टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान
Tata Institute of Fundamental Research



(2018-19)

वार्षिक प्रतिवेदन एवं परीक्षित लेखा विवरण
Annual Report & Audited Statement of Accounts

टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान
होमी भाभा रोड, मुंबई

वार्षिक प्रतिवेदन
एवं
लेखा परीक्षित कथन
(2018-19)

प्रबंध परिषद

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

श्री आर. वेंकटरमनन
प्रबंध न्यासी, सर दोराबजी टाटा न्यास

श्री रणजीत कुमार
प्रमुख, नाभिकीय नियंत्रण और योजना विंग
परमाणु ऊर्जा विभाग

सुश्री संजीवनी कुट्टी *(12 जून, 2018 तक)*
सदस्य (वित्त), सचिव, पूर्व सेवाकर्मी कल्याण विभाग, रक्षा मंत्रालय
श्री अजय आर. सुले *(13 जून, 2018 से)*
संयुक्त सचिव (अ. एवं वि.), परमाणु ऊर्जा विभाग

प्रोफेसर सी.एन.आर. राव, एफ.आर.एस. *(31 दिसंबर, 2018 तक)*
माननीय अध्यक्ष, जवाहरलाल नेहरु प्रगत वैज्ञानिक अनुसंधान केंद्र
डॉ. श्रीकुमार बैनर्जी *(1 जनवरी, 2019 से)*
कुलाधिपति, एचबीएनआई

डॉ. शेखर मांडे *(31 दिसंबर, 2018 तक)*
निदेशक, राष्ट्रीय कोशिका विज्ञान केंद्र , महाराष्ट्र सरकार के नामांकित
श्री सौरभ विजय, आईएएस *(1 जनवरी, 2019 से)*
सचिव, महाराष्ट्र सरकार, उच्चतर और तकनीकी शिक्षा विभाग
महाराष्ट्र सरकार के नामांकित

डॉ. के. कस्तूरीरंगन, एफ.ए.एससी., एफ.एन.ए.
न्यासी, रमन अनुसंधान संस्थान न्यास

प्रोफेसर संदीप पी. त्रिवेदी
निदेशक, टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान

टीआईएफआर के माननीय फैलो

प्रोफेसर सर माइकल अतिया
प्रोफेसर पी.आर. डेलिग्ने
प्रोफेसर रिचर्ड अर्नस्ट
प्रोफेसर मरे जैल-मन
प्रोफेसर डेविड ग्रॉस
प्रोफेसर एंथोनी हेविश
प्रोफेसर लियॉन एम. लीडरमैन
प्रोफेसर जी.ए. मार्गुलिस
प्रोफेसर आंद्रे मार्टिन
प्रोफेसर एस. मियाके
प्रोफेसर डी. ममफोर्ड
प्रोफेसर एम.एस. नरसिम्हन
प्रोफेसर टी.व्ही. रामाकृष्णन
प्रोफेसर सी.एन.आर.राव
प्रोफेसर बी.व्ही. श्रीकांतन
प्रोफेसर जेम्स डेवे वॉटसन
प्रोफेसर सर आर्नोल्ड वोल्फेनडेल
प्रोफेसर सैम्युअल सी.सी. टिंग
प्रोफेसर सी.एस. शेषाद्रि
प्रोफेसर एस.आर.एस. वर्धन
श्री रतन एन. टाटा
प्रोफेसर गोविंद स्वरुप
प्रोफेसर एम.एस. रघुनाथन
प्रोफेसर रामनाथ कौसिक

शैक्षणिक परिषद

निदेशक एवं अध्यक्ष, एसीएम	- प्रोफेसर संदीप पी. त्रिवेदी
संकाय अध्यक्ष, स्नातक स्कूल और संयोजक, एसीएम	- प्रोफेसर अमोल एस. दिघे
केंद्र निदेशक, एचबीसीएसई	- प्रोफेसर के. सुब्रमणियम
केंद्र निदेशक, एनसीबीएस	- प्रोफेसर एस. मेयर
केंद्र निदेशक, एनसीआरए	- प्रोफेसर यशवंत गुप्ता
केंद्र निदेशक, टीसीआईएस	- प्रोफेसर व्ही. चंद्रसेखर
केंद्र निदेशक, आईसीटीएस	- प्रोफेसर राजेश गोपाकुमार
संकाय अध्यक्ष, एनएसएफ	- प्रोफेसर एच.एम. अंतिया (21 अक्टूबर, 2018 तक) प्रोफेसर के. मैती (22 अक्टूबर, 2018 से)
संकाय अध्यक्ष, एमएफ	- प्रोफेसर सी.एस. राजन
संकाय अध्यक्ष, टीसीएसएफ	- प्रोफेसर संदीप जुनेजा
संकाय अध्यक्ष, एचबीसीएसई	- प्रोफेसर सुगरा चूनावाला
संकाय अध्यक्ष, एनसीआरए	- प्रोफेसर जे. चेंगालुर
संकाय अध्यक्ष, टीसीआईएस	- प्रोफेसर सुरजीत सेनगुप्ता
संकाय अध्यक्ष, आईसीटीएस	- प्रोफेसर रामा गोविंदराजन
संकाय अध्यक्ष, टीआईएफआर *कैम*	- प्रोफेसर जी. डी. वीरप्पा गौड़ा (30 सितंबर, 2018 तक) प्रोफेसर वासुदेव मूर्ति (अक्टूबर 2018 – मार्च 2019) प्रोफेसर जी. डी. वीरप्पा गौड़ा (14 मार्च, 2019 से)
संकाय अध्यक्ष, एनसीबीएस	- प्रोफेसर उपिंदर भल्ला
संयोजक, बीएसबी	- प्रोफेसर शुभा तोले
संयोजक, सीएसबी	- प्रोफेसर दीपा खुशलानी
संयोजक, एमएसबी	- प्रोफेसर विजयलक्ष्मी जी. त्रिवेदी
संयोजक, पीएसबी	- प्रोफेसर श्रीरूप रायचौधरी
संयोजक, टीसीएसएफ	- प्रोफेसर विनोद एम. प्रभाकरन
अध्यक्ष, डीएए	- प्रोफेसर डी.के. ओझा
अध्यक्ष, डीबीएस	- प्रोफेसर कृषाणु रे
अध्यक्ष, डीसीएमपीएमएस	- प्रोफेसर पुशान अयूब (21 अक्टूबर, 2018 तक) प्रोफेसर पी.एल. पॉलोस (22 अक्टूबर, 2018 से)
अध्यक्ष, डीसीएस	- प्रोफेसर एस. मजूमदार
अध्यक्ष, डीएचईपी	- प्रोफेसर सुदेशना बैनर्जी (21 अक्टूबर, 2018 तक) प्रोफेसर शशि दुगड (22 अक्टूबर, 2018 से)
अध्यक्ष, डीएनएपी	- प्रोफेसर जी. रविन्द्रकुमार
अध्यक्ष, डीटीपी	- प्रोफेसर सौरेन्दु गुप्ता
कुलसचिव	- विंग कमांडर जार्ज एंटोनी (से.नि.)
आईएसआई, दिल्ली	- प्रोफेसर राजेन्द्र भाटिया

निदेशक, एलवी प्रसाद नेत्र संस्थान	- प्रोफेसर डी. बालासुब्रमणियन
आईआईटी, मुंबई	- प्रोफेसर विक्रम एम. गदरे
आईआईएसईआर, *मोहाली*	- प्रोफेसर एन. सत्यमूर्ति
कलकत्ता विश्वविद्यालय	- प्रोफेसर अमिताव रायचौधरी (31 अगस्त, 2018 से)

प्राक्कथन

टीआईएफआर ने वर्ष 2018-19 के दौरान विज्ञान के विशिष्ट क्षेत्रों में महत्वपूर्ण योगदान किए। इन क्षेत्रों में जैविक एवं जीवन विज्ञान, रसायनिक विज्ञान, गणित, भौतिकीय विज्ञान, प्रौद्योगिकी एवं संगणक विज्ञान और विज्ञान शिक्षा शामिल थे।

जैविक विज्ञान में दिखाया गया कि microRNAs नामक अत्यंत लघु RNA अणु प्रमुख मेटाबोलिक पथमार्गों को नियंत्रित प्रोटीन्स के संश्लेषण को इनहिबिट करके करते हैं और इस तरह रक्त ग्लुकोस स्तरों के मैंटेनेंस में योगदान करते हैं। अन्य अध्ययन कार्य में प्रतिदिन के फीडिंग-फास्टिंग चक्रों में हाइपरलिपीडीमिया को रोकने के लिए लीवर के अंडरलाईंग क्रियातंत्र का परीक्षण किया गया। स्पष्ट किया गया कि कैसे मास्टर-हार्मोन (इंसुलिन), सरलतम फॉस्फोलिपिड (फॉस्फेटिडिक अम्ल) एवं मोटर प्रोटीन (काईनेसिन-1) किस तरह इस फेनोमेनन को हेपाटोसाइट्स के अंदर लाते हैं। इस कार्य से मूलभूत कोशिकीय क्रियातंत्रों का पता चला जो हाइपरलिपिडीमिया के विरुद्ध लिपिड होमियोस्टेसिस एवं अनेक आण्विक लक्ष्यों को नियंत्रित करते हैं।

राष्ट्रीय जैविक विज्ञान केंद्र, बैंगलुरु में इकोलॉजी एवं इवोल्युशन समूह के सामूहिक अध्ययन कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने प्रदर्शन किया कि डोमिनेंस में हर्बिवोर-प्रेरित परिवर्तन ग्रासलैंड एवं सावना साइट्स में जैवविविधता पर हर्बिवोर प्रभावों का सर्वोत्तम अनुमानक है। आनुवांशिकी एवं विकास समूह के अध्ययन कार्य में micro (mi) RNAs के साथ राइस-डोमेस्टिकेशन के संबंधों का पता चला।

रसायनिक विज्ञान में एक अध्ययन कार्य में प्रभावी सतह एनहांस्ड रमन तकनीक का प्रदर्शन किया गया। यह मैंब्रेन प्रोटीन्स की जांच कंपोजिट नैनोकणों का प्रयोग करके कर सकती है जिनकी लिपिड मैंब्रेन, सिल्वर नैनो कणों के चारों और रैप होती है। अनुसंधानकर्ताओं ने कार्बन कोटिड डेंड्रिटिक फिब्रस नैनो सिलिका एवं उच्च सतह क्षेत्र रिंकल्ड कार्बन नैनोस्फेयर्स के लिए धारणीय संश्लेषण प्रोटोकॉल की रिपोर्टिंग फेनॉल फार्मलडिहाइडेड पोलिमेराइजेशन रसायनशास्त्र का प्रयोग करके की।

गणित स्कूल में बीजगणित, विश्लेषण, लाई समूहों, अंक सिद्धांत, बीजगणितीय एवं विभेदी ज्यामिती और कांबिनेटोरिक्स में अनेक प्रश्नों एवं समस्याओं पर कार्य किया गया। एक अध्ययन कार्य में ओपनहेम अनुमान पर मागुर्लिस के प्रसिद्ध परिणाम के एनालॉग को प्राप्त किया गया। फ्रैक्शनल हीट ऑपरेटर के साथ संबंधित विस्तार समस्या के लिए नए मोनोटोनिसिटी सूत्रों को टीआईएफआर अनुप्रयोज्य गणित केंद्र, बैंगलुरु में केयरफुल ब्लोअप विश्लेषण द्वारा प्राप्त किया गया।

खगोलविज्ञान एवं खगोलभौतिकी विभाग के अनुसंधानकर्ताओं ने ब्लैकहोल प्रणाली 4U 1630-47 की एक्रीटिंग के लिए भारतीय उपग्रह एस्ट्रोसैट एवं यूएस उपग्रह चंद्रा से डेटा का विश्लेषण किया। इसके अतिरिक्त उन्होंने ब्लैकहोल स्पिन का मापन किया जो अधिकतम संभावित स्पिन के निकट आया। निकट अवरक्त स्पेक्ट्रोग्राफ (टैनस्पैक: टीआईएफआर-एरीज निकट अवरक्त स्पेक्ट्रोग्राफ कैमरा) का विकास सहयोगात्मक परियोजना के रुप में टीआईएफआर, एरीज, नैनीताल एवं MKIR, हवाई के मध्य किया गया। इसका उपयोग 3.6 मीटर देवस्थल प्रकाशिक दूरदर्शी (DOT) के मुख्यपोर्ट पर किया जाएगा।

राष्ट्रीय रेडियो खगोलभौतिकी केंद्र, पुणे ने स्क्वेयर किलोमीटर ऐरे (एसकेए) में भारतीय प्रतिभागिता में अग्रणी भूमिका निभाना जारी रखा। यह बहु-राष्ट्रीय सहयोगात्मक परियोजना है जिसका उद्देश्य आगामी पीढ़ी के ऐसे रेडियो दूरदर्शी की डिजाइन तैयार करना एवं उनका

निर्माण करना है जो किसी विद्यमान सुविधा से 50 गुना अधिक सेंसिटिव होंगे। निम्न-द्रव्यमान मर्जिंग आकाशगंगा कलस्टर अबेल 168 के आऊटस्कर्टस् में ट्विन रेडियो अवशेषों की खोज की गई। यह निम्नतम द्रव्यमान क्लस्टर है जिसमें मर्जर शॉक्स के कारण अवशेषों को संसूचित किया गया है।

संघनित पदार्थ भौतिकी एवं सामग्री विज्ञान में ऑल-टू-ऑल युग्मन के साथ पूर्ण प्रोग्रामेबिल थ्री-क्यूबिट अतिचालक क्वांटम प्रोसेसर की प्रकार्यता का सफलतापूर्वक प्रदर्शन किया गया। प्रकाशिक ट्वीजर आधारित तकनीक का विकास दुर्बल आसंजित प्रणालियों को समझने के लिए किया गया। 'एक्जोटिक चुंबकत्व की रिर्पोटिंग धातुओं अर्थात $Tb_3Ru_4Al_{12}$ पर आधारित विरुपित कैगोम जालक में की गई। कण आकार अध्ययन को पहली बार ईयू आधारित मिश्रित वेलेंट यौगिक के लिए रिपोर्ट किया गया।

टीआईएफआर अंतर्विषयी विज्ञान केंद्र, हैदराबाद में सैद्धांतिक भौतिकी में जैव-संरक्षण पर अध्ययन कार्यों ने दिखाया कि ग्लॉसी प्रणाली में लघु समय रिलेक्सेशन को ट्यून करने से खाद्य एवं दवा संरक्षण में संभावित भविष्य के उपयोगों के साथ सामान्यत: बेहतर संरक्षण हो सकता है। सैद्धांतिक रसायन शास्त्र में Mo1Dis बृहत् डेटा विश्लेषण प्लेटफार्म को लांच किया गया एवं मई, 2018 से इसे सार्वजनिक रुप से सुलभ बनाया गया। इस परियोजना में टीआईएफआर केंद्रों में प्रयोगात्मक/संश्लेषण अनुसंधान क्रियाकलापों के लिए संगत डेटासमूहों को जेनेरेट एवं संग्रहित करने का प्रयास किया जाता है। टीआईएफआर, हैदराबाद में विशिष्ट पैथोजन मुक्त (एसपीएफ) माऊस सुविधा की योजना, इंडेंटिंग, निर्माण, यंत्र संस्थापन, एवं वैलिडेशन को प्रारंभ किया गया एवं सफलतापूर्वक पूर्ण किया गया।

उच्च ऊर्जा भौतिकी में सक्रिय गैलेक्सीय नाभिक एवं गामा किरण पल्सरों जैसे विभिन्न खगोलवैज्ञानिक स्रोतों के अत्यंत उच्च ऊर्जा गामा किरण निरीक्षणों को लद्दाख के हानले में हैगर दूरदर्शी प्रणाली के प्रयोग द्वारा किया गया। बैले ।। फ्रंट पर समूह ने इसके पॉयलट रन में प्रतिभागिता की जहां प्रथम संघट्टनों को 26 अप्रैल, 2018 को संस्थापित वर्टेक्स संसूचक को छोड़कर सभी उपसंसूचकों के साथ रिकार्ड किया गया। पूर्ण वर्टेक्स संसूचक को दिसंबर, 2018 में बैले ।। स्पेक्ट्रोमीटर में संस्थापित किया गया।

नाभिकीय एवं परमाणु भौतिकी में 150TW फेम्टोसेकेण्ड लेजर के साथ अनुसंधानकर्ताओं ने 13.5 मीटर लंबे प्लाज्मावॉयर का निर्माण किया जिसकी लंबाई सिर्फ वर्तमान के प्रयोगात्मक सैटअप द्वारा सीमित की जा सकती है। प्लाज्मा चैनल के दीर्घ जीवनकाल के लिए लेजर हीटिंग के साथ युग्मित यह प्रगति लाइटनिंग को नियंत्रित करने के लिए महत्वपूर्ण कदम है। ग्लॉस लक्ष्य पर उच्च शक्ति लेजर पल्स को फोकस करके अनुसंधानकर्ताओं ने इलेक्ट्रॉन्स का निर्माण किया जो लगभग प्रकाश की गति पर ट्रैवल कर सकते हैं। पाया गया कि सापेक्षिकीय इलेक्ट्रॉन्स की आयु इंसिडेंट प्रकाश पल्स की तुलना में कुछ हजार गुनी ज्यादा होती है।

सैद्धांतिक भौतिकी विभाग में EDGES कलेबोरेशन ने पूर्व यूनिवर्स से हाइड्रोजन के कारण अवशोषण सिग्नल के प्रथम संसूचन की घोषणा की। दिखाया गया कि वायुमंडलीय न्युट्रीनोज (आईएनओ में प्रस्तावित आईसीएएल संसूचक की तरह) का निरीक्षण कर रहे चुंबकीय ऑयन कैलोरीमीटर संसूचक अन्य प्रयोगों की तुलना में द्रव्यमान-स्क्वेयर की अधिक बड़ी रेंज पर स्टेराइल न्यूट्रिनो की उपस्थिति में सेंसिटिव हो सकता है। अनुसंधानकर्ताओं ने अपने घटकों के रुप में दोनों चार्म एवं ब्यूटीक्वार्क्स के साथ अनेक नए उपपरमाण्विक कणों के द्रव्यमानों का पूर्वानुमान किया।

अंतर्राष्ट्रीय सैद्धांतिक विज्ञान केंद्र में एक कार्य में कैगोम जालक पर अन्योन्यक्रियाकारी स्पिन्स की क्लॉसिकल मैनी-बॉडी प्रणाली में केऑटिक गतिकी का अध्ययन किया गया। मैनी-बॉडी केऑस का अभिलक्षणन बटरफ्लाई प्रभाव द्वारा किया जाता है तथापि मैनी-बॉडी प्रणाली की

केऑटिक गतिकी के अभिलक्षण समय एवं लैंग्थ स्केल के मध्य परिमाणात्मक संबंधों को अभी तक सैटल नहीं किया गया है। अध्ययन कार्य ने बटरफ्लाई प्रभाव (लियापुनोव एक्सपोनेंट एवं बटरफ्लाई गति) के इन दो पूरक पहलुओं की पूर्ण तापमान निर्भरता का निर्धारण किया। अन्य अध्ययन में प्रदर्शन किया गया कि सर्किट-क्वांटम इलेक्ट्रोगतिकी (QD-cQED) आर्किटेक्चर में युग्मित क्वांटम डॉट प्रणालियां, डायोड्स एवं ट्रांजिस्टर्स जैसे यंत्रों को रियालाइज करने के लिए उत्कृष्ट प्लेटफॉर्म हो सकती हैं। परिणामों से पता चलता है कि क्यूडी-सीक्यूईडी प्रणालियां नवीन क्वांटम यंत्रों के लिए कैंडिडेट हो सकती हैं।

जुलाई एवं दिसंबर, 2018 के दौरान आयोजित अंतर्राष्ट्रीय ओलंपियाड्स में 30 भारतीय छात्रों ने प्रतिभागिता की। इनमें 12 ने स्वर्ण पदक, 13 ने रजत पदक, 4 ने कांस्य पदक एवं 1 ने ऑनरेबिल मैंशन का पुरस्कार जीता। पुर्तगाल के लिसबोन में आयोजित अंतर्राष्ट्रीय भौतिकी ओलंपियाड में भारतीय टीम के प्रत्येक सदस्य ने स्वर्ण पदक जीता जिससे भारत पदक तालिका के शीर्ष पर पहुंचा। विज्ञान प्रतिभा परियोजना एक विज्ञान प्रतिभा पोषण कार्यक्रम है। यह केंद्रीय विद्यालयों, जवाहर नवोदय विद्यालयों एवं परमाणु ऊर्जा केंद्रीय विद्यालयों में कक्षा 8-10 के छात्रों के लिए है। इसमें इस अवधि के दौरान सक्रिय प्रतिभागिता देखने की मिली। इस दौरान कक्षा 8-9 के लिए 44 ज्ञानार्जन यूनिटों का विकास किया गया। एवं कार्यक्रमों में भारत के 107 स्कूलों ने प्रतिभागिता की।

प्रौद्योगिकी एवं संगणक विज्ञान स्कूल में अनुसंधान कार्य, संगणक विज्ञान एवं प्रणाली विज्ञान के क्षेत्रों में किया गया। प्रैक्टिकल सैल्युलर वॉयरलैस नेटवर्क्स में अधिकतम प्राप्य कार्य की मूलभूत सीमा का अभिलक्षणन किया गया। अन्य अध्ययन कार्य में ऐसी स्थितियों का अभिलक्षणन किया गया जिनके अंतर्गत पार्टीज का एक युग्म विस्मरणशील स्थानांतरण सूचना की सैद्धांतिक एवं सुरक्षित रुप से गणना विश्वसनीय निजी चैनलों के अपूर्ण नेटवर्क में सामान्य एडवरसरी संरचना के विरुद्ध कर सके। एल्गोरिथ्म्स के अंतर्गत कार्डिनल वोटिंग क्रियातंत्रों के सोशल वैलफेयर पर वास्तविक कार्डिनल वोटिंग क्रियातंत्रों के लिए प्राप्य वैलफेयर पर लगभग टाइट बाउंड्स को दिखाया गया।

आऊटरीच एवं विज्ञान प्रसार कार्यक्रमों के विभिन्न प्रकारों को वर्ष के दौरान चलाया गया। इसका उद्देश्य विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी में रोचक नए विकास कार्यों को सामान्य जनों तक पहुंचाना था। टीआईएफआर की शीर्ष विज्ञान कैफे श्रृंखला *चाय एवं व्हाई ?* ने 2018 में अपने 10 वर्ष पूर्ण किए। टीसीआईएफ, हैदराबाद में *सवाल-जवाब* जैसे विज्ञान संप्रेषण सूत्रपातों का विस्तार हुआ और इसे मासिक कार्यक्रम के रुप में नियमित किया गया है। टीसीआईएस एवं हैदराबाद विश्वविद्यालय के स्वयंसेवियों ने तीन नजदीकी टीएसडब्ल्यूआरईआईएस (तेलंगाना सोशल वैलफेयर रैसिडेंशल एजूकेशनल इंस्टिट्यूशंस सोसायटी) स्कूलों में 2018-19 के दौरान कुल 72 साप्ताहिक यात्राएं कीं। इनका मुख्य उद्देश्य छात्रों के मध्य विज्ञान एवं गणित के संकल्पना आधारित ज्ञानार्जन का प्रसार करना था।

हम अपने प्रयासों को जारी रखेंगे एवं आगामी वर्ष में उच्चतर उद्देश्यों को प्राप्त करने के लिए कार्य करेंगे।

संदीप पी. त्रिवेदी
निदेशक, टीआईएफआर

पुरस्कार एवं उपलब्धियां

राष्ट्रीय

रूप मलिक (डीबीएस) - जीवन विज्ञान के लिए इंफोसिस पुरस्कार 2018
(इंफोसिस विज्ञान फाउंडेशन द्वारा प्रदत्त)

विवेक पोलशेट्टीवर (डीसीएस) - 2019 के लिए एमआरएसआई पदक
(भारतीय पदार्थ अनुसंधान सोसायटी द्वारा प्रदत्त)

संदीप त्रिवेदी (निदेशक, टीआईएफआर) – विज्ञान रत्न पुरस्कार
(एच.के. फिरोडिया मेमोरियल फाउंडेशन द्वारा प्रदत्त)

सत्यजीत मेयर (केंद्र निदेशक, एनसीबीएस) – विज्ञान भूषण पुरस्कार
(एच.के. फिरोडिया मेमोरियल फाउंडेशन द्वारा प्रदत्त)

कालोबरन मैती (डीसीएमपीएमएस) – प्रयोगात्मक भौतिकी में उत्कृष्टता के लिए पी.के. आयंगर मेमोरियल पुरस्कार - 2016
(भारतीय भौतिकी संघ द्वारा प्रदत्त)

मानस कुलकर्णी (आईसीटीएस, बैंगलुरु) – सर्ब अर्ली कैरियर अनुसंधान पुरस्कार
(विज्ञान एवं तकनीकी विभाग, भारत सरकार द्वारा प्रदत्त)

महेश संकरन (एनसीबीएस, बैंगलुरु) - प्रतिष्ठित अन्वेषक पुरस्कार (डीआईए)
(सर्ब द्वारा प्रदत्त)

एम. देशमुख (डीसीएमपीएमएस) – युवा नैनो वैज्ञानिक पुरस्कार भारत, पुरस्कार – 2019
(ऑक्सफ़ोर्ड इंस्ट्रूमेंट्स इंडिया प्राइवेट लिमिटेड द्वारा प्रदत्त)

श्याम सुंदर घोषाल (कैम, बैंगलुरु) – नासी – युवा वैज्ञानिक प्लेटिनम जुबली पुरस्कार – 2018

परमेश्वरन अजीत (आईसीटीएस, बैंगलुरु) – वर्ष 2019 के लिए आईएजीआरजी का एन.आर. सेन युवा अनुसंधानकर्ता पुरस्कार (भारतीय सामान्य सापेक्षता एवं गुरूत्वाकर्षण संघ)

इमरान सिद्दीकी (एनसीबीएस, बेंगलुरु, एमएससी वन्यजीवन कार्यक्रम के पूर्व छात्र) - वन्यजीवन सेवा पुरस्कार, अभयारण्य एशिया द्वारा प्रदत्त – 2018

निशांत श्रीनिवासैया (एनसीबीएस, बेंगलुरु, एमएससी वन्यजीवन कार्यक्रम के पूर्व छात्र) - भारत में संरक्षण में उत्कृष्ट योगदान के लिए कार्ल जैस पुरस्कार से सम्मानित

मयंक नारंग (डीएए) – सर्वश्रेष्ठ पेपर प्रस्तुतिकरण पुरस्कार
(20वीं राष्ट्रीय अंतरिक्ष विज्ञान संगोष्ठी में प्रदत्त)

असवथी रविंद्रन (एचबीसीएसई, मुंबई) – टीएए – वर्ष 2018 के लिए बी.एम. उदगांवकर विज्ञान शिक्षा में सर्वश्रेष्ठ थीसिस पुरस्कार

रविन्द्रन ए. एवं चूनावाला (एचबीसीएसई, मुंबई) – वर्ष 2018 के लिए टीआईएफआर से प्रकाशित सर्वश्रेष्ठ पेपर के लिए सरस्वती कौसिक पदक

अनिल सदागोपाल (पूर्व-टीआईएफआर) (एचबीसीएसई, मुंबई) – वर्ष 2018 के लिए होमी भाभा विज्ञान शिक्षा पुरस्कार

अनिकेत सुले (एचबीसीएसई, मुंबई) – तरून तेजांकित पुरस्कार
(मार्च 2019 में लोकसत्ता द्वारा प्रदत्त)

प्रकाश गायकवाड़ (एनसीआरए, पुणे) – टीएए - वर्ष 2017-2018 के लिए टीआईएफआर में सर्वश्रेष्ठ पीएचडी थीसिस के लिए गीता उदगांवकर पुरस्कार

ए.जे. नयना (एनसीआरए, पुणे) - भारतीय फिजीकल सोसायटी कोलकाता द्वारा आयोजित कार्यक्रम, यंग फिजीसिस्ट कलोक्विअम में वार्ता के लिए बाईपीसी – 2018 पुरस्कार (तृतीय पुरस्कार)

दीपेश दाता (पूर्व छात्र – एसटीसीएस) – वर्ष 2017-18 के लिए एसीएम भारतीय डॉक्टोरल डिजर्टेशन पुरस्कार के अंतर्गत ऑनरेबिल मैंशन हेतु चयनित

भारतीय राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी (इंशा) के फैलो
जे.एन. चेंगालुर (एनसीआरए, पुणे)

राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी, भारत के फैलो
अभिषेक धर (आईसीटीएस, बेंगलुरु)

भारतीय विज्ञान अकादमी के फैलोस
जी.डी. वीरप्पा गौड़ा (कैम, बेंगलुरु)
एन. कानेकर (एनसीआरए, पुणे)
के. संदीप (कैम, बेंगलुरु)

भारतीय विज्ञान अकादमी के सहयोगी
अगनिद बैनर्जी (कैम, बेंगलुरु)
रिद्धिप्रतिम बसु (आईसीटीएस, बेंगलुरु)
अनुपम कंदु (आईसीटीएस, बेंगलुरु)

रूकमनी डे (आईसीटीएस, बेंगलुरु) – भारत सरकार के विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग द्वारा मुख्य जांचकर्ता के रूप में सर्ब के मुख्य अनुसंधान अनुदान (सीआरजी) प्राप्तकर्ता

व्ही. चंद्रशेखर (टीसीआईएस, हैदराबाद) - भारतीय राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी, नई दिल्ली (2019-22) के उपाध्यक्ष चुने गए

विशाल वासन (आईसीटीएस, बेंगलुरु) - राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी, भारत की सदस्यता के लिए चयनित

दीपा आगाशे (एनसीबीएस, बेंगलुरु) - भारतीय राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी द्वारा भारतीय राष्ट्रीय युवा अकादमी के विज्ञान सदस्य के रूप में चुना गया

अंतरराष्ट्रीय

दीपेन्द्र प्रसाद (गणित स्कूल) – 2019 के लिए गणित में टीडब्ल्यूएएस पुरस्कार
(विश्व विज्ञान अकादमी (टीडब्ल्यूएएस) द्वारा प्रदत्त)

ज्योतिष्मान दासगुप्ता (डीसीएस) – युवा वैज्ञानिक पुरस्कार – 2017
(एशियन फोटोकैमिस्ट्री एसोसिएशन (एपीए) द्वारा प्रदत्त)

दिव्या कामद (एनसीबीएस, बेंगलुरु, एमएससी वन्यजीवन कार्यक्रम के पूर्व छात्र) - समुद्री संरक्षण के लिए भविष्य की प्रकृति पुरस्कार

सिद्धार्थ एस. भंडारी (एसटीसीएस) - आईईईई जैक केल वोल्फ आईएसआईटी स्टूडेंट पेपर पुरस्कार (2018 में आईएसआईटी में प्रदत्त)

कमलेश जना (डीएनएपी) - उत्कृष्ट पोस्टर प्रदर्शन
जर्मनी के लिंडो में आयोजित अत्यंत उच्च तीव्र लेजर्स (आईसीयूआईएल) 2018 पर आठवें द्विवार्षिक अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन में प्रदत्त)

मानस कुलकर्णी (आईसीटीएस, बेंगलुरु) – सीईएफआईपीआरए द्वारा अनुसंधान अनुदान से सम्मानित (उन्नत अनुसंधान को बढ़ावा देने के लिए इंडो-फ्रेंच सेंटर)

वाई. गुप्ता (एनसीआरए, पुणे) - छह साल की अवधि के लिए, जर्मनी के बोन मैक्स प्लैंक रेडियो खगोलविज्ञान संस्थान के वैज्ञानिक सलाहकार बोर्ड के सदस्य के रूप में आमंत्रित

जी.बी. मोहंती (डीएचईपी) - अप्रैल 2018 से बैले के भौतिकी समन्वयक के रूप में नियुक्त

पी.के. मधु (टीसीआईएस, हैदराबाद) – आईएसएमएआर (अंतर्राष्ट्रीय चुंबकीय अनुनाद सोसायटी) परिषद के सदस्य के रूप में निर्वाचित

संकाय

त्रिवेदी, संदीप पी. (निदेशक)

गणित स्कूल

भट्टाचार्य, अमिताव
भट्टाचार्य, सिद्धार्थ
बिस्वास, इंद्रनील
देशपांडे, तनमय
फखरुद्दीन, एन.
गणपति, राधिका
घाटे, एकनाथ पी.
घोष, अनीष
होला, योगिश आई.
कृष्णा, अमलेंदू
महान, एमजे.
मंडल, एस.
मुंशी, रिताब्रता (31.12.2018 तक)
नायर, अरविंद एन.
नित्सुरे, नितिन
परमेश्वरन, ए.जे.
प्रसाद, दीपेन्द्र
राजन, सी.एस.
राव, रवि ए.
रोशन, एस.के.
संकरनारायणन, ए.
सेनगुप्ता, जे.
श्रीधरन, राजा
श्रीनिवास, व्ही.
सुब्रमणियम, एस.
त्रिवेदी, विजयलक्ष्मी जी.
वर्मा, संदीप व्ही.
वेंकटरमना, टी.एन.

सहायक संकाय

बेडर, उरी, वेज़मैन विज्ञान संस्थान, इज़राइल (01.01.2019 से)
कैंपना, फ्रेडरिक, यूनिवर्साइट डे लोरेन, फ्रांस (01.01.2019 से)
क्लोजेल, लॉरेंट, फ्रांस (01.01.2019 से)
प्रसन्ना, कार्तिक, मिशीगन विश्वविद्यालय, यूएसए (31.10.2019 तक)
रामकृष्णन, दिनकर, कैलटेक, यूएसए (01.01.2019 से)
वेलानी, संजू एल. यॉर्क विश्वविद्यालय, यूके (31.03.2018 तक)

टीआइएफआर अनुप्रयोज्य गणित केंद्र, बैंगलुरु

अरविंद, सी.एस.
बैनर्जी, अगनिद
विश्वास, इमरान एच.
घोषाल, श्याम सुंदर
गौड़ा, जी.डी. वीरप्पा
कोले, उज्ज्वल
कृष्णन, वेंकटेश्वरन पी.
प्रवीण सी.
रामचंद्रन, कौशिक
रामास्वामी, मैथिली
संदीप, के.
श्रीनिवासन, पी.के.
सिवगुरु
वदलामणि, श्रीकर
वासुदेवमूर्ति ए.एस.

सहायक संकाय

नायर, रामचंद्रन डी., आईएमएजीई, यूएसए (01.06.2018 से)

साइर, यानिक, जॉन्स हॉपकिंस विश्वविद्यालय, यूएसए (01.01.2019 से)

प्रौद्योगिकी एवं कंप्यूटर विज्ञान स्कूल

भास्कर, उमंग

चट्टोपाध्याय, आर्कदेव

गुप्ता, आशुतोष के. (15.02.2019 तक)

हर्षा, प्रहलाद

जुनेजा, संदीप के.

कविथा, टी.

नारायणन, एच.

पंड्या, परितोष के.

प्रभाकरन, विनोद एम.

राधाकृष्णन, जयकुमार

राजा, एन.

सप्तऋषि, रामप्रसाद

सेन, प्रणब जी.डी.

श्रीवास्तव, पीयूष

वजे, राहुल

सहायक संकाय

बोरकर, व्ही.एस. आईआईटी, बॉम्बे (01.10.2018 से)

जैन, राहुल, सिंगापुर राष्ट्रीय विश्वविद्यालय, सिंगापुर (01.06.2018 से)

शाह, देवव्रत, एमआईटी, कैम्ब्रिज, यूएसए (01.03.2018 से)

प्राकृतिक विज्ञान स्कूल

खगोलविज्ञान एवं खगोलभौतिकी विभाग

अंतिया, एच.एम.

भट्टाचार्य, सुदीप

चटर्जी, सौरव (19.02.2018 से)

घोष, स्वर्ण के.

गोपाकुमार, ए.

हनासोगे, श्रवण एम.

मुखर्जी, भास्वती

ओझा, देवेंद्र के.

पुरवानकरा, मनोज

राव, ए.आर.

सिंग, तेजिंदर पी.

सहायक संकाय

हेनिंग, थॉमस के., खगोल विज्ञान के लिए एमपीआई, जर्मनी (31.01.2019 तक)

जैव विज्ञान विभाग

कोल्थुर, उल्लास एस.
कौशिका, संध्या पी.
मैत्रेयी, आर. नरसिम्हा
मलिक, रुप
मिश्रा, मिथिलेश
नायर, श्रीलजा
रे, कृषाणु
सोनावणे, महेंद्र एस.
तोले, शुभा
वैद्या, विदिता ए.

सहायक संकाय

मेनन, गौतम आई., आईएमएससी, चेन्नई (01.06.2018 से)
गैस्पर, पैट्रिशिया, इंस्टिट्यूट डु फेर ए मौलिन पेरिस, फ्रांस (31.10.2019 तक)

रसायन शास्त्र विभाग

दास, रंजन (28.02.2019 तक)
दासगुप्ता, ज्योतिशमन
दत्ता, अंकोना
खुशलानी, दीपा
कोटी, ए. श्री रामा
मैती, सुदीप्ता
मजूमदार, श्यामलवा
पात्रा, एम.
पोल्शेट्टीवर, विवेक
वेंकटरमणी, रविंद्र
वोरा, व्ही.के. (03.12.2018 से)
वाटेगांवकर, एस.जे.

सहायक संकाय

हस्टर, डेनियल, लीपजिग विश्वविद्यालय, जर्मनी (31.05.2018 तक)
कुओ, जेर-लाई, आईएएमएस, ताइवान (01.06.2018 से)

संघनित पदार्थ भौतिकी एवं सामग्री विज्ञान विभाग

अयूब, पुशान (31.03.2019 तक)
भट्टाचार्य, अर्नब
देशमुख, मंदार एम.
धर, एस.के.
घोष, संदीप
घोष, शंकर
गोपाल, अचंता व्ही.
मैती, कालोवरन
निगम, अरुण के.
पॉलोस, पी.एल.
प्रभु, श्रीगणेश एस.
रामाकृष्णन, एस.
रायचौधरी, प्रताप
संपतकुमारन, ई.व्ही.
थैमीजावेल, ए.
विजयराघवन, आर.

सहायक संकाय

गुप्ता, एस. दत्ता, हैदराबाद विश्वविद्यालय (31.08.2020 तक)

उच्च ऊर्जा भौतिकी विभाग

बैनर्जी, सुदेशना (31.01.2019 तक)
चिटनिस वर्षा एस.
दुगाड, शशि आर.
गुचैत, मनोरंजन
गुप्ता, सुनील के.
कृष्णन एन.
मजूमदार, गोविंदा
मजूमदार, कजरी
मोहंती, गगन बी.
मोहंती, प्रवता के.
उन्नीकृष्णन, सी.एस.

सहायक संकाय

दासु, श्रीधर राव, विस्कोंसिन विश्वविद्यालय, मैडिसन, यूएसए (31.10.2018 तक)
इंकेंडेला, जोसफ, कैलिफ़ोर्निया विश्वविद्यालय, यूएसए (31.10.2018 तक)

नाभिकीय एवं परमाणु भौतिकी विभाग

कृष्णाकुमार, ई. (30.11.2017 तक)
कृष्णामूर्ति, एम.
माथुर, दीपक (30.04.2017 तक)
मजूमदार, इंद्रनील
मिश्रा, एस.एन.
मिश्रा, दीपांकर
मजूमदार, सुशील ए
नानल, वंदना एस.
पाल, सुब्रत
पालित, रूद्रज्योति
पिल्लै, आर.जी. (28.03.2018 तक)
प्रभुदेसाई, वैभव एस.
रविंद्र कुमार, जी.
त्रिवेदी, लोकेश सी.

सहायक संकाय

गर्ग, उमेश, नोट्रे डेम विश्वविद्यालय, यूएसए (28.02.2021 तक)

सैद्धांतिक भौतिकी विभाग

दामले, केदार एस.
दासगुप्ता, बासुदेव
दत्ता, सोमेन
दिघे, अमोल एस.
गड्डे, अभिजीत
गवई, राजीव व्ही.
गुप्ता, सौरेन्दु
खत्री, ऋषि

कुलकर्णी, जी.पी. (01.10.2018 से)
मजूमदार, सुभाब्रता
मंडल, गौतम
माथुर, नीलमणि
मिनवाला, सिराज
रायचौधरी, श्रीरूप
राय, तुहिन एस.
साधु, त्रिदिब
सेनशर्मा, राजदीप
शर्मा, ऋषि
श्रीधर, के.
त्रिपाठी, विक्रम
त्रिवेदी, संदीप पी.

सहायक संकाय,

बाली, गुन्नार एस. रीगेन्सबर्ग विश्वविद्यालय, जर्मनी (01.10.2018 से)
दास, सुमित रंजन, केंटुकी विश्वविद्यालय, यूएसए (28.02.2021 तक)
मजूमदार, सत्या एन., पेरिस-सड विश्वविद्यालय, फ्राँस (28.02.2021 तक)
मुखी, सुनील, आईआईएसईआर, पुणे (01.06.2018 से)
विश्वनाथ, अश्विन, हार्वर्ड विश्वविद्यालय, यूएसए (01.01.2019 से)

होमी भाभा विज्ञान शिक्षा केंद्र, मुंबई

चंद्रसेखरन, संजय
चूनावाला, सुगरा आई.
डे, पृथ्वीजीत
गुप्ता, अंकुश
जोशी, परेश के.
खापर्डे, राजेश बी.
लडागे, सविता ए.
मशूद, के.के.
मजुमदार, अन्वेश
मिश्रा, के.के.
नागार्जुन, जी.
सेनगुप्ता, टी
सुब्रमणियम, के.
सुले, अनिकेत पी.
वर्तक, रेखा आर.
वीजापुरकर, ज्योत्सना

राष्ट्रीय जैव विज्ञान केंद्र

अगाशे, दीपा
बद्रीनारायण, अंजना
भल्ला, उपिन्दर एस.
ब्रोकमेन एक्सेल
चटर्जी, सुमंत्रा
दास, रणवीर
घोष, हिया एस.
गोसावी, साची एस.
हसन, गैती (30.11.2018 तक)
कृष्णा, संदीप
कृष्णा, सुधीर
कुंटे, कृष्णामेघ
लाढेर, राज के.
मैथ्यु, एम.के.
मेयर, सत्यजीत
नोटानी, डिंपल

ओल्सन, शैनन बी.
पदिनजात, रघु
राधाकृष्णन, सबरीनाथन
रामकृष्णन, उमा
रमेश, आरती
राव, मदन
साने, संजय पी.
संकरन, महेश
सरीन, अपूर्वा (25.12.2018 तक)
सेशासाई, अश्विन साईनारायन
शिवप्रसाद, पी.व्ही.
सोधामिनी, आर.
सुंदरामूर्ति, वरदराजन
थत्तई, मुकुंद
थिरुमलई, वत्सला
थुतुपल्ली, शशि
उदगांवकर, जे.बी. (11.01.2017 तक आईआईएसईआर, पुणे में लीन पर)
वेंकटेसन, राधिका
विजयराघवन, के. (28.02.2019 तक)
विनोथ, के. रघुनाथ

सहायक संकाय

जैन, संजीव, एनआईएमएचएएनएस, बैंगलुरु, भारत (31.08.2020 तक)
करंथ, उल्लास, वन्यजीवन अध्ययन केंद्र, बैंगलुरु, भारत (31.08.2020 तक)
मल्होत्रा, विवेक, जेनोमिक रेगुलेशन केंद्र, बार्सिलोना (31.08.2020 तक)
रामास्वामी, मणि, ट्रिनिटी कॉलेज, डबलिन, आयरलैंड (31.08.2020 तक)
स्पूडिच, जेम्स ए., स्टैनफोर्ड विश्वविद्यालय, यूएसए (31.08.2020 तक)

राष्ट्रीय रेडियो खगोलभौतिकी केंद्र

भट्टाचार्य, भास्वती
चंद्रा, पूनम
चेंगालुर, जयराम एन.
चौधरी, राय तीर्थंकर
गुप्ता, यशवंत
ईश्वरा चंद्रा, सी.एच.
जोशी, भाल चंद्रा
काले, रुता
कानेकर, निसिम
कंथारिया, निमिशा जी.
खर्ब, प्रीति
लाल, धरम वीर
मित्रा, दीपांजन
ओबेराय, दिव्या
राय, जयंता
राय, सुभाशीष
वडाडेकर, योगेश जी.

सहायक संकाय

वर्हेजेन, मार्क ए.डब्ल्यू., ग्रोनिनजन विश्वविद्यालय, नीदरलैंड्स (31.01.2019 तक)

अंतर्राष्ट्रीय सैद्धांतिक विज्ञान केंद्र

अजीथ, पी.
आप्टे, अमित
बसक, अनीरबन (06.08.2018 से)
बसु, पल्लव
बसु, रिद्दीप्रातिम
भट्टाचार्य, सुभ्रो
डे, रूकमणि
धर, अभिषेक
गोपाकुमार, राजेश
गोविंद्रराजन, रामा
कृष्णमूर्ति, विजय कुमार
कुलकर्णी, मानस
कुंदू, अनुपम
लोगनयागम, आर.
पंडित, पी. (09.11.2018 से)
राजू, सुव्रत
रे, समरिद्धि संकर
वासन, विशाल

सहायक संकाय

नंजुनदिया, रवि एस. आईआईटीएम, पुणे (01.01.2019 से)

टीआईएफआर अंतर्विषयी विज्ञान केंद्र

अग्रवाल, विपिन
चंद्रशेखर, व्ही.
चारी, के.व्ही.आर. (28.02.2019 तक)
दानी, आदिश
दास, तमल
गराई, कंचन
जायसवाल, मनीष
जना, अनुकूल
कर्माकर, समरजीत
कृष्णामूर्ति, एम.
मधु, पी.के.
मंडल, कल्याणेश्वर
मजूमदार, अप्रोतिम
मंडल, जगन्नाथ
नारायणन, टी.एन.
पार्लेकर, प्रसाद
रामदास, जयश्री
रामकृष्णन, रघुनाथन
रमन, कार्तिक व्ही.
रमोला, के. (31.12.2018 से)
सेनगुप्ता, सुरजीत
शिरहट्टी, प्रणव आर.
वल्लूरुपाली, प्रमोध
विग, मोनिका

सहायक संकाय

चट्टोपाध्याय, अमिताभ, सीसीएण्डएमबी, हैदराबाद. भारत (01.10.2018 से)
हस्टर, डेनियल, यूनिवर्सिटी ऑफ लीपज़िग, जर्मनी (01.10.2018 से)
रामास्वामी, श्रीराम, आईआईएससी, बैंगलुरु, भारत (31.01.2020 तक)

प्रशासन और सेवाएं

प्रशासन

कुलसचिव एवं प्रबंध परिषद के सचिव	:	विंग कमांडर एंटोनी, जॉर्ज (सेवानिवृत्त)
उप कुलसचिव	:	गोखले, संजय बी.
सचिव, प्राकृतिक विज्ञान संकाय	:	पुनिया, पुनीता (26.09.2018 तक)
प्रभारी-अधिकारी, गणित स्कूल	:	वेंगुरलेकर, व्ही.व्ही.
सहायक कुलसचिव (अकादमिक)	:	*कृष्णमूर्ति, एस.* (31.12.2018 तक) डिसूजा, बी.व्ही. (01.01.2019 से)
सचिव, आईडब्ल्यूजी	:	बापना, दिव्या
प्रमुख, लेखा	:	पैठणकर, किशोर एस.
प्रमुख, स्थापना	:	आठवले, मिलिंद ए
जनसंपर्क अधिकारी	:	आंबेकर, राजू पी.
विधिक अधिकारी	:	दीक्षित, सुचेता
क्रय एवं भंडार अधिकारी	:	बघेल, दीपक बी.
सुरक्षा और अग्निशमन अधिकारी	:	जोशी, भारत बी.
प्रशासनिक अधिकारी (सी), सामान्य प्रशासन	:	फेलिक्स, टी.जे.
प्रमुख, प्रशासन, एचबीसीएसई	:	अभ्यंकर, ए.एम.
प्रमुख, प्रशासन और वित्त, एनसीबीएस, बेंगलुरु	:	पाहवा, पवन के.
प्रमुख, प्रशासन और वित्त, एनसीआरए, पुणे	:	सोलंकी, जे.के.
प्रशासनिक अधिकारी (डी), कैम, बेंगलुरु	:	कन्नन, सी.जे.
प्रशासनिक अधिकारी (सी), आईसीटीएस, बेंगलुरु	:	डे. अभिजीत
प्रभारी - स्थापना, टीसीआईएस, हैदराबाद	:	हरी प्रसाद, डी.
प्रशासनिक अधिकारी (डी), एनबीएफ, हैदराबाद	:	मनोहर, डी

सेवाएं

मुख्य अभियंता, तकनीकी सेवाएं और 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 मुख्य अनुसंधान क्रियाकलाप (2018-2019)

गणित स्कूल

- **अंकगणित लैटिसेस के कमेंसुरेटर्स**
  मार्गुलिस का एक सेलिब्रेटिड सिद्धांत बीजगणित के उद्देश्य के अनुरूप अंकगणितीयता का अभिलक्षणन करता है: दि कमेंसुरेटर्स। मार्गुलिस ने सिद्ध किया कि कमेंसुरेटर डेंस होता है: "लगभग सिमेट्रिजाइज़िंग एलिमेंट्स" सभी जगह प्राप्त हो सकते हैं। यह प्रश्न (मार्गुलिस, जिमर और शॉलोम के विभिन्न रूपों में उपयुक्त) उत्पन्न हुआ: क्या होता यदि वोल्यूम की परिमितता पर अनुमान में शिथिलता की जाती है? हाल के कार्य में, इस प्रश्न का उपसमूहों की एक बृहत कक्षा में निराकरण किया गया। रैंक वन में अंकगणित लैटिसेस के सामान्य उपसमूहों के लिए, कमेंसुरेटर्स अधिकांश पृथक होते हैं अर्थात् वे अत्यंत विशिष्ट स्थानों में पाए जाते हैं न कि सभी जगह। {संपर्क व्यक्ति: महान.एमजे.; सहयोगी: कोबर्डा}

- **मुक्त समूहों-द्वारा-सर्फेस के क्यूबुलेशन्स**
  क्यूबुलेशन्स सिद्धांत के साथ अपरिमित वोल्यूम 3-मैनीफोल्ड्स से संयुक्त तकनीकों की अनपेक्षित विधि पाई गई और दिखाया गया कि 3-मैनीफोल्ड्स से प्राकृतिक रूप से निर्मित निश्चित स्पेसेस भी क्यूबुलेटेड किए जाते हैं। {संपर्क व्यक्ति: महान.एमजे.; सहयोगी: मैनिंग और सजीव}

- **यादृच्छिक ज्यामिती**
  अनुसंधानकर्ताओं ने स्पेसेस में सदृश प्रश्न का अध्ययन प्रारंभ किया जो कि विशुद्ध रूप से परवलयी होते हैं अर्थात् वे बृहत स्तर पर पेड़ों की तरह लगते हैं। दर्शाया गया कि विविध क्षेत्रों जैसे नकारात्मक वक्रित ज्यामिती, लाई ग्रुपों में लैटिसेस, मॉडुलि स्पेसेस, सिमेट्री के एक ग्रुप द्वारा सूचित यादृच्छिक विविधताओं के आंशिक मैक्सिमा में उत्पन्न अनेक प्राकृतिक ज्यामितीय स्थितियां अधिकतर ऐसा कार्य करती हैं मानो कि वे विस्तार में स्वतंत्र हैं। एक ज्यामितीय मात्रा जो आइसोपेरिमेट्री का मापन करती है अर्थात: चीज़र स्थिरांक, को ग्रॉफ सीमाओं के अध्ययन में प्रारंभ किया गया। {संपर्क व्यक्ति: महान एमजे.; सहयोगी: रिद्धी प्रतीम बसु, जे.अत्रेय, पी.रॉय, ए. खेतान (पीएचडी छात्र)}

- **आर्टिन समूहों और आइसोमार्फिज़्म अनुमान की निश्चित इंडक्टिव संरचना**
  इस कार्य में, आर्टिन ग्रुप्स की बृहत् कक्षा में इंडक्टिव संरचना की खोज की गई और फाइनाइट रियल, कॉम्प्लेक्स और अफाइन प्रकारों के आर्टिन समूहों की विभिन्न कक्षाओं के लिए आइसोमार्फिज़्म अनुमान के परिणाम हेतु सूचना का उपयोग किया गया। {संपर्क व्यक्ति: महान एमजे.}

- **लाई ग्रुपाइड्स के लाई ग्रुपाइड्स और आर्बिफोल्ड ब्रेड समूहों का अभिविन्यास**
  लाई ग्रुपाइड के अभिविन्यास लाई ग्रुपाइड्स की दो परिभाषाएं प्रस्तावित की गईं। लाई ग्रुपाइड्स के एक वर्ग के लिए एक फेडेल-न्यूवर्थ टाइप फाइब्रेशन प्रमेय को सिद्ध किया गया और लाई ग्रुपाइड्स की असफल स्थितियों के कई उदाहरण दिए गए। लाई ग्रुपाइड्स के एक परिवार के अभिविन्यास लाई ग्रुपाइड्स के मौलिक समूहों के एक संक्षिप्त यथार्थ क्रम का भी विकास किया

गया। परिणामस्वरूप, लगभग निश्चित रूप से जनित मुक्त समूह संरचनाओं के आइटिरेटेड सेमी-डायरेक्ट प्रोडक्ट वाले आर्बिफोल्ड ब्रेड समूहों के एक बृहत वर्ग को दर्शाया गया। अंतत:, इस संरचना और बेस्टविना, फूजीवारा एवं विगल्सवर्थ के हाल के परिणाम को संयुक्त करके, आर्बिफोल्ड ब्रेड समूहों (पिछले कार्य में शेष आर्टिन समहू को शामिल करके) के उपर्युक्त वर्ग हेतु फैरल-जोन्स आइसोमार्फिज़्म अनुमान का विकास किया गया। {संपर्क व्यक्ति: एस.के. रोशन}

- **यूक्लिडीन ट्रायंगल्स में हॉट स्पाट्स नहीं होते हैं**
  हॉट स्पाट्स समस्या, प्लेन के एक डोमेन के दूसरे न्यूमन आईजनफंक्शन के ग्लोबल मैक्सिमा की स्थिति के बारे में प्रश्न उत्पन्न करती है। वर्ष 1974 में, जे.राउच ने अनुमान लगाया कि अवस्थिति, प्रक्षेत्र की सीमा पर होना चाहिए। प्रक्षेत्र का एक विशेष सरल प्रकार, ट्रायंगुलर प्रक्षेत्र हैं। हाल के अनुसंधान कार्य में, अनुसंधानकर्ताओं ने ट्रायंगुलर प्रक्षेत्रों के लिए अनुमान का पूर्णत: निराकरण किया। एक्यूट ट्रायंगल के लिए न केवल इस विधि ने अनुमान को सिद्ध किया बल्कि यह इस समस्या का अध्ययन करने के लिए एक यूनिफाइड दृष्टिकोण भी उपलब्ध कराती है। {संपर्क व्यक्ति: सुगाता मंडल: सहयोगी: क्रिस जज}

- **सममित पॉवर एल-प्रकार्यों के गुणांकों के लिए डिस्क्रीट मीन स्क्वेयर अनुमान**
  तृतीय एवं चतुर्थ सममित पॉवर एल-प्रकार्यों (जब फार्म होलोमार्फिक होता है) के एन-वाले फोरियर गुणांकों के डिस्क्रीट मीन स्क्वेयर से संबंधित त्रुटि पदों के व्यवहार की जाँच की गई। यह स्थापित सीमाएं वर्णित परिस्थितियों के अंतर्गत पूर्व के जाने हुए परिणामों में सुधार करती हैं। {संपर्क व्यक्ति: ए. शंकर नारायण; सहयोगी: के. श्रीनिवास और सौरभ कुमार सिंह}

- **ऑन वेल सम्स**
  निश्चित एक्पोनेंशियल सम के पूर्ण मान हेतु एक नॉन-ट्रीवियल ऊपरी सीमा को स्थापित किया गया। यह सिद्ध सीमा वर्णित स्थितियों के अंतर्गत पूर्व में जानी हुई सीमा में सुधार करती है। {संपर्क व्यक्ति: ए. शंकर नारायण: सहयोगी: सी.जी.कार्तिक बाबू और अनीरबन मुखोपाध्याय}

- **मार्फिज्म्स के अंतर्गत स्ट्रेटिफाइड मौलिक समूह योजना**
  अनुसंधानकर्ताओं ने दर्शाया कि यदि स्मूथ प्रोजेक्टिव प्रकारों का एक प्रभावी सैपरेबिल मार्फिज्म, ईटेल मौलिक समूहों के आइसोमार्फिज़्म को प्रेरित करता है तो, यह स्ट्रेटिफाइड मौलिक समूह योजनाओं के आइसोमार्फिज़्म को प्रेरित करता है। {संपर्क व्यक्ति: ए.जे. परमेश्वरन}

- **पी-एडिक मेशर्स हेतु डायोफैंटाइन इनहैरिटेंस**
  इस अध्ययन में क्लेनबॉक और टोमानोव के कुछ अनुमानों को स्पष्ट किया गया है। एक विख्यात प्रपत्र में, क्लेबॉक और मार्गुलिस ने नॉन-ज़ीरो कर्वेचर के साथ मैनिफोल्डों पर डायोफैंटाइन एप्राक्सिमेशन संबंधी मैहलर के पुराने अनुमान के समाधान के लिए लाई-समूहों के होमोजेनस स्पेसेस पर फ्लोस का उपयोग किया। उसके बाद, क्लेनबॉक ने अफाइन सबस्पेसेस को शामिल करने हेतु उपर्युक्त अध्ययन का विस्तार किया और अपने परिणाम के अनुमान पी-एडिक वर्जन के लिए

कार्य किया। इस अध्ययन में उनके अनुमान का पूर्ण रूप से समाधान हुआ। {संपर्क व्यक्ति: अनीश घोष; सहयोगी: श्रेयासी दत्ता}

- **इनहोमोजेनस क्वाडरेटिक फार्म और एक लीनियर फार्म वाली प्रणाली के इंटीगर प्वाइंटों की डेंसिटी पर**
  इस अध्ययन से ओपेनहेम अनुमान पर मार्गुलिस के प्रसिद्ध परिणाम के एनालॉग को प्राप्त किया गया। इंटीजर पाइंटों पर डेंस वैल्यु को लेने के लिए इनहोमोजेनस क्वाडरेटिक फार्म और एक लीनियर फार्म वाले युग्म के लिए पर्याप्त स्थितियों को प्राप्त किया गया। यह कार्य होमोजेनस स्पेसेस पर यूनिपोटेंट फ्लोस की गतिकी का उपयोग करता है। {संपर्क व्यक्ति: अनीश घोष; सहयोगी: प्रसूना बंडी}

- **डायोफैंटाइन ट्रांस्फरेंस असमानताएं: भारित, इंहोमोजेनस और इंटरमीडिएट एक्सपोनेंट्स**
  इस कार्य में, डायोफैंटाइन एक्सपोनेंट्स और उनके मध्य ट्रांस्फरेंस सिद्धांतों का अध्ययन विशेष रुप से भारित एक्सपोनेंट्स के संदर्भ में किया गया। ज्यामितीय संख्याएं और अनुप्रयोगों को समाहित करने वाली तकनीकों को मैनीफोल्डों पर डायोफैंटाइन एप्राक्सिमेशन के लिए दिया गया। {संपर्क व्यक्ति: अनीश घोष; सहयोगी: चौ, मर्नाट, गुऑन तथा सिमन्स}

- **वक्रों के साथ स्वॉन कंडक्टरों के संबंध में बाउंडिंग फीयर्स रैमिफिकेशन**
  दिखाया गया कि मुक्त प्रकार (जिसकी निश्चित रैंक है और सभी वक्रों (स्वॉन कंडक्टरों के संबंध में) के साथ बाउंडेड रैमीफिकेशन हैं) के ईटेल मौलिक समूह के किसी एल-एडिक रिप्रेजेंटेशन के कर्नेल से संबंधित कवरिंग के लिए इनफिनिटी में सभी डिवाइज़र्स की शुद्ध अपृथक्कता, अथवा समतुल्यता की बद्ध सीमा है। इसके अतिरिक्त प्रकार्य क्षेत्र पर करेस्पांडिंग डिस्क्रीट वैल्यूएशंस के बाउंडेड फियर्स रैमीफिकेशन होते हैं। {संपर्क व्यक्ति: वी.श्रीनिवास; सहयोगी: इस्नॉल्ट और किंडलर}

- **संबंधित डिफार्मेशन सिद्धांत और लिफ्टिंग इर्रेड्यूसिबिल गेलोइस रिप्रेज़ेंटेशंस**
  इस कार्य में अनेक लिफ्टिंग प्रमेयों को सामान्य रिडक्टिव बीजीय समूह के परिमित क्षेत्र पर प्वाइंट्स में मानों के साथ अंक क्षेत्र के निरपेक्ष गैलोइस रिप्रिजेंटेशंस के इरेड्यूसीबिल रिप्रिजेंटेशसं के लिए सिद्ध किया गया। विशेष रुप से उपयुक्त स्थानीय स्थितियों को सैटिसफाई करने वाले ऑड रिप्रिजेंटेशंस के लिए रिप्रिजेंटेशन के ज्यामितीय इंटीग्रल लिफ्ट्स के साथ जरिस्की डेंस इमेजों का निर्माण किया गया। इसमें उपयोग की गईं पद्धतियाँ शुद्ध रुप से गेलोइस थेयोरेटिक थीं। अनेक नवीन पहलुओं में से एक संबंधित डिफार्मेशन सिद्धांत था। यहां दो लिफ्टस के अनुक्रम पर विचार किया जाता है जिसमें से एक पी के मॉड्यूलो सभी शक्तियों को एक साथ फिट करती है जिससे इंटीग्रल लिफ्ट का उत्थान होता है। {संपर्क व्यक्ति: एन. फक्रुद्दीन; सहयोगी: चंद्रशेखर खरे और स्टीफन पैट्रिक्स}

- **असाधारण भारों के गेलोइस रिप्रेज़ेंटेशनों के रिडक्शंस**
  स्लोप 3/2 के क्रिस्टालाइन पी-एडिक रिप्रेज़ेंटेशनों और 5-मॉड (पी-1) के संगत भारों के रिडक्शनों के पूर्ण विवरण को दर्शाया गया। सामान्य अनुमान तैयार (जिगजैग नामक) किया गया, जो

असाधारण भारों पर (पी-1)/2 से कम सभी अर्ध-इंटीग्रल स्लोप्स हेतु रिडक्शन का वर्णन करते हैं। {संपर्क व्यक्ति: ई. घाटे; सहयोगी: व्ही. रॉय}

- **परिमित क्षेत्र पर सामान्य रेखीय समूह के सममित पॉवर रिप्रेज़ेंटेशंस**
  $GL_2(F_P)$ जहाँ Fp, P एलिमेंट के साथ परिमित क्षेत्र है, के सममित पॉवर रिप्रेज़ेंटेशन में प्रथम p मोनोमियल्स के द्वारा जनित मोनोमियल सबमॉड्यूल्स के लैटिस का विवरण दिया गया। इसके p से कम स्लोप्स के गेलोइस रिप्रेज़ेंटेशनों के रिडक्शनों हेतु अनुप्रयोग हैं। {संपर्क व्यक्ति: ई.घाटे; सहयोगी: वी. रवितेजा}

- **गेलोइस रिप्रेज़ेंटेशन्स के रिडक्शंस और थेटा प्रचालक**
  दिखाया गया कि फार्म के भार पर पूर्वानुमान के अंतर्गत स्लोप v के कस्पिडल आइजनफार्म में स्लोप v + 1 का अन्य कस्पिडल आइजनफॉर्म है जिसका मॉड p ग्लोबल गेलोइस रिप्रेज़ेंटेशन, मॉड p साइक्लोटोमिक कैरेक्टर द्वारा मूल रिप्रिजेंटेशन ट्विस्ट है। यह दर्शाता है कि जैसे ही स्लोप एक द्वारा बढ़ता है तो स्थानीय गैलोइस रिप्रेज़ेंटेशनों की इरेड्यूसिबिलिटी/रेड्यूसिबिलिटी में प्रसार होता है। यह परिणाम लघु स्लोप्स के लिए और जिग-जैग अनुमान के साथ भी रिडक्शन के सभी ज्ञात मामलों हेतु अनुकूल है। {संपर्क व्यक्ति: ई.घाटे; सहयोगी: ए.कुमार}

- **सममित स्पेसों के लिए जेनेरिक रिप्रज़ेंटेशंस**
  यह अध्ययन परिमित एवं पी-एडिक क्षेत्रों पर सिमेट्रिक स्पेसों को वर्गीकृत करता है जो जेनेरिक रिप्रज़ेंटेशन्स का वहन करते हैं। {संपर्क व्यक्ति: दीपेंद्र प्रसाद}

- **एमव्हीडब्ल्यू इन्वोल्यूशन का सामान्यीकरण, और कांट्राग्रेडिएंट**
  मोगलिन-विगनेरस-वाल्डस्पर्जर के कारण 1980 के दशक का एक प्रमेय, क्लॉसिकल समूहों पर स्पष्ट इन्वोल्यूशन का सृजन करता है जो स्थानीय क्षेत्र पर समूह के किसी रिप्रज़ेंटेशन को इसके कांट्राग्रेडिएंट तक ले जाता है। {संपर्क व्यक्ति: दीपेंद्र प्रसाद}

- **वास्तविक रिडक्टिव समूहों हेतु कोहोमोलॉजिकल रिप्रज़ेंटेशन्स**
  यह अध्ययन वास्तविक रिडक्टिव ग्रुपों (विशेषकर सभी क्लॉसिकल ग्रुपों) के सभी को होमोलॉजिकल रिप्रज़ेंटेशन्स के लैंगलैंड्स एवं आर्थर पैरामीटरों का वर्णन करता है। {संपर्क व्यक्ति: दीपेंद्र प्रसाद}

टीआईएफआर अनुप्रयोज्य गणित केंद्र, बैंगलुरु

- **फ्रैक्शनल पैराबोलिक समीकरणों के लिए सामान्यीकृत आवृत्तियों की मोनोटोनिसिटी एवं दृढ़ अद्वितीय कंटिन्युएशन गणधर्म**
  नए मोनोटोनोसिटी सूत्रों को फ्रैक्शनल ऊष्मा प्रचालक के साथ संबंधित विस्तार समस्या के लिए सावधानीपूर्वक किए गए ब्लोअप विश्लेषण द्वारा प्राप्त किया गया है। इस लक्ष्य हेतु नए रेग्युलेरिटी अनुमानों को प्राप्त किया गया है। इनका उपयोग ऐसे गैर-स्थानीय ऑपरेटर के साथ संबंधित बाधा समस्या के अध्ययन के लिए भी किया जाता है। इसके साथ ही संयुक्त कार्य में पैराबोलिक समीकरणों को डिजेनरेट करने के लिए सोल्यूशंस के साथ संबंधित मुक्त सीमाओं के

रेग्युलर एवं एकल समूहों की संरचना का अभिलक्षणन ज्यामितीय एपीपेरीमेट्रिक असमानता का प्रयोग करके किया गया है। इन परिणामों की सूचना तीन पेपरों की श्रृंखला में दी गई है जिनमें से एक गणित के एडवांसेस पर है। (संपर्क व्यक्ति: अगनिद बैनर्जी)

- **हाइपरबोलिक संरक्षण नियमों के लिए सरल स्मूथनैस इंडिकेटर एवं बहु-स्तर अडेप्टिव क्रम वेनो योजना**
  अडेप्टिव क्रम के पांचवें क्रम फिनिट अंतर वेनो योजनाओं के दो नए वैरिएंट्स को प्रस्तावित किया गया। प्रस्तावित योजनाओं की तुलना वेनो योजनाओं के अन्य वैरिएंट्स के साथ की गई है जिसमें विशेष जोर सुप्रसिद्ध वेना-एओ (5,3) योजना पर दिया गया है। पहले एल्गोरिथ्म में नए सरल स्मूथनैस इंडिकेटर का निर्माण शामिल है जो वेनो-एओ (5,3) योजना की कंप्यूटेशनल लागत को कम करता है। अंकीय प्रयोग दिखाते हैं कि प्रस्तावित योजना की यथार्थता वेनो-एओ (5,3) योजना के साथ तुलनीय है एवं शॉक और अन्य डिसकंटिन्युटीज को शामिल करने वाले सोल्यूशन का विभेदन वेनो-एओ (5,3) योजना के तुलनीय है। दूसरे एल्गोरिथ्म में मूल वेनो-एओ (5,3) योजना में अतिरिक्त क्यूबिक पोलिनोमिअल पुनर्निमाण शामिल है जिससे अधिक यथार्थ योजना का जन्म होता है। 1डी एवं 2 डी में गहन अंकीय प्रयोग दिखाते हैं कि प्रस्तावित योजना का शॉक्स या डिसकंटिन्युटीज के निकट बेहतर विभेदन है एवं यह अनेक वेनो योजनाओं से कंप्यूटेशनली सस्ता है। (संपर्क व्यक्ति : प्रवीण सी)

- **लेवी-फ्लैटप्लेटूसमस्या पर**
  सोप फिल्मों के अध्ययन में आने वाली क्लॉसिकल प्लेटू समस्या निम्नलिखित प्रश्न से संबंधित है: तीन आयामी स्पेस में बंद लूप दिए जाने पर क्या यह सरफेस को बद्ध करता है? एवं जब यह करता है तो क्यास रफेस स्मूथ होती है? इरेग्युलेरिटीज के निश्चित प्रकारों के लिए अलाउंस के साथ इस समस्या के अनेक कांप्लेक्स डाइमेंशंस वर्जन को "सोप फिल्म" के साथ दिखाया गया जो संभवत: सैल्फ-इंटरसैक्शंस के अतिरिक्त स्मूथ है। (संपर्क व्यक्ति: सिवगुरु)

- **सरफेसेस पर टेंसर क्षेत्रों के सोलेनाइडल-इंजेक्टिव एवं इंजेक्टिव किरण ट्रांसफार्म्स**
  सरल सरफेसेस पर अटेन्युएटिड रैडॉन ट्रांसफॉर्म के इनवर्जन पर विचार किया गया। इस अटेन्युएटिड टेंसर टोमोग्राफी समस्या के कंस्ट्रक्टिव सोल्यूशन को प्राप्त किया गया। इसका प्रयोग वैक्टर-वैल्यूड इंटिग्रल ट्रांसफार्म्स के निर्माण के लिए किया गया जो टेंसर क्षेत्रों पर पूर्ण रुप से इंजेक्टिव हैं। विचार किए गए इंटिग्रल ट्रांसफार्म्स, अटेन्युएटिड मूमेंटम रे ट्रांसफार्म्स एवं सामान्यीकृत ट्रांसवर्स रे ट्रांसफार्म थे। (संपर्क व्यक्ति: व्ही.पी. कृष्णा)

- **फिनिट आयामी नियंत्रणों द्वारा समय आवधिक क्रमविकास समीकरणों का स्थिरीकरण**
  फिनिट आयामी नियंत्रणों का निर्माण किया गया है जो समय आवधिक पैराबोलिक नियंत्रण प्रणालियों की स्थिरता का संरक्षण करते हैं। यह सर्वाधिक महत्वपूर्ण जैविक प्रणाली में लागू होता है जो मानवों में रक्त का प्रवाह है। (संपर्क व्यक्ति: मैथिली आर.)

प्रौद्योगिकी एवं संगणक विज्ञान स्कूल

- **नए सिमुलेशन प्रमेयों द्वारा डेटा-संरचनाओं के लिए निम्नतर सीमाएं**
  मिल्टरसन, निसान, सफरा एवं विगडरसन (एमएनएसडब्ल्यू) ने रिचनैस पद्धति नामक तकनीक प्रस्तावित की। इसका उद्देश्य डिटरमिनिस्टिक एवं एक-पक्षीय रैंडोमाइज्ड प्रोटोकॉल्स के लिए दृढ़ निम्नतर सीमाएं सिद्ध करना था। अनुसंधानकर्ताओं ने प्रकार्यों की कक्षा हेतु इस सैटिंग के लिए नवीन सिमुलेशन प्रमेय पर आधारित तकनीक का विकास किया। यह एसिमेट्रिकल सैटिंग में प्रथम सिमुलेशन प्रमेय है एवं सिमेट्रिक केस के विपरीत पैरिटी डिसीजन ट्रीज इसमें होते हैं। इस सिमुलेशन प्रमेय का प्रयोग करके दिखाया गया कि एमएनएसडब्ल्यू की रिचनैस पद्धति सामान्य रुप से प्रकार्यों की एसिमेट्रिक कांप्लेक्सिटी पर टाइट बाउंड्स नहीं देती है। इसके अतिरिक्त इसने प्राकृतिक डेटा-संरचना समस्याओं के लिए प्रथम दृढ़ निम्नतर सीमाओं को उपलब्ध कराया। समस्याओं में वैक्टर-मैट्रिक्स-वैक्टर उत्पाद समस्याएं शामिल हैं जो महत्वपूर्ण दिलचस्पी का विषय हैं। (संपर्क व्यक्ति: आर्कदेव चट्टोपाध्याय)

- **डेप्थ-2 थ्रेशोल्ड सर्किटों के लिए बॉटमगेट्स पदार्थ पर भार**
  थ्रेशोल्ड सर्किटों पर समस्या को हल किया गया जो 1992 से गोल्डमैन, हैस्टड एवं रैजबोरोव (जीएचआर) के सेमिनल कार्य से अनसुलझी है। अनुसंधानकर्ताओं ने इस समस्या का पूर्ण रुप से समाधान सरल प्रकार्य F के प्रदर्शन द्वारा दिया जो प्रत्येक लघु डैप्थ-2 थ्रेशोल्ड सर्किट कंप्यूटिंग F में बॉटमलेयर का हैवी होना आवश्यक करती है। (आर्कदेव चट्टोपाध्याय, एन. मांडे (पीएच.डी. छात्र)

- **रैंडम फिक्स्ड प्वाइंट्स, सीमाएं एवं क्रमबद्ध जोखिम**
  अनुसंधानकर्ताओं ने बड़े आयामी स्पेसेज में रैंडम वैक्टर वैल्यूड फिक्स्ड प्वाइंट समीकरणों पर विचार किया एवं उनके लगभग निश्चित सोल्यूशंस का अध्ययन किया। एक विशेष मामले पर विचार किया गया जहां FP समीकरण का कोई भी घटक रैंडम 'नैवर' घटकों के उपयुक्त एग्रिगेट पर निर्भर होता है। परिमित आयामी सीमा फिक्स्ड प्वाइंट समीकरणों (अधिक लघु आयामी स्पेस में) को प्राप्त किया गया। इसके सोल्यूशंस असिंप्टोटिक सीमा (जैसे घटकों की संख्या बड़ी होती है) में लगभग सभी रियालाइजेशंस के लिए रैंडम फिक्स्ड प्वाइंट समीकरणों के सोल्यूशन को एप्राक्सिमेट करने के लिए सहायता उपलब्ध कराते हैं। परिणामों को एक बड़े इंस्टिट्यूशन एवं अनेक छोटे इंस्टिट्यूशंस द्वारा कैप्चर किए गए स्टाइलाइज्ड बड़े वित्तीय नेटवर्क में क्रमबद्ध जोखिम के अध्ययन के लिए लागू किया गया जहां विश्लेषण से सरल रुप में संरचनात्मक जानकारियां प्राप्त होती हैं। (संपर्क व्यक्ति: संदीप जुनेजा)

- **वांछित आकार की पॉप्युलर मैचिंग्स**
  अनुसंधानकर्ताओं ने बाइपर्टाइट ग्राफ्स में पॉप्युलर मैचिंग समस्याओं का अध्ययन किया। मैचिंग M तब पॉप्युलर होता है जब कोई मैचिंग N नहीं होता है एवं M की तुलना में N को वरीयता देने वाली वर्टिसेस N की तुलना में M को वरीयता देने वाली वर्टिसेस से अधिक हो जाती हैं। दिखाया गया कि निम्नतम एवं अधिकतम (जहां निम्नतम एवं अधिकतम क्रमश: निम्नतम आकार एवं

अधिकतम आकार की पॉप्युलर मैचिंग्स होती हैं।) के मध्य सैंडविच्ड पैरामीटर K दिए जाने पर एनपी-हार्ड को निर्णय लेना होता है कि क्या आकार K की पॉप्युलर मैचिंग विद्यमान है। इसके अतिरिक्त आकार K की मैचिंग हमेशा विद्यमान होती है जिसका अलोकप्रियता कारक अधिकतम 2 होता है एवं ऐसी मैचिंग को रेखीय समय में कंप्यूट किया जा सकता है। (संपर्क व्यक्ति: कविता टी.)

- **पॉप्युलर मैचिंग्स एवं ट्रैक्टेबिलिटी की सीमाएं**
  अनुसंधानकर्ताओं ने दिखाया कि यह एनपी-हार्ड का निर्णय होता है कि क्या सख्त वरीयता सूचियों के साथ कोई दिया गया बाइर्पटाइट ग्राफ ऐसी पॉप्युलर मैचिंग को एडमिट करता है जो न निम्नतम आकार की एवं न ही अधिकतम आकार की पॉप्युलर मैचिंग हो। विशेष रुप से उन्होंने दिखाया कि स्थिर मैचिंग्स एवं प्रभावी मैचिंग्स (अधिकतम आकार की पॉप्युलर मैचिंग्स की विशेष उपकक्षा), पॉप्युलर मैचिंग्स की सिर्फ दो ट्रैक्टेबिल उपकक्षाएं थीं। इसका अर्थ यह है कि निम्नतम लागत पॉप्युलर मैचिंग एनपी-हार्ड थी एवं इसके अतिरिक्त किसी फैक्टर को एप्राक्सिमेटएनपी-हार्ड करता था। गैर-बाइर्पटाइट ग्राफ्स में दृढ़ नकारात्मक परिणाम को दिखाया गया: एनपी-हार्ड निर्णय करता था कि क्या पॉप्युलर मैचिंग विद्यमान है अथवा नहीं। (संपर्क व्यक्ति: कविता टी; सहयोगकर्ता: कोलंबिया विश्वविद्यालय से फैंजा, पॉवर्स, एवं जेंग)

- **पूर्ण ग्राफ्स में पॉप्युलर मैचिंग्स**
  अनुसंधानकर्ताओं ने पूर्ण ग्राफ्स में पॉप्युलर मैचिंग्स की खोज करने की जटिलता पर विचार किया। दिखाया गया कि यह समस्या एनपी-हार्ड तब होती है जब पूर्ण ग्राफ में वर्टिसेस की संख्या बराबर होती है। कांबिनेटोरियल ऑप्टिमाइजेशन में प्राकृतिक निर्णय समस्या के लिए प्रभावी रुप से सॉल्वेबिल होना तब दुर्लभ और असामान्य हो जाता है जब इनपुट ग्राफ के आकार में एक पैरिटी होती है और यह एनपी-हार्ड तब हो जाता है जब इनपुट ग्राफ के आकार में अन्य पैरिटी होती है। (संपर्क व्यक्ति: कविता टी.; सहयोगकर्ता: चेह (हंग्रेरियन अकादमी ऑफ साइंस)

- **नाइसी डेटा में प्युटेटिव मैनिफोल्ड की फिटिंग**
  अनुसंधानकर्ताओं ने मैनिफोल्ड लर्निंग से निम्नलिखित प्रश्न का हल प्रस्तुत किया: मानो कि उच्च आयामी यूक्लिडीन स्पेस के डेटा को स्वतंत्र रुप से ड्रा किया जाता है एवं इसे निम्न आयामी ट्वाइस डिफरेंशिएबिल अंत:स्थापित मैनिफोल्ड पर सर्पोटिड मेजर से आइडेंटिकली डिस्ट्रीब्यूट किया जाता है और गौसियन नाइस की लघु मात्रा से करप्ट किया जाता है। क्या ऐसे मैनिफोल्ड का निर्माण करना संभव है जिसकी वास्तविक मैनिफोल्ड में दूरी कम हो एवं जिसकी व्रकता लघु हो ? (संपर्क व्यक्ति: हरिहरन नारायण)

- **अपूर्ण नेटवर्क्स में विस्मरणशील स्थानांतरण**
  इस कार्य में ऐसी स्थितियों का अभिलक्षणन किया गया जिनके अंतर्गत पार्टीज का एक युग्म, विश्वसनीय निजी चैनलों के अपूर्ण नेटवर्क में सामान्य एडवर्सरी संरचना के विरुध विस्मरणशील स्थानांतरण (ओटी) सूचना को सैद्धांतिक एवं सुरक्षित रुप से कंप्यूट कर सके। अभिलक्षणों को दोनों सेमी-ऑनेस्ट एवं मैलिशस मॉडलों के लिए प्राप्त किया गया। इन परिणामों का कांसीक्वेंस, नेटवर्क्स का पूर्ण अभिलक्षणन है। इसमें पार्टीज का दिया गया उपसमूह सेमी-ऑनेस्ट केस में

एडवर्सरी संरचना के संबंध में किसी प्रकार्यता को सुरक्षित रुप से कंप्यूट कर सकता है एवं मैलिशस केस में आंशिक अभिलक्षणन कर सकता है। (संपर्क व्यक्ति: विनोद प्रभाकरन, वरुण नारायण)

- **शेयर्ड रैंडमनैस का प्रयोग करके समन्वयन**
  दो प्रोसेसर्स, सहसंबंधित सीक्वेंसेंस का परिणाम देते हैं जिसमें कोआर्डिनेटर की सहायता ली जाती है जिसके साथ वे पृथक रुप से स्वतंत्र रैंडमनैस को शेयर करते हैं। असीमित शेयर्ड रैंडमनैस के लिए ब्रॉडकास्ट लिंक पर प्रोसेसर्स के कोआर्डिनेटर से आवश्यक कम्युनिकेशन के रेट का अभिलक्षणन किया गया। कम्युनिकेशन एवं शेयर्ड रैंडमनैस रेट्स के मध्य अचीवेबिल ट्रेड-ऑफ को भी प्राप्त किया गया। (संपर्क व्यक्ति: विनोद प्रभाकरन: गौथम रघुनाथ करी (टीआईएफआर), आनंद सरवटै (रॉयटर्स)

- **प्लॉजीबिल डिनाएबिलिटी**
  एक परिदृश्य पर विचार किया गया। इसमें ब्रॉडकॉस्ट चैनल द्वारा इवेसड्रॉप करने वाली एंटिटी, अपने संदेश (या संकेत वैक्टर) को स्पष्ट करने के लिए कम्युनिकेशन प्रोटोकॉल में पार्टियों में से एक को समन करती है। इस समस्या के तीन वैरिएंट्स का परीक्षण किया गया – मैसेज डिनाएबिलिटी, ट्रांसमीटर डिनाएबिलिटी एवं रिसीवर डिनाएबिलिटी। इन सैटिंग्स में से प्रत्येक के लिए अधिकतम कम्युनिकेशन रेट का परीक्षण किया गया जो प्लॉजिबिल फेक आऊटपुट्स के दिए गए अल्पतम रेट को अलाऊ करता है। सर्वप्रथम मैसेज डिनाएबिलिटी समस्या के लिए सामान्य ब्रॉड कॉस्ट चैनलों के लिए क्षमता क्षेत्र का पूर्ण रुप से अभिलक्षणन किया गया। इसके बाद ट्रांसमीटर डिनाएबिलिटी समस्या के लिए सामान्य ब्रॉडकॉस्ट चैनलों के लिए अचीवेबिल क्षेत्र को डिटरमिनिस्टिक कोर्डिंग योजनाओं का प्रयोग करके अचीवेबिल रेट पेयर्स के समूह के पूर्ण अभिलक्षणन द्वारा प्राप्त किया गया। अंतत: रिसीवर डिनाएबिलिटी समस्या के लिए फिजीकली डिग्रेडेड ब्रॉड कॉस्ट चैनलों के लिए अचीवेबिल रेट क्षेत्र को दिया गया। (संपर्क व्यक्ति: विनोद प्रभाकरन; सहयोगकर्ता: मयंक बख्शी (हांगकांग चायनीज विश्वविद्यालय)

- **q/(q-1) चैनल की शून्य-त्रुटि सूची-डिकोर्डिंग क्षमता**
  निम्नलिखित समस्या का अध्ययन किया गया: अल्फाबैट (q) = (1,,2……q) से सिंबल्स के साथ ऐरेज का निर्माण करना ताकि L रोज के प्रत्येक समूह में कॉलम हो जहां सभी q सिंबल्स अपीयर हों। सामान्यत: कोई भी ऐसे ऐरेज का निर्माण करना चाहता है जहां n कॉलम्स एवं m =qrho(0,1) में rho के लिए n रोज अधिकतम बड़ी हों। सर्वाधिक संभव rho, पैरामीटर L (सूची आकार नामक) पर निर्भर करती है। जाना जाता है कि rho को कम से कम 1/q की तीव्रता की तरह फॉल होना चाहिए यदि L को n (किंतु यह q पर निर्भर हो सकता है) के साथ ग्रो करने की अनुमति नहीं है; फ्रैडमैन एवं कोमलोस के परिणाम ने दिखाया कि यदि L= q होता है तो rho को एक्सपोनेंशली फॉल होना चाहिए क्योंकि q में बढ़ोत्तरी होती है। अनुमान लगाया गया कि rho को सिर्फ मॉडरेटली बढ़ने के लिए (उदाहरण के लिए q में पोलिनोमिअल के रैसिप्रोकॉल के रुप में) L को q एन q के रुप में बढ़ने की अनुमति देना चाहिए। इन अनुमान के सूक्ष्म फार्म को स्थापित किया गया। (संपर्क व्यक्त: जयकुमार राधाकृष्णन)

- **हिटिंगसैट्स की बूटस्ट्रैपिंग**
  पोली-आकार के सर्किटों की कक्षा के लिए स्पष्ट हिटिंग समूहों का निर्माण प्रमुख समस्या है। मृणाल कुमार एवं अनामय टेंग से के साथ संयुक्त कार्य में दिखाया गया कि एक्सपोनेंशल आकार के ट्रीवियल हिटिंग समूह पर अत्यंत स्लाइट इंप्रूवमेंट्स को भी महत्वपूर्ण रुप से बेहतर हिटिंग समूहों हेतु बूट स्ट्रैप किया जा सकता है। (संपर्क व्यक्ति: रामप्रसाद सप्तऋषि)

- **सिंटेक्टिक बहुरेखीय मॉडलों के लिए डैप्थ रिडक्शन**
  मृणाल कुमार एवं राफेल ओलिवेरिया के साथ संयुक्त कार्य में दिखाया गया कि सिंटेक्टिकली बहुरेखीय सर्किटों को सामान्य सर्किटों से अधिक प्रभावी रुप से डैप्थ रिड्यूस किया जा सकता है। इस परिणाम की कोरोलरी यह है कि वर्तमान स्टेट-ऑफ-द-आर्ट डैप्थ-4 बहुरेखीय निम्नतर सीमा पर किसी असिंप्टोटिक इंप्रूवमेंट से सुपरपोलिनोमियल बहुरेखीय सर्किट निम्नतर सीमाओं का जन्म होगा। (संपर्क व्यक्ति: रामप्रसाद सप्तऋषि)

- **एल्गोरिथ्म्स से चरण ट्रांजिशंस तक**
  सांख्यिकीय मैकेनिक्स में चरण ट्रांजिशंस के दो विशिष्ट नोशंस हैं : एक आब्जर्वेबिल मात्राओं की स्मूथ नैस के संबंध में है जबकि दूसरा दीर्घ रेंज सह संबंधों की उपस्थिति या अनुपस्थिति के संबंध में है। वर्तमान कार्य दोनों के मध्य क्वांटिटेटिव संबंध का उल्लेख करता है। चरण ट्रांजिशंस के दो नोशंस के मध्य यह करेसपांडेंस, एल्गोरिथ्म्स में एप्लिकेशंस के साथ भी प्रतीत होता है। इसका उद्देश्य कांक्रीट एप्लिकेशंस के एब्सट्रैक्शंस के रुप में उत्पन्न होने वाली कांबिनेटोरियल संरचनाओं (जैसे कि ग्राफ्स की उचित कलरिंग्स) की गणना है। (संपर्क व्यक्ति: पीयूष श्रीवास्तव; सहयोगकर्ता: जिंगशेंगलियू (कैलिफोर्निया विश्वविद्यालय, बर्केले), एलिस्टियर सिनक्लेयर (कैलिफोर्निया विश्वविद्यालय, बर्केले)

- **सैल्युलर वॉयरलैस नेटवर्क्स की मूलभूत सीमा (क्षमता) का अभिलक्षणन**
  प्रैक्टिकल सैल्युलर वॉयरलैस नेटवर्क्स में अधिकतम प्राप्य थ्रूपुट की मूलभूत सीमा का अभिलक्षणन किया गया। सैल्युलर वॉयरलैस नेटवर्क्स के लिए क्षमता मैट्रिक के यथार्थ अभिलक्षणन को प्राप्त किया गया। इसके अतिरिक्त इसे सर्वप्रथम निम्न बेस स्टेशन डेंसिटी क्षेत्र में बेस स्टेशंस की डेंसिटी के साथ पोलिनोमिअली बढ़ते हुए और उसके बाद बढ़ते हुए बेस स्टेशन के साथ एक्सपोनेंशली इनवर्स स्केल होते दिखाया गया। (संपर्क व्यक्ति: राहुल वजे)

- **इनवर्स ऑप्टिमाइजेशन समस्याओं के लिए एल्गोरिथ्म्स**
  कांबिनेटोरियल ऑप्टिमाइजेशन से विभिन्न मूलभूत समस्याओं के लिए इनवर्स ऑप्टिमाइजेशन का अध्ययन इस कार्य में किया गया। इसमें ग्राफ्स में लघु पाथ्स, अल्पतम स्पैनिंगट्रीज, एवं अल्पतम कॉस्टफ्लोज शामिल थे और ऑप्टिमल या नियर-ऑप्टिमल सोल्यूशंस को प्रत्येक केस में प्रस्तुत किया गया। कार्य में दिखाया गया कि ऑप्टिमल या नियर-ऑप्टिमल सोल्यूशन को इन समस्याओं के लिए पोलिनोमिअल समय के अंदर प्राप्त किया जा सकता है। (संपर्क व्यक्ति: वॉटर लू विश्वविद्यालय से उमंग भास्कर, सहयोगकर्ता: सारा अहमदियन, लोरासैनिटा, एवं चैतन्य स्वामी)

- **परमाण्विक स्पिलिटेबिल राऊटिंग गैम्स में इक्विलिब्रियम कंप्यूटेशन**
  परमाण्विक स्पिलिटेबिल राऊटिंग गैम्स, कंजेशन गैम्स की कक्षा हैं जहां प्लेयर्स का फिनिट समूह ट्रैफिक को नेटवर्क में स्रोत से डेस्टिनेशन को भेजता है। इस अध्ययन ने इन गैम्स के लिए

इक्विलिब्रिया को कंप्यूट करने के लिए दोनों ऊपरी और निम्नतर सीमाओं को प्रस्तुत किया। यदि समानांतर लिंक्स का नेटवर्क कंसिस्ट होता है तो दो भिन्न एल्गोरिथ्म्स को प्रस्तुत किया जाता है। यदि नेटवर्क या प्लेयर्स की संख्या कम होती है तो ये एल्गोरिथ्म्स प्रभावी होते हैं। हालांकि सामान्य नेटवर्क्स के लिए इस अध्ययन ने प्रभावी एल्गोरिथ्म्स हेतु निम्नतर सीमाओं को प्रस्तुत किया। (संपर्क व्यक्ति: उमंग भास्कर; सहयोगकर्ता: फनी राज लोलकपुरी)

- **कार्डिनल वोटिंग क्रियातंत्रों के वैलफेयर पर**
  कार्डिनल वोटिंग, वोटिंग का आदर्श रुप है जहां वोटर्स प्रत्येक कैंडिडेट के लिए उनकी अंकीय उपयोगिता को स्टेट करते हैं न कि सिर्फ उनके टॉप कैंडिडेट या कैंडिडेट्स की रैंकिंग को स्टेट करते हैं। इस कार्य में कार्डिनल वोटिंग क्रियातंत्रों का अध्ययन किया गया जो वास्तविक हैं अर्थात किसी भी वोटर को कैंडिडेट्स के लिए उपयोगिता को मिस रिर्पाट करने का इंसेंटिव नहीं है। वोटिंग के इस आदर्श रुप के साथ भी (पूर्ण सूचना सैटिंग के प्रभावी होने पर) अध्ययन में दिखाया गया कि सच्चाई कंस्ट्रेन्ट से आशय यह है कि प्राप्त वैलफेयर, ऑप्टिमल वैलफेयर का स्माल फ्रैक्शन है एवं यह प्राप्य वैलफेयर पर टाइट बाउंड्स देता है। (संपर्क व्यक्ति: उमंग भास्कर; सहयोगकर्ता: अभीक घोष (आईआईटी, गुवाहाटी)

प्राकृतिक विज्ञान स्कूल

सैद्धांतिक भौतिकी विभाग

- **सुपरनोवा न्यूट्रिनोस के तीव्र-फ्लेवर कंवर्जशंस की सीडिंग हेतु दोलनों की भूमिका**
  अनुसंधानकर्ताओं ने प्रदर्शित किया कि सुपरनोवा न्यूट्रिनोस के तीव्र फ्लेवर कंवर्जशंस, इंटरफेरेंस एवं दोलनों के रोचक इंटरप्ले से हो सकते हैं। सुपरनोवा के अंदर स्थित न्यूट्रिनोस, नैनो सेकेंड-स्तर के समय के अंदर फ्लेवर-दोलन दिखा सकते हैं जो तारे में बड़ी न्यूट्रिनो-डेंसिटी के साथ इंवर्सली स्केल इस तरह होता है कि दोलन अत्यंत तीव्र हो सकते हैं। तथापि, इसके लिये जरूरी है कि इलेक्ट्रॉन न्यूट्रिनोस और एंटीन्यूट्रिनोज में भिन्न कोणीय वितरण हों ताकि उनकी क्रॉसिंग हो सके। अनुसंधानकर्ताओं की पहली गणना में दोलन निरंतर रुप में होते हैं। [संपर्क व्यक्ति: बासुदेब दास गुप्ता; सहयोगी: फ्रांसेस्को कैपोजी (म्यूनिख, मैक्स प्लैंक इंस्टी.), एलेसांड्रो मिरिजी (Bari U. & INFN, Bari), मणिब्रत सेन (टाटा इंस्टि.), गुंटर सिगल (हैंबर्गयूनि., , Inst. Theor. Phys. II)]

- **कॉस्मिक डान के संसूचन के बारे में उठाये गए संदेह**
  फरवरी 2018 में EDGES कलेबोरेशन ने प्रारंभिक यूनिवर्स (जब इसकी ब्रह्मांडीय आयु आज की आयु की लगभग 14% थी) से हाइड्रोजन के कारण हुए अवशोषण संकेत का पहला संसूचन घोषित किया। अधिक उत्साहजनक बात यह थी कि इसकी अवशोषण शक्ति वर्तमान मानक कॉस्मोलॉजिकल मॉडल में अपेक्षित शक्ति से दोगुनी थी। EDGES कलेबोरेशन द्वारा दावा किए गए सोल्यूशन में आवश्यकता गैलेक्सीय सिंक्रोट्रॉन उत्सर्जन में गैर-भौतिकीय गुणधर्मों की है और यह सोल्यूशन अद्वितीय नहीं है। इससे यह संकेत मिलता है कि EDGES की विशेषता का मूल कोई प्रणाली की त्रुटि है न कि प्रारंभिक ब्रह्मांड की। [संपर्क व्यक्ति: गिरीश कुलकर्णी]

- **कॉस्मिक माइलस्टोन की पहचान द्वारा स्पष्ट Lyman-α forest में भिन्नताएं**
  अनुसंधानकर्ताओँ ने रिआयोनाइजेशन के कुछ सबसे बड़े कॉस्मोलॉजिकल सिमुलेशंस विकसित किये और प्रदर्शित किया कि आकाशीय फ्लक्चुएशंस की व्याख्या की जा सकती है यदि यूनिवर्स की आयु लगभग 1.1 बिलियन वर्ष होने से पहले रिआयोनाइजेशन खत्म न हुआ हो। रिआयोनाइजेशन के होने का प्रथम निर्धारण, प्रारंभिक यूनिवर्स के कई अन्य निरीक्षणों को भी स्पष्ट करता है। [संपर्क व्यक्ति: गिरीश कुलकर्णी]

- **उच्च ऊर्जा कण सोपानों से गैरतापीय सापेक्षिकीय CMB spectral distortions की संवर्धित संरचना**
  कॉस्मिक माइक्रोवेब पृष्ठभूमि (सीएमबी) के गैर-तापीय स्पेक्ट्रल विरुपणों की गणना पहली बार विद्युत चुंबकीय सोपानों के स्पष्ट क्रमविकास द्वारा की गयी। वास्तविक स्पेक्ट्रल विरूपणों को Sunyaev-Zeldovich (SZ) effect spectrum की तुलना में बहुत भिन्न आकार में पाया गया। ये भिन्न ऊर्जा इंजेक्शन परिदृश्यों पर लिटरेचर में सभी कंस्ट्रेंट्स की रिविजिटिंग को प्रोत्साहित करते हैं। परिदृश्यों में डार्क पदार्थ क्षय एवं एनिहिलेशन, प्रिमार्डियल ब्लैक होल्स एवं कॉस्मिक स्ट्रिंग्स का एवापोरेशन आदि शामिल हैं। ये सभी इस पूर्वानुमान पर आधारित हैं कि सभी इंजेक्टिड ऊर्जा, 100000 से कम रैडशिफ्टस पर एसजैड स्पेक्ट्रम के सृजन में व्यय होती है। (संपर्क व्यक्ति: संदीप कुमार आचार्य, ऋषि खत्री)

- **नया सीएमबी स्पेक्ट्रल विरूपण, रिकांबिनेशन से पहले क्षयी डार्क पदार्थ को कंस्ट्रेन करता है।**
  फोटोन्स या इलेक्ट्रॉन-पोजिट्रॉन युग्मों को क्षयित कर रहे डार्क पदार्थ पर नियंत्रणों की गणना की गई। यह इलेक्ट्रो चुंबकीय कैस्केड के क्रमविकास द्वारा स्पेक्ट्रल विरुपणों की यथार्थ गणनाओं के साथ की गई। सीओबीई डेटा का पुनर्विश्लेषण इन यथार्थ स्पेक्ट्रल विरुपणों का प्रयोग करके किया गया। क्षयित कर सकने वाले डार्क पदार्थ के फ्रैक्शन पर कंस्ट्रेंट्स की गणना डार्क पदार्थ द्रव्यमान एवं दो क्षयी चैनलों के जीवनकाल के पैरामीटर स्पेस में की गई। पाया गया कि डार्क पदार्थ क्षय जैसी इंजेक्शन प्रक्रियाओं के लिए कंस्ट्रेंट्स को विद्यमान कंस्ट्रेंट्स (अशुद्ध पूर्वानुमान से प्रेरित कि सभी इंजेक्टिड ऊर्जा को रिकांबिनेशन के पूर्व प्राइमोर्डियल प्लाज्मा में थर्मालाइज किया जाता है) की तुलना में 5 के फैक्टर द्वारा रिलेक्स किया जा सकता है। (संपर्क व्यक्ति: संदीप कुमार आचार्य, ऋषि खत्री)

- **प्लैंक उपग्रह डेटा से नॉन-रेसोनेंट फोटोन-एक्सिऑन कंवर्जन पर कंस्ट्रेंट्स**
  एक्सिऑन विरुपण मैप बनाया गया एवं प्लैंक डाटा से CMB आवृत्ति बैंड में एक्सिऑन विरुपण पर कंस्ट्रेंट्स को प्राप्त किया गया। [संपर्क व्यक्ति: ऋषि खत्री; सहयोगी: सुवोदीप मुखर्जी (आईएपी, पेरिस), बेंजामिन वैंडेल्ट (आईएपी, पेरिस)]

- **डाटा चालित क्लस्टरिंग का उपयोग करके CMB के लिये नया कंपोनेंट सेपरेशन एल्गोरिथ्म**
  ज्ञात स्पेकट्रम वाले भिन्न कास्मोलॉजिकल कंपोनेंटों (जैसे CMB एवं Sunyaev-Zeldovich effect) को गैलेक्सीय एवं एक्सट्रागैलेक्सीय फोरग्राउंड से अलग करने हेतु नया एल्गोरिद्म प्रस्तावित किया गया। इसे कंपोनेंट सेपरेसन प्राब्लम को डेटा की ऑप्टिमल क्लस्टरिंग की प्राब्लम के रूप में रिफॉर्म्युलेट करके संपन्न किया गया। सरल 1-D क्लस्टरिंग का उपयोग करते हुए

एल्गोरिथ्म को प्लैंक डाटा पर परीक्षित किया गया एवं इसे प्लैंक कोलेबोरेशन द्वारा इस्तेमाल किये जा रहे बेहतरीन तरीकों के समान ही अच्छा पाया गया। [संपर्क व्यक्ति: ऋषि खत्री]

- **SDSS से प्राप्त फोटोमैट्रिक एवं स्पेक्ट्रोमैट्रिक डेटा का उपयोग करते हुए Universe में आइसोट्रॉपी का परीक्षण**
  सेनान की इंफॉर्मेशन एंट्रापी (जो कि ब्रह्मांडीय पैरामीटरों के प्रति असंवेदनशील है) का उपयोग करते हुए आइसोट्रॉपी के नए क्वांटिटेटिव मेशर को परिभाषित किया गया। फिर इसे स्लोन डिजिटल स्काइ सर्वे डेटा में प्रयुक्त किया गया। इस नये मेशर को इस्तेमाल करके पाया गया कि ब्रह्मांड को 2000 million parsecs से अधिक के पैमानों पर एक आइसोट्रापिक पृष्ठभूमि में रेखीय प्रक्षोभों द्वारा भलीभांति वर्णित किया जा सकता है। [संपर्क व्यक्ति: ऋषि खत्री; सहयोगी: सुमन सरकार (विश्व-भारती विश्वविद्यालय), बिश्वजीत पांडे (विश्व-भारती विश्वविद्यालय)]

- **बैलेस्टिक डार्क पदार्थ**
  डार्क पदार्थ मॉडल के एक नये प्रकार का अध्ययन किया गया जिसमें संभावित डार्क मैटर की रसायनिक डिकपलिंग उस समय हो जाती है, जब यह सापेक्षिकीय ही है और फेज ट्रांजिशन के कारण बाद में कण गैर-सापेक्षिकीय हो जाते हैं। ऐसे डार्क पदार्थ का एक उदाहरण है डार्क QCD (quantum chromodynamics) मॉडल। प्रदर्शित किया गया कि ऐसे डार्क पदार्थ में बड़े पेक्यूलियर वेग, फेज ट्रांजिशन के पूर्व ध्वनिक दोलनों के कारण होते हैं। इसके अतिरिक्त डार्क पदार्थ प्रारंभिक ध्वनिक वेलोसिटीज के रेडशिफ्ट होने तक संघट्टनहीन चरण में फेज ट्रांजिशन के बाद तीव्र गति से विकसित होता है। यह भी प्रदर्शित किया गया कि इस बैलिस्टिक डार्क पदार्थ (BDM) का परिणाम कॉस्मोलॉजिकल आब्जर्वेबिल्स में (जैसे ध्वनिक पीक्स के साथ रेखीय पदार्थ पावर स्पेक्ट्रम में ध्वनिक दोलन जिससे मानक कोल्ड डार्क पदार्थ पावर स्पेक्ट्रम ओवरशूट होता है) नए गैर-ट्रीवियल रोचक विशेषताओं में निकलता है। [संपर्क व्यक्ति: अनिर्बन दास, बासुदेब दासगुप्ता, ऋषि खत्री]

- **आकाशगंगाओं के सर्कम-गैलेक्सीय माध्यम में छिपे हुए बैरिऑन्स की खोज करना**
  अनुसंधानकर्ताओं ने हॉट सर्कम-गैलेक्सीय माध्यम (CGM) घनत्व तथा तापमान को कंस्ट्रेन करने हेतु ~100,000 मैसिव (मिल्की वे की तरह) आकाशगंगाओं के कॉस्मोलॉजिकल नमूने से स्टैक्ड एक्स-रे ल्युमिनोसिटी एवं सीएमबी सुनयेव-जेल्डोविच (एसजैड) संकेत के निरीक्षणों का उपयोग किया। इस डाटा सेट को मीन हॉट सीजीएम प्रोफाइल द्वारा सर्वोत्तम रुप में वर्णित किया गया जो एक एनएफडब्ल्यू प्रोफाइल से शॉलोअर है। Virial radii के अंतर्गत बृहत halos के लिये हॉट सीजीएम, पावर लॉ मॉडेल हेतु गैलेक्सीय बैरियानिक द्रव्यमान का ~20-30 प्रतिशत भाग को धारित करता था। हॉट सीजीएम प्रोफाइल मोटे तौर मिल्की वे के निरीक्षणों से भी सहमत है। मीन हॉट सीजीएम द्रव्यमान औसत आधार पर इन गैलेक्सियों हेतु सीजीएम के अन्य चरणों में धारित द्रव्यमान के तुलनीय है या बड़ा है। इस कार्य से गैलेक्सी स्तरों पर गुम बैरिऑन्स के बड़े भाग का भी पता चला, जो कि कई दशकों तक अज्ञात था। [संपर्क व्यक्ति: सुभाब्रता मजूमदार]

- **डार्क पदार्थ प्रथम संसूचन प्रयोगों पर निरीक्षणीय रुप से अनुमानित डार्क पदार्थ चरण-स्पेस वितरण के प्रभाव पर**

DM प्रत्यक्ष संसूचन दरों पर मिल्की-वे (एमडब्ल्यू) के निरीक्षणीय रुप से निर्धारित डार्क पदार्थ (DM) गति वितरण प्रकार्य (VDF) के प्रभाव के प्रथम विस्तृत विश्लेषण को प्रस्तुत किया गया। इसमें स्थानीय काईनेमिट ट्रेसर्स के परे 200kpc तक के घूर्णन वक्र डेटा का उपयोग किया गया। अनुसंधानकर्ताओं ने MW द्रव्यमान मॉडल निर्मित किया और स्वत: निरंतरतापूर्वक DM के स्थानीय फेज-स्पेस वितरण को निर्धारित किया। सामान्यत: प्रयोग किये जाने वाले heuristic VDF के विपरीत एंपाइरिकली निर्धारित DM VDF का उपयोग करने पर सिग्नल घटनाओं की संख्या में परिवर्तन निम्न डीएम द्रव्यमानों के लिये सर्वाधिक प्रमुख था। इसके लिये रिकाइल ऊर्जा स्पेक्ट्रम का आकार संसूचक थ्रेशहोल्ड ऊर्जा के साथ ही साथ थ्रेशहोल्ड के निकट संसूचक रिस्पॉंस पर सेंसिटिवली निर्भर करता है। प्रदर्शित किया गया कि ये ट्रेंड्स संबंधित DM exclusion सीमाओं में जाते हैं। [संपर्क व्यक्ति: शुभाब्रता मजूमदार]

- **आकाशगंगा क्लस्टरों में ऊर्जा फीडबैक एवं केंद्रीय AGN ल्युमिनोसिटी पर**
  अनुसंधानकर्ताओं ने चंद्रा X-Ray एवं NRAO VLA Sy Survey (NVSS) / बृहत् मीटरतरंग रेडियो दूरदर्शी (GMRT- पुणे के निकट स्थित) के रेडियो-निरीक्षणों का प्रयोग करके 38 आकाशगंगा क्लस्टरों के नमूने का उपयोग करके intra-cluster माध्यम (ICM) में एक्सेस एंट्रापी एवं संबंधित गैर-गुरुत्वीय फीडबैक ऊर्जा का अध्ययन किया । इस अध्ययन से विभिन्न क्लस्टर तापीय गुणधर्मों के साथ फीडबैक ऊर्जा एवं सबसे चमकदार क्लस्टर गैलेक्सी (BCG) रेडियो ल्युमिनोसिटी का मॉडरेट सहसंबंध का पता चला। अनुसंधानकर्ताओँ ने निर्णयात्मक तरीके से यह प्रदर्शित किया कि सक्रिय गैलेक्सीय न्यूक्लियस (एजीएन), फीडबैक ऊर्जा को ICM में कम मैसिव क्लस्टरों में ट्रांसफर करने में अधिक प्रभावी है। [संपर्क व्यक्ति: शुभाब्रता मजूमदार]

- **minimal U(1)_D विस्तार में स्वत:अन्योन्यक्रियाकारी तापीय WIMPs का स्कोप एवं इसकी भावी संभावनाएँ**
  अनुसंधानकर्ताओं ने स्थिर डार्क पदार्थ कैंडिडेट को समाहित करने हेतु स्थानीय U (1) गेज समूह द्वारा स्टैंडर्ड मॉडल के विस्तार पर विचार किया। इस अध्ययन ने उन पैरामीटरों पर ध्यान केंद्रित किया जहाँ DM में पर्याप्त स्वत: अन्योन्यक्रिया होती है, जिससे वह लघु पैमाने की संरचनाओं में कुछ तनावों को दूर करता है। पाया गया कि भारी DM के लिये एसएम हिग्स बोसोन के साथ डार्क हिग्स के मिक्सिंग एंगल पर सर्वाधिक सख्त परिबद्धता, डार्क पदार्थ प्रत्यक्ष संसूचन प्रयोगों से आती है, जबकि हल्के DM के लिये LHC कंस्ट्रेंट्स अधिक संगत होते हैं। इसके आगे यह भी पाया गया कि संगत पोर्टल युग्मनों की लघुता, "फ्रीज आउट" क्रियातंत्र के द्वारा DM उत्पादन की वाएबिलिटी को महत्वपूर्ण रुप से कम करती है। बड़ी स्वत:अन्योन्यक्रियाओं के साथ वाले भारी DM के लिए निष्कर्ष निकाला गया कि गैर-तापीय प्रोडक्शन क्रियातंत्र उपयुक्त हैं। [संपर्क व्यक्ति: अरित्रा गुप्ता]

- **खगोलीय पिंडों में डार्क पदार्थ कैप्चर: व्हाइट ड्वार्फ्स से बहुल स्केटरिंग एवं अपडेटेड कंस्ट्रेंट्स का उन्नत ट्रीटमेंट**

इस अध्ययन ने खगोलीय पिंडों में डार्क पदार्थ कैप्चर (साथ ही बहुल स्केटरिंग के प्रभाव) पर पुन: विचार किया तथा व्हाइट ड्वार्फ्स के निरीक्षणों का उपयोग करके DM प्रोटोन क्रॉस-सेक्शन पर अपडेटेड कंस्ट्रेंट्स को प्राप्त किया। अनुसंधानकर्ताओं ने बहुल स्केटरिंग के माध्यम से कैप्चर-संभाव्यता हेतु एक सटीक सूत्र प्राप्त किया। इस अध्ययन ने स्केटरिंग्स की अधिकतम संख्या का भी अनुमान लगाया जो डार्क पदार्थ कण को रैस्ट देने के लिए आवश्यक संख्या के विपरीत हो सकती है। इन परिणामों को कैप्चर्ड डार्क पदार्थ के एनिहिलेशन उत्पादों से उत्पन्न होने वाली ''डार्क' ल्युमिनोसिटी की गणना करने के लिये प्रयुक्त किया गया। यह मानते हुए कि यह निरीक्षित व्हाइट ड्वार्फ्स की ल्युमिनोसिटी से अधिक नहीं हो सकती, अनुसंधानकर्ताओं ने DM-प्रोटोन क्रॉस सेक्शन पर परिबद्धता निश्चित कर दी। [संपर्क व्यक्ति: अरित्रा गुप्ता]

- **कंडीशंड स्टोकेआस्टिक प्रक्रियाएं – अनुप्रयोग**
  कंडीशंड स्टोकेआस्टिक प्रक्रियाओं के सिद्धांत के गैर-ट्रीवियल अनुप्रयोग (मैनी-बॉडी ट्रांसपोर्ट मॉडलों का वर्ग) का अध्ययन किया गया। ये आऊट-ऑफ-इक्विलिब्रियम सांख्यिकीय मैकेनिक्स के लिए प्रोटोटिपिकल मॉडल्स हैं। प्रमुख विकास कार्य इन प्रणालियों में पिछले दो दशकों में डेंसिटी एवं करेंट फ्लक्चुएशंस के अभिलक्षणन द्वारा हुए। डेंसिटी एवं करेंट के संयुक्त वितरण को कंडीशंड स्टोकेआस्टिक प्रक्रियाओं के सिद्धांत के उपयोग द्वारा प्राप्त किया गया। यह इन प्रणालियों के लिए नॉन-इक्विलिब्रियम अवस्थाओं का पूर्ण अभिलक्षणन उपलब्ध कराता है। इस कार्य में यह भी दिखाया गया कि कैसे कोई भिन्न नॉन-इक्विलिब्रयम एंसेंबल्स में तापीय गतिक पोटेंशल्स के विचार को विस्तृत कर सकता है। (संपर्क व्यक्ति: त्रिदीब साधु)

- **Sr3IrRuO7 में ओवरडैंप्ड एंटीफैरोमैग्नेटिक स्ट्रैंज धातु अवस्था**
  Sr3IrRuO7 के अपरंपरागत भूमि अवस्था एवं निम्न ऊर्जा उत्तेजनों का प्रयोगात्मक परीक्षण रैसोनेंट एक्स-रे स्केटरिंग एवं एंगल रिजाल्व्ड फोटो उत्सर्जन तकनीकों के प्रयोग द्वारा किया गया। ये दृढ़ रुप से सहसंबंधित इंसुलेटिंग पदार्थ Sr3Ir2O7 एवं दुर्बल रुप से अन्योन्यक्रियाकारी धात्विक पदार्थ Sr3Ru2O7 के मध्य विद्यमान होते हैं। स्पिन सेक्टर में प्रणाली ने एंटीफैरोमैग्नेटिक क्रम को दर्शाया किंतु उत्तेजन गैप के साथ ओपरडैंप्ड चुंबकीय उत्तेजन एक्सचेंज ऊर्जा स्केल्स से कहीं बड़े थे। चार्ज गतिकी ने तापमानों की बडी रेंज में कोहेरेंट उत्तेजनों का अभाव एवं कंडक्टिविटी की रेखीय तापमान निर्भरता को दिखाया। इन दो असमान निरीक्षणों को सहसंबंधित इलेक्ट्रॉन्स के एकल सिद्धांत द्वारा स्पष्ट किया गया जहां स्पिन एवं चार्ज गतिकी एक दूसरे के साथ दृढ़ रुप से युग्मित हैं। प्रस्तावित किया गया कि चुंबकीय उत्तेजनों के ऊर्जा स्केल्स को परंपरागत एक्सचेंज स्केल्स के बजाय इलेक्ट्रॉन हॉपिंग द्वारा नियंत्रित किया जाता है। (संपर्क व्यक्ति: राजदीप सेनशर्मा, सहयोगी: एन. त्रिवेदी (ओएसयू), जे.एल. शमेर, जैड. पोर्टर, एम. एलिंग एस.डी. विल्सन (यूसीएसबी), टी.आर. मियान एवं आर-एच-ही (बोस्टन कॉलेज), एच.काओ (ओक रिज राष्ट्रीय प्रयोगशाला, एम.एच. उपटॉन एवं जैड. इस्लाम (अर्गोन राष्ट्रीय प्रयोगशाला)

- **लैंडो स्तर आरेख एवं त्रि-स्तरीय ग्राफीन में निरंतर घूर्णीय सममिति विच्छेदन**
  टीआईएफआर के इस संयुक्त सिद्धांत-प्रयोग कलेबोरेशन में एबीए स्टैक्ड त्रिस्तरीय ग्राफीन में क्वांटम हॉल प्रभाव का प्रयोगात्मक रुप से अध्ययन किया गया। इसमें परतों और चुंबकीय क्षेत्र में विद्युत क्षेत्र के प्रकार्य के रुप में ट्रांसपोर्ट मापनों का प्रयोग किया गया। इस पदार्थ में निम्न लाइंग लैंडो स्तर, तीन परतों में चार्ज वितरण की नॉन-यूनिफार्मिटी के प्रति अत्यंत सेंसिटिव हैं। विद्युत

क्षेत्र की नॉन-यूनिफार्मिटी का परिमाणात्मक रुप से अनुमान लगाया गया एवं निम्न लाइंग लैंडो स्तरों के अनुक्रम का निर्धारण सैद्धांतिक मॉडल पूर्वानुमानों के साथ प्रयोगात्मक डेटा के मिलान द्वारा किया गया। ट्राइगोनल वार्पिंग के कारण निम्न ऊर्जा मॉडलों की निरंतर घूर्णन सममिति के विच्छेदन को स्पष्ट रुप से निरीक्षित प्रयोगात्मक डेटा में वर्टेन लैंडो स्तरों के मध्य अवाइडेड क्रॉसिंग्स के रुप में किया गया। (संपर्क व्यक्ति: राजदीप सेनशर्मा, सहयोगी: बी. दत्ता, एच. अग्रवाल, ए. सामंता, एम.एम. देशमुख, ए. रत्नाकर (सीईबीएस), के. वाटानाबे एवं टी. तैनिगुची (एनआईएमएस जापान)

- **एक-आयाम में चरण ट्रांजिशंस का ज्यामितीय मूल**
  दिखाया गया कि चरण ट्रांजिशंस, एक-आयाम में घटित एक्सेसिबिल चरण स्पेस में ज्यामितीय परिवर्तनों से संबंधित मूलभूत नए क्रियातंत्र के कारण हो सकते हैं। इन ट्रांजिशंस के सामान्य प्रथम क्रम या सतत ट्रांजिशंस की तुलना में भिन्न अभिलक्षण होते हैं। इसके अतिरिक्त ट्रांजिशंस, परिमित प्रणालियों के लिए भी घटित होते हैं जो भविष्य के प्रयोगों में इसे देखना संभव बनाते हैं। चरण ट्रांजिशन का यह ज्यामितीय मूल हार्ड या सॉफ्ट-कोर जालक मॉडलों की प्रणालियों में सामान्य होना अपेक्षित है एवं इसे शीत परमाणु प्रणालियों या आण्विक ठोसों में भी देखा जा सकता है। (संपर्क व्यक्ति: त्रिदीब साधु)

- **एंपाइरिकल आब्जर्वेबिल पर स्टोकेआस्टिक प्रक्रियाएं**
  इस कार्य में व्यवस्थित सैद्धांतिक रुपरेखा का विकास सामान्य स्टोकेआस्टिक प्रक्रियाओं के लिए किया गया जब वे कंडीशंड हों या एंपाइरिकल आब्जर्वेबिल हों। इनके उदाहरणों में इंटीग्रेटिड फ्लक्स, यांत्रिकीय कार्य, एंट्रापी उत्पादन आदि शामिल हैं। विश्लेषण कार्य का प्रारंभ डिसक्रीट समय मार्कोव चेन से किया गया। सतत समय मार्कोव प्रक्रिया, लैंगविन गतिकी, एवं फ्लक्चुएटिंग हाइड्रोगतिकी के लिए परिणामों को सीमित मामलों के रुप में प्राप्त किया गया। दिखाया गया कि कैसे ऐसी कंडीशनिंग, गतिकी को मॉडिफाई करती है एवं आऊट-ऑफ-इक्विलिब्रियम प्रणालियों के लिए सांख्यिकीय एंसेंबल्स की संकल्पना का विस्तार करती है। (संपर्क व्यक्ति: त्रिदीब साधु)

- **उच्च चुंबकीय क्षेत्रों पर अल्काली इरिडेट Na2IrO3 की चुंबकीय एनिसोट्रॉपी: दृढ़ फैरोमैग्नेटिक किटेव सहसंबंधों के लिए प्रमाण**
  महत्वपूर्ण सैद्धांतिक एवं प्रयोगात्मक चर्चा वर्तमान में हनीकोंब किटेव पदार्थों, अल्काली इरिडेट Na2IrO3 एवं अल्फा-RuCl3 (जहां भूमि अवस्था चुंबकीय रुप से क्रमित है एवं किटेव स्पिन-द्रव्य नहीं है) में किटेव भौतिकी को रियालाइज करने की संभावना पर चल रही है। इस प्रश्न को एप्रोच Na2IrO3 पर उच्च-क्षेत्र टार्क मैग्नेटोमेट्री मापनों एवं सटीक डायगोनालाइजेशन गणनाओं के जोड़ द्वारा किया गया। स्ट्राइकिंग गैर-मोनोटोनस पीक-डिप संरचना का निरीक्षण जिगजैग आर्डरिंग के ऊर्जा स्केल के संगत चुंबकीय क्षेत्रों में टार्क रिस्पांस पर किया गया। गणनाओं से स्थापित हुआ कि इस विशिष्ट टार्क रिस्पांस को सिर्फ किटेव युग्मन के फैरोमैग्नेटिक साइन के लिए देखा जाता है। (संपर्क व्यक्ति: विक्रम त्रिपाठी)

- **Pb(x)Sn(1-x)Te में चिराल पी-वेब अतिचालकता: बद्ध-अवस्था स्पेक्ट्रा एवं तरंगप्रकार्यों से सिग्नेचर्स**

सरफेस अतिचालकता का हाल ही में निरीक्षण टोपोलॉजिकल क्रिस्टालाइन इंसुलेटर Pb(x)Sn(1-x)Te की सरफेस (001) पर किया गया है। इसमें प्वाइंट-कांटेक्ट स्पेक्ट्रोस्कोपी (इस टीआईएफआर समूह द्वारा पूर्व में प्रस्तावित के अनुसार चिराल पी-वेब प्रकार का) का प्रयोग किया गया है। इस कार्य में पैरामीटर रेश्जीम्स को तब प्राप्त किया गया जहां अशुद्धता बद्ध (शिबा) अवस्थाएं महत्वपूर्ण रुप से चिराल पी-वेब क्रम के अस्तित्व पर निर्भर होती हैं। इसके अतिरिक्त इन्हें अन्य रेश्जीम्स से भिन्न रुप में प्रस्तुत किया गया जहां चिराल पी-वेब क्रम अस्तित्व में तो होता है किंतु अशुद्धता प्रेरित सबगैप बद्ध अवस्थाएं इसके लिए प्रमाण के रुप में उपयोग में नहीं लाई जा सकतीं। ऐसा अंतर इस प्रणाली में चिराल पी-वेब क्रम के लिए सरल रियालाइजेबिल प्रयोगात्मक परीक्षण उपलब्ध करा सकता है। (संपर्क व्यक्ति: विक्रम त्रिपाठी)

- **Pb(x)Sn(1-x)Te में इलेक्ट्रानिक क्रम पर हुंड की स्पिलिटिंग एवं सममिति विच्छेदन क्षोभों के प्रतिस्पर्धी प्रभाव**

  टोपोलॉजिकल क्रिस्टलाइन इंसुलेटर (TCI) Pb(x)Sn(1-x)Te की सतह (001) पर चिराल p-wave अतिचालकता पर समान बाह्य चुंबकत्व के प्रभाव का अध्ययन किया गया। पाया गया कि अन्योन्यक्रियाओं की परिमित हुंड की स्पिलिटिंग के लिए बाह्य चुंबकत्व के महत्वपूर्ण मान की आवश्यकता सरफेस अतिचालकता को डिग्रेड करने के लिए है जबकि हुंड की अन्योन्यक्रिया की अनुपस्थिति में आर्बिटेरीली लघु बाह्य चुंबकत्व द्वारा अतिचालकता को नष्ट किया जा सकता है। इसका अर्थ यह है कि इस प्रणाली में मल्टीआर्बिटल प्रभावों द्वारा सरफेस पर इलेक्ट्रॉनिक आर्डर के स्थिरीकरण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई जाती है। (संपर्क व्यक्ति: विक्रम त्रिपाठी)

- **वाइड द्रव्यमान-स्क्वेयर्ड रेंज पर आईएनओ-आईसीएएल में सक्रिय-स्टेराइल न्यूट्रीनो दोलन**

  दिखाया गया कि वायुमंडलीय न्यूट्रिनोस (आईएनओ में प्रस्तावित आईसीएएल संसूचक की तरह) का निरीक्षण कर रहे चुंबकीय ऑयरन कैलोरीमीटर संसूचक, अन्य प्रयोगों की तुलना में द्रव्यमान-स्क्वेयर की अधिक वाइड रेंज पर स्टेराइल न्यूट्रिनो की उपस्थिति में सेंसिटिव हो सकता है। इसके अतिरिक्त एंटीन्यूट्रिनोस से न्यूट्रिनोस में अंतर करने की इसकी क्षमता, सक्रिय-स्टेराइल न्यूट्रिनो दोलनों पर पदार्थ प्रभावों के साथ संयुक्त होने पर इसे रोचक द्रव्यमान-स्क्वेयर्ड रेंज पर स्टेराइल सेक्टर में न्यूट्रिनो द्रव्यमान आर्डरिंग के प्रति सेंसिटिव बनाता है। स्टेराइल न्यूट्रिनो की उपस्थिति में आईसीएएल की सेंस्टिविटी (सक्रिय न्यूट्रिनोस के साथ इसके मिश्रण के संबंध में) एवं द्रव्यमान आर्डरिंग योजना की पहचान करने की इसकी क्षमता की गणना की गई। (संपर्क व्यक्ति: अमोल दिघे, सहयोगी: संजीब अग्रवाला (आईओपी), मून मून देवी (तेजपुर यू.) एवं तारक ठाकोर (वेलेंसिया यू.)

- **टो लैप्टन क्षयों में तनावों की देख-रेख हेतु टेंसर्स**

  मैनिफैस्टली गेज इंवैरिएंट प्रभावी टेंसर प्रचालक को प्रस्तावित किया गया। यह लिट्रेचर में किए गए दावे के विपरीत टो लैप्टन क्षयों में सीपी असममिति असंगति की गणना कर सकता है। इसके अतिरिक्त यह प्रचालक समावेशी टो क्षयों से प्राप्त क्वार्क मिक्सिंग पैरामीटर व्हीयूएस की वैल्यू में दीर्घकालीन विसंगति के समाधान में भी सहायता कर सकता है। निर्माण द्वारा प्रचालक ने न्यूट्रॉन विद्युत डाइपोल मूमेंट से बद्धताओं को इवेड किया एवं साथ ही विशिष्ट टो क्षयों से व्हीयूएस की प्राप्ति को अप्रभावित रखा। इस कार्य ने स्पष्ट रुप से फ्लेवर सममितियों के पुन:सामान्यीकृत मॉडल को उपलब्ध कराया जिसने वांछित प्रभावी टेंसर प्रचालक को जन्म दिया। (संपर्क व्यक्ति : अमोल दिघे, सहयोगी : सुभाजीत घोष, गिरीष कुमार, तुहिन एस. रॉय)

- **संघट्टक प्रयोगों में निरीक्षित लैप्टन-यूनिवर्सेलिटी विच्छेदन के मूल की पहचान करना**
  इस कार्य ने प्रभावी क्षेत्र सिद्धांत की भाषा का प्रयोग करके मॉडल-स्वतंत्र रुप में इस नई भौतिकी की प्रकृति की जांच की। इसने पारसिमोनियस परिदृश्यों की पहचान की जो डेटा को स्पष्ट सिर्फ दो वैक्टर एवं एक्सिअल-वैक्टर प्रचालकों के साथ करेंगे। इसके अतिरिक्त कार्य में ग्लोबल फिट्स पर अपडेट्स के प्रभाव में विश्लेषणात्मक जानकारियों को उपलब्ध कराया। ये परिणाम भौतिकी के नए मॉडल के निर्माण में दिशानिदेश देंगे जो मानक मॉडल के परे होगा। (संपर्क व्यक्ति: अमोल दिघे, सहयोगी: आशुतोष कुमार आलोक (आईआईटी, जोधपुर), शिरीनगंगल, दिनेश कुमार (राजस्थान यू.)

- **ऑटोएंकोडर पर आधारित रोबस्ट असंगति फाइंडर**
  रोबस्ट पद्धति की प्रस्तावना क्यूसीडी-जैट्स को वीटो करके विसंगत जैट्स की पहचान के लिए की गई। इस पद्धति की रोबस्टनैस सुनिश्चित करती है कि इसका कार्यनिष्पादन तब भी अप्रभावित रहे जब विभिन्न द्रव्यमानों के साथ क्यूसीडी-जैट्स का प्रयोग नियंत्रण सैंपल्स के रुप में हो। इससे पता चलता है कि कोई निम्न-द्रव्यमानों के साथ जैट्स के साथ ट्रेनिंग के बाद (जो कि क्यूसीडी-जैट्स में शुद्ध है) उच्च द्रव्यमानों के साथ जैट्स के डेटा में विसंगत जैट्स की तलाश कर सकता है। यह रोबस्टनैस प्रिप्रोसेसिंग जैट्स के नवीन मार्ग से (जो स्केल सममिति का प्रयोग करते हैं), लोरेंट्ज सममिति एवं क्यूसीडी-जैट्स में उपस्थित घूर्णीय सममिति का प्रयोग करती हैं। ऑटोएंकोडर पर आधारित नेटवर्क की खोज की गई जो लॉस प्रकार्य को मिनीमाइज करके क्यूसीडी-जैट्स के विषय में लर्न करता है। सिर्फ जैट द्रव्यमान के साथ संयुक्त होने पर पद्धति ने शीर्ष क्षयों की भौतिकी का प्रयोग करके निर्मित स्टेट ऑफ द आर्ट टॉप टैगर्स को आऊटपरफार्म किया (संपर्क व्यक्ति : तुहिन एस. राय, सहयोगी : अरविंद विजय (डीएचईपी, टीआईएफआर)

- **बड़े पैमाने के सिमुलेशंस का प्रयोग करके नए आकर्षक, सुंदर उपपरमाण्विक कणों का यथार्थ पूर्वानुमान**
  अनुसंधानकर्ताओं ने अनेक नए उपपरमाण्विक कणों के द्रव्यमानों का पूर्वानुमान उनके घटकों के रुप में दोनों आकर्षण एवं सुंदर क्वार्क्स के साथ किया। भारतीय जालक प्रमाप सिद्धांत सूत्रपात (आईएलजीटीआई) की बड़े पैमाने की कंप्यूटेशनल सुविधा का प्रयोग करके उन्होंने प्रति मिले एक्यूरेसी के साथ 13 नए आकर्षक-सुंदर उपपरमाण्विक कणों का पूर्वानुमान किया है। (संपर्क व्यक्ति : नीलमणि माथुर)

- **जालक क्वांटम क्रोमोगतिकी का प्रयोग करके भारी टेट्राक्वार्क्स का अध्ययन**
  बड़े पैमाने के सिमुलेशन के साथ जालक क्वांटम क्रोमोगतिकी के प्रथम सिद्धांत पद्धति का प्रयोग करके अनुसंधानकर्ताओं ने विभिन्न फ्लेवर कांबिनेशंस के साथ भारी टेट्राक्वार्क्स के समग्र अध्ययन को किया एवं अनेक भारी टेट्राक्वार्क अवस्थाओं के अस्तित्व का पूर्वानुमान किया। ऐसा एक उदाहरण वेलेंस क्वार्क अभिविन्यास 'b_bar b_bar ud' के साथ दोहरा भारी टेट्राक्वार्क है। यह लगभग 140 MeV की बद्ध ऊर्जा के साथ है जो कि दृढ़ एवं इलेक्ट्रो चुंबकीय क्षय के अंतर्गत स्थिर है। [संपर्क व्यक्ति: नीलमणि माथुर]

- **जालक क्वांटम क्रोमोगतिकी का प्रयोग करके दोहरे भारी बैरिऑन्स का अध्ययन**
  बड़े पैमाने के सिमुलेशन के साथ जालक क्यूसीडी के प्रथम सिद्धांत पद्धति का प्रयोग करके अनुसंधानकर्ताओं ने विभिन्न अन्य दोहरे भारी बैरिऑन्स के द्रव्यमानों का पूर्वानुमान सूक्ष्मता के साथ किया। उदाहरण के लिए उनकी गणनाओं ने दिखाया कि दोहरा भारी बैरिऑन (जिसकी आगे

खोज की जाएगी) का निर्माण दो चार्म एवं स्ट्रैंज क्वार्क्स से हुआ है जिसका द्रव्यमान 3712(11)(12) MeV है। (नीलमणि माथुर)

- **नियर-एक्सट्रेमल ब्लैक होल्स की गतिकी पर**
  नियर एक्सट्रेमल रेसनेर-नॉर्डस्ट्रार्म ब्लैक होल्स की गतिकी का विश्लेषण असिंप्टोटिकली चार-आयामी एंटी डे-सिटर स्पेस (AdS_4) में किया गया। अनुसंधानकर्ताओं ने स्फेरिकली सममित एप्राक्सिमेशन में कार्य किया एवं तापीयगतिकी और रिस्पांस का अध्ययन स्केलर क्षेत्र की जांच में किया। पाया गया कि निम्न ऊजाओं पर प्रणाली का व्यवहार एवं एप्राक्सिमेशंस में अग्रणी क्रम का उपयुक्त रुप से वर्णन गुरुत्वाकर्षण के जैकिव-टेटेलबोइम (जेटी) मॉडल द्वारा किया गया था। वास्तव में इस व्यवहार को सममिति कंसीडिरेशंस से समझा जा सकता है एवं यह समय रिपैरामैट्राइजेशन इनवैरिएंस के विच्छेदन से हुआ। जेटी मॉडल का विश्लेषण हाल ही में पर्याप्त विस्तार से हुआ एवं यह एसवाईके मॉडल के व्यवहार से संबंधित है। परिणामों से पता चला कि इन मॉडलों की विशेषताएं (जो सिर्फ सममिति कंसीडिरेशंस से सामने आईं) नियर -एक्सट्रेमल ब्लैक होल्स में अधिक सामान्य एवं सार्वभौमिक हैं। (संपर्क व्यक्ति : संदीप त्रिवेदी)

- **फ्लक्स वैकुआ के प्रभावी क्षेत्र सिद्धांत पर टिप्पणी**
  प्रभावी क्षेत्र सिद्धांत के कुछ मूल पहलुओं पर चर्चा की गई। इन्हें सूत्र सिद्धांत की निम्न ऊर्जा सीमा में उत्पन्न अतिगुरुत्वाकर्षण सिद्धांतों में लागू किया गया है। यह चर्चा नो-स्केल अतिगुरुत्वाकर्षणों के प्रभावी क्षेत्र सिद्धांतों से विशेष रुप से संगत है। ये अतिसममिति को विच्छेद करते हैं और इनमें वे भी शामिल हैं जो सूत्र सिद्धांत के डे-सिटर सोल्यूशंस के निर्माण में अपीयर होते हैं। (संपर्क व्यक्ति: संदीप त्रिवेदी)

- **एक्सट्रेमल एवं नियर-एक्सट्रेमल ब्लैक होल्स एवं नियर-CFT_1**
  एक्सट्रेमल एवं नियर-एक्सट्रेमल ब्लैक होल्स के व्यवहार का अध्ययन निम्न ऊजाओं एवं निम्न तापमानों पर किया गया एवं पाया गया कि इसे नियर-होराइजन AdS_2 क्षेत्र से समझा जा सकता है। विश्लेषण में आवेशित पदार्थ शामिल है एवं यह एस-तरंग एप्राक्सिमेशन के परे है। पाया गया कि निम्न ऊर्जाओं पर अग्रणी व्यवहार की उत्पत्ति समय रिपैरामेट्रीजेशंस से लिंक्ड मोड एवं प्रमाप क्षेत्रों से उत्पन्न चरण मोड्स से होती है। कुछ उच्चतर ऊर्जाओं पर उच्चतर आंशिक तरंगों से उत्पन्न अतिरिक्त मोड्स भी क्यूमेटिवली महत्वपूर्ण हो सकते हैं। इन परिणामों को ऐसे मामलों में सामान्य रुप से लागू किया जा सकता है जहां AdS_2 × S^d नियर होराइजन ज्यामिती उत्पन्न हो एवं इसमें असिंप्टोटिकली AdS और फ्लैट स्पेस-टाइम्स में ब्लैक होल्स हों। (संपर्क व्यक्ति: संदीप त्रिवेदी)

- **एसवाईके मॉडलों एवं Choptuik-like phenomenon में गुरुत्वीय क्षय**
  वर्तमान कार्य में विरुपित एसवाईके मॉडल एवं विरुपण पैरामीटर में अचानक क्वांटम क्वेंच पर विचार किया गया। अविरुपित मामले में प्रणाली स्यूडो नैंबू गोल्डस्टोन मोड्स के संबंध में निम्न ऊर्जा वर्णन की अनुमति देती है। ऐसी प्रणाली का बल्क ड्यूएल गुरुत्वीय क्षय को रिप्रिजेंट करता है जिसका अभिलक्षणन बल्क पदार्थ स्ट्रैस टेंसर से होता है (जिसकी सीमा के निकट वैल्यू क्वेंच के समय सडन जंप को दर्शाती है)। परिणामकारी गुरुत्वीय क्षय सिर्फ ब्लैक होल का निर्माण करता है एवं विरुपण पैरामीटर पी द्वारा निश्चित महत्वपूर्ण वैल्यू p_c को एक्सीड किया जाता है एवं यह

अन्यथा होराइजनलैस ज्यामिती का निर्माण करता है। (संपर्क व्यक्ति : गौतम मंडल, सहयोगी : अदवित गायकवाड़, लता खर्कवाल जोशी)

- **चरण स्पेस हाइड्रोगतिकी द्वारा 1 डी फर्मी गैस की क्वांटम क्वेंच एवं तापीयकरण**
  एक-आयामी फ्री फर्मी गैस के चरण स्पेस हाइड्रोगतिकी वर्णन के अन्वेषण द्वारा पाया गया कि कैसे प्रणालियां क्वांटम क्वेंचेस द्वारा सामान्यीकृत गिब्स एंसेंबल्स द्वारा वर्णित स्थिर अवस्थाओं में सैटल होती हैं। फर्मिऑन्स के समय क्रमविकास का अध्ययन किया गया जो एक्सटर्नल पोटेंशल्स या सर्किल पर ट्रैप्ड, प्रारंभिक स्थितियों की वैराइटी और क्वेंच प्रोटोकॉल्स के लिए हैं। कण डेंसिटी जैसे स्थानीय आब्जर्वेबिल्स की गणना विश्लेषणात्मक रुप से हुई एवं इन्हें हमेशा लेट टाइम्स पर पॉवर लॉ शिथिलता को एक्सहिबिट करते दिखाया गया (जिसमें सरल नियम पॉवर लॉ एक्सपोनेंट का निर्धारण करता है)। ये निष्कर्ष सिद्धांत: 1 डी फर्मी गैस या टोंक की गैस पर प्रयोगों में निरीक्षणीय हैं। (अपरिमित रिपल्शन के साथ बोस गैस)। (संपर्क व्यक्ति: गौतम मंडल)

- **समय आश्रित NAdS2 होलोग्राफी**
  नॉन-कंफर्मल पदार्थ में युग्मित जैकिव-टेटेलबोइम गुरुत्वाकर्षण द्वारा दिए गए NAdS2 में यथार्थ समय-आश्रित सोल्यूशंस को प्राप्त करने की पद्धति को विकसित किया गया। सामान्य ड्रिचलैट सीमा स्थितियों के साथ प्राप्त व्यवहार, उच्चतर आयामी मामलों के समान था। तथापि यदि सीमा पर स्रोत को इसे NAdS2 के साथ युग्मित करके गतिकीय बनाया जाए (इस तरह जिससे कुल ऊर्जा संरक्षित रहे) तो लांग रन में पाया गया कि ब्लैक होल का द्रव्यमान विलुप्त होता है एवं कुल ऊर्जा का स्थानांतरण स्रोत की काईनेटिक ऊर्जा में स्रोत के बड़े होने पर होता है। (संपर्क व्यक्ति: लता खर्कवाल जोशी)

- **संघनित बोसोन के लिए चेर्न-साइमन्स पदार्थ द्वयात्मकता**
  इस कार्य में नकारात्मक द्रव्यमान विरुपणों के मामले में जांच की गई। इस मामले में बोसोनिक क्षेत्र कंडेंसिंग से हिग्स क्रियातंत्र प्रारंभ होता है। इस चरण में प्रभावी उत्तेजन मैसिव डब्ल्यू बोसोन हैं। 't हूफ्ट युग्मन में सभी अग्रणी बड़े एन ग्राफ्स को सम करके, इन डब्ल्यू बोसोन्स को आर्डर में शामिल करके परिणाम को संघनित चरण में बोसोनिक सिद्धांत की तापीय मुक्त ऊर्जा के लिए पाया गया। अंत में प्राप्त परिणाम पूर्ण रुप से मैच, अनुमानित ड्युएलिटी मैप के अंतर्गत पूर्व में प्राप्त फर्मिओनिक मुक्त ऊर्जा से करता है। (संपर्क व्यक्ति: शिराज मिनवाला, सहयोगी: अंशुमान डे, इंद्रनील हालदर, लवनीत जनागल, नवीन प्रभाकर)

- **संघनित चरण में चेर्न-साइमन्स प्रमापित नियमित बोसोन का RG फ्लो**
  इस कार्य में हिग्स्ड चरण में बोसोनिक सिद्धांत की बड़ी एन तापीय मुक्त ऊर्जा का मूल्यांकन किया गया एवं प्रदर्शित किया गया कि अंतिम परिणाम पूर्ण रुप से ड्युलिटी के पूर्वानुमानों के साथ मेल खाते हैं। परिणामों से अनुसंधानकर्ताओं को $\varphi\varphi^{-}$ के लिए (सिद्धांत में लाइटेस्ट प्रमाप इनवैरिएंट स्केलर प्रचालक) के लिए यथार्थ क्वांटम प्रभावी पोटेंशल के निर्माण में सहायता मिली। प्रभावी पोटेंशल x6 की निश्चित रेंज के लिए नीचे से बद्ध होता है (पैरामीटर जो φ की सैक्सटिक अन्योन्यक्रियाओं को नियंत्रित करता है)। इस निरीक्षण से पता चलता है कि नियमित बोसोन

सिद्धांत में स्थिर वैक्यूम तब होता है जब x6 इस रेंज में होता है। (संपर्क व्यक्ति: शिराज मिनवाला, सहयोगी: अंशुमान डे, इंद्रनील हालदर, लवनीत जनागल, नवीन प्रभाकर)

- **मौलिक चिराल मल्टिप्लेट के साथ N =2 SU(N) CS सिद्धांत का चरण आरेख**
  चेर्न-साइमंस सिद्धांत में युग्मित एकल मौलिक फर्मिऑन एवं बोसोन के सिद्धांत का अध्ययन बड़ी एन सीमा में अग्रणी क्रम में किया गया। चेर्न-साइमन्स-पदार्थ सिद्धांतों में हिग्स्ड चरण की जानकारी में हाल ही की प्रगति का उपयोग करते हुए इस सिद्धांत के लाइटेस्ट स्केलर प्रचालक के लिए यथार्थ बृहत् एन क्वांटम प्रभावी पोटेंशल की गणना परिमित तापमान पर की गई। शून्य तापमान सीमा में स्पेशलाइज होते हुए इस पोटेंशल का प्रयोग इस क्षेत्र के कंटेंट के साथ बड़े N N = 2 अतिसममित सिद्धांत के चरण आरेख के निर्धारण के लिए किया गया। इस इंटीग्रेट दो आयामी चरण आरेख में चार टोपोलॉजिकल चरण होते हैं। ये प्रथम एवं द्वितीय क्रम चरण ट्रांजिशंस की लाइनों द्वारा पृथक होते हैं। यह विशेष कंफर्मल प्वाइंट्स को शामिल करता है जिन पर अवरक्त गतिकी को चेर्न-साइमंस सिद्धांत द्वारा नियंत्रित किया जाता है। यह सिद्धांत युग्मित क्रमश: फ्री बोसोन्स, ग्रॉस-नेव्यु फर्मिऑन्स, एवं विल्सन-फिशर बोसोन प्लस फ्री फर्मिऑन्स के सिद्धांत में होता है। (संपर्क व्यक्ति: शिराज मिनवाला, सहयोगी: अंशुमान डे, इंद्रनील हालदर, नवीन प्रभाकर)

- **चेर्न-साइमन्स पदार्थ सिद्धांतों में फ्लोज, निश्चित बिंदु एवं ड्युलिटी**
  अनुमान लगाया गया है कि चेर्न-साइमन्स प्रमाप क्षेत्रों में मिनीमली युग्मित 3डी फर्मिऑन्स, 3डी महत्वपूर्ण स्केलर्स पर ड्युएल होते हैं। इसके अतिरिक्त ये चेर्न-साइमन्स प्रमाप क्षेत्रों में मिनीमली युग्मित होते हैं। जहां x6, बड़े एन में अग्रणी क्रम में यथार्थ रुप से मार्जिनल विरुपण होता है वहीं यह 1/एन में प्रथम उपअग्रणी क्रम में गैर-ट्रीवियल β प्रकार्य को विकसित करता है। प्रदर्शित किया गया कि बीटा प्रकार्य, 1/एन में इस क्रम में x6 में क्यूबिक पोलिनोमिअल होता है एवं इस बीटा प्रकार्य में क्यूबिक और क्वाडरेटिक टर्म्स के गुणांकों की 't Hooft युग्मन के प्रकार्य के रुप में गणना की गई। इन निर्धारित बिंदु सिद्धांतों की चरण संरचना का विश्लेषण शून्य तापमान पर किया गया। अतिसममित N = 2 चेर्न-साइमन्स-पदार्थ सिद्धांतों से बड़े एन उपयुक्त रुप से ट्यून्ड पुनर्सामान्यीकरण समूह फ्लोज के ड्युएल युग्मों का निर्माण ऐसे किया गया कि फ्लोज में से एक नियमित बोसोन सिद्धांत में आईआर में समाप्त होता है जबकि इसका ड्युएल पार्टनर महत्वपूर्ण फर्मिऑन सिद्धांत में फ्लो होता है। इस निर्माण से पता चलता है कि इन सिद्धांतों के मध्य ड्युएलिटी परिमित एन पर परसिस्ट होती है। ऐसा कम से कम एन के बड़े होने पर होता है। (संपर्क व्यक्ति: शिराज मिनवाला)

- **पृष्ठभूमि चुंबकीय क्षेत्र में पदार्थ चेर्न-साइमन्स सिद्धांत**
  इस सिद्धांत के U(1) ग्लोबल सममिति हेतु यूनिफार्म पृष्ठभूमि चुंबकीय क्षेत्र की उपस्थिति में SU(N)k चेर्न-साइमन्स प्रमाप समूह के मौलिक प्रतिनिधित्व में बड़े N 2+1 आयामी फर्मिऑन्स का अध्ययन किया गया। नॉन-कम्युटेटिव सोलिटन्स के अध्ययन में इससे पूर्व उपयोग किए गए प्रकार्यों के आधार का प्रयोग कर श्विंगर डायसन समीकरण को सटीकता से सुलझाया गया और फर्मियन प्रोपेगेटर को यथार्थ रूप से निर्धारित किया गया। बोसोनिक सिद्धांत की एकल कण अवस्थाओं का

स्पेक्ट्रम, बोस-फर्मी ड्युलिटी के अंतर्गत फर्मिओनिक सिद्धांत के साथ यथार्थ रुप में मिलता है। [संपर्क व्यक्ति: इंद्रनील हालदर, शिराज़ मिनवाला]

खगोलविज्ञान एवं खगोलभौतिकी विभाग

- **एकसेंट्रिक आर्बिट्स में स्पिनिंग ब्लैक होल बाइनरीज से गुरुत्वीय तरंगों की मॉडलिंग**
  एक एप्रोच का विकास किया गया। इसका उद्देश्य लीगो-वर्गो डेटा विश्लेषण की प्यूटेशनल लागत को बड़ी सीमा तक कम करने वाले आवृत्ति प्रक्षेत्र में अपेक्षित गुरुत्वीय तरंग सिग्नलों को प्राप्त करना था। शिफ्टेड यूनिफार्म असिंप्टोटिक्स की तकनीक का प्रयोग किया गया। इसका उद्देश्य फूरियर (आवृत्ति) प्रक्षेत्र में अपेक्षित सिग्नल को कंप्यूट करना था। इसके साथ ही स्पिनिंग और इंस्पाइर लिंग ब्लैक होल बाइनरीज की गतिकी के वर्णन के लिए सामान्य सापेक्षता में पोस्ट-न्यूटोनियन एप्राक्सिमेशन का प्रयोग किया गया। (संपर्क व्यक्ति : ए. गोपकुमार)

- **ब्लेजर ओजे287 से सरटेन एर्डिंगटन फ्लेअर का पूर्वानुमान**
  ब्राइट ब्लेजर OJ287 सर्वाधिक विश्वसनीय कैंडिडेट नैनो-हर्टज गुरुत्वीय तरंगों को उत्सर्जित करने वाली मैसिव BH बाइनरी की होस्टिंग के लिए है। अनेक विस्तृत निरीक्षणीय कैंपेन्स एवं सैद्धांतिक परीक्षणों द्वारा प्रमाणित ब्राइट ब्लेजर OJ287 के लिए बाइनरी ब्लैक होल (BH) केंद्रीय इंजन मॉडल, ऑप्टिकल तरंग दैर्ध्यों में 31 जुलाई, 2019 के दौरान BH इंपैक्ट फ्लेअर का पूर्वानुमान करता है। दुर्भाग्यवश पृथ्वी से अपेक्षित इंपैक्ट फ्लेअर को मॉनिटर करना कठिन होगा क्योंकि ब्लेजर, जुलाई एवं अगस्त माहों के दौरान सूर्य के अत्यंत निकट होता है। अत: स्पिटजर जैसी स्पेस-आब्जर्वेटरीज को एंप्लाय करने के लिए प्रयास जारी हैं ताकि अनुमानित खगोल भौतिकीय इवंट की कुछ कवरेज को सुनिश्चित किया जा सके। (संपर्क व्यक्ति: ए. गोपकुमार)

- **इनसाइड आऊट ग्रह निर्माण : पैबल क्रमविकास एवं ग्रह निर्माण टाइमस्केल्स**
  कैप्लर स्पेस दूरदर्शी से पता चला है कि अधिकांश प्रसिद्ध एक्सोप्लानेट्स उच्च रुप से कांपेक्ट आर्किटेक्चर्स में होते हैं। ये सात प्रसिद्ध ग्रहों तक प्रणालियों की संगति में होते हैं। ये सभी ग्रह सौर प्रणाली की मरक्यूरी की समतुल्य दूरी के अंदर होते हैं। प्रस्तावित सिद्धांत, इनसाइड-आउट ग्रह निर्माण, सभी चुनौतियों का निवारण करता है जो इन प्रणालियों को स्पष्ट करने में परंपरागत सिद्धांत सामना करते हैं। इसके अतिरिक्त यह वर्णन करता है कि किस तरह लघु-अवधि में ऐसी मल्टीपिल प्लानेट प्रणालियों का निर्माण किया जा सकता है। कार्य के चौथे भाग में अनुसंधानकर्ताओं ने गणना की कि कैसे ग्रहों के निर्माणकारी ब्लॉक्स, पैबल्स का प्रोटोप्लानेटरी डिस्क के अंदर क्रमविकास होता है एवं ग्रह निर्माण के लिए टाइमस्केल्स की गणना भी अनुसंधानकर्ताओं ने की। दिखाया गया कि डिस्क गुणधर्मों के लिए उपयुक्त मान्यताओं के साथ कैप्लर द्वारा निरीक्षित ग्रहीय प्रणालियों का निर्माण डिस्क एवापोरेशन के आवश्यक टाइमस्केल में किया जा सकता है। (संपर्क व्यक्ति: सौरभ चटर्जी)

- **कांपेक्ट आब्जेक्ट बाइनरीज के निर्माण रेट एवं गुणधर्मों को समझना**
  अनुसंधानकर्ताओं ने यह जानकारी प्राप्त करने पर फोकस किया कि कैसे डेंसस्टैलर एनवॉयरनमेंट्स गतिकीय रुप से BH-BH बाइनरीज का निर्माण कर सकते हैं। दिखाया गया कि तारा क्लस्टर्स

(पृथक भारी बाइनरीज के क्रमविकास द्वारा निर्माण के विपरीत) में गतिकीय प्रक्रियाओं द्वारा निर्मित बाइनरी BHs गुणधर्मों के अद्वितीय वितरणों को दिखाएंगी। इनमें मॉस रेशोस, पृथक मॉसेस एवं स्पिन अलाइनमेंट शामिल हैं एवं सभी लीगो-वर्गो द्वारा संसूचनीय हैं। स्टार क्लस्टर्स एवं आइसोलेशन में BHs एवं BH बाइनरीज की खोज के लिए दो अनुपम मार्गों को भी पाया गया। (संपर्क व्यक्ति : सौरव चटर्जी)

- **4यू 1630-47 का एस्ट्रोसैट एवं चंद्राव्यू : रैपिडली स्पिनिंग ब्लैक होल का प्रमाण**
  अनुसंधानकर्ताओं ने ब्लैक होल प्रणाली 4 यू 1630-47 की एक्रिटिंग के लिए भारतीय उपग्रह एस्ट्रोसैट एवं यूएस उपग्रह चंद्रा से डेटा का विश्लेषण किया एवं ब्लैक होल स्पिन का मापन किया जो अधिकतम संभावित स्पिन के निकट आई। ऐसे आब्जेक्ट्स की जांच करने के लिए ब्लैक होल्स की स्पिन का मापन करना एवं उनके चारों ओर दृढ़ गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र का अध्ययन करना अत्यंत महत्वपूर्ण है। इस कार्य में एस्ट्रोसैट सॉफ्ट एक्स-रे दूरदर्शी मुख्य यंत्र था एवं सभी यंत्रों ने संगत स्पिन वैल्यूज दीं जो उनकी विश्वसनीयता को दिखाता है। यह भारत एवं यूएस के मध्य प्रथम सहयोग था जिसमें ब्लैकहोल अध्ययन कार्यों के लिए एस्ट्रोसैट और चंद्र उपग्रहों का प्रयोग किया गया। (संपर्क व्यक्ति: सुदीप भट्टाचार्य)

- **क्या ग्रेविटोमैग्नेटिक मोनोपोल विद्यमान है ? ब्लैकहोल एक्स-रे बाइनरी से संकेत**
  ग्रेविटोमैग्नेटिक मोनोपोल, डाइरेक के चुंबकीय मोनोपोल का प्रस्तावित गुरुत्वीय एनालॉग है। हालांकि मूलभूत भौतिकी के इस पहलू का निरीक्षणीय प्रमाण एलूसिव था। अनुसंधानकर्ताओं ने ब्लैकहोल स्पिन के मापन के लिए प्रयुक्त तीन प्रमुख एक्स-रे निरीक्षणीय पद्धतियों को समाहित करने वाली तकनीक का प्रयोग ग्रेविटोमैग्नेटिक मोनोपोल की खोज हेतु किया। ये स्वतंत्र पद्धतियां ब्लैकहोल की एक्रिटिंग के लिए महत्वपूर्ण रुप से भिन्न स्पिन वैल्यूज देती हैं। अध्ययन में प्रदर्शन हुआ कि ग्रेविटोमैग्नेटिक मोनोपोल के कारण एक अतिरिक्त पैरामीटर के समावेश ने न सिर्फ तीनों पद्धतियों से इंफर्ड स्पिन एवं अन्य पैरामीटर वैल्यूज को एक दूसरे के साथ संगत बनाया अपितु इंफर्ड ब्लैक होल मॉस को स्वतंत्र रुप से मापित वैल्यू के साथ भी संगत बनाया। अनुसंधानकर्ताओं ने तर्क किया कि अपने पैराडिग्म के अंदर ग्रेविटोमैग्नेटिक मोनोपोल का प्रथम संकेत फाइन ट्यूनिंग का परिणाम नहीं था। (संपर्क व्यक्ति: सुदीप भट्टाचार्य)

- **एक्रिटिंग न्युट्रॉन स्टार प्रणाली 4U1728-34 में नॉन-बर्स्ट उत्सर्जनों पर थर्मो नाभिकीय एक्स-रेबर्स्ट्र्स के प्रभाव**
  हाल ही में दिखाया गया है कि न्युट्रॉन तारा निम्न-द्रव्यमान एक्स-रे बाइनरी (LMXB) के निरंतर उत्सर्जन में क्रमविकास, थर्मो नाभिकीय एक्स-रे बर्स्ट के दौरान होता है। इस क्रमविकास का कारण तथापि अभी तक जाना नहीं गया है। न्युट्रॉन तारा LMXB 4U 1728-34 से एस्ट्रोसैट/एलएएक्सपीसी के पृथक बर्स्ट डेटा के विश्लेषण द्वारा अनुसंधानकर्ताओं ने दिखाया कि बर्स्ट उत्सर्जन, न्युट्रॉन स्टार को कवर करने वाले कोरोना द्वारा महत्वपूर्ण रुप से रिप्रोसेस्ड नहीं हुआ था। यह कार्य निरंतर उत्सर्जन घटकों एवं थर्मो नाभिकीय बर्स्ट उत्सर्जन के साथ उनकी अन्योन्यक्रिया की जानकारी उपलब्ध कराता है। (संपर्क व्यक्ति: सुदीप भट्टाचार्य)

- **गैलेक्सीय तारा-निर्माण क्षेत्रों में मेघ-मेघ संघट्टन के निरीक्षणीय सिग्नेचर्स**

मेघ-मेघ संघट्टन (CCC) प्रक्रिया द्वारा प्रारंभ तारा निर्माण का अध्ययन तारा निर्माण अनुसंधान में रोचक एवं महत्वपूर्ण विषय बन गया है। हालांकि CCC क्रियातंत्र द्वारा तारा निर्माण (भारी तारों सहित) के निरीक्षणीय सिग्नेचर्स की जांच अभी भी दुर्लभ एवं अत्यंत चुनौतीपूर्ण है। इस कार्य में कुछ विश्वसनीय गैलेक्सीय तारा-निर्माण क्षेत्रों के विश्लेषण के नए निरीक्षणीय परिणामों को प्रस्तुत किया गया जहां तारा निर्माण क्रियाकलाप (भारी तारों सहित) आण्विक मेघों के जंक्शन पर CCC क्रियातंत्र द्वारा प्रभावित प्रतीत होते हैं। इसके अतिरिक्त अवरक्त क्लस्टर्स एवं भारी OB तारों का निरीक्षण फिलामेंट्स या फिलामेंट्समर्जर्स के जंक्शन पर किया गया है। इन परिणामों का प्रकाशन अनेक रेफर्ड जर्नल्स में किया गया। (संपर्क व्यक्ति: देवेंद्र ओझा)

- **टीआईएफआर-एरीज निकट अवरक्त स्पेक्ट्रोग्राफ (टैनस्पैक) का विकास**
  निकट अवरक्त स्पेक्ट्रोग्राफ (टैनस्पैक: टीआईएफआर-एरीज निकट अवरक्त स्पेक्ट्रोग्रॉफ कैमरा) का विकास किया गया। यह टीआईएफआर, एरीज, नैनीताल एवं एमकेआईआर, हवाई के मध्य सहयोग परियोजना के रुप में किया गया। इसका उद्देश्य 3.6 मीटर देवस्थल प्रकाशिक दूरदर्शी (डीओटी) के मुख्य पोर्ट पर इस स्पेक्ट्रोग्रॉफ का प्रयोग करना था। यह स्पेक्ट्रोग्रॉफ दो मोड्स में प्रचालित होता है जिसके द्वारा स्पेक्ट्रम का फोकस 2k x 2k H2RG ऐरे पर होता है। क्रॉस-डिसपर्स्डमोड में ग्रेटिंग एवं दो प्रिज्मों के जोड़ का प्रयोग K-बैंड में R~2750के विभेदन पर H2RG ऐरे पर सभी आर्डर्स को पैक करने के लिए किया जाता है। इसका उच्च थ्रूपुट निरीक्षणों के लिए निम्न विभेदन प्रिज्ममोड (R~100-350) भी है। टैनस्पैक को 10 मार्च, 2019 को DOT को शिप किया गया। (संपर्क व्यक्ति: देवेंद्र ओझा)

- **अवरक्त स्पेक्ट्रोस्कोपिक इमेजिंग सर्वे (IRSIS) पेलोड के प्रयोगशाला मॉडल की पूर्णता**
  भारतीय उपग्रह के लिए अवरक्त स्पेक्ट्रोस्कोपिक इमेजिंग सर्वेक्षण (IRSIS) पेलोड का लक्ष्य अवरक्त तरंग बैंड में अनुपम खगोल वैज्ञानिक मापनों को करना है जिससे मूलभूत महत्व के नए अनुसंधान परिणाम प्राप्त हों। IRSIS का प्रस्ताव अवरक्त स्पेक्ट्रोस्कोपिक इमेजिंग सर्वेक्षण करना है। इसमें 2 वर्षों में स्काई का लगभग 50 प्रतिशत भाग शामिल होगा व इसमें तरंग दैर्ध्य कवरेज 1.7 – 6.4 माइक्रोन्स की होगी। IRSIS उपग्रह प्रयोग के प्रयोगशाला मॉडल को पूर्ण किया गया है एवं इसका गहन रुप से परीक्षण किया गया है। (संपर्क व्यक्ति : देवेंद्र ओझा)

- **सूर्य में रोसबाई तरंगों का संसूचन**
  अनुसंधानकर्ताओं ने सूर्य के उच्च-विभेदन स्पेस निरीक्षणों का विश्लेषण किया (सौर गतिकी आब्जर्वेटरी पर हेलियो सीज्मिक एवं चुंबकीय इमेजर) एवं सूर्य में रोसबाई तरंगों की उपस्थिति को संसूचित किया। टीआईएफआर में विकसित की जा रही सामान्य-मोड युग्मन नामक नई तकनीक का प्रयोग इस विश्लेषण में किया गया। यह परिणाम सूर्य के इंटीरियर की इमेजिंग के संदर्भ में तकनीक की स्थापना करता है। अनुसंधान ने रोचक नई दिशाओं को प्रस्तुत किया। इसमें विशेष रुप से सूर्य के इंटीरियर में रोसबाई तरंगों के शेप का अनुमान करना और कैसे वे विभेदी घूर्णन द्वारा विरुपित होती हैं, शामिल है। (संपर्क व्यक्ति: श्रवण हनासोगे)

उच्च ऊर्जा भौतिकी विभाग

- **भूमि-स्थित TeV गामा किरण खगोल विज्ञान**

1. लद्दाख के हानले में HAGAR दूरदर्शी प्रणाली का उपयोग करके सक्रिय गैलेक्सीय नाभिक एवं गामा किरण पल्सरों जैसे विभिन्न खगोलवैज्ञानिक स्रोतों के अत्यंत उच्च ऊर्जा गामा किरण निरीक्षणों को किया गया।
2. बहुतरंग बैंड अध्ययन कार्यों को ब्लेजर कक्षा सक्रिय गैलेक्सीय नाभिक के युग्म के लिए किया गया।
3. 4m कक्षा हेतु दूरदर्शी G-APD (i.e. SiPM) आधारित इमेजिंग कैमेरा के लिए प्रोटोटाइप के विकास पर कार्य में अच्छी प्रगति हुई। हानले में फ्रंट एंड इलेक्ट्रॉनिक्स के साथ 16 पिक्सेल प्रोटोटाइप मॉड्यूल का सफलतापूर्वक परीक्षण किया गया। [संपर्क व्यक्ति: वी.आर. चिटनिस]

- **बैले (II) समूह**
  1. बैले ।। फ्रंट पर समूह ने इसके पॉयलट रन में प्रतिभागिता की जहां प्रथम प्रथम संघट्टनों को संस्थापित वर्टेक्स संसूचक को छोड़कर सभी उपसंसूचकों के साथ 26 अप्रैल, 2018 को रिकार्ड किया गया। वर्टेक्स संसूचक का सिर्फ एक उपसमूह रन का भाग था क्योंकि अनुसंधानकर्ता इसे पूर्ण रुप से संस्थापित करने से पहले बीम पृष्ठभूमि को मापना चाहते थे। परिणामों से संस्थापित होकर पूर्ण वर्टेक्स संसूचक को दिसंबर, 2018 में बैले ।। स्पेक्ट्रोमीटर में संस्थापित किया गया।
  2. लंबी डिजाइन एवं प्रोटोटाइपिंग चरण के बाद सिलिकॉन माइक्रोस्ट्रिप वर्टेक्स संसूचक (एसव्हीडी) के लिए निर्मित मॉड्यूल्स इस संस्थापन के भाग रहे हैं। पहली बार भारत ने ऐसे अत्याधुकि संसूचकों का निर्माण किया है जो हमें 20-30 माइक्रोन्स की एक्यूरेसी पर आवेशित कणों को ट्रैक करने में सहायता करेंगे। इस हार्डवेयर योगदान के अतिरिक्त समूह बैले ।। के लिए सॉफ्टवेयर पुनर्निमाण एवं विकास में भी संलग्न है। (संपर्क व्यक्ति: टी. अजीज, जी.बी. मोहंती)

- **गुरुत्वाकर्षण एवं मूलभूत अन्योन्यक्रियाएं**
  1. अत्यंत उच्च-क्यू व्हिस्परिंग गैलरी प्रकाशिक अनुनादों को संसूचित द्रव्य माइक्रोस्फेयर्स में टेपर्ड माइक्रो-फाइबर के साथ क्षणिक प्रकाश के युग्मन द्वारा किया गया। यह देश में प्रथम ऐसी पूर्ण प्रकार्यात्मक अनुसंधान सुविधा है जो समय आश्रित माइक्रो-कैविटीज में प्रकाशिकी का अध्ययन सुलभ करेगी। यह दोनों मूलभूत भौतिकी एवं सेंसर एप्लिकेशंस को अपने क्षेत्र में शामिल करती है।
  2. क्वांटम मैकेनिक्स की मूलभूत समस्याओं को एक बार में हैमिल्टोनियन एक्शन मैकेनिक्स के सिंगल स्टैप मॉडिफिकेशन (क्लॉसिकल मैकेनिक्स के नाम से प्रसिद्ध) से दूर कर दिया गया है। इन समस्याओं में क्वांटम मापन समस्या, तरंगप्रकाश का क्षय, एंटेंगलमेंट अस्थानीयता एवं क्वांटम- क्लॉसिकल डिवाइड शामिल थीं। इससे मूलभूत रुप में क्वांटम मैकेनिक्स के यूनिवर्सल सिद्धांत को अंडरलाई करने वाले भौतिकीय तथ्यों में परिवर्तन होता है एवं क्वांटम गुरुत्वाकर्षण एवं क्वांटम कॉस्मोलॉजी जैसे विविध वर्तमान विषयों के पाथ्स रिचार्ट होते हैं। (संपर्क व्यक्ति : सी.एस. उन्नीकृष्णन)

नाभिकीय एवं परमाणु भौतिकी विभाग

- **अत्यंत -लघु-पल्स उच्च-तीव्रता लेसर द्वारा रिमोट लाइटनिंग मैनिपुलेशन**
  तूफानों की वायुमंडलीय स्थितियों में लाइटनिंग (ट्रिगरिंग एवं गाइडिंग) का नियंत्रण दशकों से तीव्र वैज्ञानिक अनुसंधान का विषय रहा है। उच्च शक्ति, अत्यंतलघु-पल्स लेजर्स को वायु में प्लाज्मा चैनलों की उत्पत्ति में सक्षम माना जाता है जो लाइटनिंग के लिए चालक के रुप में कार्य कर सकते हैं। हालांकि सीमित प्लाज्मा चैलन लैंग्थ एवं इसका लघु जीवनकाल, लाइटनिंग गाइडिंग के लिए मुख्य बाधक हैं। टीआईएफआर में 150 टीडब्ल्यू फेम्टोसेकेण्ड लेजर के साथ अनुसंधानकर्ताओं ने 13.5 मीटर लंबे प्लाज्मा वॉयर का निर्माण किया जिसकी लंबाई सिर्फ वर्तमान के प्रयोगात्मक सैटअप द्वारा सीमित की जा सकती है। प्लाज्मा चैनल के दीर्घ जीवनकाल के लिए लेजर हीटिंग के साथ युग्मित यह प्रगति महत्वपूर्ण कार्य लाइटनिंग को नियंत्रित करने के लिए है। (संपर्क व्यक्ति : जी. रविंद्र कुमार)

- **अत्यंत-लघु-पल्स उच्च-तीव्रता लेजर द्वारा ग्लॉस में प्रकाश से तीव्र रेस कर रहे क्लॉकिंग इलेक्ट्रॉन्स**
  ग्लॉस लक्ष्य पर उच्च शक्ति लेसर पल्स पर केंद्रित होकर अनुसंधानकर्ताओं ने लगभग-प्रकाश-गतियों पर यात्रा करने वाले इलेक्ट्रॉन्स का निर्माण किया। पूर्व में अत्यंत कम जानकारी ठोस में इलेक्ट्रॉन्स द्वारा व्यतीत किए जाने वाले वास्तविक समय के संबंध में थी। पाया गया कि सापेक्षिकीय इलेक्ट्रॉन्स की आयु प्राचीन प्रकाश पल्स से कुछ हजार समय ज्यादा थी। यह अनुसंधान पदार्थ द्वारा ऊर्जित इलेक्ट्रॉन्स के परिवहन की हमारी जानकारी को उन्नत करने के लिए महत्वपूर्ण है। (संपर्क व्यक्ति : जी. रविंद्र कुमार)

- **124Sn में न्युट्रिनोहीन दोहरे बीटा क्षय (NDBD) का संभाव्य अध्ययन**
  1. स्वदेशी रुप से निर्मित एनटीडी जीई सेंसर के साथ सफायर बोलोमीटर परीक्षण सैट अप के संबंध में क्रमबद्ध अध्ययन कार्यों को किया गया। 10–100 mK की तापमान कोटि में बोलोमीटर के रिस्पांस का मापन 0.3–5 MeV के ऊर्जा समतुल्य की हीटर पल्सों के साथ किया गया। ऊर्जा विभेदन को 15(3) keV at T= 15-25 mK पर पाया गया। सफायर अवस्तर में मॉडरेट आकार टिन सैंपल (~0.6 g) के एडिशन के साथ बोलोमीटर के निष्पादन का अध्ययन किया गया। बोलोमीटर पर वाइब्रेशन के प्रभाव का परीक्षण विस्तार से किया गया।
  2. टिन पैस्ट, निम्न तापमानों पर टिन को शामिल करने वाले एप्लिकेशंस के लिए चिंता का विषय है। टिन पैस्ट के विरुध विभिन्न एसएन-रिच मिश्र धातुओं की स्थिरता एवं टिन के लिए परिणामों का अध्ययन किया गया। एसएन में αβ ट्रांजिशन तापमान के संबंध में सामग्री डेटा में असंगति का समाधान विभेदी स्कैनिंग कैलोरीमेट्री (डीएससी) के प्रयोग द्वारा किया गया है।
  3. पृष्ठभूमि के अल्पतमीकरण द्वारा महत्वपूर्ण भूमिका का निर्वाह एनडीबीडी जैसी दुर्लभ इवंट प्रयोगात्मक खोजों की सेंस्टिविटी के उन्नयन में किया जाता है एवं न्युट्रॉन पृष्ठभूमि प्राय: महत्वपूर्ण चिंता का विषय होती है। कॉस्मिक म्युऑन्स से द्वितीयक न्युट्रॉन उत्पादन को समझना महत्वपूर्ण है (विशेष रुप से सीयू एवं पीबी जैसे पदार्थों में जो प्राय: संसूचक या शील्ड्स के भाग का निर्माण करते हैं)। (n, n'γ) अभिक्रियाओं द्वारा γ- किरण पृष्ठभूमि में कॉस्मिक म्युऑन अन्योन्यक्रियाओं से उत्पन्न तीव्र न्युट्रॉन्स के प्रत्यक्ष योगदान का परीक्षण

पहली बार किया गया एवं सिमुलेशंस के साथ इसकी तुलना की गई। (संपर्क व्यक्ति: वंदना नैनल)

- **उप-बैरियर फ्युजन में बोरोमीन नाभिक की भूमिका : 9Be + 197Au अभिक्रिया**
  उप-बैरियर फ्युजन पर प्रोजेक्टाइल की अंतर्निहित संरचना की भूमिका की जांच करने के लिए फ्युजन क्रॉस सैक्शन मापनों को ऊर्जा कोटि E/V_B ~ 0.82 से 1.16 में $_{9}Be$ + $_{197}Au$ प्रणाली में किया गया। निरीक्षित किया गया कि युग्म-चैनल गणनाओं (लक्ष्य की इनइलास्टिक अवस्था में युग्मनों एवं प्रोजेक्टाइल की भूमि अवस्था पर निर्मित घूर्णीय बैंड की प्रथम दो अवस्थाओं सहित) द्वारा उप-बैरियर ऊर्जाओं पर क्रॉस सेक्शन डेटा का उत्कृष्ट वर्णन उपलब्ध कराया जाता है। उपर्युक्त बैरियर-ऊर्जाओं पर फ्युजन क्रॉस सेक्शन को युग्मित-चैनल पूर्वानुमान की तुलना में ~38% सप्रैस पाया गया। $_{197}Au$ लक्ष्य पर भिन्न प्रोजेक्टाइल्स के घटे हुए फ्युजन उत्तेजन प्रकार्यों की तुलना से पता चला कि $_{9}Be$ का व्यवहार बोरोमीन प्रोजेक्टाइल्स $_{6;8}He$ की तरह है जो अन्य दुर्बल बद्ध प्रोक्टाइल्स जैसे $_{6;7}Li$ की तुलना में उप-बैरियर ऊर्जाओं पर बड़ी वृद्धि को दिखाता है।

- **दुर्बल अक्रमित फोटोनिक क्रिस्टल में महत्वपूर्ण अक्रम का प्रत्यक्ष प्रयोगात्मक निर्धारण**
  जब अक्रम को क्रमश: फोटोनिक क्रिस्टलों में जोड़ा जाता है तो उसके परिणाम तुरंत नजर में तब तक नहीं आते जब तक अक्रम की मात्रा एक निश्चित मात्रा तक न पहुंच जाए। इसे महत्वपूर्ण अक्रम कहा जाता है। इस अक्रम का मैग्नीट्यूड अत्यंत लघु होता है जिससे इसे प्रयोगात्मक रुप से निरीक्षित करना अत्यंत कठिन हो जाता है। नोनो-प्रकाशिकी समूह ने प्रयोगात्मक योजना की खोज की है जिससे रैंडमनैस की अत्यंत लघु मात्रा को कैलिब्रेटिड रुप में जोड़ा जा सकता है। यह तकनीक, द्रव्य माइक्रोड्रॉपलैट्स (जिसके आकारों और पृथक्करणों को सूक्ष्मता से नियंत्रित किया जा सकता है) के रेखीय ऐरे के निर्माण पर आश्रित है। ऐरे के एक्जिस के साथ वे एक-आयामी फोटोनिक क्रिस्टल का निर्माण करती हैं। इस क्षेत्र में पहली बार इस तकनीक का प्रयोग करके दुर्बल अक्रमित फोटोनिक क्रिस्टलों में महत्वपूर्ण अक्रम का मापन किया गया। (संपर्क व्यक्ति: सुशील मजूमदार)

- **प्लाजमोनिक प्रणाली में हाइब्रिडाइजेशन गैप में एंडरसन स्थानीयकरण**
  अक्रम को एंडरसन स्थानीयक्रम के फेनोमेनो द्वारा कंडक्टर को इंसुलेटर में परिवर्तित करने के लिए जाना जाता है। परंपरागत रुप से स्थानीयकरण का अध्ययन दो ऊर्जा बांड्स के मध्य ऊर्जा गैप्स पर किया जाता है। जाना जाता है कि दो एंटिटीज के हाइब्रिडाइजेशन से भी ऊर्जा गैप्स का निर्माण हो सकता है। हालांकि प्लाजमोनिक प्रणालियां, हाइब्रिडाइजेशन की उपयुक्त कैंडिडेट हैं किंतु उन्हें उनके अवशोषण के कारण सामान्यत: अवाइड किया जाता है। इस कार्य में नैनो-प्रकाशिकी समूह ने दिखाया है कि अक्रमित हाइब्रिड प्रणाली में प्लाजमोनास की हानियों को वास्तव में अक्रम द्वारा कम किया जाता है। इससे समहू को यह आगे दिखाने में सहायता मिली कि हाइब्रिड प्रणाली में स्थानीयकरण के निश्चित भौतिकीय पैरामीटरों का व्यवहार (जैसे अक्रम की अवस्थाओं की डेंसिटी) परंपरागत स्थानीय प्रणाली से महत्वपूर्ण रुप में भिन्न था। (संपर्क व्यक्ति: सुशील मजूमदार)

- **रेशायुक्त सिलिका कणों से निर्मित फोटोनिक क्रिस्टल से लेजिंग उत्सर्जन**
  जब नैनोकणों को पीरियोडिक फैशन में अरेंज किया जाता हैतो वे ऐसे अभिविन्यासों का सृजन करते हैं जिनमें प्रकाश का निश्चित आवृत्तियों में भंडारण लंबे समय के लिए किया जा सकता है। इस प्रकाश का उपयोग उपयुक्त एंप्लिफाइंग पदार्थ को जोड़कर लेजर बनाने में किया जाता है। इस परियोजना में नैनो-प्रकाशिकी समूह नवीन नैनोकणों (नैनोकैटालाइसिस समूह द्वारा निर्मित) के पीरियोडिक एंसेंबल से लेजिंग उत्सर्जन को निकालने में सफल हुए। ये कण यूनिफार्मली स्फेरिकल

नहीं हैं किंतु ये नैनोफाइबर्स द्वारा कवर किए जाते हैं। यह पूरी सतह पर स्पाइक्स को रिसेंबल करता है। अनुसंधान से सिद्ध हुआ कि स्पाइक्स की डेंसिटी, लेजिंग उत्सर्जन में संगत पैरामीटर थी। ऐसा अद्वितीय पैरामीटर, पीरियोडिक लेजर्स के अन्य प्रदर्शनों में उपलब्ध नहीं है। इससे कण आकार कंस्टेंट को रखते हुए लेजिंग उत्सर्जन को परिवर्तित करने की संभावना प्रबल होती है।

जैविक विज्ञान विभाग

- ***ड्रोसोफिला*** **में सोल्यूबिल एवं मैं ब्रेन-संबंधित प्रोटीन्स का एक्सोनल ट्रांसपोर्ट**
  दिखाया गया कि एक्जॉन में ChAT के साथ मोटर के मध्य सीधा संबंध ChAT मूवमेंट में एपिसोडिक एंटेरोग्रेड बॉयस उपलब्ध कराता है। एंटेगोनिस्टिक संबंध की पहचान ChAT एवं Rab4 के मध्य की गई। इन दोनों को काईनेसिन-2 द्वारा सिनैप्स होमियोस्टेसिस पर कैरी किया जाता है। क्वांटिटेटिव ऐसे की स्थापना की गई। इसका उद्देश्य यह दिखाना था कि सिनैप्स की ओर Rab4 फ्लक्स, ड्रोसोफिला की केंद्रीय नर्वस प्रणाली में सिनैप्स काउंट से सीधे सहसंबंधित होता है। (संपर्क व्यक्ति: कृषाणु रे, एस. डे, डी. राय, पी. पाटिल)

- ***ड्रोसोफिला*** **टैस्टिस में EGFR सिग्नलिंग का आण्विक कोशिका जैवविज्ञान**
  नेवरिंग सोमाटिक सिस्ट कोशिकाओं में मिटोजन-सक्रियित प्रोटीन काईनेस, ERK पर आधारित सिग्नलिंग को नए क्रियातंत्र द्वारा सिस्ट के अंदर जर्म कोशिका विभाजनों को सिंक्रोनाइज करते पाया गया। इसके साथ ही जर्म कोशिका विभाजनों के मध्य इंटर स्पर्स्ड सोमाटिक ERK सक्रियण में एपिसोडिक वृद्धि, ट्रांजिट एंप्लिफिकेशन विभाजनों के रेट एवं स्टैम कोशिका प्रोजेनी के विभेदीकरण को निर्धारित करती प्रतीत हुई। ERK सक्रियण पल्सेस के ऐनोमैलस अल्टरेशंस ने स्टेज-विशिष्ट रुप में जर्म कोशिका विभाजनों के रेट को अल्टर किया। (संपर्क व्यक्ति: कृषाणु रे, एस. गुप्ता, पी. गदरे)

- ***ड्रोसोफिला*** **टैस्टिस से स्पर्मेटिड रिलीज का आण्विक कोशिका जैवविज्ञान**
  ड्रोसोफिला टैस्टिस से स्पर्मेटिड रिलीज के साइटोस्केलेटॉल एवं आनुवांशिक नियंत्रण का परीक्षण किया गया। अध्ययन कार्य से स्पर्म मैचुरेशन के अंतिम चरण के दौरान सिस्ट एंक्लोजर की यांत्रिकीय इंटेग्रिटी को मैंटेन करने में सैप्टेट जंक्शन की नवीन भूमिका का पता चला। नवीन स्थानीय रो-सिग्नलिंग की पहचान की गई जो सिस्ट मैं ब्रेन (हैड बंडल को एक साथ रखने वाले स्पर्मेटिड हैड्स को सराउंड करने वाली) पर अन्य अनुपम कांट्रेक्टाइल एक्टिन-मायोसिन नेटवर्क को मैंटेन करता है। (संपर्क व्यक्ति: कृषानु रे, टी. कपूर)

- **इंसुलिन, लीवर से ट्रिगलीसेराइड को रिलीज करने के लिए लिपिड ड्रॉपलैट्स के अंत:कोशिकीय ट्रांसपोर्ट को सक्रियित करता है**
  लीवर की उल्लेखनीय बफरिंग क्षमता हमारे प्रतिदिन के फीडिंग-फास्टिंग चक्रों में हाइपर लिपिडेमिया को रोकती है किंतु इसका क्रियांतत्र के विषय में जानकारी उपलब्ध नहीं है। व्याख्या की गई कि कैसे मास्टर-हार्मोन (इंसुलिन), सरलतम फॉस्फोलिपिड (फॉस्फेटिडिक अम्ल) एवं मोटर

प्रोटीन (काईनेसिन 1), हैपाटोसाइट्स में इस फेनोमेनन को लाते हैं। इस कार्य से मूलभत कोशिकीय क्रियातंत्र स्पष्ट हए। ये हाइपरलिपिडेमिया के विरुध्र लिपिड होमियोस्टेसिस एवं मल्टीपिल आण्विक लक्ष्यों को नियंत्रित करते हैं। (संपर्क व्यक्ति: रुप मलिक)

- **फोगोसोम्स के डायनिन प्रेरित ट्रांसपोर्ट में डायनएक्टिन प्रकार्य**
  यह उत्सकुता का विषय है कि क्योंडायनिन रेग्युलेटर के तीन भिन्न अटैचमेंट हैं – मोटर, माइक्रोट्यूबेल्स एवं कार्गो के साथ। इन अन्योन्य क्रियाओं के प्रकार्यों एवं डायनिनमोशन पर उनके प्रभाव का अध्ययन किया जा रहा है। प्रश्न का उत्तर एक्स वाइवो एप्रोच में दिया गया जिसमें डिक्टिओस्टेलियम से शुद्ध फैगोसोम्स/एण्डोसोम्स का प्रयोग किया गया। अनुसंधानकर्ता टैक्सॉल-स्थिर माइक्रोट्यूबूल्स पर वाइट्रो में इन आर्गेनेल्स की मोटिलिटी को रिकंस्टिट्यूट कर सकते हैं एवं इस तरह प्लस एण्ड्स से ट्रांसपोर्ट को प्रारंभ किए जाने की आवश्यकता को बाईपॉस कर सकते हैं जैसा कि कोशिका में होता है। (संपर्क व्यक्ति: रुप मलिक)

- **LDB1 की अनिवार्यता सेरेब्रल कोर्टेक्स एवं थैलामस के पूर्व विकास के लिए है**
  मस्तिष्क का निर्माण रेग्युलेटरी कारकों के कंसर्टिड एक्शन द्वारा होता है। खोज की गई कि ट्रांसक्रिप्शन को-फैक्टर LDB1 की आवश्यकता सेरेब्रल कोर्टेक्स एवं थैलामस के विकास में महत्वपूर्ण कार्यों के लिए होती है। LIM प्रक्षेत्र बद्ध प्रोटीन 1 (LDB1), प्रोटीन को-फैक्टर है जो अनेक मल्टी प्रोटीन कांप्लेक्सेस में प्रतिभागिता ट्रांसक्रिप्शन फैक्टर्स (जो माउस फोरब्रेन विकास को रेग्युलेट करते हैं) के साथ करता है । फोरब्रेन के पूर्व विकास में LDB 1 की आवश्यकता का परीक्षण किया गया। रिपोर्ट की गई कि कोर्टिकल प्राइमोर्डियम को स्पेशिफाई नहीं किया गया है एवं सोमेटोसेंसरी VB नाभिक, LDB1 की हानि पर व्यापक रुप से संकुचित हो जाता है। ये खोजें, मस्तिष्क के विकास के दौरान LDB1 की नवीन भूमिका की रिपोर्ट करती हैं। (संपर्क व्यक्ति: शुभा तोले)

- **एपिथेलियल फ्यूजन मार्फोजेनेसिस के दौरान फ्यूजनफीडेलिटी एवं एपीथेलियल निरंतरता को सुनिश्चित करना**
  एंब्रायोनिक एपिडर्मिस का प्रयोग करके (जिसके फ्लैंक्स ड्रोसोफिला डोर्सल क्लोजर के दौरान फ्यूज हो जाते हैं) अनुसंधानकर्ताओं ने प्रदर्शन किया है कि एपिडर्मल फ्लैंक्स द्वारा फ्यूजन फांट्स की कोशिका संख्याओं और ज्यामिति को मॉड्युलेट किया जाता है जिसका उद्देश्य फ्यजून फीडेलिटी को प्राप्त करना है। यह भी दिखाया गया कि फ्यूजिंग कोशिका इंटरफेसेस को फ्यूजन पर एन-फेस कांटेक्ट्स से रिमॉडल,फ्यजून के बाद इंटरलॉकिंग अरेंजमेंट्स में किया जाता है। इंटरफेस लैंग्थ एवं ज्यामिति में ये परिवर्तन साइटोस्केलेटॉल तनाव और बजूका/पर3 के स्पेटियोटेंपोरल रेग्युलेशन पर निर्भर होते हैं। इस कार्य से फ्यजून फीडेलिटी एवं ऐपीथेलियल निरंतरता में कंट्रीब्यूट कर रहे आनुवांशिकीय कंस्ट्रेन्ड और यांत्रिकीय ट्रिगर्ड अडेप्टिव क्रियातंत्रों की खोज की गई।
  (संपर्क व्यक्ति: मैत्रेयी नरसिम्हा)

- **मार्फोजेनेसिस एवं घाव भरने के दौरान कोशिका आकार की गवर्निंग में एक्टिन एवं माइक्रोट्यूबूल साइटोस्केलेटॉन के मध्य इंटरप्ले**
  लक्ष्यित (एकल कोशिका) आनुवांशिक एवं नैनोस्केल लेजर प्रक्षोभों, 4D लाइव कंफोकल माइक्रोस्कोपी एवं परिमाणात्मक मार्फोलॉजिकल विश्लेषण का प्रयोग करके एमनिओसेरोसा के संकुचन का अध्ययन किया गया (एमनिओसेरोसा दोनों अपनी नेटिव अवस्था एवं वूंडिंग पर

ड्रोसोफिला डोर्सल क्लोजर के दौरान सक्रिय प्रतिभागी है)। अनुसंधानकर्ताओं ने पाया कि कोशिका व्यवहार में अंतर, एक्टोमॉयोसिन एवं माइक्रोट्यूबूल साइटोस्केलेटॉन के उदीयमान पोलेराइजेशन के साथ संबंधित हैं। इसके अतिरिक्त पाया गया कि माइक्रोट्यूबूल साइटोस्केलेटॉन की इंटेग्रिटी, वृद्धि एवं स्थिरता में प्रक्षोभों के विशिष्ट प्रभाव कोशिका व्यवहार पर एक्टोमॉयोसिन साइटोस्केलेटॉन के संघटन एवं गतिकी पर उनके प्रभावों के द्वारा हैं। ये परिणाम मैकेनोसेंसिटिव, माइक्रोट्यूबुल आश्रित फीडबैक क्रियातंत्र को स्पष्ट करते हैं जो एक्टोमॉयोसिन संघटन एवं गतिकी को प्रभावित एक्टोमॉयोसिन संकुचन के स्पेटिअल रेग्युलेशन द्वारा करते हैं। (संपर्क व्यक्ति: मैथरेयी नरसिम्हा)

- **सीरोटोनिन, माइटोकोंड्रियल बॉयोजेनेसिस एवं प्रकार्य में वृद्धि करता है एवं न्यूरोटॉक्सिसिटी से कोर्टिकल न्युरॉन्स को सुरक्षित करता है।**
  क्लॉसिकल मोनोएमिन न्यूरोट्रांसमीटर सीरोटोनिन को मूड डिसआर्डर्स, कॉग्निशिन एवं एजिंग में इंप्लिकेट किया गया है। इस कार्य ने नया प्रमाण उपलब्ध कराया। यह सीरोटोनिन के न्यूरोट्रांसमीटर के रुप में अपनी भूमिका के अतिरिक्त 5-HT2A रिसेप्टर एवं SIRT1-PGC1 अल्फा पथ मार्ग द्वारा न्युरॉन्स में माइटो कोंड्रियल उत्पादन में सीधे रुप में वृद्धि करने से संबंधित है। माइटोकोंड्रिया के इस बढ़े हुए उत्पादन एवं माइटोकोंड्रियल प्रकार्य में बढ़ी हुई वृद्धि न्युरॉन्स को न्यूरोटॉक्सिक स्ट्रैस से बचाता है एवं न्यूरोटॉक्सिक एजेंटों द्वारा कोशिका मृत्यु की रोकथाम करता है। (संपर्क व्यक्ति: विदिता वैद्य, उल्लास कोल्थुर। इस कार्य को संयुक्त रुप से टीआईएफआर में जैव विज्ञान विभाग में वैद्य एवं कोल्थुर प्रयोगशालाओं द्वारा किया गया एवं इसके महत्वपूर्ण मूल और क्लिनिकल इंप्लिकेशंस हैं।)

- **ओसिलेटरी माइक्रोRNAs द्वारा फीडफास्ट चक्रों के दौरान लीवर प्रकार्यों को रेग्युलेट किया जाता है एवं गलूकोस होमियोस्टेसिस को नियंत्रित किया जाता है**
  अध्ययन में लीवर में फीडिंग के आण्विक एंटीसिपेशन की खोज की गई जो यह सुनिश्चित करने के लिए अनिवार्य है कि फास्टिंग के बाद बॉडी पुन:फीडिंग किए जाने पर आने वाले न्युट्रिएंट्स के उपयोग के प्रति अनुकूलित हो। निष्कर्षों से पता चलता है कि माइक्रो RNAs नामक अत्यंत लघु RNA अणु, प्रोटीन्स के संश्लेषण को इनहिबिट कर प्रमुख मेटाबोलिक पथमार्गों को नियंत्रित करते हैं एवं इस तरह रक्त ग्लूकोज स्तरों की मैंटेनेंस में योगदान देते हैं। यह अध्ययन ग्लूकोज / फैट मेटाबोलिज्म को नियंत्रित करने के लिए संभावित चिकित्सीय लक्ष्यों के रुप में एवं मेटाबोलिक / लीवर रोगों में प्लॉजिबिल इंटरवेंशन के रुप में इन लघु RNA अणुओं के उपयोग का मार्ग प्रशस्त करता है। (संपर्क व्यक्ति: उल्लास कोल्थुर)

- **मिटोसिस केमास्टर रेग्युलेटर CDK1 के SIRT1 आश्रित डिऐसेटिलेशन की अनिवार्यता कोशिका विभाजन चक्रों के लिए है।**
  स्थापित किया गया कि CDK1 के SIRT1- आश्रित डिऐसेटिलेशन की अनिवार्यता मिटोसिस के दौरान G2-M प्रोग्रेशन के दौरान होती है एवं SIRT1, मरम्मत/रिकांबिनेशन एवं इस तरह मिओटिक प्रोग्रैशन के साथ क्रोमोसोमल सिनैप्सिस के युग्मन के लिए अनिवार्य है। ऐसेटिल प्रोटियोम में SIRT1 आश्रित परिवर्तनों के अभिलक्षणन के लिए प्रयासों से पता चला है कि CDK1 को अपने कैटालाइटिक लाइसिन-33 (K-33) पर ऐसेटिलेट किया जाता है। पाया गया कि जहां

ऐसेटिलेशन द्वारा ATP बद्धताओं को एबरोगेट नहीं किया जाता है वहीं यह कैटालाइटिक पॉकेट में ATP के ओरिएंटेशन में परिवर्तन करता है। यह भी खोज की गई कि कैटालाइटिक लाइसिन-33 के ऐसेटिलेशन द्वारा साइक्लिन-बी बद्धता को इनहिबिट किया जाता है। ऐसेटिलेटिड CDK1 के साथ संबंधित संरचनात्मक परिवर्तनों के अभिलक्षणन के अतिरिक्त पाया गया कि K-33 की चार्ज अवस्था का महत्व काइनेस-सक्षम कंफर्मेशन को प्राप्त करने के लिए है। (संपर्क व्यक्ति: उल्लास कोल्थुर)

- **माइक्रोरिजेस की संरचना एवं प्रकार्य, ऐपीथेलियल कोशिकाओं पर एपिकल प्रोजेक्शंस एवं उनके निर्माण का रेग्युलेशन**
  जेब्राफिश एपिडर्मिस का प्रयोग मॉडल के रुप में यह दिखाने के लिए किया गया कि माइक्रोरिजेस को F-एक्टिन के नेटवर्क द्वारा सपोर्ट किया जाता है एवं एपिथेलियल कोशिका सतह पर उनका अरेंजमेंट म्युकस आर्गेनाइजेशन के लिए महत्वपूर्ण है। राष्ट्रीय कोशिका विज्ञान केंद्र में जोमोन जोसफ के साथ कलेबोरेशन में दिखाया गया कि NUP 358, सूमोइलेशन द्वारा aPKC के क्रियाकलाप को रेग्युलेट करता है एवं इस तरह माइक्रोरिजेस के इलांगेशन को नियंत्रित करता है। (संपर्क व्यक्ति: महेंद्र सोनावणे, क्लाइडपिंटो, अमेयाखांदेकर, भावना राजसेखरन; कलेबोरेटर्स : इंदर मैगरे एवं जोमोन जोसफ)

- **बहुपरती एपिथेलियल प्रणाली में कोशिका पोलेरिटी का रेग्युलेशन**
  दिखाया गया कि ई-कैधेरिन, पेरीडर्म एवं बैसल एपीडर्मिस में पोलेराइज्ड मैनर में लोकलाइज्ड है एवं एपिकलपोलेरिटी रेग्युलेटर एपीकेसी,पेरीडर्म में ई-कैधेरिन पोलेरिटी को रेग्युलेटकरता है। डेटा से आगे पता चला कि पेरीडर्म में ई-कैधेरिन द्वारा पोलेरिटी को रेग्युलेट किया जाता है एवं बैसल एपिडर्मिस में ई-कैधेरिन का लोकलाइजेशन किया जाता है। इससे पता चलता है कि यह एपिथेलियल परतों में पोलेरिटीक्यूज को ट्रांसड्यूज करता है। जिस तरह पैरीडर्मल विकास द्वारा बैसल एपिडर्मिस को प्रिसीड किया जाता है, यह प्रस्तावित किया गया कि पेरीडर्म में एपीकेसी द्वारा प्रारंभ किए गए पोलेरिटीक्यू को ई-कैधेरिन द्वारा बैसल एपीडर्मिस में रिले किया जाए। (संपर्क व्यक्ति: महेंद्र सोनावणे, प्रतीक अरोड़ा, शिवाली डोंगरे)

- **विकासशील एपीडर्मिस में तनाव बनाए रखने के क्रियातंत्र**
  अनुसंधानकर्ताओं ने जेब्राफिश एपीडर्मिस को स्ट्रैच करने के लिए नवीन तेल इंजेक्शन आधारित पैराडिग्म को स्थापित किया। इस पैराडिग्म का प्रयोग करके दिखाया गया कि जेब्राफिश एपीडर्मिस द्वारा यांत्रिकीय स्ट्रैच को रिस्पांड अपने कोशिका आकार एवं कोशिका प्रोलिफेरेशन को बढ़ाकर किया जाता है। स्ट्रैच्ड एपीडर्मिस में कोशिका प्रोलिफेरेशन के इनहिबिशन से पता चला कि एपीडर्मिस द्वारा तभी प्रोलिफेरेशन की अनुपस्थिति में क्रोनिक यांत्रिकीय स्ट्रैस को सहा जा सकता है जब जंक्शनल ई-कैधेरिन को मैंटेन किया जाए। इन परिणामों से पता चलता है कि कोशिका आकार एवं कोशिका आसंजन का कांबिनेटोरियल एप्लिकेशन,एपीडर्मिस को इसकी टेंसाइल स्ट्रैंग्थ को ऑप्टिमाइज करने की अनुमति देता है। इस तरह ऊतक को तीव्र एवं निरंतर स्ट्रैसेस को बनाए रखने की मंजूरी दी जाती है। (संपर्क व्यक्ति: महेंद्र सोनावणे)

- **कोशिका विभाजन के रेग्युलेशन में कैल्शियम सक्रियित फॉस्फेटेस कैल्शिन्युरिन की भूमिका**

दिखाया गया कि कैल्शिन्युरिन, Ca2+ आश्रित फॉस्फेटेस द्वारा सिन पथमार्ग जैसी मैपकाईनेस के साथ सहयोग किया जाता है। इसका उद्देश्य रिंग स्थिरता एवं ट्रिगर कंस्ट्रिक्शन को मैंटेन करना है। दोनों कैल्शियूरिन एवं सिन क्रियाकलाप की अनुपस्थिति में एक्टोमॉयोसिन रिंग्स, कंस्ट्रिक्शन से नहीं गुजरीं एवं अंतत: उनका क्षय हुआ। इसके अतिरिक्त सिन एवं कैल्शियूरिन की प्रवत्ति Myp2p लोकलाइजेशन (कंस्ट्रिक्शन में संलग्न टाइप 2 मॉयोसिन) को रेग्युलेट करने में सहयोग करने की है। दोहरी प्रक्षुब्ध स्थिति में Myp2p लोकलाइजेशन पैची था। यह स्पष्ट कर सकता है कि कैसे रिंग में असामान्य तनाव इसके क्षय को जन्म दे सकता है। (संपर्क व्यक्ति: मिथिलेश मिश्रा)

- **एक्टिन क्रॉसलिंकिंग प्रोटीन अल्फा-एक्टिन, कंट्रेक्टाइल रिंग को स्कल्प्ट करने में सहायता करता है**
फारवर्ड आनुवांशिक स्क्रीन ने तापमान संवेदनशील साइटोकाइनेटिक उत्परिवर्ती rng4-146 की पहचान की। यह कंट्रेक्टाइल रिंग असेंबली में डिफेक्टिव थी एवं इसे क्लोन कर इसका अभिलक्षणन किया गया। पाया गया कि अल्फा-एक्टिनिन के एक्टिन बद्ध प्रक्षेत्र में अत्यंत सूक्ष्म एकल अमीनो अम्ल परिवर्तन से दोनों प्लेसमेंट एवं एक्टोमॉयोसिन रिंग की असेंबली के लिए गंभीर डिफेक्ट होता है एवं अंत में कोशिका विभाजन में असफलता होती है। आगे दिखाया गया कि ऑप्टिमल एक्टिन क्रॉसलिंकिंग की अनिवार्यता एक्टि मॉयोसिन रिंग की उपयुक्त स्कल्पटिंग के लिए है। (संपर्क व्यक्ति: मिथिलेश मिश्रा)

- **कोशिका विभाजन ऐपारेटस के कोर्स-ग्रेन्ड सिमुलेशंस**
विद्यमान सामग्री एवं इलेक्ट्रॉन क्रायोटोमोग्रॉफी से नए तीन-आयामी (3D) आण्विक विवरणों द्वारा सूचित एक्टिन फिलामेंट्स के 3D कोर्स-ग्रेन्ड मॉडलों, यूनिपोलर एवं बाइपोलर मॉयोसिन्स, एक्टिनक्रॉस-लिंकर्स एवं मैंब्रेन्स का विकास किया गया एवं उनकी अन्योन्य क्रियाओं को सिमुलेट किया गया। संभावित एक्टो मॉयोसिन अभिविन्यासों के मैट्रिक्स का अन्वेषण किया गया एवं पाया गया कि रिंग असेंबली के लिए वर्तमान में वर्णित की तरह नोड-आधारित आर्किटेक्चर्स का परिणाम मैं ब्रेनपकर्स में निकलता है जिसे वास्तविक कोशिकाओं की इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोप इमेजों में देखा नहीं गया है। इसके स्थान पर फ्लूरोसेंस माइक्रोस्कोपी, इलेक्ट्रॉन क्रायोटोमोग्राफी एवं जैव रसायनिक प्रयोगों से डेटा को सर्वोत्तम रुप से मैच कर रहा मॉडल वह था जिसमें एक्टिन फिलामेंट्स, मैं ब्रेन में फोर्स को ट्रांसमिट करता है। एक्टिन फिलामेंट्स यह रिंग प्रेरित संकुचन में द्विध्रुवीय मायोसिन्स के साथ सम रुप में वितरित, मैं ब्रेन-अटैच्ड, यूनिपोलर मायोसिन्स के साथ करता है। (संपर्क व्यक्ति: मिथिलेश मिश्रा)

- **कोशिका आकार हीटरोजेनिटी की आवश्यकता जेब्राफिश गैस्ट्रूलेशन के लिए है।**
अनुसंधानकर्ताओं ने लाइववर्टेब्रेट जेब्राफिश एंब्रायोस में प्रदर्शन किया कि कोशिका आकारों में परिवर्तन करने से कोशिका माइग्रेशन में परिवर्तन होता है एवं यह एंब्रायोनिक विकास को प्रभावित करता है। सभी प्राणी जेब्राफिश में उल्लिखित की तरह रिडक्टिव विभाजनों से गुजरते हैं। यह काफी हद तक संभव है कि भिन्न प्रजातियों के एंब्रायोज के विकास के पूर्व चरण में अपने स्वयं के कोशिका आकार के ऑप्टिमा होते हैं जो सामान्य पैटर्निंग को प्राप्त करने के लिए कोशिका माइग्रेशन गतिकी को डिक्टेट करते हैं। इस तरह खोजों से नई एवं विस्तृत जानकारियां मिलती हैं कि कैसे मेटाजोन एंब्रायोज विकसित होते हैं एवं सब्सक्वेंट सामान्य विकास के लिए स्टेज को सैट करने में रिडक्टिव कोशिका विभाजनों का क्या महत्व है। (संपर्क व्यक्ति: श्रीलजा नायर)

- **जेब्राफिश सेरेबेलम विकास में टी-बॉक्स ट्रांसक्रिप्शन कारकों की भूमिका**

सेरेबेलम, केंद्रीय नर्वस प्रणाली की प्राचीन संरचना है एवं इसकी आवश्यकता मोटर कोआर्डिनेशन, संतुलन एवं ज्ञानार्जन और मैमोरी में है। खोज की गई कि जेब्राफिश में टी-बॉक्स ट्रांसक्रिप्शन फैक्टर के एक पैरालॉग को विकासशील सैरेबेलम में ग्रेन्यूल कोशिकाओं के लघु समूह में एक्सप्रैस किया जाता है। यह खोज यह सवाल पूछने का अद्वितीय अवसर उपलब्ध कराती है कि कैसे सैरेबेलम (जिसे प्रकार्य द्वारा कंपार्टमेंट लाइज्ड किए जाने के रुप में जाना जाता है) को प्रकार्यों के उदीयमान होने के पूर्व जीन एक्सप्रैशन द्वारा कंपार्टमेंटलाइज्ड किया जाता है। जेब्राफिश उत्परिवर्तियों को इस टी-बॉक्स जीन के लिए जेनरट किया गया एवं वर्तमान में सैरेबेलम डिफैक्ट्स के लिए ऐसे इंग का कार्य किया जा रहा है। इस कार्य से संरचना-सैरेबेलम के विकास को समझने में सहायता मिलेगी जो सेरेब्रल कोर्टेक्स की तुलना में क्रमविकासात्मक रुप से प्राचीन है। (संपर्क व्यक्ति: श्रीलजा नायर)

- **यूबिक्विटीनेशन द्वारा *वाइवो में* सिनेप्टिक वैसिकल मोटर यूएनसी-104 का रेग्युलेशन**
  तीन स्वतंत्र ऐसेज (FRAP, FCS एवं लेजर एक्सोटॉमी) से पता चला कि UNC-104 के न्युरॉन्स में दो डिफ्यूसिबिल पूल्स हैं। इनमें से एक पूल यूबिक्विटीनेशन पर आश्रित प्रतीत होता है। आनुवांशिक डेटा से पता चला था कि कार्गो को रिलीज करने के बाद मोटरों को सिनैप्सेस पर डिग्रेड संभवत: यूबिक्विटीनेशन कार्य के बाद किया गया। UNC-104 पर कार्यरत यूबिक्विटिन लीगेसेस के लिए टच न्युरॉन-विशिष्ट आनुवांशिक स्क्रीन में दो E2 यूबिक्विटिन लिगेसेस की पहचान की गई जो UNC-104 के सिनैप्टिक डिग्रेडेशन को रेग्युलेट करती हैं। दोनों E2 यूबिक्विटिन लिगेसेस के RNAi में फेनोटाइप्स एवं कार्गो बद्ध डिफेक्टिव UNC-104 के लोकलाइजेशन से पता चला कि यूबिक्विटीनेशन की मोटर पर दो स्पेटिअल भूमिकाएं हो सकती हैं : न्युरोनल प्रक्रिया के साथ जहां यह मोशन गुणधर्मों को रेग्युलेट करता है एवं सिनैप्स पर जहां यह डिग्रेडेशन को नियंत्रित करता है। (संपर्क व्यक्ति: संध्या पी. कोशिका)

रसायनिक विज्ञान विभाग

- **मैंब्रेन प्रोटीन्स से रमन सिग्नलों में बढ़ोत्तरी**
  कार्य ने प्रभावी सरफेस एनहांस्ड रमन तकनीक का प्रदर्शन किया जो मैंब्रेन प्रोटीन्स की जांच कंपोजिट नैनोकणों का प्रयोग करके कर सकती है (इनमें सिल्वर नैनोकणों के चारों ओर लिपिड मैंब्रेन होती है)। इस तकनीक का प्रयोग करके यह भी दिखाया गया कि अलजाइमर रोग के लिए उत्तरदायी एमिलाइड बीटा पेप्टाइड स्वयं को अभिविन्यासित लिपिड मैंब्रेन पर विशेष रुप में कर सकती हैं। यह संघटन उनकी विषाक्तता के मूल को समझने के लिए महत्वपूर्ण हो सकता है। (संपर्क व्यक्ति: सुदीप्ता मैती)

- **पार्टनर के साथ अन्योन्यक्रिया एमिलाइड बीटा को विषाक्त बनाती है**
  यह कार्य एमिलाइड बीटा के संभावित अंतर्कोशिकीय पार्टनर्स पर केंद्रित था। देखा गया कि प्रोटीन के एन-टर्मिनस पर रखे जाने पर फ्लूरोसेंट रिपोर्टर दृढ़ रुप से क्वेंच होता है। तथापि अन्य स्थानों पर रखे जाने पर यह क्वेंच नहीं होता है। यह दिखाता है कि कोई पार्टनर एन-टर्मिनस के साथ अन्योन्यक्रिया विशेष रुप से अंतर्कोशिकीय स्पेस में करता है। इसके अतिरिक्त यह अन्योन्यक्रिया विषाक्तता के साथ दृढ़ रुप से सहसंबंधित करती पाई गई। इस पार्टनर को समझने से अलजाइमर के रोग के समाधान में वैकल्पिक मार्ग प्राप्त हो सकता है। (संपर्क व्यक्ति: सुदीप्ता मैती)

- **संरचना के न होने पर गतिकी से दवा की डिजाइन तैयार हो सकती है**
  एक पद्धति का प्रदर्शन किया गया जो इस गतिकी का प्रयोग अन्य अणुओं के साथ आईडीपी की अन्योन्यक्रिया की सीमा के विषय में परिमाणात्मक जानकारी उपलब्ध कराने में करती है। कैंडिडेट लिगैंड अणु दृढ़ रुप से बद्ध नहीं हो सकता किंतु क्षणिक अन्योन्यक्रियाओं से भी फ्लक्चुएंशस को क्षोभित किया जाना अपेक्षित हो सकता है। नैनोसेकेण्ड फ्लूरोसेंस क्रॉस-सहसंबंध स्पेक्ट्रोस्कोपी का प्रयोग करके दिखाया गया कि फ्लक्चुएशंस का आयाम एवं आवृत्ति ऐसे पैरामीटर्स के रुप में कार्य आईडीपीस के लिए दुर्बल लिगैंड्स की सूची से तुलनात्मक रुप में दृढ़ लिगैंड्स के चयन के लिए कर सकती हैं। (संपर्क व्यक्ति: सुदीप्ता मैती)

- **युग्मन ऊर्जा कैप्चर एवं भंडारण – सौर बैटरी के निर्माण के लिए प्रयत्न**
  इस अध्ययन ने एक योजना को प्रस्तुत किया जिसके द्वारा सौर ऊर्जा कैप्चर एवं भंडारण को युग्मित एकल बाई-फंक्शनल पदार्थ का प्रयोग करके किया गया है। दो विद्युत सक्रिय अर्धचालकों $BiVO_4$ (n-type) एवं Co_3O_4 (p-type) का पृथक रुप से मूल्यांकन दृश्यवान विकिरण की उपस्थिति एवं अनुपस्थिति में उनकी ऊर्जा भंडारण क्षमता के लिए किया गया है। एक अद्वितीय पहलू का निरीक्षण इनमें से प्रत्येक अर्धचालक के फोटो-इलुमिनेशन में किया गया है। यह जेनरेट होने वाले इन सीटू आवेश वाहकों द्वारा असंगत रुप में रिडाक्स रिस्पांस को प्रभावित करना है। अधिक महत्वपूर्ण प्रकाश की उपस्थिति में $BiVO_4$ की डिस्चार्ज क्षमता में सीए. 30 प्रतिशत की बढ़ोत्तरी है। यह प्रत्यक्ष रुप से इलुमिनेशन के दौरान आवेश भंडारण में वृद्धि करने का अद्वितीय मार्ग उपलब्ध कराता है। (संपर्क व्यक्ति : दीपा खुशलानी)

- **क्या कोशिका द्वारा प्रोटीन गतिकी की अनुभूति की जा सकती है ?**
  टीआईएफआर-डीसीएस में अनुसंधानकर्ताओं ने एटोमिस्टिक माइक्रोसेकेण्ड सिमुलेशंस का प्रयोग यह दिखाने के लिए किया है कि यूबिक्विटिन फैमिली प्रोटीन्स की गतिकी भिन्न होती है एवं दोनों समग्र और डाइरेक्शनल यूबिक्विटिन फ्लेक्सिबिलिटीज को जैविक रुप से संगत प्रोटीन पार्टनर्स के साथ अन्योन्यक्रियाओं के दौरान सिलेक्टिवली ट्यून किया जाता है। प्रस्तावित किया गया कि यूबिक्विटिन फैमिली प्रोटीन्स की विशिष्ट इक्विलिब्रियम फ्लेक्सिबिलिटीज कोशिकीय संदर्भ में उन्हें एवं उनकी प्रोटीन-प्रोटीन अन्योन्यक्रियाओं में अंतर करने के लिए गतिकीय आण्विक मैट्रिक के रुप में कार्य कर सकती हैं। (संपर्क व्यक्ति: रविंद्र वेंकटरमणी)

- **यूकारियोटिक कोशिका विभाजन चक्रों को रेग्युलेट करने के लिए आण्विक नियंत्रण**
  टीआईएफआर-डीसीएस एवं टीआईएफआर-डीबीएस में अनुसंधानकर्ताओं ने साइक्लिन आश्रित काइनेस-1 (CDK-1) में महत्वपूर्ण साइट की खोज की है। यह पार्टनर प्रोटीन साइक्लिन-बी के साथ अन्योन्यक्रियाओं को रेग्युलेट कर सकती है। CDK-1 प्रोटीन, यूकारियोटिक कोशिका विभाजन चक्रों का मास्टर रेग्युलेटर है एवं यह साइक्लिन-बी की बद्धता द्वारा सक्रियित होता है। दिखाया गया कि ये महत्वपूर्ण प्रोटीन-प्रोटीन अन्योन्यक्रियाओं को वास्तव में महत्वपूर्ण रसायनिक मॉडिफिकेशंस (ऐसेटिलेशन) द्वारा CDK-1 की सक्रिय साइट पर नियंत्रित किया जाता है। एटोमिस्टिकली डिटेल्ड कंप्यूटेशनल सिमुलेशंस का प्रयोग करके अनुसंधानकर्ताओं ने पाया कि CDK-1 की सक्रिय साइट पर रसायनिक मॉडिफिकेशंस बद्ध इंटरफेस की फ्लेक्सिबिलिटी को प्रभावित कर सकते हैं व इस तरह CDK-1 :साइक्लिन-बी बद्ध अन्योन्यक्रियाओं को रेग्युलेट करते हैं। (संपर्क व्यक्ति: रविंद्र वेंकटरमणी)

- **अवस्तर पूर्वसंघटन एवं विद्युत क्षेत्रों द्वारा कंफाइनमेंट के अंतर्गत प्रकाश सक्रियित रसायनिक अभिक्रियाओं को सुगम करना**

  टीआईएफआर-डीसीएस में अनुसंधानकर्ताओं ने अद्वितीय फोटोकैटालाइटिक योजना को विकसित किया है। इसके द्वारा सैल्फ-आर्गेनाइजिंग, धनात्मक रुप से आवेशित एवं वॉटर-सोल्यूबिल आण्विक नैनोकैजेस के अंदर रिएक्टेंट्स को ट्रैप करके इन चुनौतियों पर विजय पाई जा सकती है। नई योजना का प्रयोग करके ऐरोमेटिक अवस्तरों में दुर्बल रुप से पोलेराइज्ड सी-एचबॉड्स के फोटो सक्रियण पर आधारित विशेष रुप से चुनौतीपूर्ण रसायनिक अभिक्रियाओं का प्रदर्शन किया गया। स्पेक्ट्रो स्कोपिक एवं कंप्यूटेशनल प्रमाण के आधार पर प्रस्तावित किया गया कि केज-सबस्ट्रेट इलेक्ट्रानिक युग्मन एवं विद्युत क्षेत्र प्रेरित बांड पोलेराइजेशन प्रभावों के जोड़ द्वारा नैनोकैजेस के अंदर प्रकाश प्रेरित रसायनिक अभिक्रियाओं को सुगम बनाया जाता है। (संपर्क व्यक्ति: रविंद्र वेंकटरमणी)

- **Cu प्रेरित ऑक्सिडेटिव स्ट्रैस को कम करने के लिए रिडॉक्स-स्टेट सिलेक्टिव कीलेटर्स**

  टीआईएफआर में रसायनिक जैव विज्ञान समूह ने नवीन Cu (II) सिलेक्टिव कीलेटर्स को विकसित किया जो Cu (II) ऑयनों की ओर उच्च रुप से सिलेक्टिव थे एवं जिससे अनिवार्य धातु ऑयनों के नॉन-स्पेशिफिक रिमूवल के कारण अल्पतम साइडइफैक्ट्स होंगे। कीलेटर्स ने दोनों मैंकेस रोग मॉडल कोशिकाओं एवं लाइव बहुकोशिकीय जैब्राफिश लार्वेल मॉडल प्रणालियों में सीयू प्रेरित ऑक्सिडेटिव स्ट्रैस को रिलीव किया। कीलेटर्स की विशिष्ट सिलेक्टिविटी से गंभीर मैटाबोलिक एवं न्यूरोलॉजिकल डिसआर्डर्स के उपचार के विषय में एप्लिकेबिलिटी का पता चलता है। ये डिसआर्डर्स सीयू डिसरेग्युलेशन के साथ संबंधित हैं जिनमें विल्सन का रोग, अलजाइमर का रोग एवं कैंसर के कुछ प्रकार भी सम्मिलित हैं। (संपर्क व्यक्ति: अंकोनादत्ता)

- **वॉटर-सोल्यूबिल नैनोकैजेस के अंदर सी-एच बांड्स का अत्यंत द्रुत फोटो सक्रियण**

  अनुसंधानकर्ताओं ने नए कैटालाइटिक पैराडिग्म का आविष्कार किया है। इसमें वॉटर-सोल्यूबिल कैटियोनिक नैनोकैजेस का प्रयोग किया गया है जो मॉड्यूलर होस्ट-गैस्ट फोटोसक्रियण कार्यनीति उपलब्ध कराते हुए एंजाइम कैविटी को मिमिक करती है। वॉटर में प्रकाश सक्रियण एवं अवस्तर प्रि-आर्गेनाइजेशन के पोटेंट कांबिनेशन द्वारा अनुसंधानकर्ताओं ने एंबिएंट स्थितियों के अंतर्गत हाइड्रोकार्बन सी-एचबांड्स के फैसाइल किंतु सिलेक्टिव ऐरोबिक ऑक्सिडेशन का प्रदर्शन किया। (संपर्क व्यक्ति: ज्योतिशमन दासगुप्ता)

- **स्पिन डेंसिटी लोकलाइजेशन, पेंटासीन-DPP-पेंटासीन प्रणाली में सिंगलैट एक्साइटन फिशन को नियंत्रित करता है**

  अनुसंधानकर्ताओं ने इलेक्ट्रॉनिक स्पिन डेंसिटी डिस्ट्रीब्यूशन के महत्व को π-ब्रिज्ड पेंटासीन डाइमर्स में प्रभावी अंतर्आण्विक सिंगलैट एक्साइटन फिशन (आईएसईएफ) को सुगम करने में प्रस्तुत किया। फैम्टो सेकेण्ड ट्रांजिएंट अवशोषण स्पेक्ट्रोस्कोपी का प्रयोग करके पाया गया कि प्रभावी आईएसईएफ का निरीक्षण सिर्फ ~2.4 ps में फिलाइल-डिराइवेटिव के लिए किया जाता है जबकि अन्य दो डाइमर्स में यह नहीं होता है। इलेक्ट्रॉनिक संरचना गणनाओं से पता चला कि फिलाइल-डीपीपी ब्रिज विशिष्ट टर्मिनल पेंटासीन्स पर α- and β-स्पिन डेंसिटीज को लोकलाइज करता है। फोटो एक्साइटेशन पर स्पिन एक्सचेंज क्रियातंत्र, सिंगलैट स्टेट से आईएसईएफ को एनेबिल करता है जिसका स्वाभाविक ट्रिपलैट पेयर कैरेक्टर होता है। (संपर्क व्यक्ति: ज्योतिशमन दासगुप्ता)

- **ट्विस्टैड अंतर्आण्विक आवेश स्थानांतरण अवस्था के रमन स्नैपशॉट्स**
  फेम्टोसेकेण्ड स्टिमुलेटिड रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी का प्रयोग करके माइटोकोंड्रियल स्टेनिंग डाइ की स्टिलबेजोलियम-कक्षा के लिए टीआईसीटी अवस्था के विशिष्ट रमन सिग्नेचर को स्पष्ट किया गया। 4-N,N-diethylamino-4'-N-methyl-stilbazolium tosylate (DEST) की रेसोनेंस-सिलेक्टिव प्रॉबिंग, उत्तेजित अवस्था संरचना को तब ट्रैक करती है जब यह पीकोसेकेण्ड टाइमस्केल पर टीआईसीटी अवस्था में रिलैक्स होती है। इस कार्य ने दिखाया कि डोनर एवं एक्सेप्टरमोइटी को कनेक्ट करने वाला π-bridge ट्विस्ट की स्पेटिअल लोकेशन को प्रभावित करता है एवं बैकबोन गतिकी की रेशनल ट्यूनिंग द्वारा आर्गेनेल-स्पेशिफिक प्रॉब्स की डिजाइनिंग के लिए नया परिप्रेक्ष्य प्रस्तावित करता है। (संपर्क व्यक्ति : ज्योतिशमन दासगुप्ता)

- **ब्लैक गोल्ड कांबेट जलवायु परिवर्तन एवं समुद्री पानी को लवणहीन करना**
  नैनोटैक्नालॉजी की तकनीकों का प्रयोग करके अनुसंधानकर्ताओं ने गोल्डन गोल्ड को ब्लैक गोल्ड में परिवर्तित किया। ऐसा उन्होंने गोल्ड नैनोकणों के मध्य आकार एवं स्थानों को परिवर्तन करके किया है। वास्तविक वृक्षों के समान जो CO_2, सूर्यप्रकाश एवं पानी का प्रयोग भोजन बनाने में करते हैं, विकसित ब्लैकगोल्ड कृत्रिम वृक्ष की तरह कार्य करते हुए CO_2, सूर्यप्रकाश एवं पानी का प्रयोग ईधन के निर्माण में करता है । उल्लेखनीय रुप से ब्लैकगोल्ड का प्रयोग समुद्री पानी को पेयजल बनाने में भी किया जा सकता है। यह ब्लैक गोल्ड द्वारा सूर्यप्रकाश कैप्चर करने के बाद स्वयं के द्वारा उत्पन्न की जाने वाली उष्मा का प्रयोग करके किया जा सकता है। यह कार्य ''कृत्रिम वृक्षों'' को विकसित करने की दिशा में एक अग्रणी कदम है जो CO_2 को कैप्चर करके ईधन एवं उपयोगी रसायनों में परिवर्तित करतेहैं। (संपर्क व्यक्ति: विवेक पोल्शेट्टीवार)

- **डेंड्रिटिक फिब्रस नैनोसिलिका के लिए सरल संश्लेषण प्रोटोकॉल (डीएफएनएस)**
  डेंड्रिटिक फिब्रस नैनोसिलिका (डीएफएनएस) एक नैनो-पदार्थ हो सकता है। इसका विभिन्न एप्लिकेशंस में प्रयोग किया जा सकता है। इनमें कैटालाइसिस, CO_2, कैप्चर कंवर्शन, ड्रग डिलीवरी, पैथोलॉजी टैस्ट्स, सेंसर्स, फोटोनिक्स, वॉटर प्यूरिफिकेशन, हाइड्रोजन जेनरेशन, ऊर्जा हार्वेस्टिंग, ऊर्जा भंडारण एवं जलवायु परिवर्तन से जूझना आदि शामिल हैं। डीएफएनएस, समूह का आविष्कार था। इसका अब विश्व भर में 100 से अधिक समूहों द्वारा प्रयोग किया जा रहा है। इसके विविध क्षेत्रों में प्रयोग की सैकड़ों रिपोर्टें मिली हैं। परिवर्तित कण आकार एवं फाइबर डेंसिटी के साथ डीएफएनएस के रिप्रोड्यूसिबिल एवं स्केलेबिल संश्लेषण के लिए विस्तृत प्रक्रिया को उपलब्ध कराया गया। (संपर्क व्यक्ति: विवेक पोल्शेट्टीवार)

- **CO_2 कैप्चर के लिए रिंकल्ड कैजेस के साथ कार्बन नैनोस्फयर्स**

  इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने कार्बन कोटेड डेंड्रिटिक फिब्रस नैनोसिलिका (डीएफएनएस@ कार्बन) एवं हाई सरफेस एरिया रिंकल्ड कार्बन नैनोस्फेयर्स के लिए सस्टेनेबिल संश्लेषण प्रोटोकॉल को रिपोर्ट किया है। इसमें उन्होंने फेनॉल फार्मलडिहाइड पोलिमेराइजेशन रसायन शास्त्र का प्रयोग किया है। दिखाया गया कि हार्डटैंपलेट के चयन (अर्थात भिन्न आकारों एवं फाइबरडेंसिटी के साथ डीएफएनएस) से कार्बन कोटेड डीएफएनएस एवं रिंकल्ड कार्बन नैनोस्फेयर का संश्लेषण हाई सरफेसएरिया (1090 $\pm$ 50 m^2/g), बृहत्पोरवोल्यूम (1.18$\pm$ 0.02 cm^3/g) एवं विशिष्टपोर आकार डिस्ट्रीब्यूशन (3.5 एनएम से 15 एनएम) वाले ट्यूनेबिल गुणधर्मों के साथ हो सकता है।

प्रयुक्त डीएफएनएस, परिणामकारी रिंकल्ड कार्बन नैनोस्फेयर्स एवं उनके CO_2 कैप्चर क्षमता के मध्य सहसंबंध को स्थापित किया गया। (संपर्क व्यक्ति: विवेक पोल्शेट्टीवार)

- **एकल-अणु प्रोटीन मैकेनिक्स, मैकेनोबॉयोलॉजी एवं मैकेनोकैमिस्ट्री**

  यह अध्ययन प्रयोगात्मक तकनीकों एवं सैद्धांतिक टूल्स (प्रोटीन इंजीनियरिंग, पोलिमर संश्लेषण, फ्लूरोसेंस स्पेक्ट्रोस्कोपी, स्टेट ऑफ द आर्ट कस्टम-बिल्ट एकल-अणु परमाणु बल माइक्रोस्कोप (SM-AFM) सैद्धांतिक पद्धतियों एवं स्टियर्ड आण्विक गतिकी (SMD) के कांबिनेशन का प्रयोग प्रोटीन्स एवं पोलिमर्स की स्थिरता एवं गतिकी की जांच करने के लिए किया जाता है। SM-AFM एवं SMD का प्रयोग करके अनुसंधानकर्ताओं ने प्रोटीन्स एवं संश्लेषणात्मक पोलिमर्स के यांत्रिकीय रिस्पांस की जांच की। (संपर्क व्यक्ति: श्री रामा कोटि एनावरापू)

- **यूबिक्विटिन में साल्ट ब्रिज द्वारा प्रोटीन कंफर्मेशनल फ्लेक्सिबिलिटी का निर्धारण करना**

  अनुसंधानकर्ताओं ने यूबिक्विटिन (K-27-D52) के संरक्षित साल्ट-ब्रिज की भूमिका का परीक्षण किया। सर्क्यूलर डाइकोरिज्म (CD) एवं फ्लूरोसेंस एनिसोट्रॉपी अध्ययन कार्यों ने दिखाया कि यूबिक्विटिन कोर, कंफर्मेशनली रिजिड तापमान श्रेणी 5-55 डिग्री सेल्सियस में होता है। दोहरे उत्परिवर्तन K27A/D52L द्वारा साल्ट-ब्रिज में डिसरप्शन से इसकी कोर फ्लेक्सिबिलिटी में 5 डिग्री सेल्सियस की बढ़ोत्तरी हुई। यह बढ़ोत्तरी तापमान के साथ और अधिक होती है। यूबिक्विटिन पर अध्ययन कार्यों ने यूबिक्विटिन फैमिली प्रोटीन्स के संरक्षित साल्ट-ब्रिज के प्रोटीन कंफर्मेशनल फ्लेक्सिबिलिटी के निर्धारिक के रुप में होने का संकेत दिया। (संपर्क व्यक्ति: श्री रामा कोटी ऐनावापरू)

- **सूमो2 प्रोटीन का तापीय नरमीकरण**

  अनुसंधानकर्ताओं ने यूबिक्विटिन एवं लघु यूबिक्विटिन-संबंधित मॉडिफॉयर 2 (सूमो2) की तापमान आश्रित यांत्रिकीय स्थिरता का परीक्षण एकल-अणु बल स्पेक्ट्रोस्कोपी (SMFS) का प्रयोग करके किया है। इसके अतिरिक्त उन्होंने संगत कंफर्मेशनल परिवर्तनों का परीक्षण एनसेंबल प्रयोगों द्वारा किया है। यूबिक्विटिन जैसे प्रोटीन्स के यांत्रिकीय गुणधर्मों का अध्ययन किया गया। पाया गया कि अधिक संरचनात्मक संपर्कों वाला यूबिक्विटिन बल की उच्च मात्राओं का प्रतिरोध करता है एवं साथ ही संरचनात्मक रुप से रिजिड होता है। इसके विपरीत सूमोस के अल्प संपर्क होते हैं और निम्न तरबलों पर ये अनफोल्ड होते हैं। इसके अतिरिक्त इन प्रोटीन्स के कोर में अंतर्आण्विक अन्योन्यक्रियाएं (जैसे साल्ट-ब्रिजेस एवं हाइड्रोफोबिक अन्योन्यक्रियाएं) प्रोटीन यांत्रिकीय प्रतिरोध की डिक्टेटिंग में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती प्रतीत होती हैं एवं तापमान इस प्रभाव को आगे बढ़ाता है। (संपर्क व्यक्ति: श्री राम कोटी ऐनावापरु)

- **वाएबिल ग्रीन कैटालिस्ट्स के रुप में इमोबिलाइज्ड हैमेप्रोटीन्स एनालॉग्स का विकास**

  हाइब्रिड मॉयोग्लोबिन एनालॉग्स को हैमे के स्थान पर इरिडियम कांप्लेक्स को शामिल करके तैयार किया गया जिसे नवीन साइक्लोप्रोपेनेशन C-C युग्मन अभिक्रिया को उत्प्रेरित करते पाया गया। इन हाइब्रिड मॉयोग्लोबिन एनालॉग्स को तत्पश्चात धातु जैविक फ्रेमवर्क (MOF) में एंकैपसुलेट किया गया जिसने जैव-उत्प्रेरक की महत्वपूर्ण रुप से उन्नत स्थिरता को दिखाया। इन पदार्थों का उत्प्रेरकों के रुप में इन वाइट्रो एप्लिकेशंस में पोटेंशल हो सकता है। (संपर्क व्यक्ति: श्यामलवा मजूमदार)

संघनित पदार्थ भौतिकी एवं सामग्री विज्ञान विभाग

- प्रयोगों से स्पष्ट हुआ कि रेखीय एवं क्वाडरेटिक बैंड फर्मी सतहों (जो एक साथ विद्यमान होती हैं) के मध्य दृढ़ फिलिंग-बाध्य कंस्ट्रेंट्स के कारण रेखीय डाइरेक बैंड के बैरी चरण से ट्रीवियल बैंड, गैर ट्रीवियल क्वांटम दोलन चरण को इंहैरिट कर सकती हैं। इसे देखते हुए अनेक टोपोलॉजिकल पदार्थों में मल्टीपिल बैंड्स होते हैं, कार्य से पता चलता है कि कैसे अतिरिक्त बैंड्स (जिनके द्वारा विश्लेषण को बाधित करना माना जाता है) का वास्तव में प्रयोग बैरी चरण के सूक्ष्म प्रभावों को टीस आऊट करने के लिए किया जा सकता है। (संपर्क व्यक्ति: मंदार एम. देशमुख)
- ऑल-टू-ऑल युग्मन के साथ पूर्ण प्रोग्रामेबिल तीन-क्यूबिट अतिचालक क्वांटम प्रोसेसर की प्रकार्यता का प्रदर्शन किया गया। (संपर्क व्यक्ति: आर. विजयराघवन)
- बैंडविड्थ एनहांसमेंट के प्रयोगात्मक प्रदर्शन को क्वांटम-सीमित नाइस के साथ जोसफसन पैरामेट्रिक एंप्लिफॉयर्स में किया गया जिसने मानक गेन-बैंडविड्थ सीमा को बीट किया। (संपर्क व्यक्ति: आर. विजयराघवन)
- प्रथम वास्तविक ब्रॉडबैंड, प्लाजमोनिक क्वासीक्रिस्टल का प्रदर्शन किया गया। (संपर्क व्यक्ति: ए.व्ही. गोपाल)
- C:GaAs को THz उत्पादन एवं संसूचन हेतु LT-GaAs के विकल्प के रूप में दिखाया जाता है। (संपर्क व्यक्ति: ए.व्ही. गोपाल)
- THz मेटा पदार्थों का प्रदर्शन ईआईटी एवं फैनो अनुनादों और उच्च क्यू सहित क्वांटम प्रकाशिक फेनोमेना के क्लॉसिकल एनालॉग्स को मिमिक करने के लिए किया गया। सक्रिय ट्यूनेबिल अनुनादों का प्रदर्शन किया गया। (संपर्क व्यक्ति: ए.व्ही. गोपाल)
- ट्यूनेबिल ग्राफीन अतिजालक का निर्माण किया गया एवं उनका अध्ययन किया गया। (संपर्क व्यक्ति: मंदार एम. देशमुख)
- InAs नैनोवॉयर्स का अध्ययन उनके विद्युत, यांत्रिकीय एवं तापीय गुणधर्मों की जांच के लिए किया गया। (संपर्क व्यक्ति: ए. भट्टाचार्य)
- एक्सट्रीम मैग्नेटोरैसिस्टेंस (एक्सएमआर) का निरीक्षण बिना किसी एप्रशिएबिल सैचुरेशन के 14-टी चुंबकीय क्षेत्र में 2K पर लगभग 10^7% पर एप्रोच कर रहे $MoSi_2$ एकल क्रिस्टलों में किया गया। (संपर्क व्यक्ति: ए. थमीजावेल)
- टंगस्टेल थिन फिल्मों के सल्फराइजेशन द्वारा WS2 के लिए सुगम संश्लेषण तकनीक विकसित की एवं उनके निर्माण क्रियातंत्र, संरचनात्मक एवं प्रकाशिक गुणधर्मों का अध्ययन किया। (संपर्क व्यक्ति: मंदार एम. देशमुख)
- प्रकाशिक फ्लोटिंग-जोन तकनीक द्वारा बड़े उच्च गुणवत्ता के एकल क्रिस्टल (100)– अभिविन्यासित बीटा-Ga_2O_3 की वृद्धि का कार्य किया। (संपर्क व्यक्ति: ए. भट्टाचार्य)
- दुर्बल आसंजित प्रणालियों को समझने के लिए प्रकाशिक ट्वीजर आधारित तकनीक का विकास किया। (संपर्क व्यक्ति: शंकर घोष)

- 0.53 mK के नीचे शुद्ध Bi एकल क्रिस्टलों में बल्क SC के प्रथम निरीक्षण को 0 K पर 0.0052 mT के अनुमानित महत्वपूर्ण चुंबकीय क्षेत्र के साथ एंबिएंट प्रेशर में किया। (संपर्क व्यक्ति: एस. रामाकृष्णन)
- इंसुलेटर-अतिचालक चरण ट्रांजिशंस में स्यूडो अवस्था की व्याख्या की गई एवं दृढ़ अक्रमित एस-तरंग अतिचालक में हिग्स मोड को निरीक्षित किया गया। (संपर्क व्यक्ति: प्रताप रायचौधरी)
- स्पिन चैन ऑक्साइड्स (R_2BaNiO_5, Ca_3CoTO_6, R_2TiO_5, RMn_2O_5 etc.; R = विरल मृदा; T = परिवर्तनीय धातु) के चुंबकीय एवं मैग्नेटो डाइइलेक्ट्रिक क्रम में एनिसोट्रोपी का अध्ययन किया गया। [संपर्क व्यक्ति: ई.व्ही. संपत कुमारन]
- एक स्पिन चेन कंपाउंड Tb_2BaCoO_5 में मल्टीफैरियोसिटी की रिपोर्टिंग के अतिरिक्त, डाइइलेक्ट्रिक स्थिरांक में निरीक्षित परिवर्तन (स्पिन-पुन: अभिमुखीकरण के बाद बाह्य अनुप्रयुक्त चुंबकीय क्षेत्रों के द्वारा लाया गया इसके नील तापमान के नीचे) यौगिक के पॉलिक्रिस्टलों के बल्क फार्म हेतु प्रथम सबसे बड़ा निरीक्षणीय परिवर्तन है (55% के निकट, निम्न 10 K, H= ~100 kOe हेतु) । यह कार्य कमरे के तापमान पर बृहत मैग्नेटोडाइइलेक्ट्रिक कपलिंग के साथ ऐसे पॉलिक्रिस्टालाइन सिंगल-फेज़ पदार्थ का पता लगाने हेतु एक विश्वास प्रदान करता है। [संपर्क व्यक्ति: ई.व्ही. संपत कुमारन]
- विरुपित कैगोम जालक में 'एक्जोटिक' चुंबकत्व की रिपोर्टिंग की जो धातुओं अर्थात $Tb_3Ru_4Al_{12}$ पर आधारित है। यह यौगिक ऐनिसोट्रोपिक स्पिन-ग्लास की विशेषताओं को प्रदर्शित करता है, जो ज्यामितीय बाधा के कारण स्पिन-ग्लास भूमि अवस्था को प्रपोज कर रहे सिद्धांतों को पुन:जीवित करने की आवश्यकता पर ज़ोर देते हैं। [संपर्क व्यक्ति: ई.व्ही. संपत कुमारन]
- Eu-आधारित मिश्रित वैलेंट यौगिक के लिए पहली बार कण आकार अध्ययन किया गया। [संपर्क व्यक्ति: ई.व्ही. संपत कुमारन]

टीआईएफआर के केंद्र

अंतर्राष्ट्रीय सैद्धांतिक विज्ञान केंद्र, बैंगलुरु

खगोलभौतिकीय सापेक्षता

- **लीगो-वर्गो बाइनरी ब्लैक होल इवंट्स में गुरुत्वीय लेंसिंग सिग्नेचर्स के लिए खोज**
  अनुसंधानकर्ताओं ने एडवांस्ड लीगो एवं वर्गो (उनके प्रथम दो निरीक्षणीय रन्स के दौरान) द्वारा संसूचित बाइनरी ब्लैक होल इवंट्स में गुरुत्वीय लेंसिंग के सिग्नेचर्स के लिए खोज की। उन्होंने तीन प्रभावों की खोज की : 1. गैलेक्सी लैंसेस के कारण पृथक संकेतों में लेंसिंग मैग्निफिकेशन का प्रमाण 2. गैलेक्सीज द्वारा दृढ़ लेंसिंग के कारण बहुल इमेजों का प्रमाण 3. बिंदु-द्रव्यमान लेंसों के कारण तरंग ऑप्टिक्स प्रभावों का प्रमाण। उन्होंने निरीक्षित गुरुत्वीय तरंग संकेतों में इन सिग्नेचर्स में से किसी का कोई भी अकाट्य प्रमाण नहीं पाया। हालांकि जिस तरह गुरुत्वीय तरंग संसूचकों की सेंस्टिविटीज भविष्य में बढ़ेगी उसे देखते हुए लेंस्ड इवंट्स को संसूचित करना काफी सीमा तक संभव हो सकता है। (रिपोर्टर: पी. अजीत)

जटिल प्रणालियां

डेटा एसिमिलेशन

- इस कार्य में अरेखीय फिल्टरिंग सिद्धांत एवं डेटा एसिमिलेशन समस्याओं के मध्य संबंधों का अध्ययन किया गया। अध्ययन की गई समस्या अशुद्ध रुप से प्रारंभ किए गए रेखीय फिल्टर एवं शुद्ध रुप से प्रारंभ किए गए रेखीय फिल्टर की उपगामी निकटता थी। वर्तमान कार्य का मुख्य योगदान निरीक्षणीयता के पूर्वानुमान के अंतर्गत शून्य सिस्टम नाइस के साथ रेखीय फिल्टर की स्थिरता को प्राप्त करना था। (रिपोर्टर: अमित आप्टे)

तरल गतिकी एवं प्रक्षोभ

- **द्वि-चरण प्रवाह में बूंदें एवं बुलबुले**
  मेघ क्रमविकास में महत्वपूर्ण प्रश्न यह है कि कैसे मेघ की बूंदें संघट्टन करती हैं व बारिश की बूंदों में सम्मिलित होती हैं। दिखाया गया कि किथ्री-डाइमेंशनिलिटी द्वारा कास्टिक क्षेत्रों के निकट क्लस्टरिंग को बढ़ाया जाता है एवं अत्यंत उच्च स्ट्रेन क्षेत्रों (जहां कुछ कण रहते हैं) में बड़ी संख्या में संघट्टन होते हैं। (रिपोर्टर: रामा गोविंदराजन, समृद्धि संकर राय)

- **बैसेट-बोसिनेस्क बल अध्ययन**
  बैसेट-बोसिनेस्क बल अध्ययन को पूर्ण किया गया। इस कार्य को *फोकस ऑन फ्लूइड्स इन इ जर्नल ऑफ फ्लूड मैकेनिक्स (2019)* में स्थान दिया गया। अनुसंधानकर्ताओं ने पहली बार अवास्तविक भंडारण की आवश्यकता के बिना इस बल को हैंडल करने का मार्ग दिखाया। (रिपोर्टर: रामा गोविंदराजन, विशाल वासन)

सांख्यिकीय भौतिकी एवं संघनित पदार्थ भौतिकी

- **क्लॉसिकल मैनी-बॉडी प्रणाली में बटरफ्लाई प्रभाव की तापमान निर्भरता**

इस कार्य में कैगोम लैटिस पर अन्योन्यक्रियाकारी स्पिन्स की क्लॉसिकल मैनी-बॉडी प्रणाली में के ऑटिक गतिकी का अध्ययन किया गया। मैनी-बॉडी के ऑस का अभिलक्षणन, बटरफ्लाई प्रभाव द्वारा उपयुक्त आऊट-ऑफ-टाइम-क्रमित-कम्युटेटर द्वारा कैप्चर्ड के रुप में किया जाता है। स्पिन-द्रव्य चरण की उत्पत्ति के कारण केऑटिक गतिकी, शून्य तापमान तक विस्तृत होती है। इस अध्ययन ने बटरफ्लाई प्रभाव के दो पूरक पहलुओं की पूर्ण तापमान निर्भरता को निर्धारित किया: लियापुनोव एक्सपोनेंट μ एवं बटरफ्लाई स्पीड V_B । स्पिन गतिकी के सामान्य मापों के साथ उनके अंतर्संबंधों का भी अध्ययन किया गया। इनमें स्पिन-डिफ्यूजन कांस्टेंटडी एवं स्पिन-ऑटो सहसंबंध समय τ शामिल थे। (रिपोर्टर: सुभ्रो भट्टाचार्यजी)

- **क्लॉसिकल स्पिन चेन में प्रक्षोभों का लाइट-कोन विस्तार एवं बटरफ्लाई प्रभाव**
  पाया गया कि स्थानीय प्रक्षोभों का केऑटिक क्लॉसिकल मैनी-बॉडी प्रणाली (क्लॉसिकल हैजेनबर्ग स्पिन चेन) में विस्तार तीव्र गति से परिमित गति पर होता है एवं फार्म में कोई परिवर्तन नहीं होता है। इसका कारण यह है कि प्रक्षोभ के मूल से दूरी का प्रकार्य स्थानीय स्पिन गतिकी के होने पर भी डिफ्यूसिव होता है। इस फेनोमेना का अध्ययन इस बटरफ्लाई प्रभाव के दो पूरक पहलुओं पर प्रकाश डालकर किया गया: लियापुनोव द्वारा अभिलक्षणित प्रक्षोभों की तीव्र वृद्धि एवं इसका साइमलटेनस तीव्र (लाइट-कोन) विस्तार एवं बटरफ्लाई गति। (रिपोर्टर: सुभ्रो भट्टाचार्य जी, अभिषेक धर, अनुपम कुंडू, समृद्धि संकर रे)

- **तापीय भंडारों में कनेक्टिड प्रणालियों में विसंगत ऊष्मा समीकरण**
  तापीय बाथ्स की उपस्थिति में संरक्षित मात्राओं की परिमित संख्या के साथ दो एक-आयामी स्टाकेऑस्टिक प्रणालियों में विसंगत ट्रांसपोर्ट का अध्ययन किया गया। यथार्थ एक्सप्रैशंस को तापमान प्रोफाइल एवं दो बिंदु सहसंबंधों के लिए स्थाई अवस्था और अस्थिर अवस्था में प्राप्त किया गया। विसरण मामले में फोरियर ऊष्मा समीकरण के विपरीत दिखाया गया कि दोनों मॉडलों में तापमान प्रोफाइल के क्रमविकास को गैर-स्थानीय फ्रैक्शनल ऊष्मा समीकरण द्वारा नियंत्रित किया जाता है। (संपर्क व्यक्ति: अभिषेक धर, अनुपम कुंडू)

- **क्वांटम डॉट्स सर्किट-क्यूईडी डायोड्स एवं ट्रांजिस्टर्स**
  प्रदर्शित किया गया कि सर्किट-क्यूईडी आर्किटेक्चर (क्यूडी-सीक्यूईडी) में युग्मित क्वांटम डॉट प्रणालियां डायोड्स एवं ट्रांजिस्टर्स जैसे यंत्रों को रियालाइज करने के लिए उत्कृष्ट मंच हो सकती हैं। तीव्र एवं अत्यंत तीव्र इलेक्ट्रॉन-फोटोन अन्योन्यक्रिया के साथ वोल्टेज-बायस्ड डबल क्वांटम डॉट प्रणाली द्वारा इलास्टिक एवं इनइलास्टिक करेंट्स का परीक्षण किया गया। डायग्रामैटिक केल्डिश नॉन-इक्विलिब्रियम ग्रीन के प्रकार्य एप्रोच के प्रयोग द्वारा पाया गया कि क्यूडी-सीक्यूईडी प्रणाली, उत्कृष्ट आवेश एवं ऊष्मा रेक्टिफिकेशन प्रभावों का प्रदर्शन करती है जिससे उच्च कार्य निष्पादन थर्मोइलेक्ट्रिक्स के लिए कटिंग-एजफ्रंटियर उपलब्ध हो सकता है। परिणामों से प्रदर्शित होता है कि क्यूडी सी-क्यूईडी प्रणालियां, नवीन क्वांटम यंत्रों के लिए उत्कृष्ट कैंडिडेट हो सकती हैं। (रिपोर्टर: मानस कुलकर्णी)

गणित

- **विरल यादृच्छिक मैट्रिसेस की प्रतिलोमता का तीव्र ट्रांजिशन**
  अनुसंधानकर्ताओं ने विरल यादृच्छिक मैट्रिसेस की प्रतिलोमता के तीव्र ट्रांजिशन को स्थापित करने के लिए परियोजना पर कार्य किया। इसके अतिरिक्त उन्होंने लघुतम एकल मान पर परिमाणात्मक

निम्नतर सीमा को प्राप्त किया। इस कार्य से स्थापित हुआ कि गैर-प्रतिलोमता के लिए मुख्य कारण शून्य रो या शून्य कॉलम का अस्तित्व है। (रिपोर्टर: अरिबन बासक)

- **केपीजैड यूनिवर्सेलिटी कक्षा में पर्कोलेशन मॉडल्स**
  यह अध्ययन मुख्य रुप से केपीजैड यूनिवर्सेलिटी कक्षा में लास्ट पैसेज पर्कोलेशन मॉडल्स पर केंद्रित था। यहां Z^2 के वर्टिसेस पर आइडेंटिकली एवं स्वतंत्र रुप से वितरित भारों के क्षेत्र में दो दूरस्थ वर्टिसेस के मध्य अधिकतम भार (ओरिएंटिड) पाथ्स के भार एवं ज्यामिति का अध्ययन किया जाता है। अनुसंधानकर्ता, एक्सपोनेंशली वितरित वर्टेक्स भारों के साथ लास्ट पैसेज पर्कोलेशन मॉडलों के इंटिग्रेबिल मॉडल में पाथ्स (जियोडेसिक्स) को अधिकतम करने की ज्यामिति का अध्ययन कर रहे हैं। (रिपोर्टर: रिद्दीप्रातिम बसु)

- **कैहलर सतहों पर वोर्टेक्स माड्युली स्पेसेज के क्विलेन प्रकार बंडल्स एवं ज्यामितीय क्वांटमीकरण**
  कार्य में दिखाया गया कि प्रोजेक्टिव मैनिफोल्ड्स पर क्विलेनबंडल्स होते हैं जो ज्यामितीय क्वांटम बंडल की भूमिका का निर्वाह करते हैं। अनेक स्पष्ट उदाहरणों को इस फेनोमेना के लिए दिया गया जिसमें कैहलर सतहों पर वोर्टेक्स माड्युली स्पेसेस का उदाहरण एक था। (रिपोर्टर: रुक्मणि देव)

- **मार्फोजेनेटिक प्रक्रियाओं के संगत सक्रिय मैकेनोकैमिकल पैटर्न निर्माण**
  इस कार्य में सी. एलेगन्स जाइगोट्स में कोशिका पोलेरिटी स्थापना की गतिकी को श्रमसाध्य रुप में क्वांटिफाई किया गया एवं दिखाया गया कि पैटर्न्स की स्पेटियोटेंपोरल उत्पत्ति को टूरिंग-जैसी पोलेरिटी निर्माणकारी प्रणाली में युग्मित सक्रिय जैल सिद्धांत द्वारा नियंत्रित किया जाता है। अनुसंधानकर्ताओं ने दोनों अबद्ध एवं बद्ध प्रक्षेत्र में एक आयाम में फ्रीरन-एण्ड-टंबल कण पर गतिकी के यथार्थ सोल्यूशंस को प्राप्त किया। हाल ही में उन्होंने दो-आयामों में आइसोट्रॉपिक हार्मोनिक पोटेंशल द्वारा कंफाइंड सक्रिय ब्राउनियन कण की स्थाई अवस्था संभाव्यता वितरण के लिए समान यथार्थ सोल्यूशन को भी प्राप्त किया। (रिपोर्टर: विजय कुमार कृष्णमूर्ति)

सूत्र सिद्धांत एवं गुरुत्वीय भौतिकी

- **सूत्र सिद्धांत की नवीन तनावरहित सीमाएं**
  अनुसंधानकर्ताओं ने एनएस-एनएस फ्लक्स की उपस्थिति में 3-आयामी एडीएस (एंटी-डे-सिटर) पृष्ठभूमियों के लिए नवीन ऐसी सीमा की खोज की। उन्होंने इस सीमा का अधिक विस्तार में अध्ययन किया एवं इस विशेष बिंदु पर स्पेक्ट्रा एवं प्रत्यक्ष रुप से भिन्न बिंदु (जिसका परंपरागत सममित प्रोडक्ट आर्बिफोल्ड द्वारा वर्णन किया जाता है) के मध्य अपेक्षाकृत आश्चर्यजनक संबंध को पाया। इससे सूत्र सिद्धांत की तनाव रहित सीमा की सूक्ष्म जानकारी का मार्ग प्रशस्त होता है। इससे एडीएस/सीएफटी करेसपांडेंस की तुलना में भी सहायता मिलती है जहां दोनों पक्ष विश्लेषणत्मक नियंत्रण के अंतर्गत हैं - इसे अभी तक ऐसी सामान्यता में प्राप्त नहीं किया गया है। (रिपोर्टर: राजेश गोपकुमार)

- **सूचना पैराडॉक्स**
  इस कार्य में "फजबॉल प्रस्ताव" नामक सूचना पैराडॉक्स के लिए प्रस्तावित सोल्यूशन को विश्लेषित किया गया एवं दिखाया गया कि यह अनेक सैद्धांतिक कठिनाइयों से ग्रस्त है। पृथक रुप से यह भी दिखाया गया कि कैसे क्वांटम गुरुत्वाकर्षण में स्थानीयता की हानि से फ्लैटस्पेस में भी पैराडॉक्सिकल स्थिति निर्मित हो सकती है। इस विश्लेषण ने यह भी दिखाया कि कैसे स्थानीयता की हानि ब्लैक-होल ऐवापोरेशन के लिए भी महत्वपूर्ण हो सकती है। (रिपोर्टर: सुव्रत राजू)

- **संतुलन के होने एवं न होने में कालातीत-क्रमित सहसंबंधकों की जांच**

इस अध्ययन ने सामान्य प्रणाली के कालातीत-क्रम सहसंबंध कों (OTOCs) की जांच करने की पद्धति को इसे हार्मोनिक ओसिलेटेर जांच के साथ युग्मित करके प्रस्तुत किया। जब प्रणाली की स्वतंत्रता की सीमाओं को ट्रेस किया जाता है तो OTOCs, ओसिलेटर्स के सामान्यीकृत प्रभाव फंक्शनल पर स्वयं की छाप छोड़ते हैं। यह सामान्यीकृत प्रभाव फंक्शनल जांच के लिए स्थानीय प्रभावी कार्य को जन्म देता है जिसके युग्मनों द्वारा प्रणाली के OTOCs को एंकोड किया जाता है। अनुसंधानकर्ताओं ने इस प्रभावी कार्य के संरचनात्मक लक्षणों एवं माइक्रोस्कोपिक यूनिटैरिटी से युग्मनों पर नियंत्रणों का अध्ययन किया। अध्ययन कार्य मेंइस पर भी टिप्पणी की गई कि कैसे प्रणाली के OTOCs, जांच की OTOCs में अपीयर होते हैं। (रिपोर्टर: आर. लोगानयागम)

राष्ट्रीय रेडियो खगोलभौतिकी केंद्र, पुणे

- **उन्नत जीएमआरटी की पूर्णता एवं उद्घाटन**
  एनसीआरए द्वारा निर्मित एवं प्रचालित अंतरराष्ट्रीय सुविधा बृहत् मीटरतरंग रेडियो दूरदर्शी (जीएमआरटी) का विगत 5 वर्षों में बृहत् स्तर पर उन्नयन किया गया और अब यह कार्य पूर्ण हुआ है। इसका मुख्य उद्देश्य जीएमआरटी की आवृत्ति कवरेज को 110 से 1460 MHz तक बढ़ाना (नियर सीमलैस आवृत्ति कवरेज के साथ) और 400 MHz के मैग्नीट्यूड के आर्डर द्वारा इंस्टेनियस बैंडविड्थ में सुधार करना था। इन अपग्रेड्स ने कंटिन्युअम इमेजिंग हेतु सेंस्टिविटी एवं पल्सर अध्ययन कार्यों में महत्वपूर्ण सुधार किया। इसके अतिरिक्त इनसे यूनिवर्स के क्रम विकास को ट्रेस करने वाले भिन्न इपोक्स से रैड-शिफ्ट न्युट्रल हाइड्रोजन की संसूचना के लिए उन्नत वर्सेटिलिटी प्राप्त हुई। यूजीएमआरटी की पूर्णता एवं पूर्ण रिलीज एनसीआरए की प्रमुख उपलब्धि है। (संपर्क व्यक्ति: यशवंत गुप्ता)

- **अंतरराष्ट्रीय स्क्वेयर किलोमीटर आरे परियोजना में भारत की प्रतिभागिता**
  अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर एनसीआरए ने स्क्वेयर किलोमीअर आरे में भारतीय प्रतिभागिता में अग्रणी भूमिका निभाना जारी रखा। यह बहु-राष्ट्रीय कलेबोरेटिव परियोजना है जिसका उद्देश्य आगामी पीढ़ी के रेडियो दूरदर्शी की डिजाइन तैयार करना और निर्माण करना है जो किसी विद्यमान सुविधा से 50 गुना अधिक सेंसिटिव होंगे। जुलाई, 2018 में दूरदर्शी प्रबंध कार्य पैकेज (जिसका एनसीआरए ने भिन्न एसकेए सदस्य देशों के 6 अन्य संगठनों एवं भारतीय उद्योग के साथ साझेदारी में नेतृत्व किया) की डिजाइन की महत्वपूर्ण डिजाइन समीक्षा (सीडीआर) की सफलतापूर्वक पूर्णता के बाद भारतीय टीम ने पूर्व प्रोटोटाइपिंग क्रियाकलापों में महत्वपूर्ण प्रगति की। (संपर्क व्यक्ति: यशवंत गुप्ता)

- **पल्सरों एवं ट्रांज़िएंट्स के लिए जीएमआरटी उच्च विभेदन सदर्न स्काई सर्वे**
  जीएसआरएसएस–पल्सरों एवं ट्रांजिएंट्स का जीएमआरटी उच्च विभेदन सदर्न स्काई सर्वे– जीएमआरटी का जारी गैलेक्सीय प्लेन सर्वे है। यह जीएमआरटी की सेंस्टिविटी एवं इसके साइमलटेनस टाइम डोमेन और इमेजिंग क्षमता का उपयोग करता है। पिछले चार वर्षों में किए गए जीएचआरएसएस सर्वे में अभी तक 18 पल्सरों की खोज हुई है जिसमें रोचक मिलीसेकेण्ड पल्सरें, रिसाइकल्ड पल्सरें शामिल हैं। उन्नत जीएमआरटी इस सर्वेक्षण के पोटेंशल में वृद्धि करता है एवं चरण-2 का परिणाम 5 नई पल्सरों, (जिसमें एक एमएसपी और एक आरआरएटी शामिल है) की

खोज में निकला है। जीएसआरएसएस सर्वे की पल्सर प्रति स्क्वेयर सीमा खोज दर, ऑफ-गैलेक्सीय-प्लेन सर्वेस के लिए सर्वाधिक उच्चतम में से एक है। (संपर्क व्यक्ति: भास्वती भट्टाचार्य)

- **ब्लैक विडोज़ एक्लिपसेस की दीर्घकालीन वैरिएबिलिटी-पीएसआर J2051−0827 का दशक**
  अनुसंधानकर्ताओं ने LOFAR, GMRT और पार्केस रेडियो टेलीस्कोपों के साथ 110 -4032 MHz श्रेणी में रेडियो आवृत्तियों पर ब्लैक विडो पल्सर पीएसआर J2051 −0827 के एकलिप्स फेनोमेना के 10 वर्षों के प्रेक्षणों पर रिपोर्ट की। अध्ययन कार्यों और मॉडलिंग ने आर्बिटल अवधि की तरह लघु टाइमस्केल्स पर डिसपर्शन विशेषताओं में वैरिएबिलिटी को स्पष्ट किया जो महीनों से वर्षों के टाइमस्केल्स पर पूर्व में अनजानी प्रवृत्तियां हैं। पोलेराइजेशन कैलिब्रेटिड निरीक्षणों का प्रयोग करके चुंबकीय क्षेत्रों की स्ट्रैंग्थ्स पर प्रथम उपलब्ध सीमाओं को प्राप्त किया गया है। परिणामों पर विचार एकलिप्स क्रियातंत्रों एवं स्केटरिंग के संदर्भ में किया गया एवं / या साइक्लोट्रोन अवशोषण सर्वाधिक विश्वसनीय स्पष्टीकरण प्रतीत हुआ जबकि डिसपर्शन स्मीयरिंग को निर्णायक रुप से खारिज किया गया। कंपेनियन से द्रव्यमान हानि दर के अनुमान से पता चला कि कंपेनियन का पूर्ण रुप से वाष्पीकरण किसी उपयुक्त टाइमस्केल पर नहीं होगा। (संपर्क व्यक्ति: भास्वती भट्टाचार्य)

- **X-आकार की रेडियो आकाश गंगाएं: बाइनरी सुपरमैसिव ब्लैक-होल्स हेतु खोज**
  ज्ञात एक्स-आकार के एवं हाल ही में खोज किए गए एक्स-आकार के कैंडिडेट स्रोतों के बड़े सैंपल के क्रमबद्ध अध्ययन को अनेक रेडियो आवृत्तियों पर बृहत् मीटरतरंग रेडियो दूरदर्शी का प्रयोग करके किया गया। पाया गया कि ऐसी एक्स-आकार की रेडियो आकाशगंगाओं के निर्माण में बाइनरी सुपरमैसिव ब्लैक-होल्स की संभावित भूमिका सर्वाधिक संभावित है। (संपर्क व्यक्ति: धरम वीर लाल)

- **पल्सरों एवं तीव्र ट्रांज़िएंट्स के समय-प्रक्षेत्र अध्ययन कार्यों हेतु पोस्ट-सहसंबध बीमफार्मर**
  प्रदर्शन किया गया कि पोस्ट-सहसंबंध बीमफार्मिंग (अर्थात ऐसी बीमफार्मिंग जो किसी ऐरे में भिन्न एंटीनाओं की वोल्टताओं के सहसंबंध के सिर्फ फेज्ड सम्स को संलग्न करती हैं) नामक बीमफार्मिंग का नया रुप नई पल्सरों एवं तीव्र रेडियो बर्स्ट्स (एफआरबीस) की खोज के लिए उन्नत जीएमआरटी की क्षमताओं एवं सेंस्टिविटी में महत्वपूर्ण रुप से सुधार करता है। पोस्ट-सहसंबंध बीमफार्मेशन, एकल डिश पर इंटरफेरोमेटिक ऐरे की अभी तक अन्वेषण न की गई क्षमता को सामने लाता है। जीएमआरटी के साथ समय-प्रक्षेत्र सर्वेक्षण का वर्णन इस पोस्ट-सहसंबंध बीमफार्मेशन का प्रयोग करके किया गया। यह निम्न एवं मध्यम रेडियो आवृत्तियों में पल्सरों और एफआरबीस के लिए सर्वाधिक सेंसिटिव सर्वेक्षणों में से एक होगा। (संपर्क व्यक्ति: जयंता रॉय)

- **उन्नत GMRT का उपयोग करके Abell 4038 में रेडियो अवशेष में स्पेक्ट्रल कर्वेचर का अध्ययन**
  रैमनेंट रेडियो आकाशगंगाओं के स्पेक्ट्रा का मापन इंट्रा-क्लस्टर माध्यम में कॉस्मिक रे इलेक्ट्रॉन्स के स्रोत के रुप में उनकी भूमिका को समझने के लिए जरुरी है। बैंड्स 200 - 500 MHz एवं 1000 - 1400 MHz में उन्नत GMRT के साथ आकाशगंगा क्लस्टर Abell 4038 में रैमनेंट रेडियो आकाशगंगा में स्पेक्ट्रल कर्वेचर का मापन पहली बार किया गया जो निरीक्षणों के ब्रॉड बैंडविड्थ के कारण संभव हो सका। (संपर्क व्यक्ति: रुता काले)

- **नज़दीक निम्न-द्रव्यमान आकाशगंगा क्लस्टर Abell 168 में ट्विन रेडियो अवशेष**

निम्न-द्रव्यमान मर्जिंग आकाशगंगा क्लस्टर Abell 168 (redshift=0.045) के आऊटस्कर्ट्स में ट्विन रेडियो अवशेषों की खोज को रिपोर्ट किया गया। इन रेडियो स्रोतों को 323 एवं 608 एमएचजैड पर इमेज, बृहत् मीटरतरंग रेडियो दूरदर्शी के साथ एवं 1520 एमएचजैड पर इमेज, कार्ल जी. जैंस्की अत्यंत बृहत् ऐरे (व्हीएलए) के साथ किया गया। इलांगेटिड अवशेष को संसूचित सभी आवृत्तियों पर किया गया। इसमें 70-1500 एमएचजैड की आवृत्ति कोटि में पॉवर लॉ स्पेक्ट्रम है। यह निम्नतम द्रव्यमान क्लस्टर है जिसमें मर्जर शॉक्स के कारण अवशेषों को संसूचित किया गया है। रिंग-आकार के अवशेष का 100-600 एमएचजैड की आवृत्ति कोटि में स्टीपर स्पेकट्रल इंडेक्स है। इस अवशेष को ओल्ड प्लाज्मा के रुप में प्रस्तावित किया गया एवं एडियाबेटिक कंप्रैशन के कारण रिवाइव आऊटगोइंग शॉक द्वारा किया गया जो इलांगेटिड अवशेष का निर्माण करता है। (संपर्क व्यक्ति: रुता काले)

- **पुन:आयनीकरण के अर्ध-संख्यात्मक मॉडलों में फोटॉन संख्या संरक्षण एवं बृहत-स्तर पर 21cm पॉवर स्पेक्ट्रम**

  एक्सकर्शन सेट (ES) एप्रोच पर आधारित न्यूट्रल हाइड्रोजन (HI) के पुन:आयनीकरण के अर्ध-संख्यात्मक मॉडलों का विस्तृत उपयोग इपोक्स के दौरान आयनीकरण मैप्स को जैनरेट करने में तब किया जाता है जब यूनिवर्स का प्रथम तारों द्वारा आयनीकरण किया जाता है। इस कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने एक्सकर्शन (ईएस) मॉडलों की अधिक गंभीर पूर्व में अमान्य कमी का उल्लेख किया: बड़े स्केल का 21 cm पॉवर स्पेक्ट्रम दृढ़ रुप से निर्भर सिमुलेशंस के स्पेटिअल विभेदन पर होता है जिसका प्रयोग ईएस आयनीकरण मैप्स को जैनरेट करने में किया जाता है। इन समस्याओं के कारण का परीक्षण किया गया एवं पाया गया कि दोनों कमियों को दूर रिआर्गेनाइजेशन के स्पष्ट फोटोन-संरक्षणी मॉडल का विकास करके किया जा सकता है। (संपर्क व्यक्ति: तीर्थांकर रॉय चौधरी)

- **क्या SKA--फेज़ 1, अतिसममिति खोज में LHC से बहुत आगे जा सकता है?**

  अनुसंधानकर्ताओं ने डिफ्यूज रेडियो सिंक्रोट्रोन के रुप में ड्वार्फ स्फेराइडल आकाशगंगाओं से डार्क पदार्थ एनहिलेशन सिग्नलों को संसूचित करने में प्रथम फेज़ (SKA1) में स्क्वेयर किलोमीटर आरे की संभावना का अध्ययन किया गया। सोदाहरण के रूप में मिनिमल सममित मानक मॉडल को प्राप्त करते हुए दर्शाया गया कि **SKA1** के निरीक्षण के लगभग 100 घंटों के साथ बृहत् हैड्रान संघट्टक की रीच के पार मैग्नीट्यूड के क्रम पर डार्क पदार्थ द्रव्यमानों के लिए ऐसे सिग्नलों को संसूचित करना संभव है। (संपर्क व्यक्ति: तीर्थांकर रॉय चौधरी)

- **पल्सरों में सबपल्स ड्रिफ्टिंग की प्रकृति का अभिलक्षणन**

  रेडियो पल्सर्स, अत्यंत चुंबकीय घूर्णीय न्यूट्रॉन तारे होते हैं एवं उनका प्रथम घूर्णन, तारे के चारों ओर विशाल इलेक्ट्रिक क्षेत्रों का निर्माण करता है। ऐसे दृढ़ क्षेत्रों में चुंबकीय युग्म निर्माण का क्यूईडी प्रभाव हो सकता है। इसके द्वारा इलेक्ट्रॉन पोजिट्रॉन युग्मों का निर्माण किया जा सकता है एवं उन्हें त्वरित किया जा सकता है और परिणामस्वरुप गैर-स्थिर स्पार्किंग प्रक्रिया विकसित हो सकती है। यह प्रक्रिया पल्सरों से निरीक्षित रेडियो उत्सर्जन को जन्म देती है। हालांकि प्रक्रिया कैसे कार्य करती है, इस पर जानकारी उपलब्ध नहीं है एवं इसके लिए अधिक निरीक्षणीय कंस्ट्रेन की आवश्यकता है जिसका अध्ययन उपपल्स ड्रिफ्टिंग के फेनोमेना का प्रयोग करके किया जा सकता है। इन अध्ययन कार्यों के लिए उच्च संवेदनशील रेडियो निरीक्षण की आवश्यकता होती है एवं अनुसंधानकर्ता, बृहत् मीटरतरंग रेडियो दूरदर्शी (जीएमआरटी) का प्रयोग करके ऐसे निरीक्षणों को

क्रमबद्ध रुप से कर रहे हैं। इंटरप्रिटेशन की मेन लाइन यह है कि स्पार्किंग प्लाज्मा कॉलम, न्यूट्रॉन तारे के साथ सह-घूर्णित नहीं होता है किंतु **E X B** ड्रिफ्ट करता है जिससे उपपल्स ड्रिफ्टिंग फेनोमेनन होता है। (संपर्क व्यक्ति: दीपांजन मित्रा)

- **अरेखीय लैंडो डैंपिंग के कारण सापेक्षिकीय आवेश सोलिटन्स: पल्सरों में रेडियो उत्सर्जन को स्पष्ट करने के लिए कैंडिडेट**
  इस कार्य में दिखाया गया कि सिद्धांत के अरेखीय प्रक्षेत्र में अरेखीय लैंडो डैंपिंग की उपस्थिति में लैंगमुइर तरंग की वृद्धि से स्थिर आवेश बंचेस का निर्माण हो सकता है (सापेक्षिकीय आवेश सोलिटन्स के रुप में)। यह पहलू दीर्घकालीन समस्या के समाधान हेतु विश्वसनीय कैंडिडेट है कि कैसे कोहेरेंट-रेडियो उत्सर्जन, पल्सरों में उत्तेजित होता है। (संपर्क व्यक्ति: दीपांजन मित्रा)

- **रेडियो बैंड्स में अध्ययन किए गए बाइनरी न्यूट्रॉन तारा मर्जर गुरुत्वीय तरंग इवंट्स GW170817 से विद्युतचुंबकीय उत्सर्जन**
  17 अगस्त, 2017 (GW170817) को न्यूट्रॉन तारा मर्जर इवंट के बाद, एक्स-रे, अल्ट्रा-वॉयलेट, ऑप्टिकल, इंफ्रारेड, एवं रेडियो तरंगों सहित विद्युतचुंबकीय सिग्नेचर्स की खोज के लिए पृथ्वी एवं अंतरिक्ष में सर्वाधिक दूरदर्शियां लगाई गईं। VLA तथा ATCA दूरदर्शियों के साथ-साथ, GMRT के साथ जारी कार्य में दीर्घकालीन निरीक्षणों से निश्चित रुप से पता चला कि जैट अंतत: इस विस्फोट द्वारा निर्मित कोकून से अलग हुआ। यह अत्यंत महत्वपूर्ण परिणाम था एवं पहली बार इससे न्यूट्रॉन तारा मर्जर्स और लघु गामा-किरण बर्स्ट्र्स के मध्य लिंक की पुष्टि हुई। (संपर्क व्यक्ति : पूनम चंद्रा)

- **चुंबकीय मैसिव तारों से इलेक्ट्रॉन साइक्लोट्रोन मेज़र उत्सर्जन (ईसीएमई) की खोज**
  जीएमआरटी के साथ निम्न आवृत्तियों और व्हीएलए के साथ उच्च आवृत्तियों पर सभी चुंबकीय मैसिव तारों का सुव्यवस्थित ढंग से अध्ययन किया गया। दो HD 133880 से इलेक्ट्रॉनसाइक्लोट्रोन मेज़र उत्सर्जन फेनोमेनन की खोज के बाद दो और तारों HD 142990 एवं HD 35298 में इसकी खोज की गई। इसने अनुसंधानकर्ताओं को विस्तृत रूप से स्टैलर मैग्नेटोस्पियर्स के गुणधर्मों का अध्ययन करने हेतु समर्थ बनाया। [संपर्क व्यक्ति: पूनम चंद्रा]

- **z~4 पर अवमंदित लाईमैन-अल्फा अवशोषकों से CII 158-माइक्रोन उत्सर्जन के ALMA संसूचन**
  एटाकमा विशाल मिलीमीटर/उप-मिलीमीटर ऐरे (ALMA) का प्रयोग z~4-4.5 पर अवमंदित लाइमैन-अल्फा अवशोषकों (DLAs) के नमूने से आयोनाइज्ड कार्बन (CII) 158-माइक्रोन उत्सर्जन को संसूचित करने के लिए किया गया। आकाशगंगाओं के अपेक्षाकृत विशाल प्रभाव पैरामीटर्स ~16-45 kpc, उच्च CII लाइन ल्युमिनोसिटीज एवं रैस्ट-फ्रेम दूरस्थ-अवरक्त गुणधर्म हैं जो ल्युमिनस लाइमैन-ब्रेक आकाशगंगाओं के समान हैं (7-110 सौर द्रव्यमानों प्रति वर्ष की तारा-निर्माण दरों (SFRs) के साथ)। अवशोषण एवं उत्सर्जन लाइन प्रोफाइल्स की तुलना करने पर लाइन सेंट्राइड्स के मध्य उल्लेखनीय सहमति का खुलासा हुआ जिससे पता चला कि वेगों पर डीएलए ट्रेसेस गैस, सीआईआई उत्सर्जन के समान है। यह ऐसे परिदृश्य को डिसफेवर करता है जहां डीएल की उत्पत्ति गैस से कंपेनियन आकाशगंगा में होती है। (संपर्क व्यक्ति: निसिम कानेकर)

- **फॉस्ट-इवॉल्विंग ल्युमिनस ट्रांज़िएंट AT2018cow की होस्ट आकाशगंगा**

  अनुसंधानकर्ताओं ने CGCG137-068 के GMRT HI 21cm इमेजिंग का प्रयोग किया। यह फॉस्ट-इवाल्विंग ल्युमिनस ट्रांजिएंट (FELT) AT2018cow की होस्ट आकाशगंगा है। यह फैल्ट होस्ट आकाशगंगा के गैस गुणधर्मों का प्रथम अध्ययन था। 0.66 बिलियन सौर द्रव्यमानों के कुल HI द्रव्यमान को प्राप्त किया गया। यह ~3 Gyr के गैस डैप्लीशन समय और ~0.5 के गैस-टू-स्टॉर्स अनुपात को सूचित करता है जो कि सामान्य तारा-निर्माणकारी ड्वार्फ आकाशगंगाओं में वैल्यूज के साथ संगत है। सुझाव दिया गया कि HI रिंग की उत्पत्ति CGCG137-068 एवं अभी तक असंसूचित कंपेनियन के मध्य संघट्टनीय अन्योन्यक्रिया के कारण हो सकती है जिसमें संघट्टन द्वारा गैस को कंप्रैस किया गया हो एवं मैसिव तारा निर्माण के एपिसोड को प्रारंभ किया गया हो एवं इसके परिणामस्वरुप AT2018cow उत्पन्न हुआ हो। (संपर्क व्यक्ति : निसिम कानेकर)

राष्ट्रीय जैव विज्ञान केंद्र, बैंगलुरु

जैवरसायनशास्त्र, जैवभौतिकी एवं जैवइंफार्मेटिक्स

- **प्रोटीन्स में प्रक्षेत्र स्वैपिंग की डिजाइन के लिए पांच-रैसिड्यू मोटिफ**

  जैवरसायनशास्त्र, जैवभौतिकी एवं जैवइंफार्मेटिक्स समूह के अध्ययन कार्य से हाइड्रोफोबिक पांच-रैसिड्यू मोटिफ–डोमेन स्वैपिंग प्रोटीन स्टेफिनबी से 'साइस्टेटिन मोटिफ' पर जानकारी प्राप्त हुई। सॉल्वेंट -एक्सपोज्ड, दो β-स्ट्रैंड्स के मध्य सख्त सरफेसलूप में मोटिफ को इंजीनियर किए जाने पर यह लूप को स्वयं पर फोल्ड बैक करने से रोकता है व गैर-प्रक्षेत्र-स्वैपिंग प्रोटीन्स में प्रक्षेत्र स्वैपिंग को प्रेरित करता है। इसके अतिरिक्त मोटिफ की चार संरचनात्मक भिन्न गैर-प्रक्षेत्र स्वैपिंग प्रोटीन्स में स्वतंत्र रुप से इंजीनियरिंग ने इन प्रोटीन्स में प्रक्षेत्र स्वैपिंग की भिन्न मोड्स की डिजाइन को सुलभ किया। इस तरह परिणामों से पता चलता है कि साइस्टेटिन मोटिफ के इंट्रोडक्शन का प्रयोग विविध β-हेयरपिन प्रोटीन्स में प्रक्षेत्र स्वैपिंग की इंजीनियरिंग के लिए उत्परिवर्तनीय एप्रोच के रुप में किया जा सकता है। (संपर्क व्यक्ति: रणवीर दास एवं साची गोसवी)

कोशिकीय संघटन एवं सिग्नलिंग

- **डायनामिन स्वतंत्र एण्डोसाइटोसिस का मैकेनोरसायनिक फीडबैक नियंत्रण, आसंजित कोशिकाओं में मैंब्रेन तनाव को मॉड्यूलेट करता है**

  प्लाज्मा मैंब्रेन तनाव, अनेक मुख्य कोशिकीय प्रक्रियाओं को रेग्युलेट करता है। इसे मैंब्रेन ट्रैफिकिंग द्वारा मॉड्यूलेट किया जाता है व यह मैंब्रेन ट्रैफिकिंग को मॉड्यूलेट कर सकता है। तथापि इस इंटरप्ले में संलग्न कोशिकीय पथमार्ग (पथमार्गों) को उपयुक्त रुप से समझा नहीं गया है। अध्ययन में पाया गया कि कोशिका सतह पर एक साथ प्रचालित एण्डोसाइटोसिस प्रक्रियाओं की बड़ी संख्या के मध्य CLIC/GEEC (CG) पथमार्ग को विशेष रुप से तनाव के अचानक कम होने पर अपरेग्युलेट किया जाता है। इसके अतिरिक्त सीजी पथमार्ग के इनहिबिशन (सक्रियण) का परिणाम निम्नतर (उच्चतर) मैंब्रेन तनाव में निकलता है। हालांकि मैंब्रेन तनाव में परिवर्तन सीधे रुप में सीजी एण्डोसाइटोसिस को मॉड्यूलेट नहीं करता है। इसके लिए विनक्यूलिन की आवश्यकता होती है जो प्लाज्मा मैंब्रेन में सीजी पथमार्ग, जीबीएफ1 के मुख्य रेग्युलेटर के स्तरों को नियंत्रित करके कार्य करता है। इस तरह

सीजी पथमार्ग, मैंब्रेन तनाव को सीधे रेग्युलेट करता है व इसे मैकेनो-रसायनिक फीडबैक इनहिबिशन द्वारा नियंत्रित किया जाता है। इससे आसंजन कोशिकाओं में मैंब्रेन तनाव का होमियोस्टेसिस रेग्युलेशन का जन्म संभावित रुप में होता है। (संपर्क व्यक्ति: सत्यजीत मेयर)

इकोलॉजी एवं इवोल्यूशन

- **डोमिनेंस में परिवर्तन, प्लांट जैव विविधता पर हर्बिवोर प्रभावों को निर्धारित करता है**
  इकोलॉजी एवं इवोल्यूशन समूह के इस सामूहिक अध्ययन कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने 252 अध्ययन कार्यों से प्राप्त डेटा का संश्लेषण किया। इसका उद्देश्य वैकल्पिक हाइपोथीसिस-प्रतिस्पर्धी परिवेश में हर्बिवोर-प्रेरित परिवर्तन प्लांट जैव विविधता के हर्बिवोरी में रिस्पांस का उत्पादन के निरपेक्ष होकर निर्धारण करते हैं, का परीक्षण करना था। इस हाइपोथीसिस के अंतर्गत जब हर्बिवोर्स, प्रभावी प्रजातियों की बहुलता को कम करते हैं तो नई प्रजातियों के लिए अतिरिक्त संसाधन उपलब्ध हो जाते हैं व इससे जैव विविधता में वृद्धि होती है। अध्ययन से प्रदर्शन हुआ कि प्रभावी स्थिति में हर्बिवोर-प्रेरित परिवर्तन, ग्रॉसलैंड एवं सावनासाइट्स में जैव विविधता पर हर्बिवोर प्रभावों के सर्वोत्तम अनुमानकर्ता हैं। यह देखते हुए कि अधिकांश हर्बेश सईको प्रणालियों को एक या कुछ स्पेशीज द्वारा डोमिनेट किया जाता है, हर्बिवोर्स या अन्य साधनों द्वारा प्रतिस्पर्धी परिवेश को परिवर्तित करना एक प्रभावी कार्यनीति व्यापक रुप से ग्रासलैंड्स एवं सावना में जैव विविधता के संरक्षण के लिए हो सकती है। (संपर्क व्यक्ति: महेश संकरन)

आनुवांशिकी एवं विकास

- **भारतीय चावल में प्रमुख डोमेस्टिकेशन संबंधित फेनोटाइप्स का कारण miRNA-मीडिएटिड लैकासे साइलेंसिंग है**
  चावल के डोमेस्टिकेशन में कुछ बीजों के साथ चिरस्थाई वन प्रजातियों का प्रचुर मात्रा में बीजों की उत्पत्ति करने वाले लघु प्लांट्स में कंवर्जन शामिल है। अधिकांश डोमेस्टिकेशन-संबंधित परिवर्तनों का श्रेय ट्रांसक्रिप्शन फैक्टर्स एवं एन्जाइम्स में परिवर्तनों को दिया जाता है जबकि *आनुवांशिकी एवं विकास* समूह के इस अध्ययन में माइक्रो (mi) RNAs के साथ चावल-डोमेस्टिकेशन के लिंकेजेस को स्पष्ट किया गया। कल्टीवेटिड इंडिका चावल लाइन्स एवं चावल के दो वाइल्ड रिलेटिव्स से लघु RNA डेटा समूहों के विश्लेषण से miR397 प्रिकर्सर्स को मैप करने वाले वाइल्ड रिलेटिव्स में प्रचलित 22-न्यूक्लिओटाइड (एनटी) रीड्स की उपस्थिति स्पष्ट हुई। miR397 को क्रमश: वाइल्ड रिलेटिव्स एवं कल्टीवेटिड लाइन्स में अत्यंतउच्च एवं अत्यंत निम्नस्तरों पर एक्सप्रैस किया गया। miR397 के कंवर्सली ओवरएक्सप्रैशन ने डी-डोमेस्टिकेशन फेनोटाइप्स को प्रेरित किया। (संपर्क व्यक्ति: पी.व्ही. शिवप्रसाद)

न्यूरोबॉयोलाजी

- **उपइकाई विनिमय द्वारा सूचना रिटेंशन में वृद्धि डेंड्रिटिक स्पाइन्स में CaMKII द्वारा करना**
  न्यूरोबॉयोलाजी समूह के अध्ययन में कंप्यूटेशनल पद्धतियों का प्रयोग किया गया। इसका उद्देश्य दो भिन्न माइक्रो-परिवेशों –पोस्ट सिनेप्टिक डेंसिटी (पीएसडी) एवं स्पाइन साइटोसोल में डिफ्यूजन की उपस्थिति में CaMKII पथमार्ग पर उपइकाई विनिमय के प्रभाव का विश्लेषण करना था। CaMKII, उपइकाई विनिमय के कारण क्रियाकलाप के अनेक टाइम स्केल्स का प्रदर्शन करता है। इसके साथ ही

उपइकाई विनिमय द्वारा सूचना रिटेंशन में वृद्धि CaMKII द्वारा दो तरह से की जाती है। यह पीएसडी में इसके स्विचिंग की स्थिरता को उन्नत कर एवं स्पाइन साइटोसोल में इसके क्रियाकलाप के क्षय को मंद करके की जाती है। सिनैप्स में विविध समय पैमानों के अस्तित्व में नेटवर्क्स में स्मृति भंडारण के लिए महत्वपूर्ण सैद्धांतिक इंप्लिकेशंस हैं। (संपर्क व्यक्ति: उपिंदर भल्ला)

सिद्धांत एवं मॉडलिंग

- **विभेदी जीन रेग्युलेशन में ट्रांसक्रिप्शन फैक्टर्स एवं संबंधित प्रभावों में केऑटिक गतिकी पर**
  सिद्धांत एवं मॉडलिंग समूह के अध्ययन में डाउनस्ट्रीम प्रोटीन उत्पादन पर ट्रांसक्रिप्शन फैक्टर NF-κB की गतिकी के प्रभावों का परीक्षण किया गया। प्रदर्शन करते हुए कि ओसिलेटिंग लिगैंड, एनएफ-NF-κB की प्रभावी गतिकी को नियंत्रित कर सकता है, इस अध्ययन में स्पष्ट किया गया कि केऑटिक गतिकी, जीन एक्सप्रैशन को मॉड्युलेट एवं लो-अफिनिटीजीन्स के अनेक परिवारों को अप-रेग्युलेट करने का कार्य एक्सट्रिंसिक एवं इंट्रिंसिकनाइस की उपस्थिति में भी करती है। इसे प्रोटीन कांप्लेक्सेस के उत्पादन एवं उनकी असेंबली की प्रभावकारिता में वृद्धि में पाया गया। इस अध्ययन ने सूचित किया कि केऑटिक गतिकी, कोशिका अवस्थाओं की हीटरोजेनस पॉप्युलेशन का सृजन करती है। (संपर्क व्यक्ति: संदीप कृष्णा)

टीआईएफआर अंतर्विषयी विज्ञान केंद्र, हैदराबाद

जैविक विज्ञान

- **सामूहिक कोशिकीय गतिकी**
  सामूहिक कोशिका व्यवहार कैंसर के दौरान कोशिका माइग्रेशन की प्रभावकारिता का निर्धारण करता है। अनेक अंतर्विषयी टूल्स की सहायता से क्रियातंत्रों की खोज के प्रयास जारी है जो सामूहिक माइग्रेशन के दौरान कोशिकाओं को उनकी गतिकी के समन्वयन में एवं कोशिका कंपीटिशन द्वारा ऊतक गुणवत्ता को मैंटेन करने में सहायता उपलब्ध कराते हैं। (संपर्क व्यक्ति: तमल दास)

- **डीएनए क्षति रिस्पांसेस एवं जीन एक्सप्रैशन**
  इंपेयर्ड डीएनए क्षति रिस्पांसेस (DDR) एवं परिणामकारी उत्परिवर्तन अधिकांश कैंसर्स का मुख्य कारण हैं। एक पद्धति का विकास कल्चर में असिंक्रोनस कोशिकाओं में कोशिका-चक्र-निर्भर डीडीआर के निर्धारण के लिए किया गया। इसके अतिरिक्त एक पद्धति का विकास फ्रूट-फ्लाई ऊतकों में एकल अणु विभेदन पर ट्रांसक्रिप्शन के परीक्षण के लिए किया गया है। वर्तमान में जीनोटॉक्सिक स्ट्रैस के रिस्पांस में क्रोमेटिन की रिमॉडलिंग का परीक्षण किया जा रहा है। कुल मिलाकर ये अध्ययन कार्य दोनों रोग एवं विकास के संदर्भ में कोशिकीय रिस्पांस के संबंध में नई जानकारियां उपलब्ध करा रहे हैं। (संपर्क व्यक्ति: अप्रोतिम मजूमदार)

- **माइटोकोंड्रियल रोगों को समझना (विशेष रुप से न्यूरोडिजेनरेशन)**
  न्यूरोडिजेनरेटिव फ्लाई उत्परिवर्तियों के संग्रह को माइटोकोंड्रियल त्रुटियों के लिए स्क्रीन किया गया। इस कार्य से नए जींस की पहचान की गई जिनकी हानि से माइटोकोंड्रियल प्रचुरता में वृद्धि होती है एवं इस तरह कोशिकाओं में माइटोकोंड्रियल होमियोस्टेसिस में रुकावट होती है। इन उत्परिवर्तियों पर जारी परीक्षणों से कोशिकाओं में माइटोकोंड्रियल होमियोस्टेसिस का क्रियातंत्र

स्पष्ट होगा एवं न्यूरोडिजेनरेटिव और मैटाबोलिक रोगों की जानकारी उपलब्ध होगी। (संपर्क व्यक्ति: मनीष जायसवाल)

- **विशिष्ट पैथोजन मुक्त (एसपीएफ) माऊस सुविधा**
  विशिष्ट पैथोजन मुक्त (SPF) माऊस सुविधा की योजना, इंडेंटिंग, निर्माण, यंत्र संस्थापन एवं मान्यकरण आदि कार्यों को प्रारंभ किया गया एवं सफलतापूर्वक पूर्ण किया गया। इन विकास कार्यों के परिणाम स्वरुप ट्रांसजैनिक/नाकआऊट मूषकों पर प्रयोग प्रारंभ किए जाने के लिए तैयार हैं। इनका उद्देश्य T कोशिका ऑयन फ्लक्स एवं इम्यूनसिग्नलिंग और माऊस सेंसरी प्रणालियों के आण्विक और सिनेप्टिक संगठन में संलग्न जीन्स के प्रकार्यों को स्पष्ट करना है (गोपालकृष्णा आर. के साथ)। (संपर्क व्यक्ति: आदिश दानी, मोनिकाविग)

- **T कोशिका ऑयरन फ्लक्स एवं सिग्नलिंग**
  प्रोटीन्स में उत्परिवर्तनों की भूमिका टी कोशिकाओं के अंदर कैल्शियम एवं मैग्नेशियम फ्लक्स में संलग्नता की है। इन्हें प्राइमरी इम्युनो त्रुटियों और कैंसर्स के साथ संबंधित किया गया है। अंतर्विषयी एप्रोच की सहायता से स्नेअर प्रोटीन्स द्वारा T कोशिका रिसेप्टर इंड्यूस्ड ऑयन फ्लक्स एवं सिग्नल ट्रांसमिशन के सीधे रेग्युलेशन को स्पष्ट किया जाएगा। (संपर्क व्यक्ति: मोनिका विग)

जैव भौतिकी

- **चैपरोन प्रोटीन्स के प्रभावों के क्रियातंत्रों का परीक्षण एमिलाइड प्रोटीन्स के एग्रेगेशन पर करना**
  एमिलाइड बीटा, अल्फा-साइन्यूक्लिन एवं एमिलाइन जैसे एमिलाइड प्रोटीन्स क्रमश: अलजाइमर रोग, पार्किंसन रोग एवं टाइप-2 डायबिटीज की पैथोलॉजी में संलग्न होते हैं। इस कार्य का प्रमुख जोर एकल अणु सेंसिटिव तकनीकों को विकसित करना है। नवीन फ्लूरोसेंस सहसंबंध स्पेक्ट्रोस्कोपी (एफसीएस) तकनीकों अर्थात कवेट-FCS को विकसित किया गया है एवं अतिविभेदन प्रकाशिक माइक्रोस्कोप का निर्माण किया गया है। विकसित तकनीकें प्रोटीन एग्रगेशन के पूर्व इंटरमीडिएट्स को संसूचित करने एवं अभिलक्षणित करने में सहायता करती हैं। (संपर्क व्यक्ति: कंचन गराई)

- **सक्रिय रुप से विस्तृत माइक्रोबॉयल कॉलोनी में एस्पेक्टरेशो की भूमिका की जांच करना**
  सैल्फ-प्रोपैल्ड रॉड-शेप्ड बैक्टीरिया के मिनिमल मॉडल के कंप्यूटर सिमुलेशंस की सहायता से इस अध्ययन में कोशिका-एस्पेक्ट रेशोस की स्वीकृत श्रेणी पर डेंस कॉलोनी में सामूहिक गतिकी का अन्वेषण किया गया। यह मॉडल ओवर-डैंप्डनाइस-लैस फ्रिक्शनल गतिकी पर आधारित है जहां स्टेरिक अन्योन्यक्रियाएं, हाइड्रोगतिकी पर प्रभावी हैं। दिखाया गया कि दोनों लघु एवं लंबे बैक्टीरिया गतिकी को मंद करते हैं जबकि तीव्रतम गति इंटरमीडिएट एस्पेक्टरेशो के लिए प्राप्त की जाती है। (संपर्क व्यक्ति: पुष्पिता घोष)

रसायनिक विज्ञान एवं जैवभौतिकी

- **प्रोटीन्स का कुल रसायनिक संश्लेषण**
  नवीन संश्लेषणात्मक पद्धतियों को प्राकृतिक एवं गैर-प्राकृतिक प्रोटीन्स के सहज कुल रसायनिक संश्लेषण के लिए विकसित किया गया। इसके विशिष्ट रोग संबंधित प्रोटीन-प्रोटीन अन्योन्यक्रियाओं के इनहिबिटर्स की डिजाइनिंग में इंप्लिकेशंस होंगे। (संपर्क व्यक्ति: कल्याणेश्वर मंडल)

कंप्यूटेशनल आण्विक जैवभौतिकी

- **प्रोटीन-लिगैंड बद्ध प्रक्रियाओं के आण्विक गतिकी सिमुलेशंस**
  लिगैंड द्वारा प्रोटीन में बरीड कैविटी की पहचान करने की प्रक्रिया को सफलतापूर्वक सिमुलेट किया गया। बैंजीन/T4 लाइसोजाइम एवं कैंफर/साइटोक्रोम P450 नामक दो अन्योन्यक्रियाकारी प्रणालियों के बद्ध पथमार्गों को क्वांटिफाई किया गया। इसके अतिरिक्त अध्ययन कार्यों ने कंप्यूटर सिमुलेशंस का प्रयोग करके नैनो पदार्थों द्वारा इलेक्ट्रो कैटालाइसिस की जानकारी में योगदान किया है। (संपर्क व्यक्ति: जगन्नाथ मोंडल)

कंप्यूटेशनल रसायनशास्त्र

- **अन्योन्यक्रियाकारी इलेक्ट्रॉन प्रणालियों के क्वांटम मैकेनिक्स**
  दो-इलेक्ट्रॉन परमाणुओं के लिए विश्लेषणात्मक फार्मेलिज्म को विकसित किया गया। इसका उद्देश्य मैनी-बॉडी सहसंबंध ऊर्जा का कंट्रीब्यूशंस में विभाजन रेडियल एवं कोणीय टर्म्स के साथ करना था। परिणामकारी समीकरण नए डेंसिटी फंक्शनल्स की डिजाइन तैयार करने के लिए उपयोगी हैं। नवीन मशीन ज्ञानार्जन एप्रोचेस को विकसित किया गया और उनका प्रयोग इलेक्ट्रॉन सहसंबंध ऊर्जा फंक्शनल्स (हार्टी-फोकयुग्म डेंसिटीज पर आश्रित) को सांख्यिकीय रुप से मॉडल करने के लिए किया गया। आण्विक/पदार्थ गुणधर्मों के बिग-डेटा-प्रेरित अनुमान के उदीयमान विषय में इस समूह का नया योगदान सभी संभावित बोरोन, नाइट्रोजन सब्सिट्यूटिड पॉलिसाइक्लिक एरोमेटिक हाइड्रोकार्बन अणुओं (जो छ: एरोमेटिकरिंग्स तक धारण करते हैं) का अभिलक्षणन था। परिणामकारी डेटा सैट में 7,453,041,547,842 अद्वितीय अणु हैं जो सौर-कोशिका एप्लिकेशंस से संबद्ध हैं। (संपर्क व्यक्ति: रघुनाथन रामाकृष्णन)

संश्लेषणात्मक रसायनशास्त्र

- **लैंथानाइड-आधारित एकल-ऑयन चुंबकें**
  इस समूह का अनुसंधान आण्विक पदार्थों के संबंध में केंद्रित है जो ट्रांजिशन धातु एवं लैथानाइड कांप्लेक्सेज पर आधारित है। दिखाया गया कि दृढ़ एक्सिअल कोआर्डिनेशन के साथ पेंटागोनल बाइपिरामिडल ज्यामिति में लैंथेनाइड्स के कांप्लेक्सेज, एकल-ऑयन चुंबकों के रुप में प्रकार्य कर सकते हैं। ऐसे चुंबकीय पदार्थों का भविष्य की प्रौद्योगिकियों में उपयोग होगा जिनमें उच्च-डेंसिटी भंडारण पदार्थ शामिल हैं। (संपर्क व्यक्ति: व्ही. चंद्रसेखर)

- **निम्न-वेलेंटनिम्न-कोआर्डिनेट रसायनशास्त्र में नवीन अभिक्रिया का संश्लेषण एवं व्याख्या**
  आवधिक टेबल में सभी तत्त्वों के मध्य कार्बन अद्वितीय है क्योंकि यह अनेक रुपों में स्वयं से बांड्स का निर्माण करता है। इस संबंध में मुख्य प्रश्न यह है कि क्या अन्य भारी तत्त्व, लिंकेजेस का निर्माण कर सकते हैं। तद्नुसार इस समूह ने हाल ही में दो फॉस्फोरस परमाणुओं के मध्य डबल बांड्स वाले यौगिकों को स्थिर रुप दिया है। इनमें एक सिलिकॉन एवं एक नाइट्रोजन परमाणु, एक सिलिकॉन एवं एक फॉस्फोरस परमाणु शामिल हैं। समूह ने उनकी आण्विक संरचनाओं एवं अभिक्रिया का परीक्षण किया है। इस अनुसंधान द्वारा रसायनिक उद्योग में महत्वपूर्ण नए कैटालिस्ट्स की खोज की जा सकती है। (संपर्क व्यक्ति: अंकुल जाना)

पदार्थ विज्ञान

- **हाइब्रिड इंटरफेसेस पर आण्विक स्पिनट्रॉनिक्स एवं प्राक्सिमिटी प्रभाव के अध्ययन कार्य**

नैनोस्केल पर भिन्न प्रकार्यात्मक पदार्थों के मध्य इंटरफेसेस, नैनो इलेक्ट्रॉनिक्स में महत्वपूर्ण भूमिका का निर्वाह करते हैं। उपर्युक्त के संबंध में फिजीकल क्रियातंत्रों को प्राय: प्राक्सिमिटी प्रभावों के रुप में रेफर किया जाता है जो प्राय: पृथक पदार्थों के गुणधर्मों को मॉडिफाई करते हैं। यह समूह स्वच्छ वैक्यूम स्थितियों में परत दर परत इन प्रकार्यात्मक पदार्थों की तनु फिल्मों के विकास द्वारा इस प्रक्षेत्र का अन्वेषण करता है। इन प्रकार्यात्मक पदार्थों में अतिचालक तनु फिल्में, फैरोमैग्नेटिक इंसुलेटर्स एवं टोपोलॉजिकल इंसुलेटर्स आदि शामिल होते हैं। इंटरफेस गुणधर्मों का अभिलक्षणन निम्नतापीय ट्रांसपोर्ट मापनों के प्रयोग द्वारा होता है। (संपर्क व्यक्ति: कार्तिक व्ही. रमन)

- **ऊर्जा एवं पर्यावरणीय संरक्षण के लिए नवीन एवं सुगम पदार्थों का विकास**
  यह समूह हाइड्रोजन उत्पत्ति एवं ऑक्सिजन कमी अभिक्रियाओं के लिए नवीन कैटालिस्ट्स के विकास में संलग्न है। ये जल शुद्धीकरण एवं पर्यावरणीय संरक्षण के लिए आधुनिक एनर्जेटिक्स एवं पदार्थ में दो महत्वपूर्ण प्रक्रियाएं हैं। ऊर्जा आधारित अनुसंधान के अतिरिक्त यह समूह नवीन बॉयोसेंसर प्लेटफार्म के विकास पर भी कार्य कर रहा है जो अगली पीढी के प्वाइंट-ऑफकेयर यंत्रों के लिए लाभदायक होगी। इसमें अमोनिया सेंसिंग प्लेटफार्म का हाल ही में हुआ विकास सम्मिलित है जो यूके के मिडलोथियन के सेंटर फॉरइकोलॉजी एवं हाइड्रोलॉजी के साथ संयुक्त रुप से किया गया कार्य है। वॉटर एफ्लुएंट ट्रीटमेंट प्लांट्स के लिए ऊर्जा प्रभावी पद्धतियों एवं पदार्थों का विकास भी जारी है (सर्वश्री स्कोजेन प्राइवेट लिमिटेड, मैसूर, इंडिया के साथ सहयोग में)। (संपर्क व्यक्ति: टी.एन. नारायणन)

एनएमआर स्पेक्ट्रोस्कोपी

- **ठोस-अवस्था एनएमआर तकनीकों का विकास**
  ठोस-अवस्था नाभिकीय चुंबकीय अनुनाद, एनएमआर, प्रयोगों को किया गया है। इन्हें परिमाणात्मक दूरी एवं ऑर्डर पैरामीटर अनुमानों के लिए किया गया है। इसके साथ ही ठोस अवस्था में भी अणुओं में अंतर्निहित गतिकी की व्याख्या की गई है। बहुआयामी एनएमआर प्रयोगों को रसायनिक रुप से प्रेरित गतिक नाभिकीय पोलेराइजेशन प्रयोगों में फोटो संश्लेषणात्मक केंद्रों में फोटो-रसायनिक सक्रिय को-फैक्टर्स पर किया गया। ऑप्टिकल-आधारित एनएमआर कार्यनीति का निर्धारण पीएचमॉड्युलेशन इन-सीटू को उच्च सूक्ष्मता के साथ मॉनिटर करने के लिए किया गया। यूनिफाइड एप्रोच का निर्धारण ठोस-अवस्था एनएमआर में स्पिनडिकपलिंग के लिए निम्न रेडियो आवृत्ति एंप्लिट्यूडइ रेडिएशन एवं उच्च चुंबक-कोण स्पिनिंग आवृत्तियों के अंतर्गत किया गया। (संपर्क व्यक्ति: पी.के. मधु)

- **ठोस-अवस्था एनएमआर पद्धतियों का विकास एवं अल्फा-साइन्यूक्लिन ओलिगोमर्स एवं फिब्रिल्स का संरचनात्मक अभिलक्षणन**
  डाइपोलरली युग्मित नाभिकीय स्पिन्स के मध्य पोलेराइजेशन स्थानांतरण पथमार्गों के नए क्रियातंत्र को प्रस्तावित किया गया है। ये नई पद्धतियां स्पिन्स की ज्यामिति को स्पष्ट करने में एवं फार्मास्युटिकल और जैव-अणुओं की संरचना की व्याख्या करने में सहायता कर सकती हैं। नई इन-वाइट्रो सैंपल प्रिपरेशन कार्यनीतियों को विकसित किया गया। इसका उद्देश्य पार्किंसन रोग के साथ संबंधित अल्फा-साइन्यूक्लिन ओलिगोमर्स एवं फिब्रिल्स के संरचना विषाक्तता संबंध को समझना था। मानव कैंसर्स के लगभग 50 प्रतिशत में इंप्लिकेटिड P53 फिब्रिल्स की संरचना को प्राप्त करने के लिए प्रयास जारी हैं। (संपर्क व्यक्ति: विपिन अग्रवाल)

- **ट्रांसपोर्टर प्रोटीन्स के आण्विक क्रियातंत्रों को समझना**
  ठोस एवं द्रव्यअवस्था एनएमआर स्पेक्ट्रोस्कोपी की सहायता से मैंब्रेन्स में ग्लूकोस, पाइरुवेट एवं विषाक्त दवाओं को ट्रांसपोर्ट करने वाले प्रोटीन्स का अध्ययन किया गया। पिछले एक वर्ष में बैक्टीरियल क्लोन्स का विकास किया गया है जो इन प्रोटीन्स को प्रभावी रुप से एक्सप्रैस डाउन स्ट्रीम अध्ययन कार्यों के लिए कर सकते हैं। ये प्रणालियां वर्तमान में NMR का प्रयोग करके अध्ययन किए जा सकने वाली स्थिति के निकट हैं एवं नई पद्धतियों को विकसित किए जाने की आवश्यकता है। इस संबंध में अनेक नए प्रयोगों को विकसित किया गया है जो MAS आवृत्तियों की तरह तीव्र रुप में प्रोटीन्स में दूरियों एवं गतिकी को निर्धारित करने में सहायता करेंगी। इसके अतिरिक्त पद्धतियों को विकसित किया गया जिनसे सामान्य से 40-70 प्रतिशत तीव्र गति से इन स्पेक्ट्रा को रिकार्ड करने में सहायता मिलेगी। (संपर्क व्यक्ति: कौस्तुभ आर. मोटे)

- **जैवअणुओं की कंफर्मेशनलगतिकी का परीक्षण करना**
  जैवअणुओं की कंफर्मेशनल गतिकी को समझने के अतिरिक्त यह समूह नई पद्धतियों के विकास में रुचि रखता है। इसका उद्देश्य जीवनकालों के साथ विरल रुप में पॉप्युलेटिड प्रोटीन कंफर्मर्स को संसूचित करना है जो μs से सेकेण्ड्स तक भिन्न होते हैं एवं जिनकी पॉप्युलेशन 1 प्रतिशत तक निम्न होती है। हाल ही में पद्धतियों का विकास 50 माइक्रो सेकेण्ड्स से 200 मिली सेकेण्ड्स टाइम स्केल्स पर घटित हो रही गतिकी के अध्ययन के लिए किया गया। इनका प्रयोग प्रोटीन फोल्डिंग, लिगैंड बद्धता एवं कंफर्मेशनल एक्सचेंज जैसी विविध प्रक्रियाओं के अध्ययन के लिए किया गया। (संपर्क व्यक्ति: प्रमोध वैलारुपल्ली)

लेसर स्पेक्ट्रोस्कोपी

धातु सतहों पर हो रही रसायनिक अभिक्रियाओं को समझना

- दो प्रमुख अनुसंधान दिशाओं को प्रारंभ किया गया: 1. सतहों की इमेजिंग के लिए सॉफ्ट एवं यूनिवर्सल जांच के रुप में परमाणु/आण्विक संघट्टनों को प्रयोग करने की संभावना का अन्वेषण करना। यह विद्यमान सुव्यवस्थित पद्धतियों की पूरक नई माइक्रोस्कोपी तकनीक हो सकती है। 2. प्लाज्मा प्रेरित सतह रसायनशास्त्र की गतिकी को समझना। इसमें मुख्य जोर धात्विक नैनोकण सतहों पर रसायनिक अभिक्रियाओं को प्रेरित करने के लिए प्रकाश ऊर्जा को हार्नेस करने के संबंध में जानकारी प्राप्त करने पर दिया गया है। दोनों प्रयोगों के लिए आवश्यक कस्टम-निर्मित अपारेटस की डिजाइन इन-हाऊस तैयार की गई है। वर्तमान में परमाणु/आण्विक स्केटरिंग ऐपारेटस का निर्माण किया जा रहा है। प्लाजमोन प्रेरित रसायनशास्त्र के लिए ऐपारेटस का वर्तमान में परीक्षण प्रयोगशाला में किया जा रहा है। (संपर्क व्यक्ति: प्रणव आर. शिरहट्टी)

प्रकाशिक मैग्नेटोमेट्री

- **प्रकाशिक घूर्णन के मापन के लिए RB परमाण्विक मैग्नेटोमीटर का विकास**
  RB परमाण्विक मैग्नेटोमीटर का विकास प्रकाशिक घूर्णन मापन के लिए संतुलित पोलेरीमेट्री आधारित पद्धति का प्रयोग करके किया गया। प्रकाशिक घूर्णन सेंसिंग के लिए नई पद्धति का विकास क्लॉसिकल दुर्बल मापन संकल्पना के आधार पर किया गया एवं इसकी सेंस्टिविटी और नाइस की तुलना मानक संतुलित पोलेरीमेट्री के साथ की गई। 1nT की dc क्षेत्र सेंस्टिविटी का प्रदर्शन इस तकनीक के प्रयोग द्वारा किया गया। यह मानक पोलेरीमेट्री से 4 के कारक द्वारा की गई वृद्धि है। इसके अतिरिक्त इन एक्सपेंसिव इलेक्ट्रॉनिक्स मॉड्यूल का विकास लेसर आवृत्ति लॉकिंग

के लिए किया गया। यह आधुनिक ARM माइक्रो कंट्रोलर की डीएसपी क्षमताओं का प्रयोग करके एक्सपेंसिव सिग्नल जेनरेटर्स, लॉक-इन-एंप्लिफायर्स एवं सर्वोकंट्रोलर्स को इंप्लिमेंट करती है। (संपर्क व्यक्ति: जी. राजलक्ष्मी)

लेसर भौतिकी

- **लेसर प्रेरित मॉडिफिकेशंस, लेसर माइक्रो प्लाज्मास से कण त्वरण में वृद्धि करते हैं**
  मुख्य समस्या ऐसे त्वरकों के विकास की है जो मानक मिली-जोलफेम्टो सेकेण्ड लेजर्स से उपलब्ध स्तरों पर ड्राइविंग लेजर तीव्रताओं के साथ फंक्शन कर सकें। यह अध्ययन न सिर्फ डेंसिटी अपितु द्रव्यमान-सीमित, कुछ माइक्रो-आकार के लक्ष्यों से प्रि-प्लाज्मा में स्पेटिअल मॉडिफिकेशंस को भी इंजीनियर करने में सफल रहा है। इसके साथ मॉडरेट तीव्रता (1016 W/Cm2) मुख्य लेसर पल्स के लक्ष्य के रुप में 6 MeV जैसी ऊंची एनर्जेटिक इलेक्ट्रॉन्स के जेनरेशन का निरीक्षण किया गया है। 600 KeV की ऊर्जाओं के साथ प्रोटोन्स को भी संसूचित किया गया है। तुलनात्मक रुप में समान तीव्रताओं पर बल्कलक्ष्यों से सिर्फ 300 keV की उच्चतम ऊर्जा के इलेक्ट्रॉन्स का जन्म होता है। परिणाम दिखाते हैं कि सापेक्षिकीय इलेक्ट्रॉन त्वरक की संभावना मॉडरेट ड्राइविंग लेसर तीव्रताओं पर है। (संपर्क व्यक्ति: एम. कृष्णमूर्ति)

सैद्धांतिक भौतिकी

- **अक्रिस्टील ठोसों के ग्लॉस ट्रांजिशन एवं यांत्रिकीय गुणधर्मों को समझना**
  इस समूह के परिणामों ने दिखाया कि मीडियम रेंज क्रिस्टालाइन आर्डर (एमआरसीओ) के साथ ग्लॉसेस के स्टेटिक एवं गतिक गुणधर्म अन्य जेनेरिकग्लॉस-निर्माणकारी द्रव्यों से भिन्न हैं। जैव-संरक्षण पर अध्ययन कार्यों ने दिखाया कि ग्लॉसी प्रणाली में लघु समय रिलेक्सेशन को ट्यून करने से खाद्य एवं दवा संरक्षण में संभावित भविष्य के इंप्लिकेशंस के साथ बेहतर संरक्षण सामान्यत: हो सकता है। माइक्रोअलाइंग पर अनुसंधान कार्य ने दिखाया कि पदार्थों के रेलॉजिकल गुणधर्म को यादृच्छिक पिनिंग (जो यील्डिंग प्रक्रिया की सामान्य हीटरोजेनस प्रकृति को अधिक होमोजेनस प्रकार में परिवर्तित करता है) के प्रकार में पदार्थों में इंक्लूजंशस को प्रस्तावित कर ट्यून किया जा सकता है। इन परिणामों के रिजीडिटी एवं असफलता थ्रेशोल्ड्स की ट्यूनिंग की संभावना के साथ माइक्रो-अलॉयस् या सॉफ्ट ग्लासेज की डिजाइनिंग में इंप्लिकेशंस होंगे। (संपर्क व्यक्ति: समरजीत करमाकर)

- **ठोस रिजीडिटी का तापीय गतिक मूल**
  सैद्धांतिक तर्कों एवं स्टेट ऑफ द आर्ट कंप्यूटेशनल तकनीकों का प्रयोग करके क्रिस्टालाइन ठोसों में रिजीडिटी के मूल का परीक्षण किया गया। एक रुपरेखा का विकास किया गया जिसके भीतर अनेक अस्पष्टमाने जाने वाले फेनोमेना स्पष्ट हो जाते हैं एवं परिमाणात्मक पूर्वानुमानों को किया जा सकता है एवं उनकी जांच की जा सकती है। उसी रुपरेखा का प्रयोग करते हुए कोई दवा डिजाइन की समस्या एवं प्रोटीन्स में लिगैंड्स की बद्धता को भी देख सकता है। (संपर्क व्यक्ति: सुरजीत सेनगुप्ता)

- **बहुचरण प्रक्षुब्ध प्रवाहों में मूलभूत प्रश्नों का अन्वेषण करना**

बहुचरण प्रवाह विभिन्न प्राकृतिक एवं औद्योगिक फेनोमेना में दृश्यमान होते हैं। इनमें ऐरोसोल का ट्रांसपोर्ट, वायुमंडल में ज्वालामुखी की राख, बारिश की बूंद का निर्माण, प्रोटोप्लेनेटरी डिस्कों में प्लानेटेसीमल्स का निर्माण एवं उद्योग में इमल्शंस आदि शामिल हैं। इस अवधि के दौरान निम्नलिखित प्रश्नों के हल खोजे गए हैं:

1. धूल एवं गैस के दो-आयामी प्रक्षुब्ध प्रवाहों की टोपोलॉजी: इस अध्ययन में धूल वेग क्षेत्र के टोपोलॉजिकल गुणधर्मों के परीक्षण एवं यह दिखाने के लिए यूलेरियन एप्रोच का प्रयोग किया गया है कि आऊटवार्ड स्पाइरल्स कम संभावित टोपोलॉजिकल संरचनाएं हैं।
2. बॉएन्सी प्रेरित बबली प्रवाहों में स्यूडो-प्रक्षुब्धता: अत्याधुनिक डाइरेक्ट अंकीय सिमुलेशंस एवं प्रभावी संतुलन विश्लेषण का प्रयोग करके बबल्स के स्वार्म द्वारा उत्पन्न कांप्लेक्स स्पेटियो-टेंपोरल प्रवाह का परीक्षण किया गया। दिखाया गया कि प्रवाह के गुणधर्म दृढ़ रुप से रेनाल्ड्स अंक पर निर्भर होते हैं।
3. डेंसइमल्शंस में प्रक्षुब्धता: प्रक्षुब्धचरण-पृथककारी सममित द्विआधारी-तरल मिश्रणों में काईनेटिक ऊर्जा स्पेक्ट्रा एवं प्रवाह का परीक्षण किया जा रहा है। (संपर्क व्यक्ति: प्रसाद पर्लेकर)

- **इंटरमिटेंट अवस्था को कैसे एप्रोच किया जाता है ?**
  फ्लक्चुएटिंग ऊंचाई क्षेत्रों द्वारा प्रेरित कणों के लिए दिखाया गया कि एक लैंग्थस्केल समय के साथ बढ़ती है एवं कण क्लस्टरिंग की मात्रा को एवं इस तरह इंटरमिटेंसी को नियंत्रित करती है। परिणाम के तौर पर फ्लैटनैस जैसे परिमाणात्मक मेजर्सस्केलिंग को ड्राइविंग्स के बृहत् कक्षा के लिए दिखाते हैं। (संपर्क व्यक्ति: मुस्तानसिर बार्मा)

विज्ञान शिक्षा

- **साप्ताहिक आऊटरीच यात्राओं द्वारा टीएसडब्ल्यूआरईआईएस स्कूलों के माध्यमिक एवं उच्च स्कूल के छात्रों के मध्य 'संकल्पना-आधारित ज्ञानार्जन' को प्रोत्साहित करना**
  टीसीआईएस एवं हैदराबाद विश्वविद्यालय के स्वयं सेवियों ने 72 साप्ताहांत यात्राएं कीं। ये तीन निकट के टीएसडब्ल्यूआरईआईएस स्कूलों (गोवलीडोडी (22 यात्राएं), नरसिंगी (22 यात्राएं) एवं शेकपेट (28 यात्राएं)) में 2018-19 के दौरान की गईं। इन यात्राओं का मुख्य उद्देश्य छठवीं एवं नौंवी कक्षा के छात्रों को विज्ञान एवं गणित के संकल्पना आधारित ज्ञानार्जन से परिचित कराना था। छात्रों की पढ़ने की आदतों को आऊटरीच यात्राओं के दौरान पुस्तकालय सत्रों के द्वारा प्रोत्साहित किया गया। पाठ्यपुस्तक -आधारित शिक्षण के अतिरिक्त संकल्पनाओं के क्रियाकलाप आधारित ज्ञानार्जन को प्रोत्साहित किया गया एवं छात्रों को मुक्त रुप से चर्चा करने एवं प्रश्न पूछने के लिए प्रेरित किया गया। छात्रों एवं शिक्षकों के साथ इन चर्चाओं ने ''सवालीराम 2.0'' (स्कूल छात्रों के मध्य उत्सुकता एवं प्रश्नों पर आधारित) नामक विज्ञान शिक्षा में अनुसंधान एवं विकास परियोजना के प्रेरण में महत्वपूर्ण भूमिका का निर्वाह किया। (संपर्क व्यक्ति: जयश्री रामदास)

होमी भाभा विज्ञान शिक्षण केंद्र

- **विज्ञान एवं गणितीय ओलंपियाड**

  एचबीसीएसई में पांच विज्ञान ओलंपियाड्स (खगोलविज्ञान, जैवविज्ञान, रसायनविज्ञान, कनिष्ठ विज्ञान एवं भौतिकी) एवं गणितीय ओलंपियाड के लिए अभिमुखीकरण-सह-चयन कैंप्स (ओसीएससी) का आयोजन किया गया। इनमें कुल 217 विद्यार्थियों ने भाग लिया। संगत अंतर्राष्ट्रीय ओलंपियाड्स के लिए भारतीय टीम का चयन इन कैंप्स में किया गया। जुलाई एवं दिसंबर, 2018 के दौरान आयोजित अंतर्राष्ट्रीय ओलंपियाड्स में 30 भारतीय छात्रों ने प्रतिभागिता की। इनमें से 12 ने स्वर्ण, 13 ने रजत, 4 ने कांस्य एवं 1 ने उल्लेखनीय उपलब्धि पुरस्कार जीता। पुर्तगाल के लिस्बोन में आयोजित अंतर्राष्ट्रीय भौतिकी ओलंपियाड्स में भारतीय टीम के प्रत्येक सदस्य ने स्वर्ण पदक जीता जिससे भारत पदक तालिका में शीर्ष पर पहुंचा। (रिपोर्टर : राष्ट्रीय समन्वयन कार्यालय (विज्ञान ओलंपियाड)

- **पंडित मदन मोहन मालवीय राष्ट्रीय शिक्षक एवं शिक्षण मिशन (PMMMNMTT)**

  फरवरी, 2019 में, एचबीसीएसई को मानव संसाधन एवं विकास मंत्रालय (एमएचआरडी) की एक योजना के तहत पंडित मदन मोहन मालवीय राष्ट्रीय शिक्षक एवं शिक्षण मिशन (PMMMNMTT) के अंतर्गत "विज्ञान एवं गणित शिक्षा में उत्कृष्ट केंद्र" के रूप में अनुमोदन प्रदान किया गया। यह केंद्र भविष्य में शिक्षक व्यावसायिक विकास से संबंधित विभिन्न कार्यक्रमों का आयोजन करेगा।

- **शिक्षक व्यावसायिक विकास एवं शिक्षक अभिमुखीकरण**

  इस शैक्षणिक वर्ष के दौरान 70 से अधिक कार्यशालाओं का आयोजन एचबीसीएसई एवं अन्यत्र स्थानों पर किया गया। इनमें 1300 से अधिक प्रतिभागियों ने भाग लिया। इनमें विज्ञान एवं गणित शिक्षक, शिक्षक शिक्षाकर्ता और स्कूलों एवं शिक्षक शिक्षा संस्थाओं के मान्य समूहों के रिसोर्स व्यक्ति शामिल थे।

- **बाह्य संगठनों/संस्थानों के साथ सहयोग**

  एचबीसीएसई के सदस्यों ने विभिन्न राष्ट्रीय एवं राज्य स्तर की संस्थाओं के साथ सहयोग कार्यों, परामर्शकारी सेवाओं और सहायता को जारी रखा है। इनमें केंद्रीय विद्यालय संगठन, शिक्षा एवं प्रशिक्षण के लिए जिला संस्थान (डाइट) हरियाणा, राजीव गांधी विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी कमीशन और 'विज्ञान एवं इनोवेशन क्रियाकलाप केंद्र' पर उनकी परियोजना, मुंबई विज्ञान शिक्षक संघ, रामानुजन गणितीय सोसायटी, यशवंतराव चव्हाण महाराष्ट्र ओपन यूनिवर्सिटी, सेंटर फॉर एजूकेशन इनोवेशन एवं टाटा सामाजिक विज्ञान एक्शन अनुसंधान संस्थान आदि शामिल थे।

- **ऑटिस्टिक विद्यार्थियों के लिए पाठ्यक्रम सामग्री का विकास करना**

  यह ग्रुप एम.बी.बारवालिया फाउंडेश के स्पैंडन होलिस्टिक चाइल्ड केयर सेंटर, बीएमसी स्कूल, पंत नगर, घाटकोपर (पूर्व) के सहयोग से ऑटिस्टिक विद्यार्थियों के लिए पाठ्य सामग्री के विकास करने में शामिल रहा ।

- **9वां वार्षिक अनुसंधान अधिवेशन**

एचबीसीएसई में वार्षिक अनुसंधान अधिवेशन (एआरएम), एचबीसीएसई के डॉक्टोरल छात्रों के कार्यों पर केंद्रित है। यह ऐसा अवसर है जिसमें संकाय सदस्य, सहयोगकर्ता और चर्चाकर्ता के रूप में भाग लेते हैं। इस 9वें वार्षिक अनुसंधान अधिवेशन में एचबीसीएसई के बाहर के प्रतिभागियों ने भी भाग लिया। दो संगोष्ठियां आयोजित की गईं जिनमें से एक शिक्षक प्रशिक्षण एवं शिक्षक शिक्षा और दूसरा पीएचडी अनुसंधान अध्येताओं के अनुभवों एवं चुनौतियों पर थीं।। इस अधिवेशन ने प्रस्तुतीकरण, चर्चा, साझीदारी एवं विचार-विमर्श के लिए गहन किंतु अनौपचारिक और सहयोगात्मक मंच उपलब्ध करवाया।

- **स्कूल विज्ञान अनुसंधान एवं विकास: प्रतिभागिता कार्रवाई अनुसंधान परियोजना (एसएसआरडी-पीएआर)**

  पड़ोसी सरकारी के सहायता प्राप्त स्कूल के साथ दीर्घकालीन प्रतिभागिता कार्रवाई अनुसंधान (पीएआर) परियोजना वर्तमान में कार्यान्वयन के पांचवें वर्ष में जारी है। इस परियोजना का मुख्य उद्देश्य स्कूली शिक्षा में पीएआर के मॉडल का विकास करना है। इस शैक्षणिक वर्ष में विभिन्न गतिविधिओं, पाठ योजनाओं और कक्षा 6 विज्ञान (महाराष्ट्र राज्य बोर्ड) के लिए वर्कशीटों की डिज़ाइन तैयार की गई और इनकी शिक्षकों एवं अनुसंधानकर्ताओं द्वारा सामूहिक समीक्षा की गई। एक माह-लंबे ग्रीष्मकालीन कैंप में विद्यार्थियों को सौर कुकरों का निर्माण करने, वर्षा जल संरक्षण प्रणाली, ओरीगमी के क्रियाकलापों में संलग्न किया गया। इसके अतिरिक्त उन्हें वर्ड गेम्स, खाद्य एवं पोषण एवं डिज़ाइन थिंकिंग से परिचय, सत्रों को आयोजित कर किया गया । {रिपोर्ट प्रस्तुतकर्ता: स्कूल विज्ञान अनुसंधान एवं विकास समूह}

- **गणित शिक्षक संघ सम्मेलन**

  इस उद्घाटन सम्मेलन ने देश भर के गणित के शिक्षकों, गणित के शिक्षाविदों और गणितज्ञों को एकत्रित होने और गणित शिक्षा के पहलुओं पर विचार-विमर्श करने, और नव स्थापित संस्था के लिए निदेश देने हेतु मंच प्रदान किया। 'ब्रिजिंग स्कूल एवं कॉलेज मैथेमैटिक्स' और 'यूज ऑफ टैक्नालॉजी इन द मैथेमैटिक्स क्लॉस रूम' पर दो कार्यशालाओं का आयोजन भी इस सम्मेलन के दौरान किया गया। {रिपोर्ट प्रस्तुतकर्ता: गणित शिक्षा समूह}

- **रॉयल सोसायटी ऑफ केमिस्ट्री (आरएससी) के साथ सहयोग**

  यूके की आरएससी ने दो प्रमुख उद्देश्यों के साथ वर्ष 2014 में आरएससी-यूसुफ हमीद इंस्पाइरेशनल केमिस्ट्री कार्यक्रम प्रारंभ किया। दो प्रमुख उद्देश्यों में एक विद्यार्थियों पर केंद्रित करना था जबकि दूसरा प्रमुख रूप से शिक्षकों के लिए था। 2014-2018 के दौरान, गुजरात, कर्नाटक, केरल और महाराष्ट्र राज्यों में इस कार्यक्रम के भाग के रूप में लगभग 11,000 शिक्षक प्रशिक्षित किए गए। होमी भाभा विज्ञान शिक्षा केंद्र ने वर्ष 2018 में शिक्षक विकास कंपोनेंट के लिए मूल्यांकन किया। चार राज्यों के शहरी/अर्ध-शहरी एवं ग्रामीण क्षेत्रों में स्थित 36 सरकारी/सरकारी सहायता प्राप्त माध्यमिक स्कूलों के साथ अध्ययन किया गया। {रिपोर्ट प्रस्तुतकर्ता: रसायन विज्ञान शिक्षा समूह}

- **विज्ञान अनुसंधान ज्ञानार्जन एवं विकास**

  विज्ञान अनुसंधान ज्ञानार्जन समूह (http://lsr.hbcse.tifr.res.in/teaching-material/ पर उपलब्ध है) द्वारा विकसित सिमुलेशंस को विज्ञान ज्ञानार्जन के लिए सिमुलेशंस की रिपॉजिटरी *गो-लैब* में शामिल किया गया। इसे यूरोपीय संघ द्वारा वित्तीय सहायता दी जाती है एवं यह ट्वेंटे विश्वविद्यालय, नीदरलैंड्स में स्थित है। (रिपोर्ट प्रस्तुतकर्ता : विज्ञान अनुसंधान ज्ञानार्जन समूह)

- **नॉलेज प्रयोगशाला क्रियाकलाप**

  नॉलेज प्रयोगशाला ने इंस्ट्रूनो v1 (निम्न लागत डीआईवाई इंटरनेट ऑफ थिंग्स (आईओटी) आधारित कॉमन इंस्ट्रूमेंट प्लेटफॉर्म), कंटेंट प्रबंध प्रणाली (सी.एम.एस.), एवं लर्निंग मैनेजमेंट सिस्टम (एल.एम.एस) की डिजाइन तैयार की एवं उनका विकास किया। एचबीसीएसई ने आईओटी आधारित मौसम स्टेशन V1 की स्थापना की जो वायु गति, वायु दिशा, वायुमंडलीय दवाब, बारिश, प्रकाश की तीव्रता, आर्द्रता एवं तापमान जैसे डेटा को थिंग्सबोर्ड ऑनलाइन प्लेटफार्म को भेजता है। यहां इस डेटा को विजुआलाइज किया जाता है जिसमें चार्ट्स, ग्राफ्स, एनालॉग्स प्रमापों एवं डिजीटल प्रमाप विजैट्स का प्रयोग किया जाता है। (रिपोर्ट प्रस्तुतकर्ता : नॉलेज प्रयोगशाला)

- **सहयोगात्मक पूर्वस्नातक जैवविज्ञान शिक्षा (CUBE) प्रयोगशाला क्रियाकलाप**

  इस वर्ष CUBE कार्यक्रम की प्रमुख उपलब्धि क्लॉस रूम में पाठ्यक्रम को संदर्भ के रूप में उपयोग किए जाने वाले मॉडल-सिस्टम आधारित सहयोगात्मक अनुसंधान पर चर्चा करने हेतु 10 राज्यों के 15 केंद्रों के विद्यार्थियों के साथ कार्यरत शिक्षकों की प्रतिभागिता सुनिश्चित करना था। यह कॉलेजों/स्कूलों में शैक्षिक-अवधि के दौरान मुख्य रूप से मॉडल सिस्टमों को बनाए रखने और अनुसंधान कार्य की निरंतरता को सुनिश्चित करने के लिए ग्रीष्मकालीन, दीवाली, क्रिसमस अवकाश में आयोजित कार्यशालाओं तथा तीन तत्पश्चात मध्य-अवधि अनुवर्ती बैठकों के अलावा है। रुचि-आधारित सहयोगात्मक अनुसंधान करने के लिए देश के विभिन्न भागों में विद्यार्थियों एवं शिक्षकों के घरों पर CUBE स्थान प्रयोगशालाओं को प्रारंभ करने के अलावा कोलकाता, कानपुर, बिलासपुर, हैदराबाद, गुंटूर, नट्टिका तथा पांडिचेरी के कॉलेजों और विद्यालयों में नये CUBE केंद्र प्रारंभ किए गए। {रिपोर्ट प्रस्तुतकर्ता: CUBE प्रयोगशाला}

- **सुपरनोवा के रूप में बड़े तारों के विकास एवं फटने की प्रक्रिया के कंप्यूटेशनल अध्ययन कार्य**

  इस अध्ययन में मेसा नामक अंकीय कोड के साथ सुपरनोवा में क्षय एवं विस्फोट के पहले बड़े तारों के विकास को सिमुलेट किया गया। तारे की आंतरिक एवं सतह गुणधर्मों के महत्वपूर्ण वैरिएंट को मॉडल गणनाओं में कंवेक्टिव ओवरशूट के ट्रीटमेंट के साथ देखा गया (कलर-मैग्नीट्यूड आरेखों में "ब्लू लूप्स" की उपस्थिति सहित) एक टीम ने (एचबीसीएसई के एनआईयूएस कार्यक्रम के अंतर्गत कार्यरत भिन्न भारतीय विश्वविद्यालयों के विजिटिंग छात्रों सहित) सुपरनोवा के सिमुलेटिड लाइट कर्व्स की तुलना टाइप ।। प्लेटू सुपरनोवा SN 2013ej से बहु तरंगबैंड निरीक्षणीय डेटा के साथ की। कार्य के भाग को जून, 2018 में स्टॉकहोम में अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन में प्रस्तुत किया गया। (संपर्क व्यक्ति: अलक रे (राजा रमन्ना फैलो)

- **उन्नत जीएमआरटी एवं प्रकाशनों के साथ नए रेडियो पल्सरों के लिए राष्ट्रीय सहयोग खोज**
  खगोलभौतिकीय जर्नल में पेपर का प्रकाशन किया : राष्ट्रीय रेडियो खगोलभौतिकी केंद्र में रेडियो एस्ट्रोनॉमर्स के साथ रेडियो बैंड्स में टाइप IIP सुपरनोवा एसएन 2004 डीजे का दीर्घकालीन व्यवहार (पी.चंद्रा, ए.जे. नयना)। भारतीय खगोलभौतिकी संस्थान में एस्ट्रोनॉमर्स के साथ कार्य का प्रकाशन (एन. कामेश्वर राव एवं अन्य) प्लानेटरी नेबूला एनजीसी 6302 (बटरफ्लाई नेबूला) पर जर्नल *खगोलविज्ञान एवं खगोलभौतिकी* में किया गया। इसमें एस्ट्रोसैट के बोर्ड पर अल्ट्रावॉयलेट इमेजिंग दूरदर्शी का प्रयोग किया गया। (संपर्क व्यक्ति : राजा रमन्ना फैलो)

- **भारत में परमाणु अनुसंधान के पूर्व विकास के पुरालेखाकार अध्ययन कार्य**
  इस परियोजना में भारत में परमाणु ऊर्जा अनुसंधान के पूर्व इतिहास पर अध्ययन कार्य किए गए। ये टीआईएफआर पुरालेखों, मेघनाद साहा पुरालेखों (कोलकाता) एवं नेहरु मेमोरियल म्युजियम और पुस्तकालय (दिल्ली) के द्वारा किए गए। पुस्तक समीक्षा "सीमाओं के बिना विज्ञान : टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान का दृष्टिकोण" (टीआईएफआर पर इंदिरा चौधरी की पुस्तक) का प्रकाशन नेचर ब्लॉग पर किया गया (पी. शास्त्री के साथ)। (संपर्क व्यक्ति : अल्का रे (राजा रमन्ना फैलो)

- **हिंदी में ई-लर्निंग पोर्टल**
  हिंदी में नवीन ई-लर्निंग पोर्टल (http://ehindi.hbcse.tifr.res.in) को 2008 में प्रारंभ किया गया था। इसे नए प्रक्षेत्र नाम के साथ पंजीकृत (http://vigyanshiksha.in) किया गया। वेबसाइट का आगे विकास इस शैक्षणिक वर्ष के दौरान नई शैक्षणिक सामग्रियों को जोड़कर किया गया। (संपर्क व्यक्ति : के.के. मिश्रा)

- **कुमार विश्वकोश**
  महाराष्ट्र राज्य मराठी विश्वकोश निमृति मंडल (मुंबई) के साथ सहयोग कार्य में एचबीसीएसई, माध्यमिक एवं उच्चतर माध्यमिक स्तर पर छात्रों एवं शिक्षकों के लिए जैवविज्ञान एवं पर्यावरण में संदर्भ सामग्री को तैयार कर रहा है। महाराष्ट्र सरकार ने कुमार विश्वकोश के वेब वर्जन के भाग 3 को विश्वकोश निमृति मंडल, मुंबई द्वारा आयोजित त्रिवेणी साहित्य संगम में जन समारोह में 9 फरवरी, 2019 को जारी किया गया। (संपर्क व्यक्ति : व्ही.डी. लाले)

विज्ञान प्रतिभा समूह

- **कक्षा 9 ज्ञानार्जन यूनिटों (एलयूएस) का विकास**
  कुल 20 नए एलयूएस का विकास इस अवधि में विविध विषयों एवं पैडागॉगिकल एप्रोचेस पर किया गया। उदाहरण के लिए रसायनशास्त्र में पानी के रसायनिक सूत्र के पीछे इतिहास पर एलयू है। इस एलयू में छात्र, वैज्ञानिकों द्वारा पानी के रसायनिक सूत्र की खोज में व्यतीत 30 वर्ष के इतिहास से परिचित होते हैं। संगीत पर अन्य एलयू है जहां छात्रों द्वारा हार्मोनियमों और कुंजीपटलों में नोट एवं कुंजियों की पिच के मध्य संबंधों का परीक्षण किया जाता है। खाद्यान्नों पर एलयू में छात्र पता करने का प्रयास करते हैं कि हम अपने दैनिक जीवन में जिन खाद्यान्नों का प्रयोग करते हैं उनमें से किन में प्रोटीन्स होते हैं। छात्र यह सरल प्रक्रियाओं द्वारा पता करने का प्रयास करते हैं। मिडप्वाइंट क्वाडीलेटरल्स पर एलयू में छात्र क्लॉसिकल परिणाम का परीक्षण जियोजेब्रा नामक गणित के सॉफ्टवेयर के प्रयोग द्वारा करते हैं।

- **विज्ञान प्रतिभा – एचबीसीएसई ग्रीष्म कैंप्स**

  15 मई एवं 14 जून, 2018 के मध्य छात्रों के लिए दो ग्रीष्मकालीन कैंपों का आयोजन एचबीसीएसई में किया गया। इन कैंपों का उद्देश्य विज्ञान प्रतिभा टीम द्वारा विकसित कक्षा 9 एलयूएस को परखना था। प्रत्येक कैंप में सीबीएसई पाठ्यक्रम (परमाणु ऊर्जा केंद्रीय स्कूल एवं केंद्रीय विद्यालय) का अनुसरण कर रहे पड़ौसी केंद्रीय विद्यालय स्कूलों के लगभग 50 छात्रों ने भाग लिया। कुल 15 एलयूएस को इन कैंपों में परखा गया।

- **विज्ञान प्रतिभा (व्हीपी) शिक्षकों की कार्यशाला**

  दो व्हीपी शिक्षकों की कार्यशालाओं का आयोजन इस अवधि में किया गया। केंद्रीय विद्यालय (केव्ही), परमाणु ऊर्जा केंद्रीय स्कूल (एईएससी) एवं जवाहर नवोदय विद्यालय (जेएनव्ही) के कुल 105 शिक्षकों ने इन कार्यशालाओं में भाग लिया। इन कार्यशालाओं का उद्देश्य कक्षा 9 व्हीपी एलयूएस एवं कुछ नए कक्षा 8 एलयूएस से शिक्षकों को परिचित कराना था। तीन स्कूल प्रणालियों के लगभग 69 स्कूलों ने इन कार्यशालाओं में भाग लिया। व्हीपी एलयूएस के सत्रों के अतिरिक्त गणित, वैज्ञानिक टैंपर एवं विज्ञान भाषा के इतिहास पर सत्रों को आयोजित किया गया।

राष्ट्रीय पूर्वस्नातक विज्ञान सूत्रपात (एनआईयूएस) समूह

- **छात्रों के लिए एनआईयूएस एक्सपोजर कम एनरिचमेंट कैंप्स**

  इस अवधि के दौरान तीन एनआईयूएस एक्सपोजर कम एनरिचमेंट कैंप्स का आयोजन जैवविज्ञान, रसायनशास्त्र एवं भौतिकी विषयों के लिए किया गया। ये कैंप्स प्रथम वर्ष के पूर्वस्नातक छात्रों के लिए ओपन थे। कुल 147 छात्रों ने इन कैंप्स में भाग लिया। इन कैंप्स के अंत में 59 छात्रों को विभिन्न विषयों में परियोजनाओं को करने के लिए चुना गया (जैवविज्ञान में 7, रसायनशास्त्र में 20 एवं भौतिकी में 32 जिसमें खगोलविज्ञान भी शामिल है)।

- **छात्रों द्वारा पूर्ण की गईं एनआईयूएस परियोजनाएं एवं शिक्षकों के लिए कार्यशालाएं**

  पूर्ण की गई एनआईयूएस परियोजनाओं की संख्या निम्नानुसार थी : जैवविज्ञान में 4 (एचबीसीएसई में 2 एवं 2 एचबीसीएसई के बाहर), रसायनशास्त्र में 8 (एचबीसीएसई में 6 एवं एचबीसीएसई के बाहर 2), भौतिकी में 2 (एचबीसीएसई में 1 एवं 1 एचबीसीएसई के बाहर)। रसायनशास्त्र में पूर्ण की गई परियोजनाओं में से दो का प्रकाशन राष्ट्रीय संगोष्ठी की सम्मेलन प्रकियाओं में किया गया। जैवविज्ञान में 1 कार्यशाला एवं रसायनशास्त्र में 3 कार्यशालाओं का आयोजन 86 शिक्षकों के लिए किया गया।

डिजाइन एवं प्रौद्योगिकी शिक्षा समूह

- **डिजाइन एवं प्रौद्योगिकी शिक्षा वेबसाइट**

  जनवरी, 2018 में डिजाइन एवं प्रौद्योगिकी शिक्षा वेबसाइट (https://dnte.hbcse.tifr.res.in/) को जारी करने के बाद से वेबसाइट को 7700 से अधिक अद्वितीय विजिटर्स द्वारा 27000 से अधिक हिट्स मिले हैं। संसाधन अनुभाग को 32 संसाधनों की प्राप्ति हुई है (हिंदी, अंग्रेजी एवं मराठी)। ये ऐसे शिक्षकों और शैक्षणिक प्रैक्टिसनर्स को नि:शुल्क उपलब्ध हैं जो छात्रों को डिजाइन एवं प्रौद्योगिकी क्रियाकलापों से परिचित कराना चाहते हैं।

- **रिफ्लेक्टिव अकाउंट : आठवीं कक्षा के छात्र के साथ साक्षात्कार**

एक लघु केस अध्ययन में मिडिल स्कूल के छात्र के साथ साक्षात्कार में प्राप्त कुछ जानकारियों को प्रस्तुत करने का प्रयास किया गया। इस अध्ययन को एनसीईआरटी जर्नल *वाइसेस ऑफ टीचर्स एण्ड टीचर एजूकेटर्स* में रिफ्लेक्टिव अकाउंट के रुप में रिपोर्ट किया गया। यह अध्ययन विविध क्षेत्रों जैसे स्कूल, विज्ञान संबंधी विचारों, प्रौद्योगिकी और सोसायटी आदि के संबंध में छात्र की रुचियों और अरुचियों और कैसे ये छात्र को डिजाइन और प्रौद्योगिकी के क्रियाकलापों में संलग्नता को प्रभावित करते हैं, को सामने लाने का प्रयास है। हालांकि यह प्रयास सामान्य नहीं कहा जा सकता किंतु इसके द्वारा यह जानने का अवसर उपलब्ध हुआ कि कोई किस तरह बच्चों के लिए क्रियाकलापों को डिजाइन करता है।

अनुसंधान सुविधाएं

टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा, हैदराबाद

- **टीआईएफआर 100 (cm) गुब्बारा-वाहित दूरदर्शी का प्रयोग करके दूरस्थ-अवरक्त निरीक्षण**
  जापानी फैब्री-पेरोट स्पेक्ट्रोमीटर (एफपीएस) के साथ टीआईएफआर 100 cm गुब्बारा-वाहित दूरदर्शी (टी 100) को टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा, हैदराबाद से 28 अक्टूबर, 2018 को विंटर 2018 फ्लाइट कैंपेन के दौरान लांच किया गया। एफपीएस (R~1800) को 157.74 माइक्रोन्स पर (C II) की खगोल विज्ञान की रोचक सूक्ष्म संरचना में ट्यून किया गया है। (CII) लाइन, फोटो वियोजित प्रक्षेत्रों (PDRs), विशेष रुप से निम्न गैस डेंसिटी PDRs में सर्वाधिक प्रभावी कूलिंग लाइन्स में से एक है। टी100 ने फोकल प्लेन पर जापानी एफपीएस के साथ डिजाइन के अंतर्गत कार्य किया। इस फ्लाइट के दौरान (CII) लाइन में बड़े प्रक्षेत्रों एवं तीव्र स्कैनिंग मोड में अनेक गैलेक्सीय तारा-निर्माणकारी कांप्लेक्सेस के कंटिन्युअम को सफलतापूर्वक मैप किया गया। एफपीएस निरीक्षणों का डेटा विश्लेषण कार्य जारी है। (संपर्क व्यक्ति : देवेंद्र ओझा)

- **सी-डॉट, नई दिल्ली में बेतार संप्रेषण के लिए हेतु टीदर्ड गुब्बारा होइस्टिंग**
  टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा (बीएफ), हैदराबाद ने दिसंबर, 2018 के दौरान बीएफ में टीदर्ड गुब्बारा (काईटून) की डेमो होइस्टिंग को सफलतापूर्वक संचालित किया। इसका उद्देश्य सी-डॉट, नई दिल्ली के बेतार संप्रेषण पेलोड सैट-अप का परीक्षण करना एवं ऑन-साइट संभाव्यताओं का अध्ययन करना था। सी-डॉट पहले ही ब्रॉडबैंड कनेक्टिविटी को 100,000 गांवों में भारतनेट परियोजना के अंतर्गत प्रारंभ कर चुका है एवं यह देश में प्रत्येक गांव को प्रौद्योगिकी से कनेक्ट करने के लिए प्रगति कर रहा है। सी-डॉट, देश में ग्रामीण, दूरस्थ एवं अगम्य क्षेत्रों में ब्रॉडबैंड एवं अन्य संप्रेषण सुविधाएं उपलब्ध कराने के लिए फ्लोटिंग प्लेटफॉर्म के रुप में टीदर्ड गुब्बारा को स्थापित करने की संकल्पना को महत्वपूर्ण दिलचस्पी के रुप में लेता है एवं इसे क्षेत्र डिप्लाएबिल प्रणाली के रुप में विकसित करना चाहेगा। संयुक्त कार्य के रुप में बीएफ टीम ने वाई-फाई सेवाओं को लागू करने के लिए यांत्रिकीय विंच के साथ दो 9.9 cu.m. काइटून्स की आपूर्ति की। इनमें से एक सी-डॉट, बैंगलुरु कैंपस में है और अन्य नई दिल्ली के प्रगति मैदान में कंवर्जेन्स, 2019 में है जिसका आयोजन 29-31 जनवरी, 2019 के दौरान हुआ था। (संपर्क व्यक्ति: देवेंद्र ओझा)

पैलेट्रॉन लाइनेक सुविधा

- **पैलेट्रॉन लाईनेक सुविधा**
  पैलेट्रॉन लाइनेक सुविधा ने प्रमुख भारी ऑयन अनुसंधान सुविधा के रुप में कार्य करना जारी रखा। इस वर्ष ~2 माहों की अवधि के विशेष बीम चक्र को 9बीई बीम के साथ प्रचालित किया गया। कुल 33 प्रयोगों को भिन्न बीमों के साथ पूर्ण किया गया। यह सुविधा विज्ञान की दृष्टि से अत्यंत प्रोडक्टिव है एवं कार्य का परिणाम अंतर्राष्ट्रीय जर्नलों में 26 प्रकाशनों में निकला।

- **पीएलएफ इंस्ट्रूमेंटेशन से संबंधित विकासात्मक क्रियाकलाप**

  1. क्लांयट-सर्वर आर्किटेक्चर का प्रयोग करके लैबव्यू आधारित नेटवर्क इंटरफेस को विकसित किया गया। इसका उद्देश्य लाईनेक एवं यूजर बीम हॉल्स की वैक्यूम प्रणालियों के लिए क्लायंट पीसी कंसोल पर दोनों वॉल्व एवं वैक्यूम की रिमोट मॉनिटरिंग करना था।
  2. न्यूट्रॉन क्षेत्र मॉनिटर्स की रिमोट मॉनिटरिंग के लिए लैबव्यू आधारित TCP VI नेटवर्क इंटरफेस को विकसित कर कार्यान्वित किया गया जिसमें क्लायंट-सर्वर आर्किटेक्चर का प्रयोग किया गया। न्यूट्रॉन डोस एवं वार्निंग/शटडाउन अलार्म स्टेटस को डिसप्ले किया जाता है जो हर 2 सेकेण्ड में रिफ्रैश होता है।
  3. बीम कोलिमेशन के लिए प्रयुक्त स्लिट्स का दूरस्थ प्रचालन अत्यंत वांछनीय है क्योंकि यह बीम इंटरप्शन के बिना गतिक नियंत्रण को सुगम करता है। सिलिकॉन प्रयोगशाला पर आधारित स्लिट कंट्रोलर डिजाइन द्वारा C8051F020 माइक्रोकंट्रोलर का निर्माण किया जाता है। इसमें स्लिट पोजिशन के लिए 12 बिट एडीसी एवं स्मूथ मूवमेंट के लिए माइक्रो स्टैपिंग ड्राइवर का प्रयोग किया जाता है। इसे विकसित कर इसका परीक्षण किया गया है। स्लिट पोजिशन कंट्रोल एवं मॉनिटरिंग, लोकल कंट्रोल यूनिट पर उपलब्ध है एवं रिमोट एक्सेस RS232 संप्रेषण इंटरफेस पर उपलब्ध है। A4988 ड्राइवर पर आधारित माइक्रो-स्टैपिंग स्टैपर मोटर कंट्रोलर की डिजाइन को मल्टीपिल ट्यूनर/कप्लर समायोजनों के लिए तैयार किया गया।
  4. लाईनेक हॉल में ह्युमिडिटी की दूरस्थ मॉनिटरिंग के लिए ह्युमिडिटी ट्रांसमीटर को बीम हॉल में माउंट किया गया। सेंसर के 4-20 mA करेंट आऊटपुट को उपयुक्त एनालॉग वोल्टेज में कंवर्ट इलेक्ट्रॉनिक सर्किट द्वारा किया जाता है। इसका उद्देश्य डिसप्ले पर 0-100 प्रतिशत ह्युमिडिटी स्तर को दिखाना है। यदि ह्युमिडिटी, एडजस्टेबिल प्रिसैट स्तर को पार करती है तो अलार्म बजता है।

- **विकासात्मक क्रियाकलाप: क्रॉयोजेनिक्स, मैकेनिकल एवं अवसंरचना**

  एक मॉडिफाइड एण्ड प्लेट का निर्माण किया गया, लीड को प्लेट किया गया एवं वांछित प्रचालन आवृत्ति विंडो को प्राप्त करने के लिए रेसोनेटर्स में से एक पर संस्थापित किया गया। ट्यूनर मॉडिफिकेशंस को पुर्जों के संरेखण को उन्नत करने के लिए किया गया है जो मोशन ट्रांसफर क्रियातंत्र को होल्ड करते हैं। नई ट्राइएक्सिअल हीलियम ट्रांसफर ट्यूब का निर्माण किया गया एवं इसे संस्थापित किया गया। लीकी ट्रांसफर ट्यूब से बेयोनेट्स को कट किया गया एवं अन्य स्पेअर ट्रांसफर ट्यूब का निर्माण इसके प्रयोग द्वारा किया गया। आरओ-डीआई यूनिट के कांबिनेशन को सफलतापूर्वक संस्थापित किया गया है एवं इसे कमीशन किया गया है।

- **लक्ष्य प्रयोगशाला क्रियाकलाप**

  1. लक्ष्य प्रयोगशाला द्वारा पीएलएफ प्रयोगों के लिए उत्कृष्ट सहायता देना जारी है। औसत तौर पर 400-500 लक्ष्यों को पीएलएफ एवं अन्य त्वरकों पर प्रयोगों के लिए प्रति वर्ष तैयार किया जाता है। इस वर्ष तैयार किए गए कुछ विशेष लक्ष्य निम्नानुसार थे: थोरियम (टीएच232), यूरेनिमय (यू238) रोल्ड फॉयल्स एवं एवापोरेशन द्वारा सेसियम नाइट्रेट फॉयल्स। सुधार कार्य एनरिच्ड लक्ष्य एवापोरेशन के लिए क्रूसिबिल शेप को मॉडिफाई करके किए गए हैं जिसने एनरिच्ड लक्ष्य पदार्थों की बर्बादी को कम किया है।

2. चिकित्सीय अनुप्रयोग के लिए रेडियोआइसोटोप्स के निर्माण के लिए सहयोग को रेडिएशन मेडीसिन सेंटर (आरएमसी) के साथ प्रारंभ किया गया है। निकेल क्लोराइड सोल्यूशन ($NiCl_2$) से निकेल (Ni) के एक्सट्रैक्शन के लिए प्रक्रिया की संभाव्यता का परीक्षण लक्ष्य प्रयोगशाला में किया गया है।

- **नियोबियम रेसोनेटर विकास**
इलेक्ट्रिकल डिजाइन एवं ईबीम वेल्डिंग निर्माण सैटअप्स को क्वालिफाई करने के लिए एसएस प्रोटोटाइप निर्माण को प्रारंभ किया गया है। शीट धातु ऑपरेशन के लिए न्युमेटिक प्रैस को इन-हाऊस विकसित किया गया। प्रैस के इलेक्ट्रो-न्युमेटिक प्रचालन के लिए कस्टम इलेक्ट्रॉनिक नियंत्रण सर्किट की डिजाइन इन-हाऊस तैयार की गई है एवं परीक्षण कार्य जारी हैं।
(संपर्क व्यक्ति: वंदना नैनल एवं रुद्रज्योति पालित)

राष्ट्रीय उच्च क्षेत्र एनएमआर सुविधा

- **क्रोमोफोर एवं मुक्त रेडिकल के सहसंयोजित रुप से संबंधित अणुओं में इलेक्ट्रॉन स्पिन पोलेराइजेशन**
भिन्न लैंग्थ्स के स्पेसर समूह द्वारा पृथक की गईं अनेक क्रोमोफोर-रेडिकल प्रणालियों का संश्लेषण (क्रोमोफोर=पाइरीन, एंथ्रासीन या नैपथेलीन, मुक्त रेडिकल= 2,2,6,6 टेट्रामिथायल पाइपरिडीन-एन-आक्सिल) किया गया एवं उनकी फोटो फिजिकल क्वेंचिंग का अध्ययन किया गया। आवेश स्थानांतरण अवस्थाओं के निर्माण एवं क्रोमोफोर और मुक्त रेडिकल के मध्य दूरी के प्रकार्य के रुप में ईएसपी जैनेरेशन का अध्ययन किया गया। (संपर्क व्यक्ति: रंजन दास)

- **13 C NMR के साथ इलेक्ट्रोलाइट का विश्लेषण**
टीआईएफआर में पदार्थ रसायनशास्त्र प्रयोगशाला में जारी परियोजनाओं में से एक इलेक्ट्रो रसायनिक एप्रोच का प्रयोग H_2O_2 के निर्माण में वॉटर स्पिलिटिंग के आक्सिडाइज्ड उत्पाद के रुप में करना है। अभिक्रिया के दौरान CO_2 को पीएच को तटस्थ या स्लाइटली अम्लीय स्तरों पर रखने के लिए पर्ज किया जाता है। इस प्रक्रिया के दौरान 13C nmr का प्रयोग करते हुए अनुसंधानकर्ताओं ने निरीक्षण किया कि CO_2, काउंटर पीटी इलेक्ट्रोड में रिडक्शन से गुजरता है एवं दोनों फार्मिक एसिड और मैथानल को सफलतापूर्वक संसूचित इस रिडक्शन के उत्पादों के रुप में किया गया। (संपर्क व्यक्ति: दीपा खुशलानी)

- **शिशुओं में गंभीर मोतियाबंद का कारण मानव γS-G57W की संरचना एवं गतिकी**
मानव γS-क्रिस्टालाइन के हाल ही में पहचाने गए बाल्यकाल मोतियाबिंद प्रकार (जी57डब्ल्यू) पर जैव आण्विक एनएमआर परीक्षणों से संरचनात्मक अस्थिरता को बढ़ावा देने में असामान्य रुप से एक्सपोज्ड गैर-संरक्षणात्मक W57 की महत्वपूर्ण भूमिका का पता चला। 3D संरचनात्मक अभिलक्षणन, विभिन्न टाइम स्केल्स पर कंफर्मेशनल गतिकी अध्ययन एवं फुललैंग्थ प्रोटीन्स पर जैवभौतिकीय परीक्षणों और कंसर्ट में उनके पृथक प्रक्षेत्रों से एक प्रक्षेत्र की कॉस्ट पर दूसरे की स्थिरता की ट्यूनिंग में अंतर्प्रक्षेत्र संपर्कों की भूमिका को स्थापित किया। इस अध्ययन ने लैंन्स क्रिस्टालाइन एग्रेगेशन में महत्वपूर्ण प्रकार्यात्मक जानकारियों को उपलब्ध कराया जिससे लैन्स

ओपेसिफिकेशन को विलंब करने एवं अपसैट करने में चिकित्सीय कार्यनीतियों का पता चला। (संपर्क व्यक्ति: के.व्ही.आर. चारी)

- **वाइवो में गैर-आनुवांशिकीय एंकोडिड लघु अणुओं एवं ऑयनों की इमेजिंग के लिए नवीन सेंसिंग कार्यनीतियों की डिजाइन एवं विकास**

  अनुसंधान समूह की विषयवस्तु आण्विक रिकगनिशन एवं समन्वयन रसायनशास्त्र से मूलभूत रसायनिक जानकारियों का प्रयोग उच्च रुप से सेंसिटिव एवं रिवर्सिबिल आण्विक संसूचन योजनाओं के आविष्कार में करने की है। समग्र लक्ष्य जैविक प्रकार्य में लघु अणुओं एवं ऑयनों में गतिक परिवर्तनों की भूमिका को स्पष्ट करने के लिए प्रॉब्स को लागू करना है। प्रॉब विकास प्रयास नवीन यौगिकों के संश्लेषण एवं अभिलक्षणन पर बड़ी सीमा तक निर्भर होते हैं। एनएमआर प्रमुख अभिलक्षणन तकनीकों में से एक है जिसका प्रयोग नवीन प्रॉब्स की संरचनाओं को वैलिडेट करने के लिए किया जाता है। (संपर्क व्यक्ति: अंकोनादत्ता)

- **दोनों पदार्थों एवं पेप्टाइट्स जैसी जैविक प्रणालियों में फोटो इंड्यूस्डट्रांजिशंस के क्रियातंत्र की जांच के लिए NMR स्पेक्ट्रोस्कोपी का प्रयोग करना**

  अभिक्रियागतिकी समूह दोनों पदार्थों एवं पेप्टाइड्स जैसी जैविक प्रणालियों में फोटो इंड्यूस्डट्रांजिशंस के क्रियातंत्र की जांच करता है। पाया गया कि F-F डाइपेप्टाइड एग्रेगेशन पथवे को फिनायल एलेनाइनसाइड-चेन पर अजो-समूह के अटैचमेंट द्वारा मॉडिफाई किया जा सकता है। सरफेस-एनहांस्ड रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी को मोनोमर एवं एग्रगेट्स: फिब्रिल्स एवं वैसिकल्स को क्वांटिफाई करने के लिए किया गया। अजो समूह के ट्रांस-अभिविन्यास में अजो -F-F डाइपेप्टाइड सरलता से उच्च सांद्रता पर फिब्रिल्स का निर्माण करता है। 450 NM पर UV-इलूमिनेशन के अंतर्गत ये फिब्रिल्स, वैसिकल्स का निर्माण कर सकते हैं जबकि 365 nm इलूमिनेशन के अंतर्गत उन्हें फिब्रिल्स पर रिवर्सिबलीस्विच बैक किया जा सकता है। तथापि पूर्ण एग्रगेशन प्रक्रिया, अजो समूह के मोनोमेरिक स्थिति में सिस अभिविन्यास में स्विच होने पर रुक जाती है । (संपर्क व्यक्ति: ज्योतिशमन दासगुप्ता)

- **हर्बालोमिक्स में NMR**

  हर्बल प्रिपरेशंस के अनेक घटक होते हैं जो सिनर्जिस्टिक रुप में कार्य करते प्रतीत होते हैं। इस तरह कोई विशेष प्रिपरेशन अनेक प्रतीत हो रहे असंबंधित रोगों के उपचार में समर्थ है। अनुमानित तौर पर प्रिपरेशंस के भिन्न घटक विभिन्न क्रियाकलापों के लिए उत्तरदायी हैं एवं उनके मध्य सिनर्जी के कारण साइड इफैक्ट्स के कम होने की संभावना है। विभिन्न मेटाबोलिक पथमार्गों, रोगों आदि पर हर्बल प्रिपरेशंस के प्रकार के प्रभावों के क्रमबद्ध अभिलक्षणन के साथ डील करने विज्ञान के इस क्षेत्र को **हर्बालोमिक्स** कहा गया है। हर्बल प्रिपरेशंस के प्रकार के विभिन्न पहलुओं के विस्तृत अध्ययन को NMR का प्रयोग करके प्रारंभ किया गया है जो सोल्यूशंस में संरचनाओं के अभिलक्षणन एवं अणुओं की अन्योन्य क्रियाओं के लिए सर्वाधिक शक्तिशाली टूल है। (आर.व्ही. होसुर)

- **नवीन शुद्ध शिफ्ट NMR पद्धतियां एवं उनके एप्लिकेशंस**

1. सोल्यूशन अवस्था NMR, लघु कार्बनिक अणु मिश्रणों एवं प्रोटीन्स के संरचनात्मक अध्ययन कार्यों में महत्वपूर्ण भूमिका का निर्वाह करता है। तथापि अंतर्निहित सीमित 1H-NMR रसायनिक शिफ्ट रेंज (~10 ppm) में उपस्थित प्राय: महत्वपूर्ण रुप से ओपरलैप्ड 1 H-1H स्केलर युग्मनों द्वारा

स्पेक्ट्रल विभेदन को बाधित किया जाता है एवं इससे रसायनिक शिफ्ट विश्लेषण कठिन हो जाता है। इस समस्या के निपटान के लिए PSYCHE / ZS-homodecoupling (शुद्ध शिफ्ट एनएमआर) पद्धतियों के विभिन्न प्रगत वर्जन्स को विकसित किया गया है। इनमें NUS-PSYCHE-TOCSY, PS-CLIP-COSY, Hadamard-PSYCHE-TOCSY, CPMG-PSYCHE/ Inversion Recovery (IR)-PSYCHE शामिल हैं। इसका उद्देश्य अनएंबिगस रसायनिक शिफ्ट असाइमेंट्स करना एवं दवा-प्रोटीन अन्योन्यक्रियाओं को मॉनिटर करना है।

2. जटिल स्टेराइड अणुओं में 1H-1H एवं 1H-19 F स्केलर युग्मनों के साइमलटेनस निर्धारण के लिए होमोडिकपल्ड डाएगोनल-2D प्रयोग, F1- PSYCHE-DIAG को भी विकसित किया गया है।
3. शुद्ध शिफ्ट NMR में डिकपल होने वाली होमो नाभिकीय स्केलर युग्मन सूचना को पुन:प्राप्त करने के लिए पल्ससीक्वेंसेस के दो भिन्न प्रकारों को डिजाइन किया गया है। ये शुद्ध शिफ्ट में सिलेक्टिव युग्मन रिइंट्रोडक्शन (SCRPS) एवं जे-स्केल्ड शुद्ध शिफ्ट (JSPS) प्रयोग हैं। इनमें से पहला जटिल कार्बनिक अणुओं के पूर्ण स्केलर युग्मन स्पिन नेटवर्क को मैप करता है जबकि दूसरा अत्यंत उच्च विभेदन पर मूल्यवान दीर्घ रेंज स्केलर युग्मन सूचना के मापन को सुलभ करता है।
4. शुद्ध शिफ्ट NMR पद्धतियों के एप्लिकेशंस लघु अणुओं तक सीमित नहीं हैं। उन्हें एकल NMR प्रयोग (PRO-SMASH-HSQC2) में दो एचएसक्यूसी स्पेक्ट्रा(13C-HSQC of small molecules and 15N-HSQC of proteins) के सीक्वेंशल एक्विजिशन के लिए विस्तृत किया गया है। यह पद्धति परमाण्विक स्तरों पर दवा-प्रोटीन अन्योन्यक्रियाओं की मॉनिटरिंग की अनुमति देती है एवं इसका दवा खोज कार्यक्रमों में संभावित उपयोग होंगे। (आर.व्ही. होसुर)

टीआईएफआर में विज्ञान का प्रसार एवं जनसुलभता: लघु सारांश

टीआईएफआर की विज्ञान प्रसार एवं जन सुलभता समिति (SPPOC) विभिन्न कार्यक्रमों का आयोजन करती है। इसका उद्देश्य सामान्य जनता को विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी में दिलचस्प नए विकास कार्यों के महत्व से अवगत कराना है जिसमें विशेष जोर टीआईएफआर में किए जा रहे अनुसंधान कार्यों को दिखाने पर रहता है। इस प्रयास में मुख्य रुप से स्कूल/कॉलेज के छात्रों एवं शिक्षकों (विशेष रुप से पिछड़े समुदायों के) पर फोकस किया जाता है एवं छात्रों को मूल विज्ञान में कैरियर बनाने हेतु प्रोत्साहित किया जाता है।

वार्षिक ''विज्ञान की सीमाएं'' कार्यक्रम चुने हुए स्कूलों के 9वीं एवं 10वीं के छात्रों एवं शिक्षकों को टीआईएफआर में आने का अवसर प्रदान करता है। यह कार्यक्रम 25 नवंबर, 2018 को आयोजित किया गया। इस कार्यक्रम में विभिन्न स्कूलों के 1800 से अधिक छात्रों/शिक्षकों का टीआईएफआर में आगमन हुआ। इनमें विशेष रुप से ग्रामीण एवं पिछड़े समुदाय के छात्र एवं शिक्षक सम्मिलित थे। स्कूलों में मुंबई एवं नासिक नगर निगम के स्कूल शामिल थे एवं डाक विभाग के कर्मचारियों के बच्चों ने भी इस कार्यक्रम में भाग लिया। विज्ञान की सीमाएं, 2018 अभी तक का सबसे बड़ा कार्यक्रम था जिसमें संस्थान की 49 प्रयोगशालाओं / सुविधाओं ने अपने कार्यों को प्रस्तुत किया एवं लगभग 400 स्वयंसेवकों (अधिकांश स्नातक छात्रों एवं स्थानीय कॉलेजों के प्रशिक्षित बीएससी/एमएससी छात्रों) ने प्रयोगशालाओं में कार्य किया गया या वे अतिथियों को ले कर आए।

टीआईएफआर की शीर्ष विज्ञान कैफे श्रृंखला *चाय एवं व्हाई ?* ने अपने आयोजन के 10 वर्ष पूर्ण किए। यह कार्यक्रम 2009 से बिना किसी अवरोध के चल रहा है। इसमें प्रत्येक माह के पहले रविवार को पृथ्वी थिएटर में, प्रत्येक माह के तीसरे रविवार को रुपारल कॉलेज में एवं प्रत्येक माह के पांचवें रविवार (जिन माहों में पांचवां रविवार रहता है) को फोर्ट के एलेक्जेंडर कॉलेज में नियमित सत्रों का आयोजन किया जाता है। 2018-19 में *चाय एवं व्हाई* ने अनेक रोचक वैज्ञानिक विषयों पर अनौपचारिक चर्चाओं के लिए मंच उपलब्ध कराया। ब्लैकहोल्स से कंप्यूटिंग की सीमाओं एवं रामानुजन के टो प्रकार्यों से न्यूरोनल रिपेयर तक *चाय एवं व्हाई ?* सत्रों ने टीआईएफआर में अनुसंधान के विभिन्न पहलुओं को दर्शाया। बच्चों पर फोकस के साथ लोकप्रिय वेकेशन स्पेशल्स में क्रोमेटोग्राफी, एक्सट्रैक्टिंग डीएनए, नृत्य में गणितीय पैटर्न्स आदि पर सत्र थे। जुनून के ''मुंबई लोकल'' श्रृंखला के साथ साझीदारी को जारी रखा गया जिसमें टीआईएफआर के वैज्ञानिकों के साथ चर्चाएं थीं। इसका उद्देश्य मुंबई के नेवर हुड स्थानों पर वैज्ञानिकों के साथ समुदाय संलग्नता का सृजन करना था।

ओपन हाऊस के साथ राष्ट्रीय विज्ञान दिवस समारोहों को रविवार, 24 फरवरी, 2019 को आयोजित किया गया। इसमें 2000 से अधिक अतिथियों का संस्थान में आगमन हुआ। इस दिन बड़े ओपन-एयर विज्ञान मेला में दिन भर विज्ञान के प्रदर्शन, चुनी हुई प्रयोगशालाओं में यात्राएं एवं रोचक व्याख्यानों की श्रृंखला आदि के आयोजन हुए। टीआईएफआर, कुलाबा कैंपस की बड़ी टीम ने राष्ट्रीय विज्ञान दिवस के अवसर पर जीएमआरटी विज्ञान मेले के क्रियाकलापों में प्रतिभागिता की। आऊटरीच टीम ने टीआईएफआर स्थापना दिवस कार्यक्रम के दौरान अनेक हैंड्स-ऑन प्रदर्शनों के साथ स्टॉल्स को भी लगाया।

घरों पर आसानी से मिलने वाली सामग्रियों की आवश्यकता के साथ सरल प्रयोग, वैज्ञानिक संकल्पनाओं के हैंड्स-ऑन अन्वेषण को सुगम बनाते हैं। ये शहर में एवं अन्यत्र स्थानों में स्कूलों और कॉलेजों में आयोजित किए जाने वाले आऊटरीच व्याख्यान-प्रदर्शन कार्यक्रमों की मुख्य विशेषता रहे हैं। आऊटरीच टीम के सदस्यों ने मुंबई महानगर क्षेत्र में अनेक स्कूलों और कॉलेजों में विज्ञान प्रदर्शनों का आयोजन किया। आऊटरीच टीम

को चैसकॉन, चंडीगढ़ विज्ञान कांग्रेस एवं क्षेत्र की अन्य संस्थाओं में प्रयोगों को दिखाने के लिए आमंत्रित किया गया। इसके अतिरिक्त टीम को औरंगाबाद के वराहमिहिर विज्ञान केंद्र में प्रयोगों को दिखाने के लिए आमंत्रित किया गया। बच्चों के लिए साप्ताहिक विज्ञान कार्यशाला *एक्साइटिंग एक्सप्लोरेशन* का आयोजन पृथ्वी थिएटर के ग्रीष्मकालीन क्रियाकलापों के भाग के रुप में किया गया। अधिक समावेशी आऊटरीच कार्यक्रम उपलब्ध कराने हेतु आऊटरीच टीम ने ग्रामीण क्षेत्रों में अनेक आऊटस्टेशन संस्थाओं/स्कूलों का दौरा किया। इनमें सतारा जिले में होलिचागांव, खटाव, महासूरने, रेथारे, कराडएवं इंडोली औररायगढ़ जिले मेंवाल्वाटी, दिघी, बोरली एवं श्रीवर्धन शामिल थे। इस दौरान लगभग 4000 छात्रों और शिक्षकों के साथ संपर्क स्थापित हुआ। अधिकांश टीआईएफआर केंद्रों के स्वयं के सक्रिय आऊटरीच कार्यक्रम हैं। इनमें से कुछ प्रमुख निम्नानुसार हैं:

अंतर्राष्ट्रीय सैद्धांतिक विज्ञान केंद्र (आईसीटीएस), बैंगलुरु

आईसीटीएस द्वारा अक्सर *सार्वजनिक व्याख्यानों* का आयोजन (भारत एवं विदेश के विद्वान वैज्ञानिकों द्वारा) किया जाता है। इसे *आईंस्टीन व्याख्यान* श्रृंखला के नाम से जाना जाता है (जहां स्कूलों, कॉलेजों एवं अन्य संस्थाओं द्वारा भारत में कहीं भी व्याख्यान आयोजित करने हेतु अनुमति मांगी जाती है एवं इस श्रृंखला में विविध प्रकारों के व्याख्यान शामिल होते हैं)। आईसीटीएस की अन्य व्याख्यान श्रृंखला को *कापी विथक्यूरियोसिटी* के नाम से जाना जाता है (यह मासिक जन व्याख्यान श्रृंखला है जो बैंगलुरु में जवाहरलाल नेहरु प्लानेटोरियम एवं अन्य शैक्षणिक संस्थाओं के सहयोग में चलाई जाती है)।

राष्ट्रीय रेडियो खगोलविज्ञान केंद्र (एनसीआरए), पुणे

एनसीआरए की बृहत्मीटर तरंग रेडियो दूरदर्शी (जीएमआरटी, पुणे) आब्जर्वेटरी, देश में सबसे बड़ी विज्ञान प्रदर्शनियों में से एक का आयोजन करती है। इसे राष्ट्रीय विज्ञान दिवस के आसपास आयोजित किया जाता है जिसमें दो दिनों में लगभग 20000 व्यक्ति शामिल होते हैं। इसमें 600 से अधिक स्कूलों और कॉलेजों की परियोजनाओं, अन्योन्यक्रियाकारी प्रयोगों, वार्ताओं, कार्यशालाओं एवं मूवी स्क्रीनिंग्स को शामिल किया जाता है। इसके अतिरिक्त एनसीआरए,जुनार जिले के आसपास खगोलविज्ञान जागरुकता एवं साक्षरता में वृद्धि हेतु प्रयासरत है। यह ऐसे स्कूलों और कॉलेजों के समूहों को आमंत्रित करती है जो पुणे एवं ऊटी में दूरदर्शियों को देखने के इच्छुक हैं।

राष्ट्रीयजैव विज्ञान केंद्र (एनसीबीएस), बैंगलुरु

एनसीबीएस का जीवन विज्ञान अनुसंधान में अत्यंत गतिशील आऊटरीच कार्यक्रम है। संप्रेषण कार्यालय का सूत्रपात क्षेत्रीय भाषाओं में सामान्य जनों के साथ विज्ञान संबंधी संप्रेषण करने में सहायता करने का है। संप्रेषण कार्यालय ने अनेक वार्ताओं का आयोजन किया एवं केंद्र में आऊटरीच क्रियाकलापों के विस्तार हेतु भिन्न सूत्रपात किए। बैंगलुरु एवं बैंगलुरु के बाहर वार्ताओं की *विज्ञान कैफे* श्रृंखला के भाग के रुप में कैंपस के बाहर विज्ञान को ले जाकर एनसीबीएस में किया जाने वाला अनुसंधान अब विस्तृत जनसमुदाय तक पहुंचता है।

टीआईएफआर अंतर्विषयी विज्ञान केंद्र (टीसीआईएस), हैदराबाद

टीसीआईएस द्वारा तेलंगाना सामाजिक कल्याण आवासी शैक्षणिक संस्था सोसायटी के स्कूलों के साथ आऊटरीच सूत्रपात *गहन ज्ञानार्जन* का आयोजन किया जाता है। इसका उद्देश्य सार्थक प्रयोगशाला-

आधारित विज्ञान ज्ञानार्जन को सहायता प्रदान करना है। सूत्रपात के भाग के रुप में *''फोल्ड स्कोप्स''* नामक निम्न-लागत पेपर दूरदर्शियों को हाल ही में कुछ स्कूलों में पॉयलट आधार पर प्रस्तुत किया गया। टीसीआईएस *वैज्ञानिक से मिलिए* कार्यक्रम का भी आयोजन करती है। इसे स्थानीय स्कूलों में फेस-टू-फेसमोड में एवं दूरस्थ स्कूलों में डिस्टेंस मोड में आयोजित किया जाता है। विशेष क्षेत्रों में लोकप्रिय वार्ताओं के अतिरिक्त यह कार्यक्रम छात्रों के प्रश्नों के उत्तर देने हेतु समर्पित है। टीसीआईएस ने साप्ताहिक आऊटरीच यात्राओं द्वारा TSWREIS स्कूलों के माध्यमिक एवं उच्च स्कूल के छात्रों के मध्य 'संकल्पना-आधारित ज्ञानार्जन' को प्रोत्साहित किया।

पिछले वर्ष टीसीआईएस एवं हैदराबाद विश्वविद्यालय के स्वयंसेवियों ने तीन निकट के TSWREIS स्कूलों में 72 साप्ताहांत यात्राओं का आयोजन 2018-19 में किया। इनमें गौलीडोड्डी (22 यात्राएं), नरसिंगी (22 यात्राएं) एवं शेकपेट (28 यात्राएं) शामिल थीं। इन यात्राओं का मुख्य रुप से उद्देश्य 6वीं से 9वीं के छात्रों के मध्य विज्ञान एवं गणित के संकल्पना आधारित ज्ञानार्जन का प्रसार करना था। छात्रों की पठन संबंधी आदतों को आऊटरीच यात्राओं के दौरान पुस्तकालय सत्रों द्वारा प्रोत्साहित किया गया। पाठ्यपुस्तक-आधारित शिक्षण के अतिरिक्त संकल्पनाओं के क्रियाकलाप आधारित ज्ञानार्जन को प्रोत्साहित किया गया एवं छात्रों को मुक्त रुप से वार्ता करने एवं प्रश्न पूछने के लिए प्रेरित किया गया। छात्रों एवं शिक्षकों के साथ इन चर्चाओं ने स्कूली छात्रों के मध्य उत्सुकता एवं प्रश्नों पर आधारित ''सवालीराम 2.0'' नामक विज्ञान शिक्षा में अनुसंधान एवं विकास परियोजना के प्रोत्साहन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई।

होमी भाभा विज्ञान शिक्षा केंद्र (एचबीसीएसई), मुंबई

एचबीसीएसई के आऊटरीच का उद्देश्य विज्ञान के साथ गहन संलग्नताओं का विकास स्कूली स्तर पर विशेष रुप से प्रतिभा पोषण एवं शिक्षक शिक्षा कार्यक्रमों द्वारा करना है। उच्च प्रभावी कार्यक्रमों के अंतर्गत विज्ञान प्रतिभा (केंद्रीय विद्यालयों, नवोदय विद्यालयों एवं परमाणु ऊर्जा केंद्रीय विद्यालयों में कक्षा 8-10 के छात्रों के लिए विज्ञान प्रतिभा पोषण कार्यक्रम), क्यूब (नवीन राष्ट्रव्यापी परियोजना जिसका उद्देश्य सामूहिक रुप से पूर्व स्नातक जैवविज्ञान का ज्ञानार्जन कम खर्चीले उपकरणों, सरल मॉडल आर्गेनिज्म्स एवं कॉलेजों में स्थित हब्स का प्रयोग करके करना है) शामिल हैं।

राष्ट्रीय विज्ञान दिवस (एनएसडी) समारोहों में एचबीसीएसई में 3000 से अधिक अतिथियों का आगमन हुआ। लगभग 55 शिक्षक प्रशिक्षणार्थी छात्रों एवं 14 पूर्वस्नातक छात्रों को आमंत्रित किया गया एवं एनएसडी 2019 के प्रदर्शनों के लिए प्रशिक्षित किया गया। इस वर्ष कक्षा में ''नवीन शिक्षण-ज्ञानार्जन पद्धतियों'' पर प्रतियोगिता का आयोजन किया गया। इसमें मुंबई के शिक्षक शिक्षा कॉलेजों ने प्रतिभागिता की। इसके अतिरिक्त इस अवधि के दौरान 38 कार्यशालाओं का आयोजन किया गया जिनमें 890 से अधिक छात्रों ने प्रतिभागिता की। ये विज्ञान, गणित एवं डिजाइन और प्रौद्योगिकी शिक्षा पर थीं। एचबीसीएसई ने नगर और निकट के जिलों में अनेक आऊटरीच क्रियाकलापों का भी आयोजन किया।

संस्थान के जारी एवं भविष्य के कार्यक्रम

टीआईएफआर प्रणाली में इंडिविजुअल पीआईस अपनी रुचि के क्षेत्रों में कार्य करना जारी रखेंगे एवं अपने अनुसंधान निष्कर्षों को प्रमुख पीयर-रिव्यूड अंतर्राष्ट्रीय जर्नलों में प्रकाशित करेंगे। औसत तौर पर टीआईएफआर एवं इसके केंद्र ऐसे जर्नलों में प्रति वर्ष लगभग 1000 अनुसंधान पेपरों का प्रकाशन करते हैं एवं यह अगले वर्ष भी जारी रहना अपेक्षित है। इसके अतिरिक्त टीआईएफआर विज्ञान शिक्षा एवं आऊटरीच में अनेक कार्यक्रमों का आयोजन करता है। इनमें विज्ञान ओलंपियाड्स शामिल हैं जिनके सामान्य रुप में होना भी अपेक्षित है।

संस्थान की प्रमुख विज्ञान परियोजनाएं निम्नानुसार हैं:

1. **बृहत् मीटरतरंग रेडियो दूरदर्शी (एनसीआरए, पुणे):** बृहत् मीटरतरंग रेडियो दूरदर्शी (जीएमआरटी) एक अंतर्राष्ट्रीय सुविधा है। इसका निर्माण एवं प्रचालन एनसीआरए द्वारा किया जाता है। यह मीटर वेबलैंग्थ्स पर रेडियो खगोलवैज्ञानिक अनुसंधान करती है। इस सुविधा का पिछले पांच वर्षों में प्रमुख उन्नयन हुआ है जो अब पूर्ण हो चुका है। इसका मुख्य लक्ष्य लगभग सीमलैस आवृत्ति कवरेज के साथ जीएमआरटी की आवृत्ति कवरेज में 110 से 1460 एमएचजैड तक वृद्धि करना एवं 400 एमएचजैड तक के मैग्नीट्यूड के क्रम द्वारा इंस्टैनियस बैंडविड्थ में उन्नयन करना था। ये उन्नयन कार्य कंटिन्युअम इमेजिंग की सेंस्टिविटी एवं पल्सर अध्ययन कार्यों के लिए महत्वपूर्ण सुधार उपलब्ध कराते हैं। इसके अतिरिक्त ये यूनिवर्स के क्रमविकास को ट्रेस कर रहे भिन्न एपोक्स से रैड-शिफ्टिड न्यूट्रल हाइड्रोजन के संसूचन के लिए अधिक उन्नत वर्सेटिलिटी उपलब्ध कराते हैं। उन्नत जीएमआरटी का औपचारिक रुप से उद्घाटन 21 मार्च, 2019 को हुआ था। यूजीएमआरटी की पूर्णता एवं पूर्ण रिलीज, एनसीआरए की प्रमुख उपलब्धि रही है। जीएमआरटी अत्यंत वर्सेटाइल इंस्ट्रूमेंट है जो निकट की सौर प्रणाली से आब्जर्वेबिल यूनिवर्स में रेडियो खगोलभौतिकीय समस्याओं का परीक्षण करती हैं। (संपर्क व्यक्ति: यशवंत गुप्ता)

2. **अंतर्राष्ट्रीय स्क्वेयर किलोमीटर ऐरे परियोजना में भारत की प्रतिभागिता:** एनसीआरए ने बहुराष्ट्रीय सहयोगात्मक परियोजना 'स्क्वेयर किलोमीटर ऐरे'' में भारतीय प्रतिभागिता में अग्रणी भूमिका निभाना जारी रखा। इस परियोजना का उद्देश्य आगामी पीढ़ी के ऐसे रेडियो दूरदर्शी की डिजाइन तैयार करना और उनका निर्माण करना है जो किसी विद्यमान सुविधा से 50 गुना अधिक सेंसिटिव होंगी। दूरदर्शी प्रबंधक कार्य पैकेज (जिसका एनसीआरए ने भिन्न एसकेए सदस्य देशों के 6 अन्य संगठनों एवं भारतीय उद्योग के साथ साझीदारी में नेतृत्व किया) की डिजाइन की महत्वपूर्ण डिजाइन समीक्षा (सीडीआर) की जुलाई, 2018 में सफल पूर्णता के बाद भारतीय टीम ने पूर्व प्रोटोटाइपिंग क्रियाकलापों में महत्वपूर्ण प्रगति प्राप्त की। इसी दौरान एसकेए के निर्माण चरण में भारतीय प्रतिभागिता के लिए अंतिम डीपीआर को तैयार करने के लिए योजनाएं जारी हैं। इन्हें शीघ्र ही भारत सरकार को अनुमोदन के लिए भेजा जाएगा। इसके साथ ही एसकेए परियोजना के दीर्घ-कालीन भविष्य की गवर्नेन्स स्थापित किए जा रहे अंतर्राष्ट्रीय ट्रीटी संगठन में भारत के शामिल होने के लिए अनुमोदन मांगा जाएगा। (संपर्क व्यक्ति : यशवंत गुप्ता)

3. **लेजर इंटरफेरोमीटर गुरुत्वीय तरंग आब्जर्वेटरी (लीगो) अनुसंधान:** लीगो अनुसंधन को लीगो वैज्ञानिक कलेबोरेशन (एलएससी) द्वारा किया जाता है एवं एलएससी में भारतीय प्रतिभागिता, गुरुत्वीय तरंग निरीक्षणों (IndIGO) में भारतीय सूत्रपात द्वारा होती है। बाईनरी न्यूट्रॉन तारा मर्जर

(GW170817) से गुरुत्वीय तरंगों एवं इलेक्ट्रोचुंबकीय विकिरण के प्रथम संयुक्त संसूचन ने भौतिकी, खगोलभौतिकी एवं कॉस्मोलॉजी के अनेक पहलुओं में अद्वितीय जानकारियां उपलब्ध कराईं। ये विकास कार्य गुरुत्वीय तरंग खगोलविज्ञान के नए युग में अग्रणी भूमिका निभा रहे हैं। टीआईएफआर, एम. हैने के नेतृत्व में प्रयास का भाग था जिसने जेनेरिक - 1पीएन परीक्षण किया। इसका उद्देश्य GW170608 एवं GW170814 जैसे बाइनरी ब्लैक होल इवंट्स एवं बीएनएस इवंट GW170817 के डेटा विश्लेषण में डाइपोल विकिरण के प्रभावों की जांच करना था। पिछले तीन वर्षों के दौरान लीगो वैज्ञानिक सहयोग एवं वर्गो सहयोग ने लगभग एक दर्जन मर्जिंग होल बाइनरीज को संसूचित किया है। (संपर्क व्यक्ति: बाला अय्यर)

4. **अंतर्राष्ट्रीय पल्सर टाइमिंग ऐरे (आईपीटीए) में भारत की प्रतिभागिता:** लीगो-वर्गो कंसोर्जियम द्वारा मर्जिंग स्टैलर द्रव्यमान ब्लैक होल्स एवं न्यूट्रॉन तारों से हेक्टो-हर्ट्ज गुरुत्वीय तरंगों के निरीक्षणों से गुरुत्वीय तरंग खगोलविज्ञान के नए युग का सूत्रपात हुआ। अंतर्राष्ट्रीय पल्सर टाइमिंग ऐरे (आईपीटीए), नैनो-हर्ट्ज गुरुत्वीय तरंगों के प्रत्यक्ष संसूचन के लिए जारी अंतर्राष्ट्रीय प्रयासों को रिप्रजेंट करता है। ऐसी गुरुत्वीय तरंगों का जन्म मैसिव ब्लैक होल युग्मों के संघट्टन के दौरान होता है जिनका निर्माण आकाशगंगाओं के मर्जर के कारण होता है। पल्सर टाइमिंग ऐरेज मिलीसेकेण्ड पल्सरों के ऐरे से रेडियो पल्सों के एक्सट्रीमली रेग्युलर स्ट्रिंग्स को मॉनिटर करता है जिसमें टीआईएफआर के यूजीएमआरटी सहित अनेक प्रमुख रेडियो दूरदर्शियों का प्रयोग किया जाता है। ये सहयोगात्मक प्रयास आकाशगंगा के आकार के गुरुत्वीय तरंग संसूचक का निर्माण कर रहे हैं जिसकी आवश्यकता नैनो-हर्ट्ज गुरुत्वीय तरंगों के प्रत्यक्ष संसूचन के लिए है। भारतीय अनुसंधानकर्ता, आईपीटीए कंर्सोटियम के अनेक कार्यकारी समूहों में अत्यंत सक्रिय हैं एवं हमारे स्वयं के प्रयास को आईएनपीटीए प्रयोग कहा जाता है। (संपर्क व्यक्ति: भाल चंद्रा जोशी)

5. **टीआईएफआर-एरीज निकट अवरक्त स्पेक्ट्रोग्राफ (टैनस्पैक) का विकास**: निकट अवरक्त स्पेक्ट्रोग्राफ (टैनस्पैक: टीआईएफआर-एरीज निकट अवरक्त स्पेक्ट्रोग्राफ कैमरा) का विकास टीआईएफआर, एरीज, नैनीताल एवं एमकेआईआर, हवाई के मध्य सहयोग परियोजना के रुप में किया गया। इसका प्रयोग 3.6 मीटर देवस्थल प्रकाशिक दूरदर्शी (डीओटी) के मुख्य पोर्ट पर किया जाना है। यह स्पेक्ट्रोग्राफ दो मोड्स में कार्य करता है जबकि स्पेक्ट्रम, 2k x 2k H2RG पर फोकस है। क्रॉस-डिसपर्स्ड मोड में ग्रेटिंग एवं दो प्रिज्मों के जोड़ का प्रयोग k बैंड में R~2750 के विभेदन पर H2RG ऐरे पर सभी आर्डर्स को पैक करने के लिए किया जाता है। इसका हाई थ्रूपुट निरीक्षणों के लिए निम्न विभेदन प्रिज्म मोड (R~100-350) भी है। टैनस्पैक के प्रथम कूल डाउन परीक्षणों (प्रकाशिकी एवं संसूचकों के संस्थापन के बाद) को दिसंबर, 2017 में सफलतापूर्वक पूर्ण किया गया। टैनस्पैक को डीओटी को 10 मार्च, 2019 को शिप किया गया एवं इसके अप्रैल-मई, 2019 के दौरान दूरदर्शी पर इंजीनियरिंग एवं कमीशनिंग परीक्षण होंगे। (संपर्क व्यक्ति: देवेंद्र ओझा)

6. **अवरक्त स्पेक्ट्रोस्कोपिक इमेजिंग सर्वेक्षण (आईआरएसआईएस) पेलोड:** भारतीय उपग्रह के लिए अवरक्त स्पेक्ट्रोस्कोपिक इमेजिंग सर्वेक्षण (आईआरएसआईएस) पेलोड का उद्देश्य अवरक्त वेबबैंड में अद्वितीय खगोलवैज्ञानिक मापनों को करना है जिससे मूलभूत महत्व के नए अनुसंधान परिणाम प्राप्त होंगे। आईआरएसआईएस का प्रस्ताव अवरक्त स्पेक्ट्रोस्कोपिक इमेजिंग सर्वेक्षण 2 वर्षों में आसमान के लगभग 50 प्रतिशत को कवर करके करना है जिसमें 1.7—6.4 माइक्रोन्स की वेबलैंग्थ कवरेज

होगी। आईआरएसआईएस उपग्रह प्रयोग के प्रयोगशाला मॉडल को पूर्ण किया गया है एवं इसका गहन रुप से परीक्षण किया गया है। अंतिम प्रयोगशाला चरण मॉडल रिपोर्ट को इसरो (स्पेस साइंस ऑफिस) को सौंपा गया है। यह फ्लाइट मॉडल के विकास के लिए परियोजना के अनुमोदन के लिए किया गया है। (संपर्क व्यक्ति: देवेंद्र ओझा)

7. **एस्ट्रोसैट से संबंधित अनुसंधान कार्य:** एस्ट्रोसैट प्रथम डैडिकेटिड भारतीय खगोलविज्ञान मिशन है। इसका उद्देश्य एक्स-रे, प्रकाशिक एवं यूव्ही स्पेक्ट्रल बैंड्स में सैलेस्टिअल सोतों का एक साथ अध्ययन करना है। पेलोड्स में अल्ट्रावॉयलेट (निकट और दूरस्थ), सीमित प्रकाशिक एवं एक्स-रे रेश्जीम (0.3 keV to 100 keV) के ऊर्जा बैंड्स को कवर करता है। एस्ट्रोसैट मिशन के अनुपम लक्षणों में से एक यह है कि यह एक उपग्रह के साथ विभिन्न खगोलवैज्ञानिक पिंडों के एक साथ बहु-वेबलैंग्थ्स निरीक्षणों को सुगम करता है। 1515 किग्रा के लिफ्ट-ऑफ द्रव्यमान के साथ एस्ट्रोसैट को 28 सितंबर, 2015 को सतीश धवन स्पेस सेंटर, श्रीहरिकोटा से पीएसएलव्ही-सी30 द्वारा इक्वेटर के 6 deg के कोण पर अभिमुख 650 km ऑर्बिट में लांच किया गया। एस्ट्रोसैट मिशन का अल्पतम उपयोगी जीवन 5 वर्ष अपेक्षित है। वर्तमान में सभी पेलोड्स प्रचालित हैं एवं कॉस्मिक स्रोतों का निरीक्षण कर रहे हैं। स्पेसक्रॉफ्ट एवं पेलोड्स उपयुक्त स्थिति में हैं। प्रथम छ: माहों को कार्यनिष्पादन सत्यापन एवं पेलोड्स के कैलिब्रेशन के लिए व्यतीत किया गया। इसके बाद पेलोड्स द्वारा विज्ञान निरीक्षण प्रारंभ हुए। टीआईएफआर के अनुसंधानकर्ताओं ने एक्रिटिंग ब्लैक होल प्रणाली 4U 1630-47 से भारतीय उपग्रह एस्ट्रोसैट एवं यूएस उपग्रह चंद्रा से डेटा का विश्लेषण किया। इसके अतिरिक्त उन्होंने ब्लैक होल स्पिन का मापन किया जो सर्वाधिक संभावित स्पिन के निकट थीं। ऐसे पिंडों की जांच के लिए ब्लैक होल्स की स्पिन का मापन एवं उनके चारों ओर दृढ़ गुरुत्वाकर्षण प्रक्षेत्र का अध्ययन करना अत्यंत जरुरी है। इस कार्य में एस्ट्रोसैट सॉफ्ट एक्स-रे दूरदर्शी प्रमुख यंत्र था एवं सभी यंत्रों ने संगत स्पिन वैल्यूज दिए जो उनकी विश्वसनीयता को दिखाता है। यह भारत एवं यूएस के मध्य प्रथम सहयोग था जिसमें ब्लैक होल अध्ययन कार्यों के लिए एस्ट्रोसैट एवं चंद्रा उपग्रहों का प्रयोग किया गया। (संपर्क व्यक्ति: एच.एम. अंतिया, सुदीप भट्टाचार्य)

8. **सीएमएस (कांपेक्ट म्युऑन सोलेनाइड) सहयोग (सर्न, स्विटजरलैंड):** टीआईएफआर के वैज्ञानिक सीएमएस प्रयोग के सभी पहलुओं में प्रतिभागिता कर रहे हैं। इसमें डेटा संग्रह, मॉनिटरिंग, विश्लेषण, संसूचक हार्डवेयर निर्माण एवं ग्रिड कंप्यूटिंग शामिल हैं। टीआईएफआर ग्रिड कंप्यूटिंग सुविधा ने दोनों संघट्टन एवं मोंटे कार्लो डेटा समूहों की प्रोसेसिंग में महत्वपूर्ण भूमिका का निर्वाह किया है। टीआईएफआर में सीएमएस सहयोग के सदस्यों ने प्रिसिजन एसएम मापनों में प्रतिभागिता की। इसका उद्देश्य जैट्स एवं वैक्टर बोसोन प्रोडक्शन के गुणधर्मों, हिग्स के साथ सहयोग में सिंगल टॉप प्रोडक्शन, डीआईहिग्स प्रोडक्शन, बी-भौतिकी संबंधित मापनों एवं शीर्ष क्वार्क्स में युग्मित हिग्स बोसोन के लैंडमार्क मापनों का अध्ययन करना था। दो सर्वाधिक भारी फर्मिऑन्स में मानक मॉडल (एसएम) हिग्स बोसोन के युग्मनों के मापन पर दो प्रमुख परिणामों को वर्ष 2018 के दौरान प्राप्त किया गया है। (संपर्क व्यक्ति: शशि आर दुगाड, कजरी मजूमदार, गोविंदा मजूमदार, मनोरंजन गुचैत)

9. **बैले सहयोग (केईके, जापान):** सुकुबा (टोक्यो के उत्तरपूर्व में लगभग 50 किमी. दूरी पर) में केईके बी-फैक्टरी में बैले प्रयोग का निर्माण किया गया। इसका उद्देश्य बी मेसंस (बॉटम क्वार्क को धारण करने वाली उपपरमाण्विक कणों की कक्षा जिनका प्रचुर मात्रा में निर्माण इलेक्ट्रॉन-पोजिट्रॉन संघट्टनों

में किया जाता है) के क्षयों में चार्ज-पैरिटी (सीपी) वॉयलेशन नामक फेनोमेनन का अध्ययन करना था। टीआईएफआर समूह वर्ष 1998 से केईके में प्रयोगात्मक कार्यक्रम में महत्वपूर्ण साझीदार रहा है। बैले II फ्रंट पर समूह ने सिलिकॉन स्ट्रिप-आधारित वर्टेक्स संसूचक (एसव्हीडी) की परत 4 के डिजाइन, प्रोटोटाइपिंग एवं निर्माण कार्यों में अग्रणी भूमिका निभाई। समूह ने इसके पॉयलट रन में प्रतिभागिता की जहां प्रथम संघट्टनों को 26 अप्रैल, 2018 को संस्थापित वर्टेक्स संसूचक को छोड़कर सभी उपसंसूचकों के साथ रिकार्ड किया गया। सिर्फ वर्टेक्स संसूचक का एक उपसमूह इस रन का भाग था क्योंकि अनुसंधानकर्ता बीम बैकग्राउंड का मापन इसे पूरी तरह संस्थापित करने के पहले करना चाहते थे। परिणामों से संतुष्ट होकर पूर्ण वर्टेक्स संसूचक को दिसंबर, 2018 में बैले II स्पेक्ट्रोमीटर में संस्थापित किया गया। लंबी डिजाइन ओर प्रोटोटाइपिंग चरण के बाद सिलिकॉन माइक्रोस्ट्रिप वर्टेक्स संसूचक (एसव्हीडी) के परत-4 के लिए निर्मित मॉड्यूल्स इस संस्थापन का भाग रहे हैं। पहली बार भारत ने ऐसे अत्याधुनिक संसूचकों का निर्माण किया है जो हमें 20-30 माइक्रोन्स की एक्यूरेसी पर आवेशित कणों को ट्रैक करने में सहायता करेंगे। इस हार्डवेयर योगदान के अतिरिक्त समूह बैले II के लिए सॉफ्टवेयर पुनर्निमाण एवं विकास में भी संलग्न है। जी.बी. मोहंती को अप्रैल, 2018 से बैले के भौतिकी समन्वयक के रुप में नियुक्त किया गया है। इसके अतिरिक्त उन्हें बैले II संस्थागत बोर्ड के उपाध्यक्ष के रुप में भी चुना गया है। यह बोर्ड 900 + दृढ़ अंतर्राष्ट्रीय सहयोग के लिए प्रचालन सिद्धांतों का निर्धारण करता है। (संपर्क व्यक्ति: जी.बी. मोहंती)

10. **भारत-स्थित न्यूट्रीनो आब्जर्वेटरी (आईएनओ) सहयोग:** भारत स्थित न्यूट्रीनो आब्जर्वेटरी (आईएनओ) परियोजना एक बहु-संस्थागत प्रयास है। इसका उद्देश्य भारत में गैर-त्वरक आधारित उच्च ऊर्जा एवं नाभिकीय भौतिकी अनुसंधान के लिए लगभग 1200 m के रॉक कवर के साथ विश्व-स्तरीय भूमिगत प्रयोगशाला का निर्माण करना है। इस परियोजना में तमिलनाडू के थेनी जिले की बोडी वैस्ट हिल्स में पोट्टीपोरम में भूमिगत प्रयोगशाला एवं संबंधित सतह सुविधाओं का निर्माण, न्यूट्रीनोस के अध्ययन के लिए ऑयरन कैलोरीमीटर (आईसीएएल) संसूचक का निर्माण एवं मदुरई में राष्ट्रीय उच्च ऊर्जा भौतिकी केंद्र की स्थापना भूमिगत प्रयोगशाला के प्रचालन एवं रखरखाव, मानव संसाधन विकास और एप्लिकेशंस के साथ संसूचक अनुसंधान एवं विकास शामिल है। आईएनओ का प्रारंभिक लक्ष्य न्यूट्रीनोस का अध्ययन करना है। संसूचक प्रौद्योगिकी एवं इसके विभिन्न अनुप्रयोगों का विकास परियोजना का महत्वपूर्ण पहलू है। (संपर्क व्यक्ति: विवेक एम. दातर)

11. **भूमि-स्थित TeV गामा किरण खगोलविज्ञान:** सक्रिय गैलेक्सीय नाभिक एवं गामा किरण पल्सरों जैसे विभिन्न खगोलवैज्ञानिक स्रोतों के अत्यंत उच्च ऊर्जा गामा किरण निरीक्षणों को किया गया जिसमें लद्दाख के हानले में हैगर दूरदर्शी प्रणाली का प्रयोग किया गया। बहुतरंगबैंड अध्ययन कार्यों को ब्लेजर क्लॉस सक्रिय गैलेक्सीय नाभिक के युग्म के लिए किया गया। 4 एम क्लॉस दूरदर्शी के लिए जी-एपीडी (अर्थात एसआईपीएम) आधारित इमेजिंग कैमरे के लिए प्रोटोटाइप के विकास पर कार्य जारी रखा गया। फ्रंट एण्ड इलेक्ट्रॉनिक्स के साथ 16 पिक्सेल प्रोटोटाइप मॉड्यूल का सफलतापूर्वक परीक्षण हानले में किया गया। 4 एम क्लॉस दूरदर्शी के लिए प्रस्तावित 256 पिक्सेल गेगर-मोड एवलांश फोटोडॉयोड (जी-एपीडी) आधारित इमेजिंग कैमरे पर कार्य में इस वर्ष और प्रगति हुई। प्रथम प्रोटोटाइप 16-पिक्सेल फ्रंट-एण्ड इलेक्ट्रॉनिक्स मॉड्यूल को असेंबल किया गया एवं हानले में हैगर दूरदर्शी मिररर्स में से एक का प्रयोग करके इसका परीक्षण किया गया। इस मॉड्यूल में 16 जी-एपीडी पिक्सेल्स के साथ लाइट कंसेंट्रेटर्स एवं डाइक्रोइक फिल्टर्स, प्रि-एंप्लिफॉयर्स, जी-एपीडी बॉयस सप्लाई बोड्र्स और निम्न वोल्टता सप्लाई शामिल है। अगले कार्य अर्थात 4 मॉड्यूल (64 पिक्सेल)

प्रोटोटाइप कैमरे के निर्माण के लिए कार्य को प्रारंभ किया गया। इस प्रोटोटाइप को माउंट आबू में बीएआरसी द्वारा प्रचालित टैक्टिक दूरदर्शी के वर्टेक्स एलिमेंट पर माउंट किया जाएगा। इसके परीक्षण कार्यों को बीएआरसी के खगोलवैज्ञानिक विज्ञान प्रभाग के साथ सहयोग में किया जाएगा। (संपर्क व्यक्ति: वर्षा आर. चिटनिस)

12. **टीआईएफआर में क्वांटम कंप्यूटर:** क्वांटम कंप्यूटरों द्वारा सूचना को स्टोर एवं प्रोसेस किया जाता है। इसमें क्वांटम दो स्तर प्रणालियों (क्वांटम बिट्स या क्यूबिट्स) का प्रयोग किया जाता है जो क्लॉसिकल बिट्स के विपरीत सुपरपोजिशन अवस्थाओं में तैयार की जा सकतीं हैं। यह महत्वपूर्ण क्षमता क्वांटम कंप्यूटरों को परंपरागत कंप्यूटरों की तुलना में अत्यंत शक्तिशाली निश्चित प्रकार की समस्याओं के समाधान में बनाती है। इन समस्याओं में बड़ी संख्याओं के प्राइम फैक्टर्स को खोजना एवं बड़े डेटाबेसों को खोजना आदि शामिल हैं। टीआईएफआर में संघनित पदार्थ भौतिकी एवं सामग्री विज्ञान विभाग में ऑल-टू-ऑल युग्मन के साथ पूर्ण प्रोग्रामेबिल तीन-क्यूबिट अतिचालक क्वांटम प्रोसेसर की प्रकार्यता का प्रदर्शन क्वांटम सुपरकंप्यूटर के निर्माण में पूर्व कदम के रुप में किया गया। हाई फीडेल्टी क्वांटम मापन, स्केलेबिल क्वांटम कंप्यूटिंग आर्किटेक्चर का महत्वपूर्ण अंग है। क्वांटम रजिस्टर की अवस्था का निर्धारण करने के अतिरिक्त वे एक्यूरेट स्टेट इनिशियालाइजेशन एवं क्वांटम त्रुटि करेक्शन के लिए भी महत्वपूर्ण हैं। प्रयोगशाला 3डी आर्किटेक्चर (जो मॉडुलेरिटी एवं उपयुक्त कोहेरेंस को ऑफर करते हैं) में सुपरकंडक्टिंग क्यूबिट्स के साथ गहन रुप से कार्य कर रही है। इस परियोजना में एक तकनीक का विकास 3डी वेबगाइड कैविटीज के रीडआऊट को मल्टीप्लेक्स करने के लिए किया गया जिसमें रैक्टेंगुलर वेबगाइड फीडलाइन का प्रयोग किया गया। इससे प्रयोगों के लिए संसाधनों को कम करने में सहायता मिलेगी। जिनमें 3डी आर्किटेक्चर में मल्टीपिल क्यूबिट्स एवं कैविटीज शामिल हैं। इस प्रणाली को हमारे ब्राडबैंड पैरामेट्रिक एंप्लिफॉयर के साथ जोड़कर अनुसंधानकर्ता 98 प्रतिशत से अधिक फीडेल्टी के साथ एक साथ चार क्यूबिट्स का सफलतापूर्वक मापन करने में सफल रहे हैं। यह 3डी आर्किटेक्चर में क्यूबिट्स की बड़ी संख्या की स्केलिंग के लिए महत्वपूर्ण कार्य है। टीआईएफआर के इस क्षेत्र में अग्रणी भारतीय संस्थान होने के कारण अधिक प्रगति आगामी वर्ष में अपेक्षित है। (संपर्क व्यक्ति: आर. विजयराघवन)

13. **सी-डॉट, नई दिल्ली में बेतार संप्रेषण के लिए टीदर्ड गुब्बारा होइस्टिंग:** टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा (बीएफ), हैदराबाद ने दिसंबर, 2018 के दौरान बीएफ में टीदर्ड गुब्बारा (काइटून) की डेमो होइस्टिंग को संचालित किया। इसका उद्देश्य सी-डॉट, नई दिल्ली के बेतार संप्रेषण पेलोड सैटअप का परीक्षण करना एवं ऑन-साइट संभाव्यताओं का अध्ययन करना था। सी-डॉट पहले से ही 'भारतनेट' परियोजना के अंतर्गत 100,000 गांवों में ब्रॉडबैंड कनेक्टिविटी को प्रारंभ कर चुका है एवं यह देश के प्रत्येक गांव को कनेक्ट करने के लिए प्रौद्योगिकी को उपलब्ध कराने हेतु आगे प्रगति कर रहा है। सी-डॉट, देश के ग्रामीण, दूरस्थ एवं अगम्य क्षेत्रों में ब्रॉडबैंड एवं अन्य संप्रेषण सुविधाएं उपलब्ध कराने हेतु फ्लोटिंग प्लेटफॉर्म के रुप में में टीदर्ड गुब्बारे को स्थापित करने की संकल्पना पर अत्यंत रुचि के साथ विचार कर रहा है एवं यह इसे क्षेत्र डिप्लाएबिल प्रणाली के रुप में विकसित करना चाहेगा। संयुक्त सहयोग के अंतर्गत बीएफ टीम ने वाई-फाई सेवाओं को उपलब्ध कराने के लिए यांत्रिकीय विंच के साथ दो 9.9 cu.m. काइटून्स की आपूर्ति की। इनमें से एक सी-डॉट के बैंगलुरु कैंपस में है जबकि अन्य नई दिल्ली के प्रगति मैदान में कंवर्जेन्स, 2019 में है। इसका आयोजन 29 से 31 जनवरी, 2019 के दौरान हुआ था। (संपर्क व्यक्ति: देवेंद्र ओझा)

14. **एंटीप्रोटोन एवं ऑयरन अनुसंधान (फेअर) सहयोग के लिए सुविधा:** टीआईएफआर, फेअर सहयोग (एंटी प्रोटोन एवं ऑयरन अनुसंधान के लिए सुविधा) में प्रतिभागी संस्थाओं में से एक है। यह सुविधा विश्व में सबसे बड़ी अंतर्राष्ट्रीय अनुसंधान सुविधाओं में से एक है जिसका आयोजन डर्मस्टेड्ट, जर्मनी में किया जाएगा। 50 देशों के लगभग 3000 वैज्ञानिक पदार्थ की संरचना एवं यूनिवर्स के क्रमविकास का बिग बैंग से वर्तमान समय तक का अध्ययन इस सुविधा का प्रयोग करके करेंगे। फेअर में सभी अनुसंधान क्रियाकलापों को चार प्रयोगात्मक कार्यक्रमों में उपविभाजित किया गया है। ये कंप्रैस्ड बैरियोनिक पदार्थ (सीबीएम), नाभिकीय संरचना, खगोलभौतिकी एवं अभिक्रियाएं (एनयूएसटीएआर), परमाणु, प्लाज्मा भौतिकी एवं एप्लिकेशंस (एपीपीए) एवं डर्मस्टेड्ट में एंटीप्रोटोन एनहिलेशन (पीएएनडीए) हैं। (संपर्क व्यक्ति: रुद्रज्योति पालित)

सारांश

वार्षिक प्रतिवेदन 2018-19

टीआईएफआर ने वर्ष 2018-19 में विज्ञान के विभिन्न क्षेत्रों में महत्वपूर्ण योगदान किए। इस प्रतिवेदन में इस अवधि में टीआईएफआर और इसके केंद्रों के अनुसंधान क्रियाकलापों और उपलब्धियों का उल्लेख किया गया है।

गणित स्कूल: एक अध्ययन कार्य में वास्तविक रिडक्टिव समूहों (विशेष रुप से सभी क्लासिकल समूहों) के सभी को होमोलॉजिकल रिप्रिजेंटेशंस के लैंगलैंड्स एवं आर्थर पैरामीटर्स का वर्णन किया गया है। क्युबूलेशंस के सिद्धांत के साथ अपरिमित वोल्यूम 3- मैनीफोल्ड्स से तकनीकों को संयुक्त करने के अनापेक्षित रुप को पाया गया एवं दिखाया गया 3 मैनीफोल्ड्स से प्राकृतिक रुप से निर्मित अनेक स्पेसेस को भी क्युबूलेट किया जाता है। आर्टिन समूहों की बड़ी कक्षा में इंडक्टिव संरचना को पाया गया है एवं इस सूचना का उपयोग परिमित वास्तविक, कांप्लेक्स एवं अफाइन प्रकारों के आर्टिन समूहों की अनेक कक्षाओं के लिए आइसोमार्फिज्म अनुमान को डेड्यूस करने के लिए किया गया। गैर-ट्रीवियल ऊपरी सीमा को निश्चित एक्सपोनेंशल सम के निरपेक्ष मान के लिए स्थापित किया गया। एक अध्ययन कार्य में ओपेनहेम अनुमान पर मार्गुली के प्रसिद्ध परिणाम के एनालॉग को प्राप्त किया गया। पर्याप्त स्थितियों को युग्म के लिए प्राप्त किया गया जिसमें इनहोमोजेनस क्वाडरेटिक फॉर्म एवं रेखीय फॉर्म समाहित थे। इसका उद्देश्य इंटीगर प्वाइंट्स पर डेंस वैल्यूज को लेना था। एक अध्ययन कार्य में सामान्य रिडक्टिव बीजगणितीय समूह के परिमित क्षेत्र पर प्वाइंट्स में वैल्यूज के साथ अंक क्षेत्र के निरपेक्ष गैलोइस रिप्रिजेंटेशंस के इरेड्यूसिबिल रिप्रिजेंटेशंस के लिए अनेक लिफ्टिंग प्रमेयों को सिद्ध किया गया। विशेष रुप से ऑड रिप्रिजेंटेशंस के लिए संतोषजनक उपयुक्त स्थानीय स्थितियों, जैरिस्की डेंस इमेज के साथ रिप्रिजेंटेशन के ज्यामितीय इंटीग्रल लिफ्ट्स का निर्माण किया गया।

प्रौद्योगिकी एवं संगणक विज्ञान स्कूल: अनुसंधानकर्ताओं ने पूर्ण ग्राफ्स में पॉप्युलर मैचिंग्स को खोजने की जटिलता पर विचार किया एवं दिखाया कि यह समस्या तब एनपी-हार्ड होती है जब पूर्ण ग्राफ में वर्टिसेस की संख्या सम होती है। कांबिनेटोरियल ऑप्टिमाइजेशन में प्राकृतिक निर्णय समस्या के लिए प्रभावी रुप से सॉल्वेबिल होना तब दुर्लभ एवं असामान्य होता है जब इनपुट ग्राफ के आकार में सिर्फ एक पैरिटी होती है और यह इनपुट ग्राफ के आकार में अन्यपैरिटी होने पर एनपी-हार्ड हो जाता है। अन्य अध्ययन कार्य में ऐसी स्थितियों का अभिलक्षणन किया गया जिनके अंतर्गत कणों का युग्म, विस्मरणशील स्थानांतरण (OT) सूचना को सैद्धांतिक एवं सुरक्षित रुप से कंप्यूट, विश्वसनीय निजी चैनलों के अपूर्ण नेटवर्क में सामान्य विरोधी संरचना के विरुद्ध कर सके। अभिलक्षणन कार्य दोनों सेमी-ऑनेस्ट एवं मैलिशस मॉडलों के लिए किए गए। प्रैक्टिकल सैल्यूलर वॉयरलैस नेटवर्क्स में थ्रूपुट अधिकतम प्राप्य की मूलभूत सीमा का अभिलक्षणन किया गया। सैल्यूलर वॉयरलैस नेटवर्क्स के लिए क्षमता मेट्रिक के यथार्थ अभिलक्षणन को प्राप्त किया गया जिसे निम्न बेस स्टेशन डेंसिटी प्रणाली में बेसस्टेशन की डेंसिटी के साथ सर्वप्रथम पोलिनोमिअली बढ़ते हुए और बाद में बढ़ते हुए बेस स्टेशन के साथ एक्सपोनेंशली इंनवर्स स्केल करते हुआ दिखाया गया। अन्य अध्ययन में परमाण्विक स्पिलिटेबल राउटिंग गैम्स के लिए इक्विलिब्रिया को कंप्यूट करने के लिए दोनों ऊपरी और निम्न सीमाओं को प्रस्तुत किया गया।

प्राकृतिक विज्ञान स्कूल:

सैद्धांतिक भौतिकी विभाग: अनुसंधानकर्ताओं ने दिखाया कि सुपरनोवा न्युट्रीनोस के तीव्र फ्लेवर कंवर्जंस, इंटरफेरेंस एवं संघट्टनों के रोचक इंटरप्ले के कारण हो सकते हैं। फरवरी, 2018 में EDGES कलेबोरेशंस ने

पूर्व यूनिवर्स से हाइड्रोजन के कारण अवशोषण सिग्नल के प्रथम संसूचन की घोषणा की (जब कॉस्मिक आयु आज की आयु की लगभग 14 प्रतिशत थी)। अवशोषण सामर्थ्य, वर्तमान मानक कॉस्मोलॉजिकल मॉडल में अपेक्षित से दुगुनी थी। कॉस्मिकमाइक्रो बेव पृष्ठभूमि (CMB) के गैरतापीय स्पेक्ट्रल विरुपणों की गणना पहली बार इलेक्ट्रो चुंबकीय कैस्केड्स के स्पष्ट क्रमविकास द्वारा की गई। दिखाया गया कि वायुमंडलीय न्युट्रीनोज (आईएनओ में प्रस्तावित आईसीएएल संसूचक की तरह) का निरीक्षण कर रहा चुंबकीय ऑयरन कैलोरीमीटर संसूचक, प्रयोगों के अतिरिक्त द्रव्यमान-स्क्वेयर की अधिक बड़ी रेंज में स्टेराइल न्युट्रीनो की उपस्थिति में सेंसिटिव हो सकता है। स्टेराइल न्युट्रीनो की उपस्थिति में आईसीएएल की सेंस्टिविटी एवं द्रव्यमान क्रमण योजना की पहचान करने की इसकी क्षमता की गणना की गई। अनुसंधानकर्ताओं ने अनेक नए उपपरमाण्विक कणों के द्रव्यमानों का पूर्वानुमान दोनों चार्म एवं ब्यूटी क्वार्क्स के साथ उनके घटकों के रुप में किया। भारतीय जालक प्रमाप सिद्धांत सूत्रपात (ILGTI) की बृहत्-पैमाने की कंप्यूटेशनल सुविधा का प्रयोग करके उन्होंने प्रति mille एक्यूरेसी के साथ 13 नए चार्मिंग-ब्यूटीफुल उपपरमाण्विक कणों का पूर्वानुमान किया है। नियर-एक्सट्रेमल रेसनेर-नॉर्डस्ट्रॉम ब्लैक होल्स की गतिकी का विश्लेषण असिंप्टोटिकली चार-आयामी एंटी-डे-सिटरस्पेस (AdS_4) में किया गया।

खगोलविज्ञान एवं खगोलभौतिकी विभाग: अनुसंधानकर्ताओं ने यह जानकारी जुटाने पर कार्य किया कि कैसे डेंस स्टैलर एनवॉयरनमेंट्स, गतिकीय रुप से BH-BH बाइनरीज का निर्माण कर सकते हैं। दिखाया गया कि स्टार क्लस्टर्स में गतिकीय प्रक्रियाओं द्वारा निर्मित बाइनर BHs गुणधर्मों के अद्वितीय वितरणों को दिखाएंगी। इनमें द्रव्यमान रेशोस, पृथक द्रव्यमान एवं स्पिन अलाइनमेंट शामिल हैं जो सभी लीगो-वर्गो द्वारा संसूचनीय हैं। अनुसंधानकर्ताओं ने भारतीय उपग्रह एस्ट्रोसैट एवं यूएस उपग्रह चंद्राके डेटा का विश्लेषण ब्लैक होल सिस्टम 4U 1630-47 की एक्रेटिंग के लिए किया। इसके अतिरिक्त उन्होंने ब्लैक होल स्पिन का मापन किया जो अधिकतम संभावित स्पिन के निकट थीं। इस कार्य में एस्ट्रोसैट सॉफ्टएक्स-रे दूरदर्शी प्रमुख यंत्र था एवं सभी यंत्रों ने संगत स्पिन वैल्यूज दिए जो उनकी विश्वसनीयता को दिखाता है। न्युट्रॉन स्टॉर LMXB 4U 1728-34 से एस्ट्रोसैट / LAXPC के पृथक बर्स्ट डेटा के विश्लेषण द्वारा अनुसंधानकर्ताओं ने दिखाया कि बर्स्ट उत्सर्जन को न्युट्रॉन तारे को कवर कर रहे कोरोना द्वारा महत्वपूर्ण रुप से रिप्रोसेस नहीं किया गया था। नए अवरक्त स्पेक्ट्रोग्राफ (टैनस्पैक: टीआईएफआर-एरीज निकट अवरक्त स्पेक्ट्रोग्राफ कैमरा) का विकास किया गया। यह टीआईएफआर, एरीज, नैनीताल एवं MKIR, हवाई के मध्य सहयोग परियोजना के रुप में किया गया। इसका प्रयोग 3.6 मीटर देवस्थल प्रकाशिक दूरदर्शी (DOT) के मुख्यपोर्ट पर किया जाना है। टैनस्पैक को DOT को 10 मार्च, 2019 को शिप किया गया। अनुसंधानकर्ताओं ने सूर्य के उच्च-विभेदन स्पेस निरीक्षणों का विश्लेषण किया एवं सूर्य में रोसबी तरंगों की उपस्थिति को संसूचित किया। सामान्य-मोड युग्मन नामक नई तकनीक (जिसका टीआईएफआर में विकास किया जा रहा है) का प्रयोग इस विश्लेषण में किया गया।

टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा, हैदराबाद: जापानी फैब्री-पैरोटस्पेक्ट्रो मीटर (FPS) के साथ टीआईएफआर 100-सीएम गुब्बारा-वाहित दूरदर्शी (T100) को 28 अक्टूबर, 2018 को लांच किया गया। इसे टीआईएफआर गुब्बारा सुविधा, हैदराबाद से विंटर 2018 फ्लाइट कैंपेन के दौरान लांच किया गया। इस फ्लाइट के दौरान तीव्र स्कैनिंग मोड में अनेक गैलेक्सीय तारा-निर्माणकारी कांप्लेक्सेस की (CII) लाइन एवं कंटिन्युअम में बृहत् क्षेत्रों को सफलतापूर्वक मैप किया गया। FPS निरीक्षणों का डेटा विश्लेषण वर्तमान में किया जा रहा है। टीआईएफआर, गुब्बारा सुविधा (BF), हैदराबाद ने दिसंबर, 2018 के दौरान BF में

टीदर्ड गुब्बारा (काइटून) की डेमो होइस्टिंग को सफलतापूर्वक किया। इसका उद्देश्य नई दिल्ली के C-DOT के वॉयरलैस कम्युनिकेशन पेलोड सैटअप का परीक्षण करना एवं आन-साइट संभाव्यताओं का अध्ययन करना था।

उच्च ऊर्जा भौतिकी विभाग: सक्रिय गैलेक्सीय नाभिक एवं गामा किरण पल्सर्स जैसे विभिन्न खगोलवैज्ञानिक स्रोतों के अत्यंत उच्च ऊर्जा गामा किरण निरीक्षणों को लद्दाख के हानले में हैगर दूरदर्शी प्रणाली के प्रयोग द्वारा किया गया। बहुतरंग बैंड अध्ययन कार्यों को ब्लेजर कक्षा सक्रिय गैलेक्सीय नाभिक के युग्म के लिए किया गया। 4m कक्षा दूरदर्शी के लिए G-APD (अर्थात SiPM) आधारित इमेजिंग कैमरे के लिए प्रोटोटाइप के विकास पर कार्य में प्रगति हुई एवं फ्रंट एण्ड इलेक्ट्रॉनिक्स के साथ 16 पिक्सेल प्रोटोटाइप मॉड्यूल का सफलतापूर्वक परीक्षण हानले में किया गया। बैले ।। फ्रंट पर समूह ने इसके पॉयलट रन में प्रतिभागिता की जहां संस्थापित वर्टेक्स संसूचक के बिना सभी उपसंसूचकों के साथ 26 अप्रैल, 2018 को प्रथम संघट्टनों को रिकार्ड किया गया। पूर्ण वर्टेक्स संसूचक को दिसंबर, 2018 में बैले ।। स्पेक्ट्रोमीटर में संस्थापित किया गया। सिलिकॉन माइक्रो स्ट्रिप वर्टेक्स संसूचक (SVD) के लेयर-4 के लिए निर्मित मॉड्यूल्स इस संस्थापन के भाग रहे हैं। पहली बार भारत ने ऐसे स्टेट ऑफ द आर्ट संसूचकों का निर्माण किया है जो हमें 20-30 माइक्रोन्स की एक्यूरेसीपर आवेशित कणों को ट्रैक करने में सहायता करेंगे। इस हार्डवेयर योगदान के अतिरिक्त समूह की संलग्नता बैले ।। के लिए सॉफ्टवेयर पुनर्निमाण एवं विकास में भी है। अन्य अध्ययन में अत्यंत उच्च-क्यूव्हिस्परिंग गैलरी प्रकाशिक अनुनादों को टेपर्ड माइक्रो-फाइबर के साथ क्षणिक प्रकाश के युग्मन द्वारा द्रव्य माइक्रो स्फेयर्स में संसूचित किया गया।

नाभिकीय एवं परमाण्विक भौतिकी विभाग: टीआईएफआर में 150 TW फेम्टो सेकेण्डलेजर के साथ अनुसंधानकर्ताओं ने 13.5 मीटर लंबे प्लाज्मा वॉयर का निर्माण किया। इसकी लंबाई सिर्फ वर्तमान के प्रयोगात्मक सैटअप द्वारा सीमित है। यह प्लाज्मा चैनल के दीर्घ जीवनकाल के लिए लेजर हीटिंग के साथ युग्मित है एवं यह लाइटनिंग को नियंत्रित करने हेतु महत्वपूर्ण कदम है। ग्लॉस लक्ष्य पर उच्च शक्ति लेसरपल्स पर फोकस कर अनुसंधानकर्ताओं ने ऐसे इलेक्ट्रॉन्स को निर्मित किया जो लगभग प्रकाश की गति पर ट्रैवल कर सकते हैं। पाया गया कि सापेक्षिकीय इलेक्ट्रॉन्स की आयु इंसिडेंट प्रकाश पल्स से कुछ हजार समय अधिक होती है। NTD Ge सेंसर के साथ निर्मित सफायर बोलोमीटर टैस्ट सैटअप के साथ क्रमबद्ध अध्ययन कार्यों को किया गया। बोलो मीटर के रिस्पांस का मापन किया गया। यह 10-100 mK की तापमान रेंज में 0.3-5 MeV के ऊर्जा समतुल्य की हीटर पल्सों के साथ किया गया। Sn में $\alpha\beta$ ट्रांजिशन तापमान के विषय में सामग्री डेटा में असंगति का समाधान विभेदी स्कैनिंग कैलोरीमेट्री (DSC) का प्रयोग करके किया गया है। पृष्ठभूमि का अल्पतमीकरण ndbd जैसी रेअर इवंट प्रयोगात्मक खोजों की सेंस्टिविटी के उन्नयन में महत्वपूर्ण भूमिका का निर्वाह करता है एवं न्युट्रॉन पृष्ठ भूमि प्राय: महत्वपूर्णचिंता का विषय है। (n, n'γ) अभिक्रियाओं द्वारा γ--रे पृष्ठभूमि में कॉस्मिक म्युऑन अन्योन्यक्रियाओं से उत्पन्न तीव्र न्युट्रॉन्स के सीधे योगदान का परीक्षण पहली बार किया गया एवं इसकी तुलना सिमुलेशंस से की गई।

पैलेट्रॉनलाइनेक सुविधा : पैलेट्रॉन लाइनेक सुविधा ने प्रमुख भारी ऑयन अनुसंधान सुविधा के रुप में कार्य करना जारी रखा। इस वर्ष ~ 2 माह की अवधियों के विशेष बीम चक्र को 9 बीईबीम के साथ प्रचालित किया गया। कुल 33 प्रयोगों को भिन्न बीमों के साथ पूर्ण किया गया। यह सुविधा वैज्ञानिक दृष्टि से अत्यंत प्रोडक्टिव है एवं कार्य का परिणाम अंतर्राष्ट्रीय जर्नल्स में 26 प्रकाशनों में सामने आया। क्लायंट-सर्वर आर्किटेक्चर का प्रयोग करके लैबव्यू आधारित नेटवर्क इंटरफेस का विकास किया गया। यह लाइनेक की वैक्यूम प्रणालियों एवं यूजर बीम हॉल्स के लिए क्लायंट पीसी कंसोल पर दोनों वॉल्व एवं वैक्यूम की

रिमोट मॉनिटरिंग के लिए किया गया। चिकित्सीय प्रयोग के लिए रेडियो आइसोटोप्स के उत्पादन के लिए सहयोग कार्य को विकिरण दवा केंद्र (आरएमसी) के साथ प्रारंभ किया गया है।

जैविक विज्ञान विभाग: *ड्रोसोफिला* टैस्टिस से स्पर्मेटिड रिलीज के साइटोस्केलेटॉल एवं आनुवांशिक नियंत्रण का परीक्षण किया गया। अध्ययन कार्य में स्पर्म मैच्युरेशन के अंतिम चरण के दौरान सिस्ट एंक्लोजर की यांत्रिकीय इंटेग्रिटी को मैंटेन करने में सैपेट जंक्शन की नवीन भूमिका का खुलासा हुआ। मस्तिष्क का निर्माण रेग्युलेटरी कारकों के कंसर्टिड एक्शन द्वारा होता है। खोज की गई कि ट्रांसक्रिप्शन को-फैक्टर एलआईएम प्रक्षेत्र बद्ध प्रोटीन 1 (LDB 1) की आवश्यकता सेरेब्रल कोर्टेक्स एवं थैलामस के विकास में महत्वपूर्ण कार्यों के लिए होती है। दिखाया गया कि माइक्रो RNAs नामक अत्यंत लघु RNA अणुओं द्वारा प्रमुख मेटा बोलिक पथमार्गों का नियंत्रण प्रोटीन के संश्लेषण को इनहिबिट करके किया जाता है एवं इस तरह येरक्त ग्लुकोस स्तरों की मैंटेनेंस में योगदान करते हैं। एपीडर्मिस अपनी इंटेग्रिटी को मैंटेन निरंतर यांत्रिकीय स्टिमुली में होने के बावजूद करता है। एक अध्ययन कार्य में जेब्रा फिश लार्वेल एपीडर्मिस में तनाव बनाए रखने पर प्रोलिफेरेशन के इनहिबिशन के प्रभाव का परीक्षण किया गया। दिखाया गया कि जेब्रा फिश एपीडर्मिस द्वारा यांत्रिकीय स्ट्रैच को रिस्पांड अपने कोशिका आकार एवं कोशिका प्रोलिफेरेशन को बढ़ाकर किया जाता है।

रसायनिक विज्ञान विभाग: एक अध्ययन कार्य में प्रभावी सरफेस एनहांस्ड रमन तकनीक का प्रदर्शन किया गया। यह मैंब्रेन प्रोटीन्स की जांच कंपोजिट नैनोकणों के प्रयोग द्वारा कर सकती है जिसकी लिपिडमैंब्रेन, सिल्वर नैनोकणों के चारों ओर रहती है। इस तकनीक का प्रयोग करके यह भी दिखाया गया कि अलजाइमर के रोग के लिए उत्तरदायी एमिलाइड बीटा पेप्टाइड स्वयं को अभिविन्यासित लिपिड मैंब्रेन पर विशेष रुप में कर सकती है। दो इलेक्ट्रोसक्रिय अर्धचालकों BiVO4 (n-type) and Co3O4 (p-type) का पृथक रुप से मूल्यांकन दृश्यमान विकिरण की उपस्थिति एवं अनुपस्थिति में उनकी ऊर्जा भंडारण क्षमता के लिए किया गया है। टीआईएफआर में रसायनिक जैवविज्ञान समूह ने नवीन Cu(।।) सिलेक्टिव कीलेटर्स का विकास किया। ये Cu (।।) ऑयनों के प्रति उच्च रुप से सिलेक्टिव थे और इस तरह अनिवार्य धातु ऑयनों के गैर-विशिष्ट रिमूवल के कारण इनके अल्पतम साइड-इफैक्ट्स होंगे। कीलेटर्स ने दोनों मैंकेस रोग मॉडल कोशिकाओं एवं लाइव बहुकोशिकीय जेब्रा फिश लार्वेल मॉडल प्रणालियों में Cu प्रेरित ऑक्सिडेटिव स्ट्रैस को रिलीव किया। अनुसंधानकर्ताओं ने कार्बन कोटिड डेंड्रिटिक फिब्रस नैनोसिलिका एवं उच्च सतह क्षेत्र रिंकल्ड कार्बन नैनो स्फेयर्स के लिए धारणीय संश्लेषण प्रोटोकॉल को भी रिपोर्ट किया जिसमें फेनॉल फार्मलडिहाइड पोलिमेराइजेशन रसायनशास्त्र का प्रयोग किया गया। पाया गया कि अधिक संरचनात्मक संपर्कों वाला यूबिक्विटिन बल की उच्चतर मात्राओं का प्रतिरोध करता है व संरचनात्मक रुप से रिजिड भी होता है।

संघनित पदार्थ भौतिकी एवं सामग्री विज्ञान विभाग: बैंडविड्थ एनहांसमेंट के प्रयोगात्मक प्रदर्शन को जोसफसन पैरामेट्रिक एंप्लिफॉयर्स में क्वांटम-सीमित नाइस के साथ किया गया जिसने मानक गेन-बैंडविड्थ सीमा को बीट किया। ऑल-टू-ऑल युग्मन के साथ पूर्ण प्रोग्रामेबिल थ्री-क्यूबिट अतिचालक क्वांटम प्रोसेसर की प्रकार्यता का प्रदर्शन किया गया। प्रथम वास्तविक रुप से ब्रॉडबैंड प्लाजमोनिक क्वासीक्रिस्टल का प्रदर्शन किया गया। THz मेटामटेरियल्स का प्रदर्शन किया गया। इसका उद्देश्य क्वांटम प्रकाशिक फेनोमेना (EIT एवं फैनो अनुनादों एवं उच्च Q सहित) के क्लासिकल एनालॉग्स को मिमिक करना था। सक्रिय ट्यूनेबिल अनुनादों का भी प्रदर्शन किया गया। ट्यूनेबिल ग्राफीन अतिजालक का निर्माण किया गया एवं अध्ययन किया गया। InAs नैनोवॉयर्स का अध्ययन उनके विद्युत, यांत्रिकीय एवं तापीय गुणधर्मों की जांच के लिए किया गया। प्रकाशिक ट्वीजर आधारित तकनीक को विकसित किया गया

जिसका उद्देश्य दुर्बल आसंजित प्रणालियों को समझना था। 0.53 mK के नीचे शुद्ध Bi एकल क्रिस्टलों के प्रथम निरीक्षण को एंबिएंट दबाव के अंतर्गत 0K पर 0.0052 mT के अनुमानित महत्वपूर्ण चुंबकीय क्षेत्र के साथ किया गया। एक्जोटिक चुंबकत्व को धातुओं अर्थात $Tb_3Ru_4Al_{12}$ पर आधारित विरुपित कैगोम जालक में रिपोर्ट किया गया। कण आकार अध्ययन को Eu आधारित मिश्रित वैलेंट यौगिक के लिए पहली बार रिपोर्ट किया गया।

अंतर्राष्ट्रीय सैद्धांतिक विज्ञान केंद्र: तरल गतिकी एवं प्रक्षोभ में क्लाउड क्रमविकास पर महत्वपूर्ण प्रश्न यह है कि कैसे क्लाउड ड्रॉपलैट्स संघट्टन करके और सम्मिलित होकर बारिश की बूंदों का निर्माण करती हैं। दिखाया गया कि तीन-आयामों द्वारा कॉस्टिक क्षेत्रों के निकट क्लस्टरिंग को बढ़ाया जाता है एवं बड़ी संख्या में संघट्टन अत्यंत उच्च स्ट्रेन क्षेत्रों में होते हैं जहां कुछ कण ही विद्यमान होते हैं। बैसेट-बोसिनेस्क बल अध्ययन को पूर्ण किया गया। अवास्तविक भंडारण की आवश्यकता के बिना इस बल को हैंडल करने के मार्ग को पहली बार दिखाया गया। एक अध्ययन कार्य ने बटर फ्लाई प्रभाव के दो पूरक पहलुओं की पूर्ण तापमान निर्भरता का निर्धारण किया। ये लियापुनोव एक्सपोनेंट μ एवं बटरफ्लाई गति V_B हैं। प्रदर्शन किया गया कि सर्किट-QED आर्किटेक्चर (QD-cQED) में युग्मित क्वांटम डॉट प्रणालियां, डायोड्स एवं ट्रांजिस्टर्स जैसे यंत्रों को रियालाइज करने के लिए उत्कृष्ट प्लेटफॉर्म हो सकती हैं। गणित में एक अध्ययन कार्य में दिखाया गया कि प्रोजेक्टिव मैनी फोल्ड्स पर क्लिलेन बंडल्स होते हैं जो ज्यामितीय क्वांटम बंडल की भूमिका का निर्वाह करते हैं। अनेक स्पष्ट उदाहरण इस फेनोमेना के दिए गए। इनमें कैहलर सतहों पर वोर्टेक्स मॉड्युली स्पेसेस शामिल हैं। सूत्र सिद्धांत एवं गुरुत्वीय भौतिकी में अनुसंधानकर्ताओं ने NS-NS फ्लक्स की उपस्थिति में 3-आयामी AdS (एंटी-डेसिटर) पृष्ठभूमियों के लिए नवीन ऐसी सीमा की खोज की। उन्होंने इस सीमा का विस्तार में अध्ययन किया एवं इस विशेष बिंदु परस्पेक्ट्रा एवं प्रत्यक्ष रुप से भिन्न बिंदु के मध्य अपेक्षाकृत आश्चर्यजनक संबंध को पाया जिसका वर्णन परंपरागत सममित प्रोडक्ट ऑर्बिफोल्ड द्वारा किया जाता है।

राष्ट्रीय रेडियो खगोलभौतिकी केंद्र, पुणे: बृहत्मीटर तरंग रेडियो दूरदर्शी (जीएमआरटी) एनसीआरए द्वारा निर्मित अंतर्राष्ट्रीय सुविधा है। इसका प्रचालन एनसीआरए द्वारा किया जाता है। इसका पिछले पांच वर्षों में प्रमुख उन्नयन किया गया है जो अब पूर्ण हो चुका है। उन्नत जीएमआरटी का औपचारिक रुप से उद्घाटन 21 मार्च, 2019 को किया गया। एनसीआरए ने स्क्वेयर किलोमीटर ऐरे में भारतीय प्रतिभागिता में अग्रणी भूमिका निभाना जारी रखा। यह बहु-राष्ट्रीय कलेबोरेटिव परियोजना है जिसका उद्देश्य किसी भी विद्यमान सुविधा से 50 गुना अधिक सेंसिटिव अगली पीढ़ी के रेडियो दूरदर्शी की डिजाइन तैयार कर इसका निर्माण करना है। प्रदर्शन किया गया कि पोस्ट-करेलेशन बीम फोल्डिंग नामक बीमफॉर्मिंग का नया मार्ग उन्नत जीएमआरटी की क्षमताओं एवं सेंस्टिविटी में महत्वपूर्ण रुप से सुधार नई पल्सरों और तीव्र रेडियो बर्स्ट्स (FRBs) की खोज के लिए बढ़ाता है। निम्न-द्रव्यमान मर्जिंग आकाशगंगा क्लस्टरअबेल 168 (redshift=0.045) के आऊट स्कर्ट्स में ट्विन रेडियो अवशेषों की खोज को रिपोर्ट किया गया। यह निम्नतम द्रव्यमान क्लस्टर है जिसमें अवशेषों को मर्जर शॉक्स के कारण संसूचित किया गया है।

राष्ट्रीयजैव विज्ञान केंद्र, बैंगलुरु: जैवरसायनशास्त्र, जैवभौतिकी एवं जैवसूचना समूह के अध्ययन कार्य से हाइड्रोफोबिक फाइव-रैसीड्यू मोटिफ–डोमेन स्वैपिंग प्रोटीन स्टेफिन B से 'सिस्टेटिन मोटिफ' पर जानकारी मिली। मोटिफ, सॉल्वेंट-एक्सपोज्ड, दो β-स्ट्रैंड्स के मध्य सख्त सतह लूप में इंजीनियर किए जाने परलूप को स्वयं पर फोल्ड बैक करने से रोकता है एवं गैर-प्रक्षेत्र-स्वैपिंग प्रोटीन्स में प्रक्षेत्र स्वैपिंग को प्रेरित करता है। इकोलॉजी एवं इवोल्यूशन समूह के सामूहिक अध्ययन कार्य में अनुसंधानकर्ताओं ने प्रदर्शन किया कि

डोमिनेंस में हर्बिवोर-प्रेरित परिवर्तन, ग्रासलैंड एवं सवानासाइट्स में जैवविविधता पर हर्बिवोर प्रभावों का सर्वोत्तम अनुमानक है। आनुवांशिकी एवं विकास समूह के अध्ययन कार्य ने माइक्रो (mi) RNAs के साथ राइस-डोमेस्टिकेशन के लिंकेजेस को स्पष्ट किया। कल्टीवेटिड इंडिका राइस लाइन्स से लघु RNA डेटा समूहों एवं राइस के दो वाइल्ड रिलेटिव्स के विश्लेषण से वाइल्ड रिलेटिव्स (जो miR397 प्रिकर्सर्स को मैप करता है) में प्रचुर 22- न्युक्लियोटाइड (nt) रीड्स की उपस्थिति का खुलासा हुआ।

टीआईएफआर अंतर्विषयी विज्ञान केंद्र, हैदराबाद: जैविक विज्ञान में कल्चर में असिंक्रोनस कोशिकाओं में कोशिका-चक्र-आश्रित डीएनए क्षति प्रतिक्रियाओं (DDR) के निर्धारण की पद्धति को विकसित किया गया। न्यूरोडिजेनरेटिव फ्लाई उत्परिवर्तियों के संग्रह को माइटोकोंड्रियल डिफेक्ट्स के लिए स्क्रीन किया गया एवं नए जीन्स की पहचान की गई जिनकी हानि से माइटोकोंड्रियल प्रचुरता में वृद्धि होती है एवं इस तरह कोशिकाओं में माइटोकोंड्रियल होमियो स्टेसिस में रुकावट आती है। विशिष्ट पैथोजन फ्री (SPF) माऊस फैसिलिटी की योजना, इंडेंटिंग, निर्माण, यंत्र संस्थापन एवं वैलिडेशन को प्रारंभ किया गया एवं सफलतापूर्वक पूर्ण किया गया। नवीन फ्लूरोसेंस सहसंबंध स्पेक्ट्रोस्कोपी (FCS) तकनीकों अर्थात कवेट-FCS को विकसित किया गया है एवं अति-विभेदन प्रकाशिक दूरदर्शी का निर्माण किया गया है। प्राकृतिक एवं गैर-प्राकृतिक प्रोटीन्स के सुगम कुल रसायनिक संश्लेषण के लिए नवीन संश्लेषणात्मक पद्धतियों को विकसित किया गया। दिखाया गया कि दृढ़ एक्सिअल समन्वयन के साथ पेंटागोनल बाइपिरामिडिमल ज्यामिति में लैंथेनाइड्स के कांप्लेक्सेस, एकल-ऑयन चुंबकों की तरह प्रकार्य कर सकते हैं। प्रकाशिक मैग्नेटोमेट्री में Rb परमाण्विक मैग्नेटो मीटर का विकास प्रकाशिक घूर्णन मापन के लिए संतुलित पोलेरीमेट्री आधारित पद्धति का प्रयोग करके किया गया। प्रकाशिक घूर्णन सेंसिंग के लिए नई पद्धति का विकास क्लॉसिकल दुर्बल मापन संकल्पना एवं इसकी सेंस्टिविटी के आधार पर किया गया। नाइस की तुलना मानक संतुलित पोलेरीमेट्री के साथ की गई। जैव-संरक्षण पर सैद्धांतिक भौतिकी अध्ययन कार्यों ने दिखाया कि ग्लॉसी प्रणाली में लघु समय रिलेक्सेशन को ट्यून करने से सामान्यत: खाद्य एवं दवा संरक्षण में संभावित भविष्य के उपयोगों के साथ बेहतर संरक्षण प्राप्त हो सकता है।

होमी भाभा विज्ञान शिक्षा केंद्र: जुलाई एवं दिसंबर, 2018 के मध्य आयोजित अंतर्राष्ट्रीय ओलंपियाड्स में 30 भारतीय छात्रों ने प्रतिभागिता की। इनमें से 12 ने स्वर्ण पदक, 13 ने रजत पदक, 4 ने कांस्य पदक एवं 1 ने ऑनरेबिल मैंशन पुरस्कार प्राप्त किए। पुर्तगाल के लिसबान में आयोजित अंतर्राष्ट्रीय भौतिकी ओलंपियाड में भारतीय टीम के प्रत्येक सदस्य ने स्वर्ण पदक जीता जिससे भारत पदक तालिका में शीर्ष पर रहा। फरवरी, 2019 में एचबीसीएसई को ''उत्कृष्ट गणित एवं विज्ञान शिक्षा केंद्र'' (CESME) के रुप में अनुमोदन दिया गया। यह अनुमोदन मानव संसाधन विकास मंत्रालय (MHRD) के अंतर्गत योजना शिक्षक एवं शिक्षण पर पंडित मदन मोहन मालवीय राष्ट्रीय मिशन (PMMMNMTT) के अंतर्गत दिया गया। महाराष्ट्र राज्य मराठी विश्वकोश निमृति मंडल (मुंबई) के साथ सहयोग में एचबीसीएसई, उच्चतर एवं माध्यमिक स्तर पर छात्रों एवं शिक्षकों के लिए जैवविज्ञान एवं पर्यावरण में संदर्भ सामग्री का निर्माण कर रही है। महाराष्ट्र सरकार ने कुमार विश्वकोश के वेबवर्जन के भाग 3 को 09 फरवरी, 2019 को जारी किया।

आऊटरीच: आऊटरीच एवं विज्ञान प्रसार कार्यक्रमों के विस्तृत प्रकारों का आयोजन वर्ष के दौरान किया गया। इसका उद्देश्य सामान्य जनता को विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी में रोचक नए विकास कार्यों से अवगत

कराना था। *''फ्रंटियर्स ऑफ साइंस''* कार्यक्रम का आयोजन 25 नवंबर, 2018 को किया गया। इसने मुंबई महानगर क्षेत्र एवं निकट के क्षेत्रों के स्कूलों के विविध समूह के कक्षा नवमी एवं दसवीं के 1800 से अधिक छात्रों को टीआईएफआर में आने एवं दिलचस्प पूर्ण दिवसीय कार्यक्रम में भाग लेने का अवसर उपलब्ध कराया। पूर्ण दिवसीय कार्यक्रम में सूचनात्मक व्याख्यान, रोचक विज्ञान प्रदर्शन एवं प्रयोगशाला की यात्राएं शामिल थीं। आऊटरीच टीम ने ग्रामीण क्षेत्रों में अनेक बाहर की संस्थाओं/स्कूलों की यात्रा की। इनमें महाराष्ट्र के औरंगाबाद, जालना, कोल्हापुर, पुणे, रत्नागिरी, सांगली, सताराएवं ठाणे जिले शामिल थे। इन यात्राओं द्वारा वर्ष के दौरान लगभग 8000 छात्रों एवं शिक्षकों के साथ संपर्क स्थापित किया गया।

पुरस्कार: टीआईएफआर के वैज्ञानिकों ने इस अवधि में प्रतिष्ठित पुरस्कार जीते। प्रोफेसर संदीप त्रिवेदी को एच.के. फिरोदिया मेमोरियल फाउंडेशन द्वारा ''विज्ञान रत्न पुरस्कार'' दिया गया जबकि प्रोफेसर सत्यजीत मेयर को एच.के. फिरोदियामेमोरियल फाउंडेशन द्वारा ''विज्ञान भूषण पुरस्कार'' दिया गया। प्रोफेसर दीपेंद्र प्रसाद को विश्व विज्ञान अकादमी (TWAS) द्वारा 2019 के लिए गणित में ''TWAS पुरस्कार'' दिया गया है। प्रोफेसर विवेक पोल्शेट्टीवार को भारत पदार्थ अनुसंधान सोसायटी द्वारा ''MRSI पदक 2019'' से सम्मानित किया गया है। प्रोफेसर राजीव व्ही. गवई ने परिमित तापमान एवं डेंसिटी पर जालक QCD में अपने योगदानों के लिए डॉ. ए.पी.जे. अब्दुल कलाम HPC पुरस्कार जीता। प्रोफेसर रुप मलिक को जीवन विज्ञान के लिए इंफोसिस पुरस्कार 2018 दिया गया। डॉ. श्याम सुंदर घोशाल को राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी (NASI) का युवा वैज्ञानिक प्लैटिनम जुबली पुरस्कार, 2018 से सम्मानित किया गया है।

Tata Institute of Fundamental Research

Homi Bhabha Road, Mumbai

Annual Report

and

Audited Statement of Accounts

(2018–19)

Council of Management

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

Mr. R. Venkataramanan
Managing Trustee, Sir Dorabji Tata Trust

Mr. Ranajit Kumar
Head, Nuclear Control and Planning Wing, Department of Atomic Energy

Ms. Sanjeevanee Kutty (till 12.06 2018)
Member (Finance), Secy. Dept. of Ex-servicemen welfare, Ministry of Defence

Mr. Ajay R. Sule (since 13.06.2018)
Joint Secretary (R&D), Department of Atomic Energy

Prof. C.N.R. Rao (till 31.12.2018)
Hon. President, Jawaharlal Nehru Centre for Advanced Scientific Research

Dr. Srikumar Banerjee (since 01.01.2019)
Chancellor, Homi Bhabha National Institute

Dr. Shekhar Mande (till 31.12.2018)
Director, National Centre for Cell Science,
Nominee of the Govt. of Maharashtra

Mr. Saurabh Vijay (since 01.01.2019)
Secretary, Govt. of Maharashtra, Higher & Technical Education Department,
Nominee of the Govt. of Maharashtra

Dr. K. Kasturirangan
Trustee, Raman Research Institute Trust

Prof. Sandip P. Trivedi
Director, Tata Institute of Fundamental Research

Honorary Fellows of TIFR

Prof. Pierre René Deligne

Prof. Ramanath Cowsik

Prof. Richard Robert Ernst

Prof. David Jonathan Gross

Prof. Anthony Hewish

Prof. Grigory Aleksandrovich Margulis

Prof. André Martin

Prof. Saburo Miyake

Prof. David Bryant Mumford

Prof. Mudumbai Seshachalu.Narasimhan

Prof. Madabusi Santanam Raghunathan

Prof. Tiruppattur Venkatachalamurti Ramakrishnan

Prof. Chintamani Nagesa Ramachandra Rao

Prof. Conjeevaram Srirangachari Seshadri

Prof. Badanaval Venkatasubba Sreekantan

Prof. Govind Swarup

Mr. Ratan Naval Tata

Prof. Samuel Chao Chung Ting

Prof. Sathamangalam Ranga Srinivasa Varadhan

Prof. James Dewey Watson

Prof. Sir Arnold Whittaker Wolfendale

Academic Council

Director, TIFR (Chairman)	—	Prof. Sandip P. Trivedi
Dean, Graduate School (Convenor)	—	Prof. Amol S. Dighe
Centre Director, HBCSE	—	Prof. K. Subramaniam
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. H.M. Antia (till 21.10.2018) Prof. Kalobaran Maiti (since 22.10.2018)
Dean, MF	—	Prof. C.S. Rajan
Dean, TCSF	—	Prof. Sandeep Juneja
Dean, HBCSE	—	Prof. Sugra I. Chunawala
Dean, NCRA	—	Prof. Jayaram N. Chengalur
Dean, TCIS	—	Prof. Surajit Sengupta
Dean, ICTS	—	Prof. Rama Govindarajan
Dean, TIFR CAM	—	Prof. G.D. Veerappa Gowda (till 30.09.2018) Prof. Vasudeva Murthy (01.10 – 13.03.2019) Prof. G.D. Veerappa Gowda (since 14.03.2019)
Dean, NCBS	—	Prof. Upinder S. Bhalla
Convenor, BSB	—	Prof. Shubha Tole
Convenor, CSB	—	Prof. Deepa Khushalani
Convenor, MSB	—	Prof. Vijaylaxmi G.Trivedi
Convenor, PSB	—	Prof. Sreerup Raychaudhuri
Convenor, TCSF	—	Prof. Vinod M. Prabhakaran
Chair, DAA	—	Prof. Devendra K. Ojha
Chair, DBS	—	Prof. Krishanu Ray

Chair, DCMPMS	—	Prof. Pushan Ayyub (till 21.10.2018) Prof. P. L. Paulose (since 22.10.2018)
Chair, DCS	—	Prof. Shyamalava Mazumdar
Chair, DHEP	—	Prof. Sudeshna Banerjee (till 21.10.2018) Prof. Shashi R. Dugad (since 22.10.2018)
Chair, DNAP	—	Prof. G. Ravindra Kumar
Chair, DTP	—	Prof. Sourendu Gupta
Registrar	—	Wg. Cdr. George Antony (Retd.)
ISI, Delhi	—	Prof. Rajendra Bhatia
Director, LV Prasad Eye Inst.	—	Prof. D. Balasubramanian
IIT, Mumbai	—	Prof. Vikram M. Gadre
IISER, Mohali	—	Prof. N. Sathyamurthy
University of Calcutta	—	Prof. Amitava Raychaudhuri (since 31.08.2018)

Preface

TIFR made significant contributions in various areas of science during the year 2018–2019, spanning Biological and Life Sciences, Chemical Sciences, Mathematics, Physical Sciences, Technology and Computer Science, and Science Education.

In Biological Sciences, it was shown that very small RNA molecules called microRNAs control major metabolic pathways by inhibiting synthesis of proteins, and thus contribute to maintenance of blood glucose levels. In another study, the underlying mechanism of the liver to prevent hyperlipidaemia across daily feeding-fasting cycles was investigated. It was elucidated how the master-hormone (Insulin), the simplest phospholipid (Phosphatidic acid) and the motor protein (Kinesin-1) bring about this phenomenon inside hepatocytes. The work revealed fundamental cellular mechanisms controlling lipid homeostasis and multiple molecular targets against hyperlipidaemia.

At the National Centre for Biological Sciences, Bengaluru, in a collaborative study from the Ecology and Evolution group, researchers demonstrated that herbivore-induced change in dominance is the best predictor of herbivore effects on biodiversity in grassland and savannah sites. A study from the Genetics and Development group revealed the linkages of rice-domestication with micro (mi) RNAs.

In Chemical Sciences, a study demonstrated an effective surface-enhanced Raman technique that can probe membrane proteins, using composite nanoparticles, which have a lipid membrane wrapped around silver nanoparticles. Researchers reported the sustainable synthesis protocol for carbon-coated dendritic fibrous nanosilica and high surface area wrinkled carbon nanospheres using phenol formaldehyde polymerization chemistry.

At the School of Mathematics, work was carried out on several questions and problems in Algebra, Analysis, Lie Groups, Number Theory, Algebraic and Differential Geometry and Combinatorics.A study obtained an analogue of Margulis' famous result on the Oppenheim conjecture. New monotonicity formulas for the extension problem associated with fractional heat operator were derived via a careful blowup analysis at the TIFR Centre for Applicable Mathematics, Bengaluru.

Researchers from the Department of Astronomy and Astrophysics analysed the data from the Indian satellite AstroSat and the US satellite Chandra for the accreting black hole system 4U 1630-47, and measured the black hole spin, which came out to be close to the maximum possible spin. A Near Infrared Spectrograph (TANSPEC: TIFR-ARIES Near Infrared Spectrograph Camera) was developed as a collaboration project between TIFR, ARIES, Nainital, and MKIR, Hawaii, to be used on the main port of the 3.6-meter Devasthal Optical Telescope (DOT).

The National Centre for Radio Astrophysics, Pune continued to lead the Indian participation in the Square Kilometre Array (SKA), 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. The discovery of twin radio relics in the outskirts of the low-mass merging galaxy cluster Abell 168 was reported. This is the lowest mass cluster in which relics due to merger shocks have been detected.

In Condensed Matter Physics and Materials Science, the functioning of a fully programmable three-qubit superconducting quantum processor with all-to-all coupling was successfully demonstrated. An optical tweezer based technique to understand weakly adhering systems was developed. ‘Exotic’ magnetism was reported in a distorted kagome

lattice, based on metals, viz., $Tb_3Ru_4Al_{12}$. Particle size study was reported for the first time for a Eu-based mixed valent compound.

At the TIFR Centre for Interdisciplinary Sciences, Hyderabad, in Theoretical Physics, studies on bio-preservation showed that tuning short-time relaxation in the glassy system could generically lead to better preservation with possible future implications in food and drug preservation. In Theoretical Chemistry, the MolDis big data analytics platform was launched and had been made publicly accessible in May 2018. The project strives to generate and collect datasets relevant for experimental/synthesis research activities across the TIFR centres. The planning, indenting, construction, instrument installation and validation of the specific pathogen free (SPF) mouse facility at TIFR Hyderabad was initiated and successfully completed.

In High Energy Physics, very high-energy gamma ray observations of various astronomical sources like active galactic nuclei and gamma ray pulsars were carried out using HAGAR telescope system at Hanle in Ladakh. On the Belle II front, the group participated in its pilot run, where the first collisions were recorded in April 26, 2018 with all subdetectors but for the vertex detector installed. The full vertex detector was installed to the Belle II spectrometer around December 2018.

In Nuclear and Atomic Physics, with a 150 TW femtosecond laser, researchers created 13.5-meter-long plasma wire, length limited only by the current experimental setup. This advance, coupled with laser heating for long lifetime of plasma channel is a significant step towards controlling lightning. By focusing the high power laser pulse on a glass target, researchers produced electrons that travelled at near-light speeds. It was found that relativistic electrons live a few thousand times more than the incident light pulse.

In the Department of Theoretical Physics, the EDGES collaboration announced the first detection of an absorption signal due to hydrogen from the early universe. It was shown that a magnetized iron calorimeter detector observing atmospheric neutrinos (like the proposed ICAL detector at INO) could be sensitive to the presence of a sterile neutrino over a much wider range of mass-square than other experiments. Researchers predicted masses of several new subatomic particles with both charm and beauty quarks as their constituents.

At the International Centre for Theoretical Sciences, a work studied the chaotic dynamics in a classical many-body system of interacting spins on the kagome lattice. Many-body chaos is characterized via the butterfly effect; however, the quantitative connections between characteristic time and length scales of the chaotic dynamics of a many-body system are far from settled. The study determined the full temperature dependence of these two complementary aspects of the butterfly effect (Lyapunov exponent and butterfly speed).In another study, it was demonstrated that Quantum dot systems coupled to circuit-Quantum Electrodynamics (QD-cQED) architecture can be an excellent platform to realize devices such as diodes and transistors. The results suggest that QD-cQED systems can be a candidate for novel quantum devices.

In the International Olympiads held between July and December, 2018, 30 Indian students participated, winning 12 gold, 13 silver, 4 bronze medals and 1 Honourable Mention. Every member of the Indian team at the International Physics Olympiad held in Lisbon, Portugal won a gold medal, putting India at the top of the medals tally. The Vigyan Pratibha project, a science talent nurture programme for students of Class 8-10 in Kendriya Vidyalayas, Jawahar Navodaya Vidyalayas and Atomic Energy Central Schools, saw active participation during this period with 44 learning units developed for

class 8-9, and programmes reaching 107 schools across India.

In the School of Technology and Computer Science, research work was pursued in the areas of computer science as well as systems science.The fundamental limit of the maximum achievable throughput in practical cellular wireless networks was characterized. In another study, the conditions under which a pair of parties can compute oblivious transfer information theoretically and securely against a general adversary structure in an incomplete network of reliable, private channels was characterized. Under Algorithms, on the social welfare of cardinal voting mechanisms, nearly tight bounds on the welfare obtainable for truthful cardinal voting mechanisms were shown.

A wide variety of Outreach and Science Popular-isation programmes were conducted during the year to convey the importance of exciting new developments in science and technology to the public. TIFR's flagship science café series *Chai and Why*? entered its 10^{th} year in 2018. At TCIS, Hyderabad, science communication initiatives like *Sawaal-Jawaab* gained momentum and has been regularized to become a monthly event. Volunteers from TCIS and University of Hyderabad conducted 72 weekend visits to three nearby TSWREIS (Telangana Social Welfare Residential Educational Institutions Society) schools in 2018-19. These visits majorly aimed to inculcate concept-based learning of Science and Mathematics among students.

We continue with our endeavours and look forward to achieving higher objectives in the coming year.

Sandip P. Trivedi
Director, TIFR

Awards and Distinctions

NATIONAL

Roop Mallik (DBS) — The Infosys Prize 2018 for Life Sciences
(awarded by the Infosys Science Foundation)

Vivek Polshettiwar (DCS) — MRSI Medal for 2019
(awarded by the Materials Research Society of India)

Sandip Trivedi (Director, TIFR) — Vijnan Ratna Award
(awarded by the H. K. Firodia Memorial Foundation)

Satyajit Mayor (Centre Director, NCBS) — Vijnan Bhushan Award
(awarded by the H.K. Firodia Memorial Foundation)

Kalobaran Maiti (DCMPMS) — P. K. Iyengar Memorial Award for Excellence in Experimental Physics – 2016
(awarded by the Indian Physics Association)

Manas Kulkarni (ICTS, Bengaluru) — SERB Early Career Research Award
(awarded by the Department of Science and Technology, Govt. of India)

Mahesh Sankaran (NCBS, Bengaluru) — Distinguished Investigator Award (DIA)
(awarded by SERB)

M. Deshmukh (DCMPMS) — Young Nano Scientist India 2019 Award
(awarded by OXFORD Instruments India Pvt. Ltd.)

Shyam Sundar Ghoshal (CAM, Bengaluru) —- NASI-Young Scientist Platinum Jubilee Award 2018

Parameswaran Ajith (ICTS, Bengaluru) — N. R. Sen Young Researcher Award of IAGRG (Indian Association for General Relativity and Gravitation) for 2019

Imran Siddiqui (NCBS, Bengaluru, an alumnus of the MSc Wildlife program) — Wildlife Services Award, 2018 from Sanctuary Asia

Nishant Srinivasaiah (NCBS, Bengaluru, an alumnus of the MSc Wildlife program) — Awarded the Carl Zeiss Award for outstanding contribution to conservation in India

Mayank Narang (DAA) — Best Paper Presentation Award
(awarded at the 20th National Space Science Symposium)

Aswathy Raveendran (HBCSE, Mumbai) — TAA -B. M. Udgaonkar Best Thesis Award in Science Education for 2018

Raveendran, A. and Chunawala (HBCSE, Mumbai) — Saraswathi Cowsik Medal for the best paper published from TIFR for 2018

Anil Sadagopal (Ex-TIFR) (HBCSE, Mumbai) — Homi Bhabha Award for Science Education 2018

Aniket Sule (HBCSE, Mumbai) — Tarun Tejankit Award
(awarded by Loksatta in March 2019)

Prakash Gaikwad (NCRA, Pune) — TAA-Geeta Udgaonkar Award for the best PhD thesis in all of TIFR, for the year 2017-2018

A. J. Nayana (NCRA, Pune) — YPC-2018 Award (third prize), for her talk at the Young Physicist Colloquium (YPC), an event organised by the Indian Physical Society, Kolkata

Deepesh Data (former student, STCS) — Selected for an honourable mention under ACM India Doctoral Dissertation Award for 2017-18

Fellow of the Indian National Science Academy (INSA) —
J. N. Chengalur (NCRA, Pune)

Fellow of the National Academy of Sciences, India —
Abhishek Dhar (ICTS, Bengaluru)

Fellows of the Indian Academy of Sciences —
G. D. Veerappa Gowda (CAM, Bengaluru)
N. Kanekar (NCRA, Pune)
K. Sandeep (CAM, Bengaluru)

Associates of the Indian Academy of Sciences —
Agnid Banerjee (CAM, Bengaluru)
Riddhipratim Basu (ICTS, Bengaluru)
Anupam Kundu (ICTS, Bengaluru)

Rukmini Dey (ICTS, Bengaluru) — Awarded a Core Research Grant (CRG) of the SERB as Principal Investigator by the Department of Science and Technology, Govt. of India

V. Chandrasekhar (TCIS, Hyderabad) — Elected as Vice-president, Indian National Science Academy, New Delhi (2019-22)

Vishal Vasan(ICTS, Bengaluru) — Selected for membership of the National Academy of Sciences, India

Deepa Agashe (NCBS, Bengaluru) — Selected as an Indian National Young Academy of Science member by the Indian National Science Academy

INTERNATIONAL

Dipendra Prasad (School of Mathematics) - TWAS Prize in Mathematics for 2019

(awarded by The World Academy of Sciences (TWAS))

Jyotishman Dasgupta (DCS) - 2017 Young Scientist Award
(awarded by the Asian Photochemistry Association (APA))

Divya Kamad (NCBS, Bengaluru, an alumnus of the MSc Wildlife program) - Future of Nature Award for Marine Conservation

Siddharth S. Bhandari (STCS) - IEEE Jack Keil Wolf ISIT Student Paper Award
(awarded at ISIT 2018)

Kamalesh Jana (DNAP) - Outstanding Poster Performance
(awarded at the the Eighth Biennial International Conference on Ultrahigh Intensity Lasers (ICUIL) 2018, held at Lindau, Germany)

Manas Kulkarni (ICTS, Bengaluru) - Awarded the research grant by CEFIPRA (Indo-French Centre for the Promotion of Advanced Research)

Y. Gupta (NCRA, Pune) - Invited as a Member of the Scientific Advisory Board of the Max Planck Institute for Radio Astronomy, Bonn, Germany, for a period of six years

G. B. Mohanty (DHEP) - Appointed as the Physics Coordinator of Belle since April 2018

P. K. Madhu (TCIS, Hyderabad) – Elected as ISMAR (International Society for Magnetic Resonance) Council Member

Faculty

Trivedi, Sandip P. (Director)

School of Mathematics

Bhattacharya, Amitava
Bhattacharya, Siddhartha
Biswas, Indranil
Deshpande, Tanmay
Fakhruddin, N.
Ganapathy, Radhika
Ghate, Eknath P.
Ghosh, Anish
Holla, Yogish I.
Krishna, Amalendu
Mahan, Mj.
Mondal, S.
Munshi, Ritabrata (till 31.12.2018)
Nair, Arvind N.
Nitsure, Nitin
Parameswaran, A.J.
Prasad, Dipendra
Rajan, C.S.
Rao, Ravi A.
Roushon, S.K.
Sankaranarayanan, A.
Sengupta, J.
Sridharan, Raja
Srinivas, V.
Subramaniam, S.
Trivedi, Vijaylakshmi G.
Varma, Sandeep V.
Venkataramana, T.N.

Adjunct Faculty

Bader, Uri, Weizmann Institute of Science, Israel (since 01.01.2019)
Campana, Frederic, Universite de Lorraine, France (since 01.01.2019)
Clozel, Laurent, France (since 01.01.2019)
Prasanna, Kartik, University of Michigan, USA (till 31.10.2019)
Ramakrishnan, Dinakar, Caltech, USA (since 01.01.2019)
Velani, Sanju L., University of York, UK (till 31.03.2018)

TIFR Centre for Applicable Mathematics, Bengaluru

Aravinda, C.S.
Banerjee, Agnid
Biswas, Imran H.
Ghoshal, Shyam Sundar
Gowda, G. D. Veerappa
Koley, Ujjwal
Krishnan, Venkateswaran P.
Praveen, C.
Ramachandran, Koushik
Ramaswamy, Mythily
Sandeep, K.
Shrinivasan, P.K.
Sivaguru
Vadlamani, Sreekar
Vasudevamurthy, A.S.

Adjunct Faculty

Nair, Ramachandran D., IMAGe, USA (since 01.06.2018)
Sire, Yannick, Johns Hopkins University, USA (since 01.01.2019)

School of Technology and Computer Science

Bhaskar, Umang
Prabhakaran, Vinod M.

Chattopadhyay, Arkadev
Gupta, Ashutosh K. (till 15.02.2019)
Harsha, Prahlad
Juneja, Sandeep K.
Kavitha, T.
Narayanan, H.
Pandya, Paritosh K.
Radhakrishnan, Jaikumar
Raja, N.
Saptharishi, Ramprasad
Sen, Pranab G.D.
Srivastava, Piyush
Vaze, Rahul

Adjunct Faculty

Borkar, V.S., IIT, Bombay (since 01.10.2018)
Jain, Rahul, National University of Singapore, Singapore (ince 01.06.2018)
Shah, Devavrat, M.I.T., Cambridge, USA (since 01.03.2018)

School of Natural Sciences

Department of Astronomy and Astrophysics

Antia, H.M.
Bhattacharyya, Sudip
Chatterjee, Sourav (since 19.02.2018)
Ghosh, Swarna K.
Gopakumar, A.
Hanasoge, Shravan M.
Mookerjea, Bhaswati
Ojha, Devendra K.
Puravankara, Manoj
Rao, A.R.
Singh, Tejinder P.

Adjunct Faculty

Henning, Thomas K., MPI for Astronomy, Germany (till 31.01.2019)

Department of Biological Sciences

Kolthur, Ullas, S.
Koushika, Sandhya P.
Maithreyi, R. Narasimha
Mallik, Roop
Mishra, Mithilesh
Nair, Sreelaja
Ray, Krishanu
Sonawane, Mahendra S.
Tole, Subha
Vaidya, Vidita A.

Adjunct Faculty

Menon, Gautam I., IMSc, Chennai (since 01.06.2018)
Gaspar, Patricia, Institut du fer a Moulin Paris, France (till 31.10.2019)

Department of Chemical Sciences

Das, Ranjan (till 28.02.2019)
Dasgupta, Jyotishman
Datta, Ankona
Khushalani, Deepa
Koti, A. Sri Rama
Maiti, Sudipta
Mazumdar, Shyamalava
Patra, M.
Polshettiwar, Vivek
Venkatramani, Ravindra
Voora, V.K (since 03.12.2018)
Wategaonkar, S.J.

Adjunct Faculty

Huster, Daniel, University of Leipzig, Germany (till 31.05.2018)
Kuo, Jer-Lai, IAMS, Taiwan (since 01.06.2018)

Department of Condensed Matter Physics and Materials Science

Ayyub, Pushan (till 31.03.2019)
Bhattacharya, Arnab
Deshmukh, Mandar M.
Dhar, S.K.
Ghosh, Sandip
Ghosh, Shankar
Gopal, Achanta V.
Maiti, Kalobaran
Nigam, Arun K.
Paulose, P.L.
Prabhu, Shriganesh S.
Ramakrishnan, S.
Raychaudhuri, Pratap
Sampathkumaran, E.V.
Thamizhavel, A.
Vijayaraghavan, R.

Adjunct Faculty

Gupta, S. Dutta, University of Hyderabad (till 31.08.2020)

Department of High Energy Physics

Banerjee, Sudeshna (till 31.01.2019)
Chitnis, Varsha S.
Dugad, Shashi R.
Guchait, Monoranjan
Gupta, Sunil K.
Krishnan, N.
Majumder, Gobinda
Mazumdar, Kajari
Mohanty, Gagan B.
Mohanty, Pravata K.
Unnikrishnan, C.S.

Adjunct Faculty

Dasu, Sridhara Rao, University of Wisconsin, Madison, USA (till 31.10.2018)
Incandela, Joseph, University of California, USA (till 31.10.2018)

Department of Nuclear and Atomic Physics

Krishnakumar, E (till 30.11.2017)
Krishnamurthy, M.
Mathur, Deepak (till 30.04.2017)
Mazumdar, Indranil
Mishra, S.N.
Misra, Deepankar
Mujumder, Sushil A.
Nanal, Vandana S.
Pal, Subrata
Palit, Rudrajyoti
Pillay, R.G. (till 28.03.2018)
Prabhudesai, Vaibhav S.
Ravindra Kumar, G.
Tribedi, Lokesh C.

Adjunct Faculty

Garg, Umesh, University of Notre Dame, USA (till 28.02.2021)

Department of Theoretical Physics

Damle, Kedar S.
Dasgupta, Basudeb
Datta, Saumen
Dighe, Amol S.
Gadde, Abhijit
Gavai, Rajiv V.
Gupta, Sourendu
Khatri, Rishi
Kulkarni, G. P. (since 01.10.2018)
Majumdar, Subhabrata
Mandal, Gautam
Mathur, Nilmani
Minwalla, Shiraz
Raychaudhuri, Sreerup
Roy, Tuhin S.
Sadhu, Tridib
Sensarma, Rajdeep
Sharma, Rishi
Sridhar, K.
Tripathi, Vikram
Trivedi, Sandip P.

Adjunct Faculty

Bali, Gunnar S., Universität Regensburg, Germany (since 01.10.2018)
Das, Sumit Ranjan, University of Kentucky, USA (till 28.02.2021)
Majumdar, Satya N., Université Paris-Sud, France (till 28.02.2021)
Mukhi, Sunil, IISER, Pune (since 01.06.2018)
Vishwanath, Ashvin, Harvard University, USA. (Since 01.01.2019)

Homi Bhabha Centre for Science Education

Chandrasekharan, Sanjay
Chunawala, Sugra I.
De, Prithwijit
Gupta, Ankush
Joshi, Paresh K.
Khaparde, Rajesh B.
Ladage, Savita A.
Mashood, K.K.
Mazumdar, Anwesh
Mishra, K.K.
Nagarjuna, G.
Sengupta, T.
Subramaniam, K.
Sule, Aniket P.
Vartak, Rekha R.
Vijapurkar, Jyotsna

National Centre for Biological Sciences

Agashe, Deepa
Badrinarayan, Anjana
Bhalla, Upinder S.
Brockmann, Axel
Chattarji, Sumantra
Das, Ranabir
Ghosh, Hiyaa S.
Gosavi, Shachi S.
Hasan, Gaiti (till 30.11.2018)
Krishna, Sandeep
Krishna, Sudhir
Kunte, Krushnamegh
Ramakrishnan, Uma
Ramesh, Aarti
Rao, Madan
Sane, Sanjay P.
Sankaran, Mahesh
Sarin, Apurva (till 25.12.2018)
Seshasayee, Aswin Sai Narain
Shivaprasad, P.V.
Sowdhamini, R.
Sundaramurthy, Varadharajan
Thattai, Mukund
Thirumalai, Vatsala

Ladher, Raj K.
Mathew, M.K.
Mayor, Satyajit
Notani, Dimple
Olsson, Shannon B.
Padinjat, Raghu
Radhakrishnan, Sabarinathan
Thutupalli, Shashi
Udgaonkar, J. B. (on Lien at IISER, Pune till 11.01.2017)
Venkatesan, Radhika
VijayRaghavan, K. (till 28.02.2019)
Vinoth, K. Raghunath

Adjunct Faculty

Jain, Sanjeev, NIMHANS, Bengaluru, India (till 31.08.2020)
Karanth, Ullas, Centre for Wildlife Studies, Bengaluru, India (till 31.08.2020)
Malhotra, Vivek, Centre for Genomic Regulation, Barcelona (till 31.08.2020)
Ramaswami, Mani Trinity College, Dublin, Ireland (till 31.08.2020)
Spudich, James A., Stanford University, USA (till 31.08.2020)

National Centre for Radio Astrophysics

Bhattacharya, Bhaswati
Chandra, Poonam
Chengalur, Jayaram N.
Choudhury, Roy Tirthankar
Gupta, Yashwant
Ishwara Chandra, C.H.
Joshi, Bhal Chandra
Kale, Ruta
Kanekar, Nissim
Kantharia, Nimisha G.
Kharb, Preeti
Lal, Dharam Vir
Mitra, Dipanjan
Oberoi, Divya
Roy, Jayanta
Roy, Subhasis
Wadadekar, Yogesh G.

Adjunct Faculty

Verheijen, Marc A.W., Univ. of Groningen, The Netherlands (till 31.01.2019)

International Centre for Theoretical Sciences

Ajith, P.
Apte, Amit
Basak, Anirban (since 06.08.2018)
Basu, Pallab
Basu, Riddhipratim
Bhattacharjee, Subhro
Dey, Rukmini
Dhar, Abhishek
Gopakumar, Rajesh
Govindarajan, Rama
Krishnamurthy, Vijay Kumar
Kulkarni, Manas
Kundu, Anupam
Loganayagam, R.
Pandit, P. (since 09.11.2018)
Raju, Suvrat
Ray, Samriddhi Sankar
Vasan, Vishal

Adjunct Faculty

Nanjundiah, Ravi S. IITM, Pune (since 01.01.2019)

TIFR Centre for Interdisciplinary Sciences

Agarwal, Vipin
Chandrasekhar, V.
Chary, K.V.R. (till 28.02.2019)
Dani, Adish
Das, Tamal
Garai, Kanchan
Jaiswal, Manish
Jana, Anukul
Karmakar, Smarajit
Krishnamurthy, M.
Madhu, P. K.
Mandal, Kalyaneswar
Mazumder, Aprotim
Mondal, Jagannath
Narayanan, T.N.
Perlekar, Prasad
Ramadas, Jayashree
Ramakrishnan, Raghunathan
Raman, Karthhik V.
Ramola, K. (since 31.12.2018)
Sengupta, Surajit
Shirhatti, Pranav R.
Vallurupalli, Pramodh
Vig, Monika

Adjunct Faculty

Chattopadhyay, Amitabh, CC&MB, Hyderabad, India (since 01.10.2018)
Huster, Daniel, University of Leipzig, Germany (since 01.10.2018)
Ramaswamy, Sriram, IISc, Bengaluru, India (till 31.01.2020)

Administration and Services

ADMINISTRATION

Registrar & Secretary to the Council of Management	:	Wg Cdr Antony, George (Retd.)
Deputy Registrar	:	Gokhale, Sanjay B.
Secretary, Natural Science Faculty	:	Punia, Punita (till 26.09.2018)
Officer-in-charge, School of Mathematics	:	Vengurlekar, V.V.
Assistant Registrar (Academic)	:	Krishnamurthy, S (till 31.12.2018) D'Souza, B.V. (since 01.01.2019)
Secretary, IWG	:	Bapna, Divya
Head, Accounts	:	Paithankar, Kishore S.
Head, Establishment	:	Athavale, Milind A.
Public Relations Officer	:	Ambekar, Raju P.
Legal Officer	:	Dixit, Sucheta
Purchase & Stores Officer	:	Baghele, Deepak B.
Security & Fire Officer	:	Joshi, Bharat B.
Administrative Officer (C), General Administration	:	Felix, T.J.
Head, Administration, HBCSE	:	Abhyankar, A.M.
Head, Administration & Finance, NCBS, Bengaluru	:	Pahwa, Pawan K.
Head, Administration & Finance, NCRA, Pune	:	Solanki, J. K.
Administrative Officer (D), 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.

(2018–2019)

School of Mathematics

- **Commensurators of arithmetic lattices**
  A celebrated theorem of Margulis characterizes arithmeticity in terms of an algebraic object: the commensurator. Margulis proved that the commensurator is dense: such "almost symmetrizing elements" can be found everywhere. The question arose (due in various forms to Margulis, Zimmer and Shalom): What if the assumption on finiteness of volume is relaxed? In recent work, this question was resolved for a large class of subgroups. For normal subgroups of arithmetic lattices in rank one, commesnurators are mostly discrete, i.e. they are found in very specific locations and not everywhere. [Contact person: Mahan Mj.; Collaborator: Koberda]

- **Cubulations of surface-by-free groups**
  An unexpected way of combining techniques from infinite volume 3-manifolds with the theory of cubulations was found and it was shown that certain spaces built naturally from 3 manifolds are also cubulated. [Contact person: Mahan Mj.; Collaborators: Manning and Sageev]

- **Random geometry**
  Researchers initiated the study of the analogous question in spaces that are coarsely hyperbolic, i.e. they look like trees in the large scale. It was shown that in several natural geometric situations arising in diverse fields like negatively curved geometry, lattices in Lie groups, moduli spaces, partial maxima of random variables indexed by a group of symmetries behave very much as if they are independent in the long run. A geometric quantity measuring isoperimetry, viz. the Cheeger constant, was introduced into the study of graph limits. [Contact persons: Mahan Mj.; Collaborators: Riddhipratim Basu, J. Athreya, P. Roy, A. Khetan (PhD Student)]

- **A certain inductive structure of Artin groups and the isomorphism conjecture**
  In this work, an inductive structure in a large class of Artin groups has been found and information was exploited to deduce the isomorphism conjecture for several classes of Artin groups of finite real, complex and affine types. [Contact person: Mahan Mj.]

- **Configuration Lie groupoids of Lie groupoids and orbifold braid groups**
  Two definitions of configuration Lie groupoids of a Lie groupoid were proposed. A Fadell-Neuwirth type fibration theorem for a class of Lie groupoids was proved and many examples of Lie groupoids were given where it fails. A short exact sequence of fundamental groups of the configuration Lie groupoids of a family of Lie groupoids was also deduced. Consequently, a large class of orbifold braid groups was shown to have iterated semi-direct product of virtually finitely generated free group structures. Finally, combining this structure and a recent result of Bestvina, Fujiwara and Wigglesworth, the Farrell-Jones isomorphism conjecture for the above class of orbifold braid groups (including an Artin group left in the previous work) was deduced. [Contact person: S. K. Roushon]

- **Euclidean triangles have no hot spots**
  The hot spots problem asks about the position of the global maxima of a second Neumann eigenfunction of a domain in the plane. In 1974 J. Rauch conjectured that the location must on the boundary of the domain. One particularly simple type of domain are triangluar domains. In a recent work, researchers have resolved the conjecture completely for triangular domains. Not only

this method proves the conjecture for acute triangle but also it provides a unified approach to study this problem. [Contact person: Sugata Mondal; Collaborator: Chris Judge]

- **Discrete Mean square estimates for coefficients of symmetric power L-functions**
  The behaviour of the error terms related to the discrete mean square of the n-th Fourier coefficients of the third and fourth symmetric power L-functions (when the form is holomorphic) were investigated. These established bounds improve the earlier known results under the stated conditions. [Contact person: A. Sankaranarayanan; Collaborators: K. Srinivas and Saurabh Kumar Singh]

- **On Weyl sums**
  A non-trivial upper bound for the absolute value of certain exponential sum was established. The proven bound improves the earlier known bound under the stated conditions. [Contact person: A. Sankaranarayanan; Collaborators:C. G. Karthick Babu and Anirban Mukhopadhyay]

- **Stratified fundamental group scheme under morphisms**
  Researchers showed that if a dominant separable morphism of smooth projective varieties induces an isomorphism of etale fundamental groups, then it induces an isomorphism of stratified fundamental group schemes. [Contact person: A. J. Parameswaran]

- **Diophantine inheritance for p-adic measures**
  The study answered some conjectures of Kleinbock and Kleinbock and Tomanov. In a famous paper, Kleinbock and Margulis used flows on homogeneous spaces of Lie groups to answer an old conjecture of Mahler regarding Diophantine approximation on manifolds with non-zero curvature. Subsequently, Kleinbock extended the aforementioned study to include affine subspaces and went on to conjecture a p-adic version of his result. In this study, his conjecture was settled completely. [Contact person: Anish Ghosh; Collaborator: Shreyasi Datta]

- **On the density at integer points of a system comprising an inhomogeneous quadratic form and a linear form**
  The study obtained an analogue of Margulis's famous result on the Oppenheim conjecture. Sufficient conditions were obtained for a pair comprising an inhomogeneous quadratic form and a linear form to take dense values at integer points. This work uses the dynamics of unipotent flows on homogeneous spaces. [Contact person: Anish Ghosh; Collaborator: Prasuna Bandi]

- **Diophantine transference inequalities: weighted, inhomogeneous, and intermediate exponents**
  In this work, Diophantine exponents and transference principles among them were studied, especially in the context of weighted exponents.The techniques involved the geometry of numbers and applications were given to Diophantine approximation on manifolds. [Contact person: Anish Ghosh; Collaborators: Chow, Marnat, Guan and Simmons]

- **Bounding fierce ramification in terms of Swan conductors along curves**
  It was shown that for the covering associated to the kernel of any ell-adic representation of the etale fundamental group of an open variety, which has fixed rank and bounded ramification along all curves (in terms of Swan conductors), the divisors at infinity all have bounded degree of pure

inseparability, or equivalently, the corresponding discrete valuations on the function field have bounded fierce ramification. [Contact person: V. Srinivas; Collaborators: Esnault and Kindler]

- **Relative deformation theory and lifting irreducible Galois representations**
  In this work several lifting theorems for irreducible representations of the absolute Galois representations of a number field with values in the points over a finite field of a general reductive algebraic group were proved. In particular, for odd representations satisfying suitable local conditions, geometric integral lifts of the representation with Zariski dense image were constructed. The methods used were purely Galois theoretic. One of the more novel aspects was the introduction of relative deformation theory, where a sequence of two lifts is considered, one of which fits together modulo all powers of p, giving rise to an integral lift. [Contact person: N. Fakhruddin; Collaborators: Chandrashekhar Khare and Stefan Patrikis]

- **Reductions of Galois representations of exceptional weights**
  A complete description of the reductions of crystalline p-adic representations of slope 3/2 and weights congruent to 5 mod (p-1) was given. A general conjecture was made (called the Zig-Zag Conjecture) which describes the reduction for all half-integral slopes less than (p-1)/2 at exceptional weights. [Contact person: E. Ghate; Collaborator: V. Rai]

- **Symmetric power representations of the general linear group over a finite field**
  A description was given of the lattice of monomial submodules generated by the first p monomials in the symmetric power representation of $GL_2(\mathbb{F}_p)$, where $\mathbb{F}_p$ is a finite field with p elements. This has applications to the reductions of Galois representations of slopes less than p. [Contact person: E. Ghate; Collaborator: V. Ravitheja]

- **Reductions of Galois representations and the Theta operator**
  It was shown that given a cuspidal eigenform of slope v, under an assumption on the weight of the form, there is another cuspidal eigenform of slope v + 1 whose mod p global Galois representation is a twist of the original representation by the mod p cyclotomic character. This shows that the irreducibility / reducibility of local Galois representations tend to propagate as the slope increases by one. The result is compatible with all known cases of the reduction for small slopes, and also with the Zig-Zag Conjecture. [Contact person: E. Ghate; Collaborator: A. Kumar]

- **Generic Representations for symmetric spaces**
  The study classified symmetric spaces over finite and p-adic fields which carry generic representations. [Contact person: Dipendra Prasad]

- **Generalizing the MVW involution, and the contragredient**
  A theorem from 1980's due to Moeglin-Vigneras-Waldspurger constructs an explicit involution on a classical groups which takes any representation of the group over a local field to its contragredient. The study constructed an involution in general, and discussed its relation to the contragredient. [Contact person: Dipendra Prasad]

- **Cohomological representations for real reductive groups**
  The study described Langlands and Arthur parameters of all cohomological representations of a real reductive groups, in particular of all classical groups. [Contact person: Dipendra Prasad]

TIFR Centre for Applicable Mathematics, Bengaluru

- **Monotonicity of generalized frequencies and the strong unique continuation property for fractional parabolic equations**
  New monotonicity formulas for the extension problem associated with fractional heat operator are derived via a careful blowup analysis. Towards this end new regularity estimates are derived which are also used to study the obstacle problem associated to such a non-local operator. Also in a joint work the structure of regular and singular sets of free boundaries associated with solutions to degenerate parabolic equations have been characterised using a geometric epiperimetric inequality. These results are reported in a series of three papers one of them being in Advances of Mathematics. [Contact person: Agnid Banerjee]

- **A simple smoothness indicator and multi-level adaptive order WENO scheme for hyperbolic conservation laws**
  Two new variants of fifth order finite difference WENO schemes of adaptive order were proposed. The proposed schemes are compared with other variants of WENO schemes with special emphasis on the well-known WENO-AO(5,3) scheme. The first algorithm involves the construction of a new simple smoothness indicator which reduces the computational cost of WENO-AO(5,3) scheme. Numerical experiments show that the accuracy of the proposed scheme is comparable to that of WENO-AO(5,3) scheme and resolution of solutions involving shock and other discontinuities is comparable to that of WENO-AO(5,3) scheme. The second algorithm involves the inclusion of an extra cubic polynomial reconstruction in the base WENO-AO(5,3) scheme, leading to an even more accurate scheme. Extensive numerical experiments in 1D and 2D shows that the proposed scheme has better resolution near shocks or discontinuities and computationally cheaper than several WENO schemes. [Contact person: Praveen C.]

- **On the Levi-flat Plateau problem**
  The classical Plateau problem, originating in the study of soap films, concerns the following question: Given a closed loop in three dimensional space, does it bound a surface? and, when it does, is the surface smooth? A multiple complex dimensions version of this problem with allowance for certain types of irregularities was shown to have a "soap film" which is smooth except possibly for self-intersections. [Contact person: Sivaguru]

- **On solenoidal-injective and injective ray transforms of tensor fields on surfaces**
  The inversion of an attenuated Radon transform on simple surfaces was considered. A constructive solution to this attenuated tensor tomography problem was obtained, which was used to produce vector-valued integral transforms that are fully injective over tensor fields. The integral transforms considered were the attenuated momentum ray transform and a generalized transverse ray transform. [Contact person: V. P. Krishnan.]

- **Stabilizability of time periodic evolution equations by finite dimensional controls**
  Finite dimensional controls which preserve the stabilizability of time periodic parabolic control systems have been constructed. This is applied to the most important biological system which is the blood flow in humans. [Contact person: Mythily R.]

School of Technology and Computer Science

- **Lower bounds for data-structures via new simulation theorems**
  Miltersen, Nisan, Safra and Wigderson (MNSW) introduced a technique called the richness method to prove strong lower bounds for deterministic and one-sided randomized protocols. Researchers developed a technique based on a novel simulation theorem for this setting for a class of functions. This is the first simulation theorem in the asymmetric setting and unlike in the symmetric case, parity decision trees show up. Using this simulation theorem, it was shown that the richness method of MNSW does not in general give tight bounds on the asymmetric complexity of functions. Additionally, this yielded the first strong lower bounds for natural data-structure problems like Vector-Matrix-Vector product problems that are of significant interest. [Contact person: Arkadev Chattopadhyay]

- **Weights at the bottom gates matter for depth-2 threshold circuits**
  A problem on threshold circuits that has been open since the seminal work of Goldmann, Hastad and Razborov (GHR) from 1992 was resolved. Researchers solved this problem completely by exhibiting a simple function f that necessitates the bottom layer to be heavy in every small depth-2 threshold circuit computing f. [Arkadev Chattopadhyay, N. Mande (Ph.D. student)]

- **Random fixed points, limits and systemic Risk**
  Researchers considered random vector valued fixed point equations in large dimensional spaces, and studied their almost sure solutions. A special case was considered where any component of the FP equation depends upon an appropriate aggregate of that of the random `neighbour' components. Finite dimensional limit fixed point equations (in a much smaller dimensional space) were obtained, whose solutions aid to approximate the solution of the random fixed point equations for almost all realizations, in the asymptotic limit (as the number of components become large). The results were applied to study systemic risk in a stylized large financial network captured by one big institution and many small ones, where the analysis reveals structural insights in a simple manner. [Contact person: Sandeep Juneja]

- **Popular matchings of desired size**
  Researchers studied popular matching problems in bipartite graphs. A matching M is popular if there is no matching N such that the vertices that prefer N to M outnumber those that prefer M to N. It was shown that given a parameter k sandwiched between min and max (where min and max are the sizes of min-size and max-size popular matchings, respectively), it was NP-hard to decide if there is a popular matching of size k. Moreover, there is always a matching of size k whose unpopularity factor is at most 2 and such a matching can be computed in linear time. [Contact person: Kavitha T.]

- **Popular matchings and limits to tractability**
  Researchers showed that it was NP-hard to decide if a given bipartite graph with strict preference lists admitted any popular matching that was neither a min-size nor a max-size popular matching. In particular, they showed that stable matchings and dominant matchings (a special subclass of max-size popular matchings) were the only two tractable subclasses of popular matchings. This implied that the min-cost popular matching was NP-hard and moreover, it was NP-hard to approximate to any factor. In non-bipartite graphs, a strong negative result was shown: it was

NP-hard to decide if a popular matching exists or not. [Contact person: Kavitha T.; Collaborators: Faenza, Powers, and Zhang from Columbia University]

- **Popular matchings in complete graphs**
  Researchers considered the complexity of finding popular matchings in complete graphs. It was shown that this problem becomes NP-hard when the number of vertices in the complete graph is even. It is rare and unusual for a natural decision problem in combinatorial optimization to be efficiently solvable when the size of the input graph has one parity and become NP-hard when the size of the input graph has the other parity. [Contact person: Kavitha T.; Collaborator: Cseh (Hungarian Academy of Sciences)]

- **Fitting a putative manifold to noisy data**
  Researchers gave a solution to the following question from manifold learning. Suppose data belonging to a high dimensional Euclidean space is drawn independently, identically distributed from a measure supported on a low dimensional twice differentiable embedded manifold, and corrupted by a small amount of gaussian noise. Is it possible to produce a manifold whose "distance" to the true manifold is small and whose curvature is small? [Contact person: Hariharan Narayanan]

- **Oblivious transfer in incomplete networks**
  The conditions under which a pair of parties can compute oblivious transfer (OT) information theoretically securely against a general adversary structure in an incomplete network of reliable, private channels was characterized in this work. Characterizations were obtained for both semi-honest and malicious models. A consequence of these results is a complete characterization of networks in which a given subset of parties can compute any functionality securely with respect to an adversary structure in the semi-honest case and a partial characterization in the malicious case. [Contact person: Vinod Prabhakaran, Varun Narayanan]

- **Coordination using shared randomness**
  Two processors output correlated sequences using the help of a coordinator with whom they individually share independent randomness. For the case of unlimited shared randomness, the rate of communication required from the coordinator to the processors over a broadcast link was characterized. An achievable trade-off between the communication and shared randomness rates was also obtained. [Contact person: Vinod Prabhakaran; Collaborators: Gowtham Raghunath Kurri (TIFR), Anand Sarwate (Rutgers)]

- **Plausible deniability**
  A scenario where an entity that eavesdrops through a broadcast channel summons one of the parties in a communication protocol to reveal their message (or signal vector) was considered. Three variants of this problem were examined - Message Deniability, Transmitter Deniability, and Receiver Deniability. For each of these settings, the maximum communication rate that allows a given minimum rate of plausible fake outputs was examined. First, for the Message Deniability problem, the capacity region for general broadcast channels was fully characterised. Next, for the Transmitter Deniability problem, an achievable region for general broadcast channels was obtained by fully characterising the set of rate pairs achievable using deterministic coding schemes. Finally, for the Receiver Deniability problem, an achievable rate region for physically

degraded broadcast channels was given. [Contact person: Vinod Prabhakaran; Collaborator: Mayank Bakshi (Chinese University of Hong Kong)]

- **Zero-error list-decoding capacity of the q/(q-1) channel**
  The following problem was studied: construct arrays with symbols from the alphabet [q] = {1,2,…,q} so that in every set of L rows, there is a column where all q symbols appear. Ideally one would like to construct such arrays with n columns and m = $q^{\text{rho } n}$ rows for rho in [0, 1] as large as possible. The best possible rho depends on the parameter L (called list size). It is known that rho must fall at least as fast 1/q if L is not allowed to grow with n (but it may depend on q); a result of Fredman and Komlos showed that if L = q, then rho must fall exponentially as q increases. It was conjectured that for rho to grow only moderately (as the reciprocal of a polynomial in q say), then L must be allowed to grow as q ln q. A precise form of this conjecture was established. [Contact person: Jaikumar Radhakrishnan]

- **Bootstrapping of hitting sets**
  It is a major open problem to construct explicit hitting sets for the class of poly-sized circuits. In joint work with Mrinal Kumar and Anamay Tengse, it was shown that even very slight improvements on the trivial hitting set of exponential size can be bootstrapped to yield substantially better hitting sets. [Contact person: Ramprasad Saptharishi]

- **Depth reduction for syntactic multilinear models**
  In joint work with Mrinal Kumar and Rafael Oliveira, it was shown that syntactically multilinear circuits can be depth reduced more efficiently than general circuits. A corollary to this result is that any asymptotic improvement on the current state-of-the-art depth-4 multilinear lower bound would yield superpolynomial multilinear circuit lower bounds. [Contact person: Ramprasad Saptharishi]

- **From algorithms to phase transitions**
  There are two distinct notions of phase transitions in statistical mechanics: one in terms of smoothness of observable quantities, and the other in terms of presence or absence of long range correlations. The present work points out a quantitative connection between the two. This correspondence between two notions of phase transitions also appears to have applications to algorithms for counting combinatorial structures (such as proper colourings of graphs) that arise as abstractions of concrete applications.. [Contact person: Piyush Srivastava; Collaborators: Jingcheng Liu (University of California, Berkeley), Alistair Sinclair (University of California, Berkeley)]

- **Characterizing fundamental limit (capacity) of cellular wireless networks**
  The fundamental limit of the maximum achievable throughput in practical cellular wireless networks was characterized. Exact characterization of the capacity metric for cellular wireless networks was derived and was shown to first increase polynomially with the density of base stations in the low base station density regime and then scale inverse exponentially with the increasing base station. [Contact person: Rahul Vaze]

- **Algorithms for inverse optimization problems**
  Inverse optimization for various fundamental problems from combinatorial optimization were studied in this work, including shortest paths in graphs, minimum spanning trees, and minimum

cost flows, and optimal or near-optimal solutions are presented in each case. The work showed that optimal or near-optimal solution can be obtained within polynomial time for these problems. [Contact person: Umang Bhaskar; Collaborators: Sara Ahmadian, Laura Sanita, and Chaitanya Swamy from University of Waterloo]

- **Equilibrium computation in atomic splittable routing games**
  Atomic splittable routing games are a class of congestion games where a finite set of players send traffic in a network from a source to a destination. The study presented both upper bounds and lower bounds for computing equilibria for these games. If the network consists of parallel links, two different algorithms are presented. If either the network or the number of players is small, these algorithms are efficient. However for general networks, the study presented lower bounds for efficient algorithms. [Contact person: Umang Bhaskar; Collaborator: Phani Raj Lolakapuri]

- **On the welfare of cardinal voting mechanisms**
  Cardinal voting is an idealized form of voting where voters state their numerical utility for each candidate, rather than just their top candidate or a ranking of the candidates. The work studied cardinal voting mechanisms which are truthful, i.e. no voter has an incentive to misreport the utility for the candidates. Even with this idealized form of voting, in effect a full information setting, the study showed that the truthfulness constraint implies that the welfare obtained is a small fraction of the optimal welfare, and gives tight bounds on the welfare obtainable. [Contact person: Umang Bhaskar; Collaborator: Abheek Ghosh (IIT Guwahati)]

School of Natural Sciences

Department of Theoretical Physics

- **Role of collisions for seeding fast flavor conversions of supernova neutrinos**
  Researchers showed that fast flavor conversions of supernova neutrinos can occur due to an interesting interplay of interference and collisions. Neutrinos inside a supernova can show flavor oscillation, within a nanosecond-level time that scales inversely with the large neutrino density in the star, such that the oscillations can be very "fast". This however requires the electron neutrinos and antineutrinos to have different angular distributions, so that they have a "crossing". Researchers performed the first calculation that includes the collisions in a consistent manner. [Contact person: Basudeb Dasgupta; Collaborators: Francesco Capozzi (Munich, Max Planck Inst.), Alessandro Mirizzi (Bari U. & INFN, Bari), Manibrata Sen (Tata Inst.), Günter Sigl (Hamburg U., Inst. Theor. Phys. II)]

- **Doubts raised about the ‘detection’ of Cosmic Dawn**
  In February 2018, the EDGES collaboration announced the first detection of an absorption signal due to hydrogen from the early universe (when the cosmic age was about 14% of today’s age). Even more excitingly, the absorption strength was twice as large as that expected in the current standard cosmological model. It was found that the solution claimed by the EDGES collaboration requires the Galactic synchrotron emission to have unphysical properties, andthat the solution is not unique. This suggests that the EDGES feature originates in some systematic error instead of the early universe. [Contact person: Girish Kulkarni]

- **Variations in the Lyman-α forest explained by identifying cosmic milestone**
  Researchers developed some of the largest cosmological simulations of reionization and showed that the spatial fluctuations can be explained if reionization ends not before the age of the universe is around 1.1 billion years old. This first determination of when reionization happened also explains several other observations of the early universe. [Contact person: Girish Kulkarni]

- **Rich structure of nonthermal relativistic CMB spectral distortions from high energy particle cascades**
  The nonthermal spectral distortions of the cosmic microwave background (CMB) were calculated by explicit evolution of the electromagnetic cascades for the first time. The actual spectral distortions were found to have a very different shape compared to the Sunyaev-Zeldovich (SZ) effect spectrum and motivate revisiting all constraints in literature on different energy injection scenarios, such as dark matter decay and annihilation, evaporation of primordial black holes and cosmic strings, since all of them are based on the assumption that all the injected energy goes into creating the SZ spectrum at redshifts less than 100000. [Contact persons: Sandeep Kumar Acharya, Rishi Khatri]

- **New CMB spectral distortion constraints on decaying dark matter before recombination**
  The constraints on the dark matter decaying into photons or electron-positron pairs were calculated with exact calculations of the spectral distortions by evolving the electromagnetic cascades. COBE data was reanalyzed using these exact spectral distortions. The constraints on the fraction of dark matter that can decay were calculated in the parameter space of dark matter mass and lifetime for the two decay channels. It was found that for the injection processes such as dark matter decay, the constraints can be relaxed by as much as a factor of 5 compared to the existing constraints derived under the incorrect assumption that all injected energy is thermalized in the primordial plasma before recombination. [Contact persons: Sandeep Kumar Acharya, Rishi Khatri]

- **Constraints on non-resonant photon-axion conversion from the Planck satellite data**
  The axion-distortion map was created and constraints on the axion distortion in the CMB frequency bands from Planck data were derived. [Contact person: Rishi Khatri; Collaborators: Suvodip Mukherjee (IAP, Paris), Benjamin Wandelt (IAP, Paris)]

- **A new component separation algorithm for CMB using data driven clustering**
  A new algorithm to separate the different cosmological components with known spectrum, such as the CMB and the Sunyaev-Zeldovich effect, from galactic and extragalactic foreground was proposed. This was accomplished by reformulating the component separation problem as a problem in optimal clustering of the data. The algorithm, using a simple 1-D clustering, was tested on the Planck data and shown to be as good as the best methods used by the Planck collaboration. [Contact person: Rishi Khatri]

- **Testing isotropy in the Universe using photometric and spectroscopic data from the SDSS**
  A new quantitative measure of isotropy was defined using Shannon's information entropy which is insensitive to cosmological parameters. This measure was then applied to the Sloan Digital Sky Survey data. It was found using this new measure that the Universe is well described by linear perturbations in an isotropic background on scales larger than 200 million parsecs. [Contact

person: Rishi Khatri; Collaborators: Suman Sarkar (Visva-Bharati University), Biswajit Pandey (Visva-Bharati University)]

- **Ballistic Dark Matter**
  A new type of dark matter model was studied in which the chemical decoupling of the would be dark matter happens when it is still relativistic and the particles become non-relativistic at a later time due to a phase transition. An example of such a dark matter is a dark QCD (quantum chromodynamics) model. It was shown that such a dark matter has large peculiar velocities due to acoustic oscillations before the phase transition, and evolves ballistically after the phase transition in the collisionless phase until the initial acoustic velocities are redshifted away. It was also shown that this Ballistic Dark Matter (BDM) results in new non-trivial interesting features in the cosmological observables such as acoustic oscillations in the linear matter power spectrum with the acoustic peaks overshooting the standard cold dark matter power spectrum. [Contact persons: Anirban Das, Basudeb Dasgupta, Rishi Khatri]

- **Discovering hidden baryons in the circum-galactic medium of galaxies**
  Researchers used observations of stacked X-ray luminosity and CMB Sunyaev-Zel'dovich (SZ) signal from a cosmological sample of ˜100,000 massive (similar to Milky Way) galaxies to constrain the hot circum-galactic medium (CGM) density and temperature. The data sets were best described by the mean hot CGM profile which is shallower than an NFW profile. For massive halos, within the virial radii, the hot CGM contained ˜ 20-30 per cent of galactic baryonic mass for the power-law model. The hot CGM profile also broadly agrees with the observations of the Milky Way. The mean hot CGM mass is comparable to or larger than the mass contained in other phases of the CGM for these galaxies on average. The work discovered a large fraction of missing baryons on galaxy scales which have remained elusive over decades. [Contact person: Subhabrata Majumdar]

- **On the impact of observationally inferred dark-matter phase-space distribution on dark-matter direct detection experiments**
  The very first, detailed, analysis of the effect of an observationally determined dark matter (DM) velocity distribution function (VDF) of the Milky Way (MW) on DM direct detection rates, going beyond local kinematic tracers and using rotation curve data up to 200 kpc was presented. Researchers constructed a MW mass model and self-consistently determined the local phase-space distribution of DM. The change in the number of signal events, when using the empirically determined DM VDF in contrast to the commonly used heuristic VDF, was most prominent for low DM masses for which the shape of the recoil energy spectrum depends sensitively on the detector threshold energy as well as detector response near the threshold. It was demonstrated that these trends carry over to the respective DM exclusion limits. [Contact person: Subhabrata Majumdar]

- **On energy feedback and central AGN luminosity in galaxy clusters**
  Researchers studied the excess entropy and the corresponding non-gravitational feedback energy in the intra-cluster medium (ICM) using a sample of 38 galaxy clusters using Chandra X-ray and NRAO VLA Sky Survey (NVSS)/Giant Metrewave Radio Telescope (GMRT, located near Pune) radio observations. The study found moderate correlation of the feedback energy and brightest cluster galaxy (BCG) radio luminosity with the various cluster thermal properties. The researchers conclusively showed that the active galactic nucleus (AGN) is more effective in

transferring feedback energy to the ICM in less massive clusters. [Contact person: Subhabrata Majumdar]

- **Scope of self-interacting thermal WIMPs in a minimal U(1)_D extension and its future prospects**
  Researchers considered an extension of Standard Model by a local U(1) gauge group to accommodate a stable Dark Matter candidate. The study focused on parameters where DM possesses adequate self-interaction, alleviating some tensions in the small-scale structures. It was found that for heavy DM the most stringent bound on the mixing angle of the Dark Higgs with the SM Higgs boson comes from dark matter direct detection experiments, while for lighter DM, LHC constraints become more relevant. It was further found that smallness of the relevant portal couplings, critically suppress the viability of DM production by the “freeze-out" mechanism. For heavier DM with large self-interactions, it was concluded that non-thermal production mechanisms are favored. [Contact person: Aritra Gupta]

- **Dark matter capture in celestial objects: Improved treatment of multiple scattering and updated constraints from white dwarfs**
  The study revisited dark matter (DM) capture in celestial objects, including the impact of multiple scattering, and obtained updated constraints on the DM-proton cross-section using observations of white dwarfs. Researchers derived an exact formula for the capture probability through multiple scatterings. The study also estimated the maximum number of scatterings that can take place, in contrast to the number required to bring a dark matter particle to rest. These results were employed to compute a “dark” luminosity arising from the annihilation products of the captured dark matter. Demanding that this cannot exceed the luminosity of the observed white dwarfs, the researchers set a bound on the DM-proton cross section. [Contact person: Aritra Gupta]

- **Conditioned stochastic processes: An application**
  As a non-trivial application of the theory of conditioned stochastic processes, a class of many-body transport models were studied. These are prototypical models for out-of-equilibrium statistical mechanics. Major developments in these systems came in the past two decades by characterization of density and current fluctuations. The joint distribution of density and current was obtained using the theory of conditioned stochastic processes. This gives a more complete characterization of the non-equilibrium states for these systems. The work also showed how one could extend the idea of thermodynamic potentials in different non-equilibrium ensembles. [Contact person: Tridib Sadhu]

- **Overdamped Antiferromagnetic Strange Metal State in Sr3IrRuO7**
  The unconventional ground state and low energy excitations of Sr3IrRuO7, which lies halfway between the strongly correlated insulating material Sr3Ir2O7 and the weakly interacting metallic material Sr3Ru2O7, was probed experimentally using resonant X-ray scattering and angle resolved photoemission techniques. In the spin sector, the system showed antiferromagnetic order, but overdamped magnetic excitations with an excitation gap much larger than exchange energy scales. The charge dynamics showed lack of coherent excitations and linear temperature dependence of conductivity over large range of temperatures. These two disparate observations were explained by a single theory of correlated electrons where the spin and charge dynamics are strongly coupled to each other. It was proposed that the energy scales of the magnetic excitations are controlled by electron hopping rather than conventional exchange scales. [Contact person:

Rajdeep Sensarma; Collaborators :N. Trivedi (OSU), J. L. Schmehr, Z. Porter, M. Aling S. D. Wilson (UCSB), T. R. Mion and R-H He (Boston College), H. Cao (Oak Ridge National Lab), M. H. Upton and Z. Islam (Argonne National Lab)]

- **Landau level diagram and the continuous rotational symmetry breaking in Trilayer Graphene**
  In this joint theory-experiment collaboration from TIFR, quantum Hall effect in ABA stacked trilayer graphene was experimentally studied using transport measurements as a function of electric field across the layers and magnetic field. The low lying Landau levels in this material are extremely sensitive to non-uniformity of charge distribution in the three layers. The non-uniformity of the electric field was quantitatively estimated and the sequence of low lying Landau levels were determined by matching experimental data with theoretical model predictions. The breaking of continuous rotation symmetry of low energy models due to trigonal warping was clearly observed as avoided crossings between vertain Landau levels in the experimental data. [Contact person: Rajdeep Sensarma; Collaborators: B. Dutta, H. Agarwal, A. Samanta, M. M. Deshmukh, A. Ratnakar (CEBS), K. Watanabe and T. Taniguchi (NIMS Japan)]

- **A geometrical origin of phase transitions in one-dimension**
  It was shown that phase transitions can occur in one-dimension due to a fundamentally new mechanism related to geometrical changes in accessible phase space. These transitions have different characteristics than usual first order or continuous transitions. Moreover, the transitions occur even for finite systems, which makes it feasible to see in future experiments. This geometrical origin of phase transition is expected to be common in systems of hard or soft-core lattice models, and could be seen even in cold atom systems or in molecular solids. [Contact person: Tridib Sadhu]

- **Stochastic processes conditioned on an empirical observable**
  In this work a systematic theoretical framework was developed for general stochastic processes when they are conditioned on an empirical observable, e.g, integrated flux, mechanical work, entropy production, etc. The analysis was built starting from a discrete time Markov chain. Results for a continuous time Markov process, Langevin dynamics, and fluctuating hydrodynamics were derived as limiting cases. It was shown how such conditioning modifies the dynamics and extends the concept of statistical ensembles for out-of-equilibrium systems. [Contact person: Tridib Sadhu]

- **Magnetic anisotropy of the alkali iridate Na2IrO3 at high magnetic fields: evidence for strong ferromagnetic Kitaev correlations**
  Considerable theoretical and experimental debate currently surrounds the possibility of realizing Kitaev physics in the honeycomb Kitaev materials, the alkali iridate Na2IrO3 and alpha-RuCl3, where the ground state is magnetically ordered and is not a Kitaev spin-liquid. This question was approached by a combination of high-field torque magnetometry measurements on Na2IrO3 and exact diagonalization calculations. A striking non-monotonous peak-dip structure was observed in the torque response at magnetic fields corresponding to an energy scale of the zigzag ordering. The calculations established that this distinctive torque response is seen only for a ferromagnetic sign of the Kitaev coupling. [Contact person: Vikram Tripathi]

- **Chiral p-wave superconductivity in Pb(x)Sn(1−x)Te: signatures from bound-state spectra and wavefunctions**
  Surface superconductivity has recently been observed on the (001) surface of the topological crystalline insulator Pb(1−x)Sn(x)Te using point-contact spectroscopy and theoretically proposed earlier by this TIFR group to be of the chiral p-wave type. In this work, parameter regimes were obtained where impurity bound (Shiba) states depend crucially on the existence of the chiral p-wave order and distinguish them from other regimes where the chiral p-wave order does exist but the impurity-induced subgap bound states cannot be used as evidence for it. Such a distinction can provide an easily realizable experimental test for chiral p-wave order in this system. [Contact person: Vikram Tripathi]

- **Competing effects of Hund's splitting and symmetry-breaking perturbations on electronic order in Pb(x)Sn(1-x)Te**
  The effect of a uniform external magnetization on chiral p-wave superconductivity on the (001) surface of the topological crystalline insulator (TCI) Pb(x)Sn(1-x)Te was studied. It was found that for a finite Hund's splitting of interactions, a significant value of the external magnetization is needed to degrade the surface superconductivity, while in the absence of the Hund's interaction, an arbitrarily small external magnetization can destroy the superconductivity. This implies that multiorbital effects in this system play an important role in stabilizing electronic order on the surface. [Contact person: Vikram Tripathi]

- **Active-sterile neutrino oscillations at INO-ICAL over a wide mass-squared range**
  It was shown that a magnetized iron calorimeter detector observing atmospheric neutrinos (like the proposed ICAL detector at INO) can be sensitive to the presence of a sterile neutrino over a much wider range of mass-square than other experiments. Moreover, its ability to distinguish neutrinos from antineutrinos, combined with the matter effects on active-sterile neutrino oscillations, makes it sensitive to the neutrino mass ordering in the sterile sector over an interesting mass-squared range. The sensitivity of ICAL to the presence of a sterile neutrino (in terms of its mixing with active neutrinos), as well as its ability to identify the mass ordering scheme, were calculated. [Contact person: Amol Dighe; Collaborators: Sanjib Agarwalla (IOP), Moon Moon Devi (Tezpur U.) and Tarak Thakore (Valencia U.)]

- **Tensors for tending to tensions in tau lepton decays**
  A manifestly gauge invariant effective tensor operator was proposed that could account for the CP asymmetry anomaly in tau lepton decays, contrary to the claim made in literature. Additionally, this operator could also help in resolving the long-standing discrepancy in the value of the quark mixing parameter Vus extracted from inclusive tau decays. By construction, the operator evaded bounds from neutron electric dipole moment, while keeping the extraction of Vus from exclusive tau decays unaffected. This work explicitly provided a renormalizable model of flavor symmetries that yielded the desired effective tensor operator. [Contact person: Amol Dighe; Collaborators: Subhajit Ghosh, Girish Kumar, Tuhin S. Roy]

- **Identifying the origin of observed lepton-universality breaking at collider experiments**
  This work probed the nature of this new physics in a model-independent manner using the language of effective field theory. It identified parsimonious scenarios that would explain the data with only two vector and axial-vector operators, and provided analytical insights into the effect of the updates on global fits. These results would guide the construction of new models of physics

beyond the Standard Model. [Contact person: Amol Dighe; Collaborators: Ashutosh Kumar Alok (IIT, Jodhpur), Shireen Gangal, Dinesh Kumar (Rajasthan U.)]

- **A robust anomaly finder based on autoencoder**
  A robust method was proposed to identify anomalous jets by vetoing QCD-jets. The robustness of this method ensures that its performance remain rather unaffected even if QCD-jets with varied masses are used as control samples. This suggests that one can look for anomalous jets in data of jets with high-masses, after training with jets with low-masses, which is pure in QCD-jets. This robustness follows from a novel way of preprocessing jets that utilizes the scale symmetry, the Lorentz symmetry, and the rotational symmetry present in QCD-jets. A network was devised based on autoencoder that learns about QCD-jets by minimizing a loss function. When combined only with the jet mass, the method outperformed state-of-the-art top taggers constructed using physics of top decays. [Contact person: Tuhin S. Roy; Collaborator: Aravind Vijay (DHEP, TIFR)]

- **Precise predictions of new charming beautiful subatomic particles using large scale simulations**
  Researchers predicted masses of several new subatomic particles with both charm and beauty quarks as their constituents. Using the large-scale computational facility of the Indian Lattice Gauge Theory Initiative (ILGTI), they have predicted 13 new charming-beautiful subatomic particles with per mille accuracy. [Contact person: Nilmani Mathur]

- **Study of heavy tetraquarks using lattice quantum chromodynamics**
  Using the first-principles method of lattice quantum chromodynamics along with a large scale simulation, researchers performed a comprehensive study of heavy tetraquarks with various flavour combinations and predicted the existence of several heavy tetraquark states. One such example is a doubly heavy tetraquark with a valence quark configuration 'b_bar b_bar ud', and with a binding energy of about 140 MeV which is stable under strong and electromagnetic decay. [Contact person: Nilmani Mathur]

- **Study of doubly heavy baryons using lattice quantum chromodynamics**
  Using the first-principles method of lattice QCD along with a large scale simulation, researchers predicted the masses of various other doubly heavy baryons precisely. For example, their calculations showed that that the doubly heavy baryon that would be discovered next is made of two charm and a strange quarks having a mass of 3712(11)(12) MeV. [Nilmani Mathur]

- **On the dynamics of near-extremal black holes**
  The dynamics of near-extremal Reissner-Nordstrom black holes were analyzed in asymptotically four-dimensional Anti de-Sitter space (AdS_4). Researchers worked in the spherically symmetric approximation and studied the thermodynamics and the response to a probe scalar field. It was found that the behaviour of the system, at low energies and to leading order in the approximations, was well described by the Jackiw-Teitelboim (JT) model of gravity. In fact, this behaviour can be understood from symmetry considerations and arose due to the breaking of time reparametrisation invariance. The JT model has been analyzed in considerable detail recently and related to the behaviour of the SYK model. The results indicated that features in these models which arose from symmetry considerations alone are more general and present quite universally in near-extremal black holes. [Contact person: Sandip Trivedi]

- **A comment on effective field theory of flux vacua**
  Some basic aspects of effective field theory applied to supergravity theories which arose in the low-energy limit of string theory were discussed. The discussion is particularly relevant to the effective field theories of no-scale supergravities that break supersymmetry, including those that appear in constructing de-Sitter solutions of string theory. [Contact person: Sandip Trivedi]

- **Extremal and near-extremal black holes and near-CFT_1**
  The behaviour of extremal and near-extremal black holes was studied at low energies and low temperatures and it was found that it can be understood from the near-horizon AdS_2 region. The analysis includes charged matter and also goes beyond the S-wave approximation. It was found that the leading behaviour at low energies arise from a mode linked to time reparametrisations and from phase modes arising from gauge fields. At somewhat higher energies, additional modes arising from higher partial waves can also be cumulatively significant. These results can be applied quite generally to cases where an AdS_2 × S^d near-horizon geometry arises, including black holes in asymptotically AdS and flat space-times. [Contact person: Sandip Trivedi]

- **Gravitational collapse in SYK models and Choptuik-like phenomenon**
  The present work considered a deformed SYK model and a sudden quantum quench in the deformation parameter. The system, as in the undeformed case, permits a low energy description in terms of pseudo Nambu Goldstone modes. The bulk dual of such a system represents a gravitational collapse, which is characterized by a bulk matter stress tensor whose value near the boundary shows a sudden jump at the time of the quench. The resulting gravitational collapse forms a black hole only the deformation parameter p exceeds a certain critical value p_c and forms a horizonless geometry otherwise. [Contact person: Gautam Mandal; Collaborators: Adwait Gaikwad, Lata Kharkwal Joshi]

- **Quantum quench and thermalization of 1D Fermi gas via phase space hydrodynamics**
  By exploring a phase space hydrodynamics description of one-dimensional free fermi gas, it was found how systems settle down to steady states described by the generalized Gibbs ensembles through quantum quenches. Time evolutions of the fermions were studied which are trapped in external potentials or on a circle, for a variety of initial conditions and quench protocols. Local observables such as particle density were computed analytically and shown to always exhibit power law relaxation at late times, with a simple rule determining the power law exponent. These findings are, in principle, observable in experiments on 1D free Fermi gas or Tonk's gas (Bose gas with infinite repulsion).[Contact person: Gautam Mandal]

- **Time-dependent NAdS2 holography**
  A method for obtaining exact time- dependent solutions in NAdS2 given by Jackiw-Teitelboim gravity coupled to non- conformal matter was developed. With ordinary Dirichlet boundary conditions, the behavior obtained was similar to higher dimensional cases. However, if the source at the boundary was made dynamical by coupling it to NAdS2 such that the total energy remained conserved, it was found that in the long run the mass of the black hole disappeared and the total energy was transferred to the kinetic energy of the source, when the source was large. [Contact person: Lata Kharkwal Joshi]

- **Chern-Simons matter duality for condensed boson**
  In this work, a check was performed for the case of negative mass deformations. In this case the bosonic field condenses triggering the Higgs mechanism. The effective excitations in this phase are massive W bosons. By summing all leading large N graphs involving these W bosons an all orders in the 't Hooft coupling result was found for the thermal free energy of the bosonic theory in the condensed phase. The answer finally obtained perfectly matched the previously obtained fermionic free energy under the conjectured duality map. [Contact persons: Shiraz Minwalla; Collaborators: Anshuman Dey, Indranil Halder, Lavneet Janagal, Naveen Prabhakar]

- **RG flow of the Chern-Simons gauged regular boson in the condensed phase**
  In this work the large N thermal free energy of the bosonic theory in the Higgsed phase was evaluated and it was demonstrated that the final results perfectly match the predictions of duality. The results allowed the researchers to construct an exact quantum effective potential for $\varphi\bar{\varphi}$, the lightest gauge invariant scalar operator in the theory. The effective potential turns out to be bounded from below only for a certain range of x6 (the parameter that governs sextic interactions of φ). This observation suggests that the regular boson theory has a stable vacuum only when x6 lies in this range. [Contact person: Shiraz Minwalla; Collaborators: Anshuman Dey, Indranil Halder, Lavneet Janagal, Naveen Prabhakar]

- **Phase diagram of N =2 SU(N) CS theory with one fundamental chiral multiplet**
  The theory of a single fundamental fermion and boson coupled to Chern-Simons theory were studied at leading order in the large N limit. Utilizing recent progress in understanding the Higgsed phase in Chern-Simons-Matter theories, the exact large N quantum effective potential for the lightest scalar operator of this theory was computed at finite temperature. Specializing to the zero temperature limit, this potential was used to determine the phase diagram of the large N N = 2 supersymmetric theory with this field content. This intricate two dimensional phase diagram has four topological phases that are separated by lines of first and second order phase transitions and includes special conformal points at which the infrared dynamics is governed by Chern-Simons theory coupled respectively to free bosons, Gross-Neveu fermions, and to a theory of Wilson-Fisher bosons plus free fermions. [Contact person: Shiraz Minwalla; Collaborators: Anshuman Dey, Indranil Halder, Naveen Prabhakar]

- **Flows, fixed points and duality in Chern Simons matter theories**
  It has been conjectured that 3d fermions minimally coupled to Chern Simons gauge fields are dual to 3d critical scalars, also minimally coupled to Chern Simons gauge fields. While x6 is an exactly marginal deformation at leading order in large N, it develops a non-trivial β function at first subleading order in 1/N. It was demonstrated that the beta function is a cubic polynomial in x6 at this order in 1/N, and the coefficients of the cubic and quadratic terms in this beta function were computed as a function of the 't Hooft coupling. The phase structure of these fixed point theories was analyzed at zero temperature. Dual pairs of large N fine-tuned renormalization group flows from supersymmetric N = 2 Chern-Simons-matter theories were constructed, such that one of the flows ends up in the IR at a regular boson theory while its dual partner flows to a critical fermion theory. This construction suggests that the duality between these theories persists at finite N, at least when N is large. [Contact person: Shiraz Minwalla]

- **Matter Chern Simons theories in a background magnetic Field**

Large N 2+1 dimensional fermions in the fundamental representation of an SU(N)k Chern Simons gauge group in the presence of a uniform background magnetic field for the U(1) global symmetry of this theory were studied. Employing a basis of functions previously used in the study of non-commutative solitons, the Schwinger Dyson equation was exactly solved the fermion propagator was exactly determined. The spectrum of single particle states of the bosonic theory precisely agrees with those of the fermionic theory under Bose-Fermi duality. [Contact persons: Indranil Halder, Shiraz Minwalla]

Department of Astronomy and Astrophysics

- **Modeling gravitational waves from spinning black hole binaries in eccentric orbits**
  An approach was developed to obtain the expected gravitational wave signals in the frequency domain that greatly reduces the computational cost of LIGO-Virgo data analysis. The technique of shifted uniform asymptotics was employed to compute the expected signal in the Fourier (frequency) domain while using the post-Newtonian approximation to general relativity to describe the dynamics of spinning and inspiraling black hole binaries. [Contact person: A. Gopakumar]

- **Predicting certain Eddington flare from Blazar OJ287**
  A bright blazar OJ287 is the most promising candidate for hosting a massive BH binary emitting nano-Hertz gravitational waves. The binary black hole (BH) central engine model for a bright blazar OJ287, authenticated by many detailed observational campaigns and theoretical investigations, predicts a BH impact flare during July 31, 2019 in the optical wavelengths. Unfortunately, it will be difficult to monitor the expected impact flare from the Earth as the Blazar is very close to the Sun during the months of July and August. Therefore, efforts are on-going to employ space-observatories like the Spitzer to ensure some coverage of the predicted astrophysical event. [Contact person: A. Gopakumar]

- **Inside-Out planet formation: Pebble evolution and planet formation timescales**
  Kepler space telescope has revealed that the majority of known exoplanets are in highly compact architectures, consisting systems with up to seven known planets all within the equivalent distance of Mercury of the Solar system. The proposed theory, inside-out planet formation, alleviates all challenges the traditional theories face explaining these systems, and describes how such short-period multiple planet systems can form. In the fourth instalment of the work the researchers calculated how pebbles, the building blocks of planets, evolve within a protoplanetary disk and calculated the timescales for planet formation. It was shown that with reasonable assumptions for disk properties, planetary systems as observed by Kepler can be formed within the necessary timescale of disk evaporation. [Contact person: Sourav Chatterjee]

- **Understanding formation rate and properties of Compact Object Binaries**
  Researchers focused on understanding how dense stellar environments can dynamically form BH-BH binaries. It was shown that binary BHs formed through dynamical processes in star clusters (as opposed to formation via evolution of isolated massive binaries) would show unique distributions of properties including mass ratios, individual masses, and spin alignment, all detectable by LIGO-Virgo. Two unique ways to discover BHs and BH binaries, in star clusters as well as in isolation were also found. [Contact person: Sourav Chatterjee]

- **AstroSat and Chandra View of 4U 1630-47: Evidence of a Rapidly Spinning Black Hole**

Researchers analysed the data from the Indian satellite AstroSat and the US satellite Chandra for the accreting black hole system 4U 1630-47, and measured the black hole spin, which came out to be close to the maximum possible spin. It is extremely important to measure the spin of black holes to probe such objects and to study the strong gravity region around them. In this work, the AstroSat Soft X-ray Telescope was the primary instrument, and all instruments gave consistent spin values, showing their reliability. This was the first cooperation between India and the US using AstroSat and Chandra satellites for black hole studies. [Contact person: Sudip Bhattacharyya]

- **Does the gravitomagnetic monopole exist? A clue from a black hole X-ray binary**
  The gravitomagnetic monopole is the proposed gravitational analogue of Dirac's magnetic monopole. However, an observational evidence of this aspect of fundamental physics was elusive. Researchers employed a technique involving three primary X-ray observational methods used to measure a black hole spin to search for the gravitomagnetic monopole. These independent methods give significantly different spin values for an accreting black hole. The study demonstrated that the inclusion of one extra parameter due to the gravitomagnetic monopole not only made the spin and other parameter values inferred from the three methods consistent with each other but also made the inferred black hole mass consistent with an independently measured value. The researchers argued that this first indication of the gravitomagnetic monopole, within their paradigm, was not a result of fine tuning. [Contact person: Sudip Bhattacharyya]

- **Effects of thermonuclear X-Ray bursts on non-burst emissions in the accreting neutron star system 4U1728-34**
  It has recently been shown that the persistent emission of a neutron star low-mass X-ray binary (LMXB) evolves during a thermonuclear X-ray burst. The reason of this evolution, however, is not fully known. By analyzing individual burst data of AstroSat/LAXPC from the neutron star LMXB 4U 1728-34, researchers showed that the burst emission was not significantly reprocessed by a corona covering the neutron star. This work provides an understanding of persistent emission components and their interaction with the thermonuclear burst emission. [Contact person: Sudip Bhattacharyya]

- **Observational signatures of cloud-cloud collision in galactic star-forming regions**
  The study of the triggered star formation through the cloud-cloud collision (CCC) process has become an interesting and important topic in the star formation research. However, the investigation of observational signatures of star formation (including massive stars) via the CCC mechanism is still rare and very challenging. In this work, new observational results of an analysis of some promising Galactic star-forming regions—where the star formation activities (including massive stars) appear to be influenced by the CCC mechanism at the junction of molecular clouds— were presented. Additionally, the infrared clusters and massive OB stars have been observed at the junction of filaments or filament mergers. These results were published in several refereed journals. [Contact person: Devendra Ojha]

- **Development of TIFR-ARIES Near Infrared Spectrograph (TANSPEC)**
  A Near Infrared Spectrograph (TANSPEC: TIFR-ARIES Near Infrared Spectrograph Camera) was developed as a collaboration project between TIFR, ARIES, Nainital, and MKIR, Hawaii, to be used on the main port of the 3.6-meter Devasthal Optical Telescope (DOT). The spectrograph operates in two modes whereby the spectrum is focussed on to a 2k x 2k H2RG array. In the

cross-dispersed mode, a combination of a grating and two prisms are used to pack all the orders on to the H2RG array at a resolution of R ~2750 in the K-band. It also has a low resolution prism mode (R ~100 - 350) for high throughput observations. The TANSPEC was shipped to DOT on 10 March 2019. [Contact person: Devendra Ojha]

- **Completion of the laboratory model of Infra-Red Spectroscopic Imaging Survey (IRSIS) payload**
  The Infra-Red Spectroscopic Imaging Survey (IRSIS) payload for an Indian Satellite aims to carry out unique astronomical measurements in the infrared waveband leading to new research results of fundamental importance. The IRSIS proposes to carry out an infrared spectroscopic imaging survey, covering approximately 50% of the sky in 2 years, with the wavelength coverage of 1.7 -- 6.4 microns. The Laboratory Model of the IRSIS satellite experiment has been completed and extensively tested. [Contact person: Devendra Ojha]

- **Detection of Rossby waves in the Sun**
  Researchers analysed high-resolution space observations of the Sun (taken by the Helioseismic and Magnetic Imager aboard the Solar Dynamics Observatory) and detected the presence of Rossby waves in the Sun. A novel technique called normal-mode coupling that is being developed at TIFR was used in this analysis. This result establishes the technique in the context of imaging the interior of the Sun. The research presented exciting new directions – specifically estimating the shape of Rossby waves in the interior of the Sun and how they are distorted by differential rotation. [Contact person: Shravan Hanasoge]

Department of High Energy Physics

- **Ground-based TeV Gamma Ray Astronomy**
  1. Very high energy gamma ray observations of various astronomical sources like active galactic nuclei and gamma ray pulsars were carried out using HAGAR telescope system at Hanle in Ladakh.
  2. Multiwaveband studies were carried out for couple of blazar class active galactic nuclei.
  3. Work on development of prototype for G-APD (i.e. SiPM) based imaging camera for 4m class telescope progressed well. 16 pixel prototype module with front end electronics was successfully tested at Hanle.
     [Contact person: V. R. Chitnis]

- **Belle (II) Group**
  1. On the Belle II front, the group participated in its pilot run, where the first collisions were recorded in April 26, 2018 with all subdetectors but for the vertex detector installed. Only a subset of the vertex detector was part of the run, as the researchers wanted to measure the beam background before installing it in entirety. Satisfied with the results, the full vertex detector was installed to the Belle II spectrometer around December 2018.
  2. The modules that were built for the layer-4 of the silicon microstrip vertex detector (SVD), after a long design and prototyping phase, have been part of this installation. This is for the first time that India has built such state-of-the-art detectors which would enable us to track charged particles to an accuracy of 20-30 microns. In addition to this hardware contribution, the group is also involved in the software reconstruction and development for Belle II. [Contact persons: T. Aziz, G. B. Mohanty]

- **Gravitation and Fundamental Interactions**
  1. Very high-Q whispering gallery optical resonances were detected in liquid microspheres by coupling evanescent light with a tapered micro-fiber. This is the first such fully functional research facility in the country for studying optics in time dependent micro-cavities. This touches both fundamental physics as well as sensor applications.
  2. The foundational problems of quantum mechanics that were unresolved and debated for nearly a century, viz., the quantum measurement problem, collapse of the wavefunction, entanglement nonlocality, and the quantum-classical divide, are solved in one sweep, with a single step modification of Hamiltonian action mechanics, familiar as classical mechanics. This changes the physical facts underlying the universal theory of quantum mechanics in a fundamental way and recharts the paths of diverse current topics like quantum gravity and quantum cosmology.
     [Contact person: C. S. Unnikrishnan]

Department of Nuclear and Atomic Physics

- **Towards remote lightning manipulation by Ultra-Short-Pulse High-Intensity Laser**
  Controlling of lightning (triggering and guiding) in atmospheric conditions of thunderstorms has been the subject of intense scientific research for decades. High power, ultrashort-pulse lasers are considered attractive in generating plasma channels in air that could serve as conductors for lightning. However the limited plasma channel length and its short lifetime are basic obstacles in lightning guiding. At TIFR with 150 TW femtosecond laser, researchers created 13.5-meter-long plasma wire, length limited only by current experimental setup. This advance, coupled with laser heating for long lifetime of plasma channel, is major, significant step towards controlling lightning. [Contact person: G. Ravindra Kumar]

- **Clocking electrons racing faster than light in glass by Ultra-Short-Pulse High-Intensity Laser**
  By focusing the high power laser pulse on glass target, researchers produced electrons that travelled at near-light speeds. Very little was previously known about the actual time that electrons spend inside a solid. It was found that relativistic electrons lives a few thousand times that of the incident light pulse. This research is therefore significant for improving our understanding of the transport of energetic electrons through matter. [Contact person:G. Ravindra Kumar]

- **Feasibility study of neutrinoless double beta decay (NDBD) in 124Sn**
  1. Systematic studies with a sapphire bolometer test setup, made with indigenously made NTD Ge sensor, were performed. Response of the bolometer was measured in the temperature range of 10–100 mK with heater pulses of energy equivalent of 0.3–5 MeV. The energy resolution was found to be 15(3) keV at T= 15-25 mK. Performance of the bolometer with the addition of a moderate size tin sample (~0.6 g) to the sapphire substrate was studied. Impact of vibration on the bolometer was investigated in detail.
  2. Tin pest is a concern for applications involving tin at low temperatures. The stability of various Sn-rich alloys against tin pest and consequences for TIN.TIN was studied. An inconsistency in the literature data about the αβ transition temperature in Sn has been resolved using Differential Scanning Calorimetry (DSC).

3. The minimization of background plays a key role in improving the sensitivity of rare event experimental searches like ndbd and neutron background is often a major concern. It is important to understand secondary neutron production from cosmic muons, especially in materials like Cu and Pb, which often form a part of the detector or shields. The direct contribution of fast neutrons generated from cosmic muon interactions to the γ-ray background via (n, n'γ) reactions was investigated for the first time and compared with simulations.
   [Contact person: Vandana Nanal]

- **Role of Borromean nucleus in sub-barrier fusion: 9Be + 197Au reaction**
  To probe the role of the intrinsic structure of projectile on the sub-barrier fusion, fusion cross section measurements were carried out in $_{9}$Be + $_{197}$Au system in the energy range $E/V_B \sim 0.82$ to 1.16. It was observed that the coupled-channel calculations including couplings to the inelastic state of the target and the first two states of the rotational band built on the ground state of the projectile, provide an excellent description of the cross section data at sub-barrier energies. At above barrier energies, the fusion cross section was found to be suppressed by ~38% compared to the coupled-channel prediction. A comparison of reduced fusion excitation functions of different projectiles on $_{197}$Au target clearly indicated that $_{9}$Be behaves similar to the borromean projectiles $_{6;8}$He, which show a larger enhancement at sub-barrier energies, compared to other weakly bound projectiles like $_{6;7}$Li. [Contact person: Vandana Nanal]

- **Direct experimental determination of critical disorder in weakly disordered photonic crystal**
  When disorder is gradually added into photonic crystals, the consequences thereof are not immediately noticed unless the quantity of disorder reaches a certain minimum amount. This is called the critical disorder. The magnitude of this disorder is extremely small, making it very difficult to be observed experimentally. The Nono-optics group has devised an experimental scheme where exceedingly small amount of randomness can be added in a calibrated way. This technique relies on the creation of a linear array of liquid microdroplets, whose sizes and separations can be precisely controlled. Along the axis of the array, they form a one-dimensional photonic crystal. Using this technique, for the first time in this field, the critical disorder in weakly disordered photonic crystals was measured. [Contact person: Sushil Mujumdar]

- **Anderson localization at the hybridization gap in a plasmonic system**
  Disorder is known to convert a conductor into an insulator, through the phenomenon of Anderson localization. Conventionally, the localization is studied at energy gaps between two energy bands. It is known that hybridization of two entities can also create energy gaps. Although plasmonic systems are a good candidate for hybridization, they are usually avoided due to their absorption. In this work, the Nano-optics group has shown that, in the disordered hybrid system, the losses realized by the plasmons are actually reduced by disorder. This enabled the group to further show that the behavior of certain physical parameters of localization (such as the density of states of disorder) in the hybrid system was significantly different from the conventional localized system. [Contact person: Sushil Mujumdar]

- **Lasing emission from a photonic crystal made up of fibrous silica particles**
  When nanoparticles are arranged in a periodic fashion, they create configurations in which light at certain frequencies can be stored for long times. This light is used to create a laser by adding an appropriate amplifying material. In this project, the Nano-optics group succeeded in extracting

lasing emission from a periodic ensemble of novel nanoparticles, which were fabricated by the Nanocatalysis group. These particles are not uniformly spherical, but are covered by nanofibers, which resemble spikes, over all the surface. The research proved that the density of the spikes was a relevant parameter in the lasing emission. Such a unique parameter is not available in other demonstrations of periodic lasers. This enables the possibility of changing the lasing emission while keeping the particle size constant. [Contact person: Sushil Mujumdar]

Department of Biological Sciences

- **Axonal Transport of soluble and membrane-associated proteins in *Drosophila***
  It was shown that a direct association between the motor with ChAT in the axon provides the episodic anterograde bias to the ChAT movement. An antagonistic relationship was identified between ChAT and Rab4 - both carried by the kinesin-2 - on synapse homeostasis. A quantitative assay was established to show further that Rab4 flux towards the synapse directly correlates to the synapse count in the central nervous system of Drosophila. [Contact persons: Krishanu Ray, S. Dey, D. Rai, P. Patil]

- **Molecular Cell Biology of EGFR signaling in *Drosophila* testis**
  A signaling based on Mitogen-Activated Protein Kinase, ERK, in the neighboring somatic cyst cells was found to synchronize the germ cell divisions within a cyst through a novel mechanism. Also, an episodic increase in the somatic ERK activation interspersed between germ cell divisions appeared to determine the rate of transit amplification divisions and differentiation of the stem cell progeny. Anomalous alterations of the ERK activation pulses altered the rate of the germ cell divisions in a stage-specific manner. [Contact persons: Krishanu Ray, S. Gupta, P. Gadre]

- **Molecular Cell Biology of spermatid release from *Drosophila* testis**
  The cytoskeletal and genetic control of spermatid release from *Drosophila* testis was investigated. The study revealed a novel role of the septate junction in maintaining the mechanical integrity of the cyst enclosure during the last stage of sperm maturation. A novel localized Rho-signalling was identified that maintains another unique contractile actin-myosin network on the cyst membrane surrounding the spermatid heads which keeps the head bundle together. [Contact persons: Krishanu Ray, T. Kapoor]

- **Insulin activates intracellular transport of lipid droplets to release triglyceride from liver**
  The remarkable buffering ability of the liver prevents hyperlipidaemia across our daily feeding-fasting cycles, but its mechanism is unknown. It was elucidated how the master-hormone (Insulin), the simplest phospholipid (Phosphatidic acid) and the motor protein (Kinesin-1) bring about this phenomenon inside hepatocytes. The work revealed fundamental cellular mechanisms controlling lipid homeostasis and multiple molecular targets against hyperlipidaemia. [Contact person: Roop Mallik]

- **Dynactin function in Dynein driven transport of Phagosomes**
  It is intriguing as to why a dynein regulator would have three different attachments -with the motor, microtubules and the cargo. Functions of these interactions and their effect on dynein motion are being studied. The question was addressed in an *ex vivo* approach using purified phagosomes/endosomes from Dictyostelium. Researchers can reconstitute motility of these

organelles in vitro on taxol-stabilized microtubules, thus bypassing the requirement for initiation of transport from plus ends, as it occurs within the cell. [Contact person: Roop Mallik]

- **LDB1 is critical for the early development of the cerebral cortex and thalamus**
  The brain is formed by the concerted action of regulatory factors. It was discovered that transcription co-factor LDB1 is required for critical steps in the development of the cerebral cortex and thalamus. LIM domain binding protein 1 (LDB1) is a protein cofactor that participates in several multiprotein complexes with transcription factors that regulate mouse forebrain development. The requirement for LDB1 in the early development of the forebrain was examined. It was reported that the cortical primordium is not specified, and the somatosensory VB nucleus is profoundly shrunken upon loss of LDB1. The findings report a novel role for LDB1 during the development of the brain. [Contact person: Shubha Tole]

- **Ensuring fusion fidelity and epithelial continuity during epithelial fusion morphogenesis**
  Using the embryonic epidermis whose flanks fuse during Drosophila dorsal closure, the researchers have demonstrated that epidermal flanks modulate cell numbers and geometry of their fusing fronts to achieve fusion fidelity. It was also shown that fusing cell interfaces are remodelled from en-face contacts at fusion to an interlocking arrangement after fusion, and that changes in interface length and geometry are dependent on the spatiotemporal regulation of cytoskeletal tension and Bazooka/Par3. This work uncovered genetically constrained and mechanically triggered adaptive mechanisms in contributing to fusion fidelity and epithelial continuity.
  [Contact person: Maithreyi Narasimha]

- **The interplay between the actin and microtubule cytoskeleton in governing cell shape during morphogenesis and wound healing**
  Using targeted (single cell) genetic and nanoscale laser perturbations, 4D live confocal microscopy and quantitative morphological analysis to study the contraction of the amnioserosa, an active participant during Drosophila dorsal closure both in its native state and upon wounding, researchers found that differences in cell behavior are associated with the emergent polarisation of the actomyosin and microtubule cytoskeleton. It was further found that perturbations to the integrity, growth and stability of the microtubule cytoskeleton have distinct influences on cell behaviour through their effects on the organization and dynamics of the actomyosin cytoskeleton. The results uncover a mechanosensitive, microtubule dependent feedback mechanism that influences actomyosin organisation and dynamics through the spatial regulation of actomyosin contractility. [Contact person: Maithreyi Narasimha]

- **Serotonin enhances Mitochondrial Biogenesis and Function and rescues cortical neurons from neurotoxicity**
  Serotonin, a classical monoamine neurotransmitter, has been implicated in mood disorders, cognition and aging. This work provided novel evidence that Serotonin, in addition to its role as a neurotransmitter also directly enhances mitochondrial production in neurons, via the 5-HT2A receptor and the Sirt1-PGC1alpha pathway. This increased production of mitochondria and enhanced mitochondrial function protects neurons from neurotoxic stress and ameliorates cell death caused by neurotoxic agents. [Contact persons: Vidita Vaidya, Ullas Kolthur. This work was carried out jointly by the Vaidya and Kolthur Laboratories in the Department of Biological Sciences at TIFR and has important basic and clinical implications.]

- **Oscillatory microRNAs regulate liver functions and control glucose homeostasis during fed-fast cycles**
  The study discovered molecular anticipation of feeding in the liver that is essential to ensure that the body, after fasting, adapts to utilize incoming nutrients upon re-feeding. The findingsshow that very small RNA molecules called microRNAs control major metabolic pathways by inhibiting synthesis of proteins, and thus contribute to maintenance of blood glucose levels. The study paves way to utilize these small RNA molecules as potential therapeutic targets to control glucose/fat metabolism and as a plausible intervention to metabolic/liver diseases. [Contact person: Ullas Kolthur]

- **SIRT1 dependent deacetylation of CDK1, master regulator of mitosis, is necessary for cell division cycles**
  It was established that SIRT1-dependent deacetylation of CDK1 is necessary for G2-M progression during mitosis and SIRT1 is essential for coupling chromosomal synapsis with repair/recombination and hence meiotic progression. The efforts to characterize SIRT1 dependent changes in acetyl proteome revealed that CDK1 is acetylated at its catalytic lysine-33 (K-33). It was found that while acetylation does not abrogate ATP bindings, it nevertheless changes orientation of ATP in the catalytic pocket. It was also discovered that acetylation of catalytic lysine-33 inhibits cyclin-B binding. Besides characterizing the structural changes associated with acetylated CDK1, it was found that the charge state of K-33 is key to achieve kinase-competent conformation. [Contact person: Ullas Kolthur]

- **Structure and function of microridges, the apical projections on epithelial cells, and the regulation of their formation**
  Zebrafish epidermis was used as a model to show that microridges are supported by a network of F-actin and their arrangement on the epithelial cell surface is important for the mucus organization. In collaboration with Jomon Joseph at the National Centre for Cell Sciences, it was shown that Nup358 regulates the activity of aPKC by SUMOylation and thereby control the elongation of microridges. [Contact persons: Mahendra Sonawane, Clyde Pinto, Ameya Khandekar, Bhavna Rajasekaran; Collaborators: Inder Magre and Jomon Joseph]

- **Regulation of cell polarity in a multilayered epithelial system**
  It was shown that E-cadherin is localised in a polarised manner in the periderm as well as in the basal epidermis and that the apical polarity regulator aPKC regulates the E-cadherin polarity in the periderm. The data further indicated that E-cadherin in the periderm regulates the polarity and localization of E-cadherin in the basal epidermis, suggesting that it transduces polarity cues across the epithelial layers. As the peridermal development precedes that of the basal epidermis, it was proposed that polarity cue initiated by aPKC in the periderm is relayed to the basal epidermis via E-cadherin. [Contact persons: Mahendra Sonawane, Prateek Arora, Shivali Dongre]

- **Mechanisms of tension sustenance in the developing epidermis**
  Researchers established a novel oil injection based paradigm to stretch the zebrafish epidermis. Using this paradigm, it was shown that the zebrafish epidermis responds to mechanical stretch by increasing its cell size as well as cell proliferation. Inhibition of cell proliferation in the stretched epidermis revealed that the epidermis can tolerate chronic mechanical stress in the absence of proliferation, but only when junctional E-cadherin level is maintained. These results suggest that a

combinatorial application of cell size and cell adhesion allows the epidermis to optimise its tensile strength, thus allowing the tissue to sustain acute as well as chronic stresses. [Contact person: Mahendra Sonawane]

- **Role of calcium avtivated phosphatase calcinurin in regulating cell division**
  It was shown that calcineurin, a Ca2+-dependent phosphatase, cooperates with the map kinase like SIN pathway to maintain ring stability and trigger constriction. In the absence of both calcineurin and SIN activity, actomyosin rings did not undergo constriction and ultimately collapsed. In addition, SIN and calcineurin tend to cooperate to regulate Myp2p localisation, a type II myosin involved in constriction. In the doubly perturbed condition, Myp2p localisation was patchy. This can explain how unequal tension across the ring may lead to its collapse. [Contact person: Mithilesh Mishra]

- **Actin crosslinking protein alpha-actinin help sculpt the contractile ring**
  A forward genetic screen identified a temperature sensitive cytokinetic mutant rng4-146, which was defective in contractile ring assembly was cloned and characterised. It was found that a very subtle single amino acid change in the actin binding domain of alpha-actinin leads to severe defect for both placement and assembly of actomyosin ring leading to failure in cell division. It was further shown that optimal actin crosslinking is essential for proper sculpting of acti myosin ring. [Contact person: Mithilesh Mishra]

- **Coarse-Grained simulations of the cell division apparatus**
  Informed by the existing literature and new three-dimensional (3D) molecular details from electron cryotomography, 3D coarse-grained models of actin filaments, unipolar and bipolar myosins, actin cross-linkers, and membranes was developed and their interactions simulated. A matrix of possible actomyosin configurations were explored and it was found that node-based architectures like those presently described for ring assembly result in membrane puckers not seen in electron microscope images of real cells. Instead, the model that best matched data from fluorescence microscopy, electron cryotomography, and biochemical experiments was one in which actin filaments transmit force to the membrane through evenly distributed, membrane-attached, unipolar myosins, with bipolar myosins in the ring driving contraction. [Contact person: Mithilesh Mishra]

- **Cell size heterogeneity is required for zebrafish gastrulation**
  The researchers demonstrated in live vertebrate zebrafish embryos that changing cell sizes alters cell migration and affects embryonic development. All animal embryos undergo reductive divisions such as those studied in zebrafish. It is quite likely that embryos of different species have their own cell size optima early in development, which dictate cell migration dynamics for achieving normal patterning. Thus, the findings provide new and broader insights into how metazoan embryos develop and the importance of reductive cell divisions in setting the stage for subsequent normal development. [Contact person: Sreelaja Nair]

- **Role of T-box transcription factors in zebrafish cerebellum development**
  The cerebellum is an ancient structure of the central nervous system and is required for motor coordination, balance and learning and memory. It was discovered that in zebrafish one paralog of a T-box transcription factor is expressed in a small group of granule cells in the developing cerebellum. The discovery provides a unique handle to ask how the cerebellum, which is known

to be compartmentalized by function, is compartmentalized by gene expression before the functions emerge. Zebrafish mutants were generated for this T-box gene and are currently assaying for cerebellum defects. This work will help understand the development of cerebellum, a structure which is evolutionarily ancient in comparison to the cerebral cortex. [Contact person: Sreelaja Nair]

- **Regulation of the synaptic vesicle motor UNC-104 *in vivo* through ubiquitination**
  Three independent assays (FRAP, FCS and laser axotomy) suggested that UNC-104 has two diffusible pools in neurons. One of these pools appears to depend on ubiquitination. Genetic data had suggested that motors after releasing cargo were degraded at synapses, potentially after an ubiquitination step. In a touch neuron-specific genetic screen for ubiquitin ligases acting on UNC-104, two E2 ubiquitin ligases were identified that regulate synaptic degradation of UNC-104. Phenotypes in the RNAi of E2 ubiquitin ligases and localization of cargo binding defective UNC-104 both suggested that ubiquitination may have two spatial roles on the motor: along the neuronal process where it regulates the motion properties and at the synapse where it controls degradation. [Contact person: Sandhya P. Koushika]

Department of Chemical Sciences

- **Enhancing Raman signals from membrane proteins**
  The work demonstrated an effective Surface enhanced Raman technique that can probe membrane proteins, using composite nanoparticles which have a lipid membrane wrapped around silver nanoparticles. Using this technique, it was also shown that the amyloid beta peptide, which are responsible for Alzheimer's disease, can orient themselves in a particular way on the lipid membrane. This organization may be key to understanding the origin of their toxicity. [Contact person: Sudipta Maiti]

- **Interaction with a partner makes Amyloid beta toxic**
  The work focused on possible intracellular partners of amyloid beta. It was observed that a fluorescent reporter, when placed at the N-terminus of the protein, gets strongly quenched. However, it is not quenched when it is placed at other places. This showed that a partner interact with the N-terminus specifically in the intracellular space. Moreover, this interaction appeared to correlate strongly with toxicity. Understanding this partner may provide an alternative route to address Alzheimer's disease. [Contact person: Sudipta Maiti]

- **When there is no structure, dynamics can guide drug design**
  A method was demonstrated that exploits this dynamics to provide quantitative information about the degree of interaction of an IDP with other molecules. A candidate ligand molecule may not bind strongly, but even momentary interactions can be expected to perturb the fluctuations. Using nanosecond fluorescence cross-correlation spectroscopy, it was shown that the amplitude and frequency of fluctuations can serve as assay parameters for selecting the relatively stronger ligands from a list of weak ligands for IDPs. [Contact person: Sudipta Maiti]

- **Coupling energy capture and storage - Endeavoring to make a solar battery**
  The study presented a scheme whereby solar energy capture and storage have been coupled using a single bi-functional material. Two electroactive semiconductors $BiVO_4$ (n-type) and Co_3O_4 (p-type) have been separately evaluated for their energy storage capability in the presence and

absence of visible radiation. An unprecedented aspect has been observed in that upon photo-illumination of either of these semiconductors, in situ charge carriers being generated influence the redox response in a disproportionate manner. More importantly, there is an enhancement of ca. 30% in the discharge capacity of $BiVO_4$ in the presence of light and this directly provides a unique route to augment charge storage during illumination. [Contact person: Deepa Khushalani]

- **Can the cell sense protein dynamics?**
  Researchers at TIFR-DCS have used atomistic microsecond simulations to show that the dynamics of ubiquitin family proteins are distinct and that both overall and directional ubiquitin flexibilities are selectively tuned during interactions with biologically relevant protein partners. It was proposed that the distinct equilibrium flexibilities of ubiquitin family proteins can serve as a dynamical molecular metric to distinguish them and their protein-protein interactions in the cellular context. [Contact person: Ravindra Venkatramani]

- **Molecular controls for regulating eukaryotic cell division cycles**
  Researchers at TIFR-DCS and TIFR-DBS have discovered a key site in Cyclin Dependent Kinase-1 (CDK-1), which can regulate interactions with a partner protein Cyclin-B. The CDK1 protein is a master regulator of eukaryotic cell division cycles and is activated by the binding of Cyclin-B. It was shown that these critical protein-protein interactions are in fact controlled by a key chemical modifications (acetylation) at the active site of CDK-1. Using atomistically detailed computational simulations, the researchers found that chemical modifications at the active site of CDK1 can influence the flexibility of the binding interface and thereby regulate CDK-1:Cyclin-B binding interactions. [Contact person: Ravindra Venkatramani]

- **Substrate preorganization and electric fields facilitate light activated chemical reactions under confinement**
  Researchers at TIFR-DCS have developed a unique photocatalytic scheme which overcomes these challenges by trapping reactants inside self-organizing, positively charged, and water-soluble molecular nanocages. Using the new scheme, particularly challenging chemical reactions based on the photo-activation of weakly polarized C-H bonds in aromatic substrates were demonstrated. Based on spectroscopic and computational evidence, it was proposed that a combination of cage-substrate electronic coupling and electric field induced bond polarization effects facilitate the light driven chemical reactions inside the nanocages. [Contact person: Ravindra Venkatramani]

- **Redox-State selective chelators for alleviating Cu induced oxidative stress**
  The Chemical Biology group at TIFR developed novel Cu(II) selective chelators that were highly selective toward Cu(II) ionsand hence would have minimum side effects due to non-specific removal of essential metal ions. The chelators relieved Cu induced oxidative stress in both Menkes disease model cells and live multicellular zebrafish larval model systems. The distinct selectivity of the chelators indicates applicability toward the treatment of severe metabolic and neurological disorders associated with Cu dysregulation including Wilson's disease, Alzheimer's disease and also some forms of cancer. [Contact person: Ankona Datta]

- **Ultrafast photoactivation of C-H bonds inside water-soluble nanocages**
  Researchers devised a new catalytic paradigm using water-soluble cationic nanocages that mimic the enzyme cavity while providing a modular host-guest photoactivation strategy. Through the

potent combination of light activation and substrate pre-organization in water, researchers demonstrated facile yet selective aerobic oxidation of hydrocarbon C-H bonds under ambient conditions.. [Contact person: Jyotishman Dasgupta]

- **Spin density localization controls singlet exciton fission in Pentacene-DPP-Pentacene system**
  Researchers presented the significance of electronic spin density distribution in facilitating efficient intramolecular singlet exciton fission (iSEF) in π-bridged pentacene dimers. Using femtosecond transient absorption spectroscopy, it was found that efficient iSEF is only observed for the phenyl-derivative in ~2.4 ps while absent in the other two dimers. Electronic structure calculations revealed that phenyl-DPP bridge localizes α- and β-spin densities on distinct terminal pentacenes. Upon photoexcitation, a spin exchange mechanism enables iSEF from a singlet state which has an innate triplet pair character. [Contact person: Jyotishman Dasgupta]

- **Raman snapshots of the twisted intramolecular charge transfer state**
  Using femtosecond stimulated Raman spectroscopy, distinct Raman signature of the TICT state for stilbazolium-class of mitochondrial staining dye was revealed. Resonance-selective probing of 4-N,N-diethylamino-4'-N-methyl-stilbazolium tosylate (DEST) tracks the excited state structure as it relaxes to a TICT state on a picosecond timescale. Thework demonstrated that the π-bridge connecting the donor and acceptor moeity influences the spatial location of the twist, and offers new perspective for designing organelle-specific probes through rational tuning of backbone dynamics. [Contact person: Jyotishman Dasgupta]

- **Black Gold combat climate change and desalinate sea water**
  By using the techniques of nanotechnology, researchers transformed golden gold to black gold, by changing the size and gaps between gold nanoparticles. Similar to the real trees, which uses CO_2, sunlight and water to produce food, the developed black gold acts like an artificial tree that uses CO_2, sunlight and water to produce fuel. Notably, black gold can also be used to convert sea water into drinkable water using the heat that black gold generates after it captures sunlight. This work is a way forward to develop “Artificial Trees” which capture and convert CO_2 to fuel and useful chemicals. [Contact person: Vivek Polshettiwar]

- **Facile Synthesis Protocol for Dendritic Fibrous Nanosilica (DFNS)**
  Dendritic Fibrous Nanosilica (DFNS) can be one nano-material that can be used in a range of applications, like catalysis, CO_2 capture-conversion, drug delivery, pathology tests, sensors, photonics, water purification, hydrogen generation, energy harvesting, energy storage and to fight climate change. DFNS was the group's invention which is now being used by more than 100 groups worldwide with few hundred reports of its use in a range of fields. A detailed procedure was provided for reproducible and scalable synthesis of DFNS with varying particle size and fiber density. [Contact person: Vivek Polshettiwar]

- **Carbon nanospheres with wrinkled cages for CO_2 capture**
  Researchers reported the sustainable synthesis protocol for carbon coated dendritic fibrous nanosilica (DFNS@Carbon) and high surface area wrinkled carbon nanospheres using phenol formaldehyde polymerization chemistry. It was shown that the choice of hard template, i.e. DFNS with different sizes and fiber density, can lead to the synthesis of carbon-coated DFNS and wrinkled carbon nanospheres with tunable properties, having high surface area (1090 ±50 m^2/g), large pore volume (1.18 ±0.02 cm^3/g) and distinct pore size distribution (from 3.5 nm to 15 nm).

A correlation between the DFNS used, resultant wrinkled carbon nanospheres and their CO2 capture capacity was made. [Contact person: Vivek Polshettiwar]

- **Single-Molecule protein mechanics, mechanobiology and mechanochemistry**
  The study uses a combination of experimental techniques and theoretical tools (Protein engineering, polymer synthesis, fluorescence spectroscopy, state-of-the-aft custom-built single-molecule atomic force microscope (SM-AFM), theoretical methods and steered molecular dynamics (SMD)) to probe the stability and dynamics of proteins and polymers. Using SM-AFM and SMD, the researches probed the mechanical response of proteins and synthetic polymers. [Contact person: Sri Rama Koti Ainavarapu]

- **Salt Bridges in Ubiquitin determine the protein conformational flexibility**
  Researchers investigated the role of the conserved salt-bridge of ubiquitin (K27-D52). Circular Dichroism (CD) and fluorescence anisotropy studies showed that the ubiquitin core is conformationally rigid in the temperature range 5-55 $^{\circ}$C. Disrupting the salt-bridge by a double mutation K27A/D52L, led to an increase in its core flexibility at 5 $^{\circ}$C, which further increases with temperature. The studies on ubiquitin suggested that the conserved salt-bridge of ubiquitin family proteins as the determinant of the protein conformational flexibility. [Contact person: Sri Rama Koti Ainavarapu]

- **Thermal softening of SUMO2 protein**
  Researchers investigated the temperature dependent mechanical stability of ubiquitin and small ubiquitin-related modifier 2 (SUMO2) using single-molecule force spectroscopy (SMFS) and the corresponding conformational changes using ensemble experiments. The mechanical properties of ubiquitin-like proteins were studied. It was found that ubiquitin having more structural contacts resists higher amounts of force and is also structurally rigid. In contrast, SUMOs have lesser contacts and unfold at lower forces. Furthermore, the intramolecular interactions at the core of these proteins, such as salt-bridges and hydrophobic interactions, seem to play a major role in dictating the protein mechanical resistance and temperature further amplifies this effect. [Contact person: Sri Rama Koti Ainavarapu]

- **Development of immobilized hemeproteins analogues as viable green catalysts**
  Hybrid myoglobin analogues were prepared by incorporating iridium complex in place of the heme, which was found to catalyse novel cyclopropanation C-C coupling reaction. These hybrid myoglobin analogues were then encapsulated inside Metal Organic Framework (MOF) which showed significantly improved stability of the bio-catalyst. These materials can have potential in vitro applications as catalysts. [Contact person: Shyamalava Mazumdar]

Department of Condensed Matter Physics and Materials Science

- Experiments have revealed that trivial band can inherit non-trivial quantum oscillation phase from Berry's phase of the linear Dirac band due to strong filling-enforced constraints between the linear and quadratic band Fermi surfaces that co-exist. Given that many topological materials contain multiple bands, the work indicates how additional bands, which are thought to obscure the analysis, can actually be exploited to tease out the subtle effects of Berry's phase. [Contact person: Mandar M. Deshmukh]

- Functioning of a fully programmable three-qubit superconducting quantum processor with all-to-all coupling was demonstrated. [Contact person: R. Vijayaraghavan]
- Experimental demonstration of bandwidth enhancement was done in Josephson parametric amplifiers, with quantum-limited noise, beating the standard gain-bandwidth limit. [Contact person: R. Vijayaraghavan]
- First truly broadband, plasmonic quasicrystal was demonstrated. [Contact person: A.V. Gopal]
- C:GaAs is shown as an alternative to LT-GaAs for THz generation and detection. [Contact person: A.V. Gopal]
- THz metamaterials were demonstrated to mimic classical analogues of quantum optical phenomena including EIT and Fano resonances as well as high Q, actively tunable resonances demonstrated. [Contact person: A.V. Gopal]
- Tunable graphene superlattice was fabricated and studied. [Contact person: Mandar M. Deshmukh]
- InAs nanowires were studied to probe their electrical, mechanical and thermal properties. [Contact person: A. Bhattacharya]
- Extreme magnetoresistance (XMR) was observed in $MoSi_2$ single crystals approaching almost 10^7% at 2 K in a 14-T magnetic field without appreciable saturation. [Contact person: A Thamizhavel]
- Developed a facile synthesis technique for WS2 nanotubes by sulfurization of tungsten thin films and studied their formation mechanism, structural and optical properties. [Contact person: Mandar M. Deshmukh]
- Performed growth of large high-quality single-crystal (100)-oriented beta-Ga_2O_3 by the optical floating-zone technique. [Contact person: A. Bhattacharya]
- Developed an optical tweezer based technique to understand weakly adhering systems. [Contact person: Shankar Ghosh]
- Made the first-ever observation of bulk SC in pure Bi single crystals below 0.53 mK under ambient pressure with an estimated critical magnetic field of 0.0052 mT at 0 K. [Contact person: S. Ramakrishnan]
- Pseudogap state in the insulator-superconductor phase transitions has been elucidated and the Higgs mode observed in a strongly disordered s-wave superconductor. [Contact person: Pratap Raychaudhuri]
- Studied anisotropy in magnetic and magneto dielectric ordering of spin chain oxides (R_2BaNiO_5, Ca_3CoTO_6, R_2TiO_5, RMn_2O_5 etc.; R = rare earth; T = transition metal). [Contact person: E. V. Sampathkumaran]
- Apart from reporting multiferriocity in a spin-chain compound, Tb_2BaCoO_5, the observed change in the dielectric constant below its Néel temperature brought out by externally applied magnetic fields, following spin-reorientation, is the largest (close to 55%, below 10 K, for H= ~100 kOe) ever observed for bulk form of polycrystals of a compound. This work therefore offers a hope to find such polycrystalline single-phase materials with large magnetodielectric coupling at room temperature. [Contact person: E. V. Sampathkumaran]
- Reported 'exotic' magnetism in a distorted kagome lattice, based on metals, viz., $Tb_3Ru_4Al_{12}$. This compound exhibits anisotropic spin-glass features, which emphasizes the need to revive theories proposing spin-glass ground state due to geometrical frustration. [Contact person: E. V. Sampathkumaran]
- Particle size study is reported for the first time for a Eu-based mixed valent compound. [Contact person: E. V. Sampathkumaran]

Centres of TIFR

International Centre for Theoretical Sciences, Bengaluru

ASTROPHYSICAL RELATIVITY

- **Search for gravitational lensing signatures in LIGO-Virgo binary black hole events**
  Researchers searched for signatures of gravitational lensing in the binary black hole events detected by Advanced LIGO and Virgo during their first two observational runs. Researchers looked for three effects: 1) evidence of lensing magnification in the individual signals due to galaxy lenses, 2) evidence of multiple images due to strong lensing by galaxies, 3) evidence of wave optics effects due to point-mass lenses. No compelling evidence was found of any of these signatures in the observed gravitational wave signals. However, as the sensitivities of gravitational wave detectors improve in the future, detecting lensed events may become quite likely. [Contact person: P. Ajith]

COMPLEX SYSTEMS

Data Assimilation

- The work studied the connections between nonlinear filtering theory and data assimilation problems. The problem studied was the asymptotic proximality of the incorrectly initialised linear filter and correctly initialised linear filter. The main contribution of the current work was deriving the stability of linear filter with zero system noise under the assumption of observability. [Contact person: Amit Apte]

Fluid Dynamics and Turbulence

- **Drops and bubbles in two-phase flow**
  There is an important open question in cloud evolution on how cloud droplets collide and coalesce to form raindrops. It was shown that three-dimensionality enhances clustering near caustics regions, and a large number of collisions occur in very high strain regions, where few particles live. [Contact person: Rama Govindarajan, Samriddhi Sankar Ray]

- **Basset-Boussinesq force study**
  The Basset-Boussinesq force study was completed. This work was highlighted in *Focus on Fluids in the Journal of Fluid Mechanics* (2019). Researchers have shown for the first time a way to handle this force without the need for unrealistic storage. [Contact person: Rama Govindarajan, Vishal Vasan]

Statistical Physics and Condensed Matter Physics

- **Temperature dependence of the butterfly effect in a classical many-body system**
  The work studied the chaotic dynamics in a classical many-body system of interacting spins on the kagome lattice. Many-body chaos is characterized via the butterfly effect as captured by an appropriate out-of-time-ordered commutator. Due to the emergence of a spin-liquid phase, the chaotic dynamics extends all the way to zero temperature. The study determined the full temperature dependence of two complementary aspects of the butterfly effect: The Lyapunov exponent, μ, and the butterfly speed, V_B. Their interrelations with usual measures of spin dynamics such as the spin-diffusion constant, D, and spin-autocorrelation time, τ were also studied. [Contact person: Subhro Bhattacharjee]

- **Light-cone spreading of perturbations and the butterfly effect in a classical spin chain**
  It was found that localised perturbations in a chaotic classical many-body system - the classical Heisenberg spin chain - spread ballistically with a finite speed and little change in form as a function of distance from the origin of the perturbation even when the local spin dynamics is diffusive. This phenomenon was studied by shedding light on the two complementary aspects of this butterfly effect - the rapid growth of perturbations and its simultaneous ballistic (light-cone) spread, as characterised by the Lyapunov exponents and the butterfly speed respectively. [Contact persons: Subhro Bhattacharjee, Abhishek Dhar, Anupam Kundu, Samriddhi Sankar Ray]

- **Anomalous heat equation in systems connected to thermal reservoirs**
  Anomalous transport in two one-dimensional stochastic systems with finite number of conserved quantities, in the presence of thermal baths, was studied. Exact expressions were obtained for the temperature profile and the two point correlations in the steady state as well as in the non-stationary state. In contrast to the Fourier heat equation in the diffusive case, it was shown that the evolution of the temperature profile in both the models is governed by the non-local fractional heat equation. [Contact persons: Abhishek Dhar, Anupam Kundu]

- **Quantum dot circuit-QED diodes and transistors**
  It was demonstrated that Quantum dot systems coupled to circuit-QED architecture (QD-cQED) can be an excellent platform to realize devices such as diodes and transistors. Elastic and inelastic currents through a voltage-biased double quantum dot system with strong and ultra-strong electron-photon interaction were investigated. By employing a diagrammatic Keldysh non-equilibrium Green's function approach, it was found that the QD-cQED system displays remarkable charge and heat rectification effects which may provide a cutting-edge frontier for high performance thermoelectrics. The results demonstrate that QD c-QED systems can be a great candidate for novel quantum devices. [Contact person: Manas Kulkarni]

MATHEMATICS

- **Sharp transition of the invertibility of sparse random matrices**
  Researchers worked on a project to establish a sharp transition of the invertibility of sparse random matrices. Furthermore, a quantitative lower bound on the smallest singular value was derived. The work established that the main reason for the non-invertibility is the existence of a zero row or a zero column. [Contact person: Anirban Basak]

- **Percolation models in the KPZ universality class**
  The study primarily focused on last passage percolation models in the KPZ universality class where one studies the weight and geometry of the maximum weight (oriented) paths between two far away vertices in a field of identically and independently distributed weights on the vertices of Z^2. Researchers have been studying the geometry of the maximizing paths (geodesics) in the integrable model of last passage percolation models with exponentially distributed vertex weights. [Contact person: Riddhipratim Basu]

- **Quillen type bundles and geometric quantization of vortex moduli spaces on Kahler surfaces**
  The work showed that on projective manifolds, there are Quillen bundles which play the role of the geometric quantum bundle. Several explicit examples were given of this phenomenon, for instance, vortex moduli spaces on Kahler surfaces. [Contact person: Rukmini Dey]

- **Active mechanochemical pattern formation relevant to morphogenetic processes**
  This work rigorously quantified the dynamics of cell polarity establishment in C. elegans zygotes and showed that the spatiotemporal emergence of the patterns is governed by an active gel theory coupled to a Turing-like polarity forming system. Researchers derived exact solutions to the dynamics on a free run-and-tumble particle in one-dimension both in an unbounded and a bounded region. Recently, a similar exact solution was also derived for the steady-state probability distribution of an active Brownian particle confined by an isotropic harmonic potential in two-dimensions. [Contact person: Vijay Kumar Krishnamurthy]

STRING THEORY AND GRAVITATIONAL PHYSICS

- **Novel Tensionless Limits of String Theory**
  Researchers uncovered a novel such limit for 3-dimensional AdS (Anti-de Sitter) backgrounds in the presence of NS-NS flux. This limit was studied in further detail and a rather surprising relation was found between the spectra at this special point and that of the apparently different point which is described by a conventional symmetric product orbifold. This opens the way for a precise understanding of the tensionless limit of a string theory. It also allows a comparison of the AdS/CFT correspondence where both sides are under analytical control - something which has not been achieved thus far in such generality. [Contact person: Rajesh Gopakumar]

- **The Information Paradox**
  In this work a proposed solution to the information paradox called the 'fuzzball proposal' was analyzed and it was shown that it suffered from a number of theoretical difficulties. Separately, it was also shown how the loss of locality in quantum gravity could lead to a paradoxical situation even in flat space. This analysis showed how the loss of locality may be important even for black-hole evaporation. [Contact person: Suvrat Raju]

- **Probing Out of time-ordered correlators in and out of equilibrium**
  The study presented a method to probe the Out-of-Time-Order Correlators (OTOCs) of a general system by coupling it to a harmonic oscillator probe. When the system's degrees of freedom are traced out, the OTOCs imprint themselves on the generalized influence functional of the oscillator. This generalized influence functional leads to a local effective action for the probe whose couplings encode OTOCs of the system. Researchersstudied the structural features of this effective action and the constraints on the couplings from microscopic unitarity. The study also commented on how the OTOCs of the system appear in the OTOCs of the probe. [Contact person: R. Loganayagam]

National Centre for Radio Astrophysics, Pune

- **Completion and inauguration of the upgraded GMRT**
  The Giant Metrewave Radio Telescope (GMRT), an international facility built and operated by NCRA, underwent a major upgrade in the last 5 years and is now complete. The main goal was to increase the frequency coverage of the GMRT over 110 to 1460 MHz, with near seamless frequency coverage, and improve the instantaneous bandwidth by and order of magnitude to 400 MHz. These upgrades provided significant improvement in the sensitivity to continuum imaging and pulsar studies, and much improved versatility for detection of the red-shifted neutral

hydrogen from different epochs tracing the evolution of the Universe. The completion and full release of the uGMRT has been a major milestone for NCRA. [Contact person: Yashwant Gupta]

- **India's participation in the international Square Kilometre Array project**
  At the international level, 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. [Contact person: Yashwant Gupta]

- **The GMRT High Resolution Southern Sky Survey for pulsars and transients**
  GHRSS—GMRT High Resolution Southern Sky survey of pulsars and transients—is an ongoing off the galactic plane survey with the GMRT which exploits the sensitivity of the GMRT and its simultaneous time domain and imaging capability. GHRSS survey conducted over the last four years has discovered 18 pulsars to date, including interesting millisecond pulsars, recycled pulsars etc. The upgraded GMRT adds to the potential of this survey and phase-2 has resulted in discovery of 5 new pulsars (including one MSP) and one RRAT till now. The pulsar per square degree discovery rate of the GHRSS survey is one of the highest for the off-galactic-plane surveys. [Contact person: Bhaswati Bhattacharyya]

- **Long term variability of a Black Widow's eclipses - A decade of PSR J2051−0827**
  Researchers reported on 10 years of observations of the eclipse phenomena of the black widow pulsar PSR J2051−0827, at radio frequencies in the range 110 -4032 MHz, with LOFAR, GMRT and Parkes radio telescopes. The studies and modelling revealed variability in dispersion features on timescales as short as the orbital period, and previously unknown trends on timescales of months to years. Using polarisation calibrated observations, first available limits on the strengths of the magnetic fields have been obtained. The results were considered in the context of eclipse mechanisms, and scattering and/or cyclotron absorption appeared to be the most promising explanation, while dispersion smearing was conclusively ruled out. The estimation of mass loss rate from the companion suggested that the companion will not be fully evaporated on any reasonable timescale. [Contact person: Bhaswati Bhattacharyya]

- **X-shaped radio galaxies: A quest for binary supermassive black-holes**
  A systematic study of a large sample of known X-shaped and newly discovered X-shaped candidate sources was conducted using Giant Metrewave Radio Telescope at several radio frequencies. It was found that the possible role of a binary supermassive black-holes in the formation of such X-shaped radio galaxies is most likely. [Contact person: Dharam Vir Lal]

- **A post-correlation beamformer for time-domain studies of pulsars and fast transients**
  It was demonstrated that a new way of beamforming called post-correlation beamforming (i.e. beamforming which involves only phased sums of the correlation of the voltages of different antennas in an array) significantly improves the capabilities and sensitivity of the upgraded GMRT for discovering new pulsars and fast radio bursts (FRBs). The post-correlation beamformation brings out the hitherto unexplored capability of interferometric array over the single dish. A time-domain survey with the GMRT was described using this post-correlation

beamformation, which will be one of the most sensitive surveys for pulsars and FRBs at low and mid radio frequencies. [Contact person: Jayanta Roy]

- **A study of spectral curvature in the radio relic in Abell 4038 using the Upgraded GMRT**
  Measurement of the spectra of remnant radio galaxies is important to understand their role as a source of cosmic ray electrons in the intra-cluster medium. With the upgraded GMRT in the bands 200 - 500 MHz and 1000 - 1400 MHz, the spectral curvature across a remnant radio galaxy in the galaxy cluster Abell 4038 was measured for the first time, thanks to the broad bandwidth of the observations. [Contact person: Ruta Kale]

- **Twin radio relics in the nearby low-mass galaxy cluster Abell 168**
  The discovery of twin radio relics in the outskirts of the low-mass merging galaxy cluster Abell 168 (redshift=0.045) was reported. These radio sources were imaged at 323 and 608 MHz with the Giant Meterwave Radio Telescope and at 1520 MHz with the Karl G. Jansky Very Large Array (VLA). The elongated relic was detected at all frequencies has a power law spectrum in the frequency range 70- 1500 MHz. This is the lowest mass cluster in which relics due to merger shocks to have been detected. The ring-shaped relic has a steeper spectral index in the frequency range 100-600 MHz. This relic was proposed to be an old plasma, revived due to adiabatic compression by the outgoing shock that produced the elongated relic. [Contact person: Ruta Kale]

- **Photon number conservation and the large-scale 21cm power spectrum in semi-numerical models of reionization**
  Semi-numerical models of the reionization of neutral hydrogen (HI) based on the excursion set (ES) approach are widely used in generating the ionization maps during the epochs when the Universe was ionized by the first stars. In this work, the researchers highlighted a more severe, previously unrecognized shortcoming of excursion set (ES) models: the large-scale 21cm power spectrum strongly depends on the spatial resolution of the simulation used to generate ES ionization maps. The reason for these problems was investigated and it was found that both the shortcomings can be overcome by developing an explicitly photon-conserving model of reionization. [Contact person: Tirthankar Roy Choudhury]

- **Can SKA--Phase 1 go much beyond the LHC in supersymmetry search?**
  The researchers studied the potential of the Square Kilometre Array in the first phase (SKA1) in detecting dark matter annihilation signals from dwarf spheroidal galaxies in the form of diffuse radio synchrotron. Taking the minimal supersymmetric standard model as illustration, it was shown that it is possible to detect such signals for dark matter masses about an order of magnitude beyond the reach of the Large Hadron Collider, with about 100 hours of observation with the SKA1. [Contact person: Tirthankar Roy Choudhury]

- **Characterizing the nature of subpulse drifting in pulsars**
  Radio pulsars are highly magnetized rotating neutron stars, and their fast rotation produces enormous electric fields around the star. In such strong fields the QED effect of magnetic pair creation can happen by which electron positron pairs can be created and accelerated, and as a result a non-stationary sparking process can develop. This process leads to the observed radio emission from pulsars. However, how this process works has remained elusive and requires further observational constrain which can be studied using the phenomenon of subpulse drifting. These studies require high sensitive radio observation and researchers have been systematically

performing such observations using the Giant Meterwave Radio Telescope (GMRT). The main line of interpretation are that sparking plasma columns does not co-rotate with the neutron star, but perform **E X B** drift causing the subpulse drifting phenomenon. [Contact person: Dipanjan Mitra]

- **Relativistic charge solitons due to non-linear Landau damping: a candidate for explaining radio emission in pulsars**
  In this work , it was shown that in the non-linear domain of the theory, the growth of langmuir wave in the presence of non-linear Landau Damping, can form stable charge bunches (as relativistic charge solitons). This aspect is an extremely promising candidate for solving the long-standing problem of how Coherent-radio emission is excited in pulsars. [Contact person: Dipanjan Mitra]

- **Electromagnetic emission from the binary neutron star merger Gravitational wave events GW170817 studied in radio bands**
  The neutron star merger event on August 17, 2017 (GW170817) was followed by most telescopes on Earth and in space, looking for electromagnetic signatures, including X-ray, ultra-violet, optical, infrared, and radio waves. In the continuing work with the GMRT, alongwith the VLA and the ATCA telescopes, the late time observations decidedly suggested that the jet finally broke out of the cocoon created by this explosion. This was very important result and for the first time provided confirmation of the link between neutron star mergers and short gamma-ray bursts. [Contact person: Poonam Chandra]

- **Discovery of Electron Cyclotron Maser Emission (ECME) from magnetic massive stars**
  A systematic study of all magnetic massive stars was taken up at low frequencies with the GMRT and high frequencies with the VLA. After discovering Electroncyclotron Maser Emission Phenomenon from two HD 133880, it was discovered in two more stars, HD 142990 and HD 35298. This has enabled the researches to study the properties of stellar magnetospheres in detail. [Contact person: Poonam Chandra]

- **ALMA detections of CII 158-micron emission from damped Lyman-alpha absorbers at z~4**
  The Atacama Large Millimeter/sub-millimeter Array (ALMA) was used to detect ionized carbon (CII) 158-micron emission from a sample of damped Lyman-alpha absorbers (DLAs) at z~4-4.5. The galaxies have relatively large impact parameters, ~16-45 kpc, high CII line luminosities, and rest-frame far-infrared properties similar to those of luminous Lyman-break galaxies, with star-formation rates (SFRs) of 7 -110 solar masses per year. Comparing the absorption and emission line profiles yielded a remarkable agreement between the line centroids, indicating that the DLA traces gas at velocities similar to that of the CII emission. This disfavors a scenario where the DLA arises from gas in a companion galaxy. [Contact person: Nissim Kanekar]

- **The host galaxy of the fast-evolving luminous transient AT2018cow**
  Researchers used GMRT HI 21cm imaging of CGCG137-068, the host galaxy of the fast-evolving luminous transient (FELT) AT2018cow. This was the first study of the gas properties of a FELT host galaxy. A total HI mass of 0.66 billion solar masses was obtained, which implies a gas depletion time of ~3 Gyr and a gas-to-stars mass ratio of ~0.5, consistent with values in normal star-forming dwarf galaxies. It was suggested that the HI ring may have arisen due to a collisional interaction between CGCG137-068 and an as-yet undetected companion, with the

collision compressing the gas and triggering an episode of massive star formation that gave rise to AT2018cow. [Contact person: Nissim Kanekar]

National Centre for Biological Sciences, Bengaluru

Biochemistry, Biophysics & Bioinformatics

- **A five-residue motif for the design of domain swapping in proteins**
  A study from the *Biochemistry, Biophysics & Bioinformatics* group threw light on a hydrophobic five-residue motif – the 'cystatin motif', from the domain-swapping protein Stefin B. The motif when engineered into a solvent-exposed, tight surface loop between two β-strands prevents the loop from folding back upon itself, and drives domain swapping in non-domain-swapping proteins. In addition, the engineering of the motif independently into surface loops of four structurally different non-domain swapping proteins enabled the design of different modes of domain swapping in these proteins. Thus, results indicate that the introduction of the cystatin motif can be used as a mutational approach for engineering domain swapping in diverse β-hairpin proteins. [Contact persons: Ranabir Das and Shachi Gosavi]

Cellular Organization and Signalling

- **Mechanochemical feedback control of dynamin independent endocytosis modulates membrane tension in adherent cells**
  Plasma membrane tension regulates many key cellular processes. It is modulated by, and can modulate, membrane trafficking. However, the cellular pathway(s) involved in this interplay is poorly understood. The study found that among a number of endocytic processes operating simultaneously at the cell surface, the CLIC/GEEC (CG) pathway, is specifically upregulated upon a sudden reduction of tension. Moreover, inhibition (activation) of the CG pathway results in lower (higher) membrane tension. However, alteration in membrane tension does not directly modulate CG endocytosis. This requires vinculin, which acts by controlling the levels of a key regulator of the CG pathway, GBF1, at the plasma membrane. Thus, the CG pathway directly regulates membrane tension and is in turn controlled via a mechano-chemical feedback inhibition, potentially leading to homeostatic regulation of membrane tension in adherent cells. [Contact person: Satyajit Mayor]

Ecology and Evolution

- **Change in dominance determines herbivore effects on plant biodiversity**
  In this collaborative study from the *Ecology and Evolution* group, the researchers synthesized data from 252 studies, to test an alternative hypothesis—that herbivore-induced changes in the competitive environment determine the response of plant biodiversity to herbivory irrespective of productivity. Under this hypothesis, when herbivores reduce the abundance of dominant species, additional resources become available to support new species, thereby increasing biodiversity. The study demonstrated that herbivore-induced change in dominance is the best predictor of herbivore effects on biodiversity in grassland and savannah sites. Given that most herbaceous ecosystems are dominated by one or a few species, altering the competitive environment via herbivores or by other means may be an effective strategy for conserving biodiversity in grasslands and savannahs globally. [Contact person: Mahesh Sankaran]

Genetics and Development

- **Major Domestication-Related Phenotypes in Indica rice are due to loss of miRNA-Mediated Laccase Silencing**
  Domestication of rice included conversion of perennial wild species with few seeds to short plants that produced abundant seeds. Most domestication-associated changes are attributed to variations in transcription factors and enzymes, whereas this study from the *Genetics and Development* group revealed the linkages of rice-domestication with micro (mi) RNAs. Analysis of small (s) RNA data sets from cultivated Indica rice lines and two wild relatives of rice revealed the presence of abundant 22-nucleotide (nt) reads in wild relatives that mapped to miR397 precursors. miR397 was expressed at very high and low levels in wild relatives and in cultivated lines respectively. Conversely, overexpression of miR397 induced de-domestication phenotypes. [Contact person: P. V. Shivaprasad]

Neurobiology

- **Subunit exchange enhances information retention by CaMKII in dendritic spines**
  The study from the *Neurobiology* group used computational methods to analyze the effect of subunit exchange on the CaMKII pathway in the presence of diffusion in two different micro-environments, the post synaptic density (PSD) and spine cytosol. CaMKII exhibits multiple timescales of activity due to subunit exchange. Further, subunit exchange enhances information retention by CaMKII both by improving the stability of its switching in the PSD, and by slowing the decay of its activity in the spine cytosol. The existence of diverse timescales in the synapse has important theoretical implications for memory storage in networks. [Contact person: Upinder Bhalla]

Theory and Modelling

- **On chaotic dynamics in transcription factors and the associated effects in differential gene regulation**
  The study from the *Theory and Modelling* group investigated into effects of the dynamics of the transcription factor – NF-κB on downstream protein production. Demonstrating that an oscillating ligand can control the effective dynamics of NF-κB, the study revealed that chaotic dynamics modulates gene expression and up-regulates certain families of low-affinity genes, even in the presence of extrinsic and intrinsic noise. This was found to lead to an increase in the production of protein complexes and the efficiency of their assembly. The study indicated that chaotic dynamics creates a heterogeneous population of cell states. [Contact person: Sandeep Krishna]

TIFR Centre for Interdisciplinary Sciences, Hyderabad

Biological Sciences

- **Collective cellular dynamics**
  Collective cell behaviour determines the efficiency of cell migration during cancer. With the help of several interdisciplinary tools, efforts are in progress to uncover the mechanisms that enable cells to coordinate their dynamics during collective migration and in maintenance of tissue quality through cell competition. [Contact person: Tamal Das]

- **DNA damage responses and gene expression**
  Impaired DNA Damage Responses (DDR) and resulting mutations are the central cause for most cancers. A method for determining cell-cycle-dependent DDR in asynchronous cells in culture was developed. Additionally, a method for investigating transcription at a single molecule

resolution in fruit-fly tissues has been developed. At present, the remodelling of chromatin, in response to genotoxic stress, is being investigated. Together, these studies are shedding new light into cellular response- both in the context of disease and in development. [Contact person: Aprotim Mazumder]

- **Understanding mitochondrial diseases (neurodegeneration, in particular)**
  A collection of neurodegenerative fly mutants were screened for mitochondrial defects. From this work, new genes were identified whose loss causes an increase in mitochondrial abundance, and therefore, disrupting the mitochondrial homeostasis in cells. The ongoing investigation on these mutants will reveal the mechanism of mitochondrial homeostasis in cells and understanding of neurodegenerative and metabolic diseases. [Contact person: Manish Jaiswal]

- **Specific pathogen free (SPF) mouse facility**
  The planning, indenting, construction, instrument installation and validation of the specific pathogen free (SPF) mouse facility was initiated and successfully completed. As a result of these developments, experiments on transgenic/knockout mice are set to commence. These are directed towards deciphering functions of genes involved in T cell ion flux and immune signaling as well as the molecular and synaptic organization of mouse sensory systems (with Gopalakrishna R). [Contact person: Adish Dani, Monika Vig]

- **T Cell Ion Flux and Signaling**
  Mutations in proteins, which are involved in the calcium and magnesium flux inside T cells, have been associated with primary immunodeficiencies and cancers. With the help of an interdisciplinary approach, the direct regulation of T cell receptor induced ion flux and signal transmission by SNARE proteins will be elucidated. [Contact person: Monika Vig]

Biophysics

- **Investigating the mechanisms of the effects of chaperone proteins on the aggregation of the amyloid proteins**
  Amyloid proteins, such as amyloid beta, alpha-synuclein and amylin, are involved in the pathology of Alzheimer's disease, Parkinson's disease and type-2 diabetes respectively. A major focus of this work is to develop single molecule sensitive techniques. Novel fluorescence correlation spectroscopy (FCS) techniques, i.e. cuvette-FCS have been developed, and a super-resolution optical microscope has been built. The techniques developed help detect and characterize the early intermediates of protein aggregation. [Contact person: Kanchan Garai]

- **Investigating the role of aspect ratio in actively expanding microbial colony**
  With the help of computer simulations of a minimal model of self-propelled rod-shaped bacteria, this study explored the collective dynamics in a dense colony over a permissible range of cell-aspect ratios. The model is based on over-damped noise-less frictional dynamics where steric interactions are dominant over hydrodynamics. It was shown that both shorter and longer bacteria exhibit slow dynamics whereas fastest motion is obtained for intermediate aspect ratio. [Contact person: Pushpita Ghosh]

Chemical Sciences and Biophysics

- **Total chemical synthesis of proteins**

Novel synthetic methods for facile total chemical synthesis of natural and non-natural proteins were developed. This will have implications in designing inhibitors of specific disease related protein-protein interactions. [Contact person: Kalyaneswar Mandal]

Computational Molecular Biophysics

- **Molecular dynamics simulations of protein-ligand binding processes**
  The process by which a ligand recognizes the buried cavity in a protein was simulated successfully. The binding pathways of two interesting systems, namely benzene/T4 Lysozyme and Camphor/Cytochrome P450 were quantified. Additionally, studies have contributed to the understanding of electro catalysis by nanomaterials using computer simulations. [Contact person: Jagannath Mondal]

Computational Chemistry

- **Quantum mechanics of interacting electron systems**
  For two-electron atoms, an analytic formalism was developed to partition the many-body correlation energy into contributions along radial and angular terms. The resulting equations are useful to design new density functionals. Novel machine learning approaches were developed and utilised to statistically model electron correlation energy functionals that depend on Hartree—Fock pair densities. In the emerging discipline of Big-Data-driven inference of molecular/materials properties, this group's new contribution wasthe characterisation of all possible boron, nitrogen substituted polycyclic aromatic hydrocarbon molecules that contain up to six aromatic rings. The resulting dataset contains 7,453,041,547,842 unique molecules of interest to solar-cell applications. [Contact person: Raghunathan Ramakrishnan]

Synthetic Chemistry

- **Lanthanide-based single-ion magnets**
  This group's research is centered around molecular materials based on transition metal and lanthanide complexes. It was shown that complexes of lanthanides in a pentagonal bipyramidal geometry with strong axial coordination can function as single-ion magnets. Such magnetic materials will have applications for futuristic technologies including as high-density storage materials. [Contact person: V. Chandrasekhar]

- **Synthesis and elucidation of novel reactivity in low-valent low-coordinate chemistry**
  Among all the elements in the periodic table, carbon is unique in that it forms bonds to itself in many ways. A major quest in this regard has been to find out if other heavier elements can also form linkages. Accordingly, this group has recently stabilized compounds containing double bonds between two phosphorus atoms, a silicon and a nitrogen atom, a silicon and a phosphorus atom and have examined their molecular structures and reactivity. This research has promise in finding new catalysts of importance in fine chemicals industry. [Contact person: Anukul Jana]

Materials Science

- **Molecular spintronics and proximity effect studies at hybrid interfaces**
  Interfaces between different functional materials at nanoscale play a crucial role in nanoelectronics. Physical mechanisms associated to the above are often referred to proximity effects that often tend to modify the properties of the individual materials. This group explores this domain by growing thin films of these functional materials, layer by layer, under clean vacuum conditions. These functional materials include superconducting thin films, ferromagnetic

insulators and topological insulators. The interface properties are characterized by using cryogenic transport measurements. [Contact person: Karthik V. Raman]

- **Development of novel and facile materials for energy and environmental protection**
  The group is involved in the development of novel catalysts for hydrogen generation and oxygen reduction reactions - two important processes in modern energetics, and materials for water purification and environmental protection. Apart from the energy based research, this group is also working on the development of novel biosensor platform which will be beneficial for next generation point-of-care devices. This includes the recent development of an ammonia sensing platform in collaboration with Centre for Ecology & Hydrology, Midlothian, UK. The development of energy efficient methods and materials for water effluent treatment plants is also in progress (in collaboration with M/s SCOGEN Pvt. Ltd., Mysore, India). [Contact person: T. N. Narayanan]

NMR Spectroscopy

- **Development of solid-state NMR techniques**
  Solid-state nuclear magnetic resonance, NMR, experiments have been devised for quantitative distance and order parameter estimates along with elucidation of dynamics inherent in molecules even in solid state. Multidimensional NMR experiments were performed on photo-chemically active cofactors in photosynthetic centres in chemically induced dynamic nuclear polarisation experiments. Optical-based NMR strategy was formulated to monitor, with high precision, the pH modulation in-situ. A unified approach was formulated for spin decoupling in solid-state NMR under low radiofrequency amplitude irradiation and high magic-angle spinning frequencies. [Contact person P. K. Madhu]

- **Development of solid-state NMR methods and structural characterisation of alpha-synuclein oligomers and fibrils**
  New mechanism of polarization transfer pathways amongst dipolarly coupled nuclear spins has been proposed. These new methods can help decipher the geometry of spins and in turn assist in elucidating structure of pharmaceutical and bio-molecules. New in vitro sample preparation strategies were developed to understand the structure toxicity relationship of alpha-synuclein oligomers and fibrils associated with Parkinson's disease. Efforts are underway to obtain structure of P53 fibrils implicated in about 50% of human cancers. [Contact person: Vipin Agarwal]

- **Understanding molecular mechanisms of transporter proteins**
  With the help of solid and solution state NMR spectroscopy, the proteins that transport glucose, pyruvate and toxic drugs across membranes were studied. In the past year, bacterial clones have been developed that can express these proteins efficiently for downstream studies. These systems are at the edge of what can be studied currently using NMR, and hence, new methods need to be developed. In this regard, several new experiments have been developed that will allow to determine distances as well as dynamics in proteins at fast MAS frequencies. Additionally, methods were developed that will allow one to record these spectra 40-70% faster than usual. [Contact person: Kaustubh R. Mote]

- **Investigating the conformational dynamics of biomolecules**
  In addition to understanding the conformational dynamics of biomolecules, this group is interested in developing new methods to detect sparsely populated protein conformers with

lifetimes varying from μs to seconds, and populations as low as 1%. Recently, methods were developed to study dynamics occurring on the 50 microseconds to 200 milliseconds timescales and were used to study diverse processes like protein folding, ligand binding and conformational exchange. [Contact person: Pramodh Vallurupalli]

Laser Spectroscopy

Understanding chemical reactions occurring on metal surfaces

- Two major research directions were initiated: exploring the possibility of using atomic/molecular collisions as a soft and universal probe for imaging surfaces, which promises to be a new microscopy technique complementary to the existing well established methods, and understanding the dynamics of plasmon induced surface chemistry, wherein the focus lies on understanding how light energy can be harnessed to drive chemical reactions on metallic nanoparticle surfaces. The custom - built apparatus needed for both experiments has been designed in-house. Currently, the atom/molecular scattering apparatus is under fabrication. The apparatus for the plasmon induced chemistry is currently being tested in the laboratory. [Contact person: Pranav R. Shirhatti]

Optical Magnetometry

- **Development of Rb atomic magnetometer for measuring optical rotation**
  Rb atomic magnetometer was developed using balanced polarimetry based method for optical rotation measurement. A new method for the optical rotation sensing was developed based on classical weak measurement concept and at its sensitivity and noise was compared with the standard balanced polarimetry. A dc field sensitivity of 1nT is demonstrated using this technique, an enhancement by a factor of 4 from standard polarimetry. Additionally, an inexpensive electronics module was developed for laser frequency locking that implements expensive signal generators, lock-in-amplifiers and servo controllers using DSP capabilities of a modern ARM microcontroller. [Contact person: G. Rajalakshmi]

Laser Physics

- **Laser induced modifications enhance particle acceleration from laser microplasmas**
  A central problem is the need to develop accelerators which can function with driving laser intensities at the levels available from standard milli-Joule femtosecond lasers. This study has been able to engineer not just density but also spatial modifications in the pre-plasma from mass-limited, few micro-sized targets. With this as the target for a moderate intensity (1016 W/cm2) main laser pulse, generation of energetic electrons, as high as 6 MeV, has been observed. Protons with energies of 600keV have also been detected. In comparison, bulk targets at similar intensities lead to electrons of highest energy of only 300 keV. The results show that a relativistic electron accelerator is possible at moderate driving laser intensities. [Contact person: M. Krishnamurthy]

Theoretical Physics

- **Understanding glass transition and mechanical properties of amorphous solids**
  Results from this group showed that the static and dynamic properties of glasses with medium-range crystalline order (MRCO) are different from those of other generic glass-forming liquids. Studies on bio-preservation showed that tuning short time relaxation in the glassy system can generically lead to better preservation with possible future implications in food and drug preservation. Research work on the microalloying showed that materials' rheological property can be tuned by introducing inclusions in the materials in the form of random pinning which changes the usual heterogeneous nature of the yielding process to more homogeneous one. These results

will have implications in designing micro-alloys or soft glasses with the possibility of tuning the rigidity and failure thresholds. [Contact person: Smarajit Karmakar]

- **The thermodynamic origin of solid rigidity**
  Using theoretical arguments and state of the art computational techniques, origin of rigidity in crystalline solids was investigated. A framework was developed within which several vaguely understood phenomena become clear and quantitative predictions may be made and checked. Using the same framework, one can also look at the problem of drug design and the binding of ligands to proteins. [Contact person: Surajit Sengupta]

- **Exploring fundamental questions in multiphase turbulent flows**
  Multiphase flows appear in a variety of natural and industrial phenomena such as transport of aerosol, volcanic ash in atmosphere, raindrop formation, formation of planetesimals in protoplanetary disks, and emulsions in industry. During the period, the following wereaddressed:
  1. Topology of two-dimensional turbulent flows of dust and gas: This study used an Eulerian approach to investigate topological properties of dust velocity field and show that outward spirals are the least probable topological structures.
  2. Psuedo-turbulence in buoyancy driven bubbly flows: Using state-of-the-art direct numerical simulations and dominant balance analysis, the complex spatio-temporal flow generated by swarm of bubbles was investigated. It was shown that the flow properties strongly depend on the Reynolds number.
  3. Turbulence in dense emulsions: The kinetic energy spectra and flux in turbulent phase-separating symmetric binary-fluid mixtures is being investigated.
     [Contact person: Prasad Perlekar]

- **How is an intermittent state approached?**
  For particles driven by fluctuating height fields, it was shown that there is a length scale which grows with time and governs the amount of particle clustering, and thereby intermittency. As a result, quantitative measures such as flatness exhibit scaling, for a broad class of drivings. [Contact person: Mustansir Barma]

Science Education

- **Encouraging 'concept-based learning' among middle and high school students of TSWREIS schools through weekly outreach visits**
  Volunteers from TCIS and University of Hyderabad conducted a total of 72 weekend visits to three nearby TSWREIS schools i.e Gowlidoddi (22 visits), Narsingi (22 visits) and Shaikpet (28 visits) in 2018-19. These visits majorly aimed to inculcate concept-based learning of Science and Mathematics among 6th to 9th grade students. Reading habits of students were motivated through library sessions during outreach visits. Apart from textbook-based teaching, activity-based learning of concepts was encouraged and students were stimulated to interact freely and ask questions. These interactions with students and teachers played a significant part in motivating an R&D project in science education titled "Sawaliram 2.0", based on curiosity and questioning among school students. [Contact person: Jayashree Ramadas]

Homi Bhabha Centre for Science Education

- **Science and Mathematical Olympiad**
  Orientation-cum-Selection camps (OCSC) for five Science Olympiads (Astronomy, Biology, Chemistry, Junior Science and Physics) and Mathematical Olympiad were held at HBCSE, in which a total of 217 students participated. The Indian teams for the corresponding international Olympiads were selected in these camps. At the international Olympiads held between July and December, 2018, 30 Indian students participated, winning 12 gold, 13 silver, 4 bronze medals and 1 Honourable Mention. Every member of the Indian team at the International Physics Olympiad held in Lisbon, Portugal won a gold medal, putting India at the top of the medals tally. [Reported by: National Coordinator's Office (Science Olympiad)]

- **Pandit Madan Mohan Malaviya National Mission on Teachers and Teaching (PMMMNMTT)**
  In February 2019, HBCSE was approved as a "Centre for Excellence in Science and Mathematics Education" (CESME) under the Pandit Madan Mohan Malaviya National Mission on Teachers and Teaching (PMMMNMTT), a scheme under the Ministry of Human Resource Development (MHRD). The Centre will host a range of programmes related to teacher professional development in the future.

- **Teacher professional development and teacher orientation**
  During this academic year, more than 70 workshops were conducted at HBCSE and elsewhere, for over 1300 participants, which included science and mathematics teachers, teacher educators, and resource persons from identified groups of schools, and teacher education institutes.

- **Collaborations with external organisations/institutes**
  HBCSE members have continued to collaborate, consult and support various national and state level institutions like Kendriya Vidyalaya Sangathan, District Institute for Education and Training (DIET) Haryana, Rajiv Gandhi Science and Technology Commission and their project on 'Science and Innovation Activity Centres', Mumbai Science Teachers' Association, Ramanujam Mathematical Society, Yashwantrao Chavan Maharashtra Open University, Centre for Education Innovation and Action Research of Tata Institute of Social Sciences among others.

- **Developing course material for autistic students**
  The group was involved in developing course material for autistic students in collaboration with M. B. Barvalia Foundation's Spandan Holistic Child Care Centre, BMC School, Pant nagar, Ghatkopar (East).

- **The 9th Annual Research Meet**
  The annual research meet (ARM) at HBCSE is focused on the work of the doctoral students at HBCSE, and is an occasion when faculty members participate as collaborators and discussants. The 9th ARM saw participants from outside of HBCSE as well. Two symposia were held, one on teacher training and teacher education and the other on experiences and challenges of PhD research scholars. The meet provided an intense, yet informal and supportive forum for presentation, discussion, sharing and debate.

- **School Science Research and Development: A Participatory Action Research project (SSRD-PAR)**
  A long term Participatory Action Research (PAR) project with a neighbouring government aided school is currently in its fifth year of implementation. The project aims to develop a model of PAR in school education. This academic year, various activities, lesson plans and worksheets for Grade 6 science (Maharashtra State Board) were designed and reviewed by teachers and researchers together. In a month-long summer camp the students were engaged in activities of making solar cookers, rainwater harvesting systems, origami, and also exposed to sessions on word games, food and nutrition and design thinking. [Reported by: School Science Research and Development Group]

- **Mathematics Teachers' Association Conference**
  The inaugural conference provided a forum for mathematics teachers, mathematics educators and mathematicians from all over the country to come together and discuss aspects of mathematics education, and to offer directions for the newly formed Association. The conference also featured two workshops on 'Bridging school and college mathematics' and 'Use of technology in the mathematics classroom'. [Reported by: Mathematics Education Group]

- **Collaboration with Royal Society of Chemistry (RSC)**
  The RSC, UK initiated the RSC-Yusuf Hamied Inspirational Chemistry Program in 2014, with two major components; one had its focus on students whereas the other was primarily meant for teachers. During 2014-2018, about 11,000 teachers were trained as part this programme in the states of Gujarat, Karnataka, Kerala and Maharashtra. The Homi Bhabha Centre for Science Education, conducted an evaluation for the teacher development component in 2018. The study was conducted with 36 government/government aided secondary schools located in urban/semi-urban and rural areas of the four states. [Reported by: Chemistry Education Group]

- **Learning Sciences Research and Development**
  Simulations developed by the Learning Sciences Research Group (available at http://lsr.hbcse.tifr.res.in/teaching-material/) were included in *Go-Lab*, a repository of simulations for science learning, funded by the European Union and based at the University of Twente, Netherlands. [Reported by: Learning Sciences Research Group]

- **Gnowledge Lab Activities**
  Gnowledge Lab designed and developed Instruino v1 (Low cost DIY Internet of Things (IoT) based Common Instrument Platform); Content Management System (C.M.S.) and Learning Management System (L.M.S.). HBCSE deployed IoT based Weather Station V1 that sends data such as wind speed, wind direction, atmospheric pressure, rainfall, light intensity, humidity and temperature to the Thingsboard online platform, where this data is visualized using charts, graphs, analogue gauges and digital gauges widgets. [Reported by: Gnowledge Lab]

- **Collaborative Undergraduate Biology Education (CUBE) Lab Activities**
  This year CUBE program had a major breakthrough by getting the practicing teachers along with students from 15 centers from 10 states to deliberate on the model-system based collaborative research, to be used as context to the curriculum, in the class room. This is in addition to the Summer, Diwali, X'mas vacation workshops and the three subsequent Mid-term Follow-up meets to ensure continuity of research work and more importantly, in the maintenance of Model

Systems during the academic-term in colleges/schools. New CUBE centers were initiated at Kolkata, Kanpur, Bilaspur, Hyderabad, Guntur, Nattika and Pondicherry in colleges and schools, apart from starting CUBE Locality labs based at homes of students and teachers in many parts of the country to do curiosity-based collaborative research. [Reported by: CUBE Lab]

- **Computational studies of how massive stars evolve and explode as supernovae**
  The study simulated the evolution of massive stars prior to the collapse and explosion in a supernova with a numerical code called MESA. A significant variation of internal and surface properties of the star were seen with the treatment of convective overshoot in the model calculations, including the presence of "Blue Loops" in the colour-magnitude diagrams. A team (including visiting students from different Indian universities working under HBCSE's NIUS program) compared the simulated light curves of supernovae with multi waveband observational data from type II Plateau supernova SN 2013ej. Part of the work was presented in an international conference at Stockholm in June 2018. [Contact person: Alak Ray (Raja Rammana Fellow)]

- **A national collaboration searching for new radio pulsars with the upgraded GMRT and publications**
  Published a paper in the *Astrophysical* Journal on: Long-term Behaviour of a Type IIP Supernova SN 2004dj in the Radio Bands with radio astronomers in National Centre for Radio Astrophysics (P. Chandra, A. J. Nayana). Published a work with astronomers in the Indian Institute of Astrophysics (N. Kameswar Rao and others) in the journal *Astronomy and Astrophysics* on the planetary nebula NGC 6302 (Butterfly nebula), using the Ultraviolet Imaging Telescope on board the ASTROSAT. [Contact person: Alak Ray (Raja Rammana Fellow)]

- **Archival studies of the early development of atomic research in India**
  This project studied the early history of the atomic energy research in India working at the TIFR Archives, Meghnad Saha Archives (Kolkata) and Nehru Memorial Museum and Library (Delhi). A book review titled "Science without borders: A view from Tata Institute of Fundamental Research" on Indira Chowdhury's book on TIFR, was published on Nature Blogs (along with P. Shastri). [Contact person: Alak Ray (Raja Rammana Fellow)]

- **E-learning Portal in Hindi**
  The innovative e-learning portal in Hindi (http://ehindi.hbcse.tifr.res.in) started in 2008 was registered with a new domain name (http://vigyanshiksha.in). The website was further developed with addition of new educational materials during this academic year. [Contact person: K. K. Mishra]

- **Kumar Vishwakosh**
  In collaboration with Maharashtra Rajya Marathi Vishwakosh Nirmiti Mandal (Mumbai), HBCSE is producing reference material in Biology & Environment for students and teachers at secondary and higher secondary level. The Government of Maharashtra released the web version of Kumar Vishwakosh: Part 3 on February 9, 2019 in a public function at Triveni Sahitya Sangam (त्रिवेणीसाहित्यसंगम) organized by Vishwakosh Nirmiti Mandal, Mumbai. [Contact person: V. D. Lale]

Vigyan Pratibha Group

- **Development of Class 9 Learning Units (LUs)**

A total of 20 new LUs were developed in this period on a wide variety of topics and pedagogical approaches. For example in Chemistry, there is a LU on the history behind the chemical formula of water. In this LU, the students traverse the 30 year long journey scientists made to find the chemical formula of water. There is another LU of Music, where the students investigate the relationships between pitch of a note and the keys in harmoniums and keyboards. There is a LU on food grains, where students try to find out which of the food-grains that we use in our everyday life contain proteins through very simple procedures. In the LU on Midpoint Quadrilaterals, students investigate a classical result using a math software called Geogebra.

- **Vigyan Pratibha – HBCSE Summer Camps**
  Between May 15 and June 14, 2018, two summer camps for students were held in HBCSE. The objective of these camps was to try the Class 9 LUs developed by the Vigyan Pratibha team. Each of these camps were attended by about 50 students from neigbouring central government schools following CBSE syllabus (Atomic Energy Central Schools and Kendriya Vidyalayas). A total of 15 LUs were tried in these camps.

- **Vigyan Pratibha (VP) Teachers' workshop**
  Two VP teachers' workshops were organized in this period. A total of 105 teachers from Kendriya Vidyalaya (KV), Atomic Energy Central School (AECS) and Jawahar Navodaya Vidyalaya (JNV) attended these workshops. These workshops were organized to introduce the Class 9 VP LUs and some new Class 8 LUs to the teachers. About 69 schools from the three school systems were represented in these workshops. Apart from sessions around VP LUs, there were sessions on History of Mathematics, Scientific Temper, and Language of Science.

National Initiative on Undergraduate Science (NIUS) Group

- **NIUS exposure cum enrichment camps for students**
  During this period, three NIUS exposure cum enrichment camps were held for Biology, Chemistry and Physics subject, open to first year undergraduate students. A total of 147 students attended these camps. Towards the end of these camps, 59 students were selected for doing projects in different subjects (7 in Biology, 20 in Chemistry and 32 in Physics, including Astronomy).

- **NIUS projects completed by students and workshops for teachers**
  The number of completed NIUS projects was as follows- 4 in Biology (2 at HBCSE and 2 outside HBCSE), 8 in Chemistry (6 at HBCSE and 2 outside HBCSE) and 2 in Physics (1 at HBCSE and 1 outside HBCSE). Two of the completed projects in Chemistry were published in conference proceedings of a National Symposium. One workshop in Biology and 3 workshops in Chemistry were held for 86 teachers.

Design and Technology Education Group

- **Design and Technology Education Website**
  Since the launch of Design and Technology Education Website (https://dnte.hbcse.tifr.res.in/) in January of 2018, the website has received more than 27000 hits by over 7700 unique visitors. The resource section has been populated with 32 resources (Hindi, English and Marathi) which are now freely available to teachers and educational practitioners, who wish to introduce students to design and technology activities.

- **Reflective account: Interview with an eighth grader**

A short case study sought to present some insights gained through an interview with a middle school student. The study, which is reported in the NCERT Journal *Voices of Teachers and Teacher Educators* as a reflective account, tried to bring to light a student's likes and dislikes in connection with school, ideas about science, technology, and society etc., and how that influenced the way he engages in activities of design and technology. Though one cannot generalize, this exercise provided some opportunity to reflect on the way one designs activities for children.

Research Facilities

TIFR Balloon Facility, Hyderabad

- **Far-infrared observations using TIFR 100-cm balloon-borne telescope**
  The TIFR 100-cm balloon-borne telescope (T100) along with a Japanese Fabry-Perot Spectrometer (FPS) was launched on October 28, 2018, from the TIFR Balloon Facility, Hyderabad, during winter 2018 flight campaign. The FPS (R ~1800) is tuned to the astrophysically interesting fine structure line of [C II] at 157.74 microns. [C II] line is one of the most dominant cooling lines in Photo Dissociated Regions (PDRs), especially in low gas density PDRs. The T100 performed as designed with a Japanese FPS at the focal plane. During this flight, large regions in [C II] line and continuum of several Galactic star-forming complexes in the fast scanning mode were successfully mapped. The data analysis of the FPS observations is currently under way. [Contact person: Devendra Ojha]

- **Tethered Balloon Hoisting for C-DOT, New Delhi for the wireless communication**
  TIFR Balloon Facility (BF), Hyderabad successfully conducted demo hoisting of a tethered balloon (Kytoon) at BF during December 2018 to test the wireless communication payload setup of C-DOT, New Delhi and to study on-site feasibilities. C-DOT has already started the broadband connectivity in 100,000 villages under 'Bharatnet' project and is further progressing to provide technology to connect every village in the country. C-DOT finds the concept of establishing a tethered balloon as a floating platform for providing broadband and other communication facilities in rural, remote and inaccessible areas of the country of great interest and would like to develop this into a field deployable system. As per the joint collaboration, BF team supplied two 9.9 cu.m. Kytoons along with a mechanical winch for deployment of Wi-Fi services, one at C-DOT, Bengaluru campus and another one at Convergence 2019 at Pragati Maidan, New Delhi which was held from 29 – 31 Jan 2019. [Contact person: Devendra Ojha]

Pelletron LINAC Facility

- **Pelletron LINAC facility**
  The Pelletron LINAC facility continued to serve as a major heavy ion research facility. This year a special beam cycle of ~ 2 months durations was operated with 9Be beam. A total of 33 experiments were completed with different beams. The facility is scientifically very productive and the work resulted in 26 publications in international journals.

- **Developmental activities related to PLF instrumentation**
  1. A LabVIEW based network interface using Client-Server architecture was developed for remote monitoring of both valve and vacuum on the client PC console, for the vacuum systems of LINAC and user beam halls.
  2. For remote monitoring of neutron area monitors, a LabVIEW based TCP VI network interface using Client-Server architecture was developed and implemented. Neutron dose and warning/shutdown alarm status is displayed, which is refreshed every 2 seconds.
  3. Remote operation of slits used for beam collimation, is highly desirable as it facilitates dynamic control without beam interruption. The slit controller design based on Silicon lab make C8051F020 microcontroller, employing 12 bit ADC for the slit position and the Micro

stepping Driverfor smooth movement has been developed and tested. Slit position control and monitoring is available on local control unit and remote access is available on RS232 communication interface. A micro-stepping stepper motor controller based on A4988 driver was designed for multiple tuner/coupler adjustments.

4. For remote monitoring of humidity in the LINAC hall, a humidity transmitter was mounted in the beam hall. The 4-20 mA current output of the sensor is converted in suitable analog voltage through electronic circuit to show 0-100% humidity level on display. An alarm is generated if humidity exceeds an adjustable preset level.

- **Developmental activities: cryogenics, mechanical and infrastructure**
  A modified end plate was fabricated, lead plated and installed on one of the resonators to get the desired operating frequency window. Tuner modifications have been carried out for improving alignments of the parts which hold the motion transfer mechanism. A new triaxial helium transfer tube was fabricated and installed. The bayonets from the leaky transfer tube were cut and another spare transfer tube was fabricated utilizing the same. A combination of RO-DI unit has been successfully installed and commissioned.

- **Target lab activity**
  1. The target lab continues to provide excellent support for PLF experiments. On an average of 400-500 targets are prepared annually for experiments at PLF and other accelerators. In this year, some of the special targets prepared were: Thorium (Th232), Uranium (U238) rolled foils and Cesium Nitrate foils by evaporation. Improvements have been made for enriched target evaporation by modifying crucible shape, which has reduced wastage of the enriched target materials.

  2. A collaboration for production of radioisotopes for medical application has been initiated with Radiation Medicine Centre (RMC). Feasibility of procedures for extraction of Nickel (Ni) from Nickel chloride solution ($NiCl_2$) has been tested at Target Lab.

- **Niobium resonator development**
  To qualify the electrical design and the ebeam welding fabrication steps, the SS prototype fabrication has been initiated. A pneumatic press for sheet metal operation was developed in house. A custom electronic control circuit for electro-pneumatic operation of the press has been designed in house and tests are in progress.
  [Contact persons: Vandana Nanal and Rudrajyoti Palit]

National Facility for High Field NMR

- **Electron spin polarisation in covalently linked molecules of chromophore and free radical**
  Several chromophore-radical systems, separated by a spacer group of different lengths, were synthesized (chromophore = pyrene, anthracene or naphthalene, free radical = 2,2,6,6 tetramethyl piperidine-N-oxyl) and their photophysical quenching were studied. Formation of charge transfer states and ESP generation as a function of the distance between the chromophore and the free radical were studied. [Contact person: Ranjan Das]

- **Analysis of an electrolyte with 13C NMR**

One of the ongoing projects in the Materials Chemistry Lab at TIFR entails using an electrochemical approach to formation of H_2O_2 as the oxidized product of water splitting. During the reaction, CO_2 is purged in order to keep the pH at neutral or at slightly acidic levels. During this process, using 13C nmr, researchers observed that CO_2 undergoes a reduction at the counter Pt electrode and both formic acid and methanol were successfully detected as the products of this reduction. [Contact person: Deepa Khushalani]

- **Structure and dynamics of human γS-G57W causing severe infantile cataracts**
  Biomolecular NMR investigations on the recently identified childhood cataract variant (G57W) of human γS-crystallin revealed the key role of the unusually exposed non-conservative W57 in promoting structural instability. 3D structural characterization, conformational dynamics studies on different timescales and biophysical investigations on the full length proteins and their individual domains in concert established the role of inter-domain contacts in tuning the stability of one domain at the cost of another. This study provided crucial functional insights into lens crystallin aggregation suggesting therapeutic strategies to delay and upset lens opacification. [Contact person: K. V. R. Chary]

- **Design and development of novel sensing strategies for imaging non-genetically encoded small molecules and ions in vivo**
  The theme of the research group is to use fundamental chemical insights from molecular recognition and coordination chemistry to devise highly sensitive and reversible molecular detection schemes. The overall goal is to apply the probes for elucidating the role of dynamic changes in small molecules and ions in biological function. The probe development efforts heavily rely on the synthesis and characterization of novel compounds. NMR is one of the major characterization techniques used for validating the structures of novel probes. [Contact person: Ankona Datta]

- **Using NMR spectroscopy to probe the mechanism of Photo induced transitions in both materials and biological systems like peptides**
  The Reaction Dynamics group probes the mechanism of Photo induced transitions in both materials and biological systems like peptides. It was found that F-F dipeptide aggregation pathway can be modified by attachment of an azo-group on the phenylalanine side-chain. Surface-enhanced Raman spectroscopy was carried out to quantify the monomer and the aggregates: fibrils and vesicles. In the trans-configuration of the Azo group the Azo-F-F dipeptide easily forms fibrils at high concentration. Under UV-illumination at 450 nm these fibrils can form vesicles and while under 365 nm illumination, they can be reversibly switched back to fibrils. However, the entire aggregation process is stopped if the Azo group is switched to cis configuration in monomeric condition. [Contact person: Jyotishman Dasgupta]

- **NMR in Herbalomics**
  Herbal preparations have many constituents which seem to work in a synergistic manner, and thus a particular preparation is able to cure many seemingly unrelated diseases; presumably, different components of the preparations are responsible for different activities and because of the synergy between them, the side effects are likely to be reduced. This area of science dealing with systematic characterization of the effects of variety of herbal preparations, on various metabolic pathways, diseases etc, has been termed as 'Herbalomics'**.** A detailed study of various aspects of a

variety of herbal preparations have been initiated using NMR which is the most powerful tool for characterizing structures and interactions of molecules in solution. [R. V. Hosur]

- **Novel pure shift NMR methods and their applications**

1. Solution state NMR plays an important role in structural studies of small organic molecule mixtures and proteins. However, more often severely overlapped 1H-1H scalar couplings present in the inherent limited 1H-NMR chemical shift range (~10 ppm) significantly hampers the spectral resolution and that makes the chemical shift analysis difficult. In order to circumvent this issue, different advanced versions of PSYCHE/ ZS-homodecoupling (pure shift NMR) methods have been developed, i.e, NUS-PSYCHE-TOCSY, PS-CLIP-COSY, Hadamard-PSYCHE-TOCSY, CPMG-PSYCHE/ Inversion Recovery (IR)-PSYCHE, for unambiguous chemical shift assignments and to monitor the drug-protein interactions.
2. For the simultaneous determination of 1H-1H and 1H-19F scalar couplings in complex steroid molecules, a homodecoupled diagonal-2D experiment, F1-PSYCHE-DIAG has also been developed.
3. To recover the homonuclear scalar coupling information that decouples in the pure shift NMR, two different variants of pulse sequences, viz. selective coupling reintroduction in pure shift (SCRPS) and J-scaled pure shift (JSPS) experiments are designed; wherein, the earlier one maps complete scalar coupling spin network of complex organic molecules and the latter one facilitates the measurement of valuable long range scalar coupling information at ultra-high resolution.
4. The applications of pure shift NMR methods are not limited to small molecules. They have been extended for the sequential acquisition of two HSQC spectra (13C-HSQC of small molecules and 15N-HSQC of proteins) in a single NMR experiment (PRO-SMASH-HSQC2). This method permits monitoring the drug-protein interactions at atomic levels and will have a potential applications in drug discovery programs. [R. V. Hosur]

Science Popularization and Public Outreach at TIFR: A short summary

The Science Popularization and Public Outreach Committee (SPPOC) of TIFR conducts various programmes to convey the importance of exciting new developments in science and technology to the general public with a special emphasis on showcasing the research being done in TIFR. A major focus of this effort is to reach out to school/college students and teachers, especially in under-served communities, and to inspire students to pursue a career in basic sciences.

The annual "Frontiers of Science" programme, providing an opportunity for 9th/10th standard students and teachers from selected schools to visit TIFR was held on 25th November 2018. More than 1800 visitors were welcomed from a wide cross section of schools, especially those from a rural or under-served communities, including schools of the Mumbai and Nashik Municipal Corporation, and children of employees of the Dept. of Posts. Frontiers of Science 2018 was the largest so far, with 49 labs/facilities of the institute showcasing their work, and almost 400 volunteers, mostly the graduate students, and trained BSc/MSc students from local colleges engaged in the labs or to escort the visitors.

TIFR's flagship science café series *Chai and Why?* entered its 10th year, running without a break since 2009, with regular sessions at Prithvi Theatre on the 1st Sunday, Ruparel College on the 3rd Sunday of every month, and at Alexandra School, Fort in months with a 5th Sunday. In 2018-19, *Chai and Why*? provided a platform for informal discussions on several interesting scientific topics. From black holes to the limits of computing, and from Ramanujan's Tau functions to neuronal repair the *Chai and Why?* sessions reflected the eclectic mix of research at TIFR. The popular vacation specials with a focus on children had sessions on chromatography, extracting DNA, mathematical patters in dance etc. The partnership with Junoon's "Mumbai Local" series was continued, featuring conversations with TIFR scientists, in an effort to bring community engagement with scientists to neighbourhood venues across Mumbai.

The National Science Day celebrations, with an open house on Sunday February 24th 2019, saw more than 2000 visitors come to the institute for a day of science demonstrations in a large open-air science *mela*, tours of selected laboratories, and a series of exciting lectures throughout the day. A large team from the TIFR Colaba campus participated in the activities at the GMRT Science Mela around National Science Day. The outreach team also set up stalls with several hands-on demonstrations during the TIFR Founder's Day programme.

Simple experiments, requiring only materials easy to find at home, that permit hands-on exploration of scientific concepts, have been a key feature of outreach lecture-demonstration programmes conducted at schools and colleges across the city and beyond. Members of the outreach team conducted science demos at several schools and colleges in the Mumbai metropolitan region. The outreach team was invited to showcase the experiments at CHASCON, the Chandigarh Science Congress and other institutions in the area, and at the Varahamihir Science Centre Aurangabad. A week-long science workshop for children*The Exciting Exploratorium* was organized as part of Prithvi Theatre's summertime activities. To provide for a more inclusive outreach programme the outreach team visited several outstation institutions/schools in rural areas such as Holichagaon, Khatav, Mhasurne, Rethare, Karad, and Indoli, in Satara district, and Walvati, Dighi, Borli, and Shrivardhan in Raigad district etc. reaching out to almost 4000 students and teachers.

Most TIFR centres also have their own active outreach programmes. Some of the major ones are detailed below.

The International Centre for Theoretical Sciences (ICTS), *Bengaluru*

ICTS organises frequent *Public Lectures* (by eminent scientists from India and abroad), the *Einstein Lectures* series (where schools, colleges and other organizations can request to organize a lecture anywhere in India, covering a wide spectrum of topics) and *Kaapi with Kuriosity* (a monthly public lecture series, in collaboration with the Jawaharlal Nehru Planetarium and other educational institutions in Bengaluru).

National Centre for Radio Astronomy (NCRA)*, Pune*

The Giant Metrewave Radio Telescope (GMRT, Pune) observatory of NCRA organizes one of the largest science exhibitions in the country around National Science Day, drawing crowds of about 20000 people over two days, involving more than 600 school and college projects, interactive experiments, talks, workshops and movie screenings. Apart from this, NCRA seeks to help increase Astronomy awareness and literacy around Junnar district, and hosts school and college groups who wish to see the telescopes in Pune and Ooty.

The National Centre for Biological Sciences (NCBS)*, Bengaluru*

NCBS has a very vibrant outreach program in life science research. An initiative of the communications office is to help communicate science in regional languages to the general population. The communications office organized several talks and also undertook different initiatives to expand outreach activities at the centre. By taking science out of the campus as part of the *Science Cafe* series of talks in and outside Bengaluru, research conducted at NCBS now reaches a wider audience.

TIFR Centre for Interdisciplinary Sciences (TCIS), *Hyderabad*

TCIS organises *Deep Learning*, an outreach initiative with schools of the Telangana Social Welfare Residential Educational Institutions Society, to support meaningful, laboratory-based science learning. As part of the initiative, low-cost paper microscopes called "*Foldscopes*" were introduced in a few schools recently on a pilot basis. TCIS also runs the *Meet a Scientist* program, conducted in face-to-face mode in local schools, and in distance mode in remote schools. Apart from popular talks on specialised areas, this program is devoted to addressing students' questions. TCIS encouraged 'concept-based learning' among middle and high school students of TSWREIS schools through weekly outreach visits.

In the past year, volunteers from TCIS and University of Hyderabad conducted a total of 72 weekend visits to three nearby TSWREIS schools i.e. Gowlidoddi (22 visits), Narsingi (22 visits) and Shaikpet (28 visits) in 2018-19. These visits majorly aimed to inculcate concept-based learning of Science and Mathematics among 6^{th} to 9^{th} grade students. Reading habits of students were motivated through library sessions during outreach visits. Apart from textbook-based teaching, activity-based learning of concepts was encouraged and students were stimulated to interact freely and ask questions. These interactions with students and teachers played a significant part in motivating an R&D project in science education titled "Sawaliram 2.0", based on curiosity and questioning among school students.

Homi Bhabha Centre for Science Education (HBCSE)*, Mumbai*

HBCSE's outreach seeks to develop deeper engagements with science at the school level, particularly through talent nurture and teacher education programs. High impact programs include Vigyan Pratibha (science talent nurture programme for Class 8-10 students in Kendriya Vidyalayas, Navodaya Vidyalayas, and Atomic Energy Central Schools), CUBE (a novel nation-wide project to learn undergraduate biology collaboratively, using inexpensive equipment, simple model organisms and hubs based in colleges).

The National Science Day (NSD) celebration saw over 3000 visitors at HBCSE. Around 55 teacher trainee students and 14 undergraduate students were invited and trained to be demonstrators for NSD 2019. This year a contest on “Innovative teaching-learning practices in the classroom” was conducted in which teacher education colleges of Mumbai participated. Additionally, during this period, 38 workshops for over 890 students were conducted in the area of science, maths and design and technology education. HBCSE also conducted numerous outreach activities in the city and nearby districts.

FUTURE AND ONGOING PROGRAMMES 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. **Giant Metrewave Radio Telescope (NCRA, Pune):** The Giant Metrewave Radio Telescope (GMRT), an international facility built and operated by NCRA for radio astronomical research at metre wavelengths, has undergone a major upgrade in the last 5 years, which is now complete. The main goal was to increase the frequency coverage of the GMRT over 110 to 1460 MHz, with near seamless frequency coverage, and improve the instantaneous bandwidth by and order of magnitude to 400 MHz. These upgrades provide significant improvement in the sensitivity to continuum imaging and pulsar studies, and much improved versatility for detection of the red-shifted neutral hydrogen from different epochs tracing the evolution of the Universe. The upgraded GMRT was formally inaugurated on 21 March 2019. The completion and full release of the uGMRT has been a major milestone for NCRA.GMRT is a very versatile instrument for investigating a variety of radio astrophysical problems ranging from nearby Solar system to the edge of observable Universe. [Contact person: Yashwant Gupta]

2. **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]

3. **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. TIFR was part of an effort, led by M. Haney, which performed a generic -1PN test to probe the effects of dipole radiation in the data analysis of binary black hole events like GW170608, and GW170814 and the BNS event GW170817. During the last three years, the LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration have detected close to a dozen merging black hole binaries. [Contact person: Bala Iyer]

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. **Development of TIFR-ARIES Near Infrared Spectrograph (TANSPEC)**: A Near Infrared Spectrograph (TANSPEC: TIFR-ARIES Near Infrared Spectrograph Camera) was developed as a collaboration project between TIFR, ARIES, Nainital, and MKIR, Hawaii, to be used on the main port of the 3.6-meter Devasthal Optical Telescope (DOT). The spectrograph operates in two modes whereby the spectrum is focussed on to a 2k x 2k H2RG array. In the cross-dispersed mode, a combination of a grating and two prisms are used to pack all the orders on to the H2RG array at a resolution of R ~2750 in the K-band. It also has a low resolution prism mode (R ~100 - 350) for high throughput observations. The first cool down tests of TANSPEC (after installation of optics and detectors) were successfully completed in December 2017. The TANSPEC was shipped to DOT on 10 March 2019 and it will undergo engineering and commissioning runs on the telescope during April - May 2019. [Contact person: Devendra Ojha]

6. **Infra-Red Spectroscopic Imaging Survey (IRSIS) Payload:** The Infra-Red Spectroscopic Imaging Survey (IRSIS) payload for an Indian Satellite aims to carry out unique astronomical measurements in the infrared waveband leading to new research results of fundamental importance. The IRSIS proposes to carry out an infrared spectroscopic imaging survey, covering approximately 50% of the sky in 2 years, with the wavelength coverage of 1.7 -- 6.4 microns.The Laboratory Model of the IRSIS satellite experiment has been completed and extensively tested. The final Laboratory Phase Model report has been submitted to ISRO (Space Science Office) for approval of the project for development of the Flight Model. [Contact person: Devendra Ojha]

7. **Research work related to ASTROSAT**: ASTROSAT is the first dedicated Indian astronomy mission aimed at studying celestial sources in X-ray, optical and UV spectral bands simultaneously. The payloads cover the energy bands of Ultraviolet (Near and Far), limited optical and X-ray regime (0.3 keV to 100 keV). One of the unique features of AstroSat mission is that it enables the simultaneous multi-wavelength observations of various astronomical objects with a single satellite. AstroSat with a lift-off mass of 1515 kg was launched on September 28, 2015 into a 650 km orbit inclined at an angle of 6 deg to the equator by PSLV-C30 from Satish Dhawan Space Centre, Sriharikota. The minimum useful life of the AstroSat mission is expected to be 5 years. At present, all the payloads are operational and are observing the cosmic sources. The spacecraft and payloads are healthy. The first six months was dedicated for performance verification and calibration of payloads. After that, the science observations by the payloads began. Researchers from TIFR analysed the data from the Indian satellite AstroSat and the US satellite Chandra from the accreting black hole system 4U 1630-47, and measured the black hole spin, which came out to be close to the maximum possible spin. It is extremely important to measure the spin of black holes to probe such objects and to study the strong gravity region

around them. In this work, the AstroSat Soft X-ray Telescope was the primary instrument, and all instruments gave consistent spin values, showing their reliability. This was the first cooperation between India and the USA using AstroSat and Chandra satellites for black hole studies. [Contact person: H. M. Antia, Sudip Bhattacharyya]

8. **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. Members of the CMS collaboration at TIFR participated in precision SM measurements to study properties of jets and vector boson production, single top production in association with Higgs, diHiggs production, *B*-physics related measurements and the landmark measurements of Higgs boson coupling to top quarks. Two milestone results on the measurement of couplings of the standard model (SM) Higgs boson to the two heaviest fermions, have been achieved during the year 2018.
[Contact persons: Shashi R Dugad, Kajari Mazumdar, Gobinda Majumder, Monoranjan Guchait]

9. **BELLE Collaboration (KEK, Japan)**: The Belle experiment at the KEK B-factory in Tsukuba (about 50 km northeast of Tokyo) was built to study that phenomenon, called charge-parity (CP) violation, in the decays of B mesons, a class of subatomic particles containing a bottom quark, that are copiously produced in electron-positron collisions. The TIFR group has been a key partner in the experimental program at KEK since 1998. On the Belle II front, the group led the design, prototyping and construction of layer 4 of the silicon strip-based vertex detector (SVD). The group participated in its pilot run, where the first collisions were recorded in April 26, 2018 with all subdetectors but for the vertex detector installed. Only a subset of the vertex detector was part of the run, as the researchers wanted to measure the beam background before installing it in entirety. Satisfied with the results, the full vertex detector was installed to the Belle II spectrometer around December 2018. The modules that were built for the layer-4 of the silicon microstrip vertex detector (SVD), after a long design and prototyping phase, have been part of this installation. This is for the first time that India has built such state-of-the-art detectors which would enable us to track charged particles to an accuracy of 20-30 microns. In addition to this hardware contribution, the group is also involved in the software reconstruction and development for Belle II. G. B. Mohanty has been appointed as the Physics Coordinator of Belle since April 2018 and has also been elected to serve as the Deputy Chair of the Belle II Institutional Board, which determines the operating principles for the 900+ strong international collaboration. [Contact person: G. B. Mohanty]

10. **India-based Neutrino Observatory (INO) Collaboration**: The India-based Neutrino Observatory (INO) Project is a multi-institutional effort aimed at building a world-class underground laboratory with a rock cover of approx.1200 m for non-accelerator based high energy and nuclear physics research in India. The project includes construction of an underground laboratory and associated surface facilities at Pottipuram in Bodi West hills of Theni District of Tamil Nadu, construction of an Iron Calorimeter (ICAL) detector for studying neutrinos, and setting up of National Centre for High Energy Physics at Madurai, for the operation and maintenance of the underground laboratory, human resource development and detector R&D along with its applications. The initial goal of INO is to study neutrinos. Development of detector technology and its varied applications is an important aspect of the project. [Contact person: Vivek M. Datar]

11. **Ground-based TeV Gamma Ray Astronomy**: Very high energy gamma ray observations of various astronomical sources like active galactic nuclei and gamma ray pulsars were carried out using HAGAR telescope system at Hanle in Ladakh. Multiwaveband studies were carried out for couple of blazar class active galactic nuclei. Work on development of prototype for G-APD (i.e. SiPM) based imaging camera for 4m class telescope continued. 16 pixel prototype module with front end electronics was successfully tested at Hanle.Work on proposed 256 pixel Geiger-mode avalanche photodiode (G-APD) based imaging camera for 4m class telescope progressed further during this year. A first prototype 16-pixel front-end electronics module was assembled and tested using one of the HAGAR telescope mirrors at Hanle. The module comprised of 16 G-APD pixels, with light concentrators and dichroic filters, pre-amplifiers, G-APD bias supply boards and low voltage supply. Work for the next step, i.e. construction of 4 module (64 pixels) prototype camera was initiated. This prototype will be mounted on vertex element of TACTIC telescope operated by BARC at Mt. Abu and tests will be carried out in collaboration with Astrophysical Sciences Division of BARC. [Contact person: Varsha R. Chitnis]

12. **Quantum Computer at TIFR**: Quantum computers store and process information using quantum two level systems (quantum bits or qubits) which unlike classical bits, can be prepared in superposition states. This key ability makes quantum computers extremely powerful compared to conventional computers when solving certain kinds of problems like finding prime factors of large numbers and searching large databases. At TIFR, in the Department of Condensed Matter Physics and Materials Science, functioning of a fully programmable three-qubit superconducting quantum processor with all-to-all coupling was demonstrated as an early step to the building of a quantum supercomputer. High fidelity quantum measurements are a crucial part of a scalable quantum computing architecture. Apart from determining the state of a quantum register, they are also important for accurate state initialization and quantum error correction. The lab has been working extensively with superconducting qubits in the 3D architecture which offer modularity and good coherence. In this project a technique was developed to multiplex the readout of 3D waveguide cavities using a rectangular waveguide feedline. This will help in minimizing resources for experiments involving multiple qubits and cavities in the 3D architecture. Combining this system with our broadband parametric amplifier, researchers have been able to successfully measure four qubits simultaneously with fidelity exceeding 98%. This is an important step for scaling to large number of qubits in the 3D architecture.Further progress is expected during the coming year, TIFR being the leading Indian institution in this direction. [Contact person: R. Vijayaraghavan]

13. **Tethered Balloon Hoisting for C-DOT, New Delhi for the wireless communication:** TIFR Balloon Facility (BF), Hyderabad successfully conducted demo hoisting of a tethered balloon (Kytoon) at BF during December 2018 to test the wireless communication payload setup of C-DOT, New Delhi and to study on-site feasibilities. C-DOT has already started the broadband connectivity in 100,000 villages under 'Bharatnet' project and is further progressing to provide technology to connect every village in the country. C-DOT finds the concept of establishing a tethered balloon as a floating platform for providing broadband and other communication facilities in rural, remote and inaccessible areas of the country of great interest and would like to develop this into a field deployable system. As per the joint collaboration, BF team supplied two 9.9 cu.m. Kytoons along with a mechanical winch for deployment of Wi-Fi services, one at C-DOT, Bengaluru campus and another one at Convergence 2019 at Pragati Maidan, New Delhi which was held from 29th – 31st Jan 2019. [Contact person: Devendra Ojha]

14. **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]

SUMMARY

Annual Report 2018-19

TIFR made significant contributions in distinct areas of science in the year 2018–2019. The report highlights the research activities and achievements of TIFR and its Centres during the period.

School of Mathematics:

A study described Langlands and Arthur parameters of all cohomological representations of a real reductive groups, in particular of all classical groups. An unexpected way of combining techniques from infinite volume 3-manifolds with the theory of cubulations was found and it was shown that certain spaces built naturally from 3 manifolds are also cubulated. An inductive structure in a large class of Artin groups has been found and this information was exploited to deduce the isomorphism conjecture for several classes of Artin groups of finite real, complex and affine types. A non-trivial upper bound for the absolute value of certain exponential sum was established. A study obtained an analogue of Margulis's famous result on the Oppenheim conjecture. Sufficient conditions were obtained for a pair comprising an inhomogeneous quadratic form and a linear form to take dense values at integer points. In a study, several lifting theorems for irreducible representations of the absolute Galois representations of a number field with values in the points over a finite field of a general reductive algebraic group were proved. In particular, for odd representations satisfying suitable local conditions, geometric integral lifts of the representation with Zariski dense image were constructed.

School of Technology and Computer Science:

Researchers considered the complexity of finding popular matchings in complete graphs and showed that this problem becomes NP-hard when the number of vertices in the complete graph is even. It is rare and unusual for a natural decision problem in combinatorial optimization to be efficiently solvable when the size of the input graph has one parity and become NP-hard when the size of the input graph has the other parity. In another study, the conditions under which a pair of parties can compute oblivious transfer (OT) information theoretically securely against a general adversary structure in an incomplete network of reliable, private channels was characterized. Characterizations were obtained for both semi-honest and malicious models. The fundamental limit of the maximum achievable throughput in practical cellular wireless networks was characterized. Exact characterization of the capacity metric for cellular wireless networks was derived, that was shown to first increase polynomially with the density of base stations in the low base station density regime and then scale inverse exponentially with the increasing base station. Another study presented both upper bounds and lower bounds for computing equilibria for Atomic splittable routing games.

School of Natural Sciences:

Department of Theoretical Physics: Researchers showed that fast flavor conversions of supernova neutrinos can occur due to an interesting interplay of interference and collisions. In February 2018, the EDGES collaboration announced the first detection of an absorption signal due to hydrogen from the early universe (when the cosmic age was about 14% of today's age). The absorption strength was twice as large as that expected in the current standard cosmological model. The nonthermal spectral distortions of the cosmic microwave background (CMB) were calculated by explicit evolution of the

electromagnetic cascades for the first time. It was shown that a magnetized iron calorimeter detector observing atmospheric neutrinos (like the proposed ICAL detector at INO) can be sensitive to the presence of a sterile neutrino over a much wider range of mass-square than other experiments. The sensitivity of ICAL to the presence of a sterile neutrino, as well as its ability to identify the mass ordering scheme, were calculated. Researchers predicted masses of several new subatomic particles with both charm and beauty quarks as their constituents. Using the large-scale computational facility of the Indian Lattice Gauge Theory Initiative (ILGTI), they have predicted 13 new charming-beautiful subatomic particles with per mille accuracy. The dynamics of near-extremal Reissner-Nordstrom black holes were analyzed in asymptotically four-dimensional Anti de-Sitter space (AdS_4).

Department of Astronomy and Astrophysics: Researchers focused on understanding how dense stellar environments can dynamically form BH-BH binaries. It was shown that binary BHs formed through dynamical processes in star clusters would show unique distributions of properties including mass ratios, individual masses, and spin alignment, all detectable by LIGO-Virgo. Researchers analysed the data from the Indian satellite AstroSat and the US satellite Chandra for the accreting black hole system 4U 1630-47, and measured the black hole spin, which came out to be close to the maximum possible spin. In this work, the AstroSat Soft X-ray Telescope was the primary instrument, and all instruments gave consistent spin values, showing their reliability. By analyzing individual burst data of AstroSat/LAXPC from the neutron star LMXB 4U 1728-34, researchers showed that the burst emission was not significantly reprocessed by a corona covering the neutron star. A Near Infrared Spectrograph (TANSPEC: TIFR-ARIES Near Infrared Spectrograph Camera) was developed as a collaboration project between TIFR, ARIES, Nainital, and MKIR, Hawaii, to be used on the main port of the 3.6-meter Devasthal Optical Telescope (DOT). The TANSPEC was shipped to DOT on 10 March 2019. Researchers analysed high-resolution space observations of the Sun and detected the presence of Rossby waves in the Sun. A novel technique called normal-mode coupling that is being developed at TIFR was used in this analysis.

TIFR Balloon Facility, Hyderabad: The TIFR 100-cm balloon-borne telescope (T100) along with a Japanese Fabry-Perot Spectrometer (FPS) was launched on October 28, 2018, from the TIFR Balloon Facility, Hyderabad, during winter 2018 flight campaign. During this flight, large regions in [C II] line and continuum of several Galactic star-forming complexes in the fast scanning mode were successfully mapped. The data analysis of the FPS observations is currently under way. TIFR Balloon Facility (BF), Hyderabad successfully conducted demo hoisting of a tethered balloon (Kytoon) at BF during December 2018 to test the wireless communication payload setup of C-DOT, New Delhi and to study on-site feasibilities.

Department of High Energy Physics: Very high energy gamma ray observations of various astronomical sources like active galactic nuclei and gamma ray pulsars were carried out using HAGAR telescope system at Hanle in Ladakh. Multiwaveband studies were carried out for couple of blazar class active galactic nuclei. Work on development of prototype for G-APD (i.e. SiPM) based imaging camera for 4m class telescope progressed well and 16 pixel prototype module with front end electronics was successfully tested at Hanle. On the Belle II front, the group participated in its pilot run, where the first collisions were recorded in April 26, 2018 with all subdetectors but for the vertex detector installed. The full vertex detector was installed to the Belle II spectrometer around December 2018. The modules that were built

for the layer-4 of the silicon microstrip vertex detector (SVD)have been part of this installation. This is for the first time that India has built such state-of-the-art detectors which would enable us to track charged particles to an accuracy of 20-30 microns. In addition to this hardware contribution, the group is also involved in the software reconstruction and development for Belle II. In another study, very high-Q whispering gallery optical resonances were detected in liquid microspheres by coupling evanescent light with a tapered micro-fiber.

Department of Nuclear and Atomic Physics: At TIFR, with 150 TW femtosecond laser, researchers created 13.5-meter-long plasma wire, length limited only by current experimental setup. This advance, coupled with laser heating for long lifetime of plasma channel is significant step towards controlling lightning. By focusing the high power laser pulse on glass target, researchers produced electrons that travelled at near-light speeds. It was found that relativistic electrons lives a few thousand times that of the incident light pulse. Systematic studies with a sapphire bolometer test setup, made with indigenously made NTD Ge sensor, were performed. Response of the bolometer was measured in the temperature range of 10–100 mK with heater pulses of energy equivalent of 0.3–5 MeV. An incon-sistency in the literature data about the αβ transition temperature in Sn has been resolved using Differential Scanning Calorimetry (DSC). The minimization of background plays a key role in improving the sensitivity of rare event experimental searches like ndbd and neutron background is often a major concern. The direct contribution of fast neutrons generated from cosmic muon interactions to the γ-ray background via (n, n'γ) reactions was investigated for the first time and compared with simulations.

Pelletron LINAC Facility: The Pelletron LINAC facility continued to serve as a major heavy ion research facility. This year a special beam cycle of ~ 2 months durations was operated with 9Be beam. A total of 33 experiments were completed with different beams. The facility is scientifically very productive and the work resulted in 26 publications in international journals. A LabVIEW based network interface using Client-Server architecture was developed for remote monitoring of both valve and vacuum on the client PC console, for the vacuum systems of LINAC and user beam halls. A collaboration for production of radioisotopes for medical application has been initiated with Radiation Medicine Centre (RMC).

Department of Biological Sciences: The cytoskeletal and genetic control of spermatid release from *Drosophila* testis was investigated. The study revealed a novel role of the septate junction in maintaining the mechanical integrity of the cyst enclosure during the last stage of sperm maturation. The brain is formed by the concerted action of regulatory factors. It was discovered that transcription co-factor LIM domain binding protein 1 (LDB1) is required for critical steps in the development of the cerebral cortex and thalamus. It was shown that very small RNA molecules called microRNAs control major metabolic pathways by inhibiting synthesis of proteins, and thus contribute to maintenance of blood glucose levels. The epidermis maintains its integrity despite being subjected to repeated mechanical stimuli. A study investigated the effect of inhibition of proliferation on tension sustenance in zebrafish larval epidermis. It was shown that the zebrafish epidermis responds to mechanical stretch by increasing its cell size as well as cell proliferation.

Department of Chemical Sciences: A study demonstrated an effective Surface enhanced Raman technique that can probe membrane proteins, using composite nanoparticles which have a lipid membrane wrapped around silver nanoparticles. Using this technique, it was also shown that the amyloid beta peptide, which are responsible for Alzheimer's disease, can

orient themselves in a particular way on the lipid membrane. Two electroactive semi-conductors BiVO4 (n-type) and Co3O4 (p-type) have been separately evaluated for their energy storage capability in the presence and absence of visible radiation. The Chemical Biology group at TIFR developed novel Cu(II) selective chelators that were highly selective toward Cu(II) ionsand hence would have minimum side effects due to non-specific removal of essential metal ions. The chelators relieved Cu induced oxidative stress in both Menkes disease model cells and live multicellular zebrafish larval model systems. Researchers also reported the sustainable synthesis protocol for carbon coated dendritic fibrous nanosilica and high surface area wrinkled carbon nanospheres using phenol formaldehyde polymerization chemistry. It was found that ubiquitin having more structural contacts resists higher amounts of force and is also structurally rigid.

Department of Condensed Matter Physics and Materials Science: Experimental demonstration of bandwidth enhancement was done in Josephson parametric amplifiers, with quantum-limited noise, beating the standard gain-bandwidth limit. Functioning of a fully programmable three-qubit superconducting quantum processor with all-to-all coupling was demonstrated. First truly broadband, plasmonic quasicrystal was demonstrated. THz metamaterials were demonstrated to mimic classical analogues of quantum optical phenomena including EIT and Fano resonances as well as high Q, actively tunable resonances were also demonstrated. Tunable graphene superlattice was fabricated and studied. InAs nanowires were studied to probe their electrical, mechanical and thermal properties. An optical tweezer based technique to understand weakly adhering systems was developed. The first-ever observation of bulk SC in pure Bi single crystals below 0.53 mK was made under ambient pressure with an estimated critical magnetic field of 0.0052 mT at 0 K. 'Exotic' magnetism was reported in a distorted kagome lattice, based on metals, viz., $Tb_3Ru_4Al_{12}$. Particle size study was reported for the first time for a Eu-based mixed valent compound.

International Centre for Theoretical Sciences:
In Fluid Dynamics and Turbulence, there is an important open question in cloud evolution on how cloud droplets collide and coalesce to form raindrops. It was shown that three-dimensionality enhances clustering near caustics regions, and a large number of collisions occur in very high strain regions, where few particles live. The Basset-Boussinesq force study was completed. A way to handle this force without the need for unrealistic storage was shown for the first time. A study determined the full temperature dependence of two complementary aspects of the butterfly effect: the Lyapunov exponent, μ, and the butterfly speed, V_B. It was demonstrated that Quantum dot systems coupled to circuit-QED architecture (QD-cQED) can be an excellent platform to realize devices such as diodes and transistors. In Mathematics, a study showed that on projective manifolds, there are Quillen bundles which play the role of the geometric quantum bundle. Several explicit examples were given of this phenomenon, for instance, vortex moduli spaces on Kahler surfaces. In String Theory and Gravitational Physics, researchers uncovered a novel such limit for 3-dimensional AdS (Anti-de Sitter) backgrounds in the presence of NS-NS flux. They studied this limit in further detail and found a rather surprising relation between the spectra at this special point and that of the apparently different point which is described by a conventional symmetric product orbifold.

National Centre for Radio Astrophysics, Pune:
The Giant Metrewave Radio Telescope (GMRT), an international facility built and operated by NCRA, has undergone a major upgrade in the last 5 years, which is now

complete. The upgraded GMRT was formally inaugurated on 21st March 2019. 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. It was demonstrated that a new way of beamforming called post-correlation beam-forming significantly improves the capabilities and sensitivity of the upgraded GMRT for discovering new pulsars and fast radio bursts (FRBs). The discovery of twin radio relics in the outskirts of the low-mass merging galaxy cluster Abell 168 (redshift=0.045) was reported. This is the lowest mass cluster in which relics due to merger shocks to have been detected.

National Centre for Biological Sciences, Bengaluru:

A study from the Biochemistry, Biophysics & Bioinformatics group threw light on a hydrophobic five-residue motif – the 'cystatin motif', from the domain-swapping protein Stefin B. The motif when engineered into a solvent-exposed, tight surface loop between two β-strands prevents the loop from folding back upon itself, and drives domain swapping in non-domain-swapping proteins. In this collaborative study from the Ecology and Evolution group, researchers demonstrated that herbivore-induced change in dominance is the best predictor of herbivore effects on biodiversity in grassland and savannah sites. A study from the Genetics and Development group revealed the linkages of rice-domestication with micro (mi) RNAs. Analysis of small (s) RNA data sets from cultivated Indica rice lines and two wild relatives of rice revealed the presence of abundant 22-nucleotide (nt) reads in wild relatives that mapped to miR397 precursors.

TIFR Centre for Interdisciplinary Sciences, Hyderabad:

In Biological Sciences, a method for determining cell-cycle-dependent DNA Damage Responses (DDR) in asynchronous cells in culture was developed. A collection of neurodegenerative fly mutants were screened for mitochondrial defects andnew genes were identified whose loss causes an increase in mitochondrial abundance, and therefore, disrupting the mitochondrial homeostasis in cells. The planning, indenting, construction, instrument installation and validation of the specific pathogen free (SPF) mouse facility was initiated and successfully completed. Novel fluorescence correlation spectroscopy (FCS) techniques, i.e. cuvette-FCS have been developed, and a super-resolution optical microscope has been built. Novel synthetic methods for facile total chemical synthesis of natural and non-natural proteins were developed. It was shown that complexes of lanthanides in pentagonal bipyramidal geo-metry with strong axial coordination can function as single-ion magnets. In Optical Magnetometry, a Rb atomic magnetometer was developed using balanced polarimetry based method for optical rotation measure-ment. A new method for the optical rotation sensing was developed based on classical weak measurement concept and at its sensitivity and noise was compared with the standard balanced polarimetry. In Theoretical Physics studies on bio-preservation showed that tuning short time relaxation in the glassy system can generically lead to better preservation with possible future implications in food and drug preservation

Homi Bhabha Centre for Science Education:

At the international Olympiads held between July and December, 2018, 30 Indian students participated, winning 12 gold, 13 silver, 4 bronze medals and 1 Honourable Mention. Every member of the Indian team at the International Physics Olympiad held in Lisbon, Portugal won a gold medal, putting India at the top of the medals tally. In February 2019, HBCSE was approved as a "Centre for Excellence in Science and Mathematics Education" (CESME) under the Pandit Madan

Mohan Malaviya National Mission on Teachers and Teaching (PMMMNMTT), a scheme under the Ministry of Human Resource Development (MHRD). In collaboration with Maharashtra Rajya Marathi Vishwakosh Nirmiti Mandal (Mumbai), HBCSE is producing reference material in Biology & Environment for students and teachers at secondary and higher secondary level. The Government of Maharashtra released the webversion of Kumar Vishwakosh: Part 3 on February 9, 2019.

Outreach:

A wide variety of Outreach and Science Popularisation programmes were conducted during the year to convey the importance of exciting new developments in science and technology to the general public. "*Frontiers of Science*" programme was hosted on November 25th, 2018. It provided a unique opportunity to more than 1800 students and teachers of the 9th and 10th standards from a diverse set of schools in the Mumbai metropolitan area and beyond to visit TIFR for an exciting full day program of informative lectures, exciting science demonstrations, and laboratory visits. The outreach team visited several outstation institutions/schools in rural areas in the Aurangabad, Jalna, Kolhapur, Pune, Ratnagiri, Sangli, Satara and Thane districts of Maharashtra, reaching out to almost 8000 students and teachers over the year.

Awards:

Scientists from TIFR won prestigious awards during this period. Prof. Sandip Trivedi has been awarded the "Vijnan Ratna Award" by the H.K. Firodia Memorial Foundation and Prof. Satyajit Mayor has been awarded the "Vijnan Bhushan Award" by the H.K. Firodia Memorial Foundation. Prof. Dipendra Prasad has been awarded the "TWAS Prize" in Mathematics for 2019 by The World Academy of Sciences (TWAS). Prof. Vivek Polshettiwar has been awarded the "MRSI Medal 2019" by the Materials Research Society of India. Prof. Rajiv V. Gavai won the Dr. A.P.J. Abdul Kalam HPC Award for his contributions to lattice QCD at finite temperature and density. Prof. Roop Mallik was awarded the Infosys Prize 2018 for Life Sciences. Dr. Shyam Sundar Ghoshal has been awarded the Young Scientist Platinum Jubilee Award 2018 of the National Academy of Sciences (NASI).

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

HOMI BHABHA ROAD, MUMBAI - 400 005.



Audited Statement of Accounts

For The Year Ended 31st March, 2019.



Auditors
G. D. Apte & Co.
Chartered Accountants
Mumbai.

स्वतंत्र लेखा परीक्षक का प्रतिवेदन

अध्यक्ष,
टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान की प्रबंध परिषद
होमी भाभा रोड,
मुंबई - 400005

हमने टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान के संलग्न वित्तीय कथनों की लेखा परीक्षा की है। इनके अंतर्गत बंबई सार्वजनिक न्यास अधिनियम, 1950 द्वारा आवश्यक 31 मार्च, 2019 की स्थिति के अनुसार तुलन पत्र, आय एवं व्यय लेखा 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 प्रबंध का दायित्व

न्यासियों का दायित्व इन वित्तीय कथनों की तैयारी का है जो भारत में सामान्य रुप से स्वीकृत लेखाकरण सिद्धांतों एवं लेखाकरण मानकों के अनुरुप संस्थान की वित्तीय स्थिति, वित्तीय कार्यनिष्पादन एवं प्राप्तियों और भुगतानों की वास्तविक एवं निष्पक्ष स्थिति दर्शाते हैं। 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 हैं एवं कपट या त्रुटि के परिणामस्वरुप किसी भी प्रकार के महत्वपूर्ण गलत कथन से मुक्त होते हैं।

लेखा परीक्षक का दायित्व

हमारा दायित्व अपनी लेखा परीक्षा पर आधारित इन वित्तीय कथनों पर राय व्यक्त करना है। हमने अपनी लेखा परीक्षा भारतीय चार्टरित लेखाकार संस्थान द्वारा जारी लेखाकरण 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 करना। लेखा परीक्षा के अंतर्गत प्रयुक्त लेखाकरण नीतियों की उपयुक्तता एवं न्यासियों द्वारा किए गए लेखाकरण अनुमानों की उपयुक्तता का मूल्यांकन और वित्तीय कथनों की समग्र प्रस्तुति का मूल्यांकन भी शामिल होता है।

G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

हमारा मानना है कि हमें प्राप्त लेखाकरण 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, 2019 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।

विषय का महत्व

<u>विभिन्न परियोजनाओं के लिए बाह्य अनुदान :</u>

क. हम लेखा संख्या 5.3 पर अनुसूची 'एच' टिप्पणियों की ओर ध्यान आकर्षित करते हैं जहां एनसीबीएस द्वारा चलाई गईं बाह्य परियोजनाओं में कुल नकारात्मक शेष 62.93 लाख रु. (पूर्व वर्ष 154.78 लाख रु.) था। हालांकि एनसीबीएस, अनुमोदनकर्ता प्राधिकारियों के साथ इस घाटे की राशि को वसूल करने हेतु प्रक्रिया में है।

ख. मुंबई, कैम, टीसीआईएस एवं आईसीटीएस द्वारा चलाई गईं अनेक परियोजनाओं के मामले में 31 मार्च, 2019 के स्थिति के अनुसार दो वर्षों या इससे अधिक समय तक कोई क्रियाकलाप नहीं हुआ जिससे मुंबई के संबंध में जमा शेष 33.18 लाख रु., कैम के संबंध में 12.55 लाख रु., टीसीआईएस के संबंध में 0.85 लाख रु. एवं आईसीटीएस के संबंध में 0.23 लाख रु. हुआ।

हमारा प्रतिवेदन उपर्युक्त महत्वपूर्ण विषयों हेतु पात्र नहीं है।

अन्य विधिक एवं नियामक आवश्यकताओं पर प्रतिवेदन :

1. बंबई 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, 2019 को समाप्त हुए वर्ष के दौरान :

   क. संस्थान के लेखों का रखरखाव नियमित रुप से एवं बंबई सार्वजनिक न्यास अधिनियम, 1950 के प्रावधानों एवं उनके अंतर्गत बनाए गए नियमों के अनुसार किया जाता है।

   ख. संस्थान ने सभी प्राप्तियों एवं किए गए संवितरणों की गणना उपयुक्त एवं सही रुप में की है।

   ग. संस्थान के प्रबंधक की अभिरक्षा में नगदी शेष एवं बीजकों को लेखा परीक्षा की तिथि को लेखों के अनुरुप पाया गया।

   घ. संस्थान की सभी पुस्तकों, विलेखों, लेखों, बीजकों एवं अन्य प्रलेखों व अभिलेखों को आवश्यकतानुसार हमारे सत्यापन के लिए हमारे सामने प्रस्तुत किया गया।

G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

ङ. चल एवं अचल संपत्तियों के रजिस्टर को बंबई सार्वजनिक न्यास नियम, 1951 की अनुसूची एक्स-एए भाग 1 एवं 4 के अंतर्गत आवश्यकतानुसार रखा जाता है। उपर्युक्त पर हमें निम्नलिखित टिप्पणियां करनी हैं :

i. अचल संपत्तियों के रजिस्टर को 31 मार्च, 2019 को समाप्त हुए वर्ष के लिए अद्यतन किया गया है।

ii. अचल एवं चल संपत्तियों के रजिस्टर में परिवर्तनों को 31 मार्च, 2019 को समाप्त हुए वर्ष के लिए चैरिटी आयुक्त को संप्रेषित किया गया है।

च. 'कुलसचिव', 'लेखा प्रमुख', 'लेखा अधिकारी' एवं अन्य आवश्यक व्यक्ति हमारे समक्ष आए एवं उन्होंने हमें आवश्यक अपेक्षित सूचना उपलब्ध कराई।

छ. हमने संस्थान की संपत्ति या निधियों के संस्थान के उद्देश्य या लक्ष्य के अतिरिक्त किसी अन्य उद्देश्य के लिए प्रयुक्त होते नहीं पाया।

ज. हमें उपलब्ध कराई गई सूचना के आधार पर 31 मार्च, 2019 की स्थिति के अनुसार मुंबई कैंपस में एक वर्ष से अधिक समय से लेनदारों की बकाया आय एवं अग्रिमों के विवरण निम्नानुसार हैं:

क्रमांक संख्या	विवरण	राशि (रु. लाखों में)
1.	प्राप्य आय	12.00
2.	विविध लेनदारों को अग्रिम – स्थानीय	0.41
3.	विविध लेनदारों को अग्रिम – विदेशी	819.54
	कुल	831.95

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 ब्रांड मदों/विशेष प्रकृति की मदों/ब्रांडेड 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 बंबई 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 बंबई सार्वजनिक न्यास अधिनियम, 1950 की धारा 36 के प्रावधानों के विपरीत नहीं हुआ।

G.D. APTE & CO. Chartered Accountants

ठ. जिन विशेष मामलों को हम उप या सहायक चैरिटी आयुक्त की जानकारी में लाना आवश्यक समझते हैं, उनका इस लेखा परीक्षण प्रतिवेदन में उल्लेख किया गया है।

ड. हमारी सामान्य लेखा परीक्षा प्रक्रियाओं के दौरान हमने किसी भी अनियमित, अवैध या अनुपयुक्त व्यय या धन अथवा अन्य संपत्ति की हानि को नहीं पाया। इसके अतिरिक्त हमने किसी भी ऐसे व्यय, असफलता, चूक या हानि को 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. हमें दी गई सूचना के अनुसार बजट को 31 मार्च, 2019 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 अनुसरण में तैयार किया गया है। अत: बंबई न्यास नियम, 1951 की अनुसूची 8 एवं 9 में निर्धारित प्रारुपों का अनुसरण नहीं किया गया है।

3. संस्थान का प्रशासन एवं प्रबंध, 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 सह सह-योजित सदस्य।

4. उपर्युक्त परिच्छेद के संदर्भ में हम आगे रिपोर्ट करते हैं कि :

क. न्यासियों/परिषद सदस्यों की अधिकतम एवं अल्पतम संख्या को बनाए रखा गया है।
ख. संस्थान के नियम 10 के अंतर्गत उपनियम 1.1 के अनुसार अनिवार्य चार बैठकों का आयोजन किया गया है।
ग. बैठकों की प्रक्रियाओं की कार्यवृत्त पुस्तिका को बनाए रखा गया है।
घ. संस्थान के किसी भी न्यासी / परिषद के सदस्य की संस्थान के निवेशों में कोई रुचि नहीं है; एवं
ङ. संस्थान का कोई भी न्यासी/ परिषद का सदस्य संस्थान का लेनदार या देनदार नहीं है।

5. सीएजी और डीएई द्वारा की गई लेखा परीक्षा के संबंध में निरीक्षित किया गया है कि संस्थान (केंद्रों और फील्ड स्टेशनों सहित) के 30 सीएजी और 373 डीएई लेखा परीक्षा परिच्छेद 31 मार्च, 2019 की स्थिति के अनुसार अपूर्ण हैं। माना जाता है कि संस्थान, सभी केंद्रों और विभागों से सीएजी लेखा परीक्षा हेतु उत्तरों का मिलान कर रहा है। डीएई लेखा परीक्षा के संबंध में 94 उत्तरों को तैयार किया जा चुका है एवं शेष पर कार्य जारी है। संस्थान ने आश्वासन दिया है कि सभी परिच्छेदों का उत्तर इस वित्तीय वर्ष के अंत के पूर्व तक दे दिया जाएगा।

जी.डी. आप्टे एंड कंपनी के लिए
चार्टरित लेखाकार
(फर्म पंजीकरण संख्या 100515 डब्ल्यू)

चेतन आर. सप्रे
साझीदार
सदस्यता संख्या 116952
तिथि : 28-11-2019
स्थान : मुंबई
UDIN: 19116952AAABEI8040

सेवा में,

अध्यक्ष,
टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान की प्रबंध परिषद
होमी भाभा रोड,
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, 2019 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, 2019 को समाप्त हुए वित्तीय वर्ष के दौरान प्राप्त अनुदानों से हुए व्ययों के उचित लेखों को रखा है।

36,247.00/- लाख रुपए के ब्लॉक अनुदान (2017-18: 42,157.00/- लाख रुपए) (पूंजीगत/ विशेष अनुदानों को छोड़कर) एवं 5,905.00/- लाख रु. के पूंजीगत अनुदान (2017-18: 16,100.00/- लाख रु.) वर्ष के दौरान भारत सरकार से प्राप्त हुए। इस राशि को संस्थान के विभिन्न अनुसंधान क्रियाकलापों में खर्च किया गया जिसमें स्थापना एवं अन्य व्यय शामिल थे। डीएई के निदेशों के अनुसार, संस्थान ने वित्त वर्ष 2018-19 के दौरान पूंजीगत अनुदान के 9,000.00/- लाख रुपये वापस किए हैं।

(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 लाख रू. में)

क्रमांक संख्या	विवरण	31-3-2019 की स्थिति के अनुसार	31-3-2018 की स्थिति के अनुसार
1	बैंक खाता – योजना और गैर योजना	2,938.14	10,301.80
2	बैंक खाता – परियोजनाएं, धर्मादा अनुदान	5,398.87	7,198.07
3	लघुकालीन जमा राशियां - योजना और गैर योजना	1,492.23	21,007.08
4	लघुकालीन जमा राशियां – परियोजनाएं, धर्मादा अनुदान	7,829.23	7,594.67
कुल		17,658.47	46,101.62

वर्ष के लिए आय पर हुई व्यय की अधिकता 46,335.75 लाख रूपये (2017-2018: आय पर व्यय की अधिकता 12,979.34 लाख 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 हमारी चुनिंदा लेखा परीक्षा में 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 जहां इन सिद्धांतों का अनुसरण न किया गया हो।

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 ?

- 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 गई है।

  हमें दी गई सूचना एवं स्पष्टीकरणों के अनुसार पुस्तक अभिलेखों के साथ वास्तविक रुप से सत्यापित परिसंपत्तियों का समाधान कार्य जारी है। वास्तविक सत्यापन में पाई गई असंगतियों व परिणामस्वरुप समायोजनों को समाधान कार्य पूर्ण होने पर किया जाएगा।

4. उपभोज्य भंडार मदों के संबंध में क्या उचित भंडार लेखों रखे जाते हैं व क्या उचित पर्यवेक्षण के अंतर्गत समय-समय पर वास्तविक सत्यापन किए जाते हैं?

   - उचित भंडार लेखों को रखा गया है व भंडार मदों का पूर्ण वास्तविक सत्यापन संस्थान द्वारा वर्षांत पर मुंबई, बैंगलोर, मानखुर्द, पुणे एवं हैदराबाद के मामलों में किया गया।

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 की जाती है एवं उपयुक्त कार्यवाही की जाती है।

(ख) क्या लेखा परीक्षक को रिपोर्ट किए गए ऐसे मामलों पर कोई टिप्पणी करनी हैं?

   - 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।

हमें निम्नलिखित टिप्पणी करनी है :

i. अधिशेष व अनुपयोगी मानी गई संस्थान की परिसंपत्तियों का निपटान किया जाए।

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)

G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

(राशि लाख रूपये में)

क्रमांक संख्या	विवरण	मूल लागत	संचित मूल्यह्रास
1	उपकरण	1,754.46	1,534.05
2	फर्नीचर एवं फिक्चर्स	5.61	4.34
3	कंप्यूटर्स एवं पेरीफेरल्स	54.16	41.99
	कुल	**1,814.23**	**1,580.39**

8. इस प्रतिवेदन को दिनांक 31 मार्च, 2019 को समाप्त हुए वर्ष के लिए संस्थान के लेखों पर हमारे प्रतिवेदन दिनांक.....28-11-2019.....के साथ संयोजन के रूप में पढ़ा जाए।

जी.डी. आपटे एण्ड कंपनी
सनदी लेखाकार
(फर्म पंजीकरण संख्या 100515डब्ल्यू)

चेतन आर सप्रे
(साझीदार)
सदस्यता संख्या 116952

दिनांक : 28-11-2019
स्थान : मुंबई

****

INDEPENDENT AUDITOR'S REPORT

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, 2019, the statement of Income and Expenditure Account, the statement of Receipts and Payments Account for the year ended on that date, as required by the Bombay 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 and Accounting Standards 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.

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 so 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, 2019, Income & Expenditure account and its Receipts & Payments account for the year ended on that date.

Emphasis of Matter

External Grants for various Projects:

a. We invite attention to Schedule 'H' Notes on Accounts No. 5.3; wherein, external projects carried out by the NCBS having total negative balance of Rs.62.93 lakhs (previous year Rs. 154.78 lakhs). However, NCBS is in the process of recovering this deficit amount from the granting authorities.
b. In case of certain projects carried out by Mumbai, CAM, TCIS & ICTS there were no activities for two years or more as of 31st March, 2019, credit balance aggregating to Rs.33.18 lakhs pertaining to Mumbai, Rs.12.55 lakhs pertaining to CAM, Rs.0.85 lakhs pertaining to TCIS, Rs.0.23 lakhs pertaining to ICTS.

Our report is not qualified for above emphasis matters.

Report on other legal and regulatory requirements:

1. As required by the Bombay 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 2019;

   a. The accounts of the Institute are maintained regularly and in accordance with the provisions of the Bombay 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. Register of movable and immovable properties are maintained as required under schedule X-AA Part I and IV of the Bombay Public Trusts Rules, 1951. subject to our comments below:

      i. The Register of immovable properties has been updated for the year ended 31st March, 2019.

      ii. The changes in the Register of immovable and movable properties have been communicated to the charity commissioner for the year ended 31st March, 2019.

   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.

Head Office: Windsor, 6th Floor, Office No - 604, C.S.T. Road, Kalina, Santacruz (East), Mumbai, 400098.
Phone: +91 22 4922 0555; Fax: +91 22 4922 0505; Email: chetan.sapre@gdaca.com
Pune Office: GDA House, Plot No. 85, Bhusari Colony (Right), Paud Road, Pune – 411 038.
Phone: + 91 20 2528 0081 Email: audit@gdaca.com

g. We have not noticed any instances of the property or 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, 2019 are as follows:-

Sr. No.	Particulars	Amount (Rs. in Lacs)
1	Income Receivable	12.00
2	Advances to Sundry Creditors – Local	0.41
3	Advances to Sundry Creditors – Foreign	819.54
Total		**831.95**

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 brand 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 Bombay 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 Bombay 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 informed to us the budget has been filed for the year ended 31st March 2019 by the Institute in the form provided by rule 16A.

Head Office: Windsor, 6th Floor, Office No - 604, C.S.T. Road, Kalina, Santacruz (East), Mumbai, 400098
Phone: +91 22 4922 0555; Fax: +91 22 4922 0505; Email: chetan.sapre@gdaca.com
Pune Office: GDA House, Plot No. 85, Bhusari Colony (Right), Paud Road, Pune – 411 038.
Phone: + 91 20 2528 0081 Email: audit@gdaca.com

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 Bombay 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 maintained;

   b. Four meetings have been conducted, as against requirement of four meetings 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. Having regard to audit carried out by CAG and DAE, it is observed that the Institute, (including the Centres and Field Stations) has 30 CAG and 373 DAE audit paras pending as on March 31, 2019. It is understood that the Institute is in the process of collating the replies to the CAG Audit from all the Centres and Departments. With regard to the DAE Audit, 94 replies have already been made and rest is in progress. The Institute has assured that all the paras will be replied to before the close of this financial year.

For G. D. Apte& Co
Chartered Accountants
(Firm Registration No.: 100515W)



Chetan R. Sapre
Partner
Membership No. 116952
Date: 28-11-2019
Place: Mumbai
UDIN: 19116952AAABEI8040

Head Office: Windsor, 6th Floor, Office No - 604, C.S.T. Road, Kalina, Santacruz (East), Mumbai, 400098
Phone: +91 22 4922 0555; Fax: +91 22 4922 0505; Email: chetan.sapre@gdaca.com
Pune Office: GDA House, Plot No. 85, Bhusari Colony (Right), Paud Road, Pune – 411 038.
Phone: + 91 20 2528 0081 Email: audit@gdaca.com

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, 2019 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, 2019.

  Block grant of Rs.36,247.00 lakhs (2017-18: Rs. 42,157.00 lakhs) (excluding capital / special grants) and Capital Grant of Rs.5,905.00 lakhs (2017-18: Rs. 16,100.00 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. As per DAE instructions, Institute has returned back Rs.9,000.00 lakhs of Capital Grant during FY 2018-19.

(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 on 31-03-2019	As on 31-03-2018
1	Bank Account – Plan & Non Plan	2,938.14	10,301.80
2	Bank Account – Projects, Endowment Grants	5,398.87	7,198.07
3	Short term deposits – Plan & Non Plan	1,492.23	21,007.08
4	Short term deposits – Projects, Endowment Grants	7,829.23	7,594.67
Total		**17,658.47**	**46,101.62**

Head Office: Windsor, 6th Floor, Office No - 604, C.S.T. Road, Kalina, Santacruz (East), Mumbai, 400098
Phone: +91 22 4922 0555; Fax: +91 22 4922 0505; Email: chetan.sapre@gdaca.com
Pune Office: GDA House, Plot No. 85, Bhusari Colony (Right), Paud Road, Pune – 411 038.
Phone: + 91 20 2528 0081 Email: audit@gdaca.com

The excess of expenditure incurred over income for the year is Rs. 46,335.75 lakhs (2017-2018 it was Rs. 12,979.34 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 noted from our selective audit, 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 instances were observed during the course of our audit that these principles have not been followed.

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?

- There exists a system of maintaining record of assets with cost of acquisition entered against each item acquired out of Government of India grant during the year.

  As per information and explanations given to us, the reconciliation of physically verified assets with the book records is in progress. Discrepancies noticed on physical verification and consequential adjustments will be carried out on completion of reconciliation.

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 a complete physical verification of the stores items was carried out by the Institute at the yearend for Mumbai, Bangalore, Mankhurd, Pune, and Hyderabad.

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.

  We have the following comments:
  i) Assets belonging to the Institute identified as surplus and not usable may be disposed off.

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	Equipments	1,754.46	1,534.05
2	Furniture and Fixtures	5.61	4.34
3	Computers and Peripherals	54.16	41.99
	Total	**1,814.23**	**1,580.39**

8. This report should be read in conjunction with our report dated .....28-11-2019.....on the accounts of the Institute for the year ended 31st March, 2019.

For G. D. Apte & Co
Chartered Accountants
(Firm Registration No.: 100515W)

Chetan R. Sapre
(Partner)
Membership No. 116952

Date: 28-11-2019
Place: Mumbai

****

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH, MUMBAI
RECEIPTS AND PAYMENTS FOR THE YEAR ENDED 31-MAR-2019

(Amount in Rs.)

	RECEIPTS	Current Year 2018-19	Previous Year 2017-18		PAYMENTS	Current Year 2018-19	Previous Year 2017-18
1	**Opening Balances**			1	**Expenses**		
	Cash In Hand	15,234	2,615		Establishment Expenses	3,27,36,78,548	3,25,64,49,217
	Bank Balances:				On The Object Of The Trust	1,67,04,97,752	2,04,43,00,324
	Current A/Cs.	1,71,74,62,279	1,06,99,32,555		Other Expenses	15,45,06,858	34,96,25,210
	Savings A/Cs.	3,25,24,724	3,15,48,030		Int. Refunded to DAE	14,57,61,826	17,11,64,495
	Deposit with Bank			2	**Expenses from various Projects**		
	Main A/Cs	2,10,07,08,145	2,85,82,19,827		Project Funds	89,37,02,535	60,47,86,648
	Project A/Cs	45,76,24,000	61,98,28,254		Endowment Funds	2,19,05,331	74,96,807
	Endowment A/Cs	30,18,42,988	20,12,57,877				
				3	**Expenditure on Fixed Assets**	1,11,07,59,137	1,14,65,85,483
2	**Grants Recieved**			4	**Closing Balances**		
	From Government Of India	3,31,52,00,000	5,82,57,00,000		Cash In Hand	4,479	15,234
	From State Government	-	-		Bank Balances:	-	-
					In Current A/Cs	44,67,66,637	1,71,74,62,279
	From Dorabji Tata Trust	-	10,00,000		Savings A/Cs	38,69,34,691	3,25,24,724
	For Projects	61,42,73,292	1,12,91,93,852		Deposit with Bank		
	For Endowment	68,04,505	3,48,85,993		Main A/Cs	14,92,22,733	2,10,07,08,145
	From Other Sources	3,17,26,439	1,08,34,288		Project A/Cs	47,76,59,071	45,76,24,000
		-			Endowment A/Cs	30,52,63,962	30,18,42,988
3	**Interest Received**						
	On Bank Deposits	20,73,08,627	21,07,34,714				
	Loans, Advances Etc.	4,69,469	6,57,770				
4	**Other Income**						
	Other Income	25,07,03,857	19,67,89,778				
	Total	**9,03,66,63,560**	**12,19,05,85,553**		**Total**	**9,03,66,63,560**	**12,19,05,85,553**

For Tata Institute Of Fundamental Research

Wg Cdr George Antony (Retd)
Registrar

Prof. Sandip Trivedi
Director

Date: 28-11-2019
Place: Mumbai

मुंबई / MUMBAI
400 005.

As per our report of even date

M/s G. D. Apte & Co.
Chartered Accountants
Firm's Regn No. 100515W

G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

CA. Chetan R. Sapre
Partner
M. NO. 116952

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

BALANCE SHEET AS AT 31ST MARCH, 2019

(Amount in Rs.)

Particulars	Schedule	As at 31st March, 2019	As at 31st March, 2018
Corpus / Capital Fund and Liabilities			
Corpus / Capital Fund	A	21,04,00,08,796	19,87,71,89,813
Project Funds	B	92,23,49,203	1,05,72,60,163
Endowment Funds	C	32,29,73,816	30,95,11,612
Other Grants	D	5,83,96,584	3,86,81,341
Current Liabilities and Provisions	E	13,71,59,95,457	12,87,55,15,958
Total		**36,05,97,23,856**	**34,15,81,58,887**
Assets			
Fixed Assets (Gross Block)	F	17,23,70,80,194	16,56,99,97,497
Less : Provision for Depreciation		10,34,50,86,742	9,56,38,42,900
		6,89,19,93,452	7,00,61,54,597
Add : Capital Work in Progress		59,42,77,418	38,78,56,929
Fixed Assets (Net Block)		7,48,62,70,870	7,39,40,11,526
Current Assets, Loans and Advances	G	2,50,24,27,869	5,32,66,97,540
Excess of Expenditure over Capital Fund	A	26,07,10,25,117	21,43,74,49,821
Total		**36,05,97,23,856**	**34,15,81,58,887**
Significant Accounting Policies Contingent Liabilities and Notes to Accounts	H		

As per our report of even date

For Tata Institute of Fundamental Research

M/s G. D. Apte & Co.
Chartered Accountants
Firm's Regn No. 100515W

Wg Cdr George Antony (Retd)
Registrar

Prof. Sandip Trivedi
Director

CA. Chetan R. Sapre
Partner
M. NO. 116952

Date: 28-11-2019
Place: Mumbai

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

INCOME AND EXPENDITURE ACCOUNT FOR THE YEAR ENDED 31ST MARCH, 2019

(Amount in Rs.)

Particulars	Schedule	For the Year Ended 31st March 2019	For the Year Ended 31st March 2018
Income			
Grants	I	2,15,34,31,018	4,58,86,09,608
Interest Earned	J	11,13,71,999	18,68,30,271
Other Income	K	15,28,29,139	11,53,53,352
Total (A)		**2,41,76,32,156**	**4,89,07,93,232**
Expenditure			
Employee Related Expenditure	L	3,11,43,78,026	3,31,42,85,727
Expenditure on the Object of the Trust	M	2,21,13,75,693	2,13,95,72,217
Total (B)		**5,32,57,53,719**	**5,45,38,57,944**
Excess of (Expenditure over Income) / Income over Expenditure [before Depreciation & Provision for Retirement Benefits] (A-B)		(2,90,81,21,563)	(56,30,64,712)
Less : Depreciation	N	93,92,83,403	97,08,79,376
Less : Provision for Retirement Benefits (Gratuity, Pension & Compensated Absensces)	O	78,61,70,330	(23,60,10,313)
Balance Being Excess of Expenditure over Income		**(4,63,35,75,296)**	**(1,29,79,33,775)**
Transfer to Special Reserve		-	-
Transfer to / from General Reserve		-	-
Balance Being Surplus / (Deficit) Carried To Balance Sheet		**(4,63,35,75,296)**	**(1,29,79,33,775)**
Significant Accounting Policies Contingent Liabilities and Notes to Accounts	H		

As per our report of even date

For Tata Institute of Fundamental Research

Wg Cdr George Antony (Retd)
Registrar

Prof. Sandip Trivedi
Director

M/s G. D. Apte & Co.
Chartered Accountants
Firm's Regn No. 100515W

CA. Chetan R. Sapre
Partner
M. NO. 116952

Date: 28-11-2019
Place: Mumbai

Note:
Tata Institute of Fundamental Research (TIFR) is following accrual basis of accounting and, therefore, Depreciation and Provision for Retirement Benefits (i.e. Gratuity, Pension & Compensated Absences) has to be accounted and provision made in the books for same, on yearly basis. Necessary funds for Retirement Benefits are received from DAE (on monthly basis) as and when the employee retires. Also, both these expenses are fully non cash and hence, they are shown separately in the Income & Expenditure Statement to give a better clarity.

Schedule 'A'

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March, 2019

(Amount in Rs.)

CAPITAL GRANTS				
Description of the Grants	**Opening Balance as on 1st April, 2018**	**Grants utilised for Capital Purposes during the year**	**CWIP / Capital Advance Capitalised - during the year**	**Closing Balance as on 31st March, 2019**
Grant from the Department of Atomic Energy, Government of India for:				
Land, building, auditorium, furniture, vehicles, equipment, computer systems and other fixed assets	19,72,54,87,757	1,11,72,07,077	6,22,80,740	20,78,04,14,094
Add:- Capital Advances	15,17,02,056	13,04,34,480	2,25,41,834	25,95,94,702
Total	**19,87,71,89,813**	**1,24,76,41,557**	**8,48,22,574**	**21,04,00,08,796**

REVENUE GRANTS				
Description of the Grants	**Opening Balance as on 1st April, 2018**	**Total Income for the year**	**Total Expenditure for the year**	**Closing Balance as on 31st March, 2019**
Balance of net expenditure transferred from Income & Expenditure Account	(21,43,74,49,821)	2,41,76,32,156	7,05,12,07,453	(26,07,10,25,117)
Total	**(21,43,74,49,821)**	**2,41,76,32,156**	**7,05,12,07,453**	**(26,07,10,25,117)**

MUMBAI 400 005.

G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
PROJECT FUNDS

Schedule 'B'
(Amount in Rs.)

SR. NO.	BUDGET	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	03X106	WELCOME TRUST UK	REGULATION OF ADULT HIPPOCAMPAL NEUROGENESIS	CY 2018-19	10,636	(81)	-	-	(81)	-	-	10,555	10,555	-
				PY 2017-18	79,127	-	2,377	-	2,377	-	-	70,868	70,868	10,636
2	04X116	DEPARTMENT OF SPACE	FOR THE DEVELOPMENT AN REALISATION OF THREE X-RAY	CY 2018-19	3,49,88,729	-	20,05,381	-	20,05,381	1,22,265	-	16,45,416	17,67,681	3,52,26,429
				PY 2017-18	3,42,53,594	-	18,33,335	-	18,33,335	-	-	10,98,200	10,98,200	3,49,88,729
3	05X18	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	BALLON FACILITY AUGMENTATION PROJECT PHASE-II	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	1	-	-	(1)	(1)	-	-	-	-	-
4	06X139	WELCOME TRUST UK	APPLICATION OF IN VITRO BIOPHYSICAL TECHNIQUES TO IN VIVO	CY 2018-19	75,75,888	-	4,34,709	-	4,34,709	67,148	1,24,619	1,59,081	3,50,848	76,59,749
				PY 2017-18	72,58,906	-	3,92,782	-	3,92,782	-	-	75,800	75,800	75,75,888
5	07X149	J.C. Bose Fellowship to Prof. D. Mathur	Department of Science & Technology	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	5,42,400	-	-	(3,14,548)	(3,14,548)	-	-	2,27,852	2,27,852	-
6	07X151	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	J.C. BOSE FELLOWSHIP TO PROF. R.V. HOSUR	CY 2018-19	2,93,298	5,80,750	-	(7,07,382)	(1,26,632)	-	50,000	1,16,666	1,66,666	-
				PY 2017-18	12,23,688	-	-	(2,90,554)	(2,90,554)	-	2,75,000	3,64,836	6,39,836	2,93,298
7	08X169	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	Distributed Software Engineering	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	3,915	-	-	(3,915)	(3,915)	-	-	-	-	-
8	08X175	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	J.C.BOSE FELLOWSHIP TO EV SAMPATHKUMARAN	CY 2018-19	15,21,023	-	-	(3,64,935)	(3,64,935)	-	70,000	10,86,088	11,56,088	-
				PY 2017-18	9,23,887	19,00,000	60,375	-	19,60,375	87,143	3,00,000	9,76,096	13,63,239	15,21,023
9	08X176	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	J.C.BOSE FELLOWSHIP TO PROF. T.N. VENKATARAMANA.	CY 2018-19	8,61,975	-	-	(7,04,310)	(7,04,310)	64,512	50,000	43,153	1,57,665	-
				PY 2017-18	4,96,529	15,00,000	35,607	-	15,35,607	2,51,365	3,00,000	6,18,796	11,70,161	8,61,975
10	08X177	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	J.C.BOSE FELLOWSHIP TO PROF. VASUDEVAN SRINIVAS.	CY 2018-19	13,57,628	-	-	(6,73,005)	(6,73,005)	-	2,95,000	3,89,623	6,84,623	-
				PY 2017-18	7,99,032	12,00,000	57,102	-	12,57,102	-	3,00,000	3,98,506	6,98,506	13,57,628
11	08X186	SOCIETY FOR NEUROSCIENCE , USA	RESEARCH AWARD FOR INNOVATION IN NEUROSCIENCE-2008	CY 2018-19	23,89,141	-	1,38,558	-	1,38,558	-	-	66,308	66,308	24,61,391
				PY 2017-18	17,11,034	-	1,08,561	5,69,546	6,78,107	-	-	-	-	23,89,141
12	08X187	BRITISH COUNCIL, UNIVERSITY OF LEICESTER	HIGH ENERGY ASTROPHYSICS WITH ASTROSAT: UNDERSTANDING THE	CY 2018-19	23,71,253	-	1,39,456	-	1,39,456	-	-	-	-	25,10,709
				PY 2017-18	22,48,924	-	1,22,329	-	1,22,329	-	-	-	-	23,71,253
13	08X188	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	GIANT DIPOLE RESONANCE DECAY FROM HOT ROTATING NUCLIE	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	6,25,221	-	-	(6,25,221)	(6,25,221)	-	-	-	-	-
14	09X206	CARL ZEISS INDIA PVT. LTD.	ZEISS FELLOWSHIP (DR. S. MAITI)	CY 2018-19	3,60,378	-	16,270	-	16,270	-	-	1,67,454	1,67,454	2,09,194
				PY 2017-18	5,10,819	-	23,067	-	23,067	-	-	1,73,508	1,73,508	3,60,378
15	10X209	INDIAN SPACE & RESEARCH ORGANISATION	INFRA-RED SPECTROSCOPIC IMAGING SURVEY (IRSIS)	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	1,82,093	-	-	(1,82,093)	(1,82,093)	-	-	-	-	-
16	10X213	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR MANOJ GOPALKRISHNAN	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	1,32,489	-	-	(1,32,489)	(1,32,489)	-	-	-	-	-
17	10X214	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	J. C. BOSE FELLOWSHIP TO PROF. R.V. GAVAI	CY 2018-19	2,90,367	15,00,000	45,673	-	15,45,673	-	3,00,000	2,09,588	5,09,588	13,26,452
				PY 2017-18	8,94,899	-	31,172	-	31,172	2,15,050	3,00,000	1,20,654	6,35,704	2,90,367
18	10X217	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	J. C. BOSE FELLOWSHIP TO PROF. B.J. RAO	CY 2018-19	11,34,731	-	-	(11,34,731)	(11,34,731)	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	8,56,602	11,00,000	52,725	-	11,52,725	-	6,46,219	2,28,377	8,74,596	11,34,731
19	10X221	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	J.C. BOSE FELLOWSHIP TO PROF. DIPENDRA PRASAD	CY 2018-19	11,80,605	-	-	(7,74,090)	(7,74,090)	-	1,50,000	2,56,515	4,06,515	-
				PY 2017-18	4,50,324	15,00,000	43,182	-	15,43,182	-	3,00,000	5,12,901	8,12,901	11,80,605
20	10X222	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	J.C. BOSE FELLOWSHIP TO PROF. G. RAVINDRA KUMAR	CY 2018-19	3,50,283	15,00,000	18,438	-	15,18,438	-	3,76,548	11,96,146	15,72,694	2,96,027
				PY 2017-18	5,327	19,00,000	5,907	-	19,05,907	-	3,00,000	12,60,951	15,60,951	3,50,283
21	10X231	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR. SUSHIL MUJUMDAR	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	5,769	-	-	(5,769)	(5,769)	-	-	-	-	-
22	10X233	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	ALGORITHMS AND COMPLEXITY	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	7,73,356	-	-	(7,73,356)	(7,73,356)	-	-	-	-	-
23	10X237	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY	SINGLE MOLECULE FLUORESCENCE INVESTIGATIONS ON THE MECHANISM	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	2,40,238	-	-	(2,40,238)	(2,40,238)	-	-	-	-	-
24	11X238	WELCOME TRUST UK	IDENTIFICATION OF A REFULATORY GENE NETWORK ESSENTIAL FOR THE	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	12,31,902	-	-	(7,16,113)	(7,16,113)	-	32,500	4,83,289	5,15,789	-
25	11X243	IFCPAR	COMPUTATIONAL STUDIES OF FRUSTRATED QUANTUM MAGNETS	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	9,562	-	-	(9,562)	(9,562)	-	-	-	-	-
26	11X244	WELCOME TRUST UK	EARLY CAREER FELLOWSHIP TO DR. BHAVANA M.	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	1,68,472	-	-	(73,432)	(73,432)	-	86,400	8,640	95,040	-
27	11X246	IFCPAR	STUDYING THE INTERACTOME OF NAD DEPENDENT DEACETYLASE SIRT1 IN	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	3,09,107	-	-	(3,09,107)	(3,09,107)	-	-	-	-	-
28	11X250	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY	UNDERSTANDING THE FUNCTIONAL ROLES OF QUANTITATIVE TRAIT	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	12,84,932	-	-	(12,84,932)	(12,84,932)	-	-	-	-	-
29	11X253	SERB, DEPARTMENT OF SCI. & TECHNOLOGY	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR. VINOD M. PRABHAKARAN	CY 2018-19	27,455	-	1,615	-	1,615	-	-	-	-	29,070
				PY 2017-18	40,894	-	1,810	-	1,810	-	-	15,249	15,249	27,455
30	11X254	HOLMARC	FCS TECHNOLOGY	CY 2018-19	97,526	-	5,736	-	5,736	-	-	-	-	1,03,262
				PY 2017-18	92,495	-	5,031	-	5,031	-	-	-	-	97,526
31	11X255	DEPARTMENT OF ATOMIC ENERGY	DEVELOPMENT OF SITE INFRASTRUCTURE AND PROTOTYPE	CY 2018-19	7,65,66,175	1,15,00,000	38,28,115	-	1,53,28,115	58,45,835	85,16,931	1,71,47,732	3,15,10,498	6,03,83,792
				PY 2017-18	5,22,09,509	5,00,00,000	33,26,615	-	5,33,26,615	6,61,773	1,10,53,828	1,72,54,348	2,89,69,949	7,65,66,175
32	11X256	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	GALLIUM NITRIDE BASED NANOSTRUCTURES FOR ENHANCED	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	1,60,033	-	-	(1,60,033)	(1,60,033)	-	-	-	-	-

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
PROJECT FUNDS

Schedule 'B'
(Amount in Rs.)

SR. NO.	BUDGET	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
33	12X257	FQXI	AWARDS TO THEISS RESEARCH	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	12,853	-	-	(12,853)	(12,853)	-	-	-	-	-
34	12X258	SERB, DEPARTMENT OF SCI. & TECHNOLOGY	J.C. BOSE FELLOWSHIP TO PROF. SOURENDU GUPTA	CY 2018-19	8,86,279	-	-	(8,86,279)	(8,86,279)	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	8,66,767	-	46,416	-	46,416	-	25,000	1,904	26,904	8,86,279
35	12X263	SERB, DEPARTMENT OF SCI. & TECHNOLOGY	J.C. BOSE FELLOWSHIP TO DR SANDEEP P. TRIVEDI	CY 2018-19	39,157	-	-	(16,157)	(16,157)	-	-	23,000	23,000	-
				PY 2017-18	5,76,602	-	15,695	(2,54,662)	(2,38,967)	2,66,098	25,000	7,380	2,98,478	39,157
36	12X265	WELCOME TRUST UK	EARLY CAREER FELLOWSHIP TO DR GEETA GODBOLE	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	13,27,568	-	-	(20,014)	(20,014)	-	2,98,219	10,09,335	13,07,554	-
37	12X266	WELCOME TRUST UK	EARLY CAREER FELLOWSHIP TO DR PRIYANKA RAI	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	4,28,679	-	-	(1,73,060)	(1,73,060)	-	86,400	1,69,219	2,55,619	-
38	12X267	SERB, DEPARTMENT OF SCI. & TECHNOLOGY	J.C. BOSE FELLOWSHIP TO PROF. K.V.R. CHARY	CY 2018-19	6,65,067	-	39,113	-	39,113	-	-	-	-	7,04,180
				PY 2017-18	11,45,086	-	47,928	-	47,928	-	2,04,516	3,23,431	5,27,947	6,65,067
39	12X268	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	SWARNAJAYANTI FELLOWSHIP TO DR. AMALENDU KRISHNA	CY 2018-19	1,59,411	-	9,375	-	9,375	-	-	-	-	1,68,786
				PY 2017-18	1,60,773	-	8,478	-	8,478	-	-	9,840	9,840	1,59,411
40	12X269	IBM, INDIA	IBM FACULTY AWARD - 2012	CY 2018-19	22,701	-	1,335	-	1,335	-	-	-	-	24,036
				PY 2017-18	21,530	-	1,171	-	1,171	-	-	-	-	22,701
41	12X270	WELCOME TRUST UK	QUANTITATIVE INVESTIGATION OF MOTOR PROTEIN FUNCTION IN LIPID	CY 2018-19	30,22,060	31,73,447	1,36,915	-	33,10,362	-	-	45,61,465	45,61,465	17,70,957
				PY 2017-18	43,66,511	-	1,95,155	-	1,95,155	96,218	-	14,43,388	15,39,606	30,22,060
42	12X271	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLGY	TO IDENTIFY MOLECULAR MECHANISMS UNDERLYING THE	CY 2018-19	2,29,159	-	-	(1,18,642)	(1,18,642)	-	-	1,10,517	1,10,517	-
				PY 2017-18	6,79,188	-	24,050	-	24,050	2,69,983	-	2,04,096	4,74,079	2,29,159
43	12X272	GOOGLE INDIA	GOOGLE INDIA PH'D FELLOWSHIP	CY 2018-19	2,38,353	-	14,018	-	14,018	-	-	-	-	2,52,371
				PY 2017-18	2,34,048	-	12,508	-	12,508	-	-	8,203	8,203	2,38,353
44	12X274	OBSERVATORY DE FRANCE	SUPPORT AT THE VIRTUAL	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	6,96,115	-	-	(91,551)	(91,551)	-	-	6,04,564	6,04,564	-
45	12X277	TATA CONSULTANCY SERVICES	TCS RESEARCH SCHOLAR PROGRAM	CY 2018-19	1,03,785	-	6,104	-	6,104	-	-	-	-	1,09,889
				PY 2017-18	98,431	-	5,354	-	5,354	-	-	-	-	1,03,785
46	13X278	WELLCOME TRUST	EARLY CAREER FELLOWSHIP TO DR MALLIKA CHATTERJEE	CY 2018-19	18,44,854	(9)	-	(1,81,257)	(1,81,266)	-	3,42,720	13,20,868	16,63,588	-
				PY 2017-18	45,13,094	-	1,57,374	-	1,57,374	-	10,36,800	17,88,814	28,25,614	18,44,854
47	13X279	DEPARTMENT OF BIO TECHNOLOGY	UNRAVELLING IMPORTANCE	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	15,12,213	-	-	(15,12,213)	(15,12,213)	-	-	-	-	-
48	13X280	HOWARD HUGHES MEDICAL INSTITUTE	INTERNATIONAL EARLY CAREER SCIENTISTS GRANT	CY 2018-19	51,83,868	-	2,86,537	-	2,86,537	-	64,875	5,22,291	5,87,166	48,83,239
				PY 2017-18	1,12,89,523	-	4,30,300	-	4,30,300	-	17,56,526	47,79,429	65,35,955	51,83,868
49	13X284	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	J.C. BOSE FELLOWSHIP TO PROF INDRANIL BISWAS	CY 2018-19	4,23,955	-	-	(1,49,084)	(1,49,084)	1,10,016	75,000	89,855	2,74,871	-
				PY 2017-18	2,66,954	17,00,000	18,293	-	17,18,293	16,485	3,00,000	12,44,807	15,61,292	4,23,955
50	13X285	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR. ARKADEV CHATTOPADHYAY	CY 2018-19	58,686	-	3,255	-	3,255	-	-	6,689	6,689	55,252
				PY 2017-18	2,63,894	-	8,541	-	8,541	-	-	2,13,749	2,13,749	58,686
51	13X286	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR. RAJAMANI VIJAYARAGHAVAN	CY 2018-19	3,32,778	(94)	-	-	(94)	-	41,000	2,91,684	3,32,684	-
				PY 2017-18	5,19,420	7,00,000	22,564	-	7,22,564	-	1,44,774	7,64,432	9,09,206	3,32,778
52	13X287	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	SWARNAJAYANTI FELLOWSHIP TO DR MANDAR DESHMUKH	CY 2018-19	10,84,787	-	32,394	(66,766)	(34,372)	8,51,166	1,50,000	-	10,01,166	49,249
				PY 2017-18	3,64,732	10,00,000	38,379	-	10,38,379	-	2,00,000	1,18,324	3,18,324	10,84,787
53	13X288	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	SWARNAJAYANTI FELLOWSHIP TO DR RITABRATA MUNSHI	CY 2018-19	2,95,311	-	17,368	-	17,368	-	-	-	-	3,12,679
				PY 2017-18	3,53,142	-	17,169	-	17,169	-	-	75,000	75,000	2,95,311
54	13X289	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY	EARLY LIFE STRESS & 5 - HT2 RECEPTOR FUNCTION	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	5,203	-	-	(5,203)	(5,203)	-	-	-	-	-
55	13X290	LADY TATA MEMORIAL TRUST	ROLE OF SIRT1 MEDIATING THE EFFECTS OF FAST ACTING	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	3,33,170	-	-	(3,33,170)	(3,33,170)	-	-	-	-	-
56	13X291	IBM INTERNATIONAL FOUNDATION	IBM PH.D. FELLOWSHIP AWARD TO GUGAN THOPPE	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	32,908	-	-	(32,908)	(32,908)	-	-	-	-	-
57	13X292	IBM INTERNATIONAL FOUNDATION	IBM PH.D. FELLOWSHIP AWARD TO KARTHYEK ANNASWAMY MURTHY	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	22,862	-	-	(22,862)	(22,862)	-	-	-	-	-
58	13X293	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	PLASMONIC NANOSTRUCTURES WITH MAGNETIC & SEMICONDUCTOR	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	80,586	-	-	(80,586)	(80,586)	-	-	-	-	-
59	13X299	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	SPIN DEPENDENT PEHNOMENA IN QUASI TWO DIMENSIONAL	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	2,75,205	-	-	(2,75,205)	(2,75,205)	-	-	-	-	-
60	13X300	INFORMATION TECHNOLOGY RESEARCH ACADEMY	UNCOORDINATED, SECURE &	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	14,62,674	-	-	(14,62,674)	(14,62,674)	-	-	-	-	-
61	13X301	WELLCOME TRUST	RELEVANCE OF STATE OF PLOIDY ON VERTEBRATE EMBRYOGENESIS	CY 2018-19	14,39,332	35,47,733	1,22,348	-	36,70,081	-	2,33,532	18,67,965	21,01,497	30,07,916
				PY 2017-18	39,32,834	16,61,248	1,42,239	-	18,03,487	-	4,36,059	38,60,930	42,96,989	14,39,332
62	13X302	UNILIVER INDUSTRIES LTD.,	UNDERSTANDING THE ROLE OF METABOLIC INPUTS, ENDOCRINE	CY 2018-19	1,60,065	-	5,859	-	5,859	-	-	1,12,344	1,12,344	53,580
				PY 2017-18	4,10,236	-	15,100	-	15,100	-	-	2,65,271	2,65,271	1,60,065
63	14X304	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	INDO-BELGIAN DST PROJECT	CY 2018-19	1,59,622	-	9,388	-	9,388	-	-	-	-	1,69,010
				PY 2017-18	1,87,664	-	9,195	-	9,195	-	-	37,237	37,237	1,59,622
64	14X305	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLGY	MECHANISMSREGULATING THE NEURON-GLIA CELL FATE SWITCH IN	CY 2018-19	18,04,510	11,00,000	1,05,769	-	12,05,769	-	3,39,123	7,72,726	11,11,849	18,98,430
				PY 2017-18	8,94,456	17,08,000	71,461	-	17,79,461	-	3,39,346	5,30,061	8,69,407	18,04,510

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
PROJECT FUNDS

Schedule 'B'
(Amount in Rs.)

SR. NO.	BUDGET	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
65	14X306	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR SHRAVAN HANASOGE	CY 2018-19	1,06,603	7,60,000	4,873	-	7,64,873	73,890	23,730	7,09,860	8,07,480	63,996
				PY 2017-18	5,05,929	-	16,218	-	16,218	74,990	33,010	3,07,544	4,15,544	1,06,603
66	14X307	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	MULTI-WAVELENGTH STUDIES OF ACCRETION PHENOMENA WITH	CY 2018-19	2,30,272	-	13,543	-	13,543	-	-	-	-	2,43,815
				PY 2017-18	2,18,393	-	11,879	-	11,879	-	-	-	-	2,30,272
67	14X308	INDIAN NATIONAL SCIENCE ACADEMY	DESIGN OF EFFICIENT SPATIAL WIRELESS NETWORKS USING	CY 2018-19	3,91,400	-	-	(2,91,576)	(2,91,576)	-	-	99,824	99,824	-
				PY 2017-18	75,911	4,21,500	12,373	-	4,33,873	-	-	1,18,384	1,18,384	3,91,400
68	14X309	TATA CONSULTANCY SERVICES	TCS FELLOWHIP	CY 2018-19	2,19,427	-	12,905	-	12,905	-	-	-	-	2,32,332
				PY 2017-18	1,43,992	3,84,000	9,622	-	3,93,622	-	2,26,064	92,123	3,18,187	2,19,427
69	14X310	MICROSOFT RESEARCH	MICROSOFT RESEARCH INDIA PH.D. FELLOWSHIP	CY 2018-19	5,08,827	-	27,332	-	27,332	-	50,000	38,173	88,173	4,47,986
				PY 2017-18	6,69,330	-	31,194	-	31,194	-	53,000	1,38,697	1,91,697	5,08,827
70	14X311	WELLCOME TRUST	WELCOME TRUST DBT	CY 2018-19	21,18,190	15,12,722	76,094	-	15,88,816	-	15,26,878	16,34,482	31,61,360	5,45,646
				PY 2017-18	30,61,969	35,66,563	1,32,485	-	36,99,048	-	34,84,800	11,58,027	46,42,827	21,18,190
71	14X312	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	SWARNAJAYANTI FELLOWSHIP OF DR. VIKRAM TRIPATHI	CY 2018-19	15,34,501	-	76,464	(91,394)	(14,930)	-	3,00,000	77,264	3,77,264	11,42,307
				PY 2017-18	19,17,325	-	91,394	-	91,394	97,866	3,00,000	76,352	4,74,218	15,34,501
72	14X313	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	INVESTIGATING THE	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	2,31,978	4,00,000	-	(1,68,069)	2,31,931	-	3,03,749	1,60,160	4,63,909	-
73	14X314	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	NATIONAL FACILITY FOR HIGH FIELD NMR	CY 2018-19	77,23,919	-	4,59,682	5,31,290	9,90,972	-	-	3,46,611	3,46,611	83,68,280
				PY 2017-18	62,45,670	-	3,69,874	19,46,510	23,16,384	716	-	8,37,419	8,38,135	77,23,919
74	14X315	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	RESONATORS IN NEARLY-PERIODIC NANOSTRUCTURED	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	49,214	-	-	(49,214)	(49,214)	-	-	-	-	-
75	14X316	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	SWARNAJAYANTI FELLOWSHIP OF DR. ULLAS KOLTHUR	CY 2018-19	13,39,977	15,00,000	80,026	(75,162)	15,04,864	-	9,60,000	4,23,342	13,83,342	14,61,499
				PY 2017-18	15,58,438	15,00,000	75,162	-	15,75,162	-	9,34,109	8,59,514	17,93,623	13,39,977
76	14X317	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	CMS M&O DST COMPONENT	CY 2018-19	3,80,18,242	-	21,12,603	(41,92,761)	(20,80,158)	-	-	-	-	3,59,38,084
				PY 2017-18	3,60,56,947	-	19,61,295	-	19,61,295	-	-	-	-	3,80,18,242
77	14X318	DEPARTMENT OF ELECTRONICS &	SPEECH BASED ACCESS OF AGRICULTURAL COMMODITY PRICES	CY 2018-19	-	2,50,000	-	-	2,50,000	-	-	2,50,000	2,50,000	-
				PY 2017-18	97,903	-	-	-	-	-	36,600	61,303	97,903	-
78	14X319	DEPARTMENT OF ATOMIC ENERGY	WLCG GRID DST COMPONENT	CY 2018-19	9,05,34,114	4,30,00,000	45,53,231	(14,21,695)	4,61,31,536	-	-	4,71,36,820	4,71,36,820	8,95,28,830
				PY 2017-18	5,84,71,459	9,71,50,000	38,58,353	-	10,10,08,353	2,11,26,482	-	4,78,19,216	6,89,45,698	9,05,34,114
79	14X320	WELCOME TRUST	WELCOME TRUST	CY 2018-19	55,330	81	3,242	-	3,323	-	-	500	500	58,153
				PY 2017-18	1,37,957	-	5,118	-	5,118	-	-	87,745	87,745	55,330
80	14X321	UNIVERSITY GRANT COMMISSION	DIOPHANTINE APPROXIMATION ON HOMOGENEOUS VARIETIES	CY 2018-19	1,04,962	-	5,650	-	5,650	-	-	-	-	1,10,612
				PY 2017-18	21,66,326	-	59,666	-	59,666	4,23,233	-	16,97,797	21,21,030	1,04,962
81	14X322	UNIVERSITY GRANT COMMISSION	FIELD THEORIES WITH HIGH-SPIN SYMMETRIES AND HIGH-SPIN	CY 2018-19	30,274	-	1,780	-	1,780	-	-	-	-	32,054
				PY 2017-18	10,60,497	-	28,880	-	28,880	2,96,356	-	7,62,747	10,59,103	30,274
82	14X323	UNIVERSITY GRANT COMMISSION	TRIGGERING AND GUIDING OF LIGHTING BY PLASMA FILAMENTS	CY 2018-19	67,61,703	-	2,28,048	-	2,28,048	1,72,049	1,17,425	54,71,122	57,60,596	12,29,155
				PY 2017-18	27,18,551	50,00,000	2,51,010	-	52,51,010	-	-	12,07,858	12,07,858	67,61,703
83	14X324	UNIVERSITY GRANT COMMISSION	TWO PLAYER GAMES : HARDNESS OF APPROXIMATION AND	CY 2018-19	12,78,724	-	48,442	-	48,442	1,24,064	-	7,74,315	8,98,379	4,28,787
				PY 2017-18	3,37,157	10,00,000	42,784	-	10,42,784	-	-	1,01,217	1,01,217	12,78,724
84	14X325	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLGY	WELLCOME TRUST DBT	CY 2018-19	1,44,13,847	-	6,82,963	-	6,82,963	-	13,69,186	42,32,825	56,02,011	94,94,799
				PY 2017-18	1,54,74,823	-	7,91,365	-	7,91,365	-	5,64,500	12,87,841	18,52,341	1,44,13,847
85	14X326	ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY	RSC CHEMISTRY OUTREACH	CY 2018-19	1,09,537	-	6,442	-	6,442	-	-	-	-	1,15,979
				PY 2017-18	98,351	-	5,504	-	5,504	-	-	(5,682)	(5,682)	1,09,537
86	14X328	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLGY	INTERNATIONAL ASSOCIATED LABORATORY IN THE AREA OF	CY 2018-19	8,886	-	325	-	325	-	-	6,710	6,710	2,501
				PY 2017-18	44,112	-	1,403	-	1,403	-	-	36,629	36,629	8,886
87	14X329	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	ELECTRONIC STRUCTURE OF CORRELATED ELECTRON SYSTEMS	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	32,550	-	-	(32,550)	(32,550)	-	-	-	-	-
88	14X330	ARIES	TIFR-ARIES NEAR INFRARED SPECTROMETER	CY 2018-19	4,19,473	-	-	-	-	-	-	1,86,736	1,86,736	2,32,737
				PY 2017-18	3,97,833	-	21,640	-	21,640	-	-	-	-	4,19,473
89	14X331	IFCPAR	DEVICE TO DEVICE (D2D) COMMUNICATIONS FOR LTE-	CY 2018-19	1,85,711	-	10,922	-	10,922	-	-	-	-	1,96,633
				PY 2017-18	4,09,455	-	15,758	-	15,758	-	2,06,166	33,336	2,39,502	1,85,711
90	15X332	AOARD	LATERAL SUPERLATTICE USING 2D MATERIALS TO REALIZE TUNABLE	CY 2018-19	10,731	-	631	-	631	-	-	-	-	11,362
				PY 2017-18	3,84,981	-	10,477	-	10,477	-	79,200	3,05,527	3,84,727	10,731
91	15X333	MAX-PLANK	MAX PLANCK PARTNER GROUP WITH THE MAX PLANCK INSTITUTE FOR	CY 2018-19	22,21,956	15,77,850	1,47,374	-	17,25,224	-	2,75,609	6,27,478	9,03,087	30,44,093
				PY 2017-18	14,79,889	14,36,500	98,014	-	15,34,514	67,900	-	7,24,547	7,92,447	22,21,956
92	15X334	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	SWARNAJAYANTI FELLOWSHIP OF DR SUSHIL MAJUMDAR	CY 2018-19	7,20,261	7,00,000	49,739	-	7,49,739	-	3,00,000	1,46,742	4,46,742	10,23,258
				PY 2017-18	27,28,220	-	91,306	-	91,306	5,85,530	3,32,656	11,81,079	20,99,265	7,20,261
93	15X335	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	JC BOSE FELLOWSHIP TO PROF KALOBARAN MAITI	CY 2018-19	7,07,007	8,00,000	42,955	-	8,42,955	-	3,00,000	4,41,605	7,41,605	8,08,357
				PY 2017-18	3,68,683	16,00,000	28,481	-	16,28,481	-	3,00,000	9,90,157	12,90,157	7,07,007
94	15X336	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	INVESTIGATION OF THE DISTRIBUTION OF VARIOUS GAS COMPONENTS IN	CY 2018-19	2,81,155	-	16,535	-	16,535	-	-	-	-	2,97,690
				PY 2017-18	2,66,651	-	14,504	-	14,504	-	-	-	-	2,81,155
95	15X337	INDO FRENCH CENTRE (CEFIPRA)	NOVEL NANOCATALYST SYNTHESIS GUIDED BY DNP NMR	CY 2018-19	2,40,919	1,20,073	14,580	-	1,34,653	-	1,06,080	-	1,06,080	2,69,492
				PY 2017-18	4,66,692	5,85,061	18,735	-	6,03,796	-	6,62,253	1,67,316	8,29,569	2,40,919
96	15X338	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	TUNING ELECTRON CORRELATIONS IN HEAVY FERMION COMPOUNDS BY	CY 2018-19	1,53,381	-	9,020	-	9,020	-	-	-	-	1,62,401
				PY 2017-18	7,484	1,41,638	4,259	-	1,45,897	-	-	-	-	1,53,381

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
PROJECT FUNDS

Schedule 'B'
(Amount in Rs.)

SR. NO.	BUDGET	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
97	15X339	SHELL INDIA MARKETS PVT LTD	REAL-SPACE RENORMALISATION IN POROUS MEDIA	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	14,01,184	-	-	(7,64,608)	(7,64,608)	-	64,901	5,71,675	6,36,576	-
98	15X340	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	REAL SPACE IMAGING OF THE MIXED STATE IN UNCONVENTIONAL AND	CY 2018-19	4,83,956	-	26,787	-	26,787	-	-	56,956	56,956	4,53,787
				PY 2017-18	8,83,802	-	36,214	-	36,214	1,06,334	-	3,29,726	4,36,060	4,83,956
99	15X341	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR BASUDEB DASGUPTA	CY 2018-19	3,34,037	-	17,560	-	17,560	-	-	60,000	60,000	2,91,597
				PY 2017-18	4,91,948	3,00,000	21,581	-	3,21,581	1,80,500	-	2,98,992	4,79,492	3,34,037
100	15X342	INDO FRENCH CENTRE (CEFIPRA)	HOLOGRAPHY AND ITS APPLICATIONS	CY 2018-19	7,45,345	-	36,777	-	36,777	-	2,40,000	-	2,40,000	5,42,122
				PY 2017-18	13,23,235	-	54,770	-	54,770	-	5,34,474	98,186	6,32,660	7,45,345
101	15X343	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	SEISMOLOGY OF CONVECTION IN THE SUN	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	37,919	-	-	-	-	-	-	37,919	37,919	-
102	15X344	DEPARTMENT OF ATOMIC ENERGY	STUDY OF INHOMOGENEITIES AND NANOSTRUCTURES ON SOLID	CY 2018-19	24,42,461	-	79,158	-	79,158	20,35,757	-	1,57,228	21,92,985	3,28,634
				PY 2017-18	16,82,998	32,40,527	1,09,115	-	33,49,642	15,03,137	3,00,000	7,87,042	25,90,179	24,42,461
103	15X345	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR. UMANG BHASKAR	CY 2018-19	4,36,033	3,00,000	19,270	-	3,19,270	-	65,000	4,51,749	5,16,749	2,38,554
				PY 2017-18	4,65,699	4,00,000	23,875	-	4,23,875	1,18,614	-	3,34,927	4,53,541	4,36,033
104	16X346	RIGETTI	BROADBAND PARAMETRIC AMPLIFIERS FOR MULTI QUBIT MEASUREMENTS	CY 2018-19	1,24,818	-	5,158	-	5,158	-	57,419	16,805	74,224	55,752
				PY 2017-18	3,75,011	-	13,234	-	13,234	-	28,000	2,35,427	2,63,427	1,24,818
105	16X347	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	J C BOSE FELLOWSHIP TO PROF MAHAN MITRA	CY 2018-19	10,62,143	5,00,000	35,247	-	5,35,247	-	3,00,000	8,41,553	11,41,553	4,55,837
				PY 2017-18	1,60,856	22,00,000	18,768	-	22,18,768	1,07,200	5,50,000	6,60,281	13,17,481	10,62,143
106	16X348	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	SEISMOLOGY OF CONVECTION IN THE SUN	CY 2018-19	8,07,207	-	42,434	-	42,434	-	-	1,71,340	1,71,340	6,78,301
				PY 2017-18	10,09,248	-	48,094	-	48,094	17,091	-	2,33,044	2,50,135	8,07,207
107	16X349	MAX PLANK INSITUTE FOR PHYSIK	PARTNERSHIP GROUP BETWEEN MPI FOR PHYSICS MUNICH & TIFR	CY 2018-19	24,14,100	6,47,220	1,14,976	-	7,62,196	99,750	-	13,15,674	14,15,424	17,60,872
				PY 2017-18	16,25,598	15,38,150	90,279	-	16,28,429	-	-	8,39,927	8,39,927	24,14,100
108	16X350	MAXPLANCK	PARTNERSHIP GROUP BETWEEN MAX-PLANCK INSTITUTE FOR SOFTWARE	CY 2018-19	28,13,082	8,09,250	1,73,790	-	9,83,040	-	2,54,549	2,70,766	5,25,315	32,70,807
				PY 2017-18	19,31,060	15,38,150	1,25,611	-	16,63,761	-	5,23,280	2,58,459	7,81,739	28,13,082
109	16X351	MAX-PLANCK	PARTNERSHIP GROUP BETWEEN MPI & TIFR FOR ASTROPHYSICS	CY 2018-19	19,23,026	8,09,375	1,00,198	-	9,09,573	2,64,065	-	9,83,923	12,47,988	15,84,611
				PY 2017-18	22,15,822	15,38,150	1,09,585	-	16,47,735	15,14,053	-	4,26,478	19,40,531	19,23,026
110	16X352	INDO-GERMAN (DST- DAAD)	CRUMBS PARALOGUES AND THEIR FUNCTIONAL SIGNIFICANCE IN ZEBRA	CY 2018-19	35,303	-	2,032	-	2,032	-	-	1,500	1,500	35,835
				PY 2017-18	4,72,713	-	13,451	-	13,451	-	-	4,50,861	4,50,861	35,303
111	16X353	WELCOME TRUST	EARLY CAREER FELLOWSHIP TO PAULOMI SANGHAVI	CY 2018-19	10,48,940	15,98,844	49,244	-	16,48,088	-	10,36,800	9,85,271	20,22,071	6,74,957
				PY 2017-18	6,34,039	26,41,045	44,560	-	26,85,605	-	10,36,800	12,33,904	22,70,704	10,48,940
112	16X354	THE INTERNATIONAL HUMAN FRONTIER SCIENCE	CAREER DEVELOPMENT AWARD TO DR SHAMIK DASGUPTA	CY 2018-19	71,92,418	(1)	-	(59,73,424)	(59,73,425)	-	2,70,325	9,48,668	12,18,993	-
				PY 2017-18	50,56,450	64,77,056	3,24,314	-	68,01,370	16,95,030	6,83,194	22,87,178	46,65,402	71,92,418
113	16X355	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	A PROGRAM ON JET SUBSTRUCTURE PHYSICS: TOWARDS NOVEL TOOLS &	CY 2018-19	1,89,906	65,000	10,014	-	75,014	-	-	1,04,261	1,04,261	1,60,659
				PY 2017-18	20,77,069	90,000	60,023	-	1,50,023	19,22,268	-	1,14,918	20,37,186	1,89,906
114	16X356	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	FINANCIAL SANCTION UNDER NATIONAL POST DOCTORAL	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	5,07,137	-	-	(2,07,588)	(2,07,588)	-	2,97,349	2,200	2,99,549	-
115	16X357	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	FINANCIAL SANCTION UNDER NATIONAL POST-DOCTORAL	CY 2018-19	1,13,226	2,20,000	-	(2,188)	2,17,812	-	1,88,065	1,42,973	3,31,038	-
				PY 2017-18	4,01,637	6,80,000	13,632	-	6,93,632	-	6,60,000	3,22,043	9,82,043	1,13,226
116	16X358	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	DIGGING NEW INFORMATION FROM THE PLANCK COSMIC MICROWAVE	CY 2018-19	4,38,134	1,00,000	22,989	-	1,22,989	25,000	-	1,69,472	1,94,472	3,66,651
				PY 2017-18	31,59,326	1,00,000	95,250	-	1,95,250	27,93,674	-	1,22,768	29,16,442	4,38,134
117	16X359	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	EFFICIENT VERIFICATION OF CONCURRENT PROGRAMS	CY 2018-19	9,65,760	-	50,749	-	50,749	1,23,242	-	82,446	2,05,688	8,10,821
				PY 2017-18	9,96,258	-	51,949	-	51,949	-	-	82,447	82,447	9,65,760
118	16X360	DST NANO MISSION	SUPERCONDUCTING 2D MATERIALS AND THEIR NANOSCALE DEVICES	CY 2018-19	4,06,81,950	18,00,000	7,95,496	-	25,95,496	4,06,26,283	6,73,310	4,11,426	4,17,11,019	15,66,427
				PY 2017-18	22,77,320	4,00,00,000	11,35,390	-	4,11,35,390	9,93,751	9,60,648	7,76,361	27,30,760	4,06,81,950
119	16X361	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY	CENTRE OF EXCELLENCE IN EPIGENETICS PHASE II	CY 2018-19	4,81,490	29,12,579	90,876	-	30,03,455	1,63,275	4,75,548	1,46,312	7,85,135	26,99,810
				PY 2017-18	38,51,145	-	1,14,716	-	1,14,716	12,49,055	5,85,923	16,49,393	34,84,371	4,81,490
120	16X362	SCIENCE AND EINGINEERING RESEARCH BOARD	FINANCIAL SANCTION UNDER NATIONAL POST-DOCTORAL	CY 2018-19	9,38,306	-	-	(9,60,275)	(9,60,275)	-	(21,969)	-	(21,969)	-
				PY 2017-18	5,29,071	5,98,189	38,852	-	6,37,041	-	2,27,806	-	2,27,806	9,38,306
121	16X363	DEPARTMENT OF SCIENCE AND TECHONOGY	MAGNETOPLASMONIC QUASICRYSTALS	CY 2018-19	5,51,642	-	32,443	-	32,443	-	-	-	-	5,84,085
				PY 2017-18	7,74,990	-	35,125	-	35,125	-	-	2,58,473	2,58,473	5,51,642
122	16X364	CARS-DRDO	DEVELOPMENT OF SCIENCE RELATED TO COLD ATOM INTERFEROMETER	CY 2018-19	59,24,873	-	2,38,267	-	2,38,267	14,34,714	-	23,12,252	37,46,966	24,16,174
				PY 2017-18	77,62,273	-	3,62,396	-	3,62,396	75,566	-	21,24,230	21,99,796	59,24,873
123	16X365	JOINT RESEARCH AGREEMENT BETWEEN TATA	NANOSCALE GRAPHENE SENSORS	CY 2018-19	5,67,820	-	19,034	-	19,034	-	4,36,800	51,542	4,88,342	98,512
				PY 2017-18	10,14,273	-	41,889	-	41,889	-	4,36,800	51,542	4,88,342	5,67,820
124	16X366	INDIAN COUNCIL OF HISTORICAL RESEARCH	STUDY OF CULTURAL CONTINUITY BETWEEN EARLY POPULATION OF	CY 2018-19	64,641	-	3,802	-	3,802	-	-	-	-	68,443
				PY 2017-18	61,452	-	3,339	-	3,339	-	-	150	150	64,641
125	17X367	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	SWARNAJAYANTI FELLOWSHIP TO DR.PRAHLADH HARSHA	CY 2018-19	7,87,651	-	33,799	-	33,799	-	3,00,000	1,15,475	4,15,475	4,05,975
				PY 2017-18	-	12,21,800	20,579	-	12,42,379	1,54,728	2,00,000	1,00,000	4,54,728	7,87,651
126	17X368	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	INSPIRE FACULTY AWARD TO DR.SRISHTI DAR	CY 2018-19	4,80,905	1,60,374	-	(3,20,748)	(1,60,374)	-	2,37,333	83,198	3,20,531	-
				PY 2017-18	-	19,00,000	12,733	-	19,12,733	-	10,40,000	3,91,828	14,31,828	4,80,905
127	17X369	SCIENCE AND EINGINEERING RESEARCH BOARD	NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP TO DR.BISWAJYOTI SAHA	CY 2018-19	3,02,727	8,78,811	-	(6,71,749)	2,07,062	-	2,67,903	2,41,886	5,09,789	-
				PY 2017-18	-	9,60,000	8,015	-	9,68,015	-	5,28,000	1,37,288	6,65,288	3,02,727

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
PROJECT FUNDS

Schedule 'B'
(Amount in Rs.)

SR. NO.	BUDGET	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
128	17X370	SCIENCE AND EINGINEERING RESEARCH BOARD	NATIONAL POST DOCTORAL FELLOSHIP TO DR.EKATA SAHA	CY 2018-19	2,98,237	8,78,811	-	(5,97,840)	2,80,971	-	3,26,333	2,52,875	5,79,208	-
				PY 2017-18	-	9,60,000	7,896	-	9,67,896	-	5,28,000	1,41,659	6,69,659	2,98,237
129	17X371	SCIENCE AND EINGINEERING RESEARCH BOARD	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR.RAMPRASAD SAPTHARISI	CY 2018-19	4,87,914	-	19,217	-	19,217	-	-	3,22,328	3,22,328	1,84,803
				PY 2017-18	-	7,60,000	12,919	-	7,72,919	54,456	-	2,30,549	2,85,005	4,87,914
130	17X372	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	TOPOLOGICAL PHASE OF MATTER IN 2D SUPERCONDUCTING MATERIALS	CY 2018-19	2,18,884	-	12,261	-	12,261	-	-	20,809	20,809	2,10,336
				PY 2017-18	-	3,60,000	5,795	-	3,65,795	-	-	1,46,911	1,46,911	2,18,884
131	17X373	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	MULTI-WAVE LENGTH STUDIES OF GALATIC STAT-FORMING REGIONS	CY 2018-19	5,49,688	2,84,067	25,578	-	3,09,645	-	-	5,13,599	5,13,599	3,45,734
				PY 2017-18	-	5,54,300	10,673	-	5,64,973	-	-	15,285	15,285	5,49,688
132	17X374	SCIENCE AND EINGINEERING RESEARCH BOARD	RAMANUJAN FELLOWSHIP AWARD TO DR.HARIHARAN NARAYANAN	CY 2018-19	6,36,462	-	28,725	-	28,725	73,856	-	2,22,195	2,96,051	3,69,136
				PY 2017-18	-	7,60,000	16,852	-	7,76,852	66,515	-	73,875	1,40,390	6,36,462
133	17X375	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	DST-INSPIRE FACULTY AWARD TO DR. PALASH DEY	CY 2018-19	15,82,711	-	-	(15,10,453)	(15,10,453)	-	72,258	-	72,258	-
				PY 2017-18	-	19,00,000	41,906	-	19,41,906	-	3,20,000	39,195	3,59,195	15,82,711
134	17X376	IFCPAR	INTERACTIONS BETWEEN DYNAMICAL SYSTEMS GEOMETRY AND NUMBER	CY 2018-19	7,87,347	-	32,659	-	32,659	1,34,297	2,68,452	51,204	4,53,953	3,66,053
				PY 2017-18	-	7,66,500	20,847	-	7,87,347	-	-	-	-	7,87,347
135	17X377	SCIENCE AND EINGINEERING RESEARCH BOARD	NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP TO DR.ADITYA N	CY 2018-19	1,89,190	11,20,137	20,549	-	11,40,686	-	6,60,000	1,39,691	7,99,691	5,30,185
				PY 2017-18	-	6,38,904	5,009	-	6,43,913	-	3,85,000	69,723	4,54,723	1,89,190
136	17X378	SCIENCE AND EINGINEERING RESEARCH BOARD	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR.PIYUSH SRIVASTAVA	CY 2018-19	5,54,686	-	21,880	-	21,880	-	1,73,600	1,91,705	3,65,305	2,11,261
				PY 2017-18	-	6,00,000	14,686	-	6,14,686	-	-	60,000	60,000	5,54,686
137	17X379	SCIENCE AND EINGINEERING RESEARCH BOARD	JC BOSE FELLOWSHIP TO DR.SANDIP PARIMAL TRIVEDI	CY 2018-19	6,31,542	12,00,000	56,564	-	12,56,564	-	3,00,000	2,39,511	5,39,511	13,48,595
				PY 2017-18	-	10,00,000	16,721	-	10,16,721	-	2,50,000	1,35,179	3,85,179	6,31,542
138	17X380	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	SWARNAJAYANTI FELLOWSHIP TO DR.ANISH GHOSH	CY 2018-19	13,57,544	-	51,343	-	51,343	1,35,397	5,70,729	2,62,930	9,69,056	4,39,831
				PY 2017-18	-	13,21,600	35,944	-	13,57,544	-	-	-	-	13,57,544
139	18X340	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	JC BOSE FELLOWSHIP TO PROF.E.V.SAMPATHKUMARAN	CY 2018-19	-	19,00,000	38,684	-	19,38,684	-	2,25,000	3,59,467	5,84,467	13,54,217
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140	18X341	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	JC BOSE FELLOWSHIP TO Prof. Indranil Biswas	CY 2018-19	-	19,00,000	11,914	-	19,11,914	-	2,25,000	12,69,845	14,94,845	4,17,069
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
141	18X342	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	JC BOSE FELLOWSHIP TO PROF.T.N.Venkatarama	CY 2018-19	-	19,00,000	38,158	-	19,38,158	70,872	2,25,000	3,06,497	6,02,369	13,35,789
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
142	18X343	DAE	MECHANISMS OF ACTIVE INTRA-CELLULAR TRANSPORT, CONNECTING THEORY AND EXPERIMENT	CY 2018-19	-	30,00,000	51,260	-	30,51,260	93,558	1,80,323	6,58,908	9,32,789	21,18,471
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
143	18X344	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	EFFICIENCY OF SECURE COMPUTATION	CY 2018-19	-	7,50,000	19,364	-	7,69,364	-	55,354	36,127	91,481	6,77,883
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
144	18X345	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY	INTERACTIONS BETWEEN DYNAMICAL SYSTEMS GEOMETRY AND NUMBER THEORY	CY 2018-19	-	18,90,000	49,813	-	19,39,813	-	-	1,96,001	1,96,001	17,43,812
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
145	18X346	DAE	PROTO-TYPE DEVELOPMENT OF PHOTO CONDUCTIVE SEMI	CY 2018-19	-	17,00,000	26,014	-	17,26,014	-	-	5,43,813	5,43,813	11,82,201
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
146	18X347	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	NEUROGENESIS VERSUS GLIOGENESIS IN THE DEVELOPING HIPPOCAMPUS- FROM EPIGENETIC TO	CY 2018-19	-	24,70,000	53,623	-	25,23,623	-	2,83,834	3,62,599	6,46,433	18,77,190
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
147	18X348	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	RAMANUJAN FELLOWSHIP AWARD TO DR.SUGATA MONDAL	CY 2018-19	-	7,60,000	15,240	-	7,75,240	1,46,733	-	94,994	2,41,727	5,33,513
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
148	18X349	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	RAMANUJAN FELLOWSHIP AWARD TO DR.NISHITA DESAI	CY 2018-19	-	15,00,000	26,033	-	15,26,033	1,59,980	3,70,968	71,194	6,02,142	9,23,891
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
149	18X350	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	JC BOSE FELLOWSHIP TO PROF.VASUDEVAN SRINIVAS	CY 2018-19	-	19,00,000	45,818	-	19,45,818	-	2,25,000	1,16,874	3,41,874	16,03,944
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	18X351	SUNNYBROOK RESEARCH INSTITUTE	DECIPHERING THE BLUEPRINT OF THE HEALTHY AND DISEASE BRAIN	CY 2018-19	-	19,63,279	26,220	-	19,89,499	-	-	1,98,486	1,98,486	17,91,013
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
151	18X352	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	PLASMONIC NANOSTRUCTURES WITH MAGNETIC & SEMICONDUCTOR CONSTITUENTS FOR NANOPHOTONICS	CY 2018-19	-	8,67,200	24,618	-	8,91,818	-	-	30,000	30,000	8,61,818
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
152	18X353	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	DST INSPIRE FACUTLY AWARD TO DR.SUBHAMOY GHATAK	CY 2018-19	-	19,00,000	41,829	-	19,41,829	-	4,36,130	41,386	4,77,516	14,64,313
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
153	18X354	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	DST INSPIRE FACUTLY AWARD TO DR.SOURAV DUTTA	CY 2018-19	-	7,00,000	18,308	-	7,18,308	-	-	57,411	57,411	6,60,897
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
154	18X355	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	DESIGN AND ANALYSIS OF WIRELESS NETWORKS USING STOCHASTIC	CY 2018-19	-	2,20,000	5,881	-	2,25,881	-	-	20,000	20,000	2,05,881
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
155	18X356	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	INVESTIGATION OF THE DISTRIBUTION OF VARIOUS GAS COMPONENTS IN	CY 2018-19	-	30,09,120	87,603	-	30,96,723	-	-	30,000	30,000	30,66,723
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
156	18X367	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	EFFICIENT ALGORITHMS FOR COMPUTING EQUILIBRIA IN GAMES ON	CY 2018-19	-	4,12,892	11,459	-	4,24,351	-	-	23,192	23,192	4,01,159
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
PROJECT FUNDS

Schedule 'B'
(Amount in Rs.)

SR. NO.	BUDGET	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
157	18X358	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	NATIONAL POST-DOCTORAL FELLOWSHIP TO MR.ABHISHEK SINGH	CY 2018-19	-	9,60,000	28,229	-	9,88,229	-	-	-	-	9,88,229
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
158	18X381	ONR GLOBAL	PROBING THE MAGNETO-ELASTIC COUPLING OF A ONE UNIT CELL THICK	CY 2018-19	-	25,24,032	15,207	-	25,39,239	68,374	2,69,100	11,69,164	15,06,638	10,32,601
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
159	18X382	IFCPAR	COMPOSITE MODELS AT THE INTERFACE OF THEORY AND	CY 2018-19	-	5,26,028	7,033	-	5,33,061	1,95,495	-	91,368	2,86,863	2,46,198
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	18X383	DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY	SELF FLUORESCENT CELL PERMEABLE GLUCOSE DERIVED	CY 2018-19	-	31,78,000	62,296	-	32,40,296	-	2,34,000	6,60,811	8,94,811	23,45,485
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
161	18X384	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	SURFACE GROUP REPRESENTATION AND GEOMETRIC GROUP THEORY	CY 2018-19	-	2,20,000	3,525	-	2,23,525	49,957	-	23,857	73,814	1,49,711
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
162	18X385	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	DYNAMICAL SYSTEMS ON HOMOGENEOUS SPACES AND	CY 2018-19	-	2,20,000	831	-	2,20,831	-	-	1,91,744	1,91,744	29,087
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
163	18X386	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	HOLOMORPHIC CARTAN GEOMETRY	CY 2018-19	-	2,20,000	27	-	2,20,027	-	-	2,19,094	2,19,094	933
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
164	18X387	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	RAMANUJAN FELLOWSHIP TO DR.ABHIJIT GADDE	CY 2018-19	-	7,60,000	9,787	-	7,69,787	-	-	4,27,169	4,27,169	3,42,618
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
165	18X388	DEPARTMENT OF SCIENCE & TECHNOLOGY	UNVELLING PHYSICAL CONDITION IN MILKY WAY SMC AND HIGH RED	CY 2018-19	-	8,93,000	3,957	-	8,96,957	99,750	5,31,667	91,697	7,23,114	1,73,843
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
166	18X389	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP TO DR. JYOTI SHARMA	CY 2018-19	-	9,60,000	10,150	-	9,70,150	-	4,64,839	1,00,000	5,64,839	4,05,311
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
167	18X9999	SCIENCE & ENGINEERING RESEARCH BOARD	EXPERIMENTAL HIGH ENERGY PHYSICS	CY 2018-19	-	24,00,000	28,526	-	24,28,526	50,400	28,500	13,51,003	14,29,903	9,98,623
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sub Total - (I)				**CY 2018-19**	**40,16,06,265**	**12,90,10,490**	**1,91,39,413**	**(2,13,54,613)**	**12,67,95,290**	**5,34,81,700**	**2,74,15,426**	**11,58,60,362**	**19,67,57,488**	**33,16,44,067**
				PY 2017-18	**32,81,24,204**	**25,40,98,881**	**1,86,64,687**	**(81,04,297)**	**26,46,59,271**	**3,70,89,160**	**3,64,02,869**	**11,76,85,181**	**19,11,77,210**	**40,16,06,265**
Closed Projects - (II)				**CY 2018-19**	**2,83,53,530**	-	-	**22,407**	**22,407**	-	-		-	**2,83,75,937**
				PY 2017-18	**2,44,93,840**	-	-	**38,59,690**	**38,59,690**	-	-	-	-	**2,83,53,530**
Total - 'A' - Mumbai Projects (I + II)				**CY 2018-19**	**42,99,59,795**	**12,90,10,490**	**1,91,39,413**	**(2,13,32,206)**	**12,68,17,697**	**5,34,81,700**	**2,74,15,426**	**11,58,60,362**	**19,67,57,488**	**36,00,20,004**
				PY 2017-18	**35,26,18,044**	**25,40,98,881**	**1,86,64,687**	**(42,44,607)**	**26,85,18,961**	**3,70,89,160**	**3,64,02,869**	**11,76,85,181**	**19,11,77,210**	**42,99,59,795**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
PROJECT FUNDS

Schedule 'B'

(Amount in Rs.)

SR. NO.	BUDGET	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
168	GALA	Department of Science & Technology	SWARNA-061	CY 2018-19	37,679	6,00,000	2,399		6,02,399		3,00,000	2,80,411	5,80,411	59,667
				PY 2017-18	2,88,650	4,00,000	2,447	-	4,02,447	-	3,00,000	3,53,418	6,53,418	37,679
169	DWARF	Department of Science & Technology	NEUTRON-062	CY 2018-19	(5,322)				-		-	-	-	(5,322)
				PY 2017-18	(5,322)	-	-	-	-	-	-	-	-	(5,322)
170	HYDRO	Department of Science & Technology	INSPIRE-063	CY 2018-19	16,15,666	-	22,528		22,528	58,941	5,73,148	4,45,717	10,77,806	5,60,388
				PY 2017-18	1,98,493	15,25,911	5,829	-	15,31,740	-	-	1,14,568	1,14,568	16,15,665
171	GSTAR	Science & Engineering Board Delhi	PULSAR-064	CY 2018-19	1,21,258	3,50,000	-		3,50,000	-	74,667	3,90,495	4,65,162	6,096
				PY 2017-18	1,51,514	4,50,000	1,049	-	4,51,049	-	3,36,000	1,45,305	4,81,305	1,21,258
172	GSTAR	Department of Science & Technology	SWARNA-065	CY 2018-19	20,25,687	-	66,176	-	66,176	67,266	2,35,833	1,42,625	4,45,724	16,46,139
				PY 2017-18	42,31,141	-	1,31,550	84,677	2,16,227	20,07,999	1,25,000	2,88,682	24,21,681	20,25,687
173	GSTAR	Department of Science & Technology	Galactic-067	CY 2018-19	-	7,68,750	32,199		8,00,949			-	-	8,00,949
				PY 2017-18	-	-	-	-	-			-	-	-
174	GSTAR	Department of Science & Technology	RAADIOSKY-068	CY 2018-19	9,60,189	-	40,217		40,217			-	-	10,00,406
				PY 2017-18	21,592	9,36,006	62,355	-	9,98,361			59,764	59,764	9,60,189
175	GSTAR	Department of Science & Technology	INDOSA-69	CY 2018-19	3,12,234	-	13,078		13,078			-	-	3,25,312
				PY 2017-18	2,91,957	-	20,277	-	20,277			-	-	3,12,234
176	GSTAR	Department of Science & Technology	CEFIPRA-70	CY 2018-19	-	8,03,133	26,349		8,29,482	96,600		77,438	1,74,038	6,55,444
				PY 2017-18	-	-	-	-	-			-	-	-
177		Department of Science & Technology	VOIDG-71	CY 2018-19	-	6,28,200	-		6,28,200	-		-	-	6,28,200
				PY 2017-18	-	-	-	-	-			-	-	-
178	GSTAR	SKA Project	SKA Project	CY 2018-19	1,00,89,868	4,11,09,000	-	-	4,11,09,000	-	-	4,04,37,199	4,04,37,199	1,07,61,669
				PY 2017-18	14,53,142	10,76,00,000	-	-	10,76,00,000	-	-	9,89,63,274	9,89,63,274	1,00,89,868
		Total - 'B' - NCRA		CY 2018-19	1,51,57,259	4,42,59,083	2,02,946	-	4,44,62,029	2,22,807	11,83,648	4,17,73,885	4,31,80,340	1,64,38,948
				PY 2017-18	66,31,167	11,09,11,917	2,23,507	84,677	11,12,20,101	20,07,999	7,61,000	9,99,25,011	10,26,94,010	1,51,57,258

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH / मुंबई / MUMBAI 400 005.
G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2019

PROJECT FUNDS

Schedule 'B'

(Amount in Rs.)

SR. NO.	BUDGET	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
179	CCGA	CCGA	Mesoscale Modelling For Monsoon Relatred weather Predictions	CY 2018-19	3,53,133				-				-	3,53,133
				PY 2017-18	3,53,133				-				-	3,53,133
180	GDHC	DAE	Grant From DAE for staff Housing Colong Bangalore	CY 2018-19	7,00,000				-				-	7,00,000
				PY 2017-18	7,00,000	-	-		-		-	-	-	7,00,000
181	MS	Microsoft	Microsoft	CY 2018-19	1,99,525			2,404	2,404	-		-	-	2,01,929
				PY 2017-18	1,99,525				-	-	-	-	-	1,99,525
182	JCBF	DST 2009-14	JC Bose Fellowship	CY 2018-19	5,78,395	-	-	-	-	-	-	5,78,395	5,78,395	-
				PY 2017-18	3,35,514	16,00,000	-		16,00,000	5,93,152	3,00,000	463967	13,57,119	5,78,395
183	NIC	EADS	EADS - AIRBUS	CY 2018-19	1,38,10,506	-	5,74,990		5,74,990	-	4,16,400	38,96,993	43,13,393	1,00,72,103
				PY 2017-18	1,25,39,645	3683696	6,509	-	36,90,205	-	24,19,344	-	24,19,344	1,38,10,506
184	INS	INSPIRE	INSPIRE (Shyam S Ghoshal)	CY 2018-19	1,87,241	5,12,759	-	-	5,12,759	1,94,730	-	1,32,307	3,27,037	3,72,963
				PY 2017-18	7,00,000	-	-	-	-	2,47,134	2,30,625	35,000	5,12,759	1,87,241
185	INS	INSPIRE	INSPIRE (Divyang Bhimani)	CY 2018-19	5,02,966	11,58,714	-	-	11,58,714	1,34,119	82,640	35,000	2,51,759	14,09,921
				PY 2017-18	-	19,00,000	-	-	19,00,000	2,76,478	10,85,556	35,000	13,97,034	5,02,966
186	INSA	INSA	INSA Young Scientist	CY 2018-19	2,69,309	-	-	21,858	21,858			3,146	3,146	2,88,021
				PY 2017-18	-	5,00,000	-	-	5,00,000	-	-	2,30,691	2,30,691	2,69,309
187	NPOL	NPOL	NPOL	CY 2018-19	1,15,474	-	-	-	-	1,11,731	-	3,743	1,15,474	-
				PY 2017-18	3,44,122	-		-	-	36,875	1,91,773	-	2,28,648	1,15,474
188	NPDF	NPDF	NPDF	CY 2018-19	618	46,39,401	-	-	46,39,401	-	-	28,79,747	28,79,747	17,60,272
				PY 2017-18	-	4,69,204	-	-	4,69,204	-	3,22,903	1,45,683	4,68,586	618
189	SERB	MATRICS	MATRICS	CY 2018-19	-	8,80,000	-	92,424	9,72,424	-	-	4,99,305	4,99,305	4,73,119
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			Total - 'C' - CAM	**CY 2018-19**	**1,67,17,167**	**71,90,874**	**5,74,990**	**1,16,686**	**78,82,550**	**4,40,580**	**4,99,040**	**80,28,636**	**89,68,256**	**1,56,31,461**
				PY 2017-18	**1,51,71,939.2**	**81,52,900**	**6,509**	**-**	**81,59,409**	**11,53,639**	**45,50,201**	**9,10,341**	**66,14,181**	**1,67,17,167**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
PROJECT FUNDS

Schedule 'B'
(Amount in Rs.)

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
190	6211	Science & Engineering Research Board	JC Bose Fellowship to Prof. Jayant B.	CY 2018-19	(22,35,749)	22,35,749	-	-	22,35,749	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	(22,35,749)	-	-	-	-	-	-	-	-	(22,35,749)
191	6249	Science & Engineering Research Board	Year of Sciene Chair Professorship - Prof.	CY 2018-19	7,12,940	35,00,000	83,976	-	35,83,976	-	14,52,000	8,18,009	22,70,009	20,26,907
				PY 2017-18	8,79,012	20,00,000	27,380	-	20,27,380	85,499	15,42,000	5,65,953	21,93,452	7,12,940
192	6252	Science & Engineering Research Board	Ramanujan Fellowship to Dr. Shivaprasad	CY 2018-19	1,908	-	121	-	121	-	-	-	-	2,029
				PY 2017-18	1,908	-	-	-	-	-	-	-	-	1,908
193	6260	Max Planck Institute	DST-MPG Grant Max-Planck-Gesellschaft -	CY 2018-19	1,47,129	-	8,195	-	8,195	-	-	35,065	35,065	1,20,259
				PY 2017-18	13,86,378	-	-	-	-	-	3,45,680	8,93,569	12,39,249	1,47,129
194	6261	Department of Science & Technology, GoI	Memory implications of circuit rewiring by	CY 2018-19	4,33,333	-	-	(21,436)	(21,436)	-	4,11,897	-	4,11,897	-
				PY 2017-18	2,48,025	10,60,000	11,601	-	10,71,601	-	6,75,571	2,10,722	8,86,293	4,33,333
195	6262	Science & Engineering Research Board	Genome-wide approaches to	CY 2018-19	71,767	5,65,814	-	-	5,65,814	-	5,37,581	1,00,000	6,37,581	-
				PY 2017-18	2,87,022	-	6,171	-	6,171	-	2,20,000	1,426	2,21,426	71,767
196	6263	Science & Engineering Research Board	Dissecting endogenous and	CY 2018-19	1,96,820	3,75,000	-	(18,365)	3,56,635	-	-	5,53,455	5,53,455	-
				PY 2017-18	1,98,607	2,00,000	6,750	-	2,06,750	-	-	2,08,537	2,08,537	1,96,820
197	6264	Science & Engineering Research Board	Non-volant small mammal communities	CY 2018-19	61,707	10,50,000	-	(26,102)	10,23,898	-	4,40,000	6,45,605	10,85,605	-
				PY 2017-18	1,64,146	7,00,000	3,808	-	7,03,808	-	6,60,000	1,46,247	8,06,247	61,707
198	6265	Science & Engineering Research Board	Unravelling the role played by neuronal	CY 2018-19	1,50,496	9,20,000	5,865	(28,404)	8,97,461	-	4,95,000	5,12,099	10,07,099	40,858
				PY 2017-18	1,42,584	12,00,000	5,041	-	12,05,041	-	6,60,000	5,37,129	11,97,129	1,50,496
199	6266	Science & Engineering Research Board	Ramanujan Fellowship to Dr. Radhika	CY 2018-19	72,806	7,60,000	21,363	-	7,81,363	-	36,800	1,93,172	2,29,972	6,24,197
				PY 2017-18	2,80,045	5,00,000	6,069	-	5,06,069	-	4,09,600	3,03,708	7,13,308	72,806
200	6267	Science & Engineering Research Board	Ramanujan Fellowship to Dr. Shannon B.	CY 2018-19	86,323	7,60,000	19,015	-	7,79,015	-	2,54,800	76,451	3,31,251	5,34,087
				PY 2017-18	83,613	8,00,000	2,640	-	8,02,640	-	4,47,937	3,51,993	7,99,930	86,323
201	6268	Department of Science & Technology, GoI	Quantiative analysis of the modulation of host	CY 2018-19	1,81,189	28,50,543	-	(5,37,659)	23,12,884	-	13,20,626	11,73,447	24,94,073	-
				PY 2017-18	1,72,743	-	6,087	-	6,087	-	(20,626)	18,267	(2,359)	1,81,189
202	6269	Science & Engineering Research Board	Ramanujan Fellowship to Dr. Hiyaa Ghosh	CY 2018-19	8,43,021	3,00,000	48,302	-	3,48,302	-	1,42,500	3,15,907	4,58,407	7,32,916
				PY 2017-18	7,15,602	2,00,000	26,807	-	2,26,807	-	-	99,388	99,388	8,43,021
203	6271	Science & Engineering Research Board	Investigating the molecular mechanism	CY 2018-19	5,10,959	13,00,000	49,053	-	13,49,053	-	3,90,000	3,80,545	7,70,545	10,89,467
				PY 2017-18	11,79,312	4,00,000	29,071	-	4,29,071	-	3,90,000	7,07,424	10,97,424	5,10,959
204	6272	The Indo-US Science and Technology Forum	US-India Advanced Bioenergy Consortium	CY 2018-19	2,97,294	14,31,980	33,360	-	14,65,340	-	6,91,600	2,79,911	9,71,511	7,91,123
				PY 2017-18	10,44,936	-	22,950	-	22,950	3,22,115	4,41,222	7,255	7,70,592	2,97,294
205	6273	Max Planck Institute	DST-Maxplanck Grant to Dr. Radhika	CY 2018-19	26,69,154	6,36,283	1,64,887	-	8,01,170	-	6,23,962	1,35,826	7,59,788	27,10,536
				PY 2017-18	18,55,258	12,84,960	-	-	12,84,960	-	1,95,000	2,76,064	4,71,064	26,69,154
206	6274	Science & Engineering Research Board	Elucidating the functions of an autism-	CY 2018-19	7,18,867	12,50,000	60,234	-	13,10,234	-	3,90,000	3,92,750	7,82,750	12,46,351
				PY 2017-18	6,79,096	10,00,000	23,648	-	10,23,648	-	1,12,875	8,71,002	9,83,877	7,18,867
207	6275	Science & Engineering Research Board	J. C. Bose Fellowship to Prof. Sowdhamini	CY 2018-19	11,12,040	4,00,000	65,119	-	4,65,119	-	3,94,800	1,69,773	5,64,573	10,12,586
				PY 2017-18	9,99,161	10,00,000	36,311	-	10,36,311	-	6,17,032	3,06,400	9,23,432	11,12,040
208	6277	Science & Engineering Research Board	NPDF Fellowship to Dr. Lakshmi	CY 2018-19	1,85,903	3,65,469	-	(28,888)	3,36,581	-	2,75,000	2,47,484	5,22,484	-
				PY 2017-18	4,83,767	5,59,246	11,518	-	5,70,764	94,072	6,60,000	1,14,556	8,68,628	1,85,903
209	6278	Department of Science & Technology, GoI	Investigating the role of plant SNARE	CY 2018-19	94,578	10,00,000	12,071	(20,425)	9,91,646	-	6,60,000	1,26,962	7,86,962	2,99,262
				PY 2017-18	4,84,091	5,00,000	9,953	-	5,09,953	-	6,60,000	2,39,466	8,99,466	94,578
210	6279	Science & Engineering Research Board	Understanding allocation pattern of	CY 2018-19	5,60,262	3,50,000	39,199	-	3,89,199	-	-	2,30,801	2,30,801	7,18,660
				PY 2017-18	10,24,400	5,41,666	27,255	-	5,68,921	5,35,478	-	4,97,581	10,33,059	5,60,262
211	6280	Science & Engineering Research Board	J C Bose Fellowship to Prof. Upinder S	CY 2018-19	12,41,889	14,00,000	55,921	-	14,55,921	-	3,00,000	18,15,194	21,15,194	5,82,616
				PY 2017-18	11,95,269	8,00,000	40,615	1,302	8,41,917	1,11,468	3,00,000	3,83,829	7,95,297	12,41,889
212	6281	Science & Engineering Research Board	Understanding and design of domain-	CY 2018-19	3,21,557	10,00,000	22,305	-	10,22,305	-	5,06,491	4,31,200	9,37,691	4,06,171
				PY 2017-18	3,00,516	11,00,000	10,699	-	11,10,699	-	4,61,500	6,28,158	10,89,658	3,21,557
213	6282	Science & Engineering Research Board	J C Bose Fellowship to Prof. K.	CY 2018-19	14,36,371	-	90,707	-	90,707	-	-	3,987	3,987	15,23,091
				PY 2017-18	1,00,107	18,00,000	26,426	-	18,26,426	-	2,90,162	2,00,000	4,90,162	14,36,371
214	6283	Science & Engineering Research Board	Exploring e-protein in microglial homeostasis	CY 2018-19	13,95,992	9,50,000	49,478	(5,421)	9,94,057	3,77,814	-	17,93,928	21,71,742	2,18,307
				PY 2017-18	4,49,057	11,00,000	31,412	-	11,31,412	-	-	1,84,477	1,84,477	13,95,992
215	6284	Science & Engineering Research Board	Factors Determining Population Structure	CY 2018-19	11,67,822	-	58,268	-	58,268	-	3,92,642	1,00,171	4,92,813	7,33,277
				PY 2017-18	4,12,226	15,00,000	27,175	-	15,27,175	2,49,276	3,98,970	1,23,333	7,71,579	11,67,822
216	6285	Science & Engineering Research Board	Climatic and environmental controls	CY 2018-19	8,17,163	7,00,000	28,329	-	7,28,329	-	3,21,165	11,17,223	14,38,388	1,07,104
				PY 2017-18	6,00,526	9,00,000	23,781	-	9,23,781	5,38,665	31,200	1,37,279	7,07,144	8,17,163
217	6287	Science & Engineering Research Board	Control and regulation of ribosomal	CY 2018-19	9,16,934	10,00,000	51,841	-	10,51,841	-	4,63,468	7,30,850	11,94,318	7,74,457
				PY 2017-18	-	13,02,048	15,770	-	13,17,818	-	3,04,436	96,448	4,00,884	9,16,934
218	6289	Science & Engineering Research Board	N-PDF fellowship to Dr. Sanjeev Kumar	CY 2018-19	14,445	9,10,000	3,685	-	9,13,685	-	6,60,000	1,62,339	8,22,339	1,05,791
				PY 2017-18	-	9,60,000	248	-	9,60,248	1,29,203	6,60,000	1,56,600	9,45,803	14,445
219	6290	Science & Engineering Research Board	Year of Science Chair Professorship to Prof.	CY 2018-19	11,36,949	38,00,000	85,931	-	38,85,931	-	25,58,710	7,97,467	33,56,177	16,66,703
				PY 2017-18	-	23,00,000	19,554	-	23,19,554	-	7,83,572	3,99,033	11,82,605	11,36,949
220	6291	Science & Engineering Research Board	J C Bose Fellowship to Prof. Satyajit Mayor	CY 2018-19	14,42,492	-	75,929	-	75,929	-	4,83,600	-	4,83,600	10,34,821
				PY 2017-18	-	16,00,000	24,809	-	16,24,809	-	-	1,82,317	1,82,317	14,42,492

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
PROJECT FUNDS

Schedule 'B'
(Amount in Rs.)

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
221	6292	Department of Science & Technology, GoI	Chemical ecology of plant insect	CY 2018-19	12,42,033	-	76,996	(21,362)	55,634	-	27,580	-	27,580	12,70,087
				PY 2017-18	-	14,95,000	21,362	-	15,16,362	-	2,08,629	65,700	2,74,329	12,42,033
222	6293	Science & Engineering Research Board	N-PDF fellowship to Dr. Poulomi Biswas	CY 2018-19	2,16,188	9,10,000	7,370	(7,56,705)	1,60,665	-	2,20,000	1,32,571	3,52,571	24,282
				PY 2017-18	-	9,60,000	3,718	-	9,63,718	-	5,48,167	1,99,363	7,47,530	2,16,188
223	6294	Department of Science & Technology, GoI	How do neuronal variability and noise	CY 2018-19	22,95,816	-	1,00,470	(38,316)	62,154	13,75,798	-	-	13,75,798	9,82,172
				PY 2017-18	-	24,51,000	38,316	-	24,89,316	-	-	1,93,500	1,93,500	22,95,816
224	6296	Science & Engineering Research Board	N-PDF fellowship to Dr. R S Sajeevan	CY 2018-19	2,37,563	9,10,000	12,064	-	9,22,064	-	6,60,000	3,43,597	10,03,597	1,56,030
				PY 2017-18	-	9,60,000	4,086	-	9,64,086	-	5,67,742	1,58,781	7,26,523	2,37,563
225	6298	Science & Engineering Research Board	Ramanujan Fellowship to Dr. K. R.	CY 2018-19	2,87,609	5,00,000	10,868	-	5,10,868	-	4,20,835	3,10,667	7,31,502	66,975
				PY 2017-18	-	5,00,000	4,947	-	5,04,947	-	-	2,17,338	2,17,338	2,87,609
226	6299	Department of Science & Technology, GoI	Role of dSTIM in postembryonic	CY 2018-19	3,28,676	3,00,000	18,148	(5,653)	3,12,495	-	3,60,000	17,748	3,77,748	2,63,423
				PY 2017-18	-	5,32,000	5,653	-	5,37,653	-	1,50,000	58,977	2,08,977	3,28,676
227	6324	Department of Biotechnology, GoI	Programme support for technological innovations & ecological research for	CY 2018-19	(80,00,292)	48,77,000	-	-	48,77,000	-	-	-	-	(31,23,292)
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	(80,00,292)	-	-	-	-	-	-	-	-	(80,00,292)
228	6330	Department of Biotechnology, GoI	Centre of Excellence on computational and system Biology.	CY 2018-19	23,92,758	-	92,559	-	92,559	37,12,484	(8,90,150)	(9,64,141)	18,58,193	6,27,124
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	52,60,897	-	-	-	-	-	-	28,68,139	28,68,139	23,92,758
229	6341	Department of Biotechnology, GoI	Understanding the role of synapses in the regulation of pre-synaptic vesicle	CY 2018-19	(13,73,727)	13,73,727	-	-	13,73,727	-	-	-	-	-
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	(13,73,727)	-	-	-	-	-	-	-	-	(13,73,727)
230	6344	Department of Biotechnology, GoI	Investigating the role of axonal transport in sensory neuron regeneration	CY 2018-19	(19,76,233)	7,00,000	-	-	7,00,000	-	-	-	-	(12,76,233)
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	(19,76,233)	-	-	-	-	-	-	-	-	(19,76,233)
231	6350	Department of Biotechnology, GoI	A Longitudinal study of molecular and cellular changed in intracellular calcium	CY 2018-19	11,22,011	18,93,000	-	(3,49,222)	15,43,778	-	1,03,733	25,62,056	26,65,789	0
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	88,688	12,25,000	17,878	2,945	12,45,823	-	1,62,500	50,000	2,12,500	11,22,011
232	6352	Department of Biotechnology, GoI	Computational knockouts and functional validation by RNAi and single site	CY 2018-19	1,97,74,434	-	6,48,933	-	6,48,933	2,27,96,143	-	(37,70,834)	1,90,25,309	13,98,058
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	2,19,39,191	-	-	-	-	-	-	21,64,757	21,64,757	1,97,74,434
233	6353	Department of Biotechnology, GoI	Investigating the role of gap junctions at an identified glutamatergic synapse	CY 2018-19	26,83,721	-	1,18,263	-	1,18,263	16,27,175	-	-	16,27,175	11,74,809
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	15,90,214	10,20,000	73,507	-	10,93,507	-	-	-	-	26,83,721
234	6357	Department of Biotechnology, GoI	Molecular genetics of intracellular calcium signalling in neurons with application to	CY 2018-19	8,71,889	33,99,000	1,45,969	-	35,44,969	-	3,47,613	1,78,674	5,26,287	38,90,571
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	35,04,504	5,05,000	73,283	-	5,78,283	-	5,50,287	26,60,611	32,10,898	8,71,889
235	6358	Department of Biotechnology, GoI	Macromolecular Crystallography and Scattering Facility at NCBS-Instem	CY 2018-19	48,15,479	-	2,79,345	-	2,79,345	-	2,34,000	5,62,214	7,96,214	42,98,610
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	57,18,505	-	1,81,174	-	1,81,174	-	10,84,200	-	10,84,200	48,15,479
236	6359	Department of Biotechnology, GoI	National Mouse Research Resource (NaMoR) Phase I	CY 2018-19	61,93,122	-	2,85,358	-	2,85,358	-	(16,750)	33,78,083	33,61,333	31,17,147
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	5,23,41,831	37,17,388	9,68,208	21,486	47,07,082	1,61,22,803	59,48,012	2,87,84,976	5,08,55,791	61,93,122
237	6362	Department of Biotechnology, GoI	"Probing the aggregation kinetics and conformational changes during the	CY 2018-19	3,51,244	-	-	(2,28,539)	(2,28,539)	-	1,00,000	22,705	1,22,705	(0)
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	5,19,673	6,93,772	14,979	-	7,08,751	-	65,000	8,12,180	8,77,180	3,51,244
238	6363	Department of Biotechnology, GoI	Regulation of drosophila larval growth and TOR signaling a novel	CY 2018-19	7,13,201	-	29,627	-	29,627	-	-	4,89,414	4,89,414	2,53,414
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	3,99,188	7,81,456	-	-	7,81,456	-	1,45,600	3,21,843	4,67,443	7,13,201

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
PROJECT FUNDS

Schedule 'B'
(Amount in Rs.)

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
239	6364	Department of Biotechnology, GoI	Quantitative analysis of host determinants of intracellular mycobacterial infection	CY 2018-19	78,962	4,93,000	8,514	-	5,01,514	-	1,44,000	2,37,668	3,81,668	1,98,808
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	17,981	1,39,308	1,462	-	1,40,770	-	11,571	68,218	79,789	78,962
240	6365	Department of Biotechnology, GoI	Investigating the nucleation mechanism of homologous recombination in DNA	CY 2018-19	1,43,867	4,90,000	23,513	-	5,13,513	-	-	34,095	34,095	6,23,285
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	21,409	1,39,177	2,843	-	1,42,020	-	-	19,562	19,562	1,43,867
241	6366	Department of Biotechnology, GoI	Chemical Ecology of the north East Region (NER) of India. A collaborative	CY 2018-19	55,12,596	59,49,000	2,93,091	-	62,42,091	2,41,389	31,31,144	43,32,185	77,04,718	40,49,969
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	81,68,851	64,25,000	1,01,521	1,30,855	66,57,376	27,96,894	35,49,142	29,67,595	93,13,631	55,12,596
242	6368	Department of Biotechnology, GoI	Genomic Characterization & Analysis of pathways of Key Medicinally	CY 2018-19	7,38,602	-	44,068	-	44,068	-	72,800	10,698	83,498	6,99,172
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	5,94,790	4,03,300	22,933	-	4,26,233	-	2,00,200	82,221	2,82,421	7,38,602
243	6369	Department of Biotechnology, GoI	Understanding the mechanism of protein misfolding in neurodegenerative	CY 2018-19	6,21,722	-	26,384	-	26,384	-	-	4,09,007	4,09,007	2,39,099
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	81,63,161	-	1,15,251	(45,62,344)	(44,47,093)	22,68,784	2,01,600	6,23,962	30,94,346	6,21,722
244	6370	Department of Biotechnology, GoI	Functional characterization of genetic & Epigenetic regulatory Networks	CY 2018-19	12,28,418	21,01,488	68,801	-	21,70,289	-	6,20,100	17,62,278	23,82,378	10,16,329
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	1,81,731	31,34,779	24,253	-	31,59,032	-	6,77,300	14,35,045	21,12,345	12,28,418
245	6371	Department of Biotechnology, GoI	Accelerating the application of Stem Cell technology in human Disease	CY 2018-19	3,71,86,625	62,01,507	15,57,884	-	77,59,391	1,87,32,323	24,79,542	1,00,92,326	3,13,04,191	1,36,41,825
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	5,90,18,396	34,29,755	3,85,813	10,12,714	48,28,282	1,77,03,764	19,71,138	69,85,151	2,66,60,053	3,71,86,625
246	6372	Department of Biotechnology, GoI	A Joint Centre for Cancer biology & Therapeutics	CY 2018-19	3,24,97,843	-	12,65,959	-	12,65,959	2,31,73,402	14,83,040	3,01,259	2,49,57,701	88,06,101
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	6,56,45,187	41,85,105	8,82,927	-	50,68,032	3,67,99,844	5,03,170	9,12,362	3,82,15,376	3,24,97,843
247	6373	Department of Biotechnology, GoI	Role of 5 -HT2A in Mental illness	CY 2018-19	6,01,040	12,00,000	30,008	-	12,30,008	-	7,61,130	6,91,899	14,53,029	3,78,019
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	15,80,236	14,30,000	37,383	-	14,67,383	-	4,78,065	19,68,514	24,46,579	6,01,040
248	6374	Department of Biotechnology, GoI	Sequencing the genome of the Himalayan giant honeybee apis	CY 2018-19	2,50,216	7,11,000	21,474	-	7,32,474	-	3,97,800	1,34,477	5,32,277	4,50,413
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	5,62,744	-	13,982	-	13,982	90,400	1,87,200	48,910	3,26,510	2,50,216
249	6375	Department of Biotechnology, GoI	Genome Engineering using SRISPR to enable discovery in lipid signalling	CY 2018-19	29,85,403	-	1,14,479	-	1,14,479	1,26,000	9,39,100	12,85,124	23,50,224	7,49,658
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	67,32,446	17,32,573	1,67,137	-	18,99,710	22,84,043	13,35,200	20,27,510	56,46,753	29,85,403
250	6376	Department of Biotechnology, GoI	Optogenetic analysis of memory formation	CY 2018-19	81,19,463	17,90,000	2,89,372	-	20,79,372	73,65,271	6,34,979	8,76,834	88,77,084	13,21,751
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	-	83,09,700	1,39,647	-	84,49,347	-	2,27,500	1,02,384	3,29,884	81,19,463
251	6377	Department of Biotechnology, GoI	India Bio-Science for Young Investigator Meetings and Students' Workshops -	CY 2018-19	74,19,888	-	2,75,837	-	2,75,837	-	30,10,258	31,05,728	61,15,986	15,79,739
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	-	1,18,02,420	41,605	12,87,448	1,31,31,473	-	10,50,000	46,61,585	57,11,585	74,19,888
252	6378	Department of Biotechnology, GoI	Role of autophagy in the intraerythrocytic stages of Plasmodium falciparum	CY 2018-19	4,59,940	-	19,470	-	19,470	-	-	3,04,228	3,04,228	1,75,182
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	-	6,80,000	7,911	-	6,87,911	-	-	2,27,971	2,27,971	4,59,940
253	6379	Department of Biotechnology, GoI	Quantification of substrate across membrane proteins	CY 2018-19	14,13,175	-	44,734	(13,63,175)	(13,18,441)	-	48,387	-	48,387	46,347
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	-	13,89,000	24,305	-	14,13,305	-	-	130	130	14,13,175

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
PROJECT FUNDS

Schedule 'B'
(Amount in Rs.)

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
254	6380	Department of Biotechnology, GoI	National Mouse Research Resource (NaMoR) Phase II	CY 2018-19	12,31,07,488	-	68,93,850	-	68,93,850	27,07,902	85,74,657	1,69,03,376	2,81,85,935	10,18,15,403
		Department of Biotechnology		PY 2017-18	-	12,30,36,700	70,788	-	12,31,07,488	-	-	-	-	12,31,07,488
255	6637	Mount Sinai School of Medicine	System Biology Center in New York	CY 2018-19	14,86,399	-	92,591	-	92,591	-	-	44,467	44,467	15,34,523
				PY 2017-18	14,97,466	-	-	-	-	-	-	11,067	11,067	14,86,399
256	6653	Concentrate Manufacturing Company	Modulation of emotional & cognitive	CY 2018-19	7,20,722	-	45,577	-	45,577	-	-	-	-	7,66,299
				PY 2017-18	0	-	-	-	-	-	-	(7,20,722)	(7,20,722)	7,20,722
257	6692	Department of Atomic Energy, GoI	Biogeography of the Indian sub-continent	CY 2018-19	(18,91,675)	-	-	-	-	-	-	-	-	(18,91,675)
				PY 2017-18	(41,43,675)	22,52,000	-	-	22,52,000	-	-	-	-	(18,91,675)
258	6696	KTH Royal Institute of Technology, Sweden-	European study Programme in	CY 2018-19	3,90,048	-	24,666	-	24,666	-	-	-	-	4,14,714
				PY 2017-18	8,18,643	-	-	(4,16,535)	(4,16,535)	-	-	12,060	12,060	3,90,048
259	6698	Wellcome Trust-DBT India Alliance	Early Career Fellowship to Dr.	CY 2018-19	21,83,277	4,56,518	77,936	-	5,34,454	-	11,14,800	12,43,433	23,58,233	3,59,498
				PY 2017-18	9,10,505	32,08,670	53,210	-	32,61,880	-	10,36,800	9,52,308	19,89,108	21,83,277
260	6702	Simons Foundation	Simons center for the study of living	CY 2018-19	1,81,28,974	66,31,996	10,33,105	(16,35,386)	60,29,715	-	57,39,043	28,41,925	85,80,968	1,55,77,721
				PY 2017-18	2,08,46,633	64,56,993	-	(16,82,564)	47,74,429	-	50,44,194	24,47,894	74,92,088	1,81,28,974
261	6714	Prof. VijayRaghavan	E -Life Science Donation	CY 2018-19	33,98,195	20,51,460	1,82,518	-	22,33,978	-	6,35,626	24,39,796	30,75,422	25,56,751
				PY 2017-18	36,02,716	11,27,764	-	-	11,27,764	-	1,09,200	12,23,085	13,32,285	33,98,195
262	6718	Indo-French Centre for the Promotion of	Olfactory modulation of insect flight	CY 2018-19	3,94,426	-	15,301	-	15,301	-	-	3,04,937	3,04,937	1,04,790
				PY 2017-18	8,75,402	-	16,510	-	16,510	-	1,33,900	3,63,586	4,97,486	3,94,426
263	6719	Indo-French Centre for the Promotion of	Genome-scale analysis of differential	CY 2018-19	3,42,792	-	21,677	-	21,677	-	-	-	-	3,64,469
				PY 2017-18	5,41,506	-	15,209	-	15,209	-	-	2,13,923	2,13,923	3,42,792
264	6724	Pfizer Inc.	Effects of stressful experiences on	CY 2018-19	51,64,669	-	3,18,347	-	3,18,347	-	-	2,61,116	2,61,116	52,21,900
				PY 2017-18	53,97,218	-	-	-	-	2,09,698	14,000	8,851	2,32,549	51,64,669
265	6726	Jamsetji Tata Trust	MSc Programme in wildlife	CY 2018-19	4,06,158	34,33,000	33,407	-	34,66,407	-	20,36,095	11,52,669	31,88,764	6,83,801
				PY 2017-18	27,17,173	-	48,604	-	48,604	-	10,89,000	12,70,619	23,59,619	4,06,158
266	6727	International Centre For Genetic Engineering and	Functional characterization of	CY 2018-19	2,61,801	-	13,389	-	13,389	-	-	1,00,151	1,00,151	1,75,039
				PY 2017-18	11,02,040	-	-	-	-	-	-	8,40,239	8,40,239	2,61,801
267	6732	Wellcome Trust-DBT India Alliance	Coordination and control of the	CY 2018-19	41,09,052	65,57,500	1,79,191	-	67,36,691	4,32,150	22,65,565	64,10,680	91,08,395	17,37,348
				PY 2017-18	41,79,499	83,01,629	1,22,413	1,82,140	86,06,182	6,49,070	23,02,465	57,25,094	86,76,629	41,09,052
268	6733	Wellcome Trust-DBT India Alliance	Structural Mechanisms of ma-	CY 2018-19	62,88,750	21,44,520	2,90,493	-	24,35,013	27,87,643	13,41,359	14,05,702	55,34,704	31,89,059
				PY 2017-18	92,55,078	-	2,67,339	-	2,67,339	-	7,97,000	24,36,667	32,33,667	62,88,750
269	6734	Uppsala University	Multi modal factors that attract hoverflies	CY 2018-19	8,12,970	-	35,252	-	35,252	-	2,95,492	2,15,545	5,11,037	3,37,185
				PY 2017-18	2,77,062	15,99,279	-	-	15,99,279	8,300	5,67,774	4,87,297	10,63,371	8,12,970
270	6738	University Grants Commission (UGC), GoI	A computational Metric approach to	CY 2018-19	7,72,535	35,14,931	1,29,358	-	36,44,289	-	1,55,700	8,13,141	9,68,841	34,47,983
				PY 2017-18	37,40,526	-	76,634	-	76,634	38,692	24,20,909	5,85,024	30,44,625	7,72,535
271	6741	Wellcome Trust-DBT India Alliance	The Link between stemness &	CY 2018-19	4,88,824	34,73,138	52,456	-	35,25,594	-	11,63,034	16,28,741	27,91,775	12,22,643
				PY 2017-18	13,08,219	15,14,774	30,907	-	15,45,681	-	10,36,800	13,28,276	23,65,076	4,88,824
272	6742	Wellcome Trust-DBT India Alliance	Dependent Evolution in Bacteria through	CY 2018-19	13,12,097	19,37,106	55,031	-	19,92,137	37,065	10,36,800	17,46,989	28,20,854	4,83,380
				PY 2017-18	13,42,520	21,97,528	45,657	-	22,43,185	40,950	10,36,800	11,95,858	22,73,608	13,12,097
273	6747	Wellcome Trust-DBT India Alliance	Mechanism & Functional	CY 2018-19	5,57,72,936	-	29,81,946	-	29,81,946	55,10,988	51,92,968	65,33,110	1,72,37,066	4,15,17,816
				PY 2017-18	7,16,97,985	-	21,64,476	-	21,64,476	29,24,905	56,22,991	95,41,629	1,80,89,525	5,57,72,936
274	6748	Wellcome Trust-DBT India Alliance	Understanding the Enhancer-code use by	CY 2018-19	48,47,171	-	2,31,499	-	2,31,499	-	7,87,161	15,85,653	23,72,814	27,05,856
				PY 2017-18	48,95,562	45,66,213	1,64,072	-	47,30,285	21,84,699	7,95,040	17,98,937	47,78,676	48,47,171
275	6752	Pratiksha Trust	Grant to support world class research in	CY 2018-19	2,56,76,298	-	8,11,946	-	8,11,946	1,42,00,190	68,67,787	46,05,519	2,56,73,496	8,14,748
				PY 2017-18	5,38,72,247	-	11,83,087	-	11,83,087	-	79,84,379	2,13,94,657	2,93,79,036	2,56,76,298
276	6753	Ministry of Human Resource Development	Setting up of subject networks for	CY 2018-19	7,01,474	15,00,000	33,048	(60,305)	14,72,743	1,43,707	11,60,000	4,93,729	17,97,436	3,76,781
				PY 2017-18	5,28,087	16,83,000	20,460	-	17,03,460	-	9,87,360	5,42,713	15,30,073	7,01,474
277	6754	Asian Office of Aerospace Research	The Mechanisms of Behavioural	CY 2018-19	82,50,625	81,70,131	6,11,322	-	87,81,453	8,45,438	29,23,603	15,68,295	53,37,336	1,16,94,742
				PY 2017-18	56,93,886	72,53,766	-	-	72,53,766	-	36,01,111	10,95,916	46,97,027	82,50,625
278	6763	Wellcome Trust-DBT India Alliance	Modulation of Physiological and	CY 2018-19	2,34,304	50,66,848	21,595	-	50,88,443	-	29,33,318	19,19,153	48,52,471	4,70,276
				PY 2017-18	28,72,375	23,05,380	53,432	-	23,58,812	-	10,36,800	39,60,083	49,96,883	2,34,304
279	6764	Wellcome Trust-DBT India Alliance	An Investigation of the impact of chromosome	CY 2018-19	14,01,609	60,40,413	1,13,250	-	61,53,663	1,78,500	10,21,639	40,61,764	52,61,903	22,93,369
				PY 2017-18	57,93,524	61,62,288	1,21,875	-	62,84,163	28,41,903	7,79,352	70,54,823	1,06,76,078	14,01,609
280	6765	Wellcome Trust-DBT India Alliance	Senior Fellowship awarded to Dr. Uma	CY 2018-19	46,47,764	81,63,233	3,15,134	-	84,78,367	15,94,872	18,03,720	40,93,567	74,92,159	56,33,972
				PY 2017-18	-	1,12,48,204	75,637	33	1,13,23,874	9,31,489	11,90,337	45,54,284	66,76,110	46,47,764
281	6767	Max Planck Institute	Dr. Shashi Thutupalli - Max Planck Grant	CY 2018-19	23,94,892	16,00,600	1,39,096	-	17,39,696	-	13,43,916	6,47,326	19,91,242	21,43,346
				PY 2017-18	-	25,39,977	-	-	25,39,977	-	80,865	64,220	1,45,085	23,94,892
282	6768	MMV Medicines for Malaria Venture, Geneva	Development of P. Vivax liver stage	CY 2018-19	3,00,123	-	15,677	-	15,677	10,662	-	93,766	1,04,428	2,11,372
				PY 2017-18	-	78,31,196	-	1,69,455	80,00,651	33,24,824	10,42,634	33,33,070	77,00,528	3,00,123
283	6769	National Tiger Conservation Authority	Genetic Study of Mealnistic Tigers	CY 2018-19	2,30,987	8,16,000	29,109	-	8,45,109	-	2,60,000	97,345	3,57,345	7,18,751
				PY 2017-18	-	8,16,000	3,973	-	8,19,973	-	1,30,000	4,58,986	5,88,986	2,30,987

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
PROJECT FUNDS

Schedule 'B'
(Amount in Rs.)

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
284	6770	TTK Prestige Limited	Scientist without boundaries at the	CY 2018-19	34,69,000	50,00,000	2,45,130	(2,70,000)	49,75,130	-	35,31,000	3,84,357	39,15,357	45,28,773
				PY 2017-18	-	50,00,000	-	-	50,00,000	-	15,31,000	-	15,31,000	34,69,000
285	6771	National University of Singapore	Naga Bat Grant	CY 2018-19	53,31,043	-	1,75,637	-	1,75,637	3,93,952	4,34,000	42,79,338	51,07,290	3,99,390
				PY 2017-18	-	1,24,53,032	-	264	1,24,53,296	4,36,938	2,88,000	63,97,315	71,22,253	53,31,043
286	6773	Biology of Butterflies - Conference Registraton	Biology of Butterflies 2018	CY 2018-19	19,23,613	17,11,030	75,973	-	17,87,003	-	-	31,55,500	31,55,500	5,55,116
				PY 2017-18	-	19,23,613	-	-	19,23,613	-	-	-	-	19,23,613
287	6774	Microsoft	Dr. Shannon	CY 2018-19	8,62,780	-	38,155	-	38,155	-	1,93,917	3,24,918	5,18,835	3,82,100
				PY 2017-18	-	8,82,000	-	-	8,82,000	-	-	19,220	19,220	8,62,780
288	6775	National Oceanic and Atmospheric	Dr. Uma Ramakrishnan	CY 2018-19	3,88,176	1,54,825	18,311	-	1,73,136	-	97,500	2,54,565	3,52,065	2,09,247
				PY 2017-18	-	7,60,734	-	-	7,60,734	-	-	3,72,558	3,72,558	3,88,176
289	6776	Office of Naval Research, US	Dr. Uma Ramakrishnan	CY 2018-19	3,90,771	-	23,262	-	23,262	-	12,580	33,268	45,848	3,68,185
				PY 2017-18	-	8,97,556	-	-	8,97,556	-	-	5,06,785	5,06,785	3,90,771
290	6777	N. R. Narayana Murthy	Dengue Vaccine Development	CY 2018-19	69,36,349	2,00,00,000	7,01,611	-	2,07,01,611	1,57,000	36,01,147	79,24,993	1,16,83,140	1,59,54,820
				PY 2017-18	-	1,00,00,000	-	-	1,00,00,000	5,82,380	6,20,000	18,61,271	30,63,651	69,36,349
291	6778	Wellcome Trust-DBT India Alliance	Intermediate Fellowship to Dr.	CY 2018-19	29,86,960	57,32,324	1,67,781	-	59,00,105	22,21,303	9,78,765	31,99,835	63,99,903	24,87,162
				PY 2017-18	-	33,95,557	42,073	-	34,37,630	-	4,09,700	40,970	4,50,670	29,86,960
292	6780	Defires Bajpai Foundation	Dr. Uma Ramakrishnan	CY 2018-19	3,34,973	-	21,183	-	21,183	-	-	-	-	3,56,156
				PY 2017-18	-	3,51,723	-	-	3,51,723	-	-	16,750	16,750	3,34,973
293	6781	The Human Frontier Science Program	Early Career Award to Dr. Anjana	CY 2018-19	62,70,097	70,75,919	5,23,033	-	75,98,952	-	16,55,743	14,18,620	30,74,363	1,07,94,686
				PY 2017-18	-	63,74,794	-	-	63,74,794	-	1,04,697	-	1,04,697	62,70,097
294	6782	Max Planck Institute	Dr. Varadharajan - Max Planck Grant	CY 2018-19	8,98,108	12,08,609	83,441	-	12,92,050	-	4,30,157	(64,285)	3,65,872	18,24,286
				PY 2017-18	-	11,72,855	-	-	11,72,855	-	95,200	1,79,547	2,74,747	8,98,108
295	6783	MMV Medicines for Malaria Venture, Geneva	Development of P. Vivax liver stage	CY 2018-19	26,32,325	35,65,769	84,321	-	36,50,090	-	16,49,885	45,13,740	61,63,625	1,18,790
				PY 2017-18	-	31,35,836	-	-	31,35,836	-	2,48,500	2,55,011	5,03,511	26,32,325
296	6785	Tata Education Trust	Dr. Shannon	CY 2018-19	49,92,000	-	2,94,716	-	2,94,716	-	6,30,682	32,440	6,63,122	46,23,594
				PY 2017-18	-	49,92,000	-	-	49,92,000	-	-	-	-	49,92,000
297	9035	Wellcome Trust-DBT India Alliance	YIM Spain 2017	CY 2018-19	85,681	-	2,774	-	2,774	-	-	83,640	83,640	4,815
				PY 2017-18	-	15,00,000	-	-	15,00,000	-	-	14,14,319	14,14,319	85,681
298	9040	Simons Foundation	Dr. Richard Morris	CY 2018-19	1,58,458	-	11,454	3,98,644	4,10,098	-	-	3,53,306	3,53,306	2,15,250
				PY 2017-18	-	-	-	3,58,017	3,58,017	-	-	1,99,559	1,99,559	1,58,458
299	9041	Simons Foundation	Dr. Venkat	CY 2018-19	10,88,135	-	76,579	7,00,000	7,76,579	-	-	4,54,333	4,54,333	14,10,381
				PY 2017-18	-	-	-	13,25,545	13,25,545	-	-	2,37,410	2,37,410	10,88,135
300	9042	YIM 2018 Registration Fees	YIM 2018	CY 2018-19	7,45,504	-	27,178	-	27,178	-	-	6,31,461	6,31,461	1,41,221
				PY 2017-18	-	8,65,500	-	-	8,65,500	-	-	1,19,996	1,19,996	7,45,504
301	9043	Wellcome Trust-DBT India Alliance	YIM 2018	CY 2018-19	1,18,710	3,00,000	3,798	-	3,03,798	-	-	4,17,305	4,17,305	5,203
				PY 2017-18	-	12,00,000	-	-	12,00,000	-	-	10,81,290	10,81,290	1,18,710
302	6203	Department of Science & Technology	Centre for Nano Technology	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	(60,51,344)	-	-	60,51,344	60,51,344	-	-	-	-	-
303	6206	Science & Engineering Research Board	J.C. Bose Fellowship-Prof. Satyajit Mayor	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	(86,64,898)	86,64,898	-	-	86,64,898	-	-	-	-	-
304	6213	Department of Science & Technology	Isolating characterizing and	CY 2018-19	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
				PY 2017-18	6,786	-	-	(6,786)	(6,786)	-	-	-	-	0
305	6214	Department of Science & Technology	Stress response of rice roots towards salt	CY 2018-19	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
				PY 2017-18	1,04,784	-	-	(1,04,784)	(1,04,784)	-	-	-	-	0
306	6215	Department of Science & Technology	Clustering of GPI-anchored proteins in	CY 2018-19	(0)	-	-	-	-	-	-	-	-	(0)
				PY 2017-18	2,13,497	-	-	(2,13,497)	(2,13,497)	-	-	-	-	(0)
307	6216	Science & Engineering Research Board	Ramanujan Fellowship-Dr. Deepak Nair	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	(15,23,071)	1,28,980	-	13,94,091	15,23,071	-	-	-	-	-
308	6218	Department of Science & Technology	Gene expression and chromatin organization	CY 2018-19	(0)	-	-	-	-	-	-	-	-	(0)
				PY 2017-18	14,40,737	-	-	(14,40,737)	(14,40,737)	-	-	-	-	(0)
309	6222	Department of Science & Technology	Neuronal Encoding of fear generation	CY 2018-19	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
				PY 2017-18	5,31,918	-	-	(5,31,918)	(5,31,918)	-	-	-	-	0
310	6223	Department of Science & Technology	Research on wildlife biology	CY 2018-19	(0)	-	-	-	-	-	-	-	-	(0)
				PY 2017-18	29,78,747	-	-	(29,78,747)	(29,78,747)	-	-	-	-	(0)
311	6226	Department of Science & Technology	Cognitive science research initiative	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	(18,97,988)	-	-	18,97,988	18,97,988	-	-	-	-	-
312	6231	Department of Science & Technology	Development of behavioral & cell	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	(10,97,643)	-	-	10,97,643	10,97,643	-	-	-	-	-
313	6233	Science & Engineering Research Board	Ramanujan fellowship-Dr. Uma	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	5,000	-	-	(5,000)	(5,000)	-	-	-	-	-
314	6234	Science & Engineering Research Board	Ramanujan fellowship-Dr. Shahci Gosavi	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	(3,90,072)	3,90,072	-	-	3,90,072	-	-	-	-	-

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
PROJECT FUNDS

Schedule 'B'
(Amount in Rs.)

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
315	6238	Department of Science & Technology	Dissecting mechanisms of 5-Hit	CY 2018-19	(0)	-	-	-	-	-	-	-	-	(0)
				PY 2017-18	1,97,870	-	-	(1,97,870)	(1,97,870)	-	-	-	-	(0)
316	6239	Science & Engineering Research Board	Ramanujan fellowship-Dr. Aswin	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	30,393	-	-	(30,393)	(30,393)	-	-	-	-	-
317	6241	Science & Engineering Research Board	Ramanujan fellowship-Dr. Krushnamegh	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	31,647	-	-	(31,647)	(31,647)	-	-	-	-	-
318	6246	Department of Science & Technology	Research on Wildlife biology and	CY 2018-19	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
				PY 2017-18	(1,15,904)	1,15,904	-	-	1,15,904	-	-	-	-	0
319	6254	Science & Engineering Research Board	dNS Encapsulated quantum dots for Bio-	CY 2018-19	(0)	-	-	-	-	-	-	-	-	(0)
				PY 2017-18	47,505	-	-	(47,505)	(47,505)	-	-	-	-	(0)
320	6255	Department of Science & Technology-Indo-	Synaptic reorganization of the	CY 2018-19	(0)	-	-	-	-	-	-	-	-	(0)
				PY 2017-18	17,968	-	-	(17,968)	(17,968)	-	-	-	-	(0)
321	6257	Department of Science & Technology	DST Inspire Faculty Award-Dr. Deepa	CY 2018-19	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
				PY 2017-18	6,99,939	-	9,061	(49,511)	(40,450)	-	5,51,007	1,08,482	6,59,489	0
322	6258	Department of Science & technology	Adaptive radiation in papillio swallowtail	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	1,28,248	-	-	(15,419)	(15,419)	-	-	1,12,829	1,12,829	-
323	6276	Science & Engineering Research Board	NPDF Fellowship to Dr. Pramod Kumar	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	2,07,333	7,51,587	-	-	7,51,587	2,51,602	5,50,000	1,57,318	9,58,920	-
324	6304	Department of Biotechnology	Transplantation and migration of	CY 2018-19	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
				PY 2017-18	1,22,626	-	-	(1,22,626)	(1,22,626)	-	-	-	-	0
325	6305	Department of Biotechnology	Chain collapse and the development of	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	(14,28,756)	-	-	14,28,756	14,28,756	-	-	-	-	-
326	6307	Department of Biotechnology	Analysis of the role of Notch ligands as	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	(24,95,038)	-	-	24,95,038	24,95,038	-	-	-	-	-
327	6310	Department of Biotechnology	Development of a murine model of HIV-1	CY 2018-19	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
				PY 2017-18	(26,64,840)	-	-	26,64,840	26,64,840	-	-	-	-	0
328	6315	Department of Biotechnology	Comprehensive study for development of	CY 2018-19	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
				PY 2017-18	2,34,032	-	-	(2,34,032)	(2,34,032)	-	-	-	-	0
329	6316	Department of Biotechnology	Behaviour and psychophysics of	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	(9,50,202)	-	-	9,50,202	9,50,202	-	-	-	-	-
330	6320	Department of Biotechnology	Investigation in vivo regulation of	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	(11,09,947)	-	-	11,09,947	11,09,947	-	-	-	-	-
331	6322	Department of Biotechnology	A genome wide RNAi screen in Drosophila	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	(34,76,571)	-	-	34,76,571	34,76,571	-	-	-	-	-
332	6325	Department of Biotechnology	Genome wide RNA screens to analyze	CY 2018-19	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
				PY 2017-18	5,59,549	-	-	(5,59,549)	(5,59,549)	-	-	-	-	0
333	6328	Department of Biotechnology	Peptide toxins of therapeutic value from	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	(32,00,147)	-	-	32,00,147	32,00,147	-	-	-	-	-
334	6332	Department of Biotechnology	Innovative young biotechnologist award -	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	14,17,619	-	-	(14,17,619)	(14,17,619)	-	-	-	-	-
335	6333	Department of Biotechnology	Deep sequencing of venom duct cDNAs	CY 2018-19	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
				PY 2017-18	4,13,636	-	-	(4,13,636)	(4,13,636)	-	-	-	-	0
336	6334	Department of Biotechnology	Biodiversity ecosystem function stability	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	(11,99,976)	-	-	11,99,976	11,99,976	-	-	-	-	-
337	6337	Department of Biotechnology	Optical probing of memory network	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	(16,49,176)	-	-	16,49,176	16,49,176	-	-	-	-	-
338	6339	Department of Biotechnology	Notch activated signalling cascades	CY 2018-19	(0)	-	-	-	-	-	-	-	-	(0)
				PY 2017-18	1,50,052	-	-	(1,50,052)	(1,50,052)	-	-	-	-	(0)
339	6342	Department of Biotechnology	Notch signaling & human cancer stem	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	21,36,995	-	-	(21,36,995)	(21,36,995)	-	-	-	-	-
340	6343	Department of Biotechnology	Meta population dynamics of tigers in	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	10,319	-	-	(10,319)	(10,319)	-	-	-	-	-
341	6345	Department of Biotechnology	Lynx in organization & dynamics of nicotinic	CY 2018-19	0	-	-	-	-	37,58,994	-	(37,58,994)	-	0
				PY 2017-18	23,36,479	-	-	-	-	-	-	23,36,479	23,36,479	0
342	6346	Department of Biotechnology	Programme support on targeted generation	CY 2018-19	(0)	-	-	-	-	-	-	-	-	(0)
				PY 2017-18	483	-	-	(483)	(483)	-	-	-	-	(0)
343	6351	Department of Biotechnology	Characterization and reversal of the	CY 2018-19	(0)	-	-	-	-	-	-	-	-	(0)
				PY 2017-18	1,521	-	-	(1,521)	(1,521)	-	-	-	-	(0)
344	6354	Department of Biotechnology	Exploring stationary phase genome	CY 2018-19	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
				PY 2017-18	84,708	-	-	(84,708)	(84,708)	-	-	-	-	0
345	6356	Department of Biotechnology	The role of phospholipase D in	CY 2018-19	(0)	-	-	-	-	-	-	-	-	(0)
				PY 2017-18	33,693	-	-	(8,373)	(8,373)	-	-	25,320	25,320	(0)

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
PROJECT FUNDS

Schedule 'B'
(Amount in Rs.)

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
346	6360	Department of Biotechnology	India Bio-Science for Young Investigator	CY 2018-19	(0)	-	-	-	-	-	-	-	-	(0)
				PY 2017-18	19,91,198	-	-	(12,87,448)	(12,87,448)	-	7,03,750	-	7,03,750	(0)
347	6502	Council of Scientific and Industrial Research	Understanding the role of Synapses in the	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	(18,34,012)	18,34,012	-	-	18,34,012	-	-	-	-	-
348	6518	Council of Scientific and Industrial Research	Structure and Biochemistry of	CY 2018-19	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
				PY 2017-18	12,266	-	-	(12,266)	(12,266)	-	-	-	-	0
349	6621	National Institute of Health	The Protein Complex Map of the Drosophila	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	(37,11,647)	-	-	37,11,647	37,11,647	-	-	-	-	-
350	6642	Indo French Centre for the Promotion of	SiRNAome of toxin endocytosis and	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	(16,72,603)	16,62,653	-	9,950	16,72,603	-	-	-	-	-
351	6657	Department of Science & Technology/IUSSTF	Indo US science & technology forum on	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	(32,95,153)	-	-	32,95,153	32,95,153	-	-	-	-	-
352	6663	Wellcome Trust-DBT India Alliance	Understanding the dynamics of the	CY 2018-19	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
				PY 2017-18	69,115	-	-	(69,115)	(69,115)	-	-	-	-	0
353	6669	Wellcome Trust-DBT India Alliance	Senior Fellowship to Dr. Yamuna Krishnan	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	4,09,245	-	-	(4,09,245)	(4,09,245)	-	-	-	-	-
354	6672	KTH Royal Institute of Technology, Sweden-	European study Programme in	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	2,76,627	-	-	(2,76,627)	(2,76,627)	-	-	-	-	-
355	6687	Ashoka Trust for Research in Ecology and	Hydrologic & carbon services in the	CY 2018-19	(0)	-	-	-	-	-	-	-	-	(0)
				PY 2017-18	7,70,075	-	-	-	-	-	-	7,70,075	7,70,075	(0)
356	6690	Wellcome Trust-DBT India Alliance	Early Career Fellowship to Dr.	CY 2018-19	(0)	-	-	-	-	-	-	-	-	(0)
				PY 2017-18	11,78,196	-	-	(71,655)	(71,655)	2,05,290	3,45,599	5,55,652	11,06,541	(0)
357	6697	Indo French Centre for the Promotion of	DNS Encapsulated quantum dots for Bio-	CY 2018-19	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
				PY 2017-18	6,44,856	-	-	(21,012)	(21,012)	-	-	6,23,844	6,23,844	0
358	6699	KTH Royal Institute of Technology, Sweden-	European study Programme in	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	13,09,482	-	-	(13,09,482)	(13,09,482)	-	-	-	-	-
359	6712	Council of Scientific and Industrial Research	Phylogenetic analysis, computer modelling	CY 2018-19	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
				PY 2017-18	73,759	-	-	(73,759)	(73,759)	-	-	-	-	0
360	6715	UGC-UKEIRIE	Carbon flux measurements in	CY 2018-19	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
				PY 2017-18	5,16,195	-	-	(5,16,195)	(5,16,195)	-	-	-	-	0
361	6723	Council of Scientific and Industrial Research	Evolutionary consequence of	CY 2018-19	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0
				PY 2017-18	56,580	-	-	(56,580)	(56,580)	-	-	-	-	0
362	6740	MMV Medicines for Malaria Venture, Geneva	Development for P.Vivax infected	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	29,09,777	-	-	(1,69,455)	(1,69,455)	22,02,139	-	5,38,183	27,40,322	-
363	6744	Coffee Board	White Stem Borer - Understanding its	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	5,08,756	-	8,502	-	8,502	-	5,17,258	-	5,17,258	-
364	6755	Infosys Foundation	Travel Award	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	5,12,04,522	-	-	(5,12,04,522)	(5,12,04,522)	-	-	-	-	-
365	6756	Biotechnology Industry Research Assistance	Validation of novel target for HIV-I Nef-	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	49,082	18,49,156	-	-	18,49,156	-	10,33,012	8,65,226	18,98,238	-
366	6801	AXA Research Fund	Examining the Nano and Meso-scale	CY 2018-19	(0)	-	-	-	-	-	-	-	-	(0)
				PY 2017-18	15,81,616	-	-	(11,07,821)	(11,07,821)	-	-	4,73,795	4,73,795	(0)
367	6953	Indian Council of Medical Research.	Molecular characterization of	CY 2018-19	(0)	-	-	-	-	-	-	-	-	(0)
				PY 2017-18	71,534	-	-	(71,534)	(71,534)	-	-	-	-	(0)
368	9006	SANOFI Synthelabs India Limited	Agreement between NCBS and Sanofi	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	(12,80,191)	-	-	12,80,191	12,80,191	-	-	-	-	-
369	6288	Science & Engineering Research Board	N-PDF fellowship to Dr. Saikat Haldar	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	-	2,71,333	-	-	2,71,333	-	2,71,333	-	2,71,333	-
370	6295	Science & Engineering Research Board	N-PDF fellowship to Dr. Dhananjay	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	-	6,27,725	-	-	6,27,725	1,42,900	3,85,000	99,825	6,27,725	-
371	6297	Science & Engineering Research Board	N-PDF fellowship to Dr. Asmita Sen Gupta	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	-	2,75,000	-	-	2,75,000	-	2,75,000	-	2,75,000	-
372	9027	Ahmedabad University	YIM-2018	CY 2018-19	28,991	-	1,062	-	1,062	-	-	24,395	24,395	5,658
				PY 2017-18	-	-	-	2,50,000	2,50,000	-	-	2,21,009	2,21,009	28,991
373	9030	IISER, Pune	YIM-2018	CY 2018-19	2,50,000	-	13,230	-	13,230	-	-	81,586	81,586	1,81,644
				PY 2017-18	-	-	-	2,50,000	2,50,000	-	-	-	-	2,50,000
374	6381	Department of Biotechnology	Deployment of CRISPR/Cas9	CY 2018-19	-	19,30,000	32,538	-	19,62,538	-	64,000	8,36,941	9,00,941	10,61,597
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
375	6382	Department of Biotechnology	Transcriptome analysis and	CY 2018-19	-	8,24,000	16,581	-	8,40,581	-	2,49,600	50,000	2,99,600	5,40,981
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
376	6383	Department of Biotechnology	Profiling of an alien invasive species in	CY 2018-19	-	45,64,800	1,44,334	-	47,09,134	-	-	-	-	47,09,134
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
PROJECT FUNDS

Schedule 'B'
(Amount in Rs.)

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
377	6384	Department of Biotechnology	Indo-Switzerland joint research project	CY 2018-19	-	28,38,520	89,751	-	29,28,271	-	-	-	-	29,28,271
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
378	6385	Department of Biotechnology	Developing a SNP-based population	CY 2018-19	-	7,39,360	23,378	-	7,62,738	-	-	-	-	7,62,738
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
379	6565	Science & Engineering Research Board	N-PDF fellowship awarded to Dr. Shirish	CY 2018-19	-	9,60,000	-	(1,80,765)	7,79,235	-	4,95,000	2,86,114	7,81,114	(1,879)
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
380	6567	Science & Engineering Research Board	N-PDF fellowship awarded to Dr. Geetha	CY 2018-19	-	9,60,000	62	-	9,60,062	1,69,778	6,58,167	1,30,091	9,58,036	2,026
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
381	6568	Science & Engineering Research Board	N-PDF fellowship awarded to Dr. Sachin	CY 2018-19	-	9,60,000	90	-	9,60,090	-	6,58,167	2,99,000	9,57,167	2,923
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
382	6569	Science & Engineering Research Board	modulation of host endocytosis during	CY 2018-19	-	6,02,000	14,572	-	6,16,572	-	-	1,41,125	1,41,125	4,75,447
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
383	6570	Science & Engineering Research Board	N-PDF fellowship awarded to Dr. Vinu	CY 2018-19	-	9,60,000	1,162	-	9,61,162	1,54,227	6,60,000	1,09,010	9,23,237	37,925
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
384	6571	Science & Engineering Research Board	Ramanujan Fellowship awarded to Dr.	CY 2018-19	-	7,60,000	22,133	-	7,82,133	-	-	60,000	60,000	7,22,133
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
385	6574	Department of Science & Technology, GoI	establishment of reference genome of	CY 2018-19	-	10,65,000	27,192	-	10,92,192	-	1,10,000	95,000	2,05,000	8,87,192
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
386	6575	Department of Science & Technology, GoI	building coarse-grained models to	CY 2018-19	-	9,80,000	25,137	-	10,05,137	-	1,10,000	75,000	1,85,000	8,20,137
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
387	6576	Department of Science & Technology, GoI	marine sponges as biomonitors for micro-	CY 2018-19	-	11,15,000	28,869	-	11,43,869	-	1,10,000	91,966	2,01,966	9,41,903
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
388	6577	Department of Science & Technology, GoI	Indo-Japanese Joint Project entitled	CY 2018-19	-	1,60,500	4,972	-	1,65,472	-	-	3,240	3,240	1,62,232
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
389	6578	Science & Engineering Research Board	SERB Distinguished Fellowship" to Prof.	CY 2018-19	-	28,20,000	89,165	-	29,09,165	-	-	-	-	29,09,165
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
390	6580	Science & Engineering Research Board	"Assessing the status of critically	CY 2018-19	-	18,37,000	58,084	-	18,95,084	-	-	-	-	18,95,084
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
391	6581	Science & Engineering Research Board	"Investigating Hybrid EM cell during neural	CY 2018-19	-	17,22,000	54,448	-	17,76,448	-	-	-	-	17,76,448
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
392	6582	Science & Engineering Research Board	N-PDF fellowship awarded to Dr. Rittik	CY 2018-19	-	9,60,000	30,354	-	9,90,354	-	-	-	-	9,90,354
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
393	6583	Science & Engineering Research Board	N-PDF fellowship awarded to Dr.Sruthi	CY 2018-19	-	9,60,000	30,354	-	9,90,354	-	-	-	-	9,90,354
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
394	6584	Science & Engineering Research Board	N-PDF fellowship awarded to Dr. Asha	CY 2018-19	-	9,60,000	30,354	-	9,90,354	-	-	-	-	9,90,354
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
395	6786	Indian Institute of Integrative Medicine	validation of novel target for HIV-1: Nef-	CY 2018-19	-	20,00,000	-	-	20,00,000	-	20,00,000	-	20,00,000	-
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
396	6787	Indo-French Centre for the Promotion of	"Pre-evolutionary processes in	CY 2018-19	-	4,15,000	1,818	-	4,16,818	-	3,57,500	-	3,57,500	59,318
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
397	6789	Action on Hearing Loss	"Understanding the role of protocadherin-	CY 2018-19	-	45,96,273	2,914	(3,899)	45,95,288	1,93,985	16,23,010	26,83,230	45,00,225	95,063
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
398	6790	Wipro Foundation	Bangalore Sustainability Forum-	CY 2018-19	-	11,52,000	6,053	-	11,58,053	-	7,68,568	1,92,000	9,60,568	1,97,485
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
399	6791	Wipro Foundation	Bangalore Sustainability Forum	CY 2018-19	-	10,00,000	6,516	-	10,06,516	-	-	7,93,930	7,93,930	2,12,586
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	6792	Department of Science & Technology, GoI	Sub-cellular mechanisms	CY 2018-19	-	9,46,000	3,424	-	9,49,424	1,25,437	6,04,806	1,07,453	8,37,696	1,11,728
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
401	6793	Wellcome Trust-DBT India Alliance	Senior Fellowship) provided to Dr.	CY 2018-19	-	1,90,06,737	5,94,297	-	1,96,01,034	-	1,56,000	55,136	2,11,136	1,93,89,898
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
402	6794	Department of Science & Technology, GoI	Effects of Brahmi Ghrita on cognition in	CY 2018-19	-	9,46,000	14,013	-	9,60,013	-	3,50,167	1,52,658	5,02,825	4,57,188
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
403	6795	Simons Foundation	Simons center for the study of living	CY 2018-19	-	72,54,544	2,29,381	-	74,83,925	-	-	-	-	74,83,925
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
404	6796	The Human Frontier Science Program	Dr. Shashi Thutupalli - Early Career Award	CY 2018-19	-	83,47,882	2,40,643	-	85,88,525	-	6,39,200	97,948	7,37,148	78,51,377
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
405	6797	Wellcome Trust-DBT India Alliance	Early Career Fellowship to Dr.	CY 2018-19	-	8,76,898	18,369	-	8,95,267	-	2,59,200	36,758	2,95,958	5,99,309
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
406	6972	MMV Medicines for Malaria Venture, Geneva	Dr. Varadharajan	CY 2018-19	-	14,73,360	46,586	-	15,19,946	-	-	-	-	15,19,946
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
407	9046	Mouse Cryobiology	Mouse Cryo Workshop	CY 2018-19	-	1,07,500	1,908	-	1,09,408	-	-	47,146	47,146	62,262
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
PROJECT FUNDS

Schedule 'B'
(Amount in Rs.)

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
408	9047	Wellcome Trust-DBT India Alliance	YIM-2019	CY 2018-19	-	12,00,000	28,190	-	12,28,190	-	-	3,08,446	3,08,446	9,19,744
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
409	9052	Rolf Ericsson NIC Fellowship	Rolf Ericsson NIC Fellowship	CY 2018-19	-	-	8,537	2,70,000	2,78,537	-	-	-	-	2,78,537
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Total - TIFR - NCBS		**CY 2018-19**	**46,04,24,970**	**24,79,15,804**	**2,63,55,287**	**(42,31,383)**	**27,00,39,708**	**11,51,51,592**	**10,12,32,827**	**13,37,88,589**	**35,01,73,008**	**38,02,91,670**
				PY 2017-18	**47,15,21,010**	**34,89,26,534**	**84,53,552**	**(3,22,24,990)**	**32,51,55,096**	**9,71,08,087**	**7,78,37,121**	**16,13,05,928**	**33,62,51,136**	**46,04,24,970**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH MUMBAI 400 005.
G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
PROJECT FUNDS

Schedule 'B'
(Amount in Rs.)

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
410		ISRO Bangalore	ARFI-SPL(ISRO-GBP)	CY 2018-19	24,14,211	-	-	-	-	-	-	2,22,947	2,22,947	21,91,264
				PY 2017-18	28,53,793	-	-	-	-	-	-	4,39,582	4,39,582	24,14,211
411		Dept.of Space	ATCTM(ISRO-GBP)	CY 2018-19	2,63,344	-	-	-	-	-	-	1,06,655	1,06,655	1,56,689
				PY 2017-18	3,81,299	-	-	-	-	-	-	1,17,955	1,17,955	2,63,344
TOTAL - 'E' - PBL				**CY 2018-19**	**26,77,555**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**3,29,602**	**3,29,602**	**23,47,953**
				PY 2017-18	**32,35,092**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**5,57,537**	**5,57,537**	**26,77,555**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
PROJECT FUNDS

Schedule 'B'
(Amount in Rs.)

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
412	12X001		IFCPAR RESEARCH PROJECT NO. 4704-03	CY 2018-19	81	-	2	-	2	-	-	-	-	83
				PY 2017-18	79	-	2	-	2	-	-	-	-	81
413	14X001		CEFIPRA	CY 2018-19	8	-	-	-	-	-	-	-	-	8
				PY 2017-18	8	-	-	-	-	-	-	-	-	8
414	14X002		BASIC RESEARCH FOR AOARD 144023 SIZE LIMITED MESOSCOPIC LASER PLASMA ACCELERATOR	CY 2018-19	6	-	-	-	-	-	-	-	-	6
				PY 2017-18	6	-	-	-	-	-	-	-	-	6
415	14X003		2-DIMENSIONAL NANOSHEETS BASED ULTRA-LOW DENSITY SPONGES FOR ENERGY & ENVIRONMENTAL	CY 2018-19	78,424	-	1,704	-	1,704	-	-	-	-	80,128
				PY 2017-18	76,494	-	1,930	-	1,930	-	-	-	-	78,424
416	15X004		COUPLED PHYSICAL PROCESSES IN THE BAY OF	CY 2018-19	249	-	5	-	5	-	-	-	-	254
				PY 2017-18	243	-	6	-	6	-	-	-	-	249
417	15X005		DSTO - RAMANUJAN FELLOWSHIP	CY 2018-19	9,622	-	209	-	209	-	-	-	-	9,831
				PY 2017-18	10,410	7,00,000	250	-	7,00,250	26,578	-	6,74,460	7,01,038	9,622
418	15X006		MAX PLANCK INSTITUTE OF SOLID STATE RESEARCH	CY 2018-19	13,322	-	292	(13,614)	(13,322)	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	12,994	-	328	-	328	-	-	-	-	13,322
419	15X007		INNOVATION IN SCIENCE PURSUED FOR INSPIRED	CY 2018-19	3,45,397	17,47,738	6,415	-	17,54,153	-	8,25,757	10,22,423	18,48,180	2,51,370
				PY 2017-18	2,27,302	16,59,579	7,134	-	16,66,713	-	11,15,905	4,32,713	15,48,618	3,45,397
420	15X008		RATIONAL DESIGN FOR SYNTHESES OF MULTIPLE	CY 2018-19	8,00,825	-	16,480	-	16,480	-	-	8,17,305	8,17,305	-
				PY 2017-18	5,42,528	4,00,000	16,735	-	4,16,735	-	-	1,58,438	1,58,438	8,00,825
421	15X010		CSIR , FELLOWSHIPS	CY 2018-19	22	-	-	-	-	-	-	-	-	22
				PY 2017-18	21	-	1	-	1	-	-	-	-	22
422	15X011		NOVEL ION AND NEUTRAL ATOM ACCELERATION SCHEMES	CY 2018-19	5,47,583	36,05,953	22,034	-	36,27,987	6,65,458	3,00,000	17,07,851	26,73,309	15,02,261
				PY 2017-18	18,48,701	-	29,851	(25,594)	4,257	4,98,811	2,75,000	5,31,564	13,05,375	5,47,583
423	15X012		TAILORING PLANT PROTEASE INHIBITORS FOR CONTROL OF	CY 2018-19	7,12,113	-	8,890	-	8,890	-	-	6,06,079	6,06,079	1,14,924
				PY 2017-18	1,79,614	25,99,139	11,109	(14,48,277)	11,61,971	-	2,15,200	4,14,272	6,29,472	7,12,113
424	15X013		WELCOME TRUST DBT INDIA ALLIANCE	CY 2018-19	2,309	-	50	-	50	-	-	-	-	2,359
				PY 2017-18	2,252	-	57	-	57	-	-	-	-	2,309
425	15X014		RAMANUJAN FELLOWSHIP	CY 2018-19	5,83,891	2,00,000	6,351	-	2,06,351	-	-	5,40,318	5,40,318	2,49,924
				PY 2017-18	46,963	7,60,000	7,859	-	7,67,859	34,563	-	1,96,368	2,30,931	5,83,891
426	15X015		JC BOSE FELLOWSHIP	CY 2018-19	28,615	-	642	-	642	-	-	(1,895)	(1,895)	31,152
				PY 2017-18	35,264	-	796	-	796	-	-	7,445	7,445	28,615
427	16X016		WELLCOME TRUST DBT INDIA ALLIANCE	CY 2018-19	81,82,842	-	1,68,687	-	1,68,687	4,09,861	-	4,31,208	8,41,069	75,10,460
				PY 2017-18	1,19,29,786	18,76,600	2,50,551	-	21,27,151	19,16,391	26,400	39,31,304	58,74,095	81,82,842
428	16X017		SYNTHESIS AND REACTIVITIES OF COMPOUNDS INVOLVING	CY 2018-19	2,307	-	50	-	50	-	-	-	-	2,357
				PY 2017-18	2,250	-	57	-	57	-	-	-	-	2,307
429	16X018		BIOPHYSICAL CHARACTERIZATION OF THE	CY 2018-19	7,92,742	-	8,879	-	8,879	-	1,54,200	6,14,178	7,68,378	33,243
				PY 2017-18	9,92,146	5,50,000	22,234	-	5,72,234	4,61,110	1,54,639	1,55,889	7,71,638	7,92,742
430	16X019		PROBING SPIN-DEPENDENT INTERFACE INTERACTIONS AT	CY 2018-19	1,07,363	-	1,314	-	1,314	(392)	-	94,224	93,832	14,845
				PY 2017-18	5,02,891	3,50,000	7,602	-	3,57,602	3,31,922	-	4,21,208	7,53,130	1,07,363
431	16X020		INNOVATION IN SCIENCE PURSUIT FOR INSPIRED	CY 2018-19	5,74,197	14,60,782	8,237	-	14,69,019	8,27,568	9,33,057	90,483	18,51,108	1,92,108
				PY 2017-18	7,04,495	9,87,185	15,929	-	10,03,114	260	10,59,375	73,777	11,33,412	5,74,197
432	16X021		ELUCIDATION OF KINETIC PATHWAYS OF PROTEIN-	CY 2018-19	7,41,738	1,30,000	9,994	-	1,39,994	5,93,740	-	30,000	6,23,740	2,57,992
				PY 2017-18	48,99,986	-	70,281	-	70,281	41,28,529	-	1,00,000	42,28,529	7,41,738
433	16X022		SERB-NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIPN	CY 2018-19	19,978	-	216	(71,153)	(70,937)	-	(51,071)	3	(51,068)	109
				PY 2017-18	-	9,60,000	249	-	9,60,249	1,34,802	6,60,000	1,45,469	9,40,271	19,978
434	16X023		MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT	CY 2018-19	11,50,594	15,90,600	32,483	-	16,23,083	24,115	-	8,78,181	9,02,296	18,71,381
				PY 2017-18	11,09,123	14,97,200	28,150	-	15,25,350	6,29,760	-	8,54,119	14,83,879	11,50,594
435	16X024		DEVELOPING NOVEL METHODS FOR SINGLE CELL DETECTION	CY 2018-19	7,06,904	7,50,000	13,392	-	7,63,392	(330)	-	9,31,685	9,31,355	5,38,941
				PY 2017-18	21,97,701	8,45,000	32,630	-	8,77,630	18,96,647	-	4,71,780	23,68,427	7,06,904
436	16X025		UNDERSTANDING PROTEIN CONFORMATIONAL DYNAMICS	CY 2018-19	9,21,014	-	16,566	-	16,566	(798)	-	3,18,260	3,17,462	6,20,118
				PY 2017-18	10,17,852	8,29,876	24,153	-	8,54,029	8,50,867	-	1,00,000	9,50,867	9,21,014
437	17X026		SERB-NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP (N-	CY 2018-19	2,42,047	-	-	(2,03,015)	(2,03,015)	-	39,032	-	39,032	-
				PY 2017-18	-	9,60,000	3,015	-	9,63,015	-	6,20,968	1,00,000	7,20,968	2,42,047
438	17X027		SERB-NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP (N-	CY 2018-19	54,641	7,50,000	4,688	(3,78,363)	3,76,325	-	2,54,884	1,76,082	4,30,966	-
				PY 2017-18	-	9,60,000	681	-	9,60,681	-	6,54,500	2,51,540	9,06,040	54,641
439	17X028		SERB-NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP	CY 2018-19	1,95,107	-	2,445	-	2,445	1,35,800	29,333	65	1,65,198	32,354
				PY 2017-18	-	9,60,000	2,430	-	9,62,430	-	6,30,579	1,36,744	7,67,323	1,95,107
440	17X029		SERB-NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				PY 2017-18	-	10,70,000	-	(7,73,065)	2,96,935	-	1,96,935	1,00,000	2,96,935	-
441	17X030		SERB-NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP	CY 2018-19	2,04,341	8,76,866	3,768	-	8,80,634	24,999	6,60,000	2,53,797	9,38,796	1,46,179
				PY 2017-18	-	9,60,000	2,546	-	9,62,546	74,500	5,48,167	1,35,538	7,58,205	2,04,341
442	17X031		SERB-NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP	CY 2018-19	2,25,615	7,50,000	3,677	-	7,53,677	-	6,60,000	2,02,822	8,62,822	1,16,470
				PY 2017-18	-	9,60,000	2,534	-	9,62,534	-	5,42,667	1,94,252	7,36,919	2,25,615
443	17X032		SERB	CY 2018-19	5,10,749	-	11,099	-	11,099	-	-	-	-	5,21,848
				PY 2017-18	-	6,04,386	6,363	-	6,10,749	-	-	1,00,000	1,00,000	5,10,749

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
PROJECT FUNDS

Schedule 'B'
(Amount in Rs.)

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
444	17X033		SERB - NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP	CY 2018-19	2,79,808	2,80,000	3,037	(1,22,861)	1,60,176	-	3,02,500	1,34,799	4,37,299	2,685
				PY 2017-18	-	8,84,909	3,486	-	8,88,395	-	4,71,460	1,37,127	6,08,587	2,79,808
445	17X034		SERB- NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP	CY 2018-19	59,564	8,00,000	1,043	-	8,01,043	-	6,60,260	1,62,877	8,23,137	37,470
				PY 2017-18	-	5,54,000	742	-	5,54,742	-	3,48,444	1,46,734	4,95,178	59,564
446	17X035		SERB - NATIONAL POST DOCTORAL FELLOWSHIP	CY 2018-19	71,881	-	781	(71,881)	(71,100)	-	-	-	-	781
				PY 2017-18	-	5,34,571	895	-	5,35,466	-	2,71,333	1,92,252	4,63,585	71,881
447	17X036		RAL PROJECT	CY 2018-19	73,84,860	87,50,150	1,82,421	(2,50,000)	86,82,571	-	43,72,039	21,09,280	64,81,319	95,86,112
				PY 2017-18	-	77,46,027	89,355	-	78,35,382	-	4,50,000	522	4,50,522	73,84,860
448	17X037		WELLCOME TRUST/DBT INDIA ALLIANCE	CY 2018-19	2,37,40,747	16,62,256	3,80,947	-	20,43,203	1,13,02,618	-	27,81,670	1,40,84,288	1,16,99,662
				PY 2017-18	-	2,57,89,500	2,95,747	-	2,60,85,247	-	-	23,44,500	23,44,500	2,37,40,747
449	17X038		FREQUENCY STABILIZATION OF DIODE LASER FOR ATOM	CY 2018-19	15,18,900	9,99,978	26,903	-	10,26,881	11,18,960	-	4,42,910	15,61,870	9,83,911
				PY 2017-18	-	14,99,978	18,922	-	15,18,900	-	-	-	-	15,18,900
450	18X039		NIH GRANTS	CY 2018-19	-	5,11,150	2,342	-	5,13,492	-	-	2,95,649	2,95,649	2,17,843
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
451	18X040	RAMALINHASWAMI FELLOWSHIP 2016-	ELUCIDATION OF REGULATORY MECHANISM OF	CY 2018-19	-	10,00,000	4,467	-	10,04,467	30,000	-	5,58,920	5,88,920	4,15,547
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
452	18X041	DAE	DAE- HOMI BHABHA CHAIR FOR DISTINGUISHED SCIENTISTS /	CY 2018-19	-	19,07,147	7,980	-	19,15,127	-	11,54,302	18,400	11,72,702	7,42,425
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
453	18X042	SCIENCE & ENGINEERING	UNDER STANDING THE CORRELATION BETWEEN	CY 2018-19	-	17,08,021	1,990	-	17,10,011	10,75,323	-	4,49,577	15,24,900	1,85,111
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
454	18X043	SCIENCE & ENGINEERING	DEVELOPMENT OF GRAPHENE & MOS2 BASED VAN DER WAALS	CY 2018-19	-	25,50,150	4,654	-	25,54,804	17,70,000	27,679	3,24,198	21,21,877	4,32,927
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
455	18X044	I.U.C.A.A	LIGO-INDIA RELATED TRAINING ACTIVITIES	CY 2018-19	-	20,00,000	7,057	-	20,07,057	-	-	14,02,075	14,02,075	6,04,982
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
456	18X045	DBT	MOLECULE CHARACTERIZATION OF BIOMOLECULES	CY 2018-19	-	10,97,700	11,927	-	11,09,627	-	-	-	-	11,09,627
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
457	18X046	SERB	CHEMISTRY	CY 2018-19	-	9,60,000	10,431	-	9,70,431	-	-	-	-	9,70,431
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
458	18X047	SERB (Science and Engineering Research	UNDERSTANDING ELEMENTARY PROCESSES IN SURFACE	CY 2018-19	-	23,10,000	25,100	-	23,35,100	-	-	-	-	23,35,100
				PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		TOTAL - 'F' - TCIS		CY 2018-19	5,08,10,406	3,83,98,491	10,19,649	(11,10,887)	3,83,07,253	1,79,76,922	1,03,21,972	1,73,93,424	4,56,92,318	4,34,25,341
				PY 2017-18	2,63,39,109	5,74,97,950	9,54,610	(22,46,936)	5,62,05,624	1,09,84,740	82,41,572	1,25,08,015	3,17,34,327	5,08,10,406

मुंबई / MUMBAI 400 005.
G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
PROJECT FUNDS

Schedule 'B'
(Amount in Rs.)

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
459		AIRBUS	Mathematics of Complex Systems	CY 2018-19	85,22,325		5,00,498		5,00,498		75,000	1,74,354	2,49,354	87,73,469
				PY 2017-18	73,89,072	37,37,798	4,49,455		41,87,253	1,65,520	20,63,154	8,25,326	30,54,000	85,22,325
460		DEPARTMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	Gravitational Wave astronomy using astrophysical black-hole binaries - Dr. P. Ajith	CY 2018-19	5,820		-		-			5,820	5,820	-
				PY 2017-18	5,500		320		320					5,820
461		SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Ramanujan Fellowship - Dr. P. Ajith	CY 2018-19	12,850		383		383			12,850	12,850	383
				PY 2017-18	4,37,945		12,734		12,734			4,37,829	4,37,829	12,850
462		UNIVERSITY GRANTS COMMISSION	Heat Transport in Extended one-Dimensional Models under India - Isreal Joint Research Project 2014 - Dr. Abhishek Dhar	CY 2018-19	24,749		1,475		1,475				-	26,224
				PY 2017-18	8,51,479		24,751		24,751			8,51,481	8,51,481	24,749
463		INTEL TECHNOLOGY PVT LTD	Ensemble Kalman Filter for the ROMS-Model for Indian Ocean - Dr. Apte	CY 2018-19	21,466		1,279		1,279				-	22,745
				PY 2017-18	20,287		1,179		1,179				-	21,466
464		MAX PLANCK PARTNERS GROUP	Max Planck Partner Group in Astrophysical Relativity and Gravitational-Wave Astronomy - Dr. Ajith	CY 2018-19	11,45,823	15,65,600	43,956		16,09,556		11,66,496	12,15,724	23,82,220	3,73,159
				PY 2017-18	11,20,803	14,30,400	64,027		14,94,427			14,69,407	14,69,407	11,45,823
465		SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	JC Bose - Prof. Wadia	CY 2018-19	561		-		-				-	561
				PY 2017-18	19,299		561		561			19,299	19,299	561
466		INFOSYS FOUNDATION	ICTS - Infosys Excellence Grant	CY 2018-19	12,54,329	1,60,00,000	4,06,296		1,64,06,296		6,42,804	42,31,718	48,74,522	1,27,86,103
				PY 2017-18	98,04,586		3,12,387	(17)	3,12,370	60,000		88,02,627	88,62,627	12,54,329
467		SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	JC Bose - Prof. Gopakumar	CY 2018-19	8,50,291		27,301		27,301	1,12,602	4,63,677	2,08,152	7,84,431	93,161
				PY 2017-18	1,97,830	14,00,000	29,607		14,29,607		3,00,000	4,77,146	7,77,146	8,50,291
468		DEPARTMENT OF BIOTECHNOLOGY	Ramalingaswami Fellowship - Dr. Vijay Kumar Krishnamurthy	CY 2018-19	7,38,416		42,538		42,538			49,373	49,373	7,31,581
				PY 2017-18	14,313	7,30,000	21,263		7,51,263			27,160	27,160	7,38,416
469		MAX PLANCK PARTNERS GROUP	Max Planck Partner Group - Dr. Vijay Kumar Krishnamurthy	CY 2018-19	29,55,789	6,37,040	1,28,095		7,65,135	10,01,114	9,00,000	3,49,016	22,50,130	14,70,794
				PY 2017-18	22,06,534	15,07,600	1,45,823		16,53,423			9,04,168	9,04,168	29,55,789
470		SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Early Career Research Grant - Prof. Samridhhi Sankar Ray	CY 2018-19	4,57,995	1,00,000	16,854		1,16,854		3,00,000	1,50,417	4,50,417	1,24,432
				PY 2017-18	4,73,382	1,00,000	26,309	900	1,27,209			1,42,596	1,42,596	4,57,995

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
मुंबई / MUMBAI
400 005.

G. D. APTE & CO.
Chartered Accountants

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
PROJECT FUNDS

Schedule 'B'
(Amount in Rs.)

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
471		INDO-FRENCH CENTRE FOR THE PROMOTION OF ADVANCED RESEARCH (CEFIPRA)	Extreme events and large deviation in strongly correlated many body systems - Dr. Abhishek Dhar	CY 2018-19	4,20,260		13,040		13,040		4,02,933	-	4,02,933	30,367
				PY 2017-18	5,61,660	1,84,012	27,737		2,11,749			3,53,149	3,53,149	4,20,260
472		INDIAN INSTITUTE OF TROPICAL METEOROLOGY	Coupled Physical Processes in the Bay of Bengal and Mansoon Air-Sea Interaction - Dr. Rama Govindarajan	CY 2018-19	6,44,057	2,88,000	28,023	1,02,000	4,18,023	2,04,120	4,42,826	90,789	7,37,735	3,24,345
				PY 2017-18	4,026	14,60,974	18,307		14,79,281			8,39,250	8,39,250	6,44,057
473		INFOSYS FOUNDATION	ICTS - Infosys Lecture Series	CY 2018-19	2,75,55,810	1,50,00,000	17,24,774		1,67,24,774		27,42,558	94,90,575	1,22,33,133	3,20,47,451
				PY 2017-18	1,51,83,559	1,50,00,000	12,07,281		1,62,07,281			38,35,030	38,35,030	2,75,55,810
474		INFOSYS SCEINCE FOUNDATION	Research & Development - Mr. Kris Gopalakrishanan	CY 2018-19	15,75,558	15,60,000	74,511		16,34,511	1,63,625	6,80,000	13,67,119	22,10,744	9,99,325
				PY 2017-18	4,41,725	20,10,000	56,983		20,66,983		6,22,333	3,10,817	9,33,150	15,75,558
475		MAX PLANCK PARTNERS GROUP	Max Planck Partner Group - Dr. Subhro Bhattacharjee	CY 2018-19	5,95,361	16,00,600	73,606	10,38,184	27,12,390		8,60,000	4,99,512	13,59,512	19,48,239
				PY 2017-18	10,47,402	15,07,600	46,404		15,54,004			20,06,045	20,06,045	5,95,361
476		SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	National Post Doctoral Fellowship - Sumit Kumar	CY 2018-19	62,507		-		-	62,507		-	62,507	-
				PY 2017-18	2,64,095	7,50,000	9,226		7,59,226	1,94,613	6,60,000	1,06,201	9,60,814	62,507
477		SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Ramanujan Fellowship - Dr. Manas Kulkarni	CY 2018-19	23,609	7,60,000	729		7,60,729			7,82,743	7,82,743	1,595
				PY 2017-18	2,95,031		9,001		9,001			2,80,423	2,80,423	23,609
478		INFOSYS FOUNDATION	Homi Bhabha Chair Fellowship - Prof. Wadia	CY 2018-19	9,46,079	35,00,000	77,701		35,77,701		24,00,000	3,84,740	27,84,740	17,39,040
				PY 2017-18		25,00,000	26,724		25,26,724		15,80,645		15,80,645	9,46,079
479		INFOSYS FOUNDATION	Infosys Foundation International Exchange Program	CY 2018-19	1,28,06,566	1,00,00,000	8,58,789		1,08,58,789		8,06,266	59,88,352	67,94,618	1,68,70,737
				PY 2017-18		1,35,00,000	3,61,754		1,38,61,754			10,55,188	10,55,188	1,28,06,566
480		Indo-US Sciecne & Technology Forum(IUSSTF)	Indo-US for the Exploration of Extreme Gravity - Prof. Ajith	CY 2018-19	5,46,194		22,421		22,421			3,39,996	3,39,996	2,28,619
				PY 2017-18		7,00,000	15,429		7,15,429			1,69,235	1,69,235	5,46,194
481		SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Ramanujan Fellowship - Dr. R Basu	CY 2018-19	7,37,856	4,00,000	40,712		4,40,712	1,65,270		3,44,247	5,09,517	6,69,051
				PY 2017-18		7,60,000	20,843		7,80,843			42,987	42,987	7,37,856
482		Asia Pacific Center for Theoretical Physics (APCTP)	Kavli Winter School	CY 2018-19	98,613		-	(95,827)	(95,827)				-	2,786
				PY 2017-18		5,49,309	2,786		5,52,095			4,53,482	4,53,482	98,613
483		KAVLI foundation	Kavli Winter School	CY 2018-19	21,70,659		93,482		93,482			12,04,331	12,04,331	10,59,810
				PY 2017-18		47,78,138	61,316		48,39,454			26,68,795	26,68,795	21,70,659

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
मुंबई / MUMBAI
400 005.
G. D. APTE & CO.
Chartered Accountants

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
PROJECT FUNDS

Schedule 'B'
(Amount in Rs.)

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
484		INFOSYS SCEINCE FOUNDATION	ICTS@10 Program	CY 2018-19	13,29,041		79,211		79,211				-	14,08,252
				PY 2017-18		20,00,000	37,542		20,37,542			7,08,501	7,08,501	13,29,041
485		Donation - Narayanamurthy	ICTS@10 Program	CY 2018-19	85		-		-				-	85
				PY 2017-18		13,00,000	2		13,00,002			12,99,917	12,99,917	85
486		International Centre for Theoretical Physics	ICTP-ICTS Winter School on Quantitative Systems Biology	CY 2018-19	-		913		913			(30,638)	(30,638)	31,551
				PY 2017-18		8,27,860			8,27,860			8,27,860	8,27,860	-
487		Council of Scientific & Industrial Research	CSIR Book Grant - Prof. Rama	CY 2018-19	10,291		450		450			5,488	5,488	5,253
				PY 2017-18		10,000	291		10,291				-	10,291
488		INDO-FRENCH CENTRE FOR THE PROMOTION OF ADVANCED RESEARCH (CEFIPRA)	Holography and its applications - Prof. Raju	CY 2018-19	-	2,40,000	-		2,40,000		2,28,387	11,613	2,40,000	-
				PY 2017-18		2,40,000			2,40,000		2,40,000		2,40,000	-
489		SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Early career Research - Anomalous heat transport in open classical interacting many-particle systems Screen reader support enabled - Dr. Anupam Kundu	CY 2018-19	2,03,134	1,70,000	15,524		1,85,524			55,313	55,313	3,33,345
				PY 2017-18		13,72,866	5,738		13,78,604	10,38,183		1,37,287	11,75,470	2,03,134
490		Canadian Institute for Advanced Research (CIFAR)	Azrieli Global Scholar Fellowship - Prof. Ajith	CY 2018-19	2,89,472	25,30,000	80,487		26,10,487		2,59,839	1,48,186	4,08,025	24,91,934
				PY 2017-18		12,65,000	8,177		12,73,177			9,83,705	9,83,705	2,89,472
491		DEPARTMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	Swarna Jayanti fellowship - Prof. Raju	CY 2018-19	7,26,352	3,00,000	33,108		3,33,108	2,22,558	2,90,000	1,29,134	6,41,692	4,17,768
				PY 2017-18		7,35,000	20,518		7,55,518		25,000	4,166	29,166	7,26,352
492		SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Quantum Dot Circuit - Qunatum Electrodynamics Systems: Fundamental aspects & device applications-Prof. Manas	CY 2018-19	-	14,03,912	41,703		14,45,615			4,479	4,479	14,41,136
				PY 2017-18					-				-	-
493		SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Early Career Research - Quantum Spin Liquids & Non-Fermi Liquid Metals - Prof. Subhro Bhattacharjee	CY 2018-19	-	14,29,333	8,699		14,38,032	10,38,184		99,220	11,37,404	3,00,628
				PY 2017-18					-				-	-
494		PRATIKSHA TRUST	ICTP-ICTS Winter School on Quantitative Systems Biology 2018	CY 2018-19	-	15,00,000	3,713		15,03,713			13,75,405	13,75,405	1,28,308
				PY 2017-18					-				-	-
495		INDO-FRENCH CENTRE FOR THE PROMOTION OF ADVANCED RESEARCH (CEFIPRA)	Designing & Control of many body states in hybird quantum systems- Prof. Manas	CY 2018-19	-	5,61,600	16,457		5,78,057			9,360	9,360	5,68,697
				PY 2017-18					-				-	-
496		SCIENCE AND ENGINEERING RESEARCH BOARD	Travel grants	CY 2018-19	-	9,83,862	25,479		10,09,341			1,28,862	1,28,862	8,80,479
				PY 2017-18					-				-	-
497		DONATION	MISC (CAF+Instamojo+Math Circle)	CY 2018-19	24,457	12,65,894	39,181		13,05,075				-	13,29,532
				PY 2017-18			710	23,747	24,457				-	24,457

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
मुंबई / MUMBAI
400 005.
G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule forming part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
PROJECT FUNDS

Schedule 'B'
(Amount in Rs.)

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
498		SIMONS' Foundation	SIMONS' Fellowship	CY 2018-19	1,47,56,637	1,39,26,000	10,12,714		1,49,38,714		38,17,600	1,13,44,870	1,51,62,470	1,45,32,881
				PY 2017-18	1,07,91,343	1,28,62,750	6,80,405		1,35,43,155		27,68,811	68,09,050	95,77,861	1,47,56,637
		TOTAL - 'G' - ICTS		CY 2018-19	**8,15,13,012**	**7,57,21,841**	**55,34,103**	**10,44,357**	**8,23,00,301**	**29,69,980**	**1,64,78,386**	**4,01,71,120**	**5,96,19,486**	**10,41,93,826**
				PY 2017-18	**5,11,29,871**	**7,32,19,307**	**37,05,590**	**24,630**	**7,69,49,527**	**14,58,316**	**82,59,943**	**3,68,48,127**	**4,65,66,386**	**8,15,13,012**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
मुंबई / MUMBAI
400 005.

G. D. APTE & CO.
Chartered Accountants

Consolidated Schedule 'B'

(Amount in Rs.)

Sr. No.	Location	2018-19		2017-18		Grand Total	
		Project Grant	Closed Projects	Project Grant	Closed Projects	2018-19	2017-18
1	MUMBAI	33,16,44,067	2,83,75,937	40,16,06,265	2,83,53,530	36,00,20,004	42,99,59,795
2	NCRA	1,64,38,948	-	1,51,57,258	-	1,64,38,948	1,51,57,258
3	CAM	1,56,31,461	-	1,67,17,167	-	1,56,31,461	1,67,17,167
4	NCBS	38,02,91,670	-	46,04,24,970	-	38,02,91,670	46,04,24,970
5	PBL	23,47,953	-	26,77,555	-	23,47,953	26,77,555
6	TCIS	4,34,25,341	-	5,08,10,406	-	4,34,25,341	5,08,10,406
7	ICTS	10,41,93,826	-	8,15,13,012	-	10,41,93,826	8,15,13,012
	GRAND TOTAL	**89,39,73,266**	**2,83,75,937**	**1,02,89,06,633**	**2,83,53,530**	**92,23,49,203**	**1,05,72,60,163**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March 2019
ENDOWMENT FUNDS

Schedule 'C'
(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Grant 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
1	18N90001	Geeta Udgaonkar Award	CY 2018-19	4,15,531	-	28,188	-	28,188	-	-	-	-	4,43,719
			PY 2017-18	3,91,707	-	23,824	-	23,824	-	-	-	-	4,15,531
2	18N90002	Dr. Homi J Bhabha Chair	CY 2018-19	1,32,91,139	-	8,94,422	-	8,94,422	-	-	2,11,862	2,11,862	1,39,73,699
			PY 2017-18	1,25,50,742	-	7,62,670	-	7,62,670	-	-	22,273	*22,273*	1,32,91,139
3	18N90003	Sir Dorabji Tata - Chair	CY 2018-19	1,14,03,574	-	7,73,566	-	7,73,566	-	-	-	-	1,21,77,140
			PY 2017-18	1,07,49,764	-	6,53,810	-	6,53,810	-	-	-	-	1,14,03,574
4	18N90004	Shri J R D Tata - Chair	CY 2018-19	1,17,27,784	-	7,95,557	-	7,95,557	-	-	-	-	1,25,23,341
			PY 2017-18	1,10,55,385	-	6,72,399	-	6,72,399	-	-	-	-	1,17,27,784
5	18N90005	TIFR Archives	CY 2018-19	57,76,996	-	3,61,369	-	3,61,369	-	-	8,99,683	8,99,683	52,38,682
			PY 2017-18	54,45,779	-	3,31,217	-	3,31,217		-	-	-	57,76,996
6	18N90006	Harish Chandra Memorial Award Fund	CY 2018-19	5,27,494	-	35,783	-	35,783	-	-	-	-	5,63,277
			PY 2017-18	4,97,251	-	30,243	-	30,243	-	-	-	-	5,27,494
7	18N90007	Dr. Zita Lobo Award Fund	CY 2018-19	4,73,070	-	32,091	-	32,091	-	-	-	-	5,05,161
			PY 2017-18	4,45,947	-	27,123	-	27,123	-	-	-	-	4,73,070
8	18N90008	Dr. Zita Lobo Meorial Trust Fund	CY 2018-19	1,45,108	-	9,843	-	9,843	-	-	-	-	1,54,951
			PY 2017-18	1,36,788	-	8,320	-	8,320	-	-	-	-	1,45,108
9	18N90010	Infosys Fellowship Award Fund	CY 2018-19	1,30,27,246	-	8,70,139	-	8,70,139	4,00,000	-	-	4,00,000	1,34,97,385
			PY 2017-18	1,27,61,154	1,55,000	7,61,092	-	9,16,092	6,50,000	-	-	*6,50,000*	1,30,27,246
10	18N90011	TIFR General Endowment Fund	CY 2018-19	76,74,280	1,39,646	5,25,258	-	6,64,904	2,05,922	-	(2,04,001)	1,921	83,37,263
			PY 2017-18	77,52,584	5,11,050	4,55,292	(7,50,000)	2,16,342	2,77,742	-	16,904	*2,94,646*	76,74,280
11	18N90012	Madanlal Mehta Visitng Professorship Chair	CY 2018-19	29,37,702	-	1,98,395	-	1,98,395	-	-	26,089	26,089	31,10,008
			PY 2017-18	28,97,808	-	1,72,223	-	1,72,223	-	-	1,32,329	*1,32,329*	29,37,702
12	18N90013	Bharat Family Trust Endowment Fund	CY 2018-19	1,78,14,796	-	12,01,989	-	12,01,989	-	-	1,91,117	1,91,117	1,88,25,668
			PY 2017-18	1,72,25,925	-	10,34,155	-	10,34,155	1,80,000	-	2,65,284	4,45,284	1,78,14,796
13	18N90014	BEST TEACHER'S AWARD	CY 2018-19	7,33,871	-	48,925	-	48,925	20,000		5,264	25,264	7,57,532
			PY 2017-18	-	7,50,000	21,659	-	7,71,659	30,000	-	7,788	37,788	7,33,871
14	18N90015	Award in Science Education	CY 2018-19	1,57,561	3,00,000	20,863	-	3,20,863	-	-	-	-	4,78,424
			PY 2017-18	1,67,954	-	9,607	-	9,607	20,000	-	-	20,000	1,57,561
15	18N90017	Homi Bhabha Medal (IUPAP)	CY 2018-19	39,05,443	-	2,51,723	-	2,51,723	-	-	3,89,281	3,89,281	37,67,885
			PY 2017-18	36,95,956	-	2,24,340	-	2,24,340	14,853	-	-	14,853	39,05,443
16	18N90019	TIFR Archives - Revenue Account	CY 2018-19	2,67,403	9,400	18,546	-	27,946	(1,000)	-	(1,600)	(2,600)	2,97,949
			PY 2017-18	2,20,115	32,900	14,388	-	47,288	-	-	-	-	2,67,403
17	18N90020	TAA Excellence Award	CY 2018-19	13,43,824	-	91,158	-	91,158	-	-	-	-	14,34,982
			PY 2017-18	12,66,777	-	77,047	-	77,047	-	-	-	-	13,43,824
18	18N90021	Semi-conductors Endowment	CY 2018-19	30,41,244	-	2,00,752	-	2,00,752	-	-	1,63,666	1,63,666	30,78,330
			PY 2017-18	30,23,215	-	1,78,980	-	1,78,980	-	-	1,60,951	1,60,951	30,41,244
19	18N90023	Cowsik Medals	CY 2018-19	5,30,530	-	35,434	-	35,434	16,340	-	-	16,340	5,49,624
			PY 2017-18	5,00,113	-	30,417	-	30,417	-	-	-	-	5,30,530
20	18N90024	S.N. Bhatt Fellowship	CY 2018-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			PY 2017-18	27,572	-	-	(27,572)	(27,572)	-	-	-	-	-
21	18N90025	Dr. Dharmaji D. Shinde	CY 2018-19	1,73,168	-	11,408	-	11,408	10,000	-	-	10,000	1,74,576
			PY 2017-18	1,72,953	-	10,215	-	10,215	10,000	-	-	*10,000*	1,73,168
22	18N90026	Sasken Award	CY 2018-19	-	-	-	-	-		-	-	-	-
			PY 2017-18	14,862	-	-	(14,862)	(14,862)	-	-	-	-	-
23	18N90027	Sumita Memorial Lectures	CY 2018-19	3,26,668	-	22,160	-	22,160	-	-	-	-	3,48,828
			PY 2017-18	3,28,181	-	19,327	-	19,327	-	-	20,840	20,840	3,26,668
24	18N90028	Prof. Sukumar Biswas Award in Physics	CY 2018-19	4,05,353	-	26,820	-	26,820	20,000	-	-	20,000	4,12,173
			PY 2017-18	4,11,253	-	24,100	-	24,100	30,000	-	-	30,000	4,05,353
25	18N90030	STRING THEORY	CY 2018-19	5,52,70,043	-	36,71,274	-	36,71,274			22,98,597	22,98,597	5,66,42,720
			PY 2017-18	5,27,99,932	-	31,89,482	-	31,89,482			7,19,371	7,19,371	5,52,70,043

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March 2019
ENDOWMENT FUNDS

Schedule 'C'
(Amount in Rs.)

Sr. No.	Budget Code	Grant 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
26	18N90032	TIFR ALUMNI ASSOCIATION	CY 2018-19	54,545	-	3,700		3,700			-	-	58,245
			PY 2017-18	51,418	-	3,127	-	3,127	-	-	-	-	54,545
27	18N90033	DCS ENDOWMENT A/C	CY 2018-19	49,626	1,00,000	6,758	-	1,06,758	-	-	-	-	1,56,384
			PY 2017-18	31,149	16,093	2,384	-	18,477	-	-	-	-	49,626
28	18N90034	HIGH INTENSITY LASER FUND	CY 2018-19	40,24,688	-	2,73,015	-	2,73,015	-	-	-	-	42,97,703
			PY 2017-18	37,93,937	-	2,30,751	-	2,30,751	-	-	-	-	40,24,688
29	18N90035	INFOSYS-CONDENSED MATTER PHYSICS VISITORS PROGRAMME	CY 2018-19	3,21,18,467	-	21,22,050	-	21,22,050	-	-	16,72,146	16,72,146	3,25,68,371
			PY 2017-18	3,08,50,907	-	18,58,412	-	18,58,412	-	-	5,90,852	5,90,852	3,21,18,467
30	18N90036	SAROJINI DAMODARAN INTERNATIONAL FELLOWSHIP PROGRAMME	CY 2018-19	7,86,907	20,00,000	63,077	-	20,63,077	-	-	17,14,106	17,14,106	11,35,878
			PY 2017-18	-	20,00,000	23,224	-	20,23,224			12,36,317	12,36,317	7,86,907
31	18N90037	AVEEK GUHA MEMORIAL LECTURE	CY 2018-19	5,34,989	-	36,291	-	36,291	-	-	-	-	5,71,280
			PY 2017-18		5,35,000	15,789	-	5,50,789			15,800	15,800	5,34,989
32	18N90038	SOFT CONDENSED MATTER GROUP	CY 2018-19	4,12,164	-	27,959	-	27,959	-	-		-	4,40,123
			PY 2017-18	-	4,00,000	12,164	-	4,12,164	-	-		-	4,12,164
33	18N90039	D.P. ROY MEMORIAL LECTURE SER	CY 2018-19	10,30,410	10,00,000	1,00,367	-	11,00,367	-	-	1,01,719	1,01,719	20,29,058
			PY 2017-18	-	10,00,000	30,410	-	10,30,410	-	-		-	10,30,410
34	18N90016	TIFR-Tata Education Trust (Archives) A/c	CY 2018-19	2,72,91,776	44,800	14,97,828	-	15,42,628	-	-	6,90,204	6,90,204	2,81,44,200
			PY 2017-18	2,65,70,735	1,000	14,50,036	-	14,51,036	-	-	7,29,995	7,29,995	2,72,91,776
		Total - 'A' - Mumbai	**CY 2018-19**	**21,76,73,400**	**35,93,846**	**1,42,56,708**	**-**	**1,78,50,554**	**6,71,262**	**-**	**81,58,133**	**88,29,395**	**22,66,94,560**
			PY 2017-18	**20,58,37,863**	**54,01,043**	**1,23,58,227**	**(7,92,434)**	**1,69,66,836**	**12,12,595**	**-**	**39,18,704**	**51,31,299**	**21,76,73,400**

*** 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 2019
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
35	Infosys Foundation	Infosys Foundation travel fellowships for supporting visits to collaborative laboratories and overseas conferences	CY 2018-19	5,24,82,173		34,96,453	-	34,96,453	-	-	28,33,428	28,33,428	5,31,45,198
			PY 2017-18	-	-	33,30,196	5,12,04,522	5,45,34,718	20,52,545	-	-	20,52,545	5,24,82,173
36	Wildlife Conservation Trust	Endowment funding for Masters Program in Wildlife Biology and Conservation	CY 2018-19	27,39,565		1,87,578	-	1,87,578	-	-		-	29,27,143
			PY 2017-18	-	5,00,000	1,38,538	21,01,027	27,39,565	-	-		-	27,39,565
37	Prof. K. VijayRaghavan	Donation for supporting Life Sciences	CY 2018-19	5,70,372		39,053	-	39,053	-	-		-	6,09,425
			PY 2017-18	-		36,696	5,33,676.00	5,70,372	-	-		-	5,70,372
38	Ms. Kiran Mazumdar Shaw	Donation for establishing an endowment fund known as Bangalore Life Sciences Cluster Endowment Fund	CY 2018-19	3,12,89,563		20,75,165	-	20,75,165	-	-	19,63,847	19,63,847	3,14,00,881
			PY 2017-18	-	3,00,00,000	12,95,563	-	3,12,95,563	-	-	6,000	6,000	3,12,89,563
39	Dr. Gayatri Saberwal and Prof. Upinder S. Bhalla	Donation for meeting the education support for economically and needy children	CY 2018-19	-	32,50,000	1,11,264	-	33,61,264	-	-		-	33,61,264
			PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total - 'B' - NCBS			**CY 2018-19**	**8,70,81,673**	**32,50,000**	**59,09,513**	**-**	**91,59,513**	**-**	**-**	**47,97,275**	**47,97,275**	**9,14,43,911**
			PY 2017-18	**-**	**3,05,00,000**	**48,00,993**	**5,38,39,225**	**8,91,40,218**	**20,52,545**	**-**	**6,000**	**20,58,545**	**8,70,81,673**

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
40	S. N. BHATT TRUST	S. N. Bhatt Fellowship	CY 2018-19	47,56,539	-	2,89,189	-	2,89,189	-	-	2,89,189	2,89,189	47,56,539
			PY 2017-18	47,56,539	-	3,07,557	-	3,07,557	-	-	3,07,557	3,07,557	47,56,539
Total - 'C' - ICTS			**CY 2018-19**	**47,56,539**	**-**	**2,89,189**	**-**	**2,89,189**	**-**	**-**	**2,89,189**	**2,89,189**	**47,56,539**
			PY 2017-18	**47,56,539**	**-**	**3,07,557**	**-**	**3,07,557**	**-**	**-**	**3,07,557**	**3,07,557**	**47,56,539**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March 2019
ENDOWMENT FUNDS

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
41	18N60001	TIFR HYDERABAD ENDOWMENT	CY 2018-19	-	88,078	-	-	88,078	-	-	9,272	9,272	78,806
			PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total - 'D' - TCIS			CY 2018-19	-	88,078	-	-	88,078	-	-	9,272	9,272	78,806
			PY 2017-18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GRAND TOTAL 'A' + 'B' + 'C' + 'D'			CY 2018-19	30,95,11,612	69,31,924	2,04,55,410	-	2,73,87,335	6,71,262	-	1,32,53,869	1,39,25,131	32,29,73,816
			PY 2017-18	21,05,94,402	3,59,01,043	1,74,66,777	5,30,46,791	10,64,14,611	32,65,140	-	42,32,261	74,97,401	30,95,11,612

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH / टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान
मुंबई / MUMBAI
400 005.

G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
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	4,37,533	-	4,37,533	-
2	INSA	INSA	1,01,937	3,82,791	4,54,701	30,027
3	SHELL INDIA MARKETS PVT LTD / HORIBA INDIA PVT. LTD.	RGC	1,19,68,317	81,48,030	86,95,336	1,14,21,011
4	N.B.H.M.	N.B.H.M.	4,77,756	11,80,000	3,22,718	13,35,038
		Total - 'A' - Mumbai	**1,29,85,543**	**97,10,821**	**99,10,288**	**1,27,86,076**
5	Department of Atomic Energy	Grant recd. From DAE for Phy.Chem.Bio.Olympiads	47,76,429	2,34,21,667	2,13,87,657	68,10,438
6	Department of Science & Technology	Grant recd. From DST for Olympiads	-	63,70,472	63,70,472	-
7	DST	Grant recd. From ISRO for Astronomy Olympiads	4,46,526	42,64,465	44,83,431	2,27,560
8	IAEA	Grant received from IAEA for Dr.P.K.Joshi's Project	2,62,188	12,774	44,745	2,30,217
9		Grant received from NCERT for conducting Meeting	-	5,37,500	5,37,500	-
10	NCERT	Grant received from NCERT for Air Travl	-	56,00,000	56,00,000	-
11		DST Grant Recd. for INSPIRE Project	-	19,32,339	6,85,760	12,46,579
12	YCMOU	Advance received from YCMOU	2,01,589	1,64,201	2,51,303	1,14,487
13	INSA	INSA Grant recd. For Prof.S.M. Roy	94,499	11,804	17,504	88,799
14		RGST for SIAC Workshop	-	58,240	58,240	-
15		Vigyan Pratibha	-	1,75,00,000	59,35,235	1,15,64,765
16		Maths Olympiad Mumbai Region-2012-13	7,025	2,36,521	2,22,770	20,776
17		Vigyan Prasar	81,480	-	81,480	-
18		Amount received from IAPT for RMO & INMO activity	16,69,067	2,23,31,023	1,94,83,642	45,16,448
19		Royal Society	5,18,650	12,58,134	17,76,784	-
20		RRF - Prof. Alak Ray	4,09,380	13,64,581	13,34,559	4,39,402
21		TISS Clix Project	-	7,54,000	7,54,000	-
22		RA fellowship -Dr.Gururaj Wagale	3,04,843	6,99,090	6,30,918	3,73,014
		Total - 'B' - HBSCE	**87,71,675**	**8,65,16,811**	**6,96,56,002**	**2,56,32,485**
23	NBHM	Raja Ramana Award - DAE	-	28,00,000	21,61,595	6,38,405
24		NBHM GRANT-POST DOCTOR FELLOWSHIP-Suprio Bhar	1,55,500	-	1,55,500	-
25		SHANTHI SWAROOP BHATNAGAR AWARD	-	1,80,000	1,80,000	-
			-			-
		Total - 'C' - CAM	**1,55,500**	**29,80,000**	**24,97,095**	**6,38,405**
26	Various Granting Authorities	Other Grants of NCBS	1,63,98,225	2,45,44,247	2,17,50,488	1,91,91,984
		Total - 'D' - NCBS	**1,63,98,225**	**2,45,44,247**	**2,17,50,488**	**1,91,91,984**
27	NBHM	CSIR Fellowship - Dr. Rama Govindarajan	-	1,80,000	1,80,000	-
28	CSIR	CSIR Fellowship - Dr. Abhishek Dhar		1,80,000	1,80,000	-
29	CSIR	CSIR Fellowship - Dr. Rajesh Gopakumar		1,80,000	1,80,000	-
		Total - 'E' - ICTS	**-**	**5,40,000**	**5,40,000**	**-**
30	RGC	RGC	3,70,398	4,32,203	6,54,967	1,47,634
		Total - 'F' - TCIS	**3,70,398**	**4,32,203**	**6,54,967**	**1,47,634**
		Grand Total (A+B+C+D+E+F)	**3,86,81,341**	**12,47,24,082**	**10,50,08,840**	**5,83,96,584**

Schedule 'E'

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March, 2019

CURRENT LIABILITIES AND PROVISIONS

(Amount - in Rs.)

Particulars	As at 31st March, 2019	As at 31st March, 2018
Current Liabilities		
Creditors for Goods & Others	6,21,52,963	1,31,56,734
Creditors for Expenses	21,32,21,535	8,08,77,256
Rent and Other Deposits	10,27,15,452	25,25,71,700
Statutory Liabilities payable to Govt.	1,07,93,174	35,80,182
Sundry Credit Balances	1,61,36,592	5,24,674
Sub total (A)	**40,50,19,715**	**35,07,10,546**
Provisions		
Gratuity	99,09,98,648	93,74,13,268
Compensated Absences	89,14,80,594	83,25,12,883
Pension	11,42,84,96,500	10,75,48,79,261
Sub total (B)	**13,31,09,75,742**	**12,52,48,05,412**
Total (A + B)	**13,71,59,95,457**	**12,87,55,15,958**

Tata Institute of Fundamental Research

Schedule To The Balance Sheet As On 31st March 2019

(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, 2019	As at 31st March, 2018
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	12,09,644	1,00,890	-	13,10,535	19,16,915	20,17,806
Buildings	4,12,24,75,089	4,20,63,418	-	4,16,45,38,507	96,46,61,909	15,99,93,831	-	1,12,46,55,739	3,03,98,82,768	3,15,78,13,180
Equipments [Note (iv)]	9,71,31,03,002	68,17,16,228	17,54,46,139	10,21,93,73,092	6,16,71,08,557	63,08,50,493	15,34,05,422	6,64,45,53,628	3,57,48,19,463	3,54,59,94,445
Motor Vehicles	4,48,87,662	14,975	-	4,49,02,637	3,14,01,151	20,25,223	-	3,34,26,374	1,14,76,263	1,34,86,511
Furnitute & Fixtures	35,14,44,985	1,42,65,077	5,61,092	36,51,48,970	18,50,64,827	1,80,51,856	4,34,427	20,26,82,256	16,24,66,714	16,63,80,158
Library Books and Periodicals	1,52,34,63,824	94,42,878	-	1,53,29,06,702	1,50,85,32,942	1,46,24,255	-	1,52,31,57,197	97,49,505	1,49,30,882
Computers and Peripherals	79,48,89,216	10,10,03,273	54,15,634	89,04,76,854	70,58,63,589	11,36,36,856	41,99,432	81,53,01,013	7,51,75,841	8,90,25,627
	16,56,99,97,211	**84,85,05,848**	**18,14,22,865**	**17,23,70,80,194**	**9,56,38,42,619**	**93,92,83,403**	**15,80,39,280**	**10,34,50,86,742**	**6,89,19,93,452**	**7,00,61,54,592**
Capital Work in Progress	38,78,56,929	26,87,01,229	6,22,80,740	59,42,77,418	-	-	-	-	59,42,77,418	38,78,56,929
Assets of closed projects shown at nominal value [Note(iii)]	1	-	-	1	-	-	-	-	1	1
Total	**16,95,78,54,141**	**1,11,72,07,077**	**24,37,03,605**	**17,83,13,57,613**	**9,56,38,42,619**	**93,92,83,403**	**15,80,39,280**	**10,34,50,86,742**	**7,48,62,70,871**	**7,39,40,11,522**

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

Schedule Forming Part of Balance Sheet as at 31st March, 2019
CURRENT ASSETS, LOANS AND ADVANCES

(Amount - in Rs.)

Particulars		As at 31st March, 2019		As at 31st March, 2018
Stores on Hand (Net of Provision)	5,16,17,998		4,26,86,395	
Goods in Transit	-	5,16,17,998	-	4,26,86,395
Loans to staff		3,90,505		6,26,520
Advances to staff		1,15,78,889		3,31,20,137
Deposit Receivable		5,75,93,396		4,92,02,667
Capital Advances		25,95,94,702		15,17,02,056
Advances - Others	19,34,89,491		25,07,19,641	
Tax Deducted at Source	4,72,45,782		3,92,10,135	
Less: Provision for Bad Debts	-	24,07,35,273	-	28,99,29,775
Prepaid Expenses		3,70,10,902		3,23,07,338
Interest Accrued				
Project	83,71,448		35,92,301	
Others	1,05,77,253	1,89,48,701	3,90,79,460	4,26,71,761
Other income outstanding		5,89,96,529		7,42,22,183
Cash & Bank				
Petty Cash	4,479		15,234	
Postage Advance	1,09,399		51,339	
Bank - Plan & Non Plan	29,38,14,034		1,03,01,80,087	
Fixed Deposit - Plan & Non Plan	14,92,22,733	44,31,50,645	2,10,07,08,145	3,13,09,54,805
Bank - Projects, Endowment Grants	53,98,87,295		71,98,06,916	
Fixed Deposit - Projects, Endowment Grants	78,29,23,033	1,32,28,10,328	75,94,66,988	1,47,92,73,904
Total		**2,50,24,27,869**		**5,32,66,97,540**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH मुंबई / MUMBAI 400 005.

G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

Schedule to the Balance Sheet as at 31st March, 2019

CASH AND BANK BALANCES

(Amount - in Rs.)

Particulars	As at 31st March, 2019	As at 31st March, 2018
Cash in Hand		
Head Office, Mumbai	4,479	15,234
	4,479	**15,234**
Postage Advance		
Head Office Mumbai	50,189	28,634
Homi Bhabha Centre for Science Education, Mumbai	970	4,465
National Centre for Radio Astrophysics, Pune	58,240	18,240
	1,09,399	**51,339**
Bank Balance - Plan & Non Plan		
Head Office Mumbai	3,44,69,763	7,57,78,577
Homi Bhabha Centre for Science Education, Mumbai	77,25,023	1,14,69,470
National Centre for Radio Astrophysics, Pune	11,05,40,535	42,69,43,055
National Centre for Biological Science, Bangalore	7,28,38,760	24,76,91,208
Cosmic Ray Laboratory, Ootacamund	13,18,474	1,41,821
National Balloon Facility, Hyderabad	99,24,802	2,85,45,927
Centre for Applied Mathematics, Bangalore	1,19,74,170	39,18,437
Centre for Interdisciplinary Sciences, Hyderabad	2,57,80,253	18,32,18,087
International Centre For Theoretical Sciences, Bangalore	1,92,42,254	5,24,73,506
	29,38,14,034	**1,03,01,80,087**
Bank Accounts - Projects, Endowment Grants		
Head Office Mumbai	6,73,03,571	1,05,75,393
National Centre for Radio Astrophysics, Pune	11,46,487	22,39,393
National Centre for Biological Science, Bangalore	38,72,20,795	63,25,90,834
National Balloon Facility, Hyderabad	23,47,953	26,77,555
Homi Bhabha Centre for Science Education, Mumbai	1,48,75,538	33,86,287
International Centre For Theoretical Sciences, Bangalore	1,50,74,792	89,82,027
Centre for Interdisciplinary Sciences, Hyderabad	4,57,19,043	5,24,50,319
Centre for Applied Mathematics, Bangalore	61,99,116	69,05,107
	53,98,87,295	**71,98,06,916**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

Schedule to the Balance Sheet as at 31st March, 2019

CASH AND BANK BALANCES

(Amount - in Rs.)

Particulars	As at 31st March, 2019	As at 31st March, 2018
Short Term Deposits - Plan & Non Plan		
Head Office Mumbai (Plan & Non Plan)	7,02,00,000	1,64,10,79,091
Homi Bhabha Centre for Science Education, Mumbai	75,50,000	6,50,50,000
National Centre for Radio Astrophysics, Pune	6,00,000	-
National Balloon Facility, Hyderabad	24,62,000	-
National Centre for Biological Science, Bangalore	-	9,40,00,000
International Centre For Theoretical Sciences, Bangalore	2,30,00,000	17,20,00,000
Centre for Applied Mathematics, Bangalore	-	3,50,01,130
Centre for Interdisciplinary Sciences, Hyderabad	4,42,60,733	9,35,77,924
Cosmic Ray Laboratory, Ootacamund	11,50,000	-
	14,92,22,733	**2,10,07,08,145**
Short Term Deposits - Projects, Endowment Grants		
Head Office Mumbai	44,25,31,300	58,13,06,292
National Centre for Radio Astrophysics, Pune	44,31,733	27,56,122
National Centre for Biological Science, Bangalore	22,74,50,000	8,47,18,787
Homi Bhabha Centre for Science Education, Mumbai	1,10,00,000	55,00,000
International Centre For Theoretical Sciences, Bangalore	8,85,10,000	7,57,10,000
Centre for Interdisciplinary Sciences, Hyderabad	-	4,75,787
Centre for Applied Mathematics, Bangalore	- 90,00,000	- 90,00,000
	78,29,23,033	**75,94,66,988**
Total	**1,76,59,60,973**	**4,61,02,28,709**

Schedule 'I,J,K'

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

SCHEDULE TO INCOME AND EXPENDITURE ACCOUNT FOR THE YEAR ENDED 31ST MARCH, 2019

(Amount - In Rs.)

Sch. No.	Income	For the Year Ended 31st March, 2019	For the Year Ended 31st March, 2018
I	**Grants**		
	Block grant from Sir Dorabji Tata Trust	10,00,000	10,00,000
	Grant from Government of Maharashtra	50,000	50,000
	Block Grant from Department of Atomic Energy	2,15,23,81,018	4,58,75,59,608
	Sub Total: A	**2,15,34,31,018**	**4,58,86,09,608**
J	**Interest Earned**		
	Interest on loans to staff	3,85,650	6,11,500
	On term deposit with bank	11,09,86,349	18,62,18,771
	Sub Total: B	**11,13,71,999**	**18,68,30,271**
K	**Other Income**		
	Rent Receipts	1,33,41,315	1,12,09,173
	Other Income (Including profit on sale of fixed assets)	11,16,86,151	7,74,35,235
	Overheads recovered in respect of external projects	2,78,01,674	2,67,08,944
	Sub Total: C	**15,28,29,139**	**11,53,53,352**
	Grand Total: A + B + C	**2,41,76,32,156**	**4,89,07,93,232**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH / मुंबई / MUMBAI 400 005.

G.D. APTE & CO. Chartered Accountants

Schedule 'L,M,N,O'

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

SCHEDULE TO INCOME AND EXPENDITURE ACCOUNT FOR THE YEAR ENDED 31ST MARCH, 2019

(Amount - In Rs.)

Sch No.	Expenditure	For the Year Ended 31st March,2019	For the Year Ended 31st March,2018
L	**Employee Related Expenditure**		
	Salaries, Wages & Bonus	2,36,85,92,876	2,38,00,74,682
	Pension	58,90,22,262	60,52,66,474
	Employer's Contribution to Provident Fund	56,46,242	66,86,657
	Contribution to other funds (CHSS)	91,06,916	12,60,20,264
	Gratuity Expenses	5,65,84,862	9,68,05,345
	Leave Travel Concession	1,45,67,906	2,12,17,399
	Staff Welfare Expenses	2,01,76,620	2,03,63,731
	Employer's Contribution to New Contributory Pension Scheme	3,44,29,461	3,27,76,726
	Tuition Fees & Honorarium	77,13,838	11,09,832
	Leave Encashment Expenses	85,37,043	2,39,64,617
	Sub Total: A	**3,11,43,78,026**	**3,31,42,85,727**
M	**Expenditure On The Object Of The Trust**		
	Lab Stores Consumed	47,91,98,640	43,16,45,840
	Lab Expenses	11,47,20,800	9,56,79,449
	Electricity, Water & Power	32,06,50,335	30,42,97,878
	Honorarium to Visiting Fellows & Professors	5,79,64,223	5,64,96,532
	Repairs & Maintenance	43,85,44,102	37,74,23,136
	Travelling & Conveyance	14,89,93,059	12,81,19,264
	Rent, Rates & Taxes	4,23,38,904	4,69,04,083
	Conference, Seminars and Events	5,73,60,306	5,16,70,201
	INO Project	-	-
	Advertisement Charges	69,10,970	1,03,13,521
	Postage, Telephone & Communication charges	3,31,10,800	3,71,04,134
	Book Grant	1,85,11,568	1,70,92,300
	Loss on disposal of fixed assets	1,46,24,697	59,06,976
	Legal & Professional Charges	1,48,65,073	1,02,33,244
	Printing & Stationary	43,34,434	63,61,806
	Auditor's Remuneration	10,62,000	11,13,302
	Insurance Charges	10,84,223	6,71,234
	Contribution to Projects	3,03,05,581	3,23,30,811
	Periodicals Expenditure	16,10,21,948	16,23,07,833
	Loss / (Gain) on Foreign Exchange Variation	12,96,352	3,62,000
	Interest Refunded to DAE	14,57,61,826	17,11,64,495
	Miscellaneous Expenditure	11,87,15,851	19,23,74,179
	Sub Total: B	**2,21,13,75,693**	**2,13,95,72,217**

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

SCHEDULE TO INCOME AND EXPENDITURE ACCOUNT FOR THE YEAR ENDED 31ST MARCH, 2019

(Amount - In Rs.)

Sch No.	Expenditure	For the Year Ended 31st March,2019	For the Year Ended 31st March,2018
N	**Depreciation on Properties & Others**	93,92,83,403	97,08,79,376
	Sub Total: C	**93,92,83,403**	**97,08,79,376**
O	**Provision for Retirement Benefits**		
	Gratuity	5,35,85,380	(4,54,53,162)
	Pension	67,36,17,239	(18,20,97,364)
	Compensated absences	5,89,67,711	(84,59,787)
	Sub Total: D	**78,61,70,330**	**(23,60,10,313)**
	Grand Total: A + B + C + D	**7,05,12,07,452**	**6,18,87,27,007**

टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान

महत्वपूर्ण लेखाकरण नीतियां / 31 मार्च, 2019 को समाप्त हुए वर्ष के लिए लेखों पर टिप्पणियां

1. पृष्ठभूमि :

टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान का पंजीकरण बंबई न्यास अधिनियम, 1950 के अधीन वर्ष 1953 में हुआ था। संस्थान, भारत सरकार के परमाणु ऊर्जा विभाग के अंतर्गत स्वायत्त निकाय एवं राष्ट्रीय केंद्र है। यह भौतिकी, रसायनशास्त्र, जैवविज्ञान, गणित एवं कंप्यूटर विज्ञान में मूलभूत अनुसंधान करता है। संस्थान इन क्षेत्रों में स्नातकोत्तर एवं डॉक्टोरल कार्यक्रम चलाता है।

संस्थान के भिन्न केंद्र / फील्ड स्टेशन हैं जो निम्नानुसार हैं:

1. कुलाबा कैंपस – मुंबई
2. होमी भाभा विज्ञान शिक्षा केंद्र (एचबीसीएसई) – मानखुर्द, मुंबई
3. राष्ट्रीय रेडियो खगोलभौतिकी केंद्र (एनसीआरए), पुणे
4. बृहत् मीटर तरंग रेडियो दूरदर्शी (जीएमआरटी), पुणे
5. राष्ट्रीय जैव विज्ञान केंद्र (एनसीबीएस) – बैंगलोर
6. अनुप्रयुक्त गणित केंद्र (कैम), बैंगलोर
7. अंतर्राष्ट्रीय सैद्धांतिक विज्ञान केंद्र (आईसीटीएस) – बैंगलोर
8. कॉस्मिक किरण प्रयोगशाला (सीआरएल), ऊटी
9. रेडियो खगोलविज्ञान केंद्र – ऊटी
10. टीआईएफआर अंतर्विषयी विज्ञान केंद्र (टीसीआईएस) – हैदराबाद
11. गुब्बारा सुविधा (पीबीएल) – हैदराबाद
12. उच्च ऊर्जा गामा किरण आब्जर्वेटरी (हीग्रो) – पचमढ़ी
13. गुरुत्वीय प्रयोगशाला – गौरीबिदनूर

2. वित्तीय कथनों की तैयारी का आधार

वित्तीय कथनों को ऐतिहासिक लागत परंपरा के अंतर्गत अन्यथा विशिष्ट रुप से वर्णित न होने पर लेखाकरण के प्रोद्भवन आधार पर तैयार एवं प्रस्तुत किया गया है। ये भारत सरकार के लेखा महानियंत्रक द्वारा निर्धारित रुपरेखा एवं प्रारुप और भारतीय चार्टरित लेखाकार संस्थान 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।

मुंबई / MUMBAI 400 005.
G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

3. अनुमानों का प्रयोग:

सामान्य रुप से स्वीकृत लेखाकरण सिद्धांतों के अनुरुप वित्तीय कथनों की तैयारी के लिए प्रबंधन को तुलन पत्र की तिथि के अनुसार परिसंपत्तियों एवं देयताओं की सूचित राशि को प्रभावित करने वाले अनुमान करने होते हैं। इसके अतिरिक्त प्रबंधन को समाप्त हुए वर्ष के लिए राजस्वों एवं व्ययों की सूचित राशियों एवं तुलन पत्र की तिथि के अनुसार आकस्मिक देयताओं के प्रकटन (यदि कोई हैं) के संबंध में अनुमान करने होते हैं। इन वित्तीय कथनों में प्रयुक्त 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 अनुमानों में कोई भी संशोधन को भविष्यलक्षी माना जाता है।

4. महत्वपूर्ण लेखाकरण नीतियां:

i. सहायता अनुदान:

आवर्ती एवं अनावर्ती व्ययों से संबंधित भारत सरकार की गैर-योजना एवं योजना निधियों के लिए सहायता अनुदान को प्राप्ति पर आय एवं व्यय खाते में जमा किया जाता है। पूंजीगत व्यय हेतु प्रयोग में लाई गई निधियों के भाग को पूंजीगत अनुदान खाते में जमा किया जाता है।

विशिष्ट परियोजनाओं/उद्देश्यों के लिए भारत सरकार सहित विभिन्न एजेंसियों से प्राप्त अनुदानों/धर्मादा राशियों को प्राप्ति पर संबंधित परियोजना/विशिष्ट खातों में जमा किया जाता है। इन निधियों के निवेश पर अर्जित ब्याज को जमा किया जाता है और किए गए पूंजीगत एवं राजस्व व्यय को संबंधित परियोजना/विशेष खातों के नामे किया जाता है। संबंधित अनुदानों/धर्मादा राशियों के अंतर्गत ऊपरिव्यय खर्चों को परियोजना निधियों में डाला जाता है और इन्हें आय एवं व्यय खाते में जमा किया जाता है। परियोजना/विशेष खाते में शेष राशि को तुलन पत्र में अग्रेषित किया जाता है।

ii. अन्य आय:

ब्याज एवं किराए से प्राप्त आय को समय अनुपात आधार पर प्रोद्भूत किया जाता है। अन्य आय को भुगतान प्राप्त होने के अधिकार होने पर प्रोद्भूत किया जाता है।

iii. व्यय:

परियोजना एवं धर्मादा के अतिरिक्त व्यय को आय एवं व्यय खाते में प्रोद्भवन आधार पर डाला जाता है। हालांकि वेतन आयोग की सिफारिशों के परिणामस्वरुप महंगाई भत्ते एवं वेतन संशोधन में परिवर्तनों का निर्धारण नगदी आधार पर किया जाता है। जो उपकरण पूंजीगत श्रेणी में नहीं आते उनकी खरीद (एनहांसमेंट) पर व्यय को आय एवं व्यय खाते में डाला जाता है।

iv. स्थाई परिसंपत्तियां एवं मूल्यह्रास:

विशिष्ट परियोजनाओं / उद्देश्यों के लिए अनुदान/धर्मादा निधियों से अर्जित स्थाई परिसंपत्तियों को संबंधित परियोजना / विशेष लेखे में रखा जाता है। संबंधित परियोजना के पूर्ण होने पर इन परिसंपत्तियों को 1/- रु. के नाममात्र के मूल्य पर स्थाई परिसंपत्तियों में स्थानांतरित किया जाता है।

INDIA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH
MUMBAI
400 005.
G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

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%
प्रयोगशाला उपकरण	15%
अन्य उपकरण	15%
मोटर वाहन	15%
फर्नीचर एवं फिक्चर्स	10%
पुस्तकालय पुस्तकें एवं पीरियोडिकल्स	60%
कंप्यूटर्स एवं पेरीफेरल्स	60%

वर्ष के दौरान क्रय की गईं परिसंपत्तियों पर मूल्यह्रास को पूरे वर्ष के लिए उपलब्ध कराया जाता है न कि क्रय की तिथि के आधार पर।

रद्दीकरण / निपटान के लिए मानी गईं परिसंपत्तियों को बट्टे खाते में पहचान किए जाने पर डाला जाता है। विक्रय की गईं / रद्द की गईं परिसंपत्तियों पर मूल्यह्रास को रद्दीकरण / निपटान के वर्ष में उपलब्ध नहीं कराया जाता है।

10,000/- रु. तक की पृथक लागत वाली सभी परिसंपत्तियों को जिनका उपयोगी जीवनकाल 5 वर्ष से कम माना जाता है, को आय एवं व्यय लेखे में डाला जाता है।

v. उपलब्ध भंडार मदें:

उपलब्ध भंडार मदों का मूल्यांकन अचल स्टॉक के लिए लागत कम प्रावधान पर किया जाता है। लागत का निर्धारण भारित औसत पद्धति का प्रयोग करके सभी इकाइयों में किया जाता है।

vi. कराधान:

संस्थान को आयकर अधिनियम, 1961 की धारा 12ए के अंतर्गत कराधान से छूट प्राप्त है।

vii. विदेशी विनिमय लेनदेन :

क. विदेशी मुद्रा में किए गए लेनदेन की गणना लेनदेन की तिथि पर लागू विनिमय दर पर की जाती है।

ख. विदेशी मुद्रा में मौद्रिक परिसंपत्तियों और देयताओं को वर्षांत पर लागू विनिमय दर में परिवर्तित किया जाता है एवं परिणामकारी लाभ/हानि की गणना आय एवं व्यय लेखे में या मामले के अनुसार संबंधित परियोजना / विशेष लेखों में की जाती है।

viii. **कर्मचारी लाभ :**

<u>वर्णित लाभ योजनाएं:</u>

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 को प्रोद्भूत, बीमांकिक मूल्यांकन के आधार पर किया जाता है जिसका निर्धारण लेखाकरण मानक 15 के अनुसार परियोजित इकाई ऋण पद्धति के अंतर्गत होता है। (संशोधित 2005)। बीमांकिक लाभों या हानियों को आय एवं व्यय लेखे में डाला जाता है।

<u>वर्णित अंशदान योजनाएं:</u>

संस्थान, पात्र कर्मचारियों के वेतन के निश्चित प्रतिशत का अंशदान भविष्य निधि में करता है। यह निधि पृथक संस्थान (टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान भविष्य निधि या 'पीएफ' न्यास) द्वारा चलाई जाती है। इसकी स्थापना इस उद्देश्य के लिए या भारत सरकार द्वारा स्थापित नई अंशदायी पेंशन निधि के लिए की गई है। भविष्य निधि / नई अंशदायी पेंशन निधि में संस्थान के अंशदान को आय एवं व्यय लेखे में डाला जाता है।

ix. **प्रावधान एवं आकस्मिकताएं :**

प्रावधान को तब मान्य किया जाता है जब संस्थान की अतीत के किसी घटनाक्रम के परिणामस्वरुप वर्तमान में बाध्यता होती है। संसाधनों की प्रचुरता बाध्यता को पूरा करने के लिए आवश्यक होती है जिसके संबंध में विश्वसनीय अनुमान किए जा सकें। प्रावधानों में छूट उनके वर्तमान मूल्य पर नहीं दी जाती है एवं उनका निर्धारण तुलन पत्र तिथि को बाध्यता के निपटान के लिए आवश्यक सर्वोत्तम अनुमानों के आधार पर किया जाता है। इनकी समीक्षा प्रत्येक तुलन पत्र तिथि को की जाती है व इनका समायोजन वर्तमान के सर्वोत्तम अनुमानों को दर्शाने के लिए किया जाता है।

दावों, मुकदमा, विश्लेषण, जुर्मानों, दंडों आदि से उत्पन्न आकस्मिक हानियों को तब रिकार्ड किया जाता है जब यह संभावित हो कि देयता हुई हो एवं राशि का उपयुक्त रुप से अनुमान लगाया जा सके।

आकस्मिक देयता के लिए प्रकटन तब किया जाता है जब संभावित बाध्यता या वर्तमान बाध्यता में संभवत: संसाधनों की प्रचुरता की आवश्यकता न हो।

जब संभावित बाध्यता या वर्तमान बाध्यता में संसाधनों की प्रचुरता की संभावना क्षीण हो तो कोई भी प्रावधान या प्रकटन नहीं किया जाता है।

5. **लेखों पर टिप्पणियां :**

1. **अनुदान :**

वित्तीय वर्ष 2018-19 के दौरान संस्थान ने परमाणु ऊर्जा विभाग से 33,152.00/- लाख रु. (कुल) के अनुदान प्राप्त किए हैं। निधि के प्रयोग के विवरणों का सारांश निम्नानुसार है:

(रूपये लाख में)

निधियों का प्रयोग	वर्तमान वर्ष 2018-19	पूर्व वर्ष 2017-18
राजस्व	21,523.81	45,875.60
पूंजीगत	11,628.19	12,381.40
कुल	**33,152.00**	**58,257.00**

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 (बंद परियोजनाओं के पूर्व) निम्नानुसार हैं:

क्र. सं.	इकाइयां/फील्ड स्टेशन	वर्तमान वर्ष 2018-19		पूर्व वर्ष 2017-18	
		परियोजनाओं की संख्या	कुल शेष राशियां (रू. लाखों में)	परियोजनाओं की संख्या	कुल शेष राशियां (रू. लाखों में)
1	मुंबई मुख्यालय	112	3,316.44	104	4,016.06
2	एनसीआरए - पुणे	12	164.39	8	151.57
3	कैम - बैंगलुरू	9	156.31	10	167.17
4	एनसीबीएस - बैंगलुरू	139	3,802.92	114	4,604.25
5	पीबीएल - हैदराबाद	2	23.48	2	26.78
6	टीसीआईएस - हैदराबाद	42	434.25	37	508.11
7	आईसीटीएस - बैंगलुरू	37	1,041.94	33	815.13
कुल		**353**	**8,939.73**	**308**	**10,289.07**

3. एनसीबीएस की बाह्य परियोजना निधियों में 62.93 लाख रु. की नामे शेष राशि (पूर्व वर्ष 2017-18 – 154.78 लाख रु.) शामिल है। यह राशि उस उद्देश्य के लिए प्राप्त अनुदान पर व्यय की अधिकता को दर्शाती है। उपर्युक्त उल्लिखित अधिक व्यय के संग्रह को अनिश्चित माना जाता है। तथापि एनसीबीएस अनुदानकर्ता प्राधिकारियों से इस घाटे की राशि की वसूली की प्रक्रिया में है।

4. मुंबई एवं एनसीबीएस की 'बंद परियोजना स्थाई परिसंपत्ति खाते' में 10,825.65 लाख रु. की राशि 31.03.2019 (31.03.2018 को 10,636.12 लाख रु.) को है 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।

मुंबई / MUMBAI 400 005.
G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

5. **कर्मचारी लाभ :**

क. वर्णित अंशदान योजनाएं :

संस्थान का पात्र कर्मचारियों की भविष्य निधि एवं नई अंशदायी पेंशन निधि में अंशदान निम्नानुसार है:

(रूपये लाख में)

विवरण	वर्तमान वर्ष 2018-19	पूर्व वर्ष 2017-18
भविष्य निधि	56,46,242	66,86,657
नई अंशदायी पेंशन योजना	3,44,29,461	3,27,76,726
कुल	**4,00,75,703**	**3,94,63,383**

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 कर्मचारियों के वेतन एवं सेवाकाल पर आधारित राशियों से किया जाता है। ग्रेच्युटी देयता को संस्थान वित्तीय सहायता नहीं देता है। ग्रेच्युटी का भुगतान सरकारी कर्मचारियों को लागू नियमों के अनुसार किया जाता है।

(रूपये लाख में)

विवरण	वर्तमान वर्ष 2018-19	पूर्व वर्ष 2017-18
क) वर्णित लाभ बाध्यताओं में परिवर्तन		
वर्ष के प्रारंभ में देयता		94,84,52,485
वर्तमान सेवा लागत		4,78,83,213
ब्याज लागत		6,89,52,496
पूर्व सेवा लागत - अवधि के दौरान हुए निहित लाभ		-
भुगतान किए गए लाभ		(7,23,59,797)
बाध्यताओं पर बीमांकिक (लाभ) / हानि		(5,57,64,438)
वर्षांत पर देयता		**93,71,63,959**
ख) योजना परिसंपत्तियों का उचित मूल्य		-
ग) योजना परिसंपत्तियों पर वास्तविक प्रतिफल		-
घ) तुलन पत्र में मान्य राशि		

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH मुंबई / MUMBAI 400 005.
G. D. APTE & CO. Chartered Accountants

वर्षांत पर देयता		93,71,63,959
वर्षांत पर योजना परिसंपत्तियों का उचित मूल्य		
तुलन पत्र देयता / (परिसंपत्तियों) में मान्य राशि		**93,71,63,959**
ङ) आय कथन में मान्य व्यय		
वर्तमान सेवा लागत		4,78,83,213
ब्याज लागतें		6,89,52,496
योजना परिसंपत्तियों पर प्रत्याशित प्रतिफल		-
पूर्व सेवा लागत - अवधि के दौरान हुए निहित लाभ		-
कुल बीमांकिक (लाभ) / हानि को मान्य किया जाए		(5,57,64,438)
आय और व्यय लेखे में मान्य व्यय		**6,10,71,271**
च) आगामी वर्ष के दौरान परियोजित अंशदान		-
छ) तुलन पत्र समाधान		
प्रारंभिक कुल देयता		94,84,52,485
उपर्युक्त के अनुसार व्यय		6,10,71,271
भुगतान किए गए लाभ		(7,23,59,797)
बंद कुल देयता		**93,71,63,959**
ज) बीमांकिक पूर्वानुमान		
छूट दर (प्रति वर्ष)		7.88%
वेतन बढ़ोत्तरी (प्रति वर्ष)		7%
सभी सेवा समूहों के लिए एट्रिशन दर (प्रति वर्ष)		2%
झ) अनुभव समायोजन		
बाध्यताओं पर बीमांकिक (लाभ) / हानियां		(5,57,64,438)
योजना परिसंपत्तियों पर बीमांकिक लाभ / (हानियां)		-

टिप्पणी :

i. सेवानिवृत्ति ग्रेच्युटी खाते में प्रतिनियुक्ति पर कार्यरत कर्मचारियों से संबंधित कुछ राशियां भी सम्मिलित होती हैं।

2. <u>विशेषाधिकार अवकाश भुनाना (कर्मचारियों के प्रतिपूरक अवकाश) :</u>

संस्थान अपने कर्मचारियों द्वारा संग्रहित विशेषाधिकार अवकाश को सेवानिवृत्ति, सेवा-विमुक्ति एवं सेवा के दौरान भुनाने की अनुमति देता है। समाप्त न हुए अवकाश की देयता का निर्धारण

किया जाता है एवं तुलन पत्र तिथि को बीमांकिक मूल्यांकन के आधार पर इसे उपलब्ध कराया जाता है। विशेषाधिकार अवकाश देयता को वित्तीय सहायता उपलब्ध नहीं कराई जाती है।

क) मूल्यांकन तिथि पर बीमांकिक पूर्वानुमान

विवरण	वर्तमान वर्ष 2018-19	पूर्व वर्ष 2017-18
छूट दर		7.88% प्रति वर्ष
वेतन बढ़ोत्तरी दर		7.00% प्रति वर्ष

ख) कुल देयता में तुलन पत्र एवं गतिविधियों में मान्य राशि :

(रूपये लाख में)

विवरण	वर्तमान वर्ष 2018-19	पूर्व वर्ष 2017-18
प्रतिपूरक अवकाश (एक्स) का प्रारंभिक शेष		81,80,84,362
पूतिपूरक अवकाश का वर्तमान मूल्य (31.03.2019 की स्थिति के अनुसार बीमांकिक मूल्याकंन (वाई))		83,24,97,252
वर्ष के लिए मान्य प्रतिपूरक अवकाश की वित्तीय सहायता न प्राप्त देयता		1,44,12,890

3. <u>पेंशन:</u>

(रूपये लाख में)

विवरण	वर्तमान वर्ष 2018-19	पूर्व वर्ष 2017-18
क) वर्णित लाभ बाध्यताओं में परिवर्तन		
वर्ष के प्रारंभ में देयता		10,88,53,13,671
वर्तमान सेवा लागत		7,95,33,116
ब्याज लागत		81,09,55,868
भुगतान किए गए लाभ		(58,08,18,317)
बाध्यताओं पर बीमांकिक (लाभ) / हानि		(44,01,05,077)
वर्षांत पर देयता		**10,75,48,79,261**
ख) योजना परिसंपत्तियों का उचित मूल्य		-
ग) योजना परिसंपत्तियों पर वास्तविक प्रतिफल		-
घ) तुलन पत्र में मान्य राशि		
वर्षांत पर देयता		10,75,48,79,261
वर्षांत पर योजना परिसंपत्तियों का उचित मूल्य		-
तुलन पत्र देयता / (परिसंपत्ति) में मान्य राशि		10,75,48,79,261

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH मुंबई / MUMBAI 400 005.
APTE & CO. Chartered Accountants

ङ) **आय कथन में मान्य व्यय**		
वर्तमान सेवा लागत		7,95,33,116
ब्याज लागतें		81,09,55,868
योजना परिसंपत्तियों पर प्रत्याशित प्रतिफल		-
कुल बीमांकिक (लाभ)/हानि को मान्य किया जाए		(44,01,05,077)
आय एवं व्यय लेखे में मान्य व्यय		**45,03,83,907**
च) **अगले वर्ष के दौरान परियोजित अंशदान**		-
छ) **तुलन पत्र समाधान**		
प्रारंभिक कुल देयता		10,88,53,13,671
उपर्युक्त के अनुसार व्यय		45,03,83,907
भुगतान किए गए लाभ		(58,08,18,317)
समाप्त कुल देयता		**10,75,48,79,261**
ज) **बीमांकिक पूर्वानुमान**		
छूट दर (प्रति वर्ष)		7.76%
वेतन बढ़ोत्तरी (प्रति वर्ष)		7%
सभी सेवा समूहों के लिए एट्रिशन दर (प्रति वर्ष)		2%
झ) **अनुभव समायोजन**		
बाध्यताओं – योजना देयताओं पर बीमांकिक (लाभ) / हानियां		(44,01,05,077)
योजना परिसंपत्तियों पर बीमांकिक लाभ / (हानियां)		-

टिप्पणी:

i. सेवानिवृत्ति पेंशन खाते में प्रतिनियुक्ति पर कार्यरत कर्मचारियों से संबंधित अनेक राशियां भी सम्मिलित हैं।

6. संस्थान की स्थाई जमा राशियों में मुंबई मुख्यालय में 696.00 लाख रु. की राशि भी 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	रू. लाखों में
राष्ट्रीय गणित केंद्र व्यय लेखा (एनसीएमई)	207.90
संगोष्ठी व्यय लेखा (सीओएनएफ)	92.11
सदस्यता एवं अभिदान लेखा (एमपीएसबी)	0.88

मुंबई / MUMBAI 400 005.
D. APTE & CO. Chartered Accountants

इन्हें वर्ष 2018-19 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, 2019 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,

जी.डी. आप्टे एवं कंपनी के लिए
सनदी लेखाकार
फर्म पंजीकरण संख्या: 100515 डब्ल्यू

चेतन आर. सप्रे
साझीदार
एम.सं.: 116952
दिनांक: 28/11/2019
स्थान: मुंबई

टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान के लिए

विंग कमांडर जॉर्ज एंटोनी (से.नि.)
कुलसचिव

प्रो. संदीप त्रिवेदी
निदेशक

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH

SIGNIFICANT ACCOUNTING POLICIES / NOTES ON ACCOUNTS FOR THE YEAR ENDED 31ST MARCH, 2019

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. Giant Meter Wave Radio Telescope (GMRT)- Pune
5. National Centre for Biological Sciences (NCBS)- Bangalore
6. Centre for Applied Mathematics (CAM)- Bangalore
7. International Centre for Theoretical Sciences (ICTS) - Bangalore
8. Cosmic Ray Laboratory (CRL)- Ooty
9. Radio Astronomy Centre- Ooty
10. TIFR Centre for Interdisciplinary Sciences (TCIS) – Hyderabad
11. Balloon Facility (PBL)- Hyderabad
12. High Energy Gamma Ray Observatory (HEGRO) –Panchmari
13. 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 Equipments 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 Equipments	15%
Other equipments	15%
Motor Vehicles	15%
Furniture & Fixtures	10%
Library books & periodicals	60%
Computers and peripherals	60%

TATA INSTITUTE OF FUNDAMENTAL RESEARCH / मुंबई / MUMBAI 400 005.
D. APTE & CO. Chartered Accountants

Depreciation on assets purchased during the year is provided for the full year irrespective of the date of purchase.

Assets identified for discard / disposal are written-off on identification. Depreciation on assets sold / discarded is not provided in the year of discard / disposal.

All assets individually costing up to Rs.10,000/- and where the useful life is determined to be below 5 years are charged to Income & Expenditure Account.

v. Stores on hand:

Stores-in-hand are valued at Cost less provision for non moving stock. Cost is determined using the Weighted Average Method at all the units.

vi. Taxation:

The Institute is exempt from Taxation under Section 12A of the Income Tax Act, 1961.

vii. Foreign Exchange Transactions:

a) Transactions denominated in foreign currency are accounted at the exchange rate prevailing at the date of the transaction.

b) Monetary assets and liabilities denominated in foreign currency are converted at the exchange rate prevailing as at year end and the resultant gain / loss is accounted in the Income & Expenditure account or the respective project / special accounts as the case may be.

viii. Employee benefits:

Defined Benefit Plans:

The Institute provides Pension, Gratuity and Leave encashment, which are defined benefit plans, to its employees on their resignation or retirement.

The liability for pension, gratuity and leave encashment is accrued based on actuarial valuation determined under Projected Unit Credit method as per Accounting Standard 15 (Revised 2005). Actuarial gains or losses are recognized in the Income and Expenditure Account.

Defined Contribution Plan:

The Institute contributes a fixed percentage of eligible employee's salary to the Provident Fund administered by a separate Institute (Tata Institute of Fundamental Research Provident Fund or referred to as 'PF Trust') established for this purpose or to the New Contributory Pension Fund established by the Government of India. The Institute's contribution to the Provident Fund / New Contributory Pension Fund is charged to Income & Expenditure account.

ix. Provisions and Contingencies:

A provision is recognized when the Institute has a present obligation as a result of past event; it is probable that an outflow of resources will be required to settle the obligation, in respect of which a reliable estimate can be made. Provisions are not discounted to their present value and are determined based on best estimate required to settle the obligation at the balance sheet date. These are reviewed at each balance sheet date and adjusted to reflect the current best estimates.

Contingent losses arising from claims, litigation, assessment, fines, penalties, etc. are recorded when it is probable that a liability has been incurred and the amount can be reasonably estimated.

A disclosure for a contingent liability is made when there is a possible obligation or a present obligation that may, but probably will not require an outflow of resources.

When there is a possible obligation or a present obligation in respect of which the likelihood of outflow of resources is remote, no provision or disclosure is made.

5. Notes on Accounts:

1. Grants:

During the Financial year 2018-2019, the Institute has received Grants amounting to Rs. 33,152.00 lakhs (net) from the Department of Atomic Energy. The summarized detail of its application of fund is as follows:

(Rs. in lakhs)

Application of Funds	CY 2018-19	PY 2017-18
Revenue	21,523.81	45,875.60
Capital	11,628.19	12,381.40
Total	**33,152.00**	**58,257.00**

2. The unit wise aggregate net balances (before closed projects) 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 2018-19		PY 2017-18	
		No of Projects	Net Balances (Rs. in lakhs)	No of Projects	Net Balances (Rs. in lakhs)
1	Mumbai H.O.	112	3,316.44	104	4,016.06
2	NCRA – Pune	12	164.39	8	151.57
3	CAM – Bengaluru	9	156.31	10	167.17
4	NCBS – Bengaluru	139	3,802.92	114	4,604.25

Sr. No.	Units / Field Stations	CY 2018-19		PY 2017-18	
		No of Projects	Net Balances (Rs. in lakhs)	No of Projects	Net Balances (Rs. in lakhs)
5	PBL- Hyderabad	2	23.48	2	26.78
6	TCIS – Hyderabad	42	434.25	37	508.11
7	ICTS – Bengaluru	37	1,041.94	33	815.13
Total		**353**	**8,939.73**	**308**	**10,289.07**

3. External Project Funds of the NCBS includes the debit balance of Rs. 62.93 lakhs (Previous Year 2017-18 Rs. 154.78 lakhs), representing the excess of expenditure over the grant received for the same. The collection of the above mentioned excess expenditure is considered to be uncertain. However, NCBS is in the process of recovering this deficit amount from the granting authorities.

4. The 'Closed Project Fixed Asset Account' amounting to Rs. 10,825.65 lakhs – of Mumbai and NCBS as on 31.03.2019 (Rs. 10,636.12 lakhs as on 31.03.2018) 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 2018-19	CY 2017-18
Provident Fund	56,46,242	66,86,657
New Contributory Pension Scheme	3,44,29,461	3,27,76,726
Total	**4,00,75,703**	**3,94,63,383**

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 2018-2019	PY 2017-2018

(Amount in Rs.)

Particulars	CY 2018-2019	PY 2017-2018
a) Change in defined benefit obligations		
Liability at the beginning of the year		94,84,52,485
Current service cost		4,78,83,213
Interest cost		6,89,52,496
Past Service Cost - Vested Benefit Incurred During the Period		-
Benefits paid		(7,23,59,797)
Actuarial (gain) / loss on obligations		(5,57,64,438)
Liability at the end of the year		**93,71,63,959**
b) Fair value of plan assets		-
c) Actual return on plan assets		-
d) Amount recognized in the balance sheet		
Liability at the year end		93,71,63,959
Fair value of plan assets at the year end		
Amount recognized in the balance sheet Liability / (assets)		**93,71,63,959**
e) Expense recognized in the Income Statement		
Current service cost		4,78,83,213
Interest costs		6,89,52,496
Expected Return on plan assets		-
Past Service Cost - Vested Benefit Incurred During the Period		-
Net Actuarial (Gain) / Loss be recognized		(5,57,64,438)
Expense recognized in the Income & Expenditure Account		**6,10,71,271**
f) Projected Contribution during the next Year		-
g) Balance Sheet Reconciliation		
Opening Net Liability		94,84,52,485

(Amount in Rs.)

Particulars	CY 2018-2019	PY 2017-2018
Expense as above		6,10,71,271
Benefit paid		(7,23,59,797)
Closing Net Liability		**93,71,63,959**
h) Actuarial Assumptions		
Discount Rate (p.a.)		7.88%
Salary Escalation (p.a.)		7 %
Attrition Rate for All Service Groups (p.a.)		2 %
i) Experience Adjustments		
Actuarial (Gains)/Losses on Obligations		(5,57,64,438)
Actuarial Gains/(Losses) on Plan Assets		-

Note:

i. The Retiring Gratuity account also includes certain amounts related to deputed employees.

2. Privileged Leave Encashment (Compensated Absences for Employees):

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 2018-2019	PY 2017-2018
Discount Rate		7.88% p.a.
Salary Escalation Rate		7.00% p.a.

b) Amount recognized in Balance Sheet and movements in net liability:

(Amount in Rs.)

Particulars	CY 2018-2019	PY 2017-2018
Opening Balance of Compensated Absences (X)		81,80,84,362
Present value of Compensated Absences (As per actuary valuation) (Y) as on 31.03.2019		83,24,97,252
Unfunded liability of Compensated Absences recognized for the year (Y – X)		1,44,12,890

3. Pension:

(Amount in Rs.)

	Particulars	CY 2018-2019	PY 2017-2018
a)	**Change in defined benefit obligations**		
	Liability at the beginning of the year		10,88,53,13,671
	Current service cost		7,95,33,116
	Interest cost		81,09,55,868
	Benefits paid		(58,08,18,317)
	Actuarial (gain) / loss on obligations		(44,01,05,077)
	Liability at the end of the year		**10,75,48,79,261**
b)	**Fair value of plan assets**		-
c)	**Actual return on plan assets**		-
d)	**Amount recognized in the balance sheet**		
	Liability at the year end		10,75,48,79,261
	Fair value of plan assets at the year end		-
	Amount recognized in the balance sheet Liability / (Asset)		**10,75,48,79,261**
e)	**Expense recognized in the Income Statement**		
	Current service cost		7,95,33,116
	Interest costs		81,09,55,868
	Expected Return on plan assets		-
	Net Actuarial (Gain) / Loss be recognized		(44,01,05,077)
	Expense recognized in the Income & Expenditure Account		**45,03,83,907**
f)	**Projected Contribution during the next Year**		-
g)	**Balance Sheet Reconciliation**		
	Opening Net Liability		10,88,53,13,671
	Expense as above		45,03,83,907
	Benefit paid		(58,08,18,317)
	Closing Net Liability		**10,75,48,79,261**
h)	**Actuarial Assumptions**		
	Discount Rate (p.a.)		7.76%
	Salary Escalation (p.a.)		7 %
	Attrition Rate for All Service Group (p.a.)		2 %
i)	**Experience Adjustments**		

(Amount in Rs.)

Particulars	CY 2018-2019	PY 2017-2018
Actuarial (Gains)/Losses on Obligations -Plan Liabilities		(44,01,05,077)
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. 696.00 lakhs 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	Rs. in lakhs
National centre for mathematics expenses A/c (NCME)	207.90
Conference expenses A/c (CONF)	92.11
Membership & Subscription A/c (MPSB)	0.88
Science Popularisation & Public Outreach Activities (SPPO)	16.94

Which are expensed out based on the utilization certificate received from the concerned project co-coordinator for expenditures incurred during the year 2018-19.

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, 2019.

9. Previous year's figures have been regrouped, wherever necessary, for the Current Year's presentation.

As per our report of even date,

For G. D. Apte & Co.
Chartered Accountants
Firm Regn No: 100515W

Chetan R. Sapre
Partner
M. No.: 116952
Date: 28/11/2019
Place: Mumbai

For Tata Institute of Fundamental Research

Wg Cdr George Antony (Retd)
Registrar

Prof. Sandeep Trivedi
Director

REPLIES TO AUDITORS OBSERVATIONS 2018-19

Emphasis of Matter

External Grants for Various Projects

a. Negative Balance on External Projects at NCBS

N.C.B.S. has been requested to do follow up actions for recovering the balance deficit amount from the granting authorities. During the Financial Year 2018-19 they have recovered an amount of Rs. 91.85 lacs. Hence Opening deficit of Rs. 154.78 has come down to Rs. 62.93 lacs.

Efforts will be made to recover the remaining deficit of Rs. 62.93 lacs from the granting authorities during the current Financial Year 2019-20.

b. Credit Balance on external projects, there were no activities

Projects having credit balance and no activities for last two years as of 31st March 2019 are in the process of closing down. Most of the Projects are closed and the balances have been refunded to the granting authorities with the concurrence of project leaders.

The remaining all will be closed and refunded during the current financial year 2019-20.

Published by
TIFR Science Communication Cell

Designed and Edited by
Nisha Yadav

Hindi version by
Prashant Goswami

Printed by
SM Enterprises, Mumbai



Students from deprived backgrounds at the launch of their SWAEROSAT I payload under the Telangana Social Welfare Residential Educational Institutions Scheme (TSWREIS). (In the background is an inflation of the zero pressure plastic balloon used by TIFR at Hyderabad to launch this payload.)

Tata Institute of Fundamental Research, Homi Bhaba Road, Mumbai - 400 005

Tel.: 91-22-22782000 Fax: 22804610/11 Web: www.tifr.res.in