and Humidity (PTH) sensor, Liquid Crystal Display and Secure Digital (SD) Memory card are interfaced with a microcontroller to display Realtime, Maximum, Minimum, Average PTH and wind parameters; this information also stored in to a SD Memory card which will be helpful to post-process weekly and monthly data. [Dharmesh Trivedi]

(iv) A low bitrate telemetry system using Inter-Met radiosonde, a microcontroller-based interface board and LabVIEW based decoding software, has been developed to transmit low bit rate serial data of onboard load line Telecommand and Timer status information directly to ground receiving system, mainly in orientation type of payload where physical cable connection is not possible between main payload and Telecommand and Timer system at load line. This will be used in place of tone telemetry which sends only limited data as telemetry. [Dharmesh Trivedi]

(v) The new advanced Mode-S ADS-B out, ATC-Transponders (XPDRs) with specifications suitable for High altitude scientific ballooning meeting the ICAO and DGCA requirements are successfully integrated and tested; additionally, the electronics for monitoring and storing the housekeeping data for online and offline analysis for XPDRs are tested successfully. ADS-B reception through Software Defined Radio (SDR) on different monitoring devices is successful. Developments in work related to ADS-B, SDR and IOT is successfully tested. [S. K. Koli]

Atmospheric and Environmental Sciences

- **Atmospheric aerosols and trace gases**
  TIFR Balloon Facility operating various aerosols instruments like Aethalometer for surface level Black Carbon and Multi Wavelength Radiometer (MWR) for columnar aerosol optical depth (AOD) over Hyderabad under Aerosol Radiative Forcing over India (ARFI) project in joint collaboration with SPL-VSSC. Balloon Facility also provide it's support to measure the trace gases (Ozone, sulfur dioxide, Nitrous oxide, carbon monoxide, solar radiation) at surface level

under collaboration with IICT-Hyderabad of their Atmospheric Trace gases-Chemistry, Transport and Modelling (ATCTM) project. [Buduru Suneel Kumar]

Ionosphere Physical Properties

- **An Automatic CADI's Ionogram Scaling Software Tool for Large Ionograms Data Analytics**
  The ionospheric features such as minimum frequency, virtual height, critical frequency, and peak height of the various layers reveals the characteristics and variabilities in the ionosphere. Canadian Advanced Digital Ionosonde is a high frequency ionosphere probing system. Manual scaling of digital ionograms is a tedious and time taking job, so auto scaling software tools are referred to scale the ionospheric features. Proposed and developed an auto scaling software tool on an open-source platform (Python) based on machine learning technique. Ionograms of CADI system located at low latitude station (Lat: 17.47◦N, long: 78.57◦E) recorded during the year 2014-2015 are considered to evaluate the performance of proposed model. Mean absolute error (MAE) of 0.36 MHz and 11.72 km, and a root mean square error (RMSE) of 0.7 MHz and 22.36 km respectively in minimum frequency and virtual height indicates the proposed model performance. [T. Venkateswara Rao]

Pelletron LINAC Facility

- The Pelletron LINAC Facility (PLF), a joint TIFR –BARC facility, continued to be scientifically vibrant and productive in year 2021-22. A total of 36 experiments were performed , including 10 experiments with Linac booster, using H, Li, B, C, O, F, Si, S, and Cl beams. Driven by the interest of the user community, tests with 48Ti beam for assessing the yield and acceptance in Linac for further acceleration were successfully completed. The research work at the facility has led to the ~27 publications in international journals and 5 Ph.D theses in this year.

- **Developmental activities related to Pelletron Linac Facility (PLF) - instrumentation**
  Different control systems are continuously upgraded for improving the performance. Beam profile monitor is an important beam diagnostic element, a new microcontroller based driver is developed for the BPM motor for smooth rotation, with improved signal-to-noise ratio and reduced driving power requirement. Each resonator cavity in linac s equipped with a coupler for feeding the RF power and a tuner for frequency adjustment (~few kHz). Both the couplers and tuners are controlled via stepper motors mounted on top of the cryostat. A 16-channel high torque, stepper motor controller based on A4988 stepper motor driver with micro-stepping feature is designed for tuner/coupler movement. The controller is implemented using the Silicon Lab make C8051F020 microcontroller module, with a provision for selection of an individual channel, motor movement direction (forward / reverse), speed variation, limit feedback display and remote communication. Two units have been designed, assembled and installed.

- **A novel beam chopper for the study of long half-lives**
  Measurements of lifetimes in gamma spectroscopy is an important tool for nuclear physics. While very short (less than microsec) or relatively long (hours or more) lifetimes can be measured with conventional techniques, those in the range of few milliseconds to minutes pose a particular challenge. A variable short cooling-period is required for measurements following the irradiation with the beam pulse. This is achieved using a novel beam chopper, which controls the high current power supply of the beamline steerer magnet with a square wave output corresponding to the desired time window to sweep the beam away to the nearest tantalum slit. Both high/low voltage levels (which determine the amount of beam deflection) and time at each voltage level

(milliseconds to minutes, which determine beam on/off duration) are programmable. The beam can be deflected either in horizontal or vertical direction using X or Y steerer power supply. The beam chopper was tested with 45 MeV ^{12}C beam to study the isomer-decay and beta-decay of ^{139}Ce which is produced in $^{12}C+^{130}Te$ reaction.

- **Target lab**
  Target lab continues to provide valuable support for user experiments at PLF and also to other national accelerator facilities. A variety of target foils (~ 200) were prepared as per the user requirement including some enriched targets (116,120,124Sn, 57Fe). Boron (B10 and B11) targets of thickness 1 mg/cm2 were prepared with electron gun setup, for the first time. For Pelletron terminal stripper ~300 DLC (Diamond like carbon) foils of thickness 4ug/cm2 are lifted. In addition, Copper and Cadmium targets for experiments at VECC (KOLKATA) and ~ 170 Carbon stripper foils of thickness 6ug/cm2 for FOTIA were prepared.

- **Nb resonator & associated infrastructure development**
  The development of Nb quarter wave resonator (QWR) is in progress. A prototype SS and OFHC QWR are being fabricated in collaboration with BARC. A bead test setup for the field measurement of resonators has been made with a precision control movement. A clean room for Nb cavity processing has been set up. The trials in vacuum furnace for hydrogen outgassing of Nb are in progress.

[Vandana Nanal]

National Facility for High Field NMR

- The Facility has two high field NMR spectrometers Bruker Avance Neo 800 MHz with cryo probe and Agilent 600 MHz with multinuclear probe. The Facility continued to provide NMR services to in-house graduate students and users from academic institutes as well from industries during the given period even during the imposed lockdown period. Since entry of visitors was prohibited inside the Institute for three months, they were encouraged to send samples by courier. Many scientists from BARC (BOD, Radiopharmaceuticals, Radiochemistry, RPD, FTD, PDD, Chemistry, NABT, RBHS) have regularly used the NMR Facility after June 2021 till date when the lockdown was eased and visitors entry was permitted. The Facility has been receiving a large number of requests for doing NMR from industries and academic institutes and the plan is to cater to their requirements in the coming months. Besides the Facility is duty bound to provide NMR services to in-house researchers round the clock. [Mamata Joshi]

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 international journals. On an average, TIFR and its Centres publish about 1000 research papers per year in such journals, and this may be expected during the next year as well. 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 continued to lead the Indian participation in the Square Kilometre Array, a multi-national collaborative project to design and build the next generation radio telescope that will be 50 times more sensitive than any existing facility. After successful completion of the Critical Design Review (CDR) of the design of the Telescope Manager work package (that NCRA led, with 6 other organisations from different SKA member countries and in partnership with Indian industry) in July 2018, the Indian team has achieved significant progress in early prototyping activities. Meanwhile, plans are on to prepare the final DPR for Indian participation in the construction phase of the SKA, which will be submitted shortly for approval to the Government of India, along with seeking approval for India to join the international treaty organisation that is being set-up for the long-term future governance of the SKA project. [Contact person: Yashwant Gupta]

2. **Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory (LIGO) research**: LIGO research is carried out by the LIGO Scientific Collaboration (LSC) and the Indian participation in the LSC is via the Indian Initiative in Gravitational Wave Observations (IndIGO). The first joint detection of gravitational waves and electromagnetic radiation from a binary neutron star merger (GW170817) provided unprecedented insights into many aspects of physics, astrophysics and cosmology. These developments are heralding the new era of Gravitational wave astronomy. [Contact person: Bala Iyer]

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 TIFR grid computing facility has played a major role in processing both collision and Monte Carlo data sets. [Contact persons: Shashi R Dugad, Kajari Mazumdar, Gobinda Majumder, Monoranjan Guchait]

4. **India's participation in International Pulsar Timing Array (IPTA):** Observations of hecto-hertz gravitational waves from merging stellar mass black holes and neutron stars by the LIGO-Virgo consortium heralded the new era of Gravitational Wave Astronomy. International Pulsar Timing Array (IPTA) represent the on-going international efforts for directly detecting nano-hertz gravitational waves. Such gravitational waves arise during the collision of massive black hole pairs that are formed due to the merger of galaxies. Pulsar Timing Arrays monitor extremely regular strings of radio pulses from an array of millisecond pulsars using many premier radio telescopes including TIFR's uGMRT. These collaborative efforts are creating a galaxy sized gravitational wave detector that is required to directly detect nano-Hertz gravitational waves. Indian researchers are very active in many working groups of the IPTA consortium and our own effort is called the InPTA experiment. [Contact person: Bhal Chandra Joshi]

5. **Physics Analysis Coordination for the India-based Neutrino Observatory (INO):** The India-based Neutrino Observatory (INO) is a proposed mega-science experiment to study atmospheric neutrinos, with the primary aim of determining the neutrino mass ordering. However, many more properties of neutrinos, including those beyond the Standard Model of particle physics, can be explored here. Also, searches for new physics like dark matter and magnetic monopoles can be carried out and even the internal structure of the Earth may be probed. In order to quantify the physics potential of INO for these explorations, a robust set of simulations and algorithms is being 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]

6. **Ground-based Near Infrared Astronomy:** Researchers are involved in Near Infrared (1 to 3.7 micron) astronomy experiments to study star formation and other astrophysical phenomena. Researchers developed three state of the art Near Infrared 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 Near Infrared band. These instruments have given Indian astronomy community world class facilities in the Near Infrared band. A number of science papers using these instruments have been published during the past one year. Since TIRSPEC instrument project will complete ~11 years from inception, researchers plan to upgrade the TIRSPEC to a fast readout science grade array Hawaii-1RG (H1RG) during the current plan period. [Contact person: Devendra K. Ojha]

7. **Development of a Configurable Slit Unit for the Multi-Object Infrared Spectrometer:** A configurable slit unit (CSU) is currently being designed for the Multi- Object Infrared Spectrograph to be built for the 3.6m Devasthal Optical Telescope, India. The CSU is designed to form 5 optical slits in the 9.1'x9.1' field of view of DOT. Each slit of 120" width is formed by a pair of opposing bars which can be positioned to form a slit at any desired location in the field of view of the detector. The entire CSU is being designed to operate at a cryogenic temperature of 120 K. The motion and precise positioning of the slit is implemented by the use of piezo-walkers in a feedback controlled loop. The controller for the piezo-walkers as well as the feedback control position-sensing loop for the CSU have been designed in-house. Room-temperature movement of the CSU and initial low-temperature test of the mechanical setup have successfully completed in the laboratory. Optical tests and movement of the CSU at liquid nitrogen temperatures are currently being designed and will be conducted next. [Contact person: Bhaswati Mookerjea]

8. **Completion of the Laboratory Model of InfraRed Spectroscopic Imaging Survey (IRSIS) Payload:** Researchers have proposed a spectroscopic survey of the Galactic plane in NIR wavelength with a spectral resolution of ~100 and spatial resolution of ~10 arcsec. As per the ISRO requirements, the Laboratory Model of the Infrared Spectroscopic Imaging Survey (IRSIS) payload, a NIR spectrometer for an Indian small satellite mission, is being successfully built to demonstrate the feasibility of the 2-band optical fibre-fed spectrometer. The instrument will operate between 1.7 to 6.4 micron wavelength range and will observe 50% of the full sky including the Galactic Plane during its two year life time. A detailed report on the performance of the IRSIS Laboratory Model has already been submitted to ISRO (Space Science Office) for the further approval in February 2021. After successful demonstration of the Laboratory Model of IRSIS, the Engineering and Flight Models for this payload would be undertaken after a design review by ISRO. [Contact person: Devendra K. Ojha]

9. **Far Infrared Astronomy using Balloons:** The Far Infrared Astronomy experiment is carried out using a TIFR-made 100 cm aperture balloon borne telescope weighing approximately 1 ton which is being used to carry a focal plane instrument, Fabry Perot Spectrometer (FPS), tuned to the astrophysically important [C II] line at 158 microns developed in Japan and future spectrometers which could be used to probe the [Si II] line at 34 microns. Researchers are upgrading the current FPS to new FPS which will provide higher spatial (≤ 40 arcsec) and spectral resolution (R ~ 10,000). This will allow researchers to study gas geometry and dynamics probed with [C II] in star-forming regions. Thus, the study will directly reveal the relationship between massive star formation and cloud-cloud and/or filament-filament collisions, which have been indirectly pointed out as potential processes of massive star formation. [Contact person: Devendra K. Ojha]

10. **Very High Energy Gamma Ray Observations with HAGAR Telescope Array:** HAGAR telescope array consisting of seven atmospheric Cherenkov telescopes is operational at Hanle in Ladakh (altitude: 4270 m) since September 2008. Observations of several astronomical sources were carried out throughout the year. Several blazar class active galactic nuclei like Mkn 421, Mkn 501, 1ES 1218+304, 1ES 1959+650, 1ES 2344+514 and galactic objects like Crab, Geminga and some of the pulsars detected by Fermi satellite were observed. Apart from this, several runs were carried out to estimate systematics in data. Total 785 hours of data was collected during this year. Analysis of data on various sources is in progress. [Contact person: V. R. Chitnis]

11. **Development of 256-pixel SiPM based camera for a 4-m class atmospheric Cherenkov telescope:** A prototype 64-pixel version of the full 256-pixel SiPM (S13361-3050AS-4 from Hamamatsu) based imaging camera was developed. The four modules in the front-end of this mini-camera were independently tested using a laboratory test set-up. These tests gave satisfactory results regarding the linear dynamic range (3% non-linearity up to 1600 photoelectrons), S/N ratio at single photoelectron (~6 @ SiPM overvoltage of 3V), gain variation due to temperature change (3% over -20 to +30 ˚C), etc. The characterization for more than 100 pixel sensors was completed and the data was used for the module testing. The back-end of the camera was also independently tested using a pulse generator signal for its different functionalities like offset and timing calibrations of the hardware, trigger generation, signal pulse digitization @1GSPS and recording, etc. Also, a multi-nodal GUI-based back-end software programs that control, monitor and acquire the camera data were developed. The integrated performance of the mini-camera is being evaluated thoroughly using laboratory set-up before taking it to Mt Abu for testing with the vertex element of the TACTIC telescope. [Contact person: V. R. Chitnis]

12. **Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR) Collaboration**: TIFR is one of the participating institutions in the FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research) Collaboration. This facility will be one of the largest international research facilities in the world, is coming up at Darmstadt, Germany. About 3000 scientists from 50 countries will study the structure of matter and evolution of the Universe from the Big Bang to the present using this facility. All the research activities at FAIR have been subdivided into four experimental programs, namely, Compressed Baryonic Matter (CBM), Nuclear Structure, Astrophysics and Reactions (NUSTAR), Atomic, Plasma Physics and Applications (APPA) and Antiproton Annihilation at Darmstadt (PANDA). [Contact person: Rudrajyoti Palit]

13. **Superconducting Circuits as a Hardware for Quantum Computing and Information Processing:**

(i) *Engineering cross resonance interaction in multi-modal quantum circuits*
Quantum computers leverage quantum mechanical phenomena to manipulate information in order to solve problems that ordinary computers, in practical terms, cannot. Superconducting qubits have become the dominant platform in the race to build a better quantum computer. However, the vast majority of architectures have only nearest-neighbor coupling, which hinders a multi-qubit processor's performance. The researchers proposed an alternative architecture that used multi-modal devices as the building blocks for a larger superconducting quantum processor with superior connectivity. The researchers previously demonstrated a three-qubit design based on multi-modal circuits that could perform fast, high-fidelity multi-qubit gates. In the current work, a two-qubit version of the multi-modal circuit, consisting of two Josephson junctions in series, replaced one of the transmons in a typical cross- resonance architecture. The researchers studied the effect of cross-resonance drive as a function of different control parameters, such as inter-qubit detuning and drive strength. The experimental results agreed with theory, and it was found that microwave crosstalk in their system was negligible due to the 3D architecture. [Contact person: Rajamani Vijayaraghavan]

(ii) *Programmable Superconducting Processor with Native Three-Qubit Gates*
Quantum computers promise to solve certain problems that are extremely difficult, if not impossible by the classical, semiconductor-based computers. The power comes from utilizing some wacky quantum mechanical phenomena, such as superposition – the ability to be in distinct configurations/states simultaneously and entanglement – an extremely strong correlation where participants lose their individual identity. The realization of such properties requires specialized hardware whose building blocks are called the quantum bits or in short qubits, which are usually pretty short-lived. Researchers focused on a novel idea of providing an efficient multi-qubit building block for making moderate-sized quantum computers. The building block, nicknamed the "trimon", consisted of three qubits with strong all-to-all coupling. The main advantage of this three-qubit processor was shown to be the ability to perform high-quality entangling operations that involved all three qubits simultaneously, unlike native two-qubit manipulations used in most architectures. The universality of the processor was demonstrated by solving four different quantum mechanical problems with moderate to high success rates. [Contact person: Rajamani Vijayaraghavan]

14. **Program on Chemical Ecology of the North East Region (NER) of India**: The program started six years ago with the vision to sustain the fundamental and applied research in Chemical Ecology by a comprehensive inter-institutional collaborative program between North East and Bangalore. It aimed to form a strong interlinked group of a new generation of Chemical Ecologists for the investigation of the biodiversity-rich and unexplored North East region of India. The program has provided an opportunity for the young researchers from the NER to be trained in the state-of-the-art research techniques in Bangalore and to explore a multi-regional and multidisciplinary research environment in both NER and Bangalore. The programme also built capacity in the Northeast by providing interdisciplinary training through workshops, awareness program, online lecture series, public talks, science café, additional program i.e. DST's Science Express train exhibitions and many more. So far, about 15 research papers have been published from this program and a few more are in the pipeline. 14 students from NER have registered for PhD under this program and they are working towards the completion of the thesis. [National Centre for Biological Sciences, Bengaluru]

15. **Accelerator program for Discovery in Brain disorders using Stem cells (ADBS)**: ADBS is a collaborative scientific venture between the Institute for Stem Cell Science and Regenerative Medicine (inStem), the National Centre for Biological Sciences (NCBS) and the National Institute for Mental Health and Neurosciences (NIMHANS). The ADBS program seeks to understand mental illness by harnessing the power of sophisticated clinical investigations, modern human genomics, and stem cell technology. The program offers a unique opportunity to understand the disease biology and use this information to facilitate the development of improved diagnostic and therapeutic options. By leveraging the clinical services at NIMHANS, the program has assembled a cohort of families with a strong family history of mental illness. These families will be followed over twenty years to observe the development of clinical disease using a range of clinical investigations including neuropsychological assessments, neuroimaging, and clinical electrophysiology at regular intervals during this period. Also, the program is using modern methods of genomic analysis to discover the genetic basis of mental illness. Finally, the ADBS program is generating a repository of induced pluripotent stem cell (iPSC) lines that will be used to create 'disease-in-a-dish models' to discover the cellular basis of mental illness. The ADBS program also undertakes capacity-building initiatives in the area of stem cell technology and genomics through a collaborative training program with the Centre for iPS cell research, Kyoto University, Japan along with in-house training initiatives. [National Centre for Biological Sciences, Bengaluru]

16. **Bioinformatics Centre for Genome Informatics:** NCBS and InStem have recently received a grant from Department of Biotechnology, India, to set up a Bioinformatics Centre for Genome Informatics. This Centre has a mandate to provide bioinformatics solutions to managing and analyzing genomic data, arising from other initiatives or biological research, which require creation of database or bioinformatics pipeline or softwares. There will be an emphasis on capacity building, wherein workshops and conferences will be conducted. The areas of research would include genomes of different organisms for genotypic/phenotypic changes under different stresses, genetic mutations of disease relevance, and a large number of human genomes of medical, evolutionary and anthropological significance. Such an initiative will be pursued by Prof Sowdhamini and seven other faculty members from NCBS and InStem. [National Centre for Biological Sciences, Bengaluru]

SUMMARY

Annual Report 2021-22

TIFR made significant contributions in distinct areas of science in the year 2021–22. 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. Univalent polynomials have played an important role in classical complex and functional analysis. Researchers related the theory of univalent polynomials to the field of conformal dynamics, and introduced quasiconformal deformation techniques to the study of univalent polynomials. Using this technique, researchers gave a complete description of 'extremal' univalent polynomials in terms of simple combinatorial objects; namely, trees. In Geometry and Topology, researchers proposed two definitions of configuration Lie groupoids and in both the cases proved a Fadell-Neuwirth type fibration theorem for a class of Lie groupoids. Researchers showed that this is the best possible extension, for the class of Lie groupoids corresponding to global quotient orbifolds with nonempty singular set, the fibration theorems do not hold.

School of Technology and Computer Science: Research work was pursued in the areas of computer science as well as systems science. Researchers focused on machine (deep) learning based estimation of key information measures to utilize them in conditional independence testing; inventing new information measures based on submodular functions, which generalize the classical entropy and mutual information; improving the optimization of latent space in auto-encoder networks for close-to-real generation task. In Complexity Theory, researchers considered the problem of parametric shortest paths in graphs, where every edge has a function. These functions determine the cost of a path from the source node to the target node. In this study, researchers formulate the problem in a general setting, and show that in some situations the problem remains tractable, while in others it is NP-hard.

School of Natural Sciences:

Department of Theoretical Physics: The motion of living organisms like biological motors, birds, bacteria is fundamentally different from the dynamics of inert objects like pollen grains on a fluid surface. A typical active matter model shows ballistic motion at short scales and normal diffusion at large scales. Researchers reported a new kind of active particle dynamics in lab-grown motor-driven spheres that show anomalous diffusion belonging to the fractional Brownian motion. The non-trivial power-law correlation is unusual in such a simple tabletop experiment. The results showed non-gaussian fluctuation with a non-trivial symmetry that has been earlier predicted in theoretical toy models for non-equilibrium transport. A number of studies have recently proposed a novel route to eta-pairing superconductivity through optical creation of doublons in Mott insulating Hubbard models. An AC driven Mott insulator, a normal quantum dot array, was studied using an analytical Keldysh field theory approach. The nonequilibrium steady state at high frequencies was found to strikingly resemble the eta-pairing phase of a superconducting Josephson array.

Department of Astronomy and Astrophysics: Researchers presented the

abundance analyses of seven carbon enhanced metal-poor (CEMP) stars to understand the origin of carbon in them. The study used high-resolution optical spectra to derive abundances of various elements. Low-resolution near-infrared (NIR) spectra was also used to derive the abundance of O and 12C/13C from the CO molecular band and compared their values with those derived from high-resolution optical spectra. Researchers identified a good agreement between the values. In another study, observations of four bright stars observed with the AstroSat Soft X-ray Telescope (SXT) were presented and the study demonstrated how to extract the X-ray events without contamination by the visible light.

National Balloon Facility: 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. Under a joint collaborative program, TIFR Balloon Facility collaborated with atmospheric scientists from National Atmospheric Research Laboratory (NARL-ISRO), National Institute of Aerospace (NASA, USA), The French National Center for Scientific Research (CNRS, France), Divecha Centre for Climate Change (DCCC-IISc) and Space Physics Laboratory (SPL, VSSC) for conducting balloon flights for collecting aerosols and measuring black carbon from surface to stratospheric altitudes along with other meteorological parameters.

Pelletron LINAC Facility (TIFR-BARC): The Pelletron LINAC facility operations continued through the pandemic, complying with Covid safety regulations. The LINAC user cycle started in Feb. 2021, continued till mid-April 2021 and 8 experiments were successfully completed. The Pelletron operated from mid-July to end-Oct. 2021 as per user requirements, wherein a total of 18 experiments were carried out. The scientific output of the facility continues to be significant and competitive.

Department of Biological Sciences: A study uncovered hitherto unknown mechanisms that regulate robustness of information flow through insulin signaling. In addition to highlighting the importance of normal insulin cycles (during feeding and fasting), it identified components that could perturb the signaling cascade under situations of hyper-insulinemia as in diabetes and clinical insulin administration. The study also raised the possibility of re-evaluation of insulin dosing (amounts and frequency) to ascertain its impact on molecular components that protect tissues from damage, beyond maintenance of blood glucose levels.

Department of Chemical Sciences: Metalloproteins are an important class of proteins involved in metal uptake, transport, and electron-transfer reactions. Researchers synthesized peptides - mini-versions of a protein (azurin) from soil-dwelling bacteria that are important for nitrogen fixation. It was found that these small peptides exhibit novel metal-binding properties. These peptides provide a platform for studying metal-induced structural and spectroscopic properties using transition-metal ions. These novel properties can be used in solar-energy harvesting and in making novel biomaterials for material science and medicine. Converting CO_2 directly from the air to fuel at ambient conditions is a huge challenge. Researchers employed magnesium (nanoparticles and bulk), an inexpensive and eighth-most abundant metal, to convert CO_2 to methane, methanol and formic acid, using water as the sole hydrogen source. The conversion of CO_2 took place within a few minutes at 300 K and 1 bar, and no external (thermal, photo, or electric) energy was required.

Department of Condensed Matter Physics and Materials Science: The phenomenon of quantum Hall effect (QHE), which is elusive in bulk materials, has gained renewed interest from the recent studies on bulk systems like

$ZrTe_5$, $EuMnBi_2$ etc. Researchers grew the single crystal of CaCuSb single crystal, which crystallizes in a hexagonal lattice with a layered crystal structure, where the Cu-Sb atoms and Ca atom constitute the different layers. From a detailed transport, high magnetic field measurements (up to 45 T) and band structure calculations, researchers unequivocally confirm the observed step-like feature as QHE. Superconducting circuits are one of the leading platforms for quantum computing and information processing. Researchers demonstrated a novel design that significantly improves qubit connectivity compared to most state-of-the-art superconducting architectures. The study used a ring resonator as a coupling element mediating interaction between several qubits distributed around the ring resonator. The invention may find several interesting applications in quantum computing, quantum simulation and quantum annealing.

International Centre for Theoretical Sciences, Bengaluru: Dense suspensions of bacteria form an intriguing class of non-equilibrium systems displaying a novel spatio-temporally chaotic behaviour called active turbulence. By using a hydrodynamic description of the bacterial flow, researchers showed that in the collective, and when highly active, these microorganisms give up on their meandering ways, walk the straight and narrow, and super-diffuse. In Fluid Dynamics, researchers studied the wetting of a thin elastic filament floating on a fluid surface by a droplet of another, immiscible fluid. It was found that a purely geometric theory gives a good description of the mechanical equilibria in the system. The estimates of applied tension and tension in the filament obey an elastic version of the Young-Laplace-Dupré relation. It was also found that when a highly-bendable filament completely wraps the droplet, there is continuity of curvature at the droplet-filament interface, leading to seamless wrapping as observed in a 3D droplet.

National Centre for Radio Astrophysics, Pune: Researchers used the upgraded Giant Metrewave Radio Telescope (GMRT) to map the cluster A2065 at z = 0.0726. Researchers reported the discovery of a remnant radio galaxy at the peripheral cluster region. Magnetars are compact objects that generate emission driven by magnetic energy unlike pulsars. Several theories connect magnetars to the recently discovered enigmatic Fast Radio Bursts (FRBs), but several open questions remain regarding the origin, onset and cessation of the emission. Researchers have used the GMRT to systematically monitor and understand radio emission from the Magnetar XTE J1810-197. One key finding is that the spectrum evolves over time to go from a magnetar like spectrum to a pulsar like spectrum. 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. A highlight of this work was that it 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. A novel model for thermal emissions from the surface of Venus incorporating the role of the subsurface properties of the Venusian regolith in the reduction of brightness temperature at low radio frequencies was developed. Radiative transfer simulations using this model have shown good agreement with the observations.

National Centre for Biological Sciences, Bengaluru: Most endangered species exist today in small populations, many of which are isolated. Evolution in such populations is largely governed by genetic drift. Empirical evidence for drift affecting striking phenotypes based on substantial genetic data are rare. Whole-genome data and pedigree-based association analyses from captive tigers revealed that pseudomelanism cosegregates with a conserved and functionally important coding alteration in Transmembrane Aminopeptidase Q (Taqpep), a gene

responsible for similar traits in other felid species. The study highlighted an unusual evolutionary trajectory in a small and isolated population of an endangered species. Phosphorylation is a post-translational modification that is utilised across all clades of life, and acts as an important signalling switch, regulating several cellular processes. Tyrosine phosphatases, which are found predominantly in eukaryotes, act on phosphorylated tyrosine residues and sometimes on other substrates. The investigators looked for sequences of the cysteine-based tyrosine phosphatase superfamily in thirty mammalian genomes from all across Mammalia and validated the sequences with the presence of the signature catalytic motif.

TIFR Centre for Interdisciplinary Sciences, Hyderabad: In comparison to inorganic semiconductors, organic materials still lag in electrical conductivity. Dopants are often used to increase the conductivity of the semiconductor films. Researchers showed the first example of a dimethyl sulfoxide based molecular adduct system for organic semiconductors, where the dopants do not leave behind any side products and work better than the existing class of dopants. Using solar energy to successfully charge electrochemical energy storage devices such as batteries would lead to exciting developments in energy technologies. In another study, researchers assembled a two-electrode photo rechargeable Li-ion battery using nanorod heterostructures. Low band gap, high efficiency photo-conversion and efficient electron–hole separation help the battery to fully charge within a few hours using solar light. The proposed concept and materials can enable next generation stable photo-rechargeable battery electrodes, in contrast to the reported materials.

Homi Bhabha Centre for Science Education: India secured 1 Silver Medal and 1 Honourable Mention at the 10th European Girls' Mathematical Olympiad (EGMO) 2021, organized by Georgia, held online during April 9-15, 2021. India secured 1 Gold, 1 Silver and 3 Bronze Medals at the 62nd International Mathematical Olympiad (IMO) 2021 hosted by Saint Petersburg, Russia, held online during 14-24 July, 2021. India secured 3 Silver and 1 Bronze medals at the 32nd International Biology Olympiad (IBO), (named as IBO Challenge II) held online and hosted by Portugal from July 18 to 23, 2021. The Indian team of five students secured four Gold and one Silver medal in the 14th International Olympiad on Astronomy & Astrophysics (IOAA), organized by Colombia, which was held online from 14 to 21 November 2021. The Indian team also bagged the second prize in the Team Competition. In the country-wise medals tally, India was placed in the top position, jointly with Thailand and Russia. Vigyan Vidushi, an advanced programme in Physics for women students in M.Sc., first year was jointly organised by the main campus of TIFR and HBCSE-TIFR from 31 May to 19 June, 2021.

Awards and Recognitions: Scientists from TIFR won prestigious awards during this period. Prof. Anish Ghosh, School of Mathematics, was awarded the Shanti Swarup Bhatnagar (SSB) Prize for the year 2021 in Mathematical Sciences, by the Council of Scientific and Industrial Research (CSIR). ICTS faculty member, Subhro Bhattacharjee, received the prestigious Swarnajayanti Fellowship of the Department of Science and Technology, Govt. of India, in the physical sciences category. The Homi Bhabha Award in Science Education 2020 was conferred upon Dr. B. Satyanarayana (TIFR. Mumbai) and Dr. Uma Ramakrishnan *(*National Centre for Biological Sciences*,* Bengaluru). Prof. Shravan M. Hanasoge, Department of Astronomy and Astrophysics, TIFR, Mumbai was awarded the Prof. Peraiah Foundation Award for the year 2021 by the Indian Institute of Astrophysics, Bengaluru. Prof. K. K. Mishra (HBCSE, Mumbai) was conferred with the prestigious 'Atmaram Award' for the year 2018, by the Central Institute of Hindi (Agra), Ministry of Education, Government of India. ICTS faculty

member Anirban Basak was awarded the INSA Medal for Young Scientists, 2021 by the Indian National Science Academy, New Delhi. ICTS faculty member, Riddhipratim Basu, was awarded the 2021 NASI Platinum Jubilee Young Scientist Award for his contributions to probability theory.

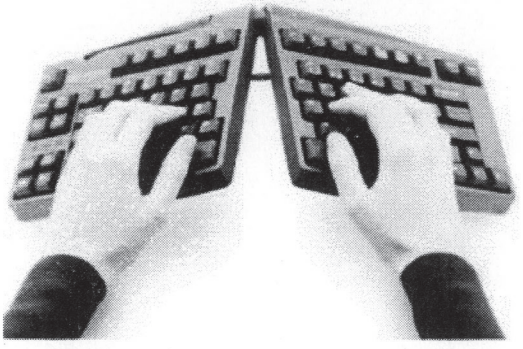
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

HOMI BHABHA ROAD, MUMBAI - 400 005



Audited Statement of Accounts

For The Year Ended 31st March, 2022



Auditors

Kailash Chand Jain & Co.

Chartered Accountants

Mumbai

कैलाश चंद जैन एंड कंपनी (पंजीकृत)

सनदी लेखाकार
"इंडेना" प्रथम तल
97, महर्षि कर्वे मार्ग,
आयकर कार्यालय के निकट
मुंबई – 400 020
email: mail@kcjainco.com, kcjainco@gmail.com

फोन : 022-22009131
022-22065373
022-22005373
फैक्स: 022-22089978

स्वतंत्र लेखा परीक्षक का प्रतिवेदन

सेवा में,

अध्यक्ष,
टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान की प्रबंध परिषद
होमी भाभा मार्ग,
मुंबई - 400005

हमने टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान के संलग्न वित्तीय कथनों की लेखा परीक्षा की है। इनके अंतर्गत महाराष्ट्र सार्वजनिक न्यास अधिनियम, 1950 द्वारा आवश्यक 31 मार्च, 2022 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।

वित्तीय कथनों के लिए प्रबंधन का 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। न्यासियों के 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।

लेखा परीक्षक का दायित्व

हमारा दायित्व अपनी लेखा परीक्षा पर आधारित इन वित्तीय कथनों पर राय व्यक्त करना है। हमने अपनी लेखा परीक्षा भारतीय सनदी लेखाकार संस्थान द्वारा जारी लेखा परीक्षा पर मानकों के अनुरुप की है। इन मानकों के अनुसार आवश्यक है कि हम नीतिपरक आवश्यकताओं का पालन करें एवं अपनी लेखा परीक्षा की इस तरह योजना बनाएं व इस तरह करें ताकि हमें वित्तीय कथनों के किसी महत्वपूर्ण गलत कथन से मुक्त होने के संबंध में उचित आश्वासन प्राप्त हो सके।

लेखा परीक्षा के अंतर्गत वित्तीय कथनों में राशियों एवं प्रकटनों के संबंध में लेखा परीक्षा प्रमाण प्राप्त करने के लिए प्रक्रियाओं को करना होता है। चुनी हुई प्रक्रियाएं लेखा परीक्षक के निर्णय पर आश्रित होती हैं जिनमें कपट या त्रुटि के परिणामस्वरुप वित्तीय कथनों में महत्वपूर्ण गलत कथन के जोखिमों का विश्लेषण शामिल होता है। उन जोखिम विश्लेषणों को करने के दौरान लेखा परीक्षक, आंतरिक नियंत्रण को न्यास की तैयारी एवं वित्तीय कथनों की निष्पक्ष प्रस्तुति के संगत समझता है। इसका उद्देश्य लेखा परीक्षा प्रक्रियाओं की डिजाइन परिस्थितियों के अनुरुप बनाना है न कि न्यास के आंतरिक नियंत्रण की प्रभावकारिता पर राय व्यक्त

KAILASH CHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

करना। लेखा परीक्षा के अंतर्गत प्रयुक्त लेखाकरण नीतियों एवं न्यासियों द्वारा किए गए लेखाकरण अनुमानों की उपयुक्तता का मूल्यांकन और वित्तीय कथनों की समग्र प्रस्तुति का मूल्यांकन भी शामिल होता है। हमारा मानना है कि हमें प्राप्त लेखा परीक्षा प्रमाण हमारी लेखा परीक्षा राय हेतु आधार उपलब्ध कराने के लिए पर्याप्त एवं उपयुक्त हैं।

राय

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, 2022 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।

<u>विषय का महत्व</u>

1. **<u>विभिन्न परियोजनाओं के लिए बाह्य अनुदान:</u>**

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 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 का मिलान परियोजना निधि परिसंपत्तियों के साथ नहीं होता है। इसके साथ ही इसके लिए समाधान हमारे सत्यापन के लिए उपलब्ध नहीं कराया गया है। इसके विवरण निम्नानुसार हैं :

केंद्र का नाम	परियोजना निधि देयता	परियोजना निधि परिसंपत्ति	अंतर
कैम	1,78,19,724	1,81,61,711	(3,41,987)
टीसीआईएस	27,51,03,824	27,58,63,685	(7,59,861)
एचओ	41,03,55,639	35,96,26,399	5,07,29,240

ख. कुछ परियोजनाओं में 31 मार्च, 2022 की स्थिति के अनुसार पिछले दो वर्षों में कोई क्रियाकलाप नहीं हुआ। ऐसी परियोजनाओं का जमा शेष निम्नानुसार लेखा पुस्तकों में है:

क्र.सं.	केंद्र का नाम	परियोजनाओं की संख्या	राशि (रु. में)
1	मुख्यालय – मुंबई	21	1,35,88,760
2	आईसीटीएस-बैंगलोर	3	27,41,603
3	टीसीआईएस-हैदराबाद	22	10,40,59,359
	कुल	**46**	**12,03,89,722**

ग. परियोजना के तहत दिया गया अग्रिम पिछले 5 वर्षों से समायोजित नहीं किया गया है।
अभिलेखों के सत्यापन पर देखा गया कि टीआईएफआर ने परियोजना - 11X255 के संबंध में 27,92,320/- रुपये की अग्रिम राशि दी है, जिसका भुगतान 2016 और 2017 में किया गया था,

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI

लेकिन इसके लिए वित्तीय वर्ष 2021-22 तक कोई व्यय दर्ज नहीं किया गया, जबकि इसे वास्तव में व्यय किया गया था।

घ. लेखापरीक्षा के दौरान देखा गया कि परियोजना 11X255 में कुछ शीर्षों के तहत व्यय उपयोग, स्वीकृति पत्र में इसके लिए किये गए आबंटन से अधिक है। हमें अवगत कराया गया था कि अनुदान देने वाले अधिकारियों ने अंतर शीर्ष प्रयोग की अनुमति दी थी व चेतावनी दी थी कि उपयोग, उस विशेष शीर्ष में सीमा से अधिक नहीं होना चाहिए। इसे अनौपचारिक रूप से संप्रेषित किया गया था इसलिए रिकॉर्ड में कोई दस्तावेज नहीं है। स्वीकृत राशि, वास्तविक प्राप्ति/आबंटन और वास्तविक उपयोग के विवरण नीचे उल्लिखित हैं:

(राशि रुपये में)

क्र. सं.	व्यय शीर्ष	स्वीकृति आदेश के अनुसार आबंटन	वित्तीय वर्ष 21-22 तक प्राप्त राशि	वास्तविक उपयोग	अतिरिक्त उपयोग
1	वेतन	97,75,00,000	10,90,00,000	11,19,26,896	(29,26,896)
2	परामर्श एवं आकस्मिकता	18,03,00,000	85,00,000	1,11,51,700	(26,51,700)

II) <u>किये गये अग्रिम एवं प्राप्य जमा राशियां</u>

क. 10,21,779/- रु. का प्राप्य सीमा शुल्क, वर्ष 2017 से मुख्यालय की पुस्तकों में दर्ज है। सूचित किया गया कि संस्थान ने सर्वश्री एचटीपी ग्लोबल टैक्नालॉजीस, दुबई से फॉयरबॉल एवं स्विचेस का आयात किया था एवं सीमा शुल्क प्राधिकारियों को सीमा शुल्क का भुगतान किया गया था। इसके बाद कुछ कारणों से उपर्युक्त मदों को खारिज किया गया था एवं राशि की वसूली सर्वश्री एचटीपी ग्लोबल टैक्नालॉजीस, दुबई से की गई है। हालांकि भुगतान किया गया सीमा शुल्क अभी भी वर्तमान परिसंपत्तियों में अग्रिमों के रुप में पुस्तकों में दर्ज है।

ख. मुख्यालय की लेखा पुस्तकों के अनुसार बेस्ट का प्रतिभूति जमा 1,50,45,135/- रुपये है एवं बेस्ट के बिजली बिल के अनुसार जमा राशि 1,23,13,352/- रुपये है।

III) <u>निधियों का उपयोग</u>

क. वित्त मंत्रालय के कार्यालय ज्ञापन (फा.सं. 25(118)/ईएमसी सैल/2016), दिनांक 24 फरवरी 2022 के संदर्भ में स्वायत्त संस्था, दिशानिदेशों के अनुसार अनुमत खर्चों के लिए वाणिज्यिक बैंकों को धन स्थानांतरित कर सकते हैं, लेकिन वाणिज्यिक बैंक में स्थानांतरण की तिथि से 7 दिनों के भीतर इसका उपयोग किया जाना चाहिए। लेखापरीक्षा के दौरान देखा गया कि कुछ मामलों में टीआईएफआर ने एकमुश्त राशि को वाणिज्यिक बैंक में स्थानांतरित किया है और इसका उपयोग हमेशा समय सीमा के भीतर नहीं किया जाता है।

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

IV) <u>देयताएं</u>

क. टीसीआईएस, हैदराबाद में देखा गया कि लेनदारों के खाते में 19,74,29,917/- रुपये की ऋण शेष राशि थी। छानबीन करने पर देखा गया कि यह लेनदारों का अग्रिम नहीं था बल्कि यह वर्तमान वर्ष और पिछले वर्षों में किया गया खर्च था। यह एसएआई नंबर (भंडार आगमन सूचना) को लिंक न करने के कारण व्यय में परिलक्षित नहीं हुआ था। उपरोक्त में से, कुल 16,89,90,158/- रुपये की राशि पिछले वर्षों के खर्चों से संबंधित है और इसे वर्ष के दौरान आय और व्यय खाते के नामे किया गया है। इसके परिणामस्वरूप चालू वर्ष के खर्चों में 16,89,90,158/- रुपये की वृद्धि हुई।

ख. सांविधिक देयता-जीएसटी रिकॉडों के सत्यापन के अनुसार देखा गया कि टीआईएफआर आमतौर पर सरकारी अधिकारियों को समय पर अपनी जीएसटी देयता का भुगतान करने और नियत तिथि पर या उससे पहले अपना जीएसटी रिटर्न भरने में नियमित है। हालांकि देखा गया कि जीएसटी रिटर्न में उपलब्ध विवरण, लेखा पुस्तकों से मेल नहीं खाते।

निम्नलिखित विसंगतियां देखी गईं:

1) पुस्तकों के अनुसार कुल टर्नओवर (प्राप्तियां) का मिलान फाइल किए गए जीएसटी रिटर्न के अनुसार टर्नओवर के साथ नहीं हो रहा है। इसके लिए किसी भी समाधान को तैयार नहीं किया गया है।

2) छूट प्राप्त अनुदान को जीएसटी रिटर्न में दर्शाया नहीं गया है।

3) लेखाकरण प्रणाली द्वारा विभिन्न शीर्षों के अंतर्गत कुल राजस्व के संबंध में पूर्ण विवरणों को उपलब्ध नहीं कराया गया है। इसका परिणाम प्रत्येक माह जीएसटी रिटर्न की फाइलिंग के लिए विवरणों के मैनुअल कंपाइलेशन में निकला है।

4) टीआईएफआर ने जीएसटी का संग्रह, रॉयल्टी आय, निविदा शुल्कों, अतिथि गृह किराया आय, निजी संगठनों से प्राप्त अनुदान पर नहीं किया है।

V) <u>सामान्य बिंदु</u>

क. कोई लेखा नियमावली या प्रक्रिया या एसओपी उपलब्ध नहीं है। इससे लेखाकरण सॉफ्टवेयर में लेखाकरण प्रक्रिया एवं लेन-देन को समझने में कठिनाई हो रही है।

हमारा प्रतिवेदन उपर्युक्त आवश्यक विषयों के लिए पात्र नहीं 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, 2022 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।

KAILASH CHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

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 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, 2022 को समाप्त हुए वर्ष के लिए ओरेकिल में अद्यतन किया गया है।

ii. अचल एवं चल संपत्तियों के रजिस्टर में परिवर्तनों को 31 मार्च, 2022 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 नहीं पाया।

ज. हमें उपलब्ध कराई गई सूचना के आधार पर 31 मार्च, 2022 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.	प्राप्य आय [टिप्पणी (i) और (ii) देखें]	23,50,000
2.	विविध लेनदारों को अग्रिम – स्थानीय	27,92,320
3.	विविध लेनदारों को अग्रिम – विदेशी	3,75,541
कुल		**55,17,861**

टिप्पणी: (i) सर दोराबजी टाटा न्यास से उस वित्तीय वर्ष से संबंधित लेखा की लेखा परीक्षित पुस्तकों को प्रस्तुत करने पर 20,00,000/- रुपये का ब्लॉक 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) महाराष्ट्र सरकार से 3,50,000/- रुपये का ब्लॉक अनुदान, टीआईएफआर को पिछले सात वर्षों से प्राप्त नहीं हुआ है।

(iii) चूंकि प्रबंधन की राय है कि अनुदान पिछले कुछ वर्षों से प्राप्त नहीं हो रहा है, अत: इसे वर्तमान वर्ष की आय के रूप में दर्ज नहीं किया जाये एवं आय प्राप्त होने के बाद इसे दर्ज किया जाये।

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. अपनी 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 संस्थान के प्रबंध में रहते हुए निदेशक या 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, 2022 को समाप्त हुए वर्ष के लिए नियम 16ए द्वारा उपलब्ध कराए गए फार्म में संस्थान द्वारा फाइल किया गया है।

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. 20 मई 2021, 5 अगस्त 2021, 17 नवंबर 2021 को आयोजित 3 बैठकों के लिए न्यासियों/ परिषद सदस्यों की अधिकतम एवं अल्पतम संख्या को रखा नहीं गया है। इसका कारण यह है कि परिषद में सर दोराबजी टाटा न्यास के न्यासियों द्वारा नियुक्त सिर्फ एक सदस्य है जबकि इसके लिए अल्पतम आवश्यकता दो सदस्यों की है। बाद में 1 जनवरी, 2022 को श्री एन. श्रीनाथ

KAILASH CHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

नामक एक न्यासा की नियुक्ति द्वारा इसे ठीक किया गया। श्री एन. श्रीनाथ 16 फरवरा, 2022 को आयोजित चौथी परिषद की बैठक में शामिल हुए;

ख. संस्थान के नियम 10 के अंतर्गत उपनियम 1.1 के अनुसार कैलेंडर वर्ष में अनिवार्य चार 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. सीएजी एवं डीएई द्वारा की गई लेखा परीक्षा के संबंध में निरीक्षित किया गया है कि संस्थान (केंद्रों एवं फील्ड स्टेशनों सहित) की 31 मार्च, 2022 की स्थिति के अनुसार 12 सीएजी और 167 डीएई के लेखा परीक्षा परिच्छेद अपूर्ण हैं। 31 मार्च, 2021 की तुलना में कुल 12 डीएई लेखा परीक्षा परिच्छेदों को डीएई की अस्वीकृति / नयी लेखा परीक्षा के चलते जोड़ा गया 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 (1.4.2021)	वर्ष के दौरान एजेंसी को उत्तर दिए गए	एजेंसी द्वारा निकाले गए परिच्छेदों की संख्या	गैर-स्वीकृति/ नये लेखा परीक्षा के कारण जोड़े गए परिच्छेदों की संख्या	लेखा परीक्षा परिच्छेदों की अंतिम शेष संख्या (31.03.2022)
डीएई लेखा परीक्षा					
मुंबई	76	39	0	0	76
एनसीआरए	102	102	69	12	45
एनसीबीएस	43	10	2	0	41
एचबीसीएसई	5	5	0	0	5
कुल	**226**	**156**	**71**	**12**	**167**
सीएजी लेखा परीक्षा					
मुंबई	9	8	1	0	8
एनसीआरए	3	3	2	0	1
एनसीबीएस	2	2	0	0	2
एचबीसीएसई	6	5	5	0	1
कुल	**20**	**18**	**8**	**0**	**12**

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

अन्य विषय

क. उपलब्ध कराई गई सूचना एवं अभिलेखों के हमारे सत्यापन के अनुसार निरीक्षित किया गया कि स्थाई जमा पर अर्जित ब्याज आय के आबंटन के लिए क्रियातंत्र की असंगति वर्ष के दौरान है। इसके विवरण निम्नानुसार हैं:

केंद्र	लेखाकरण प्रणाली	अनुसरित क्रियातंत्र
एचओ	ओरेकिल – टीआईआईएस	तुलन पद्धति का प्रतिदिन का औसत
टीसीआईएस	ओरेकिल – टीआईआईएस	तुलन पद्धति का प्रतिदिन का औसत
एनसीबीएस	ओरेकिल - टीआईआईएस	तुलन पद्धति का प्रतिदिन का औसत
आईसीटीएस	टैली ईआरपी	तुलन पद्धति का वार्षिक औसत
कैम	टैली ईआरपी	तुलन पद्धति का वार्षिक औसत
एचबीसीएसई	टैली ईआरपी	तुलन पद्धति का प्रतिदिन का औसत (इस केंद्र पर टीआईआईएस पूरी तरह से क्रियान्वित नहीं है लेकिन ब्याज आवंटन टीआईआईएस से किया जाता है)

कैलाश चंद जैन एंड कंपनी के लिए
सनदी लेखाकार
(फर्म पंजीकरण संख्या 112318डब्ल्यू)

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

सौरभ चौहान
साझीदार
सदस्य सं.: 167453

दिनांक: 18 अगस्त, 2022
स्थान: मुंबई

यूडीआईएन: 22167453AQUZYI5876

कैलाश चंद जैन एंड कंपनी (पंजीकृत)

सनदी लेखाकार
"इंडेना" प्रथम तल
97, महर्षि कर्वे मार्ग,
आयकर कार्यालय के निकट
मुंबई – 400 020
email: mail@kcjainco.com, kcjainco@gmail.com

फोन : 022-22009131
022-22065373
022-22005373
फैक्स: 022-22089978

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, 2022 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 ब्लॉक 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?

➢ संस्थान ने 31 मार्च, 2022 को समाप्त हुए वित्तीय वर्ष के दौरान प्राप्त अनुदानों से हुए व्ययों के उचित लेखों को रखा है।
480,60,00,000 रुपए के ब्लॉक अनुदान (2020-21: 413,37,00,000 रुपए) (पूंजीगत/ विशेष अनुदानों को छोड़कर) एवं 150,20,00,000 रु. के पूंजीगत अनुदान (2020-21: 93,60,00,000 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?

➢ 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 रू. में)

क्रमांक संख्या	विवरण	31-3-2022 की स्थिति के अनुसार	31-3-2021 की स्थिति के अनुसार
1	बैंक खाता – योजना और गैर योजना	22,66,89,480	20,18,51,725
2	बैंक खाता – परियोजनाएं, धर्मादा अनुदान	83,63,02,586	38,78,35,807
3	लघुकालीन जमा राशियां - योजना और गैर योजना	39,98,52,644	24,36,30,295
4	लघुकालीन जमा राशियां – परियोजनाएं, धर्मादा अनुदान	1,03,79,61,422	1,36,51,50,264
कुल		2,50,08,06,132	2,19,84,68,091

वर्ष के दौरान आय पर हुई व्यय की अधिकता 286,57,33,956/- रूपये (पूर्व वर्ष: 188,06,67,314 रु.) है।

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?

➢ 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।

(ख) क्या ऐसे मामले सामने आए हैं जहां इन सिद्धांतों का प्रत्यक्षत: पालन न किया गया हो?

➢ 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 ?

➢ 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 2020-21 की परिसंपत्तियों के शेष के लिए वर्ष 2021-2022 के दौरान संस्थान द्वारा परिसंपत्तियों का वास्तविक सत्यापन 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?

➢ उचित भंडार लेखों को रखा गया है एवं भंडार मदों के वास्तविक सत्यापन को संस्थान व हमारे द्वारा 31 मार्च, 2022 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?

➢ 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।

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

(ख) क्या लेखा परीक्षक को रिपोर्ट किए गए ऐसे मामलों पर कोई टिप्पणी करनी है?

- 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 रूपये में)

क्रमांक संख्या	विवरण	मूल लागत	संचित मूल्यह्रास
1	इमारतें	-	-
2	उपकरण	39,00,62,213	28,49,00,952
3	मोटर वाहन	-	-
4	फर्नीचर एवं फिक्चर्स	25,34,311	6,16,020
5	कंप्यूटर्स एवं पेरीफेरल्स	2,72,00,199	2,65,51,165
	कुल	41,97,96,723	31,20,68,137

8. इस प्रतिवेदन को दिनांक 31 मार्च, 2022 को समाप्त हुए वर्ष के लिए संस्थान के लेखों पर हमारे प्रतिवेदन, दिनांक 18 अगस्त, 2022 के साथ संयोजन के रूप में पढ़ा जाए।

कैलाश चंद जैन एंड कंपनी
सनदी लेखाकार
(फर्म पंजीकरण संख्या 112318डब्ल्यू)

सौरभ चौहान
(साझीदार)
सदस्यता संख्या 167453

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

दिनांक: 18 अगस्त, 2022
स्थान: मुंबई

UDIN: 22167453AQUZYI5876

KAILASH CHAND JAIN & CO. (Regd.)
CHARTERED ACCOUNTANTS
"Edena" 1st Floor,
97, Maharshi Karve Road,
Near Income Tax Office,
Mumbai - 400 020.
e-mail : mail@kcjainco.com, kcjainco@gmail.com

Phone : 022-22009131
022-22065373
022-22005373
Fax : 022-22089978

INDEPENDENT AUDITOR'S REPORT

To,
The Chairman,
Council of Management of Tata Institute of Fundamental Research,
Homi Bhabha Road,
Mumbai - 400005

We have audited the attached financial statements of Tata Institute of Fundamental Research (the Institute), which comprises of Balance Sheet as at 31st March, 2022, the statement of Income and Expenditure , the statement of Receipts and Payments for the year ended on that date, as required by the Maharashtra Public Trusts Act, 1950 (the Act), and a summary of significant accounting policies and other explanatory information.

Management's Responsibility 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.

Auditor's Responsibility
Our responsibility is to express an opinion on these financial statements based on our audit. We conducted our audit in accordance with the Standards on Auditing issued by the Institute of Chartered Accountants of India. Those standards require that we comply with the ethical requirements, plan and perform the audit to obtain reasonable assurance about whether the financial statements are free of any material misstatement.

An audit involves performing procedures to obtain audit evidence about the amounts and disclosures in the financial statements. The procedures selected depend on the auditor's judgment, including the assessment of the risks of material misstatement of the financial statements, whether due to fraud or error. In making those risk assessments, the auditor considers internal control relevant to the trust's preparation and fair presentation of the financial statements 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 trust's internal control. An audit also includes evaluating the appropriateness of accounting policies used and the reasonableness of the accounting estimates made by trustees, as well as evaluating the overall presentation of the financial statements.

We believe that the audit evidence we have obtained is sufficient and appropriate to provide a basis for our audit opinion.

Branches : 805, Laxmi Deep Bldg., Laxmi Nagar District Centre, Laxmi Nagar, Delhi - 92. Ph. : 011-46081818 e-mail : delhi@kcjainco.com
227, Starlit Tower, 29, Yeshwant Niwas Road, Indore - 452 001. Ph. : 0731 - 2547979 e-mail : indore@kcjainco.com
House 25, G. T. Capital Home, Bihiyee Science Centre, Saddu, Raipur, Chhattisgarh - 492 014. e-mail : raipur@kcjainco.com
5-A, 162, Aashirwad Complex, Maharana Pratap Nagar, Zone-1, Bhopal, Madhya Pradesh - 462 011. e-mail : bhopal@kcjainco.com

Opinion

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, 2022, Income & Expenditure account and its Receipts & Payments account for the year ended on that date.

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 project fund liability does not match with the project fund assets further the reconciliation for the same has not been provided for our verification. Details of the same are as under :

Center Name	Project Fund Liability	Project Fund Asset	Difference
CAM	1,78,19,724	1,81,61,711	(3,41,987)
TCIS	27,51,03,824	27,58,63,685	(7,59,861)
HO	41,03,55,639	35,96,26,399	5,07,29,240

b. In case of certain projects there were no activities since last two years, credit balance appearing in books of accounts as on March 31, 2022 are as under:

Sr. No.	Name of the Centre	No of Projects	Amount in Rs.
1	HO-Mumbai	21	1,35,88,760
2	ICTS-Bangalore	3	27,41,603
3	TCIS-Hyderabad	22	10,40,59,359
	Total	**46**	**12,03,89,722**

c. Advance given under project is not adjusted since last 5 years:

On verification of records it was observed that TIFR has given advance amounting to Rs. 27,92,320/- with respect to Project - 11X255 which was paid in 2016 and 2017 but no expense for the same is booked till FY 2021-22 when the same is actually incurred.

d. While audit it was observed that in project 11X255 the expense utilisation under few heads is more than the allocation provided for the same in the sanction letter.We were informed that the granting authority had allowed and permitted inter head utilisation and cautioned that utilisation should not breach the limit in that particular head. The same was communicated informally

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

hence there is no document on record. Details of amount sanctioned, actual receipt /allocation and actual utilisation are mentioned below:

(Amt in Rs.)

Sr No	Head Of Expenditure	Allocation as per Sanction Order	Amount Received till FY 21-22	Actual Utilisation	Excess Utilisation
1	Salaries	97,75,00,000	10,90,00,000	11,19,26,896	(29,26,896)
2	Consultancy & Contingency	18,03,00,000	85,00,000	1,11,51,700	(26,51,700)

II) Advances Paid and Deposit Receivables

a. Custom duty receivable amounting to Rs. 10,21,779/- standing in books of head office since 2017, it was informed that the institute had imported Firewall and Switches from M/s HTP Global Technologies Dubai and custom duty was paid to the custom authorities, subsequently due to some reasons the material was rejected and amount has been recovered from M/s HTP Global Technologies Dubai but the custom duty paid on the same is still appearing in books as Advances in Current assets.

b. The security deposit of BEST as per books of account of head office is Rs 1,50,45,135/- and the deposit amount as per the electricity bill of BEST is Rs 1,23,13,352/-.

III) Utilization of Funds

a. With reference to the office memorandum of Ministry of Finance (F. No. 25(118)/ EMC Cell/2016) dated 24th Feb 2022 the autonomous bodies can transfer the money to commercial banks for expenses allowed as per the guidelines but the same should be utilised within 7 days from the date of transfer in the commercial bank. While audit it was observed that in few cases TIFR has transferred a lumpsum amount in commercial bank and the same is not always utilised within the give timeline.

IV) Liabilities

a. At TCIS Hyderabad it was observed that the creditors account had a debit balance of Rs 19,74,29,917/-. On scrutiny it was observed that the same was not advance to creditors but the same was expenses incurred in current year and previous years and it was not reflected in expense due to non linking SAI number (Stores Arrival Intimation). Out of the above, total amount of Rs. 16,89,90,158/- pertains to previous years expenses and the same has been debited to income and expenditure account during the year, resulting in to overstatement of current years expenses by Rs. 16,89,90,158/-.



b. Statutory Liability-As per the verification of GST records it was observed that TIFR is generally regular in paying its GST liability on time to the government authority and filling its GST return on or before the due dates, however it was observed that the details available in GST return does not match with the books of account.

Following are the anomalies observed:

1) Total turnover (Receipts) as per books is not matching with turnover as per GST return filed, further no reconciliation was prepared for the same,
2) Exempted grant has not been shown in GST return,
3) The accounting system does not provide complete details with respect to total revenue under various heads which resulted in to manual compilation of details for filing GST return every month.
4) TIFR has not collected GST on Royalty Income, Tender Fees, Guest House Rent Income, Grant received from private organisation.

V) <u>General Point</u>

a. There is no accounting manual or process or SOP available, thereby difficulty in understanding the accounting process and flow of transaction in accounting software.

Our report is not qualified for above emphasis matters.

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 31st March 2022:

   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 schedule X-AA Part I and IV of the Maharashtra Public Trusts Rules, 1951, subject to our comments below:

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

i. The Register of immovable properties has been updated in oracle for the year ended 31st March, 2022.

ii. The changes in the Register of immovable and movable properties have not been communicated to the charity commissioner for the year ended 31st March, 2022 and as informed to us the same will be communicated after adoption of the financial statement.

f. The 'Registrar', 'Head Accounts', 'Accounts Officers' and all other persons required, appeared before us and 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.

h. Based on the information provided to us, details of outstanding income and advances to creditors for more than one year, at Mumbai main as on 31st March, 2022 are as follows:-

Sr. No.	Particulars	Amount in Rs.
1	Income Receivable [refer note (i) & (ii)]	23,50,000
2	Advances to Sundry Creditors – Local	27,92,320
3	Advances to Sundry Creditors – Foreign	3,75,541
Total		**55,17,861**

Note:- (i) Block grant of Rs. 20,00,000/- will 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 from Government of Maharashtra amouting Rs. 3,50,000/- is not yet received by TIFR since last 7 years.

(iii) Since the management is of the opinion that the grant is not being received since last few years the same is not recorded as income of the current year and same will be recorded once the income 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, 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 Director 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 31st March 2022 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 No.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 / council members is not maintained for 3 meetings held on 20th May,2021, 5th August 2021, 17th November 2021 respectively since the council has only one member appointed by the trustees of the Sir Dorabji Tata Trust where the minimum requirement for the same is two members.The same was subsequently rectified by apointment of a trustee named Mr N. Srinath on 1st January,2022 who attended the 4th council meeting held on 16th February,2022;

   b. Four meetings have been conducted, as against requirement of four meetings 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 CAG and DAE, it is observed that the Institute, (including the Centres and Field Stations) has 12 CAG and 167 DAE open audit paras as on March 31, 2022. As compared to 31st March 2021, total 12 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 (1.4.2021)	Replied to Agency during the year	Paras Dropped by Agency	Paras Added due to Non Acceptance / New Audit	Balance No of Audit Paras (31.03.2022)
DAE Audit					
Mumbai	76	39	0	0	76
NCRA	102	102	69	12	45
NCBS	43	10	2	0	41
HBCSE	5	5	0	0	5
Total	**226**	**156**	**71**	**12**	**167**
CAG Audit					
Mumbai	9	8	1	0	8
NCRA	3	3	2	0	1
NCBS	2	2	0	0	2
HBCSE	6	5	5	0	1
Total	**20**	**18**	**8**	**0**	**12**

Other Matter

a. As per the information provided and our verification of records it was observed that mechanism for allocation of interest income earned on fixed deposit is inconsistent during the year. Details of the same are as under:

Center	Accounting System	Mechanism Followed
HO	Oracle -TIIS	Daily Average of balancing method
TCIS	Oracle -TIIS	Daily Average of balancing method
NCBS	Oracle -TIIS	Daily Average of balancing method

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

Center	Accounting System	Mechanism Followed
ICTS	Tally ERP	Annual Average of balancing method
CAM	Tally ERP	Annual Average of balancing method
HBCSE	Tally ERP	Daily Average of balancing method (TIIS is not implemented completely at this center but interest allocation is done from TIIS)

For Kailash Chand Jain & Co.
Chartered Accountants
Firm Registration Number: 112318W



Saurabh Chouhan
Partner
Membership No.: 167453

Date: 18th August,2022
Place: Mumbai

UDIN: **22167453AQUZYI5876**

KAILASH CHAND JAIN & CO. (Regd.)
CHARTERED ACCOUNTANTS
"Edena" 1st Floor,
97, Maharshi Karve Road,
Near Income Tax Office,
Mumbai - 400 020.
e-mail : mail@kcjainco.com, kcjainco@gmail.com

Phone : 022-22009131
022-22065373
022-22005373
Fax : 022-22089978

To,
The Chairman,
Council of Management of Tata Institute of Fundamental Research,
Homi Bhabha Road,
Mumbai – 400005

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 31st March, 2022 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?

- The Institute has maintained proper accounts of expenditures incurred out of the grants received during the financial year ended 31st March, 2022.
  Block grant of Rs. 48,060 lakhs (2020-21: Rs. 41,337 lakhs) (excluding capital / special grants) and Capital Grant of Rs. 15,020 lakhs (2020-21: Rs. 9,360 lakhs) 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?

- 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. Lakhs)

Sr. No.	Particulars	As at 31-03-2022	As at 31-03-2021
1	Bank Account – Plan & Non Plan	2,266.89	2,018.52
2	Bank Account – Projects, Endowment Grants	8,363.03	3,878.36

Sr. No.	Particulars	As at 31-03-2022	As at 31-03-2021
3	Short term deposits – Plan & Non Plan	3,998.53	2436.30
4	Short term deposits – Projects, Endowment Grants	10379.61	13651.50
	Total	**25008.06**	**21984.68**

The excess of expenditure incurred over income for the year is Rs. 28,657.34/- lakhs (Previous Year Rs. 18,806.67/-lakhs).

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?

- 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.

(b) Have any cases come to notice where these principles have not apparently been observed?

- 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?

- 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 conducted by the institute during the year 2021-2022 for the asset balance of FY 2020-21.

4. In respect of consumable stores etc., are proper stores accounts maintained and are physical verification made at periodic intervals under proper supervision?

- 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 31st March 2022.

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

5. (a) Is there a system of reporting losses of cash, stores and other assets to the governing body after proper investigation?

➢ 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?

➢ As informed to us, there were no such cases reported to or known by the management during the year.

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. Lakhs)

Sr. No.	Particulars	Original Cost	Accumulated Depreciation
1	Buildings	-	-
2	Equipment	3900.63	2849.01
3	Motor Vehicles	-	-
4	Furniture and Fixtures	25.34	6.16
5	Computers and Peripherals	272.00	265.51
	Total	**4197.97**	**3120.68**

8. This report should be read in conjunction with our report dated August 18,2022 on the accounts of the Institute for the year ended 31st March, 2022.

For Kailash Chand Jain & Co.
Chartered Accountants
Firm Registration Number: 112318W

Saurabh Chouhan
Partner
Membership No.: 167453

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

Date: 18th August, 2022
Place: Mumbai
UDIN: **22167453AQUZYI5876**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH, MUMBAI
RECEIPTS AND PAYMENTS FOR THE YEAR ENDED 31ST MARCH, 2022

(Amount in Rs.)

Sr. No.	RECEIPTS	Current Year 2021-22	Previous Year 2020-21	Sr. No.	PAYMENTS	Current Year 2021-22	Previous Year 2020-21
1	**Opening Balances**			1	**Expenses**		
	Cash In Hand	84,486	2,80,465		Establishment Expenses	3,98,30,61,233	3,28,35,06,106
	Bank Balances:				On The Object Of The Trust	1,77,75,62,379	1,56,22,52,009
	Current A/Cs	52,19,54,914	42,20,27,817		Other Expenses	1,05,77,187	2,77,83,319
	Savings A/Cs	6,77,32,618	2,81,49,276		Interest Refunded to DAE	16,61,73,683	87,28,437
	Deposit with Bank			2	**Expenses from Various Projects**		
	Main A/Cs	24,36,30,295	16,37,61,128		Project Funds	83,74,70,331	73,19,89,708
	Project A/Cs	96,57,16,100	77,65,83,392		Endowment Funds	1,26,43,156	38,12,884
	Endowment A/Cs	39,94,34,164	35,76,59,855				
				3	**Expenditure on Fixed Assets**	34,17,68,667	33,10,47,076
2	**Grants Recieved**						
	From Government Of India	6,30,70,12,684	5,06,97,00,000	4	**Closing Balances**		
					Cash In Hand	67,050	84,486
	From State Government	-	-		Bank Balances:	-	
					In Current A/Cs	56,53,18,749	52,19,54,914
	From Dorabji Tata Trust	-	-		Savings A/Cs	49,76,73,317	6,77,32,618
	For Projects	93,17,27,115	1,08,00,73,022		Deposit with Bank		
	For Endowment	1,25,92,248	3,42,38,857		Main A/Cs	39,98,52,644	24,36,30,295
	From Other Sources	3,24,55,695	4,17,50,888		Project A/Cs	63,11,16,143	96,57,16,100
					Endowment A/Cs	40,68,45,279	39,94,34,164
3	**Interest Received**						
	On Bank Deposits	8,35,37,231	8,12,20,814				
	Loans, Advances etc.	123	2,42,424				
4	**Other Income**						
	Other Income	6,42,52,148	9,19,84,178				
	Total	**9,63,01,29,819**	**8,14,76,72,116**		**Total**	**9,63,01,29,819**	**8,14,76,72,116**

For Tata Institute Of Fundamental Research

Col. [Retd] Sanjay B. Gokhale
Registrar (O)

Prof. Jayaram N. Chengalur
Director

Date: August 18, 2022
Place: Mumbai

As per our report of even date
M/s Kailash Chand Jain & Co.
Chartered Accountants
Firm Registration Number: 112318W

CA. Saurabh Chouhan
Partner
Membership No.: 167453

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

BALANCE SHEET AS AT 31ST MARCH, 2022

(Amount in Rs.)

Particulars	Schedule	As at 31st March, 2022	As at 31st March, 2021
Corpus / Capital Fund and Liabilities			
Corpus / Capital Fund	A	22,55,19,59,614	21,86,11,85,831
Project Funds	B	1,49,69,12,215	1,32,61,47,510
Endowment Funds	C	44,54,89,187	41,96,12,656
Other Grants	D	1,54,57,744	4,73,02,313
Current Liabilities and Provisions	E	18,55,66,56,780	16,63,84,66,794
Total		**43,06,64,75,540**	**40,29,27,15,104**
Assets			
Fixed Assets (Gross Block)	F	18,65,22,91,700	18,35,62,17,182
Less : Provision for Depreciation		12,38,06,40,790	11,91,02,51,893
		6,27,16,50,910	6,44,59,65,289
Add : Capital Work in Progress		35,43,73,562	35,80,93,221
Fixed Assets (Net Block)		6,62,60,24,472	6,80,40,58,510
Current Assets, Loans and Advances	G	2,79,73,76,832	2,71,13,16,314
Excess of Expenditure over Capital Fund	A	33,64,30,74,236	30,77,73,40,280
Total		**43,06,64,75,540**	**40,29,27,15,104**
Significant Accounting Policies Contingent Liabilities and Notes to Accounts	H		

As per our report of even date

For Tata Institute of Fundamental Research

Col. [Retd] Sanjay B. Gokhale
Registrar (O)

Prof. Jayaram N. Chengalur
Director

M/s Kailash Chand Jain & Co.
Chartered Accountants
Firm Registration Number: 112318W

CA. Saurabh Chouhan
Partner
Membership No.: 167453

Date: August 18, 2022
Place: Mumbai

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

INCOME AND EXPENDITURE ACCOUNT FOR THE YEAR ENDED 31ST MARCH, 2022

(Amount in Rs.)

Particulars	Schedule	For the Year Ended 31st March 2022	For the Year Ended 31st March 2021
Income			
Grants	I	5,61,62,38,901	4,73,25,48,943
Interest Earned	J	1,24,36,739	1,28,01,677
Other Income	K	10,16,71,384	9,73,44,502
Total (A)		**5,73,03,47,024**	**4,84,26,95,122**
Expenditure			
Employee Related Expenditure	L	3,94,46,43,657	3,48,15,19,544
Expenditure on the Object of the Trust	M	2,05,59,43,918	1,51,38,49,645
Total (B)		**6,00,05,87,575**	**4,99,53,69,189**
Excess of (Expenditure over Income) / Income over Expenditure [before Depreciation & Provision for Retirement Benefits] (A-B)		(27,02,40,551)	(15,26,74,067)
Less : Depreciation	N	78,24,78,849	81,05,66,050
Less : Provision for Retirement Benefits (Gratuity, Pension & Compensated Absences)	O	1,61,49,38,556	91,74,27,197
Less : Provision for CHSS	P	19,80,76,000	-
Balance Being Excess of Expenditure over Income		**(2,86,57,33,956)**	**(1,88,06,67,314)**
Transfer to Special Reserve		-	-
Transfer to / from General Reserve		-	-
Balance Being Surplus / (Deficit) Carried To Balance Sheet		**(2,86,57,33,956)**	**(1,88,06,67,314)**
Significant Accounting Policies Contingent Liabilities and Notes to Accounts	H		

As per our report of even date

For Tata Institute of Fundamental Research

Col. [Retd] Sanjay B. Gokhale
Registrar (O)

Prof. Jayaram N. Chengalur
Director

Date: August 18, 2022
Place: Mumbai

M/s Kailash Chand Jain & Co.
Chartered Accountants
Firm Registration Number: 112318W

CA. Saurabh Chouhan
Partner
Membership No.: 167453

Schedule 'A'

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March, 2022

(Amount in Rs.)

CAPITAL GRANTS				
Description of the Grants	**Opening Balance as on 1st April, 2021**	**Grants utilised for Capital Purposes during the year**	**CWIP / Capital Advance Capitalised - during the year**	**Closing Balance as on 31st March, 2022**
Grant from the Department of Atomic Energy, Government of India for:				
Land, building, auditorium, furniture, vehicles, equipment, computer systems and other fixed assets	21,82,83,04,635	71,42,31,758	1,35,23,763	22,52,90,12,630
Add:- Capital Advances	3,28,81,196	59,49,385	1,58,83,597	2,29,46,984
Total	**21,86,11,85,831**	**72,01,81,143**	**2,94,07,360**	**22,55,19,59,614**

REVENUE GRANTS				
Description of the Grants	**Opening Balance as on 1st April, 2021**	**Total Income for the year**	**Total Expenditure for the year**	**Closing Balance as on 31st March, 2022**
Balance of net expenditure transferred from Income & Expenditure Account	(30,77,73,40,280)	5,73,03,47,024	8,59,60,80,980	(33,64,30,74,236)
Total	**(30,77,73,40,280)**	**5,73,03,47,024**	**8,59,60,80,980**	**(33,64,30,74,236)**

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 -B forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2022

Project Grants - HO Mumbai

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 2021-22	3,67,77,829	-	11,58,697	-	11,58,697	-	-	1,92,603	1,92,603	3,77,43,923
				PY 2020-21	3,62,65,607	-	13,21,206	-	13,21,206	2,52,000	-	5,56,984	8,08,984	3,67,77,829
2	06X134	MICROSOFT RESEARCH USA	FORMAL SPECIFICATION & ANALYSIS OF COMPONENT BASED DESIGNS.	CY 2021-22	2,99,287	-	9,449	-	9,449	-	-	-	-	3,08,736
				PY 2020-21	-	-	-	3,02,900	3,02,900	-	-	3,613	3,613	2,99,287
3	06X139	WELLCOME TRUST UK	APPLICATION OF IN VITRO BIOPHYSICAL TECHNIQUES TO IN VIVO S	CY 2021-22	3,59,135	-	-	(3,35,377)	(3,35,377)	-	-	23,758	23,758	-
				PY 2020-21	70,84,390	-	85,144	(68,00,000)	(67,14,856)	-	-	10,399	10,399	3,59,135
4	08X186	SOCIETY FOR NEUROSCIENCE, USA	RESEARCH AWARD FOR INNOVATION IN NEUROSCIENCE-2008	CY 2021-22	26,53,783	-	83,782	-	83,782	-	-	-	-	27,37,565
				PY 2020-21	25,59,540	-	94,243	-	94,243	-	-	-	-	26,53,783
5	08X187	BRITISH COUNCIL, UNIVERSITY OF LEICESTER	HIGH ENERGY ASTROPHYSICS WITH ASTROSAT: UNDERSTANDING THE	CY 2021-22	26,76,312	-	84,493	-	84,493	-	-	-	-	27,60,805
				PY 2020-21	25,81,269	-	95,043	-	95,043	-	-	-	-	26,76,312
6	09X206	CARL ZEISS INDIA PVT. LTD.	ZEISS FELLOWSHIP (DR. S. MAITI)	CY 2021-22	1,23,016	-	3,473	-	3,473	-	-	15,000	15,000	1,11,489
				PY 2020-21	2,11,971	-	5,447	-	5,447	-	-	94,402	94,402	1,23,016
7	10X214	DEPARTMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	J. C. BOSE FELLOWSHIP TO PROF. R.V. GAVAI	CY 2021-22	10,41,769	-	32,889	-	32,889	-	-	-	-	10,74,658
				PY 2020-21	10,12,441	-	37,278	-	37,278	-	-	7,950	7,950	10,41,769
8	10X222	DEPARTMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	J.C. BOSE FELLOWSHIP TO PROF. G. RAVINDRA KUMAR	CY 2021-22	5,39,865	-	14,382	-	14,382	-	12,000	2,81,478	2,93,478	2,60,769
				PY 2020-21	3,90,360	16,00,000	23,290	-	16,23,290	-	2,74,000	11,99,785	14,73,785	5,39,865
9	11X254	HOLMARC	FCS TECHNOLOGY	CY 2021-22	35,145	-	1,110	-	1,110	-	-	-	-	36,255
				PY 2020-21	82,807	-	2,223	-	2,223	-	-	49,885	49,885	35,145
10	11X255	DEPARTMENT OF ATOMIC ENERGY	DEVELOPMENT OF SITE INFRASTRUCTURE AND PROTOTYPE FOR INDIA BASED NEUTRINO	CY 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
				PY 2020-21	4,42,67,053	6,37,80,000	21,40,628	(1,05,00,000)	5,54,20,628	99,46,632	1,33,32,216	1,11,15,600	3,43,94,448	6,52,93,233
11	12X267	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	J.C. BOSE FELLOWSHIP TO PROF. K.V.R. CHARY	CY 2021-22	7,13,847	-	22,537	-	22,537	-	-	-	-	7,36,384
				PY 2020-21	-	7,04,180	9,667	-	7,13,847	-	-	-	-	7,13,847
12	12X272	GOOGLE INDIA PVT. LTD.	GOOGLE INDIA PH'D FELLOWSHIP	CY 2021-22	1,68,657	-	5,325	-	5,325	-	-	-	-	1,73,982
				PY 2020-21	1,62,668	-	5,989	-	5,989	-	-	-	-	1,68,657
13	12X277	TATA CONSULTANCY SERVICES	TCS RESEARCH SCHOLAR PROGRAM	CY 2021-22	1,18,478	-	3,740	-	3,740	-	-	-	-	1,22,218
				PY 2020-21	1,14,271	-	4,207	-	4,207	-	-	-	-	1,18,478

MUMBAI 005.

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI

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
14	13X280	HOWARD HUGHES MEDICAL INSTITUTE	INTERNATIONAL EARLY CAREER SCIENTISTS GRANT	CY 2021-22	50,53,969	-	1,57,105	-	1,57,105	89,990	-	2,47,218	3,37,208	48,73,866
				PY 2020-21	48,89,279	-	1,79,772	-	1,79,772	-	-	15,082	15,082	50,53,969
15	13X301	Wellcome Trust	RELEVANCE OF STATE OF PLOIDY ON VERTEBRATE EMBRYOGENESIS	CY 2021-22	5,56,025	-	-	(4,47,269)	(4,47,269)	-	-	1,08,756	1,08,756	-
				PY 2020-21	70,12,544	-	1,08,756	-	1,08,756	43,66,830	32,388	21,66,057	65,65,275	5,56,025
16	13X302	Unilever Insdustires Pvt. LTd	UNDERSTANDING THE ROLE OF METABOLIC INPUTS, ENDOCRINE SIGNALS AND GENETIC	CY 2021-22	6,216	-	196	-	196	-	-	-	-	6,412
				PY 2020-21	5,995	-	221	-	221	-	-	-	-	6,216
17	14X304	DST	INDO-BELGIAN DST PROJECT	CY 2021-22	1,82,220	-	5,753	-	5,753	-	-	-	-	1,87,973
				PY 2020-21	1,75,749	-	6,471	-	6,471	-	-	-	-	1,82,220
18	14X305	DBT	MECHANISMSREGULATING THE NEURON-GLIA CELL FATE SWITCH IN THE NEOCORTEX	CY 2021-22	18,550	-	-	-	-	-	-	18,550	18,550	-
				PY 2020-21	7,57,129	-	18,550	(7,57,129)	(7,38,579)	-	-	-	-	18,550
19	14X307	DST	MULTI-WAVELENGTH STUDIES OF ACCRETION PHENOMENA WITH ASTROSAT AND SALT	CY 2021-22	2,62,872	-	8,299	-	8,299	-	-	-	-	2,71,171
				PY 2020-21	2,53,537	-	9,335	-	9,335	-	-	-	-	2,62,872
20	14X309	TCS	TCS FELLOWHIP	CY 2021-22	2,50,492	-	-	-	-	-	-	2,50,492	2,50,492	-
				PY 2020-21	2,41,596	-	8,896	-	8,896	-	-	-	-	2,50,492
21	14X310	WELCOME TRUST	MICROSOFT RESEARCH INDIA PH.D. FELLOWSHIP	CY 2021-22	4,83,003	-	15,249	-	15,249	-	-	-	-	4,98,252
				PY 2020-21	4,65,850	-	17,153	-	17,153	-	-	-	-	4,83,003
22	14X314	NMR	NATIONAL FACILITY FOR HIGH FIELD NMR	CY 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
				PY 2020-21	1,16,10,675	-	4,38,437	9,71,400	14,09,837	-	-	5,29,226	5,29,226	1,24,91,286
23	14X316	DST	SWARNAJAYANTI FELLOWSHIP OF DR. ULLAS KOLTHUR	CY 2021-22	3,46,983	-	10,955	-	10,955	-	-	-	-	3,57,938
				PY 2020-21	3,34,661	-	12,322	-	12,322	-	-	-	-	3,46,983
24	14X317	DST	CMS M&O DST COMPONENT	CY 2021-22	30,71,379	-	96,966	-	96,966	-	-	-	-	31,68,345
				PY 2020-21	29,62,306	-	1,09,073	-	1,09,073	-	-	-	-	30,71,379
25	14X319	DAE/DST	WLCG GRID DST COMPONENT	CY 2021-22	2,38,83,867	-	7,53,892	-	7,53,892	-	-	12,390	12,390	2,46,25,369
				PY 2020-21	10,59,56,231	20,00,000	21,15,053	1,70,000	42,85,053	8,42,22,782	6,39,000	14,95,635	8,63,57,417	2,38,83,867
26	14X320	Wellcome Trust	WELCOME TRUST	CY 2021-22	74	-	-	-	-	-	-	74	74	-
				PY 2020-21	71	-	3	-	3	-	-	-	-	74
27	14X321	UGC	DIOPHANTINE APPROXIMATION ON HOMOGENEOUS VARIETIES	CY 2021-22	1,01,469	-	3,203	-	3,203	-	-	-	-	1,04,672
				PY 2020-21	1,15,023	-	4,235	-	4,235	-	-	17,789	17,789	1,01,469
28	14X322	UGC	FIELD THEORIES WITH HIGH-SPIN SYMMETRIES AND HIGH-SPIN GRAVITIES	CY 2021-22	34,559	-	1,091	-	1,091	-	-	-	-	35,650
				PY 2020-21	33,332	-	1,227	-	1,227	-	-	-	-	34,559

INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI 400 005.
KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

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	14X323	UGC	TRIGGERING AND GUIDING OF LIGHTING BY PLASMA FILAMENTS INDUCED BY HIGH	CY 2021-22	6,31,184	-	19,927	-	19,927	-	-	-	-	6,51,111
				PY 2020-21	9,36,295	-	29,550	(3,34,661)	(3,05,111)	-	-	-	-	6,31,184
30	14X324	UNIVERSITY GRANT COMMISSION	TWO PLAYER GAMES : HARDNESS OF APPROXIMATION AND COMMUNICATION	CY 2021-22	4,50,595	-	14,226	-	14,226	-	-	-	-	4,64,821
				PY 2020-21	4,45,885	-	16,418	-	16,418	-	-	11,708	11,708	4,50,595
31	14X325	WELCOME TRUST	WELLCOME TRUST DBT	CY 2021-22	3,45,417	-	-	(6,31,214)	(6,31,214)	-	-	28,057	28,057	(3,13,854)
				PY 2020-21	12,24,475	-	23,753	-	23,753	-	2,27,937	6,74,874	9,02,811	3,45,417
32	14X326	Royal Society of Chemistry	RSC CHEMISTRY OUTREACH	CY 2021-22	2,898	-	-	-	-	-	-	2,898	2,898	-
				PY 2020-21	2,795	-	103	-	103	-	-	-	-	2,898
33	14X328	DBT	INTERNATIONAL ASSOCIATED LABORATORY IN THE AREA OF SYSTEMS	CY 2021-22	2,697	-	-	-	-	-	-	2,697	2,697	-
				PY 2020-21	2,601	-	96	-	96	-	-	-	-	2,697
34	14X330	DST	TIFR-ARIES NEAR INFRARED SPECTROMETER	CY 2021-22	1,28,547	-	4,058	-	4,058	-	-	-	-	1,32,605
				PY 2020-21	1,23,982	-	4,565	-	4,565	-	-	-	-	1,28,547
35	14X331	IFCPAR	DEVICE TO DEVICE (D2D) COMMUNICATIONS FOR LTE- ADVANCED CELLULAR NETWORKS	CY 2021-22	2,12,003	-	6,693	-	6,693	-	-	-	-	2,18,696
				PY 2020-21	2,04,474	-	7,529	-	7,529	-	-	-	-	2,12,003
36	15X333	MAX PLANCK PARTNER GROUP	MAX PLANCK PARTNER GROUP WITH THE MAX PLANCK INSTITUTE FOR SOLAR SYSTEMS	CY 2021-22	4,45,758	-	-	-	-	-	3,59,031	86,727	4,45,758	-
				PY 2020-21	19,93,599	-	38,166	-	38,166	-	13,94,392	1,91,615	15,86,007	4,45,758
37	15X334	DST	SWARNAJAYANTI FELLOWSHIP OF DR SUSHIL MAJUMDAR	CY 2021-22	1,24,768	-	3,939	-	3,939	-	-	-	-	1,28,707
				PY 2020-21	4,17,695	-	6,254	-	6,254	1,66,980	75,000	57,201	2,99,181	1,24,768
38	15X335	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	JC BOSE FELLOWSHIP TO PROF KALOBARAN MAITI	CY 2021-22	1,07,070	-	3,380	-	3,380	-	-	-	-	1,10,450
				PY 2020-21	5,63,473	-	19,752	-	19,752	-	50,000	4,26,155	4,76,155	1,07,070
39	15X336	DST	INVESTIGATION OF THE DISTRIBUTION OF VARIOUS GAS COMPONENTS IN STAR	CY 2021-22	3,20,959	-	10,133	-	10,133	-	-	-	-	3,31,092
				PY 2020-21	3,09,561	-	11,398	-	11,398	-	-	-	-	3,20,959
40	15X337	IFCPAR	NOVEL NANOCATALYST SYNTHESIS GUIDED BY DNP NMR	CY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	(698)	-	-	698	698	-	-	-	-	-
41	15X338	DST	TUNING ELECTRON CORRELATIONS IN HEAVY FERMION COMPOUNDS BY PRESSURE TO	CY 2021-22	1,75,099	-	5,528	-	5,528	-	-	-	-	1,80,627
				PY 2020-21	1,68,881	-	6,218	-	6,218	-	-	-	-	1,75,099
42	15X341	SERB	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR BASUDEB DASGUPTA	CY 2021-22	1,96,056	-	6,190	-	6,190	-	-	-	-	2,02,246
				PY 2020-21	1,99,606	-	7,350	-	7,350	-	-	10,900	10,900	1,96,056

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	15X342	IFCPAR	HOLOGRAPHY AND ITS APPLICATIONS	CY 2021-22	5,84,496	-	18,453	-	18,453	-	-	-	-	6,02,949
				PY 2020-21	5,63,739	-	20,757	-	20,757	-	-	-	-	5,84,496
44	15X344	DAE	STUDY OF INHOMOGENEITIES AND NANOSTRUCTURES ON SOLID SURFACES BY	CY 2021-22	23,47,838	-	59,649	-	59,649	-	5,25,000	7,62,794	12,87,794	11,19,693
				PY 2020-21	13,96,680	11,93,161	69,919	-	12,63,080	-	-	3,11,922	3,11,922	23,47,838
45	15X345	SERB	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR. UMANG BHASKAR	CY 2021-22	1,05,150	-	3,140	-	3,140	-	-	-	-	1,08,290
				PY 2020-21	1,10,195	-	4,057	-	4,057	-	-	9,102	9,102	1,05,150
46	16X347	SERB	J C BOSE FELLOWSHIP TO PROF MAHAN MITRA	CY 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
				PY 2020-21	9,74,838	19,00,000	53,903	(8,76,717)	10,77,186	2,26,423	2,56,667	2,55,976	7,39,066	13,12,958
47	16X349	MAX PLANK INSITUTE FOR PHYSIK	PARTNERSHIP GROUP BETWEEN MPI FOR PHYSICS MUNICH & TIFR	CY 2021-22	39,65,905	-	1,22,742	-	1,22,742	-	-	1,21,310	1,21,310	39,67,337
				PY 2020-21	33,67,023	6,95,207	1,32,182	-	8,27,389	1,86,101	-	42,406	2,28,507	39,65,905
48	16X351	MAX-PLANCK	PARTNERSHIP GROUP BETWEEN MPI & TIFR FOR ASTROPHYSICS	CY 2021-22	33,73,019	-	78,304	-	78,304	10,18,197	-	1,04,683	11,22,880	23,28,443
				PY 2020-21	26,98,818	8,69,710	1,08,718	-	9,78,428	1,61,369	-	1,42,858	3,04,227	33,73,019
49	16X352	INDO-GERMAN (DST-DAAD)	CRUMBS PARALOGUES AND THEIR FUNCTIONAL SIGNIFICANCE IN ZEBRA FISH EPITHELIA	CY 2021-22	38,636	-	1,220	-	1,220	-	-	-	-	39,856
				PY 2020-21	37,264	-	1,372	-	1,372	-	-	-	-	38,636
50	16X353	WELCOME TRUST	EARLY CAREER FELLOWSHIP TO PAULOMI SANGHAVI	CY 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
				PY 2020-21	13,60,727	10,24,411	40,358	-	10,64,769	-	9,50,400	4,86,415	14,36,815	9,88,681
51	16X360	DST NANOMISSION	SUPERCONDUCTING 2D MATERIALS AND THEIR NANOSCALE DEVICES	CY 2021-22	20,924	-	-	-	-	-	-	20,924	20,924	-
				PY 2020-21	12,58,644	-	20,879	(11,00,718)	(10,79,839)	2,146	1,55,735	-	1,57,881	20,924
52	16X361	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY	CENTRE OF EXCELLENCE IN EPIGENETICS PHASE II	CY 2021-22	42,342	31,83,707	28,545	(1,24,102)	30,88,150	-	-	13,74,319	13,74,319	17,56,173
				PY 2020-21	40,838	-	1,504	-	1,504	-	-	-	-	42,342
53	16X363	DEPARTMENT OF SCIENCE AND TECHONOGY (INTERNATIONAL	MAGNETOPLASMONIC QUASICRYSTALS	CY 2021-22	6,29,740	-	19,881	-	19,881	-	-	-	-	6,49,621
				PY 2020-21	6,07,376	-	22,364	-	22,364	-	-	-	-	6,29,740
54	16X364	DRDO	DEVELOPMENT OF SCIENCE RELATED TO COLD ATOM INTERFEROMETER FOR	CY 2021-22	1,80,33,165	-	5,22,818	-	5,22,818	-	66,194	32,38,174	33,04,368	1,52,51,615
				PY 2020-21	1,93,72,144	-	6,71,052	-	6,71,052	-	-	20,10,031	20,10,031	1,80,33,165
55	16X365	JOINT RESEARCH AGREEMENT BETWEEN TATA STEEL LTD AND TIFR	NANOSCALE GRAPHENE SENSORS	CY 2021-22	1,67,381	-	4,648	-	4,648	-	-	30,166	30,166	1,41,863
				PY 2020-21	2,102	11,65,000	12,586	(1,80,000)	9,97,586	-	1,23,325	7,08,982	8,32,307	1,67,381
56	16X366	INDIAN COUNCIL OF HISTORICAL RESEARCH	STUDY OF CULTURAL CONTINUITY BETWEEN EARLY POPULATION OF INDIA AND SOUTH EAST	CY 2021-22	13,700	-	433	-	433	-	-	-	-	14,133
				PY 2020-21	71,172	-	1,753	(59,225)	(57,472)	-	-	-	-	13,700

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI 400 005.
KAILASH CHAND JAIN & CO. Chartered Accountants MUMBAI

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	17X367	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	SWARNAJAYANTI FELLOWSHIP TO DR.PRAHLADH HARSHA	CY 2021-22	2,80,414	-	2,351	-	2,351	-	2,70,600	-	2,70,600	12,165
				PY 2020-21	1,09,984	7,50,000	16,581	-	7,66,581	1,35,727	3,50,000	1,10,424	5,96,151	2,80,414
58	17X371	SERB	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR.RAMPRASAD SAPTHARISI	CY 2021-22	46,176	-	1,458	-	1,458	-	-	-	-	47,634
				PY 2020-21	46,886	-	1,690	-	1,690	-	-	2,400	2,400	46,176
59	17X372	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	TOPOLOGICAL PHASE OF MATTER IN 2D SUPERCONDUCTING MATERIALS	CY 2021-22	30,521	-	964	-	964	-	-	-	-	31,485
				PY 2020-21	29,437	-	1,084	-	1,084	-	-	-	-	30,521
60	17X374	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	RAMANUJAN FELLOWSHIP AWARD TO DR.HARIHARAN NARAYANAN	CY 2021-22	1,42,029	2,00,000	10,246	-	2,10,246	-	-	60,000	60,000	2,92,275
				PY 2020-21	1,95,539	-	6,490	-	6,490	-	-	60,000	60,000	1,42,029
61	17X376	IFCPAR	INTERACTIONS BETWEEN DYNAMICAL SYSTEMS GEOMETRY AND NUMBER THEORY	CY 2021-22	77,980	-	2,462	-	2,462	-	-	-	-	80,442
				PY 2020-21	1,00,414	3,02,163	3,277	-	3,05,440	-	3,17,771	10,103	3,27,874	77,980
62	17X377	SERB	NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP TO DR.ADITYA N ROYCHOUDHURY	CY 2021-22	5,17,142	-	16,327	-	16,327	-	-	-	-	5,33,469
				PY 2020-21	-	5,10,139	7,003	-	5,17,142	-	-	-	-	5,17,142
63	17X378	SERB	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR.PIYUSH SRIVASTAVA	CY 2021-22	8,40,265	-	26,445	-	26,445	-	-	60,000	60,000	8,06,710
				PY 2020-21	8,70,447	-	31,318	-	31,318	-	-	61,500	61,500	8,40,265
64	17X379	SERB	JC BOSE FELLOWSHIP TO DR.SANDIP PARIMAL TRIVEDI	CY 2021-22	4,98,495	-	15,108	-	15,108	-	25,000	61,620	86,620	4,26,983
				PY 2020-21	8,74,256	-	25,124	-	25,124	-	3,00,000	1,00,885	4,00,885	4,98,495
65	17X380	DST	SWARNAJAYANTI FELLOWSHIP TO DR.ANISH GHOSH	CY 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
				PY 2020-21	2,88,399	6,00,000	17,789	-	6,17,789	-	3,00,000	1,07,670	4,07,670	4,98,518
66	18X340	SERB	JC BOSE FELLOWSHIP TO PROF.E.V.SAMPATHKUMARAN	CY 2021-22	52,907	-	-	-	-	-	-	52,907	52,907	-
				PY 2020-21	2,86,403	-	3,148	(2,36,644)	(2,33,496)	-	-	-	-	52,907
67	18X341	SERB	JC BOSE FELLOWSHIP TO PROF.INDRANIL BISWAS	CY 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
				PY 2020-21	1,91,333	17,00,000	28,730	-	17,28,730	2,67,540	3,00,000	1,44,920	7,12,460	12,07,603
68	18X342	SERB	JC BOSE FELLOWSHIP TO DR. T.N.VENKATARAMA	CY 2021-22	3,61,255	13,00,000	35,531	-	13,35,531	-	4,00,000	31,771	4,31,771	12,65,015
				PY 2020-21	13,89,421	-	37,813	-	37,813	5,97,271	-	4,68,708	10,65,979	3,61,255
69	18X343	DEPARTMENT OF ATOMIC ENERGY	MECHANISMS OF ACTIVE INTRA-CELLULAR TRANSPORT, CONNECTING THEORY	CY 2021-22	2,70,557	-	8,504	-	8,504	-	-	88,500	88,500	1,90,561
				PY 2020-21	3,47,687	-	11,370	-	11,370	-	-	88,500	88,500	2,70,557
70	18X344	DST	EFFICIENCY OF SECURE COMPUTAION	CY 2021-22	2,24,761	-	7,096	-	7,096	-	-	-	-	2,31,857
				PY 2020-21	2,58,286	-	8,075	-	8,075	-	41,600	-	41,600	2,24,761

MUMBAI INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH मुंबई / MUMBAI
KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

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	18X345	INSTEM	INTERACTIONS BETWEEN MEMBRANE BOUND AMYLOID BETA OLIGOMERS AND	CY 2021-22	3,69,908	-	6,742	-	6,742	-	-	1,87,841	1,87,841	1,88,809
				PY 2020-21	15,09,922	-	29,760	-	29,760	-	2,89,355	8,80,419	11,69,774	3,69,908
72	18X346	BARC	PROTO TYPE DEVELOPMENT OF PHOTOCONDUCTIVE SEMI CONDUTOR	CY 2021-22	54,126	-	1,709	-	1,709	-	-	-	-	55,835
				PY 2020-21	99,493	-	2,693	-	2,693	-	-	48,060	48,060	54,126
73	18X347	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	NEUROGENESIS VERSUS GLIOGENESIS IN THE DEVELOPING HIPPOCAMPUS: FROM	CY 2021-22	84,836	30,00,000	23,599	-	30,23,599	-	2,28,160	8,67,954	10,96,114	20,12,321
				PY 2020-21	3,88,460	-	7,575	(34,144)	(26,569)	-	1,90,660	86,395	2,77,055	84,836
74	18X348	SERB	RAMANUJAN FELLOWSHIP AWARD TO DR.SUGATA MONDAL	CY 2021-22	6,60,366	-	16,977	-	16,977	2,19,898	-	79,736	2,99,634	3,77,709
				PY 2020-21	7,26,296	-	25,769	-	25,769	-	-	91,699	91,699	6,60,366
75	18X349	SERB	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR. NISHITA DESAI	CY 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
				PY 2020-21	7,14,758	17,00,000	15,578	-	17,15,578	91,841	20,10,000	62,400	21,64,241	2,66,095
76	18X350	SERB	JC BOSE FELLOWSHIP TO PROF.VASUDEVAN SRINIVAS	CY 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
				PY 2020-21	12,54,034	7,00,000	51,522	-	7,51,522	1,36,815	3,00,000	1,53,569	5,90,384	14,15,172
77	18X351	SUNNYBROOK RESEARCH INSTITUTE	DECIPHERING THE BLUEPRINT OF THE HEALTHY AND DISEASE BRAIN THROUGH THE	CY 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
				PY 2020-21	29,92,386	39,86,883	1,89,090	-	41,75,973	1,47,926	6,84,480	5,12,948	13,45,354	58,23,005
78	18X352	DST	PLASMONIC STRUCTURES WITH BROKEN TIME AND SPACE SYMMETRIES	CY 2021-22	2,61,972	-	8,271	-	8,271	-	-	-	-	2,70,243
				PY 2020-21	5,70,366	-	12,219	-	12,219	-	-	3,20,613	3,20,613	2,61,972
79	18X353	DST	DST INSPIRE FACULTY AWARD TO DR.SUBHAMOY GHATAK	CY 2021-22	42,35,296	-	1,33,712	-	1,33,712	-	-	-	-	43,69,008
				PY 2020-21	1,80,117	15,48,000	23,960	24,83,219	40,55,179	-	-	-	-	42,35,296
80	18X354	DST	DST INSPIRE FACULTY AWARD IFA14-PH-114	CY 2021-22	6,78,242	-	21,291	-	21,291	-	-	62,861	62,861	6,36,672
				PY 2020-21	85,620	5,97,506	9,419	-	6,06,925	-	-	14,303	14,303	6,78,242
81	18X355	SERB	DESIGN AND ANALYSIS OF WIRELESS NETWORKS USING STOCHASTIC GEOMETRY	CY 2021-22	52,886	-	1,495	-	1,495	-	-	9,010	9,010	45,371
				PY 2020-21	1,34,804	-	4,571	-	4,571	-	-	86,489	86,489	52,886
82	18X356	DBT	INVESTIGATING SIRT1 DEPENDENT REGULATION OF HEPATIC VITAMIN D	CY 2021-22	22,02,978	-	50,800	-	50,800	-	4,35,120	16,15,141	20,50,261	2,03,517
				PY 2020-21	8,63,110	20,13,989	37,395	(1,54,629)	18,96,755	-	3,56,400	2,00,487	5,56,887	22,02,978
83	18X357	SERB	EFFICIENT ALGORITHMS FOR COMPUTING EQUILIBRIA IN GAMES ON NETWORKS	CY 2021-22	2,59,766	-	8,095	-	8,095	-	-	1,33,564	1,33,564	1,34,297
				PY 2020-21	2,73,174	-	9,784	-	9,784	-	-	23,192	23,192	2,59,766
84	18X358	SERB	NATIONAL POST-DOC FELLOWSHIP TO DR. ABHISHEK SINGH	CY 2021-22	1,55,139	-	-	(19,892)	(19,892)	-	54,784	80,463	1,35,247	-
				PY 2020-21	1,40,206	9,60,000	6,373	-	9,66,373	-	8,18,616	1,32,824	9,51,440	1,55,139

MUMBAI

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	18X361	DEPARTMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	DST INSPIRE FELLOWSHIP	CY 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
				PY 2020-21	48,45,667	22,19,728	1,48,120	(24,83,219)	(1,15,371)	-	21,87,179	6,85,045	28,72,224	18,58,072
86	18X381	ONR EF (OFFICE OF NAVAL RESEARCH	PROBING THE MAGNETO-ELASTIC COUPLING OF A ONE UNIT CELL THICK FERROMAGNET	CY 2021-22	95,687	-	3,021	-	3,021	-	-	-	-	98,708
				PY 2020-21	1,29,352	-	4,316	-	4,316	-	-	37,981	37,981	95,687
87	18X382	IFCPAR	COMPOSITE MODELS AT THE INTERFACE OF THEORY AND PHENOMENOLOGY	CY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	6,63,124	-		(6,63,124)	(6,63,124)	-	-	-	-	-
88	18X383	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY	SELF FLUORESCENT CELL PERMEABLE	CY 2021-22	2,60,810	-	8,234	-	8,234	-	-	-	-	2,69,044
				PY 2020-21	2,74,844	-	9,566	-	9,566	-	-	23,600	23,600	2,60,810
89	18X384	SERB	SURFACE GROUP REPRESENTATION AND GEOMETRIC GROUP THEORY	CY 2021-22	1,42,594	-	4,502	-	4,502	-	-	-	-	1,47,096
				PY 2020-21	1,78,662	-	5,760	-	5,760	-	-	41,828	41,828	1,42,594
90	18X385	SERB	DYNAMICAL SYSTEMS ON HOMOGENEOUS SPACES AND INTERACTIONS WITH NUMBER THEORY	CY 2021-22	39,745	-	1,255	-	1,255	-	-	-	-	41,000
				PY 2020-21	2,28,004	-	5,940	-	5,940	1,74,199	-	20,000	1,94,199	39,745
91	18X386	DIARY NO.SERB/F/736/2018-19 DATED 16-05-2018	HOLOMORPHIC CARTAN GEOMETRY	CY 2021-22	1,21,813	-	1,532	-	1,532	99,893	-	-	99,893	23,452
				PY 2020-21	2,04,926	1,00,000	4,245	-	1,04,245	1,16,603	-	70,755	1,87,358	1,21,813
92	18X387	SERB	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR.ABHIJIT GADDE	CY 2021-22	1,37,686	-	4,284	-	4,284	-	-	6,000	6,000	1,35,970
				PY 2020-21	2,65,440	-	7,133	-	7,133	-	-	1,34,887	1,34,887	1,37,686
93	18X388	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	UNVELLING PHYSICAL CONDITION IN MILKY WAY SMC AND HIGH RED SHIFTED DAMPED ALPHA	CY 2021-22	1,86,108	-	1,706	(2,775)	(1,069)	-	1,65,000	-	1,65,000	20,039
				PY 2020-21	39,077	8,30,000	788	(6,257)	8,24,531	-	6,05,000	72,500	6,77,500	1,86,108
94	19X359	DST	NANOSTRUCTURES WITH LARGE MAGNETO-OPTICAL ACTIVITY AND SPIN-ORBIT	CY 2021-22	2,37,955	-	2,690	-	2,690	-	1,92,400	-	1,92,400	48,245
				PY 2020-21	8,12,564	-	18,392	(36,977)	(18,585)	-	4,52,460	1,03,564	5,56,024	2,37,955
95	19X360	Department of Bio Technology	CRISPR-CAS9 BASED GENOME-EDITING APPROACH TO EXPLORE FUNCTIONS OF ACTIN	CY 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
				PY 2020-21	14,40,234	-	30,827	(55,056)	(24,229)	-	7,49,227	2,22,575	9,71,802	4,44,203
96	19X362	Max-Planck	MAX PLANCK GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG DER WISSENSCHAFTEN E.V.	CY 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
				PY 2020-21	17,35,806	17,33,963	83,914	-	18,17,877	2,20,794	41,000	2,74,901	5,36,695	30,16,988
97	19X363	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	LARGE-SCALE MAPPING OF MASSIVE STAR-FORMING REGIONS IN THE FAR- INFRARED	CY 2021-22	1,46,243	-	4,617	-	4,617	-	-	-	-	1,50,860
				PY 2020-21	1,41,050	-	5,193	-	5,193	-	-	-	-	1,46,243
98	19X364	JEST EXAM	JEST	CY 2021-22	31,72,186	19,79,199	-	(10,000)	19,69,199	-	-	51,41,385	51,41,385	-
				PY 2020-21	58,03,119	-	1,67,858	-	1,67,858	-	-	27,98,791	27,98,791	31,72,186

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI 400 005.
KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

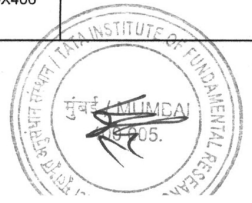
Sr. No.	Budget Code	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current Year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
					A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I=F+G+H	J=A+E-I
99	19X365	SERB	EXPLORING THE ANTICANCERE POTENTIAL OF HIGH-VALENT	CY 2021-22	8,66,941	-	16,230	-	16,230	-	2,01,833	2,69,500	4,71,333	4,11,838
				PY 2020-21	10,84,546	-	35,585	-	35,585	-	19,500	2,33,690	2,53,190	8,66,941
100	19X366	SERB	TWISTED CONFORMAL BLOCKS WITH APPLICATION TO MODULI SPACES	CY 2021-22	1,28,176	50,000	2,995	-	52,995	8,175	-	1,31,822	1,39,997	41,174
				PY 2020-21	2,24,046	80,000	5,599	-	85,599	79,388	-	1,02,081	1,81,469	1,28,176
101	19X367	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP TO MS. NIDHI SATISH SAIKHEDKAR	CY 2021-22	9,34,714	-	18,429	-	18,429	-	5,68,558	1,87,367	7,55,925	1,97,218
				PY 2020-21	8,94,356	10,68,400	29,983	-	10,98,383	-	7,86,500	2,71,525	10,58,025	9,34,714
102	19X368	BARC	BARC-TIFR MOU FOR THE PRETEM	CY 2021-22	1,47,87,723	-	1,94,112	-	1,94,112	-	-	1,20,60,094	1,20,60,094	29,21,741
				PY 2020-21	2,86,91,013	-	7,41,430	-	7,41,430	-	-	1,46,44,720	1,46,44,720	1,47,87,723
103	19X369	SERB	STRUCTURAL ORIENTATION EFFECTS OF NEW LOW DIMENSIONAL HYBRID	CY 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
				PY 2020-21	12,32,314	-	39,751	-	39,751	-	2,01,998	1,14,918	3,16,916	9,55,149
104	19X370	WELLCOME TRUST /DBT INDIA ALLIANCE	MODULATION OF MITOCHONDRIAL METABOLISM WITHIN LIMBIC BRAIN REGIONS	CY 2021-22	10,22,059	18,45,212	32,318	-	18,77,530	-	11,23,200	17,48,804	28,72,004	27,585
				PY 2020-21	3,10,803	28,35,054	40,284	-	28,75,338	1,47,000	9,50,400	10,66,682	21,64,082	10,22,059
105	19X371	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD (SERB)	NATIONAL POST-DOCTORALFELLOWSHIP TO DR. SAYANTANI GHOSH	CY 2021-22	7,07,152	-	22,325	-	22,325	-	-	-	-	7,29,477
				PY 2020-21	9,30,258	-	26,274	-	26,274	-	2,49,380	-	2,49,380	7,07,152
106	19X372	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	PLASMONIC NANOMATERIALS FOR CONVERTING CO2 TO FUEL USING SOLAR	CY 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
				PY 2020-21	45,25,140	-	1,43,300	-	1,43,300	-	11,160	15,39,932	15,51,092	31,17,348
107	19X373	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	ALGEBRO-ANALYTIC METHODS FOR RUDIMENTARY MODELS OF COMPUTATION	CY 2021-22	1,90,677	-	5,898	-	5,898	1,50,584	-	22,540	1,73,124	23,451
				PY 2020-21	2,03,423	-	7,254	-	7,254	-	-	20,000	20,000	1,90,677
108	19X374	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	THE HIGH-DIMENSIONAL PARAMETRIC COMPLEXITY OF THE SHORTEST PATH	CY 2021-22	1,57,880	-	4,676	-	4,676	-	33,387	-	33,387	1,29,169
				PY 2020-21	2,03,423	-	6,575	-	6,575	32,118	-	20,000	52,118	1,57,880
109	19X375	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	DESIGNING A PERFECT INTERVIEW/EXAM USING MULTI-ARMED BANDIT METHODS	CY 2021-22	38,800	-	948	-	948	-	-	22,515	22,515	17,233
				PY 2020-21	2,03,423	-	3,867	-	3,867	1,20,018	-	48,472	1,68,490	38,800
110	19X376	GOOGLE IRELAND LIMITED	GOOGLE PHD FELLOWSHIP IN ALGORITHMS TO SIDDHARTH BHANDARI	CY 2021-22	31,05,033	-	86,358	-	86,358	-	2,80,000	2,85,652	5,65,652	26,25,739
				PY 2020-21	35,88,138	-	1,16,895	-	1,16,895	-	6,00,000	-	6,00,000	31,05,033
111	19X377	INFOSYS SCIENCE FOUNDATION	TRAVEL FUNDS TO CALTECH (INFOSYS SCIENCE FOUNDATION FUNDS FROM SHRINIVAS	CY 2021-22	9,02,176	-	28,482	-	28,482	-	-	-	-	9,30,658
				PY 2020-21	8,70,137	-	32,039	-	32,039	-	-	-	-	9,02,176
112	19X378	DST	SCALING UP QUANTUM PROCESSORS USING SUPERCONDUCTING CIRCUITS	CY 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
				PY 2020-21	71,02,862	43,52,10,000	23,44,106	(33,61,82,000)	10,13,72,106	4,19,317	6,69,600	29,27,338	40,16,255	10,44,58,713

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI 400 005.
KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

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	19X379	DST	QUEST: GROUP CO-ORDINATION	CY 2021-22	1,07,78,000	-	3,40,270	-	3,40,270	-	-	-	-	1,11,18,270
				PY 2020-21	-	-	-	1,09,78,000	1,09,78,000	-	-	2,00,000	2,00,000	1,07,78,000
114	19X380	DST	QUEST: WEBPAGE AND REPOSITORY	CY 2021-22	10,00,000	-	31,571	-	31,571	-	-	-	-	10,31,571
				PY 2020-21	-	-	-	10,00,000	10,00,000	-	-	-	-	10,00,000
115	19X381	DRDO	DEVELOPMENT OF QUANTUM COMPUTING ARCHITECURE WITH SILICON BASED SPIN	CY 2021-22	74,55,788	-	2,03,801	-	2,03,801	28,60,339	-	-	28,60,339	47,99,250
				PY 2020-21	81,40,895	-	2,77,068	-	2,77,068	9,62,175	-	-	9,62,175	74,55,788
116	19X384	DRDO	THZ ABSORBER METAMATERIAL COMPATIBLE WITH MEMS FABRICATION PROCESS	CY 2021-22	4,51,649	-	5,974	-	5,974	-	3,31,164	80,413	4,11,577	46,046
				PY 2020-21	5,58,082	-	18,367	-	18,367	-	1,24,800	-	1,24,800	4,51,649
117	20X382	SREE PVF	MODULATION OF MMLBR FOLLOWING EARLY LIFE STRESS	CY 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
				PY 2020-21	-	1,95,17,300	1,96,416	-	1,97,13,716	2,68,726	5,95,440	58,97,877	67,62,043	1,29,51,673
118	20X383	DCS	COLABA COVID-19 RESEARCH	CY 2021-22	1,71,009	-	5,242	-	5,242	-	-	39,536	39,536	1,36,715
				PY 2020-21	-	12,50,000	-	-	12,50,000	-	-	10,78,991	10,78,991	1,71,009
119	20X385	SERB	SUPERCONDUCTING CAVITY COUPLED TWISTRONIC DEVICES AND DETECTORS	CY 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
				PY 2020-21	-	2,80,00,000	5,13,366	-	2,85,13,366	-	8,90,870	10,50,294	19,41,164	2,65,72,202
120	20X386	Microsoft Research & Lab India Pvt. Ltd.	MICROSOFT UNRESTRICTED RESEARCH GRANT TO SUPPORT RESEARCH	CY 2021-22	6,98,367	-	21,173	-	21,173	-	35,000	4,220	39,220	6,80,320
				PY 2020-21	-	10,62,000	20,221	(1,62,000)	9,20,221	-	2,10,000	11,854	2,21,854	6,98,367
121	20X387	National Security Council Secretariat	FEASIBILITY OF DEVELOPING A SQUID BASED AIRBORNE FULL TENSOR GRADIOMETER -	CY 2021-22	2,50,006	1,05,660	-	(331)	1,05,329	-	-	3,55,335	3,55,335	-
				PY 2020-21	-	4,34,380	7,127	-	4,41,507	-	-	1,91,501	1,91,501	2,50,006
122	20X388	US Agency ITC PAC	NON-LOCAL TRANSPORT IN TWISTED DOUBLE	CY 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
				PY 2020-21	-	8,79,600	10,486	-	8,90,086	-	39,000	5,80,880	6,19,880	2,70,206
123	20X389	A.T.E. CHANDRA FOUNDATION	ENHANCE THE TIFR AGENT BASED SIMULATOR	CY 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
				PY 2020-21	-	20,00,000	39,894	-	20,39,894	-	1,68,387	15,876	1,84,263	18,55,631
124	20X390	SCIENCE & ENGINEERNG RESEARCH BOARD	J C BOSE FELLOWSHIP TO PROF. SHIRAZ MINWALLA	CY 2021-22	11,65,721	-	26,502	-	26,502	-	8,54,536	23,250	8,77,786	3,14,437
				PY 2020-21	-	14,00,000	25,063	-	14,25,063	34,926	-	2,24,416	2,59,342	11,65,721
125	20X391	Human Space Flight Centre (HSFC - ISRO)	MOU BETWEEN HSFC(ISRO) & TIFR	CY 2021-22	24,05,667	-	62,282	-	62,282	-	6,11,280	1,76,154	7,87,434	16,80,515
				PY 2020-21	-	24,21,800	46,507	-	24,68,307	-	-	62,640	62,640	24,05,667
126	20X392	SERB	CYCLES, MOTIVES AND K-THEORY	CY 2021-22	1,58,577	70,000	4,251	-	74,251	-	-	1,36,000	1,36,000	96,828
				PY 2020-21	-	2,66,749	3,650	-	2,70,399	92,453	-	19,369	1,11,822	1,58,577

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
MUMBAI
KAILASHCHAND JAIN & CO.
MUMBAI
Chartered Accountants

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	20X393	SERB	QUANTITATIVE METHODS FOR CORE ELECTRON SPECTROSCOPY OF MOLECULAR LIQUIDS	CY 2021-22	17,79,995	-	56,186	-	56,186	-	-	1,14,128	1,14,128	17,22,053
				PY 2020-21	-	18,61,000	33,123	-	18,94,123	-	-	1,14,128	1,14,128	17,79,995
128	20X394	SERB	A NEW LINK BETWEEN HOLOMORPHIC DYNAMICS & KLEINIAN GROUPS	CY 2021-22	1,13,937	1,20,000	3,057	-	1,23,057	-	-	96,221	96,221	1,40,773
				PY 2020-21	-	3,53,296	3,475	-	3,56,771	1,98,453	-	44,381	2,42,834	1,13,937
129	20X395	SERB	STUDY THE RIBSOME ASSOCIATED PROTEIN QUALITY CONTROL MECHANISM OF CELL	CY 2021-22	1,78,126	-	3,541	-	3,541	-	10,000	1,36,427	1,46,427	35,240
				PY 2020-21	-	11,98,400	7,874	-	12,06,274	-	-	10,28,148	10,28,148	1,78,126
130	20X396	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	SWARNAJAYANTI FELLOWSHIP	CY 2021-22	1,89,688	-	-	(14,688)	(14,688)	-	1,75,000	-	1,75,000	-
				PY 2020-21	-	3,00,000	4,849	-	3,04,849	-	95,161	20,000	1,15,161	1,89,688
131	20X397	TCS Foundation	TCS RESEARCH SCHOLAR PROGRAMME	CY 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
				PY 2020-21	-	11,32,000	9,485	(3,50,000)	7,91,485	-	2,94,996	-	2,94,996	4,96,489
132	20X398	SERB	BIMEROMORPHIC CLASSIFICATION OF HIGHER DIMENSIONAL VARIETIES	CY 2021-22	1,16,904	-	3,126	-	3,126	-	-	93,876	93,876	26,154
				PY 2020-21	-	3,17,600	3,299	-	3,20,899	1,48,798	-	55,197	2,03,995	1,16,904
133	20X399	SERB	SWANAJAYANTI FELLOWSHIP TO DR. HARIHARAN NARAYANAN	CY 2021-22	2,85,022	-	-	(17,280)	(17,280)	-	2,67,742	-	2,67,742	-
				PY 2020-21	-	3,00,000	5,022	-	3,05,022	-	-	20,000	20,000	2,85,022
134	20X400	SERB	NATIONAL POST-DOCTORAL FELLOWSHIP TO DR. DEBI PRASAD PANDA	CY 2021-22	9,31,580	-	-	(3,78,427)	(3,78,427)	-	4,52,149	1,01,004	5,53,153	-
				PY 2020-21	-	11,18,400	16,971	-	11,35,371	-	1,03,791	1,00,000	2,03,791	9,31,580
135	20X401	SERB	NATIONAL POST-DOCTORAL FELLOWSHIP TO DR. JHUMA SAHA	CY 2021-22	9,05,276	-	-	(8,05,525)	(8,05,525)	-	1,40,892	(41,141)	99,751	-
				PY 2020-21	-	11,18,400	16,584	-	11,34,984	-	1,29,708	1,00,000	2,29,708	9,05,276
136	20X402	SERB	FEW UNIT-CELL THICK BI2SR2CACU208+6 (BSCCO) SUPERLATTICES	CY 2021-22	24,90,676	-	40,859	-	40,859	-	-	24,51,297	24,51,297	80,238
				PY 2020-21	-	25,93,027	30,957	-	26,23,984	-	-	1,33,308	1,33,308	24,90,676
137	20X403	SERB	NATIONAL POST-DOCTORAL FELLOWSHIP TO MS. NISHEETA DESAI	CY 2021-22	8,19,551	-	14,400	-	14,400	1,71,675	6,05,000	40,403	8,17,078	16,873
				PY 2020-21	-	9,60,000	14,898	-	9,74,898	-	55,347	1,00,000	1,55,347	8,19,551
138	20X404	SERB	INFORMATION THEORETICALLY PRIVATE DISTRIBUTED DETECTION & SECURE	CY 2021-22	2,03,620	-	3,263	-	3,263	1,58,406	-	41,268	1,99,674	7,209
				PY 2020-21	-	2,20,000	3,620	-	2,23,620	-	-	20,000	20,000	2,03,620
139	20X405	SERB	NEUTRINO MURUMURATIONS & SUPERNOVA EXPLOSIONS	CY 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
				PY 2020-21	-	1,37,000	2,201	-	1,39,201	-	-	17,000	17,000	1,22,201
140	20X406	DST	LARGE DEVIATIONS, RARE- EVENT SIMULATION AND MACHINE LEARNING:	CY 2021-22	4,86,904	-	15,372	-	15,372	-	-	-	-	5,02,276
				PY 2020-21	-	5,28,000	6,904	-	5,34,904	-	-	48,000	48,000	4,86,904





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	20X407	SERB	PROVABLE GURANTEES FOR MACHINE LEARNING, WITH A FOCUS ON MANIFOLDS	CY 2021-22	7,28,350	10,00,000	20,932	17,280	10,38,212	-	-	2,51,700	2,51,700	15,14,862
				PY 2020-21	-	7,99,800	10,350	-	8,10,150	-	-	81,800	81,800	7,28,350
142	20X408	SERB	J.C. BOSE FELLOWSHIP TO PROF. KEDAR DAMLE	CY 2021-22	19,10,915	-	55,290	-	55,290	2,18,392	3,00,000	2,80,985	7,99,377	11,66,828
				PY 2020-21	-	19,00,000	22,205	-	19,22,205	-	11,290	-	11,290	19,10,915
143	20X409	CARS DRDO	DEVICE FABRICATION CONTROL AND MEASUREMENT ELECTRONICS	CY 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
				PY 2020-21	-	24,15,255	27,036	-	24,42,291	-	-	-	-	24,42,291
144	21X410	SERB	J.C.BOSE FELLOWSHIP RENEWAL	CY 2021-22	-	19,00,000	32,963	-	19,32,963	-	3,00,000	15,78,460	18,78,460	54,503
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
145	21X411	GOOGLE ASIA PACIFIC PTE LTD.	GOOGLE PHD FELLOWSHIP TO PRERONA CHATTERJEE, SHUBHADA AGARWAL,	CY 2021-22	-	22,34,523	27,804	-	22,62,327	-	7,35,000	3,55,495	10,90,495	11,71,832
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
146	21X412	WHO	ANALYSIS OF POTENTIAL IMPACT OF PUBLIC HEALTH AND SOCIAL MEASURE BETWEEN	CY 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
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
147	21X413	SERB	INVESTINGATION THE MECHANISM OF INSULIN-DEPENDENT REGULATION OF RAB4-	CY 2021-22	-	19,57,360	17,322	-	19,74,682	-	1,87,818	1,77,694	3,65,512	16,09,170
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
148	21X414	SERB	J C BOSE FELLOWSHIP TO PROF. VIDITA A. VAIDYA	CY 2021-22	-	19,00,000	16,570	-	19,16,570	-	1,00,000	4,32,550	5,32,550	13,84,020
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
149	21X416	SERB	TOPOLOGICAL PHASE TRANSITION IN STRAIN ENGINEERED EPITAXIAL HEUSLER THIN FLIMS	CY 2021-22	-	18,86,160	14,117	-	19,00,277	-	-	1,13,447	1,13,447	17,86,830
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	21X417	DBT/WELLCOME TRUST INDIA ALLIANCE	DBT/WELLCOME TRUST INDIA ALLIANCE	CY 2021-22	-	12,81,077	6,659	-	12,87,736	-	2,59,200	1,14,212	3,73,412	9,14,324
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
151	21X418	SERB	NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP	CY 2021-22	-	11,18,400	2,328	-	11,20,728	-	99,865	-	99,865	10,20,863
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
152	21X419	SERB	NATIONAL POST-DOCTORAL FELLOWSHIP	CY 2021-22	-	11,18,400	2,771	-	11,21,171	-	99,865	1,00,000	1,99,865	9,21,306
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
153	21X420	SERB	BLACK BOX ROUND COMPLEXITY OF SECURE COMPUTATION	CY 2021-22	-	6,06,870	3,564	-	6,10,434	1,45,197	-	39,570	1,84,767	4,25,667
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
154	21X421	DST	INDIA DST-DFG PROJECT ON MOTIVIC ALGEBRAIC TOPOLOGY	CY 2021-22	-	10,05,712	5,218	-	10,10,930	-	-	1,37,312	1,37,312	8,73,618
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
मुंबई / MUMBAI
2005.
KAILASHCHAND JAIN & CO.
MUMBAI
Chartered Accountants

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	21X422	SERB	NEW FRONTIERS IN PERCOLATION THEORY	CY 2021-22	-	2,97,883	1,159	-	2,99,042	1,46,619	-	22,695	1,69,314	1,29,728
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
156	21X423	DST	INDIA DST-DFG PROJECT ON MOTIVIC ALGEBRAIC TOPOLOGY	CY 2021-22	-	7,50,000	4,033	-	7,54,033	-	-	-	-	7,54,033
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
157	21X424	IFCPAR	PROJECT NO. 6505-1 HOW TO TRACE METALLO-DRUGS IN LIVING CELLS?	CY 2021-22	-	21,60,640	10,682	-	21,71,322	-	-	-	-	21,71,322
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
158	21X425	SERB	ZERO-SUM AND NONZERO-SUM GAMES FOR CONTROLLER SYNTHESIS OF REACTIVE	CY 2021-22	-	13,86,000	6,500	-	13,92,500	-	-	1,26,576	1,26,576	12,65,924
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
159	21X426	SERB	NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP TO MR. ABHINAV BHARADWAJ	CY 2021-22	-	11,18,400	3,450	-	11,21,850	-	-	1,00,000	1,00,000	10,21,850
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	21X427	DRDO		CY 2021-22	-	54,90,000	952	-	54,90,952	-	-	-	-	54,90,952
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
161	21X428	ASHOKA UNIVERISTY		CY 2021-22	-	-	-	1,02,966	1,02,966	-	-	-	-	1,02,966
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sub Total (I)				CY 2021-22	43,54,97,368	10,05,76,929	1,23,60,142	(2,79,88,176)	8,49,48,895	2,19,89,282	3,93,75,386	7,26,38,498	13,40,03,166	38,64,43,097
				PY 2020-21	35,84,46,505	60,88,61,501	1,42,53,637	(34,50,66,283)	27,80,48,855	10,39,23,351	3,40,12,136	6,30,62,505	20,09,97,992	43,54,97,368
Closed Projects (II)				CY 2021-22	2,39,12,559	-	-	-	-	-	-	-	-	2,39,12,559
				PY 2020-21	2,41,97,061	-	-	(2,84,503)	(2,84,503)	-	-	-	-	2,39,12,559
Total - 'A' - Mumbai Projects (I + II)				CY 2021-22	45,94,09,927	10,05,76,929	1,23,60,142	(2,79,88,176)	8,49,48,895	2,19,89,282	3,93,75,386	7,26,38,498	13,40,03,166	41,03,55,656
				PY 2020-21	38,26,43,566	60,88,61,501	1,42,53,637	(34,53,50,786)	27,77,64,352	10,39,23,351	3,40,12,136	6,30,62,505	20,09,97,992	45,94,09,927

INDIA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
MUMBAI
400 005.
KAILASHCHAND JAIN & CO.
MUMBAI
Chartered Accountants

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, 2022

RGC - HO Mumbai

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 2021-22	26,08,002	-	-	-	-	1,40,068	-	8,859	1,48,927	24,59,075
				PY 2020-21	29,58,962	3,19,968	-	-	3,19,968	-	5,76,671	94,257	6,70,928	26,08,002
2	17R002	SHELL INDIA MARKETS PVT. LTD.	NANOCAGES OF GRAPHITIC CARBON NITRIDE USING DFNS FOR IN-SITU CO2 CAPTURE AND CONVERSION TO METHANOL	CY 2021-22	11,45,697	-	-	-	-	-	7,48,297	59,864	8,08,161	3,37,536
				PY 2020-21	14,13,024	4,62,424	-	-	4,62,424	-	5,73,173	1,56,578	7,29,751	11,45,697
3	17R003	SHELL INDIA MARKETS PVT. LTD.	DERIVING EFFECTIVE CORASE-SCALE PER MEABILITIES FOR HETEROGENEOUS MEDIA IN 3D	CY 2021-22	4,88,687	-	-	-	-	-	1,34,032	1,82,596	3,16,628	1,72,059
				PY 2020-21	4,88,726	-	-	-	-	-	-	39	39	4,88,687
4	17R004	SHELL INDIA MARKETS PVT. LTD.	DEVELOPMENT OF IMAGING TECHNIQUES IN SESMOLOGY	CY 2021-22	41,18,132	-	-	-	-	-	5,95,333	70	5,95,403	35,22,729
				PY 2020-21	14,62,159	53,14,313	-	-	53,14,313	-	12,25,239	14,33,101	26,58,340	41,18,132
5	17R005	HORIBA INDIA PVT. LTD.	CONSULTING SERVICES TO HORIBA TOWARDS SET UP OF SCIENTIFIC ADVISORY BOARD (SAB) ON BEST EFFORT BASIS	CY 2021-22	44,215	-	-	-	-	-	-	36	36	44,179
				PY 2020-21	69,728	-	-	-	-	-	25,474	39	25,513	44,215
6	19R006	UNIVERSITY OF MARYLAND	CONSULTATION & SUPPORT TO UNIVERSITY OF MARYLAND FOR THE PURPOSE OF DEVELOPMENT OF PARAMETRIC AMPLIFIER	CY 2021-22	95,418	-	-	-	-	-	88,548	5,063	93,611	1,807
				PY 2020-21	96,457	-	-	-	-	-	-	1,039	1,039	95,418
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 2021-22	4,92,838	14,40,000	-	-	14,40,000	-	9,98,790	3,20,036	13,18,826	6,14,012
				PY 2020-21	1,88,981	15,52,000	-	-	15,52,000	-	8,96,103	3,52,040	12,48,143	4,92,838
8	19R008	SHELL GLOBAL SOLUTIONS INTERNATIONAL BV	Effective Wavespeed Models for the Sesmic Wave Equation	CY 2021-22	52,99,261	60,10,771	-	-	60,10,771	-	-	12,80,190	12,80,190	1,00,29,842
				PY 2020-21	-	60,49,300	-	-	60,49,300	-	-	7,50,039	7,50,039	52,99,261
9	20R009	BASF CHEMICALS INDIA PVT. LTD.	Ultrasmall Metal(Pt,Pd,Au,co) Nanopracticle Decorated on Dendtritic Fibrous Nanosilica - TITANIA Hybrid	CY 2021-22	39,99,961	-	-	-	-	1,24,425	-	2,69,356	3,93,781	36,06,180
				PY 2020-21	-	48,00,000	-	-	48,00,000	-	-	8,00,039	8,00,039	39,99,961

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH / मुंबई / MUMBAI 400 005

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

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
10	20R010	HINDUSTAN PETROLEUM CORP. LTD.	Design and Development of Single/Pseudo Single Atom pt Catalysis for Heavy Naptha Reforming	CY 2021-22	7,82,841	20,02,500	-	-	20,02,500	-	-	26,30,333	26,30,333	1,55,008
				PY 2020-21	-	10,40,626	-	-	10,40,626	-	-	2,57,785	2,57,785	7,82,841
11	21R011	SOROCO INDIA PVT. LTD.	TECHNICAL SERVICE TO GENERATE HIGH QUALITY SYNTHESIS DATABASE	CY 2021-22	-	23,81,400	-	-	23,81,400	-	-	3,20,760	3,20,760	20,60,640
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	21R012	NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPORE	CONSULTATION & SUPPORT TO THE NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPORE FOR THE DEVELOPMENT OF PARAMETRIC AMPLIFIER	CY 2021-22	-	2,39,806	-	-	2,39,806	-	-	1,32,916	1,32,916	1,06,890
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	21R013	TCG CENTRES FOR RESEARCH AND EDUCATION IN SCIENCE AND TECHNOLOGY (TCG	CONSULTING TC CREST ON THE RESEARCH PROGRAMMES IN QUANTUM TECHNOLOGIES IN CQUERE	CY 2021-22	-	5,83,200	-	-	5,83,200	-	4,03,200	1,29,600	5,32,800	50,400
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	RGTR		TDS Receivable RGC	CY 2021-22	35,26,480.00	-	-	7,14,400.00	7,14,400	-	-	-	-	42,40,880
				PY 2020-21	28,88,962.00			6,37,518.00	6,37,518	-	-	-	-	35,26,480
Total - 'A' - Mumbai Projects (RGC)				**CY 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**
				PY 2020-21	**95,66,999**	**1,95,38,631**	**-**	**6,37,518**	**2,01,76,149**	**-**	**32,96,660**	**38,44,956**	**71,41,616**	**2,26,01,532**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
MUMBAI
KAILASHCHAND JAIN & CO.
MUMBAI
Chartered Accountants

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

B Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2022

Project Grant - NCRA

SR. NO.	GRANTING AUTHORITY	PROJECT NAME	YEAR	OPENING BALANCE	GRANTS RECEIVED	Interest earned during the year	OTHER RECEIPTS	CURRENT YEAR ADDITIONS	CAPITAL ADDITIONS	SALARIES	OTHER REVENUE EXPENSES	TOTAL PAYMENTS	NET 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 2021-22	3,35,390	-	-	-	-	-	75,000	2,60,390	3,35,390	-
			PY 2020-21	4,03,874	3,25,000	-	1,09,963	4,34,963	1,70,573	2,25,000	1,07,874	5,03,447	3,35,390
2	Department of Science & Technology	CEFIPRA-70	CY 2021-22	6,06,926	-	-	-	-	-	-	-	-	6,06,926
			PY 2020-21	6,06,926	-	-	-	-	-	-	-	-	6,06,926
3	Science and Engineering Research Board	SERB-072	CY 2021-22	4,09,764	-	-	-	-	-	2,71,967	1,37,797	4,09,764	-
			PY 2020-21	3,31,941	9,08,400	-	-	9,08,400	-	6,05,000	2,25,577	8,30,577	4,09,764
4	SKAPROJECT	SKA 2	CY 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
			PY 2020-21	3,11,61,426	14,53,50,000	-	2,11,709	14,55,61,709	-	-	13,80,90,341	13,80,90,341	3,86,32,794
5		Interest	CY 2021-22	1,91,304	-	-	(1,91,304)	(1,91,304)	-	-	-	-	-
			PY 2020-21	-	-	-	1,91,304	1,91,304	-	-	-	-	1,91,304
Total - 'B' - NCRA Projects			**CY 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**
			PY 2020-21	**3,25,04,167**	**14,65,83,400**	**-**	**5,12,976**	**14,70,96,376**	**1,70,573**	**8,30,000**	**13,84,23,792**	**13,94,24,365**	**4,01,76,178**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

Unit: CENTRE FOR APPLICABLE MATHEMATICS

Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March 2022

Schedule "B" - CAM

SR. NO.	BUD Code	Granting Authority	PROJECT NAME	YEAR	OPENING BALANCE	GRANTS RECEIVED	INTEREST	OTHER RECEIPTS / ADJUSTMENTS	CURRENT YEAR ADDITIONS	CAPITAL ADDITIONS	SALARIES	OTHER REVENUE EXPENSES	SUBTOTAL	NET 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 2021-22	3,53,133	-	-	-	-	-	-	3,53,133	3,53,133	-
				PY 2020-21	3,53,133	-	-	-	-	-	-	-	-	3,53,133
2	GDHC	DAE	Grant From DAE for staff Housing Colong Bangalore	CY 2021-22	7,00,000	-	-	-	-	-	-	7,00,000	7,00,000	-
				PY 2020-21	7,00,000	-	-	-	-	-	-	-	-	7,00,000
3	MS	Microsoft	Microsoft	CY 2021-22	2,01,929	-	-	-	-	-	-	12,522	12,522	1,89,407
				PY 2020-21	2,01,929	-	-	-	-	-	-	-	-	2,01,929
4	NIC	EADS	EADS - AIRBUS	CY 2021-22	1,06,52,319	-	2,17,521	-	2,17,521	-	-	-	-	1,08,69,840
				PY 2020-21	1,03,86,505	-	2,67,471	-	2,67,471	-	-	1,657	1,657	1,06,52,319
5	INS	INSPIRE	INSPIRE (Shyam S Ghoshal)	CY 2021-22	9,61,542	-	-	-	-	1,63,905	1,67,400	1,13,384	4,44,689	5,16,853
				PY 2020-21	5,14,632	7,00,000	-	-	7,00,000	1,15,845	-	1,37,245	2,53,090	9,61,542
6	INS	INSPIRE	INSPIRE (Divyang Bhimani)	CY 2021-22	12,68,091	15,89,419	-	4,488	15,93,907	-	-	12,72,579	12,72,579	15,89,419
				PY 2020-21	10,38,028	15,93,668	-	1,001	15,94,669	2,28,700	9,15,419	2,20,487	13,64,606	12,68,091
7	INS	INSPIRE	INSPIRE (Haripada Sau)	CY 2021-22	4,93,239	-	-	-	-	-	-	-	-	4,93,239
				PY 2020-21	3,10,119	17,93,253	-	1,43,220	19,36,473	2,43,541	13,69,792	1,40,020	17,53,353	4,93,239
8	INS	INSPIRE	INSPIRE (Debayan Maity)	CY 2021-22	3,09,761	7,00,000	-	-	7,00,000	-	-	2,79,652	2,79,652	7,30,109
				PY 2020-21	5,26,098	-	-	-	-	1,09,885	-	1,06,452	2,16,337	3,09,761
9	INSA	INSA	INSA Young Scientist	CY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	54,556	-	-	-	-	-	-	54,556	54,556	-
10	NPDF	NPDF	NPDF	CY 2021-22	9,63,800	3,54,761	-	-	3,54,761	-	10,30,808	2,55,599	12,86,407	32,154
				PY 2020-21	-	24,23,239	-	-	24,23,239	-	12,54,439	2,05,000	14,59,439	9,63,800

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

SR. NO.	BUD Code	Granting Authority	PROJECT NAME	YEAR	OPENING BALANCE	GRANTS RECEIVED	INTEREST	OTHER RECEIPTS / ADJUSTMENTS	CURRENT YEAR ADDITIONS	CAPITAL ADDITIONS	SALARIES	OTHER REVENUE EXPENSES	SUBTOTAL	NET BALANCE
					A	B	C	D	E = B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J = A+E-I
11	SERB	MATRICS	MATRICS	CY 2021-22	6,25,634	2,00,000	-	-	2,00,000	-	-	4,60,451	4,60,451	3,65,183
				PY 2020-21	1,69,531	9,16,950	-	-	9,16,950	2,55,762	-	2,05,085	4,60,847	6,25,634
12	SERB	SIF	Swarna Jayanthi Fellowship (Dr. Ujjwal Koley)	CY 2021-22	-	15,78,600	-	-	15,78,600	-	1,55,080	-	1,55,080	14,23,520
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total - 'C' - CAM Projects				**CY 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**
				PY 2020-21	**1,42,54,531**	**74,27,110**	**2,67,471**	**1,44,221**	**78,38,802**	**9,53,733**	**35,39,650**	**10,70,502**	**55,63,885**	**1,65,29,448**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI 400 005.

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

NATIONAL CENTRE FOR BIOLOGICAL SCIENCES
TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
GKVK POST, BELLARY ROAD, BANGALORE-560065
B Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2022
Project Grants - NCBS

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	08X632	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	PROGRAMME SUPPORT FOR TECHNOLOGICAL INNOVATIONS AND ECOLOGICAL RESEARCH FOR	CY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	(31,23,292)	-	-	31,23,292	31,23,292	-	-	-	-	-
2	08X663	Mount Sinai School of Medicine	SYSTEM BIOLOGY	CY 2021-22	14,57,236	-	43,816	-	43,816	-	8,92,750	-	8,92,750	6,08,302
				PY 2020-21	15,74,337	-	62,899	-	62,899	-	1,80,000	-	1,80,000	14,57,236
3	09X633	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	CENTRE OF EXCELLENCE ON COMPUTATIONAL AND SYSTEM BIOLOGY	CY 2021-22	7,14,023	-	29,581	-	29,581	-	-	-	-	7,43,604
				PY 2020-21	6,85,344	-	28,679	-	28,679	-	-	-	-	7,14,023
4	09X665	THE CONCENTRATE MANUFACTURING COMPANY OF IRELAND	MODULATION OF EMOTIONAL AND COGNITIVE FUNCTION USING NATURAL COMPOUNDS MOLECULES, CELLS AND	CY 2021-22	1,78,693	-	-	-	-	-	1,27,840	50,853	1,78,693	-
				PY 2020-21	7,97,775	-	26,927	-	26,927	-	6,46,009	-	6,46,009	1,78,693
5	11X634	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	INVESTIGATING THE ROLE OF AXONAL TRANSPORT IN SENSORY NEURON REGENERATION	CY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	(12,76,233)	-	-	12,58,378	12,58,378	-	-	(17,855)	(17,855)	-
6	12X635	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	COMPUTATIONAL KNOCKNOUTS & FUNCTIONAL VALIDATION BY RNAI, & SINGLE-SITE MUTATION	CY 2021-22	15,91,782	-	65,946	-	65,946	-	-	-	-	16,57,728
				PY 2020-21	15,27,849	-	63,933	-	63,933	-	-	-	-	15,91,782
7	12X669	BRNS, DEPARTMENT OF ATOMIC ENERGY, GOI	BIOGEOGRAPHY OF INDIAN SUB-CONTINENT	CY 2021-22	(28,61,210)	33,41,210	-	-	33,41,210	-	4,80,000	-	4,80,000	-
				PY 2020-21	(18,91,675)	-	-	(9,69,535)	(9,69,535)	-	-	-	-	(28,61,210)
8	12X669	EUROSPIN	EUROSPIN FELLOWSHIP TO DINESH NATESAN	CY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	(1,717)	-	-	-	-	-	-	(1,717)	(1,717)	-
9	13X624	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	YEAR OF SCIENCE CHAIR PROFESSORSHIP	CY 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
				PY 2020-21	7,22,575	32,00,000	57,548	-	32,57,548	1,15,907	14,52,600	18,44,942	34,13,449	5,66,674
10	13X625	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR. PADUBIDRI SHIVAPRASA	CY 2021-22	2,310	-	-	-	-	-	-	2,310	2,310	-
				PY 2020-21	2,217	-	93	-	93	-	-	-	-	2,310
11	13X635	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	INVESTIGATING THE ROLE OF GAP JUNCTIONS AT AN IDENTIFIED GLUTAMATERGIC SYNAPSE IN A DEVELOPING	CY 2021-22	12,81,917	-	-	(989)	(989)	-	12,80,928	-	12,80,928	-
				PY 2020-21	12,30,429	-	51,488	-	51,488	-	-	-	-	12,81,917
12	13X635	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	MOLECULAR GENETICS OF INTRACELLULAR CALCIUM SIGNALING IN NEURONS WITH APPLICATION TO	CY 2021-22	24,171	-	-	-	-	-	-	24,171	24,171	-
				PY 2020-21	12,33,419	-	24,171	(7,40,696)	(7,16,525)	-	-	4,92,723	4,92,723	24,171
13	13X635	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	MACROMOLECULAR CRYSTALLOGRAPHY AND SCATTERING FACILITY AT NCBS-INSTEM	CY 2021-22	48,94,253	-	2,02,765	-	2,02,765	-	-	-	-	50,97,018
				PY 2020-21	46,97,677	-	1,96,576	-	1,96,576	-	-	-	-	48,94,253

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
14	13X635	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	NATIONAL MOUSE RESEARCH RESOURCE (NAMOR)	CY 2021-22	35,49,080	-	1,46,723	-	1,46,723	-	-	28,889	28,889	36,66,914
				PY 2020-21	34,06,532	-	1,42,548	-	1,42,548	-	-	-	-	35,49,080
15	13X669	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	EARLY CARRIER FELLOWHIP TO DR. MEGHA	CY 2021-22	29,351	-	-	-	-	-	-	29,351	29,351	-
				PY 2020-21	1,44,567	1,15,857	4,108	(2,35,181)	(1,15,216)	-	-	-	-	29,351
16	13X670	SIMONS FOUNDATION	SIMONS CENTRE FOR THE STUDY OF LIVING MACHINES	CY 2021-22	5,75,737	-	-	5,80,038	5,80,038	-	10,76,920	78,855	11,55,775	-
				PY 2020-21	65,27,084	-	1,40,880	7,93,215	9,34,095	-	29,23,857	39,61,585	68,85,442	5,75,737
17	13X671	PROF VIJAYRAGHAVAN ELIFE CONTRIBUTIONS	CONTRIBUTION TO RESEARCH	CY 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
				PY 2020-21	24,52,403	11,85,798	1,09,524	-	12,95,322	-	3,72,000	4,87,962	8,59,962	28,87,763
18	13X671	Indo-French Centre for the Promotion of Advanced Research (IFCPAR/CEFIPRA), GOI	GENOME-SCALE ANALYSIS OF DIFFERENTIAL PROPENSITIES OF DIFFERENT CHROMOSOMAL DOMAINS	CY 2021-22	4,14,972	-	17,192	-	17,192	-	-	-	-	4,32,164
				PY 2020-21	3,98,305	-	16,667	-	16,667	-	-	-	-	4,14,972
19	13X673	UNIVERSITY GRANTS COMMISSION, GOI	A COMPUTATIONAL METRIC APPROACH TO OLFACTION: CHARACTERIZING NOVEL MOLECUALES IN OLFACTORY	CY 2021-22	96,789	-	-	-	-	-	91,880	4,909	96,789	-
				PY 2020-21	23,13,002	-	96,789	(23,13,002)	(22,16,213)	-	-	-	-	96,789
20	14X626	MAX PLANCK INSTITUTE	QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE MODULATION OF HOST TRAFFICKING PATHWAYS BY INTRACELLULAR	CY 2021-22	2,778	-	-	-	-	-	-	2,778	2,778	-
				PY 2020-21	1,12,208	-	2,570	-	2,570	-	1,12,000	-	1,12,000	2,778
21	14X636	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	REGULATION OF DROSOPHILA LARVAL GROWTH AND TOR SIGNALING A NOVEL PHOSPHOINOSITIDE KINASE	CY 2021-22	2,88,529	-	-	-	-	-	2,76,640	11,889	2,88,529	-
				PY 2020-21	2,76,940	-	11,589	-	11,589	-	-	-	-	2,88,529
22	14X636	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	QUANTITATIVE ANALYSIS OF HOST DETERMINANTS OF INTRACELLULAR MYCOBACTERIAL INFECTION	CY 2021-22	4,859	-	-	-	-	-	-	4,859	4,859	-
				PY 2020-21	1,32,474	-	4,859	(17,334)	(12,475)	-	-	1,15,140	1,15,140	4,859
23	14X636	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	INVESTIGATING THE NUCLEATION MECHANISM OF HOMOLOGOUS RECOMBINATION IN DNA	CY 2021-22	793	-	-	-	-	-	-	793	793	-
				PY 2020-21	38,872	-	793	(38,872)	(38,079)	-	-	-	-	793
24	14X636	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	CHEMICAL ECOLOGY OF THE NRT-EST REGION (NER) OF INDIA: A COLLABORATIVE PROGRAMME LINKING NER &	CY 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
				PY 2020-21	65,08,930	64,21,343	2,57,537	(8,01,588)	58,77,292	-	29,70,317	19,87,265	49,57,582	74,28,640
25	14X671	Indo-French Centre for the Promotion of Advanced Research (IFCPAR/CEFIPRA), GOI	OLFACTORY MODULATION OF INSECT FLIGHT	CY 2021-22	1,19,310	-	4,943	-	4,943	-	-	-	-	1,24,253
				PY 2020-21	1,14,518	-	4,792	-	4,792	-	-	-	-	1,19,310
26	14X672	TATA TRUSTS, MUMBAI	M.SC PROGRAMME IN WILDLIFE BIOLOGY AND CONSERVATION	CY 2021-22	12,73,985	-	-	(12,73,985)	(12,73,985)	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	18,32,470	-	70,447	-	70,447	-	-	6,28,932	6,28,932	12,73,985
27	14X672	International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology	FUNCTIONAL CHARACTERIZATION OF GUT MICROBIAL COMMUNITIES & THEIR FITNESS EFFECTS	CY 2021-22	1,381	-	-	(1,381)	(1,381)	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	41,675	-	1,381	-	1,381	-	-	41,675	41,675	1,381
28	14X673	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	CO-ORDINATION AND CONTROL OF THE PHOSPHOINOSITIDE CYCLE DURING CELL SIGNALLING	CY 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
				PY 2020-21	31,84,697	18,75,649	87,034	2,19,206	21,81,889	-	18,61,000	30,28,121	48,89,121	4,77,465

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	14X673	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	STRUCTURAL MECHANISMS OF RNA-MEDIATED GENE REGULATION IN BACTERIA	CY 2021-22	20,95,173	-	-	(20,95,173)	(20,95,173)	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	21,31,913	53,96,816	2,09,126	5,06,136	61,12,078	-	5,21,264	56,27,554	61,48,818	20,95,173
30	14X673	UPSALA UNIVERSITY, SWEDEN	MULTIMODAL FACTORS THAT ATTRACT HOVERFLIES FOR POLLINATION	CY 2021-22	13,044	-	-	-	-	-	-	13,044	13,044	-
				PY 2020-21	12,520	-	524	-	524	-	-	-	-	13,044
31	15X626	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	UNRAVELLING THE ROLE PLAYED BY NEURONAL GAP JUNCTION PROTEIN CONNEXIN 35 (CX35) IN	CY 2021-22	1,868	-	-	-	-	-	-	1,868	1,868	-
				PY 2020-21	44,651	-	1,868	-	1,868	-	-	44,651	44,651	1,868
32	15X626	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR. RADHIKA VENKATESAN	CY 2021-22	23,488	-	-	-	-	-	15,000	8,488	23,488	-
				PY 2020-21	4,42,549	4,75,000	23,488	(1,31,276)	3,67,212	-	-	7,86,273	7,86,273	23,488
33	15X626	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR. SHANNON OLSSON	CY 2021-22	5,228	-	-	-	-	-	-	5,228	5,228	-
				PY 2020-21	2,84,565	4,00,000	5,228	(1,15,405)	2,89,823	-	5,69,160	-	5,69,160	5,228
34	15X626	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR.HIYAA SINGHEE GHOSH	CY 2021-22	1,86,917	-	-	-	-	-	1,82,800	4,117	1,86,917	-
				PY 2020-21	7,44,552	-	19,646	-	19,646	-	-	5,77,281	5,77,281	1,86,917
35	15X636	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	GENOMIC CHARACTERIZATION AND ANALYSIS OF PATHWAYS OF KEY MEDICINALLY RELEVANT SECONDARY	CY 2021-22	1,14,835	-	4,758	-	4,758	-	-	-	-	1,19,593
				PY 2020-21	2,16,587	-	7,448	-	7,448	-	1,09,200	-	1,09,200	1,14,835
36	15X636	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	UNDERSTANDING THE MECHANISM OF PROTEIN MISFOLDING IN NEURODEGENERATIVE	CY 2021-22	14,969	-	-	-	-	-	25,400	(10,431)	14,969	-
				PY 2020-21	2,61,296	-	5,896	-	5,896	-	2,29,467	22,756	2,52,223	14,969
37	15X637	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	FUNCTIONAL CHARACTERZED OF GENETIC & EPIGENETIC REGULATORY NETWORK INVOLOVED IN THE	CY 2021-22	1,31,620	-	5,165	(10,220)	(5,055)	-	-	-	-	1,26,565
				PY 2020-21	1,63,219	12,46,410	8,757	-	12,55,167	-	7,14,000	5,72,766	12,86,766	1,31,620
38	15X637	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	ACCELERATING THE APPLICATION OF STEM CELL TECHNOLOGY IN HUMAN DISEASE (ASHD)	CY 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
				PY 2020-21	1,65,94,005	87,12,201	4,23,568	(84,38,914)	6,96,855	-	26,19,566	41,99,096	68,18,662	1,04,72,198
39	15X637	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	A JOINT CENTRE FOR CANCER BIOLOGY & THERAPEUTICS	CY 2021-22	3,05,096	-	5,047	-	5,047	-	2,96,620	(6,804)	2,89,816	20,327
				PY 2020-21	2,92,842	-	12,254	-	12,254	-	-	-	-	3,05,096
40	15X637	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	ROLE OF 5-HT2A IN MENTAL ILLNESS	CY 2021-22	3,64,480	-	-	(3,64,480)	(3,64,480)	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	3,49,841	-	14,639	-	14,639	-	-	-	-	3,64,480
41	15X672	PFIZER USA	CONTRIBUTION TO RESEARCH EFFORTS OF PROF. SUMANTRA	CY 2021-22	40,66,562	-	1,37,277	-	1,37,277	-	5,49,500	6,38,373	11,87,873	30,15,966
				PY 2020-21	47,91,601	-	1,80,894	-	1,80,894	-	2,54,500	6,51,433	9,05,933	40,66,562
42	15X674	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	EIUCIDATING THE LINK BETWEEN STEMNESS & CARCINOGENESIS-THROUGH THE LENS OF AN ONCOGENIC	CY 2021-22	18,92,402	-	18,095	(1,26,398)	(1,08,303)	-	2,59,200	15,17,329	17,76,529	7,570
				PY 2020-21	5,90,373	27,36,406	62,973	487	27,99,866	-	10,36,800	4,61,037	14,97,837	18,92,402
43	15X674	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	STRESS-DEPENDENT EVOLUTION IN BACTERIA THROUGH MANIPULATION OF TRNA LEVEL	CY 2021-22	15,32,488	-	16,313	(2,55,709)	(2,39,396)	-	96,220	11,89,633	12,85,853	7,239
				PY 2020-21	9,69,358	20,68,909	48,341	14,640	21,31,890	-	10,36,800	5,31,960	15,68,760	15,32,488

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
44	15X674	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	MECHANISMS & FUNCTIONAL CONSEQUENCES OF COMPOSITIONAL REGULATION AT THE LOCAL & GLOBAL	CY 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
				PY 2020-21	4,14,87,000	59,07,672	8,86,914	12,07,388	80,01,974	2,12,88,861	55,57,930	1,51,05,090	4,19,51,881	75,37,093
45	15X674	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	UNDERSTANDING THE ENHANCER-CODE USED BY IFNY IN THE ACTIVATION/REPRESSION OF	CY 2021-22	16,82,893	64,72,096	-	-	64,72,096	36,48,352	7,77,838	37,28,799	81,54,989	-
				PY 2020-21	17,46,091	25,47,553	1,04,897	1,11,408	27,63,858	-	10,57,479	17,69,577	28,27,056	16,82,893
46	15X675	Shri. S. Gopalakrishnan & Smt. Sudha Gopalakrishnan, Trustees of Pratiksha Trust	SUPPORTING WORLD CLASS RESEARCH IN NEUROBIOLOGY	CY 2021-22	1,132	-	-	-	-	-	-	1,132	1,132	-
				PY 2020-21	55,071	-	1,061	-	1,061	-	55,000	-	55,000	1,132
47	15X675	Department of Higher Education, Ministry of Human Resource Development, GOI	PAYMENT OF GRANT-IN-AID FOR SETTING UP OF SUBJECT NETWORK FOR CURRICULUM RENEWAL & REFORME	CY 2021-22	61,054	-	-	(51,326)	(51,326)	-	-	9,728	9,728	-
				PY 2020-21	5,93,842	3,00,000	9,727	(8,133)	3,01,594	-	5,80,800	2,53,582	8,34,382	61,054
48	16X627	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	INVESTIGATING THE MOLECULAR MECHANISM OF LIPID TRANSPORT BY THE RDGB PROTEIN IN THE	CY 2021-22	11,248	-	-	-	-	-	-	11,248	11,248	-
				PY 2020-21	2,34,070	-	5,882	-	5,882	-	1,81,880	46,824	2,28,704	11,248
49	16X627	Indo-US Science and Technology Forum, GOI	INDO-US ADVANCED BIOENERGY CONSORTIUM (IUABC)	CY 2021-22	10,45,885	-	-	(10,03,877)	(10,03,877)	-	-	42,008	42,008	-
				PY 2020-21	10,03,877	-	42,008	-	42,008	-	-	-	-	10,45,885
50	16X627	MAX PLANCK INSTITUTE	COLLABORATIVE RESEARCH WITH MPI, GERMANY AND DR. RADHIKA, NCBS	CY 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
				PY 2020-21	28,48,565	6,95,203	93,329	(3,77,878)	4,10,654	2,21,088	6,70,890	2,67,278	11,59,256	20,99,963
51	16X627	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	ELUCIDATING THE FUNCTIONS OF AN AUTISMRELATED GENE IN NERVOUS SYSTEM DEVELOPMENT	CY 2021-22	10,554	-	-	-	-	-	-	10,554	10,554	-
				PY 2020-21	8,37,889	-	10,554	(1,88,973)	(1,78,419)	-	-	6,48,916	6,48,916	10,554
52	16X627	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	JC BOSE FELLOWSHIP TO PROF. R SOWDHAMINI	CY 2021-22	11,41,651	-	10,263	-	10,263	-	4,04,160	7,07,590	11,11,750	40,164
				PY 2020-21	15,08,551	-	51,819	-	51,819	-	3,85,000	33,719	4,18,719	11,41,651
53	16X627	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	INVESTIGATING THE ROLE OF PLANT SNARE PROTEINS IN SALT TOLERANCE	CY 2021-22	9,952	-	-	-	-	-	-	9,952	9,952	-
				PY 2020-21	1,93,028	-	3,303	(23,726)	(20,423)	-	-	1,62,653	1,62,653	9,952
54	16X627	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	UNDERSTANDING ALLOCATION PATTERN OF PLANT DEFENCE RESPONSES AND INSECT ADAPTATION MECHANISMS	CY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	17,414	-	-	-	-	-	-	17,414	17,414	-
55	16X628	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	JC BOSE FELLOWSHIP TO PROF. U.S. BHALLA	CY 2021-22	3,57,468	-	-	-	-	-	2,34,731	1,22,737	3,57,468	-
				PY 2020-21	20,91,868	-	43,328	-	43,328	-	17,46,600	31,128	17,77,728	3,57,468
56	16X628	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	UNDERSTANDING AND DESIGN OF DOMAIN-SWAPPING IN BIOMOLECULES	CY 2021-22	9,916	-	-	-	-	-	-	9,916	9,916	-
				PY 2020-21	2,07,439	7,50,000	9,916	(1,27,812)	6,32,104	-	4,00,417	4,29,210	8,29,627	9,916
57	16X628	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	JC BOSE FELLOWSHIP TO PROF. K VIJAYRAGHAVAN	CY 2021-22	3,01,157	-	-	(8,203)	(8,203)	-	1,92,200	1,00,754	2,92,954	-
				PY 2020-21	14,36,180	-	42,250	-	42,250	-	-	11,77,273	11,77,273	3,01,157
58	16X628	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	EXPLORING E-PROTEIN IN MICROGLIAL HOMEOSTASIS	CY 2021-22	17,800	-	-	-	-	-	-	17,800	17,800	-
				PY 2020-21	10,83,505	-	17,800	(2,10,386)	(1,92,586)	-	-	8,73,119	8,73,119	17,800

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI 400005.
KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

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
59	16X628	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	FACTORS DETERMINING POPULATION STRUCTURE AND REPRODUCTIVE BIOLOGY OF THE WESTERN GHATS-	CY 2021-22	1,60,882	-	6,665	-	6,665	-	-	-	-	1,67,547
				PY 2020-21	1,54,420	-	6,462	-	6,462	-	-	-	-	1,60,882
60	16X628	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	CLIMATIC & ENVIRONMENTAL CONTROLS OF CARBON BUDGETS AND THE CO2 SOURCE SINK POTENTIAL OF	CY 2021-22	22,818	-	-	-	-	-	15,000	7,818	22,818	-
				PY 2020-21	2,84,125	2,64,109	2,712	(5,28,128)	(2,61,307)	-	-	-	-	22,818
61	16X637	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	SEQUENCING THE GENOME OF THE HIMALAYAN GIANT HONEYBEE APIS LABORIOSA WITH A SPECIAL FOCUS ON	CY 2021-22	60,277	-	-	(60,277)	(60,277)	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	57,856	-	2,421	-	2,421	-	-	-	-	60,277
62	16X637	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	GENOME ENGINEERING USING CRISPR TO ENABLE DISCOVERY IN LIPID SIGNALING	CY 2021-22	12,04,843	-	39,734	-	39,734	-	-	2,45,760	2,45,760	9,98,817
				PY 2020-21	14,38,740	-	50,786	(1,02,398)	(51,612)	-	99,076	83,209	1,82,285	12,04,843
63	16X675	US AIR FORCE	THE MACHANISM OF BEHAVIOURAL COORDINATION IN FLYING INSECTS	CY 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
				PY 2020-21	1,36,33,017	-	4,75,185	-	4,75,185	7,32,084	21,32,880	5,77,321	34,42,285	1,06,65,917
64	16X676	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	MODULATION OF PHYSIOLOGICAL AND ONCOGENIC RAS PROTEIN SIGNALING VIA PLASMA	CY 2021-22	5,09,211	14,42,745	18,852	-	14,61,597	-	10,36,800	9,14,634	19,51,434	19,374
				PY 2020-21	2,44,091	17,97,375	39,275	-	18,36,650	-	10,36,800	5,34,730	15,71,530	5,09,211
65	16X676	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	AN INVESTIGATION OF THE IMPACT OF IMPACT OF CHROMOSOME ORGANIZATION ON GLOBAL GENE	CY 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
				PY 2020-21	34,48,839	18,19,215	1,33,470	-	19,52,685	-	9,11,040	9,64,777	18,75,817	35,25,707
66	16X676	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	HOW IMPORTANT IS POPULATION GENETIC VARIATION TO WELLBEING	CY 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
				PY 2020-21	26,15,071	43,59,894	1,43,406	-	45,03,300	2,30,705	18,22,032	23,33,833	43,86,570	27,31,801
67	16X676	MEDICINE FOR MALARIA VENTURE (MMV), SWITZERLAND	DEVELOPMENT OF P. VIVAX LIVER STAGE (HTS) ASSAY	CY 2021-22	11,366	-	-	-	-	-	-	11,366	11,366	-
				PY 2020-21	11,225	-	470	-	470	-	-	329	329	11,366
68	16X676	NATIONAL TIGER CONSERVATION AUTHORITY, GOI	INVESTIGATING THE GENETIC BASIS OF MELANISM IN SIMILIPAL TIGERS	CY 2021-22	7,52,676	-	-	-	-	-	2,03,700	5,48,976	7,52,676	-
				PY 2020-21	7,22,445	-	30,231	-	30,231	-	-	-	-	7,52,676
69	16X902	AHMEDABAD UNIVERSITY	CONTRIBUTION TO YOUNG INVESTIGATORS MEETING	CY 2021-22	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
				PY 2020-21	439	-	1	-	1	-	-	439	439	1
70	16X903	IISER, PUNE	CONTRIBUTION TO YOUNG INVESTIGATORS MEETING	CY 2021-22	148	-	-	-	-	-	-	148	148	-
				PY 2020-21	25,769	-	148	-	148	-	-	25,769	25,769	148
71	17X628	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	CONTROL AND REGULATION OF RIBOSOMAL BIOGENESIS BY RNA AND RNA BINDING PROTEINS	CY 2021-22	55,213	-	-	-	-	-	-	55,213	55,213	-
				PY 2020-21	9,58,261	-	35,586	(55,256)	(19,670)	-	97,500	7,85,878	8,83,378	55,213
72	17X628	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	NPDF FELLOWSHIP TO DR. SANJEEV KUMAR	CY 2021-22	93,783	-	-	-	-	-	-	93,783	93,783	-
				PY 2020-21	90,016	-	3,767	-	3,767	-	-	-	-	93,783
73	17X629	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	YEAR OF SCIENCE CHAIR PROFESSORSHIP TO PROF. P BALARAM	CY 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
				PY 2020-21	19,47,841	36,25,000	64,260	-	36,89,260	-	37,44,480	1,03,000	38,47,480	17,89,621

MUMBAI
KAILASHCHAND JAIN & CO.
Chartered Accountants

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
74	17X629	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	J C BOSE FELLOWSHIP TO PROF. SATYAJIT MAYOR	CY 2021-22	28,259	-	-	-	-	-	(2,83,278)	-	(2,83,278)	3,11,537
				PY 2020-21	4,11,161	-	7,098	-	7,098	-	3,90,000	-	3,90,000	28,259
75	17X629	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	CHEMICAL ECOLOGY OF PLANT INSECT INTERATIONS REGULATION, RECOGNITION & VARIOUS ACROSS	CY 2021-22	12,46,384	-	51,637	-	51,637	-	-	-	-	12,98,021
				PY 2020-21	11,96,323	-	50,061	-	50,061	-	-	-	-	12,46,384
76	17X629	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	NPDF FELLOWSHIP TO DR. POULOMI BISWAS	CY 2021-22	1,110	-	-	-	-	-	-	1,110	1,110	-
				PY 2020-21	26,536	-	1,110	-	1,110	-	-	26,536	26,536	1,110
77	17X629	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	HOW DO NEURONAL VARIABILITY AND NOISE AFFECT NETWORK	CY 2021-22	1,46,364	-	6,064	-	6,064	-	-	-	-	1,52,428
				PY 2020-21	1,40,485	-	5,879	-	5,879	-	-	-	-	1,46,364
78	17X629	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	NPDF FELLOWSHIP TO DR. R S SAJEEVAN	CY 2021-22	2,795	-	-	-	-	-	-	2,795	2,795	-
				PY 2020-21	19,644	-	564	-	564	-	12,000	5,413	17,413	2,795
79	17X629	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR. K. R. VINOTHKUMAR, NCBS	CY 2021-22	1,52,817	-	2,119	-	2,119	-	-	1,40,087	1,40,087	14,849
				PY 2020-21	2,92,753	7,60,000	7,230	-	7,67,230	-	7,32,120	1,75,046	9,07,166	1,52,817
80	17X629	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	ROLE OF DSTIM IN POSTEMBRYONIC NEURONAL DEVELOPMENT OF DROSOPHILA MELANOGASTER	CY 2021-22	20,934	-	-	(10,630)	(10,630)	-	-	10,304	10,304	-
				PY 2020-21	20,681	4,00,000	2,145	(7,412)	3,94,733	-	3,83,480	11,000	3,94,480	20,934
81	17X637	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	OPTOGENETIC ANALYSIS OF MEMORY FORMATION	CY 2021-22	18,18,032	-	25,984	(64,238)	(38,254)	-	5,16,600	11,72,705	16,89,305	90,473
				PY 2020-21	18,67,631	24,00,008	66,543	(2,64,956)	22,01,595	(14,996)	6,70,800	15,95,390	22,51,194	18,18,032
82	17X637	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	INDIA BIOSCIENCE ? YOUNG INVESTIGATORS MEETINGS AND STUDENT?S WORKSHOPS FOR PHASE II PROGRAM	CY 2021-22	23,87,616	-	17,426	(4,71,182)	(4,53,756)	-	17,07,541	2,06,283	19,13,824	20,036
				PY 2020-21	15,96,229	1,15,85,899	2,35,637	(2,89,880)	1,15,31,656	-	54,29,180	53,11,089	1,07,40,269	23,87,616
83	17X637	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	ROLE OF AUTOPHAGY IN THE INTRAERYTHROCYTIC STAGES OF PLASMODIUM FALCIPARUM	CY 2021-22	3,04,552	-	-	-	-	-	-	3,04,551	3,04,551	1
				PY 2020-21	3,77,502	2,80,949	17,160	(40,817)	2,57,292	-	-	3,30,242	3,30,242	3,04,552
84	17X637	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	QUANTIFICATION OF SUBSTRATE ACROSS MEMBRANE PROTEINS	CY 2021-22	13,457	-	-	-	-	-	-	13,457	13,457	-
				PY 2020-21	50,650	-	1,247	-	1,247	-	38,440	-	38,440	13,457
85	17X638	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	NAMOR-PHASE II	CY 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
				PY 2020-21	5,56,99,593	3,00,00,000	18,85,730	(27,10,695)	2,91,75,035	1,47,14,988	99,43,043	2,33,51,085	4,80,09,116	3,68,65,512
86	17X676	MAX PLANCK INSTITUTE	COLLABORATIVE RESEARCH PROJECT WITH MPI, GERMANY-DR.SHASHI, NCBS	CY 2021-22	18,67,567	4,17,550	40,522	-	4,58,072	-	18,10,585	24,341	18,34,926	4,90,713
				PY 2020-21	5,75,456	30,08,863	63,058	-	30,71,921	-	16,75,285	1,04,525	17,79,810	18,67,567
87	17X677	TTK PRESTIGE LIMITED TOWARDS TTK PRESTIGE LIMITED TOWARDS	SCIENTIST WITHOUT BOUNDARIES AT THE BANGALORE LIFE SCIENCES CLUSTER	CY 2021-22	40,16,030	-	78,116	(98,443)	(20,327)	-	33,27,932	2,68,400	35,96,332	3,99,371
				PY 2020-21	71,24,488	-	2,24,487	-	2,24,487	-	26,40,000	6,92,945	33,32,945	40,16,030
88	17X677	NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPORE	NAGA BAT RESEARCH	CY 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
				PY 2020-21	59,70,098	-	2,19,982	-	2,19,982	-	8,08,000	16,14,314	24,22,314	37,67,766

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI
KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI

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
89	17X677	VARIOUS CONTRIBUTORS	BIOLOGY AND CONSERVATION OF BUTTERFLIES	CY 2021-22	3,58,071	-	9,908	-	9,908	-	1,21,004	1,20,584	2,41,588	1,26,391
				PY 2020-21	5,30,678	1,23,750	17,378	-	1,41,128	-	63,742	2,49,993	3,13,735	3,58,071
90	17X677	MICROSOFT FOUNDATION INDIA	COLLABORATION WITH MICROSOFT RESEARCH ON TARGETING DECISION MAKING THROUGH EVOLUTION,	CY 2021-22	1,78,952	-	5,621	-	5,621	-	-	30,309	30,309	1,54,264
				PY 2020-21	1,86,508	-	7,268	-	7,268	-	-	14,824	14,824	1,78,952
91	17X677	National Oceanic and Atmospheric Administration, USA	CONTRIBUTION TO INDIAN MARINE MAMMAL RESEARCH WORKSHOP	CY 2021-22	46,464	-	-	-	-	-	43,400	3,064	46,464	-
				PY 2020-21	71,863	-	1,934	-	1,934	-	27,333	-	27,333	46,464
92	17X677	Office of Naval Research, USA	CONTRIBUTION TO INDIAN MARINE MAMMAL RESEARCH WORKSHOP	CY 2021-22	91,469	-	-	-	-	-	76,880	14,589	91,469	-
				PY 2020-21	3,73,050	-	9,819	-	9,819	-	2,91,400	-	2,91,400	91,469
93	17X677	PERSONAL CONTRIBUTION OF SHRI N R NARAYANAMURTHY	DENGUE VACCINE DEVELOPMENT PROGRAM	CY 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
				PY 2020-21	1,82,20,722	1,00,00,000	5,00,205	25,00,000	1,30,00,205	19,45,476	64,91,278	1,11,82,071	1,96,18,825	1,16,02,102
94	17X677	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	BACTERIAL GENOME EVOLUTION IN HOST ASSOICATED COMMUNITIES	CY 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
				PY 2020-21	35,19,224	21,91,152	88,901	-	22,80,053	72,450	9,56,720	19,72,121	30,01,291	27,97,986
95	17X678	Defries-Bajpai Foundation, USA	CONTRIBUTION TO WILDLIFE RESEARCH OF MR.HIMANSHU CHHATTANI	CY 2021-22	3,83,438	-	-	-	-	-	-	3,83,438	3,83,438	-
				PY 2020-21	3,68,037	-	15,401	-	15,401	-	-	-	-	3,83,438
96	17X678	International Human Frontier Science Program Organization (HFSP)	REGULATION OF ERROR-PRONE DNA DAMAGE REPAIR IN BACTERIA	CY 2021-22	1,12,71,517	-	-	-	-	57,25,184	16,86,252	38,60,080	1,12,71,516	1
				PY 2020-21	1,35,23,359	-	5,26,405	-	5,26,405	33,642	1,59,263	25,85,342	27,78,247	1,12,71,517
97	17X678	MAX PLANCK INSTITUTE	COLLABORATIVE RESEARCH WITH MPI, GERMANY AND DR. VARADHARAJAN, NCBS	CY 2021-22	1,04,926	-	-	-	-	-	76,880	28,046	1,04,926	-
				PY 2020-21	2,17,516	-	9,102	-	9,102	-	-	1,21,692	1,21,692	1,04,926
98	17X678	MEDICINE FOR MALARIA VENTURE (MMV), SWITZERLAND	ASSAY DEVELOPMENT FOR P.VIVAX INFECTED HEPATOCYTES IN MTCC PLATES MMV PROJECT	CY 2021-22	50,795	-	-	-	-	-	45,000	5,795	50,795	-
				PY 2020-21	92,297	-	1,498	-	1,498	-	43,000	-	43,000	50,795
99	17X678	TATA EDUCATION TRUST	RESEARCH ON IMPACT OF POLLUTION ON POLLINATION	CY 2021-22	12,33,416	-	44,535	-	44,535	-	1,73,600	13,122	1,86,722	10,91,229
				PY 2020-21	30,06,942	-	76,889	-	76,889	-	11,64,360	6,86,055	18,50,415	12,33,416
100	17X903	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	CONTRIBUTION TO YOUNG SCIENTIST NETWORKING (YSN) MEETING	CY 2021-22	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
				PY 2020-21	620	-	1	-	1	-	-	620	620	1
101	17X904	SIMONS FOUNDATION (INTERNAL SUB-GRANT)	SIMONS FELLOW-RICHARD MORRIS	CY 2021-22	836	-	-	(836)	(836)	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	19,983	-	836	(19,983)	(19,147)	-	-	-	-	836
102	17X904	SIMONS FOUNDATION (INTERNAL SUB-GRANT)	SIMONS FELLOW-VENKATARAKRISHNAN	CY 2021-22	3,595	-	-	(3,595)	(3,595)	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	85,915	-	3,595	(85,915)	(82,320)	-	-	-	-	3,595
103	17X904	VARIOUS CONTRIBUTORS	CONTRIBUTION TO YOUNG INVESTIGATORS MEETING	CY 2021-22	1,699	-	-	-	-	-	-	1,699	1,699	-
				PY 2020-21	41,367	-	1,699	(50,000)	(48,301)	-	-	(8,633)	(8,633)	1,699

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH मुंबई / MUMBAI
KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

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
104	17X904	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	CONTRIBUTION TO YOUNG INVESTIGATORS MEETING	CY 2021-22	6	-	-	-	-	-	-	6	6	-
				PY 2020-21	2,735	-	6	-	6	-	-	2,735	2,735	6
105	18X638	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	DEPLOYMENT OF CRISPR/CAS9 MEDIATED GENOME EDITING IN PLANTS	CY 2021-22	11,72,352	-	32,735	(44,365)	(11,630)	-	-	7,21,405	7,21,405	4,39,317
				PY 2020-21	4,46,537	11,87,076	34,193	(67,632)	11,53,637	-	-	4,27,822	4,27,822	11,72,352
106	18X638	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	TRANSCRIPTOME ANALYSIS AND CHARACTERIZATION OF KEY METABOLIC & HORMONE SIGNALING PATHWAY GENES	CY 2021-22	5,16,885	-	-	(87,600)	(87,600)	-	4,29,285	-	4,29,285	-
				PY 2020-21	8,56,659	-	24,226	-	24,226	-	3,64,000	-	3,64,000	5,16,885
107	18X638	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	PROFILING OF AN ALIEN INVASIVE SPECIES IN TIGER LANDSCAPES OF INDIA	CY 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
				PY 2020-21	41,98,298	-	1,15,153	(5,19,366)	(4,04,213)	-	10,20,720	14,86,197	25,06,917	12,87,168
108	18X638	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	UNRAVELLING THE INTERACTION OF MINERAL NUTRITION & VITAMIN B6 METABOLISM FOR	CY 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
				PY 2020-21	13,48,578	16,50,000	69,679	(1,50,282)	15,69,397	-	-	9,55,055	9,55,055	19,62,920
109	18X638	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	DEVELOPING A SNP BASED POPULATION GENOMICS METHOD FOR ASIAN ELEPHANT	CY 2021-22	16,438	8,49,360	406	(28,462)	8,21,304	-	7,43,540	50,000	7,93,540	44,202
				PY 2020-21	55,297	-	886	(39,745)	(38,859)	-	-	-	-	16,438
110	18X656	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	NPDF FELLOWSHIP TO DR. GEETHA G T	CY 2021-22	84,534	-	-	-	-	-	84,440	94	84,534	-
				PY 2020-21	33,636	48,787	2,111	-	50,898	-	-	-	-	84,534
111	18X656	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	NPDF FELLOWSHIP TO DR SACHIN SRIDHARA	CY 2021-22	1,95,686	-	-	(37,286)	(37,286)	-	1,58,400	-	1,58,400	-
				PY 2020-21	1,87,826	-	7,860	-	7,860	-	-	-	-	1,95,686
112	18X656	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	MODULATION OF HOST ENDOCYTOSIS DURING PLASMODIUM LIVER STAGE DEVELOPMENT	CY 2021-22	5,99,053	-	-	(1,18,082)	(1,18,082)	-	-	4,80,971	4,80,971	-
				PY 2020-21	6,36,298	3,45,000	30,845	-	3,75,845	-	-	4,13,090	4,13,090	5,99,053
113	18X657	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	NPDF FELLOWSHIP TO DR VINU VARGHESE PULIKKOTTIL	CY 2021-22	21,354	-	-	(61,554)	(61,554)	-	(40,200)	-	(40,200)	-
				PY 2020-21	20,496	-	858	-	858	-	-	-	-	21,354
114	18X657	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR. VINOTH KUMAR	CY 2021-22	22,782	-	-	-	-	-	-	22,782	22,782	-
				PY 2020-21	1,41,505	7,60,000	22,782	(97,336)	6,85,446	98,700	2,30,640	4,74,829	8,04,169	22,782
115	18X657	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	ESTABLISHMENT OF REFERENCE GENOME OF CORCUS SATIVUS BEING GROWN IN THE FIELDS OF	CY 2021-22	8,468	12,00,000	-	(1,66,552)	10,33,448	-	8,58,000	1,83,916	10,41,916	-
				PY 2020-21	58,935	11,50,000	4,892	(21,975)	11,32,917	-	8,18,400	3,64,984	11,83,384	8,468
116	18X657	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	BUILDING COARSE GRAINED MODELS TO UNDERSTAND THE CONFORMATIONAL DYNAMICS OF MEBRANE PROTEINS	CY 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
				PY 2020-21	14,657	7,74,000	4,944	(12,875)	7,66,069	-	6,60,000	74,000	7,34,000	46,726
117	18X657	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	MARINE SPONGES AS BIOMONITORS FOR MICRO PLASTICS POLLUTION	CY 2021-22	36,342	6,00,000	3,515	(17,034)	5,86,481	-	6,11,520	-	6,11,520	11,303
				PY 2020-21	25,065	12,20,000	19,305	(11,852)	12,27,453	-	9,50,400	2,65,776	12,16,176	36,342
118	18X657	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	IMPLEMENTATION OF INDO-JAPANESE JOINT PROJECT	CY 2021-22	1,33,610	-	5,535	-	5,535	-	-	-	-	1,39,145
				PY 2020-21	1,41,607	-	5,633	(13,630)	(7,997)	-	-	-	-	1,33,610

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
119	18X658	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	ASSESSING THE STATUS OF CRITICALLY ENDANGERED GYPS VULTURES THROUGH A GENOMIC LENS	CY 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
				PY 2020-21	6,06,792	-	12,822	-	12,822	-	4,38,440	4,000	4,42,440	1,77,174
120	18X658	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	INVESTIGATING HYDRIB EM CELL DURING NEURAL TUBE & INNER EAR CLOSURE	CY 2021-22	94,060	13,00,000	16,010	-	13,16,010	-	9,29,087	2,44,633	11,73,720	2,36,350
				PY 2020-21	2,11,939	18,50,000	49,795	-	18,99,795	-	10,09,333	10,08,341	20,17,674	94,060
121	18X658	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	NPDF FELLOWSHIP TO RITTIK DEB	CY 2021-22	35,450	-	-	-	-	-	25,000	10,450	35,450	-
				PY 2020-21	1,49,135	10,38,046	15,450	(2,16,547)	8,36,949	-	6,68,800	2,81,834	9,50,634	35,450
122	18X658	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	SERB-NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP (N-PDF) AWARDED TO DR. SRUTHI UNNIKRISHNAN, NCBS	CY 2021-22	2,55,393	3,59,148	9,146	-	3,68,294	-	4,09,200	76,707	4,85,907	1,37,780
				PY 2020-21	2,05,963	10,37,788	22,093	-	10,59,881	-	8,18,400	1,92,051	10,10,451	2,55,393
123	18X658	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	SERB-NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP (N-PDF) AWARDED TO DR. ASHA MARY JOSEPH, NCBS	CY 2021-22	2,23,451	3,52,913	7,134	-	3,60,047	-	4,09,200	54,096	4,63,296	1,20,202
				PY 2020-21	1,91,726	10,38,046	23,568	-	10,61,614	-	8,18,400	2,11,489	10,29,889	2,23,451
124	18X678	Indo-French Centre for the Promotion of Advanced Research (IFCPAR/CEFIPRA), GOI	PRE EVOLUTIONARY PROCESSES IN AUTOCATALYTIC RNA NETWORKS	CY 2021-22	70,405	-	1,229	-	1,229	-	43,400	-	43,400	28,234
				PY 2020-21	9,485	5,80,071	6,182	-	5,86,253	-	4,74,940	50,393	5,25,333	70,405
125	18X678	ACTION ON HEARING LOSS, UK	UNDERSTANDING THE ROLE OF PROTOCADHERIN-15 PHOSPHORYLATION DURING MECHANOTRANSDUCTION IN	CY 2021-22	12,17,933	-	49,657	-	49,657	-	-	2,27,774	2,27,774	10,39,816
				PY 2020-21	1,53,430	38,88,005	42,348	-	39,30,353	-	9,38,914	19,26,936	28,65,850	12,17,933
126	18X679	WIPRO FOUNDATION	BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM (BSF)-RESOURCE PERSON	CY 2021-22	19,101	-	-	-	-	-	-	19,101	19,101	-
				PY 2020-21	18,334	-	767	-	767	-	-	-	-	19,101
127	18X679	WIPRO FOUNDATION	BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM (BSF)-ORGANISING WORKSHOPS & EVENTS	CY 2021-22	17,033	-	-	-	-	-	-	17,033	17,033	-
				PY 2020-21	16,349	-	684	-	684	-	-	-	-	17,033
128	18X679	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	SUB CELLULAR MECHANISMS DISCRIMINATE SPATIOTEMPORAL INPUT SIGNALS	CY 2021-22	5,25,820	-	21,784	-	21,784	-	-	-	-	5,47,604
				PY 2020-21	11,387	7,00,000	12,437	(2,004)	7,10,433	-	1,10,000	86,000	1,96,000	5,25,820
129	18X679	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	THE IMPORTANCE OF PURKINJE NEURON MEMBRANE BISTABILITY OF CEREBELLAR FUNCTION	CY 2021-22	1,61,35,623	-	5,73,184	-	5,73,184	25,54,557	21,61,320	13,07,061	60,22,938	1,06,85,869
				PY 2020-21	2,36,43,776	-	8,23,555	-	8,23,555	35,82,335	22,79,080	24,70,293	83,31,708	1,61,35,623
130	18X679	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	EFFECTS OF BRAHMI GHRITA ON COGNITION IN MILD COGNITIVE IMPAIRMENT	CY 2021-22	1,80,946	-	-	(6,071)	(6,071)	-	1,74,875	-	1,74,875	-
				PY 2020-21	12,925	8,00,000	9,042	(6,359)	8,02,683	-	4,73,000	1,61,662	6,34,662	1,80,946
131	18X679	SIMONS FOUNDATION	SIMONS PHASE II	CY 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
				PY 2020-21	2,31,72,471	1,48,69,750	14,06,540	-	1,62,76,290	-	35,89,214	2,29,381	38,18,595	3,56,30,166
132	18X679	International Human Frontier Science Program Organization (HFSP)	YOUNG INVESTIGATOR AWARD 2018	CY 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
				PY 2020-21	1,23,21,448	85,57,798	5,91,359	-	91,49,157	3,58,769	25,40,285	17,21,525	46,20,579	1,68,50,026
133	18X679	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	INFORMATION TRANSFER ACROSS ENDOPLASMIC RETICULUM PLASAMA MEMBRANE CONTACT SITES	CY 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
				PY 2020-21	16,22,960	11,83,157	53,830	-	12,36,987	-	13,73,717	9,56,260	23,29,977	5,29,970

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI
KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI

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
134	18X697	MEDICINE FOR MALARIA VENTURE (MMV), SWITZERLAND	DEVELOPMENT OF P. VIVAX LIVER STAGE ASSAY IN MTCC PLATFORM	CY 2021-22	1,12,302	-	-	-	-	-	76,880	35,423	1,12,303	(1)
				PY 2020-21	10,68,051	-	12,319	-	12,319	-	8,06,443	1,61,625	9,68,068	1,12,302
135	18X904	VARIOUS CONTRIBUTORS	MOUSE CRYOBIOLOGY IVF WORKSHOP	CY 2021-22	1,95,094	-	-	-	-	-	-	1,95,094	1,95,094	-
				PY 2020-21	1,87,258	-	7,836	-	7,836	-	-	-	-	1,95,094
136	18X904	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	CONTRIBUTION TO YOUNG INVESTIGATORS MEETING	CY 2021-22	2,07,951	-	-	-	-	-	2,07,951	-	2,07,951	-
				PY 2020-21	2,54,813	-	7,951	-	7,951	-	-	54,813	54,813	2,07,951
137	18X905	INTERNAL SUB-GRANT (TTN GRANT)	NIC FELLOWSHIP TO DR.ROLF ERICCSON	CY 2021-22	23,590	-	-	98,443	98,443	-	-	1,22,033	1,22,033	-
				PY 2020-21	1,50,071	-	4,396	-	4,396	-	-	1,30,877	1,30,877	23,590
138	19X638	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	STRUCTURE DETERMINATION AND TARGETING OF UBIQUITOUSLY EXPRESSED MEMBRANE INTEGRATED	CY 2021-22	65,107	-	2,041	(3,196)	(1,155)	-	-	44,239	44,239	19,713
				PY 2020-21	2,79,267	-	7,957	(23,421)	(15,464)	-	-	1,98,696	1,98,696	65,107
139	19X638	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	NEURONAL GENE REGULATION BY INTRACELLULAR CALCIUM SIGNALING AND HISTONE H3K36 METHYLATION	CY 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
				PY 2020-21	29,83,012	20,81,790	1,37,116	(61,676)	21,57,230	-	8,52,220	14,63,633	23,15,853	28,24,389
140	19X638	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	GENOME INDIA CATALOGUING THE GENETIC VARAIATION IN INDIANS	CY 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
				PY 2020-21	21,50,691	63,75,000	3,17,384	-	66,92,384	-	2,79,000	1,50,130	4,29,130	84,13,945
141	19X639	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	CHARACTERIZATION OF A NOVEL TRANSLESION SYNTHESIS REPAIR PATHWAY IN BACTERIA MECHANSIM OF	CY 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
				PY 2020-21	16,79,671	10,00,000	77,911	(5,741)	10,72,170	-	4,61,280	6,78,814	11,40,094	16,11,747
142	19X657	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	SERB DISTINGUISHED FELLOWSHIP	CY 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
				PY 2020-21	17,06,577	15,00,000	77,427	-	15,77,427	17,442	11,51,700	10,46,351	22,15,493	10,68,511
143	19X658	WIPRO FOUNDATION	BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM (BSF)-URBAN ECOLOGY (ISSUES OF URBAN WATER)	CY 2021-22	1,50,813	-	-	-	-	-	66,960	83,852	1,50,812	1
				PY 2020-21	2,12,535	-	7,200	-	7,200	-	-	68,922	68,922	1,50,813
144	19X658	WIPRO FOUNDATION	BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM (BSF)-RESOURCE PERSON-YEAR2	CY 2021-22	19,248	-	-	-	-	-	-	19,248	19,248	-
				PY 2020-21	83,501	-	2,707	-	2,707	-	66,960	-	66,960	19,248
145	19X658	WIPRO FOUNDATION	BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM (BSF)-SMALL GRANTS PROGRAM PHASE I	CY 2021-22	46,63,566	-	1,69,455	-	1,69,455	-	-	46,43,242	46,43,242	1,89,779
				PY 2020-21	43,57,044	21,76,720	2,01,748	-	23,78,468	-	-	20,71,946	20,71,946	46,63,566
146	19X658	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	ANNUAL SERB IN CHEMICAL ECOLOGY	CY 2021-22	36,957	-	-	(5,957)	(5,957)	-	31,000	-	31,000	-
				PY 2020-21	35,473	-	1,484	-	1,484	-	-	-	-	36,957
147	19X658	HIMACHAL PRADESH WILDILFE DIVISION, GOVT. OF HP	CONTRIBUTION TO WILDLIFE RESEARCH	CY 2021-22	28,687	-	-	-	-	-	-	28,687	28,687	-
				PY 2020-21	27,583	-	1,104	-	1,104	-	-	-	-	28,687
148	19X659	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	SERB-NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP (N-PDF) AWARDED TO DR. LAHARI YERAMALA	CY 2021-22	1,15,268	-	-	(33,868)	(33,868)	-	81,400	-	81,400	-
				PY 2020-21	3,31,948	10,45,717	22,763	-	10,68,480	-	8,18,400	4,66,760	12,85,160	1,15,268

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI

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
149	19X659	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	SERB-NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP (N-PDF) AWARDED TO DR. VINOTH	CY 2021-22	3,50,242	-	9,609	-	9,609	-	83,600	43,250	1,26,850	2,33,001
				PY 2020-21	3,27,836	10,46,046	20,377	-	10,66,423	-	8,18,400	2,25,617	10,44,017	3,50,242
150	19X659	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	COLLABORATIVE RESEARCH VISIT OF PROF MANI RAMASWAMI FROM TRINITY COLLEGE-VAJRA GRANT	CY 2021-22	66,906	-	-	-	-	-	62,000	4,906	66,906	-
				PY 2020-21	6,94,132	-	11,774	-	11,774	-	-	6,39,000	6,39,000	66,906
151	19X659	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	INSPIRE FELLOWSHIP TO MS. PRERNA TRIPATHI	CY 2021-22	10,26,572	-	-	(10,26,572)	(10,26,572)	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	5,36,760	4,61,280	28,532	-	4,89,812	-	-	-	-	10,26,572
152	19X659	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	UNCOVERING MECHANISTIC ROLES FOR THE POST TRANSLATIONAL MODIFIER SUMO IN EARLY DROSOPHILA	CY 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
				PY 2020-21	5,46,150	6,00,000	23,593	-	6,23,593	-	4,63,803	5,65,958	10,29,761	1,39,982
153	19X659	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	J C BOSE FELLOWSHIP TO PROF. MADAN RAO	CY 2021-22	34,311	38,00,000	27,814	-	38,27,814	-	6,19,200	-	6,19,200	32,42,925
				PY 2020-21	7,68,895	-	13,616	-	13,616	-	7,48,200	-	7,48,200	34,311
154	19X659	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	COLLABORATIVE RESEARCH VISIT TO PROF. BENZION SHILO-VAJRA GRANT	CY 2021-22	23,168	-	-	-	-	-	-	23,168	23,168	-
				PY 2020-21	22,237	-	931	-	931	-	-	-	-	23,168
155	19X659	International Human Frontier Science Program Organization (HFSP)	HFSP AWARD TO DR. ARATI RAMESH	CY 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
				PY 2020-21	89,21,618	87,00,000	5,40,888	-	92,40,888	4,72,500	1,55,124	13,21,086	19,48,710	1,62,13,796
156	19X679	Shri. S. Gopalakrishnan & Smt. Sudha Gopalakrishnan, Trustees of Pratiksha Trust	SUPPORTING WORLD CLASS RESEARCH IN NEUROBIOLOGY	CY 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
				PY 2020-21	69,51,244	1,00,00,000	4,09,598	-	1,04,09,598	2,88,750	28,56,520	4,08,621	35,53,891	1,38,06,951
157	19X680	THE OPEN UNIVERSITY	HOW TO LINK INDUSTRIAL AND SOCIAL INNOVATION FOR INCLUSIVE DEVELOPMENT	CY 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
				PY 2020-21	6,10,156	36,77,362	55,560	-	37,32,922	81,900	24,67,725	4,71,606	30,21,231	13,21,847
158	19X680	INTERNAL SUB-PROJECT OF DVDP (SHRI. N. R. NARAYANA MURTHY)	DENGUE VACCINE DELIVERY SUB-PROJECT	CY 2021-22	1,04,614	-	-	(1,04,614)	(1,04,614)	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	25,00,000	-	1,04,614	(25,00,000)	(23,95,386)	-	-	-	-	1,04,614
159	19X680	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	WOMEN EXCELLENCE AWARD TO DR. DEEPA AGASHE, NCBS	CY 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
				PY 2020-21	6,20,527	-	19,864	-	19,864	-	2,99,603	1,00,000	3,99,603	2,40,788
160	19X680	WIPRO FOUNDATION	BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM (BSF)-RESOURCE PERSON-YEAR3	CY 2021-22	73,353	-	-	-	-	-	-	73,353	73,353	-
				PY 2020-21	5,87,733	2,18,736	10,666	-	2,29,402	-	6,99,360	44,422	7,43,782	73,353
161	19X681	Raptor Research and Conservation Foundation (RRCF)	RRCF SMALL GRANT TO MR. KAUSHIK	CY 2021-22	8,634	-	-	(8,634)	(8,634)	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	1,82,733	-	4,457	-	4,457	-	-	1,78,556	1,78,556	8,634
162	19X905	INTERNAL SUB-GRANT OF SIMONS FOUNDATION	PHYSICS OF LIFE 2019, 7TH NCBS SIMONS ANNUAL MONSOON SCHOOL	CY 2021-22	28,761	-	-	(28,761)	(28,761)	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	6,87,317	-	28,761	(6,87,317)	(6,58,556)	-	-	-	-	28,761
163	19X905	Nature Conservation Foundation	PROBLEMS OF FIT ECOLOGICAL AND MANAGEMENT BOUNDARIES AND THE DRIVERS OF	CY 2021-22	6,55,953	6,00,000	11,924	-	6,11,924	-	-	11,36,007	11,36,007	1,31,870
				PY 2020-21	31,540	6,15,000	9,413	-	6,24,413	-	-	-	-	6,55,953

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI 400 005.
CHATURVEDI SHAH & CO. MUMBAI Chartered Accountants

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
164	19X905	Nature Conservation Foundation	SEASONS WATCH-PHASE II	CY 2021-22	33,630	-	1,393	-	1,393	-	-	-	-	35,023
				PY 2020-21	2,05,671	-	1,959	-	1,959	-	1,74,000	-	1,74,000	33,630
165	19X905	SIMONS FOUNDATION	CAMP COURSE WORKSHOP	CY 2021-22	8,14,515	-	33,745	-	33,745	-	-	-	-	8,48,260
				PY 2020-21	12,71,124	-	53,191	-	53,191	-	-	5,09,800	5,09,800	8,14,515
166	19X905	NAGALAND SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL	CHEMICAL ECOLOGY WORKSHOP CONTRIBUTION	CY 2021-22	3,52,359	-	14,598	-	14,598	-	-	-	-	3,66,957
				PY 2020-21	3,38,207	-	14,152	-	14,152	-	-	-	-	3,52,359
167	19X906	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	CONTRIBUTION TO YOUNG INVESTIGATORS MEETING	CY 2021-22	1,43,657	-	-	-	-	-	1,30,000	13,657	1,43,657	-
				PY 2020-21	8,61,595	3,00,000	26,770	-	3,26,770	-	-	10,44,708	10,44,708	1,43,657
168	19X906	MAX PLANCK INSTITUTE	DYNAMICS & SELF ORGANISATION FOR THE KICK OFF WORKSHOP	CY 2021-22	8,430	-	-	-	-	-	-	8,430	8,430	-
				PY 2020-21	8,091	-	339	-	339	-	-	-	-	8,430
169	19X906	UNIVERISTY OF CHICAGO	COLLABORATIVE GRANT WITH UNIVERISTY OF CHICAGO	CY 2021-22	9,76,637	-	23,146	-	23,146	-	9,70,599	-	9,70,599	29,184
				PY 2020-21	9,69,042	-	40,095	-	40,095	-	32,500	-	32,500	9,76,637
170	19X906	AHMEDABAD UNIVERSITY	CONTRIBUTION TO YOUNG INVESTIGATORS MEETING	CY 2021-22	2,53,634	-	-	-	-	-	2,50,908	2,726	2,53,634	-
				PY 2020-21	2,58,852	-	10,476	-	10,476	-	-	15,694	15,694	2,53,634
171	19X906	IISER, TIRUPATI	CONTRIBUTION TO YOUNG INVESTIGATORS MEETING	CY 2021-22	1,09,791	-	-	-	-	-	1,09,591	200	1,09,791	-
				PY 2020-21	1,05,381	-	4,410	-	4,410	-	-	-	-	1,09,791
172	19X906	THE ROYAL SOCEITY, LONDON	COLLABORATIVE VIST OF MALCOLM BURROWS	CY 2021-22	3,92,783	-	16,265	-	16,265	-	-	777	777	4,08,271
				PY 2020-21	3,77,007	-	15,776	-	15,776	-	-	-	-	3,92,783
173	19X906	UNIVERSITY OF EDINBURGH	SIDB GRANT FROM UNIVERSITY OF EDINBURGH	CY 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
				PY 2020-21	22,45,304	1,17,39,626	1,06,774	-	1,18,46,400	2,89,338	1,02,67,812	-	1,05,57,150	35,34,554
174	19X906	BAGARIA EDUCATION TRUST	CONTRIBUTION TO RESEARCH OF PROF. GAITI HASAN	CY 2021-22	17,283	-	-	-	-	-	-	17,283	17,283	-
				PY 2020-21	59,275	2,50,000	508	-	2,50,508	-	2,92,500	-	2,92,500	17,283
175	19X907	WIPRO FOUNDATION	BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM (BSF)-CONTENT WRITER	CY 2021-22	1,69,086	-	7,005	-	7,005	-	-	-	-	1,76,091
				PY 2020-21	1,62,880	-	6,206	-	6,206	-	-	-	-	1,69,086
176	19X907	WIPRO FOUNDATION	BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM (BSF)-TEMPORARY CO-ORDINATOR	CY 2021-22	54,663	-	2,237	-	2,237	-	-	-	-	56,900
				PY 2020-21	1,22,595	7,68,000	13,403	-	7,81,403	-	7,21,335	1,28,000	8,49,335	54,663
177	19X907	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	MODULATION OF PLA2G6 LINKED PARKINSONS DISEASE BY STORE OPERATED CALCIUM ENTRY	CY 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
				PY 2020-21	5,67,694	33,01,429	54,881	-	33,56,310	-	11,13,332	25,69,057	36,82,389	2,41,615
178	19X907	The Institute for Stem Cell Science and Regenerative Medicine (inStem)	CONTRIBUTION TO YOUNG INVESTIGATORS MEETING	CY 2021-22	1,05,608	-	-	-	-	-	84,700	20,908	1,05,608	-
				PY 2020-21	1,04,883	-	725	-	725	-	-	-	-	1,05,608

MUMBAI
KAILASHCHAND JAIN & CO.
Chartered Accountants
MUMBAI

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
179	19X907	ADDGENE	CONTRIBUTION TO YOUNG INVESTIGATORS MEETING	CY 2021-22	56,948	-	-	-	-	-	56,948	-	56,948	-
				PY 2020-21	54,661	-	2,287	-	2,287	-	-	-	-	56,948
180	19X907	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	NPDF FELLOWSHIP TO GAJENDRA SINGH	CY 2021-22	8,29,318	-	13,096	-	13,096	-	6,13,800	1,38,763	7,52,563	89,851
				PY 2020-21	8,54,754	10,56,676	34,563	-	10,91,239	-	8,18,400	2,98,275	11,16,675	8,29,318
181	19X907	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	MAINTENANCE OF BACTERIAL GENOME INTEGRITY MECHANSIM OF ACTION AND REGULATION OF THE HIGHLY	CY 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
				PY 2020-21	9,59,682	4,00,000	32,966	-	4,32,966	-	4,61,280	3,34,643	7,95,923	5,96,725
182	19X907	MADHYA PRADESH STATE FOREST RESEARCH INSTITURE, GO MP	CONTRIBUTION TO WILD LIFE RESEARCH	CY 2021-22	3,19,199	-	-	-	-	-	30,968	2,88,231	3,19,199	-
				PY 2020-21	2,63,212	2,48,000	10,712	-	2,58,712	-	30,000	1,72,725	2,02,725	3,19,199
183	19X907	VARIOUS CONTRIBUTORS	CONTRIBUTION TO INSECT WORKSHOP	CY 2021-22	4,92,169	-	20,384	-	20,384	-	-	604	604	5,11,949
				PY 2020-21	4,72,401	-	19,768	-	19,768	-	-	-	-	4,92,169
184	19X908	NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY	CONTRIBUTION TO WILDLIFE RESEARCH	CY 2021-22	21,63,733	-	60,994	-	60,994	-	5,87,148	4,28,657	10,15,805	12,08,922
				PY 2020-21	21,93,908	-	89,825	-	89,825	-	1,20,000	-	1,20,000	21,63,733
185	19X908	Defries-Bajpai Foundation, USA	CONTRIBUTION TO WILDLIFE RESEARCH-ABHINAV TYAGI	CY 2021-22	3,77,465	-	15,495	-	15,495	-	-	3,15,868	3,15,868	77,092
				PY 2020-21	3,67,683	-	9,782	-	9,782	-	-	-	-	3,77,465
186	19X908	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	IDENTIFYING TRANSCRIPTIONAL CIRCUITS CRUCIAL FOR CARDIAC CIRCADIAN RHYTHM CONTROL	CY 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
				PY 2020-21	16,20,544	-	43,723	-	43,723	-	5,14,191	5,17,215	10,31,406	6,32,861
187	19X908	Raptor Research and Conservation Foundation (RRCF)	RRCF SMALL GRANT TO MS.RHEA LOPEZ	CY 2021-22	95,974	-	3,976	-	3,976	-	-	-	-	99,950
				PY 2020-21	93,203	89,550	2,771	-	92,321	-	-	89,550	89,550	95,974
188	19X908	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	DEVELOPING COARSE GRAINED MODELS FOR UNDERSTANDING THE SELF ASSEMBLY OF THE MS2	CY 2021-22	1,90,774	2,20,000	7,003	-	2,27,003	1,01,868	-	20,000	1,21,868	2,95,909
				PY 2020-21	2,08,258	-	8,699	-	8,699	-	-	26,183	26,183	1,90,774
189	19X908	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	STRUCTURAL AND BIOCHEMICAL ANALYSIS OF PROKARYOTIC RHOMBOID PROTEASES	CY 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
				PY 2020-21	17,39,973	2,00,000	65,914	-	2,65,914	-	2,83,629	9,88,062	12,71,691	7,34,196
190	19X908	NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY	CONTRIBUTION TO WILDLIFE RESEARCH-MANASWI RAGHURAM	CY 2021-22	4,88,210	-	-	-	-	-	-	4,88,210	4,88,210	-
				PY 2020-21	4,68,601	-	19,609	-	19,609	-	-	-	-	4,88,210
191	19X909	CENTRE FOR CELLULCAR & MOLECULAR PLATFORMS (CCMAP)	CONTRIBUTION TO YOUNG INVESTIGATORS MEETING	CY 2021-22	1,13,423	-	-	-	-	-	89,200	24,223	1,13,423	-
				PY 2020-21	2,760	-	115	-	115	-	-	(1,10,548)	(1,10,548)	1,13,423
192	19X909	Ashoka Trust for Research in Ecology and the Environment (ATREE)	NATIONAL MISSION ON BIO-DIVERSITY AND HUMAN WELLBEING	CY 2021-22	1,61,198	-	6,678	-	6,678	-	-	-	-	1,67,876
				PY 2020-21	2,77,974	9,13,482	3,792	-	9,17,274	-	6,84,050	3,50,000	10,34,050	1,61,198
193	19X909	Ministry of Environment, Forest and Climate Change, GOI	LONG TERM MONITORING OF BIODIVERISTY AND ECOSYSTEM PROCESSES IN INDIAN GRASSLANDS	CY 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
				PY 2020-21	41,36,845	-	1,32,962	(44,848)	88,114	-	4,36,954	20,00,000	24,36,954	17,88,005

INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
MUMBAI
KAILASHCHAND JAIN & CO.
MUMBAI

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
194	20X636	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	INDIABIOSCIENCE YOUNG INVESTIGATORS MEETINGS & STUDENTS	CY 2021-22	8,09,379	-	-	-	-	-	7,67,192	42,187	8,09,379	-
				PY 2020-21	-	7,95,032	14,347	-	8,09,379	-	-	-	-	8,09,379
195	20X639	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	INVESTIGATING THE POTENTIAL ROLE OF TCF4 IN MATURE NEURONAL MAINTENANCE	CY 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
				PY 2020-21	-	24,24,944	51,565	-	24,76,509	-	93,000	20,130	1,13,130	23,63,379
196	20X639	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	GENOME INFORMATICS APPLICATIONS IN BIODIVERISTY AND HUMAN HEALTH BIC AT NCBS	CY 2021-22	36,94,153	-	1,18,190	(51,592)	66,598	-	15,82,308	-	15,82,308	21,78,443
				PY 2020-21	-	39,30,737	65,416	-	39,96,153	-	62,000	2,40,000	3,02,000	36,94,153
197	20X639	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	VISUALISATION OF SIGNALLING-INDUCED ENHANCER:PROMOTER INTERACTIONS IN LIVE CELLS	CY 2021-22	13,31,763	-	34,505	(18,990)	15,515	-	5,20,800	7,50,045	12,70,845	76,433
				PY 2020-21	-	13,35,400	21,363	-	13,56,763	-	-	25,000	25,000	13,31,763
198	20X680	AZIM PREMJI PHILANTHROPIC INITIATIVES PVT. LTD. (APPI)	AZIM PREMJI PHILANTHROPIC INITIATIVES PRIVATE LIMITED	CY 2021-22	2,98,926	-	-	(2,98,926)	(2,98,926)	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	-	1,50,00,000	1,24,377	-	1,51,24,377	-	19,25,948	1,28,99,503	1,48,25,451	2,98,926
199	20X680	STANDARD CHARTERED GLOBAL BUSINESS SERVICES PRIVATE LIMITED (SCB GBS)	FINANCIAL SUPPORT FOR DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR RAPID TESTS FOR COVID 19	CY 2021-22	24,799	-	-	(24,799)	(24,799)	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	-	50,00,400	24,799	-	50,25,199	-	-	50,00,400	50,00,400	24,799
200	20X680	STANDARD CHARTERED GLOBAL BUSINESS SERVICES PRIVATE LIMITED (SCB GBS)	FINANCIAL SUPPORT FOR DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR RAPID TESTS FOR COVID 19 AND	CY 2021-22	65,499	-	-	(65,499)	(65,499)	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	-	50,00,400	65,499	-	50,65,899	-	-	50,00,400	50,00,400	65,499
201	20X680	CACTUS COMMUNICATIONS	CONTRIBUTION TO INDIA BIOSCIENCE EFFORTS AND ACTIVITIES	CY 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
				PY 2020-21	-	10,00,000	24,102	-	10,24,102	-	1,59,687	5,81,773	7,41,460	2,82,642
202	20X681	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	SCROLLS AND LEAVES PODCAST, EPISODES1 AND 2	CY 2021-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	-	1,00,000	-	50,000	1,50,000	-	1,50,000	-	1,50,000	-
203	20X681	VARIOUS CONTRIBUTORS	EMBO WORKSHOP	CY 2021-22	9,68,491	-	40,124	-	40,124	-	-	-	-	10,08,615
				PY 2020-21	-	11,23,414	31,452	-	11,54,866	1,86,375	-	-	1,86,375	9,68,491
204	20X681	DEPARTMENT OF HEALTH RESEARCH, MINISTRY OF HEALTH AND FAMILY WELFARE, GOI	GENERATION AND MAINTENANCE OF THE SMOOTH ENDOPLASMIC RETICULUM	CY 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
				PY 2020-21	-	15,47,060	41,967	-	15,89,027	-	4,20,000	45,060	4,65,060	11,23,967
205	20X681	IQVIA RDS (INDIA) PRIVATE LIMITED	COVID RESEARCH - A COLOUR BASED ASSAY FOR COVID DETECTION, USING RNA-BASED SENSORS	CY 2021-22	5,82,986	-	-	(5,82,986)	(5,82,986)	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	-	30,00,000	59,687	-	30,59,687	-	-	24,76,701	24,76,701	5,82,986
206	20X681	DEPARTMENT OF HEALTH RESEARCH, MINISTRY OF HEALTH AND FAMILY WELFARE, GOI	TESTING THE FUNCTION MODE OF ACTION AND SIGNALING MECHANISMS OF GAP JUNCTION PROTEINS IN	CY 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
				PY 2020-21	-	8,61,080	16,929	-	8,78,009	-	4,47,097	40,326	4,87,423	3,90,586
207	20X681	WIPRO FOUNDATION	BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM (BSF)-PODCAST	CY 2021-22	1,58,981	8,45,000	26,462	-	8,71,462	-	-	7,96,092	7,96,092	2,34,351
				PY 2020-21	-	7,00,000	14,906	-	7,14,906	-	-	5,55,925	5,55,925	1,58,981
208	20X681	INTERNAL SUB-GRANT PROJECT - CONTRIBUTIONS FROM VARIOUS INVESTIGATORS	ANTI-VIRAL DRUG DISCOVERY	CY 2021-22	5,69,032	-	-	(5,69,032)	(5,69,032)	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	-	-	-	26,90,880	26,90,880	-	1,00,183	20,21,665	21,21,848	5,69,032

MUMBAI 005.
KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

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
209	20X681	The Institute for Stem Cell Science and Regenerative Medicine (inStem)	CONTRIBUTION TO CIFF	CY 2021-22	52,895	-	-	-	-	-	-	52,895	52,895	-
				PY 2020-21	-	4,42,000	3,695	-	4,45,695	-	-	3,92,800	3,92,800	52,895
210	20X681	INTERNATIONAL UNION OF BIOLOGICAL SCIENCES	CONTRIBUTION TO INDIA BIOSCIENCE ACTIVITIES AND EFFORTS	CY 2021-22	43,165	2,99,576	6,527	-	3,06,103	-	-	1,16,724	1,16,724	2,32,544
				PY 2020-21	-	1,95,662	820	-	1,96,482	-	-	1,53,317	1,53,317	43,165
211	20X682	The Institute for Stem Cell Science and Regenerative Medicine (inStem)	CONTRIBUTION TO ANIMAL HOUSE FACILITY	CY 2021-22	19,62,986	-	54,809	-	54,809	-	-	19,62,985	19,62,985	54,810
				PY 2020-21	-	41,46,991	70,012	-	42,17,003	-	-	22,54,017	22,54,017	19,62,986
212	20X682	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	IRMI FELLOWSHIP TO DR. VINEETHA	CY 2021-22	1,02,506	1,98,597	6,364	-	2,04,961	59,430	-	-	59,430	2,48,037
				PY 2020-21	-	1,00,000	2,506	-	1,02,506	-	-	-	-	1,02,506
213	20X682	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	IRMI AWARD TO INDIA BIOSCIENCE	CY 2021-22	2,94,699	4,72,128	-	-	4,72,128	-	6,80,520	86,307	7,66,827	-
				PY 2020-21	-	5,00,000	9,372	-	5,09,372	-	1,56,000	58,673	2,14,673	2,94,699
214	20X682	The Institute for Stem Cell Science and Regenerative Medicine (inStem)	CONTRIBUTION TO LAB FACILITY	CY 2021-22	2,77,426	-	-	(2,77,426)	(2,77,426)	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	-	2,70,000	7,426	-	2,77,426	-	-	-	-	2,77,426
215	20X682	VARIOUS CONTRIBUTORS	SMALL CONTRIBUTIONS TO ARCHIVES FACILITY	CY 2021-22	25,670	-	-	-	-	-	-	25,670	25,670	-
				PY 2020-21	-	25,000	670	-	25,670	-	-	-	-	25,670
216	20X682	HONORARIUM SURRENDER BY PROF. GAITI RECEIVED FROM GUTENBERG UNIVERSITY	SMALL CONTRIBUTION TO PROF. GAITI LAB	CY 2021-22	8,75,871	-	36,287	-	36,287	-	-	-	-	9,12,158
				PY 2020-21	-	8,53,671	22,200	-	8,75,871	-	-	-	-	8,75,871
217	20X682	European Molecular Biology Organization, Germany	CONTRIBUTION TO YOUNG INVESTIGATORS MEETING	CY 2021-22	91,879	-	-	-	-	-	65,000	26,879	91,879	-
				PY 2020-21	-	1,85,503	4,824	-	1,90,327	-	-	98,448	98,448	91,879
218	20X682	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	UNDERSTANDING THE IMPACT OF CHROMATIN ARCHITECTURE ON SOMATIC MUTATIONAL PROCESS AND	CY 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
				PY 2020-21	-	47,31,171	82,154	-	48,13,325	-	1,15,320	63,507	1,78,827	46,34,498
219	20X682	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	SINGLE CELL METABOLIC MAPS OF SENESCENT CELLS AND SENESCENCE DRIVEN CANCER CELLS IN AGIN	CY 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
				PY 2020-21	-	2,40,00,000	4,89,851	-	2,44,89,851	-	-	6,33,958	6,33,958	2,38,55,893
220	20X682	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	RESEARCH AND CONSERVATION: MONITORING APIS DORSATA COLONIES	CY 2021-22	15,12,088	-	26,158	-	26,158	-	4,61,280	8,68,032	13,29,312	2,08,934
				PY 2020-21	-	16,80,000	32,528	-	17,12,528	-	1,00,440	1,00,000	2,00,440	15,12,088
221	20X683	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	SPONGE WATCH PROGRAM FOR MICROPLASTICS	CY 2021-22	22,41,381	-	57,519	-	57,519	-	8,46,200	5,96,647	14,42,847	8,56,053
				PY 2020-21	-	25,00,000	48,021	-	25,48,021	-	1,74,840	1,31,800	3,06,640	22,41,381
222	20X683	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	MATHEMATICAL MODELLING OF DORMANCY DECISION IN VIRUSES AND CONSEQUENCES FOR SPREAD FOR VIRAL	CY 2021-22	2,24,196	-	9,042	-	9,042	-	-	9,450	9,450	2,23,788
				PY 2020-21	-	2,20,000	4,196	-	2,24,196	-	-	-	-	2,24,196
223	20X683	The Institute for Stem Cell Science and Regenerative Medicine (inStem)	CONTRIBUTION TO NGS FACILITY AS PART OF ADBS PROJECT	CY 2021-22	8,21,064	-	29,242	-	29,242	-	-	1,42,652	1,42,652	7,07,654
				PY 2020-21	-	-	-	35,21,429	35,21,429	-	-	27,00,365	27,00,365	8,21,064

MUMBAI 400 005.
KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

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
224	20X683	Nature Conservation Foundation	MASTERS PROGRAM IN WILDLIFE BIOLOGY AND CONSERVATION	CY 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
				PY 2020-21	-	20,00,000	35,777	-	20,35,777	-	-	-	-	20,35,777
225	20X683	The Institute for Stem Cell Science and Regenerative Medicine (inStem)	CONTRIBUTION TO NGS FACILITY AS PART OF COVID EFFORTS	CY 2021-22	2,30,264	-	-	(2,09,491)	(2,09,491)	-	-	20,773	20,773	-
				PY 2020-21	-	-	-	6,47,500	6,47,500	-	-	4,17,236	4,17,236	2,30,264
226	20X683	THE HABITATS TRUST	THE HABITATS TRUST SCHOLARSHIP FOR MASTERS IN WILDLIFE BIOLOGY AND CONSERVATION	CY 2021-22	15,04,626	-	26,751	-	26,751	-	4,80,000	7,15,299	11,95,299	3,36,078
				PY 2020-21	-	15,00,000	26,561	-	15,26,561	-	21,935	-	21,935	15,04,626
227	20X683	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	INVESTIGATING ROLE OF E2-2 IN MICROGLIAL FUNCTIONS	CY 2021-22	18,32,871	-	53,459	-	53,459	-	3,33,036	8,52,953	11,85,989	7,00,341
				PY 2020-21	-	19,70,000	26,847	-	19,96,847	-	-	1,63,976	1,63,976	18,32,871
228	20X683	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	INTEGRATIVE STRUCTURAL AND FUNCTIONAL CHARACTERIZATION OF DESMOSOMES	CY 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
				PY 2020-21	-	2,80,000	3,685	-	2,83,685	-	-	-	-	2,83,685
229	20X684	Indian Institute of Science	LTEO FOREST THEME - IISC-NCBS COLLABORATIVE RESEARCH PROJECT	CY 2021-22	4,05,264	-	16,790	-	16,790	-	-	-	-	4,22,054
				PY 2020-21	-	4,00,000	5,264	-	4,05,264	-	-	-	-	4,05,264
230	20X698	Nature Conservation Foundation	SEASONS WATCH PHASE II INSTALMENT II	CY 2021-22	2,09,296	-	1,380	-	1,380	-	1,94,000	-	1,94,000	16,676
				PY 2020-21	-	13,38,600	15,296	-	13,53,896	-	9,70,000	1,74,600	11,44,600	2,09,296
231	20X698	VARIOUS CONTRIBUTORS	CONTRIBUTION TO WORKSHOP CONDUCTED BY DR. HIYAA	CY 2021-22	3,01,191	-	9,140	-	9,140	-	-	1,13,593	1,13,593	1,96,738
				PY 2020-21	-	4,16,414	8,355	-	4,24,769	1,23,578	-	-	1,23,578	3,01,191
232	20X698	M/S TNQ TECHNOLOGIES PRIVATE LIMITED	SCIENTIFIC RESEARCH PROGRAM TITLED OBAID SIDDIQI CHAIR IN HISTORY AND CULTURE OF SCIENCE	CY 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
				PY 2020-21	-	44,00,000	75,992	-	44,75,992	-	5,70,000	2,20,000	7,90,000	36,85,992
233	20X698	DR. AMAN AGARWAL	COLLABORATIVE WORK AT CCAMP	CY 2021-22	33,729	-	-	-	-	-	-	33,730	33,730	(1)
				PY 2020-21	-	40,000	534	-	40,534	-	-	6,805	6,805	33,729
234	20X698	WIPRO FOUNDATION	BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM (BSF)-SOCIAL INTERN	CY 2021-22	1,22,916	96,000	2,108	-	98,108	-	1,96,000	16,000	2,12,000	9,024
				PY 2020-21	-	1,44,000	2,916	-	1,46,916	-	-	24,000	24,000	1,22,916
235	20X850	VARIOUS CONTRIBUTORS	CONTRIBUTION TOWARDS MASS SPECTROMETRY COURSE CONDUCT	CY 2021-22	1,54,634	-	6,406	-	6,406	-	-	-	-	1,61,040
				PY 2020-21	-	1,52,625	2,009	-	1,54,634	-	-	-	-	1,54,634
236	20X850	VARIOUS CONTRIBUTORS	CONTRIBUTION TOWARDS CIFF-CYTOMETRY COURSE CONDUCT	CY 2021-22	2,39,617	54,000	9,767	-	63,767	-	-	45,200	45,200	2,58,184
				PY 2020-21	-	2,36,493	3,124	-	2,39,617	-	-	-	-	2,39,617
237	20X850	VARIOUS CONTRIBUTORS	CONTRIBUTION TOWARDS BANGALORE MICROSCOPY COURSE CONDUCT	CY 2021-22	8,24,418	-	34,155	-	34,155	-	-	-	-	8,58,573
				PY 2020-21	-	8,13,709	10,709	-	8,24,418	-	-	-	-	8,24,418
238	20X850	VARIOUS CONTRIBUTORS	CONTRIBUTION TOWARDS BIOMOLECULAR INTERACTIONS CONDUCT	CY 2021-22	9,81,560	-	40,665	-	40,665	-	-	-	-	10,22,225
				PY 2020-21	-	9,68,810	12,750	-	9,81,560	-	-	-	-	9,81,560

INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH / MUMBAI
KAILASH CHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

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	20X850	VARIOUS CONTRIBUTORS	CONTRIBUTION TOWARDS EMBO COURSE CONDUCT	CY 2021-22	8,95,095	-	37,083	-	37,083	-	-	-	-	9,32,178
				PY 2020-21	-	8,83,468	11,627	-	8,95,095	-	-	-	-	8,95,095
240	20X850	VARIOUS CONTRIBUTORS	WORKSHOP ON "INTEGRATED OMICS II" GENOMICS,PROTEOMICS,METABOLOMICS AND	CY 2021-22	1,21,716	-	5,043	-	5,043	-	-	-	-	1,26,759
				PY 2020-21	-	1,20,135	1,581	-	1,21,716	-	-	-	-	1,21,716
241	20X909	Nuclear Power Corporation of India Limited	SCREENING & TESTING FOR COVID 19-GRANT FROM NPCIL DAE	CY 2021-22	37,488	-	-	(37,488)	(37,488)	-	-	-	-	-
				PY 2020-21	-	80,00,000	37,488	-	80,37,488	-	-	80,00,000	80,00,000	37,488
242	20X909	AZIM PREMJI PHILANTHROPIC INITIATIVES PVT. LTD. (APPI)	APPI - PHASE II - COVID- 19 TESTING ACTIVITIES	CY 2021-22	61,01,584	-	1,99,797	-	1,99,797	-	-	18,42,468	18,42,468	44,58,913
				PY 2020-21	-	75,00,000	71,233	-	75,71,233	-	-	14,69,649	14,69,649	61,01,584
243	20X909	WIPRO FOUNDATION	BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM (BSF)-SMALL GRANTS PROGRAM PHASE II	CY 2021-22	49,40,490	23,37,667	1,69,787	-	25,07,454	-	-	64,25,917	64,25,917	10,22,027
				PY 2020-21	-	51,62,333	72,755	-	52,35,088	-	-	2,94,598	2,94,598	49,40,490
244	21X600	VARIOUS CONTRIBUTORS	SALIVA SENTINEL TESTING RESEARCH PROGRAM	CY 2021-22	-	-	27,377	20,73,974	21,01,351	16,61,793	-	2,29,200	18,90,993	2,10,358
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
245	21X638	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	PREDATOR PREY INTERACTIONS CHEMICAL DEFENSE IN HEMIPTERA PENTATOMIDAE BUG (THE	CY 2021-22	-	8,14,360	32,522	-	8,46,882	-	1,16,560	10,000	1,26,560	7,20,322
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
246	21X639	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	THE CHEMICAL ECOLOGY OF HIGH L-DOPA CONTAINING PLANTS AND THEIR INTERACTION WITH	CY 2021-22	-	3,25,000	13,167	-	3,38,167	-	-	25,000	25,000	3,13,167
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
247	21X639	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	TRANSLATIONAL PLATFORMS FOR DISCOVERY, REPURPOSING, AND CLINICAL DEVELOPMENT FOR COVID-19	CY 2021-22	-	72,32,000	1,36,427	-	73,68,427	-	64,525	2,49,000	3,13,525	70,54,902
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
248	21X679	International Human Frontier Science Program Organization (HFSP)	CAREER AWARD TO DR. ANJANA BADRINARAYANAN	CY 2021-22	-	77,07,588	1,35,408	-	78,42,996	-	-	-	-	78,42,996
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
249	21X683	Department of Public Health and Preventive Medicine, Tamil Nadu	GENOME SEQUENCNG OF COVID SAMPLES OF TAMILNADU	CY 2021-22	-	10,00,000	-	-	10,00,000	-	-	10,00,000	10,00,000	-
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	21X684	INTERNAL SUB-GRANT OF BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM - WIPRO FOUNDATION	BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM - BWSSB COVID PROOF OF CONCEPT STUDY	CY 2021-22	-	-	-	2,17,851	2,17,851	-	-	2,17,851	2,17,851	-
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
251	21X684	TNQ TECHNOLOGIES INDIABIOSCIENCE	CONTRIBUTION TOWARDS INDIA BIOSCIENCES ACTIVITIES	CY 2021-22	-	15,00,000	23,289	-	15,23,289	-	4,19,600	4,87,200	9,06,800	6,16,489
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
252	21X684	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	INVESTIGATING CELLULAR AND MOLECULAR MECHANISMS THAT BUILDCOLLATERAL ARTERIES	CY 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
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
253	21X684	HINDUSTAN UNILEVER LIMITED	Understanding Immune Responses to SARS-CoV-2 and its accumulating variants in vaccinated people	CY 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
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI 400005.

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI

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
254	21X685	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	IDENTIFYING MOLECULAR DETERMINANTS OF ELECTRICAL SYNAPSE FORMATION AND	CY 2021-22	-	74,71,736	1,88,437	-	76,60,173	-	1,66,937	44,670	2,11,607	74,48,566
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
255	21X685	WIPRO FOUNDATION	BANGALORE SUSTAINABILITY FORUM (BSF)-RESOURCE PERSON	CY 2021-22	-	19,40,800	25,695	-	19,66,495	-	15,65,540	3,14,297	18,79,837	86,658
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
256	21X685	CENTRE FOR CELLULCAR & MOLECULAR PLATFORMS (CCAMP)	ANTI SARS ACTIVITY SERVICE PIPELINE	CY 2021-22	-	11,63,830	5,938	-	11,69,768	-	-	9,42,489	9,42,489	2,27,279
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
257	21X685	ASHOKA UNIVERSITY	CONTRIBUTION TOWARDS INDIA BIOSCIENCES ACTIVITIES	CY 2021-22	-	2,25,000	7,614	-	2,32,614	-	17,049	-	17,049	2,15,565
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
258	21X685	BIOTECHNOLOGY INDUSTRY RESEARCH ASSISTANCE COUNCIL	ENABLING PRECLINICAL STUDIES FOR COVID-19 RESEARCH, DIAGNOSTICS AND DRUG DEVELOPMENT	CY 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
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
259	21X685	INTERNAL SUB GRANT OF PRATKISHA GRANT	SEED GRANTS AWARD TO PROF. SUMANTRA PART OF COLLABORATION WITH DR. ADIL KHAN, KINGS COLLEGE,	CY 2021-22	-	-	1,005	5,00,000	5,01,005	-	-	-	-	5,01,005
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
260	21X685	INTERNAL SUB GRANT OF PRATKISHA GRANT	SEED GRANTS AWARD TO PROF. RAGHU PART OF COLLABORATION WITH DR. SUBHANKAR MUKHOPADHYAY,	CY 2021-22	-	-	11,013	5,00,000	5,11,013	-	-	-	-	5,11,013
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
261	21X685	INTERNAL SUB GRANT OF PRATKISHA GRANT	SEED GRANTS AWARD TO PROF. SANJAY PART OF COLLABORATION WITH DR. DARREN WILLIAMS, KINGS	CY 2021-22	-	-	10,132	4,60,000	4,70,132	-	-	-	-	4,70,132
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
262	21X686	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	IMPROVING TOLERANCE TRAITS IN CROPS THROUGH THE EPIGENETIC CONTROL OF STRESS-RESPONSIVE GENES	CY 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
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
263	21X686	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	NOVEL EFFECTORS AND REGULATORS OF BACTERIAL DNA DAMAGE RESPONSE AND REPAIR	CY 2021-22	-	73,67,747	1,10,762	-	74,78,509	-	-	-	-	74,78,509
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
264	21X686	JAGDALE INDUSTRIES PVT. LTD PHARMA DIVISION JUGGAT PHARMA	ASSESS ANTI-MTB ACTIVITY IN THE INVITRO AND CELLULAR INFECTION MODELS	CY 2021-22	-	2,43,000	749	-	2,43,749	-	1,15,320	1,20,149	2,35,469	8,280
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
265	21X686	INFOSYS-TIFR LEADING EDE RESERACH GRANT	STUDYING RNA STRUCTURE AND DYNAMICS USING MACHINE LEARNING TECHNIQUES	CY 2021-22	-	18,00,000	46,883	-	18,46,883	-	-	-	-	18,46,883
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
266	21X686	Infosys-TIFR Leading Edge Research Grant	MICROBIAL POPULATIONS ON COMPLEX VISCO-ELASTIC SUBSTRATES: POPULATION STRUCTURE AND METABOLIC	CY 2021-22	-	25,00,000	65,116	-	25,65,116	-	-	-	-	25,65,116
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
267	21X686	European Molecular Biology Organization	EMBO- GLOBAL INVESTIGATOR NETWORK AWARD TO DR. DIMPLE NOTANI	CY 2021-22	-	11,56,400	17,580	-	11,73,980	-	-	-	-	11,73,980
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
268	21X686	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	NEUROMODULATION OF CELLULAR AND NETWORK ACTIVITY IN CEREBELLAR PURKINJE NEURONS DURING	CY 2021-22	-	6,25,821	6,122	-	6,31,943	-	2,59,200	25,920	2,85,120	3,46,823
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

MUMBAI 400 005.
KANAKESHKUMAR JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

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
269	21X686	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	DST INSPIRE FACULTY FELOWSHIP TO DR. ARJUN SRIVATHSA	CY 2021-22	-	22,00,000	29,206	-	22,29,206	-	6,73,387	-	6,73,387	15,55,819
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
270	21X686	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	STUDYING THE STRUCTURE AND ACTIVITY OF DEAMIDASES AND UBIQUITIN LIGASES FROM	CY 2021-22	-	19,70,000	29,594	-	19,99,594	-	-	4,96,718	4,96,718	15,02,876
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
271	21X687	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	SERB-NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP (N-PDF) AWARDED TO DR. HANSRAJ GAUTAM, NCBS	CY 2021-22	-	11,18,400	15,827	-	11,34,227	-	94,993	-	94,993	10,39,234
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
272	21X687	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD, GOI	SERB-NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP (N-PDF) AWARDED TO DR. SALEEM MUSHTAQ, NCBS	CY 2021-22	-	11,18,400	15,853	-	11,34,253	-	99,865	-	99,865	10,34,388
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
273	21X687	MRS. SUDHA MURTY	MRNA VACCINE DELIVERY - DENGUE VACCINE AND GENERAL VACCINE	CY 2021-22	-	1,00,00,000	1,25,345	-	1,01,25,345	-	-	2,17,658	2,17,658	99,07,687
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
274	21X692	NIMHANS	COLLABORATION ON BIOLOGICAL & BIOMEDICAL INVESTIGATIONS IN NEUROSCIENCES	CY 2021-22	-	5,00,000	5,725	-	5,05,725	-	-	-	-	5,05,725
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
275	21X692	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY, GOVERNMENT OF INDIA	DST INSPIRE FACULTY - DR. JYOTSANA JEWEL PARMAR	CY 2021-22	-	22,00,000	17,821	-	22,17,821	-	3,46,396	-	3,46,396	18,71,425
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
276	21X692	VARIOUS CONTRIBUTORS	IBS SMALL GRANTS	CY 2021-22	-	1,88,000	2,650	-	1,90,650	-	-	1,03,355	1,03,355	87,295
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
277	21X698	CSIR-CCMB, HYDERABAD	SARS-COV-2 CORONAVIRUS GENOMIC SURVEILLANCE	CY 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
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
278	21X700	VARIOUS CONTRIBUTORS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS CENTRAL IMAGE FLOW CYTOMETRY	CY 2021-22	-	1,20,39,990	85,308	-	1,21,25,298	-	-	57,47,742	57,47,742	63,77,556
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
279	21X700	VARIOUS CONTRIBUTORS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS ELECTRON MICROSCOPY	CY 2021-22	-	32,52,346	55,129	(4,552)	33,02,923	-	-	4,73,188	4,73,188	28,29,735
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
280	21X700	VARIOUS CONTRIBUTORS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS MASS SPECTROMETRY PROTEOMICS	CY 2021-22	-	14,65,156	11,081	(86,629)	13,89,608	-	-	5,50,396	5,50,396	8,39,212
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
281	21X700	VARIOUS CONTRIBUTORS	FACILITY- MASS SPECTROMETRY LIPIDOMICS	CY 2021-22	-	9,40,685	16,905	-	9,57,590	-	-	5,31,732	5,31,732	4,25,858
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
282	21X700	VARIOUS CONTRIBUTORS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS NGS FACILITY	CY 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
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
283	21X700	VARIOUS CONTRIBUTORS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS DNA SEQUENCING	CY 2021-22	-	24,70,670	530	91,760	25,62,960	-	-	20,46,096	20,46,096	5,16,864
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI 400 005.

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

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
284	21X700	VARIOUS CONTRIBUTORS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS ANIMAL FACILITY	CY 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
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
285	21X701	VARIOUS CONTRIBUTORS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS MOUSE GENOME ENGINEERING	CY 2021-22	-	20,04,028	30,976	(16,571)	20,18,433	-	-	15,36,740	15,36,740	4,81,693
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
286	21X701	VARIOUS CONTRIBUTORS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS DROSOPHILA / FLY FACILITY	CY 2021-22	-	38,16,708	35,924	(81,603)	37,71,029	-	-	18,86,886	18,86,886	18,84,143
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
287	21X701	VARIOUS CONTRIBUTORS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS STEM CELL FACILITY	CY 2021-22	-	5,08,178	8,721	-	5,16,899	-	-	81,520	81,520	4,35,379
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
288	21X701	VARIOUS CONTRIBUTORS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS HIGH THROUGHOUT SCREENING	CY 2021-22	-	1,94,054	1,970	(53,970)	1,42,054	96,642	-	5,058	1,01,700	40,354
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
289	21X701	VARIOUS CONTRIBUTORS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS GREEN HOUSE	CY 2021-22	-	9,68,380	6,921	-	9,75,301	-	-	7,28,694	7,28,694	2,46,607
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
290	21X701	VARIOUS CONTRIBUTORS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS RADIOACTIVE FACILITY	CY 2021-22	-	1,63,279	2,985	-	1,66,264	-	-	59,984	59,984	1,06,280
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
291	21X701	VARIOUS CONTRIBUTORS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS BIOSAFETY FACILITY	CY 2021-22	-	8,45,072	5,007	-	8,50,079	13,945	-	7,97,003	8,10,948	39,131
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
292	21X701	VARIOUS CONTRIBUTORS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS COMPUTING CLUSTER	CY 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
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
293	21X702	VARIOUS CONTRIBUTORS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS X RAY FACILITY	CY 2021-22	-	14,295	142	-	14,437	-	-	12,000	12,000	2,437
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
294	21X702	VARIOUS CONTRIBUTORS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS NMR FACILITY	CY 2021-22	-	36,22,451	40,863	-	36,63,314	-	-	25,08,056	25,08,056	11,55,258
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
295	21X702	VARIOUS CONTRIBUTORS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS MICROFLUIDICS & MICROFABRICATION	CY 2021-22	-	26,920	372	-	27,292	-	-	19,511	19,511	7,781
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
296	21X702	VARIOUS CONTRIBUTORS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS COLLECTIONS FACILITY	CY 2021-22	-	14,74,784	-	-	14,74,784	-	-	14,13,567	14,13,567	61,217
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
297	21X702	VARIOUS CONTRIBUTORS	EXTRAMURAL FUNDS RECEIVED TOWARDS FIELD STATIONS FACILITY	CY 2021-22	-	2,50,527	2,752	-	2,53,279	-	-	-	-	2,53,279
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
298	21X850	VARIOUS CONTRIBUTORS	4TH NATIONAL POST DOCTORAL SYMPOSIUM, - INDIA BIOSCIENCE	CY 2021-22	-	73,900	-	-	73,900	-	-	73,900	73,900	-
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

MUMBAI
KAILASHCHAND JAIN & CO. Chartered Accountants MUMBAI

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
299	21X850	VARIOUS CONTRIBUTORS	MOUSE CRYO WORKSHOP	CY 2021-22	-	20,000	-	-	20,000	-	-	20,000	20,000	-
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
300	21X850	VARIOUS CONTRIBUTORS	TRANSGENESIS AND CRISPR CAS WORKSHIP	CY 2021-22	-	20,000	-	-	20,000	-	-	20,000	20,000	-
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
301	21X851	VARIOUS CONTRIBUTORS	LAB MICE WORKSHOP	CY 2021-22	-	26,000	-	-	26,000	-	-	26,000	26,000	-
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
302	21X851	VARIOUS CONTRIBUTORS	LAB & MICE WORKSHOP	CY 2021-22	-	20,000	-	-	20,000	-	-	20,000	20,000	-
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
303	21X851	VARIOUS CONTRIBUTORS	Soft Matter Young Investigators Meet 2022	CY 2021-22	-	94,000	916	-	94,916	-	-	-	-	94,916
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
304	20X684	WELLCOME TRUST-DBT INDIA ALLIANCE	UNDERSTANDING THE REGULATORY ROLE OF G-QUADRUPLEX IN MODULATING GENE EXPRESSION IN	CY 2021-22	-	30,51,360	24,611	-	30,75,971	-	12,96,000	1,29,600	14,25,600	16,50,371
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total - 'D' - NCBS Projects				**CY 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**
				PY 2020-21	**38,95,41,792**	**33,60,88,021**	**1,70,18,444**	**(67,32,798)**	**34,63,73,667**	**4,48,39,892**	**12,39,45,642**	**18,17,00,400**	**35,04,85,934**	**38,54,29,525**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2022
PROJECT FUNDS
Schedule 'B' - PBL

(Amount in Rs.)

SR. NO.	GRANTING AUTHORITY	PROJECT NAME	YEAR	OPENING BALANCE	GRANTS RECEIVED	INTEREST	OTHER RECEIPTS / ADJUSTMENTS	CURRENT YEAR ADDITIONS	CAPITAL ADDITIONS	SALARIES	OTHER REVENUE EXPENSES	SUBTOTAL	NET 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	17,51,844	-	-	-	-	-	-	2,01,849	2,01,849	15,49,995
			PY 2020-21	19,90,615	-	-	-	-	-	-	2,38,771	2,38,771	17,51,844
2	Dept.of Space	ATCTM(ISRO-GBP)	CY 2021-22	44,912	2,00,000	-	-	2,00,000	-	-	1,04,109	1,04,109	1,40,803
			PY 2020-21	50,174	1,00,000	-	-	1,00,000	-	-	1,05,262	1,05,262	44,912
TOTAL - 'E' - PBL			**CY 2021-22**	**17,96,756**	**2,00,000**	**-**	**-**	**2,00,000**	**-**	**-**	**3,05,958**	**3,05,958**	**16,90,798**
			PY 2020-21	**20,40,789**	**1,00,000**	**-**	**-**	**1,00,000**	**-**	**-**	**3,44,033**	**3,44,033**	**17,96,756**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
TCIS - PROJECT - TIFR HYDERABAD
Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March 2022
Schedule - B - TCIS

SN	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	DST	IFCPAR RESEARCH PROJECT	CY 2021-22	84	-	5	-	5	-	-	-	-	89
				PY 2020-21	83	-	1	-	1	-	-	-	-	84
2	14X001	DST	CEFIPRA	CY 2021-22	8	-	-	-	-	-	-	-	-	8
				PY 2020-21	8	-	-	-	-	-	-	-	-	8
3	14X002		BASIC RESEARCH FOR AOARD 144023 SIZE LIMITED MESOSCOPIC LASER PLASMA ACCELERATOR	CY 2021-22	6	-	-	-	-	-	-	-	-	6
				PY 2020-21	6	-	-	-	-	-	-	-	-	6
4	14X003		2-DIMENSIONAL NANOSHEETS BASED ULTRA-LOW DENSITY SPONGES FOR ENERGY & ENVIRONMENTAL	CY 2021-22	81,384	-	2,359	-	2,359	-	-	-	-	83,743
				PY 2020-21	80,130	-	1,254	-	1,254	-	-	-	-	81,384
5	15X004		COUPLED PHYSICAL PROCESSES IN THE BAY OF BENGAL AND MONSOON AIR-SEA INTERACTION	CY 2021-22	258	-	7	-	7	-	-	-	-	265
				PY 2020-21	254	-	4	-	4	-	-	-	-	258
6	15X005	DST	DSTO - RAMANUJAN FELLOWSHIP	CY 2021-22	9,985	-	289	-	289	-	-	-	-	10,274
				PY 2020-21	9,831	-	154	-	154	-	-	-	-	9,985
7	15X007		INNOVATION IN SCIENCE PURSUED FOR INSPIRED SEARCH	CY 2021-22	5,75,651	-	14,523	3,21,664	(3,07,141)	-	-	47,856	47,856	2,20,654
				PY 2020-21	5,66,783	-	8,868	-	8,868	-	-	-	-	5,75,651
8	15X010	CSIR	CSIR , FELLOWSHIPS	CY 2021-22	22	-	1	-	1	-	-	-	-	23
				PY 2020-21	22	-	-	-	-	-	-	-	-	22
9	15X011		NOVEL ION AND NEUTRAL ATOM ACCELERATION SCHEMES	CY 2021-22	(20,551)	12,67,566	5,765	-	12,73,331	10,79,268	-	1,32,411	12,11,679	41,101
				PY 2020-21	2,60,849	-	385	-	385	2,81,785	-	-	2,81,785	(20,551)
10	15X012		TAILORING PLANT PROTEASE INHIBITORS FOR CONTROL OF CROP PEST	CY 2021-22	1,16,730	-	3,383	-	3,383	-	-	-	-	1,20,113
				PY 2020-21	1,14,932	-	1,798	-	1,798	-	-	-	-	1,16,730
11	15X013		WELCOME TRUST DBT INDIA ALLIANCE	CY 2021-22	2,396	-	69	-	69	-	-	-	-	2,465
				PY 2020-21	2,359	-	37	-	37	-	-	-	-	2,396
12	15X014		RAMANUJAN FELLOWSHIP	CY 2021-22	3,08,088	-	8,465	-	8,465	-	-	60,000	60,000	2,56,553
				PY 2020-21	4,90,782	6,00,000	7,690	-	6,07,690	5,88,849	-	2,01,535	7,90,384	3,08,088
13	15X015		JC BOSE FELLOWSHIP	CY 2021-22	31,640	-	917	-	917	-	-	-	-	32,557
				PY 2020-21	31,153	-	487	-	487	-	-	-	-	31,640
14	16X016		WELLCOME TRUST DBT INDIA ALLIANCE	CY 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
				PY 2020-21	44,88,622	4,35,715	41,266	-	4,76,981	12,26,565	4,420	26,05,495	38,36,480	11,29,123

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
MUMBAI
400 005.
KAILASHCHAND JAIN & CO.
MUMBAI
Chartered Accountants

SN	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	16X017		SYNTHESIS AND REACTIVITIES OF COMPOUNDS INVOLVING FORMA ZERO OXIDATION STATE OF MONO AND DI-	CY 2021-22	2,394	-	69	-	69	-	-	-	-	2,463
				PY 2020-21	2,357	-	37	-	37	-	-	-	-	2,394
16	16X018		BIOPHYSICAL CHARACTERIZATION OF THE INTERACTIONS OF APOLIPOPROTEIN E WITH A-	CY 2021-22	66	-	2	-	2	-	-	-	-	68
				PY 2020-21	65	-	1	-	1	-	-	-	-	66
17	16X019		PROBING SPIN-DEPENDENT INTERFACE INTERACTIONS AT TRANSITION METAL/ORGANIC MOLECULE INTERFACE	CY 2021-22	194	-	6	-	6	-	-	-	-	200
				PY 2020-21	194	-	-	-	-	-	-	-	-	194
18	16X020		INNOVATION IN SCIENCE PURSUIT FOR INSPIRED	CY 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
				PY 2020-21	13,69,799	21,89,602	22,805	-	22,12,407	1,85,493	7,86,000	11,067	9,82,560	25,99,646
19	16X021		ELUCIDATION OF KINETIC PATHWAYS OF PROTEIN-LIGAND RECOGNITION AND IMPROVEMENT OF VIRTUAL	CY 2021-22	2,44,906	-	7,106	-	7,106	-	-	2,43,000	2,43,000	9,012
				PY 2020-21	1,91,326	51,616	3,249	(1,285)	53,580	-	-	-	-	2,44,906
20	16X022		SERB-NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIPN	CY 2021-22	111	-	3	-	3	-	-	-	-	114
				PY 2020-21	109	-	2	-	2	-	-	-	-	111
21	16X023		MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT	CY 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
				PY 2020-21	18,30,952	17,55,200	33,316	-	17,88,516	95,361	-	11,17,361	12,12,722	24,06,746
22	16X024		DEVELOPING NOVEL METHODS FOR SINGLE CELL DETECTION OF TRANSCRIPTS AND PROTEINS IN PRIMARY	CY 2021-22	3,50,204	-	10,150	-	10,150	-	-	9,240	9,240	3,51,114
				PY 2020-21	3,44,809	-	5,395	-	5,395	-	-	-	-	3,50,204
23	16X025		UNDERSTANDING PROTEIN CONFORMATIONAL DYNAMICS USING T4 LYSOZYME AS A MODEL SYSTEM	CY 2021-22	2,50,678	-	6,738	-	6,738	-	-	92,944	92,944	1,64,472
				PY 2020-21	3,60,609	-	4,101	-	4,101	-	-	1,14,032	1,14,032	2,50,678
24	17X028		SERB-NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP	CY 2021-22	32,863	-	953	-	953	-	-	-	-	33,816
				PY 2020-21	32,357	-	506	-	506	-	-	-	-	32,863
25	17X030		SERB-NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP	CY 2021-22	64,515	-	1,870	-	1,870	-	-	-	-	66,385
				PY 2020-21	63,521	-	994	-	994	-	-	-	-	64,515
26	17X031		SERB-NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP	CY 2021-22	50	-	1	-	1	-	-	-	-	51
				PY 2020-21	49	-	1	-	1	-	-	-	-	50
27	17X032		SERB	CY 2021-22	5,30,024	-	14,659	-	14,659	-	-	1,00,000	1,00,000	4,44,683
				PY 2020-21	5,21,859	-	8,165	-	8,165	-	-	-	-	5,30,024
28	17X033		SERB - NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP	CY 2021-22	2,729	-	79	-	79	-	-	-	-	2,808
				PY 2020-21	2,687	-	42	-	42	-	-	-	-	2,729
29	17X034		SERB- NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP	CY 2021-22	1,74,299	-	5,051	-	5,051	-	-	-	-	1,79,350
				PY 2020-21	1,71,581	87,784	2,718	-	90,502	-	-	87,784	87,784	1,74,299

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI
KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

SN	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
30	17X035		SERB - NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP	CY 2021-22	794	-	23	-	23	-	-	-	-	817
				PY 2020-21	782	-	12	-	12	-	-	-	-	794
31	17X036		RAL PROJECT	CY 2021-22	95,941	-	2,763	-	2,763	-	-	-	-	98,704
				PY 2020-21	2,99,669	-	2,692	-	2,692	-	-	2,06,420	2,06,420	95,941
32	17X037		WELLCOME TRUST/DBT INDIA ALLIANCE	CY 2021-22	8,38,065	6,07,240	13,907	-	6,21,147	-	-	13,69,257	13,69,257	89,955
				PY 2020-21	46,45,434	4,04,088	31,084	-	4,35,172	3,37,207	-	39,05,334	42,42,541	8,38,065
33	17X038		FREQUENCY STABILIZATION OF DIODE LASER FOR ATOM INTERFEROMETRY	CY 2021-22	1,80,492	-	2,459	-	2,459	26,781	-	2,19,223	2,46,004	(63,053)
				PY 2020-21	10,118	14,99,978	8,409	-	15,08,387	10,02,921	-	3,35,092	13,38,013	1,80,492
34	18X039		NIH GRANTS	CY 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
				PY 2020-21	14,73,924	-	22,984	-	22,984	-	-	6,260	6,260	14,90,648
35	18X040		ELUCIDATION OF REGULATORY MECHANISM OF MITOCHONDRIAL DYNAMICS UNDER MITOCHONDRIAL	CY 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
				PY 2020-21	17,127	7,46,000	7,862	-	7,53,862	-	-	2,78,505	2,78,505	4,92,484
36	18X041		DAE- HOMI BHABHA CHAIR FOR DISTINGUISHED SCIENTISTS / PROFESSORS.	CY 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
				PY 2020-21	9,11,029	16,78,203	13,780	(8,145)	16,83,838	-	15,24,117	9,695	15,33,812	10,61,055
37	18X042		UNDER STANDING THE CORRELATION BETWEEN LIGAND BINDING AFFINITIES	CY 2021-22	3,54,092	-	6,943	20,575	(13,632)	-	-	1,94,245	1,94,245	1,46,215
				PY 2020-21	7,04,646	1,00,000	8,687	-	1,08,687	-	-	4,59,241	4,59,241	3,54,092
38	18X043		DEVELOPMENT OF GRAPHENE & MOS2 BASED VAN DER WAALS SOLIDS FOR SMART SENSORS.	CY 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
				PY 2020-21	6,63,811	5,00,000	10,345	-	5,10,345	25,200	2,50,000	4,50,114	7,25,314	4,48,842
39	18X044		LIGO-INDIA RELATED TRAINING ACTIVITIES	CY 2021-22	32,04,762	-	48,572	1,66,901	(1,18,329)	26,83,888	-	3,66,895	30,50,783	35,650
				PY 2020-21	3,96,892	30,00,000	27,197	-	30,27,197	-	-	2,19,327	2,19,327	32,04,762
40	18X045		MOLECULE CHARACTERIZATION OF BIOMOLECULES	CY 2021-22	4,36,200	-	5,283	69,613	(64,330)	-	69,600	2,61,311	3,30,911	40,959
				PY 2020-21	1,05,610	7,31,800	3,679	-	7,35,479	590	2,97,374	1,06,925	4,04,889	4,36,200
41	18X046		SERB -CHEMISTRY	CY 2021-22	3,72,790	-	7,079	2,79,368	(2,72,289)	-	54,236	39,186	93,422	7,079
				PY 2020-21	2,30,297	9,00,000	6,989	-	9,06,989	-	4,40,000	3,24,496	7,64,496	3,72,790
42	18X047		UNDERSTANDING ELEMENTARY PROCESSES IN SURFACE CHEMISTRY USING QUANTUM STATE RESOLVED	CY 2021-22	11,90,608	-	21,462	-	21,462	7,48,128	-	3,53,488	11,01,616	1,10,454
				PY 2020-21	15,94,899	3,50,000	19,115	-	3,69,115	7,73,277	-	129	7,73,406	11,90,608
43	19X048	DST SERB	DROPLET SUSPENSIONS IN HOMOGENEOUS TURBULENCE	CY 2021-22	3,56,836	2,00,000	12,368	-	2,12,368	44,573	-	1,28,144	1,72,717	3,96,487
				PY 2020-21	3,85,181	3,50,000	7,063	-	3,57,063	-	2,48,000	1,37,408	3,85,408	3,56,836
44	19X049		EXCITATION AND EXCITOTOXICITY IN TYPE I COCHLEAR AFFERENTS : SYNAPTIC STRUCTURE AND	CY 2021-22	5,65,819	-	15,773	-	15,773	-	-	3,66,474	3,66,474	2,15,118
				PY 2020-21	8,18,861	-	9,590	-	9,590	-	-	2,62,632	2,62,632	5,65,819

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH / MUMBAI
KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

SN	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
45	19X050	DST SERB	CRG- ACTIVE GLASSY SYSTEMS	CY 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
				PY 2020-21	21,09,900	1,00,000	16,973	-	1,16,973	18,48,094	-	96,348	19,44,442	2,82,431
46	19X051	DST SERB	PROXIMITY STUDIES	CY 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
				PY 2020-21	30,88,480	11,00,000	21,854	-	11,21,854	16,61,145	-	11,82,963	28,44,108	13,66,226
47	19X052	DST SERB	CRG- BIOCHEMICAL PROCESS	CY 2021-22	34,10,807	-	34,164	-	34,164	28,99,029	33,214	-	29,32,243	5,12,728
				PY 2020-21	33,48,132	6,00,000	54,318	-	6,54,318	-	3,41,000	2,50,643	5,91,643	34,10,807
48	19X053	DST SERB	CRG- INORGANIC CHEMISTRY	CY 2021-22	4,08,775	5,00,000	13,133	-	5,13,133	-	-	3,13,140	3,13,140	6,08,768
				PY 2020-21	6,53,400	2,00,000	8,121	-	2,08,121	-	-	4,52,746	4,52,746	4,08,775
49	19X054	DST SERB	SJF- SWARNAJAYANTHI FELLOWSHIP	CY 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
				PY 2020-21	96,61,280	-	1,42,992	-	1,42,992	2,77,689	3,41,000	3,12,070	9,30,759	88,73,513
50	19X055	DST SERB	SJF- SWARNAJAYANTHI FELLOWSHIP	CY 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
				PY 2020-21	2,63,793	5,00,000	7,554	-	5,07,554	-	1,00,000	1,18,020	2,18,020	5,53,327
51	20X056		FIND INDIA-AGREEMENT BETWEEN TIFRH AND FIND INDIA (MANISH)	CY 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
				PY 2020-21	-	1,81,65,365	67,765	(85,85,475)	96,47,655	-	-	12,12,441	12,12,441	84,35,214
52	20X057	NCBS	CSR-NPCIL FOR COVID 19 TESTING & TRAINING	CY 2021-22	8,58,830	-	24,989	-	24,989	-	-	8,49,806	8,49,806	34,013
				PY 2020-21	-	12,50,000	162	-	12,50,162	-	-	3,91,332	3,91,332	8,58,830
53	20X058	UKRI-EPIC	EPIC OPERATIONS	CY 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
				PY 2020-21	-	2,40,26,841	27,836	-	2,40,54,677	7,14,645	1,09,21,039	38,13,045	1,54,48,729	86,05,948
54	20X059	DST SERB	SRG- MICOS	CY 2021-22	14,68,148	-	28,226	-	28,226	-	-	6,76,357	6,76,357	8,20,017
				PY 2020-21	-	17,85,000	12,221	-	17,97,221	-	-	3,29,073	3,29,073	14,68,148
55	20X060	DST SERB	CRG- FEED FORWARD & FEED BACK MECHANISM	CY 2021-22	26,36,962	-	48,192	-	48,192	-	1,49,852	16,13,324	17,63,176	9,21,978
				PY 2020-21	-	27,47,000	19,962	-	27,66,962	-	-	1,30,000	1,30,000	26,36,962
56	20X061	DST SERB	NMR SPECTROSCOPY STUDY	CY 2021-22	6,09,956	3,00,000	5,972	-	3,05,972	-	-	7,03,277	7,03,277	2,12,651
				PY 2020-21	-	15,00,000	6,842	-	15,06,842	2,50,000	-	6,46,886	8,96,886	6,09,956
57	20X062	DBT-WELLCOME	DBT WELCOME TRUST FELLOWSHIP	CY 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
				PY 2020-21	-	5,47,745	2,418	-	5,50,163	-	1,72,800	49,795	2,22,595	3,27,568
58	20X063	DST SERB	N-PDF FELLOWSHIP	CY 2021-22	9,28,852	-	10,002	-	10,002	-	7,46,563	1,65,493	9,12,056	26,798
				PY 2020-21	-	11,18,400	6,517	-	11,24,917	-	71,837	1,24,228	1,96,065	9,28,852
59	20X064	DST SERB	TARE FUND	CY 2021-22	2,24,909	-	5,189	-	5,189	-	60,000	10,195	70,195	1,59,903
				PY 2020-21	-	3,35,000	2,059	-	3,37,059	-	-	1,12,150	1,12,150	2,24,909

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH मुंबई / MUMBAI
KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

SN	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
60	20X065	DST SERB	CRG- DEFECT & DOPING IN SEMI CONDUCTOR	CY 2021-22	33,03,647	-	58,578	-	58,578	24,14,433	-	5,81,712	29,96,145	3,66,080
				PY 2020-21	-	34,07,000	17,447	-	34,24,447	-	-	1,20,800	1,20,800	33,03,647
61	20X066	IISc	NSM- MESOSCALE MODELING	CY 2021-22	46,04,577	-	1,32,659	-	1,32,659	-	1,10,700	50,000	1,60,700	45,76,536
				PY 2020-21	-	45,81,000	23,577	-	46,04,577	-	-	-	-	46,04,577
62	20X067	IISc	NSM - HIGH RESOULTION	CY 2021-22	-	55,57,040	85,591	35,00,000	21,42,631	-	3,96,817	-	3,96,817	17,45,814
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	20X068	DST SERB	CRG- OPTICAL MICROSCOPE	CY 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
				PY 2020-21	-	37,85,000	20,030	-	38,05,030	-	-	-	-	38,05,030
64	20X069	DST SERB	SPR-SUPRA PAC	CY 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
				PY 2020-21	-	22,50,000	11,183	-	22,61,183	-	-	-	-	22,61,183
65	21X070	DST SERB	ZERO FIELD NMR- POWER GRANT	CY 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
				PY 2020-21	-	25,53,600	12,767	-	25,66,367	-	-	-	-	25,66,367
66	21X071	DBT	900 MHZ SPECOTROMETER	CY 2021-22	10,04,97,032	-	29,28,008	-	29,28,008	-	-	-	-	10,34,25,040
				PY 2020-21	-	10,00,00,000	4,97,032	-	10,04,97,032	-	-	-	-	10,04,97,032
67	21X072	DBT- INDO GERMAN	IDENTIFICATION OF NOVEL GENES- GENOMICS APPROCHES	CY 2021-22	-	24,65,407	32,168	-	24,97,575	-	66,000	4,03,612	4,69,612	20,27,963
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
68	21X073	DBT	FRP-LIFE SCIENCE	CY 2021-22	-	24,56,280	44,595	-	25,00,875	-	48,387	3,46,734	3,95,121	21,05,754
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
69	21X074	INFOSYS-TIFR, DAE	INFOSYS-TIFR, DAE LERG	CY 2021-22	-	18,00,000	15,358	-	18,15,358	11,44,034	-	5,96,021	17,40,055	75,303
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	21X075	DST SERB	JC BOSE FELLOWSHIP	CY 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
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
71	21X076	DST SERB	DST- TUE	CY 2021-22	-	1,60,00,000	2,90,494	-	1,62,90,494	-	-	1,48,521	1,48,521	1,61,41,973
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
72	21X077	DBT	RAMALINGASWAMI FELLOWSHIP	CY 2021-22	-	10,50,000	16,624	-	10,66,624	-	-	1,03,291	1,03,291	9,63,333
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
73	21X078	DBT	RAMALINGASWAMI FELLOWSHIP	CY 2021-22	-	10,50,000	16,654	-	10,66,654	-	-	57,282	57,282	10,09,372
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
74	21X079	DST SERB	SRG - ELECTROCHEMICAL REACTIONS STUDY	CY 2021-22	-	15,75,000	20,737	-	15,95,737	-	-	75,000	75,000	15,20,737
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI 400 005
KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

SN	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
75	21X080	DST SERB	CRG -MECHNOBIOLOGY	CY 2021-22	-	35,86,000	40,742	-	36,26,742	-	-	5,11,700	5,11,700	31,15,042
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
76	21X081	DST SERB	N- PDF FELLOWSHIP	CY 2021-22	-	11,18,400	10,507	-	11,28,907	-	68,200	1,00,000	1,68,200	9,60,707
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
77	21X082	DST SERB	N- PDF FELLOWSHIP	CY 2021-22	-	11,18,400	10,191	-	11,28,591	-	-	1,00,000	1,00,000	10,28,591
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
78	21X083	DST SERB	SWARNA JAYANTI FELLOWSHIP	CY 2021-22	-	1,42,70,800	1,36,897	-	1,44,07,697	-	-	3,00,000	3,00,000	1,41,07,697
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
79	21X084	I-HUB	CHANAKYA PDF FELLOWSHIP	CY 2021-22	-	12,60,000	11,415	-	12,71,415	-	-	1,00,000	1,00,000	11,71,415
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	21X085	DST SERB	SRG- GLASSY DYNAMICS	CY 2021-22	-	18,96,982	19,676	-	19,16,658	-	-	95,702	95,702	18,20,956
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
81			RGC	CY 2021-22	9,27,437	-	-	(6,02,376)	(6,02,376)	-	-	-	-	3,25,061
				PY 2020-21	4,97,656	4,37,400	-	-	4,37,400	-	-	7,619	7,619	9,27,437
Total - 'F' - TCIS Projects				**CY 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**
				PY 2020-21	**4,28,19,009**	**18,63,69,337**	**13,02,394**	**(85,94,905)**	**17,90,76,826**	**92,68,821**	**1,54,97,587**	**2,01,89,011**	**4,49,55,419**	**17,69,40,416**

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH मुंबई / MUMBAI 400 005.

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
INTERNATIONAL CENTRE FOR THEORETICAL SCIENCES
Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March 2022

PROJECT FUNDS

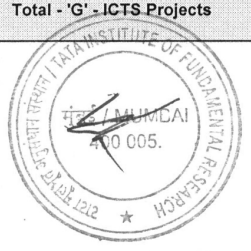
Sr. No.	Granting Authority	Project Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest	Other Receipts/ Adjustment	Current year Additions	Capital Additions	Salaries	Other Revenue Expenses	Subtotal	Closing Balance
				A	B	C	D	E = B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J= A+E-I
1	AIRBUS	Mathematics of Complex Systems	CY 2021-22	94,73,134	-	3,23,345	-	3,23,345	-	-	67,357	67,357	97,29,122
			PY 2020-21	91,19,487	-	3,90,568	-	3,90,568	-	-	36,920	36,920	94,73,134
2	INTEL TECHNOLOGY PVT LTD	Ensemble Kalman Filter for the ROMS Model for Indian Ocean - Dr. Apte	CY 2021-22	2,438	-	-	-	-	-	-	2,438	2,438	-
			PY 2020-21	23,875	-	553	-	553	-	-	21,990	21,990	2,438
3	MAX PLANCK PARTNERS GROUP	Max Planck Partner Group in Astrophysical Relativity and Gravitational-Wave Astronomy -	CY 2021-22	11,613	-	398	-	398	-	-	-	-	12,011
			PY 2020-21	46,989	-	1,231	-	1,231	-	-	36,607	36,607	11,613
4	INFOSYS FOUNDATION	ICTS - Infosys Excellence Grant	CY 2021-22	78,78,678	-	2,07,304	-	2,07,304	-	31,07,005	4,86,623	35,93,628	44,92,354
			PY 2020-21	1,43,83,579	-	4,67,655	-	4,67,655	-	64,16,369	5,56,187	69,72,556	78,78,678
5	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	JC Bose - Prof. Gopakumar	CY 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
			PY 2020-21	1,11,346	20,60,892	20,846	-	20,81,738	-	11,12,720	1,99,358	13,12,078	8,81,006
6	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY	Ramalingaswami Fellowship - Dr. Vijay Kumar Krishnamurthy	CY 2021-22	22,017	-	-	-	-	-	-	-	-	22,017
			PY 2020-21	84,528	-	(38,062)	-	(38,062)	-	-	24,449	24,449	22,017
7	MAX PLANCK PARTNERS GROUP	Max Planck Partner Group - Dr. Vijay Kumar Krishnamurthy	CY 2021-22	21,45,185	-	71,952	-	71,952	-	-	89,335	89,335	21,27,803
			PY 2020-21	19,50,465	6,96,400	86,036	-	7,82,436	-	5,95,516	(7,800)	5,87,716	21,45,185
8	INDIAN INSTITUTE OF TROPICAL METEOROLOGY	Coupled Physical Processes in the Bay of Bengal and Mansoon Air-Sea Interaction -	CY 2021-22	0	-	0	-	0	-	-	-	-	0
			PY 2020-21	2,27,111	-	-	(2,27,111)	(2,27,111)	-	-	-	-	0
9	INFOSYS FOUNDATION	ICTS - Infosys Lecture Series	CY 2021-22	5,39,69,425	-	18,43,408	-	18,43,408	-	3,09,000	-	3,09,000	5,55,03,833
			PY 2020-21	3,90,68,706	1,50,00,000	19,54,416	-	1,69,54,416	-	19,03,145	1,50,552	20,53,697	5,39,69,425
10	INFOSYS SCEINCE FOUNDATION	Research & Development - Mr. Kris Gopalakrishanan	CY 2021-22	2,47,403	6,00,000	15,352	-	6,15,352	-	-	1,98,448	1,98,448	6,64,307
			PY 2020-21	2,47,611	10,00,000	10,399	-	10,10,399	-	7,93,400	2,17,207	10,10,607	2,47,403
11	MAX PLANCK PARTNERS GROUP	Max Planck Partner Group - Dr. Subhro Bhattacharjee	CY 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
			PY 2020-21	21,59,532	17,54,200	1,06,626	-	18,60,826	1,50,045	9,00,000	53,994	11,04,039	29,16,319
12	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Ramanujan Fellowship - Dr. Manas Kulkarni	CY 2021-22	4,37,038	2,00,000	10,586	-	2,10,586	-	-	4,55,994	4,55,994	1,91,630
			PY 2020-21	5,75,086	-	21,261	-	21,261	-	8,258	1,51,051	1,59,309	4,37,038
13	INFOSYS FOUNDATION	Homi Bhabha Chair Fellowship - Prof. Wadia	CY 2021-22	79,55,562	-	2,25,916	-	2,25,916	-	27,00,000	20,705	27,20,705	54,60,773
			PY 2020-21	14,30,270	90,00,000	1,97,165	-	91,97,165	-	26,00,000	71,873	26,71,873	79,55,562
14	INFOSYS FOUNDATION	Infosys Foundation International Exchange Program	CY 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
			PY 2020-21	2,67,70,941	-	11,48,398	-	11,48,398	-	-	21,898	21,898	2,78,97,441
15	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Ramanujan Fellowship - Dr. R Basu	CY 2021-22	5,88,061	-	18,304	-	18,304	-	12,000	95,394	1,07,394	4,98,972
			PY 2020-21	4,74,735	2,00,000	22,326	-	2,22,326	-	24,000	85,000	1,09,000	5,88,061
16	KAVLI foundation	Kavli Winter School	CY 2021-22	11,03,376	-	37,796	-	37,796	-	-	-	-	11,41,172
			PY 2020-21	10,57,973	-	45,403	-	45,403	-	-	-	-	11,03,376

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
17	INFOSYS SCEINCE FOUNDATION	ICTS@10 Program	CY 2021-22	15,41,674	-	52,809	-	52,809	-	-	-	-	15,94,483
			PY 2020-21	14,78,236	-	63,438	-	63,438	-	-	-	-	15,41,674
18	International Centre for Theoretical Physics	ICTP-ICTS Winter School on Quantitative Systems Biology	CY 2021-22	(0)	-	(0)	-	(0)	-	-	-	-	(0)
			PY 2020-21	2,79,041	-	-	(2,45,139)	(2,45,139)	-	-	33,902	33,902	(0)
19	Council of Scientific & Industrial Research	CSIR Book Grant - Prof. Rama	CY 2021-22	5,751	-	197	-	197	-	-	-	-	5,948
			PY 2020-21	5,514	-	237	-	237	-	-	-	-	5,751
20	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Early career Research - Anomalous heat transport in open classical interacting many-	CY 2021-22	36,281	-	-	(36,281)	(36,281)	-	-	-	-	(0)
			PY 2020-21	3,37,423	-	-	-	-	-	2,61,000	40,142	3,01,142	36,281
21	Canadian Institute for Advanced Research (CIFAR)	Azrieli Global Scholar Fellowship - Prof. Ajith	CY 2021-22	20,56,557	-	70,535	43,550	1,14,085	-	-	38,396	38,396	21,32,245
			PY 2020-21	29,66,876	-	1,05,525	-	1,05,525	-	9,12,000	1,03,844	10,15,844	20,56,557
22	DEPARTMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	Swarna Jayanti fellowship - Prof. Raju	CY 2021-22	66,198	2,88,939	(17,507)	-	2,71,432	-	3,00,000	37,629	3,37,629	1
			PY 2020-21	3,04,839	2,00,000	(25,322)	(20,522)	1,54,156	-	3,00,000	92,796	3,92,796	66,198
23	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Early Career Research - Quantum Dot Circuit - Qunatum Electrodynamics Systems:	CY 2021-22	4,87,803	-	14,998	-	14,998	-	-	1,17,324	1,17,324	3,85,477
			PY 2020-21	6,36,957	-	23,627	-	23,627	-	1,12,000	60,781	1,72,781	4,87,803
24	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Early Career Research - Quantum Spin Liquids & Non-Fermi Liquid Metals - Prof.	CY 2021-22	92,530	-	-	25,358	25,358	-	1,08,789	9,099	1,17,888	(0)
			PY 2020-21	1,92,376	2,00,000	-	-	2,00,000	-	-	2,99,846	2,99,846	92,530
25	PRATIKSHA TRUST	ICTP-ICTS Winter School on Quantitative Systems Biology 2018	CY 2021-22	47,688	-	1,634	-	1,634	-	-	-	-	49,322
			PY 2020-21	1,34,684	-	3,831	(90,827)	(86,996)	-	-	-	-	47,688
26	INDO-FRENCH CENTRE FOR THE PROMOTION OF ADVANCED RESEARCH	Designing & Control of many body states in hybird quantum systems- Prof. Manas	CY 2021-22	2,06,731	-	-	-	-	-	2,94,220	-	2,94,220	(87,489)
			PY 2020-21	5,97,791	-	16,900	-	16,900	-	4,07,960	-	4,07,960	2,06,731
27	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Travel grants	CY 2021-22	47,990	-	-	-	-	-	-	-	-	47,990
			PY 2020-21	47,990	-	-	-	-	-	-	-	-	47,990
28	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	MATRICS - Understanding the Origins of intermittency in Turbulent Flows - Prof. SS Ray	CY 2021-22	24,592	-	500	-	500	-	-	20,000	20,000	5,091
			PY 2020-21	2,04,970	-	4,822	-	4,822	-	-	1,85,200	1,85,200	24,592
29	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	MATRICS - Ising & potts measures on large sparse graphs - Prof. Anirban Basak	CY 2021-22	62,149	-	1,786	-	1,786	-	-	20,000	20,000	43,935
			PY 2020-21	2,04,970	-	5,611	-	5,611	1,28,432	-	20,000	1,48,432	62,149
30	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	MATRICS - Dynamic & Spatio-temportal spread of perturbations in integrable	CY 2021-22	1,93,337	-	6,280	-	6,280	-	-	20,000	20,000	1,79,617
			PY 2020-21	2,04,970	-	8,367	-	8,367	-	-	20,000	20,000	1,93,337
31	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	MATRICS - Spectra of differential operators and the unified transform method - Prof.	CY 2021-22	1,93,337	-	6,280	-	6,280	-	-	20,000	20,000	1,79,617
			PY 2020-21	2,04,970	-	8,367	-	8,367	-	-	20,000	20,000	1,93,337
32	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	SRG - Spectral properties of random perturbations of Toeplitz matrices - Prof.	CY 2021-22	80,606	-	2,761	-	2,761	-	-	-	-	83,367
			PY 2020-21	1,45,593	-	4,752	-	4,752	-	-	69,739	69,739	80,606
33	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	CRG - Geometry, Topology and Quantization of Certain Modulispaces - Prof. Rukmini	CY 2021-22	1,64,668	-	5,095	-	5,095	-	-	31,857	31,857	1,37,906
			PY 2020-21	73,717	1,00,000	5,008	-	1,05,008	-	-	14,057	14,057	1,64,668





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
34	DELL INTERNATIONAL	Skill Development through ICTS programs and Summer School for Women in	CY 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
			PY 2020-21	-	1,12,00,000	2,03,894	-	1,14,03,894	-	-	16,97,711	16,97,711	97,06,183
35	THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, INDIA (NASI)	NASI-Senior Scientist Plantinum Jubliee Fellowship - Prof. Mythily Ramaswamy	CY 2021-22	2,11,283	-	3,619	-	3,619	-	1,96,171	15,114	2,11,285	3,617
			PY 2020-21	-	4,60,000	4,438	-	4,64,438	-	2,51,613	1,542	2,53,155	2,11,283
36	INFOSYS FOUNDATION	Madhava Chair Professorship	CY 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
			PY 2020-21	-	3,75,00,000	8,04,651	-	3,83,04,651	-	-	-	-	3,83,04,651
37	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	CRG-Anisotropic Particles in Turbulent Flows: From sub-kolmogorov to Inertial Scales-S	CY 2021-22	-	9,06,000	14,575	-	9,20,575	-	-	55,011	55,011	8,65,564
			PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	CRG-Non Local description of anamalous heat transport-Anupam Kundu	CY 2021-22	-	11,78,030	19,113	-	11,97,143	-	-	62,082	62,082	11,35,061
			PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	NPDF-Akash Kumar Mishra	CY 2021-22	-	11,18,400	13,533	-	11,31,933	-	1,04,735	2,23,511	3,28,246	8,03,687
			PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Matrics- Dynamics of active particles at individual and collective level-Anupam Kundu	CY 2021-22	-	2,20,000	3,271	-	2,23,271	-	-	29,021	29,021	1,94,250
			PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Matrics-Understanding the Origins of Intermittency in Turbulent Flows- R Basu	CY 2021-22	-	2,20,000	3,425	-	2,23,425	-	-	20,000	20,000	2,03,425
			PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Swarna Jayanti fellowship - Subhro Bhattacharjee	CY 2021-22	-	22,38,720	35,579	-	22,74,299	-	43,750	1,17,630	1,61,380	21,12,919
			PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Star -How is Active Turbulence different from Inertial Turbulence- S S Ray	CY 2021-22	-	12,80,000	18,867	-	12,98,867	-	47,419	1,78,422	2,25,841	10,73,026
			PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	DONATION+CSR	MISC (CAF+Instamojo+Math Circle+CSR)	CY 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
			PY 2020-21	3,08,00,664	1,46,59,145	16,33,327	-	1,62,92,472	-	50,000	90,811	1,40,811	4,69,52,325
45	SIMONS' Foundation	SIMONS' Fellowship	CY 2021-22	2,43,116	-	-	-	-	-	-	73,580	73,580	1,69,536
			PY 2020-21	73,36,530	-	2,058	-	2,058	41,964	46,80,700	23,72,807	70,95,471	2,43,116
46	SIMONS' Foundation	SIMONS' Catalysing Excellence	CY 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
			PY 2020-21	-	73,14,428	58,572	-	73,73,000	-	10,22,436	2,97,998	13,20,434	60,52,566
Total - 'G' - ICTS Projects			**CY 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**
			PY 2020-21	**14,38,90,343**	**10,13,45,065**	**73,66,923**	**(5,83,599)**	**10,81,28,389**	**3,20,441**	**2,23,51,118**	**70,40,464**	**2,97,12,022**	**22,23,06,710**





Homi Bhabha Centre for Science Education

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

B Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2022

Project Grants - HBCSE

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 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
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	19X102	NBHM (DAE)	DAE(NBHM) Grant Recd.for Maths Olympiad	CY 2021-22	-	-	1,59,978	84,59,899	86,19,877	-	3,39,502	46,67,846	50,07,347	36,12,529
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	19X103	DOS (ISRO)	DOS Grant Received for Astronomy & Astrophysics 201	CY 2021-22	-	-	30,402	17,92,469	18,22,871	-	5,51,535	6,53,840	12,05,375	6,17,496
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	19X104	DST	DST Grant Recd. for Chemistry, Biology Olympiad	CY 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
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	19X105	DST	DST Grant Recd. for INSPIRE Project	CY 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
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	19X106	IAEA	IAEA Grant for Dr.P.K.Joshi's Project	CY 2021-22	-	-	4,273	1,92,278	1,96,551	-	-	16,652	16,652	1,79,899
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	19X193	MHRD	PMMMNMTT	CY 2021-22	-	-	-	5,52,175	5,52,175	-	-	5,52,175	5,52,175	-
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	20X103	Infosys Grant	Study Cultural Astronomy	CY 2021-22	9,57,018	-	21,748	-	21,748	-	-	33,950	33,950	9,44,816
				PY 2020-21	-	10,00,000	10,684	-	10,10,684	-	-	53,666	53,666	9,57,018
9	21X007	DAE & DST	APhO 2022	CY 2021-22	-	56,75,000	31,538	-	57,06,538	-	-	11,79,912	11,79,912	45,26,626
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	21X004	TIFR	Dr. Aayush Gupta Project	CY 2021-22	-	21,00,000	22,747	-	21,22,747	-	-	63,700	63,700	20,59,047
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	21X005	TIFR	Felicitation of Olympiad Medalists	CY 2021-22	-	4,85,000	831	-	4,85,831	-	-	4,74,463	4,74,463	11,368
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	19X189	TIFR	Vigyan Pratibha Project	CY 2021-22	-	30,00,000	21,118	3,79,928	34,01,046	-	-	33,79,928	33,79,928	21,118
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI

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	20X216	TIFR	IOQ Exam	CY 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
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	19X119	TIFR	RMO & INMO Examination	CY 2021-22	-	-	1,13,768	50,19,774	51,33,542	-	-	6,38,042	6,38,042	44,95,500
				PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total - 'H' - HBCSE Projects				**CY 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**
				PY 2020-21	**-**	**10,00,000**	**10,684**	**-**	**10,10,684**	**-**	**-**	**53,666**	**53,666**	**9,57,018**

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH मुंबई / MUMBAI 400 005.

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

National Centre of the Government of India for Nuclear Science and Mathematics

Consolidated Schedule 'B'

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Location	2021-22		2020-21		Grand Total	
		Project Grant	Closed Projects	Project Grant	Closed Projects	2021-22	2020-21
1	MUMBAI	41,38,44,334	2,39,12,559	45,80,98,900	2,39,12,559	43,77,56,893	48,20,11,459
2	NCRA	4,39,94,384	-	4,01,76,178	-	4,39,94,384	4,01,76,178
3	CAM	1,62,09,724	-	1,65,29,448	-	1,62,09,724	1,65,29,448
4	NCBS	42,65,17,673	-	38,54,29,525	-	42,65,17,673	38,54,29,525
5	PBL	16,90,798	-	17,96,756	-	16,90,798	17,96,756
6	TCIS	27,54,28,885	-	17,69,40,416	-	27,54,28,885	17,69,40,416
7	ICTS	24,91,24,698	-	22,23,06,710	-	24,91,24,698	22,23,06,710
8	HBCSE	4,61,89,161		9,57,018		4,61,89,161	9,57,018
	GRAND TOTAL	**1,47,29,99,657**	**2,39,12,559**	**1,30,22,34,951**	**2,39,12,559**	**1,49,69,12,215**	**1,32,61,47,509**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

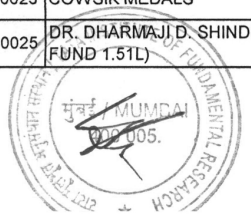
National Centre of the Government of India for Nuclear Science and Mathematics

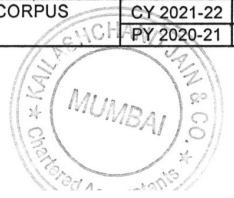
Homi Bhabha Road, Colaba,Mumbai 400 005

Schedule forming Part of Balance sheet as at 31st March, 2022

Endowment Funds

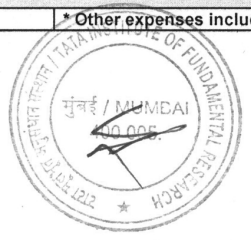
Sr.No.	Bud Code	Grant Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest Earned	Other Income	Total Additions	Award	Scholarships	Other Expenses *	Total Expenses	Closing Balance
				A	B	C	D	E=B+C+D	F	G	H	I=F+G+H	J=A+E-I
1	21N90001	GEETA UDGAONKAR AWARD ACCOUNT	CY 2021-22	4,85,964	-	19,595	-	19,595	-	-	-	-	5,05,559
			PY 2020-21	4,62,496	-	23,468	-	23,468	-	-	-	-	4,85,964
2	21N90002	DR.HOMI J.BHABHA - CHAIR ACCOUNT (CORPUS FUND 25L)	CY 2021-22	1,53,04,069	-	6,17,101	-	6,17,101	-	-	-	-	1,59,21,170
			PY 2020-21	1,45,65,025	-	7,39,044	-	7,39,044	-	-	-	-	1,53,04,069
3	21N90003	SIR DORABJI TATA- CHAIR ACCOUNT (CORPUS FUND 25L)	CY 2021-22	1,33,36,468	-	5,37,762	-	5,37,762	-	-	-	-	1,38,74,230
			PY 2020-21	1,26,92,441	-	6,44,027	-	6,44,027	-	-	-	-	1,33,36,468
4	21N90004	SHRI J.R.D.TATA- CHAIR ACCOUNT (CORPUS FUND 25L)	CY 2021-22	1,37,15,629	-	5,53,051	-	5,53,051	-	-	-	-	1,42,68,680
			PY 2020-21	1,30,53,292	-	6,62,337	-	6,62,337	-	-	-	-	1,37,15,629
5	21N90005	TIFR ARCHIVES ACCOUNT	CY 2021-22	57,37,432	-	2,21,778	-	2,21,778	-	-	7,46,817	7,46,817	52,12,393
			PY 2020-21	54,60,368	-	2,77,064	-	2,77,064	-	-	-	-	57,37,432
6	21N90006	HARISH CHANDRA MEMORIAL AWARD A/C	CY 2021-22	6,16,904	-	24,875	-	24,875	-	-	-	-	6,41,779
			PY 2020-21	5,87,113	-	29,791	-	29,791	-	-	-	-	6,16,904
7	21N90007	ZITA LOBO AWARD A/C	CY 2021-22	5,53,255	-	22,309	-	22,309	-	-	-	-	5,75,564
			PY 2020-21	5,26,538	-	26,717	-	26,717	-	-	-	-	5,53,255
8	21N90008	ZITA LOBO MEMORIAL TRUST A/C	CY 2021-22	1,69,703	-	6,843	-	6,843	-	-	-	-	1,76,546
			PY 2020-21	1,61,508	-	8,195	-	8,195	-	-	-	-	1,69,703
9	21N90010	INFOSYS AWARD A/C (CORPUS FUND 134L)	CY 2021-22	1,42,19,097	-	5,67,388	-	5,67,388	4,85,000	-	-	4,85,000	1,43,01,485
			PY 2020-21	1,35,32,447	-	6,86,650	-	6,86,650	-	-	-	-	1,42,19,097
10	21N90011	TIFR ENDOWMENT FUND-GENERAL A/C	CY 2021-22	89,72,755	4,87,765	3,61,987	-	8,49,752	-	-	2,43,034	2,43,034	95,79,473
			PY 2020-21	86,25,301	90,933	4,31,430	-	5,22,363	92,500	-	82,409	1,74,909	89,72,755
11	21N90012	MADAN LAL MEHTA VISITING PROFESSORSHIP CHAIR ACCOUNT (CORPUS FUND 18L)	CY 2021-22	33,72,480	-	1,35,693	-	1,35,693	-	-	20,000	20,000	34,88,173
			PY 2020-21	32,07,717	-	1,62,763	-	1,62,763	-	-	(2,000)	(2,000)	33,72,480
12	21N90013	"BHARAT FAMILY TRUST " (ENDOWMENT A/C) (CORPUS FUND 128.5L)	CY 2021-22	1,94,23,535	-	7,77,459	-	7,77,459	24,000	-	-	24,000	2,01,76,994
			PY 2020-21	1,88,12,347	-	9,43,262	-	9,43,262	3,24,000	-	8,074	3,32,074	1,94,23,535
13	21N90014	BEST TEACHER'S AWARD	CY 2021-22	7,85,447	-	31,551	-	31,551	8,008	-	-	8,008	8,08,990
			PY 2020-21	7,47,517	-	37,930	-	37,930	-	-	-	-	7,85,447
14	21N90015	AWARD IN SCIENCE EDUCATION (CORPUS FUND 1.50L)	CY 2021-22	5,02,513	-	18,916	-	18,916	40,000	-	-	40,000	4,81,429
			PY 2020-21	4,78,246	-	24,267	-	24,267	-	-	-	-	5,02,513
15	21N90016	TIFR-TATA EDUCATION TRUST (ARCHIVES) A/C	CY 2021-22	2,92,97,195	-	13,59,604	-	13,59,604	-	-	11,78,702	11,78,702	2,94,78,097
			PY 2020-21	2,87,40,044	-	17,12,350	-	17,12,350	-	-	11,55,199	11,55,199	2,92,97,195
16	21N90017	HOMI BHABHA MEDAL (IUPAA) (CORPUS FUND 32L)	CY 2021-22	37,80,216	-	1,52,428	-	1,52,428	-	-	-	-	39,32,644
			PY 2020-21	35,96,787	-	1,82,505	-	1,82,505	-	-	(924)	(924)	37,80,216
17	21N90019	TIFR ARCHIVES - REVENUE ACCOUNT	CY 2021-22	3,83,636	1,40,100	16,005	-	1,56,105	-	-	516	516	5,39,226
			PY 2020-21	4,48,466	-	15,751	51,600	67,351	-	-	1,32,181	1,32,181	3,83,636
18	21N90020	TAA EXCELLENCE AWARD (CORPUS FUND 7.5L)	CY 2021-22	15,71,600	-	63,371	-	63,371	-	-	-	-	16,34,971
			PY 2020-21	14,95,706	-	75,894	-	75,894	-	-	-	-	15,71,600
19	21N90021	SEMICONDUCTORS ENDOWMENT (CORPUS FUND 24.61L)	CY 2021-22	32,03,429	-	1,29,171	-	1,29,171	-	-	-	-	33,32,600
			PY 2020-21	30,48,724	-	1,54,695	-	1,54,695	-	-	(10)	(10)	32,03,429
20	21N90023	COWSIK MEDALS	CY 2021-22	5,81,290	-	23,439	-	23,439	-	-	-	-	6,04,729
			PY 2020-21	5,53,219	-	28,071	-	28,071	-	-	-	-	5,81,290
21	21N90025	DR. DHARMAJI D. SHINDE (CORPUS FUND 1.51L)	CY 2021-22	1,83,526	-	7,400	-	7,400	-	-	-	-	1,90,926
			PY 2020-21	1,81,964	-	9,062	-	9,062	7,500	-	-	7,500	1,83,526





Sr.No.	Bud Code	Grant Name	Year	Opening Balance	Grants Received	Interest Earned	Other Income	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
22	21N90027	SUMITRA MEMORIAL LECTURES (CORPUS FUND 3.28L)	CY 2021-22	3,82,038	-	15,405	-	15,405	-	-	-	-	3,97,443
			PY 2020-21	3,63,589	-	18,449	-	18,449	-	-	-	-	3,82,038
23	21N90028	PROF. SUKUMAR BISWAS AWARD IN PHYSICS (CORPUS FUND 4.03L)	CY 2021-22	4,14,601	-	16,718	-	16,718	-	-	-	-	4,31,319
			PY 2020-21	4,09,192	-	20,409	-	20,409	15,000	-	-	15,000	4,14,601
24	21N90030	STRING THEORY (CORPUS FUND 500L)	CY 2021-22	5,97,45,733	-	24,05,124	-	24,05,124	-	-	4,71,391	4,71,391	6,16,79,466
			PY 2020-21	5,72,20,524	-	28,91,672	-	28,91,672	-	-	3,66,463	3,66,463	5,97,45,733
25	21N90032	TIFR ALUMNI ASSOCIATION	CY 2021-22	63,790	-	2,572	-	2,572	-	-	-	-	66,362
			PY 2020-21	60,710	-	3,080	-	3,080	-	-	-	-	63,790
26	21N90033	DCS ENDOWMENT A/C	CY 2021-22	2,45,107	-	9,746	-	9,746	10,000	-	-	10,000	2,44,853
			PY 2020-21	2,33,271	-	11,836	-	11,836	-	-	-	-	2,45,107
27	21N90034	HIGH INTENSITY LASER FUND	CY 2021-22	4,614	-	186	-	186	-	-	-	-	4,800
			PY 2020-21	90,933	-	4,614	-	4,614	-	-	90,933	90,933	4,614
28	21N90035	INFOSYS- CONDENSED MATTER PHYSICS VISITORS PROGRAMME (CORPUS FUND 300L)	CY 2021-22	3,50,86,968	-	14,14,800	-	14,14,800	-	-	-	-	3,65,01,768
			PY 2020-21	3,33,92,595	-	16,94,373	-	16,94,373	-	-	-	-	3,50,86,968
29	21N90036	SAROJINI DAMODARAN INTERNATIONAL FELLOWSHIP PROGRAMME	CY 2021-22	4,96,486	20,00,000	40,395	-	20,40,395	-	-	-	-	25,36,881
			PY 2020-21	6,69,500	-	26,986	-	26,986	-	-	2,00,000	2,00,000	4,96,486
30	21N90037	AVEEK GUHA MEMORIAL LECTURE	CY 2021-22	6,13,935	-	24,756	-	24,756	-	-	-	-	6,38,691
			PY 2020-21	5,84,288	-	29,647	-	29,647	-	-	-	-	6,13,935
31	21N90038	SOFT CONDENSED MATTER GROUP	CY 2021-22	4,82,025	-	19,437	-	19,437	-	-	-	-	5,01,462
			PY 2020-21	4,58,748	-	23,277	-	23,277	-	-	-	-	4,82,025
32	21N90039	D.P. ROY MEMORIAL LECTURE SERIES	CY 2021-22	21,66,176	-	87,346	-	87,346	-	-	-	-	22,53,522
			PY 2020-21	20,60,748	-	1,04,564	-	1,04,564	-	-	(864)	(864)	21,66,176
33	21N90040	INFOSYS-CHANDRASEKHARAN CENTRE FOR RANDOM GEOMETRY (CORPUS 4 CR.)	CY 2021-22	4,28,65,960	-	17,20,958	-	17,20,958	-	-	2,94,054	2,94,054	4,42,92,864
			PY 2020-21	4,08,46,342	-	20,71,392	-	20,71,392	-	-	51,774	51,774	4,28,65,960
34	21N90041	COMPUTER CENTRE	CY 2021-22	7,80,749	-	31,482	-	31,482	-	-	-	-	8,12,231
			PY 2020-21	-	7,45,939	34,810	-	7,80,749	-	-	-	-	7,80,749
35	21N90042	ADOBE INC FOR OPERATIONAL REASONS	CY 2021-22	14,07,788	-	56,371	-	56,371	-	-	16,407	16,407	14,47,752
			PY 2020-21	-	14,63,194	49,543	-	15,12,737	-	-	1,04,949	1,04,949	14,07,788
36	21N90043	GENERAL ENDOWMENT CORPUS FUND	CY 2021-22	1,02,571	-	4,136	-	4,136	-	-	-	-	1,06,707
			PY 2020-21	-	1,00,000	2,571	-	1,02,571	-	-	-	-	1,02,571
37	21N90044	THE INFOSYS -TIFR "LEADING EDGE"RESEARCH GRANT	CY 2021-22	3,06,40,326	-	10,59,365	-	10,59,365	-	-	-	-	3,16,99,691
			PY 2020-21	-	3,00,00,000	6,40,326	-	3,06,40,326	-	-	-	-	3,06,40,326
38	21N90045	PROF S NARANAN MEMORIAL RESEARCH AWARD (CORPUS)	CY 2021-22	15,29,106	-	61,658	-	61,658	-	-	-	-	15,90,764
			PY 2020-21	-	15,00,000	29,106	-	15,29,106	-	-	-	-	15,29,106
39	21N90046	RM TULPULE ENDOWMENT FOR GLOBAL WARMING RESEARCH	CY 2021-22	-	1,04,20,000	78,696	-	1,04,98,696	-	-	-	-	1,04,98,696
			PY 2020-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Total - 'A' - Mumbai	**CY 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**
			PY 2020-21	**26,73,67,706**	**3,39,00,066**	**1,45,31,928**	**51,600**	**4,84,83,594**	**4,39,000**	**-**	**21,88,184**	**26,27,184**	**31,32,24,116**

*** Other expenses includes Contingencies, Travelling and Halting charges Honorariums, etc.**





TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March 2022
ENDOWMENT FUNDS

Schedule 'C'
(Amount in Rs.)

Sl. No.	Funding Agency	Name of the project	YEAR	Opening Balance	Grant Recd.	Interest Earned	Other Income / Adjustments	Total Additions	Award	Scholarships	Other Exp	Total Exp	Closing Balance
				A	B	C	D	E = B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J= A+E-I
40	Infosys Foundation	Infosys Foundation travel fellowships for supporting visits to collaborative laboratories and overseas conferences	CY 2021-22	5,78,07,449		22,38,866	-	22,38,866	-	-	67,276	67,276	5,99,79,039
			PY 2020-21	5,48,83,231	-	32,14,787	-	32,14,787	-	-	2,90,569	2,90,569	5,78,07,449
41	Wildlife Conservation Trust	Endowment funding for Masters Program in Wildlife Biology and Conservation	CY 2021-22	36,12,270		1,40,024	-	1,40,024	-	-	-	-	37,52,294
			PY 2020-21	36,49,928	-	2,01,354	-	2,01,354	-	-	2,39,012	2,39,012	36,12,270
42	Prof. K. VijayRaghavan	Donation for supporting Life Sciences	CY 2021-22	6,89,072		26,711	-	26,711	-	-	-	-	7,15,783
			PY 2020-21	6,52,159		36,913	-	36,913	-	-	-	-	6,89,072
43	Ms. Kiran Mazumdar Shaw	Donation for establishing an endowment fund known as Bangalore Life Sciences Cluster Endowment Fund	CY 2021-22	3,25,11,450		12,60,258	-	12,60,258	-	-	-	-	3,37,71,708
			PY 2020-21	3,15,48,788		17,54,812	-	17,54,812	-	-	7,92,150	7,92,150	3,25,11,450
44	Dr. Gayatri Saberwal and Prof. Upinder S. Bhalla	Donation for meeting the education support for economically and needy children	CY 2021-22	35,65,909	-	1,31,320	-	1,31,320	-	-	2,69,000	2,69,000	34,28,229
			PY 2020-21	35,96,960	-	1,94,949	-	1,94,949	-	-	2,26,000	2,26,000	35,65,909
45	Siddharth Gopalakrishnan		CY 2021-22	27,34,117		1,05,984	-	1,05,984	-	-	-	-	28,40,101
			PY 2020-21	25,87,651	-	1,46,466	-	1,46,466	-	-	-	-	27,34,117
Total - 'B' - NCBS			**CY 2021-22**	**10,09,20,267**	**-**	**39,03,163**	**-**	**39,03,163**	**-**	**-**	**3,36,276**	**3,36,276**	**10,44,87,154**
			PY 2020-21	**9,69,18,717**	**-**	**55,49,281**	**-**	**55,49,281**	**-**	**-**	**15,47,731**	**15,47,731**	**10,09,20,267**

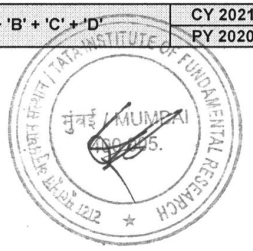
SN	Agency	PROJECT NAME	YEAR	Opening Balance	Grant Recd.	Interest Earned	Other Income / Adjustments	Total Additions	Award	Scholarships	Other Exp	Total Exp	Closing Balance
				A	B	C	D	E = B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J= A+E-I
46	S. N. BHATT TRUST	S. N. Bhatt Fellowship	CY 2021-22	50,19,426	-	-	2,13,397	2,13,397	-	-	-	-	52,32,823
			PY 2020-21	47,50,000	-	2,69,426	-	2,69,426	-	-	-	-	50,19,426
Total - 'C' - ICTS			**CY 2021-22**	**50,19,426**	**-**	**-**	**2,13,397**	**2,13,397**	**-**	**-**	**-**	**-**	**52,32,823**
			PY 2020-21	**47,50,000**	**-**	**2,69,426**	**-**	**2,69,426**	**-**	**-**	**-**	**-**	**50,19,426**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI 400 005.

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

Schedule 'C'
(Amount in Rs.)

SN	Agency	PROJECT NAME	YEAR	Opening Balance	Grant Recd.	Interest Earned	Other Income / Adjustments	Total Additions	Award	Scholarships	Other Exp	Total Exp	Closing Balance
				A	B	C	D	E = B+C+D	F	G	H	I = F+G+H	J= A+E-I
47	18N60001	TIFR HYDERABAD ENDOWMENT ACCOUNT	CY 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
			PY 2020-21	26,171	4,29,724	-	-	4,29,724	-	-	7,049	7,049	4,48,846
Total - 'D' - TCIS			CY 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
			PY 2020-21	26,171	4,29,724	-	-	4,29,724	-	-	7,049	7,049	4,48,846
GRAND TOTAL 'A' + 'B' + 'C' + 'D'			CY 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
			PY 2020-21	36,90,62,593	3,43,29,790	2,03,50,635	51,600	5,47,32,025	4,39,000	-	37,42,964	41,81,964	41,96,12,656





TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March, 2022
OTHER GRANTS

Schedule 'D'
(Amount - in Rs.)

Sr. No.	Granting Authorities	Description of the Projects	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	52,500	-	22,500	30,000
2	INSA	INSA	48,678	4,50,322	1,80,000	3,19,000
3	N.B.H.M.	N.B.H.M.	39,95,118	-	69,334	39,25,784
4	Raja Raman Fellowship			13,50,000	3,00,000	10,50,000
5	SSBA	SHANTI SWARUP BHATNAGAR AWARD A/C.		32,40,000	32,40,000	-
		Total - 'A' - Mumbai	**40,96,296**	**50,40,322**	**38,11,834**	**53,24,784**
6	Department of Atomic Energy	Grant recd. From DAE for Phy.Chem.Bio.Olympiads	1,66,29,682	-	1,66,29,682	-
7	Department of Atomic Energy	RRF - Prof..E.V. Sampathkumaran		13,60,371	12,16,443	1,43,928
8	Department of Science & Technology	Grant recd. From DST for Olympiads	33,03,881	-	33,03,881	-
9	ISRO	Grant recd. From ISRO for Astronomy Olympiads	17,92,469	-	17,92,469	-
10	IAEA	Grant received from IAEA for Dr.P.K.Joshi's Project	1,92,278	-	1,92,278	-
11	DST	DST Grant Recd. for INSPIRE Project	15,36,467	-	15,36,468	-1
12	YCMOU	Advance received from YCMOU	1,249	-	1,249	-
13	INSA	INSA Grant recd. For Prof.S.M. Roy	6,713	96,253	68,481	34,485
14		Vigyan Pratibha	3,79,928	-	3,79,928	1
15		Maths Olympiad Mumbai Region-2012-13	28,066	-	28,066	-
16		IAPT IOQ Grant	3,79,097	-	3,79,097	-
17		Amount received from IAPT for RMO & INMO activity	50,19,774	-	50,19,774	-
18		Prof. Sampathkumaran Project Account	12,70,300	10,533	12,70,300	10,533
19		RRF - Prof. Alak Ray	2,150	-	2,150	-
20		PMMMNMTT	5,52,175	-	5,52,175	-
21		RA fellowship -Dr.Gururaj Wagale	1,649	-	1,649	-
		Total - 'B' - HBSCE	**3,10,95,878**	**14,67,157**	**3,23,74,089**	**1,88,946**

Sr. No.	Granting Authorities	Description of the Projects	Opening Balance	Receipts and transfers during the year	Reduction and transfers during the year	Closing Balance
			A	B	C	D = A + B - C
22	DAE	Raja Ramana Award - DAE	5,91,852	13,50,000	8,91,852	10,50,000
23	NBHM	NBHM	-	-	-	-
24	IFCAM IISc	IFCAM IISc Funds -	-	-	-	-
25	IIT Bombay	IIT Bombay	9,10,000	11,10,000	14,60,000	5,60,000
26	SHANTI SWAROOP BHATNAGAR AWARD	PROF. SANDEEP KUNNATH	-	1,80,000	1,80,000	-
		Total - 'C' - CAM	**15,01,852**	**26,40,000**	**25,31,852**	**16,10,000**
27	Various Granting Authorities	Other Grants of NCBS	1,06,08,287	1,26,62,920	1,49,37,193	83,34,014
		Total - 'D' - NCBS	**1,06,08,287**	**1,26,62,920**	**1,49,37,193**	**83,34,014**
28	NBHM	CSIR Fellowship - Dr. Rama Govindarajan	-	1,80,000	1,80,000	-
29	CSIR	CSIR Fellowship - Dr. Abhishek Dhar		1,80,000	1,80,000	-
30	CSIR	CSIR Fellowship - Dr. Rajesh Gopakumar		1,80,000	1,80,000	-
		Total - 'E' - ICTS	**-**	**5,40,000**	**5,40,000**	**-**
Grand Total (A+B+C+D+E)			**4,73,02,313**	**2,23,50,399**	**5,41,94,968**	**1,54,57,744**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI
KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

Schedule 'E'

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March, 2022
CURRENT LIABILITIES AND PROVISIONS

(Amount - in Rs.)

Particulars	As at 31st March, 2022	As at 31st March, 2021
Current Liabilities		
Creditors for Goods & Others	10,46,67,064	5,34,33,657
Creditors for Expenses	23,86,48,441	28,39,51,430
Rent and Other Deposits	3,95,48,295	5,13,42,089
Statutory Liabilities payable to Govt.	5,59,85,752	3,22,25,267
Sundry Credit Balances	1,43,89,925	1,12,86,564
Sub total (A)	**45,32,39,477**	**43,22,39,006**
Provisions		
Gratuity	1,14,79,48,583	1,09,29,70,393
Compensated Absences	1,16,47,94,260	1,00,53,68,427
Pension	15,43,64,52,734	14,03,59,18,201
Provision for Salary	15,61,45,726	7,19,70,767
Provision for CHSS	19,80,76,000	-
Sub total (B)	**18,10,34,17,303**	**16,20,62,27,788**
Total (A + B)	**18,55,66,56,780**	**16,63,84,66,794**

Tata Institute of Fundamental Research

Schedue To The Balance Sheet As On 31st March 2022

(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, 2022	As at 31st March, 2021
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	14,97,434	86,501	-	15,83,935	16,43,514	17,30,016
Buildings	4,58,46,39,586	9,43,53,772	-	4,67,89,93,358	1,44,49,13,298	16,17,04,003	-	1,60,66,17,301	3,07,23,76,056	3,13,97,26,288
Equipments [Note (iv)]	10,71,81,91,756	52,84,41,134	39,00,62,213	10,85,65,70,677	7,64,61,80,661	52,42,93,645	28,49,00,952	7,88,55,73,354	2,97,09,97,323	3,07,20,11,095
Motor Vehicles	4,31,66,035	17,20,600	-	4,48,86,636	3,05,86,055	21,45,088	-	3,27,31,139	1,21,55,496	1,25,79,980
Furnitute & Fixtures	38,06,20,043	1,68,69,752	25,34,311	39,49,55,484	23,35,73,546	1,61,15,096	6,16,020	24,90,72,623	14,58,82,861	14,70,46,497
Library Books and Periodicals	1,55,05,84,421	85,37,231	21,816	1,55,90,99,835	1,54,51,17,788	84,02,316	21,815	1,55,34,98,291	56,01,544	54,66,633
Computers and Peripherals	1,05,92,81,908	6,59,70,569	2,72,00,199	1,09,80,52,277	1,00,83,83,111	6,97,32,200	2,65,51,165	1,05,15,64,146	4,64,88,131	5,08,98,797
	18,35,62,17,182	**71,58,93,057**	**41,98,18,539**	**18,65,22,91,700**	**11,91,02,51,893**	**78,24,78,849**	**31,20,89,951**	**12,38,06,40,790**	**6,27,16,50,910**	**6,44,59,65,289**
Capital Work in Progress	35,80,93,220	98,04,104	1,35,23,763	35,43,73,561	-	-	-	-	35,43,73,561	35,80,93,220
Assets of closed projects shown at nominal value [Note(iii)]	1	-	-	1	-	-	-	-	1	1
Total	**18,71,43,10,403**	**72,56,97,161**	**43,33,42,302**	**19,00,66,65,262**	**11,91,02,51,893**	**78,24,78,849**	**31,20,89,951**	**12,38,06,40,790**	**6,62,60,24,472**	**6,80,40,58,510**

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 MUMBAI

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

Schedule 'G'

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March, 2022
CURRENT ASSETS, LOANS AND ADVANCES

(Amount - in Rs.)

Particulars		As at 31st March, 2022		As at 31st March, 2021
Stores on Hand (Net of Provision)	3,39,49,278		3,79,48,409	
Goods in Transit	-	3,39,49,278	-	3,79,48,409
Loans to staff		1,64,060		2,07,693
Advances to staff		85,02,127		1,24,19,383
Deposit Receivable		5,80,42,110		6,19,83,683
Capital Advances		2,29,46,984		3,28,81,196
Advances - Others	7,29,28,631		22,60,03,215	
Tax Deducted at Source	2,35,91,139		3,38,35,804	
Less: Provision for Bad Debts	-	9,65,19,770	-	25,98,39,018
Prepaid Expenses		4,19,75,556		5,77,89,859
Interest Accrued				
Project	82,00,635		2,64,23,034	
Others	39,09,420	1,21,10,055	2,20,458	2,66,43,492
Other income outstanding		2,22,70,246		2,29,84,483
Cash & Bank				
Petty Cash	67,050		84,486	
Postage Advance	23,464		66,521	
Bank - Plan & Non Plan	22,66,89,480		20,18,51,725	
Fixed Deposit - Plan & Non Plan	39,98,52,644	62,66,32,638	24,36,30,295	44,56,33,027
Bank - Projects, Endowment Grants	83,63,02,586		38,78,35,807	
Fixed Deposit - Projects, Endowment Grants	1,03,79,61,422	1,87,42,64,008	1,36,51,50,264	1,75,29,86,071
Total		**2,79,73,76,832**		**2,71,13,16,314**





TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

Schedule to the Balance Sheet as at 31st March, 2022

CASH AND BANK BALANCES

(Amount - in Rs.)

Particulars	As at 31st March, 2022	As at 31st March, 2021
Cash in Hand		
Head Office, Mumbai	67,050	84,486
	67,050	**84,486**
Postage Advance		
Head Office Mumbai	20,945	60,357
Homi Bhabha Centre for Science Education, Mumbai	-	3,645
National Centre for Radio Astrophysics, Pune	2,519	2,519
	23,464	**66,521**
Bank Balance - Plan & Non Plan		
Head Office Mumbai	12,06,08,211	6,87,90,434
Homi Bhabha Centre for Science Education, Mumbai	55,11,263	1,32,89,942
National Centre for Radio Astrophysics, Pune	2,47,92,576	3,51,83,358
National Centre for Biological Science, Bangalore	5,49,86,750	3,87,64,265
Cosmic Ray Laboratory, Ootacamund	19,949	7,86,975
National Balloon Facility, Hyderabad	55,18,430	78,66,140
Centre for Applied Mathematics, Bangalore	30,09,689	1,30,92,331
Centre for Interdisciplinary Sciences, Hyderabad	44,00,985	93,52,005
International Centre For Theoretical Sciences, Bangalore	78,41,628	1,47,26,275
	22,66,89,480	**20,18,51,725**
Bank Accounts - Projects, Endowment Grants		
Head Office Mumbai	3,91,28,940	3,86,59,129
National Centre for Radio Astrophysics, Pune	4,39,94,388	4,13,78,350
National Centre for Biological Science, Bangalore	44,37,36,168	5,42,22,372
National Balloon Facility, Hyderabad	16,90,798	17,96,756
Homi Bhabha Centre for Science Education, Mumbai	56,11,792	54,30,323
International Centre For Theoretical Sciences, Bangalore	1,72,68,335	6,08,37,035
Centre for Interdisciplinary Sciences, Hyderabad	27,57,10,454	17,67,99,420
Centre for Applied Mathematics, Bangalore	91,61,711	87,12,422
	83,63,02,586	**38,78,35,807**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

Schedule to the Balance Sheet as at 31st March, 2022

CASH AND BANK BALANCES

(Amount - in Rs.)

Particulars	As at 31st March, 2022	As at 31st March, 2021
Short Term Deposits - Plan & Non Plan		
Head Office Mumbai (Plan & Non Plan)	6,83,31,056	5,59,65,509
Homi Bhabha Centre for Science Education, Mumbai	-	50,00,000
National Centre for Radio Astrophysics, Pune	6,00,000	6,00,000
National Centre for Biological Science, Bangalore	1,03,64,148	6,23,10,373
International Centre For Theoretical Sciences, Bangalore	-	50,00,000
Centre for Interdisciplinary Sciences, Hyderabad	32,03,43,188	11,47,30,463
Centre for Applied Mathematics, Bangalore	2,14,252	23,950
	39,98,52,644	**24,36,30,295**
Short Term Deposits - Projects, Endowment Grants		
Head Office Mumbai	65,81,45,279	68,80,52,041
National Centre for Biological Science, Bangalore	9,95,66,143	47,49,48,223
Homi Bhabha Centre for Science Education, Mumbai	3,55,00,000	2,97,00,000
International Centre For Theoretical Sciences, Bangalore	23,57,50,000	16,32,50,000
Centre for Applied Mathematics, Bangalore	90,00,000	90,00,000
Centre for Interdisciplinary Sciences, Hyderabad	-	2,00,000
	1,03,79,61,422	**1,36,51,50,264**
Grand Total	**2,50,08,96,646**	**2,19,86,19,098**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
MUMBAI
400 005

KAILASHCHAND JAIN & CO.
MUMBAI
Chartered Accountants

Schedule 'I,J,K'

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

SCHEDULE TO INCOME AND EXPENDITURE ACCOUNT FOR THE YEAR ENDED 31ST MARCH, 2022

(Amount - In Rs.)

Sch. No.	Income	For the Year Ended 31st March, 2022	For the Year Ended 31st March, 2021
I	**Grants**		
	Block grant from Sir Dorabji Tata Trust	-	10,00,000
	Grant from Government of Maharashtra	-	50,000
	Block Grant from Department of Atomic Energy	5,61,62,38,901	4,73,14,98,943
	Sub Total: A	**5,61,62,38,901**	**4,73,25,48,943**
J	**Interest Earned**		
	Interest on loans to staff	5,29,187	4,53,156
	On term deposit with bank	1,19,07,552	1,23,48,521
	Sub Total: B	**1,24,36,739**	**1,28,01,677**
K	**Other Income**		
	Rent Receipts	49,61,160	60,53,568
	Other Income (Including profit on sale of fixed assets)	6,62,04,642	6,29,59,252
	Overheads recovered in respect of external projects	3,05,05,582	2,83,31,682
	Sub Total: C	**10,16,71,384**	**9,73,44,502**
	Grand Total: A + B + C	**5,73,03,47,024**	**4,84,26,95,122**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

SCHEDULE TO INCOME AND EXPENDITURE ACCOUNT FOR THE YEAR ENDED 31ST MARCH, 2022

(Amount - In Rs.)

Sch No.	Expenditure	For the Year Ended 31st March, 2022	For the Year Ended 31st March, 2021
L	**Employee Related Expenditure**		
	Salaries, Wages & Bonus	2,53,56,73,678	2,42,37,17,610
	Pension	78,64,03,201	68,90,42,075
	Employer's Contribution to Provident Fund	-	-
	Contribution to other funds (CHSS)	34,39,79,443	8,94,95,529
	Gratuity Expenses	9,04,21,000	8,20,84,655
	Leave Travel Concession	68,93,003	2,72,38,253
	Staff Welfare Expenses	2,77,42,458	1,89,90,725
	Employer's Contribution to New Contributory Pension Scheme	10,70,84,690	9,54,95,571
	Tuition Fees & Honorarium	2,41,74,498	2,18,89,887
	Leave Encashment Expenses	2,22,71,685	3,35,65,239
	Sub Total: A	**3,94,46,43,657**	**3,48,15,19,544**
M	**Expenditure On The Object Of The Trust**		
	Lab Stores Consumed	48,34,70,222	36,92,19,906
	Lab Expenses	3,77,50,564	1,62,35,059
	Electricity, Water & Power	31,11,09,255	29,96,36,664
	Honorarium to Visiting Fellows & Professors	89,63,771	47,52,726
	Repairs & Maintenance	43,38,10,026	38,60,47,533
	Travelling & Conveyance	5,31,15,282	4,76,17,299
	Rent, Rates & Taxes	4,12,26,086	3,05,39,686
	Conference, Seminars and Events	3,43,18,740	2,28,95,403
	INO Project	-	-
	Advertisement Charges	41,62,222	29,94,059
	Postage, Telephone & Communication charges	2,54,87,215	2,53,28,535
	Book Grant	2,94,68,575	2,41,67,575
	Loss on disposal of fixed assets	9,48,73,790	76,87,630
	Legal & Professional Charges	64,69,451	74,82,221
	Printing & Stationary	28,58,691	30,28,996
	Auditor's Remuneration	9,44,000	9,44,000
	Insurance Charges	7,37,140	3,71,795
	Contribution to Projects	1,48,39,737	2,03,08,496
	Periodicals Expenditure	17,12,23,659	13,29,79,933
	Loss / (Gain) on Foreign Exchange Variation	4,76,480	2,42,158
	Interest Refunded to DAE	16,61,73,683	87,28,437
	Miscellaneous Expenditure	13,44,65,330	10,26,41,534
	Sub Total: B	**2,05,59,43,918**	**1,51,38,49,645**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI 400 005
KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

SCHEDULE TO INCOME AND EXPENDITURE ACCOUNT FOR THE YEAR ENDED 31ST MARCH, 2022

(Amount - In Rs.)

Sch No.	Expenditure	For the Year Ended 31st March, 2022	For the Year Ended 31st March, 2021
N	**Depreciation on Properties & Others**	78,24,78,849	81,05,66,050
	Sub Total: C	**78,24,78,849**	**81,05,66,050**
O	**Provision for Retirement Benefits**		
	Gratuity	5,49,78,190	15,56,493
	Pension	1,40,05,34,533	89,33,55,655
	Compensated Absences	15,94,25,833	2,25,15,049
	Sub Total: D	**1,61,49,38,556**	**91,74,27,197**
P	**Provision for CHSS**	19,80,76,000	-
	Sub Total: E	**19,80,76,000**	**-**
	Grand Total: A + B + C + D + E	**8,59,60,80,980**	**6,72,33,62,435**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH मुंबई / MUMBAI 400 005.

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

अनुसूची 'एच'

टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान

महत्वपूर्ण लेखाकरण नीतियां / 31 मार्च, 2022 को समाप्त 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 एवं भारतीय चार्टरित लेखाकार संस्थान 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 की रिपोर्ट की गई राशि एवं देयताओं को प्रभावित करने

वाले आकलन व अनुमान करने होते हैं। इसके अतिरिक्त प्रबंधन को समाप्त हुए वर्ष के लिए राजस्वों एवं व्ययों की रिपोर्ट की गईं 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 आकलन एवं अनुमान, 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 आकलनों में कोई भी संशोधन को भावी प्रभाव से 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 अनुदानों 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।

विशिष्ट परियोजनाओं / उद्देश्यों के लिए भारत सरकार सहित विभिन्न एजेंसियों से प्राप्त अनुदानों / धर्मादा निधियों को प्राप्ति पर संबंधित परियोजना / विशेष खातों में जमा किया जाता है। इन निधियों के निवेश से अर्जित ब्याज को जमा किया जाता है एवं पूंजीगत व राजस्व व्ययों को संबंधित परियोजना / विशेष खातों के नामे किया जाता है। संबंधित अनुदानों / धर्मादा निधियों के अंतर्गत निर्दिष्ट उपरी व्ययों को परियोजना निधियों में डाला जाता है एवं 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 आनुपातिक आधार पर प्रोद्भूत किया जाता है। अन्य आय को भुगतान प्राप्त होने के अधिकार की स्थापना के समय 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। उपकरण वृद्धि पर व्यय (जो पूंजीगत श्रेणी में नहीं आते) 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।

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 प्रतिशत
प्रयोगशाला उपकरण	15 प्रतिशत
अन्य उपकरण	15 प्रतिशत
मोटर वाहन	15 प्रतिशत
फर्नीचर एवं फिक्चर्स	10 प्रतिशत
पुस्तकालय पुस्तकें एवं पीरियोडिकल्स	60 प्रतिशत
कंप्यूटर्स एवं पेरीफेरल्स	60 प्रतिशत

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 लागत वाली प्रत्येक परिसंपत्ति को जिसका उपयोगी जीवनकाल 5 वर्ष से कम माना जाता है, को आय एवं व्यय लेखे में डाला जाता है।

v. उपलब्ध भंडार मदें :

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 12 ए के अंतर्गत कराधान से छूट प्राप्त है।

vii. विदेशी विनिमय लेनदेन :

क. विदेशी मुद्रा में किए गए लेनदेन की गणना, लेनदेन की तिथि को लागू विनिमय दर पर की जाती है।

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH मुंबई / MUMBAI 400 005

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

ख. विदेशी मुद्रा में आंकी गयी मौद्रिक परिसंपत्तियों एवं 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>

संस्थान अपने कर्मचारियों को उनके त्यागपत्र या सेवानिवृत्ति पर पेंशन, ग्रेच्युटी एवं अवकाश भुनाने के लाभ उपलब्ध कराता है। इनका वर्णन लाभ योजनाओं के रुप में किया जाता है।

पेंशन, ग्रेच्युटी एवं अवकाश भुनाने की देयता की गणना लेखाकरण मानक 15 के अनुसार परियोजित इकाई ऋण पद्धति के अंतर्गत निर्धारित बीमांकिक मूल्यांकन पर प्रोद्भवन आधार पर की जाती है (संशोधित 2005)। बीमांकिक लाभों या हानियों को आय एवं व्यय लेखे में डाला जाता है।

<u>वर्णित अंशदान योजना:</u>

संस्थान, पात्र कर्मचारियों के वेतन के निश्चित प्रतिशत का अंशदान, भविष्य निधि में करता है। यह निधि, पृथक संस्थान (टाटा मूलभूत अनुसंधान भविष्य निधि संस्थान 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 खाते 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 होती है जिसके संबंध में विश्वसनीय अनुमान किया जा सके। 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, मुकदमे, 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 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।

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH / टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान / मुंबई / MUMBAI 400 005
KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

5. लेखों पर टिप्पणियां:

1. अनुदान:

वित्तीय वर्ष 2021-2022 के दौरान संस्थान ने परमाणु ऊर्जा विभाग से 630,70,12,684/- रु. के अनुदान प्राप्त किये हैं। निधि के प्रयोग के विवरणों का सारांश निम्नानुसार है:

(राशि रु. में)

निधियों का प्रयोग	वर्तमान वर्ष 2021-22	पूर्व वर्ष 2020-21
राजस्व	561,62,38,901	473,14,98,943
पूंजीगत	69,07,73,783	33,82,01,057
कुल	**630,70,12,684**	**506,97,00,000**

2. संस्थान द्वारा प्रारंभ की गईं विभिन्न बाह्य परियोजनाओं (तुलन पत्र की अनुसूची ख के अनुसार) के लिए विभिन्न प्राधिकारियों से प्राप्त अनुदानों की इकाईवार कुल शेष राशियां निम्नानुसार हैं:

क्रमांक संख्या	इकाइयां / फील्ड स्टेशंस	वर्तमान वर्ष 2021-22		पूर्व वर्ष 2020-21	
		परियोजनाओं की संख्या	कुल शेष राशियां	परियोजनाओं की संख्या	कुल शेष राशियां
1	मुंबई मुख्यालय	156	43,77,56,892	152	48,20,11,459
2	एनसीआरए - पुणे	2	4,39,94,384	4	4,01,76,178
3	कैम – बैंगलुरु	9	1,62,09,724	10	1,65,29,448
4	एनसीबीएस, बैंगलुरु	184	42,65,17,673	238	38,54,29,525
5	पीबीएल– हैदराबाद	2	16,90,798	2	17,96,756
6	टीसीआईएस – हैदराबाद	81	27,54,28,885	66	17,69,40,416
7	आईसीटीएस – बैंगलुरु	40	24,91,24,698	37	22,23,06,710
8	एचबीसीएसई – मानखुर्द	13	4,61,89,161	1	9,57,018
कुल		**487**	**149,69,12,215**	**510**	**132,61,47,510**

3. मुंबई की बाह्य परियोजना निधियों में 3,13,854 रु. की ऋण शेष राशि (पूर्व वर्ष 2020-21 – शून्य), टीसीआईएस की बाह्य परियोजना निधियों में 63,053 रु. (पूर्व वर्ष 2020-21 – 20,551 रू.) एवं

आईसीटीएस की बाह्य परियोजना निधियों में 87,489 रू. (पूर्व वर्ष 2020-21 – शून्य) शामिल हैं। ये राशियां उस उद्देश्य के लिए प्राप्त अनुदान पर व्यय की अधिकता को दर्शाती हैं। मुंबई और टीसीआईएस ने वित्त वर्ष 2022-23 में यह राशि वसूल की है। आईसीटीएस, अनुदानकर्ता प्राधिकारियों से इस ऋण राशि की वसूली की प्रक्रिया में है।

4. मुंबई एवं एनसीबीएस की 'बंद परियोजना स्थाई परिसंपत्ति खाते' में 138,14,28,983 रु. की राशि 31.03.2022 को है (31.03.2021 को 110,73,41,506 रु.) जो बंद हो चुकी विशिष्ट परियोजनाओं के लिए अर्जित परिसंपत्तियों को दर्शाती हैं। तथापि इन परिसंपत्तियों को नीति के अनुसार 1 /- रु. के नाममात्र के मूल्य पर संस्थान के स्थाई परिसंपत्ति रजिस्टर में स्थानांतरित किया गया है।

5. **कर्मचारी लाभ :**

क. **वर्णित अंशदान योजनाएं :**

संस्थान के पात्र कर्मचारियों की भविष्य निधि एवं नई अंशदायी पेंशन निधि में अंशदान निम्नानुसार है:

(राशि रुपए में)

विवरण	वर्तमान वर्ष 2021-22	पूर्व वर्ष 2020-21
भविष्य निधि	शून्य	शून्य
नई अंशदायी पेंशन योजना	10,70,84,690	9,54,95,571
कुल	**10,70,84,690**	**9,54,95,571**

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 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 रुपए में)

विवरण	वर्तमान वर्ष 2021-2022	पूर्व वर्ष 2020-2021
क) वर्णित लाभ बाध्यताओं में परिवर्तन		
वर्ष के प्रारंभ में देयता	**109,29,70,393**	**109,14,13,900**
वर्तमान सेवा लागत	5,00,36,709	5,06,92,795
ब्याज लागत	7,48,68,472	7,45,43,569
पूर्व सेवा लागत – अवधि के दौरान हुए निहित लाभ	-	-

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
मुंबई / MUMBAI
400 005.
KAILASHCHAND JAIN & CO.
MUMBAI

विवरण		वर्तमान वर्ष 2021-2022	पूर्व वर्ष 2020-2021
	भुगतान किए गए लाभ	(6,24,00,374)	(6,24,49,151)
	बीमांकिक (लाभ) / बाध्यताओं पर हानि	(75,26,617)	(6,12,30,720)
	वर्षांत पर देयता	**114,79,48,583**	**109,29,70,393**
ख)	**योजना परिसंपत्तियों का उचित मूल्य**	-	-
ग)	**योजना परिसंपत्तियों पर वास्तविक प्रतिफल**	-	-
घ)	**तुलन पत्र में मान्य राशि**		
	वर्षांत पर देयता	**114,79,48,583**	**109,29,70,393**
	वर्षांत पर योजना परिसंपत्तियों का उचित मूल्य	-	-
	तुलन पत्र देयता / (परिसंपत्तियों) में मान्य राशि	**114,79,48,583**	**109,29,70,393**
ङ)	**आय कथन में मान्य व्यय**		
	वर्तमान सेवा लागत	5,00,36,709	5,06,92,795
	ब्याज लागतें	7,48,68,472	7,45,43,569
	योजना परिसंपत्तियों पर प्रत्याशित प्रतिफल	-	-
	पूर्व सेवा लागत – अवधि के दौरान हुए निहित लाभ	-	-
	कुल बीमांकिक (लाभ) / हानि को मान्य किया जाए	(75,26,617)	(6,12,30,720)
	आय एवं व्यय खाते में मान्य व्यय	**11,73,78,564**	**6,40,05,644**
च)	**आगामी वर्ष के दौरान परियोजित अंशदान**	-	-
छ)	**तुलन पत्र समाधान**		
	प्रारंभिक कुल देयता	109,29,70,393	109,14,13,900
	उपर्युक्त के अनुसार व्यय	11,73,78,564	6,40,05,644
	भुगतान किए गए लाभ	(6,24,00,374)	(6,24,49,151)
	बंद कुल देयता	**114,79,48,583**	**109,29,70,393**
ज)	**बीमांकिक पूर्वानुमान**		
	छूट दर (प्रति वर्ष)	7.23%	6.85%
	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	2,77,97,392	(5,97,46,563)
	योजना परिसंपत्तियों पर बीमांकिक लाभ / हानियां	-	-

टिप्पणी :

1. सेवानिवृत्ति ग्रेच्युटी लेखे में प्रतिनियुक्ति पर कार्यरत कर्मचारियों से संबंधित कुछ राशियां भी सम्मिलित हैं।

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH मुंबई / MUMBAI 400 005
KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI

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 2021-2022	पूर्व वर्ष 2020-2021
छूट दर	**7.23% p.a.**	**6.85 % p.a.**
वेतन बढ़ोत्तरी दर	**7.00% p.a.**	**7.00 % p.a.**

ख) कुल देयता में तुलन पत्र एवं गतिविधियों में मान्य राशि :

विवरण	वर्तमान वर्ष 2021-2022	पूर्व वर्ष 2020-2021
प्रतिपूरक अवकाश (एक्स) का प्रारंभिक शेष	100,53,68,427	98,28,53,378
प्रतिपूरक अवकाश का वर्तमान मूल्य (31.03.2022 की स्थिति के अनुसार बीमांकिक मूल्यांकन (वाई)) के अनुसार	116,47,94,260	100,53,68,427
वर्ष के लिए मान्य प्रतिपूरक अवकाश की वित्तीय सहायता न प्राप्त देयता	15,94,25,833	2,25,15,049

3. <u>पेंशन :</u>

(राशि रुपए में)

विवरण	वर्तमान वर्ष 2021-2022	पूर्व वर्ष 2020-2021
क) वर्णित लाभ बाध्यताओं में परिवर्तन		
वर्ष के प्रारंभ में देयता	**1403,59,18,201**	**1314,25,62,546**
वर्तमान सेवा लागत	3,72,76,006	3,74,59,965
ब्याज लागत	97,26,89,131	89,76,37,022
भुगतान किए गए लाभ	(71,49,98,127)	(69,02,31,094)
बाध्यताओं पर बीमांकिक लाभ / हानि	110,55,67,523	64,84,89,762
वर्षांत पर देयता	**1543,64,52,734**	**1403,59,18,201**
ख) योजना परिसंपत्तियों का उचित मूल्य	-	-
ग) योजना परिसंपत्तियों पर वास्तविक प्रतिफल	-	-

घ) तुलन पत्र में मान्य राशि		
वर्षांत पर देयता	1543,64,52,734	1403,59,18,201
वर्षांत पर योजना परिसंपत्तियों का उचित मूल्य	-	-
तुलन पत्र देयता / (परिसंपत्ति) में मान्य राशि	**1543,64,52,734**	**1403,59,18,201**
ङ) आय कथन में मान्य व्यय		
वर्तमान सेवा लागत	3,72,76,006	3,74,59,965
ब्याज लागतें	97,26,89,131	89,76,37,022
योजना परिसंपत्तियों पर प्रत्याशित प्रतिफल	-	-
कुल बीमांकिक (लाभ) / हानि को मान्य किया जाए	110,55,67,523	64,84,89,762
आय एवं व्यय लेखे में मान्य व्यय	**211,55,32,660**	**158,35,86,749**
च) अगले वर्ष के दौरान परियोजित अंशदान	-	-
छ) तुलन पत्र समाधान		
प्रारंभिक कुल देयता	1403,59,18,201	1314,25,62,546
उपर्युक्त के अनुसार व्यय	2,11,55,32,660	158,35,86,749
भुगतान किए गए लाभ	(71,49,98,127)	(69,02,31,094)
समाप्त कुल देयता	**1543,64,52,734**	**1403,59,18,201**
ज) बीमांकिक पूर्वानुमान		
छूट दर (प्रति वर्ष)	7.41%	6.93%
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 – योजना देयताओं पर बीमांकिक (लाभ)/हानियां	1,91,22,27,535	(8,83,59,153)
योजना परिसंपत्तियों पर बीमांकिक लाभ/(हानियां)	-	-

टिप्पणी :

i. सेवानिवृत्ति पेंशन लेखे में प्रतिनियुक्ति पर कार्यरत कर्मचारियों से संबंधित अनेक राशियां भी सम्मिलित हैं।

6. संस्थान की स्थाई जमा राशियों में मुंबई मुख्यालय में 6,83,31,056 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।

7. '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	रु. लाखों में
राष्ट्रीय गणित केंद्र व्यय लेखा (एनसीएमई)	26,59,001
संगोष्ठी व्यय लेखा (सीओएनएफ)	11,71,091

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
मुंबई / MUMBAI
KAILASHCHAND JAIN & CO.
MUMBAI
Chartered Accountants

इन्हें वर्ष 2021-22 के दौरान हुए व्ययों के लिए संबंधित परियोजना सह-समन्वयक से प्राप्त उपयोगिता प्रमाणपत्र के आधार पर व्यय किया गया है।

8. 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, 2022 को देनदारी के रुप में न माना गया हो।

9. पूर्व वर्ष के आंकड़ों को वर्तमान वर्ष के प्रस्तुतिकरण के लिए आवश्यकतानुसार पुनर्समूहित किया गया है।

समसंख्यक तिथि को हमारे प्रतिवेदन के अनुसार,

कैलाश चंद जैन एवं कंपनी के लिए
चार्टरित लेखाकार
फर्म पंजीकरण संख्या 112318डब्ल्यू

सीए सौरभ चौहान
साझीदार
सदस्य संख्या: 167453

टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान के लिए

कर्नल (से.नि.) संजय बी. गोखले
कुलसचिव (स्था.)

प्रो. जयराम एन. चेंगलूर
निदेशक

दिनांक: 18 अगस्त, 2022
स्थान: मुंबई

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

SIGNIFICANT ACCOUNTING POLICIES / NOTES ON ACCOUNTS FOR THE YEAR ENDED 31ST MARCH, 2022

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 / 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.

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI 400 005
KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

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 2021-2022, the Institute has received Grants amounting to Rs. 630,70,12,684 from the Department of Atomic Energy. The summarized detail of its application of fund is as follows:

(Amount in Rs.)

Application of Funds	CY 2021-22	PY 2020-21
Revenue	561,62,38,901	473,14,98,943
Capital	69,07,73,783	33,82,01,057
Total	**630,70,12,684**	**506,97,00,000**

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 2021-22		PY 2020-21	
		No of Projects	Net Balances	No of Projects	Net Balances
1	Mumbai H.O.	156	43,77,56,892	152	48,20,11,459
2	NCRA – Pune	2	4,39,94,384	4	4,01,76,178
3	CAM – Bengaluru	9	1,62,09,724	10	1,65,29,448
4	NCBS – Bengaluru	184	42,65,17,673	238	38,54,29,525
5	PBL- Hyderabad	2	16,90,798	2	17,96,756
6	TCIS – Hyderabad	81	27,54,28,885	66	17,69,40,416
7	ICTS – Bengaluru	40	24,91,24,698	37	22,23,06,710
8	HBCSE – Mankhurd	13	4,61,89,161	1	9,57,018
Total		**487**	**149,69,12,215**	**510**	**132,61,47,510**

3. External Project Funds of the Mumbai includes the debit balance of Rs. 3,13,854 (Previous Year 2020-21 Rs. Nil), TCIS Rs. 63,053 (Previous Year 2020-21 Rs. 20,551) and ICTS Rs. 87,489 (Previous Year 2020-21 Rs. Nil) representing the excess of expenditure over the grant received for the same. Mumbai and TCIS has recovered the amount in FY 2022-23. ICTS is in the process of recovering this deficit amount from the granting authorities.

4. The 'Closed Project Fixed Asset Account' amounting to Rs. 138,14,28,983 – of Mumbai and NCBS as on 31.03.2022 (Rs. 110,73,41,506 as on 31.03.2021) 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. **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 2021-22	PY 2020-21
Provident Fund	Nil	Nil
New Contributory Pension Scheme	10,70,84,690	9,54,95,571
Total	**10,70,84,690**	**9,54,95,571**

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 2021-2022	PY 2020-2021
a)	**Change in defined benefit obligations**		
	Liability at the beginning of the year	**109,29,70,393**	**109,14,13,900**
	Current service cost	5,00,36,709	5,06,92,795
	Interest cost	7,48,68,472	7,45,43,569
	Past Service Cost - Vested Benefit Incurred During the Period	-	-
	Benefits paid	(6,24,00,374)	(6,24,49,151)
	Actuarial (gain) / loss on obligations	(75,26,617)	(6,12,30,720)
	Liability at the end of the year	**114,79,48,583**	**109,29,70,393**
b)	**Fair value of plan assets**	**-**	**-**
c)	**Actual return on plan assets**	**-**	**-**
d)	**Amount recognized in the balance sheet**		
	Liability at the year end	**114,79,48,583**	**109,29,70,393**
	Fair value of plan assets at the year end	-	-
	Amount recognized in the balance sheet Liability / (assets)	**114,79,48,583**	**109,29,70,393**
e)	**Expense recognized in the Income Statement**		
	Current service cost	5,00,36,709	5,06,92,795
	Interest costs	7,48,68,472	7,45,43,569
	Expected Return on plan assets	-	-
	Past Service Cost - Vested Benefit Incurred During the Period	-	-
	Net Actuarial (Gain) / Loss be recognized	(75,26,617)	(6,12,30,720)

(Amount in Rs.)

	Particulars	CY 2021-2022	PY 2020-2021
	Expense recognized in the Income & Expenditure Account	**11,73,78,564**	**6,40,05,644**
f)	**Projected Contribution during the next Year**	**-**	**-**
g)	**Balance Sheet Reconciliation**		
	Opening Net Liability	109,29,70,393	109,14,13,900
	Expense as above	11,73,78,564	6,40,05,644
	Benefit paid	(6,24,00,374)	(6,24,49,151)
	Closing Net Liability	**114,79,48,583**	**109,29,70,393**
h)	**Actuarial Assumptions**		
	Discount Rate (p.a.)	7.23%	6.85%
	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	2,77,97,392	(5,97,46,563)
	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 2021-2022	PY 2020-2021
Discount Rate	7.23% p.a.	6.85% 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 2021-2022	PY 2020-2021
Opening Balance of Compensated Absences (X)	100,53,68,427	98,28,53,378
Present value of Compensated Absences (As per actuary valuation) (Y) as on 31.03.2022	116,47,94,260	100,53,68,427
Unfunded liability of Compensated Absences recognized for the year (Y – X)	15,94,25,833	2,25,15,049

3. **Pension:**

(Amount in Rs.)

	Particulars	CY 2021-2022	PY 2020-2021
a)	**Change in defined benefit obligations**		
	Liability at the beginning of the year	**1403,59,18,201**	**1314,25,62,546**
	Current service cost	3,72,76,006	3,74,59,965
	Interest cost	97,26,89,131	89,76,37,022
	Benefits paid	(71,49,98,127)	(69,02,31,094)
	Actuarial (gain) / loss on obligations	110,55,67,523	64,84,89,762
	Liability at the end of the year	**1543,64,52,734**	**1403,59,18,201**
b)	**Fair value of plan assets**	-	-
c)	**Actual return on plan assets**	-	-
d)	**Amount recognized in the balance sheet**		
	Liability at the year end	1543,64,52,734	1403,59,18,201
	Fair value of plan assets at the year end	-	-
	Amount recognized in the balance sheet Liability / (Asset)	**1543,64,52,734**	**1403,59,18,201**
e)	**Expense recognized in the Income Statement**		
	Current service cost	3,72,76,006	3,74,59,965
	Interest costs	97,26,89,131	89,76,37,022
	Expected Return on plan assets	-	-
	Net Actuarial (Gain) / Loss be recognized	110,55,67,523	64,84,89,762
	Expense recognized in the Income & Expenditure Account	**211,55,32,660**	**158,35,86,749**
f)	**Projected Contribution during the next Year**	-	-
g)	**Balance Sheet Reconciliation**		
	Opening Net Liability	1403,59,18,201	1314,25,62,546
	Expense as above	211,55,32,660	158,35,86,749
	Benefit paid	(71,49,98,127)	(69,02,31,094)
	Closing Net Liability	**1543,64,52,734**	**1403,59,18,201**
h)	**Actuarial Assumptions**		
	Discount Rate (p.a.)	7.41%	6.93%
	Salary Escalation (p.a.)	7.00%	7.00%
	Attrition Rate for All Service Group (p.a.)	2.00%	2.00%

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH मुंबई / MUMBAI 400 004

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

(Amount in Rs.)

Particulars		CY 2021-2022	PY 2020-2021
i)	**Experience Adjustments**		
	Actuarial (Gains)/Losses on Obligations -Plan Liabilities	191,22,27,535	(8,83,59,153)
	Actuarial Gains/(Losses) on Plan Assets	-	-

Note:

i. The Retiring Pension account also includes certain amounts related to deputed employees.

6. Fixed Deposits of the Institute includes an amount of Rs. 6,83,31,056 at Mumbai H.O., which represents Earmarked Funds kept aside for the immediate commitments for the next financial year.

7. 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)	26,59,001
Conference expenses A/c (CONF)	11,71,091

Which are expensed out based on the utilization certificate received from the concerned project co-coordinator for expenditures incurred during the year 2021-22.

8. 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, 2022.

9. Previous year's figures have been regrouped, wherever necessary, for the Current Year's presentation.

As per our report of even date,

For Kailash Chand Jain & Co
Chartered Accountants
Firm Registration No.: 112318W

KAILASHCHAND JAIN & CO. MUMBAI Chartered Accountants

CA. Saurabh Chouhan
Partner
Membership. No.: 167453

Date: 18th August, 2022

Place: Mumbai

For Tata Institute of Fundamental Research

Col. [Retd] Sanjay B. Gokhale
Registrar (O)

Prof. Jayaram N. Chengalur
Director

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI 400 005

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 project fund liability does not match with the project fund assets further the reconciliation for the same has not been provided for our verification. Details of the same are as under :	

Center Name	Project Fund Liability	Project Fund Asset	Difference	
CAM	1,78,19,724	1,81,61,711	(3,41,987)	CAM: The difference between Project Assets and Liabilities is reduced during 2021-22. Reconciliation will be done this financial year to nullify the difference.
TCIS	27,51,03,824	27,58,63,685	(7,59,861)	TCIS: Reconciliation is under process.
HO	41,03,55,639	35,96,26,399	5,07,29,240	HO: Reconciliation is under process. Diffrence came down to Rs.5.07 Crore approx. Out of which, difference of Rs.2.35 Crore is also identified and it is expected to close this observation in next six months.

b. In case of certain projects there were no activities since last two years, credit balance appearing in books of accounts as on March 31, 2022 are as under:

Sr. No.	Name of the Centre	No of Projects	Amount in Rs.	
1	HO-Mumbai	21	1,35,88,760	HO: 17 projects are already closed in this year. Work in progress to close remaining projects.
2	ICTS-Bangalore	3	27,41,603	ICTS: 1. Kavli funds: The funds have been sanctioned for conducting the programs at ICTS. The Kavli program of 2021 was conducted online for precautionary reasons of Covid. The funds are reserved for the payment of auxiliary expenses of the program/upcoming kavli programs which will be booked in the current year. 2. Infosys: The infosys funds were granted to support the knowledge exchange program in which researchers could visit ICTS or ICTS members could visit abroad. Post pandemic eased travel norms, we have started utilising the funds i.e. in the current financial year. 3. CSIR: As per the sanction, the grant was active till 2021. We have informed the faculty member to utilize the same.
3	TCIS-Hyderabad	22	10,40,59,359	TCIS: This amount majorly consists of Rs.10 Crore NMR project sanctioned by DBT for which procurement order will be placed in this FY. Procedure for returning funds for remaining projects will be completed this year.
	Total	46	12,03,89,722	

c. Advance given under project is not adjusted since last 5 years: On verification of records it was observed that TIFR has given advance amounting to Rs. 27,92,320/- with respect to Project - 11X255 which was paid in 2016 and 2017 but no expense for the same is booked till FY 2021-22 when the same is actually incurred.	HO: Equipment worth Rs. 40 lacs, which is used for production is currently lying with the vendor. We are communicating with them to dispatch this equipment in the financial year, against which the advance of Rs. 27.92 lacs will be settled.

d. While audit it was observed that in project 11X255 the expense utilisation under few heads is more than the allocation provided for the same in the sanction letter.We were informed that the granting authority had allowed and permitted inter head utilisation and cautioned that utilisation should not breach the limit in that particular head. The same was communicated informally hence there is no document on record. Details of amount sanctioned, actual receipt /allocation and actual utilisation are mentioned below: (Amt in Rs.) Sr No | Head Of Expenditure | Allocation as per Sanction Order | Amount Received till FY 21-22 | Actual Utilisation | Excess Utilisation 1 | Salaries | 97,75,00,000 | 10,90,00,000 | 11,19,26,896 | (29,26,896) 2 | Consultancy & Contingency | 18,03,00,000 | 85,00,000 | 1,11,51,700 | (26,51,700)	HO: It is a TIFR-BARC INO project and granting authority is DAE. The Actual Utilisation is within the overall Sanctioned Allocation as per the DAE order.

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
MUMBAI
400 005.

II) Advances Paid

a. Custom duty receivable amounting to Rs. 10,21,779/- standing in books of head office since 2017, it was informed that the institute had imported Firewall and Switches from M/s HTP Global Technologies Dubai and custom duty was paid to the custom authorities, subsequently due to some reasons the material was rejected and amount has been recovered from M/s HTP Global Technologies Dubai but the custom duty paid on the same is still appearing in books as Advances in Current assets.	HO: After rigorous follow up with the Company and regular communication, Company agreed to return the money or will supply the equivalent amount of consumables. After the last meeting with the Company officials, they have requested for couple of months time to resolve this issue.

b. The security deposit of BEST as per books of account of head office is Rs 1,50,45,135/- and the deposit amount as per the electricity bill of BEST is Rs 1,23,13,352/-.	HO: Efforts are being made to find out reason for such difference.

III) Utilization of Funds

a. With reference to the office memorandum of Ministry of Finance (F. No. 25(118)/ EMC Cell/2016) dated 24th Feb 2022 the autonomous bodies can transfer the money to commercial banks for expenses allowed as per the guidelines but the same should be utilised within 7 days from the date of transfer in the commercial bank. While audit it was observed that in few cases TIFR has transferred a lumpsum amount in commercial bank and the same is not always utilised within the give timeline.	HO: In few cases cheque was not encashed by party within 7 days & few foreign payments could not be made within 7 days due to modalities of bank operations & couple of grants of Rs. 27.45 Cr was received in last week of March, 2022. Hence, funds could not be utilised within 7 days.

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
MUMBAI
400 005.

IV) Liabilities

a. At TCIS Hyderabad it was observed that the creditors account had a debit balance of Rs 19,74,29,917/-. On scrutiny it was observed that the same was not advance to creditors but the same was expenses incurred in current year and previous years and it was not reflected in expense due to non linking SAI number (Stores Arrival Intimation). Out of the above, total amount of Rs. 16,89,90,158/- pertains to previous years expenses and the same has been debited to income and expenditure account during the year, resulting in to overstatement of current years expenses by Rs. 16,89,90,158/-.	TCIS: Observation is Noted for Compliance. Inadvertently, linking of SAI was missed. The same has now been rectified duering audit. Staff will be retrained to operate the software.

b. Statutory Liability

As per the verification of GST records it was observed that TIFR is generally regular in paying its GST liability on time to the government authority and filling its GST return on or before the due dates, however it was observed that the details available in GST return does not match with the books of account. Following are the anomalies observed:	HO: Audit Observation is noted for complaince. Modifications in the accounting software is done in consultation with ISDG Team and is implemented from 1st April, 2022.
1) Total turnover (Receipts) as per books is not matching with turnover as per GST return filed, further no reconciliation was prepared for the same	
2) Exempted grant has not been shown in GST return.	
3) The accounting system does not provide complete details with respect to total revenue under various heads which resulted in to manual compilation of details for filing GST return every month.	
4) TIFR has not collected GST on Royalty Income, Tender Fees, Guest House Rent Income, Grant received from private organisation.	

V) General Points

a.There is no accounting manual or process or SOP available, thereby difficulty in understanding the accounting process and flow of transaction in accounting software.	General: Matter will be taken up with ISDG to prepare the same.

Other Matter	Reply
a. As per the information provided and our verification of records it was observed that mechanism for allocation of interest income earned on fixed deposit is inconsistent during the year. Details of the same are as under:	General: This issue will be resolved once all centers start using TIIS. Oracle TIIS System is under implementation at ICTS and HBCSE. However, we hope that in next year, all centers will be ready to move to TIIS.

Center	Accounting System	Mechanism Followed
HO	Oracle -TIIS	Daily Average of balancing method
TCIS	Oracle -TIIS	Daily Average of balancing method
NCBS	Oracle -TIIS	Daily Average of balancing method
ICTS	Tally ERP	Annual Average of balancing method
CAM	Tally ERP	Annual Average of balancing method
HBCSE	Tally ERP	Daily Average of balancing method (TIIS is not implemented completely at this center but interest allocation is done from TIIS)

Notes to Accounts	Reply
3. External Project Funds of the Mumbai includes the debit balance of Rs. 3,13,854 (Previous Year 2020-21 Rs. Nil), TCIS Rs. 63,053 (Previous Year 2020-21 Rs. 20,551) and ICTS Rs. 87,489 (Previous Year 2020-21 Rs. Nil) representing the excess of expenditure over the grant received for the same.	HO and TCIS: Entire amount has been recovered in current financial year. ICTS: Matter is followed up with granting authority and recovery is expected in this financial year.

Published by
TIFR Science Communication Cell

Designed and Edited by
Nisha Yadav

Hindi version by
Prashant Goswami

Printed by
SM Enterprises, Mumbai



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