रामन अनुसंधान संस्थान

वार्षिक रिपोर्ट 2019-2020

विषय-सूची

1. निदेशक की कलम से 1

2. आरआरआई - एक झलक में 2

3. प्रस्तावना 8

4. अनुसंधान: ज्ञान निर्माण

- खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी 24
- प्रकाश और पदार्थ भौतिकी 41
- मृदु संघनित पदार्थ 56
- सैद्धांतिक भौतिकी 68

5. प्रकाशन 78

6. अनुदान, अध्येतावृत्ति और पुरस्कार 79

7. अनुसंधान सुविधाएँ 83

8. ज्ञान संचार 90

9. शैक्षणिक गतिविधियाँ 93

10. गैर शैक्षणिक गतिविधियाँ 94

11. आयोजन 101

12. कैंपस 107

13. आरआरआई में कार्यरत लोग 108

परिशिष्ट 121

लेखा परीक्षा विवरण 165

निदेशक की कलम से

पिछले वर्षों की तरह, वार्षिक रिपोर्ट, संस्थान की मुख्य वैज्ञानिक गतिविधियों का एक संक्षिप्त विवरण है। यह वार्षिक रिपोर्ट पिछले वर्ष के दौरान संस्थान में किए गए सहयोगात्मक वैज्ञानिक कार्यों, इन शोध, संगोष्ठियों और बोलचाल के परिणामस्वरूप प्रकाशनों की सूची और 1 अप्रैल 2019 से 31 मार्च 2020 की अवधि के दौरान प्रदान की गई पीएचडी डिग्री का विवरण देती है। यह इस अवधि के दौरान दुनिया के विभिन्न हिस्सों से संस्थान के आगंतुकों (उनमें से 103) को भी सूचीबद्ध करता है।

रिपोर्ट और आगंतुकों की सूची में शामिल सहयोगात्मक वैज्ञानिक कार्य संस्थान की राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय अन्योन्य क्रिया की सीमा को इंगित करते हैं। संस्थान के सदस्यों द्वारा, पड़ोसी संस्थानों से, और संस्थान में आगंतुकों द्वारा दी गई आरआरआई शैक्षणिक संगोष्ठी की सूची स्पष्ट रूप से शामिल किए गए क्षेत्रों को दर्शाती है।

संस्थान के छात्रों को सात पीएचडी उपाधि प्रदान की गई और वर्ष के दौरान दस ने अपने थीसिस प्रस्तुत किए हैं । संदर्भित पत्रिकाओं में प्रकाशित शोध पत्र और इसी अवधि के लिए सम्मेलन की कार्यवाही में क्रमशः पुस्तक अध्याय और लोकप्रिय विज्ञान लेखों के अलावा 129 और 4 की गणना की गई है । पत्रिका के प्रभाव कारकों को देखते हुए, जहां उनके शोध कार्य प्रकाशित किए गए / प्रकाशन के लिए स्वीकार किए गए, समीक्षाधीन अवधि के लिए प्रकाशन रिकॉर्ड वास्तव में बहुत प्रभावशाली रहा है।

वी ए रघुनाथन

30 सितंबर 2020

आरआरआई-एक झलक में

आरआरआई भारतीय भौतिक शास्त्री नोबल पुरस्कार विजेता सर सी वी रामन की धरोहर का प्रतीकात्मक और प्रस्तुत करने वाला प्रतिरूप है, उनके गुणात्मक असर वाले अनुसंधान की विरासत और अंदाज़ को आगे बढ़ाते हुए जिससे देश ने एक सम्मानीय स्थान हासिल किया है | यह संस्थान हमारे वैज्ञानिक सांस्कृतिक इतिहास के इस विद्वान की प्रेरणात्मक प्रवृत्ति को सुरक्षित रखता है |

इतिहास

नोबल पुरस्कार विजेता, सर सी वी रामन ने 1948 में रामन अनुसंधान संस्थान की स्थापना उस भूमि पर की जो मैसूर सरकार द्वारा उन्हें भेंट की गई थी | 1970 में प्रोफेसर के निधन के बाद एक सार्वजनिक धर्मार्थ ट्रस्ट –रामन अनुसंधान संस्थान ट्रस्ट बनाया गया और भूमि, भवन, जमा, ऋणपत्र, बैंक जमा, धन, प्रयोगशाला, यंत्र और अन्य सभी चल और अचल संपत्तियाँ रामन अनुसंधान संस्थान ट्रस्ट को हस्तांतरित कर दी गई | आरआरआई ट्रस्ट का कार्य रामन अनुसंधान संस्थान का रखरखाव, संचालन और उसे बनाए रखना था |

1972 में आरआरआई को एक सहायता प्राप्त स्वायत अनुसंधान बनने के लिए पुनर्गठित किया गया और तब से यह भारत सरकार के विज्ञान और प्रौद्योगिकी प्रभाग से अपने अनुसंधान के लिए धन प्राप्त कर रहा है | इसके प्रशासन और प्रबंधन के लिए विनियम और उपनियम बनाए गए |

प्रशासन

शासी परिषद संस्थान का कार्यकारी निकाय है और यह संस्थान का प्रशासन और प्रबंधन का संचालन करता है | निदेशक संस्थान का मुख्य कार्यपालक व शैक्षणिक अधिकारी है और वही संस्थान के प्रशासन के लिए जिम्मेदार हैं | वे संस्थान के कार्यक्रमों व अनुसंधान परियोजनाओं पर सामान्य पर्यवेक्षण का प्रयोग करते हैं | प्रशासनिक अधिकारी संस्थान के सामान्य प्रशासन के लिए जिम्मेदार हैं और वे उन्हें कानूनी और अन्य संबन्धित कार्यवाहियों में प्रस्तुत करते हैं | वित्त समिति वित्त मामलों में परिषद की सहायता करती है |

मिशन

संस्थान का अधिदेश मुख्य रूप से बुनियादी मौलिक विज्ञान में शोध करना है जो नए ज्ञान के सृजन से मानव जाति के ज्ञान को उन्नत बनाता है, दूसरा इस ज्ञान को अगली पीढी तक पहुँचाना है जिससे वे उच्च ज्ञान और वैज्ञानिक प्रवृत्ति द्वारा सशक्त हों और तीसरा उच्च शिक्षा के इस संस्थान को बनाए रखना जहाँ शैक्षिक संस्कृति और वैज्ञानिक प्रवृत्ति को बढ़ावा मिल सके | संस्थान में किए गए अनुसंधान ने उप-परमाणवीय से ब्रह्माण्ड संबंधी लंबाई मापक्रम तक प्रकृति के मूलभूत नियम और व्यवहार की बेहतर समझ द्वारा ज्ञान के आधार को निरंतर विकसित किया है जिससे समाज को उसके घटक का लाभ देते हुए विज्ञान की उन्नति के मूल आधार की नींव रखी गई| और इससे भी महत्वपूर्ण बात यह है कि आरआरआई अपने जीवंत पोस्ट डॉक्टरल, डॉक्टरल, शोध सहयोग और अभ्यागत छात्र कार्यक्रमों के माध्यम से गुणवत्ता अनुसंधान जनशक्ति को बढ़ाने का प्रयास करता है।

निदेशक

रामन अनुसंधान संस्थान के निदेशक रवि सुब्रह्मण्यम जी हैं |

स्थान

आरआरआई, बैंगलोर में 20 एकड़ की साइट पर स्थित है । प्राकृतिक दृश्य और सुनसान जंगल से मिश्रित यह हराभरा परिसर अपनी दीवारों से परे विकासशील महानगरों की हलचल से दूर एक शांत वातावरण प्रदान करता है, जो पूरी तरह से रचनात्मक अनुसंधान और उच्च शिक्षा के लिए अनुकूल है।

अनुसंधान के क्षेत्र

आज के दौर में प्राथमिक विज्ञान में अनुसंधान, खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिक शास्त्र, प्रकाश और पदार्थ भौतिकी, मृदु संघनित पदार्थ भौतिकी तथा सैद्धांतिक भौतिक शास्त्र जैसे चुनिन्दा क्षेत्रों में होता है । अनुसंधान कार्य में जीव विज्ञान में भौतिक शास्त्र, मृदु तत्व रसायन, क्वांटम जानकारी, संगणना एवं संचार सम्मिलित हैं ।

अनुसंधान प्रयोगशालाएँ

- एक्स रे खगोल विज्ञान प्रयोगशाला
- आण्विक खगोल विज्ञान प्रयोगशाला
- ब्रह्मांड संबंधी पुन:संयोजन एवं पुनः आयनीकरण प्रयोगशाला
- आकाश गंगा मिश्रण नेटवर्क
- प्रकाश तत्व की अन्तः क्रियाएँ
- लेजर कूलिंग एवं प्रमात्रा प्रकाशिकी
- अत्यंत गतिशील एवं अरैखिक प्रकाशिकी
- प्रमात्रा जानकारी और कम्प्यूटिंग
- प्रमात्रा अन्योन्य क्रियाएँ
- प्रमात्रा मिश्रण प्रयोगशाला
- प्रावस्था संक्रमण और वैद्युत प्रकाशिकी
- रहेलॉजी और प्रकाश फैलाव
- सुक्ष्मदर्शिका एवं फैलाव
- जीव विज्ञान भौतिक शास्त्र
- रसायन शास्त्र
- विद्युत रसायन एवं सतही विज्ञान
- सुक्ष्मदर्शिकी एवं परावैद्युत स्पेक्ट्रम विज्ञान
- मृदु एवं जीवंत तत्वों का नैनोसेक्ल भौतिकशास्त्र
- मृदु एवं अनुकूली सामग्री प्रयोगशाला
- मस्तिष्क कंप्यूटर अन्तरापृष्ठ

अनुसंधान सुविधाएँ

1. **मृदु तत्व मापन प्रयोगशालाएँ**
    - विश्लेषात्मक प्रत्यक्ष मापन प्रयोगशाला
    - एक्स रे विवर्तन प्रयोगशाला
    - स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी प्रयोगशाला
    - परमाणु बल माइक्रोस्कोपी प्रयोगशाला
    - परमाणु चुंबकीय अनुनाद इमेजिंग प्रयोगशाला
    - सूक्ष्म रामन स्पेक्ट्रम विज्ञान प्रयोगशाला
    - चुम्बकीय अध्ययन
    - प्रकाश भौतिक अध्ययन

2. मैकेनिकल इंजीनियरी सेवाएँ
    - मैकेनिकल वर्कशाप
    - शीट धातु, पेंट व बढ़ई की सेवाएँ

3. इलेक्ट्रानिकी इंजीनियरी ग्रूप
4. गौरी बिदनूर फील्ड स्टेशन
5. ग्रंथालय
6. कंप्यूटर ग्रूप
7. संविरचन
    - अथिति गृह
    - कैन्टीन
    - निदानालय
    - खेल सुविधाएँ
    - शिशु सदन

शिक्षा

आरआरआई प्राथमिक विज्ञान में उच्च शिक्षा एवं ज्ञान के संचार के लिए निम्नलिखित कार्यक्रम प्रस्तावित करता है, जिसमें सैद्धांतिक एवं प्रायोगिक तरीके एवं कौशल भी सम्मिलित हैं ।

- पीएचडी कार्यक्रम
- पोस्ट डॉक्टरल अध्येता
- पंचरतनम अध्येता
- अभ्यागत विद्यार्थियों के लिए कार्यक्रम
- अनुसंधान सहायक कार्यक्रम

वित्त पोषण

इस संस्थान का अनुसंधान, भारत सरकार के विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग से प्राप्त सहायता अनुदान तथा बाह्य गैर शैक्षिक अनुदानों द्वारा पोषित और संपोषित है ।

परिषद

प्रो ए के सूद, अध्यक्ष
ईयर ऑफ साइंस प्रोफेसर, भौतिकी विभाग, भारतीय विज्ञान संस्थान, बेंगलुरु 560012

डॉ के कस्तूरीरंगन
माननीय विशिष्ट सलाहकार, भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन, बेंगलुरु 560231
एमेरिटस प्रोफेसर, राष्ट्रीय उन्नत अध्ययन संस्थान, बेंगलुरु 560012
कुलाधिपति, राजस्थान केंद्रीय विश्वविद्यालय, जिला-अजमेर -305817, राजस्थान
अध्यक्ष, एनआईआईटी विश्वविद्यालय, राजस्थान 301705

प्रो आशुतोष शर्मा
सचिव, विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग, विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय, नई दिल्ली 110016

श्री बी आनंद
अपर सचिव और वित्तीय सलाहकार, विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग, विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय, भारत सरकार, नई दिल्ली 110016

प्रो आर राजारमण
एमेरिटस प्रोफेसर, सैद्धांतिक भौतिकी, भौतिकी विज्ञान विद्यालय, जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय, नई दिल्ली 110067

प्रो विजय भटकर
कुलाधिपति, नालंदा विश्वविद्यालय, अध्यक्ष, ईटीएच रिसर्च लैब
राष्ट्रीय अध्यक्ष, विज्ञान भारती, भवधान, मुंबई-बेंगलुरु उपमार्ग से दूर, पुणे 411021

प्रो एच एस मणि
सहायक प्रोफेसर, चेन्नई गणित संस्थान, एच 1, सिप्कॉट आईटी पार्क, केलांबक्कम, सिरुसेरी, तमिलनाडु 603103

प्रो रवि सुब्रहमण्यन
निदेशक, रामन अनुसंधान संस्थान (पदेन सदस्य), बेंगलुरु 560080

वित्त समिति

प्रो ए के सूद, अध्यक्ष
ईयर ऑफ साइंस प्रोफेसर, भौतिकी विभाग, भारतीय विज्ञान संस्थान, बेंगलुरु 560012

श्री बी आनंद
अपर सचिव और वित्तीय सलाहकार, विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग, विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय, भारत सरकार, नई दिल्ली 110016

प्रो एच एस मणि
सहायक प्रोफेसर, चेन्नई गणित संस्थान, एच 1, सिप्कॉट आईटी पार्क, केलांबक्कम, सिरुसेरी, तमिलनाडु 603103

प्रो रवि सुब्रहमण्यन
निदेशक, रामन अनुसंधान संस्थान (पदेन सदस्य), बेंगलुरु 560080

शैक्षणिक समिति

प्रो रवि सुब्रह्मण्यम. *अध्यक्ष*
निदेशक,
रामन अनुसंधान संस्थान
सी वी रामन एवेन्यू, सदाशिवनगर
बेंगलुरु 560080

प्रो जयंत के त्रिपाठी
पर्यावरणीय विज्ञान विद्यालय
जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय
नई दिल्ली 110067

प्रो सत्यब्रत पटनायक
भौतिकी विज्ञान विद्यालय
जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय
नई दिल्ली 110067

प्रो तरुण दीप सैनी
भौतिकी विभाग
भारतीय विज्ञान संस्थान
बेंगलुरु 560012

प्रो अभिषेक धर
अंतर्राष्ट्रीय सैद्धांतिक विज्ञान केंद्र
सं 151, शिवकोटे, हेसरघट्टा होबली
बेंगलुरु उत्तर 560089

डॉ विक्रम राणा
खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी समूह
रामन अनुसंधान संस्थान
सी वी रामन एवेन्यू, सदाशिवनगर
बेंगलुरु 560080

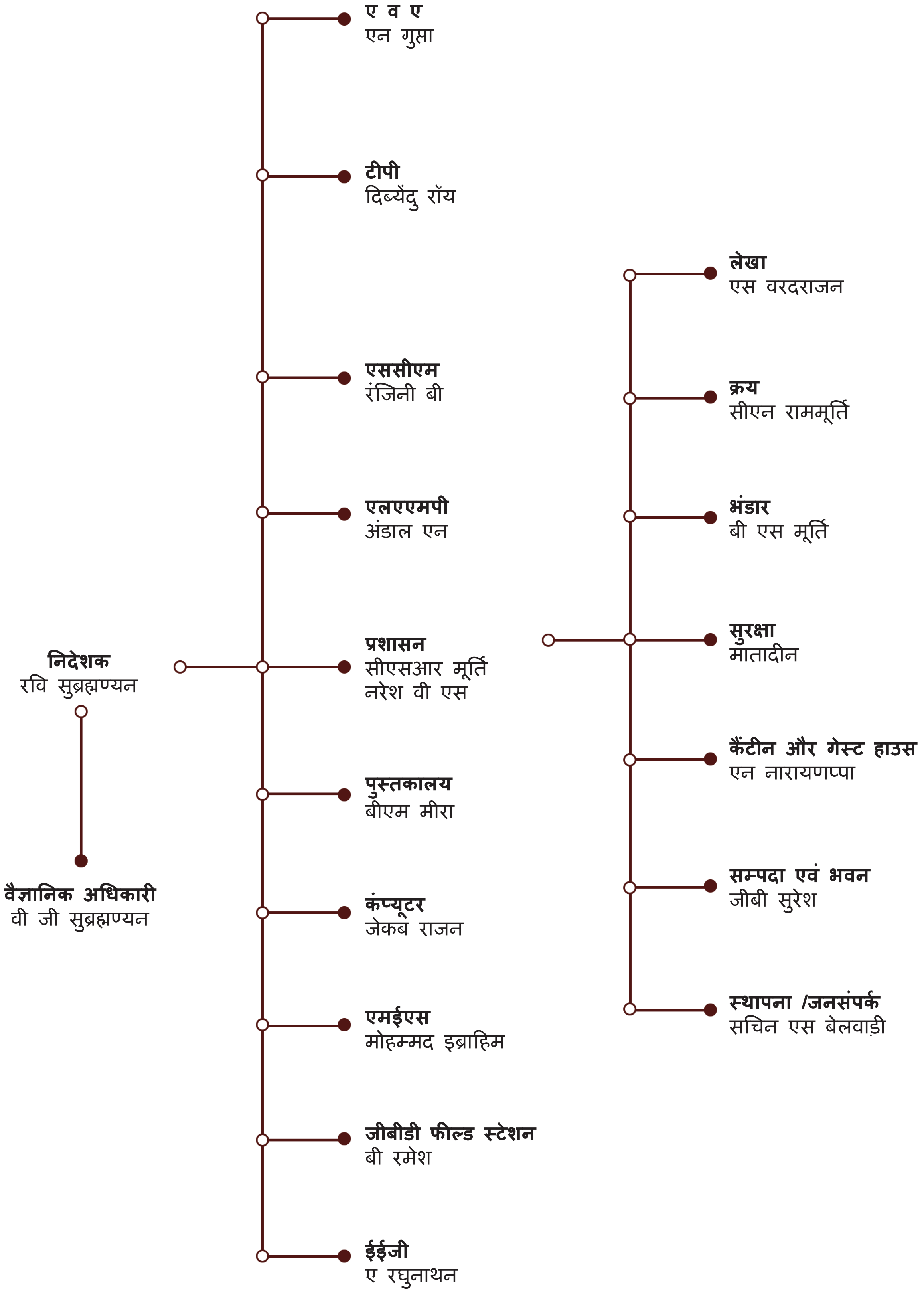
प्रो वी ए रघुनाथन
मृदु संघनित पदार्थ ग्रूप
रामन अनुसंधान संस्थान
सी वी रामन एवेन्यू, सदाशिवनगर
बेंगलुरु 560080

प्रो सतीश चंद्र गड़कोटी, *विशेष आमंत्रित व्यक्ति*
सेक्टर - II, जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय
नई दिल्ली 110067

श्री सीएसआर मूर्ति (31.12.2019 तक), *सचिव*
प्रशासनिक अधिकारी
रामन अनुसंधान संस्थान
सी वी रामन एवेन्यू, सदाशिवनगर
बेंगलुरु 560080

श्री नरेश वी.एस. (01.01.2020 से), *सचिव*
प्रशासनिक अधिकारी (प्रभारी)
रामन अनुसंधान संस्थान
सी वी रामन एवेन्यू, सदाशिवनगर
बेंगलुरु 560080

संगठन



निदेशक
रवि सुब्रह्मण्यन
वैज्ञानिक अधिकारी
वी जी सुब्रह्मण्यन
ए व ए
एन गुप्ता
टीपी
दिब्येंदु रॉय
एससीएम
रंजिनी बी
एलएएमपी
अंडाल एन
प्रशासन
सीएसआर मूर्ति
नरेश वी एस
पुस्तकालय
बीएम मीरा
कंप्यूटर
जेकब राजन
एमईएस
मोहम्मद इब्राहिम
जीबीडी फील्ड स्टेशन
बी रमेश
ईईजी
ए रघुनाथन
लेखा
एस वरदराजन
क्रय
सीएन राममूर्ति
भंडार
बी एस मूर्ति
सुरक्षा
मातादीन
कैंटीन और गेस्ट हाउस
एन नारायणप्पा
सम्पदा एवं भवन
जीबी सुरेश
स्थापना /जनसंपर्क
सचिन एस बेलवाड़ी

आरआरआई विज्ञान मंच
गौतम सोनी, आंडाल नारायणन, नयनतारा गुप्ता

शैक्षणिक गोष्ठी
जोसफ सैमुएल (अध्यक्ष), एन उदय शंकर, के एस द्वारकानाथ, आर प्रतिभा, यशोधन हटवालने

छात्रावास वार्डन
शिव सेठी, अरुण रॉय, बी रमेश, उर्वशी सिन्हा

प्रवेश समन्वयक
विक्रम राणा, सायनतन मजूमदार (28.8.2019 से), सप्तऋषि चौधुरी (27.8.2019 तक)

छात्र शैक्षणिक मामले समिति
सादिक़ रंगवाला (अध्यक्ष 4.6.2019 से), वी ए रघुनाथन (3.6.2019 तक), प्रमोद पुल्लर्कट, शिव सेठी, सुमति सूर्या, रजी फिलिप (5.7.2019 से)

आन्तरिक बैठक
पीएचडी छात्र – तृतीय वर्ष

आरआरआई का संयुक्त खगोल विज्ञान कार्यक्रम प्रतिनिधि
बी रमेश

शिकायत समिति
श्रीवाणी (अध्यक्ष), बीएम मीरा, सीएसआर मूर्ति (31.12.2019 तक), ममता बाई आर

प्रवासी यात्रा समिति
बिस्वाजीत पाल (अध्यक्ष), रजी फिलिप, सुपर्णा सिन्हा

मूल्यांकन समिति
वी ए रघुनाथन (अध्यक्ष 4.6.2019 से), सुमति सूर्या, बीमान नाथ, सादिक़ रंगवाला, रंजिनी बंध्योपाद्याय (24.06.2019 से), के एस द्वारकानाथ (3.6.2019 तक)

आगंतुक छात्र कार्यक्रम के समन्वयक
सीएसआर मूर्ति (31.12.2019 तक), नरेश वी एस (1.1.2020 से)

पुस्तकालय समिति
बी एम मीरा (अध्यक्ष), सुपर्णा सिन्हा, नयनतारा गुप्ता, आंडाल नारायणन, रंजिनी बंध्योपाद्याय

आरआरआई राजभाषा कार्यान्वयन समिति
सीएसआर मूर्ति (अध्यक्ष 31.12.2019 तक), नरेश वीएस (अध्यक्ष 1.1.2020 से), सुरेश वरदराजन, आर रमेश, सी एन राममूर्ति, बी श्रीनिवासमूर्ति, बी एम मीरा, के राधाकृष्ण, वी विद्यामणि, हरिणी कुमारी, ममता बाई आर, जैकब राजन

प्रस्तावना

रामन अनुसंधान संस्थान (आरआरआई) एक आइकॉन है जो भारतीय भौतिक विज्ञानी और नोबेल विजेता सर सी वी रमन की विरासत का प्रतीक और प्रतिनिधित्व करता है, जो उनकी विरासत और गुणात्मक रूप से प्रभावशाली अनुसंधान की शैली को जारी रखता है। संस्थान भारतीय वैज्ञानिक सांस्कृतिक इतिहास के इस महान विभूति की प्रेरणादायक भावना को संरक्षित करता है।

इतिहास

आरआरआई की स्थापना 1948 में भारतीय भौतिक विज्ञानी और नोबेल पुरस्कार विजेता, सर सी वी रमन द्वारा उस जमीन पर की गई थी, जिसे भारतीय विज्ञान संस्थान से सेवानिवृत्त होने के बाद अपनी पढ़ाई और बुनियादी शोध जारी रखने के लिए मैसूर सरकार द्वारा उन्हें उपहार में दी गई थी। प्रोफेसर रमन ने इसके निदेशक के रूप में अपने शोध कार्य को अंजाम दिया, जिसे व्यक्तिगत रूप से उनके द्वारा और निजी स्रोतों से दान के साथ वित्त पोषित किया गया था। 1970 में प्रोफेसर के निधन के बाद, एक सार्वजनिक धर्मार्थ ट्रस्ट बनाया गया - रामन अनुसंधान संस्थान ट्रस्ट - और भूमि, भवन, प्रयोगशालाएं, उपकरण, और अन्य सभी चल और अचल संपत्तियों को आरआरआई ट्रस्ट को हस्तांतरित कर दिया गया। आरआरआई ट्रस्ट का कार्य आरआरआई को संभालना, संचालित करना और बनाए रखना था।

प्रशासनिक सेट अप

रामन अनुसंधान संस्थान अब एक स्वायत्त अनुसंधान संस्थान है जो बुनियादी विज्ञानों में अनुसंधान में कार्यरत है। वर्ष 1972 में, भारत सरकार के विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग से धन प्राप्त करने वाले अनुदानित स्वायत्त अनुसंधान संस्थान बनने के लिए आरआरआई का पुनर्गठन किया गया। इसके प्रशासन और प्रबंधन के लिए विनियम और उपनियमों का एक सेट तैयार किया गया। शासी परिषद, जो संस्थान के प्रशासन और प्रबंधन की देखरेख के साथ संस्थान की कार्यकारी संस्था है, बुनियादी विज्ञानों में अनुसंधान के अनिवार्य लक्ष्य की दिशा में नीतियों को निर्धारित करती है, जो कि गुणात्मक रूप से उत्कृष्ट है, इस प्रकार देश को अंतरराष्ट्रीय बुद्धिजीवियों के स्तर पर सम्मानित करवाती है। अनुसंधान के परिणामों और प्रदर्शन की रिपोर्ट की संबंधित क्षेत्रों के अंतर्राष्ट्रीय विशेषज्ञों द्वारा समीक्षा की जाती है और अनुसंधान और आकलन परिषद की बैठकों में रिपोर्ट किए जाते हैं और वार्षिक रिपोर्ट के रूप में भारत सरकार को भी उपलब्ध कराए जाते हैं। परिषद के सदस्यों में पर्याप्त अनुसंधान और विज्ञान प्रबंधन के अनुभव के साथ-साथ विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार के प्रतिनिधि शामिल हैं।

आरआरआई के उद्देश्य

संस्थान शासकीय परिषद और आरआरआई ट्रस्ट द्वारा परिभाषित जनादेश के रूप में शासित किया जाता है जिनमें मूल क्षेत्रों में ध्यान के साथ बुनियादी अनुसंधान किया जाना है:

1. खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी सहित सैद्धांतिक खगोल भौतिकी, पर्यवेक्षणीय खगोल विज्ञान और प्रयोगात्मक रेडियो और एक्स-रे खगोल विज्ञान,

2. प्रकाश और पदार्थ भौतिकी जिसमें ठंडे परमाणु, आयन, अणु, क्वांटम संचार और कंप्यूटिंग और तीव्र लेजर उत्पादित प्लाज्मा शामिल हैं,

3. तरल क्रिस्टल, नैनो-कंपोजिट, कोलाइड्स, रसायन विज्ञान और जैविक भौतिकी में अनुसंधान सहित सॉफ्ट कंडेंस्ड पदार्थ

4. सामान्य सापेक्षता, सैद्धांतिक क्वांटम यांत्रिकी, नरम पदार्थ भौतिकी, और शास्त्रीय और क्वांटम सांख्यिकीय यांत्रिकी और गुरुत्वाकर्षण सहित सैद्धांतिक भौतिकी।

बुनियादी विज्ञानों में अनुसंधान का लक्ष्य नए ज्ञान का निर्माण करके मानव जाति के ज्ञान को आगे बढ़ाना है, इस ज्ञान को युवाओं तक पहुँचाया जाता है, जिससे उन्हें उच्च स्तर के कौशल के साथ सशक्त बनाया जाता है, उच्च शिक्षा की एक संस्था को बनाए रखा जाता है जहाँ शैक्षणिक संस्कृति और वैज्ञानिक स्वभाव को बढ़ावा दिया जाता है, इस प्रकार देश को अंतरराष्ट्रीय साथियों के बीच खड़े होने का सम्मान दिया जाता है।

संस्थान में किए गए शोध ने मूलभूत आधारों की बेहतर समझ और उप-परमाणु से लेकर ब्रह्मांड-संबंधी लंबाई के पैमाने तक फैले प्रकृति के व्यवहार के माध्यम से ज्ञान आधार को लगातार आगे बढ़ाया है, जिससे विज्ञान की उन्नति और समाज को इसके घटक लाभों की बुनियादी सुविधा मिली। इससे भी महत्वपूर्ण बात यह है कि आरआरआई अपने जीवंत पोस्ट-डॉक्टरल, डॉक्टोरल, रिसर्च असिस्टेंटशिप और विजिटिंग स्टूडेंट कार्यक्रमों के माध्यम से उपरोक्त क्षेत्रों में गुणवत्ता अनुसंधान जनशक्ति को बढ़ाने का प्रयास करता है। भारत सरकार के विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग को प्रतिवर्ष प्रदान की गई शोध रिपोर्ट से इसके काम की गुणवत्ता और मात्रा का सहज बोध होता है।

संस्थान का कार्य तीन उद्देश्यों के साथ है:

(i) ज्ञान सृजन, या मानव जाति के ज्ञान की सीमाओं को आगे बढ़ाने की संलग्नता। इस अनुसंधान गतिविधि में सैद्धांतिक गणित की खोज के उद्देश्य के साथ मूलभूत कार्य की खोज शामिल है, जिसके अंतर्गत घटनाओं का वर्णन किया जा सकता है और इसलिए घटना की समझ व सिद्धांत को विकसित करना और घटना के लिए सैद्धांतिक मॉडल तैयार करना शामिल हैं। ज्ञान सृजन में पर्यवेक्षण और प्रयोगात्मक

गतिविधि शामिल है जो वैकल्पिक मॉडल और परिकल्पना का परीक्षण करती है, और कम्प्यूटेशनल गतिविधि, जो जटिल व्यवहारों में भौतिकी सिद्धांतों के परिणामों की पड़ताल करती है। ये सभी व्यक्तिगत रूप से हो सकते हैं, संस्थान के सदस्यों के सामूहिक प्रयासों और अक्सर व्यक्तियों और समूहों के साथ दुनिया भर में सहयोग करते हैं जिनकी पूरक विशेषज्ञता होती है, और कभी-कभी राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान परियोजनाओं के रूप में जो अक्सर महत्वपूर्ण समस्याओं को हल करने की दिशा में पर्याप्त संसाधन एक साथ लाते हैं और सामूहिक प्रयास जिनकी मुख्य आवश्यकता होती है ।

(ii) ज्ञान संचार, या अगली पीढ़ी को सशक्त बनाने की संलग्नता। संस्थान में एक पीएचडी कार्यक्रम है जिसमें उपयुक्त उम्मीदवारों का चयन, उन्हें उन्नत अनसुलझी समस्याओं के बारे में अनुसंधान के लिए तैयार करने, उन्नत शिक्षण और तकनीकी कौशल के माध्यम से मार्गदर्शन करना शामिल है, फिर पर्यवेक्षित अनुसंधान कार्य के लिए डॉक्टरेट की डिग्री के लिए अग्रणी अवसर उपलब्ध करवाना, जो अनुसंधान कैरियर के लिए मूल योग्यता है। संस्थान के पास 2-स्तरीय पोस्ट-डॉक्टरल कार्यक्रम है जो 3 साल के शोध अनुभव प्रदान करता है - दोनों पर्यवेक्षित और स्वतंत्र - उत्कृष्ट पीएचडी के लिए। यह पर्यवेक्षित से स्वतंत्र अनुसंधान के लिए निर्देशित संक्रमण प्रदान करता है। अनुसंधान सहायता कार्यक्रम और संस्थान के विजिटिंग स्टूडेंट्स कार्यक्रम में स्नातकोत्तर, स्नातक और यहां तक कि हाई स्कूल के छात्रों को शोध, अनुसंधान के तरीकों और रास्तों का अनुभव करने में भाग लेने के लिए सप्ताह, महीने और 2 साल तक शोध करने के लिए प्रेरित करते हैं, ताकि उनके जुनून और बुनियादी विज्ञान में अनुसंधान में करियर को शामिल करने के लिए भागीदारी से प्रेरित और सशक्त हो सकें । संस्थान द्वारा प्रदान किए गए शैक्षिक और अनुसंधान अनुभव के अवसरों के विवरण के लिए पाठक इस रिपोर्ट के शैक्षणिक कार्यक्रमों के अनुभाग पर जा सकते हैं।

(iii) शैक्षणिक परंपराओं को बढ़ावा देना, छात्रवृत्ति का पोषण करने वाली गतिविधियों में संलग्न करना, संस्थान में शैक्षणिक माहौल और गतिविधियों को बढ़ावा देता है, और वैज्ञानिक और शैक्षणिक प्रबंधन की सुविधा प्रदान करना और वैज्ञानिक योजना और परियोजनाओं के माध्यम से संस्थागत, राष्ट्रीय और अंतरराष्ट्रीय बोर्डों में भागीदारी के माध्यम से वैज्ञानिक और शैक्षणिक प्रबंधन की सुविधा प्रदान करने वाली गतिविधियों में संलग्न करना, इस प्रकार विज्ञान, उच्च शिक्षा और अनुसंधान के कारण को बढ़ावा देना। संस्थान उच्च शिक्षण के विभिन्न विषयों में विशिष्ट सेमिनार आयोजित करता है जो विशेषज्ञों, बोलचाल के लिए अभिप्रेत है जो व्यापक दर्शकों को एक परिचय और क्षेत्रों की समीक्षा प्रदान करते हैं, एक नियमित विज्ञान मंच जहां अनुसंधान के उभरते क्षेत्रों में हाल के परिणाम पेश किए जाते हैं और समावेशी तरीके से चर्चा की जाती है। परिशिष्टों में इन शैक्षणिक गतिविधियों की एक पूरी सूची प्रदान की गई है।

खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी

अवलोकन

शुरुआत से ही मानव ने जिज्ञासा और आश्चर्य की भावना के साथ आकाश की ओर देखा है। यह कोई आश्चर्य नहीं है कि खगोल विज्ञान प्राकृतिक विज्ञानों में से एक है। खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी का क्षेत्र खगोलीय पिंडों और घटनाओं के भौतिक, रासायनिक और गतिशील गुणों के विस्तृत अध्ययन से जुड़ा हुआ है। आरआरआई में एए समूह द्वारा किए गए शोध को मोटे तौर पर चार क्षेत्रों में वर्गीकृत किया जा सकता है:

(अ) सैद्धांतिक खगोल भौतिकी - जिसमें विश्लेषणात्मक मॉडल और कंप्यूटेशनल संख्यात्मक सिमुलेशन का विकास शामिल है जिसमें तारों, ग्रहों, आकाशगंगाओं, अंतरतारकीय माध्यम आदि जैसे खगोलीय पिंडों में गतिशीलता, भौतिक गुणों और अंतर्निहित घटनाओं का वर्णन किया गया है। सिद्धांतकार ब्रह्मांड के गठन और विकास पर मौलिक सवालों के जवाब देने पर भी काम करते हैं, जो कि खगोल विज्ञान की एक शाखा है जिसे ब्रह्माण्ड विज्ञान/ब्रह्मांडिकी/ कॉस्मोलॉजी कहा जाता है।

(ब) पर्यवेक्षणीय/अवलोकनीय खगोल विज्ञान - दूसरी ओर सम्पूर्ण विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम में अंतरिक्ष से विकिरण का अध्ययन करने के लिए दुनिया भर में निर्मित दूरबीनों का उपयोग करती है - कम आवृत्ति (लंबी तरंग दैर्ध्य) रेडियो तरंगों से बहुत उच्च आवृत्ति (लघु तरंग दैर्ध्य और अत्यधिक ऊर्जावान) गामा किरणों तक। ये अवलोकन मौजूदा सैद्धांतिक मॉडल का परीक्षण करते हैं और नए प्रश्नों को भी जन्म देते हैं जिनके उत्तर अपेक्षित हैं।

(स) प्रायोगिक खगोल विज्ञान - में प्रमुख अनसुलझी समस्याओं को दूर करने के लिए बहुत विशिष्ट उद्देश्यों के लिए दूरबीनों का डिजाइन, निर्माण और संचालन शामिल है, और रणनीतिक रूप से दुनिया भर में और अंतरिक्ष में स्थित हैं।

(द) एल्गोरिदम और सिग्नल प्रोसेसिंग - जहां विभिन्न तरीकों और मॉडलिंग को अन्य अग्रभूमि, पृष्ठभूमि और अवांछित हस्तक्षेप और भ्रम से आवश्यक खगोल विज्ञान संकेत को बढ़ाने और अलग करने के लिए नियोजित किया जाता है।

फोकस 2019-2020

सैद्धांतिक खगोल भौतिकी और ब्रह्मांड विज्ञान

ब्रह्मांड जिसमें हम निवास करते हैं वह समझ से परे विशाल है, जटिल है, लगातार विस्तार कर रहा है और असंख्य खगोलीय इकाइयों/संस्थाओं से आबाद है। ब्रह्मांड सितारों, आकाशगंगाओं, आकाशगंगा समूहों, उच्च ऊर्जा वाली वस्तुओं जैसे कि ब्लेज़र आदि एवं इससे अधिक इकाइयों से आबाद है। तारों, आकाशगंगाओं, आकाशगंगा समूहों और मोटे तौर

पर गोलाकार क्षेत्रों के बीच का स्थान जो एक आकाशगंगा से बाहर निकलता है, फैलाव गैस और धूल द्वारा भरा है। इन्हें क्रमशः अंतरतारकीय माध्यम, अंतरगेलक्सी माध्यम, अंतरक्लस्टर माध्यम और परिधीय माध्यम के रूप में जाना जाता है। इस प्रकार ब्रह्माण्ड निरंतर संपर्क और विभिन्न गतिशील प्रक्रियाओं के साथ एक बहुत ही जीवंत स्थान है जो उनके विकास को आकार देता है और इस प्रकार सम्पूर्ण ब्रह्मांड के विकास को आकार देता है। इन ब्रह्मांडीय संस्थाओं, उनके अंतःक्रियाओं और प्रक्रियाओं का अध्ययन करके, खगोल भौतिकीविद बड़े पैमाने पर, कॉस्मोलॉजिस्ट भौतिकी और रसायन विज्ञान के ज्ञात कानूनों के ढांचे के भीतर ब्रह्मांड और इसके कामकाज के विकास को समझने की कोशिश करते हैं। विश्लेषणात्मक मॉडलिंग और/या संख्यात्मक सिमुलेशन इन प्रक्रियाओं पर प्रकाश डालते हैं और ब्रह्मांड की हमारी समझ के ज्ञान आधार को जोड़ते हैं। 2019-20 के दौरान संस्थान में किए गए "सैद्धांतिक खगोल भौतिकी और ब्रह्मांड विज्ञानः में अनुसंधान फोकस का एक विस्तृत विवरण निम्नानुसार है।

अंतरतारकीय माध्यम

सहयोगीगण यूजीन वासिलिव और यूरी शेकिनकोव के साथ, बिमन नाथ ऑप्टिकल और आईआर लाइनों का अध्ययन कर रहे हैं, जिनके गुणों को सुपरमैसिव ब्लैक होल द्रव्यमान, आकाशगंगा में गैस द्रव्यमान और तारकीय द्रव्यमान को मापने के लिए नैदानिक के रूप में इस्तेमाल किया जा सकता है। उनके अध्ययन से कुछ नेब्युलर लाइनों का चयन हुआ, जिसका अनुपात उपरोक्त वर्णित तीन महत्वपूर्ण द्रव्यमानों के आकलन के लिए उपयोगी हो सकता है।

गेलेक्टिक आउटफ्लो

विस्तृत यथार्थवादी मॉडलिंग के साथ, बिमन नाथ, सिद्धार्थ गुप्ता और सहयोगियों प्रतेक शर्मा और डेविड आयक्लर ने दिखाया है कि सुपरबबल्स में कुल गैलेक्टिक कॉस्मिक रे प्रोडक्शन के कम से कम एक चौथाई हिस्से में विंड टर्मिनेशन शॉक कम से कम एक चौथाई योगदान देता है, बाकी सुपरनोवा अवशेष से आते हैं ।अपनी पीएचडी की छात्र रणिता जन और सिद्धार्थ गुप्ता के साथ, बिमान नाथ ने गैलेक्टिक आउटफ्लो में कॉस्मिक किरणों की भूमिका का अध्ययन किया, जिसमें विस्तृत हाइड्रोडायनामिकल 2-द्रव सिमुलेशन होते हैं, और गलत विद्या को ठीक किया है कि कॉस्मिक किरणें गतिशील रूप से बहिर्वाह को प्रभावित करती हैं। मास्टर्स के छात्र पुष्पिता दास के साथ, बिमन नाथ ने एक डिस्क आकाशगंगा में सुपरबबल्स का मोंटे-कार्लो अनुकरण किया है और उस आकार के वितरण की तुलना थिंग्स सर्वेक्षण में की गई है। इस काम में उन्होंने आइएसएम में शीतलन और गैर-थर्मल दबाव के प्रभावों को शामिल किया है, बुलबुले के हाइड्रोडायनामिकल सिमुलेशन का उपयोग किया है, और टिप्पणियों के साथ तुलना की है।

गांगेय संरचना और तारकीय गतिशीलता

मिल्की वे जैसी डिस्क आकाशगंगाओं के सर्पिल पैटर्न ब्रह्मांड में सितारों और गैस द्वारा बनाई गई सबसे खूबसूरत संरचनाओं में से कुछ हैं। वे घनत्व में वृद्धि, नए स्टार गठन और कोणीय गति परिवहन के माध्यम से डिस्क विकास चला रहे हैं। 1960 के दशक का घनत्व-तरंग सिद्धांत लंबे समय तक रहने वाले सर्पिल पैटर्न का उत्पादन करने में विफल रहा क्योंकि लहर लिंडब्लड प्रतिध्वनि में अवशोषित होती है। आगे की प्रगति सावधान संख्यात्मक प्रयोगों के माध्यम से हुई, जिसने सुझाव दिया कि सर्पिल संरचना क्षणिक मोड से उत्पन्न हो सकती है जो उनके उत्थान के लिए अनुकूल परिस्थितियों का निर्माण करती है। पिछले वर्ष के दौरान, एस श्रीधर ने इस घटना का पहला-सिद्धांत थ्योरी विकसित किया है। एक क्षणिक सर्पिल मोड चरण स्थान में "गुंजयमान निशान" को पीछे रखता है। इन दागों के भीतर अपव्यय को दबा दिया जाता है, इसलिए वे शोर-उत्पन्न मोड के स्पेक्ट्रम के फिल्टर के रूप में कार्य करते हैं, कुछ चुनिंदा मोड के नवीनीकरण को बढ़ावा देते हैं। एक आकाशगंगा डिस्क द्वारा बनाए गए अवशेष निशान, एक गुजर साथी के साथ पिछले ज्वार की अन्योन्य क्रिया के कारण, अभी भी दो-सशस्त्र "भव्य डिजाइन" सर्पिल पैटर्न के सक्रिय समर्थक हो सकते हैं।

उच्च ऊर्जा खगोल भौतिकी

आरआरआई में उच्च ऊर्जा खगोल भौतिकी समूह मोंटे कार्लो सिमुलेशन के साथ गेलेक्टिक और एक्स्ट्रा गैलेक्टिक कॉस्मिक किरणों के प्रसार के मॉडलिंग में शामिल है। वे ब्रह्मांडीय त्वरक के भीतर उच्च ऊर्जा कण उत्पादन की अंतर्निहित भौतिकी को प्रकट करने के लिए गेलेक्टिक और एक्स्ट्रा गैलेक्टिक गामा किरण स्रोतों के बहु-तरंग दैर्ध्य मॉडलिंग करते हैं।

लेप्टो-हैड्रोनिक मॉडल का उपयोग करते हुए, नयनतारा गुप्ता और उनके पीएचडी छात्र सैकत दास के साथ-साथ सहयोगी सोइबुर रज्जाक ने बीएल लैकेर्ट (बीएल लैक्स) की कई वस्तुओं के बहुतरंगदैर्ध्य फोटॉन स्पेक्ट्रम की व्याख्या की है जिन्होंने बहुत अधिक ऊर्जा का पता लगाया है और दिखाया है कि अल्ट्राहै- ऊर्जा ब्रह्मांडीय किरणों की अन्योन्य क्रिया इन वस्तुओं से बहुत उच्च ऊर्जा गामा-किरणों की उत्पत्ति हो सकती है। पृथ्वी के पास मापी गई ब्रह्मांडीय किरण पॉज़िट्रॉन फ्लक्स पर हाल ही के आंकड़ों से पता चला है कि यह ऊर्जा के साथ उगता है जिसे इंटरस्टेलर हाइड्रोजन गैस के साथ ब्रह्मांडीय किरणों की अन्योन्य क्रिया द्वारा समझाया नहीं जा सकता है। अग्निभा सरकार, सायन बिस्वास और नयनतारा गुप्ता ने दिखाया है कि आणविक हाइड्रोजन के साथ ब्रह्मांडीय किरणों के आदान-प्रदान के माध्यम से जॉइंट आणविक बादलों में उत्पन्न द्वितीयक पॉज़िट्रॉन को शामिल करके पॉज़िट्रॉन की अधिकता का लेखा-जोखा किया जा सकता है। फर्मी एलएटी डिटेक्टर के डेटा के साथ एक बाल्ज़र स्रोत के दीर्घकालिक प्रकाश वक्र के विश्लेषण ने नयनतारा गुप्ता और उनके पीएचडी छात्र अविक कुमार दास और राज प्रिंस को पांच फ्लेयर्स और एक मौन अवस्था की पहचान करने में सक्षम बनाया है। यह अध्ययन उन तंत्रों को भी प्रदान करता है जो चुनिंदा फ्लेयरिंग चोटियों के प्रकाश वक्रों को समझा सकते हैं। एक आबादी के साथ एक्स्ट्रागैलेक्टिक स्रोतों की दो आबादी प्रोटॉन को तेज करती है जबकि दूसरी आबादी हीलियम, नाइट्रोजन, सिलिकॉन और आयरन को गति देती है, जो कि अल्ट्राहाई ऊर्जा कॉस्मिक किरणों के स्पेक्ट्रम और संरचना डेटा को एक अच्छा फिट प्रदान करने के लिए पाया गया था। नयनतारा गुप्ता द्वारा और सहयोगीगण न्यूट्रीनो का पता लगाने के दौरान एक ब्लाज़र, जो एक भड़कने की स्थिति में था, से बहने वाली बहु-तरंगदैर्ध्य डेटा के लेप्टो-

हैड्रॉनिक मॉडलिंग से उस ब्लाज़र के न्यूट्रीनो चरण के दौरान जेट की चमक का अनुमान लगाया गया है। अंत में, पिछले वर्ष के दौरान, 2010 की शुरुआत में ब्लेजर के दो भाग की अस्थायी और वर्णक्रमीय परिवर्तनशीलता का अध्ययन किया गया और नयनतारा गुप्ता और सहयोगीगण सोनल आर पटेल और देबंजन बोस द्वारा दो जोन उत्सर्जन मॉडल के साथ मॉडलिंग की गई।

ब्रह्मांड विज्ञान

शिव सेठी और सहयोगीगण यूजीन वासिलीव और यूरी स्केहिनोव द्वारा मुख्य रूप से 3He II की हाइपरफाइन लाइन पर विचार करके यूनिवर्स में पहले तारकीय आकार के ब्लैक होल के गठन पर अध्ययन किया गया है, जो इस ब्लैक होल के आसपास के क्षेत्र में चमक तापमान और संरचनात्मक जानकारी के लिए अनुमान प्रदान करते हैं। एक अन्य कार्य में, ब्रह्मांड में ठंडे काले पदार्थ के रूप में स्थिर आवेशित कणों के ब्रह्माण्ड संबंधी निहितार्थों पर शिव सेठी और ए पी गौतम, जो आरआरआई में एक आगंतुक छात्र थे, द्वारा विचार किया गया था, यह प्लैंक सीएमबी डेटा के साथ तीन अलग-अलग मॉडलों के लिए ब्रह्मांडीय वेधशालाओं का अध्ययन, संगणन और तुलना द्वारा किया गया । विभिन्न उपकरणों और सर्वेक्षणों के साथ HI 21-सेमी सिग्नल और लाइमैन-फ़ॉरेस्ट के क्रॉस-सहसंबंध की टिप्पणियों को ध्यान में रखते हुए अंजन सरकार और सहयोगीगण आशीस पाल और तपोमय सरकार ने क्रॉस वार्म डार्क मैटर (WDM) और WDM मास पर पावर स्पेक्ट्रम बाधाओं को जगह देने में सक्षम बनाया है।। एक अन्य काम में, अंजन सरकार और सहयोगियों ने स्क्वायर किलोमीटर एरे-लो का उपयोग करके एपोक ऑफ रिआयनाइजेशन 21 सेमी सिग्नल मल्टी-फ्रिक्वेंसी कोणीय स्पेक्ट्रम की माप के लिए भविष्यवाणियाँ की हैं।

अवलोकनीय खगोल विज्ञान

यह कई लोगों के लिए एक आश्चर्य के रूप में होगा यदि आप उन्हें बताएं कि मानव आंख रात को आकाश में क्या देखती है, जो वास्तव में ऊपर के स्वर्ग से हमारे पास आ रही है, उसका एक बहुत छोटा हिस्सा है। इसका कारण यह है कि मानव आँख विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम कहे जाने वाले बहुत बड़े पैनोरमा के सिर्फ एक छोटे से हिस्से के प्रति संवेदनशील है, जिसमें गामा किरणें, एक्स-रे, पराबैंगनी, माइक्रोवेव और रेडियो तरंगें शामिल हैं। एक मौलिक स्तर पर विकिरण के उपरोक्त विभिन्न रूप एक समान हैं, अंतर विद्युत चुम्बकीय संकेत की आवृत्ति और तरंग दैर्ध्य में निहित है। ब्रह्मांड पूरे विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम पर बात करता है और मानव मन की सहज जिज्ञासा उसे सुनने के तरीकों को विकसित करना चाहती है। खगोलविदों ने वास्तव में विकिरण के विभिन्न आवृत्ति बैंडों में "देखने" के लिए डिज़ाइन किए गए विशेष दूरबीनों का निर्माण किया है। आरआरआई राष्ट्रीय और अंतरराष्ट्रीय स्तर पर रेडियो और एक्स-रे टेलीस्कोप सुविधाओं के डिजाइन और निर्माण में शामिल रहा है - उदाहरण के लिए मर्चिसन वाइडफील्ड एरे (एमडब्ल्यूए), एसकेए टेलीस्कोप के लिए एक अग्रदूत, जो कि राष्ट्र का एक मेगाप्रोजेक्ट है, और एस्ट्रोसैट, एक मल्टी संस्थागत सहयोगी उपग्रह मिशन-इसरो द्वारा शुरू किया गया-जिसका वे नियमित रूप से रूचि की ब्रह्मांडीय वस्तुओं का अध्ययन करने के लिए उपयोग करते हैं।

रेडियो खगोल विज्ञान

पल्सर उत्सर्जन का हिंडोला मॉडल चुंबकीय अक्ष के चारों ओर घूमते हुए तारकीय सतह के बहुत निकट स्थित असतत चिंगारी के एक सेट के लिए सबपल्स ड्रिफ्टिंग की घटना का श्रेय देता है। इस मॉडल का उपयोग कर एक पल्सर के उप-व्यवहार की आवृत्ति पर निर्भरता के अध्ययन ने अविनाश देशपांडे और सहयोगीगण एस जे मैकस्वीनी, एन.डी. आर भट, एस ई ट्रेमब्ले और जी राइट को पल्सर के लिए उत्सर्जन की ऊँचाई मापने के लिए एक नई विधि के साथ आने में सक्षम बनाया है। बहुत कम आवृत्ति वाला रेडियो आकाश (20 मेगाहर्ट्ज से नीचे) अभी तक मुख्य रूप से आयनोस्फेरिक कटऑफ के कारण पर्याप्त रूप से नहीं खोजा गया है। अविनाश देशपांडे, विनुथा चंद्रशेखर, एच ए अश्वथप्पा ने सहयोगी पवन उत्तरकर के साथ एक उपयुक्त सेटअप विकसित किया और आवृत्ति निर्भर अवशोषण और समय में इसकी भिन्नता के संदर्भ में आयनोस्फेरिक छाप के लिए अनुमान लगाने और उसका उपयोग करने के लिए इसका इस्तेमाल किया। डॉ निमेश पटेल के सहयोग से, मोहित सिन्हा और रमेश बालासुब्रमण्यन के वर्तमान प्रयास एग नेबुला (एएफजीएल 2688; सीआरएल 2688) एक प्रसिद्ध प्रोटो-प्लेनेटरी नेबुला की तेज और धीमी हवाओं के बीच अन्योन्य क्रिया का अध्ययन करने के लिए है ताकि बाइनरी-प्रेरित सर्पिल शेल मॉडल के साथ आणविक टिप्पणियों की तुलना कर सकें । अपने तटस्थ हाइड्रोजन वेग फैलाव का उपयोग करते हुए फेस-ऑन आकाशगंगा डिस्क के गतिशील द्रव्यमान को प्राप्त करने के लिए एक विधि का विकास पिछले साल के दौरान एस के द्वारकानाथ और सहयोगीगण मौसमी दास, स्टेसी एस मैकगौ, रोजर इंजामासिमनाना और जेम्स शोमबर्ट द्वारा किया गया था। आकाशगंगाओं के एक नमूने के लिए इस पद्धति के अनुप्रयोग ने ऐसी अंतर्दृष्टि प्रदान की है जो इन आकाशगंगाओं में सामान्य और काले पदार्थ के द्रव्यमान वितरण को समझाने के लिए महत्वपूर्ण हैं। क्षितिज केलकर, केएस द्वारकानाथ और सहयोगीगण बियांका एम पॉगिएंटी, एलेसिया मोरेती), रोजेरियो मोंटेइरो- ओलिवेरा, रुबेन्स मचाडो, गैस्टो लीमा-नेटो, जैकोपो फ्रिट्ज़, बेंडेट्टा वल्कनी, मार्को गुलिउस्ज़िक और डेनिएला बेट्टोनी द्वारा बाद के विलय क्लस्टर प्रणाली में आकाशगंगाओं के स्टार गठन गुणों का विस्तृत विश्लेषण ने खुलासा किया है कि इसमें बड़े पैमाने पर (M (सितारे) 10M (सूर्य) से अधिक) नीले नियमित स्टार बनाने वाले सर्पिल हैं जो अधिकतम विलय के झटके वाले क्षेत्रों में हैं, लेकिन रिलैक्स्ड क्लस्टर्स में उन के समान स्टार दरों का प्रदर्शन करते हैं। समान अवधि और निम्न-द्रव्यमान (M (तारा) 10M (सूर्य) से कम के समूह में देर से आने वाली ब्लू पोस्ट-स्टार फट आकाशगंगाएँ हैं जो या तो सदमे से प्रेरित स्टार गठन कम द्रव्यमान वाले सर्पिल के तेजी से शमन के परिणामस्वरूप बन सकती हैं या विलय की शुरुआत में इंट्राक्लस्टर मध्यम दबाव में तीव्र वृद्धि के कारण । केएस द्वारकानाथ, शिव सेठी और सहयोगीगण आदित्य चौधरी, निसिम कानेकर और जयराम चेंगलूर द्वारा स्टार-बनाने वाली आकाशगंगाओं के एक बड़े नमूने में रेडशिफ्टेड HI 21cm लाइन के अवलोकन ने उन्हें लगभग 1 के बराबर एक रेडशिफ्ट z पर सितारा-गठन आकाशगंगाओं के औसत HI द्रव्यमान को मापने की अनुमति दी है और आकाशगंगा एसम्बली की अवधि के बाद कॉस्मिक स्टार-गठन दरों के लिए निहितार्थ प्रदान की हैं। केएस द्वारकानाथ और सहयोगीगण सुमना नंदी और मौसमी दास ने आर्काइवल मल्टीफ्रीक्वेंसी टिप्पणियों के साथ विशालकाय मीटरवेव रेडियो टेलीस्कोप

(जीएमआरटी) का उपयोग करते हुए अल्ट्रा ल्यूमिनस अवरक्त आकाशगंगाओं (ULIRGs) की रेडियो टिप्पणियों का अध्ययन किया है और निष्कर्ष निकाला है कि हालांकि अधिकांश ULIRGs kpc पैमाने पर परमाणु गतिविधि के साथ,विस्तारित रेडियो प्रसारण नहीं दिखाते हैं, उनके रेडियो वर्णक्रमीय ऊर्जा वितरण युवा रेडियो आकाशगंगाओं के हस्ताक्षर दिखाते हैं। सहयोगी आंद्रे ऑफ्रिंगा के साथ, जिष्णु नंबिसन ने 21 सेमी सिग्नल के पावर स्पेक्ट्रा को LOFAR इंस्ट्रूमेंट का उपयोग करके मापा है और उत्तरी आकाशीय ध्रुव (NCP) के करीब क्षेत्रों में से एक के अवलोकन से डेटा का विश्लेषण किया है।

एक्स-रे खगोल विज्ञान

सघन एक्स-रे बायनेरिज़ एक सघन वस्तु, एक न्यूट्रॉन स्टार या एक ब्लैक होल और एक साथी 'सामान्य' स्टार से बना होता है। न्यूट्रॉन तारे का गहन गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र साथी तारे से न्यूट्रॉन तारे पर जमने का कारण बनता है, जिससे एक्स-रे का निर्माण होता है। एक्स-रे खगोल विज्ञान ऐसी वस्तुओं का अध्ययन करने के लिए एक शक्तिशाली उपकरण है। चुंबकीय क्षेत्र ज्यामिति और शक्ति, आस-पास के माध्यम की रासायनिक संरचना और एक्स-रे बायनेरिज़ की त्रिज्या और त्रिज्या विकास, अभिवृद्धि डिस्क के संरचनात्मक विकास और इसके समय के पैमाने, और तारकीय हवाओं में संरचना जैसे सिस्टम मापदंडों के बारे में जानकारी का ढेर सघन एक्स-रे बायनेरिज़ से एक्स-रे आउटपुट का सावधानीपूर्वक विश्लेषण करके प्राप्त किया जा सकता है। अनुसंधान विभिन्न एक्स-रे वेधशालाओं के डेटा का उपयोग करके कैटासीलमिक वेरिएबल सिस्टम और अल्ट्रा-ल्यूमिनियस एक्स-रे स्रोतों का अध्ययन करने की ओर भी है। 2019-20 के दौरान आरआरआई खगोलविदों द्वारा जांच किए गए सघन एक्स-रे स्रोतों के विभिन्न पहलुओं का संक्षिप्त विवरण नीचे दिया गया है।

ब्रॉडबैंड स्पेक्ट्रल-टाइमिंग विश्लेषण और बिस्वजीत पॉल और सहयोगीगण प्रगति प्रधान और चंद्रेई मैत्रा द्वारा एक्स-रे बाइनरी एसएमसी एक्स -1 से स्पेक्ट्रम का एक विस्तृत अध्ययन और फिटिंग ने सुझाव दिया है कि सुपर-ऑर्बिटल मॉड्यूलेशन पहले से अधिक विकृत अभिवृद्धि डिस्क में अवशोषण के कारण नहीं होता है परन्तु अलग-अलग सुपर-ऑर्बिटल अवस्थाओं में न्यूट्रॉन तारे से निकलने वाली एक्स-रे में आंतरिक परिवर्तन के कारण भी होता है। इस अध्ययन ने न्यूट्रॉन स्टार की चुंबकीय क्षेत्र की ताकत के लिए अनुमान भी प्रदान किए। बिस्वजीत पॉल, उनकी पीएचडी छात्रा संहिता कबीरज और सहयोगी नाज़मा इस्लाम द्वारा एक उच्च द्रव्यमान एक्स-रे बाइनरी की कक्षीय प्रोफ़ाइल में एक कम तीव्रता के चरण की जांच के परिणाम ने संकेत दिया है कि कम तीव्रता की स्थिति पहले सोचे गए रूप में एक्लिप्स नहीं हो सकती है, लेकिन तारकीय कोरोना में अवशोषण। बिस्वजीत पॉल और उनके सहयोगीगण प्रगति प्रधान, एनरिको बूज़ो, एंटोनिस मानउसकीस और कार्लो फेरिंगो के हालिया प्रयास क्लासिकल सुपरजाइंट एक्स-रे बाइनरी से क्लंपली हवा के प्रवाह की जांच करने और सुपरजाइंट फास्ट एक्स-रे क्षणिकों के लिए इसी तरह के अध्ययन के साथ तुलना करने की ओर थे। एक्स-रे वेधशालाओं से एक साथ डेटा का उपयोग करते हुए, विक्रम राणा और सहयोगीगण अनिरबन दत्ता और कोजी मुकाई ने बौना नोवा के प्रकोप और अर्धवृत्ताकार चरणों के दौरान ज्यामिति और अभिवृद्धि डिस्क के तापमान और संरचना जैसे गुणों में परिवर्तन का अध्ययन किया है। विक्रम राणा, अपने पीएचडी छात्र तनुमान घोष और सहयोगी डोमिनिक वोल्तान द्वारा एक अल्ट्रा ल्यूमिनस एक्स-रे स्रोत के अध्ययन ने उन्हें उस विशेष स्रोत से डिस्क ज्यामिति और उत्सर्जन गतिशीलता को समझने में सक्षम बनाया है।

प्रायोगिक खगोल विज्ञान

सुविधाओं के साथ अवलोकन संबंधी खगोल विज्ञान को आगे बढ़ाने के अलावा, आरआरआई खगोलविद वास्तव में विशिष्ट अनसुलझी समस्याओं पर ध्यान देने के साथ विकिरण के विभिन्न आवृत्ति बैंडों में "देखने" के लिए डिज़ाइन किए गए विशेष टेलीस्कोपों का निर्माण करते हैं। अवलोकन योग्य ब्रह्मांड के बारे में ज्ञान की सीमाओं को आगे बढ़ाने के लिए और अंतरिक्ष के छिपे हुए क्षेत्रों को देखने की आवश्यकता के लिए अविश्वसनीय खोज ने बेहतर, कुशल और संवेदनशील दूरबीनों और संबंधित रिसीवर और एल्गोरिदम की आवश्यकता को पूरा किया है। पिछले एक साल में आरआरआई में एए शोध ने इन दोनों पहलुओं पर ध्यान केंद्रित किया है और आरआरआई खगोलविदों और इंजीनियरों को राष्ट्रीय और अंतरराष्ट्रीय स्तर पर रेडियो और एक्स-रे दूरबीनों के डिजाइन और निर्माण में शामिल किया गया है: पोलीक्स नामक एक्स-रे पोलारीमीटर पेलोड, जिसे अंतरिक्ष में पहला समर्पित एक्स-रे पोलारीमीटर मिशन के लिए तैयार किया गया है, एक सटीक रेडियोमीटर जिसे SARAS कहा जाता है, जो 40-230 मेगाहर्ट्ज रेडियो बैंड में काम कर रहा है, जो कॉस्मिक रेडियो बैकग्राउंड, PRATUSH, में वर्णक्रमीय विकृतियों का पता लगाने के लिए समर्पित है। चंद्र की कक्षा में एक प्रस्तावित रेडियोमीटर जिसका उद्देश्य हमारे ब्रह्मांड के कॉस्मिक डॉन से एक कुशल रैखिक एरे इमेजर, एक सुपरनोवा खोज इंजन, जो रेडियो तरंगदैर्ध्य पर काम कर रहा है, और स्काई वॉच ऐरे नेटवर्क (स्वान) से 21-सेमी सिग्नल का पता लगाना है, जो मुख्य रूप से क्षणिक रेडियो आकाश की खोज करता है।

मयूरी एस राव, सौरभ सिंह, जिष्णु नंबिसन, रवि सुब्रह्मण्यन, उदयशंकर एन, आरआरआई के सीएमबी विकृतियों लैब, इलेक्ट्रॉनिक्स इंजीनियरिंग ग्रुप, मैकेनिकल इंजीनियरिंग सर्विसेज के अन्य सदस्य और अंतर्राष्ट्रीय सहयोगी अलग-अलग प्रयोगों के साथ जुड़े हुए हैं जो स्थलीय रूप से और अंतरिक्ष में हैं जिनका लक्ष्य यूनिवर्स के विकास को बेहतर ढंग से समझने के लिए न्यूट्रल हाइड्रोजन से 21-सेमी संकेत का पता लगाना है। विगत वर्ष के दौरान,एक सटीक वर्णक्रमीय-रेडियोमीटर चैंद्रयान -3 मिशन पर पेलोड के रूप में PRADUSH-C3 के विकास और अनुकूलन पर प्रगति हुई है । फोकस SARAS-3 प्रणाली की कमीशनिंग और तैनाती पर भी रहा है, जिसका एक और प्रयोग वैश्विक 21-सेमी सिग्नल का पता लगाने के उद्देश्य से किया गया है। 2019-20 के दौरान, ISRO के उपग्रह XPoSat पर पेलोड के रूप में लॉन्च किए जाने वाले एक भारतीय एक्स-रे पोलारीमीटर POLIX के योग्यता मॉडल (QM) और उड़ान मॉडल (FM) को पूरा करने की दिशा में महत्वपूर्ण प्रगति हुई है। बिस्वजीत पॉल, पीवी ऋषिन, विक्रम राणा, एमआर गोलप्रकृष्ण, एस कृष्णमूर्ति, मोहम्मद इब्राहिम, एम, हेमंत पूजा वर्मा, मोहम्मद इरशाद, हरिकृष्ण साहू, जी राजगोपाला, नंदिनी श्रीआनंद, टीएस ममता, पी संध्या, अश्विन देवराज,अभिलाष कुलकर्णी, वरुण और मैकेनिकल इंजीनियरिंग सेवाओं के कई सदस्यों ने क्यूएम और एफएम दोनों को विकसित करने में प्रमुख योगदान दिया है। हार्ड एक्स-रे दूरबीन के लिए प्रौद्योगिकी

के विकास में एक सहयोगी प्रयास की ओर, विक्रम राणा ने एपोक्सी और सटीक रूप से मशीनी ग्रेफाइट स्पेसर्स का उपयोग करके फ्लैट ग्लास दर्पणों को स्टैक करने के लिए एक स्वचालित एपॉक्सी डिस्पेंसिंग मशीन को डिजाइन और विकसित किया है। पिछले वर्ष ने 7-टाइल्स के भारतीय स्वान प्रदर्शनकारी प्रणाली को देखा था, जो वर्तमान में गौरीबिदनूर फील्ड स्टेशन में स्थित है जो अलग-अलग बीमफॉर्मर आपूर्ति और नियंत्रण हार्डवेयर / सॉफ्टवेयर के साथ-साथ जीपीएस-डिसिप्लिंड रूबिडियम फ्रीक्वेंसी मानक को सफलतापूर्वक शामिल करने के बाद पुनः स्थापन के लिए तैयार किया गया । संदीप एच, अविनाश कोटला, संदीप के, चार्ल्स पॉल, और रमेश बी ने पिछले एक साल के दौरान एंटीना बेस सिविल स्ट्रक्चर के साथ ईएलआई दूरबीन के निर्माण में और विभिन्न संयुक्त भागों को बनाने और स्थापित करने में प्रगति की।

एल्गोरिदम और सिग्नल प्रोसेसिंग

संस्थान में अनुसंधान का प्रयास विकासशील तरीकों और एल्गोरिदम पर भी केंद्रित है जो पृष्ठभूमि से आवश्यक संकेत का पता लगा सकता है या सैद्धांतिक मॉडल के पैरामीटर स्थान पर उपयोगी बाधाओं को स्थापित करता है। अविनाश देशपांडे और सहयोगी अल्बर्ट शाजी द्वारा अधिकतम एन्ट्रॉपिक प्रायिकता घनत्व वितरण (PDFs) की जांच-p. log(p) से भिन्न एन्ट्रापी कार्यों को मानते हुए दिखाया गया है कि -log (p) एन्ट्रॉपी के लिए, अधिकतम एन्ट्रोपिक वितरण काउची वितरण है, पीडीएफ के रूप में प्रासंगिक केवल कुछ मापदंडों को चिह्नित करने की सीमा में है।

(ऊपर बायाँ) प्रतूष का एक वैचारिक डिजाइनः हाइड्रोजन से सिग्नल का उपयोग करते हुए ब्रह्मांड का पुनः आयनीकरण चंद्रमा की कक्षा में एक प्रस्तावित रेडियोमीटर है जो हमारे ब्रह्मांड में पहले तारों और आकाशगंगाओं के बारे में जानकारी का खजाना प्रकट करेगा। RRI सीएमबी विकृति लैब के सदस्यों द्वारा प्रस्तावित PRATUSH को 2019-2020 में पूर्व-परियोजना अध्ययन मोड के लिए ISRO द्वारा वित्त पोषित किया गया। **(नीचे बायाँ)** फ्लैट एक्स-रे मिरर को स्टैक करने के लिए स्वचालित एपॉक्सी डिस्पेंसिंग मशीन। यह प्रयास एक कठोर एक्स-रे दूरबीन के निर्माण की ओर है। **(दाएं)** गौरीबिदानूर फील्ड स्टेशन पर निर्मित दक्ष रैखिक सरणी इमेजर टेलिस्कोप बैकअप संरचना का एक दृश्य।

प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी

अवलोकन

ब्रह्माण्ड से लेकर परमाणु जैसे छोटे पैमाने तक के आकार की वस्तुओं के भौतिक गुणों के बारे में वैज्ञानिक कैसे सीखते हैं, इस बारे में प्रकाश और पदार्थ की अंतःक्रिया होती है। रमन रिसर्च इंस्टीट्यूट में प्रकाश और पदार्थ भौतिकी (एलएएमपी) समूह के सदस्य विद्युत चुम्बकीय (ईएम) तरंगों के मूल गुणों और गैसीय तटस्थ परमाणुओं, आयनों, पराबैंगनी और विदेशी राज्यों के साथ ईएम तरंगों के संपर्क की प्रकृति पर अनुसंधान में लगे हुए हैं। मामला। इन अध्ययनों का अंतर्निहित विषय मूलभूत प्रक्रियाओं को उजागर करना है जो अध्ययन किए गए घटना की हमारी समझ को गुणात्मक रूप से बेहतर बनाएंगे और नए मार्गदर्शक सिद्धांत प्रदान करेंगे। इस प्रकार प्राप्त ज्ञान इन सिद्धांतों को मौलिक और लागू स्तर दोनों में उपयोग करने में मदद करेगा।

अति/अल्ट्रा-शीतल परमाणु और अणु

LAMP समूह में अनुसंधान के एक प्रमुख क्षेत्र में कम तापमान पर विद्युत चुम्बकीय क्षेत्रों के साथ और उनके बीच अन्योन्य क्रिया का अध्ययन करने के लिए परमाणुओं, आयनों और अणुओं को ठंडा करना और ट्रैपिंग शामिल है।

आरआरआई में हाल ही में शुरू की गई गतिविधि अल्ट्रा-कोल्ड परमाणु बादलों के मिश्रण के साथ एक नए अत्याधुनिक कला प्रायोगिक प्रणाली की स्थापना है। इस लैब का दीर्घकालिक लक्ष्य ट्यून करने योग्य, लंबी दूरी के द्विध्रुवीय इंटरैक्शन के साथ क्वांटम पतित ध्रुवीय अणुओं के गठन की जांच करना होगा। ऐसा क्षेत्र जहाँ इस तरह की प्रणाली एक बहुत उपयोगी उपकरण होगा, एक कण्ट्रोलेबल सेटअप में जटिल संघनित पदार्थ घटना को अनुकरण करने के लिए है। इसके लिए, सप्तर्षि चौधरी के साथ-साथ टीम के सदस्य सागर सूत्रधार, श्रेया बागची, बियुत बिकाश बोरुआ और संजुक्ता रॉय ने उद्देश्य-निर्मित अल्ट्रा-हाई वैक्यूम और लेजर सिस्टम विकसित करने पर ध्यान केंद्रित किया है। विशेष रूप से, उन्होंने K और Na परमाणुओं के लिए दो-आयामी मैग्नेटो ऑप्टिकल ट्रैप (2D-MOT) के रूप में दो उच्च-प्रवाह परमाणु बीम स्रोतों को डिज़ाइन किया है। पिछले शैक्षणिक वर्ष में उन्होंने अल्ट्राहाई वैक्यूम सिस्टम स्थापित किया है और पंप करने के बाद अल्ट्राहाई वैक्यूम (10-10 mbar से कम) प्राप्त किया है। एक चुंबकीय परिवहन चरण को एक साथ बड़े प्रकाशीय अभिगम और अल्ट्रा-उच्च वैक्यूम के साथ एक जुड़े ग्लास वैक्यूम सेल के लिए लगभग एक मीटर की दूरी पर एक चलती चुंबकीय जाल में फंसे हुए परमाणुओं को परिवहन करने के लिए डिज़ाइन किया गया था। डिजाइन और कार्यान्वयन के कुछ पहलुओं को पूरी तरह से आरआरआई सुविधाओं का उपयोग करके किया गया था। पिछले वर्ष के दौरान सुभजीत भर, महेश्वर स्वार, संजुक्ता रॉय और सप्तऋषि चौधुरी ने क्वांटम प्रसार पर अध्ययन किया, जहां सब -मिली-केल्विन तापमान पर परमाणुओं के प्रसार का अध्ययन किया गया था जब वे अचानक एक जाल की क्षमता से मुक्त हो जाते हैं । माप के इस सेट को सिद्धांत सहयोगी सुपर्णा सिन्हा, उर्वशी सतपथी और राफेल सोरकिन द्वारा प्रेरित और समर्थित किया गया।

हाइब्रिड ट्रैप प्रयोगों में ट्रैप हुई अल्ट्राकोल्ड गैसों (परमाणुओं, अणुओं, आयनों और संकीर्ण-बैंड प्रकाश) में परस्पर क्रियाएँ

प्रश्न जो, क्वांटम इंटरैक्शन (QuaInt) लैब पूछता है कि: विभिन्न प्रजातियों और प्रकारों की पतली गैसें एक दूसरे से कैसे परस्पर क्रियाएँ करती है? अति शीतल तापमान, ऊर्जा में छोटे परिवर्तन परस्पर क्रियाओं की प्रकृति में बड़ा बदलाव ला सकते हैं।

सादिक रंगवाला और उनके समूह के सदस्य अमरेन्द्र पांडे, निरंजन माइनेनी, निशांत जोशी ने सहयोगीगण आर वेक्सियाउ और ओलिवियर डुलियू के साथ, इलेक्ट्रॉनिक ग्राउंड और पहले उत्साहित अवस्थाओं के लिए आइसोटोप स्वतंत्र $^{7}Li^{+}$-^{7}Li विभव ऊर्जा वक्रों की गणना की है। उन्होंने $^{7}Li^{+}$-^{7}Li टक्कर के लिए s-लहर शासन के लिए अल्ट्रा-लो ऊर्जा डोमेन पर ध्यानकेंद्रित करने के साथ बिखरने वाले चरण बदलाव और कुल बिखरने वाले क्रॉस सेक्शन की गणना की। सादिक रंगवाला ने भौतिकी समाचार के लिए एक लेख लिखा जिसमें उन्होंने कई कण प्रणालियों की समझ के लिए बहुत सावधानी से परमाणुओं, अणुओं और आयनों की ठंड और फंसी हुई प्रजातियों के बीच अन्योन्य क्रिया का अध्ययन करने की आवश्यकता बताई। सादिक रंगवाला, अपने पीएचडी छात्र राहुल सावंत और सहयोगी सौरव दत्ता ने भी विभिन्न प्रजातियों के परमाणुओं और आयनों को टकराने के द्रव्यमान अनुपात पर अपने पहले के अध्ययन को आगे बढ़ाया और साबित कर दिया कि परमाणु द्रव्यमान से कम आयनिक द्रव्यमान के लिए कम शीतलन होता है। इसके अलावा, पोषक परमाणु A द्वारा आयन A^{+} को ठंडा करने के लिए, गुंजयमान आवेश विनिमय (RCE) का तंत्र आयन A^{+} के अत्यंत दक्ष शीतलन की अनुमति देता है।

कमरे के तापमान पर परमाणुओं के साथ सटीक परमाणु - प्रकाश अंतःक्रिया और स्पेक्ट्रोस्कोपी।

सूक्ष्म परमाणु – प्रकाश अंतःक्रिया और स्पेक्ट्रोस्कोपी, प्रकाश पदार्थ अंतःक्रिया के उन अध्ययनों को संदर्भित करता है जहां आवृत्ति और स्थानिक डोमेन में रिज़ॉल्यूशन का प्रदर्शन किया जाता है, जो कि एक फोटॉन स्कैटरिंग प्रक्रिया के दौरान प्राप्त किए गए से अधिक है। इसमें वह अध्ययन भी शामिल है जहां अध्ययन के तहत प्रणाली के बारे में जानकारी प्राप्त करने के लिए एक निकट गैर-विध्वंस माप किया जाता है।

अल्ट्रा कोल्ड परमाणुओं से स्पिन शोर सहसंबंध स्पेक्ट्रोस्कोपी माप महेश्वर स्वार, दिब्येंदु रॉय, सुभजीत भर, संजुक्ता रॉय और सप्तऋषि चौधुरी द्वारा थर्मल परमाणुओं पर पूर्व स्पिन शोर अध्ययन के विस्तार के रूप में किया गया था। हालांकि

पिछले शोध कार्यों का मुख्य आकर्षण उच्च परिशुद्धता मैग्नेटोमेट्री का प्रदर्शन था, जो कि विभिन्न हाइपरफाइन अवस्थाओं में स्पिन शोर माप और गैर-क्षोभीय पहचान का उपयोग करके ठंडे परमाणुओं में अवलोकन का विस्तार करके किया गया था, अब, उन्होंने न केवल दो क्रमों द्वारा मैग्नेटोमेट्री सटीकता में सुधार किया है बल्कि परिमाण के क्वांटम सहसंबंधों को मापने के लिए इस तकनीक का उपयोग करने की क्षमता का प्रदर्शन भी किया।

पिछले कुछ वर्षों से अंडाल नारायणन अपने छात्रों और सहयोगियों के साथ प्रायोगिक तौर पर एक परमाणु-प्रकाश अन्योन्य क्रिया घटना का अध्ययन कर रहे हैं जहां प्रकाश और पदार्थ के बीच सुसंगत अन्योन्य क्रिया होती है। इस सुसंगत अन्योन्य क्रिया का उपयोग रैखिक अवशोषण को खत्म करने के लिए किया जा सकता है,, बहुत निम्न प्रकाश तीव्रताओं वाले गैर-रैखिक अन्योन्य क्रिया को बढ़ा सकता है, एक कमजोर जांच बीम को बढ़ा सकता है और बहुत कम या शून्य शोर के साथ बहुत अलग आवृत्ति शासनों के बीच डिजिटल सिग्नल भेज सकता है। अतीत में, इन प्रभावों में से कई माइक्रोवेव और ऑप्टिकल क्षेत्रों के साथ अन्योन्य क्रिया करने वाले डाइल्यूट परमाणुओं के साथ प्राप्त किया गया था। पिछले वर्ष के दौरान अंडाल नारायणन और उनकी पीएचडी की छात्रा आशा के।, अद्वैत केवी और प्रदोष केएन के साथ-साथ सहयोगीगण बैरी सैंडर्स और फैबिन ब्रेटेनेकर ने लगभग 7 dB द्वारा जांच ऑप्टिकल क्षेत्र के एक प्रवर्धन का प्रदर्शन किया है, जिसे माइक्रोवेव के चरण द्वारा नियंत्रित किया जाता है। इस प्रकार एक ईएम क्षेत्र के चरण संवेदनशील सुसंगत प्रवर्धन का प्रदर्शन करना जो एक अन्य ईएम क्षेत्र द्वारा नियंत्रित होता है जो आवृत्ति में कई क्रमों से पृथक हैं।

तीव्र प्रकाश - पदार्थ अंत: क्रिया

एक सामग्री की प्रकाशीय प्रतिक्रिया, विकिरण के संबंध में रैखिक रूप से होती है। हालांकि, जब आने वाले विकिरण की तीव्रता पर्याप्त रूप से अधिक होती है, तो सामग्री गैर-रैखिक रूप से प्रतिक्रिया कर सकती है। पदार्थ के साथ तीव्र प्रकाश की अंतःक्रिया के अध्ययन को अरेखीय प्रकाशिकी के रूप में जाना जाता है। पिछले वर्ष के दौरान अनुसंधान नैनोसंरचना और इनपुट की तीव्रता के संबंध में प्रकाश को संचारित करने में सक्षम अन्य सामग्रियों पर अध्ययन किया गया है। इस तरह की सामग्रियों में प्रकाशीय सीमाएं और संतृप्त अवशोषण सहित विभिन्न प्रकार के अनुप्रयोग होते हैं। प्रकाशीय सीमाएं, उदाहरण के लिए, ऐसी सामग्री है जो उत्पादन प्रवाह को सीमित करके तीव्र लेजर पल्सों को सुरक्षित सीमा तक पहुंचा सकती है ताकि नाजुक ऑप्टिकल उपकरणों, ऑप्टिकल सेंसर और मानव आंखों को आकस्मिक या शत्रुतापूर्ण जोखिम से बचाया जा सके।

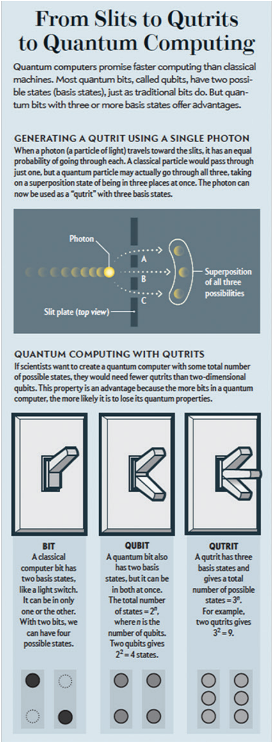
पिछले वर्ष के दौरान, आरआरआई में रीजी फिलिप के अल्ट्राफास्ट और अरैखिक ऑप्टिक्स लैब के सदस्य और सहयोगियों ने ऑप्टिकल लिमिटर्स के रूप में अनुप्रयोगों के लिए विभिन्न सामग्रियों के अरैखिक अवशोषण का अध्ययन किया; इस अध्ययन से प्राप्त परिणामों से मानव की आंखों की सुरक्षा के लिए दक्ष ऑप्टिकल लीमीटर्स के अनुप्रयोग के तौर पर और हानिकारक लेजर विकिरण के आकस्मिक जोखिम से संवेदनशील ऑप्टिकल डिटेक्टरों के लिए इन सामग्रियों की क्षमता के बारे में संकेत मिलता है। रीजी फिलिप और उनके समूह के सदस्य प्रणिता शंकर, ज्योतिस थॉमस, एच डी शशिकला ने संवर्धित एक्स-रे उत्पादन की क्षमताओं के साथ Ag नैनोकणों से लेजर प्रेरित प्लाज्मा उत्पन्न किया। उन्होंने प्लाज्मा बनाने के लिए 150 फेम्टोसेकन्ड, 800 nm लेजर पल्सेस का उपयोग करके एक Ag नैनो पार्टिकल कोलाइडल सस्पेंशन के एक पतले बहने वाले जेट (250 μm) का अविकिरण किया, जो 100 keV ऊर्जा तक के ब्रेम्सस्ट्रालंग एक्स-रे उत्सर्जित करता है। निरंतर लेज़र अविकिरण के दौरान प्रवाहित जेट प्लाज्मा स्रोत की दीर्घकालिक स्थिरता सुनिश्चित करता है। अग्रदूत नमक घोल की तुलना में नैनोपार्टिकल निलंबन में एक्स-रे उपज में 30 गुना वृद्धि देखी जाती है। रीजी फिलिप और सहयोगी के के अनूप ने लेजर प्रेरित सूक्ष्म और नैनोस्केल पैटरिंग सतहों द्वारा टिकाऊ सुपरहाइड्रोफिलिक सतहों का निर्माण किया। लंबे समय तक चलने वाले और टिकाऊ सुपरहाइड्रोफिलिक सिलिकॉन को किसी भी रासायनिक पोस्ट-प्रोसेसिंग को रोजगार देने की आवश्यकता के बिना मास्क रहित, कॉम्पैक्ट और लागत प्रभावी नैनोसेकंड लेजर लेखन का उपयोग करके प्राप्त किया गया था। इन सतहों के संभावित अनुप्रयोगों में हीट एक्सचेंजर्स, बायोसेंसर, सेल चिपकने और स्व-सफाई सौर सेल शामिल हैं।

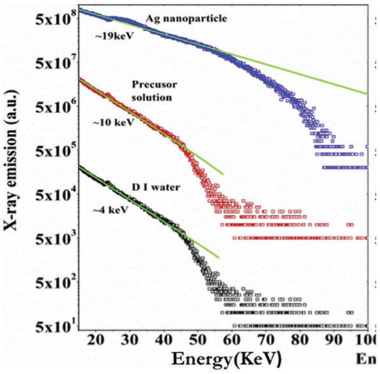
क्वांटम सूचना, कंप्यूटिंग और संचार

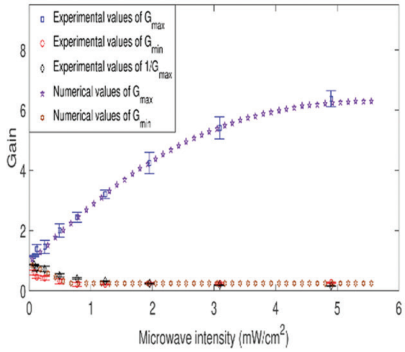
क्वांटम संचार और क्वांटम सूचना (क्यूआई) का क्षेत्र एक आकर्षक क्षेत्र है जो संचार और सूचना के मौलिक और व्यावहारिक दोनों पहलुओं को फैलाता है, जो सूचना विनिमय की मौजूदा तकनीक से गुणात्मक रूप से भिन्न है। क्यूआई के प्रोटोकॉल को स्थानांतरित करने वाली जानकारी क्वांटम यांत्रिकी के नियमों पर आधारित होती है जो सूचना हस्तांतरण की अभूतपूर्व सूचना सिद्धांत सुरक्षा प्रदान करती है।

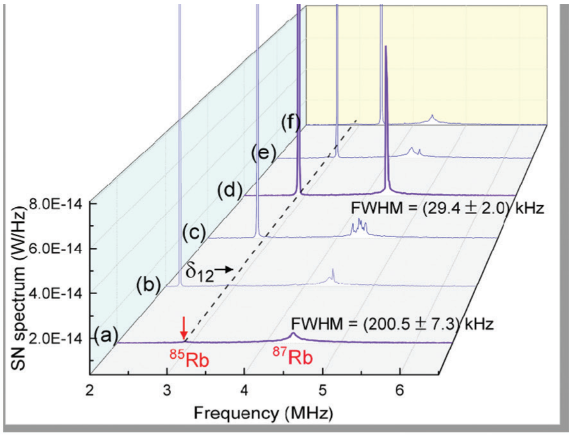
आरआरआई में क्वांटम सूचना और कम्प्यूटिंग लैब (क्विक) में, उर्वशी सिन्हा, टीम के सदस्य ऋषभ चटर्जी, सौरव चटर्जी, कौशिक जोर्डर, ए नागलक्ष्मी, ए अनुराधा, रक्षिता आर एम के साथ कई परियोजनाओं पर काम कर रहे हैं, जिसमें मुक्त स्थान में विभिन्न क्वांटम कुंजी वितरण (QKD) प्रोटोकॉल, फाइबर के साथ-साथ एकीकृत फोटोनिक चिप्स की जांच शामिल हैं। क्विक लैब भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन के सहयोग से भारत की पहली उपग्रह आधारित QKD परियोजना का नेतृत्व कर रहा है। इस परियोजना के लिए उर्वशी सिन्हा और उनकी टीम के सदस्यों ने अपनी प्रयोगशाला में B92 प्रोटोकॉल नामक एक QKD प्रोटोकॉल की स्थापना की, जिसकी औसत कुंजी 46 Kbits / सेकंड की है और ~ 2 मीटर मुक्त स्थान की दूरी पर औसत QBER 3.5% है। वे एक बहुत आवश्यक सिमुलेशन टूलकिट भी साथ लाए, जो कि व्यावहारिक प्रायोगिक खामियों को ध्यान में रखते हुए एन्ड टू एन्ड QKD प्रोटोकॉल को अनुकरित करने में सक्षम हो । यह प्रयोगशाला विभिन्न भौतिक समस्याओं के लिए एकल और उलझे हुए फोटॉनों के निर्माण और उन्हें लागू करने वाली भारत की पहली प्रयोगशालाओं में से एक है। पिछले वर्ष इस बात को स्वीकार करते हुए, उर्वशी सिन्हा को ऑप्टिकल सोसाइटी ऑफ़ अमेरिका द्वारा प्रकाशित प्रसिद्ध ब्रॉड स्पेक्ट्रम ऑप्टिक्स पत्रिका ऑप्टिक्स एंड फोटोनिक्स न्यूज़ (ओपीएन) द्वारा एकल फोटॉन स्रोतों में कला की स्थिति की

समीक्षा करते हुए एक फीचर लेख लिखने का निमंत्रण मिला। स्लिट आधारित हस्तक्षेप प्रयोगों में सुपरपोजिशन सिद्धांत के लिए एक सुधार शब्द का अस्तित्व प्रयोगात्मक रूप से 2018 में उनके द्वारा मापा गया था। मूल रूप से उर्वशी सिन्हा और उनकी टीम ने सैद्धांतिक रूप से इस सुधार शब्द के अस्तित्व का प्रस्ताव रखा था। इस साल, उर्वशी सिन्हा को प्रतिष्ठित साइंटिफिक अमेरिकन के लिए के इस पूरे कार्य पर एक लेख लिखने के लिए आमंत्रित किया गया था। क्वांटम सूचना के क्षेत्र में उर्वशी सिन्हा और उनके सहयोगी सी जेबाराथिनम और डी होम एक नई योजना लेकर आए हैं जिसके तहत वे सांख्यिकीय सहसंबंध उपायों और उलझाव के ज्ञात उपायों के बीच विश्लेषणात्मक संबंध खोजने में सक्षम हुए हैं। इसके अलावा, उर्वशी सिन्हा और आशुतोष सिंह उच्च आयामी क्वांटम सिस्टम के लिए एक उलझी हुई संरक्षण योजना के साथ आए हैं।









(बायाँ) क्वांटम स्लिट्स ओपन्स न्यू डोर्स से चित्रण, यू सिन्हा, वैज्ञानिक अमेरिकी (आमंत्रित लेख), जनवरी 2020 अंक [चित्रण सौजन्य: निक बॉकेलमैन **(ऊपर मध्य)** 7.4×10^{14} W/cm² की एक लेजर पल्स तीव्रता के लिए Ag और Au नैनोपार्टिकल निलंबन और उनके अग्रदूत घोल में मापा ब्रेम्सस्टरलंग एक्स-रे उत्सर्जन का ऊर्जा स्पेक्ट्रम। पहले 9000 लेज़र पल्सेस के लिए मापी गई कुल गणना को दिखाया गया है [पी संकर और अन्य से, ऑप्ट मैट 92, 30 (2019)]। **(ऊपर दायाँ)** रूबिडियम परमाणुओं में स्पिन सहसंबंध स्पेक्ट्रोस्कोपी के माध्यम से स्पिन विनिमय टकराव की प्रत्यक्ष पहचान। **(नीचे दायाँ)** माइक्रोवेव की तीव्रता के कार्य के रूप में प्लॉट किए गए ऑप्टिकल क्षेत्र का अधिकतम और न्यूनतम लाभ।

मृदु संघनित पदार्थ

अवलोकन

नरम पदार्थ, जैसा कि नाम है, उन सामग्रियों को शामिल करता है जो थर्मल उतार-चढ़ाव और बाहरी ताकतों द्वारा आसानी से विकृत हो जाते हैं। नरम पदार्थ के कुछ सामान्य उदाहरण जो हम अपने दैनिक जीवन में उपयोग करते हैं, उनमें लोशन, क्रीम, दूध और पेंट आदि शामिल हैं। इन सामग्रियों के निर्माण खंड कुछ नैनोमीटर से लेकर कुछ माइक्रोमीटर तक कहीं भी होने वाले विशिष्ट आकार वाले मैक्रोमोलीक्यूल हैं और कमजोर मैक्रोमोलीक्युलर बलों द्वारा आयोजित किए जाते हैं और जटिल संरचनाओं और चरण व्यवहार का प्रदर्शन करते हैं। आरआरआई में एससीएम समूह सक्रिय रूप से कोलाइड, जटिल तरल पदार्थ, तरल क्रिस्टल, नैनोकंपोसिट्स, पॉलीइलेक्ट्रोलाइट्स, स्व-इकट्ठे सिस्टम, पॉलिमर और जैविक सामग्री का अध्ययन करता है। संरचना-गुण/लक्षण, सहसंबंधों, इन प्रणालियों के चरण व्यवहार और बाह्य उत्तेजनाओं के प्रति प्रतिक्रिया की एक बुनियादी समझ एससीएम समूह में प्रयोगात्मक अनुसंधान गतिविधियों का एक बड़ा हिस्सा है। समूह द्वारा किए गए सैद्धांतिक कार्य मोटे तौर पर नरम पदार्थ में लोच और सामयिक दोषों के घटना संबंधी सिद्धांतों को विकसित करते हैं।

फोकस 2019-20

तरल क्रिस्टल

जैसा कि नाम से ही स्पष्ट है, तरल क्रिस्टल (LCs) पदार्थ की एक अवस्था है, जिसमें पारंपरिक तरल पदार्थ और ठोस क्रिस्टल के बीच के गुण होते हैं। एक LC एक तरल के कई भौतिक गुणों को प्रदर्शित करता है, जबकि इसकी आणविक इकाइयाँ क्रम के कुछ रूप को प्रदर्शित करती हैं। उनकी खोज के बाद से, काफी काम उनके संरचना-संपत्ति संबंधों को समझने में चला गया है, जो LCs से जुड़े असंख्य अनुप्रयोगों के लिए महत्वपूर्ण है। RRI में SCM समूह के शोधकर्ताओं ने LCs में अग्रणी काम किया है और LCs के विभिन्न पहलुओं में अनुसंधान के साथ यह परंपरा आज भी जारी है। एलसी ज्ञान के आधार का विस्तार करते हुए, आणविक आकार, संकेन्द्रण, घटकों और चरण के एक सावधान ट्यूनिंग के परिणामस्वरूप दिलचस्प भौतिक गुण, तकनीकी अनुप्रयोगों के लिए संभावित रास्ते खोलने का काम करते हैं। 2019-20 के दौरान अनुसंधान फोकस नए LC के डिजाइन और संश्लेषण पर था और उनके भौतिक गुणों, चरण ट्रांजिशन्स और LC की इलेक्ट्रो-ऑप्टिक गुणों के साथ साथ वक्र सतहों में स्थिरता के घटना संबंधी सिद्धांत का अध्ययन था।

चरण ट्रांजिशन और तरल क्रिस्टल के इलेक्ट्रो-ऑप्टिक्स

पिछले एक वर्ष के दौरान, बेंट-कोर लिक्विड क्रिस्टल के एक प्रकार में सहयोगी वीणा प्रसाद के साथ अरुण रॉय और उनकी पीएचडी की छात्रा दीपिका मलकर द्वारा किए गए प्रायोगिक अध्ययन ने स्मेक्टिक परतों में टिल्ट आर्डर के अतिरिक्त इन- प्लेन एक्सियल-वेक्टर ऑर्डर पैरामीटर की विशेषता वाले दो स्यूडोपोलर टिल्टेड स्मेक्टिक फेसेस की स्थापना की है, जिनका मेसोफेसेस में बाइरफ्रिन्जेंस अनुप्रयुक्त विद्युत् क्षेत्र में दृढ़ता से निर्भर पाया गया । इस अवलोकन को ध्यान में रखते हुए एक सैद्धांतिक मॉडल विकसित किया गया था और यह पाया गया था कि नमूने की बाइरफ्रिन्जेंस में परिवर्तन एक थ्रेशहोल्ड क्षेत्र के ऊपर परत में अणुओं के झुकाव तल के क्षेत्र-प्रेरित पुनरभिविन्यास से उत्पन्न होता है।

तरल क्रिस्टल - घटना संबंधी सिद्धांत

अभिविन्यास रूप से आदेशित क्षेत्रों पर और विकृत तरल पदार्थ पुटिकाओं पर यशोदन हटवालने, अरुण रॉय और आरआरआई पीएचडी के छात्र सी सैचंद के साथ सहयोगी जयकुमार अलगेशन द्वारा टोपोलॉजिकल बिंदु दोषों की जांच ने दिखाया है कि दो आयामों में एकल दीवार दोष, टोपोलॉजिकली अस्थिर “गंजा लाइन” एक स्फीयर पर क्रम-विकार ट्रांजिशन के निकट स्थिर हैं। वे इस स्थिरता को मुक्त-ऊर्जावान विचारों के लिए जिम्मेदार मानते हैं, जो कि टोपोलॉजिकल स्थिरता को खत्म करते हैं। यह अध्ययन आंशिक रूप से टोपोलॉजिकल पॉइंट दोषों द्वारा बनाए गए “गंजा-धब्बों” के कार्यात्मककरण के माध्यम से दिशात्मक बांडों के साथ सुपर-परमाणु बनाने में उनके संभावित अनुप्रयोगों से प्रेरित था, इस प्रकार माइक्रोन तराजू पर परमाणु रसायन विज्ञान का मार्ग प्रशस्त करता है।

नरम सामग्री के यांत्रिक गुण

एक काँच में तरल का संक्रमण एक समस्या है जिसने लंबे समय तक संघनित पदार्थ भौतिकविदों को चुनौती दी है। रंजिनी बंद्योपाध्याय की रियोलॉजी और लाइट स्कैटरिंग प्रयोगशाला के उद्देश्यों में से एक कोलाइडल सस्पेंशन का उपयोग मॉडल सिस्टम के रूप में करना है ताकि कांच संक्रमण के रहस्यों को प्रयोगात्मक रूप से उजागर किया जा सके। समूह घने कोलाइडल निलंबन के यांत्रिक गुणों का अध्ययन करता है क्योंकि वे बाधा संक्रमण से संपर्क करते हैं। इन यांत्रिक गुणों को संरचनात्मक सूचनाओं के साथ जोड़ा जाता है, जो सूक्ष्म या प्रकाश प्रकीर्णन प्रयोगों से प्राप्त होते हैं, ताकि इन निलंबनों में गतिज गिरफ्तारी (काँचपन) की शुरुआत को बेहतर ढंग से समझा जा सके। यह समूह संतुलन से बाहर कोलाइडल निलंबन चलाकर नई कोलाइडल सामग्री बनाने में भी रुचि रखता है। यह तनाव या बाहरी क्षेत्रों को लागू करके प्राप्त किया जाता है। इन प्रयोगों से मुलायम मशीनों के डिजाइन में निहितार्थ के साथ मजबूत हाइड्रोजेल के विकास के लिए नेतृत्व करने की उम्मीद है।

पिछले एक वर्ष के दौरान, रंजिनी बंद्योपाध्याय और उनके पीएचडी छात्र चंदेश्वर मिश्रा और संजय बेहरा ने विभिन्न आकारों के थर्मोरेस्पॉन्सिव पॉली (एन-आइसोप्रोपाइलैक्रिलामाइड) (पीएनआईपीएएम) कणों को संश्लेषित किया और विभिन्न प्रकार के लक्षण वर्णन तकनीकों का उपयोग करके उनके गुणों का अध्ययन किया।. उनके अध्ययन में जाम-जलीय निलंबन में इन कणों की गतिशीलता को समझने के लिए रियोलॉजिकल माप भी शामिल थे।

नरम सामग्री बहुत दिलचस्प रैखिक और गैर-रैखिक यांत्रिक व्यवहार दिखाती है। कई नरम सामग्री एक नियंत्रित और

प्रतिवर्ती तरीके से बाहरी संकेतों के आधार पर अपने यांत्रिक गुणों को भी बदलते हैं और अनुकूलनीय सामग्री के रूप में कार्य कर सकते हैं। एक लोकप्रिय उदाहरण पानी में कॉर्न स्टार्च का घना निलंबन ('ऊब्लेक') है जो एक तरल जैसे पदार्थ से ठोस अवस्था में पर्याप्त उच्च लागू बल के तहत परिवर्तित हो सकता है और बल के हटते ही वापस तरल जैसी स्थिति में आ जाता है। इस तरह के अनुकूलन बहुत सूक्ष्म भी हो सकते हैं। उदाहरण के लिए, हमारे शरीर की कोशिकाओं के अंदर मौजूद एफ-एक्टिन द्वारा निर्मित बायोपॉलिमर नेटवर्क, लागू तनाव के इतिहास को याद कर सकते हैं। वे पहले से लागू गड़बड़ियों की भयावहता और दिशा के आधार पर अपनी यांत्रिक प्रतिक्रिया को संशोधित कर सकते हैं। सायनतन मजुमदार की प्रयोगशाला के अनुसंधान दिशाओं में से एक है, बल-प्रेरित अनुकूलन दिखाने वाली सामग्री के लिए डिजाइन रणनीतियों को समझना और विकसित करना।

पॉलीइथिलीन ग्लाइकोल (PEG 400) में आंतरिक रूप से निर्मित मोनोडिस्पर्स गोलाकार कोलाइडल कणों (पॉलीस्टाइरीन) की एक अच्छी तरह से नियंत्रित प्रणाली में शियर प्रेरित मोटा होना और जैमिंग ट्रांजिशन की जांच पिछले साल के दौरान सायनतन मजूमदार और उनके छात्र सुभ्रांसु धर और सेबांती चट्टोपाध्याय ने की थी। इन निलंबन में स्थिर कतरनी के तहत जाम के हस्ताक्षर के अध्ययन से पता चला है कि उच्च कतरनी तनाव मौजूदा संबंधों के तहत उच्च कण मात्रा अंश के लिए विशेष रूप से मापा चिपचिपाहट का अधिक अनुमान लगाते हैं । कतरनी जाम की शुरुआत की भविष्यवाणी करने का एक तरीका भी प्रस्तावित किया गया था। एक अन्य काम में, दोलनीय कतरनी रियोलॉजी और स्वस्थाने ऑप्टिकल इमेजिंग का उपयोग करते हुए, सेबांती चट्टोपाध्याय और सायतन मजूमदार ने हाइड्रोफोबिक विलायक के साथ हाइड्रोफिलिक अनाकार दानेदार कणों को मिलाकर एक निलंबन के उपज व्यवहार का अध्ययन किया। उनके अध्ययन के परिणामों से पता चलता है कि बढ़ते हुए तनाव के साथ सिस्टम पहले एक अधिक लोचदार ठोस जैसी स्थिति बनाने के लिए पुनर्गठित करता है जो न्यूनतम ऊर्जा को नष्ट कर देता है और फिर ऊर्जा अपव्यय बढ़ने पर उच्च तनाव मूल्यों पर द्रवित हो जाता है।

जैव भौतिकी

जैविक प्रणालियों की नैनोस्केल जैव भौतिकी

गौतम सोनी के नैनो-बायोफिज़िक्स लैब के अनुसंधान के हितों को मुख्य रूप से जैव-संरचना संरचना में बल की भूमिका और कार्यात्मक गतिशीलता के साथ इसके तालमेल द्वारा निर्देशित किया जाता है। वे बल संवेदन के तंत्र के साथ-साथ कोशिकाओं और अणुओं की बल प्रतिक्रिया को समझने की कोशिश करते हैं। वे प्रोटीन असेंबली, डीएनए-प्रोटीन कॉम्प्लेक्स और साथ ही पूरे सेल मैकेनो-सेंसिंग के जैविक मॉडल सिस्टम में इसका अध्ययन करते हैं। वे जो उपयोग करते हैं, साथ ही साथ विकसित करते हैं, सेलुलर और साथ ही आणविक असेंबली में बलों की भूमिका को नियंत्रित करने वाले जैव-नैनो और सूक्ष्म पैमाने पर बायोफिज़िकल सिद्धांतों को समझने के लिए उपकरण विकसित करते हैं। पिछले एक वर्ष के दौरान, गौतम सोनी और उनके छात्र एम सुमंत कुमार और कौशिक एस ने सुपरकोल्ड प्लास्मिड पर शाखित डीएनए की मात्रा निर्धारित करने के लिए अपने इनहाउस निर्मित क्वार्ट्ज नैनोपोर्स का उपयोग किया है और इसके एंजाइमी लीनियराइजेशन का अध्ययन किया है। गौतम सोनी द्वारा अपने छात्र सौरभ कौशिक, मनोहर एम और सहयोगी वरदराजन सुंदरमूर्ति द्वारा प्रयोगशाला में किए गए एक अन्य शोध फोकस अपने प्रयोगशाला में विकसित एक नई उच्च रिज़ॉल्यूशन इलेक्ट्रो-फ्लुइडिक डिवाइस का उपयोग कर के लाल रक्त कोशिकाओं में अल्कोहल पर निर्भर शारीरिक परिवर्तन की माप पर थी । उनका काम इथेनॉल जोखिम पर लाल रक्त कोशिका की मात्रा में अस्थायी और संकेन्द्रण -निर्भर परिवर्तनों का पहला प्रत्यक्ष परिमाण प्रस्तुत करता है। उनकी डिवाइस देशी और रोगग्रस्त परिस्थितियों में सेल फिजियोलॉजी में परिवर्तन को मापने के लिए एक सार्वभौमिक रूप से लागू उच्च-रिज़ॉल्यूशन और उच्च-थ्रूपुट प्लेटफॉर्म प्रस्तुत करती है।

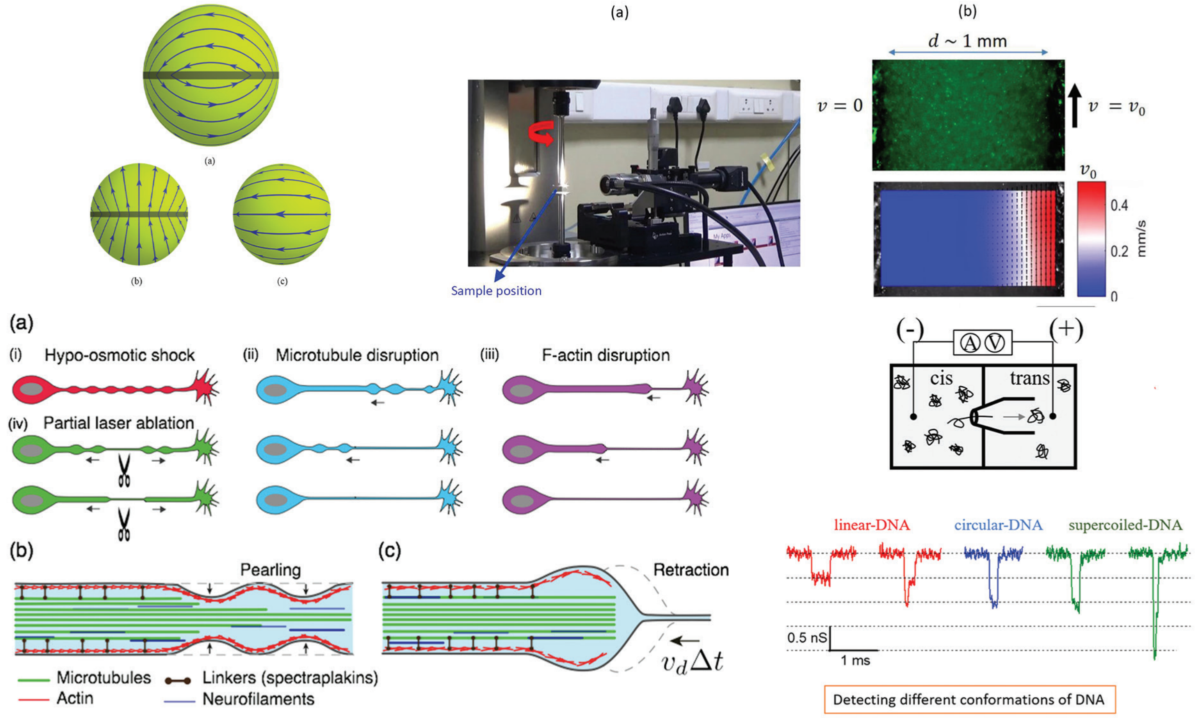
एक्सोन्स की बायोफिजिक्स

प्रमोद पुलारकत की प्रयोगशाला में अनुसंधान अक्षतंतु के यांत्रिक प्रतिक्रियाओं का अध्ययन करने की ओर है। विद्युत संकेतों का संचालन करने के लिए एक्सॉन न्यूरोनल कोशिकाओं द्वारा उत्पादित पतली ट्यूबलर एक्सटेंशन हैं। एक मानव शरीर में वे एक मिलीमीटर के केवल 1/1000 वें व्यास (मस्तिष्क में) से लेकर एक मीटर लंबे (मस्तिष्क में निचले अंगों में फैली नसों) तक कुछ दसियों माइक्रोन से अधिक भी हो सकते हैं। वे उच्च गतिशील संरचनाएं भी हैं, जो बढ़ने, वापस लेने और कनेक्शन को फिर से स्थापित करने की क्षमता के साथ हैं। उसी समय, उन्हें पर्याप्त संरचनात्मक स्थिरता रखने की आवश्यकता होती है क्योंकि वे अंग आंदोलनों के दौरान या चोट के परिणामस्वरूप बड़ी विकृति के अधीन होते हैं। आश्चर्य नहीं कि अक्षतंतु कई उल्लेखनीय यांत्रिक गुणों का प्रदर्शन करते हैं। उदाहरण के लिए, वे तेजी से यांत्रिक तनाव को बफर करने के लिए अद्वितीय विस्को इलास्टिक प्रतिक्रिया दिखाते हैं, वे कनेक्शन के बीच की लंबाई (फास्ट सिग्नल ट्रांसमिशन के लिए) को कम करने के लिए आणविक मोटर्स का उपयोग करके सक्रिय रूप से अनुबंध कर सकते हैं, और लंबे समय तक तनाव प्रेरित लंबाई प्रदर्शित कर सकते हैं जैसे कि वृद्धि के दौरान एक जीव। घर में विकसित, कंप्यूटर नियंत्रित बल तंत्र का उपयोग करके प्रयोगशाला में किए गए । प्रमोद पुलारकट और उनके पीएचडी छात्र सुशील दुबे और अन्य द्वारा प्रयोगशाला में किए गए हालिया प्रयोगों के साथ, सहयोगी अर्नब घोस और एंड्रयू कैलन-जोन्स के साथ, एक घर-विकसित, कंप्यूटर नियंत्रित बल तंत्र का उपयोग करके दिखाया गया है कि विशेष "शॉक अब्सॉरबेर" प्रोटीन के माध्यम से बफर यांत्रिक तनाव जिसे स्पेक्ट्रिन कहा जाता है जो यांत्रिक तनाव की प्रतिक्रिया में अनफोल्ड और रीफोल्ड कर एक तनाव-नरम व्यवहार को जन्म दे सकता है । अद्वितीय यांत्रिक प्रतिक्रियाओं का प्रदर्शन करने के अलावा, अक्षतंतु आकार की अस्थिरताओं से भी गुजर सकते हैं जो कि झिल्ली और बल्क विस्कोइलास्टिसिटी की परस्पर क्रिया से उत्पन्न होते हैं। एक्सोनल बीडिंग - अक्षतंतु और रिट्रैक्शन के साथ सूजन की एक श्रृंखला का निर्माण आमतौर पर आकार में परिवर्तन देखा जाता है जो अल्जाइमर, पार्किंसन और अन्य न्यूरोडीजेनेरेटिव स्थितियों में पूर्ववर्ती एक्सोनल शोष है। इसलिए इन आकार परिवर्तनों के पीछे के तंत्र को स्पष्ट करना बेहतर रोकथाम और उपचार रणनीतियों को जन्म

दे सकता है। हाल के शोध में एक्सोनल बीडिंग, रिट्रैक्शन और शोष में सूक्ष्मनलिकाएं और झिल्ली तनाव की भूमिका पर प्रकाश डाला गया है। माइक्रो-एक्सटेंशन रियोमीटर का उपयोग करते हुए एक विशेष प्रकार के मकड़ी के रेशम के अध्ययन - आरआरआई में कल्पना की गई, डिजाइन और निर्मित एक उपकरण से पता चला है कि रेशम के रेशे उच्च मूल्यों पर कठोर होने पर अपेक्षाकृत आसानी से नरम (मृदु) करके विकृत तनाव के कम मूल्यों को समायोजित करते हैं। ऐक्सॉन में इसी तरह के व्यवहार को समझाने के लिए विकसित एक मॉडल का इस्तेमाल मकड़ी के रेशम की इस प्रतिक्रिया को समझाने के लिए किया गया था। सामान्य तौर पर, प्रयोगशाला यांत्रिक तनाव या न्यूरोडीजेनेरेटिव स्थितियों के लिए विभिन्न अक्षीय प्रतिक्रियाओं को समझने के लिए जैविक और आनुवंशिक उपकरण, नए माप तकनीक और सैद्धांतिक मॉडलिंग को रोजगार देती है।

लिपिड मेम्ब्रेंस और पॉलीइलेक्ट्रोलाइट्स की भौतिकी

वी-ए रघुनाथन का समूह छोटे-कोण और चौड़े कोण वाले एक्स-रे प्रकीर्णन तकनीकों का उपयोग करके नरम सामग्री की संरचना और उनके चरण व्यवहार की जांच में शामिल है। अध्ययन किए गए सिस्टम में लिपिड-स्टेरोल झिल्ली, लिपिड-पॉलिइलेक्ट्रोलाइट कॉम्प्लेक्स और सर्फेक्टेंट विलयन शामिल हैं। इन प्रणालियों का चरण व्यवहार भी ऑप्टिकल और परमाणु बल माइक्रोस्कोपी का उपयोग करके जांचा जाता है। इसके अलावा, लिपिड झिल्ली के यांत्रिक गुणों का अध्ययन ऑप्टिकल माइक्रोस्कोपी और माइक्रोपीपेट आकांक्षा का उपयोग करके किया जाता है। पिछले एक वर्ष के दौरान, वी ए रघुनाथन और उनके पीएचडी छात्र अनिंद्या चौधरी द्वारा इलेक्ट्रोस्टैटिक इंटरैक्शन पर एक इलेक्ट्रोलाइट आयनिक ताकत के कार्य के रूप में अध्ययन और विशिष्ट आयन प्रजातियों पर इसकी निर्भरता ने दिलचस्प टिप्पणियों का नेतृत्व किया है। वर्तमान प्रयास इस आयन विशिष्टता को समझने की दिशा में हैं। वीए रघुनाथन, उनके छात्र श्रीजा ससिधरन और सहयोगी हिमांशु खंडेलिया द्वारा घोल में एक विशेष प्रकार के मोनोन्यूक्लियोटाइड और उसके नमक के एकत्रीकरण व्यवहार के अध्ययन के साथ-साथ कई तरह की प्रयोगात्मक तकनीकों का उपयोग करके कंप्यूटर अनुकार से तटस्थ लिपिड झिल्ली के साथ उनकी अन्योन्य क्रिया में विशाल अंतर की बेहतर समझ पैदा हुई है। । बड़ी संख्या में अध्ययनों के बावजूद, वर्तमान में एक योजक द्वारा प्रेरित एकल घटक लिपिड झिल्ली में द्रव-द्रव सह-अस्तित्व की रिपोर्ट नहीं है। वी ए रघुनाथन और उनके पीएचडी छात्र बूटी सूर्यभ्रामम और आरआरआई पोस्टडॉक्टोरल साथी आयुष अग्रवाल ने हाल ही में पाया है कि 1-डिकानोल डिमाइरिस-टोलीफोस्फेटीडाइलकोलीन (डीएमपीसी) झिल्ली में तरल पदार्थ-द्रव सह-अस्तित्व को प्रेरित करता है ।



(ऊपर बायाँ) इक्वेटोरियल दीवार: (ए) साइड ($\theta = \pi/2, \phi = \pi/2$ केंद्र पर) इंडेक्स 2, इक्वेटोरियल दीवार का दृश्य। निर्देशित लाइनें वेक्टर फ़ील्ड की स्ट्रीमलाइन हैं। छायांकित क्षेत्र अव्यवस्थित कोर का प्रतिनिधित्व करता है, जिसके भीतर वेक्टर आदेश पूरी तरह से नष्ट हो जाता है, और इसे एक दिशा नहीं दी जा सकती है। कोर क्षेत्र के भीतर दिखाया गया है, सहित पूरा क्षेत्र, शून्य कोर-आकार वाली एक दीवार से मेल खाती है। भूमध्य रेखा पर क्षेत्र की ढलान की विलक्षणता को पार करते हुए,शून्य कोर-आकार की दीवार का दोष सूचकांक 1 बिंदु विक्षेपण की एक जोड़ी के एंटीपोडल कॉन्फ़िगरेशन में बदल जाता है। (बी) सामने का दृश्य (केंद्र पर $\theta = \pi/2, \phi = 0$)। (सी) शीर्ष दृश्य, यह दर्शाता है कि ध्रुवीय क्षेत्र बिंदु विक्षेपण से मुक्त हैं। **(ऊपर दायाँ)** (ए) रियोलॉजी और इन-सीटू वेग प्रोफ़ाइल माप के लिए प्रायोगिक सेट-अप। (बी)शीयर बैंडिंग को इंगित करते विशिष्ट PIV वैक्टर सिस्टम में स्थिर-कतरनी (नमूना: 20 = 20%के साथ पैराफिन तेल में कॉर्न स्टार्च कण) के साथ दर्शाते हैं। **(नीचे बायाँ)** विभिन्न क्षोभ के तहत एक्सोन्स द्वारा प्रदर्शित आकार की अस्थिरताओं की विविधता दिखाते हुए योजनाबद्ध आरेख। **(नीचे दायाँ)** डीएनए के विभिन्न अनुरूपों का पता लगाना।

सैद्धांतिक भौतिकी

अवलोकन

सैद्धांतिक भौतिकी एक प्रयास है जो गणित की भाषा का उपयोग करते हुए, प्रकृति के आंतरिक कामकाज की भावना बनाने का प्रयास करता है। लक्ष्य बहुत छोटे (उप-परमाणु और छोटे) से बहुत बड़े (आकाशगंगाओं और उससे परे) तक सभी भौतिक प्रणालियों के व्यवहार का मॉडल और भविष्यवाणी करना है जो इस सुंदर और जटिल ब्रह्मांड का गठन करते हैं जिसमें हम रहते हैं। सैद्धांतिक भौतिकी समूह, आरआरआई में निम्नलिखित क्षेत्रों में सक्रिय रूप से अनुसंधान कर रहा है: क्वांटम यांत्रिकी, सामान्य सापेक्षता, क्वांटम गुरुत्वाकर्षण, सांख्यिकीय भौतिकी, संघनित पदार्थ और परमाणु, आणविक और ऑप्टिकल (एएमओ) भौतिकी की नींव।आरआरआई सिद्धांतकारों का इन अनुसंधान क्षेत्रों में राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय दोनों तरह के वैज्ञानिकों के साथ फलदायक सहयोग चल रहा है। टीपी समूह ने आरआरआई के भीतर प्रायोगिक समूहों के साथ एक मजबूत सहयोग किया है। लाइट एंड मैटर फिजिक्स समूह के साथ संबंध विशेष रूप से परमाणु प्रणाली, क्वांटम यांत्रिकी और क्वांटम जानकारी में मूलभूत प्रश्नों का उपयोग करके सटीक माप के क्षेत्रों में है।शीतल संघनित पदार्थ समूह के साथ ओवरलैप जीवविज्ञान, बहुलक भौतिकी और मॉडलिंग स्टोचस्टिक खोज प्रक्रिया जैसे क्षेत्रों में है।

फोकस 2019-20

सांख्यिकीय भौतिकी

सांख्यिकीय भौतिकी में गणितीय तकनीकों का एक सेट शामिल होता है जिसे इसके गुणों का अनुमान लगाने के लिए एक भौतिक प्रणाली पर लागू किया जा सकता है। सीधे शब्दों में कहें, सांख्यिकीय तकनीक बहुत सारे विवरणों के औसतन के बाद निम्न स्तर (सूक्ष्म) से शुरू होकर उच्च-स्तरीय (स्थूल) विवरण व्युत्पन्न करते हैं। विवरणों को औसतन की सही विधि का पता लगाना भौतिक प्रणालियों की जांच के लिए सांख्यिकीय पद्धति की कुंजी है। एक उदाहरण के रूप में, गैस से भरे एक बॉक्स पर विचार करें। अलग-अलग परमाणुओं की संवेग और स्थिति का एक सही सांख्यिकीय औसत तापमान और दबाव जैसे स्थूल मात्रा के सटीक विवरण के लिए अनिवार्य है। RRI के शोधकर्ता भौतिक प्रणालियों को समझने के लिए सांख्यिकीय तरीकों को नियमित रूप से नियोजित करते हैं।

सक्रिय कण स्व-चालित एजेंट हैं, जो पर्यावरण से ऊर्जा का उपभोग करते हैं और इसे निर्देशित गति में परिवर्तित करते हैं। विभिन्न दिलचस्प सामूहिक घटनाओं के अलावा, सक्रिय कण व्यक्तिगत कणों के स्तर पर भी बहुत नया व्यवहार दिखाते हैं। मुख्य अनुसंधान रुचियों में से एक है, सरल, विश्लेषणात्मक रूप से उपयोग किए जाने वाले ट्रैक्टेबल मॉडल का उपयोग करके एकल सक्रिय कणों के गुणों और उनकी विशेषता का अध्ययन करना ।

2019-20 के दौरान, उरना बसु, और सहयोगी सत्य एन मजूमदार, अल्बर्टो रोसो और ग्रेगोरी शेहर ने दो आयामों में एक ही सक्रिय ब्राउनियन कण की देर के समय की गतिशीलता का अध्ययन किया और दिखाया है कि विलम्ब समय पर, जबकि विशिष्ट डिफ्यूसिव उतार-चढ़ाव का वर्णन करते हुए स्थिति संभावना वितरण एक गौसियन रूप के निकट उसकी चरम तक पहुंचता है, इसमें गैर-गाऊसी पूंछ हैं जो कि असामान्य दुर्लभ उतार-चढ़ाव का वर्णन करती हैं। पिछले एक वर्ष के दौरान, उर्न बसु, संजीब सभापंडित और सहयोगी सत्य एन मजूमदार, अल्बर्टो रोसो और ग्रेगोरी शेहर ने पहली बार तीन असतत आंतरिक अवस्थाएं युक्त एक-आयामी रन-एंड-टंबल (आरटीपी) कण के स्थिर स्थिति वितरण को हल किया है जब यह बाहरी हार्मोनिक क्षमता के अधीन है। एक अन्य काम में, आयन संतरा, उरना बसु और संजीब सभापंडित द्वारा दो आयामों में आरटीपी के एक सेट के कुछ झुकाव के लिए सीमांत स्थिति वितरण की गणना से पता चला है कि दोनों ही मामलों में आरटीपी एक बैलिस्टिक से डिफ्यूसिव शासन को एक क्रॉसओवर दिखाता है। विभिन्न समय के शासनों में सक्रिय ब्राउनियन कण (ABP) के उन्मुखीकरण की संभाव्यता का वितरण सुपर्णा सिन्हा द्वारा विश्लेषणात्मक रूप से किया गया था, जो जैविक प्रणाली जैसे बैक्टीरिया या नरम पदार्थ प्रणालियाँ जैसे चालित दानेदार पदार्थ, तैराकी रोगाणुओं, मछली समूहों और पक्षियों के झुंड के व्यवहार को समझने में मदद कर सकता है। । संजीब सभापंडित और सहयोगी अरित्रा कुंडू और अभिषेक धर द्वारा एक आयाम में हार्ड-कोर प्रतिकर्षण के साथ बिंदु कणों की एक गैस का अध्ययन, जहां कण लोचदार टकरावों के बीच स्वतंत्र रूप से चलते हैं ने सटीक लंबे समय तक इन कणों के लिए वेगों की मनमानी शक्तियों के अनुपात-लौकिक सहसंबंध कार्यों की गणना का नेतृत्व किया गया है। हाल ही में, उरना बसु और ओंकार साडेकर (RRI में आगंतुक छात्र) ने विशिष्ट विन्यासों में स्टोकैस्टिक रिसेटिंग की उपस्थिति में सममितीय बहिष्करण प्रक्रिया (SEP) की गतिशीलता का अध्ययन किया है और दिखाया है कि यह डाइकोटोमस पुनः स्थापन दोनों गतिकीय और स्थिर अवस्था में, समृद्ध व्यवहार की एक रेंज की ओर जाता है । पिछले वर्ष के दौरान किए गए काम में, संजीब सभापंडित और सहयोगी दीपक गुप्ता ने एक कण के एन्ट्रापी उत्पादन की जांच की (i) सामंजस्यपूर्ण रूप से युग्मित ब्राउनियन कण प्रणाली और (ii) स्टोकेस्टिक ड्राइविंग का उपयोग करते हुए गैर-संतुलन स्थिर अवस्था में बनाए रखने वाले स्थिर तापमान पर एक गर्मी जलाशय में हार्मोनिक संलयन में कणों की सामंजस्यपूर्ण युग्मित प्रणाली। उन्होंने पाया कि कमजोर युग्मन सीमा में, एक हार्मोनिक जाल में युग्मित प्रणाली के आंशिक प्रणाली द्वारा उत्पादित एन्ट्रापी स्थिर अवस्था के उतार-चढ़ाव प्रमेय को संतुष्ट करती है ।

पिछले एक वर्ष के दौरान, सुपर्णा सिन्हा, पीएचडी छात्र आयन संतरा और सहयोगी अविजीत दास, अभिषेक धर और उर्वशी सतपथी ने प्रसिद्ध रुबिन स्नान मॉडल की विस्तार से जांच की है, जिसमें एक-आयामी हार्मोनिक श्रृंखला होती है जिसमें सीमा स्नान कण के साथ ब्राउनियन कण युग्मित होता है। उन्होंने दिखाया है कि कैसे असीम स्नान बैंडविड्थ की सीमा में, वे ड्रूड मॉडल प्राप्त करते हैं और अनंत प्रणाली-स्नान युग्मन की एक दूसरी सीमा ओहमिक मॉडल देती है। प्रासंगिक

सहसंबंध कार्यों का एक विस्तृत विश्लेषण किया गया था और क्वांटम ब्राउनियन गति को समझने के लिए रैखिक प्रतिक्रिया सिद्धांत का उपयोग करके हाल के काम से संबंधित किया गया ।

क्लासिकल और क्वांटम ग्रेविटी

गुरुत्वाकर्षण अन्योन्य क्रिया के पूरी तरह से क्वांटम यांत्रिक विवरण का निर्माण मौलिक सैद्धांतिक भौतिकी में अदत्त खुली समस्या बनी हुई है। बिग बैंग और गहरी-अंदर-ब्लैक होल्स जैसी चरम स्थितियों पर क्वांटम गुरुत्वाकर्षण प्रभाव प्रमुख होने की उम्मीद है। आइंस्टीन की सामान्य सापेक्षता अंतरिक्ष और समय की ज्यामिति के साथ उत्पन्न होने वाले गुरुत्वाकर्षण की पहचान करती है। इसलिए, क्वांटम ग्रेविटी के एक सिद्धांत से उम्मीद की जाती है कि यह हमारे स्पेसटाइम की बहुत धारणाओं में बदलाव लाएगा और क्वांटम यांत्रिकी की खोज के बाद एक प्रतिमान बदलाव की सूचना देगा । क्वांटम ग्रेविटी के लिए दो अलग-अलग दृष्टिकोणों का RRI में अपनाया जाता है। एक है विहित निरंतर दृष्टिकोण, लूप क्वांटम ग्रेविटी और दूसरा है एक असतत मार्ग योग पहुँच, कैजुअल सेट थ्योरी।

लूप क्वांटम ग्रेविटी

लूप क्वांटम ग्रेविटी (LQG) मानक परिमाणीकरण तकनीकों को एक संदर्भ में सामान्य करता है जिसमें कोई निश्चित स्पेसटाइम ज्यामिति नहीं होती है। जनरल रिलेटिविटी के लिए LQG तकनीकों का अनुप्रयोग एक असतत महीन संरचना पर संकेत देता है जो कि कॉन्टिनम पारंपरिक सिद्धांत को अंतर्निहित करता है। परस्पर जुड़े हुए छोरों का एक नेटवर्क हमारे चारों ओर दिखाई देने वाली जगह का निर्माण करता है; अंतरिक्ष की चिकनी प्रकृति जिसका हम सामना करते हैं क्योंकि हम इसे दूर से देखते हैं - कुछ ऐसा है जो पदार्थ से दूर से देखने पर भी चिकना दिखता है, भले ही वह परमाणुओं से बना हो। उदाहरण के लिए, किसी भी स्थानिक क्षेत्र का क्षेत्रफल संलग्न सतह में प्रवेश करने वाले धागों की संख्या के अनुपात में होता है। एलक्यूजी क्वांटम यांत्रिकी और क्वांटम क्षेत्र सिद्धांत की परिचित तकनीकों को सामान्य करने का प्रयास करता है और उन्हें गुरुत्वाकर्षण के संदर्भ में लागू करता है। यह सामान्यीकरण तकनीकी वैचारिक रूप से बहुत जटिल है, क्योंकि क्वांटम क्षेत्र सिद्धांत के मामले के विपरीत जहां क्वांटम क्षेत्र एक निश्चित स्पेसटाइम पर विकसित होते हैं, यहां यह स्पेसटाइम की ऐसी ज्यामिति है जो गतिशील है। इसलिए किसी को एक सामान्यीकरण की आवश्यकता होती है जो एक पृष्ठभूमि निश्चित स्पेसटाइम की धारणाओं पर भरोसा नहीं करता है। जबकि LQG ('LQG kinematics') में क्वांटम स्थानिक ज्यामिति का वर्णन करने के तरीके की एक अच्छी समझ है, एक प्रमुख खुली समस्या यह है कि क्वांटम स्पेसटाइम ज्यामिति (`LQG डायनामिक्स') का वर्णन कैसे किया जाए।

पिछले एक दशक में, माधवन वरदराजन ने एक बेहद गैर-तुच्छ प्रणाली पर ध्यान केंद्रित किया है, जो यूक्लिडियन जनरल रिलेटिविटी की एक नई कमजोर युग्मन सीमा के रूप में प्राप्त की जाती है और जो एक बीजगणित को प्रदर्शित करती है जो यूक्लिडियन गुरुत्वाकर्षण के लिए समसामयिक है। हाल के दिनों में, उन्होंने क्वांटम डायनामिक्स विकसित किया है जो उपरोक्त प्रणाली में क्वांटम गड़बड़ी में जोरदार प्रसार की ओर जाता है। पिछले वर्ष में उन्होंने कई नए विचारों और तकनीकों की शुरूआत के माध्यम से महत्वपूर्ण प्रगति की है और निकट भविष्य में एक पूर्ण समाधान की उम्मीद है।

करणीय सेट सिध्दांत

करणीय सेट सिध्दांत (CST) क्वांटम गुरुत्व के लिए एक प्रकट रूप से कोवेरियंट दृष्टिकोण है, जो मानता है कि स्पेसटाइम मूलभूत रूप से असतत है। CST लोरेंत्ज़ियन ज्यामिति में गहरी प्रमेयों से प्रेरित है, और स्पेसटाइम घटनाओं के कारण क्रम को प्रधानता देता है। CST में कारण संरचना (जो आंशिक रूप से आदेशित सेट है) की मात्रा निर्धारित की जाती है। यह बताता है कि सातत्य अंतर्निहित स्थानीय परिमित रूप से आंशिक रूप से ऑर्डर किए गए सेट या कारण सेट के टुकड़ी का एक अनुमान है।

2019-20 के दौरान, सुमति सूर्या और सहयोगी विलियम कनिंघम ने गैर-तुच्छ वैश्विक स्थानिक टोपोलॉजी के साथ 2 और 3 स्पेसटाइम आयामों में डायमेंशन रूप से प्रतिबंधित गैर-परटूबेटिव क्वांटम गुरुत्वाकर्षण गतिशीलता का अनुकरण किया। दोनों ही मामलों में, उन्होंने एक चरण संक्रमण पाया, जो निरंतर क्वांटम शासन को सातत्य क्वांटम शासन से अलग करता है। जेनेरिक घुमावदार स्पेसटाइम पर क्वांटम फील्ड सिद्धांत की एक महत्वपूर्ण विशेषता एक पसंदीदा वैक्यूम की कमी है जो घुमावदार स्पेसटाइम में क्वांटम फील्ड सिद्धांत के बीजीय दृष्टिकोण को सुदृढ़ करता है, जो एक वैक्यूम के संदर्भ लिए बिना परिभाषित होते हैं। पिछले एक दशक में, एक पर्यवेक्षक-स्वतंत्र वैक्यूम के लिए एक नया पर्चा उभरा है, तथाकथित सोरकिन-जॉनसन या एसजे वैक्यूम। 2019-20 के दौरान, केंद्रीय एसजे ईजेनवल्यू समस्या को 2 डी मिंकोव्स्की स्पेसटाइम में सुमति सुर्या और उनके पीएचडी छात्र अभिषेक माथुर द्वारा छोटी जन सीमा में हल किया गया था। क्षितिज भौतिकी में एक खुला प्रश्न, जिसमें ब्लैकहोल भौतिकी शामिल है, यह है कि क्षितिज एन्ट्रॉपी का कितना हिस्सा एंटैंगलमेंट एंट्रोपी (ईई) के लिए जिम्मेदार ठहराया जा सकता है। सोरकिन-जॉनसन वैक्यूम का उपयोग करते हुए, सहयोगी यासमन यज़्दी के साथ सुमति सूर्या और उनके पीएचडी छात्र नोमान एक्स ने 2 और 4 आयामों में एक अनुरूप युग्मित मुक्त स्केलर फ़ील्ड के लिए एक कारण सेट डिस्क्रिटाइजेशन का उपयोग करते हुए डी सिटर क्षितिज के लिए स्पेसटाइम एंट्रैंजमेंट एन्ट्रापी (एसएसईई) की गणना की है । उन्होंने पाया कि न केवल सॉर्किन-जॉनसन स्पेक्ट्रम के एक उपयुक्त ट्रंकेशन से एक क्षेत्र कानून संतुष्ट है, बल्कि यह भी है कि एसएसईई कॉम्प्लिमेंटेरटी को संतुष्ट करता है।

क्लासिकल और क्वांटम नींव, सूचना और प्रकाशिकी

क्वांटम थ्योरी के तहत संस्थान में अनुसंधान क्वांटम सूचना, क्वांटम व्याख्या, क्वांटम ऑप्टिक्स और क्वांटम सिद्धांत के पीछे ज्यामिति सहित मूलभूत सवालों की जांच की ओर है।

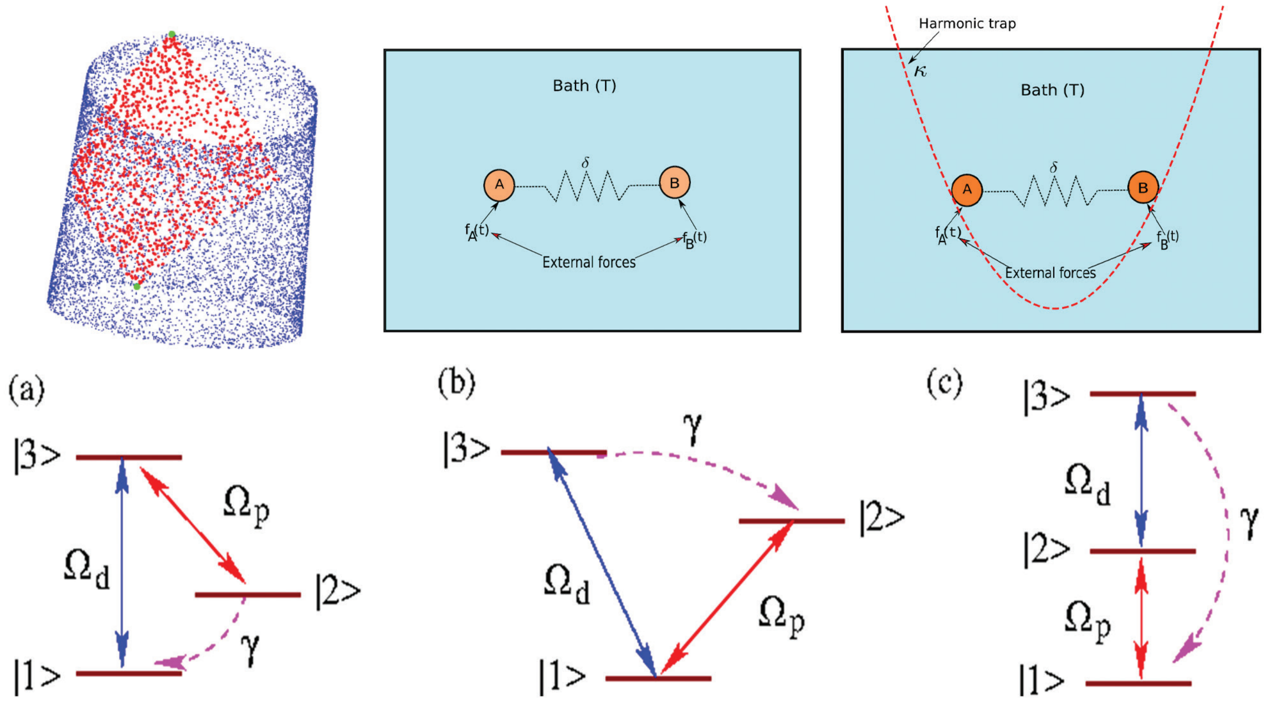
क्वांटम नो-क्लोनिंग प्रमेय में कहा गया है कि एक मनमाना क्वांटम अवस्था पूरी तरह से क्लोन नहीं किया जा सकता

है। पिछले वर्ष के दौरान, अनिरुद्ध रेड्डी, सुपर्णा सिन्हा और जोसेफ सैमुअल ने क्लासिकल डोमेन में अवस्थाओं के क्लोनिंग के मुद्दे की जांच की और स्पष्ट रूप से दिखाया कि हैमिल्टनियन का उपयोग करके कैसे सही क्लासिकल क्लोनिंग को लागू किया जा सकता है। उन्होंने यह भी जांच की कि सांख्यिकीय यांत्रिक शोर क्लासिकल अवस्थाओं की क्लोनिंग के दौरान अपूर्णता की ओर कैसे जाता है और उनके विचारों के संभावित प्रयोगात्मक प्रदर्शनों पर चर्चा की है।

संघनित पदार्थ और परमाणु, आणविक और ऑप्टिकल (एएमओ) भौतिकी

कंडेंस्ड मैटर एंड एएमओ भौतिकी संस्थान में अनुसंधान ठोस-अवस्था और एएमओ सिस्टम में भौतिक संसाधनों, विशेष रूप से क्वांटम मैकेनिक्स, इलेक्ट्रोमैग्नेटिज्म, और सांख्यिकीय अर्थशास्त्र के कानूनों को लागू करने में नॉन इक्विलिब्रियम क्वांटम डायनामिक्स को समझने की ओर है। जबकि संघनित पदार्थ में रुचि के विषय अव्यवस्थित प्रणाली, सुपरकंडक्टर्स और टॉपोलॉजिकल सामग्री हैं, एएमओ में अनुसंधान मुख्य रूप से परमाणु वाष्प और अल्ट्राकोल्ड परमाणुओं का उपयोग करके वेवगाइड क्वांटम इलेक्ट्रोडायनामिक्स और सटीक माप में हैं।

एक काम में, विवेक व्यास, दिब्येंदु रॉय और जोसेफ सैमुअल ने एक ज्यामितीय चरण - पंचरत्नम-ज़क चरण - कमजोर विद्युत गड़बड़ी के कारण एक आयामी आवधिक जाली में एक इलेक्ट्रॉन द्वारा प्राप्त किया गया। जैसा कि जाने-माने ज़ाक चरण के विपरीत है, पंचरत्नम-ज़क चरण एक गेज इनवेरियंट अवलोकनीय चरण है, और सही ढंग से जाली के ऊर्जा बैंड की विशेषता बताता है। एकल-कण पंचरत्नम-जक चरण की माप व्यक्तिगत टोपोलॉजिकल चरणों में, साथ ही इसके कई-कण सामान्यीकरण में सांख्यिकीय योगदान, विभिन्न नियंत्रित क्वांटम प्रयोगों में सुलभ होना चाहिए। पिछले वर्ष के दौरान, दिब्येंदु रॉय और उनके पीएचडी छात्र अतुल विनू ने एक तरंग गाइड में एम्बेडेड और दो प्रकाश पुंजों से संचालित तीन-स्तरीय एमिटर (3LE) द्वारा प्रवर्धन और क्रॉस-केर नॉन लिनियररिटी की खोज की । विशेष रूप से, उन्होंने जांच के शासन और ड्राइव शक्तियों की गणना की जब 3LE एक सुसंगत एम्पलीफायर के रूप में सबसे अधिक कुशलता से कार्य करता है, और प्रवर्धित जांच फोटॉनों के दूसरे क्रम के सुसंगतता को प्राप्त किया है। उन्होंने जांच बीम के आयाम और चरण प्रतिक्रिया को सहसंबंधित करने के लिए क्रामर्स-क्रोनिग संबंधों को लागू किया है, जिसका उपयोग इन प्रणालियों में सुसंगत प्रवर्धन और क्रॉस-केर चरण बदलाव को खोजने में किया जाता है।



(ऊपर बायाँ) स्पेसटाइम उलझाव एन्ट्रापी की गणना डिसिट्टर स्पेसटाइम में कारण हीरे के लिए की गई थी, और इसे डिसिट्टर क्षितिज क्षेत्र के आनुपातिक दिखाया गया था। **(ऊपर दायाँ)** बायाँ पैनल: दो ब्राउनियन कण (A और B) युग्मन पैरामीटर के स्प्रिंग के साथ जोड़े जाते हैं $\delta = 2km/\gamma^2$ (आयाम रहित) । पूरी प्रणाली निरंतर तापमान T के उष्मा स्नान के संपर्क में है। बाहरी स्टोकैस्टिक गॉसियन बल $f_A(t)$ and $f_B(t)$, क्रमशः कण A और B पर कार्य कर रहे हैं। दायाँ पैनल: पूरी प्रणाली सामर्थ्य $K = mk_0/\gamma^2$ (आयामरहित) के सामंजस्यपूर्ण जाल में सीमित है। (नीचे) स्तरों के साथ 3LEs का कार्टून |1>, |2>, |3> । उनके द्वारा अनुमत बदलावों के साथ जांच (लाल तीर) और ड्राइव (नीला तीर) बीमों के युग्मन के लिए तीन अलग-अलग व्यवस्थाऐं की गईं 3LE का (a) Λ, (b) V, और (c)) सीढ़ी-प्रकार का विन्यास । यहां, Ωp और Ωd क्रमशः जांच और ड्राइव बीम की रबी आवृत्ति हैं, और γ गैर-विकिरण क्षय की ताकत को दर्शाता है।

अंतिम शब्द/समापन टिप्पणी

संस्थापक, सर सी वी रामन के दिनों से, संस्थान एक तरह के प्रयोगात्मक अनुसंधान में लगा हुआ है जो असामान्य हो रहा है। संस्थान बुनियादी विज्ञान में अनसुलझे प्रश्नों को लक्षित करता है, जिनके लिए उद्देश्यपूर्ण नवाचार की आवश्यकता होती है - खगोल विज्ञान में उपकरण बनाना, क्वांटम परमाणु प्रकाशिकी और सूचना, नरम पदार्थ और बायोफिज़िक्स, जिसे शेल्फ से खरीदा नहीं जा सकता है और इसके बजाय, भौतिकी और खगोल भौतिकी को प्राप्त करने के लिए बुद्धिमान डिजाइन, भवन, अंशांकन, कमीशनिंग और गणितीय सांख्यिकी की आवश्यकता होती है। आरआरआई पीयर रिसर्च संस्थानों के बीच विशिष्ट और अद्वितीय है, इसके कई शोध विषयों में प्रयोगात्मक प्रयासों पर जोर दिया गया है, जिनके लिए प्रायोगिक तंत्र और विधियों में महत्वपूर्ण रूप से इन-हाउस तकनीकी दक्षता और पाथ-ब्रेकिंग प्रगति की आवश्यकता होती है, जिसके लिए अक्सर दृढ़ता और एकचित्त समर्पण की आवश्यकता होती है। यह आधुनिक संदर्भ में संस्थापक, सर सी वी रमन की शैली की निरंतरता है।

आरआरआई समाज, डीएसटी और भारत सरकार को उनके उत्कृष्ट समर्थन के लिए अपनी ऋणता से अच्छी तरह परिचित है। आरआरआई में आयोजित बुनियादी विज्ञान अनुसंधान ने ज्ञान के आधार को लगातार आगे बढ़ाया, जिसके परिणामस्वरूप मौलिक कानूनों और प्रकृति के व्यवहार की समझ में सुधार हुआ। यह वह बीज है जो नवाचारों को प्रस्तुत करता है और उन संगठनों के लिए नींव और समाधान बैंक प्रदान करता है जो सीधे सामाजिक मुद्दों को लक्षित करते हैं और अनुवाद संबंधी अनुसंधान में संलग्न होते हैं। फिर भी, आरआरआई में बुनियादी विज्ञान अनुसंधान के परिणाम भी होते हैं जो जीवन की गुणवत्ता पर सीधे प्रभाव डालते हैं; उदाहरण व्हील चेयर, लिफ्ट आदि में उपयोग के लिए एक नेत्रहीन सक्रिय नियंत्रण प्रणाली को शामिल करने वाले एक मस्तिष्क कंप्यूटर इंटरफ़ेस का विकास है और एक नवीन कम लागत वाली विधि को शामिल करने वाले क्षेत्र में कोहरे के माध्यम से वास्तविक समय इमेजिंग का सफल प्रदर्शन है जो एक सस्ती असंगत प्रकाश स्रोत का उपयोग करता है जिसमें एक कम लागत वाला वैज्ञानिक कैमरा और इस उद्देश्य के लिए विकसित एक सॉफ्टवेयर, जिसमें कुछ नाम के लिए रक्षा, खोज और बचाव और चिकित्सा इमेजिंग में स्पष्ट अनुप्रयोग हैं। अन्य उदाहरण- लेजर सुरक्षा अनुप्रयोगों के लिए ऑप्टिकल सीमाएं, एकल डीएनए अणु का पता लगाने के लिए एक नैनोपोर प्लेटफॉर्म, सिंथेटिक दूध का पता लगाने के लिए एक इलेक्ट्रोकेमिकल प्रतिबाधा मापक उपकरण से युक्त दूध शुद्धता परीक्षण उपकरण है, जो प्रतिकूल स्वास्थ्य प्रभावों से मल्टीट्यूड को बचाने की क्षमता के साथ-साथ इसे लोगों तक शारीरिक रूप से पहुँचाने के लिए अच्छी तरह से अनुवाद करता है। आरआरआई ने कार्बनिक फोटोवोल्टिक और ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक प्लेटफार्मों को विकसित करने के लिए तरल क्रिस्टल में अपने लंबे समय तक विशेषज्ञता का लाभ उठाया है।

संस्थान के पास कई योजनाएं हैं जो अगली पीढ़ी में रचनात्मकता, उच्च शिक्षा और प्रयोगात्मक कौशल प्रदान करती हैं। पिछले वर्ष में, आरआरआई के वैज्ञानिक कर्मचारियों ने लगभग 200 छात्रों और युवा शोधकर्ताओं का उल्लेख किया है और उन्हें शिक्षित किया है, और पोस्ट-डॉक्टरल, पीएचडी, अनुसंधान सहायक और छात्र कार्यक्रमों के दौरों में उनके साथ मिलकर, कल के वैज्ञानिक होने की दिशा में अपनी क्षमता के विकास के अवसर प्रदान किए हैं।

आरआरआई अपनी सामाजिक वैज्ञानिक ज़िम्मेदारी का उपयोग करता है: ऐसी घटनाओं की मेजबानी करके, जिसमें समाज के सामान्य और युवा लोगों को विशेष रूप से संस्थान और उसके फील्ड स्टेशन में आमंत्रित किया जाता है, और सरकारी कार्यक्रमों, सक्रिय व्याख्यान, यात्राओं और कार्यशालाओं में सक्रिय भागीदारी के माध्यम से विभिन्न बाहरी संस्थानों, स्कूलों, कॉलेजों और विश्वविद्यालयों में आरआरआई कर्मचारियों द्वारा ज्ञान का प्रसार किया जाता है। आरआरआई के पास फेसबुक, ट्विटर और नियमित रूप से हाल के वैज्ञानिक परिणामों के साथ एक भाषा में लिखे जाने वाले डिजिटल पदचिह्न हैं, जो आम जनता द्वारा आसानी से समझे जा सकते है। आधिकारिक आरआरआई यूट्यूब चैनल अब संस्थान में आयोजित व्याख्यान, सम्मेलन, सेमिनार और कार्यशालाओं के वीडियो को शामिल करने के लिए विकसित हो गया है।

अनुसंधान: ज्ञान निर्माण

खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी

खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी

अवलोकन

शुरुआत से ही मानव ने जिज्ञासा और आश्चर्य की भावना के साथ आकाश की ओर देखा है। यह कोई आश्चर्य नहीं है कि खगोल विज्ञान सबसे पुराने प्राकृतिक विज्ञानों में से एक है। खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी का क्षेत्र खगोलीय पदार्थों और घटनाओं के भौतिक, रासायनिक और गतिशील गुणों के विस्तृत अध्ययन से जुड़ा हुआ है। आरआरआई में एए समूह में किए गए शोध को मोटे तौर पर चार क्षेत्रों में वर्गीकृत किया जा सकता है:

(ए) सैद्धांतिक खगोल विज्ञान जिसमें विश्लेषणात्मक मॉडल और अभिकल संख्यात्मक अनुकार का विकास शामिल है जिसमें तारों, ग्रहों, आकाशगंगाओं, अंतरतारकीय माध्यम आदि जैसे खगोलीय पदार्थों में गतिशीलता, भौतिक गुणों और अंतर्निहित घटनाओं का वर्णन किया गया है। सिद्धांतकार ब्रह्माण्ड के निर्माण और विकास,जो कि खगोल विज्ञान की एक शाखा ब्रह्माण्ड विज्ञान है, पर मौलिक सवालों के जवाब देने पर भी काम करते हैं ।

(बी) दूसरी ओर प्रेक्षणीय खगोल विज्ञान अंतरिक्ष से पूरे विद्युतचुबकीय स्पेक्ट्रम - निम्न आवृत्ति (दीर्घ तरंग दैर्ध्य) रेडियो तरंगों से अति उच्च आवृत्ति (अति लघु तरंग दैर्ध्य और अत्यधिक ऊर्जावान) गामा किरणों तक विकिरण का अध्ययन करने के लिए दुनिया भर में निर्मित दूरबीनों का उपयोग करता है । ये प्रेक्षण मौजूदा सैद्धांतिक मॉडल का परीक्षण करते हैं और नए प्रश्नों को भी जन्म देते हैं जिसका जवाब देना जरूरी होता है ।

(सी) प्रायोगिक खगोल विज्ञान में प्रमुख अनसुलझी समस्याओं को दूर करने के लिए बहुत विशिष्ट उद्देश्यों के लिए *दूरबीनों का डिजाइन, निर्माण और संचालन* शामिल है और सामरिक रूप से दुनिया भर में और अंतरिक्ष में स्थित हैं।

(डी) कलन विधि और संकेत प्रक्रमन जहां अन्य अग्रभूमि, पृष्ठभूमि और अवांछित हस्तक्षेप और भ्रम से आवश्यक खगोल विज्ञान संकेत को बढ़ाने और अलग करने के लिए विभिन्न तरीकों और निर्दर्शन नियोजित किए जाते हैं ।

केंद्र-बिंदु 2019-20

सैद्धांतिक खगोल भौतिकी और ब्रह्मांड विज्ञान

जिस ब्रह्मांड में हम निवास करते हैं वह व्यापक, जटिल, निरंतर विस्तार से परे है और असंख्य खगोलीय संस्थाओं द्वारा आबाद है। ब्रह्मांड तारों, आकाशगंगाओं, आकाशगंगा समूहों, ब्लेज़र जैसे उच्च ऊर्जा वाली वस्तुओं और अधिक से आबाद है। तारों, आकाशगंगाओं, आकाशगंगा समूहों और मोटे तौर पर गोलाकार क्षेत्र के बीच का स्थान, जो एक आकाशगंगा से बाहर निकलता है, प्रसारित गैस और धूल द्वारा रिसता है। इन्हें क्रमशः अंतरतारकीय माध्यम, अंतरिक्षीय माध्यम, अंतरसमूह माध्यम और परिधीय माध्यम के रूप में जाना जाता है। ब्रह्माण्ड निरंतर सहभागिता और विभिन्न गतिशील प्रक्रियाओं के साथ एक बहुत जीवंत स्थान है जो उनके विकास को आकार देता है और इसके बदले में ब्रह्मांड के विकास को समग्र रूप से बदल देता है। इन ब्रह्मांडीय संस्थाओं, उनके अंत:क्रियाओं और प्रक्रियाओं का अध्ययन करके खगोल भौतिकीविदों और बहुत बड़े पैमाने पर, ब्रह्मांड-विज्ञानी भौतिकी और रसायन विज्ञान के ज्ञात नियमों के ढांचे के भीतर ब्रह्मांड और इसके कार्यप्रणाली के विकास को समझने की कोशिश करते हैं। विश्लेषणात्मक निदर्शन और/या संख्यात्मक अनुकार इन प्रक्रियाओं पर प्रकाश डालते हैं और ब्रह्मांड की हमारी समझ के ज्ञान आधार में जोड़ते हैं। 2019-20 के दौरान संस्थान में किए गए सैद्धांतिक खगोल भौतिकी और ब्रह्मांड विज्ञान में अनुसंधान केंद्र बिंदु का एक विस्तृत विवरण इस प्रकार है।

अंतरतारकीय माध्यम

विशालकाय ब्लैक होल की उच्च रेडशिफ्ट पोषिता आकाशगंगाओं के प्रकाशीय और आईआर हस्ताक्षर

सहयोगियों यूजीन वासिलिव और यूरी शेशकिनोव के साथ, बिमान नाथ प्रकाशीय और आईआर लाइनों का अध्ययन कर रहे हैं, जिनके गुणों को विशालकाय ब्लैक होल द्रव्यमान, आकाशगंगा में गैस द्रव्यमान और तारकीय द्रव्यमान को मापने के लिए निदान के रूप में इस्तेमाल किया जा सकता है। यह आगामी जेम्स वेब स्पेस टेलीस्कोप (JWST) मिशन के लिए उपयोगी होगा। अंतरतारकीय माध्यम पर ब्लैक होल और तारकीय विकिरण से उच्च ऊर्जा उत्सर्जन को चमकाने के लिए फोटो आयनीकरण कोड का उपयोग करना, जिसमें धूल हो सकती है या नहीं हो सकती है और वर्तमान समय की धातु से अलग हो सकती है, उन्होंने कुछ परिणामी निहारिका लाइनों का चयन किया है, जिसका अनुपात उपर्युक्त तीन महत्वपूर्ण द्रव्यमानों के आकलन के लिए उपयोगी हो सकता है । यह काम रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी के मासिक नोटिस में प्रकाशन के लिए प्रस्तुत किया गया है।

[यूजीन ओ वसीलीव (सदर्न फ़ेडरल यूनिवर्सिटी, रूस), यूरी ए शशेकिनोव (लेबेदेव फिजिकल इंस्टिट्यूट ऑफ रशियन अकादमी ऑफ साइंसेस, रूस) और बिमान नाथ]

गेलेक्टिक प्रवाह

आकाशगंगा में उत्तम बुलबुले

मास्टर्स छात्र पुष्पिता दास के साथ, बिमान नाथ ने एक डिस्क आकाशगंगा में बुलबुलों का मोंटे कार्लो अनुकार किया है और पदार्थों के सर्वेक्षण में देखे गए आकार के वितरण की तुलना की है। आकार- वितरण पर पिछले सैद्धांतिक कार्य में उत्तम बुलबुलों के रुद्धोष्म विकास प्रयुक्त किया गया (ओए और क्लार्क 1997)। इस काम में उन्होंने

बुलबुलों के द्रव गतिकीय अनुकारों का उपयोग करते हुए आइएसएम में शीतलन और गैर- तापीय दबाव के प्रभावों को शामिल किया है और टिप्पणियों के साथ उनकी तुलना की है।
यह कार्य रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी के मासिक नोटिस में प्रकाशित हुआ था। (खंड 493, अंक 1, मार्च 2020, पृष्ठ 1034–1043)

[बिमान नाथ, पुष्पिता दास (II एस ई आर, कोलकाता), एम एस ओए (मिशिगन यूनिवर्सिटी, यूएसए)]

उत्तम बुलबुलों से ब्रह्मांडीय किरणें-आइसोटोप अनुपात

पिछले वर्ष के दौरान, बिमान नाथ, सिद्धार्थ गुप्ता और सहयोगी प्रतीक शर्मा और डेविड ईचलर नियॉन (22 से 20) आइसोटोप अनुपात के संबंध में,, उत्तम बुलबुले, जो ब्रह्मांडीय किरण त्वरण के स्थल हैं, के निहितार्थ पर काम कर रहे हैं। पवन समापन प्रघात के विस्तृत यथार्थवादी निदर्शन के साथ, उन्होंने दिखाया है कि लगभग एक चौथाई या अधिक गेलेक्टिक ब्रह्मांडीय किरणों को तारा समूह (बाकी एसएन अवशेष से आने वाले) में त्वरित कर समझाया जा सकता है। यह काम रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी के मासिक नोटिस में प्रकाशित हुआ है। (खंड 493, अंक 3, अप्रैल 2020, पृष्ठ 3159-3177)

[बिमान नाथ, सिद्धार्थ गुप्ता, प्रतीक शर्मा (भारतीय विज्ञानं संस्थान, बेंगलुरु) और डेविड आइशलर (बेन-गुरियन यूनिवर्सिटी ऑफ द नेगेव, इज़राइल)]

गांगेय बहिर्वाह में ब्रह्मांडीय किरणों की भूमिका

अपनी पीएचडी की छात्राएँ रणिता जना और सिद्धार्थ गुप्ता के साथ, बिमान नाथ ने विस्तृत द्रव गतिकीय 2-द्रव अनुकारों के साथ गैलेक्टिक प्रवाहों में ब्रह्मांडीय किरणों की भूमिका का अध्ययन किया और इस गलतफहमी को दूर किया कि ब्रह्मांडीय किरणें गतिशील रूप से बहिर्वाह को प्रभावित करती हैं। वे तारा समूह के गतिकी में और गेलेक्टिक बहिर्वाह में ब्रह्मांडीय किरणों पर अपनी विशेषज्ञता का उपयोग करके इसे प्रदर्शित करने में सक्षम थे। यह कार्य एमएनआरएएस को प्रस्तुत किया गया है और यह रेफरी की समीक्षा के अधीन है।

[रणिता जना, सिद्धार्थ गुप्ता और बिमान नाथ]

गांगेय संरचना और तारकीय गतिशीलता

डिस्क आकाशगंगाओं की सर्पिल संरचना

आकाशगंगा जैसी डिस्क आकाशगंगाओं के सर्पिल पैटर्न ब्रह्मांड में तारों और गैस द्वारा बनाई गई सबसे सुंदर संरचनाओं में से कुछ हैं। वे घनत्व में वृद्धि, नए तारों के गठन और कोणीय गति परिवहन के माध्यम से डिस्क विकास चला रहे हैं। 1960 के दशक का घनत्व-तरंग सिद्धांत लंबे समय तक रहने वाले सर्पिल पैटर्न का उत्पादन करने में विफल रहा क्योंकि लहर लिंडब्लाद अनुनादों में अवशोषित होती हैं। आगे की प्रगति सावधान संख्यात्मक प्रयोगों के माध्यम से हुई, जिसने सुझाव दिया कि सर्पिल संरचना क्षणिक मोड से उत्पन्न हो सकती है जो उनके पुनरुत्पादन के लिए अनुकूल परिस्थितियों का निर्माण करती है। एस श्रीधर ने एक सैद्धांतिक ढांचा विकसित किया है जिसमें मोड नवीकरण को पहले सिद्धांतों से समझा जा सकता है। संक्षेप में, एक क्षणिक सर्पिल मोड चरण स्थान में "गुंजयमान निशान" को पीछे छोड़ देता है। उन्होंने निशान में तारों के वितरण कार्य में परिमित परिवर्तन की गणना करने के लिए अनुनाद पर रुद्धोष्म कैद के गैर रेखीय सिद्धांत का इस्तेमाल किया, जो अनुनाद के आसपास केंद्रित हैं। उन्होंने तब दिखाया कि मोड विसरण निशान के भीतर दबा हुआ है, इसलिए वे रव-उत्पन्न मोड के स्पेक्ट्रम के फिल्टर के रूप में कार्य करते हैं, जिससे कुछ चुनिंदा मोड के नवीनीकरण को बढ़ावा मिलता है। इस प्रकार 1960 के दशक में सामने आई सर्पिल संरचना की समस्याओं की मुख्य बाधा हटा दी गई है। इस समस्या को देखने के इस तरीके का एक और बोनस है: साथ देने वाला पिछले ज्वार की सहभागिता के कारण एक आकाशगंगा डिस्क द्वारा बनाए गए "अवशेष निशान",, अभी भी दो-सशस्त्र "भव्य डिजाइन" सर्पिल पैटर्न के सक्रिय समर्थक हो सकते हैं। यह काम द एस्ट्रोफिजिकल जर्नल में प्रकाशित हुआ है।

"आहत" गांगेय डिस्क की अवधारणा को पेश करते हुए, श्रीधर का वर्तमान प्रयास निम्नलिखित प्रश्नों की खोज करने के लिए है। (1960 के दशक के बाद से) यह अच्छी तरह से ज्ञात है कि "चिकनी" डिस्क रैखिक सर्पिल मोड को बनाए नहीं रखती हैं क्योंकि ये लिंडब्लड अनुनाद में अवशोषित हो जाते हैं। आहत डिस्क के मामले में यह आवश्यक नहीं है क्योंकि लिंडब्लड अनुनाद के आसपास के क्षेत्र में तारों का वितरण कार्य संशोधित है। क्या आहत गैलेक्टिक डिस्क सर्पिल घनत्व तरंगों को बनाए रख सकती है? विशेष रूप से, क्या ये रैखिक अस्थिरता के रूप में उत्पन्न हो सकते हैं?

[एस श्रीधर]

गैलेक्टिक नाभिक में तारकीय गतिशीलता

पिछले वर्ष के दौरान, एस श्रीधर ने गांगेय नाभिक में अतिसक्रिय ब्लैक होल की परिक्रमा करते हुए घने तारे के गुच्छे, विशेष रूप से कोणीय गति परिवहन और गतिशील अस्थिरता, जो विशेष रूप से असममित संरचनाएं बनाते हैं, केंद्र में बड़े पैमाने पर वृद्धि के लिए जिम्मेदार हैं, की गतिकीय पर काम जारी रखा ।

[एस श्रीधर]

उच्च ऊर्जा खगोल भौतिकी

RRI में उच्च ऊर्जा खगोल भौतिकी समूह मोंटे कार्लो अनुकारों के साथ गेलेक्टिक और एक्स्ट्रा गैलेक्टिक ब्रह्मांडीय किरणों के प्रसार के निदर्शन में शामिल है। वे ब्रह्मांडीय त्वरक के भीतर उच्च ऊर्जा कण उत्पादन की अंतर्निहित भौतिकी को प्रकट करने के लिए गेलेक्टिक और एक्स्ट्रा गेलेक्टिक गामा किरण स्रोतों के बहु-तरंग दैर्ध्य निदर्शन करते हैं।

बीएल लैकर्टेए वस्तुओं से अत्युच्च ऊर्जा गामा-किरणों की उत्पत्ति के रूप में अत्युच्च - ऊर्जा ब्रह्मांडीय किरणों की परस्पर क्रिया

नयनतारा गुप्ता और उनके पीएचडी छात्र सैकत दास ने सहयोगी सोइबुर रज्जाक के साथ मिलकर लेप्टो-हैड्रोनिक उत्सर्जन मॉडल का उपयोग करते हुए अत्युच्च ऊर्जा (VHE, E>~30 GeV), में पाए गए अनेक बीएल लैकार्टे (BL Lacs) वस्तुओं के देखे गए बहु तरंग दैर्ध्य फोटॉन स्पेक्ट्रम के बारे में विस्तार से बताया । उन्होंने सिंक्रोट्रॉन शिखर को फिट करने के लिए एक-ज़ोन लेप्टोनिक उत्सर्जन को नियोजित किया और SSC स्पेक्ट्रम की गणना की, जैसे कि यह माने जाने वाले जेट मापदंडों के लिए संभव उच्चतम ऊर्जा तक फैली हुई हो । डेटा इस ऊर्जा से परे और पूरे VHE रेंज को भी इंगित करता है, यह एक हैड्रोनिक उत्सर्जन मॉडल का उपयोग करके अच्छी तरह से समझाया गया है। ~1 GeV ऊर्जाओं तक विद्युत चुम्बकीय सोपानी आरंभ करने के लिए ब्रह्माण्ड संबंधी दूरी के प्रचार के दौरान एक्सट्रागैलेक्टिक पृष्ठभूमि प्रकाश (EBL) के साथ स्रोत सहभागिता से बचती अत्युच्च ऊर्जा ब्रह्मांडीय किरणें (UHECRs, E>~0.1 EeV) । परिणामी फोटॉन स्पेक्ट्रम के शिखर ~1 TeV ऊर्जा पर है। उन्होंने प्रसार की दिशा में जिसमें पर्यवेक्षक स्थित है 0.1 डिग्री के भीतर यूएचईसीआर के अस्तित्व दर को खोजने के लिए कोलमोगोरोव विद्युत स्पेक्ट्रम के साथ एक यादृच्छिक उग्र एक्सट्रागैलेक्टिक चुंबकीय क्षेत्र (EGMF) पर विचार किया । UHECRs अंतःक्रियाओं से फोटॉन वर्णक्रमीय ऊर्जा वितरण (SED) में महत्वपूर्ण योगदान के लिए EGMF, B_{rms} ~10^{-5} nG, के RMS मूल्य को सीमित करते हुए, उन्होंने पाया कि उच्चतम ऊर्जा पर माने गए BL Lacs में से EBL और माध्यमिक सोपानी उत्सर्जन पर UHECR अंतःक्रियाएँ गामा- किरण डेटा को फिट कर सकती है। इस अध्ययन से पता चला है कि UHECRs और इसी जेट पावर में आवश्यक प्रकाश इन BL Lacs में अत्यंत-बड़े ब्लैक होल के एडिंगटन प्रकाश से कम हैं।

[सैकत दास, नयनतारा गुप्ता और सोइबुर रज्जाक (यूनिवर्सिटी ऑफ जोहान्सबर्ग, दक्षिण अफ्रीका)]

गैलेक्टिक आणविक बादलों में ब्रह्मांड किरण अंतःक्रियालों से पोजीट्रान की अधिकता

अल्फा चुंबकीय स्पेक्ट्रममापी (AMS-02) प्रयोग द्वारा पृथ्वी के पास मापा गया ब्रह्मांड किरण (CR) पॉज़िट्रॉन फ्लक्स का हालिया डेटा TeV ऊर्जा तक फैला है। $GeV^2\ m^{-2}\ sec^{-1}\ sr^{-1}$ में मापा गया पॉज़िट्रॉन फ्लक्स ऊर्जा के साथ बढ़ जाता है और कुछ सौ GeV 100 पर शिखर दिखाता है। इस बढ़ती पॉज़िट्रॉन फ्लक्स को अंतर तारकीय हाइड्रोजन गैस के साथ ब्रह्मांडीय किरणों की अंतःक्रियाएँ द्वारा नहीं समझाई जा सकती। बहु तरंगदैर्ध्य खगोल में प्रगति के कारण, हाल ही में हमारी आकाशगंगा में कई नए गैलेक्टिक आणविक बादल (GMCs) खोजे गए हैं। अग्निबा सरकार, सयन बिस्वास और नयनतारा गुप्ता ने GMCs की अद्यतन सूची का उपयोग किया है, जो कि आणविक हाइड्रोजन के साथ ब्रह्मांडीय किरणों की परस्पर क्रिया में उत्पन्न होने वाले द्वितीयक पॉज़िट्रॉन को खोजने के लिए, गैलेक्टिक तल में वितरित किए जाते हैं। इसके अलावा, फर्मी LAT डेटा का विश्लेषण करके, नए GMCs को गेलेक्टिक तल से दूर खोजा गया है। इनमें से कुछ GMCs पृथ्वी के सबसे नज़दीकी हैं जहाँ ब्रह्मांडीय किरणों की परस्पर क्रिया में उत्पन्न होने वाले द्वितीयक भी अध्ययन में शामिल किए गए थे । पहले यह अनुमान लगाया गया है कि कुछ GMCs में CRs का पुनःत्वरण किया जाए । मान लिया जा रहा है कि कुछ GMCs में पुनः त्वरण हो रहा है, जो अभी तक अनिर्धारित हैं और उन अनिर्धारित GMCs में पुनः त्वरित CRs की परस्पर क्रिया में उत्पादित द्वितीयक पॉज़िट्रॉन के एक छोटे से कठोर घटक को शामिल करने के बाद, इस अध्ययन से पता चला है कि 1 से 1000 GeV की ऊर्जा सीमा में देखे गए पॉज़िट्रॉन स्पेक्ट्रम को अच्छी तरह से समझाया जा सकता है।

[अग्निभा सरकार, सायन बिस्वास और नयनतारा गुप्ता]

3C 454.3 के दीर्घावधि प्रकाश वक्र में गामा-रे चमक

3C 454.3 अक्सर जगमगाती स्थिति में मनाई जाती है। फर्मी LAT संसूचक के 9 साल (अगस्त 2008 - जुलाई 2017) के डेटा के साथ इस स्रोत के दीर्घकालिक प्रकाश वक्र के विश्लेषण ने नयनतारा गुप्ता और उनके पीएचडी छात्र अविक कुमार दास और राज प्रिंस को पांच फ्लेयर्स और एक मौन अवस्था की पहचान करने में सक्षम बनाया है। जगमगाता हुआ चरण के दौरान कई शिखरों के साथ उप-संरचनाएं पाईं गईं थीं । फ्लेयर्स के उदय और क्षय के समय की तुलना का अनुमान अन्य समान स्रोतों के फ्लेयर्स के साथ की गई थी। गामा किरण वर्णक्रमीय ऊर्जा वितरण के निरूपण से पता चला है कि ज्यादातर मामलों में लॉग पैराबोला फ़ंक्शन डेटा को सबसे अच्छा फिट देता है। समय-समय पर दो फ्लेयर्स के लेप्टोनिक मॉडलिंग, जिसके लिए एक साथ बहु- तरंग दैर्ध्य डेटा उपलब्ध हैं, से पता चला है कि ये दो लंबे समय तक चलने वाले फ्लेयर्स फ्लेयर-2 ए और फ्लेयर -2 डी क्रमशः 95 दिनों और 133 दिनों तक जारी रहे। डॉपलर कारक के औसत मूल्य ने इलेक्ट्रॉनों में प्रकाश को इंजेक्ट किया, उत्सर्जन क्षेत्र का आकार और उत्सर्जन क्षेत्र में चुंबकीय क्षेत्र का उपयोग इन फ्लेयर्स के मॉडलिंग में किया गया था। उत्सर्जन क्षेत्र को उनके एकल क्षेत्र मॉडल में व्यापक लाइन क्षेत्र में माना गया था जिसमें प्रतिरूपण करते समय ऊर्जा की हानि (सिंक्रोट्रॉन, सिंक्रोट्रॉन सेल्फ-कॉम्पटन, बाहरी कॉम्पटन) और उत्सर्जन क्षेत्र से इलेक्ट्रॉनों का पलायन शामिल है। हालांकि, लेप्टोनिक मॉडल के साथ इन फ्लेयरों को मॉडल करने के लिए आवश्यक कुल जेट शक्तियां अन्य स्रोतों की तुलना में अधिक हैं, वे हमेशा एडिंगटन के 3C 454.3 के प्रकाश से कम पाए गए थे। इस अध्ययन के माध्यम से यह दिखाया गया कि डॉपलर कारक के समय की भिन्नता या कम समय के स्केल पर इलेक्ट्रॉनों में अंतःक्षेपित प्रकाश, चुनिंदा चमकती शिखरों के प्रकाश वक्र को स्पष्ट कर सकती है।

[अविक कुमार दास, राज प्रिंस और नयनतारा गुप्ता]

एक्स्ट्रा गैलेक्टिक स्रोतों की दो आबादी के साथ अत्युच्च ऊर्जा ब्रह्मांडीय किरणों के स्पेक्ट्रम और संरचना का प्रतिरूपण

नयनतारा गुप्ता, उनके पीएचडी छात्र सैकत दास और सहयोगी सोबुर रज्जाक ने खगोल भौतिक स्रोतों की दो आबादी के साथ 5 EeV से ऊपर के ऊर्जाओं पर पियरे ऑगर ऑब्जर्वेटरी से अत्युच्च ऊर्जा ब्रह्मांडीय किरणों (UHECR, 0.1 EeV के ऊर्जा से ऊपर) स्पेक्ट्रम और संरचना डेटा फिट किया है, जो टखने से परे है। एक आबादी, प्रमुख रूप से प्रोटॉन (1H) को त्वरित करती हुई, फर्मी त्वरण मॉडल के पास GZK कटऑफ और अन्तः क्षेपण स्पेक्ट्रल सूचकांक के करीब अधिकतम ऊर्जा के साथ उच्चतम देखी गई ऊर्जा तक फैली हुई है; जबकि एक और आबादी अपेक्षाकृत निम्न दृढ़ता वाले कटऑफ और ठोस अन्तः क्षेपण स्पेक्ट्रम के साथ हल्का से भारी नाभिक (4He, 14N, 28Si, 56Fe) को त्वरित करती है। यह पाया गया कि 5 EeV से अधिक ऊर्जा पर स्पेक्ट्रम की फिटिंग करते समय अन्तःक्षेपण में एक मिश्रित संरचना (1H, 4He, 14N, 28Si, 56Fe) के साथ एक एकल एक्स्ट्रा गैलेक्टिक सजातीय स्रोत की आबादी शून्य 1H बहुतायत अंश की ओर ले जाती है। एकल-जनसंख्या से दो-जनसंख्या मॉडल में जाते समय घातीय कटऑफ शक्ति नियम अन्तःक्षेपण स्पेक्ट्रम और sybill2.3c हैड्रोनिक पारस्परिक विचार-विमर्श मॉडल केअपने विकल्प के साथ, उन्होंने संरचना की भविष्यवाणियों और अन्य UHECR स्रोत मापदंडों पर प्रभावों की जांच की । उत्तरार्द्ध के लिए, एक गैर-शून्य 1H बहुतायत उच्चतम ऊर्जा पर अपरिहार्य पाया गया, और एक शुद्ध-प्रोटॉन स्पेक्ट्रम के जोड़ पर संयुक्त में एक महत्वपूर्ण सुधार नोट किया गया। प्रोटॉन अन्तःक्षेपण सूचकांक दो-जनसंख्या मॉडल के सर्वश्रेष्ठ-फिट पैरामीटर मूल्य को खोजने के लिए परिवर्तित था, और अधिकतम अनुमत प्रोटॉन अंश 3.5 सिग्मा सांख्यिकीय महत्व के भीतर उच्चतम-ऊर्जा कोष्ठ पर सीमित था। इस तरह के एक संकर स्रोत जनसंख्या परिदृश्य में अपेक्षित ब्रह्मांडीय न्यूट्रिनो प्रवाह की गणना की गई थी। इस अध्ययन ने UHECR के स्रोतों पर प्रकाश डालने हेतु आगामी डिटेक्टरों द्वारा इन न्यूट्रिनो का पता लगाने की संभावनाओं पर भी विचार किया ।

[सैकत दास, सोइबुर रज्जाक (यूनिवर्सिटी ऑफ जोहान्सबर्ग, दक्षिण अफ्रीका और नयनतारा गुप्ता]

उत्तरी गोलार्ध म्यून ट्रैक घटनाओं के संभावित γ-किरण स्रोत

ब्लेज़र TXS 0506+056 की चमक के साथ आइसक्यूब घटना 170922A के स्थानिक और लौकिक सहसंबंध के परिणाम के रूप में एक ब्रह्मांडीय किरण त्वरक की पहली पहचान ने नयनतारा गुप्ता और सहयोगियों को फर्मी- LAT 3FGL कैटलॉग, जो आइसक्यूब उच्च ऊर्जा ट्रैक घटनाओं के साथ सहसंबद्ध हो सकते थे, में अन्य जगमगाते हुए ब्लेज़र की तलाश करने के लिए प्रेरित किया। न्यूट्रिनो ट्रैक घटनाओं के साथ जुडे ब्लेज़र की फर्मी- LAT प्रकाश वक्र का अध्ययन किया गया। इस अध्ययन में चयनित आइसक्यूब ट्रैक घटनाओं के 2^0 कोणीय अनिश्चितता के भीतर पहचाने गए आठ स्रोतों में से केवल एक स्रोत 3FGL J2255 + 2409 न्यूट्रीनो के पता लगाने के दौरान भड़की हुई अवस्था में पाया गया । लेखकों ने इस ब्लेज़र से बहु-तरंग दैर्ध्य डेटा के एक समय आधारित निदर्शन और लेप्टोनिक ऊर्जा क्षय और अपने जेट में प्रोटॉन-प्रोटॉन अंतःक्रियाओं सहित न्यूट्रिनो घटना यह निर्धारित करने के लिए किया कि क्या यह न्यूट्रिनो घटना का मूल हो सकता है। उनके लेप्टो-हैड्रोनिक मॉडल का अनुमान है कि 3FGL / 4FGL J2255 + 24011 के न्यूट्रिनो चरण के दौरान $L_j = 3.6 \times 1^{047}$ ergs / sec का एक जेट प्रकाश ।

[नयनतारा गुप्ता और सहयोगी आर मोहराना और अन्य।]

2010 की शुरुआत में 3C 273 के दो फ्लेयर्स के ब्रॉडबैंड उत्सर्जन का निदर्शन

पिछले वर्ष के दौरान, 2010 की शुरुआत में नयनतारा गुप्ता और सहयोगी सोनल आर पटेल और देबंजन बोस द्वारा 3C 273 की दो फ्लेयर्स की अस्थायी और स्पेक्ट्रल परिवर्तनशीलता का अध्ययन किया गया और दो ज़ोन उत्सर्जन मॉडल के साथ निदर्शन किया गया ।

[सोनल आर पटेल, देबंजन बोस, नयनतारा गुप्ता]

ब्रह्मांड विज्ञान

पुन: आयनीकरण युग पर बीजभूत ब्लैक होल का प्रभाव: 3He लाइन

ब्रह्मांड में प्रथम तारकीय आकार के ब्लैक होल (BHs) के गठन के ब्रह्माण्ड संबंधी निहितार्थों का अध्ययन शिव सेठी और सहयोगी यूजीन वासिलिव और यूरी शेह्निोव द्वारा किया गया था। उन्होंने 8.5 <z <25 के दौरान BHs सामग्री संचय के आसपास प्रभाव क्षेत्रों से उत्सर्जन पर विचार किया। 3He II की हाइपरफाइन लाइन को मुख्य अवलोकन योग्य के रूप में देखते हुए उन्होंने दिखाया है कि BH के निकट तप्त आयनीकृत गैस और बाहरी क्षेत्रों में अधिक शीतलक गैस के साथ BH के आसपास का क्षेत्र 100 kpc की एक विकसित संरचना में 10 μK प्रकाश तापमान का उत्पादन कर सकता है। इस कार्य से पता चला है कि वर्तमान और आगामी रेडियो इंटरफेरोमीटर जैसे कि स्क्वायर किलोमीटर एरे (SKA) SKA1-MED इन क्षेत्रों का पता लगाने में सक्षम हो सकता है।

[यूजीन वासिलिव (रोस्तोव यूनिवर्सिटी, रूस), यूरी शेचिनोव (लेबेदेव इंस्टिट्यूट, रूस) और शिव सेठी]

प्रभारित शीत काला पदार्थ

आरआरआई के शिव सेठी और ए पी गौतम, एक आगंतुक छात्र द्वारा ब्रह्मांड में ठंडे काले पदार्थ के रूप में स्थिर आवेशित कणों के ब्रह्माण्ड संबंधी निहितार्थों पर विचार किया गया । तीन मॉडलों का अध्ययन किया गया: (ए) मिलि-चार्ज डार्क मैटर, (बी) दो भारी आवेशित कणों के बीच बना एक परमाणु, (सी) हीलियम नाभिक और एक भारी आवेशित कण के बीच बना एक परमाणु। उन्होंने अन्य आवेशित कणों के साथ इन कणों के प्रासंगिक प्रकीर्णन अनुप्रस्थ काट को व्युत्पन्न किया और द्रव सन्निकटन का उपयोग करते हुए इस मामले के बाकी हिस्सों के साथ उनकी अन्तः क्रिया को मॉडल किया और दोनों युग्मित और जुदा क्षेत्रों का अध्ययन किया। तब ब्रह्माण्ड संबंधी वेधशालाओं की विश्लेषणात्मक और संख्यात्मक रूप से गणना की गई थी और परिणामों की

तुलना प्लैंक सीएमबी डेटा के साथ की गई ।

[ए पी गौतम (आईआईटी, मद्रास का एक आगंतुक छात्र) और शिव सेठी]

पुन: आयनीकरण युग के पश्चात और ब्रह्मांड की बड़े पैमाने पर संरचना

पुन: आयनीकरण युग के पश्चात का अध्ययन आधुनिक काल के ब्रह्मांड विज्ञान में अनुसंधान का एक महत्वपूर्ण क्षेत्र है। इस युग में, तटस्थ हाइड्रोजन (HI) का थोक आकाशगंगाओं के भीतर उन घनी जेबों में रहता है जिनके पास HI स्तंभ संख्या घनत्व $N_{HI} \geq 2 \times 10^{21}$ atoms/cm^2 है। इन क्षेत्रों को क्वासर अवलोकन में अवमन्दित लिमन अल्फा (DLAs) के रूप में पहचाना जाता है। आकाशगंगा सर्वेक्षण से अलग, HI 21-सेमी सिग्नल का अवलोकन विशिष्ट HI स्रोत का समाधान करना नहीं करते हैं, और इन स्रोतों से सामूहिक उत्सर्जन HI 21-सेमी अवलोकन में पृष्ठभूमि विकिरण के रूप में दिखाई देते हैं। इस पृष्ठभूमि विकिरण में उतार-चढ़ाव अंतर्निहित स्रोत की छाप को उस युग पर गुच्छित कर देता है । इन उतार-चढ़ावों को आमतौर पर HI पावर स्पेक्ट्रम नामक एक मात्रा का उपयोग करके निर्धारित किया जाता है, जो फूरियर अंतरिक्ष में मापा जाने वाले HI उतार-चढ़ाव का सहसंबंध देता है। HI पावर स्पेक्ट्रम को मापने से हमें HI वितरण और ब्रह्मांड में बड़े पैमाने पर संरचना के गठन से संबंधित कई मुद्दों को हल करने में मदद मिल सकती ।

पिछले कुछ वर्षों में, अंजन सरकार का शोध मुख्य रूप से ऊटी वाइड फील्ड ऐरे (OWFA) और स्क्वायर किलोमीटर ऐरे (SKA) जैसे आगामी रेडियो दूरबीनों का उपयोग करते हुए HI 21-सेमी सिग्नल की माप के लिए भविष्यवाणियां करने पर केंद्रित है। सहयोगियों के साथ उन्होंने HI पावर स्पेक्ट्रम और HI 21-सेमी सिग्नल के क्रॉस पावर स्पेक्ट्रम और लीमन-α वन को कोल्ड डार्क मैटर (CDM) परिदृश्य में OWFA का उपयोग करके मापने की संभावनाओं का पूर्वानुमान लगाने के लिए विश्लेषण किया है। हाल ही में, दो अलग-अलग रेडियो दूरबीनों, OWFA और SKA का उपयोग करके वार्म डार्क मैटर (WDM) परिदृश्य में क्रॉस पावर स्पेक्ट्रम की माप के लिए भविष्यवाणियाँ की गई थीं। इनके अलावा, पहले के काम में, HI सिग्नल दृश्यताएं का अनुकरण करने के लिए एक विश्लेषणात्मक विधि प्रस्तावित की गई ।

इस व्यापक शोध विषय के तहत 2019-20 में किए गए कार्यों का सारांश नीचे दिया गया है।

वार्म डार्क मैटर (WDM) पावर स्पेक्ट्रम और इसके द्रव्यमान को HI 21-सेमी सिग्नल और लीमन-वन के क्रॉस-सहसंबंध का उपयोग करके बाधित करना

अंजन सरकार और सहयोगी आशीस पाल और तपोमय सरकार ने क्रॉस- WDM पॉवर स्पेक्ट्रम और WDM द्रव्यमान पर बाध्यताएं पैदा करने के लिए रेखीय रेडियो-इंटरफेरोमेट्रिक सरणी, अर्थात् ऊटी वाइड फील्ड एरे (OWFA) HI 21-सेमी सिग्नल और लीमन-वन के क्रॉस-सहसंबंध के अवलोकन किया है और SKA1- मध्य जैसे भविष्य का बड़े रेडियो टेलीस्कोप, और SDSS-IV के BOSS जैसे बड़े पैमाने पर स्पेक्ट्रोस्कोपी सर्वेक्षण किया है । OWFA और WDM द्रव्यमान, $m_{WDM} = 0.25$ kev के साथ 100 अलग-अलग, स्वतंत्र क्षेत्र के दृश्य में प्रत्येक में 200 घंटे के अवलोकन को देखते हुए, उन्होंने पाया है कि $k \leq 0.45$ Mpc^{-1} पर कई k- बिन में SNR ≥ 5 के साथ क्रॉस WDM पावर स्पेक्ट्रम को मापना संभव है। हालांकि, OWFA WDM पावर स्पेक्ट्रम के दमन को मापने के लिए असंवेदनशील होगा, और इस तरह WDM द्रव्यमान को बाधित करेगा। SKA1-मध्य को ध्यान में रखते हुए, उन्होंने पाया कि 50 से अधिक स्वतंत्र बिंदुओं पर समान रूप से रूप से वितरित 20000 घंटे के कुल अवलोकन समय के लिए एक fiducial mWDM = 0.25 keV के लिए, क्रॉस पावर स्पेक्ट्रम में दमन को $k \sim 0.2$ Mpc^{-1} के आसपास $\sim 10\ \sigma$ पर मापा जा सकता है। यह काम जर्नल ऑफ कॉस्मोलॉजी एंड एस्ट्रोपार्टिकल फिजिक्स (जेसीएपी) में प्रकाशित हुआ है।

[अंजन कुमार सरकार और बिट्स-पिलानी के सहयोगी: आशीष कुमार पाल और तपोमय गुहा सरकार]

SKA-Low का उपयोग करके 21-cm बहु-आवृत्ति कोणीय विद्युत स्पेक्ट्रम को मापने के लिए पूर्वानुमान

SKA-LOW जैसे अत्याधुनिक टेली-स्कोप के साथ EoR 21-cm सिग्नल के अवलोकन को देखते हुए अंजन सरकार और सहयोगियों ने बहु-आवृत्ति कोणीय पावर स्पेक्ट्रम को मापने के लिए भविष्यवाणियां करने के लिए फिशर मैट्रिक्स आधारित विश्लेषण किया है। विश्लेषण से पता चला है कि $1 \sim 1300$ कोणीय पैमानों पर कुल 128 अवलोकन घंटे और बैंड चौड़ाई, $B = 44$ MHz के साथ बहु-आवृत्ति कोणीय पावर स्पेक्ट्रम को $5 - \sigma$ या उससे अधिक के सांख्यिकीय महत्व के स्तर पर मापना संभव है यह काम रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी (MNRAS) की मासिक सूचनाओं के जर्नल में प्रकाशित है।

[राजेश मोंडल (यूनिवर्सिटी ऑफ़ ससेक्स, यूके), अबिनाश कुमार शॉ (IIT खड़गपुर), इलियन टी इलिव (यूनिवर्सिटी ऑफ ससेक्स, यूके), सोमनाथ भारद्वाज (IIT खड़गपुर), कणन के दत्ता (प्रेसीडेंसी यूनिवर्सिटी, कोलकाता), सुमन मजूमदार (IIT इंदौर), अंजन के सरकार, केरी एल डिक्सन (NYU, अबू धाबी)]

अवलोकनीय खगोल विज्ञान

यह कई लोगों के लिए एक आश्चर्य के रूप में होगा यदि आप उन्हें बताएं कि रात के आकाश में मानव आंख क्या देखती है, जो वास्तव में ऊपर के स्वर्ग से हमारे पास आ रही है, का एक बहुत छोटा हिस्सा है। इसका कारण यह है कि मानव आँख विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम कहे जाने वाले बहुत बड़े पैनोरमा के सिर्फ एक छोटे हिस्से के प्रति संवेदनशील है, जिसमें गामा किरणें, एक्स-किरण, पराबैंगनी, माइक्रो तरंग और रेडियो तरंगें शामिल हैं । एक बुनियादी स्तर पर विकिरण के उपरोक्त विभिन्न रूप सभी समान हैं, अंतर विद्युत चुम्बकीय संकेत की आवृत्ति और तरंग दैर्ध्य में निहित है। ब्रह्मांड पूरे विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम पर हमसे बात करता है और मानव मन की सहज जिज्ञासा सुनने के तरीके विकसित करना चाहता है। खगोलविदों ने वास्तव में विकिरण

के विभिन्न आवृत्ति बैंडों में "देखने" के लिए डिज़ाइन किए गए विशेष दूरबीनों का निर्माण किया है। दोनों राष्ट्रीय और अंतरराष्ट्रीय स्तर पर RRI को रेडियो और एक्स-किरण टेलीस्कोप सुविधाओं के डिजाइन और निर्माण में शामिल किया गया है - उदाहरण के लिए, मुर्चिसन वाइडफ़ील्ड ऐरे (MWA), SKA टेलीस्कोप के लिए एक अग्रदूत, जो कि राष्ट्र का एक मेगाप्रोजेक्ट है, और ASTROSAT, ISRO द्वारा शुरू किया गया बहु संस्थागत सहयोगी उपग्रह मिशन - जिसका वे नियमित रूप से रुचि की ब्रह्मांडीय वस्तुओं का अध्ययन करने के लिए उपयोग करते हैं।

रेडियो खगोल विज्ञान

उप-स्पंद देर लगने की आवृत्ति-निर्भर व्यवहार: PSR B0031-07 की हिंडोला ज्यामिति और उत्सर्जन की ऊँचाईयाँ

पल्सर उत्सर्जन का हिंडोला मॉडल चुंबकीय अक्ष के चारों ओर घूमते हुए तारकीय सतह के बहुत करीब स्थित असतत चिंगारियों के एक सेट के लिए उप-स्पंद बहने की घटना का श्रेय देता है। अविनाश देशपांडे ने सहयोगी एस जे मैकस्वीनी, एनडीआर भट, एसई त्रेम्बले और जी राइट के साथ दिखाया कि बी 0031-07 के तीन बहाव मोड को एकल हिंडोला घूर्णन दर के संदर्भ में समझा जा सकता है अगर चिंगारियों की संख्या को एक अभिन्न संख्या द्वारा बदलने की अनुमति दी जाती है, और जहां अलग-अलग बहाव दर (प्रथम-क्रम) अलियासिंग प्रभाव के कारण हैं। यह P3 के लिए सामंजस्यपूर्ण रूप से संबंधित मूल्यों में भी परिणत होता है (जिस समय यह एक ही पल्स चरण में फिर से प्रकट होने के लिए एक उप-स्पंद लेता है), जिसकी पुष्टि B0031-07 के लिए की गई थी। उन्होंने B0031-07 के उप-स्पंद व्यवहार की आवृत्ति निर्भरता की भी जांच की और हिंडोला मॉडल का विस्तार किया, जिसमें विचलन और मंदता के दोहरे प्रभावों को शामिल किया गया, जिसमें सतह चिंगारियों के विन्यास की सतह से उत्सर्जन बिंदु तक की यात्रा में लिए समय की जानकारी शामिल है। इन प्रभावों को B0031-07 के उत्सर्जन ऊंचाइयों पर हावी मानते हुए, 185 MHz और 610 MHz के बीच अलग-अलग मोड के लिए अपरिवर्तनवादी उत्सर्जन ऊंचाई अंतर को प्राप्त किया गया था। उत्सर्जन ऊंचाइयों को मापने का यह नया तरीका हिंडोला मॉडल का एक संभावित मजबूत परीक्षण प्रदान करता है।

[कर्टिन यूनिवर्सिटी, ऑस्ट्रेलिया से: एस जे मैकस्वीनी, एन डी आर भट और एस ई ट्रेमब्ले, जी राइट (यूनिवर्सिटी ऑफ़ मैनचेस्टर, यूके) और अविनाश देशपांडे]

पृथ्वी-आधारित सेटअप का उपयोग करके रेडियो आकाश की निम्न आवृत्ति अवलोकन की ओर

पृथ्वी पर कुछ विशेष स्थानों के कुछ प्रयासों को छोड़कर, बहुत निम्न आवृत्ति वाले रेडियो आकाश (20 MHz से नीचे) को अभी तक मुख्य रूप से योण क्षेत्र के कटऑफ के कारण पर्याप्त रूप से नहीं खोजा जा सका है। चूंकि योण क्षेत्र के कटऑफ आवृत्ति सौर गतिविधि द्वारा निर्धारित की जाती है, ऐसे निम्न आवृत्तियों पर पृथ्वी-आधारित अवलोकन करने के अवसर होंगे जब कटऑफ आवृत्ति कम हो जाती है, जैसे कि रातों के दौरान और सौर न्यूनतम संख्या के दौरान और अधिक है। चक्र 25 से परे सौर न्यूनतम जैसे घूमना-फिरना की शुरुआत के बारे में हाल के दावों के मद्देनजर, अविनाश देशपांडे, विनुता चंद्रशेखर, एच ए अश्वथप्पा के साथ-साथ सहयोगी पावन उत्तरकार ने उपलब्ध रिसीवर श्रृंखला के साथ, विशेष रूप से डिज़ाइन किए गए पलटा बो टाई एंटीना का उपयोग करते गौरीबिदनूर फील्ड स्टेशन पर, 2-20 MHz की निम्न आवृत्ति खिड़की में आकाश माप का प्रयास करने के लिए एक उपयुक्त सेटअप विकसित करने की शुरुआत की। अपेक्षित ऐन्टेना तापमान का अनुमान उच्च आवृत्तियों पर उपलब्ध आकाश मानचित्रों का उपयोग करके, अनुकारित विभा वितरण से किया गया और अवलोकन के परिणामों से तुलना की गई । अंतर्निहित आकाश विभा पैटर्न का अनुमान लगाने के लिए समय के एक कार्य के रूप में तीव्रता में स्पष्ट भिन्नता की व्याख्या करने में, कुल इलेक्ट्रॉन सामग्री (TEC) के GPS-आधारित माप का उपयोग आवृत्ति निर्भर अवशोषण और समय में उस के परिवर्तन के संदर्भ में और योण क्षेत्र के छाप के लिए अनुमान लगाने और करने के लिए किया गया था।

[पवन उत्तरकर (SIT, तुमकुर), विनुता चंद्रशेखर, एच ए अश्वथप्पा और अविनाश देशपांडे]

पल्सर के गांगेय वितरण

पल्सर के वितरण का अध्ययन करने के लिए लक्ष्य साधित, पल्सर आबादी के पूर्ण पैमाने पर अनुकरण करने के प्रयास, अविनाश देशपांडे और रेशमा अलेक्जेंडर-RRI के आगंतुक छात्र द्वारा जारी रखा गया प्रारंभिक अनुकरण परिणामों का गंभीर रूप से आकलन करने के लिए शिक्षाप्रद परीक्षण किए गए।

[रेशमा अलेक्जेंडर (NIT त्रिची) और अविनाश देशपांडे]

CRL 2688 के सर्कमस्टेलर लिफाफे का अध्ययन

सहाय और अन्यों (1998 ApJ 493p301) ने WFPC2 / HST के साथ EGG नेबुला (CRL 2688) प्रतिबिंबित की। 3 mm और 1.3 mm खिड़कियों में प्रदर्शन किए गए इस कार्बन-समृद्ध प्रोटोप्लैनेटरी नेबुला, AFGL 2688 के आणविक लाइन सर्वेक्षण ने इसके लिफाफे में समृद्ध रसायन विज्ञान दिखाया (Zhang et al. 2013 ApJ 773p71) इससे पहले प्लैट्यू डे ब्यूर इंटरफेरोमीटर (1.07 "x 0.85" बीम आकार) का उपयोग करते हुए कॉक्स और अन्यों (2000 A&A 353L25) द्वारा CO(J=2-1) छवि NIR सुविधाओं के साथ AFGL 2688 में संबंधित कई आणविक बहिर्वाह दिखाता है। मध्यम बीम का आकार NIR के छल्ले और द्विध्रुवी लोबों के प्रतिच्छेदन स्थानों पर उज्ज्वल CO गुच्छों के केवल आंशिक स्थिरता की अनुमति देता है, जो तेज और धीमी हवाओं के बीच परस्पर क्रिया का संकेत दिखा रहा है। चूँकि छल्लों के बीच का अंतर <1" है, एक उच्च कोणीय स्थिरता अवलोकन, परस्पर क्रिया के प्रगतिशील परिवर्तन की समझ की सुविधा प्रदान करेगा ।

डॉ निमेश पटेल के सहयोग से, मोहित सिन्हा और रमेश बालासुब्रमण्यन, एग नेब्युला (AFGL 2688; CRL 2688) जो एक प्रसिद्ध प्रोटो-ग्रहीय नेबुला है, की तेज और धीमी हवाओं के बीच परस्पर क्रिया का अध्ययन कर रहे हैं, ताकि एक बाइनरी-प्रेरित सर्पिल शेल मॉडल के साथ आणविक अवलोकन की तुलना की जा सके। ठोस विन्यास में SMA के साथ एकत्र किए गए हाल के डेटा का विश्लेषण किया जा रहा है, जबकि

विस्तारित विन्यास डेटा की प्रतीक्षा की जा रही है।
[मोहित सिन्हा, निमेश पटेल (CfA, हार्वर्ड, USA) और रमेश बालसुब्रमण्यन]

HI वेग गति फैलाव का उपयोग करते आकाशगंगा डिस्क के गतिक द्रव्यमान का अनुरेखण और आकाशगंगाओं में डार्क मैटर वितरण के लिए इसके निहितार्थ ।

अपने तटस्थ हाइड्रोजन वेग फैलाव का उपयोग करते हुए फेस-ऑन आकाशगंगा डिस्क के गतिक द्रव्यमान को प्राप्त करने की एक विधि पिछले वर्ष के दौरान के एस द्वारकानाथ और सहयोगीगण मौसमी दास, स्टेसी एस मैकगौ, रोजर इंजामासिमनाना और जेम्स शोमबर्ट द्वारा विकसित की गई थी। इस पद्धति को निकट गैस-समृद्ध आकाशगंगाओं पर लागू किया गया था, जिन्होंने परमाणु हाइड्रोजन गैस डिस्क और निम्न झुकाव को बढ़ाया है। आकाशगंगा के नमूने में चार बड़ी डिस्क आकाशगंगाएँ, NGC 628, NGC 6496, NGC 3184, और NGC 4214 और तीन बौने आकाशगंगाएँ, DDO 46, DDO 63 और DDO 187 शामिल हैं। HI निकट आकाशगंगा सर्वेक्षण (थिंग्स) के पुरालेख संबंधी परमाणु हाइड्रोजन डेटा और लिटिल थिंग्स सर्वेक्षण का उपयोग कर तारकीय डिस्क के बड़े पैमाने पर वितरण को निर्धारित करने के लिए HI गैस वितरण और स्पिट्ज़र मध्य-अवरक्त छवियों को प्राप्त करने के लिए किया गया था। चरम बाहरी डिस्क में, जहां HI गैस होती है, लेकिन कोई दृश्यमान तारकीय डिस्क सामने नहीं आई है, की डिस्क गतिशील और बैरयोनिक द्रव्यमान अनुपातों की जांच से पता चला है कि बड़ी आकाशगंगाओं के लिए डिस्क गतिशील और HI गैस द्रव्यमान सतह घनत्व बाहरी डिस्क में तुलनीय थे, जबकि छोटी बौनी आकाशगंगाएं, जिनके लिए कुल HI गैस द्रव्यमान तारकीय द्रव्यमान पर हावी है, डिस्क गतिशील द्रव्यमान बैरयोनिक द्रव्यमान की तुलना में बहुत बड़ा था। इन आकाशगंगाओं के लिए लेखकों का प्रस्ताव है कि या तो अति निम्न प्रकाश वाला तारकीय डिस्क होना चाहिए जो HI गैस डिस्क के लिए ऊर्ध्वाधर समर्थन प्रदान करता हो या उनके डिस्क के साथ जुड़ा हुआ हेलो डार्क मैटर हो, जो संभव है यदि हेलो का एक तिरछा आकार है ताकि डार्क मैटर हेलो का आंतरिक भाग डिस्क के चारों ओर केंद्रित हो। इस अध्ययन से निकलने वाले परिणाम तारकीय डिस्क की अनुपस्थिति में HI डिस्क के संतुलन को समझाने के लिए महत्वपूर्ण हैं और गैस-समृद्ध, बौनी आकाशगंगाओं के लिए विशेष रूप से महत्वपूर्ण हैं, जो अपने डिस्क से जुड़े महत्वपूर्ण डार्क मैटर द्रव्यमान को प्रकट होते प्रतीत होते हैं।

[मौसमी दास (IIA, बेंगलुरु), स्टेसी एस मैक्गो (केस वेस्टर्न रिजर्व यूनिवर्सिटी, यूएसए), रोजर इंजामासिमनाना (रोड्स यूनिवर्सिटी, दक्षिण अफ्रीका), जेम्स शोमबर्ट (यूनिवर्सिटी ऑफ ओरेगन, यूएसए), और के.एस. द्वारकानाथ]

विलय समूह A3376 में निष्क्रिय सर्पिल और प्रघात प्रभावित तारा गठन

प्रेरणा:
आकाशगंगा समूहों को विलय करना, बड़े पैमाने पर गतिशील घटनाओं के अध्ययन करने के लिए अद्वितीय प्रयोगशालाओं के रूप में कार्य करता है, जो कि घटक ICM और उसके अंतर्गत आकाशगंगाओं पर कार्य करते हैं। जबकि ICM पर इस तरह की विलय गतिविधि का प्रभाव, एक्स-किरण और रेडियो तरंग दैर्ध्य में भारी अध्ययन किया जाता है, समूह आकाशगंगा आबादी के विकास पर संचयी प्रभाव काफी हद तक काम न करनेवाला है। इस तरह के बड़े पैमाने पर व्यवस्था अभी भी खोजी जा रही हैं, प्रमुख रूप से एक्स-किरण असमदिग्वर्तीयाँ और प्रसार रेडियो उत्सर्जन से संबंधित घनत्वों के माध्यम से, समूह आकाशगंगाओं पर विलय के झटके के प्रभावों का विश्लेषण करते हुए, एक बहुआयामी दृष्टिकोण, जो बदलते परिवेश में आकाशगंगा विकास के विभिन्न पहलुओं को लक्षित करता है। इस बड़ी तस्वीर को ध्यान में रखते हुए, क्षितिजा केलकर और के एस द्वारकानाथ और सहयोगियों ने z~0.046. पर A3376 की विशेष रूप से अद्वितीय विलय समूह प्रणाली में आकाशगंगा की आबादी का एक बहु तरंग दैर्ध्य विश्लेषण प्रस्तावित किया है। इस समूह का विलय ~ 0.6 G साल पहले हुआ और यात्रा-संबंधी प्रघात यम रेडियो अवशेष के साथ एक मजबूत एक्स-रे हॉटस्पॉट इस की विशेषता है । (उरदम्पिल्लेता और अन्य 2018, काले और अन्य 2012, जॉर्ज और अन्य 2015) यह पूरा कार्य कई अंतरराष्ट्रीय समूहों के बीच एक सहयोगी प्रयास के रूप में किया जा रहा है, जिनसे डेटा प्राप्त किया गया है।

उन्होंने निकट के (लाल-शिफ्ट लगभग 0.046) अप्रौढ (लगभग 0.6 Gyr) विलय के बाद समूह प्रणाली A3376 में आकाशगंगाओं के तारा गठन गुणों का एक विस्तृत विश्लेषण किया, जिसमें एक मध्यम आघात अग्र (आघात वेग लगभग 1630 km/s) है, जो सममित रेडियो अवशेष के रूप में माना गया है। विस्तृत क्षेत्र के ओमेगा विंग्स सर्वेक्षण और संबंधित फोटोमेट्रिक जानकारी से स्पेक्ट्रोस्कोपी डेटा का खुलासा करते हुए, उनकी जांच ने गतिशील पूर्व-विलय समूह वातावरण से भिन्न गतिशील विलय पश्चात् पर्यावरण के प्रशंसनीय प्रभावों का पता लगाया है। पूर्व-विलय शिथिलीकृत समूह वातावरण के अवशेषों को दो BCGs. के बीच समूह के मध्य क्षेत्रों में स्थित निष्क्रिय सर्पिल आकाशगंगाओं के अस्तित्व के माध्यम से महसूस किया गया था। विश्लेषण से पता चला है कि अधिकतम विलय प्रघात प्रभाव वाले क्षेत्रों में A3376 में 10M (सूर्य) से अधिक विशाल (M (तारे)) नीले नियमित रूप से तारा गठन दर सर्पिल की आबादी शामिल है, लेकिन समान युग में शिथिलीकृत समूहों में और 10M (सूर्य) से कम निम्न द्रव्यमान (M (तारा) विलंब प्रकार की नीली **PSBs के** समान तारा गठन दर दर्शाती है जो प्रघात-प्रेरित तारा गठन के बाद निम्न द्रव्यमान के सर्पिलों के तेजी से शमन के परिणामस्वरूप बन सकती हैं या विलय की शुरुआत में आईसीएम दबाव में तीव्र उछाल के कारण हो सकती हैं। उच्च और निम्न-द्रव्यमान वाले सर्पिल को अलग तरह से प्रभावित करने वाले विलय प्रघात की संभावना के साथ, ये परिणाम ज्ञात विलय समूह प्रणाली में अब तक प्रतीत होने वाले विरोधाभासी परिणामों को पुल करते हैं और यह स्थापित करते हैं कि विभिन्न पर्यावरणीय प्रभाव पूर्व से विलय के बाद के चरण में सही हैं।

[क्षितिजा केलकर, के एस द्वारकानाथ, बियांका एम पोगियांटि (INAF, इटली), एलेसिया मोरेटी (INAF, इटली), रोजेरियो मोंटेइरो- ओलिवेरा (यूनिवर्सिटी ऑफ साओ पाउलो, ब्राजील), रूबेन्स मचाडो (UTFPR, ब्राजील), गैस्टो लीमा-नीटो (यूनिवर्सिटी ऑफ साओ पाउलो, ब्राजील), जैकोपो फ्रिट्ज (UNAM, मैक्सिको), बेनेडेट्टा वालकानी (INAF, इटली), मार्को गुलिउज़्ज़िक (INAF, इटली), डेनिएला बेट्टोनी (INAF, इटली)]

गैलेक्सी सभा के युग के दौरान आकाशगंगाओं में परमाणु हाइड्रोजन

आकाशगंगा के विकास में महत्वपूर्ण प्रक्रियाएँ हैं- आकाशगंगा में तटस्थ परमाणु हाइड्रोजन (HI) बनाने के लिए परिधीय माध्यम से या विलय के माध्यम से गैस गिरावट, परमाणु अवस्था से आणविक अवस्था में तटस्थ हाइड्रोजन (H2) के रूपांतरण और अंत में तारों में H2 का रूपांतरण। इस प्रकार आकाशगंगा के विकास को समझने के लिए आकाशगंगाओं में तारा-निर्माण के लिए प्राथमिक ईंधन, तारे तथा तटस्थ हाइड्रोजन के परमाणु और आणविक चरण के विकास दोनों को समझना आवश्यक है। हालांकि, अति उत्तम HI 21cm स्पेक्ट्रल परिवर्तनकाल की स्वाभाविक कमजोरी, आकाशगंगाओं के HI सामग्री के मुख्य अनुरेखक का मतलब है कि उच्च रेडशिफ़्टों के लिए आकाशगंगाओं के परमाणु गैस द्रव्यमान को मापना संभव नहीं है; आकाशगंगा विकास की हमारी समझ में यह एक आलोचनात्मक कमी है। हाल ही में, के एस द्वारकानाथ, शिव सेठी और सहयोगी निसिम कानेकर और जयराम चेंगलुर ने तारा-निर्माण आकाशगंगाओं के एक बड़े नमूने में रेडशिफ्टेड HI 21 सेमी लाइन के उन्नत विशालकाय मीटरवेव रेडियो टेलीस्कोप पर्यवेक्षण को सूचित किया है, जिसने उन्हें आकाशगंगा की समयावधि के अंत की ओर, लगभग 1 के बराबर एक रेडशिफ्ट z पर तारा-निर्माण आकाशगंगाओं के औसत HI द्रव्यमान को मापने की अनुमति दी है। । उन्होंने नमूने के औसत तारकीय द्रव्यमान के समान औसत HI द्रव्यमान प्राप्त किया; यह स्थानीय ब्रह्मांड में समान तारकीय द्रव्यमान की आकाशगंगाओं से बहुत अलग है, जहां औसत HI द्रव्यमान औसत तारकीय द्रव्यमान से आधे से भी कम है। हालांकि, यह पाया गया कि HI द्रव्यमान ताजा गैस के अभाव में केवल 1 से 2 अरब वर्षों के लिए उनके निरीक्षित तारा निर्माण दरों को ईंधन दे सकता है। इससे पता चलता है कि $z \sim 1$ पर आकाशगंगाओं पर गैस अभिवृद्धि, तारा निर्माण आकाशगंगाओं में उच्च तारा निर्माण दर बनाए रखने के लिए अपर्याप्त हो सकती है; यह आकाशगंगा सभा की अवधि के बाद ब्रह्मांडीय तारा-गठन दर घनत्व में गिरावट के कारण होने की संभावना है।

[आदित्य चौधरी (NCRA, पुणे), निसीम कानेकर (NCRA, पुणे), जयराम चेंगलुर (NCRA, पुणे), शिव सेठी और के एस द्वारकानाथ]

निम्न आवृत्ति रेडियो अवलोकनों के साथ रेडियो आकाशगंगाओं में अति प्रकाशयुक्त इन्फ्रारेड आकाशगंगाओं के विकास का अनुरेखण

के एस द्वारकानाथ और सहयोगी सुमना नंदी और मौसमी दास ने अभिलेखीय बहु आवृत्ति अवलोकन के साथ विशालकाय मीटरवेव रेडियो टेलीस्कोप (GMRT) का उपयोग करते हुए अति प्रकाशयुक्त अवरक्त आकाशगंगाओं (ULIRGs) के रेडियो अवलोकनों का अध्ययन किया है, जो यह समझने के लिए है कि क्या ULIRG स्थानीय ब्रम्हांड में शक्तिशाली रेडियो प्रबल आकाशगंगाओं के पूर्वज हैं। ULIRGs की विशेषता है विशाल अवरक्त प्रकाश (10^{12} L_{sun} से अधिक), विशाल धूल द्रव्यमान (10^{8} M_{sun}) और जोरदार तारा गठन (10-100 M_{sun} प्रति वर्ष) । अध्ययन बताते हैं कि वे गैस-समृद्ध सर्पिल आकाशगंगाओं के विलय के अंतिम चरणों का प्रतिनिधित्व करते हैं। उनका प्रकाश तारा विस्फोट गतिविधि और सक्रिय गैलेक्टिक नाभिक (AGN) दोनों के कारण हो सकती है। AGN विशेषताओं को 1.28 GHz GMRT अवलोकन के साथ प्रकाशत: पहचाने गए 13 ULIRGs के एक नमूने को अध्ययन में शामिल किया गया । उनका उद्देश्य किसी भी कोर-जेट संरचनाओं या परमाणु विस्तार को हल करना था और इसलिए यह जांचना कि क्या ULIRG रेडियो प्रबल दीर्घवृत्त में विकसित हो रहे हैं। उनकी गहरी, निम्न आवृत्ति अवलोकन केवल एक स्रोत के लिए सीमांत विस्तार दिखाते हैं। हालाँकि, 6 ULIRGs के एकीकृत रेडियो स्पेक्ट्रा ने ऐसी विशेषताओं को दिखाया जो GPS/CSS/CSO/युवा रेडियो स्रोतों के समान अनुमानित स्पेक्ट्रल उम्र 0.4 से 8 Myr है जो दर्शाता है कि वे युवा रेडियो स्रोत और रेडियो आकाशगंगाओं के संभावित पूर्वज हैं। इस अध्ययन के माध्यम से, लेखक निष्कर्ष निकालते हैं कि हालांकि अधिकांश ULIRG परमाणु गतिविधि से जुड़े kpc पैमाने पर विस्तारित रेडियो उत्सर्जन नहीं दिखाते हैं, उनके रेडियो स्पेक्ट्रल ऊर्जा वितरण युवा रेडियो आकाशगंगाओं के हस्ताक्षर दिखाते हैं।

[(सुमना नंदी (NCRA, पुणे), मौसमी दास (IIA, बेंगलुरु), और, के एस द्वारकानाथ)]

LOFAR का उपयोग कर 21cm पावर स्पेक्ट्रा

ग्रीष्मकालीन शोधकर्ता के रूप में ASTRON की तीन महीने के दौरा के दौरान, जिष्णु नंबिसन ने 21cm सिग्नल अनुसंधान के पावर स्पेक्ट्रम पहलुओं पर काम किया। आंद्रे ऑफ़्रिंगा के साथ उन्होंने LOFAR उपकरण का उपयोग करते हुए पावर स्पेक्ट्रा को मापा, जो विभिन्न कोणीय पैमानों पर सिग्नल में शक्ति है, और उत्तरी आकाशीय ध्रुव (NCP) के करीब क्षेत्रों में से एक के अवलोकन से डेटा का विश्लेषण किया।

[जिष्णु नंबिसन, आंद्रे ऑफ़्रिंगा और बाकी का LOFAR EoR समूह]

एक्स-किरण खगोल विज्ञान

ठोस एक्स-किरण बाइनरी एक ठोस वस्तु, एक न्यूट्रॉन तारा या एक ब्लैक होल और एक साथी 'सामान्य' तारा से बना है। न्यूट्रॉन तारे का गहन गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र साथी तारे से न्यूट्रॉन तारे पर जमने का कारण बनता है, जिससे एक्स-किरण का निर्माण होता है। एक्स-किरण खगोल विज्ञान ऐसी वस्तुओं का अध्ययन करने के लिए एक शक्तिशाली उपकरण है। । चुंबकीय क्षेत्र ज्यामिति और शक्ति, आसपास के माध्यम की रासायनिक संरचना और कक्षीय अवधि और एक्सरे किरणों के त्रिज्या विकास जैसी गतिकी, अभिवृद्धि डिस्क के संरचनात्मक विकास और इसके समय स्केल, और तारकीय पवन में संरचना जैसे प्रणाली मापदंडों के बारे में ढेर सारी जानकारी ठोस एक्स-किरण बाइनरी से एक्स-किरण आउटपुट का सावधानीपूर्वक विश्लेषण करके प्राप्त की जा सकती हैं। अनुसंधान विभिन्न एक्स-रे वेधशालाओं के डेटा का उपयोग करके कैटाक्लिसमिक वेरिएबल सिस्टम और अल्ट्रा-ल्यूमिनस एक्स-रे स्रोतों का अध्ययन करने की दिशा में भी है। 2019-20 के दौरान आरआरआई खगोलविदों द्वारा

जांच किए गए एक्स-रे स्रोतों के विभिन्न पहलुओं का संक्षिप्त विवरण नीचे दिया गया है।

ठोस एक्स-किरण स्रोतों के विभिन्न पहलुओं की जांच

SMC X-1 में सुपर कक्षीय मॉडयूलन और एक विकृत पूर्ववर्ती अभिवृद्धि डिस्क

बिस्वाजीत पॉल और सहयोगी प्रगति प्रधान और चंद्रेई मैत्रा द्वारा 10 सुजाकू और 6 NuSTAR अवलोकन का उपयोग करके अपने सुपर कक्षीय भिन्नता वाले विभिन्न तीव्रता वाले अवस्थाओं में उच्च द्रव्यमान एक्स-किरण बाइनरी पल्सर SMC X-1 के ब्रॉडबैंड स्पेक्ट्रल-टाइमिंग विश्लेषण किया गया। सभी अवस्थाओं में स्पेक्ट्रम को लौह उत्सर्जन लाइन युक्त एक उच्च ऊर्जा कटऑफ और एक ब्लैक-बॉडी घटक के साथ अवशोषित शक्ति नियम द्वारा वर्णित किया जा सकता है। अन्य अति विशाल तारे HMXBs की तुलना में, SMC X-1 में Fe K लाइन समतुल्य चौड़ाई कम पाई गई - उच्च अवस्थाओं में 10 eV से कम और निम्न अवस्थाओं में 270eV तक।. बढ़ते प्रवाह के साथ दृढ़ एक्स-किरण स्पेक्ट्रम के साथ वर्णक्रमीय आकार प्रवाह पर निर्भर पाया गया । उन्होंने इन 16 अति कक्षीय अवस्थाओं में पावर-नियम घटक के एक अत्यधिक चर सामान्यीकरण को भी पाया। दोनों उपकरणों के लिए दृढ़ एक्स-किरणों में स्पंदनों का, दो अवलोकनों को छोड़कर, सभी में पता लगाया गया था। पल्स प्रोफाइल दो शिखरों के साथ लगभग साइनसोइडल थे और घटती हुई प्रकाश के साथ घटता हुआ दूसरे शिखर की सापेक्ष तीव्रता बताती है कि SMC X-1 में उत्तम-ग्रहपथ का मॉडयूलन केवल पूर्ववर्ती विकृत अभिवृद्धि डिस्क में अवशोषण का कारण नहीं होता है और अलग-अलग उत्तम-ग्रहपथ अवस्थाओं में न्यूट्रॉन तारे से निकलने वाली एक्स-किरण में आंतरिक परिवर्तन होते हैं। तीन प्रकाशयुक्त अवस्थाओं के NuSTAR स्पेक्ट्रा में ~50 keV पर एक कल्पित साइक्लोट्रॉन लाइन पाई गई, जो 4.2×10^{12} G के संभावित चुंबकीय क्षेत्र का संकेत देती है। अंत में, इस अध्ययन के परिणामस्वरूप नई पल्स अवधि माप के साथ, SMC X-1 के अनंत स्पिन-अप का समय आधार तेरह वर्षों तक बढ़ गया था और पूर्ण पल्स अवधि के इतिहास ने 1995 के आसपास स्पिन-अप प्रवृत्ति में अचानक परिवर्तन दिखाया।

[प्रगति प्रधान (मैसाचुसेट्स इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, USA), चंद्रेई मैत्रा (मैक्स प्लैंक इंस्टिट्यूट फॉर एक्स्ट्राटेरेस्ट्रियल फिजिक्स, जर्मनी), और बिस्वजीत पॉल]

Swift-XRT के साथ उच्च-द्रव्यमान एक्स-किरण बाइनरी IGR J16393-4643 में एक अद्वितीय आंशिक ग्रहण की जांच

उच्च-द्रव्यमान वाले एक्स-किरण बाइनरी IGR J16393-4643 की कक्षीय प्रोफ़ाइल इसकी एक्स-किरण तीव्रता में डुबकी दिखाती है, जिसे पहले एक ग्रहण के रूप में व्याख्या की गई । अधिकांश ग्रहण करने वाले HMXBs के विपरीत, जहां एक्स-किरण ग्रहण के बाहर के उत्सर्जक की तुलना में परिमाण के दो क्रमों के होते हैं, यह विशेष रूप से ग्रहण जैसी विशेषता संकीर्ण और आंशिक है, जिससे संदेह है कि क्या यह वास्तव में एक ग्रहण है। इस कम तीव्रता वाले कक्षीय चरण की प्रकृति की आगे की जांच करने के लिए, बिस्वजीत पॉल, उनके पीएचडी की छात्रा संहिता कबीराज और सहयोगी नाज़मा इस्लाम ने Swift-XRT के साथ पूरे कक्षीय चरण को शामिल करते हुए बड़ी संख्या में अवलोकन का इस्तेमाल किया । मृदु एक्स-किरण अवलोकनों ने इस कम-तीव्रता वाले चरण को भी दिखाया, जो बाकी की कक्षा के दौरान तीव्रता का लगभग 30% है। उन्होंने इस कम तीव्रता वाले अवस्था के अंदर और बाहर वर्णक्रमीय मापदंडों में बदलाव की तुलना करने के लिए कक्षीय-चरण-निर्धारित स्पेक्ट्रोस्कोपी कार्य भी संपन्न किया। उनके परिणामों से संकेत मिलता है कि यह कम-तीव्रता की स्थिति एक ग्रहण नहीं हो सकती है, जैसा कि पहले सोचा गया था, लेकिन यह तारकीय कोरोना में अवशोषण है। तारकीय कोरोना के कारण होने वाले चराई ग्रहण के लिए द्विआधारी के झुकाव कोण को भी इस अध्ययन के हिस्से के रूप में गणना की गई थी।

[संहिता कबीराज, नज़मा इस्लाम (हार्वर्ड और स्मिथसोनियन, USA), और बिस्वजीत पॉल]

XMM-न्यूटन के साथ IGR J18027-2016 में क्लॅम्पी पवन अभिवृद्धि की जांच

अति विशाल तारे एक्स-किरण बाइनरी में आमतौर पर एक OB अति विशाल साथी की हवा से एक न्यूट्रॉन तारा उगता है। उन्हें मान्य प्रणालियों और अति विशाल तेज एक्स-किरण क्षणिकों (SFXTs) के रूप में वर्गीकृत किया गया है। SFXTs के साथ एक्स-किरण में स्रोतों के इन उपवर्गों का अलग-अलग व्यवहार, बहुत अधिक स्पष्ट परिवर्तनशीलता प्रदर्शित करता है, आमतौर पर (कम से कम) आंशिक रूप से बड़े पैमाने पर स्टार क्लॅम्पी तारकीय हवा के विभिन्न भौतिक गुणों के लिए उत्तरदायी होता है। SFXTs के मामले में, XMM-न्यूटन बोर्ड पर उपकरणों की क्षमताओं का लाभ उठाने के लिए इन स्रोतों के फ्लेयर्स / विस्फोट पर क्लॅम्पों के प्रभावों की एक व्यवस्थित जाँच की गई है ताकि कुछ सैंकड़ों सेकेंड जितना छोटे समय के पैमाना के हिसाब से कठोरता से सुलझा हुआ वर्णक्रमीय विश्लेषण किया जा सके। बिस्वजीत पॉल और सहयोगी प्रगति प्रधान, एनरिको बूज़ो, एंटोनीस मनोउसकीस और कार्लो फेरिंगो ने मान्य अति विशाल एक्स-किरण बाइनरी के लिए उपरोक्त अध्ययन का विस्तार करने के लिए IGR J18027-2016 के छह XMM-न्यूटन अवलोकन का उपयोग किया है और SFXTs के मामले में प्राप्त निष्कर्षों की तुलना की है। जैसे कि विभिन्न कक्षीय चरणों में IGR J18027-2016 के ये अवलोकन फैले, उन्होंने इसके एक्स-किरण वर्णक्रमीय परिवर्तनशीलता पर लंबे समय तक अध्ययन किया और पिछले जांच के साथ अपने परिणामों की तुलना की। हालांकि उगते अतिविशाल एक्स किरण बाइनरी के एक्स किरण अवलोकन से क्लंप भौतिक गुणों का मापन पहले से ही चुनौतीपूर्ण साबित हुआ है, इस अध्ययन से पता चला है कि SFXTs के एक्स किरण अवलोकनों में क्लम्प के समान निशान पाए गए और कम से कम एक मान्य प्रणाली, यानी, IGR J18027-2016 । यह अध्ययन अन्य मान्य अति विशाल एक्स किरण बाइनरी की दिशा में पहले से ही प्रदर्शित कई XMM-न्यूटन अवलोकनों तक

इस अध्ययन को आगे बढ़ाने के लिए दिलचस्प दृष्टिकोण प्रदान करता है।

[प्रगति प्रधान (पेंसिल्वेनिया स्टेट यूनिवर्सिटी, USA), एनरिको बूझो (यूनिवर्सिटी ऑफ जिनेवा, स्विट्ज़रलैंड), बिस्वजीत पॉल, एंटोनिस मनोउसकीस (यूनिवर्सिटी ऑफ शारजाह, UAE), और कार्लो फेरिंगो (यूनिवर्सिटी ऑफ जिनेवा, स्विट्जरलैंड)]

विप्लव संबंधी परिवर्तनीय प्रणाली और अति- प्रकाशयुक्त एक्स-किरण स्रोत

अपने पीएचडी छात्रो अनिर्बान दत्ता और तनुमान घोष के साथ, विक्रम राणा NuSTAR, XMM-न्यूटन और अन्य एक्स-किरण वेधशालाओं के डेटा का उपयोग कर कई विप्लव संबंधी परिवर्तनीय (CV) प्रणाली और अति-प्रकाशयुक्त एक्स-किरण स्रोत (ULXs) पर काम कर रहे हैं।

[अनिर्बान दत्ता, तनुमान घोष और विक्रम राणा]

अपनी विचित्रता और प्रकोप अवस्थाओं के दौरान बौना नोवा SS CYG के संयुक्त XMM-NuSTAR अध्ययन

SS Cyg एक अति प्रकाश युक्त बौनों में से एक है जिसमें एक सफेद बौना और एक मुख्य अनुक्रम माध्यमिक तारा है, जिसकी कक्षीय अवधि 6.6 घंटे है। यह हर 40-50 दिनों में विस्फोटित होता है, जो लगभग 10-12 दिनों तक रहता है। प्रकाशीय चमक के विपरीत, विस्फोट चरण एक्स-किरण हल्का है और निष्क्रिय एक्स-किरण उज्ज्वल है। यह ज्यामिति और अभिवृद्धि डिस्क के गुणों में परिवर्तन के कारण होता है और डिस्क के एक्स-किरण उत्सर्जक सीमा परत (BL) क्षेत्र प्रकोप चरण में अपने ही विकिरण के लिए प्रकाशत: मोटी होती जा रही है। पिछले वर्ष के दौरान, विक्रम राणा और उनके पीएचडी छात्र अनिर्बान दत्ता और कोजी मुकाई ने दो अवस्थाओं के दौरान ज्यामिति और अभिवृद्धि डिस्क के गुणों में परिवर्तन का अध्ययन करने के लिए XMM और NuSTAR वेधशालाओं से एक साथ एक्स-किरण डेटा का उपयोग किया है, जो SS Cyg के दो चरणों में 0.3-50 keV ऊर्जा रेंज को कवर करते हैं । NuSTAR की उच्च संवेदनशीलता और XMM की उत्कृष्ट ऊर्जा स्थिरता ने अभूतपूर्व सटीकता के साथ विभिन्न प्रणाली घटकों के निर्धारण को सक्षम किया। उन्होंने पाया कि मौन चरण में 25.1+/-3.2 keV अधिकतम प्लाज्मा तापमान, विस्फोट 9.4+/-0.6 keV की तुलना में काफी अधिक है। कठोर एक्स-किरण में NuSTAR की उच्च संवेदनशीलता के लिए धन्यवाद, उन्होंने दोनों चरणों के लिए 10-30 keV रेंज में प्रतिबिंब कूबड़ की उपस्थिति की अंतिम तौर से पुष्टि की है, जो तब उत्पन्न होती है जब एक्स-किरण फोटोन सामग्री की अपेक्षाकृत ठंड स्लैब से टकराते हैं और व्युत्क्रम कॉम्पटन बिखराव से गुजरते हैं । प्रतिबिंब मापदंडों के अंतर ने उन्हें दो चरणों के बीच BL क्षेत्र के स्थान, ज्यामिति और गुणों में परिवर्तन का अनुमान लगाने में सक्षम किया। XMM's के उत्कृष्ट ऊर्जा स्थिरता का उपयोग करके Fe K alpha उत्सर्जन के घटकों को हल किया गया था। Fe K अल्फा उत्सर्जन के विभिन्न घटकों (6.4 keV, 6.7 keV, 6.9 keV) के लाइन चौड़ीकरण के तुलनात्मक अध्ययन से, एक्स-किरण प्रतिबिंब के बारे में, साथ ही साथ विस्फोट चरण के दौरान डिस्क सामग्री की आवाजाही के बारे में जान सकते हैं।

[विक्रम राणा, अनिर्बान दत्ता, कोजी मुकाई (GSFC / NASA, USA]

तारकीय द्रव्यमान अति चमक एक्स-किरण स्रोत NGC 4190 ULX1 पर सुपर-एडिंगटन अभिवृद्धि

आकाशगंगा NGC 4190 में एक ULX का अध्ययन उस की एक्स-किरण विशेषताओं के बारे में जानने के लिए विक्रम राणा और उनके छात्र तनुमान घोष द्वारा किया गया था। यह स्रोत XMM-NEWTON के साथ तीन बार और स्विफ्ट के साथ छह बार देखा गया था। NGC 4190 ULX1 स्पेक्ट्रा में एक स्पष्ट कटऑफ का पता लगाया गया था जो ULX को मानक निम्न / कठोर अवस्था में एक ब्लैक होल होने की व्याख्या करता है।. वे रिपोर्ट करते हैं कि व्यापक तापीय घटक द्वारा उच्च गुणवत्ता वाले EPIC स्पेक्ट्रा का बेहतर वर्णन किया जा सकता है, जैसे कि एक पतली डिस्क या केप्लर की डिस्क जिसमें देखने में स्थूल काम्प्टोनाइजिंग कोरोना होता है। NGC 4190 ULX1 का स्पेक्ट्रा "व्यापक डिस्क" के साथ "वक्र" अवस्था के वर्गीकरण से जुड़ा हो सकता है।. 2-6 keV के चारों ओर वर्णक्रमीय वक्रता और मोड़ को विभिन्न मॉडलों द्वारा समझाया गया है जो ULX के "अति प्रकाशमान" को प्रकट करते हैं। एडिंग्टन सीमा से अधिक डिस्क की अभिवृद्धि दर के मामले में, इस दशा को उत्तम-एडिंगटन अवस्था के रूप में जाना जाता है। इस मामले में, यह पाया गया कि बाहरी विकिरण दबाव डिस्क के अंतरतम भाग की स्केल ऊंचाई को बढ़ाता है और यहां संवहन महत्वपूर्ण हो जाता है। नतीजतन, अर्धव्यास का तापमान प्रोफ़ाइल $T(r) \propto r^{-p}$ है, जहां p मुक्त पैरामीटर ($p \leq 0.75$) है जो मानक शकुरा- सुनायेव पतली केप्लरियन डिस्क के मामले में 0.75 का मान लेता है। स्पेक्ट्रा में पतली डिस्क मॉडल पर "स्लिम डिस्क" मॉडल की वरीयता ने स्पष्ट रूप से दिखाया कि डिस्क उत्सर्जन सुपर-एडिंगटन प्रकृति की है। इसके अलावा, उन्होंने XMM और स्विफ्ट डेटा का उपयोग करके स्रोत के दीर्घकालिक वर्णक्रमीय और प्रवाह परिवर्तनशीलता को पाया। प्रवाह और पावर-नियम फोटॉन सूची के बीच स्पष्ट विरोधी-सहसंबंध पाया गया, जिसने ULX के असामान्य वर्णक्रमीय अवस्था के विकास की पुष्टि की। ULX स्रोत के असामान्य वर्णक्रमीय अवस्थाओं का सुझाव है कि यह स्रोत $3\text{-}10 \times 10^{39}$ ergs/sec के प्रकाशमान के साथ "अति प्रकाशमान अवस्था" में है। सकारात्मक प्रकाश-शक्ति तापमान संबंध ने आगे सुझाव दिया कि बहु-रंग डिस्क मॉडल $L \propto T^4$ संबंध का अनुसरण करता है जो एक स्थिर क्षेत्र से एक ब्लैक बॉडी डिस्क उत्सर्जन के लिए अपेक्षित है और स्लिम डिस्क मॉडल संबंध $L \propto T^2$ के साथ संगत है जो संवहन कोहरे वर्धित डिस्क उत्सर्जन के अनुरूप है । वर्णक्रमीयता जैसी चौड़ी डिस्क से इस तरह की प्रकाश पर, जब आंतरिक डिस्क त्रिज्या और तापमान से केंद्रीय ठोस वस्तु के द्रव्यमान

की ऊपरी सीमा का अनुमान लगाया गया तो यह पाया गया कि वास्तविक खगोल भौतिक परिदृश्य में ब्लैक होल की उच्चतम स्तर के संभाव्य स्पिन के लिए ULX एक तारकीय द्रव्यमान ठोस वस्तु की मेज़बानी करता है ।

[विक्रम राणा, तनुमान घोष, डोमिनिक वोल्टन (इंस्टिट्यूट ऑफ एस्ट्रोनॉमी, UK)]

प्रायोगिक खगोल विज्ञान

सुविधाओं के साथ अवलोकन संबंधी खगोल विज्ञान को आगे बढ़ाने के अलावा, RRI खगोलविद वास्तव में विशिष्ट अनसुलझी समस्याओं पर ध्यान देने के साथ विकिरण के विभिन्न आवृत्ति बैंडों में "देखने" के लिए डिज़ाइन किए गए विशेष दूरबीनों का निर्माण करते हैं। अवलोकनीय ब्रह्मांड के बारे में ज्ञान के मोर्चे को आगे बढ़ाने और अंतरिक्ष के छिपे हुए क्षेत्रों को देखने की आवश्यकता के लिए अविश्वसनीय खोज ने बेहतर, कुशल और संवेदनशील दूरबीनों और संबंधित रिसीवर और एल्गोरिदम की आवश्यकता को पूरा किया है। पिछले एक साल में RRI में AA अनुसंधान ने इन दोनों पहलुओं पर ध्यान केंद्रित किया है और RRI खगोलविद और इंजीनियर राष्ट्रीय और अंतरराष्ट्रीय दोनों स्तर पर रेडियो और एक्स-रे दूरबीनों के डिज़ाइन बनाने और निर्माण में शामिल रहे हैं: अंतरिक्ष में पहला समर्पित एक्स-किरण ध्रुवणमापी मिशन की ओर अग्रसर एक्स-किरण ध्रुवणमापी पेलोड जिसे POLIX कहा जाता है, एक सटीक रेडियोमीटर जिसे SARAS कहा जाता है, 40-230 MHz रेडियो बैंड में संचालित होता है, जो ब्रह्मांडीय रेडियो पृष्ठभूमि में वर्णक्रमीय विकृतियों का पता लगाने के लिए समर्पित है, PRATUSH, चंद्र कक्षा में एक प्रस्तावित रेडियोमीटर जो ब्रह्मांडीय भोर को प्रकट करेगा हमारे ब्रह्मांड एक कुशल रैखिक सरणी इमेजर, एक सुपरनोवा खोज इंजन, जो रेडियो तरंग दैर्ध्य पर काम कर रहे हैं, और आकाश निगरानी सरणी नेटवर्क (SWAN) जो मुख्य रूप से क्षणिक रेडियो आकाश की खोज करते हैं । इसके अतिरिक्त, RRI में खगोल विज्ञान अनुसंधान के इस पहलू में नए तरीके और मॉडलिंग शामिल हैं, जिनका उद्देश्य भ्रामक अग्रभूमि और पृष्ठभूमि से रूचि के संकेत को निकालना है।

पुन: आयनीकरण का युग

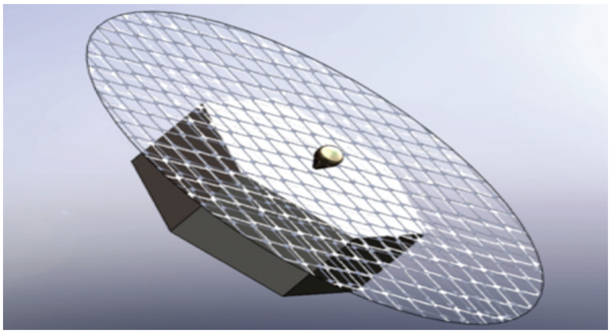
उच्च रेडशिफ्ट ब्रह्मांड का अवलोकन खगोल विज्ञान में लंबे समय से चले आ रहे कुछ सवालों को उजागर करने की कुंजी है। इस तरह के सवालों में से एक है प्रथम तारों और आकाशगंगाओं (ब्रह्मांडीय भोर) के गठन और अंतरिक्ष माध्यम (पुनः आयनीकरण का युग) के अनुवर्ती पुनः आयनीकरण से संबंधित है। यह देखते हुए कि यह युग पर्यवेक्षणीय रूप से बुरी तरह से विवश है, विकिरण के प्रथम स्रोतों की प्रकृति, उनके उद्भव और विकास का समय, और पुनः आयनीकरण के तंत्र पर बहुत कम जानकारी है। तटस्थ हाइड्रोजन से 21-cm इन युगों का अध्ययन करने के लिए सबसे समावेशी जांच में से एक है। चूंकि सिग्नल की बाकी फ्रेम आवृत्ति 1.42 GHz है, इसलिए प्रत्येक युग से विकिरण को एक अलग आवृत्ति पर रेडशिफ्ट किया जाता है, और इसलिए 21-cm प्रत्येक बार स्लाइस की एक प्रत्यक्ष तस्वीर प्रदान करता है। अलग-अलग रेडशिफ्ट (और इसलिए आवृत्तियों) पर 21-cm विकिरण के द्युति तापमान को मापने के द्वारा, प्रथम तारों और आकाशगंगाओं के गुणों से संबंधित खगोल भौतिक मापदंडों को बाधित किया जा सकता है।

एक और अनसुलझा रहस्य डार्क एनर्जी की उपस्थिति है जो ब्रह्मांड में कुल ऊर्जा का 68% हिस्सा है, और इसके विस्तार को तेज करता है। हालांकि इसे समझाने के लिए कई सैद्धांतिक मॉडल प्रस्तावित हैं, लेकिन इन मॉडलों के बीच अंतर करने के लिए कोई अवलोकन नहीं है। डार्क एनर्जी की प्रकृति की जांच के लिए आशाजनक उपकरणों में से एक है बेरयोन ध्वनिक दोलन (BAO) को मापना। वे मौलिक प्लाज़्मा में ध्वनि तरंगों के कारण होने वाले बेरयोनिक मामले में घनत्व के उतार-चढ़ाव हैं और बड़े पैमाने पर तटस्थ हाइड्रोजन को अनुरेखण से मापा जा सकता है। अलग-अलग रेडशिफ्ट (विशेष रूप से z ~1-2) पर BAO को मापकर, हम विस्तार इतिहास का अनुमान लगा सकते हैं और डार्क ऊर्जा मॉडल को बाधित कर सकते चूंकि 21-cm विकिरण बड़े पैमाने पर मामले का पता लगाता है एवं 21-cm की तीव्रता के नक्शे का निर्माण BAO स्केल को अलग-अलग रेडशिफ्ट में मापने का एक आशाजनक तरीका है और इसलिए डार्क ऊर्जा मॉडल को बाधित करते हैं ।

मयूरी एस राव, सौरभ सिंह, जिष्णु नंबिसन, रवि सुब्रह्मण्यन, उदयशंकर एन, RRI के CMB विकृति प्रयोगशाला, इलेक्ट्रॉनिकी इंजीनियरी ग्रुप, यांत्रिक इजीनियरिंग सेवाएं के अन्य सदस्य, और अंतर्राष्ट्रीय सहयोगी अलग-अलग प्रयोगों से जुड़े हैं जो ब्रम्हांड के विकास की उपरोक्त अवधियों की बेहतर समझ के लिए तटस्थ हाइड्रोजन से 21-cm सिग्नल का पता लगाने का लक्ष्य रखते हैं ।

प्रतूष

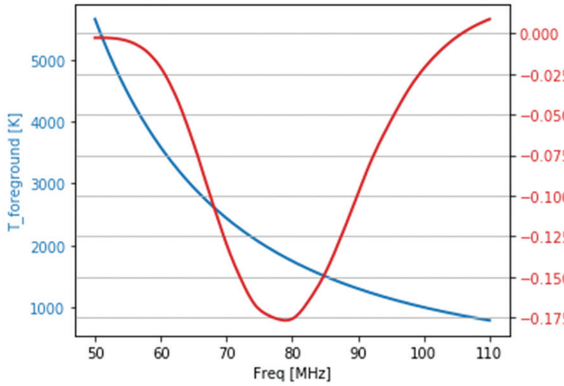
हाइड्रोजन से सिग्नल का उपयोग करके ब्रह्मांड के पुनः आयनीकरण की जांच चंद्र की कक्षा में एक प्रस्तावित रेडियोमीटर है जो हमारे ब्रह्मांड के ब्रह्माण्ड भोर को प्रकट करेगा। उच्च संवेदनशीलता के साथ चंद्रमा के बहुत दूर की ओर 30-220 MHz पर रेडियो आकाश का अवलोकन, प्रतूष इस सवाल का जवाब देगा कि हमारे ब्रह्मांड में प्रथम तारों का गठन कब हुआ, प्रथम तारों की प्रकृति, प्रथम तारों से प्रकाश क्या था या, अन्य शब्दों में, ब्रह्माण्ड भोर के प्रकाश का रंग। प्रतूष अग्रणी अंतरिक्ष दूरबीन होगी जो पहली बार, हमारे शिशु ब्रह्मांड के इतिहास को बताएगी क्योंकि यह बिग बैंग-ठंडी गैस से तारों और आकाशगंगाओं में और ब्रह्मांड जैसा कि हम आज जानते हैं, के बाद बदल गया। प्रतूष, जैसा कि इसके नाम से पता चलता है, हमें शिशु ब्रह्मांड में पहले सूरज की पहली किरणों की सूचना देगा। ISRO की ओर से विज्ञान पेलोड के लिए अवसर की घोषणा के जवाब में प्रतूष के लिए प्रस्ताव RRI CMB विकृति लैब के सदस्यों द्वारा संयुक्त रूप से प्रस्तुत किया गया था। प्रतूष को पूर्व-परियोजना अध्ययन के दूसरे वर्ष के लिए निरंतर वित्त पोषण की उम्मीद के साथ ISRO द्वारा 2019-2020 के पूर्व-परियोजना अध्ययन मोड के लिए वित्त पोषित किया गया है।



चित्र 1 प्रतूष का एक वैचारिक डिजाइन: हाइड्रोजन से सिग्नल का उपयोग करते हुए ब्रह्मांड का पुन: आयनीकरण चंद्रमा की कक्षा में एक प्रस्तावित रेडियोमीटर है जो हमारे ब्रह्मांड में पहले तारों और आकाशगंगाओं के बारे में जानकारी का खजाना प्रकट करेगा। ISRO द्वारा विज्ञान पेलोड के लिए अवसर की घोषणा के जवाब में RRI CMB विकृति लैब के सदस्यों द्वारा प्रतूष का प्रस्ताव किया गया था। प्रतूष को 2019-2020 में पूर्व-परियोजना अध्ययन मोड के लिए ISRO द्वारा वित्त पोषित किया गया है।

प्रतूष -चन्द्रयान 3 (पुन: आयनीकरण का युग)

चंद्रयान -3 पर हाइड्रोजन से सिग्नल का उपयोग करके ब्रह्मांड का पुन: आयनीकरण परीक्षण, एक कस्टम डिज़ाइन यथार्थता स्पेक्ट्रल-रेडियोमीटर है, जो ब्रह्मांडीय भोर (CD) से रेडशिफ्टेड 21-cm सिग्नल का पता लगाने के उद्देश्य से 55-110 MHz से निम्न आवृत्ति वाले रेडियो आकाश को मापेगा। प्रतूष -C3 का उद्देश्य पृथ्वी और सूर्य-चमक से उत्पन्न चंद्रमा के सुदूर भाग में रेडियो शांत वातावरण में काम करके इस हल्के और जानकारी से भरपूर ब्रह्मांड संबंधी संकेत का पता लगाने के लिए आवश्यक संवेदनशीलता को प्राप्त करना है।



चित्र 2 मानक खगोल भौतिकी और ΛCDM ब्रह्माण्ड विज्ञान के प्राचल स्थान में अनुमत कई सैद्धांतिक मॉडलों में से एक के रूप में जैसा कि भविष्यवाणी की गई है, ब्रह्मांडीय भोर से रेडशिफ्टेड-21 cm संकेत लाल रंग में दिखाया गया है। नीले रंग में संकेत खोज के लिए 'अग्र-भाग' योजक प्रदूषक है है, जो गांगेय सिंक्रोट्रॉन उत्सर्जन द्वारा हावी है। स्पेक्ट्रा के पैमाने में अंतर पर ध्यान दें। रेडियो-खगोल विज्ञान में परंपरानुसार चमक तापमान इकाइयों में व्यक्त किया गया है, CD सिग्नल $O(0.1\text{-}0.1)$ केल्विन उज्ज्वल है, अग्रभूमि $O(1000)$ केल्विन उज्ज्वल हैं। आवृत्ति, या आकाश-स्पेक्ट्रम में आकाश-विकिरण का एक बहुत ही संवेदनशील माप करके, प्रतूष -C3 सैद्धांतिक मॉडल के बीच अंतर करेगा और अंततः सिग्नल का पता लगाएगा।

[सौरभ सिंह, मयूरी एस राव, जिष्णु नंबिसन और CMB विकृति लैब के सदस्य (एमिरिटस वैज्ञानिक एस सीता सहित) और SAC अहमदाबाद, URSC, बेंगलुरु के सहयोगी]

फरवरी-अप्रैल 2020 तक तीन महीनों में, प्रतूष प्रयासों को एक पेलोड विकसित करने पर ध्यान केंद्रित किया गया, जिसे चंद्रयान-3 मिशन के तकनीकी और कार्यक्रम बाधाओं के भीतर समायोजित किया जा सकता है। RRI और SAC टीमों द्वारा संयुक्त रूप से पेलोड अवधारणा को डिजाइन और अनुकूलित करने की दिशा में बहुत बड़ी प्रगति की गई है। प्रतूष-C3 के अनुभव ने प्रतूष को भविष्य के मिशन के लिए एक पेलोड के रूप में डिजाइन करने की दिशा में मूल्यवान उदाहरण प्रदान किया है, जिसमें सबसे मूल्यवान संसाधन RRI और ISRO (SAC) टीमों के बीच तंग संगठित सहभागिता के रूप में आते हैं। चंद्रयान-3 प्रणोदन मॉड्यूल के पहले से ही परिपक्व डिजाइन द्वारा लगाए गए पेलोड की शक्ति, द्रव्यमान, मात्रा पर कठोर बाधाएं प्रतूष-C3 की विज्ञान आवश्यकताओं द्वारा संचालित उन लोगों के विपरीत थीं।

स्क्वायर किलोमीटर सरणी (SKA)

स्क्वायर किलोमीटर एरे (SKA) वेधशाला एक मेगा-विज्ञान परियोजना है, जिसे DST और DAE द्वारा वित्त पोषण के लिए अनुशंसित किया गया है। SKA में भारतीय भागीदारी शामिल है, लेकिन निम्न-आवृत्ति छिद्र सरणी, टेलीस्कोप प्रबंधक, केंद्रीय संकेत प्रक्रमक, पुनः आयनीकरण विज्ञान युग कार्य दल, तक सीमित नहीं है। RRI SKA-निम्न अंकीय गृहीता के लिए RFSOC-आधारित एकीकृत-प्रोटोटाइप (IP) विकसित करने के प्रयास का नेतृत्व कर रहा है। यह प्रयास मुख्य रूप से भारतीय उद्योग और मानव-संसाधनों के बीच सहयोग पर बल देने के साथ एक क्षेत्र प्रोग्राम योग्य गेट सरणी (FPGA) आधारित अंकीय गृहीता प्रोटोटाइप बनाने पर ध्यान केंद्रित करेगा। यह RRI में प्रयोगशालाओं की आंतरिक क्षमता, प्रौद्योगिकी और बुनियादी ढांचे के विकास के प्रदर्शन के रूप में काम करेगा, और SKA- निम्न के SKA- निम्न आवृत्ति छिद्र सरणी (LFAA) के लिए एक टेस्ट बेड के रूप में काम करेगा और SKA निर्माण चरण में बढ़ाए जा सकने वाले विकास के मॉडल के रूप में कार्य करेगा । निर्माण चरण के दौरान, RRI, SKA के दो महत्वपूर्ण इंजीनियरी घटकों में शामिल होगा, अर्थात् निम्न आवृत्ति छिद्र सरणी (LFAA) और केंद्रीय संकेत संसाधन पल्सर खोज उप-तत्व। 2019-2020 में निर्माण चरण के लिए गतिविधियाँ, आगे बढ़ने का मार्ग तैयार किया गया था।

[मयूरी एस राव, प्रभु टी, सौरभ सिंह, जिष्णु नंबिसन, के श्रीवाणी, बी एस गिरीश, आर सोमाशेख र, ए रघुनाथन और यशवंत गुप्ता, NCRA के नेतृत्व में एसकेए इंडिया कंसोर्टियम के सहयोगी सदस्य]

चल रहे और भविष्य के CMB दूरबीनों के लिए रीडआउट उपकरण

आगामी और भविष्य के ब्रह्मांडीय माइक्रोतरंग पृष्ठभूमि के प्रयोगों की संवेदनशीलता आवश्यकताओं को बड़े पैमाने पर फोटोन-रव सीमित संसूचक (आम तौर पर संक्रमण संवेदक विकरणमापी) की संख्या में वृद्धि करके बढ़ाया जा सकता है। रिसीवर केंद्रीय प्लेन में O(1000-10,000) या इससे अधिक संसूचकों का परियोजन रीड आउट प्रौद्योगिकी में तापीय, विद्युतीय और शोर चुनौतियों खड़ी कर देते हैं । क्वांटम शोर सीमित संसूचकों के लिए एक आशाजनक आगामी रीडआउट प्रौद्योगिकी माइक्रोतरंग SQUID बहुसंकेतक (mu-MUX) है जो माइक्रोतरंग काइनेटिक अनुगम संसूचकों (MKIDs) की उच्च-

बहुसंकेतनता के लाभों को और क्षेत्र प्रदर्शित TES-संसूचकों की विरासत को जोड़ती है। मयूरी एस राव और सहयोगियों के प्रयास क्वांटम कंप्यूटिंग के लिए अनुप्रयोगों के साथ CMB दूरबीन, क्वांटम संसूचक के लिए mu-MUX के शोर प्रदर्शन का अध्ययन और सुधार करने की दिशा में हैं । यह निम्न क्षय अतिचालक नीओबियम माइक्रोस्ट्रिपलाइन गीगाहर्ट्ज़ प्रतिध्वनिकारकों के डिजाइन की प्रक्रिया और निर्माण के साथ शीत-रीडआउट प्रौद्योगिकी से गुंजयमान संकेतों के कम तापमान से संबंधित रैखिक कम-शोर प्रवर्धन के साथ प्रभावी RF वायरिंग और टोन-ट्रैक किए गए गुंजयमान यंत्र खोज एल्गोरिदम के लिए उच्च प्रदर्शन FPGA आधारित फर्मवेयर विकास तक फैला है । साइमन्स ऑब्जर्वेटरी (SO) एक आगामी ध्रुवीकरण-संवेदनशील ब्रह्मांडीय माइक्रोतरंग पृष्ठभूमि (CMB) प्रयोग है जो 3 लघु छिद्र टेलीस्कोप और एक विशाल छिद्र टेलीस्कोप में O(10,000) संसूचकों से संकेतों को पढ़ने के लिए MUX रीडआउट प्रौद्योगिकी को अपनाता है। SO चिली में अटाकामा रेगिस्तान में एक साइट पर तैनात होगा और इसे 2020 में पहली बार देखने की उम्मीद है। CMB-S4 चरण 4 अगली पीढ़ी की CMB दूरबीन है जो CMB ध्रुवीकरण के लिए उच्चतम लक्षित संवेदनशीलता तक पहुंचने के लिए O(500,000) पृष्ठभूमि सीमित संसूचकों को तैनात करेगी। mu-MUX, CMB-S4 के लिए समय क्षेत्र बहुसंकेतन (TDM), और आवृत्ति विभाजन बहुसंकेतन (DfMUX) के अलावा एक विवाद रीडआउट प्रौद्योगिकी है।

[मयूरी एस राव, अकितो कुसाका (LBNL, USA), अरीतोकी सुजुकी (LBNL, USA), एड्रियन ली (यूसी बर्कले, USA), जीशान अहमद (SLAC, USA), सुज़ैन स्टैग्स (प्रिंसटन यूनिवर्सिटी, USA), साइमन्स ऑब्जर्वेटरी, चिली और CMB-- S4 सहयोग]

ब्रह्मांडीय भोर और पुनः आयनीकरण युग से 21cm संकेत का प्रायोगिक संसूचन

जिष्णु नंबिसन के अनुसंधान का सामान्य विषय प्रयोगात्मक रूप से ब्रह्मांडीय भोर और पुनः आयनीकरण युग से रेडशिफ्टेड 21cm संकेत का पता लगाना है। जब पहले तारे और आकाशगंगाएं बनती हैं, तो आशा की गई कि वे अंतरिक्षीय माध्यम में तटस्थ हाइड्रोजन को तप्त और आयनित करेंगे । समय के साथ संकेत का विकास इस बात पर निर्भर करता है कि कितना तटस्थ हाइड्रोजन मौजूद है और कैसे 21cm संक्रमण विभिन्न तंत्रों के माध्यम से परिवेश को युग्मित करता है। संकेत का एक माप, जो अब 40-250 MHz की आवृत्ति रेंज में होने की उम्मीद है, उन तारों और आकाशगंगाओं के गुणों को प्रकट करेगा। जिष्णु की रुचि विशेष रूप से सभी-आकाश या वैश्विक घटक में है, जिसे सिद्धांत रूप में एक अच्छी तरह से जांच की गई एकल एंटीना आधारित साधन द्वारा पता लगाया जा सकता है।

हालांकि, इन आवृत्तियों पर शक्तिशाली गांगेय और एक्ट्रागैलेक्टिक अग्रभूमि के कारण, जो कि 21-cm संकेत की तुलना में परिमाण उज्जवल के कई क्रम हैं, पता लगाना एक तुच्छ कार्य नहीं है। इसके अलावा, सहायक प्रतिक्रिया भ्रामक संरचनाओं को मापे गए आकाश स्पेक्ट्रम में पेश कर सकती है, जिससे पता लगाने में बाधा उत्पन्न होती है। पिछले एक साल में, उन्होंने SARAS-3 प्रणाली का प्रवर्तन और तैनाती पर ध्यान केंद्रित किया है, जो कि वैश्विक 21-cm संकेत का पता लगाने के लिए एक प्रयोग यह साधन अब एक नए प्रकार के एंटीना के साथ संवर्धित किया गया है जो प्रणाली प्रदर्शन पर एक घटिया मैदान के हानिकारक प्रभावों से बचने के लिए पानी पर तैरता है। विशेष रूप से, उनके प्रयास (i) ऐन्टेना लक्षणों को मापने के लिए प्रयुक्त मापयंत्रण के अंशांकन में सुधार की ओर थे, विशेष रूप से स्थानांतरण प्रकार्य (वापसी क्षति) (ii) गणितीय रूप से प्रणाली प्रतिक्रिया की मॉडलिंग और प्रयोगशाला माप सहित प्रणाली को योग्य बनाने के साथ-साथ बैंगलोर के पास कुछ साइटों पर तैनाती (iii) सौरभ सिंह के साथ जिष्णु 21cm संकेत का पता लगाने के उद्देश्य से तैनाती से डेटा के विस्तृत विश्लेषण में शामिल हैं।

जिष्णु नंबिसन और सहयोगीगण बेंजामिन मैककिनले और कैथरीन ट्रॉट के लिए एक और शोध फोकस वैश्विक 21cm संकेत का पता लगाने की ओर है, जिसमें एक अलग तकनीक का उपयोग करके बंद अंतरिक्ष एंटेना के साथ इंटरफेरोमेट्री का उपयोग किया गया है।

[जिष्णु नंबिसन और कर्टिन यूनिवर्सिटी, ऑस्ट्रेलिया के सहयोगीः बेंजामिन मैककिनले और कैथरीन ट्रॉट]

एक्स-किरण ध्रुवणमापी (POLIX)

एक्स-किरण ध्रुवणमापी उच्च ऊर्जा खगोल भौतिकी में एक अस्पष्टीकृत क्षेत्र है। एक्स-रे ध्रुवीकरण माप के बारे में मूल्यवान अंतर्दृष्टि दे सकते हैं (i) स्रोतों में चुंबकीय क्षेत्र के शक्ति और वितरण में (ii) स्रोतों में ज्यामितीय अनिसोट्रॉपी (iii) दृष्टि की रेखा के संबंध में उनका संरेखण और
(iv) विकिरण और बिखराव में भाग लेने वाले इलेक्ट्रॉनों को सक्रिय करने के लिए जिम्मेदार त्वरक की प्रकृति । पिछले कुछ वर्षों के दौरान RRI, ISRO के समर्पित लघु उपग्रह मिशन के लिए पेलोड के रूप में एक भारतीय एक्स-किरण ध्रुवणमापी (POLIX) का डिजाइन और निर्माण कर रहा है, जिसे XPoSat कहा जाता है।

2019-20 के दौरान, POLIX की अर्हता मॉडल (QM) और उड़ान मॉडल (FM) को पूरा करने की दिशा में महत्वपूर्ण प्रगति हुई है।

- QM बेसप्लेट, स्कटटेरेर और ढाल का निर्माण पूरा हो गया
- FM संसूचक घटकों, समांतरित्र, बेसप्लेट और ढाल का अधिकांश निर्माण पूरा किया गया।
- QM, जिसमें दो कार्यकारी संसूचक मॉड्यूल और अन्य सभी यांत्रिक घटकों को इकट्ठा किया गया और अर्हता स्तर पर कंपन के अधीनकृत किए गए । कंपन परीक्षणों के बाद, QM और FM संसूचकों की कुछ पुनः कार्य लिए गए लिए गए हैं ।
- चार FM संसूचकों के लिए वायरिंग का काम किया गया कुछ और संशोधन जारी हैं।
- PCB डिजाइन, अंतरिक्ष अर्हक लेआउट, लेआउट समीक्षा, POLIX के सभी 14 प्रकार के PCBs के लिए पूरा हो चुका है। सभी 14 प्रकार के प्रयोगशाला मॉडल, बनाए गए, आबाद किए गए और वाणिज्यिक घटकों के साथ परीक्षण किए गए।
- POLIX के QM और FM के लिए कुल 69 PCBs का निर्माण किया जा रहा है।

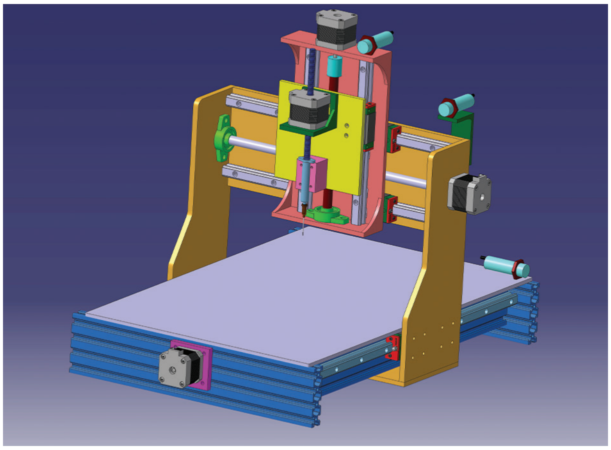
- अग्रांत इलेक्ट्रॉनिकी के लिए कुल 30 संख्याओं में सभी QM और FM PCBs, संविरचित किए गए हैं और सफलतापूर्वक परीक्षित किए गए हैं।
- POLIX के लिए आधार जाँच प्रणाली का अंतराफलक परीक्षण PCBs द्वारा किया गया है।
- POLIX डेटा में कमी और विश्लेषण के लिए सॉफ्टवेयर विकास में महत्वपूर्ण प्रगति हुई है।

[पी वी ऋषिन, विक्रम राणा, एम आर गोलप्रकृष्ण, एस कृष्णमूर्ति, मोहम्मद इब्राहिम, एम हेमंत, पूजा वर्मा, मोहम्मद इरशाद, हरिकृष्ण साहू, जी राजगोपाला, नंदिनी श्रीआनंद, टीएस ममता, पी संध्या, अश्विन देवराज, अभिलाष कुलकर्णी, वरुण और यांत्रिक इंजीनियरी सेवाओं के कई सदस्यों ने ऊपर वर्णित सभी विकास कार्यों में प्रमुख योगदान दिया है]

एक्स-किरण प्रकाशिकी

एक्स-किरण प्रकाशिकी एक शंक्वाकार दर्पण पर एक्स-किरण फोटॉनों की चराई घटना का उपयोग करती है जो अत्यधिक परावर्तक सामग्री (Gold, Pt, W, Si आदि) की पतली परतों के साथ लेपित होती है और इस तरह एक्स-किरण को एक केंद्र बिंदु पर केंद्रित करती है। ठोस एक्स-किरण पर ध्यान केंद्रित करना बेहद चुनौतीपूर्ण कार्य रहा है क्योंकि फोटॉन की ऊर्जा में वृद्धि के साथ विस्तार कोण घटती है । (10 keV से परे) ठोस एक्स-किरण के लिए ध्यान केंद्रण क्षमता में उच्च ऊर्जा खगोल विज्ञान में एक नई खोज खिड़की खोलने की जबरदस्त क्षमता है। ऐसी ठोस एक्स-किरण दूरबीन का निर्माण एक बहुत ही महत्वाकांक्षी परियोजना है और इसलिए कई राष्ट्रीय संस्थानों के साथ सक्रिय सहयोग की आवश्यकता है। ठोस एक्स-किरण दूरबीन के लिए प्रौद्योगिकी विकसित करने हेतु RRI, PRL अहमदाबाद और URSC, ISRO के बीच एक सहयोगी प्रयास शुरू किया गया है। विक्रम राणा RRI भाग का नेतृत्व कर रहे हैं जहां वे हजारों खंडों वाले एक्स-किरण दर्पणों के सटीक संयोजन के लिए एक नूतन तकनीक विकसित करेंगे जो अधिकतर दूरबीन के वैज्ञानिक प्रदर्शन पर निर्णय लेंगे। एक्स-किरण दर्पण असेंबली तकनीक के प्रदर्शन की दिशा में पहले कदम के रूप में, उन्होंने एपॉक्सी और सटीक रूप से मशीनीकृत ग्रेफाइट अन्तरालकों का उपयोग करके सपाट कांच दर्पणों के स्टैकिंग के लिए एक स्वचालित एपॉक्सी वितरण मशीन (जैसा कि नीचे दिखाया गया है) का डिजाइन और विकास किया है। इसमें 3-अक्ष गति है जो पूरी तरह से आंतरिक विकसित सॉफ्टवेयर के साथ एक कंप्यूटर द्वारा नियंत्रित होता है।

पूरे पैमाने पर ठोस एक्स-किरण टेलीस्कोप के अलावा वे सॉफ्ट एक्स-किरण ध्यान केंद्रण के लिए सूक्ष्म छिद्र प्रकाशिकी (MPO) भी खोज रहे हैं। यह विकल्प पारंपरिक प्रकाशिकी की तुलना में काफी हल्का है, जो अंतरिक्ष अभियानों के लिए बहुत महत्वपूर्ण है। विक्रम राणा और सहयोगी RRI में मौजूदा 12- मीटर लंबी एक्स-किरण किरण रेखा का उपयोग करके MPOs को चिह्नित करने के लिए एक प्रायोगिक सेटअप तैयार करने की प्रक्रिया में हैं जो मुख्य रूप से POLIX मिशन के लिए विकसित किया गया था।



चित्र **3** समतल एक्स-किरण दर्पणों को ढेर करने के लिए स्वचालित एपॉक्सी वितरण मशीन
[विक्रम राणा]

दक्षा

हाल ही में विक्रम राणा IIT, बॉम्बे के नेतृत्व वाले DAKSHA एक्स-किरण वेधशाला का हिस्सा बने। दक्षा एक महत्वाकांक्षी परियोजना है जिसका उद्देश्य एक सारा आकाश एक्स-किरण मॉनिटर विकसित करना है जिसकी संवेदनशीलता अब तक किसी भी उड़ान से 10 गुना बेहतर है और NS-NS विलय आयोजन की अधिकांश एक्स-किरण समकक्षों का पता लगाने की क्षमता रखता है, जो 2021-2024 की समय सीमा में अगली पीढ़ी के GW द्वारा पता लगने की संभावना रखता है । यह 1 keV से 1 MeV तक के विस्तृत ऊर्जा बैंड में संवेदनशील है। पृथ्वी के समीपवर्ती भूमध्यरेखीय कक्षाएँ के विरोध में समान उपग्रहों की एक जोड़ी के रूप में डिज़ाइन किया गया दक्ष मिशन, 200 megaparsecs की उन्नत LIGO सीमा के भीतर हर गुरुत्वाकर्षण लहर घटना के उच्च ऊर्जा समकक्षों का पता लगाएगा और उनकी पहचान करेगा। DAKSHA आवश्यक संवेदनशीलता और देखने के क्षेत्र को प्राप्त करने के लिए बड़ी संख्या (~1000 से अधिक) में CZT संसूचक का उपयोग करेगा। RRI इन संसूचकों के परीक्षण, लक्षण वर्णन और अंशांकन में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाएगा। विक्रम राणा DAKSHA मिशन के साथ उपयोग करने के लिए CZT संसूचकों पर शोध कार्य के लिए प्रायोगिक सेटअप का डिजाइन और विकास करेंगे।

[विक्रम राणा]

भारतीय SWAN

वर्तमान में गौरीबिदानूर फील्ड स्टेशन पर स्थित 7-टाइल की भारतीय SWAN प्रदर्शन प्रणाली को अलग-अलग बीमफॉर्मर आपूर्ति और नियंत्रण हार्डवेयर / सॉफ्टवेयर के साथ-साथ GPS-अनुशासित रुबिडियम आवृत्ति मानक को सफलतापूर्वक शामिल करने के बाद, स्थान परिवर्तन के लिए तैयार किया गया है। SWAN इमेजिंग चुनौती 2019 छः टीमों के प्रविष्टियां देने के साथ संपन्न हुआ, और (सत्यपान मुंशी द्वारा समन्वित) IISER- मोहाली टीम की प्रविष्टि को सर्वश्रेष्ठ प्रयास के रूप में आंका गया। छात्रों ने इंटरफेरोमेट्री आधार रेखाओं के सेट के लिए जटिल दृश्यताएं के विश्वसनीय माप

प्राप्त करने के चरण में कच्चे वोल्टता अनुक्रमों के प्रसंस्करण के लिए विश्लेषण सॉफ्टवेयर विकसित किया, और संश्लेषण छवियों को बनाने के लिए इनका उपयोग किया।
[अविनाश देशपांडे, विनुता, के बी राघवेंद्र, एच ए अश्वथप्पा, पी शशिकुमार, पी उत्तरकर (SIT, तुमकुर), EEG और RRI कार्यशाला के कुछ अन्य सहयोगी और भारत भर के विभिन्न संस्थानों से SWAN के कई छात्र प्रतिभागी, ।

आणविक खगोल विज्ञान के लिए RRI दक्ष रैखिक-सरणी इमेजर प्रोटोटाइप का निर्माण

RRI दक्ष रैखिक-सरणी इमेजर प्रोटोटाइप ("रेडियो खगोल-विज्ञान के लिए एक दक्ष रैखिक-सरणी इमेजर (ELI) ", 2014, MNRAS 444 p2212) इस समय गौरीबिदनूर में RRI फील्ड स्टेशन में बनाया जा रहा है (चित्र 4) । इस दूरबीन की प्रकाशिकी से पता चलता है कि ऐन्टेना प्रवाह क्षमता के संरक्षण के दौरान व्यक्ति तात्कालिक क्षेत्र-दृश्य के साथ तात्कालिक संवेदनशीलता का व्यापार कर सकता है। प्रकाशिकी में बेलनाकार प्राथमिक भी शामिल है जो अर्थव्यवस्था का वादा करता है।

पिछले वर्ष के दौरान, संदीप एच, अविनाश कोटला, संदीप के, चार्ल्स पॉल, तकनीकी सलाहकार, RRI और रमेश बी ने निम्नलिखित कार्य पूरे किए हैं:

- स्टेनलेस स्टील के डिब्बे और जूतों से बने सभी संयुक्त भागों को असेंबली में बनाया गया, पूरा किया गया और काम में लाया गया है। इसमें द्वितीयक समर्थन फ्रेम के लिए संयुक्त भाग शामिल हैं। वे सभी लेजर कटिंग, CNC बंकन, स्पॉट वेल्डिंग और शीट मेटल वर्क और प्रक्रियाओं का उपयोग करके SS शीट से तैयार किए गए हैं।
- आवश्यक आकार में काटे गए सभी एल्यूमीनियम ट्यूबों को संरचना में इकट्ठा किया गया है। आवश्यक नल और ड्रिल बनाए गए हैं।
- एक उच्च परिशुद्धता लेजर सेंसर की खरीद की गई है। इसका उपयोग करने वाला CMM बनाया गया है। पैनल निर्माण अब संरचना असेम्बली के पूरा होने के बाद किया जाएगा।
- फील्ड स्टेशन पर एंटीना बेस सिविल संरचना बनाई गई है। प्लमर ब्लॉक को बीयरिंगों के आवास II प्रकार के स्तंभों पर रखा गया है। दस्ता और दस्ता संयुक्त भागों को असेम्बली में बनाया गया और एकीकृत किया गया है।
- एक नई गियर प्रणाली तैयार की गई है । इसका एक प्लास्टिक रूपांतर बनाया और परीक्षण किया गया है। इसका प्रदर्शन संतोषजनक रहा है। अब, अंतिम गियर के लिए घटकों का माँग आदेश दिया गया है। जैसे ही वे पहुँचते हैं, तो उन्हें इकट्ठा किया जाएगा और इसके ड्राइव के साथ दूरबीन संरचना में एकीकृत किया जाएगा।

ELI के काम को प्रदर्शित करने के लिए, एक दो चैनल रिसीवर भी बनाया जा रहा है। एक बार प्रदर्शित होने के बाद, टेलिस्कोप 16 रिसीवरों से लैस होगा और 7-11 GHz बैंड में गांगेय प्लेन का वर्णक्रमीय और निरंतरता पारगमन सर्वेक्षण करने के लिए 64 बीम बनाएगा। ELI प्रोटोटाइप परियोजना कई स्नातक छात्रों को प्रौद्योगिकी विकास में शामिल होने का पर्याप्त अवसर प्रदान करती है और जिससे उच्च गुणवत्ता वाली इंजीनियरी करने में व्यावहारिक अनुभव प्राप्त होता है।

चित्र 4 (बाएं) ELI टेलीस्कोप बैकअप संरचना का एक दृश्य (दाएं) एक और दृश्य। ध्यान दें कि संरचना में प्राथमिक और माध्यमिक दोनों के लिए इकट्ठे किए गए बैकअप स्थान फ्रेम शामिल हैं।

[संदीप एच, अविनाश कोटला, संदीप के, चार्ल्स पॉल, तकनीकी सलाहकार, RRI और रमेश बी]

एक भारतीय उप-मिलीमीटरतरंग खगोल विज्ञान सुविधा के लिए प्रारंभिक प्रयास

कई वर्षों से, SAC, ISRO के साथ एक उप-मिलीमीटरतरंग सुविधा के बारे में चर्चा चल रही है। इसने SAC का नेतृत्व किया, ISRO ने पहले एक 3m उप-मिलीमीटरतरंग टेलिस्कोप बनाने का फैसला किया और तत्पश्चात 6m टेलीस्कोप । दोनों का HCT के पास हेनले में स्थित होने की संभावना है। ISRO-संस्थानों की सहभागिता को सुविधाजनक बनाने के लिए, RRI और ISRO ने विभिन्न संस्थानों (TIFR, IIST, IIA, ISRO, RRI) से तैयार एक मुख्य समूह का आयोजन किया और 26 जून, 2020 को RRI में इसकी पहली बैठक आयोजित की गई। यह एक विज्ञान बैठक आयोजित करने और भारतीय उप-मिलीमीटरतरंग खगोल विज्ञान संधि बनाने का निर्णय लिया गया था, जो मिमी-वेव खगोल विज्ञान में रुचि रखने वाले संगठनों का एक निकाय है, जो भारत में

मिमी / उप-मिलीमीटरतरंग खगोल विज्ञान के भविष्य की खोज करेगा। ISRO और RRI ने संयुक्त रूप से 9 और 10 जनवरी, 2020 के दौरान मिलीमीटरतरंग अध्ययन में रुचि रखने वाले भारतीय खगोल विज्ञान समुदाय की एक विज्ञान बैठक आयोजित की। 25 (जिनमें से 13 बैंगलोर से दूर थे) प्रतिभागियों और लगभग 18 वार्ता के साथ, बैठक सफल रही। हरेक ने उप-मिलीमीटरतरंग खगोल विज्ञान को आगे बढ़ाने के लिए भारत में ऐसी बैठकों के साथ-साथ दूरबीन सुविधाओं की आवश्यकता भी व्यक्त की। आकाशगंगा का अवलोकन की सुलभ सुविधा के लिए हेनले क्षेत्र में एक साइट चुनना और EHT का हिस्सा होना आवश्यक था। टी.के. श्रीधरन और रमेश बालासुब्रमण्यम ने 12-18 जनवरी के दौरान हेनले का दौरा किया और संघ की ओर से IIA और ISRO के लिए दो संभावित स्थलों को संयुक्त रूप से चुना।

एल्गोरिदम और संकेत प्रक्रमन

संस्थान में अनुसंधान का प्रयास विकासशील तरीकों और एल्गोरिदम पर भी केंद्रित है, जो पृष्ठभूमि से आवश्यक संकेत का पता लगाता है या सैद्धांतिक मॉडल के प्राचल स्थान पर उपयोगी बाधाओं को रखता है।

अधिकतम एन्ट्रापी और संभाव्यता वितरण

एन्ट्रोपी कार्यों को -p.log(p) से भिन्न मानते हुए, अविनाश देशपांडे और सहयोगी अल्बर्ट शाजी द्वारा अधिकतम एन्ट्रापिक संभावना घनत्व वितरण (PDFs) की जांच से पता चला है कि -log(p) एन्ट्रॉपी के लिए, अधिकतम एन्ट्रापिक वितरण कॉची वितरण है, केवल PDF के रूप में प्रासंगिक कुछ विशिष्ट प्राचलों की सीमा में है।

[अल्बर्ट शाजी (क्राइस्ट यूनर्विसटी, केरल) और अवनिाश देशपांडे]

अनुसंधान: ज्ञान निर्माण

प्रकाश और पदार्थ भौतिकी

प्रकाश व पदार्थ भौतिकी

अवलोकन

ब्रह्मांड से लेकर ब्रह्माण्ड के परमाण्विक स्केल तक के आकार की वस्तुओं के भौतिक गुणों के बारे में वैज्ञानिक किस प्रकार सीखते हैं, इसके बारे में प्रकाश और पदार्थ अन्योन्य क्रिया उनके दिल में है। रामन अनुसंधान संस्थान में प्रकाश और पदार्थ भौतिकी (LAMP) समूह के सदस्य विद्युत चुम्बकीय (EM) तरंगों के मूल गुणों और गैसीय तटस्थ परमाणुओं, आयनों, अल्ट्राकोल्ड और मामला केविदेशी अवस्थाओं के साथ EM तरंगों के संपर्क की प्रकृति पर अनुसंधान में लगे हुए हैं। इन अध्ययनों का अंतर्निहित विषय मौलिक प्रक्रियाओं को उजागर करना है, जो अध्ययन किए गए घटना की हमारी समझ को गुणात्मक रूप से बेहतर करेगा और नए मार्गदर्शक सिद्धांत प्रदान करेगा। इस प्रकार प्राप्त किया गया ज्ञान इन सिद्धांतों को मौलिक और लागू स्तर दोनों में उपयोग करने में मदद करेगा।

फोकस 2019-20

अल्ट्राकोल्ड परमाणु, अणु और आयन अनुसंधान

LAMP समूह में अनुसंधान के एक प्रमुख क्षेत्र में कम तापमान पर अंतःक्रियाओं का अध्ययन करने के लिए परमाणुओं, आयनों और अणुओं का शीतलन और प्रपाशन शामिल है।

टकराव और अन्योन्य क्रिया

ठंडे परमाणुओं के साथ फंसे हुए आयनों के टकराव शीतलन: परिणाम और अंतर्दृष्टि

प्रायोगिक और संख्यात्मक परिणामों की एक श्रृंखला ने सादिक रंगवाला, उनके पीएचडी छात्र राहुल सावंत और सहयोगी सौरव दत्ता को परमाणुओं में अनुक्रमिक बाइनरी टक्करों द्वारा फंसे हुए आयन के टकराव शीतलन के लिए तंत्र का प्रस्ताव और व्याख्या करने की अनुमति दी है। अपने प्रयोगों में, उन्होंने संकर परमाणु-आयन जाल में आयनों के शीतलन का अध्ययन किया जब शीतलक परमाणुओं के जलाशय को आयन जाल के केंद्र में स्थानिक रूप से स्थानीयकृत किया जाता है। इन स्थितियों के तहत व्यापक रूप से और लंबे समय तक रही उम्मीद के अनुसार कि आयन को संघटनीय रूप से ठंडा करने के लिए, परमाणु को हल्के द्रव्यमान का होना चाहिए (i.e. $m_I > m_A$) उथल-पुथल हो गया है। इसके बजाय उन्होंने $m_I > m_A$ के अलावा $m_I < m_A$ के लिए आयन कूलिंग को दिखाया है, और बताया है कि क्यों पहले बड़े पैमाने पर अनुपातों को स्थापित करने वाले पूर्व कार्य हाइब्रिड जाल में प्रयोगों पर लागू नहीं होते हैं। इसके अलावा, मूल परमाणु A द्वारा आयन A^+ को ठंडा करने के लिए, गुंजयमान आवेश विनिमय (RCE) का तंत्र आयन A^+ के अत्यंत कुशल शीतलन की अनुमति देता है। उन्होंने आयन के शीतलन दर की तुलना अपने मूल परमाणुओं के स्थानीयकृत कलाकारों की टुकड़ी और एक हल्के परमाणु प्रजातियों के साथ की, जहां बाद के मामले में RCE तंत्र मौजूद नहीं है, इसका प्रदर्शन किया। उन्होंने परमाणुओं की दी गई संख्या घनत्व और लोचदार और RCE क्रॉस वर्गों के बीच सैद्धांतिक रूप से गणना किए गए अंतर के लिए मापा शीतलन दर में अंतर का इस्तेमाल किया, यह दिखाने के लिए कि RCE के साथ प्रति टक्कर शीतलन दक्षता लोचदार टकराव से शीतलन की तुलना में बहुत अधिक है।

[सौरव दत्ता (TIFR, मुंबई), राहुल सावंत और सादिक रंगवाला]

^7Li+-^7Li आयन-परमाणु प्रणाली के लिए इंटरेक्शन क्षमता और अल्ट्राकोल्ड बिखराव क्रॉस सेक्शन

सादिक रंगवाला और उनके समूह के सदस्य अमरेन्द्र पांडे, निरंजन माइनेनी, निशांत जोशी के साथ सहयोगी आर वेक्सियाउ और ओलिवियर दुलियु ने आइसोटोप स्वतंत्र ^{7}Li+-^{7}Li संभावित ऊर्जा वक्रों की गणना इलेक्ट्रॉनिक ग्राउंड और पहले उत्साहित अवस्थाओं के लिए की है। उन्होंने s-तरंग शासन के लिए अल्ट्रा-लो ऊर्जा डोमेन पर जोर देने के साथ $_7$Li+-^{7}Li टक्कर के लिए बिखरने वाले चरण शिफ्ट और कुल बिखरने वाले क्रॉस सेक्शन की गणना की। आयन-परमाणु प्रणाली के लिए निम्न-ऊर्जा प्रकीर्णन मापदंडों की सटीकता की सीमा को निर्धारित करने के लिए गणना की गई संभावित ऊर्जा वक्रों पर भौतिक रूप से प्रेरित परिवर्तनों के प्रभाव का उपयोग करते हुए उन्होंने पाया कि: (i) $A_2\Sigma +_u$ अवस्था के लिए बिखरने की लंबाई, $a_u = 1325\ a_0$ सकारात्मक है और इसमें अच्छी तरह से बाध्य सीमा है। (ii) $X^2\Sigma +_g$ अवस्था के लिए, बिखरने की लंबाई, $ag = 20465\ a_0$ में एक बड़ा परिमाण है क्योंकि यह विघटन सीमा के आसपास के क्षेत्र में एक कंपन स्थिति की उपस्थिति के कारण क्षमता के संयमित परिवर्तन के प्रति संवेदनशील है।

[ए पांडे, एम निरंजन, एन जोशी, और एस ए रंगवाला और यूनिवर्सिटि पेरिस-सैकेले, फ्रांस के सहयोगीगण: आर वेक्सियाउ और ओ दुलियू]

क्वांटम अन्योन्य क्रिया का मापन

सादिक रंगवाला ने फिजिक्स न्यूज़ के लिए एक लेख लिखा था जिसमें उन्होंने क्वांटम कई कण प्रणालियों की समझ के लिए परमाणुओं, अणुओं और आयनों की ठंड और फंसी हुई प्रजातियों के बीच अन्योन्य क्रिया का अध्ययन सावधानीपूर्वक करने की आवश्यकता बताई। इस लेख में RRI में प्रयोगों का वर्णन किया गया है, जो इस तरह के इंटरैक्शन को मापने के लिए तैयार हैं, अर्थात् संकर ट्रैप प्रयोग। फंसे हुए परमाणुओं और आयनों के साथ-साथ गुहाओं का उपयोग करने वाले इंटरैक्शन के गैर-विनाशकारी माप के बीच अन्योन्य क्रिया के कुछ परिणाम चर्चा किए गए विषयों में से कुछ थे।

[सादिक रंगवाला]

डीजेनरेट गैसों का उपयोग करके संघनित पदार्थ भौतिकी के क्वांटम सिमुलेशन

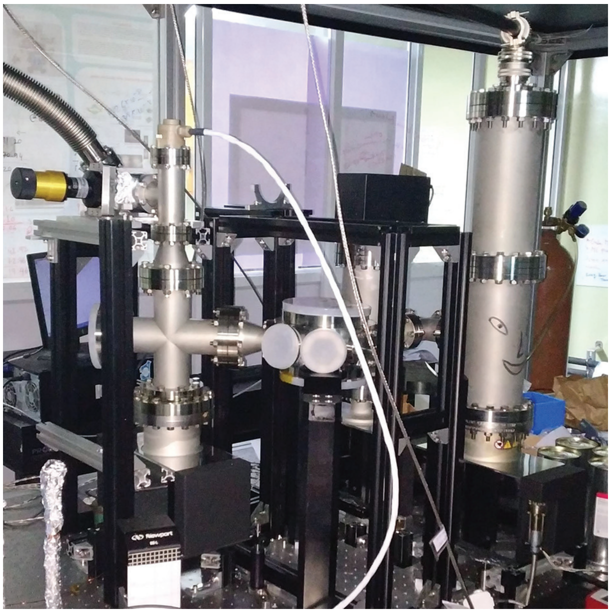
न्यूट्रल सोडियम और पोटेशियम परमाणुओं के क्वांटम डीजेनरेट मिश्रण का अध्ययन करने के लिए प्रयोगात्मक सुविधा की स्थिति

अवलोकन:

RRI में सप्तऋषि चौधुरी और उनके समूह के सदस्य सागर सूत्रधार, श्रेया बागची, बियुत बिकाश बोरुआ और संजुक्ता रॉय के अनुसंधान का फोकस अल्ट्रा-एटम बादलों के मिश्रण के साथ एक नए प्रयोगात्मक प्रणाली की स्थापना है, इसके साथ जटिल संघनित पदार्थ घटना को अनुकरण करने के लिए ट्यून करने योग्य, लंबी दूरी के द्विध्रुवीय इंटरैक्शन के साथ क्वांटम डिजेनरेट ध्रुवीय अणुओं की जांच का दीर्घकालिक लक्ष्य है। उनका दृष्टिकोण क्वांटम पतित तटस्थ परमाणुओं का उपयोग करने के लिए पूरक है जहां अन्योन्य क्रियाओं को लघु-श्रेणी, समदैशिक s-तरंग बिखराव के माध्यम से पेश किया जाता है जो कई मजबूत सहसंबंध प्रभावों के अवलोकन को सीमित करता है।

पिछले वर्ष के दौरान लेजर कूलिंग और ट्रैपिंग तकनीकों का उपयोग करके अति निम्न तापमान पर तटस्थ परमाणुओं को फंसाने और ठंडा करने के लिए कला प्रयोगात्मक सुविधा की एक नई स्थिति स्थापित करने की दिशा में प्रयास जारी रहे। विशेष रूप से, उन्होंने दो अलग-अलग प्रजातियों की क्षार परमाणुओं – सोडियम (Na) और पोटेशियम (K) को एक साथ फंसाने और ठंडा करने के लिए लेजर सिस्टम और अन्य सटीक उपकरणों को विकसित और स्थापित किया है। इन प्रयोगों में जटिल संघनित पदार्थ घटना को अनुकरण करने के लिए ट्यून करने योग्य, लंबी दूरी के द्विध्रुवीय इंटरैक्शन के साथ क्वांटम पतित मिश्रणों और ध्रुवीय अणुओं की उभरती हुई भौतिकी की जांच करने का दीर्घकालिक लक्ष्य है। पिछले वर्ष की वार्षिक रिपोर्ट में, सप्तर्षि चौधुरी ने वैक्यूम सिस्टम के डिज़ाइन और कुछ लेजर सिस्टम और घटकों के स्थापना और लक्षण वर्णन के बारे में विवरण दिया था। इस साल उन्होंने अल्ट्राहाई वैक्यूम सिस्टम स्थापित किया है और पंप करने के बाद अल्ट्राहाई वैक्यूम (10^{-10} mbar से कम) प्राप्त किया है।

निर्वात प्रणाली में परमाणुओं की दोनों प्रजातियों के लिए दो आयामी मैग्नेटो ऑप्टिकल जाल के रूप में शीत परमाणु बीम के दो उच्च-प्रवाह स्रोत होते हैं। स्रोतों से परमाणुओं को एक साथ दोहरी-प्रजाति मैग्नेटो ऑप्टिकल ट्रैप (MOT) में कैद किया जाएगा। एक चुंबकीय परिवहन चरण को एक साथ बड़े प्रकाशीय अभिगम और अल्ट्रा-उच्च वैक्यूम के साथ एक जुड़े ग्लास वैक्यूम सेल से लगभग एक मीटर की दूरी पर एक चलती चुंबकीय जाल में फंसे हुए परमाणुओं को परिवहन करने के लिए डिज़ाइन किया गया था। स्थापित वैक्यूम सिस्टम का फोटोग्राफ चित्र 1 में प्रस्तुत की गई है। अधिकांश वैक्यूम घटकों को या तो खरीद लिया गया था या उन्हें RRI मैकेनिकल वर्कशॉप में तैयार किया गया था। अल्ट्रा-उच्च वैक्यूम ग्लास कोशिकाओं को इन-हाउस डिज़ाइन किया गया था और बाहरी विक्रेता द्वारा निर्मित किया गया था।

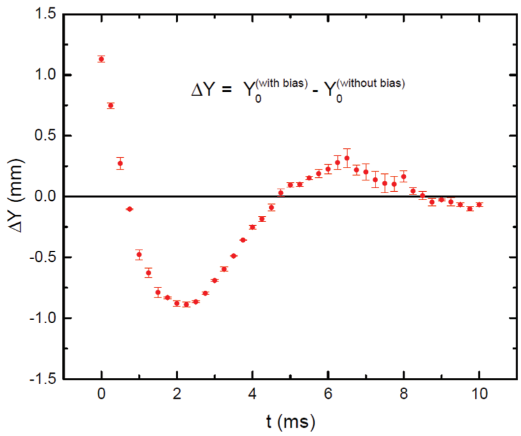


चित्र 1. क्वांटम मिश्रण प्रयोगशाला में स्थापित अल्ट्रा-उच्च वैक्यूम प्रणाली

[सागर सूत्रधार, श्रेया बागची, बियुत बिकास बोरुआ, संजुक्ता रॉय और सप्तऋषि चौधुरी]

मैग्नेटो ऑप्टिकल ट्रैप में ठंडे परमाणुओं का प्रसार और प्रतिक्रिया कार्य

पिछले वर्ष के दौरान, सुभजीत भर, महेश्वर स्वर, संजुक्ता रॉय और सप्तऋषि चौधुरी ने क्वांटम प्रसार नियम का अध्ययन करने के लिए प्रयोगों का एक सेट शुरू किया है। माप के इस



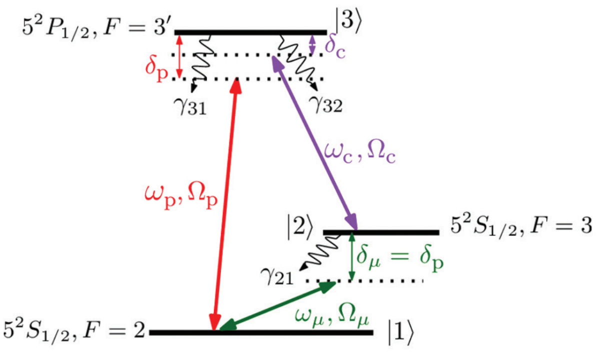
चित्र 2 ठंड परमाणु बादल की एक विशिष्ट गति। सापेक्ष विस्थापन (ΔY) पूर्वाग्रह क्षेत्र के साथ और बिना ठंडे बादल की औसत स्थिति के बीच का अंतर है।

[सुभजीत भर, महेश्वर स्वर, सुपर्णा सिन्हा, उर्वशी सत्पथी (ICTS, बेंगलुरु), राफेल सोरकिन (पेरिमीटर इंस्टिट्यूट, कनाडा और एडजंक्ट प्रोफेसर, RRI), संजुक्ता रॉय, सप्तऋषि चौधुरी]

सेट को सिद्धांत सहयोगी सुपर्णा सिन्हा, उर्वशी सतपथी और राफेल सोरकिन द्वारा प्रेरित और समर्थित किया गया है। इस प्रयोग में, अल्ट्रा-कोल्ड परमाणुओं के बादल को ऑप्टिकल क्षमता की उपस्थिति में विसरण करने की और परमाणु बादल के प्रत्यक्ष इमेजिंग द्वारा मापा जाने वाले प्रसार दर की अनुमति दी जाती है। माप में पहले कदम के रूप में, उन्होंने एक बाहरी समान चुंबकीय पूर्वाग्रह क्षेत्र का उपयोग करके एक मैग्नेटो ऑप्टिकल जाल में ठंडे परमाणुओं के बादल को विस्थापित किया जिसके बाद बाहरी क्षेत्र को अचानक स्विच किया गया और बादल की गति देखी गई। माप से अति-ठंडे परमाणुओं का एक प्रतिक्रिया कार्य निकाला गया। समय के एक कार्य के रूप में परमाणु बादल का एक विशिष्ट सेंट्रोइड गति चित्र 2 में दिखाया गया है।

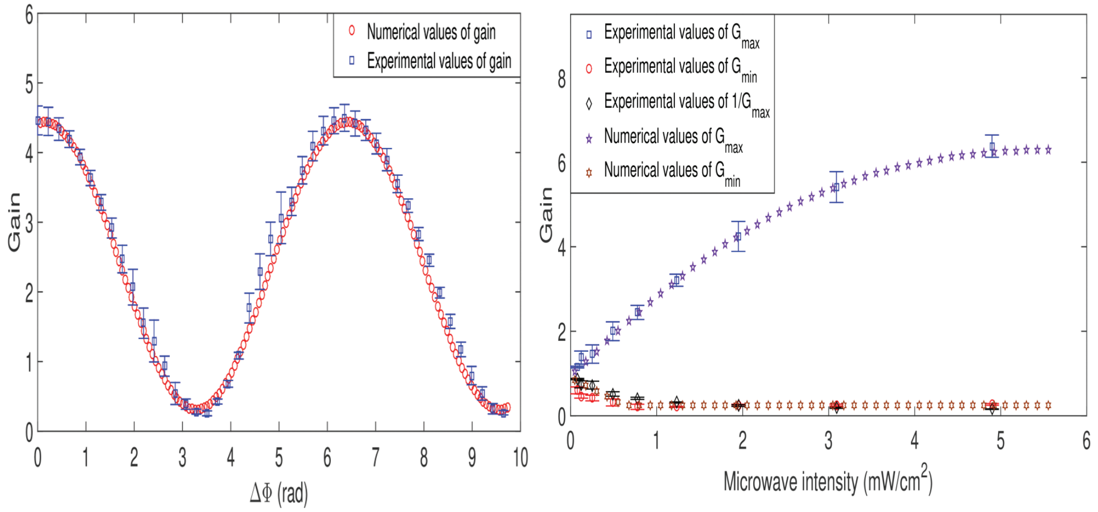
प्रिसिजन एटम-लाइट इंटरेक्शन और स्पेक्ट्रोस्कोपी

माइक्रोवेव क्षेत्र द्वारा नियंत्रित ऑप्टिकल क्षेत्र के चरण-संवेदनशील प्रवर्धन का प्रदर्शन



चित्र 3 एक डेल्टा कॉन्फ़िगरेशन में तीन-स्तरीय परमाणु।

पिछले 3-4 वर्षों से क्वांटम ऑप्टिक्स लैब में अंडाल नारायणन और उनके छात्रों ने प्रायोगिक तौर पर एक परमाणु-प्रकाश संपर्क योजना का अध्ययन किया है जिसमें कमरे के तापमान पर प्रकाश क्षेत्र और जलमिश्रित Rb परमाणु शामिल है। परमाणु प्रणाली एक गैर-रैखिक अन्योन्य क्रिया के माध्यम से ऑप्टिकल और माइक्रोवेव क्षेत्रों को जोड़ती है। अतीत के दौरान उन्होंने विद्युत्-चुंबकीय रूप से प्रेरित पारदर्शिता की सुप्रसिद्ध घटना का उपयोग करते हुए भाग लेने वाले क्षेत्रों की कम तीव्रता पर परमाणु द्वारा मध्यस्थतापूर्वक इस बहुत ही रोचक गैर-रेखीय अन्योन्य क्रिया को प्रायोगिक रूप से निकाला था। विशेष रूप से, पिछले तीन वर्षों में, उन्होंने ऐसी प्रणाली का उपयोग करके जो एक तेज़, उच्च-विपरीत ऑप्टिकलस्विच,माइक्रोवेव क्षेत्र (भौतिक विज्ञान बी के जर्नल, वॉल्यूम 50 (16), 31 जुलाई 2017) को प्रकाशित) के चरण द्वारा नियंत्रणीय, माइक्रोवेव प्रेरित गैर-रैखिक अन्योन्य क्रिया के माध्यम से एक ऑप्टिकल क्षेत्र का जनन दिखाया है (प्रका पत्र,44: 33-36,जनवरी 2019)।उत्पादन की प्रक्रिया के लिए एक प्राकृतिक विस्तार के रूप में, आंडाल नारायणन और उनके पीएचडी छात्र आशा के, अद्वैत के वी और प्रदोष के एन के साथ-साथ सहयोगी बैरी सैंडर्स और फैबियन ब्रेटेनेकर ने माइक्रोवेव क्षेत्र की तीव्रता और चरण द्वारा नियंत्रणीय इनपुट बीज ऑप्टिकल क्षेत्र के प्रवर्धन (लाभ) का अध्ययन किया है। इस तरह के एक प्रवर्धन अगर सुसंगत होगा, तो चरण संवेदनशील और संभावित रूप से प्रवर्धन प्रक्रिया के अंतर्निहित क्वांटम गुणों के कारण शून्य-रव -वर्धित प्रवर्धन के लिए एक बहुत अच्छा उम्मीदवार होगा। पिछले वर्ष के दौरान उन्होंने एक ऑप्टिकल क्षेत्र के चरण संवेदनशील प्रवर्धन हासिल किया। प्रवर्धन प्रक्रिया की दो मुख्य विशेषताएं अर्थात्, इसका माइक्रोवेव चरण और तीव्रता संवेदनशील गुण निम्नलिखित ग्राफ (चित्र 4) में दिखाया गया है। यह काम अब प्रकाशित हुआ है। (ऑप्ट एक्सप्रेस 27, 32111-32121 (2019))



चित्र 4 **(बाएं)** माइक्रोवेव क्षेत्र के चरण के एक कार्य के रूप में ऑप्टिकल क्षेत्र का लाभ। **(दाएं)** माइक्रोवेव की तीव्रता के कार्य के रूप में प्लॉट किए गए ऑप्टिकल क्षेत्र का अधिकतम और न्यूनतम लाभ।

[आशा के (कुवेम्पु यूनिवर्सिटी का संयुक्त पीएचडी छात्र), अद्वैत के वी, प्रदोष के एन, अंडाल नारायणन, बैरी सैंडर्स (यूनिवर्सिटी ऑफ कैलगरी, कनाडा) और फेबियन ब्रीटेनेकर (लैबरेटोइर एमी कॉटन, फ्रांस)]

परमाणु गैर-रैखिकता द्वारा शासित धीमी प्रकाश :एक सैद्धांतिक जांच।

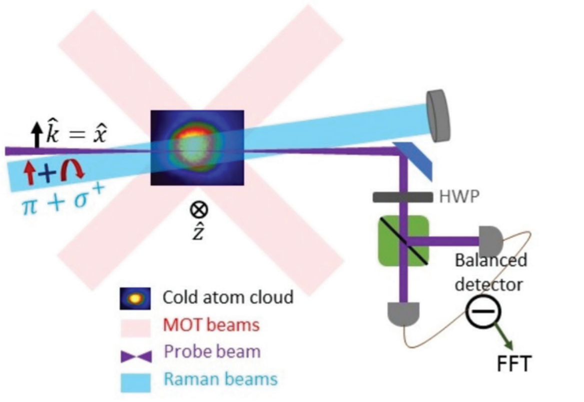
यह सर्वविदित है कि एक भौतिक माध्यम के भीतर विद्युत चुम्बकीय (EM) क्षेत्र के प्रसार के दौरान EM क्षेत्र अवशोषण और फैलाव से ग्रस्त है। बहुत सारे सैद्धांतिक और कुछ प्रायोगिक कार्यों ने अन्य EM क्षेत्रों द्वारा परमाणु के फैलाव और अवशोषण गुणों में हेरफेर के माध्यम से परमाणु माध्यम के अंदर एक चुने हुए EM क्षेत्र के प्रसार की गति को नियंत्रित करने की समस्या को संबोधित किया है। इस तरह के प्रयासों की सफलता की कहानी के परिणामस्वरूप एक EM क्षेत्र के सुपरल्यूमिनल (धीमी) और सुपरल्यूमिनल (तेज़) का प्रसार हुआ है जो किसी अन्य क्षेत्र के चरण और तीव्रता द्वारा नियंत्रित सामग्री माध्यम के भीतर है (जे ऑप्ट बी: क्वांटम सेमीक्लासिकल ऑप्ट 7, 168)(2005) और फिजिक्स रेव ए 63, 043818 (2001))। इसके नियंत्रणीय ऑप्टिकल विलंब लाइन बनाने में संचार में अनुप्रयोग है। इस तरह के प्रभाव जब कुछ परमाणुओं के साथ अन्योन्य क्रिया करने वाले EM क्षेत्रों की कम तीव्रता के साथ प्राप्त किए जाते हैं, तो सुसंगतता को संरक्षित कर सकते हैं और इस प्रकार नियंत्रणीय गति के साथ क्वांटम जानकारी ले जाने के लिए महत्वपूर्ण मंच हैं। उपर्युक्त उल्लिखत अध्ययनों में प्रकाश के प्रसार को नियंत्रित करने पर ध्यान केंद्रित किया गया है, जिसे शुरू में एक परमाणु प्रणाली में भेजा गया था।

हाल ही में एक सैद्धांतिक अध्ययन में, अंडाल नारायणन और उनके छात्र सास्वत जे के, अद्वैत के वी और प्रदोष के एन ने नियंत्रण क्षेत्रों के साथ परमाणु के गैर-रेखीय अन्योन्य क्रिया के माध्यम से उत्पन्न क्षेत्र के प्रसार के संभावित नियंत्रण की जांच की। विशेष रूप से, एक तीन तरंग मिश्रण का उपयोग करना जिसमें डेल्टा प्रणाली (चित्र 3) के $\chi^{(2)}$ गैर-रैखिकता शामिल है, उन्होंने विस्तृत रूप से बताया है कि एक विशिष्ट योजना के संशोधन पर कैसे (फिजी रेव A 70, 023813 (2004)), एक आवृत्ति से अलग माइक्रोवेव ड्राइव क्षेत्र के मापदंडों को बदलकर सब्ल्यूमिनल से सुपरलयूमिनल तक एक उत्पन्न ऑप्टिकल पल्स के प्रसार को नियंत्रित कर सकता है।

[सास्वत जे के (IIT, मद्रास का आगंतुक छात्र), अद्वैत के वी, प्रदोष के एन और अंडाल नारायणन]

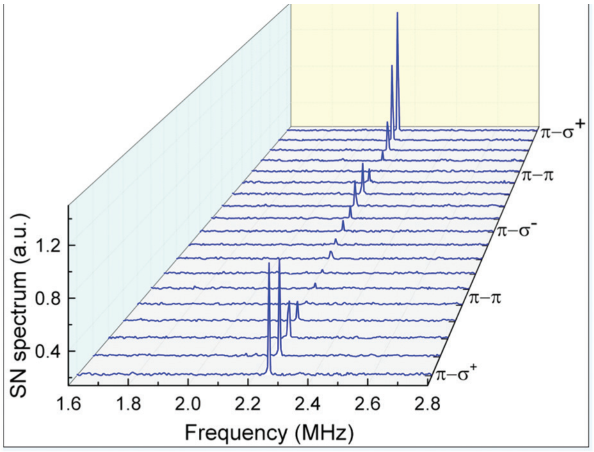
रामन पंपित ठंडे रुबिडियम परमाणुओं में स्पिन सहसंबंध

अवलोकन:
महेश्वर स्वर, दिब्येंदु रॉय, सुभजित भर, संजुक्ता रॉय और सप्तऋषि चौधुरी द्वारा स्पिन के सहसंबंधों को तटस्थ परमाणुओं से मापने का पिछला काम इस साल जारी रहा और नए परिणामों में ठंडे परमाणुओं में स्पिन सहसंबंधों का संसूचन रहा। हालांकि पिछले शोध कार्यों का मुख्य आकर्षण उच्च परिशुद्धता मैग्नेटोमेट्री का प्रदर्शन था, जो कि भिन्न हाइपरफाइन अवस्थाओं में परमाणु आबादी के स्पिन शोर माप और गैर- क्षोभ पहचान का उपयोग करके ठंडे परमाणुओं में अवलोकन का विस्तार द्वारा किया गया था, अब, उन्होंने न केवल परिमाण के दो आदेशों द्वारा मैग्नेटोमेट्री सटीकता में सुधार किया है बल्कि क्वांटम सहसंबंधों को मापने के लिए इस तकनीक का उपयोग करने की क्षमता का प्रदर्शन भी किया।



चित्र 5 ठंडे परमाणुओं का उपयोग करके स्वस्थाने स्पिन सहसंबंध माप की योजना। इस बादल को प्रयोग के दौरान रामन बीम द्वारा सुसंगत रूप से संचालित किया गया है। एक रैखिक रूप से ध्रुवीकृत और दूर से जांच की गई किरण बीम स्वस्थाने ठंड परमाणु बादल से SN संकेत प्राप्त करती है।

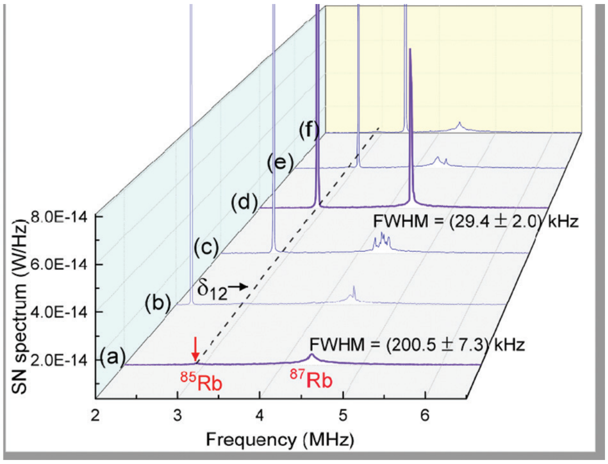
अपने प्रयोगों में, उन्होंने मैग्नेटो-ऑप्टिकल ट्रैप (MOT) के माध्यम से एक निर्वात कक्ष के अंदर 87Rb परमाणुओं को फँसाया और ठंडा किया। जबकि उनके पिछले प्रयोगात्मक सेट-अप में जहां थर्मल परमाणुओं से स्पिन सहसंबंध का पता लगाया गया था, उन्होंने परमाणु नमूने के माध्यम से दूरस्थ गुंजयमान रैखिक रूप से ध्रुवीकृत जांच लेजर बीम का उपयोग किया था और जांच बीम के ध्रुवीकरण के उतार-चढ़ाव (या फैराडे रोटेशन के उतार-चढ़ाव) को मापा था।, नए सेट-अप में उन्होंने चुंबकीय उप-अवस्थाओं के बीच परमाणुओं को सुसंगत रूप से चलाने के लिए रामन लेजर बीम की एक जोड़ी को जोड़ा। ठंडे परमाणुओं से प्राप्त एक विशिष्ट सहसंबंध संकेत चित्र 6 में दिखाया गया है।



चित्र 6 रामन बीम की एक जोड़ी द्वारा संचालित ठंड परमाणुओं से स्पिन सहसंबंध संकेत। स्पिन सहसंबंध स्पेक्ट्रम, दो रामन बीम के रामन डिट्यूनिंग और ध्रुवीकरण के खिलाफ प्लाट किए गए हैं ।

यहाँ सहसंबंध संकेत को रामन डिट्यूनिंग के एक कार्य के रूप में और साथ ही रामन लेजर बीम के ध्रुवीकरण के रूप में मापा गया है। इस परिणाम का उपयोग एक क्वांटम स्विच को लागू करने के लिए किया जा सकता है, जहां रामन (नियंत्रण) के ध्रुवीकरण को बदलने से गैर-क्रमिक रूप

से स्पिन सहसंबंध को नियंत्रित किया जा सकता है। जब यह प्रयोग कमरे के तापमान परमाणुओं के साथ दोहराया गया था तो ध्रुवीकरण निर्भरता नहीं देखी जा सकती है,इस प्रकार इस क्वांटम स्विचिंग में अल्ट्रा-ठंडा परमाणुओं की आवश्यकता और प्रयोज्यता पर प्रकाश डाला गया है।



चित्र 7 रूबिडियम परमाणुओं में स्पिन सहसंबंध स्पेक्ट्रोस्कोपी के माध्यम से स्पिन विनिमय टकराव की प्रत्यक्ष पहचान।

[महेश्वर स्वर, दिब्येंदु रॉय, सुभजीत भर, संजुक्ता रॉय, सप्तऋषि चौधरी]

तीव्र प्रकाश - पदार्थ अंत: क्रिया

कमजोर प्रकाश स्तर पर घटना की तीव्रता के संबंध में रैखिक रूप से एक सामग्री की ऑप्टिकल प्रतिक्रिया होती है। हालांकि, जब आने वाले विकिरण की तीव्रता पर्याप्त रूप से मजबूत होती है, तो प्रतिक्रिया अरेखीय हो जाती है। पदार्थ के साथ मजबूत प्रकाश क्षेत्रों की अन्योन्य क्रिया के अध्ययन को अरेखीय ऑप्टिक्स कहा जाता है। पिछले वर्ष के दौरान, RRI में रीजी फिलिप के अल्ट्राफास्ट और अरेखीय ऑप्टिक्स लैब के सदस्य और सहयोगियों ने ऑप्टिकल लिमिटर्स के रूप में अनुप्रयोगों के लिए विभिन्न सामग्रियों के गैर-अरेखीय अवशोषण का अध्ययन किया; उन्नत एक्स-रे जनरेशन क्षमताओं के साथ Ag नैनोकणों से लेजर प्रेरित प्लास्मा और लेजर प्रेरित सूक्ष्म और सतहों के नैनोस्केल पटपटाने द्वारा टिकाऊ सुपरहाइड्रोफिलिक सतहों को गढ़ा।

नैनो और अन्य आकार डोमेन की नूतन सामग्री में अरेखीय ऑप्टिकल (NLO) घटना।

अवलोकन:

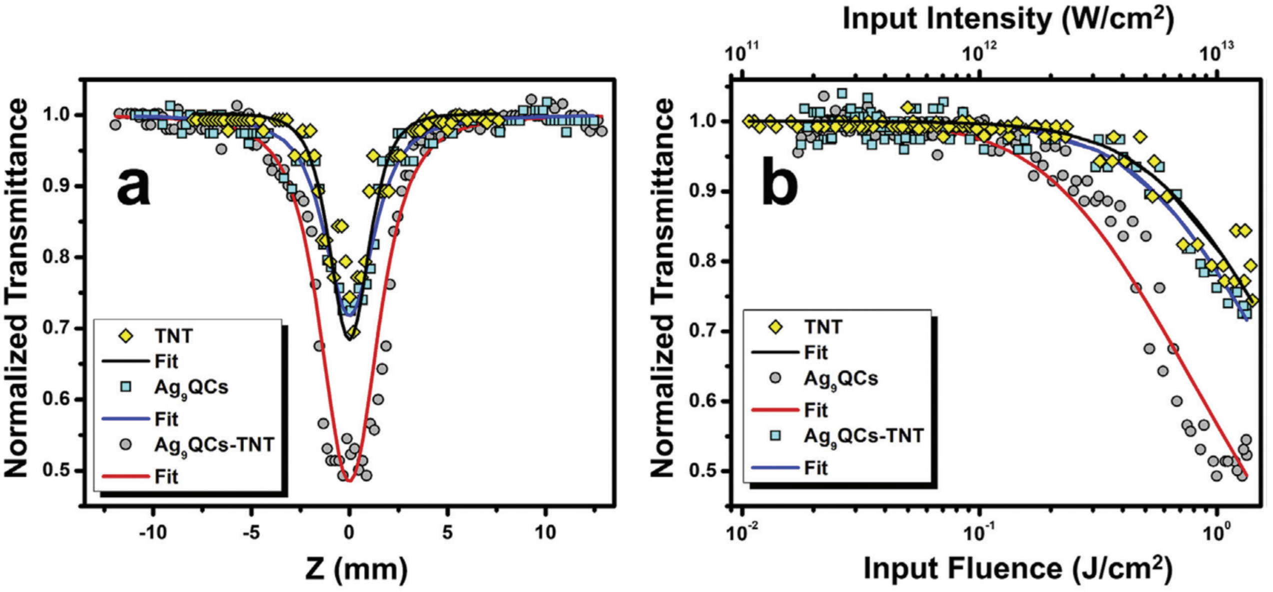
अरेखीय ऑप्टिकल उपकरणों में विभिन्न तकनीकी अनुप्रयोग होते हैं। इस तरह के उपकरणों में से एक ऑप्टिकल सीमक है, जो संवेदनशील ऑप्टिकल डिटेक्टरों और मानव आंखों को गहन लेजर बीमों के आकस्मिक जोखिम के कारण संभावित क्षति से बचाता है। ऑप्टिकल लिमीटर्स इनपुट के परिमाण की परवाह किए बिना कुछ निर्दिष्ट अधिकतम मूल्य के नीचे एक ऑप्टिकल प्रणाली द्वारा प्रेषित शक्ति को अच्छी तरह से प्रसारित करती हैं। वे कम इनपुट शक्तियों पर एक उच्च संप्रेषण और उच्च इनपुट शक्तियों पर एक कम संप्रेषण बनाए रखते हैं।

प्रेरणा और क्षेत्र में वर्तमान चुनौतियां:

एक उपयोगी ऑप्टिकल सीमक को कम-तीव्रता पारदर्शिता, उच्च-तीव्रता अस्पष्टता, व्यापक तरंग दैर्ध्य रेंज, बड़ी गतिशील रेंज और क्षति सीमा, और तेजी से अस्थायी प्रतिक्रिया के बारे में कड़े डिजाइन आवश्यकताओं को पूरा करना पड़ता है। उन सामग्रियों को ढूंढना बहुत मुश्किल है जो इन सभी आवश्यकताओं को एक साथ पूरा कर सकते हैं। इसलिए, दुनिया भर में कई प्रयोगशालाओं में नए और बेहतर ऑप्टिकल लिमिटर्स की खोज जारी है। इस अध्ययन की प्रेरणा उपन्यास ऑप्टिकल पावर लिमिटिंग सामग्रियों को विकसित करने की खोज है, जो संवेदनशील डिटेक्टरों और मानव आंखों को हानिकारक लेजर विकिरण से बचा सकती है।

शोध कार्य का विवरण:

पिछले वर्ष के दौरान, अल्ट्रा फ़ास्ट और अरेखीय ऑप्टिक्स (UNO) लैब के सदस्यों ने विभिन्न सामग्रियों में अरेखीय अवशोषण माप लिया: (i) अरेखीय ऑप्टिकल क्रिस्टल L- हिस्टिडाइन टेट्रा फ्लूरोबोरेट [एन एल जॉन अन्य, स्पेक्ट्रोकिम अधिनियम A 226,117615 (2020)] और टोलिडीन टार्ट्रेट [एम जॉर्ज अन्य, जे.फ़ोटोकेम फ़ोटोबॉयल 393, 112413 (2020)],(ii) ऑर्गेनिक ल्यूमिनेसेंस सामग्री 2,6-बीआईएस (4-क्लोरोबेंजाइलिडाइन) साइक्लोहेक्सानोन [जे जॉर्ज अन्य, ऑप्ट मैट 100, 109620 (2020)], (iii) चांदी पर सोखी गई नाइट्रोपाइरीन [यू आर फेल्सिया अन्य, मैट कैम फि 243, 122466 (2020)], (iv) Fe_3C-ग्रेफाइट कोर-शेल नैनोपार्टिकल्स [आर कुमार अन्य., कार्बन 153, 545 (2019)], (v) सोल-जेल व्युत्पन्न $KBiFe_2O_5$ पॉलीक्रिस्टलाइन पाउडर [आर राय अन्य, जे मैट साईं मैट ई, https://doi.org/10.1007/s10854-019-01494-8] और (vi) TiO_2 नैनो ट्यूब्स में अंतर्निहित Ag_9 क्वांटम क्लस्टर [के श्रीधरन, ऑप्ट.मैट 94, 53 (2019)] नमूनों को उत्तेजक बनाने के लिए 532 nm पर 5 ns लेजर पल्सेस का उपयोग किया गया था। तुलनात्मक अध्ययन करने के लिए Ag_9 क्वांटम क्लस्टर 100 fs, 800 nm पल्सेस द्वारा भी उत्तेजित किए गए । इन मापों से, सामग्रियों के प्रभावी दो-फोटोन अवशोषण गुणांक की गणना की गई थी। पिछले एक वर्ष के दौरान, इस अध्ययन से सात प्रकाशन हुए हैं। इस अध्ययन से प्राप्त परिणामों से मानव आंखों की सुरक्षा के लिए दक्ष ऑप्टिकल सीमकों और हानिकारक लेजर विकिरण के आकस्मिक जोखिम से संवेदनशील ऑप्टिकल डिटेक्टरों के रूप में अनुप्रयोग के लिए इन सामग्रियों की क्षमता के बारे में संकेत मिलता है।



चित्र 8. (ए) ओपन एपर्चर Z- स्कैन वक्र, और (बी) क्रमशः TiO_2 नैनोट्यूब, Ag_9 क्वांटम क्लस्टर और TiO_2-Ag_9 नैनोकंपोजिट के लिए 800 nm, 100 fs लेजर पल्सेस का उपयोग करते हुए, इनपुट प्रवाह और तीव्रता के एक कार्य के रूप में प्लॉट किए गए सामान्यीकृत संचरण

[रीजी फिलिप, बी साहू (IISc, बैंगलोर), के श्रीधरन (यूनिवर्सिटी ऑफ कालीकट, कालीकट), एस लीला (भारतीदासन यूनिवर्सिटी, तिरुचिरापल्ली), एम मोली (SSSIHL, प्रशांति निलयम), डी साजन (बिशप मूरे कॉलेज, मावलिकारा), और बी मैरी (लेडी डोक कॉलेज, मदुरै)। इन सहयोगियों ने उन सामग्रियों की आपूर्ति की जिनकी NLO व्यवहार के लिए जांच की गई थी।]

लेजर उत्पादित प्लाज्मा (LPPs) के गुण और अनुप्रयोग

अवलोकन:

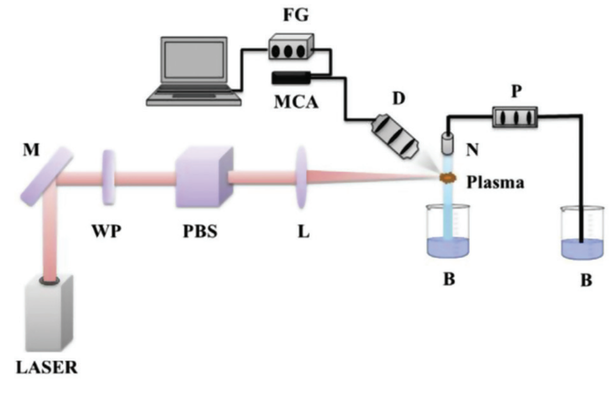
एक शक्तिशाली लेजर पल्स और एक लक्ष्य के बीच अन्योन्य क्रिया की प्रकृति लेजर विशेषताओं (प्रवाह, पल्स अवधि, तरंग दैर्ध्य, बीम गुणवत्ता), लक्ष्य रचना, लक्ष्य सतह की प्रकृति, और पृष्ठभूमि गैस (दबाव और संरचना) पर निर्भर करती है। सही परिस्थितियों में लक्ष्य पर एक प्लाज्मा प्ल्यूम बनेगा। लेजर-उत्पादित प्लाज्मा में स्पंदित लेजर जमाव (PLD), नैनोपार्टिकल उत्पादन, उच्च हार्मोनिक उत्पादन (HHG) और EUV और एक्स-रे उत्पादन सहित विविध अनुप्रयोग हैं।

प्रेरणा और क्षेत्र में वर्तमान चुनौतियां:

अल्ट्रा शार्ट लेजर पल्स द्वारा उत्पादित प्लाज्मा एक्स-रे स्रोत एक्स-रे लेज़िंग और सॉफ्ट एक्स-रे माइक्रोस्कोपी और अल्ट्रा फ़ास्ट वास्तविक समय भौतिक, रासायनिक और जैविक गतिशीलता की जांच के लिए उपयोगी हैं। UNO लैब में अनुसंधान के प्रयास वर्तमान में उपयुक्त लेजर पल्सेस और उपयुक्त अविकिरण लक्ष्य को चुनकर प्लाज्मा एक्स-रे स्रोतों को अनुकूलित करने की ओर है।

शोध कार्य का विवरण:

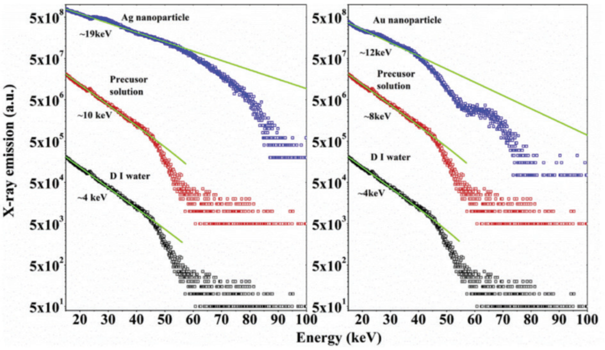
रीजी फिलिप और उनके समूह के सदस्यगण प्रणिता शंकर, ज्योतिस थॉमस, एचडी शशिकला ने प्लाज्मा बनाने के लिए 150 फेम्टोसेकन्ड, 800 nm लेजर पल्सेस का उपयोग करके एक Ag नैनो पार्टिकल कोलाइडल सस्पेंशन के एक पतले बहने वाले जेट (250 μm) का अविकिरण किया, जो 100 keV ऊर्जा तक के ब्रेम्सस्ट्रालंग एक्स-रे उत्सर्जित करता है। निरंतर लेज़र अविकिरण के दौरान प्रवाहित जेट प्लाज्मा स्रोत की दीर्घकालिक स्थिरता सुनिश्चित करता है। अग्रदूत नमक घोल की तुलना में नैनोपार्टिकल निलंबन में एक्स-रे उपज में 30 गुना वृद्धि देखी जाती है। इसका कारण Ag नैनोकणों में स्थानीय क्षेत्र वृद्धि (LFE) है, जो स्थानीयकृत सतह प्लास्मोन अनुनाद (LSPR) से जुड़ा है। LFE की उपस्थिति में मल्टीफ़ोटॉन आयनीकरण को बहुत बढ़ाया



चित्र 9 ब्रेम्सस्ट्रालंग एक्स-रे उत्पादन के लिए प्रयोगात्मक सेटअप की योजनाबद्ध। कोलाइडल मेटल नैनोपार्टिकल्स का एक पतला (250 माइक्रोमीटर) जेट 800 nm, 150 fs लेजर पल्सेस का उपयोग करके विकिरणित किया जाता है। उत्सर्जित एक्स-रे का पता CdTe एक्स-रे डिटेक्टर द्वारा लगाया जाता है। M-मिरर, WP-हाफ-वेव प्लेट, PBS -पोलराइजिंग बीम स्प्लिटर, L-लेंस, B-बीकर, N-पतली धातु नोजल, P-पंप, D-डिटेक्टर, FG-फ़ंक्शन जनरेटर, MCA-मल्टी-चैनल विश्लेषक [पी संकर और अन्य से, ऑप्ट मैट 92, 30 (2019)]।

जाएगा, जिसके परिणामस्वरूप अपेक्षाकृत बड़ी संख्या में मुक्त इलेक्ट्रॉन उत्पन्न होते हैं, जो प्रतिध्वनि अवशोषण द्वारा उच्च गतिज ऊर्जा के "गर्म" इलेक्ट्रॉन बन जाते हैं। एक्स-रे शासन में ब्रेम्सस्ट्रालंग इन गर्म इलेक्ट्रॉनों के अपघटन के कारण होता है

[पी शंकर अन्य., ऑप्ट मैट 92, 30 (2019)]|
[प्रणिता शंकर, ज्योतिस थॉमस, एच डी शशिकला और रीजी फिलिप]



चित्र 10. 7.4 x 10^{14} W/cm_2 की एक लेजर पल्स तीव्रता के लिए Ag और Au नैनोपार्टिकल निलंबन और उनके अग्रदूत घोल में मापा ब्रेम्सस्टरलंग एक्स-रे उत्सर्जन का ऊर्जा स्पेक्ट्रम। पहले 9000 लेज़र पल्सेस के लिए मापी गई कुल गणना को दिखाया गया है [पी संकर और अन्य से, ऑप्ट मैट 92, 30 (2019)]।

लेजर पल्सेस का उपयोग करके ठोस पदार्थों की सतह की नैनोसंरचना

अवलोकन:

लेजर-प्रेरित आवधिक सतह संरचना (LIPSS) माइक्रोन और उप-माइक्रोन स्केल सुविधाओं के साथ, ठोस सतहों पर विविध सतह पैटर्न के निर्माण के लिए एक बहुत ही सफल तकनीक है। LIPSS पैटर्न प्रसंग लेजर प्रकाश और सतह-बिखरे विद्युत चुम्बकीय तरंगों (SEWs) के बीच के हस्तक्षेप से बनता है।

प्रेरणा और क्षेत्र में वर्तमान चुनौतियां:

LIPSS अपने ऑप्टिकल (प्रकाश अवशोषण और उत्सर्जन), यांत्रिक (जैसे, आसंजन, गीला करना) और विद्युत गुणों को अनुकूल बनाने के लिए, सामग्री की सतह आकृति विज्ञान को बदलने के लिए एक तेज़ और प्रभावी तरीका प्रदान करता है। कई अनुप्रयोगों के लिए लघु उपकरणों के लिए उद्योग में बढ़ती मांग के कारण **LIPSS** एक विस्तृत क्षेत्र है ।

शोध कार्य का विवरण:

Nd:YAG लेजर पल्सेस (तरंग दैर्ध्य=532nm; पल्स चौड़ाई=7ns) का उपयोग करते हुएबड़े क्षेत्र (6×6 mm_2) लेजर माइक्रो/नैनो बनावट वाले सिलिकॉन (100) नमूने गढ़े गए थे और उनका गीला व्यवहार का अध्ययन किया गया । प्रयोगों ने लगभग सपाट तल के साथ लेजर-प्रेरित क्रेटरों के गठन का खुलासा किया, जिसमें संकेंद्रित नैनोरिपल्स विकिरणित क्षेत्र के रिम के साथ दिखाई देते हैं जब उच्च लेजर तरल पदार्थ का उपयोग किया जाता था। श्रेणीबद्ध संरचनाओं में सूक्ष्म चैनल और स्व-संगठित सतह नैनो-कोशिकाएं शामिल थीं जिन्हें यादृच्छिक रूप से वितरित सिलिकॉन नैनोकणों से सजाया गया था। माइक्रोचैनल्स और नैनोकैपिलरीज का संयोजन एक सुपरहाइड्रोफिलिक सिलिकॉन सतह में फलित हुआ, जहां संपर्क कोण लगभग 80° से लगभग 5° तक काफी कम हो गया। साहित्य में दी गई अधिकांश रिपोर्टों के विपरीत, सतह के सुपरहाइड्रोफिलिसिटी लगभग तीन महीने तक वायुमंडल के संपर्क में आने के बाद भी हाइड्रोफोबिसिटी में बदलाव के बिना स्थिर रही। इस प्रकार, लंबे समय तक चलने वाले और टिकाऊ सुपरहाइड्रोफिलिक सिलिकॉन को किसी भी रासायनिक पोस्ट-प्रोसेसिंग को रोजगार देने की आवश्यकता के बिना, मास्क रहित, कॉम्पैक्ट और लागत प्रभावी नैनोसेकंड लेजर लेखन का उपयोग करके प्राप्त किया गया था। इन सतहों के संभावित अनुप्रयोगों में हीट एक्सचेंजर्स, बायोसेंसर, सेल चिपकने और स्व-सफाई सौर सेल शामिल हैं। इस अध्ययन पर आधारित एक लेख तैयार किया गया है और इसे संप्रेषित किया गया है।

[रीजी फिलिप और के के अनूप (भौतिकी विभाग, CUSAT)

क्वांटम कम्युनिकेशंस, क्वांटम ऑप्टिक्स, क्वांटम मैकेनिक्स और क्वांटम इंफॉर्मेशन के आधारभूत परीक्षण

क्वांटम संचार

क्वांटम संचार का क्षेत्र न केवल RRI बल्कि भारतीय समुदाय के लिए भी एक रोमांचक नया क्षेत्र है। वर्तमान में सुरक्षित संचार का प्रचलित माध्यम क्लासिकल क्रिप्टोग्राफी के माध्यम से है। जब सूचना को संप्रेषित करने के लिए रक्षा, बैंकिंग और अन्य ऐसे सामरिक क्षेत्रों में उदाहरण के लिए सुरक्षित रखने की आवश्यकता होती है, जानकारी प्रेषक द्वारा एन्कोड की जाती है जिसे "कुंजी" कहा जाता है, जिसे बाद में उनके कब्जे में कुंजी का उपयोग कर रिसीवर द्वारा डिकोड किया जाता है। कुंजी का वितरण सुरक्षा का आधार बनता है और उपयोग की जाने वाली आम तकनीकों में से एक समस्या के एल्गोरिथम कठोरता पर आधारित है, उदाहरण के लिए गुणनखंडन की समस्या। उदाहरण के लिए, दो संख्याओं को गुणा करने से इसके दो प्रमुख कारकों में संख्या के गुणनखंडन की तुलना में एल्गोरिथम जटिलता के मामले में "कठोरता" का एक निम्न वर्ग है। RSA एल्गोरिथ्म जैसे सार्वजनिक कुंजी वितरण एल्गोरिदम में सुरक्षा के आधार के रूप में गुणनखंडन लंबे समय से उपयोग किया जाता है। जिसे "निजी कुंजी" वितरण कहा जाता है, उसे अभी भी विश्वसनीय मानव वाहक पर जवाब देने की आवश्यकता है। छोटे क्वांटम रजिस्टरों की आसन्न शुरुआत क्लासिकल कुंजी वितरण की सुरक्षा को खतरे में डालती है क्योंकि वे चलाने में सक्षम होंगे जिसे शोर का एल्गोरिथ्म कहा जाता है जो कि गुणनखंडन की समस्या की कठोरता को तोड़ सकता है। जरूरत है समस्या का एक "क्वांटम" समाधान जहां सुरक्षा का आधार प्रकृति के नियम हैं न कि समस्याओं की गणितीय कठोरता या एल्गोरिथम जटिलता। यह हमें "क्वांटम कुंजी वितरण" या QKD की ओर लाता है। QKD क्वांटम यांत्रिकी के नियमों का उपयोग करता है ताकि कुंजी वितरण की "पूर्ण" सुरक्षा सुनिश्चित की जा सके ।

क्वांटम संचार के क्षेत्र में, RRI में क्वांटम सूचना और कम्प्यूटिंग लैब (QuIC) के सदस्य कई परियोजनाओं पर काम कर रहे हैं, जिसमें मुक्त स्थान में विभिन्न क्वांटम कुंजी वितरण (QKD) प्रोटोकॉल, फाइबर के साथ-साथ एकीकृत फोटोनिक चिप्स की जांच शामिल हैं। वे क्वांटम टेलीपोर्टेशन जैसे गैर-QKD आधारित क्वांटम संचार प्रोटोकॉल पर भी काम करना शुरू कर रहे हैं, पहले मुक्त स्थान और फिर फाइबर डोमेन में। शुरू की गई सभी परियोजनाओं को क्वांटम संचार में सबसे लंबी और अत्याधुनिक समस्याओं में से एक को हल करने की दिशा में तैयार किया गया है, जिसमें उस दूरी को बढ़ाना शामिल है जिस पर यह संचार होता है। जब वे लॉन्ग डिस्टेंस क्वांटम कम्युनिकेशंस की ओर कई टेस्ट बेड बिछा रहे हैं, तो उस दिशा में उनके मुख्य प्रयासों में से एक उपग्रह को एक विश्वसनीय नोड के रूप में उपयोग करके दूरी बढ़ाना शामिल है। वास्तव में, QuIC लैब भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन के सहयोग से भारत की पहली उपग्रह आधारित QKD परियोजना का नेतृत्व कर रही है, जो भविष्य में जबरदस्त संभावनाओं का मार्ग खोलती है। वे DST-ITPAR कार्यक्रम के तहत इटली के सहयोगियों के साथ मिलकर एकीकृत फोटोनिक्स पर आधारित-QKD पर भी काम कर रहे हैं।

"उपग्रह प्रौद्योगिकी के प्रयोग से क्वांटम प्रयोग (QuEST)" पर परियोजना की ओर, पिछले एक साल में कई ग्राउंड बेस्ड मील के पत्थर हासिल किए गए हैं। यह एक महत्वाकांक्षी बहु-वर्षीय परियोजना है जो विभिन्न पर्यावरणीय परिस्थितियों में विभिन्न दूरी के डोमेन पर मुक्त स्थान क्वांटम कुंजी वितरण प्रदर्शित करती है। यह परियोजना भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (ISRO) के सहयोग से है और इसमें एक विश्वसनीय नोड के रूप में उपग्रह का उपयोग करके बड़ी दूरी पर क्वांटम कुंजी वितरण का प्रदर्शन किया जाएगा। यह उपग्रह आधारित क्वांटम संचार में भारत की पहली परियोजना है और वे इसकी संभावनाओं से बेहद उत्साहित हैं और आने वाले वर्षों में विभिन्न मील के पत्थर पर रिपोर्टिंग के लिए तत्पर हैं।

ऋषभ चटर्जी, सौरव चटर्जी, कौशिक जोर्डर, ए नागलक्ष्मी, ए अनुराधा, रक्षिता आर एम और परियोजना के PI, उर्वशी सिन्हा वर्तमान में EEG से वी मुगुनधन के साथ परियोजना में शामिल लोग हैं जो उन्हें सक्षम तकनीकी परामर्श प्रदान करते हैं। अगले वर्ष के दौरान इस परियोजना में और लोगों के शामिल होने की उम्मीद है।

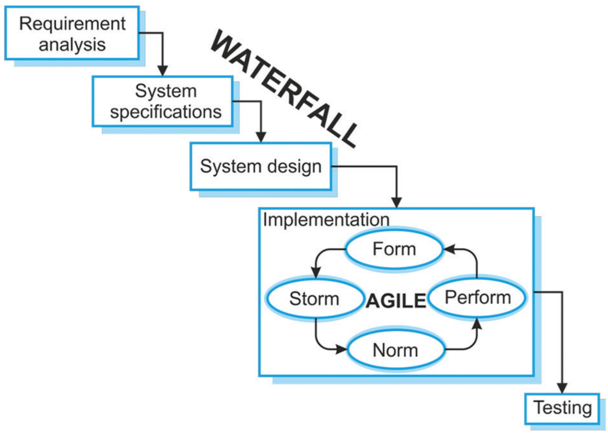
यह परियोजना जनवरी 2018 में शुरू हुई थी और पहले साल अनिवार्य रूप से इस परियोजना को प्रयोगशाला में एक फर्म फूटिंग के आधार पर स्थापित किया गया था जिसमें समर्पित कर्मियों के साथ-साथ समर्पित उपकरण और संसाधनों का अधिग्रहण किया जा रहा था। सौरव चटर्जी, ए नागलक्ष्मी और ए अनुराधा 2019 में इस परियोजना में शामिल हुए। समेकन और गतिशीलता के साथ, वे वैज्ञानिक रूप से बेहद उत्पादक रहे हैं। पिछले साल, B92 प्रोटोकॉल को 46 Kbits/सेकंड की औसत कुंजी दर के साथ लैब में स्थापित किया गया था और ~ 2 मीटर मुक्त अंतरिक्ष दूरी पर 3.5% की औसत QBER (मौजूदा साहित्य में इस पर सर्वोत्तम ज्ञान के लिए, ये किसी भी अन्य रिपोर्ट किए गए नंबरों से बेहतर हैं)। इस परियोजना पर इस कार्य का विवरण उनकी समर्पित वेबसाइट पर पाया जा सकता है: http://www.rri.res.in/quic/

इस वर्ष की प्रगति: जबकि B92 प्रोटोकॉल के एक प्रयोगशाला संस्करण में जो पिछले वर्ष प्रदर्शित किया गया था, इस वर्ष प्रमुख दरों में और सुधार किया गया। इस वर्ष इस परियोजना में एक बड़ी उपलब्धि एक बहुत आवश्यक सिमुलेशन टूलकिट के साथ आ रही थी, जो कि प्रैक्टिकल प्रयोगात्मक खामियों को ध्यान में रखते हुए शुरू से अंत तक- QKD प्रोटोकॉल को सिम्युलेट करने में सक्षम है। जबकि कुछ व्यावसायिक रूप से उपलब्ध टूलकिट हैं, उनमें से कोई भी जमीन पर जुडी खामियों और व्यावहारिकताओं को शामिल नहीं करता है। उनके टूलकिट का उद्देश्य इस महत्वपूर्ण अंतर को पाटना है और इस काम के परिणामस्वरूप प्रकाशन हुआ है।

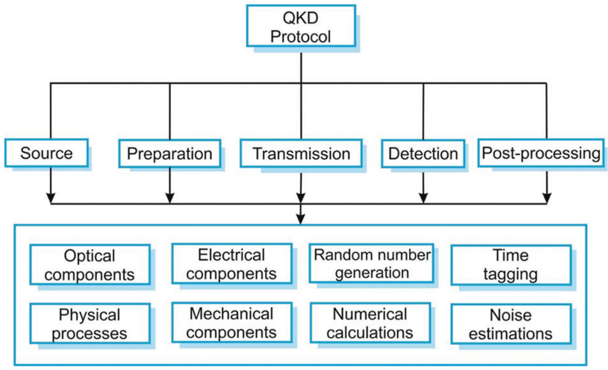
arXiv संदर्भ: qkdSim: अपूर्णता के साथ QKD के लिए एक प्रयोगकर्ता के सिमुलेशन टूलकिट, और हेरलडेड फोटॉन का उपयोग करते हुए B92 प्रोटोकॉल के प्रदर्शन के साथ इसका निष्पादन विश्लेषण, ऋषभ चटर्जी, कौशिक जोर्डर, सौरव चटर्जी, बैरी सी सैंडर्स, उर्वशी सिन्हा, arXiv: 1912.10061

तकनीकी सार:

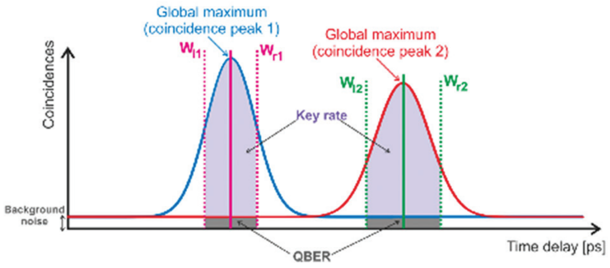
क्वांटम कुंजी वितरण (QKD) क्वांटम क्रिप्टोग्राफी के सबसे महत्वपूर्ण पहलुओं में से एक है। क्वांटम यांत्रिकी के नियमों को सुरक्षा के आधार के रूप में उपयोग करते हुए, महत्वपूर्ण वितरण प्रक्रिया को QKD में सैद्धांतिक रूप से सुरक्षित बनाया जाता है। QKD की उन्नति और व्यावसायीकरण के साथ, एंड-टू-एंड QKD सिमुलेशन सॉफ़्टवेयर की आवश्यकता है जिसमें प्रयोगात्मक खामियां शामिल हो सकती हैं। इस तरह का सॉफ़्टवेयर यह सुनिश्चित करेगा कि संसाधनों का निवेश केवल पूर्व प्रदर्शन विश्लेषण के बाद किया जाए, और प्रयोगात्मक क्षमताओं और सीमाओं के लिए वफादार है। 2019-20 के दौरान, उर्वशी सिन्हा, अपने समूह के सदस्य ऋषभ चटर्जी, कौशिक जोर्डर, सौरव चटर्जी और सहयोगी बैरी सैंडर्स ने एक QKD सिमुलेशन टूलकिट qkdSim पेश किया है, जिसका उद्देश्य अंततः ऐसे सॉफ़्टवेयर पैकेज में विकसित किया जा सकता है जो किसी भी सामान्य QKD प्रोटोकॉल को यकीनन मॉडल कर सकता है और उसका विश्लेषण कर सकता है। qkdSim के एक प्रोटोटाइप के डिजाइन, कार्यान्वयन और परीक्षण जो B92 प्रोटोकॉल के अपने स्वयं के प्रायोगिक प्रदर्शन का सटीक रूप से अनुकरण कर सकते हैं, किया गया । सिमुलेशन परिणामों ने प्रयोग के साथ अच्छा मेल दिखाया; एक प्रतिनिधि कुंजी दर और प्रयोग से QBER क्रमशः 51±0.5 Kbits/sec और 4.79%% 0.01% है, जिसमें सिमुलेशन क्रमशः 52.8±30.36 Kbits/sec और 4.79%±0.01% उपज देता है। इस काम में, B92 प्रोटोकॉल का एक नूतन कार्यान्वयन तैयार किया गया है, जिसमें हेरलडेड सिंगल फोटॉन का उपयोग करते हुए, कुछ सामान्य सुरक्षा खामियों से बचा गया है। उसी के लिए अभिनव डेटा अनुकूलन रणनीतियों को विकसित किया गया है, जिसका विवरण उपरोक्त संदर्भ में पाया जा सकता है। इस अध्ययन में मुख्य दर एकल फोटॉन का उपयोग करते हुए B92 प्रोटोकॉल के अन्य ज्ञात कार्यान्वयनों से अधिक है।



चित्र 11 हाइब्रिड प्रक्रिया मॉडल का एक योजनाबद्ध qkdSim का निर्माण करने के लिए उपयोग किया जाता है। सिम्युलेटर की रूपरेखा वाटरफॉल मॉडल पर विकसित की गई है, जबकि इसके कार्यान्वयन-आधारित पेचीदगियों को फुर्तीली डिजाइन प्रक्रियाओं का उपयोग करके बनाया गया है।[arXiv: 1912.10061]



चित्र 12 सिमुलेशन टूलकिट की वास्तुकला [**arXiv: 1912.10061]**



चित्र 13 दो स्वतंत्र संयोग संसूचनों के उत्पादन का एक सरलीकृत योजनाबद्ध: एलिस और बॉब का R आधार (नीले रंग में संयोग शिखर 1) बनाम एलिस और बॉब का D आधार (संयोग शिखर 2 लाल में)। नीले और लाल वक्र के सपाट भागों के नीचे संकेतित पृष्ठभूमि शोर क्षेत्र, आवारा प्रकाश स्रोतों, असंबंधित सिग्नल और आइडलर फोटॉनों, लीक हुए पंप फोटोन और फोटोडेटेक्टर के अंधेरे शोर से अवांछित संयोग को प्रस्तुत करता है। प्रतीक Wl1 (2) और Wr1 (2) संयोग शिखर- 1 (2) के लिए अधिकतम संयोग बिंदु के आसपास समय खिड़की के बाएँ और दाएँ मार्कर का प्रतिनिधित्व करता है। दोनों वक्रों से केंद्रीय अधिकतम के आसपास चुनी गई खिड़की के भीतर कुल संयोग त्रुटि मुक्त "कुंजी दर" (या संकेत - बैंगनी में चिह्नित) में योगदान करते हैं; जबकि पृष्ठभूमि शोर क्षेत्र के भीतर "QBER" (या शोर-ग्रे में चिह्नित) में योगदान करते हैं। ध्यान दें कि वास्तव में, संयोग वक्र आम तौर पर सुचारू कार्य नहीं होते हैं और एक केंद्रीय वैश्विक अधिकतम के आसपास बहुत सारे किंक (स्थानीय इष्टतम अंक) होते हैं। [arXiv: 1912.10061]। क्वांटम संचार

Crystal length (mm)	Time of the day	Optimization strategy A					
		From experiment			From simulation		
		key rate (kHz)	QBER (%)	asym-metry	key rate (kHz)	QBER (%)	asym-metry
20	Day	47.6 ±0.6	4.79 ±0.01	49.82 ±0.01	53.1 ±0.3	4.79 ±0.01	50.1 ±0.06
	Night	51.0 ±0.5	4.79 ±0.01	50.15 ±0.02	52.8 ±0.4	4.79 ±0.01	50.1 ±0.05
30	Day	33 ±2	4.78 ±0.01	50.07 ±0.02	64 ±1	4.78 ±0.01	50.05 ±0.08
	Night	36 ±3	4.78 ±0.01	50.08 ±0.02	60 ±2	4.79 ±0.01	50.01 ±0.11

Crystal length (mm)	Time of the day	Optimization strategy B					
		From experiment			From simulation		
		key rate (kHz)	QBER (%)	asym-metry	key rate (kHz)	QBER (%)	asym-metry
20	Day	47.8 ±0.6	4.79 ±0.01	50.2 ±0.3	60.0 ±0.2	4.79 ±0.01	57.0 ±0.2
	Night	53.8 ±0.4	4.79 ±0.01	53.7 ±0.3	59.8 ±0.2	4.79 ±0.01	57.0 ±0.2
30	Day	36 ±2	4.79 ±0.01	54.0 ±0.3	71 ±1	4.79 ±0.01	57.1 ±0.3
	Night	38 ±3	4.78 ±0.01	54.1 ±0.4	66 ±2	4.79 ±0.01	57.1 ±0.3

चित्र 14. **top:** प्रयोग और सिमुलेशन से औसत कुंजी दर, QBER और असममितता (यानी कुंजी समरूपता) के अनुकूलित परिणाम, रणनीति A का उपयोग करके प्राप्त किया गया। ध्यान दें कि "x" की एक विषमता का तात्पर्य है कि कुंजी में "0 बिट्स" से "1 बिट्स" का अनुपात x है: (100-x)। **Bottom:** प्रयोग और अनुकरण से, रणनीति B का उपयोग करके प्राप्त औसत कुंजी दर, QBER और विषमता के अनुकूलित परिणाम।

यह काम, अपने परिचर विश्लेषण, प्रयोगात्मक परिणामों और एल्गोरिदम के साथ ISRO के साथ चल रहे QuEST परियोजना में एक प्रमुख मील का पत्थर है। इन परिणामों के साथ, वे प्रयोगशाला में उलझाव-आधारित क्वांटम कुंजी वितरण को भी प्रदर्शित करने में सक्षम हैं। इस उद्देश्य के लिए एक समर्पित उलझा हुआ फोटॉन स्रोत (0.99 के एक अत्यंत उच्च संलयन के साथ) विकसित किया गया है और BBM92 उलझाव आधारित QKD प्रोटोकॉल के पहले संस्करण का लैब में प्रदर्शन किया गया है। इस प्रदर्शन के विवरण पर एक रिपोर्ट प्रमुख दरों और QBER के आगे अनुकूलन के बाद अगले वार्षिक रिपोर्ट में साझा की जाएगी।

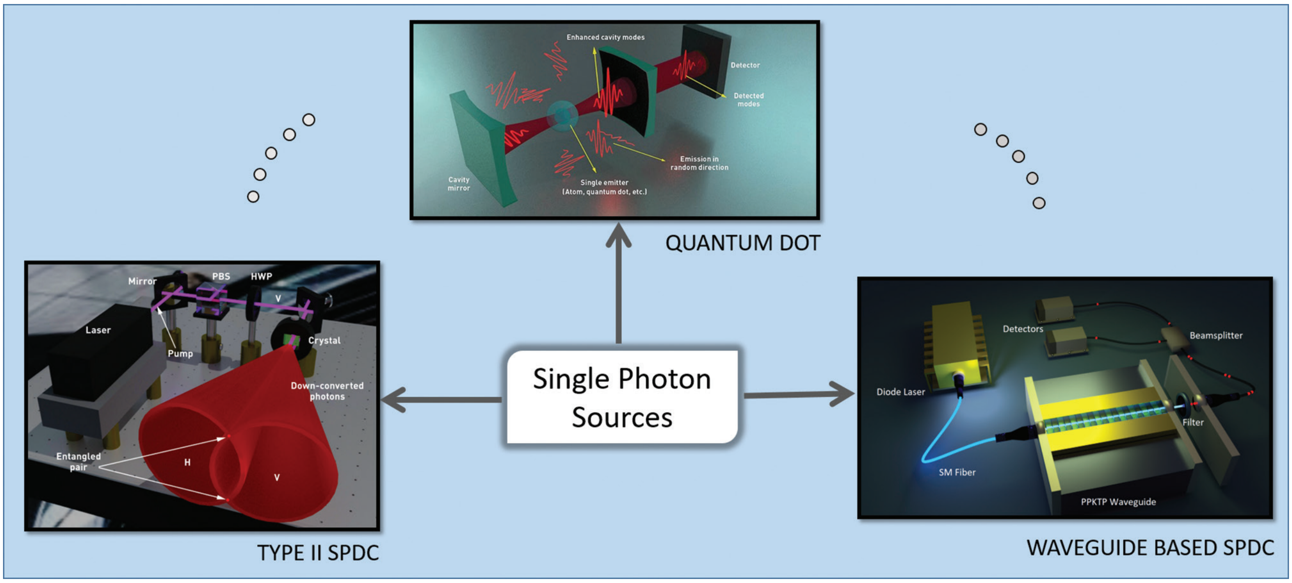
इसके साथ, QuIC लैब कथित तौर पर उलझी आधारित QKD और साथ ही दोनों "तैयार और माप" प्रकार के QKD के कार्य कर रहे प्रयोगात्मक प्रदर्शन की भारत में पहली लैब है। भविष्य के प्रयास खुली हवा की स्थिति में उसी को तलाशने की दिशा में होंगे।

[ऋषभ चटर्जी, कौशिक जोर्डर, सौरव चटर्जी, बैरी सी सैंडर्स (यूनिवर्सिटी ऑफ कैलगरी, कैनडा) और उर्वशी सिन्हा]

क्वांटम प्रकाशिकी

पिछले वर्ष के दौरान क्वांटम ऑप्टिक्स के क्षेत्र में QuIC लैब में एक प्रमुख उपलब्धि एकल फोटॉन स्रोतों और क्वांटम सूचना प्रसंस्करण में उनके उपयोग के विषय पर एक समीक्षा लेख रहा है।

यह प्रयोगशाला प्रयोगात्मक क्वांटम सूचना प्रसंस्करण, क्वांटम कंप्यूटिंग और साथ ही क्वांटम संचार में विभिन्न समस्याओं के लिए एकल और उलझे हुए फोटॉनों के निर्माण और अनुप्रयुक्त भारत की पहली प्रयोगशालाओं में से एक है। इस वर्ष, उर्वशी सिन्हा को ऑप्टिकल सोसाइटी ऑफ़ अमेरिका द्वारा प्रकाशित जाने-माने ब्रॉड स्पेक्ट्रम ऑप्टिक्स पत्रिका ऑप्टिक्स एंड फोटोनिक्स न्यूज़ (OPN) द्वारा एकल फोटॉन स्रोतों में कला की स्थिति की समीक्षा करते हुए एक फीचर लेख लिखने का निमंत्रण मिला। उन्होंने अपने सभी वर्तमान प्रयोगात्मक पीएचडी छात्रों को शामिल किया जिससे वे एक टीम के रूप में काम करने में अमूल्य अनुभव प्राप्त कर सकें। यह लेख प्रकाशिकी और फोटोनिक्स समाचार वॉल्यूम में प्रकाशित हुआ था। वॉल्यूम 30, अंक 9, पीपी 32-39 (2019)।



चित्र 15 सबसे लोकप्रिय लोगों में से तीन के साथ SPS आर्किटेक्चर के स्पेक्ट्रम के कलाकार का दृश्य हाइलाइट किया गया है।

[यू सिन्हा और अन्य, प्रकाशिकी और फोटोनिक्स समाचार 30 (9), 32 (2019)]

Source	P/D	Emission Range	Band-width	Operating Temperature	Emission Direction	Efficiency	Max. Brightness	Best $g^{(2)}$	Entanglement Fidelity	HOM Visibility	Application†
SPDC	P	600-1700 nm	nm	0-200 °C	Narrow	0.84	2.01 MHz[a]	0.004	0.9959	0.99	QM, QI QF, QC
Atoms & Ions	P,D[b]	Transition Lines	10 MHz	Room Temp, mK (in cavity)	Random, Narrow[c]	0.88	55 kHz	0.0003	0.93	0.93[d]	QF
Quantum Dots	D	IR, Telecom	nm	Room Temp. , Cryogenic[e]	Random, Narrow	0.97	28.3 MHz	0.000075	0.978	0.9956	QC, QF
NV Centre	D	600-800 nm	1-100 nm[f]	300-500 K	Random	0.35	850 kHz[g]	0.07	---[h]	0.66	QC, QN
4 Wave Mixing	P	600-1550 nm	10 nm	Room Temp.	Narrow[b]	0.26	855 kHz	0.007	0.997	0.97	IP

चित्र 16 विभिन्न प्रकार के एकल फोटॉन स्रोतों के गुणों और उपज की तुलना।

किसी दिए गए स्रोत प्रकार के लिए ऊपर उल्लिखित सभी पैरामीटर आवश्यक रूप से एक ही अध्ययन से संबंधित नहीं हैं। कुछ गुण जैसे उच्च चमक और अधिकतम एंटी-बंचिंग एक साथ प्राप्त करने योग्य नहीं हो सकते हैं। (ए) उच्चतम मनाया गया वर्णक्रमीय दक्षता 0.41 MHz/mW/nm है, लेकिन यहाँ उन्होंने उच्चतम कच्ची गणना या संयोग की सूचना दी है । (बी) एक गुहा में नियतात्मक, लेकिन सामान्य रूप से संभाव्य। (सी) गुहा उत्सर्जन दिशा को संकीर्ण बनाता है। (डी) पृष्ठभूमि सुधार के बाद दृश्यता 0.93 है। कच्चा मान 62% है (ई) कोलाइडल क्वांटम डॉट्स के लिए क्रायोजेनिक और एपीटैक्सिअल क्वांटम डॉट्स के लिए कमरे का तापमान। (एफ) यह ZPL के लिए लगभग 1 nm और ब्रॉडबैंड उत्सर्जन के लिए 100 nm है । (जी) NV सेंटर के साथ 35 MHz की गणना दर हासिल की गई है लेकिन उनके पास $g(2) \gg 0.2$ (850 KHz चमक 0.08 $g(2)$ देता है। (एच) NV सेंटर के बीच एक अन्य NV सेंटर या फोटॉन के बीच उलझाव का प्रदर्शन किया गया है, NV सेंटर से उलझी हुई -जोड़ी का उत्पादन वर्तमान में सैद्धांतिक प्रस्ताव के चरण में है। †QM = क्वांटम मेट्रोलॉजी, QI = क्वांटम सूचना, QF = क्वांटम फ़ाउंडेशन, QC = क्वांटम कम्युनिकेशन, QN = क्वांटम नेटवर्क, इंटीग्रेटेड फोटोनिक्स P/D: प्रोबेबिलिस्टिक सोर्स / डिटर्मिनिस्टिक स्रोत दक्षता : SPDC और FWM के लिए, हेराल्डिंग दक्षता पर विचार किया जाता है, जबकि परमाणुओं और आयन स्रोतों के लिए गुहा में उत्पन्न होने वाली फोटॉन की दक्षता का उल्लेख किया जाता है। आमतौर पर गैर-कैविटी आधारित स्रोतों के लिए संग्रह दक्षता को कुल दक्षता को 0.0001 जितनी कम करेगी। क्वांटम डॉट्स और NV सेंटर के लिए क्वांटम दक्षता की सूचना दी गई थी। उलझाव फिडिलिटी : यह अपेक्षित उलझी हुई अवस्था के साथ प्राप्त अवस्था के ओवरलैप का माप है। अधिकतम चमक: SPDC के लिए, वे कच्चे हेराल्ड संयोग गणना की रिपोर्ट करते हैं जो पता लगाया जाता है। परमाणु/आयन स्रोत के लिए प्रतिदीप्ति देखा गया था। इसके अलावा, चिप आधारित वेवगाइड स्रोतों में 0.023 के (2) के साथ 2.1 MHz की उच्च गिनती दर होने का प्रदर्शन किया गया है। इसके अलावा, एकल अणुओं के साथ, 310 KHz की पहचान दर हासिल की गई है। [यू सिन्हा व अन्य, प्रकाशिकी और फोटोनिक्स समाचार 30
[यू सिन्हा, एस एन साहू, ए सिंह, के जॉर्डर, आर चटर्जी और एस चक्रबॉर्ति]

क्वांटम यांत्रिकी के मौलिक परीक्षण

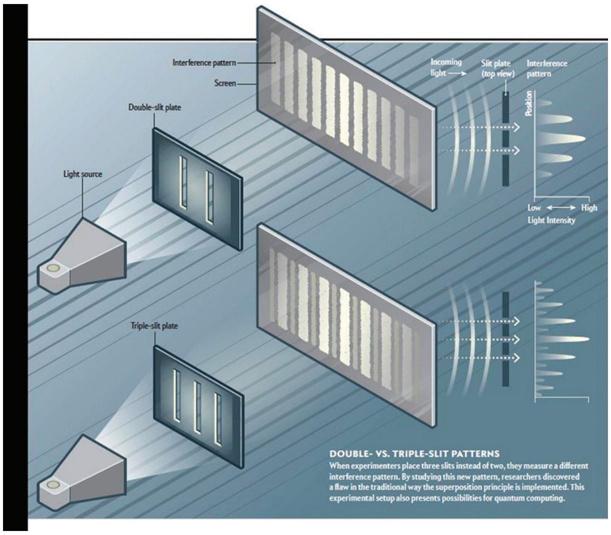
जबकि QuIC लैब अत्याधुनिक प्रयोगों पर ध्यान केंद्रित करती है, जिनमें वैज्ञानिक और तकनीकी निहितार्थ दोनों होते हैं, उनका मूल सिद्धांत क्वांटम यांत्रिकी के नियमों का शोषण और अन्वेषण रहता है। प्रमुख क्षेत्रों में से एक हमेशा सटीक प्रयोगों के साथ क्वांटम यांत्रिकी के विभिन्न सिद्धांतों की जांच की ओर रहा है जो उनकी प्रयोगात्मक वैधता पर यथार्थवादी सीमाएं देगा जो बदले में यथार्थवादी अनुप्रयोगों को तैयार करने में मदद करेंगे।

पिछले कुछ वर्षों में वे जिन सिद्धांतों का परीक्षण कर रहे हैं उनमें से एक को सुपरपोजिशन सिद्धांत कहा जाता है। क्वांटम मैकेनिक्स अवस्थाओं को एक से अधिक संभावनाओं के सुपरपोजिशन में रखने की अनुमति देता है जो इसे क्लासिकल प्रणालियों से बहुत अलग बनाता है जहां एक अवस्था का हमेशा एक निश्चित मूल्य होता है। यह वह है जो कई अन्य अनुप्रयोगों के बीच क्वांटम कंप्यूटिंग की घातीय शक्ति को जन्म देता है।

2014 और 2015 में, *फिजिकल रिव्यू लैटर्स* और साथ ही *साइंटिफिक रिपोर्ट्स* में प्रकाशित सिद्धांत कार्य के माध्यम से, वे स्लिट आधारित हस्तक्षेप प्रयोगों में सुपरपोजिशन सिद्धांत के आमतौर पर भोले अनुप्रयोग के लिए एक सुधार शब्द के अस्तित्व को साबित करने में सक्षम थे। पिछले साल, क्लासिकल (माइक्रोवेव डोमेन) में इस सुधार शब्द का पहला प्रयोगात्मक उपाय प्रकाशित किया गया था।

जर्नल संदर्भ: *हस्तक्षेप प्रयोगों में सुपरपोजिशन सिद्धांत से विचलन को मापना,* जी.रंगराज, यू पृथ्वीराज, एस एन साहू, आर सोमाशेखर और यू सिन्हा, न्यू जर्नल ऑफ फिजिक्स, 20 063049, 2018

इस वर्ष, उर्वशी सिन्हा को प्रतिष्ठित साइंटिफिक अमेरिकन क्वांटम स्लिट्स ओपन न्यू डोर्स के लिए काम के इस पूरे निकाय पर एक लेख लिखने के लिए आमंत्रित किया गया था। यू.सिन्हा, साइंटिफिक अमेरिकन (आमंत्रित लेख), जनवरी 2020 का अंक



चित्र 17 क्वांटम स्लिट्स ओपन न्यू डोर्स से चित्रण, यू.सिन्हा, साइंटिफिक अमेरिकन (आमंत्रित लेख), जनवरी 2020 अंक [चित्रण शिष्टाचार: निक बॉकेलमैन]

क्वांटम सूचना

क्वांटम सूचना के क्षेत्र में इस वर्ष QuIC लैब से पहला मुख्य परिणाम उच्च आयामी क्वांटम सूचना प्रसंस्करण के दायरे में रहा है।

क्वांटम सूचना और संगणना समुदाय सामूहिक रूप से सुसंगत सुपरपोजिशन में बड़ी संख्या में क्यूबिट वाली प्रणालियों की ओर काम कर रहा है। चूँकि क्वांटम कंप्यूटर का घातीय लाभ 2n की तरह जाता है, जहां "n" क्यूबिट्स की संख्या है, जितनी क्यूबिट्स की संख्या अधिक है, गति उतनी अधिक है। हालांकि, डिकोरेन्स की शुरुआत के कारण एक बिंदु से परे n को बढ़ाना मुश्किल हो जाता है। एक वैकल्पिक दृष्टिकोण क्या हो सकता है? आधार बदलें! दो आयामी क्यूबिट्स के

बजाय, कोई उच्च आयामी क्यूडिट्स का उपयोग करने की कल्पना कर सकता है जहां "2" को 3,4,5 से बदल दिया जाता है और इसी तरह। फिर, एक छोटे "n" के लिए, एक समान गति की परिकल्पना की जा सकती है।

QuIC लैब के सदस्य एक एकल फोटॉन की स्वतंत्रता की स्थानिक डिग्री के आधार पर एक क्यूडीट आर्किटेक्चर की खोज कर रहे हैं। इस साल, उर्वशी सिन्हा ने सहयोगीगण सी जेबरथिनम और डी होम के साथ उच्च आयामों में उलझाव को मापने के लिए एक नूतन उपाय स्थापित किया है। जबकि द्विदलीय क्यूबिट सिस्टम में उलझाव के लिए अच्छी तरह से ज्ञात मात्राएं हैं, क्योंकि सिस्टम की डायमेंशनलिटी बढ़ जाती है, इसलिए उलझाव के लिए एक अद्वितीय क्वांटिफायर को परिभाषित करना मुश्किल हो जाता है। क्वांटम स्टेट टोमोग्राफी का उपयोग करके अवस्था के पुनर्निर्माण के बाद उलझाव के उपायों को निकालने की आवश्यकता है। माप की संख्या में स्केल शामिल है क्योंकि प्रणाली की डायमेंशनलिटी बढ़ जाती है, जिससे यह बेहद बोझिल हो जाता है। हाल के काम में, वे एक नूतन योजना के साथ आए हैं जिसके तहत वे सांख्यिकीय सहसंबंध उपायों (इस मामले में प्रसिद्ध पियर्सन सहसंबंध गुणांक) और उलझाव के ज्ञात उपायों (इस मामले में नकारात्मकता उलझाव के एक माप के रूप में) के बीच विश्लेषणात्मक संबंधों को खोजने में सक्षम हैं । यह काम फिजिकल रिव्यू ए में प्रकाशित हुआ था।

तकनीकी सारः

पियर्सन सहसंबंध गुणांक (PCC) द्वारा दिए गए सहसंबंध के सांख्यिकीय उपाय का उपयोग करते हुए उलझाव को चिह्नित करने की एक योजना हाल ही में सुझाई गई थी जो कि क्यूबिट मामले से परे अस्पष्टीकृत बनी हुई है। उच्च-आयामी अवस्थाओं के लिए इस योजना के अनुप्रयोग की ओर, प्रायोगिक रूप से सहसंबद्ध फोटोनिक क्यूट्रिट्स के अनुभवजन्य उत्पादित द्विदलीय शुद्ध अवस्था के उलझाव को बढ़ाने के लिए प्रायोगिक रूप से PCC का निर्धारण करके और इसे नकारात्मक रूप से संबंधित करके एक बहुत ही हालिया काम में एक महत्वपूर्ण कदम उठाया गया है। इस कार्य से प्रेरित होकर, उर्वशी सिन्हा और सहयोगीगण सी जेबारतिनम और डी होम ने कई सीमित मापों के आधार पर PCCs के उपयुक्त संयोजनों पर विचार करते हुए द्विपदीय क्यूट्रीट अवस्थाओं की एक श्रृंखला के लिए इस तरह की उलझाव वाली अभिलक्षणन योजना की प्रभावशीलता का व्यापक अध्ययन किया है। इस प्रयोजन के लिए, उन्होंने क्रमशः दो अलग-अलग रूपों में सफेद शोर और रंगीन शोर के साथ मिश्रित अधिकतम-उलझी हुई अवस्था वाले दो-क्यूटरिट अवस्थाओं के लिए उलझाव की मात्रा के साथ आवश्यक और पर्याप्त प्रमाणीकरण के मुद्दे की जांच की। इसके अलावा, $d = 4$ और 5 के लिए अवस्थाओं के इन वर्गों पर विचार करके, उच्च आयामों के लिए इस PCC-आधारित दृष्टिकोण के विस्तार पर चर्चा की गई।

जर्नल संदर्भ: पियरसन सहसंबंध गुणांक को उच्च आयामी उलझाव को प्रमाणित और मात्रात्मक करने के लिए एक उपाय के रूप में, सी जेबरथिनम, डी.होम, यू सिन्हा, भौतिक समीक्षा ए 101, 022112, 2020

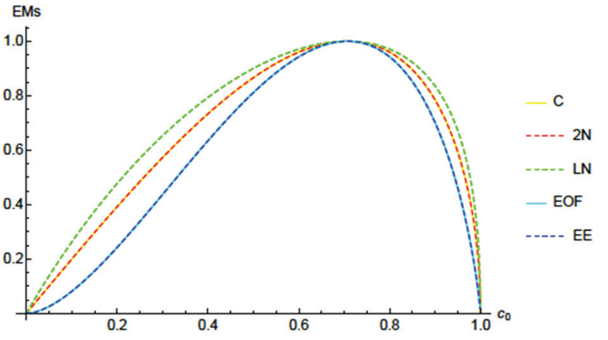
[सी जेबरथिनम (एस एन बोस नेशनल सेंटर फॉर बेसिक साइंसेज, कोलकाता), डी होम (बोस इंस्टिट्यूट कोलकाता) और यू सिन्हा]

इस डोमेन में दूसरी मुख्य उपलब्धि भी उलझने के उपायों के दायरे में है लेकिन द्विदलीय क्यूबिट सिस्टम में है।

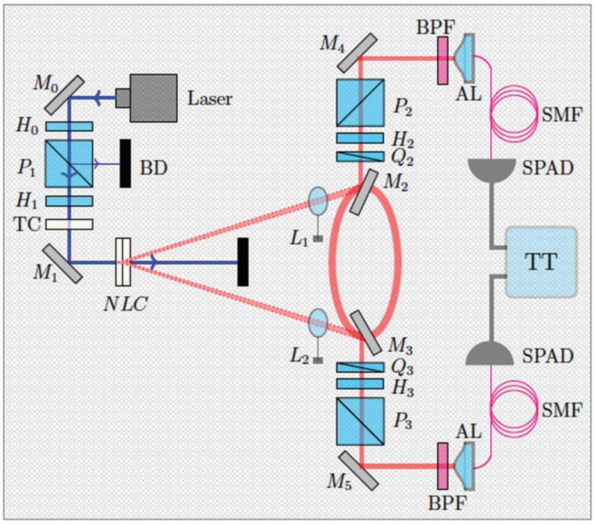
यह काम उलझाव के स्थैतिक गुणों पर दिलचस्प अध्ययन की चिंता करता है जिसमें उलझने के विभिन्न उपायों के बीच तुलना और अधिकतम उलझे हुई अवस्था से उनके समकक्ष विज़-ए-विज़ विचलन पर टिप्पणी करना शामिल है।

एक गैर-अधिकतम रूप से उलझी हुई अवस्था को देखते हुए, एक परिचालनात्मक रूप से महत्वपूर्ण प्रश्न मात्रात्मक रूप से यह आकलन करना है कि अवस्था किस हद तक अधिकतम उलझी हुई स्थिति से दूर है, जो संसाधन के रूप में विभिन्न उपयोगों के लिए अवस्था की प्रभावकारिता का मूल्यांकन करने में महत्वपूर्ण है। यह वह सवाल है, जो इस काम में दो अलग-अलग उलझाव के उपायों जैसे कि नकारात्मकता (N), लघुगणक नकारात्मकता (LN), और गठन के उलझाव (EOF) के संदर्भ में दो-क्यूबिट शुद्ध उलझी हुई अवस्थाओं के लिए काम करता है। यद्यपि इन उलझाव के उपायों को अलग-अलग रूप से परिभाषित किया गया है, वे किस हद तक मात्रात्मक रूप से भिन्न हैं, यह पहले उल्लेखित प्रश्न को संबोधित करते हुए बिना जांच के बनी हुई है। उर्वशी सिन्हा द्वारा पीएचडी के छात्र आशुतोष सिंह और सहयोगीगण एजाज अहमद और दीपांकर होम द्वारा किए गए काम में सैद्धांतिक अनुमान से पता चला है कि N के संदर्भ में अधिकतम उलझी हुई अवस्था से किसी भी दिए गए भिन्नात्मक अवस्था के आंशिक विचलन को लागू करने वाला एक उचित रूप से परिभाषित पैरामीटर है जो EOF के संदर्भ में, उनके मूल्यों के साथ गणना करता है जिसकी अवस्थाओं के लिए ~15% तक का अंतर है जो अधिकतम रूप से उलझी हुई स्थिति से दूर है। इसी तरह, इस तरह के भिन्नात्मक विचलन मापदंडों का मान LN और EOF के उलझने के उपायों का उपयोग करते हुए अनुमानित रूप से आपस में अलग-अलग है, इस अंतर का अधिकतम मूल्य लगभग 23% है। उन्होंने एक सुव्यवस्थित नियोजित प्रायोगिक अध्ययन से प्राप्त अनुभवजन्य परिणामों के संदर्भ में इन अंतरों के चित्रण द्वारा इस विश्लेषण को पूरक बनाया। इस प्रकार, वर्तमान कार्य में विचार किए गए प्रायोगिक रूप से प्रासंगिक प्रश्न को संबोधित करने में उलझने वाले उपायों के बीच मात्रात्मक गैर-समानक की इस तरह की सराहनीय मात्रा इस तरह के इरादे के लिए उपयुक्त मात्रात्मक की आवश्यकता पर प्रकाश डालती है। इस काम के माध्यम से वे अध्ययन की दिशाओं का संकेत देते हैं जो इस तरह के एक क्वांटिफायर को खोजने की दिशा में पता लगाया जा सकता है। यह काम जर्नल ऑफ ऑप्टिकल सोसाइटी ऑफ अमेरिका B में प्रकाशित हुआ है।

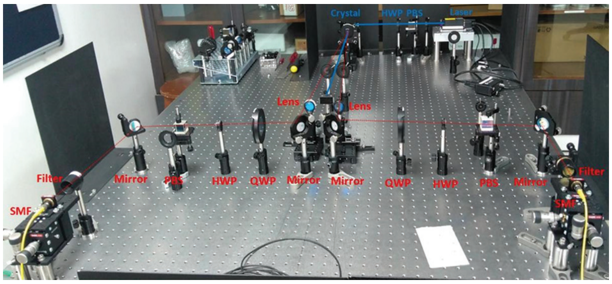
जर्नल संदर्भ: *दो-क्यूबिट के शुद्ध अवस्थाओं के लिए उलझाव के उपायों के बीच तुलना फिर से करना* ए सिंह, आई अहमद, डी होम, *यू सिन्हा, जर्नल ऑफ ऑप्टिकल सोसाइटी ऑफ अमेरिका B, 37 (1), 157-166, 2020*



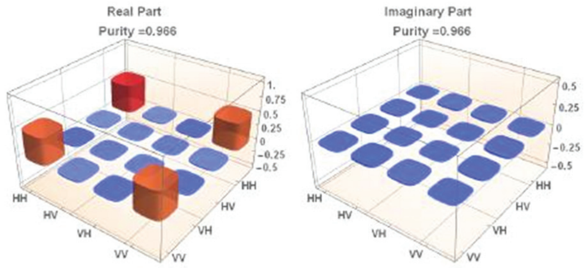
चित्र 18 दो-क्यूबिट शुद्ध अवस्थाओं के लिए अवस्था पैरामीटर **c0** के संबंध में विभिन्न उलझाव उपायों की तुलना। इधर, C, N, LN, EOF और **EE** क्रमशः सन्निपतन, नकारात्मकता, लॉगरिदमिक नकारात्मकता, निर्माण का उलझाव निर्माण और उलझाव एन्ट्रापी को दर्शाते हैं।(जर्नल ऑफ ऑप्टिकल सोसाइटी ऑफ अमेरिका B, 37 (1), 157-166, 2020)



चित्र 19. SPDC आधारित टाइप-I ध्रुवीकरण की तैयारी के लिए प्रायोगिक उपकरण (स्केल करने के लिए नहीं) की योजनाबद्ध क्वांटम स्टेट टोमोग्राफी का उपयोग करके दो-क्रिस्टल ज्यामिति और लक्षण वर्णन का उपयोग करके फोटॉन स्रोत को उलझा दिया। विभिन्न प्रतीकों के निम्नलिखित अर्थ हैं: P, ध्रुवीकरण किरण स्प्लिटर ; Q, क्वार्टर वेव प्लेट; H, आधा तरंग प्लेट; NLC, गैर-रैखिक क्रिस्टल; TC, टेम्पोरल कॉम्पेन्सेटर ; L, प्लानो-उत्तल लेंस; M, दर्पण; BPF, बैंडपास फ़िल्टर; AL, एस्फेरिक लेंस; SMF, एकल मोड फाइबर; SPAD, सिंगल फोटॉन हिमस्खलन डायोड;TT, समय टैगर इकाई या संयोग मॉड्यूल। [जर्नल ऑफ ऑप्टिकल सोसाइटी ऑफ अमेरिका B, 37 (1), 157-166, 2020]



चित्र 20 इस प्रयोग में प्रयुक्त QuIC प्रयोगशाला में उलझे हुए फोटॉन स्रोत की तस्वीर [फिडेलिटी > 97%]



चित्र 21 शुद्धता P= 0.966 और 2N = 0.964 (N नकारात्मकता है) के साथ एक अवस्था के लिए प्रयोगात्मक रूप से पुनर्निर्माण घनत्व मैट्रिक्स का प्रतिनिधि 3 डी प्लाट [*जर्नल ऑफ ऑप्टिकल सोसाइटी ऑफ अमेरिका* बी, 37 (1), 157-166, 2020]

[ए सिंह, आई अहमद (IISER, मोहाली), डी होम (बोस इंस्टिट्यूट ऑफ कोलकाता), और यू सिन्हा]

पिछले साल तीसरी मुख्य उपलब्धि उलझाव की गतिशीलता के हेरफेर के क्षेत्र में थी।

उलझाव एक क्वांटम सहसंबंध है जो कई क्वांटम सूचना, संगणना और संचार प्रोटोकॉल में एक संसाधन के रूप में कार्य करता है। यह काम क्वांटम संचार और क्वांटम गणना में अनुप्रयोगों के लिए एक संसाधन के रूप में इसके प्रभावी उपयोग के लिए उलझाव के संरक्षण की चिंता करता है। पर्यावरण के साथ अन्योन्य क्रिया के कारण, उलझाव नीचा हो सकता है और यहां तक कि एक सीमित समय के भीतर गायब हो सकता है। इस संदर्भ में, उर्वशी सिन्हा का अपने छात्र आशुतोष सिंह के साथ हाल ही में किया गया कार्य [arXiv: 2001.07604] काफी महत्त्वपूर्ण है, क्योंकि इसे विकसित करने की दिशा में उलझाव की विकृति को नियंत्रित करने के लिए एक नई प्रक्रिया उच्च स्तरीय प्रणालियों के लिए प्रस्तावित की गई है। यह पिछले काम के साथ-साथ एक शोध दिशा है, उर्वशी सिन्हा स्थैतिक के साथ-साथ गतिशील गुणों दोनों की समझ की ओर अग्रसर है।

एक उलझी हुई क्वांटम प्रणाली और इसके वातावरण के बीच अपरिहार्य और अपरिवर्तनीय अन्योन्य क्रिया से वैयक्तिक क्यूबिट्स के पतन के साथ-साथ उनके बीच के उलझाव का क्षरण। उलझाव अचानक मृत्यु (ESD) वह घटना है जिसमें असंगति परिमित समय में होती है यहां तक कि जब क्यूबिट्स शोर के कारण समय में केवल स्पर्शोन्मुख अलग हो जाते हैं उलझाव आधारित क्वांटम सूचना और अभिकलन प्रोटोकॉल के व्यावहारिक बोध के लिए उलझाव को बढ़ाना आवश्यक है। इस प्रयोजन के लिए, एक या दोनों क्यूबिट्स के कम्प्यूटेशनल आधार में स्थानीय **नॉट** ऑपरेशन का प्रस्ताव सभी फोटोनिक कार्यान्वयन के लिए पिछले एक काम में किया गया है।

इस वर्ष, उन्होंने उलझाव अचानक मृत्यु जोड़-तोड़ की अपनी समझ को उच्च आयामी प्रणालियों तक बढ़ाया है और संचालन के ऐसे सेट पाए हैं जिनके द्वारा ESD को उच्च आयामों में भी जल्दबाजी, देरी किया जा सकता है या टाला जा सकता है। arXiv पर अपलोड किया गया यह कार्य वर्तमान में समीक्षाधीन है:
arXiv संदर्भ: *उच्च आयामों में उलझाव संरक्षण,* ए सिंह और यू सिन्हा, *arXiv:* 2001.07604

[आशुतोष सिंह और उर्वशी सिन्हा]

क्वांटम कम्प्यूटिंग

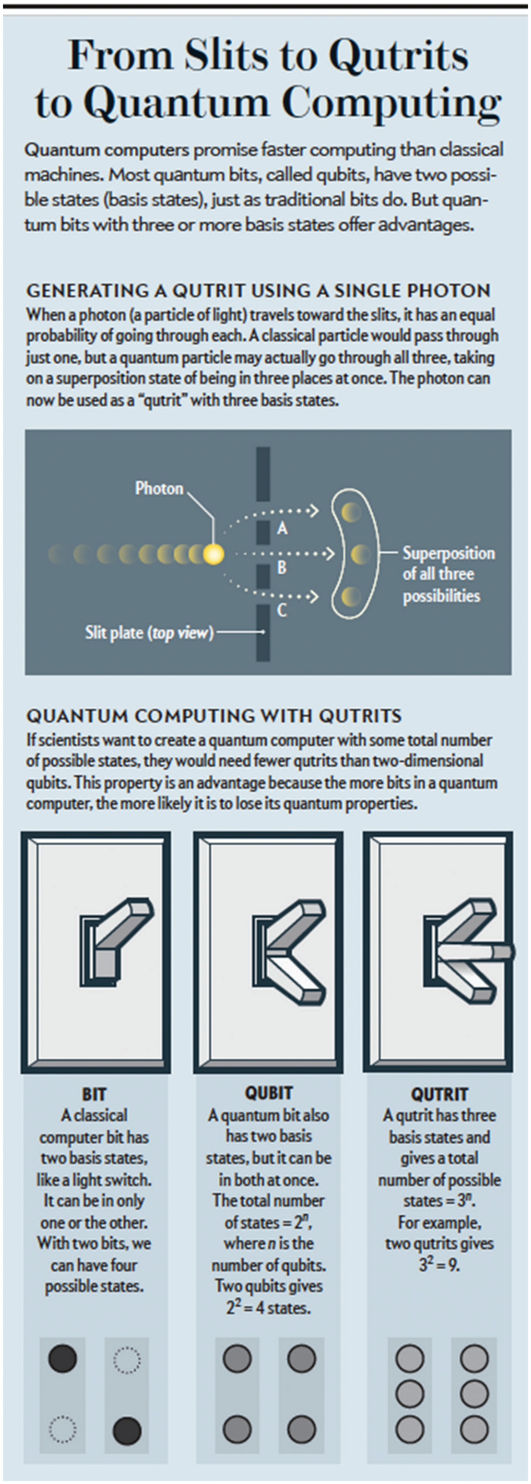
QuIC लैब क्वांटम कंप्यूटिंग के दायरे में एक रोमांचक नया विकल्प और अपरंपरागत दृष्टिकोण लेकर आ रहा है। फोटोनिक क्वांटम कंप्यूटिंग में, क्वांटम बिट के लिए आधार के रूप में फोटॉन की स्वतंत्रता की ध्रुवीकरण डिग्री का उपयोग करना आम है। हालाँकि, यह हमें 2-आयामी सिस्टमों के लिए प्रतिबंधित करता है। हिल्बर्ट अंतरिक्ष की बढ़ी हुई गतिशीलता का उपयोग करने के लिए, जैसा कि उच्च आयामी प्रणालियों (क्यूडीट्स) द्वारा पेश किया गया है, उर्वशी सिन्हा, अपने पीएचडी छात्र सिमनराज साधना और सहयोगी बैरी सैंडर्स ने प्रयोगशाला में एक नई प्रायोगिक मंच की स्थापना की है, जो एकल फोटॉन की स्वतंत्रता की स्थानिक डिग्री पर आधारित है। वे अपनी वास्तुकला को "स्थानिक बिन क्यूडिट्स" कहते हैं।

इस संदर्भ में, उन्होंने रैखिक प्रकाशिकी आधारित क्वांटम कंप्यूटिंग के लिए एक नए दृष्टिकोण में स्थानिक बिन प्रणालियों का उपयोग करने की दिशा में पहला कदम स्थापित किया है।

डिफ्रेक्शन-आधारित इंटरफेरोमेट्री को पोस्ट-चयनित एकात्मक विवरण की रूपरेखा में डाला गया है ताकि इसे क्वांटम सूचना प्रसंस्करण के लिए एक मंच के रूप में सक्षम किया जा सके। उन्होंने स्लिट-विवर्तन को एक अनंत-आयामी परिवर्तन के रूप में व्यक्त किया और इसे पोस्ट-चयन मोड द्वारा एक परिमित-आयामी हस्तांतरण मैट्रिक्स में काट दिया। क्लासिकल क्षेत्रों के साथ इस तरह के ढांचे का उपयोग करना, एक स्वनिर्धारित डबल-स्लिट सेटअप प्रभावी रूप से एक पोस्ट-चयनित अर्थ में एक हानिरहित बीम स्प्लिटर है। विवर्तनिकी ऑप्टिक्स लघु रूपांतरण के लिए स्कोप के साथ पारंपरिक मल्टी-बीम इंटरफेरोमेट्री को एक मजबूत विकल्प प्रदान करता है, और इसमें मैटर वेव इंटरफेरोमेट्री के अनुप्रयोग भी होते हैं। इस कार्य में, क्लासिकल उपचार क्षेत्रों के परिमाणीकरण और उच्च आयामी क्वांटम सूचना प्रसंस्करण को लागू करने के लिए मंच निर्धारित करता है जैसे कि अन्य प्लेटफार्मों जैसे कक्षीय कोणीय गति के साथ किया जाता है। यह काम निम्नानुसार प्रकाशित है:

जर्नल संदर्भ: *एक हानिरहित बीम स्प्लिटर के रूप में डबल स्लिट इंटरफेरोमेट्री*, एस साधना, बी सी सैंडर्स और यू सिन्हा, *न्यू जर्नल ऑफ फिजिक्स* 21 113022, 2019

इस संदर्भ में, उर्वशी सिन्हा को साइंटिफिक अमेरिकन में एक लेख लिखने के लिए आमंत्रित किया गया था जिसमें एक अच्छा चित्रण दिखाया गया था, जिसमें निम्न शामिल हैं:



चित्र 22 क्वांटम स्लिट्स ओपन्स न्यू डोर्स से चित्रण, यू सिन्हा, वैज्ञानिक अमेरिकी (आमंत्रित लेख), जनवरी 2020 अंक [चित्रण सौजन्य: निक बॉकेलमैन]

[सिमरन साधना, बैरी सैंडर्स (यूनिवर्सिटी ऑफ कैलगरी, कनाडा) और उर्वशी सिन्हा]

अनुसंधान: ज्ञान निर्माण

मृदु संघनित पदार्थ

मृदु संघनित पदार्थ

अवलोकन

मृदु पदार्थ, जैसा कि नाम का अर्थ है, उन सामग्रियों को शामिल करता है जो थर्मल उतार-चढ़ाव और बाहरी ताकतों द्वारा आसानी से विकृत हो जाते हैं। नरम पदार्थ के कुछ सामान्य उदाहरण जो हम अपने दैनिक जीवन में उपयोग करते हैं उनमें लोशन, क्रीम, दूध और पेंट शामिल हैं। इन सामग्रियों के निर्माण खंड कुछ नैनोमीटर से लेकर कुछ माइक्रोमीटर तक कहीं भी होने वाले विशिष्ट आकार वाले मैक्रोमोलेक्यूल हैं और कमजोर इंटर मैक्रोमोलेक्युलर बलों द्वारा आयोजित किए जाते हैं और जटिल संरचनाओं और चरण व्यवहार का प्रदर्शन करते हैं। RRI में SCM समूह सक्रिय रूप से कोलाइड, जटिल तरल पदार्थ, तरल क्रिस्टल, नैनोकंपोसिट्स, पॉलीइलेक्ट्रोलाइट्स, स्व-इकट्ठे सिस्टम, पॉलिमर और जैविक सामग्री का अध्ययन करता है। संरचना-संपत्ति सहसंबंधों, इन प्रणालियों के चरण व्यवहार, और बाहरी उत्तेजनाओं की प्रतिक्रिया की एक बुनियादी समझ SCM समूह में प्रयोगात्मक अनुसंधान गतिविधियों का एक बड़ा हिस्सा है। समूह द्वारा किए गए सैद्धांतिक कार्य मोटे तौर पर नरम पदार्थ में लोच और सामयिक दोषों के घटना संबंधी सिद्धांतों को विकसित करते हैं।

फोकस 2019-20

तरल क्रिस्टल

जैसा कि नाम से ही स्पष्ट है कि लिक्विड क्रिस्टल (LCs) पदार्थ की एक अवस्था है जिसमें पारंपरिक तरल पदार्थ और ठोस क्रिस्टल के बीच मध्यवर्ती गुण होते हैं। एक LC एक तरल के कई भौतिक गुणों को प्रदर्शित करता है, जबकि इसकी आणविक इकाइयाँ क्रम के कुछ रूप को प्रदर्शित करती हैं। LCs को थर्मोट्रोपिक LCs में विभाजित किया जा सकता है, जिसमें एक LC चरण में संक्रमण तापमान में परिवर्तन के साथ होता है, और एक क्षेत्र में एक ध्रुवीय प्रधान समूह और गैर-ध्रुवीय श्रृंखला से बने सर्फैक्टेंट - एम्फ़िफ़िलिक सामग्री को भंग करके लायोट्रोपिक LCs होते हैं।

थर्मोट्रोपिक LCs को रॉड-जैसे अणुओं और डिस्क-जैसे अणुओं से बने डिस्कॉटिक्स से बने कैलामिटिक LCs में विभाजित किया जाता है। हाल ही में, तुला-कोर अणुओं से बने LCs के एक नए वर्ग की भी खोज की गई है। इस तरह के LC में एक आकर्षक विशेषता ध्रुवीयता और चिरलिटी के बीच परस्पर क्रिया है, जो अणुओं के अचूक होने के बावजूद विभिन्न चिरल प्रभावों की ओर ले जाती है।

LCs विभिन्न प्रकार के चरणों को प्रदर्शित करते हैं, जो आणविक क्रम के प्रकार की विशेषता रखते हैं, उनमें से सबसे सरल है निमैटिक चरण जिसमें अणुओं का कोई स्थैतिक क्रम नहीं होता है, लेकिन वे अपने लंबे अक्षीय रूप से समानांतर रूप से लंबी दूरी के उन्मुखीकरण क्रम के लिए स्व-संरेखित करते हैं, और स्मेथिक एक चरण जिसमें अणु एक दूसरे के समानांतर होते हैं और परतों में व्यवस्थित होते हैं, जिसमें लंबी लंबे अक्षों के साथ परत सतह के लंबवत होते हैं।

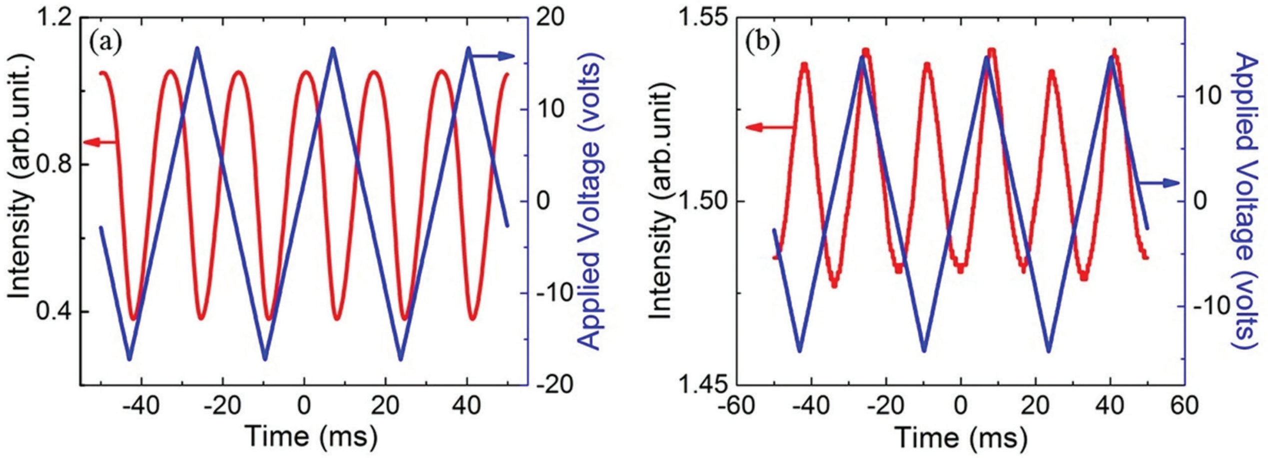
उनकी खोज के बाद से, काफी काम उनके संरचना-संपत्ति संबंधों को समझने में चला गया है, जो LCs से जुड़े असंख्य अनुप्रयोगों के लिए महत्वपूर्ण है। RRI में SCM समूह के शोधकर्ताओं ने LCs में अग्रणी काम किया है और LCs के विभिन्न पहलुओं पर शोध के साथ यह परंपरा आज भी जारी है। LC ज्ञान के आधार का विस्तार करते हुए, आणविक आकार, संकेन्द्रण, घटकों और चरण के एक सावधान ट्यूनिंग के परिणामस्वरूप दिलचस्प भौतिक गुण, तकनीकी अनुप्रयोगों के लिए संभावित रास्ते खोलने का काम करते हैं।

2019-20 के दौरान अनुसंधान ध्यान नई LC के डिजाइन और संश्लेषण पर था और उनके भौतिक गुणों, चरण संक्रमणों और LC के विद्युत-ऑप्टिक गुणों और घुमावदार सतहों में स्थिरता के घटना संबंधी सिद्धांत का अध्ययन कर रहा था।

चरण संक्रमण और तरल क्रिस्टल के इलेक्ट्रो-ऑप्टिक्स

झुके हुए कोर हॉकी स्टिक के रूप के अणुओं द्वारा प्रदर्शित छद्मपोल टिल्टेड स्मेक्टिक चरणों में विद्युत क्षेत्र प्रेरित संक्रमण

लिक्विड क्रिस्टल नरम सामग्रियों का एक वर्ग है, जो कि संघटक अणुओं के प्राच्य क्रम की उपस्थिति द्वारा अभिलक्षित है। विभिन्न विद्युत ऑप्टिक प्रभावों को जन्म देने वाले विद्युत क्षेत्र को बाहरी रूप से लागू द्वारा ओरिएंटेशनल ऑर्डर आसानी से विकृत किया जा सकता है और विभिन्न तरल क्रिस्टल उपकरणों के लिए इसका उपयोग किया जा रहा है। सहयोगी वीणा प्रसाद के साथ अरुण रॉय और उनकी पीएचडी की छात्रा दीपिका मल्कर ने बेंट-कोर हॉकी-स्टिक के आकार के अणुओं से युक्त एजो-प्रतिस्थापन यौगिक पर प्रयोगात्मक अध्ययन की रिपोर्ट की थी। प्रायोगिक परिणामों ने दो सूडोपोलर टिल्टेड स्मेक्टिक चरणों की स्थापना की, जिसमें स्मेक्टिक लेयर्स में झुकाव क्रम के अलावा एक इन-प्लेन एक्सियल-वेक्टर ऑर्डर पैरामीटर की विशेषता थी। मेसोफैसेस में इलेक्ट्रो-ऑप्टिकल माप से संकेत मिलता है कि नमूने का बाइरफ्रिन्जेंस दृढ़ता से अनुप्रयुक्त विद्युत क्षेत्र पर निर्भर करता है।दिलचस्प बात यह है कि यह पाया गया कि लगाए गए वोल्टेज को बढ़ाने पर, थ्रेशहोल्ड वोल्टेज से परे बाइरफ्रिंजेन्स रंग बदलने लगता है। पिछले एक वर्ष के दौरान उन्होंने इस अवलोकन का पता लगाने के लिए एक सैद्धांतिक मॉडल विकसित किया है। उन्होंने पाया कि नमूने की बाइरफ्रिंजेंस में परिवर्तन एक थ्रेशहोल्ड क्षेत्र के ऊपर परत में अणुओं के झुकाव सतह के क्षेत्र-प्रेरित पुनरभिविन्यास से उत्पन्न होता है। यह प्रभाव क्षेत्र-प्रेरित फ्रेडरिक्स संक्रमण के अनुरूप है, जो लागू विद्युत क्षेत्र में द्विघात है। ये परिणाम फिज़ रेव ई (2020) में प्रकाशित हुए हैं।



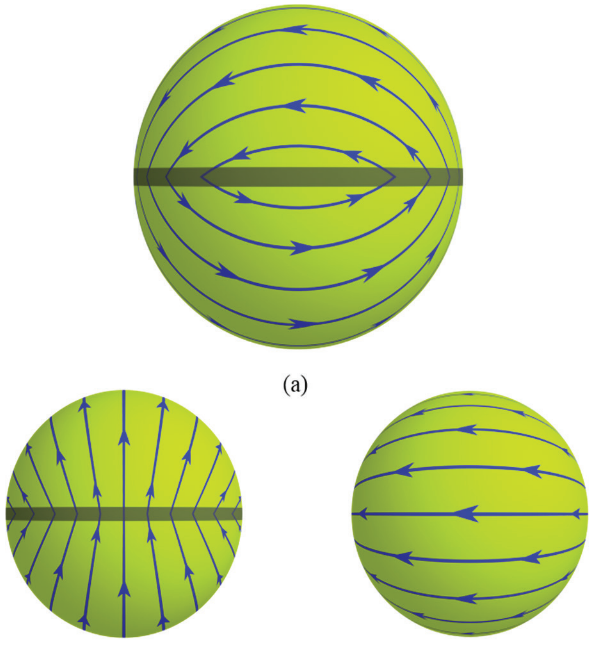
चित्र 1 (ए) SmC A और (बी) SmC I चरणों में एक त्रिकोणीय लहर वोल्टेज के अनुप्रयोग के तहत मोटाई 5 μm की एक प्लेनर-एलाइन किए गए नमूना की ऑप्टिकल प्रतिक्रिया।

[दीपिका मलकर, अरुण रॉय और वीना प्रसाद (CeNS, बेंगलुरु]

तरल क्रिस्टल - घटना संबंधी सिद्धांत

n-एटिक ऑर्डर के साथ स्फीयर पर टोपोलॉजिकल दीवार दोषों की स्थिरता

एक सतह की वक्रता के बीच उल्लेखनीय परस्पर क्रिया है, और इस पर अभिविन्यास ऑर्डर की हताशा पोइंकेयर -होप्फ़ सूचकांक प्रमेय द्वारा हड़ताली रूप से प्रदर्शित की गई है। अनौपचारिक रूप से कहा जाता है, कम से कम एक बाल-गुच्छा बनाए बिना बालों वाली गेंद को सपाट नहीं किया जा सकता है; एक विलक्षण, विलगक डिस्क्लिनेशन (भंवर), या कुल सूचकांक (वाइंडिंग संख्या) के साथ विलगक डिस्क्लिनेशंस 2 वेक्टर (1-एटिक) आदेश डिस्क्लिनेशंस में पूर्णांक सूचक होते हैं, जबकि निमैटिक (2-एटिक) क्रम के लिए वे पूर्णांक गुणक 1/2 होते हैं। एक झुकाव (2-आयामों में बिंदु दोष) के आसपास के क्षेत्र में, अभिविन्यास-क्षेत्र में विकृति अभिविन्यास के आदेश को नष्ट करने के लिए पर्याप्त बड़ी है। डिस्क्लिनेशंस अपने सूचकांक द्वारा अभिलक्षित सामयिक दोष हैं और डिस्क्लिनेशंस बिंदुओं को घेरते हुए "पिघला हुआ" मुख्य क्षेत्रों के परिमित बिंदुओं को शामिल करते हैं। सामयिक रूप से आदेशित क्षेत्रों और विकृतिजन्य तरल पुटिकाओं पर टोपोलॉजिकल बिंदु दोष, का बड़े पैमाने पर अध्ययन किया गया है, आंशिक रूप से दिशात्मक बांडों के साथ सुपर-परमाणु बनाने में उनके संभावित अनुप्रयोगों से प्रेरित हैं, और टोपोलॉजिकल बिंदु दोषों द्वारा बनाए गए "गंजे-धब्बों" के कार्य के माध्यम से उनकी स्व-एकत्रण, इस प्रकार माइक्रोन स्केल पर परमाणु रसायन विज्ञान का मार्ग प्रशस्त करता है। पिछले एक साल के दौरान, जयकुमार अलगेशन के साथ यशोधन हटवालने, अरुण रॉय और RRI पीएचडी छात्र सी सैचंद ने दिखाया है कि एकल दीवार दोष, दो आयामों में स्थैतिक रूप से अस्थिर "गंजा रेखाएं", एक घुमावदार सतह पर, जैसा कि एक स्फीयर पर, क्रम-विकार ट्रांज़िशन के पास स्थिर होती हैं। वे ऐसी दीवारों की स्थिरता को मुक्त-ऊर्जावान विचारों के लिए जिम्मेदार मानते हैं, जो कि टोपोलॉजिकल स्थिरता को खत्म करते हैं। भौतिकी संशोधन अनुसंधान में प्रकाशन के लिए कार्य को स्वीकार कर लिया गया है।



(a)

(b) (c)

चित्र 2 इक्वेटोरियल दीवार: (ए) साइड ($\theta = \pi/2, \varphi = \pi/2$ केंद्र पर) इंडेक्स 2, इक्वेटोरियल दीवार का दृश्य। निर्देशित लाइनें वेक्टर फ़ील्ड की स्ट्रीमलाइन हैं। छायांकित क्षेत्र अव्यवस्थित कोर का प्रतिनिधित्व करता है, जिसके भीतर वेक्टर आदेश पूरी तरह से नष्ट हो जाता है, और इसे एक दिशा नहीं दी जा सकती है। कोर क्षेत्र के भीतर दिखाया गया है, सहित पूरा क्षेत्र, शून्य कोर-आकार वाली एक दीवार से मेल खाती है। भूमध्य रेखा पर क्षेत्र की ढलान की विलक्षणता को पार करते हुए,शून्य कोर-आकार की दीवार का दोष सूचकांक 1 बिंदु विक्षेपण की एक जोड़ी के एंटीपोडल कॉन्फ़िगरेशन में बदल जाता है। (बी) सामने का दृश्य (केंद्र पर $\theta = \pi/2, \varphi = 0$)। (सी) शीर्ष दृश्य, यह दर्शाता है कि ध्रुवीय क्षेत्र बिंदु विक्षेपण से मुक्त हैं।

[सी साईचंद, जय कुमार अलगेशन (IISc, बैंगलोर), अरुण रॉय और यशोधन हटवालने]

मृदु सामग्री के यांत्रिक गुण

घने निलंबन में बल प्रेरित अनुकूलन

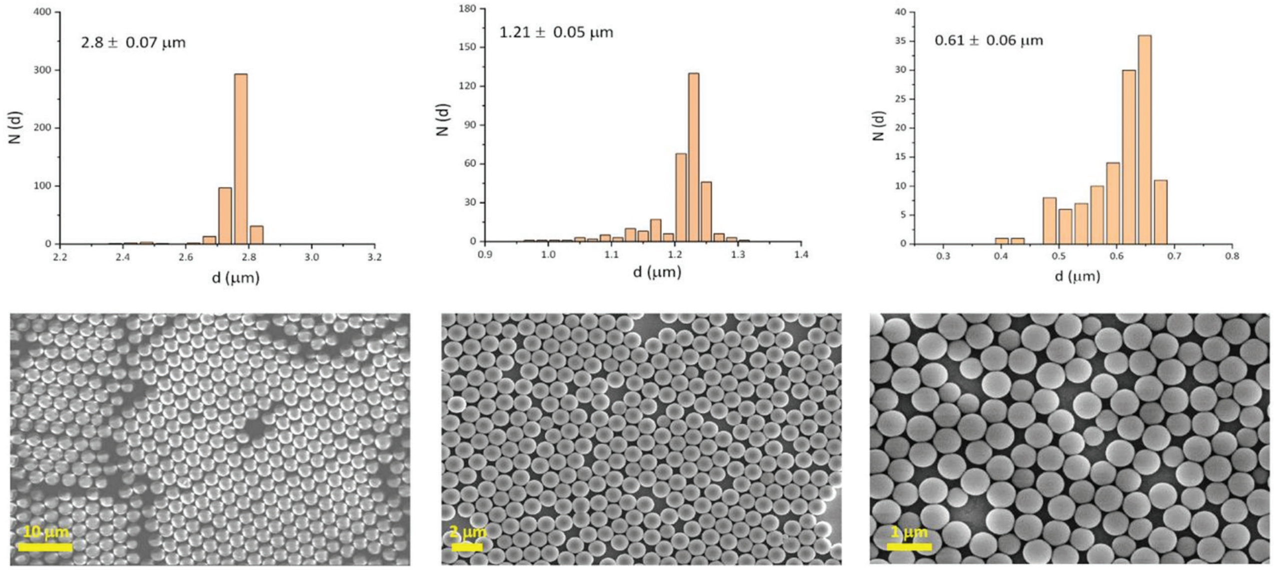
अवलोकन:

एक तरल में कठोर कणों को जोड़कर घने निलंबन, दिलचस्प गैर-रैखिक तनाव प्रतिक्रिया दिखाते हैं। बढ़ते हुए अनुप्रयुक्त कतरनी तनाव के तहत, इन प्रणालियों में से कई की चिपचिपाहट काफी बढ़ जाती है (कतरनी-स्थूलन के रूप में जाना जाता है) और सिस्टम यहां तक कि एक जाम ठोस पदार्थ (कतरनी-ठेला) में बदल सकता है। ये व्यवहार पूरी तरह से प्रतिवर्ती हैं और घर्षण संपर्कों के तनाव प्रेरित प्रसार से उत्पन्न होते हैं। यांत्रिक प्रतिक्रिया के ऐसे प्रतिवर्ती ट्यूनिंग में एक गहरी अंतर्दृष्टि प्राप्त करना विभिन्न प्रघात अवशोषित अनुप्रयोगों के लिए स्मार्ट और अनुकूली सामग्री को डिजाइन करने के लिए महत्वपूर्ण है। हालांकि स्थिर अवस्था चिपचिपापन माप सफलतापूर्वक कतरनी-जमाव व्यवहार का वर्णन करते हैं, वे कतरनी-जाम (SJ) अवस्था के किसी भी हस्ताक्षर पर कब्जा नहीं कर सकते।

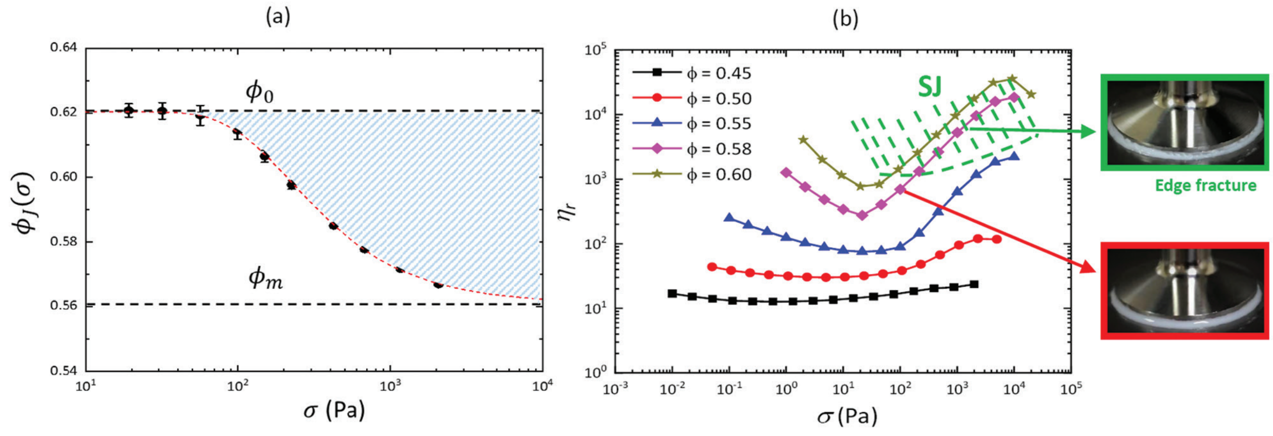
चल रही परियोजनाओं और हाल के निष्कर्ष:

पॉलीइथिलीन ग्लाइकोल (PEG 400) में मोनोडिस्पर्स गोलाकार कोलाइडल कणों (पॉलीस्टाइरीन) की एक अच्छी तरह से नियंत्रित प्रणाली में शियर प्रेरित मोटा होना और जैमिंग ट्रांजिशन की जांच पिछले साल के दौरान सायनतन मजूमदार और उनके छात्र सुभ्रांसु धर और सेबांती चट्टोपाध्याय ने की थी। लैब में इस तरह की समस्या का अध्ययन करने के लिए एक प्रमुख व्यावहारिक चुनौती बड़ी मात्रा में मोनोडिस्पर्स कणों की आवश्यकता से होती है, जो मात्रा अंश > 0.5 के साथ घने निलंबन का निर्माण करती है। व्यावसायिक रूप से उपलब्ध कण बहुत महंगे हैं और इसलिए केवल तनु निलंबन बनाने के लिए व्यावहारिक रूप से संभव है।

इस तरह की समस्याओं का प्रभावी ढंग से अध्ययन करने के लिए विभिन्न आकारों के मोनोडिस्पर्स कणों के अनुकूलित बड़े पैमाने पर संश्लेषण को शीतल और अनुकूली सामग्री प्रयोगशाला में सफलतापूर्वक प्राप्त किया गया है। उन्होंने पॉलीइथाइलीन ग्लाइकोल में कोलाइडल पॉलीस्टाइरीन कणों को फैलाकर बनाए गए घने निलंबन के स्थिर अवस्था कतरनी-मोटा व्यवहार का अध्ययन किया और पाया कि छोटे लागू तनावों के लिए निलंबन की चिपचिपाहट को ϕ कार्य के रूप में अच्छी तरह से क्रिएगर-डफर्टी (केडी) सम्बन्ध द्वारा वर्णित है। हालांकि, लागू तनाव के उच्च मूल्यों के लिए (कतरनी मोटा होना के लिए तनाव की शुरुआत से बहुत बड़ा), KD संबंध व्यवस्थित रूप से मापा चिपचिपाहट को अधिक अनुमान लगते हैं, विशेष रूप से उच्च मात्रा अंशों के लिए। वे इस व्यवस्थित विचलन को प्रवाह प्रेरित फ्रैक्चर्स और विफलताओं के कारण नमूना के कमजोर पड़ने का श्रेय देते हैं जब नमूना SJ अवस्था के साथ एक ठोस स्थिति में होता है। वायार्ट-केट्स मॉडल का उपयोग करते हुए, उन्होंने स्थिर अवस्था रियोलॉजी माप से SJ की शुरुआत की भविष्यवाणी करने के लिए एक विधि का प्रस्ताव किया है। उनके परिणामों को आगे कतरनी के तहत नमूना सीमा के स्वस्थाने ऑप्टिकल इमेजिंग द्वारा समर्थित किया गया था।



चित्र 3 प्रयोगशाला में बड़े पैमाने पर संश्लेषित मोनोडिस्पर्स कोलाइडयन कण। SEM इमेजिंग से प्राप्त कण व्यास के वितरण को दिखाया गया है।



चित्र 4 (ए) तनाव आश्रित जैमिंग पॉइंट प्राप्त किया गया जो एसिम्प्टोटिक विस्कोसिटी डाइवर्जेंस से कम σ व ϕ मूल्यों (जैमिंग पॉइंट से दूर) के लिए प्राप्त होता है। बिंदीदार रेखा वायार्ट-केट्स मॉडल के लिए उपयुक्त है। छायांकित क्षेत्र में मापदंडों (σ व ϕ) के लिए परिमित चिपचिपाहट का अस्तित्व कतरनी जाम अवस्थाओं को इंगित करता है। (बी) कणों की विभिन्न पैकिंग अंशों के लिए तनाव के एक कार्य के रूप में सापेक्ष चिपचिपापन। कतरनी जाम चरण (SJ) (ए) से निष्कर्ष निकाला गया और हरे रंग में दिखाया गया है। ऑप्टिकल इमेज SJ के लिए नमूने के किनारे- फ्रैक्चर को दर्शाता है, जैसा कि संकेत दिया गया है। दोनों (ए) - (सी) के लिए, PEG-400 के घोल में नमूना 1.2 m पॉलीस्टाइरीन माइक्रोस्फीयर्स है।

[सुभ्रांसु धर, सेबंती चट्टोपाध्याय और सायतन मजूमदार]

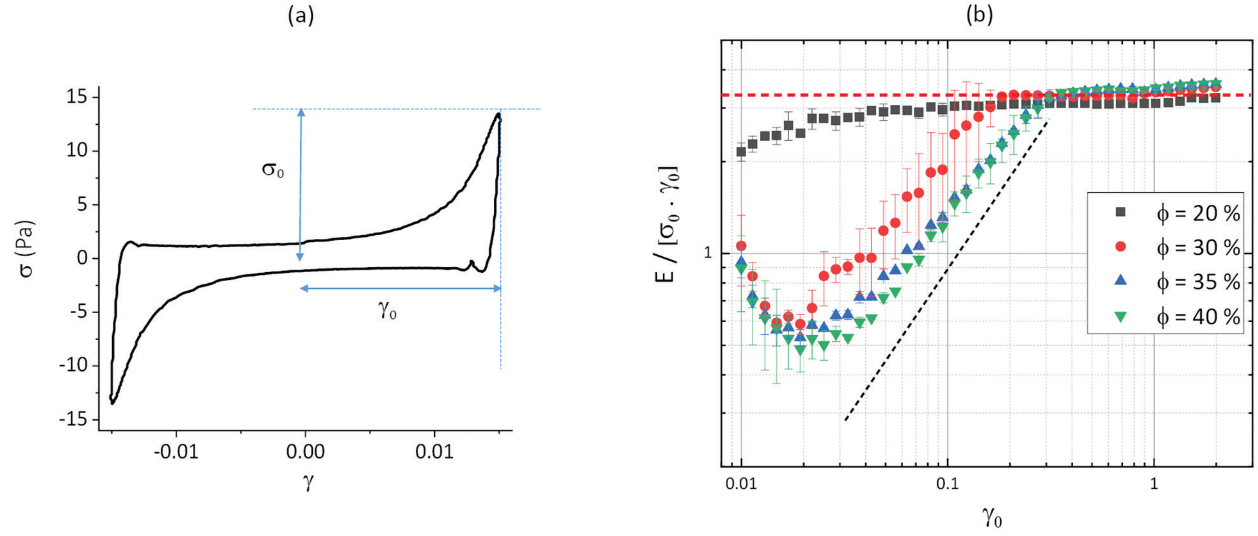
अनाकार कणों के एक एथर्मल घने निलंबन में जैमिंग और उपज

अवलोकन:

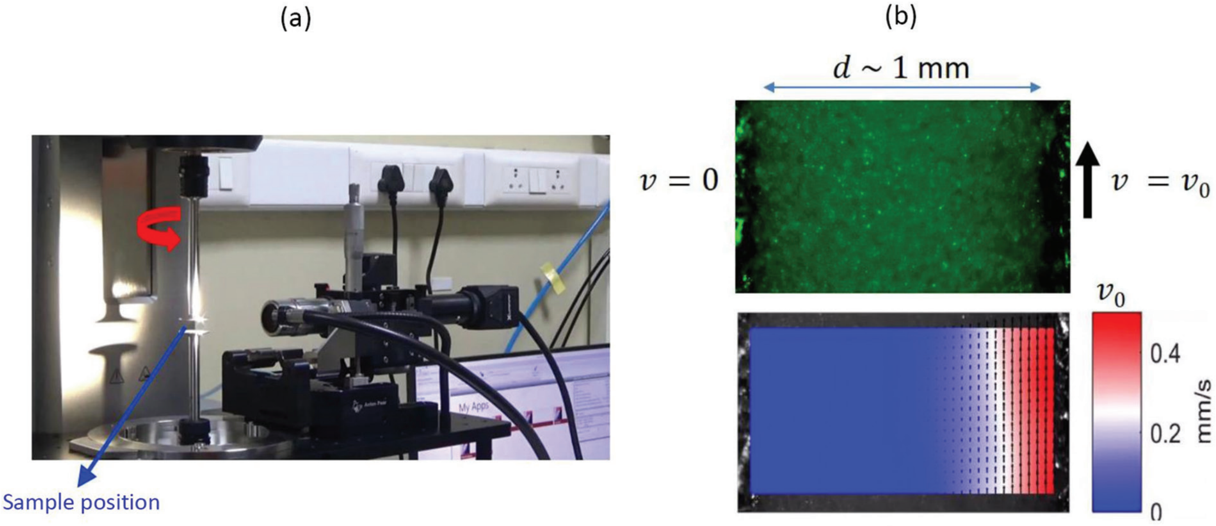
कई घने निलंबन (मुख्य रूप से आकर्षक अन्योन्य क्रियाओं वाले कणों के साथ) उपज का व्यवहार दिखाते हैं। वे उपज तनाव ( ) नामक एक महत्वपूर्ण तनाव के नीचे एक ठोस की तरह व्यवहार करते हैं, लेकिन . से ऊपर तरल में बदल जाते हैं। अव्यवस्थित सामग्रियों में पैदावार को समझना सामग्री के दबाव संचालित परिवहन में बड़े पैमाने के उद्योगों में, के साथ-साथ मूल दृष्टिकोण से बहुत महत्वपूर्ण है। जटिल माइक्रोस्ट्रक्चर के कारण, इन सामग्रियों में से कई की यांत्रिक प्रतिक्रिया बहुत ही छोटे से लागू तनाव मूल्यों के लिए भी गैर-रैखिक हैं। अत्यधिक गैर-रेखीय प्रणालियों में उपज का अध्ययन करने के लिए कोई अच्छी तरह से परिभाषित रूपरेखा नहीं है।

चल रही परियोजनाओं और हाल के निष्कर्ष:

ऑसिलेटरी शियर रिओलॉजी और इन सीटू ऑप्टिकल इमेजिंग में, सेबांती चट्टोपाध्याय और सायनतन मजूमदार ने हाइड्रोफोबिक विलायक के साथ हाइड्रोफिलिक अनाकार कण कणों को मिलाकर एक निलंबन के उपज व्यवहार का अध्ययन किया। विलायक की मध्यस्थता आकर्षक अन्योन्य क्रियाओं के कारण, कणों ने भग्न समूहों का गठन किया। भग्न की स्थान भरने वाले प्रकृति ने भिन्नों को पैक करने के लिए उपज तनाव को जन्म दिया, उनके आइसोट्रोपिक



चित्र 5 (ए) इंट्रा-चक्र तनाव बनाम तनाव (लिसाजस प्लॉट) एक उपज तनाव द्रव के लिए जो ऑसिलेटरी स्ट्रेन विरूपताओं से प्राप्त पैराफिन तेल में कॉर्न-स्टार्च कणों के भग्न समुच्चय द्वारा निर्मित होता है। (बी) विभिन्न मात्रा अंशों (f) के लिए लागू तनाव आयाम के एक कार्य के रूप में प्रति चक्र सामान्यीकृत ऊर्जा अपव्यय(ϕ)। उपज तनाव $\phi > 25\%$ के लिए प्रकट होता है। बिंदीदार रेखा (बी) उपज देने वाले (द्रवीकरण) क्षेत्र में 1 की शक्ति-विधि ढलान को इंगित करती है। आवृत्ति दोनों मामलों में 0.1 हर्ट्ज पर तय की गई है।



चित्र 6 (ए) रियोलॉजी और इन-सीटू वेग प्रोफ़ाइल माप के लिए प्रायोगिक सेट-अप। (बी)शीयर बैंडिंग को इंगित करते विशिष्ट PIV वैक्टर सिस्टम में स्थिर-कतरनी (नमूना: 20 = 20%के साथ पैराफिन तेल में कॉर्न स्टार्च कण) के साथ दर्शाते हैं।

[सेबंती चट्टोपाध्याय और सायतन मजूमदार]

जैमिंग पॉइंट ϕ_J के नीचे। वे एक निश्चित आवृत्ति के लिए लागू तनाव आयामों की एक विस्तृत श्रृंखला (0.0001 < γ_0 < 1) के लिए सिस्टम की तनाव प्रतिक्रिया की जांच करते हैं। उच्च हार्मोनिक विश्लेषण से पता चला है कि सिस्टम लगभग पूरे तनाव सीमा पर अत्यधिक गैर-रैखिक है। नतीजतन, रैखिक लोचदार (G') और चिपचिपा (G") मोडुली ने भरोसेमंद रूप से सिस्टम की यांत्रिक प्रतिक्रिया पर कब्जा नहीं किया। की पूरी श्रृंखला में लिज्जाजस प्लॉट्स (इंट्रा-साइकल स्ट्रेस बनाम स्ट्रेन) के क्षेत्र से दोलन के एक पूर्ण चक्र के लिए ऊर्जा अपव्यय का अनुमान लगाने पर, उन्होंने पाया कि कि सामान्यीकृत विघटित ऊर्जा एक गैर-मोनोटोनिक व्यवहार दर्शाती है: यह एक मध्यस्थ पर न्यूनतम से गुजरता है और बड़े मूल्यों, के लिए अधिकतम मूल्य, पर संतृप्त होता है, ϕ के सभी मूल्यों के लिए जो उपज तनाव दर्शाता है। ये परिणाम बताते हैं कि बढ़ते हुए अनुप्रयुक्त तनाव के साथ सिस्टम पहले एक अधिक लोचदार ठोस जैसी स्थिति बनाने के लिए पुनर्गठित करता है जो न्यूनतम ऊर्जा को विघटित करता है और फिर ऊर्जा अपव्यय बढ़ने पर उच्च तनाव मूल्यों पर द्रवित हो जाता है। ऊर्जा-मिनिमा के पास, कतरनी-बैंड ने दिलचस्प समय-गतिशीलता को दिखाया।

वर्तमान प्रयास सिस्टम में गैर-रैखिकता और अंतर-चक्र ऊर्जा अपव्यय को नियंत्रित करने के लिए कणों के बीच आकर्षक अन्योन्य क्रिया को ट्यून करने की दिशा में हैं। इसके अलावा, गैर-रैखिकता और सिस्टम के उपज व्यवहार पर स्थानिक रूप से विषम प्रवाह प्रोफाइल की भूमिका पर जांच चल रही है।

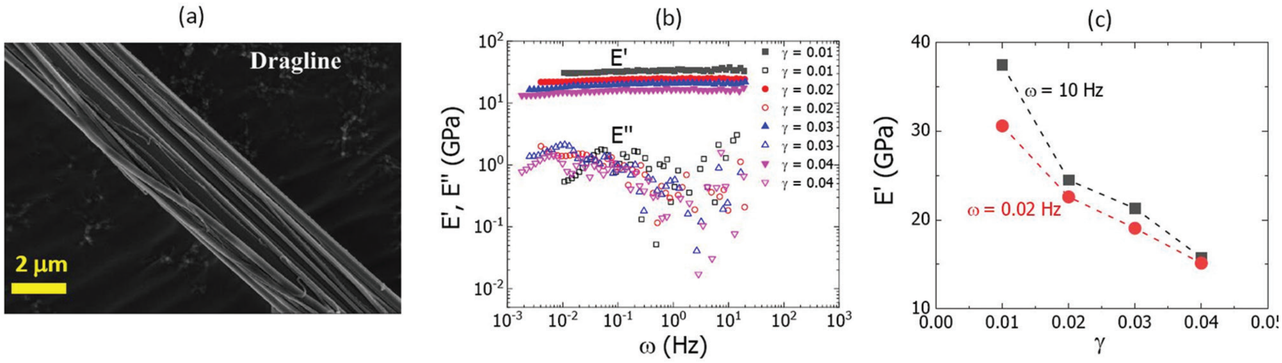
माइक्रो-एक्सटेंशन-रियोमीटर का उपयोग करके मकड़ी के रेशमी रेशों को तनाव नरम करना और सख्त करना

अवलोकन:

स्पाइडर सिल्क में अद्वितीय यांत्रिक गुण होते हैं जैसे कि बड़ी एक्स्टेंसिबिलिटी, उच्च तन्यता ताकत, सुपर-सिकुड़न, हल्का वजन आदि। यह वास्तव में, मानव जाति के लिए ज्ञात सबसे कठिन और मजबूत जैव सामग्री में से एक है। ऐसी बहुमुखी सामग्री की यांत्रिक प्रतिक्रिया की सूक्ष्म समझ नयी सामग्री डिजाइन में भविष्य के तकनीकी अनुप्रयोगों के लिए असीम संभावनाएं रखती है। रेशम के तंतुओं के सरल बल विस्तार के संबंध में व्यापक साहित्य की रिपोर्टिंग के बावजूद, इस तरह के लक्षण वर्णन में एक एकल रेशम फाइबर के लिए स्थिर अवस्था यांत्रिक व्यवहार और आवृत्ति प्रतिक्रिया को ध्यान में नहीं रखा गया है।

चल रही परियोजनाओं और हाल के निष्कर्ष:

सायनतन मजुमदार, प्रमोद पुल्लरकट और पीएचडी के छात्र सुशील दुबे, सुख वीर के साथ-साथ सहयोगी चिन्मय जोशी, दिव्या उमा और हेमा सोमनाथन ने सोशल स्पाइडर एस सरसिनोरम से प्राप्त माइक्रो-एक्सटेंशन रियोमीटर का उपयोग करके ड्रैग लाइन रेशम के रैखिक और गैर-रेखीय विस्को इलास्टिक गुणों का अध्ययन किया है जो RRI में प्रमोद पुल्लरकट की सेल बायोफिज़िक्स लैब में विकसित किया गया। निरंतर विस्तार के आंकड़ों के विपरीत, यह तकनीक क्रमिक रूप से स्थिर अवस्था तनाव मूल्यों को बढ़ाने के बारे में छोटे गड़बड़ी को लागू करके विस्कोइलास्टिक प्रतिक्रिया की जांच करने की अनुमति देती है। इसके अलावा, विश्लेषण को विशेषता तनाव विश्राम के समय और चिपचिपा और लोचदार मोडुली की आवृत्ति प्रतिक्रिया प्राप्त करने के लिए बढ़ाया गया था। इन तरीकों का उपयोग करते हुए, उन्होंने दिखाया है कि छोटे तनाव के शासन में (0 - 4%) सामाजिक मकड़ियों की ड्रैगलाइन सिल्क तनाव-नरम प्रतिक्रिया दिखाती है जिसके बाद उच्च उपभेदों पर तनाव-कठोर प्रतिक्रिया होती है। दूसरी ओर तनाव विश्राम का समय पूरी रेंज के लिए बढ़ते तनाव के साथ एकतरफा रूप से बढ़ा। उन्होंने यह भी दिखाया है कि रेशम एक वेब के विशिष्ट जीवनकाल के दौरान उम्र बढ़ने के साथ-साथ कठोर गैर-रेखीय प्रतिक्रिया के लिए एक संभावित तंत्र का सुझाव देता है।



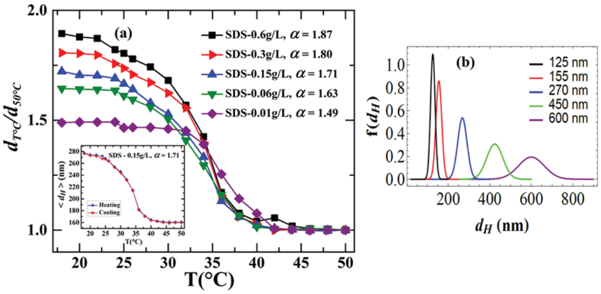
चित्र 7 (ए) कई सूक्ष्म तंतुओं से बना एकल ड्रैगलाइन रेशम फाइबर की SEM छवि। (बी) समय डोमेन तनाव विश्राम डेटा से प्राप्त अलग-अलग अनुप्रयुक्त तनाव मूल्यों के लिए एकल ड्रैगलाइन फाइबर का आवृत्ति निर्भर इलास्टिक (E') और विस्कस (E") विस्तारणीय मॉड्यूल l (सी) दो अलग-अलग आवृत्तियों के लिए दिखाए गए बढ़ती स्टेप-स्ट्रेन परिमाण के साथ एक फाइबर का नरम होना।

[सुशील दुबे, सुख वीर, सायनतन मजुमदार, प्रमोद पुलरकट और IISER तिरुवनंतपुरम से सहयोगी: चिन्मय हेमंत जोशी, दिव्या उमा, हेमा सोमनाथन]

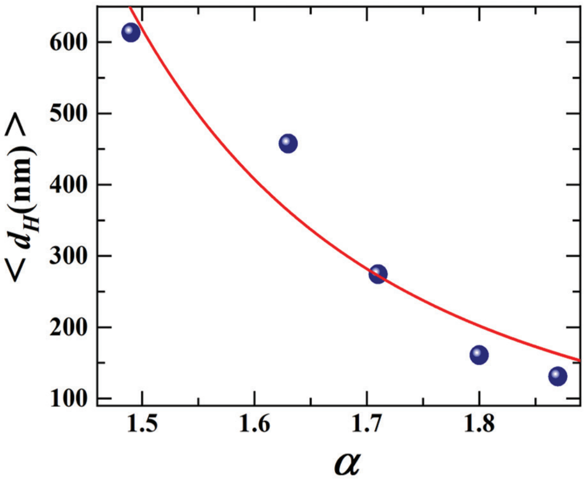
गैर-न्यूटोनियन द्रव की संरचना, गतिशीलता और रियोलॉजी

जलीय पाली (N-आईसोप्रोपाइलेक्रिलामाइड) कोलाइडल सस्पेंशन के थर्मोरेस्पॉन्सिव और रियोलॉजिकल गुणों पर कण आकार का प्रभाव

रंजिनी बंद्योपाध्याय और उनके पीएचडी छात्र चंदेश्वर मिश्रा और संजय बेहरा ने एक-पॉट विधि में सोडियम डोडेसिल सल्फेट (SDS) की सांद्रता को अलग करके विभिन्न आकारों के थर्मोरेस्पोन्सेटिव पॉली (N-आईसोप्रोपाइलेक्रिलामाइड) (PNIPAM) कण का संश्लेषण किया। गतिशील प्रकाश प्रकीर्णन (DLS) और स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी (SEM) का उपयोग करके निर्मित PNIPAM कणों के आकार, आकार पॉलीडिस्पेरिटीज़ और थर्मोरेस्पोन्सिविटी की विशेषता ने अवलोकन किया कि SDS संकेन्द्रण में वृद्धि के साथ इन



चित्र 8 SDS के विभिन्न सांद्रता के लिए जलीय PNIPAM निलंबन के तापमान T के एक कार्य के रूप में तापमान निर्भर सूजन अनुपात dToC/ d50oC है । इनसेट में, PNIPAM कणों के औसत हाइड्रोडायनामिक व्यास <d_H> जिसका जलीय निलंबन में अधिकतम सूजन अनुपात 1.71 को हीटिंग और कूलिंग के दौरान तापमान के एक कार्य के रूप में प्लॉट किया जाता है। (b) एक-पॉट इमल्शन पोलीमराइजेशन मेथड में विभिन्न SDS सांद्रता का उपयोग करते हुए अलग-अलग संश्लेषित -पार्टिकल आकार के लिए DLS प्रयोगों से मापा गया PNIPAM कणों का कण आकार वितरण।



चित्र 9. 20^{0}C पर जलीय निलंबन में PNIPAM कण की औसत हाइड्रोडायनामिक व्यास <d_H> अधिकतम सूजन अनुपात a के एक कार्य के रूप में। ठोस रेखा उनके मॉडल के लिए एक फिट है।
[चंदेश्वर मिश्रा, संजय बेहरा और रंजिनी बंद्योपाध्याय]

कणों के आकार में कमी हुई। PNIPAM कणों की सूजन अनुपातों को थर्मोरेस्पोन्सेटिव कर्व्स से मापा जाता है, कण आकार में कमी के साथ वृद्धि देखी गई, जो वे कणों के सूजन अनुपात के संबंध में सिस्टम की हेल्महोल्ट्ज मुक्त ऊर्जा को कम करके समझते हैं। उनके अध्ययन में जाम जलीय निलंबन में इन कणों की गतिशीलता को समझने के लिए रियोलॉजिकल माप भी शामिल थे। इस काम को बुलेटिन ऑफ मैटेरियल्स साइंसेज (एक विशेष अंक), 2020 में प्रकाशन के लिए स्वीकार किया गया है।

लिपिड मेम्ब्रेंस और पॉलिइलेक्ट्रोलाइट्स के भौतिकी

मजबूत इलेक्ट्रोलाइट्स में इलेक्ट्रोस्टैटिक इंटरैक्शन: लवण की विशिष्टता

एक तनु इलेक्ट्रोलाइट में दो आवेशित सतहों के बीच इलेक्ट्रोस्टैटिक इंटरैक्शन को डेबी-हकेल सिद्धांत द्वारा अच्छी तरह से वर्णित किया गया है, जिसके अनुसार सतहों के बीच प्रतिकर्षण इलेक्ट्रोलाइट की बढ़ती आयनिक ताकत के साथ दृढ़ता से घट जाती है। हालांकि, वी ए रघुनाथन और उनके पीएचडी छात्र अनिंद्या चौधरी ने हाल ही में कुछ पूर्व रिपोर्टों के साथ समझौते में इलेक्ट्रोस्टैटिक प्रतिकर्षण के पुनः उभरना को बहुत अधिक आयनिक शक्ति में देखा था। पिछले वर्ष के दौरान, उन्होंने क्षार धातुओं के क्लोरीन नमक के जलीय घोल का उपयोग करके, लिथियम से लेकर सीज़ियम तक के शामिल विशिष्ट आयनों पर इस प्रभाव की निर्भरता का अध्ययन किया। दिलचस्प बात यह है कि प्रतिकर्षण की वृद्धि केवल LiCl और NaCl के जलीय घोलों में देखी गई, लेकिन KCl और CsCl के घोलों में नहीं। वे वर्तमान में इस विशिष्ट आयन प्रभाव को समझने के लिए और प्रयोग कर रहे हैं।
[अनिंद्या चौधरी और वी ए रघुनाथन]

मोनोन्यूक्लियोटाइड्स का हाइड्रोट्रोपिक व्यवहार

वी ए रघुनाथन, उनके छात्र श्रीजा ससिधरन और सहयोगी हिमांशु खंडेलिया ने विभिन्न प्रकार की प्रायोगिक तकनीकों के साथ-साथ कंप्यूटर सिमुलेशन का उपयोग करते हुए पानी में यूरिडीन मोनोफॉस्फेट (UMP) और इसके डाई सोडियम सॉल्ट (UMPDSS) के एकत्रीकरण व्यवहार का अध्ययन किया है। उन्होंने पाया कि UMPDSS एक महत्वपूर्ण सांद्रता के ऊपर छोटे समुच्चय बनाकर हाइड्रोट्रोप की तरह व्यवहार करता है, जो घोल में मौजूद हाइड्रोफोबिक अणुओं को एनकैप्सूलेट कर सकता है, जबकि UMP, जो कि एसिड रूप है, इस तरह के व्यवहार को प्रदर्शित नहीं करता है। काउंटरियन प्रजातियों पर इस महत्वपूर्ण निर्भरता ने उन्हें तटस्थ लिपिड झिल्ली के साथ UMP और UMPDSS की अन्योन्यक्रिया में विशाल अंतर के उनके अवलोकन को समझने में मदद की है।
[श्रीजा ससिधरन, हिमांशु खडेलिया (यूनिवर्सिटी ऑफ़ सदर्न डेनमार्क, डेनमार्क) और वी ए रघुनाथन]

डिकानॉल से प्रेरित लिपिड झिल्ली में द्रव-द्रव सह-अस्तित्व

लिपिड झिल्ली में द्रव-द्रव सह-अस्तित्व कोशिका झिल्ली के कामकाज के लिए इसके निहितार्थ के कारण बहुत वर्तमान रुचि का विषय है। बड़ी संख्या में अध्ययनों के बावजूद, वर्तमान में एक योजक द्वारा प्रेरित एकल घटक लिपिड झिल्ली में द्रव-द्रव सह-अस्तित्व की रिपोर्ट नहीं है। वी ए रघुनाथन और उनके पीएचडी छात्र बूटी सूर्यभ्रामम और RRI पोस्टडॉक्टोरल साथी आयुष अग्रवाल ने हाल ही में पाया है कि 1-डिकानोल डिमाइरिस- टोली फोस्फेटीडाईल कोलीन (DMPC) झिल्ली में तरल पदार्थ-द्रव सह-अस्तित्व को प्रेरित करता है । यह व्यवहार विभिन्न प्रयोगात्मक तकनीकों का उपयोग करके स्थापित किया गया है। वे वर्तमान में शामिल भौतिक तंत्र को समझने के लिए संबंधित प्रणालियों का अध्ययन कर रहे हैं।
[बूटी सूर्यभ्रमम, आयुष अग्रवाल और वी ए रघुनाथन]

जीवभौतिकी

एक्सोन्स की जीवभौतिकी

न्यूरोनल कोशिकाएं केंद्रीय और परिधीय तंत्रिका तंत्र (CNS & PNS) के मुख्य निर्माण खंड हैं। वे पहली बार सरल बहुकोशिकीय जीवों में विकसित हुए ताकि लंबी दूरी पर संकेतों को प्रसारित किया जा सके - जैसे कि एक जेली मछली में ढीले न्यूरोनल नेटवर्क। जैसे-जैसे विकास आगे बढ़ा, वे जटिल सूचना भंडारण और प्रसंस्करण केंद्रों में भी व्यवस्थित हुए- जैसे C एलिगेंस की तरह सरल हेड गैन्ग्लिया (~ 100 न्यूरॉन्स) के अपेक्षाकृत और अधिक जटिल मानव मस्तिष्क (100 बिलियन न्यूरॉन्स) में । संकेतों को प्रसारित करने के लिए, न्यूरोनल कोशिकाएं दो प्रकार की पतली ट्यूबलर प्रक्रियाओं का विस्तार करती हैं जिन्हें डेंड्राइट्स और एक्सोन कहा जाता है। आमतौर पर, डेंड्राइट्स अपेक्षाकृत कम उच्च शाखाओं वाली संरचनाएं बनाते हैं, जबकि एक्सोन चरम लंबाई तक बढ़ सकते हैं - मानव पैर की सियाटिक तंत्रिका में एक मीटर तक और ब्लू व्हेल में मीटर के दसियों तक।

चरम लंबाई जिस पर अक्षतंतु बढ़ते हैं, वह न्यूरोनल कोशिकाओं को कई चुनौतियां देता है। इन संरचनाओं के रखरखाव और उनके कार्य के लिए न्यूरोट्रांसमीटर जैसी सामग्री के निरंतर आगे और पीछे परिवहन की आवश्यकता होती है, और ऐसी सामग्री जिसे लगातार पुनर्नवीनीकरण करने की आवश्यकता होती है। चूंकि इसके लिए विसरण बहुत धीमा है (1 मीटर की दूरी को फैलाने के लिए छोटे अणुओं के लिए 100 से अधिक साल लगेंगे), अक्षतंतु आणविक मोटर्स पर निर्भर होते हैं जो प्रति सेकंड माइक्रो-मीटर तक की गति से यात्रा कर सकते हैं। एक्सोन यांत्रिक चुनौतियों का सामना भी करते हैं क्योंकि वे शरीर के आवाजाही के दौरान तेजी से खिंचाव के अधीन होते हैं - स्तनधारियों के कुछ जोड़ों में 20% तक का तनाव। मस्तिष्क भी, ऊतकों में से एक सबसे मृदु होने के नाते, कूदने जैसी सामान्य गतिविधियों के दौरान मनुष्यों में 5% के क्रम की कतरनी विकृति से गुजरता है, और अचानक प्रभाव के दौरान बहुत अधिक होता है, जैसे संपर्क खेल में। यहां तक कि ऐसे बाहरी तनावों की अनुपस्थिति में, अक्षतंतु को विभिन्न आंतरिक तनावों का संतुलन बनाए रखना पड़ता है। प्लाज्मा झिल्ली, एक द्रव लिपिड बाइलेयर से बना है, तनाव में है। तनाव के तहत एक झिल्लीदार ट्यूब रेले-प्लैटू अस्थिरता के माध्यम से क्रमिक वृत्तों में सिकुड़नेवाला मोड के लिए अस्थिर है, और एक समान ट्यूबलर रूप को बनाए रखने के लिए अतिरिक्त तत्वों की आवश्यकता होती है। यह आंतरिक साइटोस्केलेटन के साथ संबंध बनाने से प्राप्त होता है - विभिन्न बायोपॉलिमरों और उनके संबद्ध प्रोटीनों का एक एक्सी सिममेट्रिक व्यवस्था। यह साइटोस्केलेटन अत्यधिक गतिशील है, क्योंकि पॉलिमर निरंतर पोलीमराइजेशन-डिपोलीमराइजेशन प्रक्रियाओं के माध्यम से टर्नओवर से गुजरता है और आणविक मोटर्स द्वारा कार्य किया जाता है जो फिलामेंट्स पर सक्रिय तनाव उत्पन्न कर सकता है। इस प्रकार, अक्षतंतु एक संरचना है जो एक गतिशील स्थिर स्थिति के तहत बनाए रखी जाती है जहां विभिन्न झिल्ली और साइटोस्केलेटल बल एक दूसरे के खिलाफ संतुलित होते हैं। इस गतिशील संतुलन में कोई

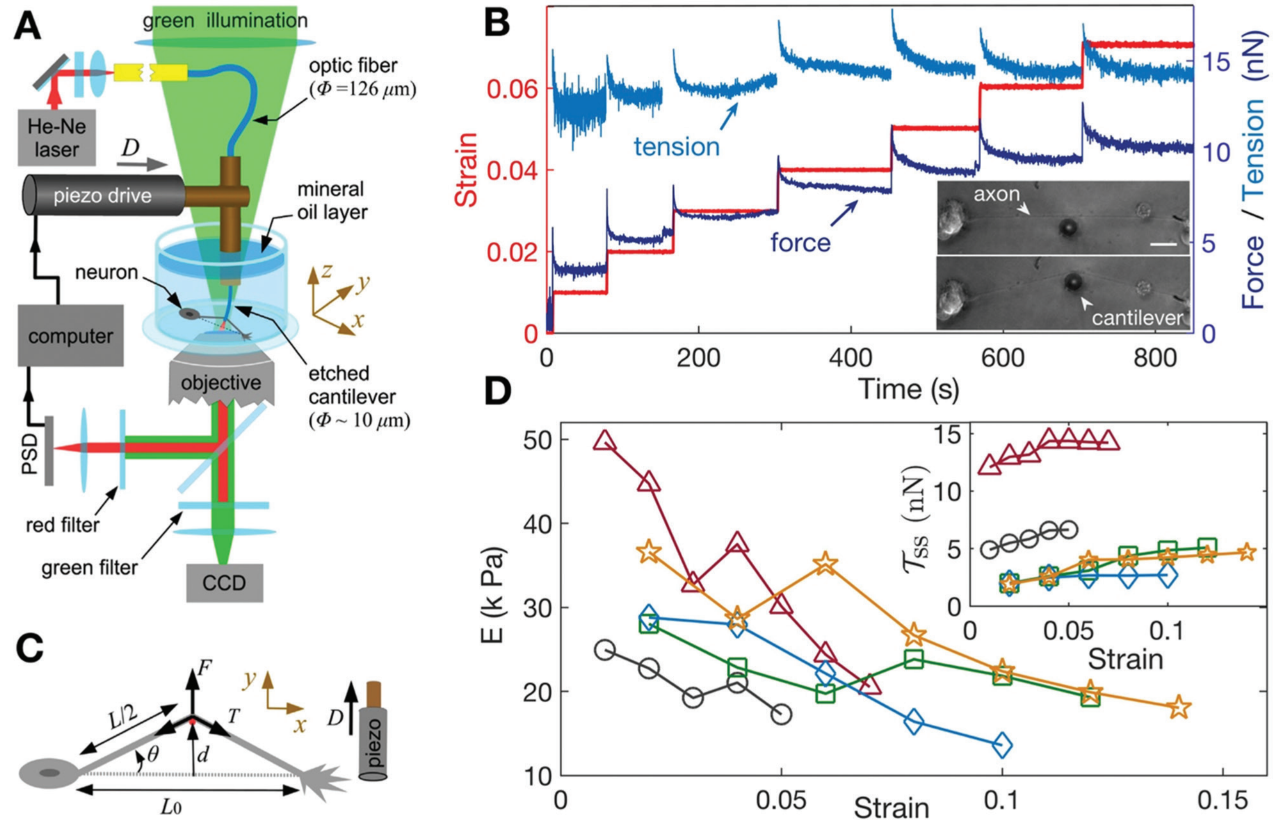
भी परिवर्तन एक्सोनल रूप और फ़ंक्शन में असामान्यताएं पैदा कर सकता है। यह विशेष रूप से न्यूरोनल कोशिकाओं के लिए महत्वपूर्ण है क्योंकि वे एक मानव शरीर में अन्य कोशिकाओं के विपरीत विभाजित नहीं होते हैं और खो जाने पर शायद ही कभी फिर से भरे जाते हैं। यह तंत्रिका तंत्र को विशेष रूप से अध: पतन के लिए अतिसंवेदनशील बनाता है जिससे दुर्बल स्थिति पैदा होती है। एक्सन, अपनी चरम लंबाई के कारण, विशेष रूप से कमजोर हैं।

सेल बायोफिज़िक्स लैब में प्रमोद पुलारकट और उनके पीएचडी छात्रों का उद्देश्य एक्सोनल झिल्ली-साइटोस्केलेटन कॉम्प्लेक्स के यांत्रिक और गतिशील गुणों की जांच करना है। इसके लिए उन्होंने एक्सोन की यांत्रिक प्रतिक्रियाओं की जांच करने और एक्सोनल झिल्ली गुणों का अध्ययन करने के लिए ऑप्टिकल चिमटी का उपयोग करने के लिए एक ऑप्टिकल फाइबर आधारित माइक्रो-एक्सटेंशन रियोमीटर विकसित किया है।

सेल बायोफिज़िक्स लैब में किए गए शोध कार्य नीचे दिए गए हैं।

अक्षतंतु के गैर-रैखिक यांत्रिक प्रतिक्रियाएं

सुशील दुबे ने RRI में डिज़ाइन और विकसित माइक्रो-एक्सटेंशन रियोमीटर के एक संशोधित संस्करण का उपयोग करके अक्षतंतु पर रियोलॉजिकल माप का प्रदर्शन किया। उन्होंने प्रोटीन-नॉक डाउन प्रयोगों और सुपर-रिज़ॉल्यूशन STED माइक्रोस्कोपी का प्रदर्शन करने के लिए IISER-पुणे के जीवविज्ञानी शिवानी बोदास और अर्नब घोष के साथ गहन सहयोग किया, और उनके यांत्रिक मापों के साथ संयोजन करके यह दिखाया कि अक्षतंतु में हाल ही में खोजे गए एक्टिन-स्पेक्ट्रिन आवधिक जाली अक्षतंतु यांत्रिकी में प्रमुख भूमिका निभाती है । एंड्रयू कैलन-जोन्स के साथ एक अन्य सहयोग में, अक्षतंतु के लिए एक सैद्धांतिक मॉडल यह तर्क देने के लिए विकसित किया गया था कि 1 D जाली में स्पेक्ट्रिन के अणु बल आश्रित-अन फोल्डिंग-रिफ़ॉल्डिंग डायनामिक्स (जैसे आणविक धौंकनी) से गुजर सकते हैं और इससे एक्सोनल तनाव का एक बफ़र होता है। यह मॉडल अक्षतंतु के तनाव-मृदुकरण ठोस जैसी प्रतिक्रिया और विश्राम समय बनाम तनाव वक्र के गैर-नीरस व्यवहार के प्रयोगात्मक अवलोकन के साथ अच्छा समझौता करता है। ये परिणाम अब प्रतिष्ठित पत्रिका ई लाइफ में दिखाई दिए हैं।



चित्र 10. (ए) RRI में विकसित माइक्रो-एक्सटेंशन रियोमीटर का एक योजनाबद्ध, जो कैंटिलीवर के रूप में एक एच्ड ऑप्टिकल फाइबर और निरंतर तनाव मोड में काम करने के लिए एक कंप्यूटर फीडबैक लूप का उपयोग करता है। (बी) लागू तनाव चरणों के भूखंड, इसी मापा बल और गणना तनाव। इनसेट तनाव चरण से पहले और बाद में एक अक्षतंतु की छवियों को दिखाता है। (सी) मापा बल और अक्षतंतु तनाव के बीच संबंध दिखाते हुए योजनाबद्ध। (डी) तनाव के एक कार्य के रूप में यंग के मापांक का प्लॉट तनाव को नरम दिखाता है। इनसेट से पता चलता है कि स्थिर अवस्था तनाव बढ़ते तनाव के साथ संतृप्त होता है।

[सुशील दुबे, निशिता निम्बेर, शिवानी बोडस (IISER-पुणे), अरनब घोष (IISER-पुणे), सुख वीर, सेरीन रोज डेविड, एंड्रयू कैलन जोन्स (यूनिवर्सिटी-पेरिस, डिडेरोट) और प्रमोद पुलरकट]

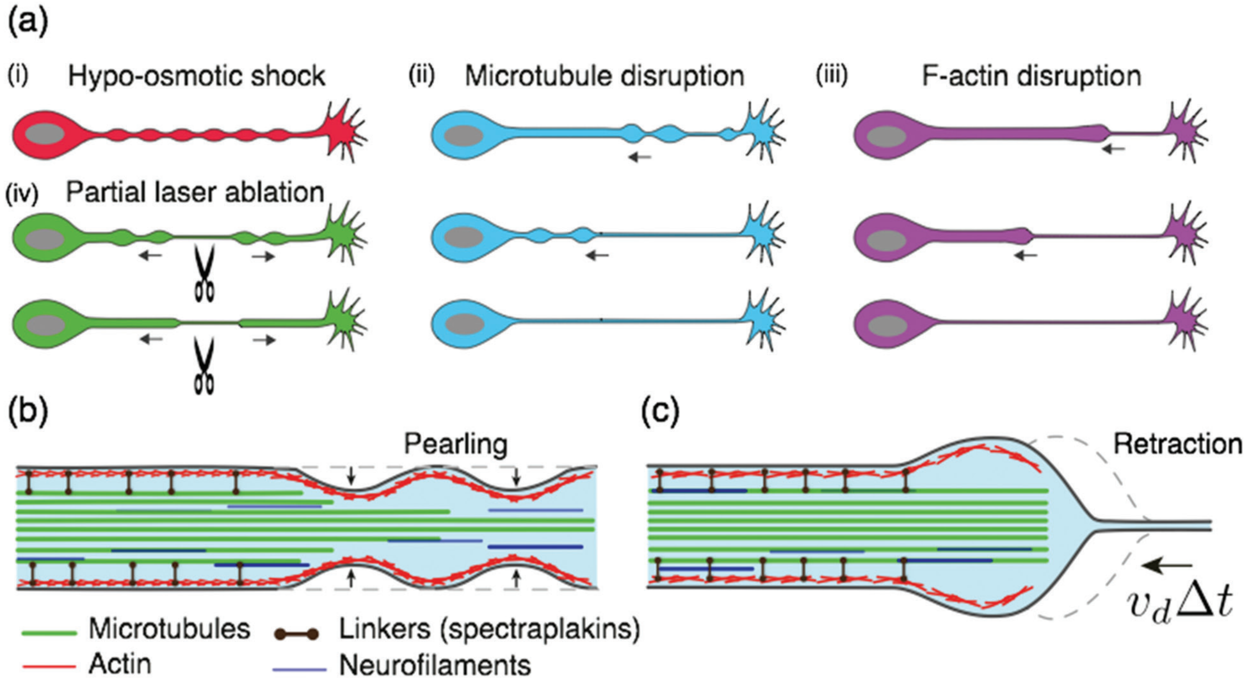
अक्षीय आकार की अस्थिरता

इस प्रयोग का उद्देश्य अक्षतंतु की आकृति स्थिरता को समझना है। विशिष्ट जैव रासायनिक एजेंटों का उपयोग एक्टिन-फिलामेंट्स या माइक्रोट्यूबुल्स (एक्सोन के अंदर मौजूद बायोपॉलिमर्स) को डिपॉलीमराइज करने और परिणामस्वरूप आकार के विकास का अध्ययन करने के लिए किया गया था। दो अलग-अलग प्रतिक्रियाएं देखी गईं। (i) सूक्ष्मनलिका डिपॉलीमराइजेशन के बाद अक्षतंतु क्रमिक वृत्तों में सिकुड़नेवाला त्रिज्या मॉड्युलेशन्स का विकास करता है। (ii) जब एक्टिन फ़िलामेंट्स बाधित होते हैं तो अक्षतंतु एक गतिशील रिट्रैक्शन फ्रंट सामने प्रदर्शित करता है, जो एक मोटे क्षेत्र से मोटे तौर पर साइटोस्केलेटल घटकों से रहित एक पतले क्षेत्र को अलग करता है जिसमें ये घटक विस्थापित होते हैं। दिलचस्प रूप से, यह दिखाया गया था कि इन दोनों आकार की गतिशीलता भी नैनो-सेकंड लेजर पल्स का उपयोग करके अक्षतंतु के स्थानीय पृथक्करण से प्रेरित हो सकती है।

पिछले वर्षों के दौरान, अलका भट ने निम्नलिखित दिखाया था: (ए) आनुवंशिक साधनों का उपयोग करके फ्लोरोसेंट सिनैप्टिक पुटिकाओं को व्यक्त करने के लिए उसने दिखाया था कि अक्षतंतु में परिवहन बीडिंग से प्रभावित नहीं है यह सुझाव देते हुए कि "ट्रैफिक जाम" बीडिंग का कारण नहीं हो सकता है जैसा कि पहले दूसरों द्वारा सुझाया गया था। उसने एक बीडेड एक्सोन में इंटैक्ट माइक्रोट्यूब्यूल पटरियों को इमेजिंग करके और अधिक महत्वपूर्ण रूप से इसके सबूतों को जोड़ा और आनुवंशिक रूप से शामिल फ्लोरोसेंट जांच के रूप में सिनैप्टोफिसिन-GFP का उपयोग करते हुए बीडेड एक्सोन में परिवहन पुटिका द्वारा किया। (बी) अनघा दातार द्वारा और बाद में अलका भट द्वारा किए गए लेजर पृथक्करण प्रयोगों ने दिखाया था कि ये आकार परिवर्तन साइटोस्केलेटन में टूट-फूट द्वारा प्रेरित हो सकते हैं।एक सूक्ष्मनलिका स्थिरीकरण एजेंट की उपस्थिति में इस तरह के प्रयोगों का प्रदर्शन करने से पता चला कि सूक्ष्मनलिका का डिपॉलीमराइजेशन एब्लेशन द्वारा बनाए गए ताजा (असुरक्षित) अंत के कारण हो सकता है और यह आकार के विकास का प्रमुख कारण है।

2018-19 के दौरान, रिट्रैक्शन दरों की मात्रा का ठहराव और बीडिंग के विस्तार के साथ तुलना जैसे प्रयोग जैशा भानु द्वारा किए गए थे। सहयोगी रॉबर्टो बर्नल के साथ अधिक डेटा का विश्लेषण किया गया था, जबकि जैक्स प्रोस्ट और एंड्रयू कैलन-जोन्स के सहयोग से विकसित सैद्धांतिक मॉडल में सुधार हुआ था। यह मॉडल एक झिल्ली तनाव चालित तंत्र का समर्थन करता है जहां सूक्ष्मनलिका डिपॉलीमेराइजेशन की प्रकृति तय करती है कि अक्षीय शोष बीडिंग या रिट्रैक्शन के माध्यम से होता है या नहीं। यह दिखाया गया था कि ये अस्थिरता उन पतला तारों की डी-वेट्टींग प्रक्रिया में देखी गई चीजों के अनुरूप होती है।

2019-20 के दौरान इस कार्य में संशोधन हुआ और प्रयोगों और मॉडल में और सुधार किया गया। सबसे विशेष रूप से, यह पाया गया कि विशेषता बीडिंग समय के विश्लेषण का उपयोग एक्सोन्स मेंमाइक्रोट्यूब्यूल टर्नओवर दर को निकालने के लिए किया जा सकता है जो सूक्ष्मनलिका स्थिरता का अध्ययन करने के लिए एक शक्तिशाली परख प्रदान करते हैं। । इसके अलावा, पीएचडी छात्र आशीष कुमार ने लेजर प्रेरित एक्सोटॉमी के बाद कैल्शियम इमेजिंग का प्रदर्शन किया और अपने परिणाम प्रस्तुत किए। लेख अब बायोफिज़िकल जर्नल में प्रकाशित हुआ है।

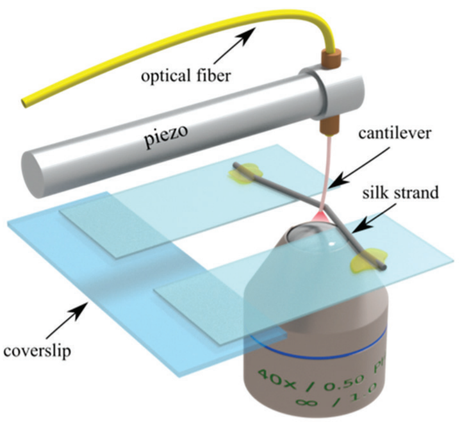


चित्र 11. विभिन्न क्षोभ के तहत एक्सोन्स द्वारा प्रदर्शित आकार की अस्थिरताओं की विविधता दिखाते हुए योजनाबद्ध आरेख।

[अनघा दातार (RRI में पूर्व पीएचडी छात्र), जैशा भानु, रोली श्रीवास्तव (RRI में पूर्व परियोजना सहायक), अलका भट, आशीष मिश्रा, रॉबर्टो बर्नाल (यूनिवर्सिटी ऑफ सैंटियागो, चिली), जैक्स प्रोस्ट (इंस्टिट्यूट क्यूरी, पेरिस), एंड्रयू कैलन-जोन्स (इंस्टिट्यूट क्यूरी, पेरिस) और प्रमोद पुलरकट]

मकड़ी रेशम के यांत्रिक गुण

प्रमोद पुलारकट और उनके पीएचडी छात्र सुशील दुबे और सुख वीर के साथ-साथ IISER तिरुवनंतपुरम के एक परास्नातक छात्र चिन्मय जोशी द्वारा माइक्रो-एक्सटेंशन रियोमीटर का उपयोग करते हुए रेशम के यांत्रिक गुणों की जांच से पता चला है कि रेशम 4% तक तनाव को नरम करने और उसके बाद तनाव को कठोर करने वाला व्यवहार को दर्शाता है। सायनतन मजुमदार के साथ उन्होंने बल विश्राम डेटा से विस्कोलेस्टिक मोडुली की आवृत्ति निर्भरता प्राप्त करने के लिए एक फूरियर विश्लेषण विधि विकसित की। उन्होंने रेशम के विश्राम व्यवहार को भी अपने ज्ञान के लिए पहली बार निर्धारित किया। शेष प्रयोगों (ऊर्जा अपव्यय को मापने के लिए चक्रीय रैंप) और विश्लेषण पिछले वर्ष के दौरान पूरा किए गए थे और इस अध्ययन पर एक लेख सॉफ्ट मैटर में प्रकाशित हुआ था। वर्तमान प्रयास टिप्पणियों को समझाने के लिए एक सूक्ष्म चित्र विकसित करने की दिशा में हैं।



चित्र 12 प्रायोगिक योजना का एक योजनाबद्ध जो स्पाइडर सिल्क यांत्रिकी का अध्ययन करने के लिए माइक्रो-एक्सटेंशन रियोमीटर का उपयोग करता है।

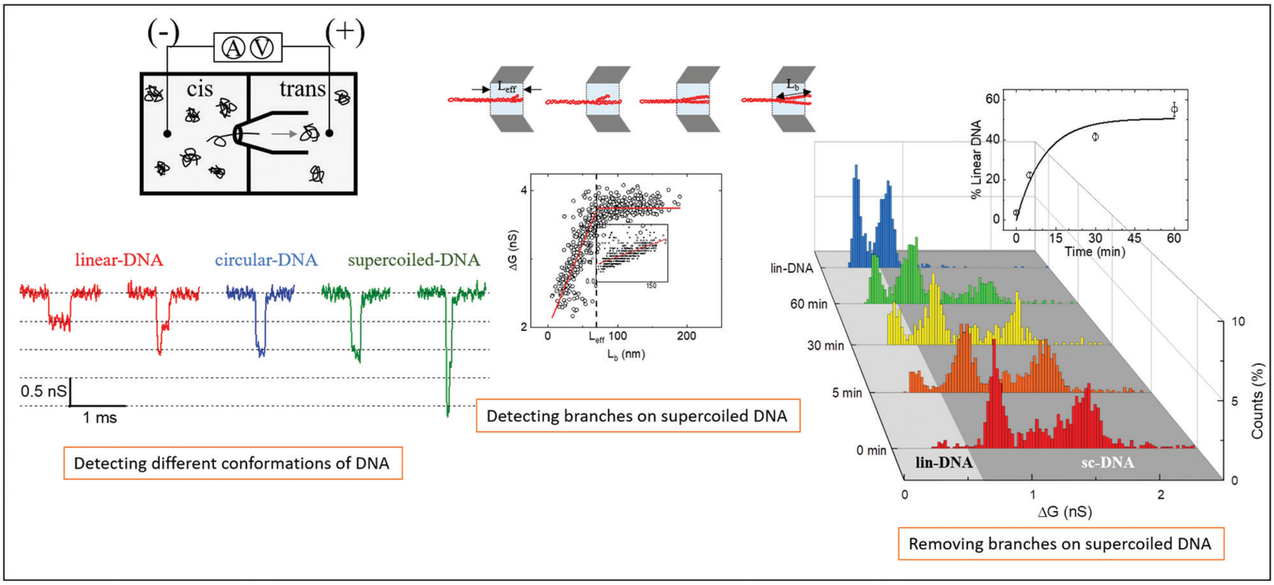
[सुशील दुबे, सुख वीर, चिन्मय जोशी (IISER- तिरुवनंतपुरम), दिव्या उमा (अजीम प्रेमजी यूनिवर्सिटी), हेमा सोमनाथन (IISER-तिरुवनंतपुरम), सायनतन मजूमदार और प्रमोद पुल्लरकट।

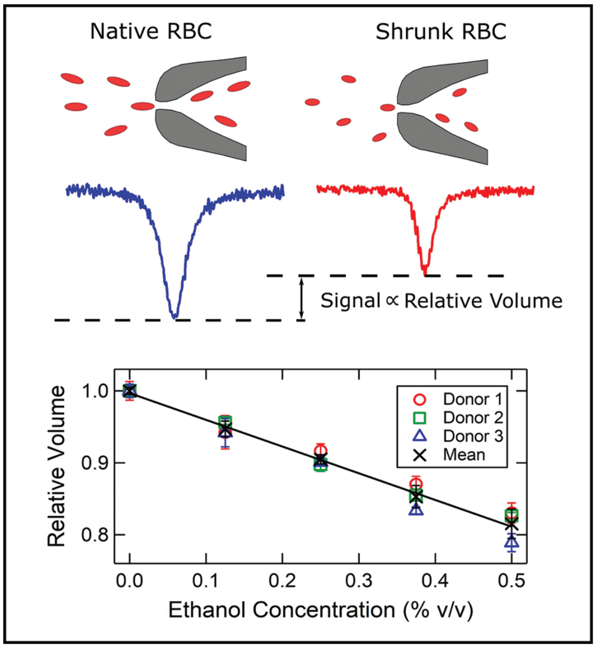
जैविक प्रणालियों के नैनोस्केल बायोफिज़िक्स

RRI में जैविक प्रणालियों की प्रयोगशाला में गौतम सोनी के नैनोस्केल बायोफिज़िक्स के अनुसंधान हितों को मुख्य रूप से जैव-संरचनात्मक गठन में बल की भूमिका और कार्यात्मक गतिशीलता के साथ इसके तालमेल द्वारा निर्देशित किया जाता है। अनुसंधान प्रयास बल-संवेदन के तंत्र के साथ-साथ कोशिकाओं और अणुओं के बल-प्रतिक्रिया की दिशा में हैं। वे प्रोटीन-असेंबली, डीएनए-प्रोटीन कॉम्प्लेक्स और साथ ही पूरे सेल सेंसिंग के जैविक मॉडल सिस्टम में इसका अध्ययन करते हैं। वे सेलुलर और साथ ही आणविक असेंबली में बलों की भूमिका को नियंत्रित करने वाले बायोफिज़िकल सिद्धांतों को समझने के लिए नूतन जैव-नैनो और माइक्रो स्केल टूल का उपयोग करते हैं, साथ ही साथ विकसित करते हैं।

पिछले एक वर्ष के दौरान, गौतम सोनी और उनके छात्र एम सुमंत कुमार और कौशिक एस ने सुपरकोइल्ड प्लास्मिड पर शाखित DNA की मात्रा निर्धारित करने के लिए अपने इनहाउस निर्मित क्वार्ट्ज नैनोपोर्स का उपयोग किया है और इसके एंजाइमी लीनियराइजेशन का अध्ययन किया है।

गौतम सोनी द्वारा अपने छात्र सौरभ कौशिक, मनोहर एम और सहयोगी वरदराजन सुंदरमूर्ति द्वारा लैब में किए गए एक अन्य शोध फोकस में अपनी प्रयोगशाला में विकसित एक नई हाई रेजोल्यूशन इलेक्ट्रो-फ्लुइडिक डिवाइस का उपयोग कर लाल रक्त कोशिकाओं में अल्कोहल पर निर्भर शारीरिक परिवर्तन की माप की गई थी । अल्कोहल एक्सपोज़र को लाल रक्त कोशिकाओं (RBCs) के शरीर विज्ञान और कार्य पर प्रतिकूल प्रभाव डालने के लिए पोस्ट किया गया है। अल्कोहल के दुरुपयोग की वैश्विक व्याप्ति, स्वास्थ्य के मुद्दों और सामाजिक समस्याओं का कारण बनती है, जिससे RBC फिजियोलॉजी पर अल्कोहल के शरीर विज्ञान सम्बन्धी प्रभावों को हल करना अनिवार्य हो जाता है। शराब का सेवन मनोरंजन के रूप में या अन्यथा, लगभग तुरंत सेल फिजियोलॉजी को उन तरीकों में बदल देता है जो सूक्ष्म और अभी भी अनसुलझे हैं। अल्कोहल एक्सपोजर पर RBC सेल-वॉल्यूम में परिवर्तन को मात्रात्मक रूप से प्रदर्शित करने के लिए एक नई उच्च-रिज़ॉल्यूशन इलेक्ट्रो-फ्लुइडिक डिवाइस विकसित किया गया है। 0.6 fL नीचे तक मात्रा परिवर्तन को मापने और हल करने के लिए मॉडल कोशिकाओं का उपयोग करके डिवाइस का एक विस्तृत अंशांकन किया गया था और 0.125% इथेनॉल (कानूनी सीमा) पर RBCs की 5.3%सिकुड़न और 0.5% इथेनॉल (घातक सीमा) जोखिम में 18.5% का संकोचन पाया गया। इसके अलावा, उन्होंने सेल वॉल्यूम संकोचन (शराब एक्सपोज़र पर) और फिर रिकवरी (शराब हटाने पर) की समय निर्भरता को मापा औरसंकोचन और वसूली दरों को निर्धारित करने के लिए मापा। यह कार्य इथेनॉल एक्सपोजर पर लाल रक्त कोशिका की मात्रा में अस्थायी और संकेन्द्रण -निर्भर परिवर्तनों का पहला प्रत्यक्ष परिमाणन प्रस्तुत करता है। उनका डिवाइस देशी और रोगग्रस्त परिस्थितियों में सेल फिजियोलॉजी में परिवर्तन को मापने के लिए एक सार्वभौमिक रूप से लागू उच्च-रिज़ॉल्यूशन और उच्च-थ्रूपुट प्लेटफॉर्म प्रस्तुत करता है।





[गौतम सोनी, सुमंत कुमार, कौशिक एस, सौरभ कौशिक, मनोहर एम और वरदराजन सुंदरमूर्ति, NCBS, बैंगलोर]

अनुसंधान: ज्ञान निर्माण

सैद्धांतिक भौतिकी

सैद्धांतिक भौतिकी

अवलोकन

सैद्धांतिक भौतिकी एक ऐसा प्रयास है जो गणित की भाषा का उपयोग करते हुए, प्रकृति के आंतरिक कामकाज को समझने का प्रयास करता। इसका लक्ष्य बहुत छोटे (उप-परमाणु और लघुतर) से बहुत बड़े (आकाशगंगाओं और उससे परे) तक सभी प्रणालियों के व्यवहार का मॉडल और भविष्यवाणी करना है जो इस सुंदर और जटिल ब्रह्मांड का गठन करते हैं, जहाँ हम रहते हैं। RRI में सैद्धांतिक भौतिकी (TP) समूह सक्रिय रूप से निम्नलिखित क्षेत्रों में अनुसंधान कर रहा है: सांख्यिकीय भौतिकी, क्वांटम ग्रेविटी, क्वांटम यांत्रिकी की नींव और सामान्य सापेक्षता। TP समूह ने RRI के भीतर प्रायोगिक समूहों के साथ एक मजबूत सहयोग किया है। प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी के समूह के साथ संबंध विशिष्ट रूप से क्वांटम यांत्रिकी, क्वांटम सूचना और अरेखीय क्वांटम प्रकाशिकी में मूलभूत प्रश्नों के क्षेत्रों में है। मृदु संघनित पदार्थ समूह के साथ ओवरलैप जैव-भौतिकी, बहुलक भौतिकी और मॉडलिंग स्टोकेस्टिक खोज प्रक्रिया जैसे क्षेत्रों में है। इसके अतिरिक्त, RRI सिद्धांतकारों ने राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय दोनों साथियों के साथ उपरोक्त अनुसंधान क्षेत्रों में उपयोगी चल रहे सहयोग दिया है।

फोकस 2019-20

सांख्यिकीय भौतिकी

सांख्यिकीय भौतिकी में गणितीय तकनीकों का एक सेट शामिल होता है जिसे इसके गुणों का अनुमान लगाने के लिए एक भौतिक प्रणाली पर लागू किया जा सकता है। सीधे शब्दों में कहें, सांख्यिकीय तकनीक बहुत सारे विवरणों के औसतन के बाद निम्न स्तर (सूक्ष्म) से शुरू होकर उच्च-स्तरीय (स्थूल) विवरण व्युत्पन्न करते हैं। विवरणों को औसतन की सही विधि का पता लगाना भौतिक प्रणालियों की जांच के लिए सांख्यिकीय पद्धति की कुंजी है। एक उदाहरण के रूप में, गैस से भरे एक बॉक्स पर विचार करें। अलग-अलग परमाणुओं की संवेग और स्थिति का एक सही सांख्यिकीय औसत तापमान और दबाव जैसे स्थूल मात्रा के सटीक विवरण के लिए अनिवार्य है। RRI के शोधकर्ता भौतिक प्रणालियों को समझने के लिए सांख्यिकीय तरीकों को नियमित रूप से नियोजित करते हैं।

सक्रिय कण गतिकी

सक्रिय कण स्व-चालित एजेंट हैं जो पर्यावरण से ऊर्जा का उपभोग करते हैं और इसे निर्देशित गति में परिवर्तित करते हैं। विभिन्न रोचक संगृहित घटनाओं के अलावा, सक्रिय कण व्यक्तिगत कणों के स्तर पर भी एक बहुत ही नूतन व्यवहार दिखाते हैं। मुख्य अनुसंधान रुचियों में से एक है, सरल, विश्लेषणात्मक रूप से ट्रैक्टेबल मॉडल का उपयोग करके एकल सक्रिय कणों के गुणों का अध्ययन और अभिलक्षणन करना ।

सक्रिय ब्राउनियन गति का दीर्घ-समय स्थिति वितरण

सक्रिय कणों के गति के अध्ययन के लिए सक्रीय ब्राउनियन कण सबसे सरल मॉडलों में से एक है। हाल ही में उरना बसु, और सहयोगी सत्य एन मजूमदार, अल्बर्टो रोसो और ग्रेगोरी शेहर ने दो आयामों में एकल सक्रिय ब्राउनियन कण की विलंब समय की गतिशीलता का अध्ययन किया और दिखाया है कि विलंब समय पर जबकि स्थिति संभाव्यता वितरण ठेठ विसरणशील उतार-चढ़ाव का वर्णन करते हुए अपने चरम के निकट एक गाऊसी रूप के पास पहुंचता है, इसमें गैर-गाऊसी पूंछ हैं, जो कि गैर ठेठ दुर्लभ उतार-चढ़ाव का वर्णन करती है। उन्होंने विश्लेषणात्मक रूप से बड़े विचलन कार्य की गणना की और दिखाया कि यह अभी भी विलम्भ समयों में भी गतिविधि के निशान का वहन करती है। विलम्ब समयों पर गतिविधि का पता लगाने का एक अन्य तरीका सक्रिय कण को बाहरी हार्मोनिक क्षमता के अधीन करना है। इस मामले में, वे दिखाते हैं कि स्थावर वितरण एक क्रॉसओवर से गुजरता है क्योंकि घूर्णी विसरण अचर दृढ सक्रिय सीमा में एक अंगूठी के आकार से दृढ़ निष्क्रिय सीमा में एक गाऊसी आकार में बढ़ता है।

[उरना बसु और यूनिवर्सिटी पेरिस-सूद, फ्रांस के सहकर्मी : सत्या एन मजुमदार, अल्बर्टो रोसो और ग्रेगोरी शेहर]

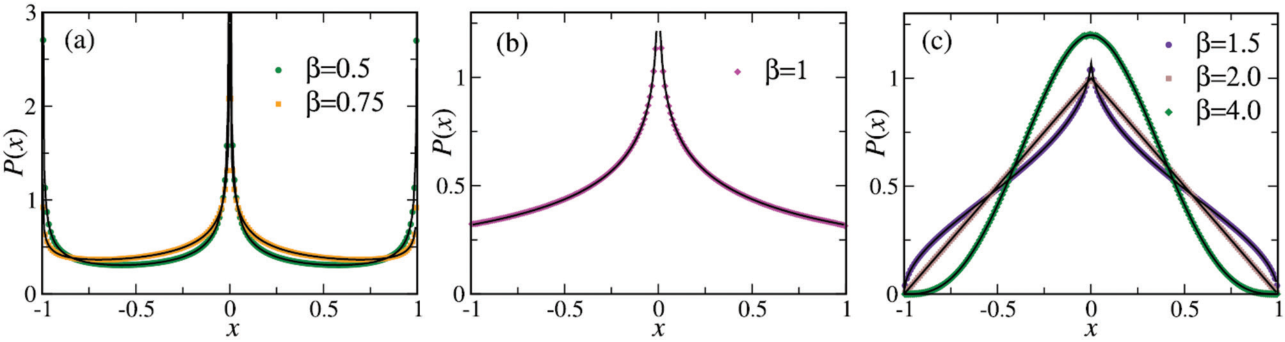
दो-आयामों में रन-एंड-टम्बल गतिकी

रन-एंड-टम्बल कण (RTP) सक्रिय कणों का एक और सरल और अच्छी तरह से अध्ययन किया गया मॉडल है। हाल ही में, संजीब सभापंडित, उरना बसु और पीएचडी छात्र आयन संतरा ने दो स्थानिक आयामों में RTP गतिशीलता का एक सेट का अध्ययन किया है जहां कण अभिविन्यास (i) n- संभव असतत मूल्यों का एक सेट को ग्रहण कर सकते हैं, और (ii) एक सतत चर है। उन्होंने एन = 3, 4 और निरंतर मामले के लिए सीमांत स्थिति वितरण की सही गणना की है और दिखाया है कि सभी मामलों में RTP एक बैलिस्टिक से विसारक शासन-काल में क्रॉस-ओवर दिखाता है। बैलिस्टिक व्यवस्था प्रणालियों की सक्रिय प्रकृति का एक ठेठ हस्ताक्षर है और यह गैर-तुच्छ स्थिति वितरण द्वारा अभिलक्षित है, जो विशिष्ट मॉडल पर निर्भर करता है। उन्होंने स्पष्टतया बड़े विचलन कार्यों की गणना करके एटिपिकल उतार-चढ़ाव की विशेषता भी बताई है, जो कि विलंब-समयों में भी गतिविधि के हस्ताक्षर को रखे रहते हैं।

[आयन संतरा, ऊर्णा बसु और संजीब सभापंडित]

एक हार्मोनिक जाल में तीन आंतरिक दशाओं के साथ एक रन-एंड-टंबल कण का सटीक अचल स्थिति

एक अन्य हालिया काम में, ऊर्णा बसु, संजीब सभापंडित और सहयोगीगण सत्या एन मजुमदार, अल्बर्टो रोसो और ग्रेगोरी शेहर ने हार्मोनिक जाल की उपस्थिति में ऊपर उल्लिखत n = 4 RTP मॉडल के स्थिति वितरण का अध्ययन किया है। उन्होंने दिखाया है कि जैसे ही फ्लिप-दर और ट्रैप -सामर्थ्य का अनुपात- β बदल दिया जाता है, सीमांत स्थिति वितरण एक आकृति-संक्रमण से गुजरता है । <1 के लिए, वितरण में एक डबल-अवतल आकार होता है और मूल और सीमा पर दोनों बीजीय विचलन दिखाता है। > 1 के लिए, स्थिति वितरण उत्तल हो जाता है, सीमाओं पर गायब हो जाता है और मूल में एकल, परिमित, शिखर के साथ होता है। उन्होंने यह भी दिखाया है कि विशेष केस = 1 के लिए, वितरण सीमाओं पर एक निरंतर मूल्य के लिए संतृप्त करते हुए मूल के पास एक लघुगणकीय विचलन दिखाता है।



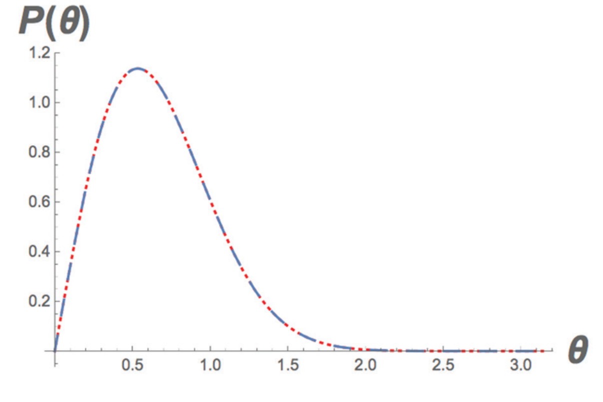
चित्र 1 (a) β <1,(b) β =1, और (c) β >1 के लिए 3-अवस्था मॉडल के लिए x के एक कार्य के रूप में स्थिर स्थिति वितरण P(x)।

[ऊर्णा बसु, संजीब सभापंडित और यूनिवर्सिटी पेरिस-सूद, फ्रांस से सहयोगीगण : सत्या एन मजुमदार, अल्बर्टो रोसो और ग्रेगोरी शेहर]

एक सक्रिय ब्राउनियन कण का अभिविन्यासी वितरण : एक विश्लेषणात्मक अध्ययन

एक सक्रिय ब्राउनियन कण (ABP) के विभिन्न समय व्यवस्थाओं पर प्राच्य संभाव्यता वितरण का विश्लेषणात्मक रूप से अध्ययन सुपर्णा सिन्हा द्वारा किया गया । इस अध्ययन के परिणामस्वरूप होने वाली भविष्यवाणियों एक (ABP) पर परीक्षण भविष्य के अनुकार और प्रयोगों के खिलाफ किया जा सकता है।

एक सक्रिय ब्राउनियन कण के गैर-संतुलन गतिकीय गुणों का अध्ययन कई जैविक प्रणालियों और संचालित नरम



चित्र 2 समय t=0.3 पर सक्रिय ब्राउनियन कण का प्राच्य संभाव्यता वितरण । ब्लू धराशायी रेखा सटीक प्राच्य संभाव्यता वितरण है, और रेड डॉटेड लाइन लघु समय अनुमानित वितरण है जो वर्तमान अध्ययन में विश्लेषणात्मक रूप से प्राप्त किया गया है।

[सुपर्णा सिन्हा]

पदार्थ प्रणालियों के लिए इसकी प्रासंगिकता के कारण महान वर्तमान रुचि का रहा है। क्षेत्र के चुनौतियों में से एक है ABP के उन्मुखीकरण संभाव्यता वितरण को समझना और यह वर्तमान अध्ययन के पीछे की प्रेरणा है। उसने (d + 1) आयामों में एक सक्रिय ब्राउनियन कण (ABP) के प्राच्य संभाव्यता वितरण का अध्ययन करने के लिए शुरुआती बिंदु के रूप में फोकर प्लैंक समीकरण का उपयोग किया। यह फोकर प्लैंक समीकरण एक श्रृंखला रूप में सटीक समाधान की अनुमति देता है, जो कि हालाँकि, दुर्वह है, क्योंकि लघु और मध्यवर्ती समय के लिए घटिया अभिसरण है । इस श्रृंखला का एक खंडित संस्करण लम्बे समय के लिए एक उचित अनुमान है। इस काम के माध्यम से उसने एक विश्लेषणात्मक बंद रूप अभिव्यक्ति प्रस्तुत की, जो एक अच्छा अनुमानित प्राच्य संभाव्यता वितरण प्रदान करता है, जो लघु समयों के लिए काठी बिंदु विधियों का उपयोग करके व्युत्पन्न किया जाता है। हालाँकि, यह मध्यवर्ती समय के लिए भी अच्छा काम करता है। इस प्रकार, इस अध्ययन ने एक ABP के प्राच्य संभाव्यता वितरण के लिए टाइम स्केल के पूरे रेंज के लिए सरल विश्लेषणात्मक रूपों का परिणाम दिया है। इस अध्ययन से भविष्यवाणियों का परीक्षण भविष्य के प्रयोगों और एक ABP के प्राच्य संभाव्यता वितरण की जांच पड़ताल करने वाले अनुकार के खिलाफ हो सकता है।

डायकोटोमस स्टोकैस्टिक रिसेटिंग के तहत सममितीय बहिष्करण प्रक्रिया

स्टोकैस्टिक रीसेटिंग, जो आंतरायिक रुकावट को संदर्भित करता है और एक गतिशील प्रक्रिया का पुनर्प्रारंभन है, हाल के वर्षों में अत्यधिक रुचि का विषय रहा है । एक विशेष रूप से दिलचस्प सवाल यह है कि रीसेट करने की उपस्थिति स्वतंत्रता

के कई डिग्री के साथ अन्योन्य क्रिया प्रणालियों को कैसे प्रभावित करती है। हाल ही में, उरना बसु और ओंकार साडेकर (RRI में आगंतुक छात्र) ने दो संभावित विशिष्ट विन्यासों में स्टोकैस्टिक रिसेटिंग की उपस्थिति में सममितीय बहिष्करण प्रक्रिया (SEP) की गतिशीलता का अध्ययन किया है - r_1 (क्रमशः, r_2) के साथ, सिस्टम एक स्टेप-जैसे अभिविन्यास के लिए रीसेट किया जाता है, जहां सभी कण सिस्टम के आधे हिस्से बाएं (क्रमशः, दाएं) में एकत्रित किए जाते हैं। उन्होंने दिखाया है कि यह डाइकोटोमस पुनः स्थापन दोनों गतिकीय और स्थिर अवस्था में, समृद्ध व्यवहार की एक रेंज की ओर जाता है । उन्होंने इस डाइकोटोमस रीसेटिंग की उपस्थिति में सटीक स्थिर प्रोफ़ाइल की गणना की और दिखाया है कि समय में विसरणशील धारा रैखिक रूप से बढ़ता है, लेकिन एकल अभिविन्यास को रीसेट करने केविपरीत, इस मामले में धारा में नकारात्मक औसत मूल्य हो सकता है। $r_1 = r_2$ के लिए, औसत धारा लुप्त हो जाता है, और घनत्व प्रोफ़ाइल स्थिर अवस्था में संतुलन SEP के समान सपाट हो जाता है। हालाँकि, प्रणाली साम्यवास्था से बहुत दूर रहता है। उन्होंने इस 'शून्य-धारा स्थिति ' के असंतुलन हस्ताक्षरों की विशेषता बताई है और यह दिखाया है कि इस शून्य-वर्तमान स्थिति में स्थानिक और लौकिक घनत्व सहसंबंध दोनों ही समान रूप से संतुलन SEP में, तुलना में मूलतः भिन्न हैं। एक बाहरी क्षोभ के तहत इस शून्य-धारा स्थिति के व्यवहार के अध्ययन ने प्रदर्शित किया है कि इसकी प्रतिक्रिया संतुलन SEP से काफी भिन्न होती है -जबकि एक छोटा ड्राइविंग क्षेत्र एक धारा उत्पन्न करता है, जो डाइकोटोमस रीसेटिंग की उपस्थिति में $\sqrt{t}$ - शून्य -धारा स्थिति के रूप में बढ़ता है, उसी क्षोभ के तहत एक धारा $\sim t$ दिखाता है।

[उरना बसु और ओंकार साडेकर (IISER पुणे, भारत से आगंतुक छात्र)]

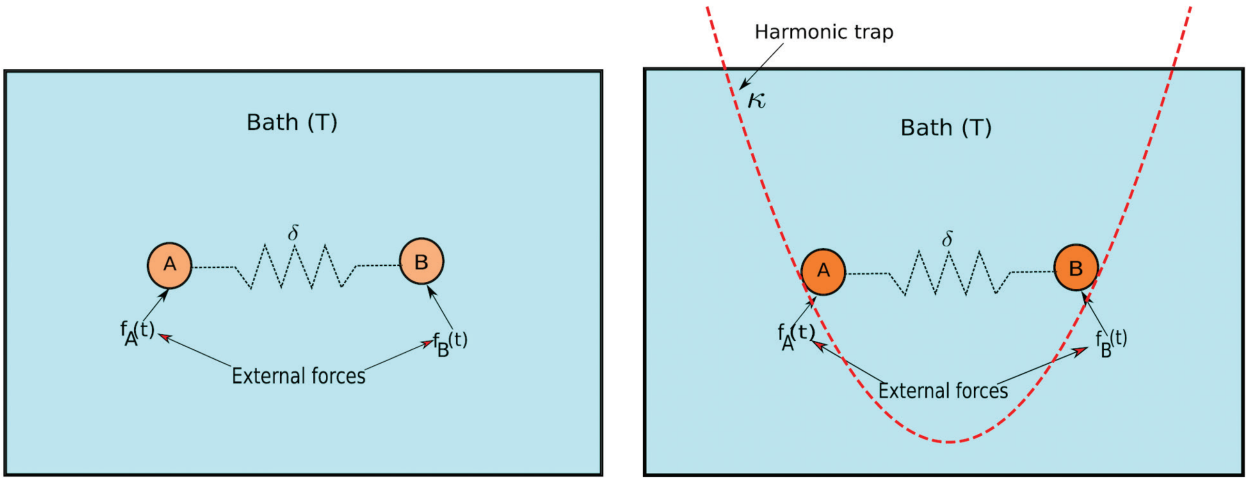
एक-आयामी समकक्ष द्रव्यमान कठोर कण गैस में संरक्षित मात्रा के गतिशील सहसंबंध

संजीब सभापंडित और सहयोगीगण अरित्रा कुंडू और अभिषेक धर ने एक आयाम में हार्ड-कोर प्रतिकर्षण के साथ बिंदु कणों की एक गैस का अध्ययन किया, जहां अनंत लाइन पर एक समान घनत्व वाला सिस्टम की तैयारी द्वारा प्रत्यास्थ टकराव के बीच में कण स्वतंत्र रूप से विचरण करते हैं । कणों के वेग को एक थर्मल वितरण से स्वतंत्र रूप से चुना गया । गैर-अंतःक्रियात्मक गैस को एक मानचित्रण का उपयोग करते हुए, उन्होंने विश्लेषणात्मक रूप से वेग की मनमानी पूर्णांक शक्तियों के संतुलन स्थानिक लौकिक सहसंबंधों की गणना की। विश्लेषणात्मक परिणामों को हैमिल्टोनियन गतिशीलता के सूक्ष्म अनुकार के साथ सत्यापित किया गया। उनके परिणामों से पता चला है कि सहसंबंध कार्यों में बैलिस्टिक स्केलिंग है, जैसा कि एक इंटीग्रेबल मॉडल में अपेक्षित है।

[संजीब सभापंडित और ICTS, बेंगलुरु के सहयोगीगणः अरित्रा कुंडू और अभिषेक धर]

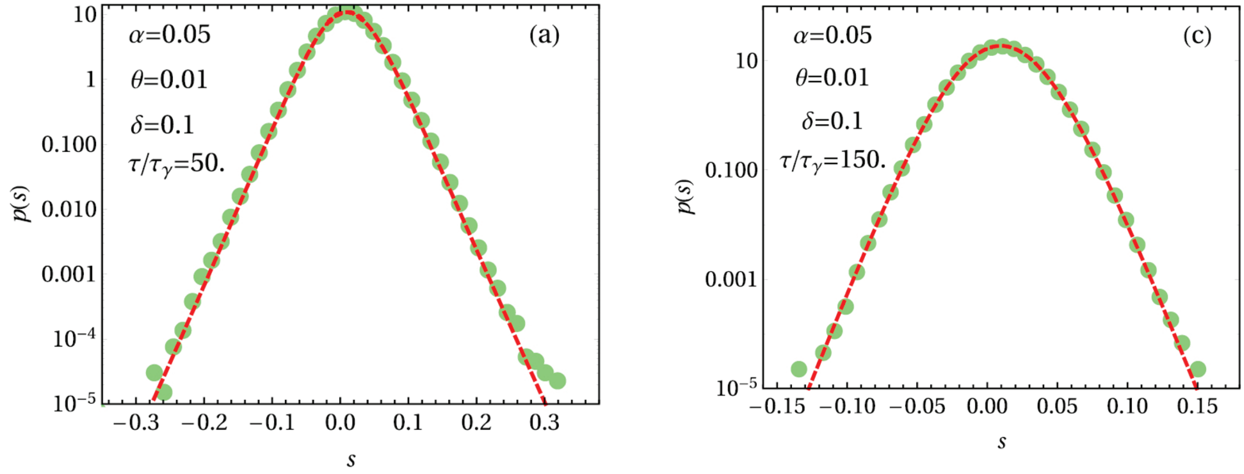
आंशिक रूप से देखे गए हार्मोनिक प्रणालियों के लिए एंट्रॉपी उत्पादन

गैर-सन्तुलित स्थिर अवस्था में कुल एन्ट्रापी उत्पादन की प्रायिकता वितरण उतार-चढ़ाव प्रमेय नामक समरूपता सम्बन्ध का अनुसरण करता है। जब प्रणाली का एक निश्चित हिस्सा अवगुंठित या छिपा होता है, तो कुल एंट्रॉपी उत्पादन के सटीक प्राकलन का परिणाम निकलना कठिन होता है। प्रणाली के अवलोकित भाग से निर्मित एन्ट्रॉपी, स्थिर अवस्था के उतार-चढ़ाव प्रमेय से महत्वपूर्ण विचलन को दर्शाता है। यह विचलन, प्रणाली के अवलोकित और नकाबपोश हिस्से के बीच अन्योन्य क्रिया के कारण होता है । एक निष्कपट अनुमान यह होगा कि प्रणाली के दोनों हिस्सों के बीच लघु अन्योन्य क्रिया की सीमा में स्थिर अवस्था के उतार-चढ़ाव प्रमेय से विचलन गायब हो सकता है। इसके विपरीत, संजीब सभापंडित और सहयोगी दीपक गुप्ता ने एक अचर तापमान पर एक ऊष्मा कण्ड में एक हार्मोनिक रूप से युग्मित ब्राउनियन कण प्रणाली (जिसे हम कण A और B कह सकते हैं) में एक कण के एन्ट्रापी उत्पादन की जांच की [चित्र 3 देखें [बाएं पैनल]। स्टोकैस्टिक ड्राइविंग का उपयोग करके गैर-संतुलन स्थिर अवस्था में सिस्टम को बनाए रखा गया था। उन्होंने एक युग्मित प्रणाली के एक आंशिक प्रणाली के एन्ट्रापी उत्पादन के लिए स्थिर दशा उतार-चढ़ाव प्रमेय



चित्र 3 बायाँ पैनल: दो ब्राउनियन कण (A और B) युग्मन पैरामीटर के स्प्रिंग के साथ जोड़े जाते हैं $\delta = 2km/\gamma^2$ (आयाम रहित) । पूरी प्रणाली निरंतर तापमान T के उष्मा स्नान के संपर्क में है। बाहरी स्टोकैस्टिक गॉसियन बल $f_A(t)$ and $f_B(t)$, क्रमशः कण A और B पर कार्य कर रहे हैं। दायाँ पैनल: पूरी प्रणाली सामर्थ्य $K=mk_0/\gamma^2$(आयामरहित) के सामंजस्यपूर्ण जाल में सीमित है।

से विचलन का अध्ययन किया, जब कण A और B के बीच युग्मन अत्यल्प रूप से कमजोर है। इसके अलावा, उन्होंने एक सामंजस्यपूर्ण रूप से सीमित प्रणाली पर विचार किया, अर्थात, हार्मोनिक परिरोध में कण A और B का एक सामंजस्यपूर्ण युग्मित प्रणाली [चित्र 3 (दाएं पैनल) देखें) और पाया कि कमजोर युग्मन सीमा में, एक हार्मोनिक जाल में युग्मित प्रणाली के आंशिक प्रणाली (जैसे, कण A) द्वारा उत्पादित एन्ट्रापी स्थिर दशा उतार-चढ़ाव प्रमेय को संतुष्ट करता है। उन्होंने विश्लेषणात्मक परिणामों का समर्थन करने के लिए संख्यात्मक अनुकार का निष्पादन भी किया [चित्र 4 देखें]।



चित्र 4 संख्यात्मक अनुकार (हरे घेरे) के साथ विश्लेषणात्मक संभाव्यता घनत्व कार्य $p(s)$ (लाल धराशायी रेखाएं) की तुलना समय $\tau/\tau_\gamma = 50$ [बाएं पैनल] और $\tau/\tau_\gamma = 150$ [दायाँ पैनल] के लिए दिखाई गई है।

[संजीब सभापंडित और दीपक गुप्ता (यूनिवर्सिटा डी पाडोवा, इटली)]

क्वांटम ब्राउनियन गति: रूबिन मॉडल के सातत्य सीमा के रूप में ड्रूड और ओमिक स्नान

उष्मीय वातावरण में एक मुक्त क्वांटम कण की गति को आमतौर पर क्वांटम लैंग्विन समीकरण द्वारा वर्णित किया जाता है, जहां स्नान का प्रभाव एक अपव्यय और एक शोर शब्द के माध्यम से सांकेतिक शब्दों में बदला जाता है, जो अस्थिरता अपव्यय प्रमेय के माध्यम से एक दूसरे से संबंधित हैं । क्वांटम लैंग्विन समीकरण को थर्मल स्नान के एक सूक्ष्म मॉडल से शुरू करते हुए प्राप्त किया जा सकता है, जो एक प्रारंभिक संतुलन दशा में तैयार हार्मोनिक दोलित्रों का एक अनंत संग्रह स्नान दोलित्रों के वर्णक्रमीय गुण और कण के साथ उनका युग्मन, अपव्यय और शोर के विशिष्ट रूप को निर्धारित करते हैं। पिछले वर्ष के दौरान, सुपर्णा सिन्हा, पीएचडी छात्र आयन संतरा और सहयोगीगण अविजित दास, अभिषेक धर और उर्वशी सतपथी ने प्रसिद्ध रुबिन स्नान मॉडल की विस्तार से जांच की है, जिसमें एक- आयामी हार्मोनिक जंजीर है, जिसमें ब्राउनियन कण के साथ सीमा स्नान कण युग्मित है। उन्होंने दिखाया है कि कैसे असीम स्नान बैंडविड्थ की सीमा में, वे ड्रूड मॉडल प्राप्त करते हैं और अनंत प्रणाली-स्नान युग्मन की एक दूसरी सीमा ओहमिक मॉडल देती है। प्रासंगिक सहसंबंध कार्यों का एक विस्तृत विश्लेषण, जैसे कि माध्य चुकता विस्थापन, वेग ऑटो-सहसंबंध कार्य, और प्रतिक्रिया कार्य विभिन्न लौकिक व्यवस्थाओं की समझ के उद्देश्य से किए गए । विशेष रूप से, मान्य क्रॉसओवर टाइम स्केल का क्वांटम, जहां औसत वर्ग विस्थापन $\sim \ln t$ से $a \sim t$ निर्भरता में परिवर्तित होता है, पर चर्चा की गई। वे क्वांटम ब्राउनियन गति को समझने के लिए रैखिक प्रतिक्रिया सिद्धांत का उपयोग करके हाल के काम से इस अध्ययन को समझ सकते हैं ।

[अविजीत दास (ICTS, बैंगलोर), अभिषेक धर (ICTS, बैंगलोर), आयन संतरा, उर्वशी सतपथी (ICTS, बैंगलोर) और सुपर्णा सिन्हा]

क्वांटम ग्रेविटी

गुरुत्वाकर्षण अन्योन्य क्रिया के पूरी तरह से क्वांटम यांत्रिक विवरण का निर्माण मौलिक सैद्धांतिक भौतिकी में अदत्त खुली समस्या बनी हुई है। बिग बैंग और गहरी-अंदर-ब्लैक होल्स जैसी चरम स्थितियों पर क्वांटम गुरुत्वाकर्षण प्रभाव प्रमुख होने की उम्मीद है। आइंस्टीन की सामान्य सापेक्षता अंतरिक्ष और समय की ज्यामिति के साथ उत्पन्न होने वाले गुरुत्वाकर्षण की पहचान करती है। इसलिए, क्वांटम ग्रेविटी के एक सिद्धांत से उम्मीद की जाती है कि यह हमारे स्पेसटाइम की बहुत धारणाओं में बदलाव लाएगा और क्वांटम यांत्रिकी की खोज के बाद एक प्रतिमान बदलाव की सूचना देगा । क्वांटम ग्रेविटी के लिए दो अलग-अलग दृष्टिकोणों का RRI में अपनाया जाता है। एक है विहित निरंतर दृष्टिकोण, लूप क्वांटम ग्रेविटी और दूसरा है एक असतत मार्ग योग पहुँच, कैजुअल सेट थ्योरी

लूप क्वांटम ग्रेविटी

इस तरह के सिद्धांत के निर्माण के लिए एक बहुत ही सफल दृष्टिकोण लूप क्वांटम ग्रेविटी (LQG) के नाम से जाना जाता है। यह क्वांटम यांत्रिकी और क्वांटम क्षेत्र

सिद्धांत की परिचित तकनीकों को सामान्य बनाने और उन्हें गुरुत्वाकर्षण के संदर्भ में लागू करने का प्रयास करता है। यह सामान्यीकरण तकनीकी और वैचारिक रूप से बहुत जटिल है, क्योंकि क्वांटम क्षेत्र सिद्धांत के मामले के विपरीत जहां क्वांटम क्षेत्र एक निश्चित स्पेसटाइम पर विकसित होते हैं, यहां यह स्पेसटाइम का ज्यामिति ही है, जो गतिशील है। इसलिए किसी को एक सामान्यीकरण की आवश्यकता होती है जो एक पृष्ठभूमि निश्चित स्पेसटाइम की धारणाओं पर निर्भर नहीं करता है। जबकि एक में LQG (`LQG कैनेमैटिक्स') में क्वांटम स्थानिक ज्यामिति का वर्णन करने का एक अच्छा तरीका है, एक महत्वपूर्ण खुली समस्या यह है कि क्वांटम स्पेसटाइम ज्यामिति (`LQG डायनामिक्स') का वर्णन कैसे किया जाए।

पिछले वर्ष के दौरान इस क्षेत्र में किए गए विशिष्ट कार्य का तकनीकी विवरण:

LQG की रूढ़िवादी तकनीक विहित मात्रात्मकता की हैं, जिसमें एक स्पेस और समय में स्पेसटाइम को विभाजित करता है, आइंस्टीन समीकरणों को पुनः निरूपित करता है क्योंकि हैमिल्टनियन समीकरण चरण स्थान पर होते हैं और अपने ऑपरेटर संवाददाताओं के बीच कम्यूटेटर द्वारा कार्यों के बीच पॉइसेन ब्रैकेट्स को बदलना चाहते हैं। एक प्रमुख मुद्दा तो यह है कि इसे किस तरीके से हासिल किया जाए जिसमें इस हैमिल्टन विवरण में स्पेस और समय से स्पेसटाइम कैसे निकलता है। चूंकि पृष्ठभूमि समय का कोई पसंदीदा विकल्प नहीं है, इसलिए समय की प्रत्येक पसंद एक अलग गतिशील विकास से मेल खाती है और क्लासिकल स्पेसटाइम के उद्भव को इन (अलग-अलग कई) अलग-अलग गतिशील विकासों की स्थिरता से जोड़ा जाता है।

इस स्थिरता को पॉइज़न ब्रैकेट की विशेष संरचना जो हैमिल्टन के बीच है, द्वारा इन प्रस्तावों के लिए कब्जा कर लिया गया है। इसी तरह, क्वांटम स्पेसटाइम के केवल तभी उभरने की उम्मीद है, जब इस बीजीय संरचना को संगत कम्यूटेटर द्वारा कब्जा कर लिया जाए। कम्यूटेटर संरचना उस ज्ञात सिद्धांतों में से बहुत अलग है। चूंकि पूर्ण विकसित गुरुत्वाकर्षण में कई तरह की जटिलताएं हैं, पिछले एक दशक में माधवन वरदराजन ने एक बेहद गैर-तुच्छ प्रणाली पर ध्यान केंद्रित किया है जो यूक्लिडियन जनरल रिलेटिविटी की एक नूतन कमजोर युग्मन सीमा के रूप में प्राप्त की जाती है और जो एक बीजगणित को प्रदर्शित करती है जो कि यूक्लिडियन गुरुत्वाकर्षण के लिए समसामयिक है।। हाल ही में, उन्होंने इस प्रणाली के लिए एक क्वांटम प्रतिनिधित्व का निर्माण किया जिसमें जटिल कम्यूटेटर संरचना बिल्कुल अपेक्षित प्रकार की है। हालांकि, परिणामी गतिशीलता ने क्वांटम क्षोभ का प्रचार नहीं किया। यह सामान्य सापेक्षता में गुरुत्वाकर्षण तरंगों जैसे क्षोभ के प्रसार के विपरीत है। तदनुसार, उन्होंने थोड़ा संशोधित क्वांटम गतिकी को परिभाषित किया जो मॉडल में जोरदार प्रचार को परिणामित करता है। तब एक मुख्य खुला मुद्दा है, यह प्रदर्शित करना कि संशोधित गतिशीलता क्वांटम स्पेसटाइम के उद्भव से जुड़ी जटिल बीजीय संरचना को कब्जा करती है ।

यह समस्या गैर-प्रचार मामले से परे कई जटिलताओं को प्रदर्शित करती है। यह ध्यान रखना उचित है कि गैर-प्रचारित मामले में कई वर्षों के निरंतर काम शामिल थे, जिसका समापन 90 से अधिक पृष्ठों के पेपर में हुआ । जबकि प्रचार मामला और भी कठिन है, पिछले वर्ष के काम में माधवन वरदराजन ने कई नए विचारों और तकनीकों की शुरुआत के माध्यम से महत्वपूर्ण प्रगति की है और इस वर्ष के दौरान एक पूर्ण समाधान की उम्मीद है।

यूक्लिडियन गुरुत्वाकर्षण की एक कमजोर युग्मन सीमा के लिए एक विसंगति मुक्त और प्रचारक गतिशीलता(प्रगति में)

यद्यपि माधवन वरदराजन ने पिछले दशक में एक मॉडल में प्रचार, स्पेसटाइम कोवेरियंट क्वांटम गतिकी के निर्माण में महत्वपूर्ण प्रगति की है, जो सामान्य सापेक्षता के कई पहलुओं का कब्जा करता है, सामान्य सापेक्षता में ज्यामिति के स्थानीय समरूपता से संबंधित कुछ प्रमुख जटिलताएं मॉडल में मौजूद नहीं हैं। इस संबंध में, क्वांटम यूक्लिडियन सामान्य सापेक्षता के लिए इस तरह के एक गतिकी का व्यापक निर्माण लूप क्वांटम ग्रेविटी के क्षेत्र में एक बहुत महत्वपूर्ण मील का पत्थर माना जाता है। इस तरह का निर्माण भौतिक रूप से प्रासंगिक लोरेंत्ज़ियन मामले के उपचार के लिए एक आवश्यक अग्रदूत साबित होगा। इस समस्या के समाधान ने श्रमिकों को लगभग तीन दशकों से टाल दिया है। माधवन वरदराजन वर्तमान में इस समस्या पर काम कर रहे हैं और आने वाले वर्ष में नए उपकरणों और विचारों के अनुप्रयोग से उपजी प्रगति के प्रति आशान्वित हैं, जो उन्होंने पिछले एक दशक में विकसित किए थे।

[माधवन वरदराजन]

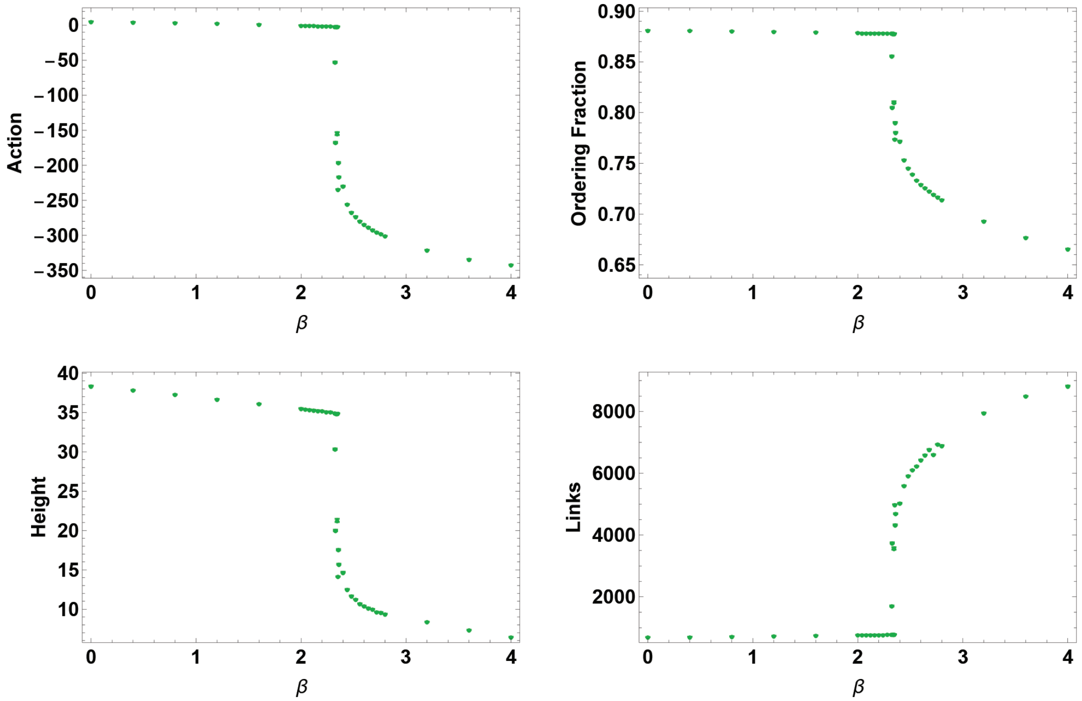
करणीय सेट सिध्दांत

करणीय सेट सिध्दांत (CST) क्वांटम गुरुत्व के लिए एक प्रकट रूप से कोवेरियंट दृष्टिकोण है, जो मानता है कि स्पेसटाइम मूलभूत रूप से असतत है। CST लोरेंत्ज़ियन ज्यामिति में गहरी प्रमेयों से प्रेरित है, और स्पेसटाइम घटनाओं के कारण क्रम को प्रधानता देता है। CST में कारण संरचना (जो आंशिक रूप से आदेशित सेट है) की मात्रा निर्धारित की जाती है। यह बताता है कि सातत्य अंतर्निहित स्थानीय परिमित रूप से आंशिक रूप से ऑर्डर किए गए सेट या कारण सेट के टुकड़ी का एक अनुमान है।

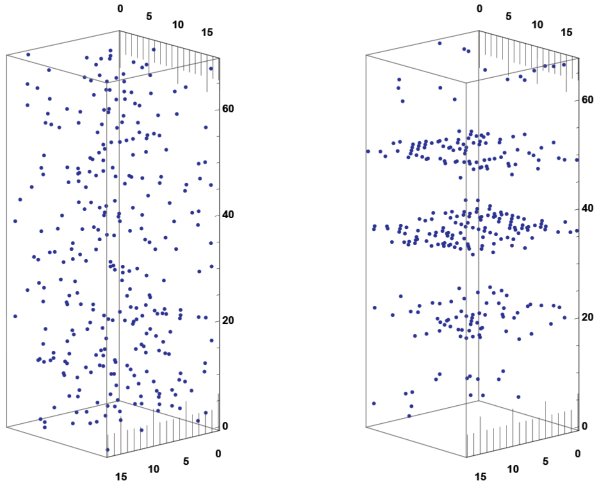
आयामी रूप से प्रतिबंधित कैज़ुअल सेट क्वांटम ग्रेविटी: दो और तीन आयामों में उदाहरण

क्वांटम गुरुत्वाकर्षण के पूरी तरह से गैर-क्षोभीय सिद्धांत के लिए खोज ने पिछले एक दशक में व्यापक गतिविधि का नेतृत्व किया है। कारण सेट दृष्टिकोण के कई फायदे हैं, क्योंकि यह स्वाभाविक रूप से कोवरियंट है, इसलिए कि वेधशालाओं को परिभाषित करना अपेक्षाकृत आसान है। लगभग एक दशक पहले, सुमति सूर्या ने टोपोलॉजिकल ट्रिवियल 2d क्वांटम ग्रेविटी की गतिशीलता का अध्ययन करने के लिए मार्कोव चेन मोंटे कार्लो (MCMC) के तरीकों को विकसित किया, जिसने इस क्षेत्र में व्यापक कार्य का मार्ग प्रशस्त किया। हाल ही में कारण सेट कार्रवाई की गणना में संख्यात्मक दक्षता में व्यापक सुधार हुए हैं, जो MCMC अनुकारों में एक महत्वपूर्ण समय-सिंक है। इस बेहतर दक्षता ने अब गैर-तुच्छ वैश्विक स्थानिक टोपोलॉजी (S^1 in 2d and T^2 in 3d) के साथ 2 और 3 स्पेसटाइम आयामों में आयामी रूप से प्रतिबंधित गैर-क्षोभीय क्वांटम गुरुत्वाकर्षण गतिशीलता

का अनुकरण करना संभव बना दिया है। दोनों ही मामलों में, सुमति सूर्या और सहयोगी विलियम कनिंघम ने एक चरण संक्रमण पाया, जो निरंतर शासन से गहरे क्वांटम शासन को अलग करता है (आंकड़े 5, 6)। उन्होंने कई कोवेरियंट ऑब्सेर्वबलैस के प्रत्याशा मूल्यों का उपयोग करते हुए चरण संक्रमण की विशेषता की, जो आदेश मापदंडों के रूप में कार्य करते थे। ये निष्कर्ष एक सार्वभौमिक व्यवहार की ओर इशारा करते हैं, क्वांटम गुरुत्वाकर्षण के गैर-क्षोभक सिद्धांतों के इस वर्ग की विशेषता है।



चित्र 5. 2d में विभिन्न ऑब्सेर्वबलैस के लिए चरण संक्रमण

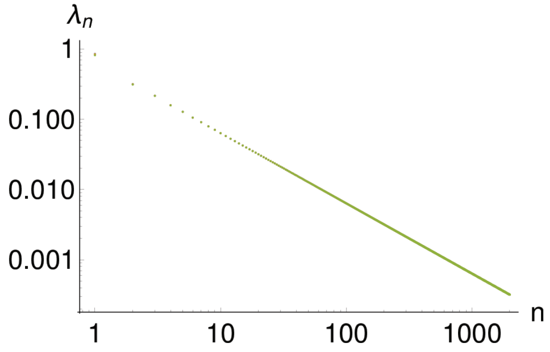


चित्र 6 चरण संक्रमण (बाएं) से पहले और चरण संक्रमण (दाएं) के बाद 3d अभिविन्यास का एक उदाहरण। बाईं ओर अभिविन्यास सपाट स्पेसटाइम T2 x I द्वारा अनुमानित है, जबकि दाईं ओर पूर्व-ज्यामितीय है और इसमें कोई निरंतर प्रतिरूप नहीं है। विशेष रूप से, यह स्तरित होता है, जिसमें परत में प्रत्येक तत्व पिछली परत में हर तत्व से कारणतः संबंधित होता है। इसलिए इसमें कोई कण क्षितिज नहीं है।.

[सुमति सूर्या और विलियम जे कनिंघम (पेरिमीटर इंस्टिट्यूट फॉर थ्योरेटिकल फिजिक्स, कनाडा]

लघु द्रव्यमान सन्निकटन में 2d स्केलर क्षेत्र के लिए सॉर्किन जॉनसन निर्वात

एक साधारण वक्र स्पेसटाइम पर क्वांटम क्षेत्र सिद्धांत की एक महत्वपूर्ण विशेषता एक पसंदीदा निर्वात की कमी है। जैसा कि हॉकिंग ने कहा था और बाद में, उन्रूह, निर्वात का चुनाव पर्यवेक्षक पर निर्भर करता है और इस अर्थ में मौलिक नहीं है। इसने बीजीय दृष्टिकोण को वक्र स्पेसटाइम में क्वांटम फील्ड सिद्धांत के लिए प्रबलित किया, जो एक निर्वात के संदर्भ के बिना परिभाषित किया गया है। पिछले एक दशक में, एक नया पर्चे एक पर्यवेक्षक-स्वतंत्र निर्वात के लिए उभरा है, तथाकथित सोरकिन-जॉनसन या SJ निर्वात। केंद्रीय एसजे ईजेनवैल्यू समस्या सुमती सूर्या और उनके पीएचडी छात्र अभिषेक माथुर द्वारा छोटी द्रव्यमान सीमा में 2d मिंकोव्स्की स्पेसटाइम में हल की गई थी।(चित्र 7) उन्होंने संबंधित SJ निर्वात का निर्माण विश्लेषणात्मक रूप से किया और दिखाया कि यह हीरे के केंद्र में विशाल मिंकोव्स्की निर्वात के बजाय द्रव्यमान रहित से मेल खाता था, यहां तक कि द्रव्यमान में अग्रणी आदेश के लिए भी।। यह कारण सेट पर संख्यात्मक अनुकार द्वारा पुष्टि की गई थी जिसमें पता चला था कि SJ विशाल निर्वात एक महत्वपूर्ण द्रव्यमान से परे विशाल मिन्कोवस्की निर्वात से मेल खाता है। एक रिंडलर-वेज में, इसके अलावा, अपेक्षित रिंडलर निर्वात प्राप्त करने के बजाय, SJ निर्वात, दर्पण निर्वात को अनुमानित करता है, जैसा कि द्रव्यमान रहित मामले में होता है। यह अध्ययन SJ सूत्रीकरण में थर्मलिटी की भूमिका के बारे में एक दिलचस्प पहेली उठाता है।

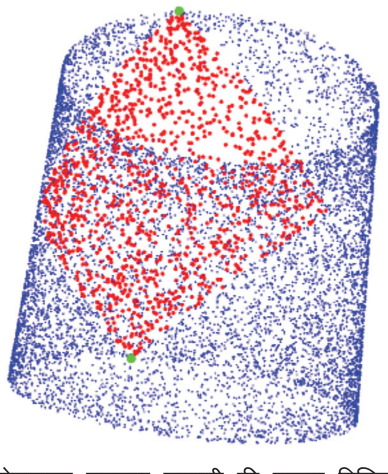


चित्र 7 लघु द्रव्यमान के लिए क्वांटम संख्या के साथ SJ स्पेक्ट्रम का लॉग-लॉग प्लॉट

[सुमति सूर्या और अभिषेक माथुर]

डीसिट्टर क्षितिजों के लिए उलझाव एन्ट्रापी

क्षितिज भौतिकी में एक खुला प्रश्न, जिसमें ब्लैकहोल भौतिकी शामिल है, यह है कि क्षितिज एन्ट्रॉपी का कितना हिस्सा उलझाव एन्ट्रॉपी (EE) को जिम्मेदार ठहराया जा सकता है। EE की अवधारणा को 80 के दशक के उत्तरार्ध में क्वांटम स्केलर फ़ील्ड के लिए सॉर्किन और सहयोगियों द्वारा परिभाषित किया गया था और जब UV कट-ऑफ लगाया जाता है, तो एक क्षेत्र नियम का पालन करने के लिए दिखाया गया था। EE में रुचि पिछले एक दशक में फिर से उत्पन्न हुई है, दोनों क्वांटम गुरुत्व में, विशेष रूप से स्ट्रिंग सिद्धांत, साथ ही साथ संघनित पदार्थ प्रणालियों में। लगभग एक दशक पहले, सोरकिन द्वारा एक स्पेसटाइम उलझाव एन्ट्रापी (SSEE) को परिभाषित किया गया था। सॉर्किन -जॉनसन निर्वात का उपयोग करते हुए, सहयोगी यासमन यज़्दी के साथ सुमति सूर्या और उनके पीएचडी छात्र नोमान एक्स ने एक अनुरूप युग्मित मुक्त अदिश क्षेत्र के लिए एक कारण सेट विवेचना का उपयोग करते हुए 2 और 4 आयामों में डि सिट्टर क्षितिजों के लिए SSEE की गणना की है । उन्होंने पाया कि न केवल सॉर्किन-जॉनसन स्पेक्ट्रम के एक उपयुक्त ट्रंकेशन से संतुष्ट एक क्षेत्र नियम है, बल्कि यह भी है कि SSEE तारीफ को संतुष्ट करता है।



चित्र 8. स्पेसटाइम उलझाव एन्ट्रापी की गणना डिसिट्टर स्पेसटाइम में कारण हीरे के लिए की गई थी, और इसे डिसिट्टर क्षितिज क्षेत्र के आनुपातिक दिखाया गया था।

[सुमति सूर्या, यज़मान याज़दी (इंपीरियल कॉलेज, यूके) और नोमान एक्स]

क्लासिकल और क्वांटम नींव, सूचना और प्रकाशिकी

क्लासिकल क्लोनिंग पर एक भौतिक परिप्रेक्ष्य

क्वांटम नो-क्लोनिंग प्रमेय में कहा गया है कि एक मनमाना क्वांटम अवस्था पूरी तरह से क्लोन नहीं किया जा सकता है। पिछले वर्ष के दौरान, अनिरुद्ध रेड्डी, सुपर्णा सिन्हा और जोसेफ सैमुअल ने क्लासिकल डोमेन में अवस्थाओं के क्लोनिंग के मुद्दे की जांच की और स्पष्ट रूप से दिखाया कि हैमिल्टनियन का उपयोग करके कैसे सही क्लासिकल क्लोनिंग को लागू किया जा सकता है। उन्होंने यह भी जांच की कि सांख्यिकीय यांत्रिक शोर क्लासिकल अवस्थाओं की क्लोनिंग के दौरान अपूर्णता की ओर कैसे जाता है और उनके विचारों के संभावित प्रयोगात्मक प्रदर्शनों पर चर्चा की है।

जबकि क्वांटम नो क्लोनिंग प्रमेय एक अपेक्षाकृत प्रसिद्ध विचार है, क्लासिकल डोमेन में क्लोनिंग की धारणा कम खोजी गई है। इस प्रकार क्लासिकल डोमेन में क्लोनिंग की प्रक्रिया और इसकी सीमाओं के मुद्दे को संबोधित करना चुनौतीपूर्ण है। इस अध्ययन के पीछे यही प्रेरणा है। प्रतिष्ठित क्वांटम नो-क्लोनिंग प्रमेय में कहा गया है कि एक मनमानी क्वांटम अवस्था पूरी तरह से क्लोन नहीं किया जा सकता है। यह क्लासिकल अवस्थाओं के क्लोनिंग के बारे में सवाल उठाता है, जिसने भी ध्यान आकर्षित किया है। इस काम में, वे क्लासिकल क्लोनिंग प्रक्रिया के लिए एक भौतिक दृष्टिकोण प्रस्तुत करते हैं जिसमें दिखाया गया है कि हैमिल्टन के उपयोग से क्लोनिंग को कैसे साधित किया जा सकता है। क्लासिकल अवस्थाओं को क्लोन करने वाले एक विहित परिवर्तन को लिखने के बाद, उन्होंने दिखाया है कि हैमिल्टन के विकास द्वारा इसे कैसे लागू किया जा सकता है। फिर वे इन विचारों को समझने के लिए अरैखिक प्रकाशिकी के उपकरणों का उपयोग करके एक प्रयोग का प्रस्ताव करते हैं। अंत में, क्लोनिंग प्रक्रिया को अधिक यथार्थवादी संदर्भ में समझने के लिए, उन्होंने सिस्टम को सांख्यिकीय यांत्रिक शोर पेश किया है और अध्ययन किया कि यह क्लोनिंग प्रक्रिया को कैसे प्रभावित करता है। हालांकि इस काम में से अधिकांश रेखीय प्रणालियों और हार्मोनिक दोलित्रों के साथ काम करते हैं, उन्होंने कई गुना पर मानचित्रों के क्लोनिंग पर कुछ उदाहरणों को दिया है और यह दिखाया है कि कोई भी प्रणाली जिसका विन्यास स्पेस कई गुना है वह क्लोनिंग कैनोनिकल परिवर्तन को स्वीकार करता है।

[अनिरुद्ध रेड्डी, सुपर्णा सिन्हा और जोसेफ सैमुअल]

संघनित पदार्थ और परमाणु, आणविक और ऑप्टिकल (AMO) भौतिकी

संस्थान में कंडेंस्ड मैटर और एएमओ भौतिकी अनुसंधान ठोस अवस्थाओं में गैर संतुलन क्वांटम गतिकी और भौतिक प्रणालियों को लागू करने वाली AMO प्रणालियों, विशेष रूप से क्वांटम यांत्रिकी के नियम, विद्युत चुंबकत्व और सांख्यिकीय यांत्रिकी को समझने की ओर है। जबकि संघनित पदार्थ में रुचि के विषय अव्यवस्थित प्रणाली, अतिचालक और सामयिक सामग्री हैं, एएमओ में अनुसंधान मुख्य रूप से वेवगाइड क्वांटम इलेक्ट्रोडायनामिक्स और परमाणु वाष्पों

और अल्ट्राकोल्ड परमाणुओं का उपयोग करके सटीक माप में होता है।

पंचरत्नम-ज़क चरण

अवलोकन :

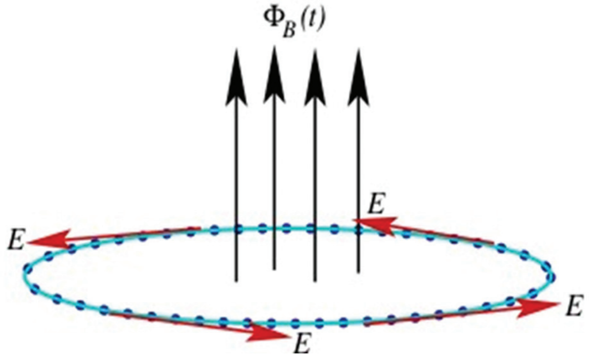
तीन दशक पहले, एक प्रसिद्ध काम में, ज़क ने एक-आयामी आवधिक जाली में इलेक्ट्रॉन द्वारा अधिग्रहित ज्यामितीय चरण पाया क्योंकि यह ब्लोच बैंड को पार करता है। ऐसा ज्यामितीय चरण टोपोलॉजिकल गुणों और आवधिक प्रणाली के विद्युत ध्रुवीकरण को चिह्नित करने में उपयोगी है। बाद में यह समझा गया कि ज़क की अभिव्यक्ति गेज निर्भर है और ज्यामितीय चरण के लिए एक मनमाना मूल्य प्राप्त करती है। हाल ही में एक काम में विवेक व्यास, दिब्येंदु रॉय, और जोसेफ सैमुअल ने समझाया है कि ज़क की अभिव्यक्ति की गेज निर्भरता इस धारणा से उत्पन्न होती है कि इलेक्ट्रॉन के एडायाबेटिक गति समय विकास के तहत घनत्व मैट्रिक्स की पुनरावृत्ति की धारणा में चक्रीय है। इसके विपरीत, अंतर्निहित प्रणाली एक सामान्यीकृत अर्थ में चक्रीयता को प्रदर्शित करती है जब विकास के दौरान घनत्व मैट्रिक्स के बजाय, अवलोकन वापस आती हैं। सामान्यीकृत चक्रीयता की ऐसी अवधारणा का उपयोग करते हुए, उन्होंने इस प्रणाली में ज्यामितीय चरण के लिए एक सही और सुसंगत अभिव्यक्ति प्राप्त की है जिसे पंचरत्नम-ज़क चरण कहा जाता है। उन्होंने दिखाया है कि पंचरत्नम-ज़क चरण एक सर्वोत्कृष्ट ज्यामितीय वस्तु है, जो गेज इनवेरियन को प्रदर्शित करती है, और जाली के ब्लोच बैंड को सही ढंग से वर्गीकृत करती है। पंचरत्नम-ज़क चरण के एक भरे बैंड विस्तार का भी निर्माण किया गया था और सावधानीपूर्वक जांच की गई थी।

विवरण :

बेरी के प्रसिद्ध काम (1984) के साथ, ज्यामितीय चरण की धारणा प्रमुखता से आई और जल्द ही भौतिकी के विभिन्न क्षेत्रों में प्रकट होने लगी। बेरी ने एक एडायाबेटिकली विकसित क्वांटम प्रणाली पर विचार किया, जो विकास के क्रम में अपनी प्रारंभिक भौतिक स्थिति में लौट आया। उन्होंने एक गहन अवलोकन किया कि इसकी वापसी पर ऐसी अवस्था एक गैर-तुच्छ अवलोकनीय चरण का अधिग्रहण कर सकता है, जो केवल ज्यामितीय मूल का है। इस तरह के एक ज्यामितीय चरण में दो महत्वपूर्ण गुण पाए गए: (ए) गेज इनवेरियन का, जिसका अर्थ है प्रणाली के समय विकास का अध्ययन करने में नियोजित सम्मेलन के प्रति असंवेदनशील होना; और (बी) किसी भी समय भौतिक स्थिति को परिभाषित करने के लिए नियोजित पैरामेट्राइजेशन की स्वतंत्रता।

बेरी के काम से प्रेरित होकर, एक मील के पत्थर के कागज (1989) में जक ने कमजोर विद्युत क्षेत्र के प्रभाव में एक-आयामी आवधिक जाली में एक इलेक्ट्रॉन की गति का अध्ययन करने के लिए ज्यामितीय चरण की इस धारणा को लागू करने का प्रयास किया (चित्र 8 देखें)। ज़ेक चरण की अभिव्यक्ति, जिसे एक इलेक्ट्रॉन द्वारा अधिग्रहित ज्यामितीय चरण होने का दावा किया जाता है, इस काम में प्राप्त किया गया था। इस काम ने जल्दी से महत्वपूर्ण ध्यान आकर्षित किया, और शोधकर्ताओं ने ऐसे आवधिक अक्षांशों में ऊर्जा बैंड को चिह्नित करने के लिए ज़क चरण को नियोजित करने के लिए प्रेरित किया। यह इस विचार पर है कि टोपोलॉजिकल सामग्रियों और क्वांटम हॉल प्रभाव की वर्तमान समझ आधारित है, साथ ही साथ डाइलेक्ट्रिक्स में ध्रुवीकरण का आधुनिक सिद्धांत भी है। हालांकि, ज़क चरण को गंभीर खामियों से पीड़ित होने के लिए जाना जाता है, इसे गेज निर्भर होने के लिए जाना जाता है, और इसके मूल्यांकन में नियोजित प्रथा के विकल्प के अनुसार इसका मूल्य बदल जाता है। ये दोष पूरी तरह से इस दावे को ध्वस्त कर देते हैं कि ज़क चरण एक ज्यामितीय चरण है।

ऐसे परिदृश्य को देखते हुए, इस तरह के आवधिक जाली प्रणाली में इलेक्ट्रॉन द्वारा अधिग्रहित सही ज्यामितीय चरण के बारे में पूछना स्वाभाविक है। हाल ही के एक काम में, विवेक व्यास, दिब्येंदु रॉय और जोसेफ सैमुअल ने इस सवाल का जवाब ज्यामितीय चरण की सटीक और सुसंगत व्युत्पत्ति प्रदान करके दिया, जिसे वे पंचतरणम-ज़क चरण कहते हैं। उन्होंने इसकी सामान्यता में परिभाषित प्रणाली में ज्यामितीय चरण की अवधारणा को नियोजित किया है, जैसा कि प्रारंभ में पंचरत्नम द्वारा परिकल्पित है, अन्य ज्ञात प्रयासों के विपरीत और यह दिखाया गया है कि इस प्रकार प्राप्त पंचरत्नम-ज़क चरण में गेज के तहत सभी आवश्यक आक्रामक गुण और समन्वय परिवर्तन हैं। इस प्रक्रिया में पंचरत्नम-ज़क चरण को जन्म देने वाली अंतर्निहित टोपोलॉजिकल और ज्यामितीय संरचना को भी उजागर किया गया था। यह स्वाभाविक रूप से उन्हें परवैद्युतों के लिए एकल इलेक्ट्रॉन पंचरत्नम-ज़क चरण के एक भरे हुए बैंड सामान्यीकरण का निर्माण करने के लिए प्रेरित करता है। प्रयोगात्मक रूप से औसत दर्जे का चरण होने के नाते, वे मानते हैं कि एकल इलेक्ट्रॉन और भरे हुए बैंड पंचरत्नम-ज़क चरण दोनों नियंत्रित क्वांटम प्रयोगों के लिए सुलभ हैं।



चित्र 8 इस कार्य में अध्ययन की गई आवधिक जाली प्रणाली का योजनाबद्ध निरूपण । सियान वक्र आवधिक जाली का दर्शाते हैं, जबकि काले तीर चुंबकीय प्रवाह ΦB(t) को दर्शाते हैं। लाल तीर जाली में इलेक्ट्रॉनों द्वारा अनुभव किए गए स्पर्शरेखा विद्युत क्षेत्र को दर्शाते हैं।

[विवेक व्यास, दिब्येंदु रॉय, और जोसेफ सैमुअल]

तरंगमार्गदर्शक क्वांटम वैद्युत गतिशीलता में प्रवर्धन और क्रॉस-केर गैर- रेखीयता

अवलोकन :

दिब्येन्दु रॉय और उनके पीएचडी छात्र अतुल विनू ने एक तरंगमार्गदर्शक में एम्बेडेड तीन-स्तरीय उत्सर्जक (3LE) द्वारा प्रवर्धन और क्रॉस-केर गैर रेखीयता की खोज की है जो

दो प्रकाश किरणों द्वारा संचालित है। सुसंगत प्रवर्धन और क्रॉस-केर गैर रेखीयता को हाल के प्रयोगों में क्रमशः प्रदर्शित किया गया था, एक V और एक सीढ़ी-प्रकार 3LE के साथ दो सूक्ष्मतरंग क्षेत्रों को ले जाने वाली एक खुली अतिचालकीय संचार लाइन के लिए युग्मित किया गया था। इस काम में, उन्होंने Λ, V, और सीढ़ी-प्रकार 3LE पर विचार किया है, और सुसंगत और असंगत प्रवर्धन की दक्षता के साथ-साथ सभी तीन उत्सर्जकों में क्रॉस-केर चरण बदलाव की परिमाण की तुलना की है। हेइज़ेनबर्ग-लैंग्विन समीकरण दृष्टिकोण एषणी और ड्राइव बीम के बिखरने की जांच, दोनों ही प्रारंभिक अवस्था में संगत, करने के लिए लागू किया गया था। विशेष रूप से वे जांच और ड्राइव शक्तियों के शासन की गणना करते हैं जब 3LE एक सुसंगत एम्पलीफायर के रूप में सबसे अधिक कुशलता से कार्य करता है, और प्रवर्धित जांच फोटॉनों के दूसरे क्रम के सुसंगतता को व्युत्पन्न किया है। अंत में, क्रामर्स-क्रोनिग संबंधों को जांच बीम के आयाम और चरण प्रतिक्रिया को सहसंबंधित करने के लिए लागू किया गया था, जिनका उपयोग इन प्रणालियों में सुसंगत प्रवर्धन और क्रॉस-केर चरण बदलाव को खोजने में किया गया था।

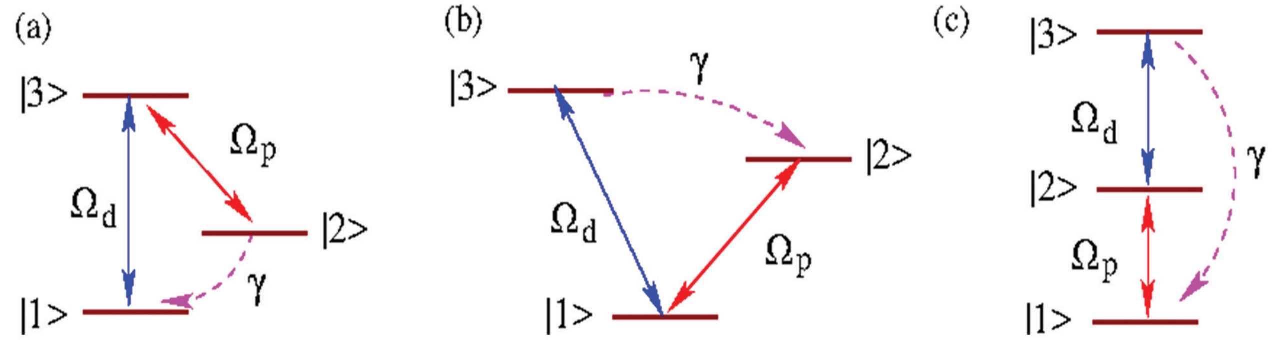
विवरण :

तरंगमार्गदर्शक क्वांटम विद्युत् गतिशीलता (WQED) एक अपेक्षाकृत नया शोध विषय है जहां एकल फोटॉनों के प्रसार के बीच मजबूत, प्रभावी अन्योन्य क्रिया को तरंगमार्गदर्शक ज्यामिती के अंदर मजबूत प्रकाश-पदार्थ युग्मन के नियोजन द्वारा प्राप्त किया जा सकता है (देखें, पुन संशो फिज़ 89, 021001 (2017))। WQED में सुसंगत प्रवर्धन और क्रॉस-केर गैर रेखीयता को हाल के प्रयोगों में प्रदर्शित किया गया था, जिसमें एक V और एक सीढ़ी-प्रकार तीन-स्तरीय उत्सर्जक (3LE) दो सूक्ष्मतरंग क्षेत्रों वाले एक खुले अतिचालकीय प्रेषण लाइन के साथ युग्मित था। प्रवर्धन और क्रॉस-केर प्रभाव दोनों में क्वांटम संवेदनशीलता और मापविद्या के लिए कई संभावित अनुप्रयोग हैं, जिसमें फोटॉन के बीच एकल-फोटोन संसूचन और कुशल उलझाव का जनन शामिल है।

इस कार्य में, वे Λ, V, और सीढ़ी-प्रकार 3LE (चित्र 9 देखें) पर विचार करते हैं, और सुसंगत और असंगत प्रवर्धन की दक्षता के साथ-साथ सभी तीन उत्सर्जकों में क्रॉस-केर चरण बदलाव के परिमाण की तुलना करते हैं। हेइज़ेनबर्ग-लैंग्विन समीकरण दृष्टिकोण, एक एषनी और ड्राइव बीम के बिखराव की जांच, दोनों प्रारंभिक तौर से एक सुसंगत अवस्था में, के लिए इस्तेमाल किया गया था । जबकि ड्राइव क्षेत्र की उपस्थिति में एक संचरित जांच क्षेत्र की आयाम प्रतिक्रिया सुसंगत प्रवर्धन का एक माप देती है, ड्राइव क्षेत्र की उपस्थिति और अनुपस्थिति में

संचरित जांच क्षेत्र की चरण प्रतिक्रिया में अंतर को जांच और ड्राइव क्षेत्र के बीच क्रॉस-केर अन्योन्य क्रिया की मात्रा निर्धारित करने के लिए उपयोग किया गया । विशेष रूप से वे जांच और ड्राइव शक्तियों के शासन की गणना करते हैं जब 3LE एक सुसंगत प्रवर्धक के रूप में सबसे अधिक कुशलता से कार्य करता है, और प्रवर्धित जांच फोटॉनों के दूसरे क्रम के सुसंगतता से व्युत्पन्न होता है।

पिछले अध्ययनों ने अलग-अलग घटनाओं के रूप में सुसंगत प्रवर्धन और क्रॉस-केर गैर रेखीयता की जांच की है। इस कार्य के माध्यम से वे जांच बीम के आयाम और चरण प्रतिक्रिया को सहसंबंधित करके उन दोनों के बीच एक संबंध दिखाने में सक्षम थे, जिनका उपयोग इन प्रणालियों में सुसंगत प्रवर्धन और क्रॉस-केर चरण बदलाव को खोजने में किया जाता है। वे मुख्य रूप से जांच शक्तियों के एक शासन की पहचान करते हैं जब जांच बीम डिट्यूनिंग के एक कार्य के रूप में जांच संचरण के आयाम प्रतिक्रिया का एक माप जांच बीम के सटीक चरण प्रतिक्रिया प्राप्त करने के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है। इसलिए, उनका विश्लेषण प्रवर्धन और क्रॉस-केर गैर रेखीयता की परीक्षाओं के लिए एक रोमांचक संभावना को खोलता है।



चित्र 9 स्तरों के साथ 3LEs का कार्टून |1>, |2>, |3> । उनके द्वारा अनुमत बदलावों के साथ जांच (लाल तीर) और ड्राइव (नीला तीर) बीमों के युग्मन के लिए तीन अलग-अलग व्यवस्थाएँ की गईं 3LE का (a) Λ, (b) V, और (c)) सीढ़ी-प्रकार का विन्यास । यहां, Ωp और Ωd क्रमशः जांच और ड्राइव बीम की रबी आवृत्ति हैं, और γ गैर-विकिरण क्षय की ताकत को दर्शाता है।

[अतुल विनू और दिब्येंदु रॉय]

प्रकाशन

रामन अनुसंधान संस्थान के वैज्ञानिक कर्मचारी और छात्र प्रतिष्ठित राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय सहकर्मी की समीक्षा वाली पत्रिकाओं में साल भर किए गए अपने शोध कार्यों को प्रकाशित करते हैं। आरआरआई के चार शोध समूहों में से प्रत्येक प्रसिद्ध पत्रिकाओं में अपने काम को प्रकाशित करता है जो उनके विशिष्ट अनुसंधान क्षेत्र पर ध्यान केंद्रित है।

खगोल विज्ञान और खगोलभौतिकीय ग्रुप के लिए, इनमें खगोलभौतिकीय जर्नल, खगोलभौतिकीय जर्नल अनुपूरक श्रृंखला, खगोलभौतिकीय जर्नल लैटर्स, खगोल विज्ञान और खगोलभौतिकी, वर्तमान विज्ञान, ब्रह्माण्ड विज्ञान और खगोलकण भौतिकी का जर्नल, रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी की मासिक सूचनाएं, प्रकृति खगोल विज्ञान और फिजिकल रिव्यू डी शामिल हैं।

मृदु संघनित पदार्थ ग्रुप ने अपने कार्य को एक्टा क्रिस्टलोग्राफिका, एसीएस एप्लाइड नैनो मैटेरियल्स, एप्लाइड कैटालिसिस बी: एनवायरनमेंटल, बायोफिजिकल जर्नल, बुलेटिन ऑफ मैटेरियल्स साइंस, कार्बन, सेरामिक्स इंटरनेशनल, केमिकल फिजिक्स लैटर्स, कैमिस्ट्री सिलेक्ट, फूड केमिस्ट्री, फ्रंटियर्स इन सेल एंड डेवलपमेंटल बायोलॉजी: सेल एडहिसन एंड माइग्रेशन, जर्नल ऑफ एप्लाइड क्रिस्टलोग्राफी, जर्नल ऑफ एनवायर्नमेंटल केमिकल इंजीनियरिंग, जर्नल ऑफ फिजिकल केमिस्ट्री सी, जर्नल ऑफ मॉलिक्यूलर लिक्विड्स, जर्नल ऑफ मॉलिकुलर स्ट्रक्चर, जर्नल ऑफ फिजिक्स: कंडेंस्ड मैटर, लैंगमुइर, लिक्विड क्रिस्टल्स, माइक्रोकैमिकल जर्नल, मॉलिक्यूलर क्रिस्टल्स एंड लिक्विड क्रिस्टल्स, नैनो एक्सप्रेस, नेचर कम्यूनिकेशंस, न्यू जर्नल ऑफ केमेस्ट्री, फेस ट्रांजिशन्स, फोटोकेमिकल एंड फोटोबॉयोलॉजिकल साइंसेस, फिसिकल केमेस्ट्री केमिकल फिजिक्स एंड सॉफ्ट मैटर में प्रकाशित किया है।

प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी ग्रुप के प्रकाशन यूरोपियन फिजिकल जर्नल डी, जर्नल ऑफ मैटेरियल्स साइंस: मैटेरियल्स इन इलेक्ट्रॉनिक्स, जर्नल ऑफ ऑप्टिकल सोसाइटी ऑफ अमेरिका बी, मैटेरियल्स केमिस्ट्री एंड फिजिक्स, नेचर कम्युनिकेशंस, न्यू जर्नल ऑफ फिजिक्स, ऑप्टिक्स एंड लेजर टेक्नालजी, ऑप्टिकल मैटेरियल्स, ऑप्टिक्स एंड फोटोनिक न्यूज, ऑप्टिक्स एक्सप्रेस, ऑप्टिक्स लैटर्स, ऑप्टिक: इंटरनेशनल जर्नल फॉर लाइट एंड इलेक्ट्रॉन ऑप्टिक्स, ओएसए कन्टिन्यूअम, फिजिकल रिव्यू ए, फिजिकल रिव्यू लैटर्स, क्वांटम इनफार्मेशन प्रोसेसिंग, साइंटिफिक अमेरिकन स्पेक्ट्रोकिमीका एकटा पार्ट ए - मॉलिक्यूलर एंड बायोमॉलिक्यूलर स्पेक्ट्रोस्कोपी में देखे जा सकते हैं।

आरआरआई के सैद्धांतिक भौतिक विज्ञानियों ने राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय वैज्ञानिक समुदाय के साथ अपने ज्ञान को साझा करने के लिए एक माध्यम के रूप में क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी, यूरोफिज़िक्स लैटर्स, फ्रंटियर्स इन फ़िज़िक्स, इंटरनेशनल जर्नल ऑफ़ मॉडर्न फ़िज़िक्स ए, जर्नल ऑफ़ हाई एनर्जी फ़िज़िक्स, जर्नल ऑफ़ स्टैटिस्टिकल मैकेनिक्स: थ्योरी एंड एक्सपेरिमेंट, जर्नल ऑफ़ फ़िज़िक्स ए: मैथेमैटिकल एंड थ्योरेटिकल, लिविंग रिव्यूस इन रिलेटिविटी, फिजिकल रिव्यू ई, फिजिक्स लैटर्स ए, प्रमाणा जैसी और अन्य पत्रिकाओं का उपयोग करते हैं।

2019-20 के दौरान लेखकों और/या सह-लेखकों के रूप में आरआरआई सदस्यों के साथ 129 लैटर्स प्रकाशित किए गए थे। सम्मेलन की कार्यवाही में 4 प्रकाशन थे और 18 प्रकाशन प्रेस में हैं।

संस्थान के सदस्य भी विशेष तकनीकी और वैज्ञानिक पत्रिकाओं से परे व्यापक दर्शकों तक पहुंचने के लिए लोकप्रिय विज्ञान पत्रिकाओं के लिए नियमित रूप से पुस्तकों और/या लेखों को प्रकाशित करते हैं। पिछले वर्ष के दौरान, आरआरआई सदस्यों ने 3 पुस्तक अध्याय लिखे। देश, रिसर्च मैटर्स और साइंटिफिक अमेरिकन में 3 लोकप्रिय विज्ञान लेख प्रकाशित हुए।

संस्थान के प्रत्येक सदस्यों द्वारा प्रकाशनों की एक पूरी सूची परिशिष्ट I में प्रदान की गई है।

अनुदान, पुरस्कार और अध्येतावृत्ति

	नाम	बाह्य अनुदान	ब्यौरे
1	सादिक रंगवाला	सीईएफ़ आईपीआरए प्रस्ताव 5404	परियोजना का शीर्षक: एलओआरआईसी - अतिशीत गैस में दूर रेंज पारस्परिक क्रिया । भारतीय पीआई - सादिक रंगवाला, फ्रेंच-पीआई - ओलिवियर डुलियू (लेबरैटोइरे एइम कॉटन, फ्रांस) और ब्रुना लाबुथि-टोलरा (लेबरैटोइरे डी फिजिक डेस लेसर्स, फ्रांस) कुल अनुदान राशि EUR 279,400, जिनमें से RRI घटक INR 90,89,135 है। परियोजना की अवधि: मार्च 2016 - दिसंबर 2019
2	बिस्वजीत पॉल	पोलिक्स के लिए इसरो अनुदान	परियोजना का शीर्षक: "एक्स-रे ध्रुवमापी प्रयोग (पोलिक्स) पेलोड" का विकास कुल अनुदान राशि: INR 9,50,00,000 अब तक प्राप्त: INR 6,07,56,933 परियोजना शुरू होने की तारीख: सितंबर 2017
3	संजीब सभापंडित	सीईएफ़ प्रस्ताव 5604-2	परियोजना का शीर्षक: दृढ़ता से सहसंबद्ध अनेक निकाय प्रणालियों में चरम घटनाएँ और बड़े विचलन पीआई - अभिषेक धर (आईसीटीएस, टीआईएफ़आर), ग्रेगोरी शेहर (एलपीटीएमएस, ऑरसे) सह-पीआई - संजीब सभापंडित कुल अनुदान राशि: INR 33,99,336, आरआरआई शेयर: INR 65,000 परियोजना की अवधि: दिसंबर 2016 - नवंबर 2019
4	उर्बसी सिन्हा	इसरो – क्यूकेडी अनुदान	परियोजना का शीर्षक: उपग्रह आधारित सुरक्षित क्वांटम संचार के लिए एक प्रोटोटाइप का विकास पीआई : उर्बसी सिन्हा कुल अनुदान राशि: INR 27,00,00,000 अब तक प्राप्त: INR 10,76,96,288 परियोजना दिसंबर 2017 में शुरू हुआ
		उन्नत अनुसंधान के भारत ट्रेंटो कार्यक्रम (आईटीपीएआर)	परियोजना का शीर्षक: एक एकीकृत फोटोनिक सर्किट में क्यूकेडी के लिए एक सस्ता, हल्का, एकीकृत स्रोत पीआई : उर्बसी सिन्हा सह-पीआई: दीपांकर होम, गुरुप्रसाद कर, प्रसन्नता पाणिग्राही कुल अनुदान राशि: INR 1,61,13,520 अब तक प्राप्त: INR 57,03, 520 परियोजना फरवरी 2019 में शुरू हुआ
		डीएसटी – क्वेस्ट	परियोजना का शीर्षक: लंबी दूरी का क्वांटम संचार: पुनरावर्तक और रिले प्रौद्योगिकियाँ पीआई : उर्वशी सिन्हा सह-पीआई: अरुण के पति, उज्ज्वल सेन, अदिति सेन-डे कुल अनुदान राशि: INR 2,17, 60, 000 अब तक प्राप्त: INR 54, 50, 000 परियोजना अप्रैल 2019 में शुरू हुई

	नाम	बाह्य अनुदान	ब्यौरे
		एमईआईटीवाई	परियोजना का शीर्षक: क्वांटम प्रौद्योगिकी में उत्कृष्टता के लिए केंद्र पीआई (आरआरआई से): उर्वशी सिन्हा सह-पीआई (आरआरआई से): सप्तऋषि चौधुरी, सादिक रंगवाला, दिब्येंदु रॉय कुल अनुदान राशि: INR 10,00,00,000 अब तक प्राप्त: INR 7,76,96,000 परियोजना अप्रैल 2020 में शुरू हुई।
5	बिमन नाथ	इंडो-रशियन अनुदान सं पी 270	परियोजना का शीर्षक: आकाश गांगेय केंद्र के चारों ओर 500 पार्सेक कुल अनुदान लागत: INR 5,00,000 अब तक प्राप्त: INR 2,50,000 पीआई: बिमन नाथ, यूरी शेकिनकोव, लेबेडेव प्रत्यक्ष अनुसंधान संस्थान, मास्को, रूस परियोजना अवधि: सितंबर 2017 - अगस्त 2019
6	शिव सेठी	इंडो-रूसी अनुदान डीएसटी के माध्यम से – आरएफ़बीआर आईएनटी/आरयूएस/आरएफ़बीआर/पी-276	परियोजना का शीर्षक: पुनः आयनन युग और उच्च रेडशिफ्ट आईजीएम का परीक्षण भारतीय पीआई : शिव सेठी, रूसी PI: डॉ एवगेनी ओ वासिलिव, दक्षिणी संघीय विश्वविद्यालय, रोस्तोव कुल अनुदान राशि: INR 4,65,200 अब तक प्राप्त: INR 2,32,600 अवधि: सितंबर 2017 - अगस्त 2019
7	गौतम सोनी	बड़ी चुनौतियां भारत बी डी टी डी/08/2019	परियोजना का शीर्षक: निम्न परजीवी घनत्व के तहत एकल आरबीसी के मलेरिया संक्रमण की उच्च परित्यक्त विद्युत संसूचन कुल अनुदान राशि INR 50,00,000 अब तक INR 38,00,000 प्राप्त किया परियोजना की अवधि: जनवरी 2018 - मार्च 2020 सिकल सेल रोगों के देखभाल का बिंदु निदान के लिए इलेक्ट्रॉनिकी द्रव्यमान आवरणी उपकरण के लिए प्रतिकृति कुल अनुदान राशि: INR 46,49,000 अब तक प्राप्त: INR 33,14,000
8	के एस द्वारका नाथ	आईयूएसएसटीएफ़/जेसी -014/2017	परियोजना का शीर्षक: यूवी, प्रकाशिकी और 21 सेमी रेडियो टिप्पणियों का उपयोग करके आकाशगंगाओं के बाहरी डिस्क में डार्क मैटर और तारा गठन की जांच करना भारतीय पीआई: मौसमी दास (आईआईए), सह-पीआई के एस द्वारकानाथ, यूएसए पीआई: स्टेसी मैकगोफ (केस वेस्टर्न), सह-पीआई जेम्स शोमबर्ट (यू ओरेगन) कुल अनुदान राशि: INR 30,29,600 अवधि: मार्च 2018 से फरवरी 2020 तक।
9	प्रमोद पुल्लर्कट	बीटी/पीआर 23724/बीआरबी/10/1606/2017	परियोजना का शीर्षक: गतिक कतरनी के तहत कोशिका आसंजन की यांत्रिक जीवविज्ञान । पीआई - नम्रता गुंडैया (आईआईएससी, बैंगलोर), सह पीआई - प्रमोद पुल्लर्कट, गौतम मेनन (आईएमएससी, चेन्नई) अवधि: तीन साल के लिए 17-05-2018 से शुरू ल राशि: INR 95.884 लाख अब तक प्राप्त: INR 20,57,000

	नाम	बाह्य अनुदान	ब्यौरे
10	रंजिनी बंद्योपाध्याय	डीएसटी –एसईआरबी अनुदान ईएमआर/2016/ 006757	परियोजना का शीर्षक: "अरैखिक परावैद्युत और रीयो परावैद्युत अध्ययन से अ-संतुलन श्यान तरल पदार्थों के अवरोधन गतिशीलता और अरैखिक श्यान प्रत्यास्थता को समझना"। सह-पीआई: परमेश गडिगे, सी एसएसआईएचएल, आंध्र प्रदेश कुल राशि: INR 47,44,000 अब तक प्राप्त: INR 23,96,500 परियोजना 2019 में शुरू हुई।
11	सौरभ सिंह, मयूरी एस राव, जिष्णु नंबिसन	इसरो सहायता अनुदान	परियोजना का शीर्षक: प्रतुष के लिए पूर्व-परियोजना गतिविधियाँ (हाइड्रोजन से सिग्नल का उपयोग करके ब्रह्मांड की पुनः आयनन जांच) पीआई : सौरभ सिंह (आरआरआई ; मैकगिल यूनिवर्सिटी), मयूरी एस राव (आरआरआई ; लॉरेंस बर्कले नेशनल लैब) और जिष्णु नंबिसन टी (आरआरआई) अनुदान राशि: INR 36,00,000 अब तक प्राप्त: INR 36,00,000 आरंभ तिथि: 13 मार्च, 2019
12	रेजी फिलिप	एसईआरबी – टीएआरई कार्यक्रम	परियोजना का शीर्षक: बहु घटक संयोजनीय विश्लेषण के लिए फेमटोसेकंड लेजर-प्रेरित भंग स्पेक्ट्रोस्कोपी (fs-LIBS) परामर्शदाता : रेजी फिलिप शिक्षक सहयोगी: अनूप के.के. कुल राशि: INR 18,30,000 RRI शेयर: INR 3,35,000 प्रारंभ दिनांक: 26.11.2018

	नाम	अध्येतावृत्ति	ब्यौरे
1	दिब्येंदु रॉय	एसईआरबी - रामानुजन अध्येतावृत्ति	फैलोशिप प्रारंभ तिथि: 18.1.2016। अब तक प्राप्त: INR 62,60,000 अवधि: 5 वर्ष।
2	सुमति सूर्या	अभ्यागत अध्येतावृत्ति, पेरीमीटर इंस्टिट्यूट	यह अध्येतावृत्ति 2019 में शुरू होने वाली तीन वर्षों की अवधि के लिए पेरीमीटर इंस्टिट्यूट की कई यात्राओं को निधि प्रदान करेगा ।
3	ऊर्बसी सिन्हा	होमी भाभा अध्येतावृत्ति सिमोंस एमी नूथर फैलोशिप	अनुसंधान के साथ जुड़े यात्रा / पुस्तकों के लिए INR 25,000 प्रति माह के साथ आकस्मिकता निधि अवधि: जुलाई 2017 से जुलाई 2019 यह फैलोशिप एक वर्ष तक की अवधि के लिए पेरीमीटर इंस्टिट्यूट के दौरे के लिए निधि प्रदान करेगा ।
4	सायनतन मजूमदार	एसईआरबी - रामानुजन अध्येतावृत्ति	कुल अनुसंधान अनुदान राशि: INR 38,00,000 अवधि: 5 साल अब तक प्राप्त: INR 7,60,000

	नाम	अध्येतावृत्ति	ब्यौरे
5	ई कृष्णकुमार	राजा रमन्ना अध्येतावृत्ति	कुल अध्येतावृत्ति राशि: INR 40,50,000 अब तक प्राप्त: 25,50,000 अवधि: 3 वर्ष
6	उरना बसु	एसईआरबी - रामानुजन अध्येतावृत्ति	कुल अनुसंधान अनुदान राशि: INR 38,00,000 अवधि: 5 साल अब तक प्राप्त: INR 7,60,000 अवधि: 5 साल

पुरस्कार

सादिक रंगवाला

सादिक रंगवाला प्रायोगिक भौतिकी में पी के आयंगर मेमोरियल अवार्ड फॉर एक्सीलेंस के प्राप्तकर्ता हैं। यह पुरस्कार भारतीय भौतिकी संघ द्वारा उनके "शीत परमाणुओं और आयनों के बीच परस्पर क्रिया के क्षेत्र में अभिनव प्रयोगात्मक कार्य" की मान्यता में दिया गया है।

सौरभ सिंह

- सर्वश्रेष्ठ थीसिस अवार्ड (कुमारी एल ए मीरा मेमोरियल मेडल)
- 2019 के लिए एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया द्वारा खगोल विज्ञान में उत्कृष्ट थीसिस के लिए जस्टिस ओक पुरस्कार (एएसआई की बैठक 2020 में सम्मानित किया गया)।
- उनके लेख "एसएआरएएस 2 के साथ प्रथम प्रकाश से पुन: आयनीकरण के युग पर पहला परिणाम" के लिए IOP प्रकाशन शीर्ष उद्धृत लेखक पुरस्कार (भारत) (सिंह एट अल।, 2017, खगोल भौतिकी जर्नल, 845 एल, 12)।

सुमंत कुमार

सुमंत कुमार (एससीएम) को जैव प्रौद्योगिकी विभाग के सम्मेलन, यात्रा, प्रदर्शनी और लोकप्रिय व्याख्यान (डीबीटी-सीटीईपी) योजना के तहत यात्रा अनुदान दिया गया। इस अनुदान से सुमंत ने अमेरिका के कैलिफोर्निया के सैन डिएगो में "जैवभौतिक सोसायटी की 64 वीं वार्षिक बैठक" में भाग लिया।

अनुसंधान सुविधाएँ

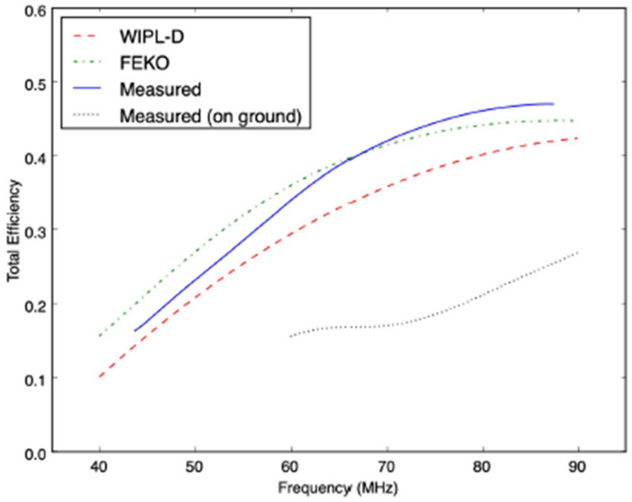
इलेक्ट्रानिकी इंजीनियरी समूह:

इलेक्ट्रॉनिकी इंजीनियरी समूह (EEG) के सदस्य संस्थान की सभी इंजीनियरी गतिविधियों के लिए रीड की हड्डी हैं। वे परिसर में वैज्ञानिक समूहों द्वारा किए गए अनुसंधान प्रयोगों के लिए उपकरण का निर्माण करके सक्रिय रूप से भाग ले रहे हैं। पिछले कुछ दशकों में, समूह के तकनीकी कर्मचारियों ने उल्लेखनीय योगदान दिया है, जिसने दोनों वैज्ञानिक कर्मचारियों के साथ-साथ संस्थान को विज्ञान की विभिन्न विविध शाखाओं में मौलिक अनुसंधान करने में महत्वपूर्ण प्रगति करने में मदद की है। इसने भौतिकी के विभिन्न मुख्य क्षेत्रों में वैज्ञानिक अनुसंधान के लिए समर्पित दोनों राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय सुविधाओं को बनाने में भी मदद की है। यह समूह अपनी विभिन्न विकासात्मक गतिविधियों में अद्यतन इंजीनियरी और प्रौद्योगिकी विकसित करने और अपनाने में संलग्न है। हाल के दिनों में, यह समूह फाइबर पर RF (RFoF), ग्राफिक्स प्रौद्योगिकी इकाई (GPU) और चिप पर RF प्रणाली (RFSoC) जैसे विशेषीकृत क्षेत्रों में विशेषज्ञता हासिल कर रहा है।

2019-20 के दौरान, इलेक्ट्रॉनिकी इंजीनियरी समूह ने संस्थान के कई चल रही अनुसंधान परियोजनाओं में योगदान दिया जिसमें i) एक्स-रे में ध्रुवणमापी ii) बिगडे रोगियों के लिए मस्तिष्क कंप्यूटर अंतराफलक (BCI) प्रणाली और iii) अवलोकन संबंधी ब्रह्मांड विज्ञान के क्षेत्र में प्रयोग के लिए अनुरूप और अंकीय रिसीवर प्रणाली । नीचे दिए गए विवरणों में से प्रत्येक में इसके योगदान पर प्रकाश डाला गया है।

1. ब्रह्मांडीय भोर संकेत का पता लगाने के लिए अभिनव एंटीना डिजाइन:

ब्रह्मांड के उष्णीय इतिहास में ब्रह्मांडीय भोर, एक महत्वपूर्ण अवधि को चिह्नित करता है। इसी अवधि के दौरान पहली पीढ़ी के तारों और आकाशगंगाओं का जन्म हुआ। इन स्रोतों की प्रकृति और इस दौरान अंतरिक्ष माध्यम की भौतिकी अभी भी अनिश्चित बनी हुई है। वैश्विक रेड-शिफ्टेड 21cm संकेत को इन खगोल भौतिकी पहलुओं की जांच करने के लिए एक महत्वपूर्ण उपकरण माना जाता है। चूंकि इस संकेत का गेलेक्टिक और एक्स्ट्रागैलेक्टिक अग्रभूमि की तुलना में बेहद कमजोर होने की भविष्यवाणी की जाती है, एंटीना का उपयोग करके इसका पता लगाना एक इंजीनियरी चुनौती है। ब्रह्मांडीय ब्रह्मांड भोर संकेत का पता लगाने के लिए **आवृत्ति सीमा** 43.75–87.5 MHz में एक सप्तक बैंड चौड़ाई के साथ एक चल शंकु-डिस्क एंटीना को परिकल्पित और विकसित किया गया है। डिजाइन में नवाचार निम्न हैं i) एंटीना के आयाम विद्युत रूप से छोटा बनाना है। ii) एकध्रुवीय डिज़ाइन बनाना ताकि फ़ीड बिंदु एंटीना आधार पर हो iii) **संरचनात्मक अलगाव पर** सतह के वर्तमान प्रतिबिंब को कम करने के लिए भक्षण बिंदु से संरचनात्मक आयामों को समान रूप से भिन्न बनाना और iv) डिजाइन आवृत्ति और संरचनात्मक प्राचलों को ध्यान से चुनना ताकि प्रतिध्वनि को प्रचालन के बैंड से परे बनाए रखा जा सके। सबसे महत्वपूर्ण बात यह है कि दक्षता में सुधार और एंटीना के नीचे माध्यम में असमानताओं से माप त्रुटियों से बचने के लिए उच्च पारगम्यता के एक जल निकाय की सतह पर संचालन के लिए एंटीना को डिज़ाइन किया गया था।



चित्र 1. (बाएं) एक झील के पानी की सतह पर तैनात बेड़ा के साथ शंकु-डिस्क एंटीना की तस्वीर। **चित्र 2.** (दाएं) एंटीना की मापी गई कुल दक्षता । WIPL-D और FEKO विद्युत चुंबकीय मॉडलिंग से अपेक्षित क्षमताएँ भी दिखाई गई हैं। वास्तविक पृथ्वी पर मापी गई कुल दक्षता भी तुलना के लिए दिखाई गई हैं।

चित्र 1 में झील की जल की सतह पर तैनात गढ़े शंकु डिस्क एंटीना की तस्वीर दिखाता है। विद्युत चुंबकीय रूप से पारदर्शी स्टायरोफोम सामग्री से बने एक बेड़ा पर ऐन्टेना को रखा गया है। चित्र 2 WIPL-D और FEKO में विद्युत चुम्बकीय मॉडलिंग से अपेक्षित दक्षता के साथ जल की सतह पर मापी गई कुल दक्षता दर्शाता है।जब वास्तविक पृथ्वी पर एंटीना तैनात किया गया था, तो मापी गई कुल दक्षता को भी तुलना के लिए दिखाया गया है।

2. संकर FPGA-GPU आधारित सहसंबंध स्पेक्ट्रोमापी

इलेक्ट्रॉनिकी इंजीनियरी समूह एक विस्तृत बैंड और उच्च गतिशील रेंज संकर FPGA-GPU आधारित सहसंबंध सटीक स्पेक्ट्रोमापी विकसित करने में शामिल रहा है। ब्रह्मांडीय माइक्रोतरंग पृष्ठभूमि विकिरण के स्पेक्ट्रम में अंकित आकाश पृष्ठभूमि की तुलना में कमजोर परिमाण के ब्रह्मांड संबंधी संकेत आदेशों का पता लगाने में इस सहसंबंधक का उपयोग किए जाने की उम्मीद है।

उच्च बैंडचौडाई FPGA और GPU की उच्च डेटा कटौती क्षमता के साथ-साथ उच्च डेटा प्रवाह क्षमता नेटवर्किंग हार्डवेयर के संयोजन से वास्तविक समय में बड़े पैमाने पर डेटा को कुशलतापूर्वक संसाधित करने में सक्षम उच्च प्रदर्शन साधन **प्राप्त है** । इस तरह की विषम स्थापत्य FPGAs के लिए निहित कई महत्वपूर्ण मुद्दों को दूर करने में मदद करती है। नतीजतन, यह समानांतर में डेटा के बड़े ब्लॉक को संसाधित करने के लिए कंप्यूटर ग्राफिक्स, इमेज प्रोसेसिंग और एल्गोरिदम से जुड़े कई कई अनुप्रयोग मिले हैं GPU की मुख्य विशेषताएं जैसे कि i) स्केलेबिलिटी में आसानी यानि FFT आकार को, यदि आवश्यक हो, को बिना किसी समय की आवश्यकता के त्याग के, आसानी से बदला जा सकता है ii) गणना समय में महत्वपूर्ण कमी iii) नियत बिन्दु FFT कार्यान्वित FPGA के सीमित शब्द लंबाई सीमा के कारण त्रुटि को दूर करने के लिए GPU में चल बिन्दु संख्या अंकगणित का उपयोग, इस संकर अवधारणा को और अधिक आकर्षक और कुशल बना रहे हैं ।

रामन अनुसंधान संस्थान में आंतरिक विकसित संकर सहसम्बन्ध F-X स्पेक्ट्रोमापी में e2V और GeForce GTX 1050 GPU से उच्च गति ADC है। ADC का उपयोग 2 GHz बैंडचौड़ाई के अनुरूप संकेत को अंकीकृत करने और उन्हें GPU में 1024 बिंदु ऑटो और क्रॉस पावर स्पेक्ट्रा दोनों का उत्पादन करने के लिए चैनलाइज़ करने और उनमें से लगभग 2048 को औसत करने के लिए किया जाता है। SX315T वीरटेक्स 6 FPGA का उपयोग ADC से उच्च गति डेटा स्ट्रीमिंग को संभालने, उन्हें पैके करने और GPU में स्थानांतरित करने के लिए किया जाता है।

GPU के कम्प्यूटेशनल संसाधन और बैंडचौड़ाई सीमाओं के कारण संकर स्पेक्ट्रोमापी के प्रदर्शन का मूल्यांकन केवल विस्फोट स्थिति में किया गया था। संकर 2 GHz बैंड संकेत के ऑटो और क्रॉस पावर स्पेक्ट्रा दोनों का सफलतापूर्वक उत्पादन कर सकता था, हालांकि समय में इसके सीमित प्रदर्शन को इसके निचले स्तर के संस्करण के लिए जिम्मेदार ठहराया गया है। इसे P100 / V100 और अत्याधुनिक सर्वर कंप्यूटर जैसे उच्च गति के GPUs के साथ बेहतर बनाया जा सकता है। C कार्यक्रम को संगणन एकीकृत डिवाइस वास्तुकला (CUDA) में विकसित किया गया है - जो डेटा को संसाधित करने के लिए एक समानांतर संगणन मंच है।

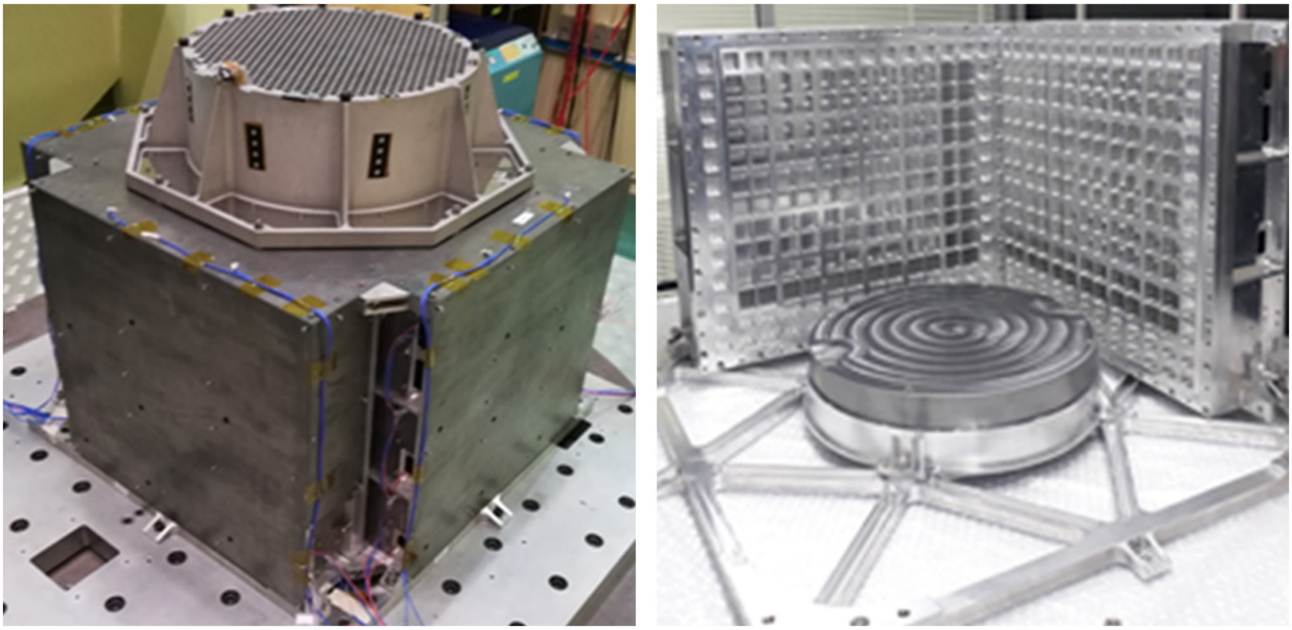
3. बिगडे चाल वाले रोगियों के लिए मस्तिष्क कंप्यूटर अंतराफलक प्रणाली में प्रगति

इलेक्ट्रॉनिकी इंजीनियरी समूह लकवाग्रस्त रोगियों के लिए एक सरल, सुगठित और आसान मस्तिष्क कंप्यूटर अंतराफलक प्रणाली विकसित करने की दिशा में निरंतर प्रगति कर रहा है। संचार के लिए शब्द वर्तनीकार को संचालित करने और गति के लिए उत्पाद साधन को हिदायत देने के लिए इस प्रणाली का प्रयोग किया जा रहा है। उपरोक्त प्रचालनों के लिए स्थिर अवस्था दृष्टिगत रूप से विकसित क्षमता (SSVEP) का प्रभावी रूप से उपयोग किया जाता है। निर्मित की जा रही प्रणाली का मूल्यांकन करने के लिए एक पहचान की अस्पताल में स्वस्थ लोगों पर परीक्षण किए जा रहे हैं।अधिग्रहीत डेटा का विश्लेषण और निष्कर्ष लगाया जा रहा है और प्रणाली के आगे की सुधार के लिए भी उपयोग किया जाता है। विशेष रूप से बिस्तर पर लेटे रोगियों के लिए उत्तेजना में उचित बदलाव किए जा रहे हैं। विकास के हिस्से के रूप में, एक स्थिर रैखिक रोबोट बांह को एक विशिष्ट कार्य के लिए डिज़ाइन किया गया है। यह पूरी तरह से आन्तरिक रूप से गढ़ा गया था और इसकी कार्यक्षमता के लिए सफलतापूर्वक प्रदर्शित किया गया था।

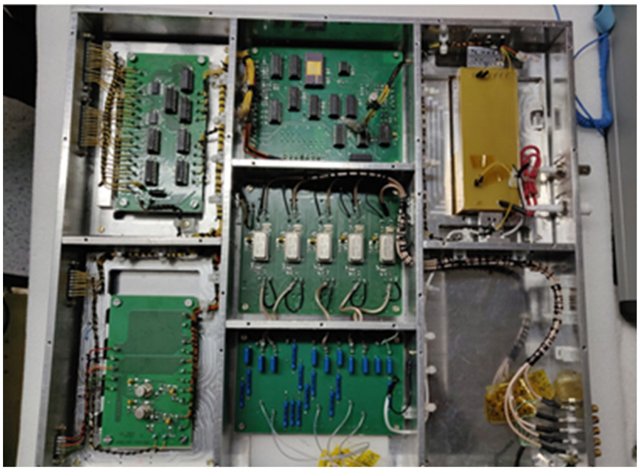
4. अंतरिक्ष में एक्स-रे टेलीस्कोप: ब्रह्मांडीय स्रोतों से एक्स-रे के ध्रुवीकरण का अध्ययन करने के लिए

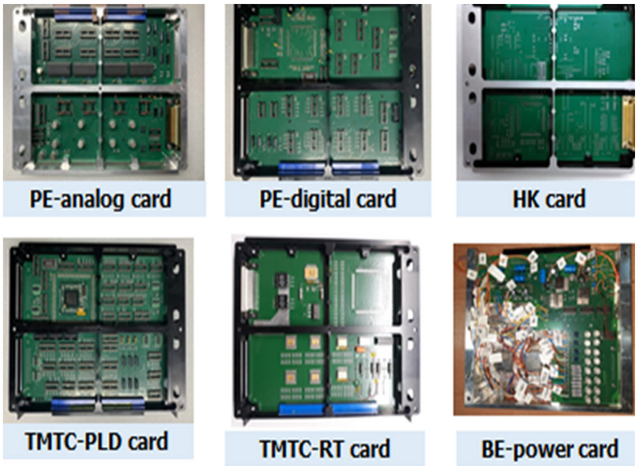
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (ISRO) के सहयोग से रामन अनुसंधान संस्थान ऊर्जा बैंड 5-30 keV में ब्रह्मांडीय स्रोतों से एक्स-रे के ध्रुवीकरण को मापने के लिए अंतरिक्ष में एक एक्स-रे टेलीस्कोप (जिसे एक्स-रे ध्रुवणमापी - POLIX के रूप में भी जाना जाता है) का शुभारंभ करेगा। यह एक्स-रे खगोल विज्ञान में अनुसंधान करने के लिए आन्तरिक रूप से विकसित किया जा रहा सबसे किफायती पेलोड है।

एक्स-रे ध्रुवणमापी की कुछ उप प्रणालियाँ जैसे ग्राउंड चेक-आउट प्रणाली, आधार प्लेट, बिखराव यंत्र और ढाल को अर्हता मॉडल के रूप में गढ़ा गया है और सफलतापूर्वक परीक्षण किया गया है। उन्हीं घटकों को उड़ान मॉडल के रूप में भी गढ़ा जा रहा है। इसके अलावा, उड़ान मॉडल के लिए संसूचकों की वायरिंग पूरी हो गई है और सभी यांत्रिक घटकों के साथ कंपन परीक्षण के अधीन किया जा रहा है। इलेक्ट्रॉनिकी इंजीनियरी समूह वैज्ञानिक पेलोड डिजाइन और अर्हता मॉडल से उड़ान मॉडल में इसके रूपांतरण का अनुभव प्राप्त कर रहा है।



चित्र 3: POLIX संसूचक प्रणाली के फोटोग्राफ





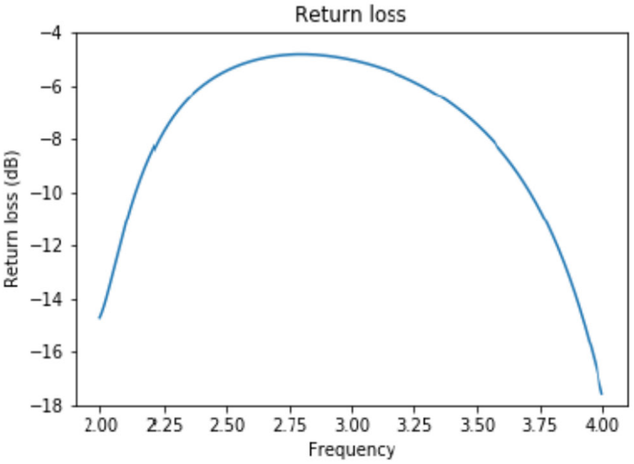
चित्र 4 (बाएं) अग्रांत इलेक्ट्रॉनिकी PCB's के फोटोग्राफ **चित्र 5** (दाएं) प्रसंस्करण इलेक्ट्रॉनिकी PCB's के फोटोग्राफ

5. संस्थान के कार्यक्रमों को आगे बढ़ाने में इलेक्ट्रॉनिकी इंजीनियरी समूह का योगदान

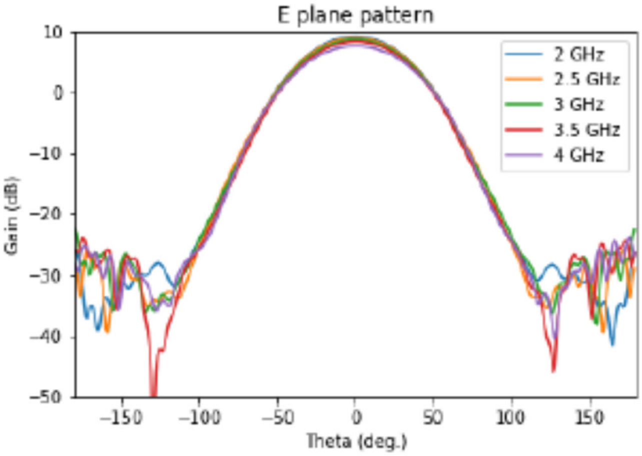
EEG हमेशा निम्न के माध्यम से कई मौकों पर स्कूली बच्चों और कॉलेज के छात्रों को शिक्षित करने में सक्रिय रूप से भाग लेता रहा है। i) संस्थान का खुला दिन समारोह जो कि वर्ष में दो बार होता है ii) आगंतुक छात्र कार्यक्रम (VSP) - छात्रों के लिए संस्थान के अनुसंधान संबंधी गतिविधियों में भाग लेने और अनुसंधान के सैद्धांतिक और व्यावहारिक दोनों पहलुओं में अनुभव प्राप्त करने के लिए रामन अनुसंधान संस्थान द्वारा बनाया एक अवसर iii) जब छात्र अपने अकादमिक पाठ्यक्रम के भाग के रूप में प्रयोगशाला में अपने प्रोजेक्ट का काम करते हैं और iv) बेंगलुरु के आसपास और देश में कहीं और कॉलेज और स्कूल के छात्रों द्वारा दौरा। खुले दिन *समारोह* के दौरान EEG स्टाफ के सदस्यों को स्कूल और कॉलेज के छात्रों के साथ बातचीत करते हुए कुछ तस्वीरें दिखाई जा रही हैं।

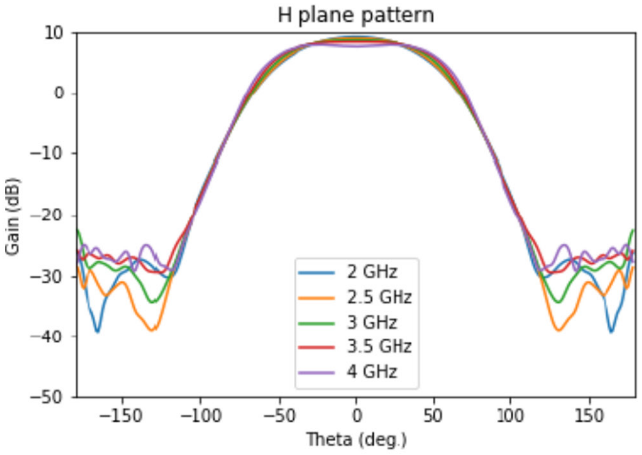
चित्र 6. EEG स्टाफ सदस्य खुले दिन समारोह के दौरान छात्रों के साथ बातचीत करते हुए

आउटरीच कार्यक्रम के भाग के रूप में, EEG के साथ काम करने वाले M.Tech छात्रों में से एक ने APSERa (पुनर्संयोजन के युग के लिए सटीक स्पेक्ट्रोमापी का सरणी) के लिए आवृत्ति रेंज 2-4 GHz में एक सप्टक बैंड चौड़ाई द्विध्रुवीय एंटेना डिजाइन को विकसित किया है जिसका उद्देश्य है ब्रह्मांडीय सूक्ष्मतरंग बैकग्राउंड विकिरण के स्पेक्ट्रम में पुनर्संयोजन आवृत्तियों पर बहुत हल्के वर्णक्रमीय विशेषताओं का पता ऐन्टेना आवृत्ति मुक्त है जिसमें हैं i) एकल प्राथमिक भाग ii) अवर्णी विकिरण पैटर्न iii) वर्णक्रमीय चिकनी वापसी क्षय विशेषताएं (10^5 में कुछ भाग) iv) मानव निर्मित रेडियो आवृत्ति हस्तक्षेप के लिए बहुत कम संवेदनशीलता और v) इसके बैकलोबों द्वारा बहुत कम शोर पिक अप । अधिकांश वांछित विशेषताओं को प्राप्त करने के लिए लॉग सर्पिल आकार के परावर्तक का विकास इस डिज़ाइन की नवीनता है इसकी कार्यक्षमता को प्रमाणित करने के लिए गढ़ा गया प्रोटोटाइप द्विध्रुवीय एंटीना अपनी विद्युत विशेषताओं के साथ *चित्र* 7-10 में दिखाया गया है।



चित्र 7 (बाएं) लॉग-सर्पिल परावर्तक आधारित सप्टक बैंड चौड़ाई आवृत्ति मुक्त द्विध्रुवीय एंटेना **चित्र 8.** (दाएं) एंटीना की वर्णक्रमीय चिकनी वापसी क्षय विशेषताएं ।





चित्र 9 (बाएं) एंटीना की आवृत्ति मुक्त ई-प्लेन पैटर्न। **चित्र 10** (दाएं) एंटीना की आवृत्ति मुक्त एच-प्लेन पैटर्न।

यांत्रिक इंजीनियरी सेवाएं

यांत्रिक इंजीनियरी सेवाएं (MES) संस्थान के विभिन्न विभागों को प्रारंभिक डिजाइन अवधारणाओं से लेकर विभिन्न घटकों, उपकरणों और प्रयोगात्मक सेटअप के अंतिम चरण के निर्माण तक यांत्रिक डिजाइन, प्रोटोटाइप और निर्माण की सुविधा प्रदान करता है। MES विभिन्न प्रयोगशालाओं के साथ-साथ परिसर के समग्र बुनियादी

ऊपर से बाएं पैनल: एक्स-रे ध्रुवणमापी POLIX के लिए RRI द्वारा निर्मित किए जा रहे घूर्णी तल के साथ ट्रॉली और इलेक्ट्रॉनिक घटकों को रखने के लिए एक एल्यूमीनियम ट्रे और एक्स-रे लैब में उपयोग के लिए टेफ्लॉन एनोड बुश । ऊपर से दायां पैनल: पिरामिडल हॉर्न एंटीना, EEG के लिए बनाए गए इलेक्ट्रॉनिक चेसिस और प्रकाशीय खम्भों को रखने के लिए पीतल क्लैंप : निचला पैनल: प्रकाशीय खम्भों को रखने के लिए क्लैंप।

ढांचे के विकास और इसकी सुविधाओं के लिए यांत्रिक सहायता भी प्रदान करता है। MES में मुख्य रूप से एक CNC मशीन, एक शीट मेटल वर्कशॉप, एक पेंटिंग अनुभाग और एक बढ़ईगीरी अनुभाग सहित कई मशीनों के साथ एक तहखाने वर्कशॉप शामिल है। MES में कई परियोजनाओं और प्रायोगिक सेटअप के लिए डिजाइन और अनुकार काम में मदद करने के लिए CATIA-V5, ऑटोडस्क उत्पाद डिजाइन सूट, Creo 2.0, कैमवर्क्स आदि जैसे लाइसेंस प्राप्त सॉफ्टवेयर भी हैं।

2019-20 के दौरान MES द्वारा की गई गतिविधियों का एक संक्षिप्त विवरण नीचे दिया गया है ।

स्टेनलेस स्टील ट्यूबिंग का प्रयोग करते हुए, PIM डेक (एक मधुकोष संरचना जो पेलोड धारण करेगी) पर एक्स-रे ध्रुवणमापी (POLIX) पेलोड को लोड करने के लिए एक उत्थापन संरचना का निर्माण किया। पेलोड संलग्न करने के लिए संरचना के आधार पर छिद्र प्रदान किए गए, जबकि उठाने के लिए ऊपर के हिस्से के साथ चार आँख बोल्ट लगाए गए हैं ।

एक ट्रॉली को घूर्णी तल के साथ बनाया गया जिसे परीक्षण और परिवहन के दौरान पेलोड तक पहुंच के लिए किसी भी कोण पर बंद किया जा सकता है। CNC मशीन का प्रयोग करके, POLIX के इलेक्ट्रॉनिक घटकों को रखने के लिए एक एल्यूमीनियम ट्रे का निर्माण किया गया । ट्रे को उनके संबंधित छिद्रों में आराम से फिट करने के लिए अनुकूलित किया गया ।

टेफ्लॉन एनोड बुश को एक्स-रे खगोल विज्ञान प्रयोगशाला में उपयोग के लिए MES में बनाया गया था।

आवश्यक विनिर्देशों के साथ एक पिरामिडल हार्न एंटीना बनाया गया। एक एल्यूमीनियम प्लेट से जुड़ी पीतल की पेंच छड़, प्लेट के ऊपर और नीचे चलने की अनुमति देता है, जिससे पिरामिड हॉर्न द्वारा घेरे गए वॉल्यूम में बदलाव होता है और रेडियो तरंग दैर्ध्य की एक सीमा पर डेटा संग्रह हो जाता है।

LAMP समूह के सदस्यों के साथ-साथ इलेक्ट्रॉनिकी और इंजीनियरी समूह के लिए इलेक्ट्रॉनिक चेसिस के प्रयोग के लिए एल्यूमीनियम और पीतल का प्रयोग करते हुए विभिन्न प्रकार के क्लैंप बनाए गए । MES द्वारा निर्मित घटकों के चित्र नीचे दिखाए गए हैं।

पुस्तकालय

1948 में सर सी वी रामन द्वारा स्थापित RRI पुस्तकालय ने पुस्तकों और पत्रिकाओं के उनके निजी संग्रह के साथ काम करना शुरू किया। इस पुस्तकालय में प्रिंट और इलेक्ट्रॉनिक दोनों तरह के सूचना संसाधन हैं। पुस्तकालय संस्थान के सभी अनुसंधान गतिविधियों और विज्ञान संचार के लिए केंद्रीय है। पुस्तकालय अपने उपयोगकर्ताओं की सामान्य और विशेषीकृत जानकारी दोनों की जरूरतों को पूरा करती है। वर्तमान में, पुस्तकालय में पुस्तकों और पत्रिकाओं की आबद्धित खण्डों का कुल संग्रह 70897 है । इनमें से 29276 पुस्तकें हैं और 41621 पत्रिकाओं की आबद्धित खण्ड हैं। पिछले वर्ष के दौरान पुस्तकालय ने 24 ई-पत्रिकाओं, 50 प्रिंट पत्रिकाओं और आर्काइव की सदस्यता ली। पुस्तकालय में कुल 670 गैर-पुस्तक सामग्री है। लेखन कौशल में सहायता के लिए व्याकरण सॉफ्टवेयर को भी संग्रह में जोड़ा गया।

2019-20 के दौरान पुस्तकालय की गतिविधियाँ:

2019 से अगले तीन वर्षों के लिए राष्ट्रीय ज्ञान संसाधन सहायता संघ के साथ RRI पुस्तकालय की नवीनीकृत भागीदारी ने 15 प्रकाशकों द्वारा प्रकाशित 4600 पत्रिकाओं के लिए ऑनलाइन पहुंच प्रदान की है। RRI पुस्तकालय, IIT खड़गपुर के नेशनल डिजिटल लाइब्रेरी ऑफ़ इंडिया प्रोजेक्ट की सामग्री सहभागी है। RRI के अनुसंधान आउटपुट को https://ndl.iitkgp.ac.in/ पर होस्ट किया गया है, जो देश की छात्रवृत्ति के लिए एकल खिड़की के रूप में कार्य करता है। पुस्तकालय वेब पेज को चालू रखने के लिए निरंतर निगरानी की जाती है और अनुसंधान हित की सदस्यता और खुली स्रोत सामग्री दोनों तक पहुंच प्रदान करता है। 24 शोध पत्रों और कुछ शोध प्रबंधों के अलावा डॉक्टरल डिग्री के पुरस्कार के लिए प्रस्तुत 9 शोधों की साहित्यिक चोरी जाँच पुस्तकालय में की गई । पूरे संकाय के शोधकर्ता ID को नियमित रूप से अद्यतन किया गया । RRI पुस्तकालय द्वारा 11 पत्रों के लेख प्रसंस्करण प्रभार संभाले गए थे। गुब्बी लैब्स, एक सोशल मीडिया सेंटर, के साथ साझेदारी के परिणामस्वरूप RRI का एक शोध परिणाम 2019-20 के दौरान लोकप्रिय दैनिक समाचार पत्रों में समाचार के रूप में दिखाई दिया।. RRI पुस्तकालय, विभिन्न स्कूल पुस्तकालयों में हिंदी पुस्तकों का दान करके आउटरीच गतिविधि में एक भूमिका निभाता है। पुस्तकालय के कार्य-समय को जून 2019 में शाम 6 बजे से 10 बजे तक बढ़ाया गया था।

पुस्तकालय स्वचालन और अंकीय पुस्तकालय:

पुस्तकालय पूरी तरह से KOHA - खुला स्रोत सॉफ़्टवेयर में विस्थापित हो गई है। सॉफ्टवेयर के कार्य बेहतर सुविधाओं को सक्षम करने के साथ अधिक सुविधाओं और विशेषताओं के साथ लगातार सुधर रहा है । सभी KOHA संबंधी गतिविधियाँ आंतरिक रूप से की गईं।

रामन अनुसंधान संस्थान अंकीय कोष, जिसे ई-संग्रह के नाम से भी जाना जाता है, संस्थान से जुड़ी विभिन्न जानकारियों का एक सक्रिय भंडार गृह है। अंकीय कोष को वर्तमान में DSpace के संस्करण 6.0 पर होस्ट किया गया है। विद्वानों के प्रकाशन नियमित रूप से अपलोड किए जाते हैं पिछले वर्ष के दौरान अभिलेखीय सामग्रियों, तस्वीरों और ऑडियो / वीडियो का अंकरूपण जारी रहा। RRI को प्रस्तुत थीसिस भी संग्रह में अपलोड की गई थी। 2019-20 के दौरान अपलोड की संख्या 419 थी। RRI अंकीय कोष में कुल रिकॉर्ड वर्तमान में 10649 है। "छाप-संग्रह", RRI अंकीय कोष की एक शाखा नियमित रूप से अद्यतन जानकारी के साथ जारी रहता है। इस जैव-ग्रंथ सूची डेटाबेस में वर्तमान में सेवानिवृत्त वैज्ञानिकों के 30 प्रोफाइल और उन वैज्ञानिकों के 5 प्रोफाइल हैं, जिन्होंने कहीं

और काम करने के लिए RRI को छोड़ दिया है और RRI संबद्धता के साथ प्रकाशनों के रूप में कुछ छाप छोड़ दिया है 28 फरवरी 2020 को राष्ट्रीय विज्ञान दिवस समारोह के दौरान, पुस्तकालय ने सर सी वी रामन के जीवन और विज्ञान को चित्रित करने के लिए उन की तस्वीरों और कथाओं को प्रदर्शित किया था।

प्रशिक्षण गतिविधि:

RRI पुस्तकालय ने बैंगलोर विश्वविद्यालय, बेंगलुरु; कुवेम्पु विश्वविद्यालय, शिमोगा; श्री जयचामाराजेंद्र गवर्नमेंट पॉलिटेक्निक फॉर विमेन, बेंगलुरु के छात्रों को अनिवार्य निवासी सेवा प्रशिक्षण देकर जनशक्ति विकास कार्यक्रमों को समर्थन देने की परंपरा को बनाए रखा है । पिछले वर्ष के दौरान, इन पुस्तकालय स्कूलों के 10 छात्रों को प्रशिक्षित किया गया था।

अन्य घटनाएँ:

1. सूचना उत्पादों का उपयोग करने के लिए लेखक कार्यशाला, प्रशिक्षण कार्यक्रम जैसे कार्यक्रम आयोजित किए गए।
2. RRI पुस्तकालय में 14 नवंबर को राष्ट्रीय पुस्तकालय सप्ताह का उद्घाटन आयोजित किया गया था। प्रो मधुसूदन ने " RRI विज्ञान संग्रहालय - रामन का क्रिस्टल और संगीत वाद्ययंत्र संग्रह " पर एक आमंत्रित वार्ता दी।
3. पुस्तकालय में गणतंत्र दिवस के अवसर पर पुस्तकों का विषय प्रदर्शन था। इसके अतिरिक्त इस वर्ष के दौरान एक पुस्तक प्रदर्शनी का भी आयोजन किया गया।

कंप्यूटर समूह

कंप्यूटर समूह, संस्थान में IT अवसंरचना का प्रबंधन और रखरखाव करता है और अनुसंधान समूहों और अन्य विभागों की विभिन्न संगणन आवश्यकताओं को संभालता है और उनका समर्थन करता है। कंप्यूटर समूह ने नियमित कार्य के अलावा कुछ गतिविधियां कीं। PRATUSH परियोजना के लिए विकी और प्रलेखन कोष बनाने लिए खुला स्रोत सॉफ्टवेयर का उपयोग किया गया ; विभिन्न पदों की भर्ती के लिए ऑनलाइन फॉर्म बनाए और प्रकाशित किए गए; OS और सॉफ्टवेयर के नवीनतम संस्करण के साथ एक VPN सर्वर और DNS सर्वर की स्थापना और मेजबानी की। केंद्रीकृत प्रबंधन कंसोल के साथ बिटडेफेंडर एंटी-वायरस को उपलब्ध कराया गया और परिसर के सभी कंप्यूटर / लैपटॉप में स्थापित किया गया ।

संगणन के लिए एक बेहतर और संवर्धित उच्च प्रदर्शन गुच्छा (HPC) की आवश्यकता थी। उपयुक्त और नवीनतम प्रक्रमक और विन्यास के साथ HPC के लिए एक निविदा प्रकाशित की गई थी। बोलियां प्राप्त की गईं और उनका मूल्यांकन किया गया और वित्तीय बोली खोली गई । उसी के लिए खरीद आदेश रखा गया है और हमें जल्द ही 1024 कोर का HPC मिल जाएगा।

गौरीबिदनूर के रेडियो वेधशाला से RRI तक स्थल से स्थल 2Mbps लिंक को 4Mbps तक अपग्रेड किया गया था; जो एक बैकअप लिंक के रूप में कार्य करता है । पुस्तकालय के एक कमरे को शॉर्ट-थ्रो प्रोजेक्टर, मोटर चालित स्क्रीन और स्पीकर की स्थापना के द्वारा ऑडियो-वीडियो सक्षम बनाया गया । एक 150 " मोटर चालित 16: **चौड़ा** प्रोजेक्टर स्क्रीन उपलब्ध कराया गया और सभागार में स्थापित किया गया जिसने 100" मोटर चालित 4: 3 प्रोजेक्टर स्क्रीन की जगह ले ली।

120KVA मॉड्यूलर UPS की स्थापना और प्रवर्तन पूरा हो गया और नया डेटा सेंटर उपयोग के लिए तैयार है। सभी सर्वर और नेटवर्क उपकरणों को जल्द ही डेटा सेंटर में ले जाया जाएगा।

ज्ञान संचार

पीएचडी कार्यक्रम

आरआरआई का एक व्यापक पीएचडी कार्यक्रम है जो उत्साही और प्रेरित छात्रों को अत्यधिक प्रतिस्पर्धी वैश्विक अनुसंधान समुदाय में शामिल होने का अवसर देता है। पीएचडी कार्यक्रम एक स्वाभाविक प्रक्रिया है जिसका उद्देश्य स्नातक छात्रों को उनकी पूर्ण रचनात्मक क्षमता को बढ़ाने और अनुसंधान करने की क्षमता विकसित करना है। आरआरआई छात्रों को बौद्धिक स्वतंत्रता की एक अत्युच्च डिग्री प्रदान करता है और उन्हें संस्थान में आयोजित अनुसंधान के चार व्यापक क्षेत्रों के भीतर अपने व्यक्तिगत रुचियों को आगे बढ़ाने की अनुमति देता है। आजादी का यह स्तर वैज्ञानिक कर्मचारियों और अन्य छात्रों के साथ लगातार औपचारिक और अनौपचारिक बातचीत के रूप में उचित मार्गदर्शन के साथ साथ छात्रों को न केवल स्वयं के लिए सोचने के लिए प्रोत्साहित करता है, बल्कि गंभीर रूप से दूसरों से भी सवाल करने के लिए प्रेरित करता है। विचारों और ज्ञान का एक नियमित आदान-प्रदान विज्ञान के प्रति एक खुले दिमागी दृष्टिकोण और सीखने की इच्छा को बढ़ावा देता है, जिसे हर जगह स्वीकार किया जाता है, जो शैक्षणिक क्षेत्र में सफलता के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है। संस्थान के भीतर ही अकादमिक सदस्यों के अलावा, पीएचडी कार्यक्रम के तहत स्नातक छात्रों को प्रासंगिक राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलनों और कार्यशालाओं की उपस्थिति के माध्यम से बड़े और अधिक विविध वैज्ञानिक समुदाय से अवगत भी कराया जाता है, जहाँ उन्हें अपने अनुसंधान के क्षेत्र में एक बड़ी तस्वीर पर परिप्रेक्ष्य मिलता है ।

आरआरआई के छात्र अपने पीएचडी की डिग्री के लिए जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय, नई दिल्ली के साथ पंजीकृत हैं। आरआरआई भारतीय विज्ञान संस्थान, बेंगलुरु के साथ संयुक्त खगोल विज्ञान कार्यक्रम (जेएपी) और राष्ट्रीय जीव विज्ञान केंद्र, बेंगलुरु के साथ भौतिकी और जीव विज्ञान कार्यक्रम में भी भाग लेता है। पीएचडी कार्यक्रम, प्रवेश आवश्यकताओं और प्रक्रिया के बारे में अधिक जानकारी संस्थान की वेबसाइट पर देखी जा सकती है।

2019-20 के दौरान, पीएचडी कार्यक्रम में देश भर के 105 छात्रों को नामांकित किया गया था और उन्होंने संस्थान में चार व्यापक शोध समूहों के वैज्ञानिक स्टाफ सदस्यों के साथ शोध किया ।

वर्ष के दौरान 10 पीएचडी थीसिस पूरे किए गए और समीक्षा के लिए प्रस्तुत किए गए:

क्र सं	नाम	शोध का शीर्षक
1	मीरा थॉमस	सर्फेक्टेंट-पॉली इलेक्ट्रोलाइट कम्प्लेक्सेस :स्ट्रक्चर एंड इंटरेक्शन्स
2	रस्ते जानकी धीरजलाल (जेएपी)	एनालिटिकल फोरमालिस्म टू स्टडी द 21cm सिग्नल फ्रॉम कॉस्मिक डॉन एंड एपोक ऑफ रिआयनाइजेशन
3	राज प्रिंस	मल्टी-वेवलेंथ डाटा एनालिसिस एंड थ्योरेटिकल मॉडलिंग ऑफ ब्लाजर फ्लेयर्स
4	सिमनराज सदना	ए फ्रेश लुक एट क्लासिकल थ्योरी ऑफ लाइट विथ ऍप्लिकेशन्स टू क्वांटम इंटरफेरोमेट्री
5	वरूण	अंडरस्टैंडिंग द मैग्नेटिक फील्ड कॉन्फ़िगरेशन इन एक्स-रे पल्सर्स थ्रू स्पेक्ट्रोस्कोपी एंड पोलारिमेट्री
6	सुशील दुबे	मैकेनिकल रेस्पॉन्सेस ऑफ न्यूरोनल सेल्स और स्पाइडर सिल्क
7	स्वामीनाथन के	सिंथेसिस एंड कैरक्टराइजेशन ऑफ सम डिस्कोटिक एम्फीफाइल्स
8	अशुतोष सिंह	क्रिएशन, कैरैक्टराइजेशन, एंड मैनिपुलेशन ऑफ क्वांटम इंटेंगलमेंट इन ए फोटोनिक सिस्टम
9	संजय कुमार बेहेरा	एन एक्सपेरिमेंटल स्टडी ऑफ द काइनेटिकली अरेस्टेड स्टेट्स ऑफ कोलाइडल सस्पेंशंस
10	शांतनु दास	नॉन इक्विलिब्रियम बिहेवियर इन सेल्फ - ड्रिवेन सिस्टम्स

सात पीएचडी शोधपत्र प्रदान किए गए:

क्र सं	नाम	शोध का शीर्षक
1	सेगीरेड्डी अनिरुद्ध रेड्डी	क्वांटम मेशरमेन्ट एंड क्लोनिंग ऑफ स्टेट्स
2	दीपक गुप्ता	फ्लक्चुएशन्स एंड लार्ज डिविएशन्स इन नॉन-इक्विलिब्रियम सिस्टम्स
3	नफीसा आफताब	ऑर्बिटल टेम्पोरल एंड स्पेक्ट्रल प्रॉपर्टीज ऑफ एक्स-रे बायनेरिज़
4	मधुकर एस	इन्फ्लुएंस ऑफ सम स्टेरोल्स एंड न्यूक्लियोटाइड्स ऑन द स्ट्रक्चर ऑफ सेल्फ-असेंबल्ड एम्फीफिलिक सिस्टम्स
5	कुमार शिवम	जिओमेट्री और फिजिक्स ऑफ एंटैंग्लमेंट
6	अश्वथनारायण गौड़ा एम	सिंथेसिस एंड कैरक्टराइजेशन ऑफ सम नॉवेल बनाना एंड डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल्स
7	वेंकट जगदीश रचूरी	इलेक्ट्रोकेमिकल स्टडीज ऑन फंक्शनलाइज्ड इंडियम टिन ऑक्साइड (आईटीओ) एंड ग्रेफाइट ऑक्साइड (जीओ) सरफेसेस

पोस्टडॉक्टरल अध्येतावृत्ति कार्यक्रम

आरआरआई एक पोस्टडॉक्टरल अध्येतावृत्ति कार्यक्रम प्रस्तुत करता है, जो वर्ष के दौरान आवेदनों के लिए खुला है। यह अध्येतावृत्ति शुरू में दो वर्षों की अवधि के लिए पेश है और समीक्षा के बाद इसे आमतौर पर तीन वर्षों तक बढ़ा दिया जाता है। पोस्टडॉक्टरल अध्येताओं से उम्मीद की जाती है कि वे स्वतंत्र रूप से काम करे और उन्हें इस बात की पूरी शैक्षणिक स्वतंत्रता हो कि वे अपनी खुद की शोध समस्या और सहयोगी का चयन कर सकें। यह अनिवार्य नहीं है कि एक पोस्टडॉक्टरल साथी आरआरआई के चार व्यापक अनुसंधान समूहों में से किसी के दायरे में काम करे या संस्थान के किसी विशिष्ट वैज्ञानिक स्टाफ से जुड़ा रहे । हालांकि, यह वांछनीय है कि उनके व्यावसायिक अनुसंधान के अभिरुचियों और अनुसंधान में पिछले अनुभव व संस्थान के चल रहे और परिकल्पित अनुसंधान योजनाओं में महत्वपूर्ण परस्पर व्याप्त हो । वैज्ञानिक कर्मचारियों के साथ पारस्परिक रूप से लाभकारी बातचीत की एक स्वस्थ मात्रा वांछित है ताकि सहयोग सफल हो सके। साथ ही संस्थान की शैक्षणिक गतिविधियों में अध्येताओं की भागीदारी और सह-मार्गदर्शक के रूप में छात्र पर्यवेक्षण को प्रोत्साहित किया जाता है, भले ही कोई शिक्षण जिम्मेदारियाँ न हों।

जिन उम्मीदवारों के पास पोस्टडॉक्टोरल शोधकर्ता के रूप में कम से कम एक वर्ष का अनुभव है और जिन्हें मूल और स्वतंत्र शोध करने में सक्षम होने का एक सिद्ध ट्रैक रिकॉर्ड है, वे आरआरआई में प्रस्तावित पंचरत्नम अध्येतावृत्ति की सीमित संख्या के लिए आवेदन दे सकते हैं। यहाँ भी, आवेदन पूरे वर्ष के लिए स्वीकार किए जाते हैं और संसाधन में लगभग 4 से 6 महीने लग जाते हैं। यह अध्येतावृत्ति 2+1 वर्षों के लिए है। पोस्टडॉक्टरल और पंचरत्नम अध्येतावृत्ति के बारे में अधिक जानकारी आरआरआई की वेबसाइट पर प्राप्त की जा सकती है।

वर्ष 2019-20 के दौरान आरआरआई में 19 पोस्टडॉक्टोरल और पंचरत्नम फैलो थे।

अनुसंधान सहायक कार्यक्रम

यह कार्यक्रम स्नातकों (बीएससी/बीई/बीटेक) और स्नातकोत्तर (एमएससी/एमटेक) को व्यावसायिक अनुसंधान कार्यों में से एक में हमारे शोध कर्मचारियों को शामिल करके संस्थान के अनुसंधान में भाग लेने और अनुसंधान में सहायता प्रदान करने का अवसर प्रदान करता है। ये अवसर तब उत्पन्न होते हैं जब अनुसंधान गतिविधि के लिए विशेष सहायता की आवश्यकता होती है, जो तकनीकी, अभिकलनीय या विश्लेषण है और जो संस्थान के अनुसंधान सुविधाओं के वैज्ञानिक और तकनीकी सदस्यों द्वारा न की जा सके । अनुसंधान सहायकों तब के लिए है जब अनुसंधान गतिविधि को अनुसंधान कार्य में विशेष सहायता की आवश्यकता होती है, जो 2 साल तक की अवधि के लिए हो सकती है। इस विशेष सहायता में इंजीनियरी और अभिकलनीय कौशल शामिल हो सकते हैं जो या तो संस्थान के इलेक्ट्रॉनिकी, अभिकलन और यांत्रिक इंजीनियरी समूहों में इस समय उपलब्ध नहीं हैं, या जहाँ उस समय अपेक्षित कार्य की मात्रा संस्थान के संसाधनों को अभिभूत करती है। प्रतिभागिता का उद्देश्य अनुसंधान सहायक को अनुसंधान में नौकरी लेने के लिए अनुसंधान संबल, विशेष रूप से प्रयोगात्मक विधियों में व्यावहारिक तकनीकी कौशल विकसित करने और आंतरिक अनुभव द्वारा सशक्त उच्च शिक्षा को आगे बढ़ाने के लिए प्रेरित करना है।

रिपोर्टाधीन वर्ष के दौरान, अनुसंधान सहायक कार्यक्रम के माध्यम से अनुसंधान गतिविधियों में 31 कर्मचारी शामिल थे।

अभ्यागत छात्र कार्यक्रम (वीएसपी)

इस कार्यक्रम का उद्देश्य है अत्यधिक प्रेरित छात्र, जो इस समय अपने स्नातक-पूर्व या निष्णात अध्ययन कर रहे हैं या जो अंतर वर्ष में हैं अर्थात अपने डिग्री के समापन के एक वर्ष के भीतर हैं, को अनुसंधान अनुभव प्रदान करना है । असाधारण हाई स्कूल के छात्रों को भी इस योजना के तहत प्रशिक्षु के रूप में स्वीकार किया जा सकता है। इस कार्यक्रम का उद्देश्य इन छात्रों के लिए संस्थान के अनुसंधान को प्रस्तुत करना और उन्हें कैरियर के तौर पर अनुसंधान लेने के लिए प्रेरित करना । आरआरआई के अनुसंधान कर्मचारी वीएसपी छात्रों को स्वीकार करते हैं ताकि स्नातक-पूर्व और निष्णात छात्रों की महत्वपूर्ण संख्या को प्रयोगात्मक, घटनात्मक और सैद्धांतिक भौतिकी/खगोल विज्ञान का अनुभव दिया जाए और जिससे अनुसंधान कैरियर में प्रवेश करने की प्रेरणा मिल सके । विशेष रूप से, आरआरआई के प्रायोगिक प्रयोगशालाएँ के छात्रों को आविष्कार, डिजाइन, विकास, निर्माण की उन गतिविधियों में भाग लेने और जटिल प्रणालियों को प्रवर्तित करने का अवसर प्रदान करती हैं, जो भौतिक विज्ञानों के अग्रणी क्षेत्रों की खोज करते हैं, साथ ही विज्ञान के लक्ष्यों के लिए जटिल प्रणालियों और उनके उद्देश्यपूर्ण डिजाइन को समझने के लिए आवश्यक सैद्धांतिक उपकरण की सीख देना । अभ्यागत छात्र कार्यक्रम के लिए नामांकन पूरे वर्ष खुला रहता है।

विश्वविद्यालयों में वर्तमान में दाखिला लेने वाले स्नातक-पूर्व और स्नातकोत्तर छात्र वीएसपी योजना के एक अलग हिस्से के रूप में संस्थान के एक शोध परियोजना में एक अनुसंधान स्टाफ सदस्य के साथ काम करके आरआरआई में अपने शोध ख्याति की ज़िम्मेदारी ले सकते हैं।

वर्ष 2019-20 के दौरान 89 छात्रों ने इस कार्यक्रम का लाभ उठाया। वर्ष के दौरान संस्थान में प्रशिक्षु करने वाले छात्रों की एक पूरी सूची परिशिष्ट VI में दी गई है।

शैक्षणिक गतिविधियाँ

सम्मेलन

संस्थान के सदस्य, सम्मेलनों और कार्यशालाओं में भाग लेने के लिए भारत के विभिन्न संस्थानों के साथ-साथ विदेशों का भी दौरा करते हैं। ये आयोजन बड़े पैमाने पर वैज्ञानिक समुदाय के साथ विचारों का आदान-प्रदान करने का अवसर प्रदान करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं और इस प्रकार अन्य संस्थानों के शोधकर्ताओं के साथ भविष्य के सहयोग के लिए मंच तैयार करते हैं। पिछले साल, संस्थान के वैज्ञानिक कर्मचारी और छात्रों ने भारत, ऑस्ट्रिया, बेल्जियम, कनाडा, चीन, फ्रांस, जर्मनी, इटली, मैक्सिको, नीदरलैंड, पोलैंड, सर्बिया, स्लोवेनिया, स्पेन स्विट्जरलैंड, यूके और यूएसए में कई सम्मेलनों में भाग लिया।

इसके अलावा, वैज्ञानिक स्टाफ के सदस्यों ने कई तरह की कार्यशालाओं, अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलनों, बहुराष्ट्रीय परियोजना बैठकों और प्रशिक्षण कार्यक्रमों में भाषण और निमंत्रित व्याख्यान दिए। आरआरआई की आउटरीच गतिविधियों के एक भाग के रूप में, सदस्यों ने देश भर के कॉलेजों का भी दौरा किया और विभिन्न शोध विषयों पर विशेष कार्यशालाओं का आयोजन किया, व्याख्यान, वार्ता और प्रस्तुतियाँ दीं।

संस्थान के सदस्यों द्वारा भाग लिए गए सम्मेलनों की पूरी सूची परिशिष्ट II में उपलब्ध है।

सेमिनार और संभाषण

विशिष्ट अनुसंधान विषयों पर किए जा रहे अनुसंधान से सभी सदस्यों को अद्यतन रखने के लिए संस्थान में नियमित रूप से सेमिनार आयोजित किए जाते हैं। ये अन्य संस्थानों के अभ्यागत शोधकर्ताओं द्वारा दी गई हैं और ये उन विषयों पर चर्चा पैदा करने के लिए उद्दिष्ट हैं जो आरआरआई सदस्यों के विशेष रुचि के हों और ये आरआरआई और आगंतुक संस्थान के बीच सहयोगी परियोजनाओं का गठन भी करते हैं।

गुरुवार का संभाषण संस्थान में आयोजित कार्यक्रम है जो आरआरआई के भीतर विभिन्न अनुसंधान समूहों के बीच ही नहीं बल्कि आरआरआई और आमंत्रित वक्ता और उनके संबद्ध संस्थान के बीच भी आगे की चर्चा को बढ़ावा देता है । उभरते हुए विज्ञान विषयों को शामिल करना और आरआरआई समुदाय के सदस्यों को विभिन्न अन्य विषयों के प्रसंग का परिचय पेश करके इस कार्यक्रम में एक अंतःविषय रस लाना इस संभाषण का उद्देश्य है।

पिछले वर्ष के दौरान, आरआरआई ने सेमिनार और संभाषण प्रस्तुत करने के लिए भारत और दुनिया भर के वक्ताओं को आमंत्रित किया। प्रस्तुतकर्ताओं की पूरी सूची और प्रस्तुत विविध विषय परिशिष्ट III में दिए गए हैं।

अभ्यागत विद्वान

संस्थान के सदस्यों और अन्य संस्थानों के विद्वानों के बीच बातचीत को और बढ़ाने के उद्देश्य से, आरआरआई वैज्ञानिकों, शोधकर्ताओं और इंजीनियरों की एक बड़ी संख्या द्वारा दौरे को सक्रिय रूप से प्रोत्साहित करता है। ये विद्वान संस्थान का दौरा करते हैं और आरआरआई के अपने सदस्यों की विशेषज्ञता से लाभान्वित होने के साथ-साथ नए विचारों और कौशलों का योगदान भी करते हैं। आरआरआई के दौरे कुछ दिनों से लेकर कुछ महीनों तक हो सकते हैं और ये अक्सर संस्थान के लिए फलदायक सहयोग और नई दिलचस्प परियोजनाओं के अवधारणा की ओर ले जाते हैं ।

पिछले साल भारतीय और अंतर्राष्ट्रीय संस्थानों दोनों से से कुल मिलाकर 104 विद्वान थे जिन्होंने आरआरआई का दौरा किया। आरआरआई इतने सारे शैक्षणिक आगंतुकों की मेजबानी करने में प्रसन्न है और संस्थान के अनुसंधान वातावरण की अद्भुत विविधता और गतिशीलता में योगदान देने के लिए उन सभी को धन्यवाद देता है ।

सभी आगंतुकों की एक सूची, वे कहाँ से आए और उन्होंने आरआरआई का दौरा कब किया, परिशिष्ट IV में पाई जा सकती है ।

विज्ञान मंच

वार्षिक रूप से बहुत बड़ी संख्या में प्रकाशित होने वाले लेख के कारण, इन दिनों किसी वैज्ञानिक के लिए अपनी विशेषज्ञता के क्षेत्र के बाहर चल रहे शोध के बीच रहना लगभग असंभव है। इस स्थिति को आंशिक रूप से ठीक करने के लिए, आरआरआई विज्ञान मंच की अवधारणा की गई थी और यह पहली बार 2014 को अस्तित्व में आया । वर्तमान शोध के विभिन्न विषयों पर चर्चा के लिए परिसर में सभी वैज्ञानिक सदस्यों को एक आकर्षक मंच प्रदान करना इस का लक्ष्य था। गौतम सोनी, अंदल नारायणन और नयनतारा गुप्ता इस नियमित कार्यक्रम के आयोजक हैं। यह आरआरआई विज्ञान मंच वैकल्पिक गुरुवार को 3:30- 4:30 अपराह्न के बीच आयोजित किया जाता है।

इस मंच के वार्ता में 2 भाग शामिल हैं, लगभग 20 मिनट की पहली परिचयात्मक चर्चा (जहाँ वैज्ञानिक स्टाफ सदस्य या पोस्टडॉक्टरल फेलो द्वारा एक बहुत ही बुनियादी स्तर पर गैर-विशेषज्ञों को इस विषय से परिचय कराया जाता है) जिस के बाद "विज्ञान वार्ता" (जहाँ पीएचडी छात्र द्वारा चुने गए पेपर को प्रस्तुत किया जाता है) सम्पन्न होता है ।

आमतौर पर, आरआरआई विज्ञान मंच के हिस्से के रूप में, रोमांचक नए परिणामों वाले पेपर जिन्हें अक्सर उस विशेष क्षेत्र में गंतव्य माना जाता है, को एक व्यापक और अधिक सामान्य दर्शकों के लिए प्रस्तुत किया जाता है। प्रस्तुति के आधार पर, अनौपचारिक चर्चा, प्रश्न और प्रदर्शनों को दृढ़ता से प्रोत्साहित किया जाता है जिससे प्रस्तुत कार्य की अंतर्निहित अवधारणाओं की बेहतर समझ हो सके। बदले में यह अक्सर आरआरआई वैज्ञानिक समुदाय के सदस्यों को काम करने के नए विचारों और नई शोध समस्याओं में परिणामित होता है। वर्ष 2019-2020 के दौरान यह मंच आरआरआई में किए गए अनुसंधान के विस्तार को जानने और सराहना करने का एक उपयोगी मंच बन गया है।

पिछले साल आरआरआई विज्ञान मंच की बैठकों के दौरान समीक्षा किए गए प्रकाशनों की एक सूची वार्षिक रिपोर्ट में परिशिष्ट V के रूप में संलग्न की गई है।

गैर शैक्षणिक गतिविधियाँ

आरआरआई विज्ञान और संबंधित विषयों पर संचार के लिए व्यापक समाज के साथ जुड़ा है। आरआरआई स्टाफ और छात्र नियमित रूप से भारत सरकार द्वारा आयोजित लोकप्रिय संगोष्ठियों, वार्ताओं, कार्यशालाओं और आउटरीच कार्यक्रमों में भाग लेते हैं। आरआरआई स्कूल और कॉलेज के छात्रों को भी परिसर में आने और संस्थान के वैज्ञानिक कर्मचारियों के साथ बातचीत करने के लिए आमंत्रित और स्वागत करता है। इन सामान्य मुलाकातों के अलावा, कई वर्षों में, कई कॉलेज के छात्रों ने गौरीबिदनूर क्षेत्र केंद्र पर परिष्कृत रेडियो दूरबीनों के साथ काम करने का अनुभव प्राप्त किया है। इसके अतिरिक्त, आरआरआई फेसबुक, ट्विटर, ब्लॉगस्पॉट्स, यूट्यूब और पत्रिकाओं के माध्यम से अपने नवीनतम अनुसंधान, घटनाओं, गतिविधियों और सामान्य समाचारों को साझा करता है। आरआरआई हर दो साल में एक बार, सिडनी, ऑस्ट्रेलिया में आयोजित इंटरनेशनल साइंस स्कूल में भारतीय हाई स्कूल के छात्रों के चयन और भागीदारी का समन्वय करता है। आउटरीच गतिविधियों के वैविध्य में भागीदारी के साथ ये सभी 2019-20 में जारी रहे। लोकप्रिय व्याख्यान, सेमिनार और कार्यशालाओं के रूप में आरआरआई सदस्य आउटरीच गतिविधियों की एक व्यापक सूची परिशिष्ट II में दी गई है। अन्य प्रमुख आउटरीच गतिविधियों के बारे में नीचे चर्चा की गई है।

आरआरआई 2019 सिडनी इंटरनेशनल साइंस स्कूल में प्रतिभाशाली भारतीय हाई स्कूल के छात्रों की भागीदारी की सुविधा प्रदान करता है।

सिडनी विश्वविद्यालय के भौतिकी फाउंडेशन द्वारा आयोजित चालीसवाँ प्रोफेसर हैरी मेसेल इंटरनेशनल साइंस स्कूल (आईएसएस) 2019 का आयोजन 7 से 20 जुलाई, 2019 के बीच संपन्न हुआ। ऑस्ट्रेलिया, चीन, जापान, भारत, न्यूजीलैंड थाइलैंड, यूके और यूएसए के कुल 126 छात्रों को 2019 के लिए छात्रवृत्ति से सम्मानित किया गया। रामन अनुसंधान संस्थान ने पूरे भारत के छात्रों के चयन का समन्वय किया और दो सप्ताह के कार्यक्रम में उनकी भागीदारी को सुविधाजनक बनाया। विज्ञान स्कूल में यशस्वी गदले, लक्षिका राठी, स्तुति खंडवाला, आयुष्मान त्रिपाठी और अंगिकर घोषाल ने भाग लिया।

आईएसएस 2019 का विषय था-फ्रंटियर विज्ञान और व्याख्यान दुनिया भर में किए जा रहे अत्याधुनिक वैज्ञानिक अनुसंधान पर आधारित थे। प्रख्यात शोधकर्ताओं द्वारा ज्ञानवर्धक और संवादात्मक वार्ता कार्यक्रम का मुख्य आकर्षण था । व्याख्यान में कण भौतिक विज्ञान, क्वांटम कंप्यूटिंग, जीनोमिक्स, खगोल विज्ञान, मशीन अधिगम, जलवायु परिवर्तन, विज्ञान और मनोविज्ञान में नैतिकता के मानक मॉडल सहित विलक्षण विज्ञान विषयों की एक विशाल सरणी शामिल थी। व्याख्यान के साथ-साथ हम व्यावहारिक प्रयोगशाला सत्रों में भी शामिल हुए और व्यावहारिक डीएनए निष्कर्षण, अवरक्त और परमाणु चुंबकीय अनुनाद स्पेक्ट्रोस्कोपी से लेकर मज़ेदार खेल खेलने और उनके पीछे के गणित का पता लगाने और यहां तक कि आभासी यथार्थ कार्यक्रमों में नृत्य करने जैसी मज़ेदार गतिविधियों के ढेरों काम में भी लगे रहे। टीम ने संग्रहालय यात्राओं, एक क्रूज पार्टी और एक डीजे नाइट का भी आयोजन किया था!

आईएसएस के एक हिस्से के रूप में बिताए पंद्रह दिन वास्तव में एक समृद्ध और आंख खोलने वाला अनुभव रहा है। प्रतिभागियों को वार्ता के बाद प्रश्न उत्तर सत्र के दौरान प्रमुख वैज्ञानिकों द्वारा उनके सवालों के जवाब दिए पाने का भी विशेषाधिकार प्राप्त था। इसके अलावा, यह एक अंतर्राष्ट्रीय कार्यक्रम होने के नाते, दुनिया भर के लोगों के साथ घुलने मिलने का अवसर मिला। संक्षेप में, इंटरनेशनल साइंस स्कूल एक प्रेरणादायक अनुभव रहा है और इसने प्रतिभागियों को विज्ञान के बारे में व्यापक दृष्टिकोण हासिल करने में सक्षम बनाया है।

आईएसएस 2019 में प्रतिभागियों का एक समूह फोटो

गौरीबिदानूर क्षेत्र केंद्र पर गतिविधियाँ

गौरीबिदानूर क्षेत्र केंद्र छात्र बातचीत और प्रशिक्षण का केंद्र बना रहा। स्कूल और कॉलेज के छात्रों को क्षेत्र केंद्र का दौरा करने के लिए आमंत्रित किया जाता है और कार्यशालाएं अक्सर आयोजित की जाती हैं। इच्छुक छात्रों को हर साल रेडियो खगोल विज्ञान में व्यावहारिक अनुभव प्रदान करने वाली दो कार्यशालाएं प्रदान की जाती हैं। एक तो हर साल गर्मियों में भारतीय खगोल-भौतिकी संस्थान के साथ संयुक्त रूप से आयोजित रेडियो खगोल विज्ञान में व्यावहारिक प्रशिक्षण का शिविर है, जबकि दूसरा, साल में दो बार अविनाश देशपांडे (एए) द्वारा आयोजित आकाश अवलोकन आव्यूह नेटवर्क (स्वान) के साथ व्यावहारिक अनुभव कार्यक्रम है । पिछले छह महीनों के दौरान क्षेत्र केंद्र पर संपन्न कार्यक्रमों का संक्षिप्त विवरण नीचे दिया गया है।

ज्यामिति और प्रकाशिकी पर कार्यशाला

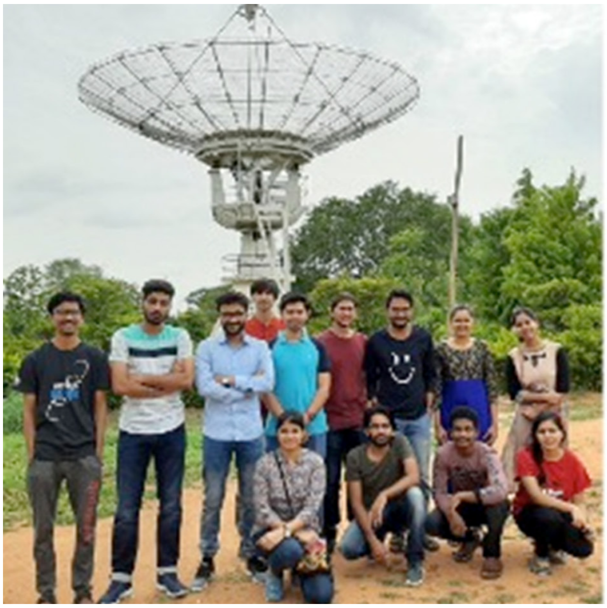
7-9 मई और 13 मई, 2019 को द होउडे अकादमी, शेन्ज़ेन, चीन के नौ उच्च माध्यमिक छात्रों के एक समूह के लिए क्षेत्र केंद्र पर ज्यामिति और प्रकाशिकी पर एक अनुभवात्मक अधिगम कार्यशाला आयोजित की गई । यह चीन छात्रों की इस तरह की दूसरी मुलाक़ात है।

रेडियो खगोल विज्ञान में व्यावहारिक अनुभव के लिए शिविर (चेरा)

IIA के सहयोग से इस वर्ष गर्मी में तेरह स्नातकपूर्व छात्रों के एक समूह के लिए रेडियो खगोल विज्ञान में व्यावहारिक अनुभव के लिए शिविर)चेरा(आयोजित किया गया । ये छात्र पूरे भारत के विभिन्न संस्थानों में से थे। स्कूल 21 जून से 7 जुलाई तक आयोजित किया गया था। छात्रों को रेडियो खगोल विज्ञान के मूल ज्ञान से परिचित कराया गया और उन्हें टिप्पणियों के लिए रेडियो दूरबीनों के उपयोग का व्यावहारिक प्रशिक्षण दिया गया। उदाहरण के लिए, उन्होंने स्टेशन पर 12-मीटर रेडियो दूरबीन का इस्तेमाल किया और कई गांगेय अनुदैर्ध्य से 21-सेमी स्पेक्ट्रा प्राप्त किया, जो आकाशगंगा के घूर्णन वक्र के निर्माण के लिए इस्तेमाल किया गया।

ग्रीष्मकालीन स्वान- चेरा 2019

स्वान में रुचि रखने वाले स्नातक और स्नातकोत्तर छात्रों को उचित अवसर प्रदान करने के हमारे निरंतर प्रयास में, 11-17 जून, 9-15 जुलाई, 16-22 जुलाई और 23-30 जुलाई के बीच इस गर्मी में चार बैचों में करीब बीस छात्रों को गौरीबिदनूर क्षेत्र केंद्र के दौरे की सुविधा दी गई । पिछले ऐसे अवसरों पर, उनके प्रत्येक एक सप्ताह के प्रवास ने उन्हें सामान्य रूप में रेडियो खगोल विज्ञान तकनीकों के बारे में जानने के लिए एक व्यवस्था प्रदान की, और विशेष रूप से स्वान चरण -0 (8 - स्टेशन) प्रणाली के साथ-साथ प्रणाली को निर्जन तरीके से संचालित करने और एकल स्टेशन और व्यतिकरणमापी प्रकार में परीक्षण / अवलोकन करने का अवसर प्रदान किया । इस प्रदर्शन और व्यावहारिक अनुभव के साथ, छात्रों को दूरस्थ पहुँच के माध्यम से सिस्टम का उपयोग करने में छात्रों को अपनी रुचि का अनुसरण करने के लिए प्रोत्साहित किया जाता है। भाग लेने वाले छात्र आईआईटी, आईआईएसईआर, एनआईटी और विश्वविद्यालयों सहित विभिन्न संस्थानों से संबद्ध थे।



पृष्ठभूमि के रूप में 12-मीटर रेडियो दूरबीन के साथ रेडियो खगोल विज्ञान में व्यावहारिक अनुभव के लिए ग्रीष्म शिविर के प्रतिभागी। शिविर में रवि सुब्रह्मण्यन (एए) का व्याख्यान शामिल था।

भारत अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान महोत्सव, 2019 में आरआरआई

भारत अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान महोत्सव (आईआईएसएफ,2019) का पाँचवाँ संस्करण विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय और पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और विज्ञान भारती द्वारा संयुक्त रूप से कोलकाता में 5 और 8 नवंबर 2019 के बीच आयोजित किया गया । 2016 के बाद से हर साल वर्तमान अनुसंधान क्षेत्र और पिछले वर्ष की अनुसंधान की मुख्य विशेषताओं का प्रदर्शन का मंडप स्थापित करते हुए आरआरआई इस विशाल कार्यक्रम में भाग लेता रहा है । 2019 मंडप में पैनल, ऑडियो / वीडियो सामग्री, लाइव प्रदर्शन और साथ ही रेडियो और एक्स-रे दूरबीन, एंटीना और संसूचकों के मॉडल प्रदर्शित किए

गए। आरआरआई के सदस्य सचिदानंद बारिक और संदीप के ने संस्थान का प्रतिनिधित्व किया और आगंतुकों के साथ बातचीत की।

मंडप ने परिसर में चार शोध समूहों पर अवलोकन पैनलों के साथ-साथ संस्थान, इसके पीएचडी, पोस्टडॉक्टरल, मुलाक़ाती छात्र कार्यक्रम, अनुसंधान सहायक कार्यक्रम और वर्तमान अनुसंधान गतिविधियों पर पैनल का एक अच्छा मिश्रण प्रदर्शित किया । अनुसंधान गतिविधियों के पैनल ने इन विषयों पर चर्चा की: आकाश अवलोकन आव्यूह नेटवर्क के डिजाइन और विकास के पीछे का उद्देश्य और कैसे इच्छुक छात्र सरणी नेटवर्क के उपयोग से सीधा डिजाइन चरण से अनुसंधान तक व्यावहारिक अनुभव प्राप्त कर सकते हैं; प्रारंभिक ब्रह्मांड, जब पहले तारों का गठन हुआ, के अध्ययन के लिए आरआरआई-निर्मित सटीक रेडियोमीटर सारस 3; गांगेय तल में तारा निर्माण की उच्च आवृत्ति (7-11 गीगाहर्ट्ज़) वर्णक्रमीय लाइन-निरंतरता अध्ययन के लिए बना एक नया संकर-दूरबीन; नैनोस्केल पर आकृतियों का अध्ययन करने के लिए कैसे नैनोस्केल जीवभौतिकी प्रयोगशाला के सदस्य आन्तरिक निर्मित नैनो छिद्र का उपयोग कर रहे हैं; अक्षतंतु में यांत्रिक विकृति के प्रभावों का अध्ययन करने के लिए आन्तरिक निर्मित सूक्ष्म-विस्तार रियोमीटर का उपयोग करके कोशिका जीवभौतिकी प्रयोगशाला के प्रयास; लेजर निर्मित जीवाणु पैदा करने में अत्यंत तेज और अरेखीय प्रकाशिकी प्रयोगशाला प्रयास और अज्ञात रचना की सामग्री के मूल विश्लेषण के लिए उनका प्रयोग ; चक्रण रव माप के प्रयोग से उच्च परिशुद्धता मैग्नेटोमेट्री का हालिया प्रदर्शन और विभिन्न अति सूक्ष्म स्थिति में परमाणु जनसंख्या के गैर- क्षोभीय खोज । अति निम्न रेनॉल्ड संख्या स्तरीय प्रवाह पर एक लाइव प्रदर्शन भी मंडप का हिस्सा था। चार दिनों में कई स्कूल और कॉलेज के छात्रों ने आरआरआई के मंडप का दौरा किया। आईआईएसएफ ने आरआरआई प्रतिनिधियों और व्यापक समाज के बीच सार्थक बातचीत और विचारों के आदान-प्रदान के लिए एक मंच के रूप में कार्य किया।

आईआईएसएफ 2019 में आरआरआई मंडप। (नीचे) RRI सदस्य आगंतुकों के साथ बातचीत करते हुए ।

वर्ग किलोमीटर आव्यूह (एसकेए) सप्ताह में आरआरआई की भागीदारी

हमारे संस्थान के छात्रों और कर्मचारियों ने कई अन्य शैक्षणिक संस्थानों और उद्योगों के साथ विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग (डीएसटी), परमाणु ऊर्जा विभाग (डीएई) और राष्ट्रीय विज्ञान संग्रहालय परिषद (एनसीएसएम) द्वारा आयोजित एक प्रमुख रेडियो खगोल विज्ञान और अभियांत्रिकी आउटरीच कार्यक्रम एसकेए-सप्ताह में भाग लिया । यह कार्यक्रम विज्ञान समागम- एक महत्वो विज्ञान कार्यक्रम का हिस्सा था और इसे मुंबई, बैंगलोर, कोलकाता और नई दिल्ली जैसे भारतीय शहरों में एक चलती-फिरती प्रदर्शनी के रूप में आयोजित किया गया था। इस प्रयास का उद्देश्य सार्वजनिक और छात्र आगंतुकों के बीच विज्ञान और इंजीनियरी के क्षेत्र में रुचि पैदा करना और इसे पेश करना था। विज्ञान समागम का बैंगलोर पैर 29 जुलाई से 28 सितंबर, 2019 के बीच विश्वेश्वरैया औद्योगिक और तकनीकी संग्रहालय (वीआईटीएम) में आयोजित किया गया था। RRI ने प्रदर्शनी की पूरी अवधि में सार्वजनिक दर्शन के लिए एसकेए स्टाल के आयोजन में और 10 से 14 सितंबर 2019 के बीच एसकेए - सप्ताह में विशेष रेडियो खगोल विज्ञान और अभियांत्रिकी व्याख्यान सत्र आयोजित करने में अन्य संस्थाओं के साथ भाग लिया है । खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी के छात्र सदस्य अदिति विजयन, आकाश कुमार पटवा, अश्विन देवराज, ईईजी के स्टाफ सदस्य राघवेंद्र राव के बी, मुगुनधन वी और पोस्टडॉक्टरल फैलो अंजन कुमार सरकार, क्षितिज केलकर और नरेंद्र नाथ पात्रा ने विभिन्न कार्यक्रमों में स्वेच्छा से भाग लिया। एए सदस्य एन उदयशंकर और ए ए देशपांडे द्वारा लोक विज्ञान के व्याख्यान दिए गए । श्री वाणी के एस, गिरीश बी एस, मुगुनधन वी, सोमशेखर आर और रघुनाथन ए द्वारा अभियांत्रिकी व्याख्यान दिए गए । हमारे पूर्व सहयोगी राजाराम नित्यानंद भी प्रथम दिन के रेडियो खगोल विज्ञान व्याख्यान दे रहे थे। हमारे आरआरआई स्टाफ के अलावा, रेडियो खगोल-विज्ञान राष्ट्रीय केंद्र (एनसीआरए), भारतीय खगोल भौतिकी संस्थान (आईआईए), भारतीय विज्ञान संस्थान (आई आईएससी), बिरला प्रौद्योगिकी और विज्ञान संस्थान (बिट्स गोवा), एनसीएसएम मुंबई के छात्र और संकाय और विभिन्न अन्य शिक्षण संस्थानों ने इस आयोजन की महत्वपूर्ण योजना और निष्पादन में भाग लिया। इस कार्यक्रम ने कई प्रतिभागियों को आकर्षित किया और कुल 1200 छात्रों ने एसकेए सप्ताह के कार्यक्रमों में भाग लिया।

एसकेए दो अलग-अलग महाद्वीपों में, सैकड़ों किलोमीटर में फैले दूरबीनों की एक सरणी होगी। पहले चरण में दक्षिण अफ्रीका के कारू क्षेत्र में लगभग 200 डिश होंगे और पश्चिमी ऑस्ट्रेलिया के मर्चिसन शायर (एमआरओ) में 130,000 से अधिक निम्न आवृत्ति वाले एंटेना होंगे, जो रेडियो आवृत्तियों के पूरक रेंज में अभूतपूर्व विस्तार से आकाश की निगरानी करेंगे। एसकेए अन्य तरंग दैर्ध्य में निर्मित होने वाली महान वेधशालाओं का पूरक होगा। एसकेए कमजोर ब्रह्मांडीय संकेतों के बहुत संवेदनशील मापन के लिए व्यतिकरणमापी अवधारणाओं के प्रयोग से बहुत बड़ी संख्या में एंटेना के संयोजन करेगा ।

भारत सहित कुल 13 देश वर्तमान में एसकेए को वित्त पोषण कर रहे हैं, जबकि लगभग 20 देशों में 1,000 से अधिक वैज्ञानिकों और इंजीनियरों का प्रतिनिधित्व कर रहे लगभग 100 संगठन हैं, जो इसके डिजाइन और विकास में भाग ले रहे हैं। आरआरआई दूरबीन के लिए महत्वपूर्ण संकेत प्रक्रमण संसाधन घटकों के डिजाइन में शामिल है। एसकेए आने वाले दशकों के लिए रेडियो खगोल विज्ञान में एक प्रमुख भूमिका निभाएगा और जब पूरा होगा तो पृथ्वी पर सबसे बड़ा रेडियो दूरबीन होगा।

एसकेए सप्ताह से चित्रों का एक कोलाज

आरआरआई परिसर में छात्रों का दौरा

संस्थान नियमित रूप से परिसर में छात्रों के दौरे की व्यवस्था करता है। दौरे में आमतौर पर आरआरआई सभागार में शोध कर्मचारियों के साथ एक अनौपचारिक बातचीत सत्र शामिल होता है। परिसर के कुछ प्रयोगशालाओं के दौरे कार्यक्रम के हिस्से के रूप में शामिल किए गए थे; ये आरआरआई में कुछ वर्तमान शोध गतिविधियों और अनुसंधान को सक्षम बनाने वाले "प्रयोगशाला-व्यवस्था" के बारे में सीखने के लिए था । आरआरआई संग्रहालय के सदैव लोकप्रिय निर्देशित दौरे के साथ संयुक्त यात्राओं न केवल छात्रों को वर्तमान और अतीत वैज्ञानिक अनुसंधान गतिविधियों को दृष्टिगत रूप से प्रभावित किया बल्कि संस्थान में वैज्ञानिकों और पीएचडी छात्रों के साथ सीधा संबंध भी बताया। 1 अप्रैल, 2019 और 31 मार्च, 2020 के बीच लगभग हजार छात्रों ने आरआरआई का दौरा किया। यात्राओं का संक्षिप्त विवरण नीचे दिया गया है।

24 अप्रैल को, श्री एम विश्वेश्वरैया इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, बैंगलोर के इलेक्ट्रॉनिकी इंजीनियरी विभाग के तीस छात्रों ने इलेक्ट्रॉनिकी इंजीनियरी समूह के प्रयोगशालाओं का दौरे के दौरान छात्रों ने ए रघुनाथन (ईईजी) और ईईजी के अन्य सदस्यों के साथ बातचीत की। शशिकुमार ने आरआरआई संग्रहालय के एक निर्देशित दौरे के साथ दौरे का समापन किया। 2 मई को आर्यभट फाउंडेशन, (ग्वालियर, एमपी) एक संगठन, जो युवा छात्रों में बुनियादी विज्ञान को बढ़ावा देने का प्रयास करता है, द्वारा छह मेधावी छात्रों ने आरआरआई का दौरा किया। ये छात्र राज्य स्तरीय आर्यभट खगोल विज्ञान प्रश्नोत्तरी 2018-19 के सर्वश्रेष्ठ कलाकार थे। के एस द्वारकानाथ (एए) ने छात्रों के साथ बातचीत की। इसके बाद ब्रह्माण्ड संबंधी पुनर्संयोजन और पुनः आयनीकरण प्रयोगशाला का दौरा किया गया। जिष्णु नंबिसन (एए) ने छात्रों के साथ बातचीत की और प्रयोगशाला में वर्तमान में चल रही अनुसंधान गतिविधियों के बारे में बताया। यह यात्रा आरआरआई संग्रहालय के निर्देशित दौरे के साथ संपन्न हुई। हाई स्कूल के तीस छात्रों ने 3 मई को **आरआरआई** संग्रहालय का दौरा किया, जो कि जे एन नक्षत्र-भवन, बैंगलोर द्वारा उनके लिए आयोजित एक ग्रीष्मकालीन पाठ्यक्रम के हिस्से के रूप में था। 8 मई को, इंडियन एकेडमी डिग्री कॉलेज, बेंगलुरु से तीस छात्रों और चार संकाय सदस्यों ने आरआरआई का दौरा किया। उदयशंकर (एए) ने सभागार में छात्रों के साथ बातचीत की। इसके बाद अंडाल नारायणन की क्वांटम प्रकाशिकी प्रयोगशाला का दौरा और आरआरआई संग्रहालय का एक निर्देशित दौरा था। जगदीस बोस नेशनल साइंस टैलेंट सर्च के सैंतीस छात्रों ने आरआरआई का दौरा किया। छात्रों ने आरआरआई सभागार में जोसेफ सैमुअल (टीपी) के साथ एक बातचीत सत्र किया, इसके बाद ईईजी प्रयोगशालाओं का दौरा किया। यह यात्रा आरआरआई संग्रहालय के निर्देशित दौरे के साथ संपन्न हुई। 24 जुलाई को कैम्ब्रिज इंटरनेशनल स्कूल से 12-13 साल की उम्र के पैंतीस छात्रों ने आरआरआई संग्रहालय का दौरा किया। 31 जुलाई को सेंट जोसेफ बॉयज़ स्कूल के पंद्रह छात्रों ने आरआरआई का दौरा किया। इस दौरे की शुरुआत आरआरआई सभागार में के एस द्वारकानाथ की बातचीत सत्र के साथ हुई, तत्पश्चात ईईजी प्रयोगशालाओं का दौरा और आरआरआई संग्रहालय के एक निर्देशित का दौरा किया गया 7 अगस्त को, चिन्मय अंतर्राष्ट्रीय आवासीय विद्यालय, कोयंबटूर के छब्बीस छात्रों और दो शिक्षकों ने आरआरआई का दौरा किया। जोसेफ सैमुअल (टीपी) ने घटना क्षितिज दूरबीन के जरिए ब्लैक होल और इसके हाल के प्रतिबिम्बन पर छात्रों के साथ बातचीत की । इसके बाद सायनतन मजूमदार की मृदु और अनुकूली सामग्री प्रयोगशाला और संदीप कुमार की रसायन विज्ञान प्रयोगशाला और आरआरआई संग्रहालय का दौरा किया गया। उनके पाठ्यक्रम के हिस्से के रूप में मणिपाल स्कूल ऑफ आर्किटेक्चर एंड प्लानिंग, मणिपाल एकेडमी ऑफ हायर एजुकेशन के एक सौ बीस छात्रों ने 8 और 9 अगस्त को चालीस छात्रों के तीन बैचों में आरआरआई का दौरा किया और आरआरआई परिसर में पुस्तकालय और अन्य भवन का दस्तावेजीकरण अध्ययन किया । जी बी सुरेश (ई तथा बी) ने इस अध्ययन में आने वाले छात्रों की सहायता की। इस अवधि के दौरान अगली यात्रा 23 अगस्त को हुई जब इलेक्ट्रॉनिकी और संचार अभियांत्रिकी विभाग, न्यू होराइजन कॉलेज ऑफ इंजीनियरिंग, बैंगलोर के तीस छात्रों ने आरआरआई का दौरा किया। आरआरआई सभागार में उदयशंकर (एए) के साथ एक बातचीत सत्र के बाद छात्रों ने ईईजी प्रयोगशाला और आरआरआई संग्रहालय का दौरा किया। अगली यात्रा संस्थापक दिवस (7 नवंबर) को थी जब परिक्रमा फाउंडेशन के करीब तीस छात्र और तीन शिक्षक, प्रेसीडेंसी स्कूल के छत्तीस छात्र और आठ शिक्षक और कौटिल्य विद्यालय के पचास छात्र और तीन कर्मचारियों ने संस्थापक दिवस समारोह के तहत आरआरआई का दौरा किया। दूसरी यात्रा 27 नवंबर को हुई जब नेशनल सेंटर फॉर लर्निंग के अट्ठाईस छात्र और स्टाफ ने आरआरआई का दौरा किया। यह यात्रा अंडाल नारायणन (एलएएमपी) के " क्वांटम प्रकाश: अभियांत्रिकी परिप्रेक्ष्य से" के विषय पर बातचीत सत्र के साथ शुरू हुई। इसके बाद रामन संग्रहालय का दौरा किया गया। दिन की कार्यसूची क्वांटम प्रकाशिकी प्रयोगशाला, अति तेज और अरेखीय प्रकाशिकी प्रयोगशाला और क्वांटम मिश्रण प्रयोगशाला का दौरा करने के साथ संपन्न हुआ। 18 दिसंबर को आनंद विद्यानिकेतन के तीस छात्र और तीन कर्मचारियों ने आरआरआई का दौरा किया। उदयशंकर एन (एए) ने आरआरआई सभागार में छात्रों के साथ बातचीत की। इसके बाद इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी समूह की प्रयोगशालाओं और रामन संग्रहालय का दौरा किया गया। सेंट एलॉयसियस कॉलेज से एमएससी रसायन विज्ञान के पच्चीस छात्रों ने 9 जनवरी को आरआरआई का दौरा किया। आरआरआई में यात्राओं के दौरान उन्होंने रसायन विज्ञान और एससीएम प्रयोगशाला सुविधाओं का दौरा किया। उन्होंने रामन संग्रहालय का भी दौरा किया। कर्नाटक के विभिन्न तालुकों में स्कूलों से लगभग सौ छात्र और कर्मचारियों ने 31 जनवरी को विजयन दर्शन कार्यक्रम के तहत आरआरआई का दौरा किया। यह भारत सरकार के विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग के समर्थन से कर्नाटक राज्य विज्ञान और प्रौद्योगिकी परिषद द्वारा आयोजित कार्यक्रम है। के एस द्वारकानाथ (एए) ने पृथ्वी: परिमाण अनुमान का आकार, आकृति और क्रम के विषय पर पर छात्रों के साथ बातचीत की बातचीत सत्र के बाद रामन संग्रहालय का दौरा किया गया। महिला सेवा समाज के सत्तर छात्रों ने 5 फरवरी को आरआरआई का दौरा किया। सुपर्णा सिन्हा (टीपी) के साथ छात्रों का ग्रहण पर एक संवादात्मक सत्र था, जिसके बाद रामन संग्रहालय का दौरा किया इस अवधि के दौरान अंतिम यात्रा राष्ट्रीय विज्ञान दिवस को हुआ जब खुला दिवस समारोह के भाग के रूप में गवर्नमेंट गर्ल्स हाई स्कूल, मल्लेश्वरम, श्री विद्या मंदिर, पूर्णाप्रज्ञा हाई स्कूल, केंद्रीय विद्यालय, गवर्नमेंट हाई स्कूल, मल्लेश्वरम, किशोर केंद्र, हिमांशु ज्योति कला पीठ, नागासेना स्कूल, नेशनल पब्लिक स्कूल, राजाजीनगर, स्टेला मैरीस गर्ल्स कॉन्वेंट स्कूल, न्यू होराइजन कॉलेज प्रत्येक में से 30 छात्र और आम जनता ने आरआरआई का दौरा किया।

आरआरआई की छात्र यात्राओं के दौरान छवियों का कोलाज

मीडिया में आरआरआई

विज्ञान की व्यावसायिक खोज एक अपेक्षाकृत व्यक्तिगत उद्यम या एक सामान्य लक्ष्य की ओर एक दूसरे के साथ सहयोग करते हुए कुछ वैज्ञानिकों की एक संयुक्त गतिविधि या सैकड़ों और यहां तक कि हजारों वैज्ञानिक, जो दुनिया भर में फैले हैं, को शामिल करती उद्यम हो सकती है। बाद में प्राप्त की गई कोई भी जानकारी या घटनाएँ उन प्रकाशनों के रूप में संप्रेषित की जाती हैं जो मुख्य रूप से साथी वैज्ञानिकों के लिए लक्षित हैं। स्पेक्ट्रम के दूसरे छोर पर आम जनता है जिसका पैसा इन वैज्ञानिक गतिविधियों को अधिकांशतः सक्षम करता है, लेकिन इसके लिए कोई भी समझदार नहीं हैं। मनुष्य की यह सहज जिज्ञासा है कि वे जिस प्राकृतिक दुनिया में रहते हैं, उसे जानना और समझना चाहते हैं और अंततः विज्ञान की इस जिज्ञासा को दूर करने के लिए विशेष रूप से प्रभावशाली युवा दिमागों में इस जिज्ञासा को उत्साहित करना भी विज्ञान को अंततः लाभ देगा । कारण जो भी हो, हर एक के लिए आसानी से समझ में आने वाली भाषा में व्यक्त "हाय-फाई" वैज्ञानिक अनुसंधान का संचार अत्यधिक वांछित है। इसके अतिरिक्त, यह लोकप्रिय विज्ञान लेख, स्निपेट और समाचारों का प्रसार इस तरह किया जाए कि अधिकतम आउटरीच हो। रामन अनुसंधान संस्थान इस अंतर को पाटने के लिए आरआरआई के शोध कर्मचारियों और छात्रों के शोध प्रकाशनों पर आधारित सामान्य लेखन को फेसबुक, ट्विटर और ब्लॉगपोस्ट पर पोस्ट करता है।

2017-18 के दौरान, आरआरआई ने सरकारी आरआरआई यूट्यूब चैनल शुरू करते हुए अनुसंधान संचार के लिए अपनी प्रतिबद्धता जारी रखी। चैनल प्लेलिस्ट में व्याख्यान, वार्ता, कार्यशालाएं, छात्र और पोस्टडॉक वीडियो और अभिलेखीय वीडियो शामिल हैं। नई प्लेलिस्ट जोड़ने के साथ, मौजूदा प्लेलिस्ट को नए वीडियो के साथ समय-समय पर अद्यतन किया जाएगा। 1 अप्रैल 2018 से 31 मार्च 2019 के बीच 34 फेसबुक पोस्ट, 39 ट्वीट और 7 ब्लॉग पोस्ट हुए हैं। हमारे कई पोस्ट और ट्वीटों को DST द्वारा पसंद किया गया और उन्होंने अपने आधिकारिक फेसबुक और ट्विटर पेज से रीट्वीट किया है। अब हमारे पीछे 7486 से अधिक लोग हैं और ट्विटर पर 3038 लोग पढ रहे हैं और हमारी पोस्ट पर टिप्पणी कर रहे हैं। 16 मार्च 2018 को आरआरआई यूट्यूब चैनल का शुभारंभ किया गया। तब से चैनल 141 वीडियो के साथ 14 प्लेलिस्ट को शामिल करने के लिए बढ़ गया है जो कि लोक – दर्शन के लिए खुले हैं।

विज्ञान के बेहतर प्रसार और संचार को सक्षम करने के लिए, विज्ञान प्रसार के माध्यम से डीएसटी, डीबीटी आदि ने स्वायत्त निकायों से अनुसंधान के प्रसार के लिए एक आधिकारिक मंच विज्ञान समचार शुरू किया। आरआरआई सक्रिय रूप से डीएसटी के साथ अपने हालिया शोध को साझा करता है जो विज्ञान समचार और डीएसटी की वेबसाइटों में प्रकाशित होते हैं। जनवरी 2020 में विज्ञान समचार की शुरुआत के बाद से, आरआरआई अनुसंधान पर चौदह कहानियाँ तैयार की गई हैं। इसने समाचार और प्रिंट मीडिया में कई लेख प्रकाशित किए हैं। आरआरआई विज्ञान और घटनाओं की कहानियां द हिंदू, टाइम्स ऑफ इंडिया, डेक्कन हेराल्ड, फाइनेंशियल टाइम्स, इंडियन एक्सप्रेस आदि जैसे सभी प्रमुख समाचार पत्रों में दिखाई दी हैं जबकि ऑनलाइन मीडिया में उनकी उपस्थिति अन्य बातों के अलावा इंडस डिक्टम और अनुसंधान मामलों के माध्यम से है।

अर्द्धवार्षिक आरआरआई न्यूज़लैटर एक और ऐसा प्रयास है जो अपने विज्ञान लेखों के माध्यम से संस्थान के हालिया शोध पर प्रकाश डालता है। लेख ऐसी भाषा में लिखी गई हैं जो व्यापक समुदाय के साथ संस्थान के रोमांचक अनुसंधान को साझा करने में सक्षम बनाता हो । न्यूज़लेटर आरआरआई सदस्यों, सहयोगियों और आम जनता को हाल के समाचारों और विभिन्न गतिविधियों के बारे में, जो संस्थान के दैनिक कामकाज का हिस्सा हैं, को अद्यतन करने के उद्देश्य से कार्य करता है । इन सभी पोस्ट, ट्वीट, ब्लॉग, वीडियो और न्यूज़लेटर के आसान पहुँच को सक्षम करने के लिए "मीडिया में आरआरआई" के लिंक को आरआरआई होमपेज पर बनाया गया है।

राजभाषा गतिविधियाँ

संस्थान का राजभाषा)रा भा (विभाग संस्थान क`दैनंदिक सरकारी कामकाज म`हिन्दी क`परयोग और कार्यान्वयन को बढ़ावा देने के लिए कटिबद्ध हैं। इस विभाग की मुख्य ज़िम्मेदारी राजभाषा अधिनियम के बारे में जागरूकता पैदा करना और संस्थान को प्रति वर्ष राजभाषा विभाग द्वारा जारी वार्षिक कार्यक्रम में निर्धारित लक्ष्यों को प्राप्त करने में मदद करना है।

रिपोर्टाधीन वर्ष के दौरान निम्नलिखित गतिविधियाँ हुईं ।

- सामान्य आदेश, सूचनाएँ, विज्ञापन, प्रेस विज्ञप्तियाँ/ टिप्पणियाँ, संविदाएँ, निविदा फार्म और निविदा सूचनाएँ द्विभाषी रूप में निकाली गई। राजभाषा अधिनियम की धारा 3(3) का शत प्रतिशत अनुपालन किया गया ।
- हिन्दी में प्राप्त पत्रों के उत्तर हिन्दी में ही दिए गए ।
- समय-समय पर संस्थान की वेबसाइट का हिंदी संस्करण अद्यतन किया जाता है ।
- संस्थान में उपयोग किए जा रहे सभी फॉर्म और मानक प्रारूप द्विभाषी बनाए गए ।
- हिन्दी के प्रगामी प्रयोग से सम्बंधित तिमाही प्रगति रिपोर्ट नियमित तौर पर विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय, क्षेत्रीय कार्यान्वयन कार्यालय और नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति को भेजी जाती हैं ।
- वार्षिक रिपोर्ट को अंग्रेजी और हिंदी दोनों संस्करणों में प्रकाशित किया गया है।
- सितंबर 2019 के माह में हिन्दी पखवाड़ा मनाया गया जिस के अंतर्गत स्टाफ के लिए विभिन्न प्रतियोगिताएँ आयोजित की गईं जैसे निबंध लेखन, मौखिक प्रश्नोत्तरी, अंताक्षरी, प्रशासनिक शब्दावली, वर्ग पहेली, कविता पठन और वार्तालाप ।
- 26.09.2019 को संस्थान में हिन्दी दिवस समारोह मनाया गया । समारोह के मुख्य अतिथि श्री सौरभ मॉडल, वैज्ञानिक ई, कृत्रिम ज्ञान तथा रोबोटिकी केंद्र, बेंगलुरु ने "प्राकृतिक आपदाओं के लिए वैकल्पिक संचार व्यवस्था" पर एक सूचनापरक और ज्ञानवर्धक व्याख्यान दिया ।
- हिंदी कार्यशालाएं समय-समय पर आयोजित की गईं और इन कार्यशालाओं में विशेषज्ञों द्वारा (ए) फोनेटिक टंकण और वाइस टंकण (बी) प्राकृतिक आपदाओं के लिए वैकल्पिक संचार व्यवस्था (सी) संपर्क भाषा: हिन्दी या हिन्दुस्तानी तथा (डी) सेवा पंजी प्रविष्टियाँ पर व्याख्यान दिए गए । इसके अतिरिक्त, सभी विभागों के लिए नियमित रूप से टेबल वर्कशॉप और आंतरिक निरीक्षण किए गए।
- राजभाषा कार्यान्वयन समिति की बैठकें समय-समय पर विशिष्ट कार्यसूची सहित आयोजित की गईं । बैठक में लिए गए निर्णयों पर ठोस कार्यवाही सुनिश्चित की गई।
- संस्थान ने वर्ष के दौरान आयोजित नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति की बैठकों में सक्रिय रूप से भाग लिया।
- "आज का शब्द" और "आज का विचार" को उसके हिंदी समकक्ष के साथ संस्थान के सूचना पट्ट पर दैनिक आधार पर प्रदर्शित किया जाता है।
- अधिकारियों द्वारा उपयोग के लिए हर महीने मुख्य बुलेटिन बोर्डों पर दस वाक्यांश इसके हिंदी समकक्षों के साथ अंग्रेजी में प्रदर्शित किए जाते हैं।

अन्य

2019-20 के दौरान, आरआरआई ने "आयोजन" नामक खंड के तहत विस्तार से वर्णित सम्मेलनों, बैठकों और कार्यशालाओं का आयोजन किया। अन्य कार्यक्रमों में नियमित कर्मचारियों की सेवा-निवृत्ति, खेल टूर्नामेंट, संगीत कार्यक्रम और कई सांस्कृतिक कार्यक्रम शामिल हैं, जिसमें आमंत्रित कलाकार और स्वयं आरआरआई सदस्य शामिल हैं।

आयोजन

आंतरिक बैठक, 2019

आरआरआई आंतरिक बैठक एक वार्षिक आयोजन है जिसका उद्देश्य अपने वैज्ञानिक कार्यों को साझा करने के लिए विभिन्न अनुसंधान समूहों में अनुसंधान और संबंधित गतिविधियों में कार्यरत संस्थान के सदस्यों को एक साथ लाना है। इस वर्ष की बैठक 3 और 5 अप्रैल के बीच आयोजित की गई थी। जैसी परंपरा है, यह कार्यक्रम तीसरे वर्ष के डॉक्टरेट छात्रों द्वारा आयोजित किया गया था। इस कार्यक्रम का उद्देश्य एक मंच प्रदान करना है जहां छात्र और संकाय न केवल अपने समूह के भीतर बल्कि अन्य समूहों के साथ विचारों का आदान-प्रदान करते हैं। यह बैठक इस लक्ष्य को प्राप्त करने में सफल रही है।

आरआरआई सदस्यों की सक्रिय भागीदारी रही, जिसके परिणामस्वरूप संस्थानभर में विविध शोध गतिविधियों के प्रदर्शन में प्रत्येक 20 मिनट की अवधि की 34 वार्ताएं, और 23 पोस्टर प्रस्तुतियों का प्रदर्शन किया गया। इस बैठक में संस्थान के अनुसंधान के कुछ अद्यतन प्रयोग प्रदर्शन भी शामिल थे। सभी तीन दिनों में सत्र सुबह 9:30 बजे शुरू हुआ और देर शाम तक चर्चा जारी रही। आंतरिक बैठक के अंतिम सत्र में खुली चर्चा में उत्साही भागीदारी देखी गई, एक ऐसा सत्र जो आरआरआई के सभी सदस्यों को उनके शैक्षिक के साथ-साथ आरआरआई में उनके जीवन के अन्य पहलुओं पर चर्चा करने और उन समस्याओं के बारे में बताने की अनुमति देता है। चर्चा के विषयों में से कुछ आरआरआई में समर्पित अभिकलनीय सुविधा, बढ़ती छात्र आबादी की जरूरतों को पूरा करने के लिए छात्रावासों में बेहतर बुनियादी सुविधाओं और रहने की जगह के साथ-साथ कैंटीन में स्वस्थ और स्वच्छ भोजन के लिए सर्वोत्तम पद्धतियों के बारे में चर्चा की आवश्यकता थी। आंतरिक बैठक में एक वैज्ञानिक प्रश्नोत्तरी प्रतियोगिता, फोटोग्राफी प्रतियोगिता और व्यापारिक डिजाइन प्रतियोगिता भी शामिल थी। बैठक का समापन एक जीवंत सांस्कृतिक संध्या के साथ हुआ, जिसके बाद एक रात्रि महाभोज का भी आयोजन हुआ।

(ऊपर) आरआरआई सभाभवन में एक आंतरिक वार्ता के दौरान, (नीचे) सांस्कृतिक संध्या के दौरान

आरआरआई विशेष व्याख्यान

व्याख्यान 1 - मन और ब्रह्मांड

श्री एम, एक प्रसिद्ध आध्यात्मिक मार्गदर्शक, समाज सुधारक और शिक्षाविद ने आरआरआई सभाभवन में 26 वें अप्रैल को "मन और ब्रह्मांड" के शीर्षक पर व्याख्यान दिया । श्री एम "द सत्संग फाउंडेशन" के संस्थापक हैं, जो वर्तमान में आंध्र प्रदेश, एनसीआर, आदि में शिक्षा, स्वास्थ्य और पर्यावरण के क्षेत्रों में कई सामाजिक पहल करते हैं। उनका संदेश रहस्यमय अन्तर्भाग की खोज करके प्रत्येक मनुष्य में जन्मजात अच्छाई की तालीम के लिए सभी धर्मों के बाहरी खोल को पार करने की कोशिश करता है। इस व्याख्यान को सुनने के लिए https://www.youtube.com/watch?v=6yUcVlsr9Fg को देखें ।

व्याख्यान 2 - भाषा विविधता, अस्वरता और भविष्य

प्रोफेसर गणेश देवई एक प्रसिद्ध विद्वान, सांस्कृतिक कार्यकर्ता और एक स्व-प्रशिक्षित भाषाविद हैं। उन्होंने भारत के लोगों का भाषाई सर्वेक्षण में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाई, जो भारत की बोली जाने वाली भाषाओं के बारे में ज्ञान को अद्यतन करने के लिए चालू किया गया एक विशाल कार्य है। उन्होंने कईयों के लिए हमारे देश के स्वदेशी समुदायों से शिक्षा के द्वार खोलते हुए, छब्बीस भाषाओं में साहित्य का प्रचार और प्रकाशन किया है। उन्होंने 22 अक्टूबर, 2019 को आरआरआई का दौरा किया और "भाषा विविधता, अस्वरता और भविष्य" के शीर्षक पर व्याख्यान दिया । इस व्याख्यान को सुनने के लिए https://www.youtube.com/watch?v=szk_tGn1OVw को देखें ।

व्याख्यान 3 - भारत में पारिस्थितिकी, विकास और लोकतंत्र पर विचार

8 नवंबर, 2019 को भारतीय राजनीति में व्यापक रूप से सम्मानित और लोकप्रिय आवाज श्री जयराम रमेश ने "भारत में पारिस्थितिकी, विकास और लोकतंत्र पर विचार" नामक एक विशेष व्याख्यान दिया। इस समय वे राज्य सभा में कर्नाटक का प्रतिनिधित्व करने वाले संसद सदस्य हैं और साथ ही विज्ञान और प्रौद्योगिकी, पर्यावरण एवं वन पर संसदीय स्थायी समिति के अध्यक्ष भी हैं। इस व्याख्यान को सुनने के लिए https://www.youtube.com/watch?v=H__JqzXUVqU को देखें ।

(बाएं) श्री एम अपना व्याख्यान देते हुए, **(दाएं)** व्याख्यान के बाद दर्शकों के साथ बातचीत के दौरान

बाएं: गणेश देवई (ऊपर) और जयराम रमेश: **दाएं:** पुस्तकालय में अनौपचारिक बातचीत सत्र के दौरान

संस्थापक दिवस समारोह

संस्थान ने प्रेसीडेंसी स्कूल और परिक्रमा फाउंडेशन, बेंगलुरु और कौटिल्य विद्यालय, मैसूरु के लगभग 120 छात्रों को संस्थान का दौरा करने और संकाय और पीएचडी छात्रों से बातचीत करने के लिए आमंत्रित करते हुए संस्थापक दिवस (7 नवंबर, सर सी वी रामन का जन्मदिन) मनाया। था। टीपी और एससीएम समूह ने एससीएम भवन और रसायन विज्ञान प्रयोगशाला के कॉफी लाउंज क्षेत्र में कई दिलचस्प प्रदर्शन स्थापित किए, जबकि एलएएमपी सदस्यों के लिए लेजर आधारित व्यतिकरण प्रयोगों को प्रदर्शित करने के लिए लाइब्रेरी के प्रवेश स्थान को एक अंधेरे कमरे में बदल दिया गया। ईईजी के दौरे में उनके प्रयोगशालाओं और सरल वैज्ञानिक प्रदर्शनों का एक निर्देशित दौरा शामिल था, जबकि एमईएस कार्यशाला के सदस्यों ने छात्रों को सीएनसी मशीन और खराद का उपयोग करते हुए घटक निर्माण का लाइव प्रदर्शन दिया। छात्रों को रामन संग्रहालय का एक निर्देशित दौरा भी दिया गया, जबकि लाइब्रेरी के दौरे ने छात्रों को लाइब्रेरी के सदस्यों द्वारा तैयार की गई तस्वीरों के कोलाज के माध्यम से रामन के जीवन की एक झलक दी। बेहतर बातचीत और एक शानदार अनुभव की सुविधा के लिए, दौरा करने वाले छात्रों को 15 सदस्यों के छोटे बैचों में विभाजित किया गया और साथ ही साथ स्वयंसेवकों की एक सक्षम टीम द्वारा उपरोक्त स्थानों पर ले जाया गया था जिसमें प्रशासन के सदस्य शामिल थे। दोपहर के भोजन में एक अनौपचारिक व्यवस्था थी जहां आगंतुक और आरआरआई संकाय ने पारस्परिक हित के विषयों पर चर्चा की।

क्वांटम फ्रंटियर्स एवं सिद्धांत, 2020 पर सम्मेलन

हाल ही के समय में क्वांटम यांत्रिकी के मूलभूत पहलुओं की जांच के विषय में उल्लेखनीय विकास हुआ है, जिसमें सैद्धांतिक विचारों और प्रायोगिक अध्ययनों के बीच एक अंतरंग कड़ी शामिल है, विशेष रूप से, प्रासंगिक कार्यान्वयन उन्मुख प्रौद्योगिकियों में असाधारण प्रगति से उपजी है। इस तरह के विकास में क्वांटम प्रणालियों की सुसंगत तैयारी और हेरफेर शामिल हैं जैसे कि फोटॉन, इलेक्ट्रॉन, न्यूट्रॉन, आयन और अणु। इसने क्वांटम यांत्रिकी, सूचना सिद्धांत अध्ययन और तकनीकी रूप से प्रासंगिक अनुप्रयोगों जैसे क्वांटम अभिकलन, क्वांटम संचार, क्वांटम संवेदन और मापिकी के साथ-साथ अन्य क्वांटम-सक्षम प्रौद्योगिकियों के बीच एक समृद्ध परस्पर क्रिया को जन्म दिया है।

इस पृष्ठभूमि में, द्वितीय क्वांटम फ्रंटियर्स एवं सिद्धांत सम्मेलन (क्यूएफएफ) 13-18 जनवरी के बीच आरआरआई में आयोजित किया गया। सम्मेलन का उद्देश्य मौलिक अध्ययन और सीमावर्ती अनुप्रयोगों के बीच आगे के तालमेल को विकसित करने के लिए गंभीर रूप से संभावनाओं पर विचार-विमर्श हेतु प्रासंगिक प्रयोगवादियों और सिद्धांतकारों को एक साथ लाने के लिए है।

सम्मेलन के उद्देश्य दो गुना थे। पहले तो भारत में अधिकांश क्वांटम सूचना विज्ञान सम्मेलनों में सैद्धांतिक दृष्टिकोण आधारित मूलभूत विकास की ओर ध्यान केंद्रित किया गया, क्यूएफएफ 2020 का उद्देश्य सैद्धांतिक अध्ययन और उनकी प्रयोगात्मक वास्तविकताओं दोनों के लिए समान भार के साथ मौलिक अध्ययन और सीमावर्ती अनुप्रयोगों के बीच तालमेल बनाना है। दूसरे, बेहतर इंजीनियरिंग तकनीकों के त्वरित विकास और सुरक्षित क्वांटम संचार और अभिकलन में मौलिक दृष्टिकोण के साथ, इन प्रगति के आधार पर क्वांटम-सक्षम प्रौद्योगिकियां व्यावसायिक रूप से उपलब्ध हो रही हैं। इस वजह, क्यूएफएफ 2020 ने नवीनतम अनुसंधान प्रगति के साझाकरण को सक्षम करके और इस क्षेत्र में मूलभूत विशेषज्ञों तथा बढ़ती उत्पाद-आधारित पहलों के बीच सहयोग के अवसरों को बढ़ावा दे करके शिक्षा और उद्योग के बीच की खाई को पाटने का भी इरादा किया है।

सम्मेलन के दौरान प्रमुख अहसास सुरक्षित क्वांटम संचार और अन्य क्वांटम-सक्षम प्रौद्योगिकियों के क्षेत्रों में उनके प्रतिष्ठित समकक्षों पर क्वांटम लाभ का प्रभाव था। विशेष रूप से, क्वांटम-संवर्धित संचार सुरक्षा के विश्व व्यापी प्राप्ति की दिशा में उपग्रह-आधारित दृष्टिकोण की भूमिका पर चर्चा के लिए समर्पित दिन में, विभिन्न अंतरराष्ट्रीय विशेषज्ञों द्वारा बताया गया था कि उपग्रह-आधारित प्रयासों का प्रचार और समर्थन महत्वपूर्ण है । इस कार्यक्रम ने शिक्षा और उद्योग दोनों में इस दिशा में विभिन्न विश्वव्यापी पहलों के बीच और सहयोग को बढ़ावा देने में मदद की।

सम्मेलन में दैनिक उपस्थिति लगभग 110 लोगों की थी। इसमें प्रमुख रूप से 40 आमंत्रित वक्ता शामिल थे: राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय, माइक्रोसॉफ्ट, कैम्ब्रिज क्वांटम इत्यादि उद्योगों के 4 प्रतिनिधि, चीन के विज्ञान और प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय के 4 अकादमिक प्रतिनिधि, विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग, इलेक्ट्रानिकी और सूचना प्रौद्योगिकी मंत्रालय आदि जैसे मंत्रालयों से और भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन जैसे सरकारी संगठन से कुछ प्रतिनिधि और मानद अतिथि और क्वांटम सूचना विज्ञान के क्षेत्र में अन्य संकायों और युवा शोधकर्ताओं से लगभग 55 योगदानकर्ता प्रस्तुतियों / भागीदारी। सम्मेलन में चीन के विज्ञान और प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय से प्रोफेसर जियान वेई पैन द्वारा दिया गया "क्वांटम लीप: फ्रॉम टेस्ट ऑफ़ क्वांटम फाउंडेशन्स टू न्यू क्वांटम टेक्नोलॉजीज" का एक सार्वजनिक व्याख्यान भी शामिल था। इस सार्वजनिक व्याख्यान में लगभग 150 लोगों ने भाग लिया।

यह सम्मेलन क्यूएफएफ श्रृंखला का दूसरा संस्करण था, जो वर्तमान में द्विवार्षिक कार्यक्रम है। विदेशी प्रतिभागियों की संख्या में महत्वपूर्ण वृद्धि के साथ यानी क्यूएफएफ 2018 की तुलना में आमंत्रित और योगदानकर्ता वक्ताओं में, यह काफी स्पष्ट था कि क्यूएफएफ श्रृंखला वैश्विक महत्व के साथ-साथ सराहना प्राप्त कर रही है। अंतर्राष्ट्रीय विशेषज्ञों का प्रतिनिधित्व दुनिया भर से समान रूप से वितरित किया गया था। पहली बार भारत में क्वांटम की जानकारी के एक अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन में शिक्षाविदों के अलावा, इस क्षेत्र के कुछ प्रमुख उद्योगों से भी काफी भागीदारी थी। इस संबंध में, अंतर्राष्ट्रीय और राष्ट्रीय विशेषज्ञों के साथ-साथ अन्य गणमान्य लोगों द्वारा यह सिफारिश की गई थी कि यह श्रृंखला द्विवार्षिक रूप से होती रहे और यह भविष्य के प्रत्येक संस्करण में चौड़ाई और गहराई दोनों में बढ़ती रहे ।

(ऊपर) आरआरआई मुख्य भवन के सामने सम्मेलन के प्रतिभागियों की समूह तस्वीर। **(नीचे बाएं)** प्रोफेसर जियान वेई पैन के साथ चर्चा में उर्वशी सिन्हा; **(नीचे दाएं)** आरआरआई के क्वांटम सूचना और अभिकलन प्रयोगशाला के सदस्य जिन्होंने विज्ञान और प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, चीन के साथ सम्मेलन का आयोजन किया।

राष्ट्रीय विज्ञान दिवस समारोह

स्कूली बच्चों और आम लोगों के बीच विज्ञान के प्रचार को बढ़ावा देने के उद्देश्य से, रामन अनुसंधान संस्थान ने अपने राष्ट्रीय विज्ञान दिवस (28 फरवरी) उत्सव के भाग के रूप में एक "मुक्त दिवस" की मेजबानी की। दिन के दौरान विभिन्न सरकारी और निजी स्कूलों, कॉलेजों के छात्र और आम जनता ने संस्थान का दौरा किया। गवर्नमेंट गर्ल्स हाई स्कूल, श्री विद्या मंदिर, पूर्णप्रज्ञा हाई स्कूल, केंद्रीय विद्यालय, गवर्नमेंट हाई स्कूल, किशोर केंद्र, हिमांशु ज्योति कला पीठ, नागासेना स्कूल, नेशनल पब्लिक स्कूल, स्टेला मैरीस गर्ल्स कॉन्वेंट और न्यू होराइजन कॉलेज बेंगलुरु के कुछ स्कूल और कॉलेज हैं जिन्होंने दौरा किया ।

संस्थान के पीएचडी छात्रों और कर्मचारियों द्वारा बुनियादी विज्ञान की व्याख्या करने वाले विभिन्न प्रकार के प्रदर्शनों पर विचार किया गया और निष्पादित किया गया। चार अनुसंधान समूहों के साथ-साथ पुस्तकालय, यांत्रिक इंजीनियरी सेवाएँ (एमईएस) और इलेक्ट्रॉनिकी इंजीनियरी ग्रुप (ईईजी) सहित सुविधाओं के सदस्यों को उत्साहपूर्वक प्रयोगों का प्रदर्शन करते हुए और आगंतुकों के साथ बातचीत करते हुए देखा गया। प्रयोगों की एक झलक नीचे दी गई है।

प्रकाश व पदार्थ भौतिकी (एलएएमपी) समूह के "अंध कक्ष" का आगंतुक कई ऐसे प्रयोगों के गवाह बने, जो प्रकाश-पदार्थ संपर्क में मूलभूत अवधारणाओं की व्याख्या करते हैं। सांद्रण प्रवणता युक्त एक चीनी के घोल के उपयोग ने प्रकाश को मोड़ने और अपवर्तन व किसी माध्यम के अपवर्तक सूचकांक की भूमिका पर सवाल पूछने के लिए प्रेरित किया, जबकि एक अन्य प्रयोग में चीनी के घोल ने एक ध्रुवीकरण माध्यम के रूप में कार्य किया, जिससे ध्रुवीकरण जैसी अवधारणाएं सामने आईं। लेज़र सूचक युक्त एक सामान्य संकर्तन उस्तरा

के बीच में संकीर्ण स्लिट का उपयोग प्रसिद्ध यंग के डबल स्लिट प्रयोग को फिर से जिलाने के लिए किया गया । दो अलग-अलग प्रकार के पिन होल कैमरा का निर्माण किया गया और प्रतिकृति बनाने के लिए उसे काम में लाया गया। एक कांच की छड़ का एक हिस्सा जो बीकर में एक घोल में डुबाया गया था जादुई रूप से गायब हो गया; यह इस तथ्य के कारण था कि छड़ और तरल के अपवर्तक सूचकांक समान थे।

खगोल-विज्ञान तथा खगोल भौतिकी (एए) समूह ने रात के आकाश में देखे जाने वाले कई सितारों के लिए दूरी मापने की तकनीक का प्रदर्शन करने के लिए लंबन की सरल अवधारणा का उपयोग किया। इस तकनीक का उपयोग करते हुए, आगंतुक छात्रों ने उत्साहपूर्वक किसी वस्तु की दूरी को मापा। छात्रों को यह देखकर सुखद आश्चर्य हुआ कि इस तकनीक का उपयोग करके उन्होंने जो मूल्य मापा वह वास्तविक दूरी के साथ यथोचित रूप से मेल खाता था! खगोल-विज्ञान तथा खगोल भौतिकी स्टाल में एक और आकर्षण रेडियो, एक्स-रे और प्रकाशीय खगोल विज्ञान में उपयोग किए जाने वाले विभिन्न दूरबीनों के मॉडल थे। छात्रों ने इस तथ्य की सराहना की कि आकाश न केवल दृश्य प्रकाश के माध्यम से, बल्कि एक्स-रे, रेडियो तरंगों, गामा किरणों आदि के माध्यम से भी देख सकते हैं।

भार का एक सेट और एक घूर्णन कुर्सी का उपयोग करके घूर्णी जड़त्व की अवधारणा की खोज की गई। कुर्सी पर बैठे इच्छुक छात्र स्वयंसेवक को पता चला कि उसके घूमने की गति इस बात पर निर्भर है कि वह भार कैसे रखता है। एक संहत प्रतिदीप्तिशील दीप (सीएफएल), जब एल्यूमीनियम की एक गेंद के करीब ले जाया गया तो वह रहस्यमय ढंग से प्रकाशित हो गया! यह क्या हो रहा है? आगंतुकों आश्चर्यचकित रह गए । बाद में यह पता चला कि एल्युमीनियम आवृत थर्मोकोल की सतह पर बने पॉजिटिव चार्ज के कारण दीप की सतह पर प्रतिदीप्तिशील आवरण पर सीएफएल ट्यूब के इलेक्ट्रॉनों के टकराने की वजह से प्रकाश हुआ ।

मृदु संघनित पदार्थ (SCM) समूह के सदस्यों ने ध्वनि और प्रतिबिम्बों के वास्तविक समय फोरिये रूपांतरण का लाइव प्रदर्शन किया । आगंतुकों को इस तकनीक के ऐतिहासिक और प्रायोगिक महत्व समझाया गया। एक गाढ़ तरल में रंजक बूंदों की मिश्रण और वि मिश्रण - एक प्रदर्शन जो बहुत कम रेनॉल्ड संख्या स्तरीय प्रवाह की अवधारणा को दर्शाता है - आगंतुकों को दिखाया गया । एक अन्य प्रयोग में खुली साइफन में अनुप्रस्थ-ग्रंथित बहुलक घोल के प्रवाह को एक प्रदर्शित किया गया। जब एक घूमती हुई छड़ी को एक घोल में डाला जाता है, तो बाहर की ओर फेंके जाने के बजाय जैसा कि कोई उम्मीद करता है, घोल ने छड़ पर चढ़ना शुरू कर दिया - एक गैर- न्यूटनी तरल पदार्थ के लिए वीज़ेनबर्ग प्रभाव का प्रदर्शन। मकई स्टार्च निलंबन अनुप्रयुक्त अपरूपण दर में वृद्धि के साथ अपरूपण विरलन और स्थूलन व्यवहार दिखाता है। निम्न अपरूपण दर पर यह एक श्यानप्रत्यास्थ द्रव की तरह व्यवहार करता है और उच्च अपरूपण दर पर यह एक श्यानप्रत्यास्थ ठोस की तरह व्यवहार करता है। आगंतुकों को यह देखने के लिए कहा गया कि मकई स्टार्च निलंबन की सतह पर जोर से मुक्का मारने की बजाय जब वे अपने हाथ को धीरे-धीरे सतह में डालते हैं, तो क्या होता है। इन अवधारणाओं को इस तरह समझाया गया। द्रव के एक बेलनाकार स्तंभ की अस्थिरता को पार्लिंग अस्थिरता कहा जाता है; यह पृष्ठ तनाव के कारण उत्पन्न होता है और कई प्राकृतिक घटनाओं की व्याख्या करता है जैसे कि बारिश बूंदों के रूप में क्यों होती है, हम मकड़ी के जाल पर ओस की बूंदें क्यों देखते हैं आदि। इस का मूल भौतिकी कारण उत्सुक आगंतुकों को समझाया गया ।

सैद्धांतिक भौतिकी (टीपी) समूह ने सरल प्रदर्शनों को डिजाइन किया था जैसे: जल, दाना और स्टील की बॉल बेयरिंग के साथ बेलनाकार कांच की बोतलों का उपयोग यह देखने के लिए किया गया कि ये एक आनत तल पर घूर्णन पर कैसे प्रभाव डालते हैं, जिससे जड़त्व आघूर्ण की अवधारणा प्रेरित है जबकि द्रव्यमान के केंद्र की अवधारणा को समझाने के लिए स्पष्टतया गुरुत्वाकर्षणरोधी ख़िलौने का उपयोग किया गया। बोतल को ऊंचाई से गिराए जाने पर बोतल में छेद द्वारा पानी बहना रहस्यमय तरीके से बंद हो जाता है। यह स्वतंत्र रूप से गिरने वाले फ्रेम में अकृत हो रहे गुरुत्वाकर्षण की अवधारणा को प्रेरित करने के लिए इस्तेमाल किया गया। संस्थिति की अवधारणाओं को पेश करने और समझाने के लिए एक मोबियस पट्टी और इसके असामान्य सांस्थितिक गुणों का उपयोग किया गया था। स्पिनर जैसी गणितीय अवधारणाओं को पेश करने के लिए 720-डिग्री घूर्णी समरूपता के साथ एक क्यूब मॉडल का उपयोग किया गया। सभी प्रदर्शनों में छात्रों को प्रयोगों के परिणाम की भविष्य कथन करने के लिए प्रोत्साहित किया गया । तब उन्हें कुछ गणितीय विवरणों के साथ संबंधित अवधारणाएँ समझाई गईं ।
ईईजी में संवेदक, इलेक्ट्रॉनी फिल्टर और उनके अनुप्रयोगों पर प्रदर्शन हुए और एक ऐसा पारस्परिक प्रयोग हुआ जहां आगंतुक अपनी आवाज की आवृत्ति को जान सकते थे, जबकि एमईएस में घटकों के निर्माण पर लाइव प्रदर्शन था। पुस्तकालय स्टाल ने आगंतुकों को पैनल और समाचार पत्रों के लेखों द्वारा सर सी वी रामन के जीवन और विज्ञान के बारे में बताया।

आगंतुकों को उत्तेजक विज्ञान और प्रौद्योगिकी पहल और संस्थान की विभिन्न प्रयोगशालाओं की वर्तमान अनुसंधान गतिविधियों के बारे में आरआरआई पीएचडी छात्रों और संकाय के साथ बातचीत करने का अवसर भी मिला। रामन संग्रहालय, जिसमें सर सी वी रामन के व्यक्तिगत सामान शामिल हैं, को भी दौरा के लिए खुला रखा गया ।

आरआरआई में राष्ट्रीय विज्ञान दिवस समारोह से प्रतिकृतियों का संग्रह

कैंपस

संस्थान का परिसर बेंगलुरु के उत्तरी भाग में स्थित है। यह पेड़ों और झाड़ियों के साथ 20 एकड़ के क्षेत्र में फैला हुआ है। संस्थान के द्वार में प्रवेश करते ही बाहर के विकासशील महानगरों की हलचल पीछे छूट जाती है। अंदर का वातावरण बाहरी दुनिया से बिलकुल अलग है: एक ऐसा परिसर, जिसमें आसपास और दूर-दूर से विभिन्न प्रकार की प्रजातियाँ, केवल प्रकृति की देखरेख में जंगलों के टुकड़े के साथ प्रयोगशालाओं, कार्यक्षेत्रों और सुविधाओं को मिलाते हुए प्रकृति की हरियाली छाई है । स्पष्ट रूप से एक थोड़ा अधिक शीतल है, यह वन्य पर्यावरण परिसर के भीतर चल रहे रचनात्मक अनुसंधान और शैक्षणिक सीख के लिए जनन परिवेश बनाने का प्रयास है जो है।

यह परिसर कार्यक्षेत्रों, प्रयोगशालाओं, कार्यशालाओं, कैंटीन, क्लिनिक और अथिति गृह वाले भवनों की मेजबानी करता है। और ये सौंदर्य से नियोजित और अच्छी तरह से रखी गई वनस्पति से घिरे हैं जो एक प्रसिद्ध शोध संस्थान के परिसर के लिए बहुत उपयुक्त हैं। दरअसल, यह प्रोफेसर रामन ही थे, जिन्होंने खुद ही अधिकांश परिसर का भू दृश्य का निर्माण किया । परिसर के केंद्र में प्रतिष्ठित मुख्य इमारत है जिसके दोनों ओर आकाश को पहुँचती प्रतीत होती राजसी गंधसफेदा के वृक्ष हैं और जो एक मैनीक्योर मैदान के सम्मुख स्थित है। यह मैदान वह जगह है जहाँ प्रोफेसर रामन की इच्छाओं का सम्मान करते हुए उन का अंतिम संस्कार किया गया था और एक ताबुइया डोनेल-स्मिथी स्मारक के रूप में यहाँ फल फूल रहा है। संस्थान को इस पर गर्व है व इस विशेष पर्यावरण का सम्मान और सुरक्षा करने के लिए बाध्य है।

परिसर में हिबिस्कस, इक्सोरा, फ्रैंगिपानी, गुलमोहर, गोल्डन शावर पेड़, बुगेनविलिया और इसके जैसे असंख्य फूलों के पेड़ों और झाड़ियाँ हैं, वास्तव में समझदारों के लिए एक स्वागत योग्य दृश्य है। संस्थान के सदस्य और कुछ भाग्यशाली बुजुर्ग पड़ोसी जो सुबह की सहज सैर के लिए परिसर में आते हैं, वे प्रकृति के सुरीलापन के दर्शक हैं। संवेदनशील कान कोयल के कूजन, मैना और बुलबुल के चहकने व कई और ध्वनियों को पहचान सकते है जिनका उद्भव शाखाओं और पत्तियों के सुरक्षात्मक आलिंगन के भीतर खो गए हैं । दोपहर के समय सुनाई देने वाली कर्कश ध्वनि के स्रोत को ढूँढने पर, एक तोते को एक पैर से एक शाखा से झूलते हुए पाया जा सकता है, दूसरे पैर से ऐसी चीज पकड़े हुए हैं जो तोता दुनिया में स्वादिष्ट खाद्य होगा, जिसे वह तब चोंच मारता है और उत्साह के साथ आनंद से खाने के लिए आगे बढ़ जाता है । देश के इस हिस्से को स्वदेशी पक्षियों के साथ साथ आरआरआई परिसर में शीतनिद्रा करते, उत्तर भारत और उस से परे के प्रवासी पक्षी एक परिचित दृश्य है। हालांकि, पक्षी जीवन की एक झलक पाने की कोशिश में अच्छी तरह से बिछाए गए रास्तोंपर न चलें, ऐसा न हो कि आप आगे बढ़ते हुए किसी घोंघे पर या चींटियों और अन्य कीटों के जीवन की असंख्य सेना पर, जिनके साथ हम अपने परिसर को साझा करते हैं, कदम रखें ।

प्रतिष्ठित आगंतुक और अभ्यागत शिक्षाविदों के साथ डॉक्टरेट छात्रों को सुविधाजनक रूप से ठहराने के लिए परिसर में स्थित अतिथि गृह आधुनिक सुविधा के साथ जातीय लालित्य के सम्मिश्रण वाले कमरों से सुसज्जित हैं। कैंपस का कैंटीन सभी मेहमानों, संस्थान के सभी सदस्यों को और साथ ही परिसर के एक कोने में स्थित भारतीय विज्ञान अकादमी में काम करने वालों को भी जलपान के साथ-साथ दोपहर का भोजन प्रदान करता है । अनौपचारिक बैठकें, समारोह, संगीत समारोह और रात्रिभोज कैंटीन के पास “गाँव” - एक पारंपरिक रूप से डिज़ाइन किया गया क्षेत्र” पर या लाइब्रेरी भवन की छत, जो शामियाना में है, आमतौर पर वहाँ आयोजित किए जाते हैं, जो परिसर के समग्र वातावरण को एक उत्साही, ग्राम्य स्पर्श प्रदान करता है।

परिसर के सीमित खुले स्थानों में न्यूनतम खेल सुविधाएँ मौजूद हैं: बैडमिंटन, वॉलीबॉल, टेबल टेनिस और एक छोटे फुटबॉल मैदान के लिए स्थान हैं। संस्थान के सदस्यों और उनके परिवारों के स्वास्थ्य और कल्याण के लिए कैंटीन से सटे भवनों में एक छोटा सा क्लिनिक है जहाँ सप्ताह के कार्य दिवसों पर निश्चित घंटों के लिए सलाहकार चिकित्सक उपस्थित हैं।

आरआरआई में कार्यरत लोग

शैक्षणिक कर्मचारी

खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी

रवि सुब्रहमण्यन (निदेशक)
अनुसंधान अभिरुचि : प्रेक्षण ब्रह्माण्ड विज्ञान, परा–आकाशगंगा खगोल विज्ञान,ऐन्टेना और संकेत प्रक्रमण
ई-मेल: rsubrahm@rri.res.in

नयनतारा गुप्ता (समन्वयक)
अनुसंधान अभिरुचि: न्यूट्रीनो और गामा किरण खगोल विज्ञान, ब्रह्माण्डीय किरणों का उद्गम एवं प्रचार, खगोलकणों की भौतिकी
ई-मेल: nayan@rri.res.in

शिव कुमार सेठी
अनुसंधान अभिरुचि: ब्रह्माण्ड विज्ञान
ई-मेल: sethi@rri.res.in

सी आर सुब्रहमण्या (मानद प्रोफेसर-01.06.2019 से)
अनुसंधान अभिरुचि: ब्रह्माण्ड विज्ञान, परा–आकाशगंगा रेडियोस्रोत,सर्वेक्षण मापयंत्रण और संकेत प्रक्रमण
ई-मेल: crs@rri.res.in

एन उदय शंकर (एमिरिटस वैज्ञानिक)
अनुसंधान अभिरुचि: पुनः आयनन के काल (ईओआर) की खोज, रेडियो खगोल विज्ञान के लिए पुनर्योजन, मापयन्त्रण और संकेत प्रक्रमण की खोज का आव्यूह
ई मेल : uday@rri.res.in

बीमान नाथ
अनुसंधान अभिरुचि: आकाशगंगा के साथ विसृत गैस की पारस्परिक क्रिया, आकाशगंगा का बहिर्गमन, ब्रह्माण्डीय किरणें; अंतर समुच्चय माध्यम
ई मेल: biman@rri.res.in

अविनाश ए देशपांडे (31.01.2020 तक)
अनुसंधान अभिरुचि: रेडियो खगोल विज्ञान,संकेत एवं प्रतिबिंब प्रक्रमण, रेडियो क्षणिकाएँ, स्पंदक, ध्रुवीकरण मापयंत्रण
ई मेल: desh@rri.res.in

बी रमेश
अनुसंधान अभिरुचि: हमारे और अन्य आकाशगंगाओं में विसरित पदार्थ, तुल्यरूप एवं अंकीय संकेत प्रक्रमण, खगोल विज्ञान के लिए मापयंत्रण और तकनीक; ब्रेन कंप्यूटर अंतरापृष्ठ और सहनशील सहायक प्रणालियाँ
ई-मेल: ramesh@rri.res.in

एस श्रीधर
अनुसंधान अभिरुचि: बहिर्गृह संबंधी गतिकी, आकाशगंगा केंद्रक में तारामंडल की गतिकी
ई-मेल: ssridhar@rri.res.in

बिस्वजीत पाल
अनुसंधान अभिरुचि: एक्स रे पोला -रीमापी, एस्ट्रोसैट और एक एक्स रे स्पंदक अंतर गृह संबंधी दिशा ज्ञान प्रणाली के लिए विकसोन्मुखकारी तथा संघट्ट एक्स रे स्रोतों के विभिन्न आयामों का अन्वेषण
ई-मेल: bpaul@rri.res.in

केएस दवारकानाथ (31.05.2019 तक)
एमिरिटस वैज्ञानिक - 1.06.2019 से
अनुसंधान अभिरुचि: आकाशगंगाओं के समूह और झुंड,उच्च z पर एचआई
ई-मेल: dwaraka@rri.res.in

लक्ष्मी सारिपल्ली (आरआरआई ट्रस्ट द्वारा निधिबद्ध पद)
अनुसंधान अभिरुचि: रेडियो आकाशगंगा आकारिकी; बृहत रेडियो आकाशगंगाएँ; आकाशगंगा पर्यावरण
ई-मेल: lsaripal@rri.res.in

विक्रम राणा
अनुसंधान अभिरुचि: एक्स रे माप यंत्रण और प्रेक्षण एक्स रे खगोल विज्ञान I प्रायोगिक अनुसंधान में एक्स रे संसूचक (CZT and CdTe) का विकास और उच्च सुग्राहिता व उच्च वियोजन युक्त विभिन्न खगोलीय स्रोतों से एक्स रे मापन के लिए एक्स रे प्रकाशिकी को केन्द्रित करना शामिल है। मेरा प्रेक्षण अनुसंधान मुख्यतः एक्स रे बाइनरीस, प्रलय सम्बन्धी चरें (CVs) और अल्ट्रा-दीप्त एक्स रे स्रोत(ULXs) के एक्स रे प्रेक्षण के प्रयोग से इन में उपचयन प्रक्रियाएँ, ज्यामितीय और भौतिक स्थितियों की समझ पर ध्यान केन्द्रित करता है ।
ई-मेल: vrana@rri.res.in

यूरी शेकिनोव (अभ्यागत प्रोफेसर)
अनुसंधान अभिरुचि: अंतरा तारकीय व अंतरा आकाशगंगा माध्यम, तारों का विस्फोट, आकाशगंगा की हवाएँ, अन्तरिक्ष धूल की भौतिकी और गतिकी, पुनः आयनन का विकास, आकाशगंगाओं और ब्रह्माण्ड का रासायनिक विकास।
ई-मेल: yuri.and.s@gmail.com

मयूरी एस
अनुसंधान अभिरुचि: पुनर्योजन के युग से स्पेक्ट्रमी हस्ताक्षर को प्रायोगिक रूप से परीक्षण करने का अनुकरण और संगतता अध्ययन । कृत्रिम आकाश स्पेक्ट्रम से पुनः आयनन संकेत के 21 से मी वैश्विक युग की पुनः प्राप्ति की ओर अग्रभाग निरूपण के लिए निर्बाध रूप से उच्चतम अनुकूल अल्गोरिथम का अनुप्रयोग
ई-मेल: mayuris@rri.res.in

जिष्णु नाम्बिस्सन
अनुसंधान अभिरुचि: पुनर्योजन काल का प्रायोगिक संसूचन एवं अग्रभूमि निरूपण
ई-मेल: jishnu@rri.res.in

सायन बिस्वास (पोस्ट डाक्टरल फैलो) 5-2-2020 तक
अनुसंधान अभिरुचि: आकाशगंगा की अंतरिक्षीय किरणों का उद्गम: आकाशगंगीय अन्तरिक्ष किरणों के त्वरण एवं प्रचार का अध्ययन, फर्मी एलएटी डेटा के प्रयोग से अक्षिप्ति पदार्थ की खोज, अपरिचित कुयार्क पदार्थ (एसक्यूएम): अपरिचित तारे और एसक्यूएम के गुणों का अध्ययन तथा एसक्यूएम के लघु पिंड के उद्गम व गुण दोनों के गुणों का अध्ययन अर्थात 'स्ट्रेंजलेट्स'
ई-मेल: sayan@rri.res.in

आसिफ इकबाल अहंगर (पोस्ट डाक्टरल फैलो) 26-11-2019 तक
अनुसंधान अभिरुचि: (ए) उत्तरकाल के ब्रह्माण्ड का अन्तरिक्ष विज्ञान: आकाशगंगा के झुंड का एक्स रे अध्ययन, आकाशगंगा के झुंडों में सून्यएव –जेलडोविच का प्रभाव, अंतरझुण्ड माध्यम में गैर गुरुत्वाकर्षण डेटर पदार्थ प्रोफाइल, गुरुत्वाकर्षण लेंसन (बी) प्रारम्भिक ब्रह्मांड का अन्तरिक्ष विज्ञान: पूर्व ब्रह्माण्ड और मुद्रास्फीति की भौतिकी, मूल विद्युत स्पेक्ट्रम में निम्न सीएमबी विद्युत असंगति तथा अवरक्तक से संपर्क टूट जाना, मार्कोव चेन मोंटे कार्लो अलगोरिथम और सीएमबी डेटा के प्रयोग से ब्रह्मांडीय प्राचल आकलन
ई-मेल: asif@rri.res.in

क्षितिजा केलकर (पोस्ट डाक्टरल फैलो)
अनुसंधान अभिरुचि: (ए) प्रकाशिकी (प्रतिबिम्बन +प्रतिबिंबदर्शन) और आकाशगंगाओं और उनके पर्यावरणों का रेडियो अध्ययन (बी) आकाशगंगाओं में संरचना एवं तारों के निर्माण पर पर्यावरणीय हस्ताक्षर
ई-मेल: kshitija@rri.res.in

एस सीता (एमेरिटस वैज्ञानिक)
अनुसंधान अभिरुचि: परिवर्ती तारे और तारकीय प्रणालियाँ; अन्तरिक्ष विज्ञान के लिए मापयंत्रण का विकास, परीक्षण और अंशांकन, जिन्हें उपग्रह पर उड़ाया जाएगा; प्रकाशिकी और एक्स रे बैंड में प्राप्त डेटा सेट कार्य ।
ई-मेल: seetha@rri.res.in

अंजन कुमार सरकार (पोस्ट डॉक्टोरल फैलो)
अनुसंधान अभिरुचि: आगामी रेखीय रेडियो व्यतिकरण आव्यूह अर्थात ऊटी व्हाइट फील्ड अररे (ओडबल्यूएफ़ए) के प्रयोग से पुनः आयनन काल के लाल विस्थापन एचआई 21 सें मी संकेत को मापने के लिए भविष्य कथन करना । ब्रह्माण्ड में बृहत संरचना निर्माण और अंतरिक्षीय इतिहास के विभिन्न कालों में एचआई 21 सें मी संकेत का विकास।
ई-मेल: anjans@rri.res.in

मोहित सिन्हा (अनुसंधान सहयोगी)
अनुसंधान अभिरुचि :खगोलीय यंत्र मुख्यतया सें मी और मि मी तरंग दैर्ध्य रेडियो टेलीस्कोप के विभिन्न घटकों का अभिकल्प, संरचना और परीक्षण; अंतर तारकीय माध्यम विशेषतया हमारे आकाशगंगा, विभिन्न क्षणिकाएँ खगोलभौतिक घटना जैसे एफ़आरबी इत्यादि का अध्ययन
ई-मेल: mohitsinha@rri.res.in

नरेंद्र नाथ पात्रा (पंचरत्नम फैलो)
अनुसंधान अभिरुचि:रेडियो खगोल विज्ञान, एक्स्ट्रागैलेक्टिक खगोल विज्ञान, गैलेक्टिक गतिशील, तारों के मध्य का माध्यम के भौतिकी आदि।
ई-मेल: narendra@rri.res.in

सौरभ सिंह - वैज्ञानिक
अनुसंधान अभिरुचि: रेडियो खगोल विज्ञान, विशेषकर पुनः आयनन काल और सारस प्रयोग
ई-मेल: saurabhs@rri.res.in

अदिति अग्रवाल (पोस्ट डॉक्टरल फेलो)
अनुसंधान अभिरुचि: सक्रिय गैलेक्टिक नाभिक (एजीएन) के बहु-तरंग दैर्ध्य अध्ययन, डेटा विश्लेषण / मॉडलिंग और व्याख्या, एजीएन के विभिन्न वर्गों में स्पेक्ट्रोस्कोपिक और फोटोमेट्रिक परिवर्तनशीलता, बहु-तरंगदैर्ध्य अवलोकन खगोल भौतिकी ।
ई-मेल: aditi.agarwal@rri.res.in

प्रकाश तथा पदार्थ भौतिकी

अंडाल नारायणन (समन्वयक)
अनुसंधान अभिरुचि: अणुओं और प्रकाश के साथ क्वांटम प्रकाशिकी, अणु-क्वांटम-प्रकाशिकी प्रणालियों में क्वांटम मापन ।
ई-मेल: andal@rri.res.in

रजी फिलिप
अनुसंधान अभिरुचि: अरैखिक प्रकाशिकी, लेसर उत्पादित प्लाज्मा और अतिद्रुत घटना ।
ई-मेल: reji@rri.res.in

सादिक़ रंगवाला
अनुसंधान अभिरुचि: शीत तनु गैस समूहन में क्वांटम की सहक्रियाएँ, अणु-गुहिका सहक्रियाएँ, गुहिका क्यूईडी
ई-मेल: sarangwala@rri.res.in

हेमा रामचंद्रन
अनुसंधान अभिरुचि: यादृच्छिक माध्यम में प्रकाश; कुछ–अणु और कुछ-फोटोन प्रणालियाँ; मस्तिष्क –कंप्यूटर अंतरापृष्ठ
ई-मेल: hema@rri.res.in

उर्बसी सिन्हा
अनुसंधान अभिरुचि: एकल फोटोन के प्रयोग से क्वांटम सूचना, क्वांटम अभिकलन और क्वांटम संचार, क्वांटम नींव पर प्रयोग
ई-मेल: usinha@rri.res.in

सप्तऋषि चौधरी
अनुसंधान अभिरुचि: प्रकाशिकीय और चुम्बकीय जालों में अतिशीत अणु एवं परमाणु; अपभ्रष्टता गैस के प्रयोग से संघनित पदार्थ भौतिकी का क्वांटम अनुकरण; यथार्थता मापन
ई-मेल: srishic@rri.res.in

ई कृष्ण कुमार (प्रतिष्ठित प्रोफेसर)
अनुसंधान अभिरुचि: आण्विक टकराव भौतिकी, इलेक्ट्रान – नियंत्रित रसायनशास्त्र, नकारात्मक आयन, शीत टकराव, इलेक्ट्रान और आयन प्रतिबिंब दर्शन, संवेग प्रतिबिम्बन, उच्च हार्मोनिक जनन और स्वतः सेकंड भौतिकी
ई-मेल: krishnakumar@rri.res.in

अमरेन्द्र कुमार पांडे (पोस्ट डाक्टरल फेलो) 30.09.2019 तक
अनुसंधान अभिरुचि: शीत अणु, परमाणु आयन और परमाणुओं का अध्ययन ; निम्न तापमान पर टकराव प्रक्रियाओं का सैद्धांतिक अध्ययन
ई-मेल: amrendra@rri.res.in

अनिमेष सिन्हा रॉय (पोस्ट डॉक्टोरल फेलो) - 15.11.2019 से
ईमेल: animesh@rri.res.in

सचिन बर्थवाल (पंचरत्नम फैलो) 24.02.2020 से
अनुसंधान रुकावटें: गुहा आधारित परमाणु इंटरफेरोमेट्री और सटीक माप
ईमेल: sachin.b@rri.res.in

सौरव चटर्जी (वैज्ञानिक)
ई-मेल: sourav.chatterjee@rri.res.in

नागलक्ष्मी ए (वैज्ञानिक)
अनुसंधान अभिरुचि: ए) अर्धचालक नैनो टेक्नोलॉजी बी) ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक्स के अनुप्रयोग सी) अंकीय इलेक्ट्रानिकी और तर्क डिजाइन
डी) इलेक्ट्रानिकी और कम्प्यूटेशनल इंजीनियरी
ईमेल: nagalakshmi@rri.res.in

अनुराधा अनर्थे (वैज्ञानिक)
ईमेल: anartheanu@rri.res.in

मृदु संघनित पदार्थ

रंजिनी बंध्योपाद्याय (समन्वयक)
अनुसंधान अभिरुचि: गैर न्यूटनीय द्रव्यों का संविरचन, गतिकी और स्रावविज्ञान; काल प्रभावन एवं मृदु काँच-स्राव विज्ञान; जटिल द्रव्यों में प्रवाह-संरचना सहसंबंध; मिसेली संकुलन; औषध वितरण के लिए वाहकों के रूप में सह-पॉलिमर मिसेली के प्रयोग से नियंत्रित व लक्षित औषध वितरण; अंतरपृष्ठीय अस्थिरता; जटिल प्रवाहों को मापने के लिए श्यानमापी की अभिकल्पना; कोलायडी निलंबनों की स्थिरता और अवसादन; कणिकामय माध्यम की भौतिकी ।
ई-मेल: ranjini@rri.res.in

प्रतिभा आर (एमेरिटस वैज्ञानिक)
अनुसंधान अभिरुचि: तरल क्रिस्टलों में काइरालिटी, तरल क्रिस्टलों में विद्युत क्षेत्र से प्रेरित प्रावस्था संक्रमण, बहु विद्युत अपघट्य, तरल क्रिस्टल–नैनो कण सम्मिश्रण के परावैद्युत गुण ।
ई-मेल: pratibha@rri.res.in

यशोदन हटवालने (31.08.2019 तक)
एमेरिटस वैज्ञानिक (01.09.2019 से)
अनुसंधान अभिरुचि: तरल क्रिस्टल, बहु क्रिस्टलीय और झिल्लियों का तथ्यविषयी सिद्धांत
ई-मेल: yhat@rri.res.in

संदीप कुमार (30.11.2019 तक)
अनुसंधान अभिरुचि: तरल क्रिस्टल नैनो विज्ञान, तरल क्रिस्टलों का संश्लेषण और भौतिक अध्ययन
ई-मेल: skumar@rri.res.in

रघुनाथन वी ए
अनुसंधान अभिरुचि: लिपिड द्विपरत,सद्दढ रूप से जुड़े बहु विद्युत अपघट्य की उपस्थिति में एम्फिफ़ाइल, लिपिड – स्टेरोल झिल्लियों के यांत्रिक गुण और प्रावस्था आचरण ।
ई-मेल: varaghu@rri.res.in

अरुण रॉय
अनुसंधान अभिरुचि: मृदु संघनित पदार्थ भौतिकी, प्रावस्था संक्रमण, तरल क्रिस्टलों का वैद्युत-प्रकाशिकी, तरल क्रिस्टल नैनो–कण सम्मिश्रण, सूक्ष्म रामन प्रतिबिंबदर्शन, तरल क्रिस्टलों का घटना क्रिया वैज्ञानिक सिद्धांत ।
ई-मेल: aroy@rri.res.in

विजयराघवन डी (30.04.2019 तक)
अनुसंधान अभिरुचि: लयोट्रोपिक तरल क्रिस्टलों और तरल क्रिस्टल-नैनो कण सम्मिश्रणों का वैद्युत, प्रकाशिकी तथा प्रतिचुंबकीय गुण ; तरल क्रिस्टलों में नैनो संरचनाओं का स्वतः समुच्चय ।
ई-मेल: vijay@rri.res.in

प्रमोद पुल्लार्कट
अनुसंधान अभिरुचि: मृदु संघनित पदार्थ, विशेषतया तंत्रिकाक्षों के यांत्रिक गुण और अस्थिरताएँ और अवकलन तना कोशिकाओं में विन्यास निर्माण
ई-मेल: pramod@rri.res.in

गौतम सोनी
अनुसंधान अभिरुचि: क्रोमेटिन का नैनो-जैव-भौतिकी
ई-मेल: gvsoni@rri.res.in

सायनतन मजूमदार
अनुसंधान अभिरुचि: मृदु संघनित पदार्थ भौतिकी, असंतुलन सांख्यिकीय भौतिकी ।
ई-मेल: smajumdar@rri.res.in

युवराज ए आर (पोस्ट डाक्टरल फैलो) 23.05.2019 तक
अनुसंधान अभिरुचि: तरल क्रिस्टल
ई-मेल: yuvaraj@rri.res.in

अमित कुमार माझी (पोस्ट डाक्टरल फैलो) 01.11.2019 तक
ई-मेल: majhi@rri.res.in

आयुष अग्रवाल (पोस्ट डाक्टरल फैलो)
अनुसंधान अभिरुचि: विभिन्न लिपिड झिल्लियों के यांत्रिक गुणों पर नेनोकणों और प्रोटीन का प्रभाव
ई-मेल: ayush@rri.res.in

दुरई मुरूगन कंडस्वामी (पोस्ट डाक्टरल फैलो) 13.08.2019 तक
अनुसंधान अभिरुचि: परमाणविक पहलुएँ डीएनए प्रोटीन सम्मिश्रण, कोशिकाओं की जैव भौतिकी और जैव यांत्रिकी, संश्लिष्ट और जैव पॉलिमर की भौतिकी और रसायन शास्त्र तथा अतितीव्र प्रकाशीय रसायनशास्त्र
ई-मेल: murugan@rri.res.in

सारिका सी के (पोस्ट डाक्टरल फैलो)
अनुसंधान अभिरुचि: तरल अंतरापृष्ठ और पैटर्न निर्माण की स्थिरता, द्विआधारी मिश्रण फिल्म और मृदु अंतरापृष्ठ के निकट सक्रीय कणों का सामूहिक आचरण ।
ई-मेल: sarika@rri.res.in

प्रवीण पी (अनुसंधान सहयोगी)
ई-मेल: praveenp@rri.res.in

राजकुमार खान (पोस्ट डॉक्टोरल फेलो) 10.04.2019 से
ईमेल: rajkhan@rri.res.in

तमाल सरकार (पोस्ट डॉक्टोरल फेलो) 7.02.2020 से
अनुसंधान अभिरुचि: नैनोकम्पोसिट हाइड्रोजेल, जेलेशन कैनेटीक्स, रियोलॉजी, जल उपचार
ईमेल: tamalsarkar@rri.res.in

सैद्धांतिक भौतिकी

दिबयेन्दु रॉय (समन्वयक)
अनुसंधान अभिरुचि: सैद्धांतिक संघनित पदार्थ भौतिकी, सांख्यिकीय यांत्रिकि और परमाण्वीय, आण्विक और प्रकाशिक भौतिकी
ई-मेल: droy@rri.res.in

संजीब सभापंडित (समन्वयक)
अनुसंधान अभिरुचि: सांख्यिकीय भौतिकी
ई-मेल: sanjib@rri.res.in

जोसेफ सैम्यूल (एमेरिटस वैज्ञानिक)
अनुसंधान अभिरुचि: ज्यामितीय प्रावस्थाएँ, सामान्य सापेक्षता क्वांटम मापन क्वांटम उलझन
ई-मेल: sam@rri.res.in

सुमति सूर्या
अनुसंधान अभिरुचि: चिरसम्मत व क्वांटम गुरुत्वाकर्षण
ई-मेल: ssurya@rri.res.in

माधवन वरदराजन
अनुसंधान अभिरुचि: चिरसम्मत व क्वांटम गुरुत्वाकर्षण
ई-मेल: madhavan@rri.res.in

सुपूर्णा सिन्हा
अनुसंधान अभिरुचि: सैद्धांतिक भौतिकी
ई-मेल: supurna@rri.res.in

ऊरना बसु
अनुसंधान अभिरुचि: संतुलन से परे प्रणालियों की सांख्यिकीय भौतिकी । विशेषकर असंतुलित प्रणालियों में उच्चावचन और प्रतिक्रिया, असंतुलित क्रांतिक घटना तथा सक्रिय अणुओं के गुण ।
ई-मेल: urna@rri.res.in

सुजीत कुमार नाथ (पोस्ट डॉक्टरल फ़ेलो) 06.07.2019 तक
अनुसंधान अभिरुचि: प्रसंभाव्य प्रक्रम, जटिल प्रणालियाँ, आसाम्य, सांख्यिकी भौतिकी, तरल यान्त्रिकी
ई-मेल : sujitkumar@rri.res.in

विवेक एम व्यास (पोस्ट डॉक्टरल फ़ेलो)
अनुसंधान अभिरुचि: क्वांटम क्षेत्र सिद्धान्त के औपचारिक और अनुप्रयुक्त पहलूएँ
ई-मेल: vivekv@rri.res.in

सहायक प्रोफेसर

राफेल सोरकिन
पेरीमीटर इंस्टीट्यूट फॉर थ्योरिटिकल फ़िज़िक्स, कनाडा

फबीएन ब्रेटेनेकर
लैबोरेटोइर एमी काटन, फ्रांस

इगोर म्युसीविक
फ़िज़िक्स विभाग, गणित और फ़िज़िक्स संकाय, यूनिवर्सिटी ऑफ लजुब्ल्जना जद्रंस्का 19, 1000 लजुब्ल्जना, स्लोवेनिया

श्रीनिवास आर कुलकर्णी
कैलीफोर्निया इंस्टीट्यूट ऑफ टेकनालजी पासाडेना, सीए 91125, यूएसए

एम मुतुकुमार
पॉलीमर विज्ञान और इंजीनीयरी विभाग, मस्साशुसेट्स विश्वविद्यालय, यूएसए

सुबीर सरकार
रुडोल्फ पीयरल्स सेंटर फॉर थियोरेटिकल फिजिक्स
क्लेरेंडन प्रयोगशाला, ऑक्सफोर्ड विश्वविद्यालय
पार्क्स रोड, ऑक्सफोर्ड OX1 3PU
यूनाइटेड किंगडम।

वैज्ञानिक / तकनीकी स्टाफ

इलेक्ट्रानिक इंजीनियरी ग्रुप

ए रघुनाथन (प्रभारी)
raghu@rri.res.in

के एस श्रीवाणी
vani_4s@rri.res.in

अरसी सत्यमूर्ति
arasi@rri.res.in

बी एस गिरीश
bsgiri@rri.res.in

एम आर गोपालकृष्ण
gkrishna@rri.res.in

पी ए कामिनी
kamini@rri.res.in

एस कस्तूरी
skasturi@rri.res.in

एस माधवी
madhavi@rri.res.in

सी विनुता
vinutha@rri.res.in

एच एन नागराजा
raj@rri.res.in

टी प्रभु
prabu@rri.res.in

के बी राघवेंद्र राव, सतर्कता अधिकारी
kbrrao@rri.res.in

संध्या
sandhya@rri.res.in

आर सोमशेखर
som@rri.res.in

एस सुजाता
sujathas@rri.res.in

टी एस ममता
mamatha@rri.res.in

के आर विनोद
vinod@rri.res.in

पी वी ऋषिन
rishinpv@rri.res.in

मुगुंधन विजयराघवन
mugundhan@rri.res.in

एस कृष्णमूर्ति
skmurthy@rri.res.in

कीर्तिप्रिया S (20.01.2020 से)
keerthi@rri.res.in

दोराबबा ए (03.01.2020 से)
babu@rri.res.in

प्रकाश और पदार्थ भौतिकी

एम एस मीना
meena@rri.res.in

मृदु संघनित पदार्थ

ए धासन (परामर्शदाता) – 30.06.2019 तक
dhas@rri.res.in

मोहम्मद इशाख
ishaq@rri.res.in

एच टी श्रीनिवास
seena@rri.res.in

के एन वसुधा
vasudha@rri.res.in

सेरीन रोस डेविड
serene@rri.res.in

यतीन्द्रन
yadhu@rri.res.in

यांत्रिक इंजीनियरी सेवाएँ

मोहम्मद इब्राहिम (प्रभारी)

एम अचनकुंजू (परामर्शदाता) - 01.05.2019 तक

के ओ फ्रांसिस - 28.02.2020 तक

एम मणि - 30.6.2019 तक

एम सुरेश कुमार

पी श्रीनिवास

शिवशक्ति

सिद्धराजु एस - 12.3.2020 से

कन्नन वी - 12.3.2020 से

कंप्यूटर

जेकब राजन (प्रभारी)
jacobr@rri.res.in

बी श्रीधर
sridhar@rri.res.in

अर्घ्य आद्या (02.01.2020 से)
arghya@rri.res.in

गौरीबिदनूर क्षेत्र केंद्र

एच ए अश्वथप्पा (परामर्शदाता) - 31.01.2020 तक
aswath@rri.res.in

ग्रंथालय

बी एम मीरा, पुस्तकाध्यक्ष
meera@rri.res.in

म मंजुनाथ
manu@rri.res.in

एमएन नागराज
nagaraj@rri.res.in

मंजुनाथ कड्डीपुजर
kaddipujar@rri.res.in

वाणी हिरेमठ
vanih@rri.res.in

चिकित्सा

आर शांतम्मा
shanthamma@rri.res.in

पीएचडी छात्र

खगोल विज्ञान और खगोलभौतिकी

जानकी रस्ते (जेएपी विद्यार्थी) 30.06.2019 तक
अनुसंधान अभिरुचि: ब्रह्मांड विज्ञान
ई-मेल: janakee@rri.res.in
परामर्शदाता: शिव सेठी

वरुण (31.07.2019 तक)
अनुसंधान अभिरुचि: एक्स – रे मापयंत्रण
ई-मेल: varun@rri.res.in
परामर्शदाता: बिस्वजित पॉल

राज प्रिंस (29.02.2020 तक)
अनुसंधान अभिरुचि: उच्च ऊर्जा न्यूट्रीनो को संभावित स्रोत के तौर पर एजीएन (ब्लाजर) के प्रयोग से हिम क्यूब संसूचक द्वारा खोजे गए उच्च ऊर्जा (पीईवी) न्यूट्रीनो घटनाओं का वर्णन
ई-मेल: rajprince@rri.res.in
परामर्शदाता: नयनतारा गुप्ता

आकाश कुमार पटवा
अनुसंधान अभिरुचि: पुनः आयनन काल का सैद्धांतिक और प्रेक्षणीय अध्ययन (ईओआर), एमडबल्यूए के प्रयोग से ईओआर से एचआई संकेत का संसूचन
ई-मेल: akpatwa@rri.res.in
परामर्शदाता: शिव सेठी, के एस द्वारकानाथ

सिद्धार्थ गुप्ता (08.11.2019 तक)
अनुसंधान अभिरुचि: अंतर-तारकीय माध्यम के घने भागों में असंख्य सुपरनोवाओं द्वारा प्रवर्तित उत्कृष्ट बुलबुलों की विभिन्न पहलुएँ और आकाशगंगाओं से बड़े पैमाने पर प्रवर्तित हुए इन उत्कृष्ट बुलबुलों पर विभिन्न अस्थिरताओं का प्रभाव । जल गतिकी अनुकार और विश्लेषणात्मक गणनाओं की मदद से गतिकी, विशेषकर इन पर विकिरण दाब के प्रभाव का अध्ययन किया जाएगा ।
ई-मेल: siddhartha@rri.res.in
परामर्शदाता: बीमन नाथ

सायकट दास
अनुसंधान अभिरुचि: तारक कणों की भौतिकी, कणों का ब्रह्मांड विज्ञान, अति उच्च ऊर्जा युक्त अन्तरिक्ष किरण का उद्गम स्थल और प्रचार
ई-मेल: saikat@rri.res.in
परामर्शदाता : नयनतारा गुप्ता

अविक कुमार दस
अनुसंधान अभिरुचि: तारक भौतिक स्रोत का सैद्धांतिक निरूपण
ई-मेल: avikdas@rri.res.in
परामर्शदाता : नयनतारा गुप्ता

रनीता जना
अनुसंधान अभिरुचि: आईएसएम और आईजीएम में विकिरणशील प्रक्रियाएँ, अन्तरिक्ष किरण के कणों द्वारा आईजीएम का तापन, आकाशगंगाओं का आकृति विज्ञान और गतिकी
ई-मेल: ranita@rri.res.in
परामर्शदाता: बीमन नाथ

संहिता कबिराज (जेएपी विद्यार्थी)
अनुसंधान अभिरुचि: सघन द्वि आधारी तारों का एक्स-रे द्वारा प्रेक्षण; एक्स-रे स्रोतों के भौतिक गुणों और व्यवहार की खोज के लिए उनका समय निर्धारण और दृश्याभासी विश्लेषण
ई-मेल: sanhita@rri.res.in
परामर्शदाता: बिस्वजित पॉल

अदिति विजयन
अनुसंधान अभिरुचि: अनुकारों के प्रयोग से आकाशगंगा का बहिर्प्रवाह
ई-मेल: aditiv@rri.res.in
परामर्शदाता : बिमान नाथ

हेमंत
ई-मेल: hemanthm@rri.res.in

तनुमन घोष
अनुसंधान अभिरुचि: एक्स–रे खगोल विज्ञान
ई-मेल: tanuman@rri.res.in
परामर्शदाता: विक्रम राणा

अग्निभा डे सरकार
अनुसंधान अभिरुचि: उच्च ऊर्जा खगोल कण भौतिकी
ई-मेल: agnibha@rri.res.in
परामर्शदाता : नयनतारा गुप्ता

अनिर्बन दत्ता
अनुसंधान अभिरुचि: प्रलयकारी चर तारे के एक्स-रे गुण
ई-मेल: anirband@rri.res.in
परामर्शदाता: विक्रम राणा

मनामी रोय
ई-मेल: manamiroy@rri.res.in

गुंजन तोमर
ई-मेल: gunjan@rri.res.in

संदीप कुमार मोंडल
ई-मेल: skmondal@rri.res.in

ऋषभ मल्लिक
ई-मेल: rishabh@rri.res.in

अश्विन देवराज - 01.08.2019 से
ईमेल: ashwin@rri.res.in

प्रकाश और पदार्थ भौतिक शास्त्र

आशुतोष सिंह (31.07.2019 तक)
अनुसंधान अभिरुचि: क्वांटम सूचना
ई-मेल: ashutoshs@rri.res.in
परामर्शदाता: ऊर्बसी सिन्हा

सिमनराज सदाना (31.07.2019 तक)
अनुसंधान अभिरुचि: क्वांटम सूचना और संगणना
ई-मेल: simanraj@rri.res.in
परामर्शदाता: ऊर्बसी सिन्हा

अतुल वीनू
अनुसंधान अभिरुचि: निर्वात क्षेत्र, ऊष्मीय नाहन, या सुसंगत और असंगत विकिरण क्षेत्र जैसे विशेष वातावरण के अंतर्गत विशेषकर तीन स्तर के प्रणालियों में मुक्त क्वांटम प्रणालियों का सिद्धान्त । मार्कोवी और गैर मार्कोवी दोनों प्रणालियों में पर्यावरण के प्रभाव में अवस्थाओं और सामंजस्यों की संख्या प्रणाली के घनत्व के विकास का अध्ययन ।
ई-मेल: atulv@rri.res.in
परामर्शदाता: आंडाल नारायणन

सागर सूत्रधार
अनुसंधान अभिरुचि: परमाणविक, आण्विक और प्रकाशिक भौतिकी
ई-मेल: sagar@rri.res.in
परामर्शदाता: सप्तर्षि चौधुरी

सुबोध
अनुसंधान अभिरुचि: परमाणविक, आण्विक और प्रकाशिक भौतिकी
ई-मेल: subodh@rri.res.in
परामर्शदाता: सादिक़ रंगवाला

सूर्य नारायण साहू
अनुसंधान अभिरुचि: एकल फोटोन का प्रयोग करते हुए शिथिल मापन ।
ई-मेल: suryans@rri.res.in
परामर्शदाता: उर्बसी सिन्हा

अजय कुमार - अवकाश पर
अनुसंधान अभिरुचि: 2 डी सामग्रियों का संश्लेषण और एनएलओ गुण
ई-मेल: ajayk@rri.res.in
परामर्शदाता: रजी फिलिप

श्रेयस पी दिनेश
अनुसंधान अभिरुचिः परमाण्विक, आण्विक और प्रकाशिक भौतिकी
ई-मेलः sreyaspd@rri.res.in
परामर्शदाताः सादिक़ रंगवाला

भाग्यलक्ष्मी
अनुसंधान अभिरुचिः लघु और बड़े व्यास की सहक्रियाओं की भूमिका और क्वांटम विकृत गैस में अव्यवस्था का प्रायोगिक अन्वेषन
ई-मेलः bhagyadds@rri.res.in
परामर्शदाताः सप्तऋषि चौधरी

कौशिक जोर्डर
अनुसंधान अभिरुचिः लेग्गेट गर्ग में असमानताएँ, क्वांटम मुख्य वितरण
ई-मेलः kaushik@rri.res.in
परामर्शदाताः ऊर्बसी सिन्हा

के वी अद्‍वैत
अनुसंधान अभिरुचिः निष्पीड़ित प्रकाश उत्पन्न करने की दृष्टि से संगतता आधारित अरैखिक क्वांटम प्रकाश पर प्रायोगिक और सैद्धांतिक अध्ययन। अंतिम लक्ष्य है ऐसे संवेदक और मीटर विकसित करना जो मानक क्वांटम सीमा के नीचे कार्य करने के लिए इन गुणों का प्रयोग करेगा।
ई-मेलः adwaith@rri.res.in
परामर्शदाताः अंडाल नारायणन

महेश्वर स्वर
अनुसंधान अभिरुचिः क्वांटम अपभ्रष्टता, अति शीत परमाणु और अणुओं की भौतिकी की प्रायोगिक जांच ताकि संघनित पदार्थ भौतिकी में अति शीत-परमाणु और अणुओं को मॉडल प्रणालियों के तौर पर प्रयोग करते हुए संघनित पदार्थ भौतिकी में जटिल घटनाओं को अनुकारित किया जा सके।
ई-मेलः mswar@rri.res.in
परामर्शदाताः सप्तऋषि चौधरी

निशांत जोशी
अनुसंधान अभिरुचिः परमाणविक, आण्विक और प्रकाशिक भौतिकी
ई-मेलः njoshi@rri.res.in
परामर्शदाताः सादिक़ रंगवाला

सुभजित भर
अनुसंधान अभिरुचि : परमाणु, आणविक भौतिकी
ई-मेलः subhajit@rri.res.in
परामर्शदाताः सप्तर्षि चौधुरी

नैन्सी वर्मा
अनुसंधान अभिरुचिः अरैखिक प्रकाशिकी और लेज़र प्लाज्मा अध्ययन
ई-मेलः nancy@rri.res.in
परामर्शदाताः रजी फिलिप

बी एस शिल्पा
अनुसंधान अभिरुचिः एकल परमाणु और एकल फोटोन के बीच सहक्रिया
ई-मेलः silpa@rri.res.in
परामर्शदाताः हेमा रामचंद्रन

संचारी चक्रबोर्ति
अनुसंधान अभिरुचिः (i) दुर्बल मापन (ii) क्वांटम माप सिद्धान्त के तौर पर क्वांटम यांत्रिकि
ई-मेलः sanchari@rri.res.in
परामर्शदाताः ऊर्बसी सिन्हा

आनंद प्रकाश
ई-मेलः prakash@rri.res.in
परामर्शदाताः सादिक़ रंगवाला

ऋषभ चटर्जी
अनुसंधान अभिरुचिः क्वांटम सूचना और क्वांटम गूढलेखन
ई-मेलः rishab17@rri.res.in
परामर्शदाताः ऊर्बसी सिन्हा

प्रदोष कुमार नायक
ई-मेलः pradosh@rri.res.in

बापन देबनाथ
ई-मेलः bapan@rri.res.in
परामर्शदाताः उर्बसी सिन्हा

शोवन कांति बारिक
ई-मेलः shovanb@rri.res.in

स्नेहल दल्वी
ई-मेलः snehald@rri.res.in

वर्धन ठाकर
ई-मेलः vardhanr@rri.res.in

अरुण बहलेयाँ
ई-मेलः arunb@rri.res.in

अभिषेक साधु
ई-मेलः abshisheks@rri.res.in

प्रेमपाल – अवकाश पर
ई-मेलः prempal@rri.res.in

श्रेया बागची
ई-मेलः shreyab@rri.res.in

सुखजोवन सिंह
ई-मेलः sukhjovan@rri.res.in

गोकुल वी आई
ई-मेल : gokulvi@rri.res.in

बिद्युत बिकास बोरुआ
ई-मेल: bidyut@rri.res.in

सौम्य रंजन बेहरा - 24.07.2019 से
ईमेल: saumyarb@rri.res.in

अखिल एवीएस - 25.07.2019 से
ईमेल: akhilv@rri.res.in

मृदु संघनित पदार्थ

संजय कुमार बेहेरा - 31.07.2019 तक
अनुसंधान अभिरुचि: काँच का पारगमन और कालप्रभावित कोलाइड निलंबन का स्राव विज्ञान
ई-मेल: sanjay@rri.res.in
परामर्शदाता: रंजिनी बंधोपाध्याय

दीपशिखा मालकर - 31.07.2019 तक
अनुसंधान अभिरुचि: प्रायोगिक मृदु संघनित पदार्थ – बंकित कोर हॉकी स्टिक तरल क्रिस्टल
ई-मेल: deepshika@rri.res.in
परामर्शदाता: अरूण रॉय

अश्वथनारायण गौड़ा - 31.07.2019 तक
अनुसंधान अभिरुचि: टीसीक्यू और अन्य डिस्कोटिक तरल क्रिस्टल
ई-मेल: ashwathgowda@rri.res.in
परामर्शदाता: संदीप कुमार

श्रीजा शशिधरण - 31.07.2019 तक
अनुसंधान अभिरुचि: लिपिड दोहरी परत
ई-मेल: sreeja@rri.res.in
परामर्शदाता: वी ए रघुनाथन

अनिंद्य चौधरी
अनुसंधान अभिरुचि: तरल क्रिस्टल
ई-मेल: anindya@rri.res.in
परामर्शदाता: वी ए रघुनाथन

सुमंत कुमार
अनुसंधान अभिरुचि: काँच सूक्ष्म छिद्र के प्रयोग से उनके आकार और लचीलापन पर आधारित जीवित कोशिकाएँ को वर्णित करना, जो रोग निदान में सहायक होगी ।
ई-मेल: sumanth@rri.res.in
परामर्शदाता: गौतम सोनी

इरला शिव कुमार
अनुसंधान अभिरुचि: तकनीकी अनुप्रयोगों और सुप्रामोलिक्युलार रसायन शास्त्र के लिए तरल क्रिस्टलों (डिस्कोटिक) का संश्लेषण और अभिलक्षणन
ई-मेल: irlasiva@rri.res.in
परामर्शदाता: Sandeep Kumar

सी साइचन्द
अनुसंधान अभिरुचि: मृदु पदार्थ (सिद्धांत)
ई-मेल: saichand@rri.res.in
परामर्शदाता: अरुण रॉय, यशोधन हटवाल्ने

मोहम्मद अरसलन अशरफ
अनुसंधान अभिरुचि: जीवित कोशिकाओं में बल जनन तंत्र
ई-मेल: arsalan@rri.res.in
परामर्शदाता: प्रमोद पुल्लर्कट

सुभादीप घोष
अनुसंधान अभिरुचि: यह जटिल आण्विक प्रणालियाँ विभिन्न प्रकार के मध्य प्रावस्थाएँ के साथ बहु आकारिकी क्रिस्टली प्रावस्थाएँ दर्शाने में प्रसिद्ध हैं । विभिन्न प्रणालियों के आण्विक कंपन ऊर्जा स्तरों में बदलावों की जांच के लिए और अत्यंत ध्रुवीय जटिल आण्विक प्रणाली के विभिन्न प्रावस्थाओं में उनके अद्वितीय हस्ताक्षर के लिए हमने रामन स्पेक्ट्रोस्कोपी तकनीक का उपयोग किया है । आणविक प्रणाली की जांच के लिए अन्य प्रयोगात्मक तकनीकों का भी उपयोग किया गया
ई-मेल: subhadip@rri.res.in
परामर्शदाता: अरुण रॉय, प्रतिभा आर, रजी फिलिप

दीपक पात्रा
ई-मेल: dipak@rri.res.in

आशीष कुमार मिश्रा
अनुसंधान अभिरुचि: तंत्रिका कोशिका पर जैव भौतिकी – विभिन्न क्षोभ के बाद तंत्रिका कोशिकाओं की प्रतिक्रिया
ई-मेल: ashishkm@ri.res.in
परामर्शदाता: प्रमोद पुल्लर्कट

राजकुमार विश्वास
अनुसंधान अभिरुचि: सॉफ्ट मैटर, डायनामिक रूप से जाम सिस्टम, एजिंग मटेरियल, रियोलॉजी।
ई-मेल: rajkumar@rri.res.in
परामर्शदाता: रंजिनी बंद्योपाध्याय

विष्णु देव मिश्रा
अनुसंधान अभिरुचि: जैव भौतिकी – बंकित-कोर तरल क्रिस्टल
ई-मेल: vishnudmishra@rri.res.in
परामर्शदाता: अरुण रॉय, यशोधन हटवाल्ने, सायनतन मजूमदार

स्वर्णक रे
अनुसंधान अभिरुचि: माइसेल्लार विलयन में तरल क्रिस्टली बिंदुकों का विलेयीकरण और इस विलेयीकरण के कारण इन बिन्दुकों की स्व-चालित गति । ऐसी बिंदुकों के सामूहिक व्यवहार और ऐसी बिंदुकों पर तरल क्रिस्टलीय प्रावस्था के चरण संक्रमण के प्रभाव का अध्ययन करने की भी मेरी योजना है।
ई-मेल: swarnak25@rri.res.in
परामर्शदाता: अरुण रॉय

पलक
अनुसंधान अभिरुचि: गैर-संतुलन गतिशीलता और घने कोलाइडल गलतियों में जटिल प्रवाह के प्रायोगिक अध्ययन
ई-मेल: palak@rri.res.in
परामर्शदाता: रंजिनी बंद्योपाध्याय

चंदेश्वर मिश्रा
अनुसंधान अभिरुचि: नरम कोलाइडल कणों के निलंबन में ठेला गतिकी का अध्ययन।
ई-मेल: chandeshwar@rri.res.in
परामर्शदाता: रंजिनी बंद्योपाध्याय

सौरभ कौशिक
ईमेल: saurabh@rri.res.in

सुख वीर
ई-मेल: sukh@rri.res.in

इंतेजार हुसैन
ई-मेल: intezar@rri.res.in

सेबन्ती सी
अनुसंधान अभिरुचि:गैर ब्राउनी घने निलंबनों में फंसे संक्रमण
ई-मेल: sebantic@rri.res.in
परामर्शदाता: सायनतन मजूमदार

समरजित पट्टनायक – 11.07.2019 तक
ई-मेल: samarjit@rri.res.in

अलकनंदा पात्रा
अभिरुचि: लिक्विड क्रिस्टलीय पदार्थों का संश्लेषण और लक्षण वर्णन
ईमेल: alakananda@rri.res.in
परामर्शदाता: संदीप कुमार, रवि सुब्रह्मण्यन

वाणीश्री भट्ट
अनुसंधान अभिरुचि: कुछ नवीन स्टेरॉड मेसोजेन्स का संश्लेषण और लक्षण वर्णन
ईमेल: vanishree@rri.res.in
परामर्शदाता: संदीप कुमार, रवि सुब्रह्मण्यन

मोहम्मद नुमान –14.06.2019 तक
ई-मेल: numan@rri.res.in

कौशिक बीरा
ई-मेल: kousikb@rri.res.in

सच्चीदानंद बारीक
ई-मेल: sbarik@rri.res.in

सुकन्या साधु
ई-मेल: sukanyas@rri.res.in

स्वर्णदीप बख्शी
ई-मेल: swarnadeep@rri.res.in

योगेश आर्य - 25.07.2019 से
ईमेल: yogesh@rri.res.in

अभिषेक गदाई - 24.07.2019 से
ईमेल: abhishekg@rri.res.in

दीपक मेहता - 26.07.2019 से
ईमेल: deepakmehta@rri.res.in

मकरंद दवे - 25.07.2019 से
ईमेल: makarand@rri.res.in

रितविक सरकार - 25.07.2019 से
ईमेल: ritwick@rri.res.in

वैभव सिंह परमार - 25.07.2019 से
ईमेल: vaibhav@rri.res.in

सैद्धांतिक भौतिकी

अमित कुमार - 31.07.2019 तक
अनुसंधान अभिरुचि: जैव भौतिकी
ई-मेल: amit@rri.res.in
परामर्शदाता: मदन राव

शांतनु दास - 31.07.2019 तक
अनुसंधान अभिरुचि: सांख्यिकीय यान्त्रिकी
ई-मेल: santanu@rri.res.in
परामर्शदाता: संजीब सभापण्डित

अलकेश यादव - 31.07.2019 तक
अनुसंधान अभिरुचि: जैव भौतिकी । यूकेरियोटिक कोशिकाओं में एक कोशिकांग होता है जिसे गॉल्जी सम्मिश्र कहा जाता है। गाल्जी सम्मिश्र एक झिल्लीदार संरचना है जो कई चपटी थैलियों से बनी है जिसे सिस्टर्न कहा जाता है । यह सवाल पूछा जा रहा है कि गॉल्जी के कार्यों के आधार पर एक गॉल्जी सम्मिश्र में डिब्बों की संख्या कितनी है ।
ई-मेल: alkesh@rri.res.in
परामर्शदाता: मदन राव

अभिषेक माथुर
अनुसंधान अभिरुचि: क्वांटम क्षेत्र सिद्धान्त, क्वांटम गुरुत्वाकर्षण
ई-मेल: abhishekmathur@rri.res.in
परामर्शदाता: सुमति सूर्या

सारंग कालरा - 09.07.2019 तक
ई-मेल: sarang@rri.res.in

सायनतन घोष - 20.11.2019 तक
ई-मेल sghosh@rri.res.in

आयन संतरा
ई-मेल: ion@rri.res.in

अमित कुमार साहा - 11.10.2019 तक
ईमेल: amitksaha@rri.res.in

प्रशासन

सीएसआर मूर्ति 31.12.2019 तक
प्रशासन अधिकारी
csrmurthy@rri.res.in

नरेश वी एस
सहायक प्रशासन अधिकारी
प्रशासनिक अधिकारी (प्रभारी) - 01.01.2020 से
vsnaresh@rri.res.in

वी जी सुब्रमण्यन
वैज्ञानिक अधिकारी
subramanian@rri.res.in

सचिन एस बेलवाड़ी - 30.1.2020 से
स्थापना अधिकारी
eo@rri.res.in

वी एस शैलजा
svs@rri.res.in

के राधा
kradha@rri.res.in

विद्यामणि वी
vidya@rri.res.in

वी रवीन्द्रन
ravee@rri.res.in

आर गणेश
ganeshr@rri.res.in

जी वी इंदिरा

समूह सचिव

राधाकृष्ण के
मृदु संघनित पदार्थ
krk@rri.res.in

एस हरिणी कुमारी
खगोल विज्ञान और खगोलभौतिकी
harini@rri.res.in

जी गायत्री
सैद्धान्तिक भौतिकी
gayathrig@rri.res.in

ममता बाई आर
ईलेक्ट्रानिकी इंजीनियरी ग्रुप
mamta@rri.res.in

सविता देशपांडे
प्रकाश और पदार्थ भौतिकी
savithamd@rri.res.in

लेखा

सुरेश वरदराजन, लेखा अधिकारी
sureshv@rri.res.in

आर रमेश, आंतरिक लेखा परीक्षक - 31.05.2019 तक
rameshac@rri.res.in

वी रघुनाथ
vraghu@rri.resin

आर प्रदीप
pradeep@rri.res.in

श्रीकांत डी भट - 06.03.2020 से
shrikant@rri.res.in

क्रय

सीएन रामामूर्ति, क्रय अधिकारी
rmurthy@rri.res.in

एम प्रेमा
premam@rri.res.in

भंडार

बी श्रीनिवास मूर्ति, भंडार अधिकारी
murthyb@rri.res.in

संपत्ति और भवन

जीबी सुरेश, सिविल इंजीनियर

मुनीस्वरन

के भूपालन

गुणशेखर

केएन श्रीनिवास

के पलणि

एम राजगोपाल

के जी नरसिंहलु

एम रमेश

एम गोपीनाथ

जयम्मा - 30.06.2019 तक

सी लक्ष्मम्मा

टी मुरली

नारायण

वी वेंकटेश

रामण्णा

वरलक्ष्मी

सी एलुमलाई

ए रामण्णा

डी महालिंगा

माइलारप्पा - 29.02.2020 तक

मारप्पा - 31.07.2019 तक

एस मुनिराजू – 31.1.2019 तक

रंगलक्ष्मी

डी कृष्णा

टी महादेवा

सी सम्पत - 31.08.2019 तक

एस श्रीधर

सुरक्षा

मातादीन, सुरक्षा प्रभारी

किरण गुड्डप्पा होसल्ली, सलाहकार सुरक्षा पर्यवेक्षक (02.03.2020 से)

हनुमंता राजू एसपी, सलाहकार सुरक्षा पर्यवेक्षक (02.03.2020 से)

बेलिअप्पा एके, सलाहकार सुरक्षा पर्यवेक्षक (02.03.2020 से)

एच वाडेरप्पा 31.03.2020 तक

बीएम बस्वराजय्या

यूए ईरप्पा

एच गंगय्या - 31.07.2019 तक

केशवमूर्ति

सुरेशा

के कृष्णप्पा - 31.05.2019 तक

के पुष्पराज

ओएम रामचन्द्र

जी रामकृष्णा

एम सनय्या – 31.10.2019 तक

परिवहन

एम बलरामा

सीके मोहनन

जी प्रकाश - 13.08.2019 तक

रहमत पाशा

जी राजा

वेंकटेशप्पा

कैंटीन & अथिति गृह

एन नारायणप्पा (परामर्शदाता)

के वेलायुथम

शिवमल्लु

मंगल सिंह

मुनिरत्ना

टी नागन्ना

डी बी पद्मावती

पी सी प्रभाकर

एन पुट्टस्वामी

शारदम्मा

गौरीबिदनूर क्षेत्र केंद्र

आरपी रामजी नायक

एनआर श्रीनाथ

चिकित्सा परामर्शदाता

डॉ बीवी संजय राव

डॉ पीएच प्रसाद

डॉ एन सुंदरी

आरआरआई राजभाषा कार्यान्वयन समिति

शारदामणि, परामर्शदाता

प्रकाशन

पेपर्स इन जर्नल्स

1. होल मॉलिक्यूल डिसऑर्डर ऑफ़ द शिफ बेस कंपाउंड 4-क्लोरो-एन-(4-नाइट्रो-बेंजाइल-आइडीन) एनिलिन : क्रिस्टल स्ट्रक्चर एंड हिर्शफेल्ड सरफेस एनालिसिस
   लीला, सुंदररमन*; सुभाषिनी, ए*; फिलिप, रीजी; राममूर्ति, कंदासामी*; स्टॉक ली-इवांस, हेलेन*
   एक्टा क्रिस्टलोग्राफिका सेक्शन ई, क्रिस्टलोग्राफिक कम्युनिकेशंस, 2020, वॉल्यूम 76, पी 417

2. सिंगल स्टेप इलेक्ट्रोकमिकल सिंथेसिस ऑफ कोबाल्ट नैनोक्लस्टर्स एम्बेडेड ऑन डेन्स ग्रेफाइट शीट्स फॉर इलेक्ट्रोकैटालीसिस ऑफ द ऑक्सीजन एवोलुशन रिएक्शन
   अनु रंजीत* और वी लक्ष्मीनारायणन
   एसीएस एप्लाइड नैनो मैटेरियल्स, 2020, वॉल्यूम 3, पी 2705

3. एनहांस्ड इलेक्ट्रोकैटलिटिक एक्टिविटी ऑफ पीडी एंड पीडी-पोलीएनिलीन नैनोपार्टिकल्स ऑन इलेक्ट्रोकेमिकली एक्सफ़ोलीएटेड ग्रेफाइट शीट्स
   जगदीश, आर.वी. और लक्ष्मीनारायणन, वी
   एप्लाइड कैटलिसिस बी: एनवायर्नमेंटल, 2 019, वॉल्यूम 251, पी 25

4. मर्चिसन वाइडफील्ड ऐरे एंड एक्सएमएम-न्यूटन ऑब्सेर्वेशन्स ऑफ द गेलेक्टिक सुपरनोवा रेमनेन्ट G5.9 + 3.1
   ओनिक, डी*; फिलीपोविक, एम.डी.*; द्वारकानाथ, के एस + 13 को-ऑथर्स
   एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, 2019, वॉल्यूम 625, आर्टिकल नं: ए A93

5. एनालिटिक फार्मूलेशन ऑफ 21 सेमी सिग्नल फ्रॉम कॉस्मिक डॉन : Lyα फ्लक्चुएशन्स
   रास्ते, जानकी एंड सेठी, एस के
   एस्ट्रोफिजिकल जर्नल, 2019, वॉल्यूम 876, पी 17

6. द रेडशिफ्टेड 21 सेमी सिग्नल इन द एडजेस लो-बैंड स्पेक्ट्रम
   सिंह, सौरभ और सुब्रह्मण्यन, रवि
   एस्ट्रोफिजिकल जर्नल, 2019, वॉल्यूम 880, आर्टिकल नं: 10

7. पल्स फेस वेरिएशन ऑफ द साइक्लोट्रॉन लाइन इन एचएमएक्सबी 4यू 1907 + 09 विथ एस्ट्रोसैट एलएएक्सपीसी
   वरुण; प्रगति प्रधान*; चंद्रेई मैत्रा*; हर्षा रायचूर* एंड बिस्वजीत पॉल
   एस्ट्रोफिजिकल जर्नल, 2019, वॉल्यूम 880, आर्टिकल नं: 61

8. प्रोबिंग क्लम्पी विंड एक्रीशन इन आईजीआर जे 18027-2016 विथ एक्सएमएम-न्यूटन
   प्रधान, प्रगति*; बोज़ो, एनरिको*; पॉल, बिस्वजीत; एट अल
   एस्ट्रोफिजिकल जर्नल, 2019, वॉल्यूम 883, आर्टिकल नं: 116

9. टू-ज़ोन एमिशन मॉडलिंग ऑफ पीकेएस 1510-089 ड्यूरिंग द हाई स्टेट ऑफ 2015
   प्रिंस, राज; गुप्ता, नयनतारा; नालवजको, क्रिज़्सटॉफ़*
   एस्ट्रोफिजिकल जर्नल, 2019, वॉल्यूम 883, पी 137

10. इम्प्रूविंग द एपोक ऑफ रिआयनाइजेशन पावर स्पेक्ट्रम रिजल्ट्स फ्रॉम मुर्चिसन वाइडफील्ड एरे सीज़न 1 ऑब्सेर्वेशन्स
    बैरी, एन*; विलेन्स्की, एम*; उदय शंकर, एन; सेठी, एस के; सुब्रह्मण्यन, रवि एट अल
    एस्ट्रोफिजिकल जर्नल, 2019, वॉल्यूम 884, आर्टिकल नं: 1

11. रिन्यूअल ऑफ ट्रांसिएंट स्पाइरल मोड्स इन डिस्क गैलेक्सीज
    श्रीधर, एस
    एस्ट्रोफिजिकल जर्नल, 2019, वॉल्यूम 884, आर्टिकल नं: 3

12. डिटेक्टिंग द 21 सेमी सिग्नल फ्रॉम द एपोक ऑफ रिआयोनाइजेशन यूसिंग ड्रिफ्ट स्कैन्स: कोरिलेशन ऑफ़ टाइम- आर्डरड विसिबिलिटीज़
    पटवा, आकाश कुमार एंड सेठी, एस के
    एस्ट्रोफिजिकल जर्नल, 2019, वॉल्यूम 887, आर्टिकल नं: 52

13. ट्रेसिंग द डायनामिकल मास इन गैलेक्सी डिस्क्स यूसिंग हाई विलोसिटी डिस्परशन एंड इट्स इम्प्लिकेशन्स फॉर द डार्क मैटर डिस्ट्रीब्यूशन इन गैलेक्सीज
    दास, मौसुमी*; मैकगॉव, एस एस*; द्वारकानाथ के एस +2 को-ऑथर्स
    एस्ट्रोफिजिकल जर्नल, 2020, वॉल्यूम 889, आर्टिकल नं: 10

14. अल्ट्रा हाई-एनर्जी कॉस्मिक रे इंटरेक्शन्स एस द ओरिजिन ऑफ वैरी हाई-एनर्जी गामा रेस फ्रॉम बीएल लैक्स
    दास, सैकट ; गुप्ता, नयनतारा; रज़्ज़ेक, सोइबुर*
    एस्ट्रोफिजिकल जर्नल, 2020, वॉल्यूम 889, आर्टिकल नं: 149

15. ब्रॉडबैंड वैरिएबिलिटी एंड कोरिलेशन स्टडी ऑफ 3C 279 ड्यूरिंग फ्लेयर्स ऑफ 2017-2018
    राज प्रिंस
    एस्ट्रोफिजिकल जर्नल, 2020, वॉल्यूम. 890, आर्टिकल नं: 164

16. न्यू एविडेंस फॉर स्पैशियो-टेम्पोरल फ्रेगमेंटेशन इन द सोलर फ्लेयर एनर्जी रिलीज
रमेश, आर*; मुगन्दन, वी; प्रभु, के*
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल लैटर्स, 2020, वॉल्यूम 889, पी एल 25

17. एक्स-रे रिप्रोसेसिंग: थ्रू द एक्लिप्स स्पेक्ट्रा ऑफ हाई-मॉस एक्स-रे बायनेरिज़ विथ एक्सएमएम न्यूटन
आफताब, नफीसा; पॉल, बिस्वजीत; क्रेटशमर, पीटर*
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल सप्लीमेंट सीरीज़, 2019, वॉल्यूम 243, पी 29

18. द रोल्स ऑफ माइक्रोट्यूबुल्स एंड मेम्ब्रेन टेंशन इन एक्सोनल बीडिंग, रिट्रैक्शन एंड एट्रोफी
दातार, अनघा; अमीरामजा, जयशबनु; भट्ट, अलका; श्रीवास्तव, रोली; मिश्रा, आशीष; पुलरकट, प्रमोद ए एट अल
बायोफिज़िकल जर्नल, 2019, वॉल्यूम 117, पी 880

19. एसी इम्पीडेन्स मेशरमेन्ट फॉर द एंजाइम कैनेटीक्स ऑफ यूरिया-यूरीस सिस्टम: ए मॉडल फॉर इम्पीडिमेट्रिक बायोसेन्सर
सुंदरराम, मोहनरंगन*; जानकीरामन, कुमार*; कुमार, अन्नामलाई सैंथिल*; लक्ष्मीनारायणन, वी ; शंकरन, कृष्णन*
बुलेटिन ऑफ़ मैटेरियल्स साइंस, 2020, वॉल्यूम 43, आर्टिकल नं: 77

20. मॉड्युलेटिंग नॉन-लीनियर ऑप्टिकल अब्सॉर्प्शन थ्रू कंट्रोल्ड ग्रेफाइटिजेशन ऑफ कार्बन नैनोस्ट्रक्चर्स कंटेनिंग Fe3C-ग्रेफाइट कोर-शेल नैनोपार्टिकल्स
कुमार, राजीव*; कुमार, अजय; वर्मा, नैन्सी; फिलिप, रेजी एट अल।
कार्बन, 2019, वॉल्यूम 153, पी 545

21. मेथॉडिकल इंजीनियरिंग ऑफ डिफेक्ट्स इन MnxZn1-x O (x = 0.03, एंड 0.05) नैनोस्ट्रक्चर्स बाई इलेक्ट्रॉन बीम फॉर नॉनलाइनियर ऑप्टिकल एप्लीकेशंस : ए न्यू इनसाइट
एंटनी, एल्बिन*; पूर्णेश, पी*, फिलिप, रीजी + 7 को-ऑथर्स
सिरेमिक्स इंटरनेशनल, 2019, वॉल्यूम 45, पी 8988

22. फ्रेग्मेंटेशन काईनेमेटीक्सएस ऑफ SF6 अपऑन फोटो-एक्साइटेशन ऑफ S(2p) कोर शेल एंड सब्सेक्वुएन्ट ऑगर डिकेस
साहा, के*; पांडे, ए; बनर्जी, एस बी*; बापट, बी*
केमिकल फिजिक्स लैटर्स, 2020, वॉल्यूम 739, आर्टिकल नं: 137038

23. एन्वायरन्मेंटली बेनिन एप्रोच फॉर द सिंथेसिस ऑफ एजो डाइस इन द प्रजेंस ऑफ मेसोपोरस सल्फेटेड कोर शेल जिरकोनिया- कॉपर (I) ऑक्साइड सॉलिड एसिड कैटेलिस्ट
परशुराम, लक्ष्मीनारायण*; श्रीनिवास, स्वामी*; अक्षता, सत्यनारायण राव*; उदय कुमार, वेलु*; कुमार, संदीप
केमिस्ट्री सिलेक्ट, 2019, वॉल्यूम 4,पी 5097

24. इंड्यूस्ड स्पेशियल ज्यामेट्री फ्रॉम कैज़ुअल स्ट्रक्चर
आइचोर्न, एस्ट्रिड*; सूर्या, सुमति; वर्स्टीगेन, फ्लियूर*
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी, 2019, वॉल्यूम 36, आर्टिकल नं: 105005

25. स्पेक्ट्रल डायमेंशन ऑन स्पेशियल हाइपर सरफेसेस इन कैज़ुअल सेट क्वांटम ग्रेविटी
आइचोर्न, एस्ट्रिड*; सूर्या, सुमति एंड वर्स्टीगेन, फ्लियूर*
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी, 2019, 36, आर्टिकल नं: 235013

26. डायमेंशनली रिस्ट्रक्टेड कैज़ुअल सेट क्वांटम ग्रेविटी: एक्साम्प्लस इन टू एंड थ्री डाइमेंशन्स
कनिंघम, विलियम जे*; सूर्या, सुमति
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी, 2020, वॉल्यूम 37, आर्टिकल नं: 054002

27. कैन एनीवन ओन द स्काई ?
सुब्रह्मण्यन, रवि
करंट साइंस, 2019, वॉल्यूम 117, पी 727

28. विलोसिटी इमेजिंग ऑफ H^- फ्रॉम फार्मिक एसिड : प्रोबिंग फंक्शनल ग्रुप डिपेंडेंस इन डिसोसिएटिव इलेक्ट्रॉन अटैचमेंट
एन भार्गव राम*; वैभव एस प्रभुदेसाई*; ई कृष्णकुमार
यूरोपीयन फिजिकल जर्नल डी, 2020, वॉल्यूम 74, आर्टिकल नं: 49

29. नॉन-इक्विलिब्रियम डायनामिक्स ऑफ द पिस्टन इन द ज़ीलार्ड इंजन
भट्ट, दीपक*; धर, अभिषेक*; कुंडू, अनुपम* सभापति, संजीब
यूरोफिज़िक्स लैटर्स, 2019, वॉल्यूम 127, आर्टिकल नं: 10004

30. ए नॉन-एंजाइमैटिक इलेक्ट्रोकेमिकल सेंसर बेस्ड ऑन ZrO2: Cu (I) नैनो स्फीयर मोडिफाइड कार्बन पेस्ट इलेक्ट्रोड फॉर इलेक्ट्रो-कैटेलिटिक ऑक्सीडेटिव डिटेक्शन ऑफ ग्लूकोज इन रॉ सिट्रस आरैंशियम वर साइनेनसिस
परशुराम, एल*; श्रीनिवास, एस*; अक्षता, एस*; वी उदयकुमार*; कुमार; संदीप
फ़ूड केमिस्ट्री, 2019, वॉल्यूम 300, पी 125178

31. बायोफिज़िक्स ऑफ सेल-सब्सट्रेट इंटरैक्शन अंडर शियर
पड्डिलया, नेहा *; मिश्रा, आशीष; पुलरकट, प्रमोद ए; +3 को-ऑथर्स
फ्रंटियर्स इन सेल एंड डेवलपमेंटल बायोलॉजी : सेल एडहिसन एंड माइग्रेशन 2019, वॉल्यूम 7, आर्टिकल नं: 251

32. एनोमालस हीट ट्रांसपोर्ट इन वन डायमेंशनल सिस्टम्स: ए डिस्क्रिप्शन यूसिंग नॉन-लोकल फ्रैक्शनल-टाइप डिफ्यूशन इक्वेशन
धर, अभिषेक*; कुंडू, अनुपम*; कुंडू, आरित्रा
फ्रंटियर्स इन फिजिक्स, 2019, वॉल्यूम 7, पी 25

33. एन एमसीएस विथ इटेरेटिव मल्टी-डायमेंशनल हैमिंग प्रोडक्ट कोड्स
चन्द्रशेखरन, पार्वती एंड बालसुब्रमण्यम आर आईईटीई जर्नल ऑफ रिसर्च, पब्लिश्ड ऑनलाइन 16 अक्टूबर 2018
डीओआई : 10.1010 / 03772063.2018.1527527

34. सम रिजल्ट्स ऑन टोपोलॉजिकल करेंट्स इन फील्ड थ्योरी
व्यास, विवेक एम; श्रीनिवासन, वी*; पाणिग्रही, प्रशांता के*
इंटरनेशनल जर्नल ऑफ मॉडर्न फिज़िक्स ए, 2019, वॉल्यूम 34, पी 1950096

35. एक्स-रे स्कैटरिंग फ्रॉम ए थिकनेस-मॉड्युलेटेड फेस ऑफ लिपिड मेमब्रेन्स
मधुकर, एस एंड रघुनाथन, वी ए
जर्नल ऑफ एप्लाइड क्रिस्टलोग्राफी, 2019, वॉल्यूम .52, पी 440

36. एनालिसिस ऑफ फ़र्मी-लेट डेटा फ्रॉम ट्यूकाना-II : पॉसिबल कन्सट्रेन्ट्स ऑन द डार्क मैटर मॉडल्स विथ एन इंट्रीगुइंग हिंट ऑफ ए सिग्नल
भट्टाचार्जी, पूजा*; मजूमदार, प्रतीक*; बिस्वास, सायन; पार्था एस जोर्डर*
जर्नल ऑफ कॉस्मोलॉजी एंड एस्ट्रोपार्टिकल फिजिक्स, 2019, आर्टिकल नं: 028

37. कॉस्मॉलजिकल इम्प्लिकेशन्स ऑफ इलेक्ट्रोमैगनेटिकली इंटरएक्टिंग डार्क मैटर : मिली-चार्जड पार्टिकल्स एंड एटम्स विथ सिंगली एंड डब्ली चार्जड डार्क मैटर
गौतम, ए पी*; सेठी, एस के
जर्नल ऑफ कॉस्मोलॉजी एंड एस्ट्रोपार्टिकल फिजिक्स, 2020, आर्टिकल नं: 039

38. कंस्ट्रेनिंग वार्म डार्क मैटर पावर स्पेक्ट्रम यूसिंग द क्रॉस-कोरिलेशन ऑफ HI 21 सेमी सिग्नल एंड लिमन-αफारेस्ट
सरकार, अंजन कुमार; पाल, आशीष कुमार*; सरकार, तपोमय गुहा*
जर्नल ऑफ कॉस्मोलॉजी एंड एस्ट्रोपार्टिकल फिजिक्स, 2019, आर्टिकल नं: 058

39. सिनर्जिस्टिक इफेक्ट ऑफ हाइब्रिड $Ce3+/Ce4+$ डॉप्ड Bi_2O_3 नैनो-स्फीयर फोटोकैटलिस्ट फॉर एनहांस्ड फोटोकैटलिटिक डिग्रेडेशन ऑफ एलिज़रीन रेड एस डाई एंड इट्स एनयूवी एक्साइटेड फोटोल्यूमिनेंस स्टडीस
अक्षता, एस*; श्रीनिवास, एस*, कुमार, संदीप +5 को-ऑथर्स
जर्नल ऑफ़ एनवायर्नमेंटल केमिकल इंजीनियरिंग, 2019, वॉल्यूम 7, पी 103053

40. स्टडीस ऑन द एसजे वैक्यूम इन डी सिटर स्पेसटाइम
सूर्या, सुमति; एक्स, नोमान; यज़्दी, यासमन के*
जर्नल ऑफ हाई एनर्जी फिजिक्स, 2019, आर्टिकल नं: 9

41. इंटेलिजेंट लाइब्रेररीस : न्यू हॉरिज़ोन्स विथ आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस
शंकरगौड़ा एस गुंडाकनल एंड मंजूनाथ, कड्डीपुजर
जर्नल ऑफ इनफार्मेशन मैनेजमेंट एंड एजुकेशन टेक्नोलॉजी, वॉल्यूम .3, पी 8, 2019

42. इन्फ्लुएंस ऑफ $MnCl_2$ ऑन द प्रॉपर्टीस ऑफ एन एमिनो एसिड कॉम्प्लेक्स सिंगल क्रिस्टल-एल -आर्गिनिन परक्लोरेट (एलएपीसीएल) फॉर ऑप्टिकल लिमिटर एप्लीकेशंस
थॉमस, प्रिंस*, जुनजुरी, राजेंद्र*, जॉय, नितिन, फिलिप, रेजी + 4 को-ऑथर्स
जर्नल ऑफ मैटेरियल्स साइंस : मैटेरियल्स इन इलेक्ट्रॉनिक्स, 2019, वॉल्यूम 30, पी 8407

43. इन्वेस्टीगेशन ऑफ नॉन लीनियर ऑप्टिकल एंड फोटोकैटलिटिक प्रॉपर्टीस ऑफ सोल-जेल डिराइव्ड $KBiFe_2O_5$
राय, रंजन *; जॉर्ज, एग्नेस; मुथुकुमार, वी साई*; वर्मा, के बी आर*; फिलिप, रीजी; मोली, मुरलीकृष्णा*
जर्नल ऑफ़ मैटेरियल्स साइंस : मैटेरियल्स इन इलेक्ट्रॉनिक्स, 2019, वॉल्यूम 30, पी 11451

44. ट्यूनिंग द ऑप्टिकल, इलेक्ट्रिकल एंड थर्मल प्रॉपर्टीज ऑफ एल-आर्गनीन मैलिएट डाईहाइड्रेट (एलएएमडी) सिंगल क्रिस्टल्स फॉर ऑप्टिकल लिमिटर एप्लीकेशंस
थॉमस, प्रिंस*; जोस, ग्रीष्मा सी*; मैथ्यू, वीना रोस*; डोमिनिक, प्रिया; जुंजुरी, राजेंद्र*; फिलिप, रीजी; गिन्सन पी जोसेफ*
जर्नल ऑफ़ मैटेरियल्स साइंस: मैटेरियल्स इन इलेक्ट्रॉनिक्स, 2019, वॉल्यूम 30, पी 17322

45. सेल्फ -असेंबली ऑफ टेपर -एंड वेज-शेप्ड मैलिमाइड डिराइवेटिव्स : सिंथेसिस एंड स्ट्रक्चर-प्रॉपर्टी रिलेशनशिप
विनयकुमारा, डी आर*; कुमार, संदीप; कृष्ण प्रसाद एस*; अधिकारी, ए.वी *
जर्नल ऑफ मॉलिक्यूलर लिक्विड्स, 2019, वॉल्यूम 284, पी 765

46. डेवलपमेंट ऑफ नेमैटिक एंड ऑर्थोगोनल स्मेकटिक फेसेस इन शार्ट-कोर फ्लोरिनेटेड हॉकी-स्टिक शेप्ड लिक्विड क्रिस्टल कंपाउंड्स
उपाध्याय, कल्पना; घोष, शर्मिष्ठा; प्रतिभा, आर + 2 को-ऑथर्स
जर्नल ऑफ मॉलिक्यूलर लिक्विड्स, 2020, वॉल्यूम 298, आर्टिकल नं 111989

47. सुपरामॉलेक्यूलर कोलमनार सेल्फ-एसेम्ब्ली ऑफ़ वेज-शेप्ड रोडानाइन बेस्ड डाईस : सिंथेसिस एंड ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक प्रॉपर्टीज
विनयकुमार, डी आर; कुमार, संदीप; अधिकारी, ए.वी.
जर्नल ऑफ मॉलिक्यूलर लिक्विड्स, 2019, वॉल्यूम 274, पी 215

48 स्ट्रेंथनिंग ऑफ कालमनार हेक्सागोनल फेस ऑफ ए रूम टेम्परेचर डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टलाइन मैटेरियल बाई यूसिंग फेरोइलेक्ट्रिक बेरियम टाइटनेट नैनोपार्टिकल्स
उत्तम, राहुल; यादव, नीलम; कुमार, संदीप; धार, रवींद्र
जर्नल ऑफ़ मॉलिक्यूलर लिक्विड्स, 2019, वॉल्यूम 294, आर्टिकल नं 111609

49. इफेक्ट ऑफ गोल्ड नैनोपार्टिकल्स ऑन इन्ट्रिंसिक मैटेरियल पैरामीटर्स एंड लुमिनिसेंट करेक्टरिस्टिक्स ऑफ निमेटिक लिक्विड क्रिस्टल्स
रॉय, आराधना; सिंह, भूपेंद्र प्रताप; कुमार, संदीप + 4 को-ऑथर्स
जर्नल ऑफ मॉलिक्यूलर लिक्विड्स, 2019, वॉल्यूम 295, आर्टिकल नं 111872

50. नेमैटिक एंड स्विचेबल इंटरकेलेटेड फेसेस इन पालीमराइजेबल बेंटकोर मोनोमर्स विथ नेफ्थलीन मोइटी इन द साइड आर्म्स ऑफ द एरोमेटिक कोर
श्रीनिवास, एच टी ; पृथा, एन; प्रतिभा, आर
जर्नल ऑफ़ मॉलिक्यूलर स्ट्रक्चर, 2020, वॉल्यूम 1199, पी 126971

51. रिविजिटिंग कम्पेरिसन बिटवीन इंटेंगलमेंट मेशर्स फॉर टू-क्यूबिट प्योर स्टेटस
सिंह, आशुतोष; अहमद, आईजाज़*; होम दीपंकर*; सिन्हा, उर्वशी
जर्नल ऑफ़ द ऑप्टिकल सोसाइटी ऑफ़ अमेरिका बी, 2020, वॉल्यूम 37, पी 157

52. इन्फ्लुएंस ऑफ़ कूलम्बिक इंटरैक्शन ऑन द इंटरफैसिअल सेल्फ-असेंबली ऑफ डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल एम्फीफाइल्स: ए कम्बाइंड एक्सपेरिमेंटल एंड कंप्यूटर सिमुलेशन स्टडी
वर्मा, प्रखर*; एरीम्बन, शकीरा*; कुमार, निशांत*; कुमार, संदीप एट अल ।
जर्नल ऑफ फिजिकल केमिस्ट्री सी, 2019, वॉल्यूम 123, पी 16681

53. एक्साक्ट स्टेशनरी स्टेट ऑफ ए रन-एंड-टंबल पार्टिकल विथ थ्री इंटरनल स्टेट्स इन ए हार्मोनिक ट्रैप
बसु, उरना; मजूमदार सत्या एन*; अल्बर्टो रोसो*; सभापंडित संजीब; ग्रेगोरी स्केहर*
जर्नल ऑफ फिजिक्स ए: मैथमेटिकल एंड थेओरिटिकल, 2020, वॉल्यूम 53, पी 09LT01

54. सिग्नेचर ऑफ जैमिंग अंडर स्टेडी शियर इन डेन्स पार्टिकुलेट सस्पेंशंस
धर, सुभ्रांसु; चट्टोपाध्याय, सेबंती ; मजूमदार, सायनतन
जर्नल ऑफ फिजिक्स: कंडेंस्ड मैटर, 2020, वॉल्यूम 32, आर्टिकल नं: 124002

55. फ्लोरेसेंस प्रॉपर्टीज ऑफ एरोमेटिक एसिममेट्रिक डी-कीटोन कॉमपाउंड इन पोलर एंड नॉन पोलर सॉल्वैंट्स
मुद्दापुर, जी वी*; मेल्वंकी, रवीन्द्र*; श्रीनिवासा, एच टी + 3 को-ऑथर्स
इंटरनेशनल कांफ्रेंस ऑन थर्मो-फ्लुइड्स एंड एनर्जी सिस्टम्स (आईसीटीईएस 2019) 27-28 दिसंबर 2019, बेंगलुरु, इंडिया
जर्नल ऑफ फिजिक्स: कॉन्फ्रेंस सीरीज़, 2020, वॉल्यूम 1473, आर्टिकल नं: 012044

56. एन्ट्रापी प्रोडक्शन फॉर पार्शियली ऑब्सेर्वेड सिस्टम इन ए हार्मोनिक ट्रैप
दीपक गुप्ता; संजीब सभापंडित
जर्नल ऑफ स्टैटिस्टिकल मैकेनिक्स : थ्योरी एंड एक्सपेरिमेंट 2020, आर्टिकल नं: 013204

57. डायनमिकाल कोरिलेशन्स ऑफ कंज़र्वेड क्वान्टिटीस इन द वन-डायमेंशनल इक्वल मास हार्ड पार्टिकल गैस
कुंडू, आरित्र; धर, अभिषेक; सभापंडित, संजीब
जर्नल ऑफ स्टैटिस्टिकल मैकेनिक्स : थ्योरी एंड एक्सपेरिमेंट, 2020, आर्टिकल नं: 023205

58. नॉन-इक्विलिब्रियम क्वांटम लैंग्विन डायनामिक्स ऑफ ऑर्बिटल डायमैगनेटिक मोमेंट
सतपथी, उर्बशी एंड सिन्हा, सुपर्णा
जर्नल ऑफ स्टैटिस्टिकल मैकेनिक्स: थ्योरी एंड एक्सपेरिमेंट, 2019, आर्टिकल नं: 063106

59. वेलोसिटी डिस्ट्रीब्यूशन ऑफ ड्रिवेन ग्रैनुलर गैसेस
प्रसाद, वी वी*; दास, दिब्येंदु*; सभापंडित, संजीब; राजेश, आर*
जर्नल ऑफ स्टैटिस्टिकल मैकेनिक्स :थ्योरी एंड एक्सपेरीमेंट, 2019, आर्टिकल नं: 063201

60. क्लस्टर्स ऑफ बी -7 फाइबर्स रिवील ओरिजिन ऑफ ब्लू फेस स्टेबिलिटी इन ए बाइनरी मिक्सचर ऑफ़ चिरल रॉड-लाइक एंड अचिरल बेंट-कोर मोलेक्युल्स
पृथा, एन एंड प्रतिभा, आर
लैंगमुइर, 2019, वॉल्यूम .35, पी 11200

61. इलेक्ट्रोकेमिकल रिएक्शन असिस्टेड 2D π स्टैकिंग ऑफ बेंजीन ऑन एमडब्ल्यूसीएनटी सरफेस एंड इट्स यूनीक रिडॉक्स एंड इलेक्ट्रोकैटलिटिक प्रॉपर्टीज
निशा शिवकुमार*; लक्ष्मीनारायणन, वी; कुमार, अन्नामलाई सेंथिल
लैंगमुइर, 2020, वॉल्यूम 36, पी 19

62. फोटोलुमिनेसेंस और इलेक्ट्रिकल कंडक्टिविटी मेशरमेन्ट ऑफ लिक्विड क्रिस्टल डोप्ड विथ ZnO नैनोपार्टिकल्स
पुष्पावती, एन*; संध्या, के एल*; प्रतिभा, आर
लिक्विड क्रिस्टल्स, 2019, वॉल्यूम 46, पी 666

63. 3-साइनो थियोफीन-आधारित π-कंजुगेटेड मेसोजेन्स :एक्सआरडी एन्ड 13सी एनएमआर इंवेस्टीगेशंस
प्रताप, जी*; मलकर, दीपशिखा; रॉय, अरुण +3 को-ऑथर्स
लिक्विड क्रिस्टल्स, 2019, वॉल्यूम .46, पी 680

64. एलाइनमेंट ऑफ लिक्विड क्रिस्टल्स यूसिंग लैंगमुइर-ब्लोडेट्ट फिल्म्स ऑफ अनसिममेट्रिकल बेंट-कोर लिक्विड क्रिस्टल्स
चौधरी, कीर्ति *; गुप्ता, आर.के.; प्रतिभा, आर; सदाशिव, बी के.; मंजुलदेवी, वी*
लिक्विड क्रिस्टल्स, 2019, वॉल्यूम 46, पी 1494

65. मॉलिक्यूलर रिलैक्सेशन ऑफ कंपोनेंट्स ऑफ एलसी मिक्सचर 2f- 3333 (आरओएलआईसी)
फॉर डुअलफ्रीक्वेंसी इलेक्ट्रोऑप्टिक शटर्स राइबकोव, डी ओ*; बेलीएव, वी वी*; कुमार, संदीप; +2 को-ऑथर्स
लिक्विड क्रिस्टल्स, 2019, वॉल्यूम .46, पी 1861

66. आइसोफ्लेवोन-बेस्ड ट्रिमर लिक्विड क्रिस्टल्स : सिंथेसिस, कैरेक्टराइजेशन थर्मल एंड मेसोमोर्फिक प्रॉपर्टीज इवैल्यूएशंस
अब्दुलकरिम-तलाक मोहम्मद*; श्रीनिवासा एच टी ; रुसुल यूसुफ अलरावी*
लिक्विड क्रिस्टल्स, 2020, वॉल्यूम 47, पी 28

67. इफ़ेक्ट ऑफ फंक्शनलाईज़ेड सिल्वर नैनोपार्टिकल ऑन द इलास्टिक कोंस्टेंट्स एंड आयनिक ट्रांसपोर्ट ऑफ ए नेमाटिक लिक्विड क्रिस्टल
एस जे, शिवराजा; गुप्ता, राज कुमार; कुमार, संदीप एंड मंजुलदेवी, वी
लिक्विड क्रिस्टल्स, 2019, वॉल्यूम 46, पी 1868

68. द कैजुअल सेट एप्रोच टू क्वांटम ग्रेविटी सूर्या, सुमति
लिविंग रिव्यूस इन रिलेटिविटी, 2019, वॉल्यूम 22, पी 5

69. थ्योरेटिकल एंड एक्सपेरिमेंटल इंवेस्टीगेशंस ऑफ नाइट्रोपाइरीन ऑन सिल्वर फॉर नॉनलीनार ऑप्टिकल एंड मेटल आयन सैंसिंग ऍप्लिकेशन्स
फेल्सिया, यू रीटा*; राजकुमार, बेउल्लाह जे एम*; शंकर, प्रणीता; फिलिप, रीजी; मैरी, एम ब्रिगेट*
मैटेरियल्स केमिस्ट्री एंड फिजिक्स, 2020, वॉल्यूम 243, पी 122466

70. थर्मल / फोटोफिसिकल प्रॉपर्टीज ऑफ सायनो बाईफिनाइल बेस्ड अनसिममेट्रिकल मोलेक्युल्स: सिंथेसिस एंड इवैल्यूएशन
श्रीनिवासा, एच टी; पलक्षमूर्ति, बी.एस.*; वेंकटेश, एम ए*
कांफ्रेंस : इंटरनेशनल कांफ्रेंस ऑन एडवांस्ड मैटेरियल्स, एनर्जी एंड एनवायर्नमेंटल सस्टेनेबिलिटी (आईसीएएमईईएस) लोकेशन : यूपीईएस, देहरादून, इंडिया डेट: दिसंबर 14-15, 2018
मैटेरियल्स टुडे : प्रोसीडिंग्स 2019,वॉल्यूम 17, पी 41

71. कार्बन पेस्ट मॉडिफाइड विथ बाई डेकोरेटेड मल्टी-वाल्ड कार्बन नैनोट्यूब्स एंड सीटीएबी एस ए सेंसिटिव वाल्टामेट्रिक सेंसर फॉर द डेटेक्शन ऑफ़ कैफिक एसिड
एराडी, वीरा *; मस्कारेन्हास, रोनाल्ड जे*; धसो, ए + 4 को-ऑथर्स
माइक्रोकैमिकल जर्नल, 2019, वॉल्यूम 146, पी 73

72. चिरल लिक्विड क्रिस्टल्स: सिंथेसिस एंड कैरेक्टराइजेशन फॉर थर्मल एंड मेसोमोर्फिक प्रॉपर्टीज श्रीनिवासा, एच टी
मॉलिक्यूलर क्रिस्टल्स एंड लिक्विड क्रिस्टल्स, 2019, वॉल्यूम 680, पी 10

73. रेडियो बैकग्राउंड एंड आईजीएम हीटिंग ड्यू टू पॉप III सुपरनोवा एक्सप्लोशन्स
जना, रनीता; नाथ, बिमन बी; बीरमन पीटर एल*
मंथली नोटिसेस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2019, वॉल्यूम 483, पी 5329

74. मल्टिटयूड ऑफ आयरन लाइंस इन्क्लूडिंग ए कॉम्पटन-स्कैटर्ड इन ओएओ 1657−415 डिटेक्टेड विथ चंद्रा
प्रधान, प्रगति*; रामन, गायत्री; पॉल, बिस्वजीत
मंथली नोटिसेस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2019, वॉल्यूम 484, पी 5687

75. मॉलिक्यूलर स्केल हाइट इन स्पाइरल गैलेक्सीज पात्रा, नरेंद्र नाथ
मंथली नोटिसेस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2019, वॉल्यूम 484, पी 81

76. द टाइम डिले बिटवीन स्टार फार्मेशन क्वेंचींग एन्ड मॉर्फोलॉजिकल ट्रांसफॉर्मेशन ऑफ़ गैलेक्सीज इन क्लस्टर्स: ए फेस-स्पेस व्यू ऑफ़ ई डिस्क्स
केलकर, क्षितिजा; ग्रे, मेघन ई*; आरागॉन-सलामानका, अल्फांसो*; एट अल
मंथली नोटिसेस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2019, वॉल्यूम 486, पी 868

77. कॉस्मोलॉजिकल मैग्नेटिक ब्रेकिंग एन्ड द फार्मेशन ऑफ हाई-रेडशिफ्ट, सुपर-मैसिव ब्लैक होल्स
पांडे, कन्हैया एल *; सेठी, एस के ; रात्रा, भारत *
मंथली नोटिसेस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2019, वॉल्यूम 486, पी 1629

78. लॉन्चिंग ऑफ़ हॉट गैस ऑउटफ्लो बाई डिस्क-वाइड सुपरनोवा एक्सप्लोशन्स
वासिलिव, एव्जेनी ओ*; शेशकिनोव, यूरी ए; नाथ, बिमन बी
मंथली नोटिसेस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2019, वॉल्यूम 486, पी 3685

79. कॉस्मोलॉजिकल इम्प्लिकेशन्स ऑफ द कम्पोसिट स्पेक्ट्रा ऑफ गैलेक्टिक एक्स-रे बायनेरिज़ कंस्ट्रक्टेड यूसिंग मैक्सी डेटा
इस्लाम, नज़मा*; घारा, रघुनाथ*; पॉल, बिस्वजीत; चौधरी, रॉय टी*; नाथ, बिमन बी
मंथली नोटिसेस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2019, वॉल्यूम 487, पी 2785

80. डिटेक्शन ऑफ़ ए स्लो एच I बार इन द ड्वार्फ इर्रेगुलर गैलेक्सी डीडीओ 168
पात्रा, नरेंद्र नाथ एंड जोग, चंदा जे*
मंथली नोटिसेस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2019, वॉल्यूम 488, पी 4942

81. प्रोबिंग प्राइमेर्डियल3 He फ्रॉम हाइपरफाइन लाइन आफ्टर ग्लोस अराउंड सुपरक्रिटिकल ब्लैक होल्स
वासिलिव, एव्जेनी ओ*; सेठी, एस के; शेशकिनोव, यूरी
मंथली नोटिसेस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2019, वॉल्यूम .490, पी 5057

82. इंवेस्टिगेटिंग ए यूनिक पार्शियल एक्लिप्स इन द हाई-मास एक्स-रे बाइनरी आईजीआर जे 16393-4643 विथ स्विफ्ट-एक्सआरटी
संहिता कबिराज; नाज़मा इस्लाम*; पॉल, बिस्वजीत
मंथली नोटिसेस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2019, वॉल्यूम 491, पी 1491

83. ए रेयर केस ऑफ एफआर I इंटरेक्शन विथ ए हॉट एक्स-रे ब्रिज इन द ए2384 गैलेक्सी क्लस्टर
पारेख, वायरल*; लगन, टी एफ*; के थोरट*; के वैन डेर हेडन*; इकबाल, आसिफ; एफ ड्यूरेट*
मंथली नोटिसेस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2020, वॉल्यूम 491, पी 2605

84. गैस-डस्ट कोरिलेशन्स इन नियरबाई गैलेक्सीज : ए केस स्टडी ऑफ एनजीसी 3184 एंड एनजीसी 7793
सैकिया, गौतम*; पात्रा, नरेंद्र नाथ; रॉय, निरुपम*; एट अल
मंथली नोटिसेस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2020, वॉल्यूम 492, पी 2517

85. रेडियो हेलोस ऑफ स्टार-फॉर्मिंग गैलेक्सीज विजयन, अदिति; नाथ, बिमान बी; शर्मा, प्रतीक*; शेशकिनोव, यूरी
मंथली नोटिसेस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2020, वॉल्यूम 492, पी 2924

86. साइज डिस्ट्रीब्यूशन ऑफ सुपरबबल्स
नाथ, बिमन बी दास, पुष्पिता, ओय, एम एस*
मंथली नोटिसेस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2020, वॉल्यूम 493, पी 1034

87. .प्रोबिंग द साइक्लोट्रॉन लाइन कैरेक्टरिस्टिक्स ऑफ 4यू 1538-522 यूसिंग एस्ट्रोसैट- एलएएक्सपीसी
वरुण; मैत्रा, चंद्रेई*; प्रधान, प्रगति*; रायचूर, हर्षा*; पॉल, बिस्वजीत
मंथली नोटिसेस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, लैटर्स 2019, वॉल्यूम.484,पीएल 1

88. ट्रांजीशन इन नैनोस्केल इलेक्ट्रिकल कंडक्टिविटी इन द लैंगमुइर-ब्लोडगेट फिल्म ऑफ ए नावेल लिक्विड क्रिस्टलाइन ओलिगोमार
कुमार, भारत; सुरेश, के ए; बिसोई, हरि कृष्णा एंड कुमार, संदीप
नैनो एक्सप्रेस, 2020, वॉल्यूम 1, आर्टिकल नं 010006

89. ऑब्सेर्वेशन्स ऑफ ए प्री-मर्जर शॉक इन कोलैडिंग क्लस्टर्स ऑफ गैलेक्सीज
गु, लीयि *; अकामात्सु, हिरोकी *; पारेख, वायरल; शिमवेल, तिमोथी डब्ल्यू *; एट अल
नेचर एस्ट्रोनॉमी, 2019, वॉल्यूम 3, पी 838

90. क्वांटिटेटिव अर्थक्वेक-लाइक स्टैटिस्टिकल प्रॉपर्टीज ऑफ द फ्लो ऑफ़ सॉफ्ट मैटेरियल्स बिलो यील्ड स्ट्रेस
बेरा, पी के*; मजूमदार, सायनतन; ओयिलोन, जी* + 2 को-ऑथर्स
नेचर कम्युनिकेशन्स, 2020, वॉल्यूम 11, आर्टिकल नं : 9

91. एन ऑल-ऑप्टिकल टेक्निक एनेबल्स इंस्टैंटनेयस सिंगल-शॉट डिमोड्यूलेशन ऑफ़ इमेजस एट हाई फ्रीक्वेंसी
पाणिग्रही, स्वप्नेश*; फीका, जूलियन फेड*; रामचंद्रन, हेमा; अलौनी, मेहदीनेचर*
नेचर कम्युनिकेशंस, 2020, वॉल्यूम 11, आर्टिकल नं :549

92. कॉलमनार सेल्फ एसेम्बली ऑफ नावेल बेंजीलीडीनहाइड्राजोंस एंड देयर डाईफ़्लुरोबोरोन काम्प्लेक्सेस : स्ट्रक्चर प्रॉपर्टी कोरिलेशन्स
विनयकुमार, डी आर*; स्वामीनाथन, के; संदीप, कुमार; अधिकारी, ए.वी.*
न्यू जर्नल ऑफ़ केमिस्ट्री, 2019, वॉल्यूम 43, पी 7099

93. डबल-स्लिट इंटरफेरोमेट्री एस ए लोस्सी बीम स्प्लिटर
सदाना, सिमनराज; सैंडर्स, बैरी सी; सिन्हा, उर्बसी
न्यू जर्नल ऑफ़ फिजिक्स, 2019, वॉल्यूम 21, पी 113022

94. एनहांस्ड एनएलओ एक्टिविटी ऑफ आर्गेनिक 2-मिथाइल-5-नाइट्रोएनिलिन क्रिस्टल: एक्सपेरिमेंटल एंड कम्प्यूटेशनल इन्वेस्टीगेशन विथ एंड विथाउट सिल्वर एडीशन
जॉन, जेरिन सुसान*; साजन, डी*; प्रभुकंठन, पी*; फिलिप, रीजी; जॉय, नितिन
ऑप्टिक्स एंड लेजर टेक्नोलॉजी, 2019, वॉल्यूम 113, पी 416

95. सिंगल-फोटॉन सोर्सेज
सिन्हा, उर्बसी; साहू, सूर्य नारायण; सिंह, आशुतोष; जोआर्डर, कौशिक; चटर्जी, ऋषभ; चक्रवर्ती, संचारी
ऑप्टिक्स एन्ड फोटोनिक न्यूज, 2019, वॉल्यूम 30, पी 32

96. फेस सेंसिटिव एम्प्लिफिकेशन ऑफ एन ऑप्टिकल फील्ड यूसिंग माइक्रोवेव्स
करिगौड़ा, आशा; अद्वैत, के वी; नायक, प्रदोष के.; सैंडर्स, बैरी सी; ब्रेटेनकर, फैबियन; नारायणन, अंडाल; सुधा, एस*
ऑप्टिक्स एक्सप्रेस, 2019, वॉल्यूम .27, पी 31110

97. मेशरिंग फ्लोरेसेंस इंटू ए नैनोफाइबर बाई ऑब्सेर्विंग फील्ड क्वाडरेचर नॉइज़
जलनापुरकर, श्रेयस* एंडरसन, पॉल* नारायणन, अंडाल + 4 को-ऑथर्स
ऑप्टिक्स लैटर्स, 2019, वॉल्यूम .44, पी 1678

98. एनहांस्ड ब्रेम्स्ट्रालंग एक्स-रे एमीशन फ्रॉम Ag नैनोपार्टिकल्स इररेडिएटेड बाई अल्ट्राशार्ट लेज़र पल्सेस
शंकर, प्रणिता*, थॉमस, ज्योति एस*, शशिकला, एच डी* एंड फिलिप, रेजी
ऑप्टिकल मैटेरियल्स, 2019, वॉल्यूम .92, पी 30-35

99. अल्ट्राशॉर्ट एंड शॉर्ट पल्स नॉनलीनियर ऑप्टिकल इंवेस्टीगेशंस इन थिओलेटेड नाइन-एटम सिल्वर क्वांटम क्लस्टर्स एम्बेडेड इन वन -डायमेंशनल $TiO2$ नैनोट्यूब मैट्रिक्स
श्रीधरन, किशोर*; शंकर, प्रणीता; फिलिप, रीजी
ऑप्टिकल मैटेरियल्स, 2019, वॉल्यूम 94, पी 53

100. एक्सपेरिमेंटल एंड डीएफटी/टीडी-डीएफटी एप्रोच ऑन फोटो-फिजिकल एंड एनएलओ प्रॉपर्टीज ऑफ 2, 6-बीआईएस (4-क्लोरोबेंजाइलिडीन) साइक्लोहेक्सानोन
जे जॉर्ज, ए के थॉमस, डी साजन, एस सत्यमूर्ति, पी श्रीनिवासन, एन जॉय, आर फिलिप
ऑप्टिकल मैटीरियल्स, 2020, वॉल्यूम .100, पी 109620

101. इलेक्ट्रोस्पन पॉलिमर नैनोफिबर्स डेकॉरेटेड विथ Ag / Au नैनोपार्टिकल्स-ए स्मार्ट मैटीरियल विथ एनहांस्ड नॉन लिनियरिटी
निशा, जॉर्ज*; सुभा, राधू*; मैरी, एन एल*; जॉर्ज, एग्नेस; साइमन, रेम्या*
ऑप्टिक: इंटरनेशनल जर्नल फॉर लाइट एंड इलेक्ट्रॉन ऑप्टिक्स, 2020, वॉल्यूम 204, आर्टिकल नं: 164180

102. डाइरेक्ट फेमटोसेकंड लेजर फैब्रिकेटेड फोटॉन सीव
हेमा रामचंद्रन
ओएसए कंटीन्यूयम 2019, वॉल्यूम 2, पी 1328

103. मैग्नेटिक फील्ड डिपैंडेंस ऑफ द हेक्सागोनल टू आइसोट्रोपिक संक्रमण टेम्परेचर ऑफ़ ए सिंगल -वाल्ड कार्बन नैनोट्यूब्स डिस्पेर्सेड लायोट्रोपिक लिक्विड क्रिस्टल
विजयराघवन, डी; मिश्रा, जय; तेजस, आर
फेस ट्रांसिशन्स, 2019, वॉल्यूम 92, पी 634

104. सिंथेसिस / स्ट्रक्चरल एंड मेसोमोर्फिक प्रॉपर्टीज ऑफ़ सुब्स्टीट्यूटेड हाइड्राजाइड बेस्ड कैलामीटिक मोलेक्युल्स
श्रीनिवासा, एच टी; पलक्षमूर्ति, बी.एस.*; मोहम्मद, अब्दुलकरीम-तलाक*; वेंकटेश, एम ए*
फेस ट्रांसिशन्स, 2019, वॉल्यूम 92, पी 1043

105. न्यू साइनोपाइरिडोन-बेस्ड अनसिममेट्रिकल डयाडस: द इफेक्ट ऑफ डोनर स्ट्रेंथ ऑन थेयर ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक प्रॉपर्टीज
विनयकुमार, डी आर*; केसवन, राजलक्ष्मी*; कुमार, संदीप; अधिकारी, ए.वी.*
फोटोकैमिकल एंड फ़ोटोबायोलॉजिकल साइंसेज, 2019, वॉल्यूम 18, पी 2052

106. डीईए डाइनामिक्स ऑफ क्लोरीन डाइऑक्साइड प्रोब्ड बाई वेलोसिटी स्लाइस इमेजिंग
गोप, कृष्णेंदु*; मेसन, निगेल*; कृष्णकुमार, ई; एट अल
फिजिकल केमिस्ट्री केमिकल फिजिक्स, 2019, वॉल्यूम 21, पी 14023

107. मेशरिंग स्पेशियली एक्सटेंडेड डेंसिटी प्रोफाइल्स यूसिंग एटम-कैविटी कलेक्टिव स्ट्रॉन्ग कपलिंग टू हायर-आर्डर मोड्स
निरंजन, एम; दत्ता, सौरव; रे, ट्रिडिब; रंगवाला, एस.ए.
फिज़िकल रिव्यु ए, 2019, वॉल्यूम 99, आर्टिकल नं: 033617

108. क्वांटम प्रॉपर्टीज ऑफ लाइट प्रोपगैटिंग इन ए कोहेरेंट-पापुलेशन-ओसिलेशन स्टोरेज मीडियम
नेवू, पी; ब्रेटेनकर, फैबियन; गोल्डफ़र्ब, एफ; ब्रायन, ई
फिजिकल रिव्यू ए, 2019, वॉल्यूम 100, आर्टिकल नं: 013820

109. नियर -100% टू फोटॉन लाइक कोइंसिडेन्स-विज़िबिलिटी डिप विथ क्लासिकल लाइट एंड द रोल ऑफ काम्प्लीमेंटरीटी
सदाना, सिमनराज; घोष, देबद्दता; जोआर्डर, कौशिक; लक्ष्मी, ए नागा; सैंडर्स, बैरी सी; सिन्हा उर्वशी
फिजिकल रिव्यू ए, 2019, वॉल्यूम 100, आर्टिकल नं: 013839

110. ब्राडकास्टिंग ऑफ क्वांटम कोरिलेशन्स इन क्यूबिट-क्यूडिट सिस्टम्स
रौनक, मुंद्रा*; चटर्जी, सौरव; पटेल, धूमिल* + 2 को-ऑथर्स
फिजिकल रिव्यू ए, 2019, वॉल्यूम 100, आर्टिकल नं: 042319

111. पियर्सन कोरिलेशन कोफीसिएंट एस ए मेशर फ़ॉर सर्टिफाइंग एंड क्वान्टिफाइंग हाई-डायमेंशनल इंटेंगलमेंट
जेबरथिनम, सी*; होम, दीपंकर*; सिन्हा, उर्वशी
फिजिकल रिव्यू ए, 2020, वॉल्यूम 101, आर्टिकल नं: 022112

112. डायनामिक्स ऑफ हाइब्रिड जंक्शन्स ऑफ मेजोराना वायर्स
बंध्योपाध्याय, नीलांजन* एंड दिब्येन्दु राय
फिजिकल रिव्यू ए, 2019, वॉल्यूम 99, आर्टिकल नं: 214514

113. अल्ट्रा हाई एनर्जी कॉस्मिक रेज़ एंड न्यूट्रिनोस फ्रॉम लाइट न्युक्लिआइ कम्पोजीशन
दास, सैकट; गुप्ता, नयनतारा; रज़्ज़ाक, सोइबुर*
फिजिकल रिव्यू डी, 2019, वॉल्यूम 99, आर्टिकल नं:083015

114. सॉर्किन-जॉनस्टन वैक्यूम फ़ॉर ए मैसिव स्केलर फील्ड इन द 2 डी कैज़ुअल डायमंड
माथुर, अभिषेक और सूर्या, सुमति
फिजिकल रिव्यू डी, 2019, वॉल्यूम 100, आर्टिकल नं:045007

115. क्वांटम प्रोपगेशन इन स्मोलिंस वीक कपलिंग लिमिट ऑफ 4D यूक्लिडियन ग्रेविटी
वरदराजन, माधवन
फिजिकल रिव्यू डी, 2019, वॉल्यूम 100, आर्टिकल नं: 066018

116. रन-एंड-टम्बल पार्टिकल इन वन-डायमेंशनल कॉनफाइनिंग पोटेंशियल्स :स्टेडी-स्टेट, रिलैक्सेशन एंड फर्स्ट पैसेज प्रॉपर्टीज
धर, अभिषेक*; कुंडू, अनुपम*; सभापंडित, संजीब; मजूमदार, सत्या एन*; शेशर, ग्रेगोरी*
फिजिकल रिव्यू ई, 2019, वॉल्यूम 99, आर्टिकल नं:032132

117. सिंपल मॉडल फ़ॉर द स्ट्राइप फेस इन कंपाउंड्स विथ बेंट-कोर मोलेक्यूल्स व्हिच एक्सहिबीट ए लोअर-टेम्परेचर फेर्रो-इलेक्ट्रिक स्मेक्टिक-ए फेस
मधुसूदना, एन, वी
फिजिकल रिव्यू ई, 2019, वॉल्यूम 100, आर्टिकल नं:022706

118. सिमममेट्रिक एक्सक्लूशन प्रोसेस अंडर स्टोकस्टिक रिसेटिंग
ऊरना बसु, अनुपम कुंडू*, अर्नब पाल*
फिजिकल रिव्यू ई, 2019, वॉल्यूम 100, आर्टिकल नं: 032136

119. लॉन्ग-टाइम पोजीशन डिस्ट्रीब्यूशन ऑफ एन एक्टिव ब्रोउनियन पार्टिकल इन टू डाइमेंशन्स
बसु, ऊरना; मजूमदार, सत्या एन*; रोसो, अल्बर्टो*; शेहर, ग्रेगोरी*
फिजिकल रिव्यू ई, 2019, वॉल्यूम 100, आर्टिकल नं: 062116

120. सूडोपोलर स्मेकटिक-सी फेसेस ऑफ एज़ो-सब्स्टिट्यूटेड अचिरल बेंट-कोर हॉकी-स्टिक शेप्ड मोलिक्युल्स
मलकर, दीपशिखा; मोनिका, एम*; प्रसाद, वीणा*; रॉय, अरुण
फिजिकल रिव्यू ई, 2020, वॉल्यूम 101, आर्टिकल नं: 012701

121. सैडल-स्प्ले-इंड्यूसड पीरियडिक एज अनडयूलेशन्स इन स्मेक्टिक-ए डिस्क्स इमर्सड इन ए नेमाटिक मीडियम
कृष्णमूर्ति, कनकपुरा एस*; राव, शंकर डी एस*; कनकला, मधु बी*; येल्लमगाड, सी.वी.*; मधुसूदन, एन.वी.
फिजिकल रिव्यू ई, 2020, वॉल्यूम 101, आर्टिकल नं: 032704

122. मोड लॉकिंग ऑफ द हर्माइट-गॉसियन मोड्स ऑफ़ ए नैनोलेज़र
सन, यिफ़ान*; काम्ब्री, सिल्वेन*; ब्रेटेनकर, फैबियन; रॉसी, अल्फ्रेडो डे*
फिजिकल रिव्यू ई, लैटर्स, 2019, वॉल्यूम 123, आर्टिकल नं: 233901

123. ए फिजिकल पर्सपेक्टिव ऑन क्लासिकल क्लोनिंग
रेड्डी, अनिरुद्ध; सैमुअल, जे; सिन्हा, सुपर्णा
फिजिक्स लैटर्स ए, 2019, वॉल्यूम 383, आर्टिकल नं: 125846

124. लाइकलीहुड थ्योरी इन ए क्वांटम वर्ल्ड: टेस्ट्स विथ क्वांटम कॉइंस एंड कम्प्यूटर्स
मैत्रा, अर्पिता*; सैमुअल, जे; सिन्हा, सुपर्णा
प्रमाणा, 2020, वॉल्यूम 94 आर्टिकल नं: 57

125. ब्राडकास्टिंग ऑफ़ इंटेंगलमेंट वाया ऑर्थोगोनल एंड नॉन-ऑर्थोगोनल स्टेट-डिपेंडेंट क्लोनर्स
शुक्ला, मनीष कुमार*; चक्रवर्ती, इंद्रनील*; चटर्जी, सौरव
क्वांटम इनफार्मेशन प्रोसेसिंग, 2020, वॉल्यूम 19, पी 18

126. इंटरेक्शन ऑफ द मोनोन्यूक्लियोटाइड यूएमपी विथ ए फॉस्फोलिपिड बाई लेयर
ससिधरन, श्रीजा; पोचिंडा, साइमन*; एल्गारार्ड-जोर्गेनसेन, पैनिंजुआक नाजा*; राजमणि, सुधा*; खंडेलिया हिमांशु*; रघुनाथन, वी.ए.
सॉफ्ट मैटर, 2019, वॉल्यूम .15, पी 8129

127. स्ट्रेन सॉफ्टेनिंग एंड स्टिफनिंग रेस्पॉन्सेस ऑफ स्पाइडर सिल्क फाइबर्स प्रोब्ड यूसिंग ए माइक्रो - एक्सटेंशन रियोमीटर
दुबे, सुशील; वीर, सुख; मजूमदार, सायनतन; पुलारकट, प्रमोद ए + 4 को-ऑथर्स
सॉफ्ट मैटर, 2020, वॉल्यूम 16, पी 487

128. सेल्फ एसेम्बल्ड टोरन-लाइक स्ट्रक्चर्स इन इनवर्स निमैटिक जैल्स
टोपनानी, नेहा बी; पोस्नजक, ग्रेगोर*; पृथा, एन; निओगी, अर्कलेखा; म्यूज़विक, इगोर*; प्रतिभा आर
सॉफ्ट मैटर, 2020, वॉल्यूम 16, पी 2875

129. मॉलिक्यूलर स्ट्रक्चर, एनएलओ प्रॉपर्टीज एंड वाईब्रेशनल एनालिसिस ऑफ एल-हिस्टीडीन टेट्रा फ्लूरो बोरेट बाई एक्सपेरिमेंटल एंड कम्प्यूटेशनल स्पेक्ट्रोस्कोपिक टेक्निक्स
जॉन, निम्मी एल; एब्रह्म, सुनीला; साजन, डी; फिलिप, रीजी; जॉय, नितिन एंड चित्रा, आर
स्पेक्ट्रोकीमिका एक्टा पार्ट ए-मॉलिक्यूलर एंड बाईमॉलिक्यूलर स्पेक्ट्रोस्कोपी, 2020, वॉल्यूम 226, आर्टिकल नं : 117 615

पेपर्स इन कांफ्रेंस प्रोसीडिंग्स

1. ऑन मेशरिंग द डिविएशन फ्रॉम द सुपरपोजिशन प्रिंसिपल इन इंटरफेरेंस एक्सपेरिमेंट्स
रंगराज, जी; प्रथवरिाज, यू; सन्हिा, ऊवशी
कांफरेंस: 6थ आईयूपीएपी इंटरनेशनल कांफ्रेंस ऑन वीमेन इन फजिक्सि (आईसीडब्ल्यूआईपी)

लोकेशनः यूनिव बर्मिंघम, बर्मिंघम, इंग्लैंड, जुलाई 16-20, 2017
एआईपी कांफ्रेंस प्रोसीडिंग्स, वीमेन इन फिजिक्स, 6th आईयूपीएपी इंटरनेशनल कांफ्रेंस ऑन वीमेन इन फिजिक्स, 2019, पी 070001

2. जेंडर स्टेटस इन द इंडियन फिजिक्स प्रोफेशन एंड द वे फॉरवर्ड
रशमी, लक्ष्मी; शास्त्री, प्रज्जवल; सिन्हा, उर्वशी; +7 को-ऑथर्स
कांफ्रेंसः 6th आईयूपीएपी इंटरनेशनल कांफ्रेंस ऑन वीमेन इन फिजिक्स (आईसीडब्ल्यूआईपी)
लोकेशनः यूनिव बर्मिंघम, बर्मिंघम, इंग्लैंड, जुलाई 16-20, 2017
एआईपी कांफ्रेंस प्रोसीडिंग्स, 2019, वॉल्यूम 2109, पी 050019

3. डिजाइन एंड डिवलेपमेंट ऑफ डिजिटल आर्काइव्ज फ़ॉर बायो-बिब्लिओग्राफिक रिप्रेसेंटेशन
हिरेमठ, वाणी एंड मीरा, बी एम
प्रोसीडिंग्स ऑफ़ इंटरनेशनल कांफ्रेंस ऑन डिजिटल लैंडस्केप : डिजिटल ट्रांसफॉर्मेशन फॉर एन एजाइल एनवायरनमेंट आर्गनाइज्ड बाई टीईआरआई फ्रॉम 6-8 नवंबर, 2019, नई दिल्ली पी 256

4. इलेक्ट्रिक फील्ड ट्यूनिंग ऑफ फेरोइलेक्ट्रिक लिक्विड-क्रिस्टल माइक्रोलेजर
रियाज़कोवा, ए वी; प्रतिभा, आर; निकखो, मरियम और मुसेविक्, आई
प्रोसीडिंग्स ऑफ द एसपीआईई, वॉल्यूम 11303, पी 113030K-1, 2020, इमर्जिंग लिक्विड क्रिस्टल टेक्नोलॉजीज XV, लियांग-ची चिएन, डिरक जे बरोएर

पॉपुलर आर्टिकल्स

1. न्यू इनसाइट्स इन टू द बायोमैकेनिक्स ऑफ एक्सोनल एट्रोफी कैन ऐड इन फाइंडिंग ए क्योर टू न्यूरोडीजेनेरेटिव कंडीशंस
पुलारकट, प्रमोद ए
रिसर्च मैटर्स, दिसंबर 4, 2019
(https://researchmatters.in/news/new-insights-biomechanics-axonal-atrophy-can-aid-finding-cure-neurodegenerative-ccitions)

2. देश' लिटरेरी मैगज़ीन (बंगाली), 2 अगस्त 2019-ऑन फोरेंसिक साइंस
नाथ, बिमन बी

3. द ट्रिपल स्लिट एक्सपेरिमेंट
सिन्हा, उर्वशी
साइंटिफिक अमेरिकन (इन्वाइटेड), जनवरी 2020 इशू

बुक चैप्टर्स

1. स्टैबिलाइजेशन ऑफ डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल्स
युवराज, ए आर एंड कुमार, संदीप
पॉलिमर-मॉडिफाइड लिक्विड क्रिस्टल्स, एडिटेड बाई इगो डिएरकिंग, आरएससी पब्लिशिंग (बुक चैप्टर-15), 2019, पी 332

2. मेशरमेन्ट्स ऑफ टेम्पोरल फ्लक्चुएशन्स ऑफ मैग्नेटाइजेशन इन अल्कली वेपर एंड एप्लीकेशंस
स्वर, महेश्वर; रॉय, दिब्येंदु; धनलक्ष्मी, डी; चौधुरी, सप्तर्षि; रॉय, संजुक्ता; एंड; रामचंद्रन, हेमा
इमर्जिंग ट्रेंड्स इन एडवांस्ड स्पेक्ट्रोस्कोपी, एडिटेड बाई वेइमन, यांग ; जिबीन, के पी एट अल, स्प्रिंगर सीरीज इन ऑप्टिक्स एंड फोटोनिक्स (बुक चैप्टर - 11), 2019, पी 113

3. लिक्विड क्रिस्टलाइन पॉलिमर्स डिराइवड फ्रॉम डिस्क शेप्ड मोलेक्युल्स
सेतिया, शिल्पा; कुमार, संदीप एंड पाल, संतनु कुमार
पॉलिमर्स एंड पॉलिमरिक कम्पोजिट्सः ए रेफेरेंस सीरीज, पाल्स्यूल एस (एडस) स्प्रिंगर, बर्लिन, हीडलबर्ग, 1-35, 2019

मिसिलेनुस

1. मैथेमेटिकल मॉडल्स फ़ॉर द स्प्रेड ऑफ़ कोविड-19
सैमुअल, जोसेफ एंड सिन्हा, सुपर्णा
सोशल मीडिया, अप्रैल 16, 2020

पेपर्स इन प्रेस-इन जर्नल्स

1. थेरनॉस्टिक लायोट्रोपिक लिक्विड क्रिस्टलाइन नैनोस्ट्रक्चर्स फॉर सेलेक्टिव ब्रेस्ट कैंसर इमेजिंग एंड थेरेपी
उरंदुर, संदीप; बनाला, वेंकटेश तेजा; प्रतिभा, आर + 7 को-ऑथर्स
एक्टा बायोमेटीरियलिया, 2020

2. गामा-रे फ्लेयर्स इन द लॉन्ग-टर्म लाइट कर्व ऑफ 3 सी 454.3
दास, अविक कुमार; प्रिंस, राज एंड गुप्ता, नयनतारा
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल सप्लीमेंट सीरीज़, 2020, वॉल्यूम 248, आर्टिकल नं 8

3. इन्फ्लुएंस ऑफ पार्टिकल साइज ऑन द थर्मोरेस्पोंसिव एंड रियोलॉजिकल प्रॉपर्टीज ऑफ एकवियस पाली (N-आइसोप्रोपाइलएक्रीलामाइड) कोलाइडल सस्पेंशन्स
चंदेश्वर मिश्रा, संजय कुमार बेहरा और रंजिनी बंद्योपाध्याय
बुलेटिन ऑफ़ मैटेरियल्स साइंस, 2020

4. सिममेट्री-ब्रेकिंग एंड जीरो-वन लॉज़
डॉकर, फे एंड सॉर्किन, राफेल डी
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी, 2020, वॉल्यूम 37, आर्टिकल नं 1555007

5. द एक्सोनल एक्टिन-स्पेक्ट्रिनलैटिस एक्ट्स एस शॉक एब्सॉर्बर्स टू प्रोटेक्ट न्यूरॉन्स फ्रॉम स्ट्रेच- इंड्यूसड डैमेज
सुशील दुबे; निशिता भैंबरे*; आर्नब घोष*; एंड्रयू कैलन-जोन्स*; प्रमोद ए पुलारकट
ईलाइफ, 2020, वॉल्यूम 9, पी ई 51772

6. सारस सीडी/ईओआर रेडिओमीटर: डिज़ाइन एंड परफॉरमेंस ऑफ द डिजिटल कोरिलेशन स्पेक्ट्रोमीटर
गिरीश, बी एस; श्रीवानी, के एस; सुब्रह्मण्यन, रवि; उदय शंकर, एन; सिंह, सौरभ; नंबिसन, जिष्णु टी; राव, मयूरी सत्यनारायण; सोमशेखर आर और रघुनाथन ए
जर्नल ऑफ एस्ट्रोनॉमिकल इंस्ट्रूमेंटेशन, 2020, वॉल्यूम 9, आर्टिकल नं 2050006

7. ओरिएंटेशनल प्रोबेबिलिटी डिस्ट्रीब्यूशन ऑफ एन एक्टिव ब्राउनियन पार्टिकल: एन एनालिटिकल स्टडी
सिन्हा, सुपर्णा
जर्नल ऑफ़ स्टैटिस्टिकल मेकेनिक्स: थ्योरी एंड एक्सपेरिमेंट, 2020, आर्टिकल नं: 013204

8. कार्बन डॉट-डिस्पेर्सेड हेक्साब्यूटाइलआक्सीट्राइफिनाइलीन डिसॉटिक मेसोजेन्स: स्ट्रक्चरल, मॉर्फोलॉजिकल एंड चार्ज ट्रांसपोर्ट बेहेवियर
पृथ्वी महेश; अस्मिता शाह*; के स्वामीनाथन, प्रताप सिंह, धर्मेंद्र*; डौलीब, रेडौने* एंड कुमार, संदीप
जर्नल ऑफ़ मैटेरियल्स केमिस्ट्री सी, 2020, वॉल्यूम9, पी 9252

9. इफेक्ट ऑफ मैंगनीज डोपिंग ऑन द स्ट्रक्चरल एंड मैग्नेटिक प्रॉपर्टीज ऑफ़ BaSnO3
जॉन, बीबी *; धनंजया *, फिलिप, रीजी एंड 5 को-ऑथर्स
जर्नल ऑफ़ मैटेरियल्स साइंस: मैटेरियल्स इन इलेक्ट्रॉनिक्स (2020) 31: 11159–11176

10. सिंथेसिस एंड थर्ड आर्डर ऑप्टिकल नॉन लिनियरिटी स्टडी ऑफ टोलुइडीन टारटरेट सिंगल क्रिस्टल सपोर्टेड बाई फोटोफिजिकल कैरेक्टराइजेशन एंड वाईब्रेशनल स्पेक्ट्रल एनालिसिस
जॉर्ज, मेरिन *; बालाजी, जे *; साजन, डी *; डोमिनिक, पी; फिलिप, रीजी एंड विनीता, जी *
जर्नल ऑफ़ फ़ोटोकैमिस्ट्री एंड फ़ोटोबायोलॉजी ए: केमिस्ट्री, 2020, वॉल्यूम 393, पी 112413

11. इफेक्ट ऑफ एडसोर्बड पोलइलेक्ट्रोलाइट्स ऑन द इंटरेक्शन्स एंड इलास्टिसिटी ऑफ चार्जेड सर्फेक्टेंट बाईलेयर्स
गुप्ता, संतोष प्रसाद *; थॉमस, मीरा; चौधरी, अनिंद्य और रघुनाथन, वी ए
जर्नल ऑफ फिजिक्स: कंडेंस्ड मैटर, 2020, वॉल्यूम 32, आर्टिकल नं -194004

12. ट्यूनेबल फेरोइलेक्ट्रिक लिक्विड क्रिस्टल माइक्रोसेलर
रियाज़कोवा, ए वी; प्रतिभा, आर एंड म्यूज़िक, आई
लिक्विड क्रिस्टल, 2020, वॉल्यूम .47, पी 994

13. प्रिडिक्शन्स फॉर मेशरिंग द 21-सेमी मल्टी-फ्रीक्वेंसी एंगुलर पावर स्पेक्ट्रम यूसिंग एसकेए-लो मॉडल, राजेश *; शॉ, अविनाश कुमार *; सरकार, अंजन कुमार +5 को-ऑथर्स
मंथली नोटिसेस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी,2020, वॉल्यूम, 494, पी 4043

14. मीन फील्ड डायनेमो एक्शन इन शियर फ्लोस I: फिक्स्ड काईनेटिक हेलिसिटी
जिंगडे, नवीन एंड सिंह, निशांत के
मंथली नोटिसेस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी,2020, वॉल्यूम, 495, पी 4557

15. पैसिव स्पाईरल्स एंड शॉक इन्फ्लुएंस्ड स्टार फार्मेशन इन द मर्जिंग क्लस्टर ए 3376
केलकर, क्षितिजा; द्वारकानाथ, के एस; पोगियांटि, बियांका एम *
मंथली नोटिसेस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी,2020, वॉल्यूम, 496, पी 442

16. एम्पलीफिकेशन एंड क्रॉस-केर नॉन लिनियरिटी इन वेव गाइड क्वांटम इलेक्ट्रोडायनामिक्स
विनू, अथुल एंड रॉय, दिब्येंदु
फिजिकल रिव्यु ए, 2020, वॉल्यूम 101, आर्टिकल नं .053812

17. स्टेबिलिटी ऑफ टोपोलॉजिकल वाल डिफेक्ट्स इन स्फेयर्स विथ एन-एटिक ऑर्डर
साईचंद सी; अलगेशन, जया कुमार; रॉय, अरुण; हटवालने, यशोधन
फिजिकल रिव्यु रिसर्च 2020, वॉल्यूम 2, आर्टिकल नं 023215

18. सोल्वो थर्मल सिंथेसिस ऑफ नैनो स्केल डिस्क लाइक गैडोलीनियम डोप्ड मैग्नीशियम जिरकोनेट फॉर हाइली एफ्फिसिएंट फोटोकैटलिटिक डिग्रेडेशन ऑफ रोडामाइन बी इन वाटर
एस अक्षता, एस एस श्रीनिवासा, एस एस; कुमार, संदीप + 5 को-ऑथर्स
एसएन एप्लाइड साइंसेज, 2020, वॉल्यूम 2, पी 876

सम्मेलनों में प्रतिभागिता और दौरा किए संस्थान

नाम	सम्मेलनों में प्रतिभागिता / दौरा किए संस्थान	लेख और व्याख्यान का शीर्षक
अलकनंदा पात्रा	26थ नेशनल कांफेरेंस ऑन लिक्विड क्रिस्टल्स चितकारा यूनिवर्सिटी, पंजाब 21 - 23 अक्टूबर 2019 इंटरनेशनल विंटर स्कूल जवाहरलाल नेहरू सेंटर फॉर एडवांस्ड साइंटिफिक रिसर्च, बेंगलुरु 2 - 6 दिसंबर 2019	फिनाजाइन-फ्यूस्ड ट्रैफिनाइलीन डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल्स फिनाजाइन-फ्यूस्ड ट्रैफिनाइलीन डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल्स
अंडाल नारायणन	इंटरनेशनल कांफेरेंस ऑन क्वांटम फ्रंटियर्स एंड फंडामेंटल्स रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलुरु 13 - 18 जनवरी 2020	
अंजन कुमार सरकार	विज्ञान समागम - पुशिंग द फ्रंटियर्स ऑफ साइंस विश्वेश्वरैया इंडस्ट्रियल एंड टेक्नोलॉजिकल म्यूजियम बेंगलुरु 10 - 14 सितंबर 2019	
अरसी सत्यमूर्ति	2न्ड एनुअल मीटिंग ऑफ मॉडर्न इंजीनियरिंग ट्रेंड्स इन एस्ट्रोनॉमी 2019 इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स, बेंगलुरु 15 - 17 सितंबर 2019	मॉडर्न इंजीनियरिंग ट्रेंड्स इन एस्ट्रोनॉमी
अविनाश देशपांडे	बिशप हेबर कॉलेज, तिरुचिरापल्ली 1 अगस्त 2019 इंटर-यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 20 - 24 अगस्त 2019 वर्कशॉप ऑन एप्लिकेशन ऑफ इंजीनियरिंग टू एस्ट्रोनॉमी विश्वकर्मा इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नॉलजी, पुणे 22 अगस्त 2019 एरेसिबो ऑब्जर्वेटरी, यूएसए 21 सितंबर - 6 अक्टूबर 2019 ऑस्ट्रेलिया-इंडिया रिसर्च एंड डेवलपमेंट इन रेडियो एस्ट्रोनॉमी मीटिंग नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी, पुणे 13 - 15 नवंबर 2019	रेडियो एस्ट्रोनॉमी (2 लेक्चर्स) ऑन एटेम्प्ट्स टू डिटेक्ट ईओआर ग्लोबल सिग्नल एंड स्वान रेडियो एस्ट्रोनॉमी बेसिक्स 1. फैसिनेटिंग लाइफ-स्टोरीज ऑफ कास्मिक लाइट-हाउसेस 2. रेडियो फ्रीक्वेंसी इंटरफेरेंस: टू अवॉयड और एटेक ? 3.स्काई वाच एरे नेटवर्क: ए स्ट्रैटेजिक इनिशिएटिव इंडियन स्वान *(इन्वाइटेड)*

नाम	सम्मेलनों में प्रतिभागिता / दौरा किए संस्थान	लेख और व्याख्यान का शीर्षक
	नेशनल इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नॉलजी, सूरतकल 25 - 27 दिसंबर 2019	फैसिनेटिंग लाइफ-स्टोरीज ऑफ कास्मिक लाइट-हाउसेस
बिमन नाथ	साहा इक्वेशन सेंटेनरी कांफेरेंस कलकत्ता यूनिवर्सिटी, कोलकाता 23 सितंबर 2019 कांफेरेंस ऑन सुपरमैसिव ब्लैक होल्स इंटरनेश्नल सेंटर फॉर थियोरिटिकल साइंसेस बेंगलुरु 19 दिसंबर 2019	
चंदेश्वर मिश्रा	कॉम्प्लेक्स फ्लुइड्स मीटिंग 2019 इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च भोपाल 5 - 7 दिसंबर 2019	
दिब्येंदु रॉय	यूनिवर्सिटी ऑफ लजुब्जाना, स्लोवेनिया 28 अप्रैल - 25 मई 2019 कांफेरेंस ऑन थर्मलाइजेशन, मेनी बॉडी लोकलाइजेशन एन्ड हाइड्रोडायनामिक्स इंटरनेशनल सेंटर फ़ॉर थियोरिटिकल साइंसेस इंडिया 11 - 29 नवंबर 2019	एन ओपन- क्वांटम सिस्टम डिस्क्रिप्शन ऑफ जोसेफसन इफेक्ट इन टोपोलॉजिकल सुपरकंडक्टर्स पंचरत्नम-जक फेस
द्वारकानाथ के.एस.	नेशनल रेडियो एस्ट्रोनॉमी ऑब्जर्वेटरी, मेक्सिको 9 - 13 सितंबर 2019 केस वेस्टर्न रिजर्व यूनिवर्सिटी, ओहियो 16 - 20 सितंबर 2019	डिफ्यूज़ रेडियो एमिशन इन गैलेक्सी क्लस्टर्स डिफ्यूज़ रेडियो एमिशन इन गैलेक्सी क्लस्टर्स
गिरीश बी.एस.	विज्ञान समागम - पुशिंग द फ्रंटियर्स ऑफ साइंस विश्वेश्वरैया इंडस्ट्रियल एंड टेक्नोलॉजिकल म्यूजियम बेंगलुरु 10 - 14 सितंबर 2019 2न्ड एनुअल मीटिंग ऑफ मॉडर्न इंजीनियरिंग ट्रेंड्स इन एस्ट्रोनॉमी 2019 इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स, बेंगलुरु 15 - 17 सितंबर 2019 कांफेरेंस ऑन आईईएसए स्पेस्ट्रॉनिक्स एंड डेफ्ट्रोनिक्स 2019 ताज यशवंतपुर, बेंगलुरु 19 - 20 सितंबर 2019 ऑस्ट्रेलिया-इंडिया रिसर्च एंड डेवलपमेंट इन रेडियो एस्ट्रोनॉमी मीटिंग	आर्किटेक्चर्स फॉर डिजिटल सिग्नल प्रोसेसिंग इन रेडियो एस्ट्रोनॉमी *(इन्वाइटेड)* चैलेंजेस इन डिज़ाइनिंग रिसीवर फॉर डिटेक्शन ऑफ सिग्नल्स फ्रॉम द एपोक ऑफ रिआयननाइजेशन ऑनगोइंग डेवेलप्मेंट्स एंड प्लान्स फॉर लो-फ्रीक्वेंसी डिजिटल रिसीवर प्लेटफॉर्म्स

नाम	सम्मेलनों में प्रतिभागिता / दौरा किए संस्थान	लेख और व्याख्यान का शीर्षक
	नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी, पुणे 13 - 15 नवम्बर 2019	
जिष्णु नाम्बिसान	कांफेरेंस ऑन द फर्स्ट बिलियन ईयर ऑफ़ द यूनिवर्स इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, इंदौर 20 - 24 जनवरी 2020 नीदरलैंड्स इंस्टिट्यूट फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी द नीदरलैंड्स 4 जून - 28 अगस्त 2019	अपडेट्स फ्रॉम सारस (इन्वाइटेड)
जोसेफ सैमुअल	चेन्नई मैथेमेटिकल इंस्टिट्यूट, चेन्नई 21 - 22 मई 2019 इंस्टिट्यूट ऑफ़ मैथेमैटिकल साइंसेस, चेन्नई 23 - 24 मई 2019 कांफेरेंस ऑन क्वांटम फ्रंटियर्स एंड फंडामेंटल्स रामन रिसर्च इंस्टिट्यूट, बेंगलुरु 13 - 18 जनवरी 2020 कांफेरेंस ऑन ज्यामेट्रिक फेसेस इन ऑप्टिक्स एंड टोपोलॉजिकल मैटर इंटरनेशनल सेंटर फॉर थियोरिटिकल साइंसेस बेंगलुरु 21 - 24 जनवरी 2020	लोरेंट्ज़ियन ज्यामेट्री ऑफ़ क्यूबिट इंटेंगलमेंट लोरेंट्ज़ियन ज्यामेट्री ऑफ़ क्यूबिट इंटेंगलमेंट 1. ज्यामेट्रिक फेस एंड डीएनए इलास्टिसिटी 2. कंट्रोलिंग इंटेंगलमेंट विथ द ज्यामेट्रिक फेस
कस्तूरी एस	2न्ड एनुअल मीटिंग ऑफ मॉडर्न इंजीनियरिंग ट्रेंड्स इन एस्ट्रोनॉमी 2019 इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स, बेंगलुरु 15 - 17 सितंबर 2019	
कृष्णकुमार ई	टाटा इंस्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च हैदराबाद 13 मई 2019 XX इंटरनेशनल वर्कशॉप ऑन लो-एनर्जी पॉज़िट्रॉन एंड पॉज़िट्रोनियम फ़िजिक्स XXI इंटरनेशनल सिम्पोसियम ऑन इलेक्ट्रॉन-मॉलिक्यूल कॉलिशंस एंड स्वार्म्स सर्बिया अकेडमी ऑफ़ साइंसेस एंड आर्ट्स 18 - 20 जुलाई 2019 XXXI इंटरनेशनल कांफेरेंस ऑन फोटोनिक, इलेक्ट्रॉनिक एंड एटॉमिक कॉलिशंस डयूविल्ले इंटरनेशनल सेंटर, फ्रांस 24 - 30 जुलाई 2019	निगेटिव आयन स्टेट्स ऑफ मॉलिक्युलर हाइड्रोजन : क्वांटम डायनामिक्स ऑफ फाइव पार्टिकल सिस्टम फंक्शनल ग्रुप डिपेंडेंस एंड साइट सिलेक्टिविटी इन डिसोसिएटिव अटैचमेंट *(इन्वाइटेड)* प्रोबिंग फंक्शनल ग्रुप डिपेंडेंस इन डिसोसिएटिव इलेक्ट्रान अटैचमेंट यूसिंग निगेटिव आयन मोमेंटम इमेजिंग

नाम	सम्मेलनों में प्रतिभागिता / दौरा किए संस्थान	लेख और व्याख्यान का शीर्षक
क्षितिजा केलकर	कांफेरेंस ऑन प्रेस्सिंग फॉर प्रोग्रेस 2019 यूनिवर्सिटी ऑफ़ हैदराबाद, तेलंगाना 19 - 21 सितंबर 2019	
	XXXVIII एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया कांफेरेंस इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च तिरुपति 13 - 17 फरवरी 2020	पासिंग स्पाईरल्स एंड शॉक-इंड्यूसड स्टार फार्मेशन इन मर्जिंग क्लस्टर-एबेल 3376
माधवन वरदराजन	दिल्ली यूनिवर्सिटी, नई दिल्ली 30 अप्रैल 2019	लूप क्वांटम ग्रेविटी: एन ओवरव्यू
	कम्प्लूटेंस यूनिवर्सिटी, स्पेन 26 जून 2019	लूप क्वांटम ग्रेविटी: ए स्ट्रक्चरल ओवरव्यू
	कोन्सेज़ो सुपीरियर डी इंवेस्टिगेशियन्स साइन्टिफिकास स्पेन 22 जून - 1 जुलाई एंड 6 - 7 जुलाई 2019	प्रोपेगेशन इन कैनॉनिकल एलक्यूजी
	सेंटर डे फिसिक थियोरिक, फ्रांस 2 - 5 जुलाई 2019	1. लूप क्वांटम ग्रेविटी: ए स्ट्रक्चरल ओवरव्यू 2. स्पेसटाइम कोवेरियंस एंड प्रोपेगेशन इन कैनॉनिकल एलक्यूजी
	फ्रेडरिक-अलेक्जेंडर यूनिवर्सिटी एर्लांगेन-नूर्नबर्ग जर्मनी 14 - 25 जुलाई 2019	1. लूप क्वांटम ग्रेविटी: ए स्ट्रक्चरल ओवरव्यू 2. प्रोपेगेशन इन कैनॉनिकल लूप क्वांटम ग्रेविटी
	इंटर यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 17 - 19 अक्टूबर 2019	लूप क्वांटम ग्रेविटी
	इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे 9 - 10 नवंबर 2019	
	सेमीनार ऑन इंटरनेशनल लूप क्वांटम ग्रेविटी 31 मार्च 2020	स्पेसटाइम कोवेरियंस एंड प्रोपेगेशन इन कैनॉनिकल लूप क्वांटम ग्रेविटी (ऑनलाइन)
मंजूनाथ एम	विज्ञान समागम - पुशिंग द फ्रंटियर्स ऑफ साइंस विश्वेश्वरैया इंडस्ट्रियल एंड टेक्नोलॉजिकल म्यूजियम बेंगलुरु 10 - 14 सितंबर 2019	
मयूरी एस	18थ इंटरनेशनल वर्कशॉप ऑन लो टेम्परेचर डिटेक्टर्स, इटली 22 - 26 जुलाई 2019	

नाम	सम्मेलनों में प्रतिभागिता / दौरा किए संस्थान	लेख और व्याख्यान का शीर्षक
	सीएमआर इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, बेंगलुरु 8 अगस्त 2019 2न्ड ग्लोबल 21 सेमी वर्कशॉप मैकगिल यूनिवर्सिटी, कनाडा 7 - 9 अक्टूबर 2019	बीई ईसीई टू कॉस्मोलोजी (रिमोट टॉक)
मुगंधन वी	विज्ञान समागम - पुशिंग द फ्रंटियर्स ऑफ साइंस विश्वेश्वरैया इंडस्ट्रियल एंड टेक्नोलॉजिकल म्यूजियम बेंगलुरु 10 - 14 सितंबर 2019	हाउ टू सी विथ मैनी आईज
नागराज एम.एन.	मीटिंग ऑन लाइब्रेरीज़ एंड लाइब्रेरियंस - न्यू एजुकेशन पालिसी 2019 रामन रिसर्च इंस्टिट्यूट, बेंगलुरु 20 जुलाई 2019	
नयनतारा गुप्ता	फर्स्ट सीटीए सिम्पोसियम टेट्रो ड्यूस, इटली 6 - 9 मई 2019 लेबोरेटोइर डी'एननेसी-ले-वीक्स डी फिजिक थियोरिक, फ्रांस 10 - 17 मई 2019 निकोलस कोपरनिकस एस्ट्रोनॉमिकल सेंटर पोलैंड 18 - 24 मई 2019 नेशनल कांफेरेंस ऑन ट्रांजियंट एस्ट्रोनॉमी यूआर राव सैटेलाइट सेंटर, बेंगलुरु 11 - 12 नवंबर 2019	कंस्ट्रेनिंग द हेलो साइज फ्रॉम पॉसिबल डेंसिटी प्रोफाइल्स ऑफ़ मिल्की वे गैलेक्सी मल्टी - मेसेंजर एस्ट्रोनॉमी आइसक्यूब न्युट्रीनो इवेंट्स एंड ब्लेज़र फ्लेर्स
पलक	कॉम्प्लेक्स फ्लुइड्स मीटिंग 2019 इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च भोपाल 5 - 7 दिसंबर 2019	स्टडी ऑफ इन्स्टेबिलिटीस एट द इंटरफेस ऑफ न्यूटोनियन एंड नॉन-न्यूटोनियन फ्लूइड इन ए क्वासी-टू डायमेंशनल ज्यामेट्रीस
प्रभु टी	सेकंड एनुअल मीटिंग ऑफ मॉडर्न इंजीनियरिंग ट्रेंड्स इन एस्ट्रोनॉमी 2019 इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स, बेंगलुरु 15 - 17 सितंबर 2019 ग्लोबल वर्कशॉप ऑन नंद फ्लेश जैन यूनिवर्सिटी, बेंगलुरु 23 सितंबर 2019 ऑस्ट्रेलिया-इंडिया रिसर्च एंड डेवलपमेंट इन रेडियो एस्ट्रोनॉमी मीटिंग नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी, पुणे 13 - 15 नवम्बर 2019	1. एक्सेलरेटेड टाइल प्रोसेसर 2. 21 सेमी हॉर्न रिसीवर हाउ स्टोरेज कंट्रिब्यूट्स टू रिसर्च टुडे इन रेडियो एस्ट्रोनॉमी *(इन्वाइटेड)* डिजिटल सिग्नल प्रोसेसिंग एंड पॉसिबल कोलैबोरेशन एरियस

नाम	सम्मेलनों में प्रतिभागिता / दौरा किए संस्थान	लेख और व्याख्यान का शीर्षक
	2019 एसकेए शंघाई मीटिंग वांडा रेन, चाइना 25 - 28 नवंबर 2019	एक्सपेरिएंसेस फॉर कमीशनिंग एमडब्ल्यूए डिजिटल रिसीवर्स
	कांफ्रेंस यूआरएसआई आरसीआरएस इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, वाराणसी 12 - 14 फरवरी 2020	द एसकेए लो-फ्रीक्वेंसी एपर्चर एरे-एन इंजीनियरिंग ओवरव्यू *(इन्वाइटेड)*
	साइंस वीक ग्लोबल एकेडमी ऑफ टेक्नोलॉजी, बेंगलुरु 9 - 13 मार्च 2020	एन ओवरव्यू ऑफ डेवलपमेंट्स एंड एडवान्समेंट्स इन साइंटिफिक अरेना *(इन्वाइटेड)*
प्रमोद पुलरकट	इंस्टिट्यूट क्यूरी, फ्रांस 11 सितंबर 2019	मैकेनिकल एंड शेप रेस्पॉन्सेस ऑफ एक्सन्स
	यूनिवर्सिटी ऑफ़ स्ट्रासबर्ग, फ्रांस 18 सितंबर 2019	मैकेनिकल एंड शेप रेस्पॉन्सेस ऑफ एक्सन्स
	यूनिवर्सिटी ऑफ़ जिनेवा, स्विट्ज़रलैंड 24 सितंबर 2019	मैकेनिकल एंड शेप रेस्पॉन्सेस ऑफ एक्सन्स
	इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ़ साइंस, बेंगलुरु 3 अक्टूबर 2019	मैकेनिकल रेस्पॉन्सेस ऑफ सेल्स
	मॉलिक्यूलर मोटर्स, ट्रांसपोर्ट एंड ट्रैफिकिंग मीटिंग नेशनल ब्रेन रिसर्च सेंटर, गुरुग्राम 18 - 20 अक्टूबर 2019	मैकेनिकल एंड शेप रेस्पॉन्सेस ऑफ़ एक्सन्स
	इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ़ टेक्नोलॉजी, मद्रास चेन्नई 30 अक्टूबर 2019	मैकेनिकल रेस्पॉन्सेस ऑफ सेल्स
	कॉम्प्लेक्स फ्लुइड्स मीटिंग 2019 इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च भोपाल 5 - 7 दिसंबर 2019	
	रामैया इंस्टीट्यूट ऑफ़ टेक्नोलॉजी, बेंगलुरु 17 जनवरी 2020	मैकेनिकल एंड शेप रेस्पॉन्सेस ऑफ एक्सन्स
	इंटरनेशनल सिम्पोजियम ऑन सेल सरफेस मैक्रोमॉलिक्यूल्स इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च पुणे 2 - 6 फरवरी 2020	एक्टिन डायनामिक्स इन एक्सोनल मेम्ब्रेन नैनो-ट्यूब्स
	फ्लक्चुएशन्स इन नॉन इक्विलिब्रियम सिस्टम्स: थियोरी एंड एप्लीकेशंस 2020 स्कूल इंटरनेशनल सेंटर फोर थियोरिटिकल साइंसेस बेंगलुरु 9 - 10 मार्च 2020	1. लिपिड मेमब्रेन्स एंड फ्लक्चुएशन्स 2. एक्सोन मैकेनिक्स

नाम	सम्मेलनों में प्रतिभागिता / दौरा किए संस्थान	लेख और व्याख्यान का शीर्षक
प्रतिभा आर	ब्रिटिश लिक्विड क्रिस्टल सोसायटी एनुअल कांफेरेंस यूनिवर्सिटी ऑफ लीड्स, यूके 15 - 17 अप्रैल 2019 काम्प्लेक्स फ्लुइड्स मीटिंग 2019 इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, भोपाल 5 - 7 दिसंबर 2019	अन यूजुअल फॉर्म्स ऑफ लिक्विड क्रिस्टल-फाइबर सेल्फ असेंबली (स्टर्जन लेक्चर - इंवाइटेड , प्लेनरी) ब्लू फेस स्टेबिलाइजेशन इन ए बाइनरी मिक्सचर ऑफ़ चिरल एंड एचिरल मोलेक्युल्स (इंवाइटेड)
राघवेंद्र राव केबी	2न्ड एनुअल मीटिंग ऑफ मॉडर्न इंजीनियरिंग ट्रेंड्स इन एस्ट्रोनॉमी 2019 इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स बेंगलुरु 15 - 17 सितंबर 2019	स्काई वॉच ऐरे नेटवर्क (स्वान): वाइड-बैंड रिसीवर इंस्ट्रूमेंटेशन डेवलपमेंट एंड करंट स्टेटस
रघुनाथन ए	2न्ड एनुअल मीटिंग ऑफ मॉडर्न इंजीनियरिंग ट्रेंड्स इन एस्ट्रोनॉमी 2019 इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स बेंगलुरु 15 - 17 सितंबर 2019	
रघुनाथन वी ए	कॉम्प्लेक्स फ्लुइड्स मीटिंग 2019 इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च भोपाल 5 - 7 दिसंबर 2019 इंटरनेशनल सिम्पोजियम ऑन सेल सरफेस मैक्रोमोलिक्यूलस इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे 17 - 21 फरवरी 2020	इफेक्ट ऑफ एडसोर्बेड पोलिएलेक्ट्रोलाइट्स ऑन द इंटरेक्शन्स एंड इलास्टिसिटी ऑफ चार्जड सर्फैक्टेंट बाइलेयर्स *(इन्वाइटेड)* फ्लूइड - फ्लूइड कोएक्सिस्टेंस इन लिपिड-स्टेरोल मेमब्रेन्स *(इन्वाइटेड)*
राजकुमार बिस्वास	कॉम्प्लेक्स फ्लुइड्स मीटिंग 2019 इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च भोपाल 5 - 7 दिसंबर 2019	
रमेश बालासुब्रमण्यम	इंडियन एस्ट्रोनॉमिकल ऑब्जर्वेटरी हेनले 12 – 18 जनवरी 2020 इंडियन कांफ्रेंस ऑन एंटीना एंड प्रपोगेशन 2019 होटल नारायणी हाइट्स, अहमदाबाद 19 - 22 दिसंबर 2019 XXXVIII एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया कांफेरेंस इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च तिरुपति 13 - 17 फरवरी 2020	 ऑन रोड टू टेराहर्ट्ज एस्ट्रोनॉमी फ्रॉम इंडिया *(इन्वाइटेड)* बिल्डिंग आरआरआई एफ्फिसिएंट लीनियर - एरे इमेजर

नाम	सम्मेलनों में प्रतिभागिता / दौरा किए संस्थान	लेख और व्याख्यान का शीर्षक
रनीता जना	XXXVIII एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया कांफेरेंस इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च तिरुपति 13 - 17 फरवरी 2020	रोल ऑफ कॉस्मिक रेस इन द अर्ली स्टेजेस ऑफ गैलेक्टिक ऑउटफ्लोस
रंजिनी बंद्योपाध्याय	थर्ड डिपार्टमेंटल सिम्पोजियम ऑन एडवांसेज इन फिजिक्स इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नॉलजी, दिल्ली 6 – 7 अप्रैल 2019	इलेक्ट्रिक फील्ड इंड्यूस्ड जिलेटिन इन सॉफ्ट कोलाइडल क्ले सस्पेंशन्स *(इन्वाइटेड)*
	कॉलेज सम्मर कोर्स जवाहरलाल नेहरू प्लैनेटेरियम, बेंगलुरु 30 मई 2019	इलेक्ट्रिक फील्ड इंड्यूस्ड जिलेटिन इन एक्वियस कोलाइडल क्ले सस्पेंशन्स *(इन्वाइटेड)*
	कांफेरेंस ऑन प्रेस्सिंग फॉर प्रोग्रेस 2019 यूनिवर्सिटी ऑफ़ हैदराबाद, तेलंगाना 19 - 21 सितंबर 2019	आवर एक्सपेरिमेंट्स विथ कोलाइडल क्लेस *(इन्वाइटेड)*
	कांफ्रेंस ऑन फिजिक्स एट सरफेसेस एंड इंटरफेसेस ऑफ सॉफ्ट मैटेरियल्स जादवपुर यूनिवर्सिटी, कोलकाता 26 - 27 सितंबर 2019	द इफेक्ट ऑफ एक्टिविटी ऑन द कोलाइडल ग्लास ट्रांजीशन (इन्वाइटेड)
	कांफ्रेंस ऑन स्टेटफिस कोलकाता-एक्स प्रेसीडेंसी यूनिवर्सिटी 26 - 29 नवंबर 2019	ए स्टडी ऑफ द इन्स्टेबिलिटी एट द इंटरफेस बिटवीन ए न्यूटोनियन एंड ए नॉन न्यूटोनियन *(इन्वाइटेड)*
	7थ इंडियन स्टैटिस्टिकल फिजिक्स कम्युनिटी मीटिंग इंटरनेशनल सेंटर फॉर थियोरिटिकल साइंसेस बेंगलुरु 19 - 21 फरवरी 2020	मैशरिंग द कोरिलेटेड डायनामिक्स इन डेन्स सस्पेंशन्स ऑफ हाइली पॉलीडिस्पेर्स पॉली (एन-आइसोप्रोपाईलएक्रिलामाइड) माइक्रो पार्टिकल्स
	कांफ्रेंस ऑन फ्लक्चुएशन्स इन नॉन -इक्विलिब्रियम सिस्टम्स: थियोरी एंड एप्लीकेशंस इंटरनेशनल सेंटर फॉर थ्योरेटिकल साइंसेस बेंगलुरु 9 - 19 मार्च 2020	एक्सपेरिमेंट्स विथ एक्टिव पार्टिकल्स इन ए डेन्स एनवायरनमेंट ऑफ पैस्सिव पार्टिकल्स *(इन्वाइटेड)*
रीजी फिलिप	इंटरनेशनल कांफ्रेंस ऑन एडवांस्ड मैटेरियल्स निर्मलगिरी कॉलेज, केरल 12 - 14 जून 2019	ऑप्टिकल पॉवर लिमिटिंग: मैटेरियल्स एंड मेथड्स *(इन्वाइटेड)*
	समर स्कूल ऑन ऑप्टिक्स एंड एप्लाइड फोटोनिक्स इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलुरु 17 - 21 जून 2019	लाइट-मैटर इंटरैक्शंस इन द इंटेंस फील्ड रिजाइम *(इन्वाइटेड)*
	केरल यूनिवर्सिटी, त्रिवेंद्रम 24 जून 2019	ऑप्टिकल पॉवर लिमिटिंग: मैटेरियल्स एंड मेथड्स *(इन्वाइटेड)*

नाम	सम्मेलनों में प्रतिभागिता / दौरा किए संस्थान	लेख और व्याख्यान का शीर्षक
	एमवीजे कॉलेज ऑफ इंजीनियरिंग, बेंगलुरु 5 अक्टूबर 2019	फंडामेंटल्स ऑफ लेसर्स *(इन्वाइटेड)*
	गवर्नमेंट विक्टोरिया कॉलेज, पालक्कड़ 16 अक्टूबर 2019	लीनियर एंड नॉन लीनियर ऑप्टिकल कैरेक्टराइजेशन टेक्निक्स
	इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, गुवाहाटी 1 नवंबर 2019	अल्ट्राफास्ट लेजर प्रोड्यूस्ड प्लास्मास: जनरेशन, कैरेक्टराइजेशन एंड ऐप्लिकेशन्स
	नेशनल कांफ्रेंस ऑन एडवांस्ड मैटेरियल्स सेंट जोसेफ्स कॉलेज, तिरुचिरापल्ली 13 दिसंबर 2019	नॉन लीनियर ऑप्टिक्स इन द नैनो डोमेन: मैटेरियल्स एंड मेथड्स *(इन्वाइटेड)*
	इंटरनेशनल कांफ्रेंस ऑन फ्रंटियर्स ऑफ मटेरियल साइंस सेंट जोसेफ्स कॉलेज, कैलीकट 16 - 18 दिसंबर 2019	नॉन लीनियर ऑप्टिक्स इन द नैनो डोमेन : मैटेरियल्स एंड मेथड्स *(इन्वाइटेड)*
	नेशनल कांफ्रेंस ऑन रिसेंट ट्रेंड्स इन मैटेरियल्स साइंस एंड टेक्नोलॉजी इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ स्पेस साइंस एंड टेक्नोलॉजी, त्रिवेंद्रम 18 - 20 दिसंबर 2019	नॉन लीनियर ऑप्टिक्स इन द नैनो डोमेन : मैटेरियल्स एंड मेथड्स *(इन्वाइटेड)*
	107थ इंडियन साइंस कांग्रेस गांधी कृषि विज्ञान केंद्र, बेंगलुरु 3 - 7 जनवरी 2020	ऑप्टिकल लीमीटर्स: मटेरियल्स फॉर प्रोटेक्टिंग ह्यूमन आईज एंड ऑप्टिकल सेंसर फ्रॉम हैजर्डस लेजर रेडिएशन *(इन्वाइटेड)*
	इंटरनेशनल कांफ्रेंस ऑन द साइंस एंड टेक्नोलॉजी ऑफ एडवांस्ड मैटेरियल्स एमए कॉलेज, कोथमंगलम 14 - 16 जनवरी 2020	नॉन लीनियर ऑप्टिक्स इन द नैनो डोमेन: मैटेरियल्स एंड मेथड्स *(इन्वाइटेड)*
	कर्नाटक साइंस एंड टेक्नोलॉजी अकादमी गांधी कृषि विज्ञान केंद्र कैंपस बेंगलुरु 23 जनवरी 2020	नॉन लीनियर ऑप्टिक्स इन द नैनो डोमेन : मैटेरियल्स एंड मेथड्स
	नेशनल वर्कशॉप ऑन एमर्जिंग ट्रेंड्स इन फिजिक्स एंड थेअर एप्लीकेशंस गीतम यूनिवर्सिटी, बेंगलुरु 28 फरवरी 2020	नॉन लीनियर ऑप्टिक्स: थ्योरी एंड ऐप्लिकेशन्स *(इन्वाइटेड)*
	29थ स्वदेशी साइंस कांग्रेस, नेशनल कांफ्रेंस ऑन साइंस एंड टेक्नोलॉजी फॉर सस्टेनेबल डिवेलपमेंट आईसीएआर-सेंट्रल प्लांटेशन क्रॉप्स रिसर्च इंस्टिट्यूट कासरगोड 29 फरवरी 2020	द रामन इफेक्ट *(इन्वाइटेड)*

नाम	सम्मेलनों में प्रतिभागिता / दौरा किए संस्थान	लेख और व्याख्यान का शीर्षक
	8थ टॉपिकल कांफ्रेंस ऑफ द इंडियन सोसाइटी फॉर एटॉमिक एंड मॉलिक्यूलर फिजिक्स इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, रुड़की 3 - 5 मार्च 2020	मल्टीडायग्नोस्टिक कैरेक्टराइजेशन ऑफ अल्ट्रशॉर्ट और शॉर्ट पल्स लेजर प्रोड्यूस्ड प्लास्मास *(इन्वाइटेड)*
रिशिन पीवी	XXXVIII एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया कांफेरेंस इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च तिरुपति 13 - 17 फरवरी 2020	करंट स्टेटस ऑफ पॉलिक्स, एन एक्स-रे पोलारिमीटर ऑन -बोर्ड एक्सपोसैट *(इन्वाइटेड)*
सादिक रंगवाला	XXXI इंटरनेशनल कांफेरेंस ऑन फोटोनिक, इलेक्ट्रॉनिक एंड एटॉमिक कॉलिशंस डयूविल्ले इंटरनेशनल सेंटर, फ्रांस 23-30 जुलाई 2019	कॉलीशनल कूलिंग ऑफ ट्रैप्ड आयंस विथ एटम्सः रिजल्ट्स एंड इनसाइट्स
	आईआईएससी-सीईआरएन सिम्पोजियम ऑन न्यू फ्रंटियर्स इन फिजिक्स इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलुरु 4 सितंबर 2019	कंबाइंड एटम-आयन-मॉलिक्यूल-लाइट ट्रैप्स एंड व्हाट थे आर गुड फॉर
	यूनिवर्सिटी ऑफ बेसल, स्विट्जरलैंड 16 अक्टूबर 2019	कंबाइंड एटम-आयन-मॉलिक्यूल -लाइट ट्रैप्स एंड व्हाट थे आर गुड फॉर
	आईपीए पीके अयंगर एवार्ड टाटा इंस्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुंबई 4 नवंबर 2019	इंटरेक्शन्स इन ट्रैप्ड कोल्ड गैसेस
संजीब सभापंडित	7थ इंडियन स्टैटिस्टिकल फिजिक्स कम्युनिटी मीटिंग इंटरनेशनल सेंटर फॉर थियोरिटिकल साइंसेस बेंगलुरु 19 - 21 फरवरी 2020	क्रेमर्स बैरियर क्रासिंग प्रॉब्लम एंड द फर्स्ट-पैसेज टाइम डिस्ट्रीब्यूशन
सप्तर्षि चौधुरी	इंटरनेशनल कांफ्रेंस ऑफ फिजिक्स एन्ड एलाइड साइंसेस, बीदर 11 - 13 मार्च 2020	क्वांटम टेक्नोलॉजी विथ अल्ट्रा-कोल्ड एटम्स *(इन्वाइटेड)*
सायनतन मजूमदार	समर प्रोग्राम ऑन फ्रॉम द वेब ऑफ यूनिवर्स टू लाइफ जवाहरलाल नेहरू प्लेनेटेरियम, बेंगलुरु 29 मई 2019	शियर जैमिंग इन डेन्स पार्टिकुलेट सस्पेंशंस (इन्वाइटेड)
	इंटरनेशनल सॉफ्ट मैटर कांफ्रेंस 2019 यूनिवर्सिटी ऑफएडिनबर्ग, यूके 3 - 7 जून 2019	शियर इंड्यूस्ड जैमिंग एंड यील्डिंग इन डेन्स पार्टिकुलेट सस्पेंशंस
	इंटरनेशनल कांफ्रेंस ऑन पॉलिमर प्रोसेसिंग एंड कैरेक्टराइजेशन महात्मा गांधी यूनिवर्सिटी, केरल 11 - 13 अक्टूबर 2019	सिग्नेचर ऑफ जैमिंग अंडर स्टेडी शियर इन डेन्स पार्टिकुलेट सस्पेंशंस *(इन्वाइटेड)*

नाम	सम्मेलनों में प्रतिभागिता / दौरा किए संस्थान	लेख और व्याख्यान का शीर्षक
	कॉम्प्लेक्स फ्लुइड्स मीटिंग 2019 इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च भोपाल 5 - 7 दिसंबर 2019	सिग्नेचर ऑफ जैमिंग अंडर स्टेडी शियर इन डेन्स पार्टिकुलेट सस्पेंशंस *(इन्वाइटेड)*
	फ्लुइड्स डे इंटरनेशनल सेंटर फॉर थ्योरेटिकल साइंसेस बेंगलुरु 20 जनवरी 2020	जैमिंग अंडर स्टेडी शियर इन डेन्स पार्टिकुलेट सस्पेंशंस
	7थ इंडियन स्टैटिस्टिकल फिजिक्स कम्युनिटी मीटिंग इंटरनेशनल सेंटर फॉर थियोरिटिकल साइंसेस बेंगलुरु 19 - 21 फरवरी 2020	सिग्नेचर ऑफ जैमिंग अंडर स्टेडी शियर इन डेन्स पार्टिकुलेट सस्पेंशंस
सेबंति चट्टोपाध्याय	कॉम्प्लेक्स फ्लुइड्स मीटिंग 2019 इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च भोपाल 5 - 7 दिसंबर 2019	यील्डिंग इन डेन्स सस्पेंशन्स ऑफ कोहिसिव एमॉर्फस पार्टिकल्स
सोमशेखर आर	विज्ञान समागम - पुशिंग द फ्रंटियर्स ऑफ साइंस विश्वेश्वरैया इंडस्ट्रियल एंड टेक्नोलॉजिकल म्यूजियम बेंगलुरु 10 - 14 सितंबर 2019	आरएफ इलेक्ट्रॉनिक्स फ़ॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी
	2न्ड एनुअल मीटिंग ऑफ मॉडर्न इंजीनियरिंग ट्रेंड्स इन एस्ट्रोनॉमी 2019 इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स बेंगलुरु 15 - 17 सितंबर 2019	एन ओवरव्यू ऑफ एनालॉग रिसीवर सिस्टम फ़ॉर डिटेक्शन ऑफ ग्लोबल ईओआर सिग्नल
	कांफेरेंस ऑन आईईएसए स्पेस्ट्रॉनिक्स एंड डेफ्ट्रोनिक्स 2019 ताज यशवंतपुर, बेंगलुरु 19 - 20 सितंबर 2019	
	ऑस्ट्रेलिया-इंडिया रिसर्च एंड डेवलपमेंट इन रेडियो एस्ट्रोनॉमी मीटिंग नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी, पुणे 15 नवंबर 2019	प्रिसिशन एनालॉग रिसीवर सिस्टम फ़ॉर ईओआर
	स्पेस एप्लिकेशन सेंटर, अहमदाबाद 3 - 4 मार्च 2020	एनालॉग रिसीवर सिस्टम ऑफ सारस-3 ग्राउंड बेस्ड सिस्टम
श्रीधर एस	इंटर-यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 25 - 27 सितंबर 2019	थ्योरी ऑफ स्पाइरल स्ट्रक्चर इन डिस्क गैलेक्सीज

नाम	सम्मेलनों में प्रतिभागिता / दौरा किए संस्थान	लेख और व्याख्यान का शीर्षक
	सीएएमएस @ 20 अमेरिकन यूनिवर्सिटी ऑफ बेरूत, यूएसए 28 - 30 नवंबर 2019	गैलेक्सी डायनामिक्स और कैनेटीक्स *(प्लेनरी, इन्वाइटेड)*
	अमेरिकन यूनिवर्सिटी ऑफ बेरूत, यूएसए 25 नवंबर - 6 दिसंबर 2019	डायनामिक्स ऑफ स्टेल्लार सिस्टम्स
	इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी मद्रास चेन्नई 26 - 27 फरवरी 2020	स्ट्रक्चर एंड डायनामिक्स ऑफ गैलेक्सीज
श्रीनिवास एचटी	इंटरनेशनल कांफ्रेंस ऑन लिक्विड क्रिस्टल्स, लिक्विड क्रिस्टलाइन पॉलिमर्स एंड नैनोसिस्टम्स 2019 महात्मा गांधी यूनिवर्सिटी, केरल 13 -15 दिसंबर 2019	निमेटिक एंड स्विचेबल इंटरकेलेटेड फेसेस इन पोलीमेरिज़बल बेंट कोर मोनोमर्स विथ नेफ्थलीन मोइटी इन द साइड आर्म्स ऑफ द एरोमेटिक कोर *(इन्वाइटेड)*
श्रीवाणी के.एस.	विज्ञान समागम - पुशिंग द फ्रंटियर्स ऑफ साइंस विश्वेश्वरैया इंडस्ट्रियल एंड टेक्नोलॉजिकल म्यूजियम बेंगलुरु 10 - 14 सितंबर 2019	स्टेट-ऑफ-द-आर्ट टेक्नोलॉजी ट्रांसफॉर्मिंग द रेडियो एस्ट्रोनॉमी सिग्नल प्रोसेसिंग
	कांफेरेंस ऑन आईईएसए स्पेस्ट्रॉनिक्स एंड डेफ्ट्रोनिक्स 2019 ताज यशवंतपुर, बेंगलुरु 19 - 20 सितंबर 2019	
	ऑस्ट्रेलिया-इंडिया रिसर्च एंड डेवलपमेंट इन रेडियो एस्ट्रोनॉमी मीटिंग नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी, पुणे 13 - 15 नवंबर 2019	वाइड बैंड डिजिटल टाइल प्रोसेसिंग सिस्टम फ़ॉर लो फ्रीक्वेंसी ऐरे
	यूआर राव सैटेलाइट सेंटर, बेंगलुरु 11 जनवरी 2020	प्रतूष
	इंडियन स्पेस रिसर्च आर्गेनाईजेशन, बेंगलुरु 23 जनवरी 2020	प्रतूष- सी 3
	यूआर राव सैटेलाइट सेंटर, बेंगलुरु 25 फरवरी 2020	प्रतूष- सी 3
	स्पेस एप्लीकेशंस सेंटर, अहमदाबाद 2 - 3 मार्च 2020	
सुमति सूर्या	अजीम प्रेमजी यूनिवर्सिटी, बेंगलुरु 12 सितंबर 2019	लाइट, ग्रेविटी, एक्शन !
	कांफ्रेंस ऑन क्वांटम ग्रेविटी इन पेरिस इंस्टीट्यूट हेनरी पॉइंकेयर, पेरिस 15 - 19 अप्रैल 2019	कैजुअल सेट थ्योरी : रीसेंट डेवलपमेंट्स एंड चैलेंजेस *(प्लेनरी)*

नाम	सम्मेलनों में प्रतिभागिता / दौरा किए संस्थान	लेख और व्याख्यान का शीर्षक
	इंपीरियल कॉलेज, यूके 21 - 26 अप्रैल 2019	
	22न्ड एडिशन ऑफ द इंटरनेशनल कांफ्रेंस ऑन जेनरल रिलेटिविटी एंड ग्रेविटेशन वालेंसिया, स्पेन 7 - 12 जुलाई 2019	ए स्टेटस रिपोर्ट ऑन कैजुअल सेट थ्योरी *(इन्वाइटेड)*
	द टाइम मशीन फैक्टरी कांफ्रेंस 2019 यूनिवर्स डिगली स्टडी डि टोरिनो, इटली 22 - 26 सितंबर 2019	ए) द रोल ऑफ कैजुअल्टी इन क्वांटम ग्रेविटी (प्लेनरी) बी) द जीनियस सिंड्रोम : जेंडर इन द प्रैक्टिस ऑफ थ्योरेटिकल फिजिक्स *(इन्वाइटेड)*
	पेरिमीटर इंस्टिट्यूट, कनाडा 13 - 18 अक्टूबर 2019 10 - 24 नवंबर 2019	
	कांफ्रेंस ऑन एवर प्रेजेंट लामडा पेरिमीटर इंस्टीट्यूट, कनाडा 11 - 15 नवंबर 2019	एन इंट्रोडक्शन टू कैजुअल सेट्स *(इन्वाइटेड)*
सुमंत कुमार	64थ एनुअल मीटिंग ऑफ द बायोफिजिकल सोसाईटी सैन डिएगो, यूएसए 15 - 19 फरवरी 2020	डिटेक्शन ऑफ न्यूक्लियोसोम -आरसीसी1 कम्प्लेक्सेस यूसिंग नैनो पेर्स
सुपर्णा सिन्हा	चेन्नई मेथेमेटिकल इंस्टिट्यूट, चेन्नई 21 - 22 मई 2019	ए क्वांटम डिफ्यूशन लॉ
	इंस्टिट्यूट ऑफ मैथेमैटिकल साइंसेस, चेन्नई 23 - 24 मई 2019	ए क्वांटम डिफ्यूशन लॉ
	इंटरनेशनल कांफ्रेंस ऑन क्वांटम फ्रंटियर्स एंड फंडामेंटल्स 13 - 18 जनवरी 2020	
	कांफ्रेंस ऑन ज्यामेट्रिक फेसेस इन ऑप्टिक्स एंड टोपोलॉजिकल मैटर इंटरनेशनल सेंटर फॉर थ्योरेटिकल साइंसेस बेंगलुरु 21 - 24 जनवरी 2020	1. ज्यामेट्रिक फेस एंड डीएनए इलास्टिसिटी 2. कंट्रोलिंग इंटेंगलमेंट विथ द ज्यामेट्रिक फेस
तनुमान घोष	यंग एस्ट्रोनॉमर्स मीट इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स, कोडाइकनाल 23 - 27 सितंबर 2019	अल्ट्रा-लुमिनस एक्स-रे सोर्सेज - ब्लैक होल्स और न्यूट्रॉन स्टार्स ? एम 33 X-8: ए केस स्टडी
	नेशनल कांफ्रेंस ऑन ट्रांसिएंट एस्ट्रोनॉमी यूआर राव सैटेलाइट सेंटर, बेंगलुरु 11 - 12 नवंबर 2019	एनिग्मेटिक नेचर ऑफ अल्ट्रा-लुमिनस एक्स-रे सोर्सेज *(इन्वाइटेड)*

नाम	सम्मेलनों में प्रतिभागिता / दौरा किए संस्थान	लेख और व्याख्यान का शीर्षक
उर्बसी सिन्हा	सी-डैक टेक्नोलॉजी कॉन्क्लेव सी-डैक इनोवेशन पार्क, पुणे 4 - 5 अप्रैल 2019	क्वांटम कंप्यूटिंग एंड क्वांटम कम्युनिकेशन *(इन्वाइटेड, एक्सपर्ट)*
	यूनिवर्सिटी ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी, चाइना 4 जून 2019	हांग-ओयू-मंडेल इफेक्ट : न्यू सरप्राइजेस एंड रेवेलेशन्स *(इन्वाइटेड)*
	आईटीयू वर्कशॉप ऑन क्वांटम इनफार्मेशन टेक्नोलॉजी फॉर नेटवर्क्स, चाइना 5 - 7 जून 2019	स्पेशियल बिन क्यूडीट्स: ए पोटेंशियल कैंडिडेट फॉर हायर डायमेंशनल क्वांटम कंप्यूटिंग *(इन्वाइटेड, एक्सपर्ट)*
	समर स्कूल ऑन क्वांटम इनफार्मेशन एंड क्वांटम टेक्नोलॉजी इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, कोलकाता 3 जुलाई 2019	1. सिंगल फोटॉन सोर्सेज 2. क्वांटम कम्युनिकेशन्स
	यूनिवर्सिटी कॉलेज लंदन, यूके 11 जुलाई 2019	ऑन सुपरपोजिशन, इंटरफेरेंस एंड फेनमैन पाथ्स
	ओपीटीओ 2019 निकोलस कोपरनिकस यूनिवर्सिटी, पोलैंड 23 - 27 जुलाई 2019	हाँग-उई-मंडेल इफेक्ट: न्यू सरप्राइजेस एंड रेवेलेशन्स *(इन्वाइटेड, एक्सपर्ट)*
	यूनिवर्सिटी ऑफ़ इंसब्रुक, ऑस्ट्रिया 29 जुलाई 2019	हाँग-उई-मंडेल इफेक्ट : न्यू सरप्राइजेस एंड रेवेलेशन्स *(इन्वाइटेड)*
	कोलोकियम ऑन मैनिपुलेटिंग लाइट क्वांटा यूनिवर्सिटी ऑफ ट्रेंटो, इटली 25 सितंबर 2019	
	टेसेरेक्ट 2019 पंडित दीनदयाल पेट्रोलियम यूनिवर्सिटी गांधीनगर 9 - 10 नवंबर 2019	फैसिनेटिंग वर्ल्ड ऑफ फोटोन्स *(इन्वाइटेड)*
	क्वांटम कम्प्यूटिंग वर्कशॉप इंटरनेशनल इंस्टिट्यूट ऑफ़ इनफार्मेशन टेक्नोलॉजी हैदराबाद 16 नवंबर 2019	एक्सपेरिमेंटल क्वांटम कंप्यूटिंग एंड क्वांटम क्रिप्टोग्राफी बाई मैनीपुलेटिंग लाइट क्वांटा *(इन्वाइटेड, एक्सपर्ट)*
	इंडो-जर्मन सिम्पोजियम ऑन क्वांटम साइंस एंड टेक्नोलॉजीज इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी मद्रास चेन्नई 9 - 10 फरवरी 2020	क्वांटम कम्युनिकेशन एट आरआरआई बैंगलोर *(इन्वाइटेड)*
	नेशनल साइंस डे इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, कोलकाता 28 फरवरी 2020	क्वांटम एक्सपेरिमेंट्स यूसिंग सैटेलाइट टेक्नोलॉजी *(प्लेनरी)*

नाम	सम्मेलनों में प्रतिभागिता / दौरा किए संस्थान	लेख और व्याख्यान का शीर्षक
उरना बसु	यूनिवर्सिटी ऑफ पेरिस-सूद, फ्रांस 2 सितंबर - 1 अक्टूबर 2019 इंस्टिट्यूट फॉर थ्योरेटिकल फिजिक्स, बेल्जियम 2 - 5 अक्टूबर 2019 इंटरनेशनल स्कूल फॉर एडवांस्ड स्टडीज, इटली 5 - 9 अक्टूबर 2019 स्टेटफिस -कोलकाता एक्स प्रेसीडेंसी कॉलेज, कोलकाता 26 - 29 नवंबर 2019 इंडियन स्टैटिस्टिकल फिजिक्स कम्युनिटी मीटिंग इंटरनेशनल सेंटर फॉर थ्योरेटिकल साइंसेस बेंगलुरु 19 - 21 फरवरी 2020	एक्टिव ब्राउनियन मोशन इन टू डाइमेंशन्स *(इन्वाइटेड)* सिमेट्रिक एक्सक्लूशन प्रोसेस अंडर स्टोकेस्टिक रीसेटिंग
वाणी हिरेमठ	ईबीऐससीओ आईई ई नॉलेज फीस्ट ईबीऐससीओ इनफार्मेशन सर्विसेज इंडिया बेंगलुरु 8 अगस्त 2019	
वाणीश्री भट्ट एस	26थ नेशनल कांफ्रेंस ऑन लिक्विड क्रिस्टल्स चितकारा यूनिवर्सिटी, पंजाब 21 - 23 अक्टूबर 2019	सिंथेसिस एंड कैरेक्टराइजेशन ऑफ़ सम लिक्विड क्रिस्टलाइन स्टेरायडल एस्टर्स
विक्रम राणा	नेशनल कांफ्रेंस ऑन ट्रांसिएंट एस्ट्रोनॉमी यूआर राव सैटेलाइट सेंटर, बेंगलुरु 11 - 12 नवंबर 2019 हार्ड एक्स-रे ऑप्टिक्स मीटिंग फिजिकल रिसर्च लैबोरेटरी, अहमदाबाद 4 - 5 दिसंबर 2019 दक्षा मीटिंग इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, बॉम्बे, मुंबई 6 -7 मार्च 2020	
विनुता सी	2न्ड एनुअल मीटिंग ऑफ मॉडर्न इंजीनियरिंग ट्रेंड्स इन एस्ट्रोनॉमी 2019 इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स, बेंगलुरु 15 - 17 सितंबर 2019	
विवेक एम व्यास	कांफ्रेंस ऑन ज्यामेट्रिक फेसेस इन ऑप्टिक्स एंड टोपोलॉजिकल मैटर इंटरनेशनल सेंटर फॉर थ्योरेटिकल साइंसेस बेंगलुरु 21 - 24 जनवरी 2020	पंचरत्नम-ज़क फेस (इन्वाइटेड)

शैक्षणिक संगोष्ठी और सेमिनार

परिशिष्ट - III

नाम	शीर्षक	तारीख
एलएस शशिधर इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे	एवोल्यूशन ऑफ ह्यूमन कॉग्निशन	04 अप्रैल 2019
अपूर्वा ओझा यूनिवर्सिटी ऑफ बर्न, स्विट्जरलैंड	इल्युमिनेटिंग द मैग्नेटोस्फेयर्स ऑफ क्लोज-इन गैस जायंट एक्सोप्लेनेट्स: मेटैलिक सिग्नेचर्स ऑफ वाल्कैनिक एक्सोमून्स	08 अप्रैल 2019
फ्रेडरिक जे राब लीगो लैबोरेटरी, वाशिंगटन	द ब्राइट फ्यूचर ऑफ ग्रैविटेशनल-वेव एस्ट्रॉनॉमी	15 अप्रैल 2019
टॉर्स्टन लैंगर पिकोक्वंट जीएमबीएच, जर्मनी	सिंगल फोटॉन काउंटिंग इन ऑप्टिकल क्वांटम टेक्नालॉजीस	23 अप्रैल 2019
दीपक नायर इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलुरु	रियल-टाइम नैनोस्केल डिटर्मिनेन्ट्स इंवाल्वड इन द लोकलाइजेशन एंड रेगुलेशन ऑफ अमाइलॉइडोजेनिक प्रोसेसिंग ऑफ एपी पी	10 मई 2019
रोजर बिल्हम यूनिवर्सिटी ऑफ कोलोराडो, यूएसए	डस अर्थ्स वेरिएबल रोटेशन इन्फ़्लुएंस ग्लोबल सीसमिसिटी एट डीकेडल पीरियड्स ?	30 मई 2019
क्रिस स्टीवर्ट यूनिवर्सिटी ऑफ सिडनी, ऑस्ट्रेलिया	ए रैंडम वॉक :फाइंडिंग एन ऑल्टरनेटिव करियर इन फ़िज़िक्स	07 जून 2019
विवेक वेंकटरामन कृष्णन मैक्स प्लांक इंस्टिट्यूट फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी जर्मनी	ग्रैविटेशनल डाइनामिक्स ऑफ रिलेटिविस्टिक बाइनरी पल्सर सिस्टम्स	12 जून 2019
अतनु भट्टाचार्य इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ़ साइंस, बेंगलुरु	एट्टो सेकन्ड (10^{-18} सेकंड) चार्ज माइग्रेशन	17 जून 2019
तनुमोय प्रमाणिक - वेबिनार कोरिया इंस्टिट्यूट ऑफ़ साइंस एन्ड टेक्नोलॉजी कोरिया	थियोरिटिकल एन्ड एक्सपेरिमेंटल स्टडीस ऑफ डिफरैंट क्वांटम कोरिलेशन्स एंड देयर एप्लीकेशंस	19 जून 2019
अमिताभ विरमानी चेन्नई मैथमेटिकल इंस्टिट्यूट, चेन्नई	अरिटाकीज़ इंस्टैबिलिटी	20 जून 2019
सायन्तन चौधरी मैक्स प्लांक इंस्टिट्यूट फॉर ग्रेविटेशनल फिजिक्स जर्मनी	ओपन क्वांटम फील्ड थियोरी ऑफ मैनी बॉडी इंटेंगलमेंट इन डी सिट्टर स्पेस	20 जून 2019
क्लाउड फेब्रे लैबोरेटोएर कास्लर ब्रासेल यूनिवर्सिट पियरे एट मैरी क्यूरी, पेरिस	जेनेरेशन ऑफ गौसियन एंड नॉन-गौसियन मल्टीमोड इंटेंगल्ड स्टेट्स ऑफ लाइट फॉर एप्लीकेशंस टू क्वांटम इन्फॉर्मेशन प्रोसेसिंग	21 जून 2019
क्षितिज अग्रवाल वेस्ट वर्जीनिया यूनिवर्सिटी, यूएसए	डिटेक्शन, लोकलाइजेशन एंड ऑटोमेटेड क्लासिफिकेशन ऑफ फास्ट रेडियो बर्स्ट्स	24 जून 2019
टॉम लुबेन्स्की यूनिवर्सिटी ऑफ पेनसिल्वेनिया, यूएसए	मोनोलेयर मेम्ब्रेन्स एंड कन्फ़ाइनमेंट इफेक्ट्स इन क्रोमोनिक लिक्विड क्रिस्टल्स	04 जुलाई 2019

नाम	शीर्षक	तारीख
अरिजीत शर्मा इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, तिरुपति	प्रौग्रेस टुवड्‌र्स पैरिटी वाईलेशन मेशरमेन्ट्स इन डिस्प्रोसियम	05 जुलाई 2019
निर्मल कुमार अय्यर केटीएच रॉयल इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी स्वीडन	इंस्ट्रूमेंटेशन फॉर हार्ड एक्स-रे पोलरीमेट्री	12 जुलाई 2019
सोनाली सचदेवा कवली इंस्टिट्यूट फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, बीजिंग	फॉर्मेशन ऑफ डिस्क गैलेक्सीस अराउंड रेडशिफ्ट 2	16 जुलाई 2019
अपूर्वा ओझा यूनिवर्सिटी ऑफ बर्न, स्विट्जरलैंड	लेक्चर सीरीस ऑन 'इंट्रोडक्शन टू प्लेनेटरी एस्ट्रोफिजिक्स'	10, 12 और 16 जुलाई 2019
सचिन बर्थवाल चाइनीस अकेडमी ऑफ साइंसेस, चाइना	टेपर्ड एम्पलीफायर कैरेक्टराइजेशन टेक्नीक फॉर एटम इंटरफेरोमेट्री एंड अदर प्रिसिशन मेशरमेन्ट्स	18 जुलाई 2019
देबाशीष चौधरी इंस्टिट्यूट ऑफ फ़िजिक्स, भुवनेश्वर	एंट्रॉपिक ऑर्गनाइजेशन ऑफ बैक्टीरियल क्रोमोसोम सेट बाई द सेलुलर कन्फ़ाइनमेंट एंड साइटोसोलिक क्राउडिंग	19 जुलाई 2019
कृष्णप्रिया एसआर ओकिनावा इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी जापान	फॉर्मेशन ऑफ रैडबर्ग एटम्स नियर एन ऑप्टिकल नैनोफाइबर	22 जुलाई 2019
अभिशोध प्रकाश इंटरनैशनल सेंटर फॉर थियोरिटिकल साइंसेस बेंगलुरु	इन्वर्टिबल गैप्ड फेसेस ऑफ मैटर, देयर बाउंडरी एनॉमलीस एंड इमर्जेंट सिममेट्रीस	23 जुलाई 2019
एवी राधाकृष्णन यूनिवर्सिटे डी बोर्डेक्स, फ्रांस	सर्पासिंग आब्बे लिमिट, गोइंग बियॉन्ड क्रैमर-राव लोअर बाउंड एंड सीइंग द एलीरै 7 : एन एक्सपीडिशन विथ डीएनए -पेंट, ओरिगेमिस एंड सैल्स	26 जुलाई 2019
फिलिप डायमंड स्क्वायर किलोमीटर एरे, यूके	एसकेए : एक्स्प्लोरिंग द ओरिजिन्स ऑफ द यूनिवर्स एंड ऑफ लाइफ	30 जुलाई 2019
शौरी चक्रबोर्ती एसएन बोस नेशनल सेंटर फॉर बेसिक साइंसेस कोलकाता	डायनामिक्स ऑफ प्रॉपगेटिंग मोड्स एंड कैरेक्टराइजेशन ऑफ ऑर्डरिंग इन कपल्ड नॉन-इक्विलिब्रियम सिस्टम्स	19 अगस्त 2019
सीएस उन्नीकृष्णन टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुंबई	द थियोरीस ऑफ रिलेटिविटी टाइम, एंड साइमल्टेनिटी ड्यूरिंग एंड आफ्टर आइंस्टीन्स 1922 विजिट टू पेरिस	22 अगस्त 2019
सीएस उन्नीकृष्णन टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुंबई	क्वांटम मैकेनिक्स विथाउट फाउंडेशनल प्रॉब्लम्स फ्राम मॉडिफाइड हैमिल्टोनियन मैकेनिक्स	23 अगस्त 2019
राघवेंद्र गडगकर इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलुरु	कैन वी अंडरस्टैंड एन इंसेक्ट सोसाइटी, एंड वाई शुड वी केयर?	29 अगस्त 2019

नाम	शीर्षक	तारीख
जीसी अनुपमा इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स बेंगलुरु	टाइम डोमेन एस्ट्रोनॉमी	05 सितंबर 2019
कमल लोदया द इंस्टिट्यूट ऑफ मैथमैटिकल साइंसेज, चेन्नई	एन आफ्टरवर्ड ऑन फोरटेलिंग	17 सितंबर 2019
अर्नब मुखोपाध्याय नेशनल इंस्टिट्यूट ऑफ इम्यूनोलॉजी, नई दिल्ली	लिविंग फॉरएवर यंग-रिसर्च टू कॉन्कर एजिंग	19 सितंबर 2019
सुबीर सरकार यूनिवर्सिटी ऑफ ऑक्सफोर्ड, यूके	बियॉन्ड द कॉस्मोलॉजिकल स्टैंडर्ड मॉडल	19 सितंबर 2019
सीएस अरविंदा टाटा इंस्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, बेंगलुरु	हरीश-चंद्र - द मैथेमैटिशियन एंड द आर्टिस्ट	10 अक्टूबर 2019
जॉन फिलिप होमी-भाभा नेशनल इंस्टिट्यूट & इंदिरा गांधी सेंटर फॉर एटोमिक रिसर्च, कलपक्कम	मैग्नेटिक कोलॉइड : ए वंडरफुल मॉडल सिस्टम विथ इंटरेस्टिंग एप्लीकेशंस	11 अक्टूबर 2019
चार्ल्स लाइनविवर द ऑस्ट्रेलियन नेशनल यूनिवर्सिटी, ऑस्ट्रेलिया	एस्ट्रोबायोलॉजी, एक्सोप्लैनेट एंड ट्राइंग टू आंसर द क्वाशन : आर वी एलोन इन द यूनिवर्स?	15 अक्टूबर 2019
चार्ल्स लाइनविवर द ऑस्ट्रेलियन नेशनल यूनिवर्सिटी, ऑस्ट्रेलिया	नोबेल प्राइज इन फिजिक्स, 2019	16 अक्टूबर 2019
तमाल सरकार जवाहरलाल नेहरू यूनिवर्सिटी, नई दिल्ली	कैनटिक्स ऑफ नैनोकम्पोजिट जैल्स एंड इलेक्ट्रोकेमिकल बायोसेंसिंग यूसिंग आयरन ऑक्साइड-कार्बन नैनोपार्टिकल्स	23 अक्टूबर 2019
चिराग कालेलकर इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, खड़गपुर	स्ट्रेस बैंडिंग इन कम्प्रेस्सड क्वासी -टू -डाइमेंशनल एक्वीयस फोम्स	23 अक्टूबर 2019
डेबरग्या बैनर्जी मैक्स प्लांक इंस्टिट्यूट फॉर डायनेमिक्स एंड सेल्फ-ऑर्गनाइजेशन, जर्मनी	डायनामिक्स ऑफ टोपोलॉजिकल डिफेक्ट्स इन थ्री डाइमेंशनल एक्टिव निमेटिक्स	30 अक्टूबर 2019
सुजय मेट एल'इंस्टिट्यूट रिचर्चे एन एस्ट्रोफिसिक एट प्लेनेटोलॉजी, फ्रांस	पिन्निंग डाउन द कॉस्मिक एक्सप्लोशन्स विथ द एसवीओएम मिशन	31 अक्टूबर 2019
एक्सल ब्रोकमैन नेशनल सेंटर फॉर बायोलॉजिकल साइंसेज, बेंगलुरु	टुवर्ड्स आइडेंटीफाइंग मॉलिक्युलर मेकेनिज़्म अंडरलाइंग एडवांस्ड बिहेवियरल कैपेबिलिटीज इन इंसेक्ट्स	31 अक्टूबर 2019
डोमिनिक जी होमबर्गर लुइसियाना स्टेट यूनिवर्सिटी, यूएसए	नेचुरल एक्सपेरिमेंट्स एंड लॉन्ग-टर्म इको-मॉर्फोलॉजिकल स्टडीज: द इवोल्यूशनरी हिस्ट्री ऑफ गोंडवानन कॉकाटूस एंड पैरेट्स	13 नवंबर 2019
क्रिश्चियन मेस काथोलिएके यूनिवर्सिट लेवेन, बेल्जियम	ए पॉसिबल नॉन इक्विलिब्रियम इम्प्रिंट इन डी द कॉस्मिक बैकग्राउंड एट लो फ्रीक्वेंसीस	22 नवंबर 2019
वेना कपूर नेचर कंसर्वेशन फॉउंडेशन, बेंगलुरु	स्ट्रूपेन्डस स्पाइडर्स-द वीवर्स एंड स्टॉकर्स अमांगस्ट अस	28 नवंबर 2019

नाम	शीर्षक	तारीख
मानसी एस कासलीवाल कैलिफोर्निया इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी यू एस ए	द डायनामिक इंफ़्रारेड स्काई	12 दिसंबर 2019
लोरेंजो पवेसी यूनिवर्सिटी ऑफ ट्रेंटो, इटली	क्लासिकल क्वांटम इंटीग्रेटेड सिलिकॉन फोटोनिक्स	13 दिसंबर 2019
क्षितिज थोरट रोड्स यूनिवर्सिटी, साउथ अफ्रीका	बॉटलिंग द जिनी : कैप्चरिंग डिफ्यूस गैसेस इन एक्स्ट्रागैलाक्टिक रेडियो सोर्सेस	19 दिसंबर 2019
प्रियंवदा नटराजन येल यूनिवर्सिटी, कनेक्टिकट	अनरैवलिंग द नेचर ऑफ सुपरमैसिव ब्लैक होल	20 दिसंबर 2019
इगोर म्यूजविक यूनिवर्सिटी ऑफ लुब्याना, स्लोवेनिया	टोपोलॉजिकल डिफेक्ट फॉर्मेशन इन ए निमेटिक अंडरगोइंग एन एक्स्ट्रीम टेम्प्रेचर क्वेंच	03 जनवरी 2020
इगोर म्यूजविक यूनिवर्सिटी ऑफ लुब्याना, स्लोवेनिया	स्काईमंस इन ब्लू फेस लिक्विड क्रिस्टल्स	06 जनवरी 2020
नीलाद्री सरकार लीडेन यूनिवर्सिटी, नीदरलैंड	इलेक्ट्रोहाइड्रोडायनामिक्स ऑफ एपिथिलियल टिशुस	06 जनवरी 2020
ह्रदयेश केडिया मैसाचुसेट्स इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, यूएसए	ड्राइव-स्पेसिफिक एडाप्टेशन इन डिसऑर्डर्ड मैकेनिकल नेटवर्क ऑफ बिस्टेबल स्प्रिंग्स	07 जनवरी 2020
सिद्दार्थ जोशी ब्रिस्टल यूनिवर्सिटी, यूके	एडवान्सेस इन क्वांटम कम्यूनिकेशन नेटवर्क्स: मैनी यूसर्स एंड सैटलाइट लिंक्स	07 जनवरी 2020
बुद्धप्रिया चक्रबर्ती यूनिवर्सिटी ऑफ शेफील्ड, यूके	वेट्टिंग एंड सरफेस माइग्रेशन इन काम्प्लेक्स मिक्सचर्स ऑफ पॉलिमर्स एंड जैल्स	09 जनवरी 2020
लोरेंजो मैककोन यूनिवर्सिटा डी पेविया, इटली	डिजिटल मेट्रोलॉजी	10 जनवरी 2020
सायन पात्रा वृजे यूनिवर्सिटिट, द नीदरलैंड्स	फंडामेंटल फिजिक्स फ्राम मॉलिक्युलर वाइब्रेशन्स	13 जनवरी 2020
संदीप चौबे मैक्स प्लैंक इंस्टिट्यूट फॉर द फिजिक्स ऑफ कॉम्प्लेक्स सिस्टम्स, जर्मनी	रेग्यूलेटरी एसिम्मेटरी इन द निगेटिव सिंगल - इनपुट मॉड्यूल नेटवर्क मोटीफ	13 जनवरी 2020
माइकल बेरी यूनिवर्सिटी ऑफ ब्रिस्टल, यूके	मिराजस एंड मिरर्स	16 जनवरी 2020
पल्लवी भट यूनिवर्सिटी ऑफ लीड्स, यूके	मैग्नेटिक रीकनेक्शन इन लैबोरेटरी एंड एस्ट्रोफ़िजिकल प्लाज्मास	17 जनवरी 2020
पीटर रोहडे यूनिवर्सिटी ऑफ टेक्नोलॉजी सिडनी, ऑस्ट्रेलिया	द जियोपॉलिटिक्स ऑफ द क्वांटम टेक्नॉलजी रेस	21 जनवरी 2020
दीपक पांडे यूनिवर्सिटी बॉन, जर्मनी	टू -फोटॉन रामन प्रोसेसस इन द कैविटी-क्यूईडी बेस्ड क्वांटम टेक्नॉलजी	21 जनवरी 2020

नाम	शीर्षक	तारीख
शशिकुमार राजा ऑब्जर्वेटोयर डे पेरिस, पेरिस	सोलार विंड डेंसिटी टर्बुलेन्स यूसिंग एंगुलर -ब्रॉडेनिंग एंड इंटरप्लेनेटरी सिंटिलेशन ऑब्सेर्वेशन्स	27 जनवरी 2020
सायनतन चौधरी मैक्स प्लांक इंस्टिट्यूट फॉर ग्रैविटेशनल फिजिक्स, जर्मनी	कॉस्मोलॉजी मीट्स कंडेंस्ड मैटर फिजिक्स	28 जनवरी 2020
इंदिरा चौधरी सृष्टि इंस्टिट्यूट ऑफ आर्ट, डिज़ाइन एंड टेक्नोलॉजी, बेंगलुरु	साइंस एंड द क्रिएशन ऑफ एन 'एल्सवेयर': भाभास इंटरनेशनल नेटवर्क एंड रिसर्च एट द टाटा इंस्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, 1945-1966	30 जनवरी 2020
आशिमा डोगरा लाइफ ऑफ साइंस मीडिया प्लेटफॉर्म, दिल्ली (फ्री लांस)	साइंस कम्युनिकेशन एस ए मिरर टू साइंस (अन्नामणि लेक्चर सीरीज़)	30 जनवरी 2020
अशोक महापात्र नेशनल इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च भुवनेश्वर	डायनामिकल फेज ट्रांजिशन इन मिररलेस ऑप्टिकल पैरामीट्रिक ऑसिलेटर	10 फरवरी 2020
सुरेश वरदराजन रामन अनुसंधान संस्थान, बेंगलुरु	नेशनल पेंशन सिस्टम	17 फरवरी 2020
भास्करन मुरलीधरन इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी,बॉम्बे, महाराष्ट्र	क्वांटम ट्रांसपोर्ट इन टॉपोलॉजिकल सुपरकंडक्टर हाइब्रिड सिस्टम्स	18 फरवरी 2020
नाज़मा इस्लाम नासा गोडार्ड स्पेस फ़्लाइट सेंटर, यूएसए	एन एक्सएमएम-न्यूटन + चंद्रा स्टडी ऑफ द हॉट गैस इन अर्ली टाइप गैलेक्सीज	18 फरवरी 2020
सुरका भट्टाचार्जी एस एन बोस नेशनल सेंटर फॉर बेसिक साइंसेस बंगाल	इफैक्टिव स्पिन एंड चार्ज कपलिंग्स इन डोप्ड क्वांटम एंटीफेरोमैग्नेट्स	19 फरवरी 2020
दीपक कालेपल्ली यूनिवर्सिटी ऑफ ओटावा, कनाडा	अल्ट्राफ़ास्ट लेज़र डिसॉर्प्शन एंड आयोनाइजेशन -एप्लीकेशन्स	26 फरवरी 2020
संजुक्ता रॉय	स्पिन कोरिलेशन स्पेक्ट्रोस्कोपी इन अल्ट्रा-कोल्ड बोस-फ़र्मी मिक्स्चर	02 मार्च 2020
क्रिश्चियन मेस काथोलिएके यूनिवर्सिट लेवेन, बेल्जियम	डेथ एंड रिसरेक्शन ऑफ ए करंट	04 मार्च 2020
अर्नब मुखोपाध्याय नेशनल इंस्टिट्यूट ऑफ इम्यूनोलॉजी, नई दिल्ली	लिविंग फॉरएवर यंग-रिसर्च टू कॉन्कर एजिंग	05 मार्च 2020
संतनु कुमार पाल इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, मोहाली	हाइली एफिशियंट एंबिपोलर चार्ज ट्रांसपोर्ट इन सेमी कंडक्टिंग डिस्कॉटिक लिक्विड क्रिस्टल्स	11 मार्च 2020

क्वांटम फ्रंटियर्स एंड फंडामेंटल

13 जनवरी - 18 जनवरी 2020 स्थान: रामन रिसर्च इंस्टिट्यूट, बेंगलुरु

नाम और संस्थान / यूनिवर्सिटी	व्याख्यान का विषय
13 जनवरी 2020	
हैराल्ड वेनफुर्टर लुडविग मैक्सिमिलियन यूनिवर्सिटी, जर्मनी	फ्रॉम बेल टेस्ट्स टू क्वांटम नेटवर्क लिंक्स
अर्चन एस मजूमदार एस.एन. बोस नेशनल सेंटर फॉर बेसिक साइंसेस, कोलकाता	सेमी-डिवाइस-इंडिपेंडेंट सेल्फ-टेस्टिंग
कॉस्टैंटिनो बुड्रोनी इंस्टिट्यूट फॉर क्वांटम ऑप्टिक्स एंड क्वांटम इंफॉर्मेशन ऑस्ट्रिया	नॉन क्लासिकल टेम्पोरल कोरिलेशन्स इन सिस्टम्स विथ फाइनाइट मेमोरी
आलोक के पैन नेशनल इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, पटना	शेयरिंग नॉन-ट्रिवियल प्रिपरेशन कॉन्टेक्सटुअलिटी बाइ आरबिट्री नंबर ऑफ सिक्वेन्सुअल ऑब्ज़रवर्स
ग्रेगोर वेह्स यूनिवर्सिटी ऑफ इन्सब्रक, ऑस्ट्रिया	मल्टी-पाथ एंड मल्टी पार्टिकल इंटरफेरॉन्स
सैकत घोष इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, कानपुर	क्वांटम फेज़ सिंक्रोनाइजेशन इन स्पिन 1 एटम्स
सिमनराज सदन रामन रिसर्च इंस्टिट्यूट, बेंगलुरु	नियर 100% टू-फोटोन-लाइक कोइंसिडेंस -विज़िबिलिटी डिप विथ क्लासिकल लाइट एंड द रोल ऑफ कॉम्प्लिमेंटेरिटी
सूरज गोयल इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, दिल्ली	अनस्क्रेम्ब्लिंग इंटेंगलमेंट थ्रू ए कॉम्प्लेक्स मीडियम
सोमशुभ्रो बंद्योपाध्याय बोस इंस्टिट्यूट, कोलकाता	स्ट्रॉन्ग क्वांटम नॉन लोकैलिटी विथ आउट इंटेंगलमेंट
अहाना घोषाल हरीश-चंद्र रिसर्च इंस्टिट्यूट, इलाहाबाद	कोहेरेंस एस विटनैस फॉर क्वांटमनैस ऑफ ग्रैविटी
ओंकार श्रीकृष्णा सियोल नेशनल यूनिवर्सिटी रिपब्लिक ऑफ कोरिया	रिसोर्स-एफिशिएंट टोपोलॉजिकल फाल्ट –टॉलरेंट क्वांटम कम्प्यूटेशन विथ हाइब्रिड इंटेंगलमेंट ऑफ लाइट
सोम कांजीलाल बोस इंस्टिट्यूट, कोलकाता	ऑप्टिमल रैंडम एक्सेस कोड एंड रिसोर्स फॉर क्वांटम एडवांटेज
रविकुमार चिन्नारसु नेशनल सिंगहुआ यूनिवर्सिटी, ताइवान	जेनरेशन ऑफ सब-मेगाहर्ट्ज बैंडविड्थ बाइ फोटॉन्स बाइ कंट्रोल्ड क्वांटम इंटरफेरेंस
14 January 2020	
अनिल कुमार इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ, बेंगलुरु	क्वांटम इनफार्मेशन प्रोसेसिंग बाइ एनएमआर: इंटरेस्टिंग रिज़ल्ट्स फ़्रॉम अवर लैबोरेटरी
टीएस महेश इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे	इंवेस्टिगेटिंग क्वांटम कोरिलेशन्स थ्रू न्यूक्लियर मैग्नेटिक रेसोनेंस

नाम और संस्थान / यूनिवर्सिटी	व्याख्यान का विषय
एड्रियन केंट यूनिवर्सिटी ऑफ कैंब्रिज, यूके	एस-मनी : वर्चुअल टोकन्स फॉर ए रिलेटिविस्टिक इकॉनमी
सौगातो बोस यूनिवर्सिटी कॉलेज लंदन, यूके	टेबल-टॉप टेस्टिंग ऑफ द नॉन-क्लासिकैलिटी ऑफ ग्रैविटी: असम्प्शंस
पिओटर कोलेंडर्सकी निकोलस कोपरनिकस यूनिवर्सिटी, पोलैंड	फोटोन्स फॉर माइक्रो एंड मैक्रो एप्लिकेशन्स
डैमियन पिटालुआ गार्सिया यूनिवर्सिटी ऑफ कैंब्रिज, यूनाइटेड किंगडम	प्रैक्टिकल क्वांटम टोकन्स विथाउट क्वांटम मेमोरीज: टुवर्ड्स ए प्रूफ-ऑफ-प्रिंसिपल एक्सपेरिमेंटल डेमोंस्ट्रेशन
स्टीफन स्पोनर एटमइंस्टिट्यूट, ऑस्ट्रिया	एक्सपेरीमेंटल स्टडीज़ ऑफ मेशरमेन्ट अनसेर्टिनिटी रिलेशंस इन न्यूट्रॉन ऑप्टिक्स
अरुण के पति हरीश-चंद्र अनुसंधान संस्थान, इलाहाबाद	वीक वैल्यू,मॉड्यूलर वैल्यू एंड पोटेंट वैल्यू
कस्तूरी साहा इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी बॉम्बे, मुंबई	मैग्नेटोमेट्री विथ कलर डिफेक्ट्स इन डायमंड
ताबिश कुरैशी जामिया मिलिया इस्लामिया यूनिवर्सिटी, नई दिल्ली	इस देयर ए मोमेंटम ट्रांसफर इन विच-वे मेशरमेन्ट?
एस लक्ष्मीबाला इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी मद्रास, चेन्नई	इंटेंगलमेंट एंड स्क्वीज़िंग प्रॉपर्टीज ऑफ़ ट्राइपारटाइट कान्टीनुअस वेरिएबल सिस्टम्स
साई विनजनमपति इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी बॉम्बे, मुंबई	प्रेपरेशन्स एंड वीक-फील्ड फेस कंट्रोल कैन विटनैस इनिशियल कोरिलेशन्स
श्रीकांत राधा कृष्णा प्रज्ञा इंस्टिट्यूट ऑफ साइंटिफिक रिसर्च, बेंगलुरु	कॉन्वेक्स कॉम्बिनेशन ऑफ क्वांटम चैनल्स
नौफ़ल जसीम पी इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी बॉम्बे, मुंबई	क्वांटम सिंक्रोनाइज़ेशन इन नैनो-स्केल हीट इंजन्स
शौनक दत्ता एसएन बोस नेशनल सेंटर फॉर बेसिक साइंसेज, कोलकाता	एनहॉर्मोनिसिटी कैन एन्हांस द परफॉरमेंस ऑफ क्वांटम रेफ्रिजरेटर्स
15 जनवरी 2020	
एक रवि पी राऊ लुइसियाना स्टेट यूनिवर्सिटी, यूएसए	यूसिंग सिममेट्रीस टू अंडरस्टैंड एंड वर्क विथ क्वांटम कोरिलेशन्स
युताका शिकानो कीओ यूनिवर्सिटी, जापान	क्वांटम रैंडम नंबर्स इन क्वांटम कंप्यूटर
एंटोनियो एसिन द इंस्टिट्यूट ऑफ फोटोनिक साइंसेज, स्पेन	कोरिलेशन्स इन क्वांटम नेटवर्क्स
इंद्रनील चक्रवर्ती इंटरनेशनल इंस्टिट्यूट ऑफ इंफॉर्मेशन टेक्नोलॉजी, हैदराबाद	ब्राडकास्टिंग ऑफ कोरिलेशन्स इन क्वांटम वर्ल्ड
पेरोला मिलमैन पेरिस डिडरॉट यूनिवर्सिटी, फ्रांस	कंटिन्युअस वेरिएबल्स एरर करेक्शन आउट ऑफ द बॉक्स यूसिंग एसपीडीसी

नाम और संस्थान / यूनिवर्सिटी	व्याख्यान का विषय
कौशिक जोर्डर रामन रिसर्च इंस्टिट्यूट, बेंगलुरु	सिम्युलेशन एंड एक्सपेरिमेंटल डेमोंस्ट्रेशन ऑफ सिंगल-फोटोन बेस्ड क्यूकेडी (बी 92) प्रोटोकॉल
सौरदीप ससमल बोस इंस्टिट्यूट, कोलकाता	ए जेनरिक स्कीम फॉर एन्हान्सिंग रैंडमनैस्स टुवर्डस मैक्सिमम एमाउंट ऑफ़ बेल्ल-सीएचएसएच सर्टिफाइड जैनुइन रैंडमनैस्स
प्रशांता के पाणिग्रही इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च कोलकाता	क्वांटम फोटोन्स फ्रॉम ए डाइपोल कपल्ड टू-लेवल सिस्टम
उज्जवल सेन हरीश-चन्द्र रिसर्च इंस्टिट्यूट, इलाहाबाद	इंटेंगलमेंट एंड रिलेटेड कॉन्सेप्ट्स इन ग्लासी क्वांटम सिस्टम्स
अनिल शाजी इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च तिरुवनंतपुरम	इनिशियल कोरिलेशन्स इन फ़ोटोनिक डिफेसिंग डायनामिक्स
रविन्द्र प्रताप सिंह फिज़िकल रिसर्च लैबोरेटरी, अहमदाबाद	डुएलिटी इन इंटेंगलमेंटः पोलराइजेशन एंड ऑर्बिटल एंगुलर मोमेंटम ऑफ फोटोन्स
यवेस काडानो यूनिवर्सिटी ऑफ नामुर, बेल्जियम	यूसिंग द मेजोराना रिप्रजेंटेशन एंड वीक मेशरमेन्ट्स टू इंवेस्टीगेट क्वांटम पैराडोक्सेस
अशोक कुमार इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ स्पेस साइंस एंड टेक्नोलॉजी तिरुवनंतपुरम	क्वांटम-एनहांस्ड सेंसिंग फॉर प्लास्मोनिक सेंसर्स
देवाशीष तुपकरी इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलुरु	टुवर्ड्स ए डिवाइस-इंडिपेंडेंट विटनैस ऑफ ट्राइपारटाइट इंटेंगलमेंट रिसोर्स
16 जनवरी 2020	
सिबाशीष घोष द इंस्टिट्यूट ऑफ मैथमैटिकल साइंसेज, चेन्नई	मेशरमेन्ट बेस्ड क्वांटम हीट इंजिन विथ कपल्ड वर्किंग मीडियम
अरिंदम घोष इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलुरु	थर्मोइलेक्ट्रिसिटी इन ट्विस्टेड बाइलेयर ग्राफीम
शर्लिन राइट कैम्ब्रिज क्वांटम कम्प्यूटिंग, यूके	टुवर्ड्स डिवाइस-इंडिपेंडेंट रैंडमनैस एम्पलीफिकेशन
रीना दयाल यादव माइक्रोसॉफ्ट, भारत	इफेक्ट इन क्वांटम इंस्पायर्ड एल्गोरिथ्म्स
अपूर्व पटेल इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलुरु	अंडरस्टैंडिंग द बॉर्न रूल इन वीक क्वांटम मेशरमेन्ट्स
देबासीस सरकार यूनिवर्सिटी ऑफ कलकत्ता, कोलकाता	क्वांटम कोरिलेशंस इन क्वांटम नेटवर्क सिनेरियो
अरुल लक्ष्मीनारायण इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी मद्रास, चेन्नई	क्रिएटिंग मैक्सिमल्ली इंटेंगल्ड एंड इंटेंगलिंग क्वांटम एवोल्युशन्स
सुचेतना गोस्वामी एसएन बोस नेशनल सेंटर फॉर बेसिक साइंसेज, कोलकाता	प्रोटेक्टिंग क्वांटम कोरिलेशंस इन प्रेसेंस ऑफ जेनेरलाइस्ड एम्प्लीट्यूड डैम्पिंग चैनलः द टू-कुबिट केस

नाम और संस्थान / यूनिवर्सिटी	व्याख्यान का विषय
स्वाति कुमारी बोस इंस्टिट्यूट, कोलकाता	मैक्रोरिएलिस्टिक इनइक्वेलिटीस स्ट्रांगर देन द स्टैंडर्ड लेग्गेट-गर्ग इनइक्वेलिटीस
शिलादित्य मल हरीश-चंद्र रिसर्च इंस्टिट्यूट, इलाहाबाद	विटनैसिंग बाइपारटाइट इंटेंगलमेंट सिक्वेंशली बाइ मल्टीपल ऑब्सेर्वर्स
देबर्षि दास बोस इंस्टिट्यूट, कोलकाता	पर्सिस्टैंस ऑफ क्वांटम वायलेशन ऑफ माक्रो रियलिज़्म फॉर लार्ज स्पिंस इवेन अंडर कोरसनिंग ऑफ मेशरमेन्ट टाइम्स
17 जनवरी 2020	
एआर उषा देवी बैंगलोर यूनिवर्सिटी, बेंगलुरु	वायलेशन ऑफ़ लेग्गेट-गर्ग इनइक्वेलिटी अंडर नॉन-हर्मीशियन पीटी सिम्मेट्रिक हैमिल्टोनियन एवोल्यूशन
राजमणि विजयराघवन टाटा इंस्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुंबई	हाई फिडेलिटी मेशरमेन्ट्स इन सुपर कंडक्टिंग क्यूबिट्स
लोरेंजो मैककोन यूनिवर्सिटा डी पाविया, इटली	क्वांटम टाइम एंड टाइम ऑफ एराइवल
मानबेन्द्र नाथ बेरा इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च मोहाली	द सेकंड लॉज़ फॉर क्वांटम एंड नैनो-स्केल हीट इंजिन्स
सिद्धांत दास लुडविग-मैक्सिमिलियन्स-यूनिवर्सिटैट मुंचेन, जर्मनी	एराइवल टाइम डिस्ट्रीब्यूशंस एंड स्पिन इन क्वांटम मैकेनिक्स: ए बोहमियन पेर्स्पेक्टिव
एलेक्स माज़किन सेंटर नेशनल डी ला रेचर्चे साइंटिफिक, फ्रांस	वीक वैल्यूज़ फ्रॉम पाथ इंटिग्रल्स
सूर्या एन साहू रामन रिसर्च इंस्टिट्यूट, बेंगलुरु	मेशरिंग एवरेज ऑफ नॉन-हर्मीशियन ऑपरेटर विथ वीक वेल्यू इन ए मैच-जेंडर इंटरफेरोमीटर
सिरिल ब्रानिसार्ड इंस्टिट्यूट नील-सेंटर नेशनल डी ला रेचर्चे साइंटिफिक फ्रांस	क्वांटम सर्क्युट्स विथ क्लासिकल वर्सस क्वांटम कंट्रोल ऑफ कैज़ुअल ऑर्डर्स
आशुतोष सिंह रामन रिसर्च इंस्टिट्यूट, बेंगलुरु	मैनिपुलेशन ऑफ इंटेंगलमेंट सडडेन डेथ इन एन आल-ऑप्टिकल एक्सपेरिमेंटल सैटअप
18 जनवरी 2020	
जियान-वी पैन यूनिवर्सिटी ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी, चाइना	क्वांटम साइंस एक्सपेरिमेंट्स इन स्पेस
थॉमस जेनेविन इंस्टिट्यूट फॉर क्वांटम कम्प्यूटिंग, कनाडा	नॉवेल टेक्नीक्स फॉर ग्राउंड-टू-स्पेस क्वांटम चैनल्स (वीसी)
ख़ाबत हेशामी यूनिवर्सिटी ऑफ ओटावा, कनाडा	क्वांटम कम्म्युनिकेशन ओवर ग्लोबल डिस्टेन्सेस (वीसी)
फ़ेहु ज़ू यूनिवर्सिटी ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी, चाइना	ए लो-कॉस्ट क्वांटम नेटवर्क विथ अनट्रस्टेड रिले ओवर फाइबर

नाम और संस्थान / यूनिवर्सिटी	व्याख्यान का विषय
कोनराड बनासज़ेक यूनिवर्सिटी ऑफ वारसॉ, पोलैंड	फ्रॉम क्वांटम इनफार्मेशन साइंस टू डीप-स्पेस ऑप्टिकल कम्युनिकेशन
जिओ-बो झू यूनिवर्सिटी ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी, चाइना	प्रॉग्रेस ऑन सुपर कंडक्टिंग मल्टी-क्यूबिट सिस्टम
पीटर रोहडे यूनिवर्सिटी ऑफ़ टेक्नोलॉजी सिडनी, ऑस्ट्रेलिया	इंटैंगलमेंट रूटिंग इन द क्वांटम इंटरनेट- एक्सप्लाइटिंग द डिफरेंसेस बिटवीन क्लासिकल एंड क्वांटम डेटा
आर उमामहेश्वरन इंडियन स्पेस रिसर्च आर्गेनाइजेशन, बेंगलुरु	द इम्पोर्टेंस ऑफ क्वांटम कम्युनिकेशंस इन इंडियास स्पेस प्रोग्राम
उर्वशी सिन्हा रामन रिसर्च इंस्टिट्यूट, बेंगलुरु	क्वांटम कम्युनिकेशन एट आरआरआई बैंगलोर

आगंतुक

परिशिष्ट - IV

क्रमांक	नाम और संस्था	ठहरने की अवधि
1	आशा के कुवेम्पु यूनिवर्सिटी, शिमोगा	05 - 30 अप्रैल 2019 16 - 18 मई 2019 30 सितंबर - 12 अक्टूबर 2019
2	अपूर्वा ओझा यूनिवर्सिटी ऑफ़ बर्न, स्विट्जरलैंड	07 - 08 अप्रैल 2019
3	कल्याणी बागड़ी पं रविशंकर शुक्ला यूनिवर्सिटी, रायपुर	15 - 18 अप्रैल 2019
4	अनूप के कोचीन यूनिवर्सिटी ऑफ़ साइंस एंड टेक्नोलॉजी, केरल	07 मई - 30 जून 2019
5	मुहम्मद शफी ओल्क्कान पॉकर साहिब मेमोरियल ओर्फनेज कॉलेज, केरल	08 - 17 मई 2019
6	दीपंकर होम बोस इंस्टिट्यूट, कोलकाता	11 - 16 मई 2019 25 - 29 जून 2019 30 अक्टूबर - 03 नवंबर 2019 11 - 21 जनवरी 2020
7	सुमंत इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ़ टेक्नोलॉजी, खड़गपुर	15 मई - 15 जुलाई 2019
8	ईश्वर चंद्र नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिज़िक्स, पुणे	22 - 25 मई 2019
9	बालू श्रीधर पांडिचेरी यूनिवर्सिटी, पांडिचेरी	22 - 25 मई 2019
10	फेबियन ब्रीटेनेकर सीएनआरएस लैबोरटॉयर एइम कॉटन, फ्रांस	23 मई - 06 जून 2019 09 - 17 दिसंबर 2019
11	अजय कुमार इंडियन नेवी, कोचीन	25 मई - 02 जून 2019 09 - 18 जनवरी 2020
12	पीके मोहंती साहा इंस्टिट्यूट ऑफ न्यूक्लियर फिजिक्स, कोलकाता	26 - 30 मई 2019
13	उज्जवल सेन हरीश चंद्र रिसर्च इंस्टिट्यूट, इलाहाबाद	27 मई - 01 जून 2019
14	एन मैरी सेंट थॉमस कॉलेज, त्रिचूर	28 - 29 मई 2019
15	विवेक वेंकटरामन कृष्णन मैक्स-प्लैंक इंस्टिट्यूट फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी, जर्मनी	10 - 14 जून 2019
16	अतुल गालमे यूनिवर्सिटी ऑफ़ मैनचेस्टर, यू के	10 - 18 जून 2019

क्रमांक	नाम और संस्था	ठहरने की अवधि
17	तपोमय गुहा सरकार बिरला इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी एंड साइंस, पिलानी	13 - 17 जून 2019
18	अयप्पन जे गवर्नमेंट कॉलेज ऑफ इंजीनियरिंग, तंजावुर	15 - 16 जून 2019 05 - 08 अक्टूबर 2019
19	अनमोल रैना यूनिवर्सिटी ऑफ़ इलिनोइस, यूएसए	15 जून - 15 अगस्त 2019
20	सायनतन चौधरी मैक्स-प्लैंक इंस्टिट्यूट फॉर ग्रेविटेशनल फिजिक्स, जर्मनी	17 - 24 जून 2019
21	अरिजीत शर्मा इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, तिरुपति	18 जून - 10 जुलाई 2019
22	जगदीप पांडियन इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ स्पेस साइंस एंड टेक्नोलॉजी, तिरुवनंतपुरम	25 - 27 जून 2019
23	प्रांतीक चक्रवर्ती स्पेस एप्लीकेशंस सेंटर, अहमदाबाद	26 - 27 जून 2019 09 - 11 जनवरी 2020
24	टॉम लुबेन्स्की यूनिवर्सिटी ऑफ़ पेंसिल्वेनिया, यूएसए	04 - 06 जुलाई 2019
25	एवी राधाकृष्णन यूनिवर्सिटी डे बोर्डो, फ्रांस	05 जुलाई - 11 सितंबर 2019
26	निर्मल कुमार अय्यर केटीएच रॉयल इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, स्वीडन	08 - 13 जुलाई 2019
27	सोनाली सचदेवा कवली इंस्टिट्यूट फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, चाइना	15 - 22 जुलाई 2019
28	कृष्णप्रिया एस.आर. ओकिनावा इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी, जापान	22 जुलाई 2019
29	यशवंत गुप्ता नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिज़िक्स, पुणे	28 - 30 जुलाई 2019
30	फिलिप डायमंड स्क्वायर किलोमीटर एरे ऑर्गनाइजेशन, यूके	30 जुलाई 2019
31	शौरी चक्रवर्ती एसएन बोस नेशनल सेंटर फॉर बेसिक साइंसेज, कोलकाता	19 - 20 अगस्त 2019
32	शाहनवाज़ मलिक यूनिवर्सिटी ऑफ़ कश्मीर, श्रीनगर	01 सितंबर - 30 नवंबर 2019
33	जॉन फिलिप इंदिरा गांधी सेंटर फॉर एटॉमिक रिसर्च, कल्पक्कम	10 - 13 अक्टूबर 2019
34	देबाशीष साहा सेंटर फॉर थियोरेटिकल फिजिक्स, पोलैंड	15 - 18 अक्टूबर 2019

क्रमांक	नाम और संस्था	ठहरने की अवधि
35	चार्ल्स लाइनवेवर ऑस्ट्रेलियन नेशनल यूनिवर्सिटी, ऑस्ट्रेलिया	16 अक्टूबर 2019
36	चिराग कालेलकर इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, खड़गपुर	22 - 23 अक्टूबर 2019
37	निशांत कुमार सिंह इंटर-यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिज़िक्स पुणे	24 अक्टूबर - 01 नवंबर 2019
38	नाओमी मैकक्लेर-ग्रिफ़िथ्स ऑस्ट्रेलियन नेशनल यूनिवर्सिटी ऑस्ट्रेलिया	28 अक्टूबर - 01 नवंबर 2019
39	पीटर क्विन द इंटरनेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी रिसर्च, ऑस्ट्रेलिया	28 अक्टूबर - 01 नवंबर 2019
40	जस्टिन लियोनार्ड जोनास रोड्स यूनिवर्सिटी, दक्षिण अफ्रीका	29 - 31 अक्टूबर 2019
41	एंटोनियो क्राइसोस्टोमो स्क्वायर किलोमीटर एरे ऑर्गनाइजेशन, यूके	29 - 31 अक्टूबर 2019
42	लुका स्ट्रींगेटी स्क्वायर किलोमीटर एरे ऑर्गनाइजेशन, यूके	29 - 31 अक्टूबर 2019
43	रॉबर्ट ब्रौन स्क्वायर किलोमीटर एरे ऑर्गनाइजेशन, यूके	29 - 31 अक्टूबर 2019
44	फिलिप डायमंड स्क्वायर किलोमीटर एरे ऑर्गनाइजेशन, यूके	29 - 31 अक्टूबर 2019
45	एंड्रिया फेरारा स्कोला नॉर्मले सुपरियोर, इटली	29 अक्टूबर - 01 नवंबर 2019
46	एड्रियन पॉल ग्रेनविले रसेल ईएसओ-यूरोपियन ऑर्गनाइज़ेशन फॉर एस्ट्रोनॉमिकल रिसर्च, जर्मनी	29 अक्टूबर - 02 नवंबर 2019
47	ब्रायन अर्नेस्ट ग्लेंडेनिंग नेशनल रेडियो एस्ट्रोनॉमी ऑब्जर्वेटरी, यूएसए	29 अक्टूबर - 02 नवंबर 2019
48	सुजय मेट इंस्टिट्यूट डी रेकर्चे एन एस्ट्रोफिजिक एट प्लैनेटोलॉगी, फ्रांस	30 अक्टूबर - 02 नवंबर 2019
49	मैथियस स्टीनमेट् लीबनिज़- इंस्टिट्यूट फ़्यूअर एस्ट्रोफिज़िक, जर्मनी	30 अक्टूबर - 02 नवंबर 2019
50	कैथरीन सेसरस्की स्क्वायर किलोमीटर एरे ऑर्गनाइजेशन, यूके	30 अक्टूबर - 02 नवंबर 2019
51	लुईस टिमोथी बाल स्क्वायर किलोमीटर एरे ऑर्गनाइजेशन, यूके	30 अक्टूबर - 02 नवंबर 2019

क्रमांक	नाम और संस्था	ठहरने की अवधि
52	ए रवि पी राउ लुइसियाना स्टेट यूनिवर्सिटी, यूएसए	03 नवंबर - 02 दिसंबर 2019 12 -14 दिसंबर 2019
53	धीरज के डेढिया टाटा इंस्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुंबई	10 - 20 नवंबर 2019 01 - 10 जनवरी 2020
54	रस्ते जानकी धीरजलाल टाटा इंस्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुंबई	13 - 22 नवंबर 2019
55	गिरीश कुलकर्णी टाटा इंस्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुंबई	14 - 16 नवंबर 2019
56	सत्य मजूमदार लैबोरटरी ऑफ थियोरेटिकल फिजिक्स एंड स्टेटिस्टिकल मॉडल्स फ्रांस	18 नवंबर - 21 दिसंबर 2019
57	क्रिस्चियन माइस इंस्टिट्यूट फॉर थियोरेटिकल फिजिक्स, बेल्जियम	22 - 24 नवंबर 2019 27 फरवरी - 15 मार्च 2020
58	मानसी एस कासलीवाल कैलिफोर्निया इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, यूएसए	12 दिसंबर 2019
59	लोरेंजो पवेसी ट्रेंटो यूनिवर्सिटी, इटली	13 - 14 दिसंबर 2019
60	इगोर म्यूजविक लजुब्जाना यूनिवर्सिटी, स्लोवेनिया	16 दिसंबर 2019 - 19 जनवरी 2020
61	क्षितिज थोरट रोड्स यूनिवर्सिटी, दक्षिण अफ्रीका	18 - 20 दिसंबर 2019
62	वीपीएन नमपुरी कोचीन यूनिवर्सिटी ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी, केरल	27 - 28 दिसंबर 2019
63	नीलाद्रि सरकार लीडेन यूनिवर्सिटी, द नीदरलैंड्स	6 जनवरी 2020
64	दीपक पांडे यूनिवर्सिटी बॉन, जर्मनी	06 - 22 जनवरी 2020
65	सिद्दार्थ जोशी ब्रिस्टल यूनिवर्सिटी, यूके	07 जनवरी 2020
66	पल्लवी भट यूनिवर्सिटी ऑफ लीड्स, यूके	09 जनवरी 2020
67	गोपकुमार टाटा इंस्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुंबई	09 - 11 जनवरी 2020
68	तुहिन घोष नेशनल इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, भुवनेश्वर	09 - 11 जनवरी 2020
69	जगदीप पांडियन इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ स्पेस साइंस एंड टेक्नोलॉजी तिरुवनंतपुरम	09 - 11 जनवरी 2020

क्रमांक	नाम और संस्था	ठहरने की अवधि
70	लोकेश कुमार देवांगन फिजिकल रिसर्च लैबोरेटरी, अहमदाबाद	09 - 11 जनवरी 2020
71	मनोज पूरवनकर टाटा इंस्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुंबई	09 - 11 जनवरी 2020
72	सरिता विग इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ स्पेस साइंस एंड टेक्नोलॉजी तिरुवनंतपुरम	09 - 12 जनवरी 2020
73	अमितेश ओमर आर्यभट्ट रिसर्च इंस्टिट्यूट ऑफ ऑब्जर्वेशनल साइंस, नैनीताल	09 - 12 जनवरी 2020
74	टीके श्रीधरन हार्वर्ड-स्मिथोसोनियन सेंटर फॉर एस्ट्रोफिज़िक्स, यूएसए	09 - 20 जनवरी 2020
75	भास्वती मुकर्जे टाटा इंस्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुंबई	10 - 11 जनवरी 2020
76	सुंदर सहायनाथन भाभा एटॉमिक रिसर्च सेंटर, मुंबई	10 - 11 जनवरी 2020
77	निरुपम रॉय इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलुरु	10 - 11 जनवरी 2020
78	शिवरानी तिरुपति इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स, बेंगलुरु	10 - 11 जनवरी 2020
79	अनुपमा जीसी इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स, बेंगलुरु	10 - 11 जनवरी 2020
80	गिरीश वी इंडियन स्पेस रिसर्च ऑर्गेनाइजेशन, बेंगलुरु	10 - 11 जनवरी 2020
81	श्रीकुमार पी इंडियन स्पेस रिसर्च ऑर्गेनाइजेशन, बेंगलुरु	10 - 11 जनवरी 2020
82	प्रवाबति चिंगंगबम् इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स, बेंगलुरु	10 - 11 जनवरी 2020
83	अभिरूप दत्ता इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, इंदौर	10 - 12 जनवरी 2020
84	संदीप चौबे मैक्स प्लैंक इंस्टिट्यूट फॉर द फिजिक्स ऑफ कॉम्प्लेक्स सिस्टम्स, जर्मनी	12 - 15 जनवरी 2020
85	माइकल बेरी यूनिवर्सिटी ऑफ ब्रिस्टल यू के	16 - 20 जनवरी 2020
86	शशिकुमार राजा ऑब्जर्वेटोयर डे पेरिस, फ्रांस	20 - 29 जनवरी 2020

क्रमांक	नाम और संस्था	ठहरने की अवधि
87	एपी बालचंद्रन सिरैक्यूज़ यूनिवर्सिटी, न्यूयॉर्क	25 जनवरी - 4 फरवरी 2020
88	सायन्तन चौधरी मैक्स प्लांक इंस्टीट्यूट फॉर ग्रेविटेशनल फिजिक्स जर्मनी	28 - 31 जनवरी 2020
89	आशिमा डोगरा लाइफ ऑफ साइंस मीडिया प्लेटफॉर्म, दिल्ली (फ्रीलांस)	28 जनवरी - 06 फरवरी 2020
90	करमवीर कौर हिब्रू यूनिवर्सिटी ऑफ जेरुसलम, इज़राइल	29 जनवरी - 02 फरवरी 2020
91	जीवन पांडे आर्यभट्ट रिसर्च इंस्टिट्यूट ऑफ ऑब्जर्वेशनल साइंस, नैनीताल	06 - 08 फरवरी 2020
92	अशोक महापात्र नेशनल इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च भुवनेश्वर	09 - 11 फरवरी 2020
93	नीलांजन बंद्योपाध्याय विश्व भारती यूनिवर्सिटी, पश्चिम बंगाल	11 - 22 फरवरी 2020
94	स्मीजेश नादराजन महात्मा गांधी यूनिवर्सिटी, कोट्टायम	15 - 17 फरवरी 2020
95	नज़मा इस्लाम गोडार्ड स्पेस फ़्लाइट सेंटर, यूएसए	17 - 20 फरवरी 2020
96	भास्करन मुरलीधरन इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी-बॉम्बे, मुंबई	18 फरवरी 2020
97	सुरका भट्टाचार्जी एसएन बोस नेशनल सेंटर फॉर बेसिक साइंसेज, कोलकाता	18 - 26 फरवरी 2020
98	अनिंद्य सुंदर पॉल तकनीक यूनिवर्सिटी, इज़राइल	24 फरवरी - 10 मार्च 2020
99	दीपक कालेपल्ली यूनिवर्सिटी ऑफ ओटावा, कनाडा	26 फरवरी 2020
100	राफेल डी सोरकिन पेरीमीटर इंस्टिट्यूट ऑफ थियोरेटिकल फिजिक्स, कनाडा	1 - 31 मार्च 2020
101	अर्नब मुखोपाध्याय नेशनल इंस्टिट्यूट ऑफ इम्यूनोलॉजी, नई दिल्ली	4 - 5 मार्च 2020
102	संतनु कुमार पाल इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च मोहाली	07 - 12 मार्च 2020
103	सुभब्रत मजूमदार टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुंबई	15 - 17 मार्च 2020

आरआरआई विज्ञान फोरम

परिशिष्ट - V

क्रमांक	द्वारा चर्चा की गई	पेपर जिस पर चर्चा की गई	तारीख
1	नोमान एक्स	गणित का सौपानिक दृश्य	11 अप्रैल 2019
2	रघुनाथन ए	बैंड के भीतर बाहर की जानकारी के लिए खोज?	25 अप्रैल 2019
3	संतनु दास	खोज में शोषण-अन्वेषण समझौताकारी तालमेल	09 मई 2019
4	अविनाश देशपांडे	एक नक्षत्रीय त्रिपक्षीय प्रणाली में पल्सर की कक्षीय गति से मुक्त होने की सार्वभौमिकता	27 जून 2019
5	प्रभु टी	क्वांटम मशीन अधिगम	25 जुलाई 2019
6	नयनतारा गुप्ता	ब्रह्मांडीय पॉज़िट्रॉन अधिकता	26 सितंबर 2019
7	जोसेफ सैमुअल	एटोर मेजराना और उनके मायावी कण के स्थायी रहस्य	03 अक्टूबर 2019
8	बिस्वजीत पॉल	सुपरनोवा अवशेष के साथ जुड़े एक बहुत ही युवा उच्च-द्रव्यमान एक्स-रे द्विचर की खोज	24 अक्टूबर 2019
9	सायनतन मजूमदार	यादृच्छिक संगठन द्वारा अपव्यय को घने निलंबन प्रवाह में बदलना	14 नवंबर 2019
10	सुपर्णा सिन्हा	अति जलमिश्रित क्वांटम बूंदें	21 नवंबर 2019
11	सादिक रंगवाला	क्या इलेक्ट्रॉन में विद्युत द्विध्रुवीय क्षण होता है?	27 फरवरी 2020
12	नरेंद्र नाथ पात्रा	आकाशगंगाओं की ऊर्ध्वाधर संरचना: कई भौतिकी की जांच करने के लिए एक शक्तिशाली उपकरण	12 मार्च 2020

आगंतुक छात्रों का कार्यक्रम

परिशिष्ट VI

परामर्शदाता	छात्र	
प्रभु टी	अभिषेक आर अरुल पांडियन दिवाकर के	रचना एम सहाना भट्ट्रामकी शशांक एस भट
हेमा रामचंद्रन	आग्नेय वी डी बिन्दुश्री एम चंद्रिका अवारु गायत्री रेशमा शशिधरन	कार्तिक बी एस शशांक कुमार वासुकी एम विष्णुप्रिया पी वी
रमेश बी	ऐश्वर्या आर पिनाकी रॉय ऋषिकेश दुधात	
रजी फिलिप	अजी अलेक्जेंडर अमोघ एम एस गोपिका अनिल सूमी थॉमस	
रघुनाथन ए	आकाश वी कुलकर्णी कविता के	
देशपांडे ए.ए.	अल्बर्ट शाजी देवांश शुक्ला ईशिका चित्तौड़ पावन यू ए	रेशमा रेबा अलेक्जेंडर सौरभ कुमार विद्या बी यश भुसरे
सुमति सूर्या	अनूप आनंद सिंह	
सप्तर्षि चौधुरी	अर्चना मेहता जी एल प्रियंका	महेश के एन बी निकिता कुन्तीमद्दी वर्गीज अलापट्ट
प्रतिभा आर	अर्कलेखा नियोगी शरदी एन राज	
रवि सुब्रह्मण्यन	बालू श्रीधर संस्कृति गंजम	
गिरीश बी.एस.	बालू श्रीधर	
सायनतन मजूमदार	चिन्मयी वामोरकर फिरोज एम के नील अश्विन राज राजू सरकार साईं हर्षिता एस	शिबिल एडम कुनिक्कदान सुभ्रांसु धार वैशाख वी विभा बालाजी विनय आनंद
उरना बसु	क्रिस्टी पायस ओंकार रविंद्र साडेकर रोमेश श्रीवास्तव विजया कुमार	

परामर्शदाता	छात्र
संदीप कुमार	फेमी रोज थरकान नाज़िया प्रियंका कुमारी रश्मि आर नाइक शाइना मैथ्यू के एस शिखा सिंह श्रीलक्ष्मी वी सुरक्षा स्वस्तिका तेजस्विनी एस राव तृप्ति अग्निहोत्री
श्रीधर एस	गायत्री सी
गौतम सोनी	ज्योति शर्मा प्रथ्वी एम
बिस्वजीत पॉल	केतन रिकमे
प्रमोद पुल्लर्कट	क्षितिजा जोशी लक्ष्मी एन जी प्रमीत बंद्योपाध्याय श्रीनिवास जयराम
आंडाल नारायणन	मोहम्मद जिया सास्वत जे के
दिब्येंदु रॉय	मोनिरा फातमा साईं शशांक बंडारू वेदांत कश्यप
रंजिनी बंद्योपाध्याय	निज़ी पीटर शिफाना लूर्डेस के
अरुण रॉय	प्रियंका कुमारी स्मृति रेखा हज़ारिका
बिमन नाथ	पुष्पिता दास
श्रीवाणी के एस	रोहित कल्याण वी
जोसेफ सैमुअल	शिवन खुल्लर
विक्रम राणा	सुहासिनी एस राव
विजयराघवन डी	तेजस आर

रामन अनुसंधान संस्थान

2019-20 का लेखा परीक्षित विवरण

स्वतंत्र लेखा परीक्षक की रिपोर्ट

सेवा में
रामन अनुसंधान संस्थान के सदस्य

राय

हम ने मेसर्स रामन अनुसंधान संस्थान ("इंस्टीट्यूट"), सर सी.वी. रामन एवेन्यू, सदाशिवनगर, बेंगलौर 560080 का संलग्न वित्तीय विवरणों का लेखा परीक्षा सम्पन्न किया है, जिसमें 31 मार्च, 2020 को यथा स्थिति तुलन पत्र, इस वर्ष को समाप्त आय और परिव्यय लेखा, इस वर्ष को समाप्त प्राप्ति और भुगतान लेखा और वित्तीय विवरणों पर टिपण्णियों के साथ महत्वपूर्ण लेखांकन नीतियों का सारांश भी शामिल है।

हमारी राय और हमारी जानकारी के अनुसार और हमारी रिपोर्ट के विचार खंड के आधार पर मामले के प्रभावों को छोड़कर और हमें दी गई व्याख्याओं के अनुसार, साथ में दिए गए वित्तीय विवरण भारतीय सनदी लेखाकार संस्थान (आईसीएआई) द्वारा जारी लेखांकन मानकों के अनुसार 31 मार्च, 2020 को यथास्थिति संस्थान की वित्तीय स्थिति और उसके वित्तीय प्रदर्शन और इस वर्ष के लिए इसकी प्राप्तियाँ और भुगतान के बारे में सही और निष्पक्ष दृष्टिकोण देते हैं ।

राय का आधार

हमने अपना लेखा परीक्षा आईसीएआई द्वारा जारी लेखांकन के मानकों (एसए) के अनुसार किया है । उन मानकों के तहत हमारी जिम्मेदारियों को हमारी रिपोर्ट के वित्तीय विवरण अनुभाग की लेखा परीक्षा के लिए लेखा परीक्षक की जिम्मेदारियों में और अधिक वर्णित किया गया है । हम आईसीएआई द्वारा जारी आचार संहिता के अनुसार संस्थान से स्वतंत्र हैं और हमने नैतिकता संहिता के अनुसार अपनी अन्य नैतिक जिम्मेदारियों को पूरा किया है । हम यह मानते हैं कि हमने जो ऑडिट साक्ष्य प्राप्त किए हैं, वे हमारी राय का आधार प्रदान करने के लिए पर्याप्त और उपयुक्त हैं ।

प्रबंधन और वित्तीय विवरणों के शासन के लिए जिम्मेदार व्यक्तियों के उत्तरदायित्व

संस्थान का प्रबंधन इन वित्तीय वक्तव्यों की तैयारी के लिए उत्तरदायी है, जो भारत में सामान्यतया स्वीकार किए गए लेखांकन सिद्धांतों के अनुसरण में संस्थान के शासन तंत्र, प्रचालन परिणाम और प्राप्तियाँ और भुगतान का एक सही और निष्पक्ष दृष्टिकोण प्रस्तुत करते हैं। इस उत्तरदायित्व में संगत वित्तीय विवरणों की तैयारी और प्रस्तुतिकरण में आंतरिक नियंत्रण के डिजाइन, कार्यान्वयन और रखरखाव शामिल हैं जो एक सही और निष्पक्ष दृष्टिकोण पेश करते हैं और और ये सामग्री गलत विवरण से मुक्त हैं, चाहे ये धोखाधड़ी या त्रुटि के कारण हों ।

वित्तीय विवरणों को तैयार करने में, एक प्रगतिशील संस्थान के तौर पर बनाए रहने की उसकी क्षमता को मूल्यांकित करना, यथा लागू, प्रगतिशील संस्थान से संबन्धित मामले को प्रकट करना और चालू संस्थान के लेखाकरण के आधार का उपयोग करते हुए जारी रखने की अपनी क्षमता का आकलन करने के लिए जिम्मेदार है जब तक कि प्रबंधन या तो संस्थान को समाप्त करने का इरादा रखता है या काम बंद करना चाहता हो या ऐसा करने का उसके पास कोई वास्तविक विकल्प न हो ।

शासन तंत्र के लिए जिम्मेदार व्यक्ति संस्थान की वित्तीय रिपोर्टिंग प्रक्रिया की देखरेख के लिए उत्तरदायी हैं।

वित्तीय विवरणों की लेखा परीक्षा के लिए लेखा परीक्षक के उत्तरदायित्व

हमारा उद्देश्य इस बारे में उचित आश्वासन प्राप्त करना है कि क्या संपूर्ण रूप से वित्तीय विवरण, धोखाधड़ी या त्रुटि के कारण, सामग्री की गलत बयानी से मुक्त हैं, और एक ऑडिटर की रिपोर्ट जारी करने के लिए जिसमें हमारी राय शामिल है । उचित आश्वासन एक उच्च स्तर का आश्वासन है, लेकिन यह गारंटी नहीं है कि एसए के अनुसार किया गया ऑडिट हमेशा जब विद्यमान हो, किसी सामग्री के गलत होने का पता लगाएगा। भौतिक गलतियाँ धोखाधड़ी या त्रुटि से उत्पन्न हो सकती हैं और इन्हें तब सामग्री माना जा सकता है यदि व्यक्तिगत रूप से या कुल मिलाकर, वे इन वित्तीय विवरणों के आधार पर उपयोगकर्ताओं द्वारा लिए आर्थिक निर्णयों को प्रभावित करने की अपेक्षा रखते हों ।

GRSM & ASSOCIATES Chartered Accountants Bangalore

SAs के अनुसार एक ऑडिट के भाग के रूप में, हम व्यावसायिक निर्णय लेते हैं और पूरे ऑडिट में व्यावसायिक संदेह को बनाए रखते हैं।
हम भी :

- वित्तीय विवरणों की सामग्री के गलत विवरण के जोखिमों को, चाहे वे धोखाधड़ी या त्रुटि के कारण हों, पहचानते हैं और उनका आकलन करते हैं, उन ऑडिट प्रक्रिया जो जोखिमों के लिए उत्तरदायी हों, को डिजाइन करते हैं और निष्पादित करते हैं, और ऑडिट साक्ष्य प्राप्त करते हैं, जो हमारी राय के लिए आधार प्रदान करने के लिए पर्याप्त और उचित हो। धोखाधड़ी के परिणामस्वरूप होने वाली सामग्री के गलत विवरण का पता नहीं लगाने का जोखिम त्रुटि के परिणामस्वरूप से कहीं अधिक है, क्योंकि धोखाधड़ी में मिलीभगत जालसाजी, जानबूझकर चूक, गलत बयानी या आंतरिक नियंत्रण की ओवरराइड शामिल हो सकती है।
- ऑडिट प्रक्रियाओं को डिजाइन करने के लिए ऑडिट के लिए प्रासंगिक आंतरिक नियंत्रण की समझ प्राप्त करते हैं, जो परिस्थितियों में उपयुक्त हैं, लेकिन संस्थान के आंतरिक नियंत्रण की प्रभावशीलता पर एक राय व्यक्त करने के उद्देश्य से नहीं।
- उपयोग की गई लेखांकन नीतियों की उपयुक्तता और प्रबंधन द्वारा किए गए लेखांकन अनुमानों और संबंधित खुलासों की तर्कशीलता का मूल्यांकन करते हैं।
- लेखांकन के चल रही संस्था के आधार के प्रबंधन के उपयोग की उपयुक्तता पर और प्राप्त ऑडिट साक्ष्य के आधार पर निष्कर्ष निकालते हैं कि क्या उन घटनाओं या स्थितियों से संबंधित सामग्री अनिश्चितता विद्यमान है जो चल रही संस्था के तौर पर संस्थान की क्षमता पर महत्वपूर्ण संदेह डालते हैं । यदि हम यह निष्कर्ष निकालते हैं कि एक सामग्री अनिश्चितता मौजूद है, तो हमें अपने लेखा परीक्षक की रिपोर्ट में वित्तीय विवरणों में संबंधित खुलासों पर ध्यान आकर्षित करना होगा या यदि इस तरह के खुलासे अपर्याप्त हैं, तो हमारी राय को संशोधित करना होगा । हमारे निष्कर्ष हमारे लेखा परीक्षक की रिपोर्ट की तारीख तक प्राप्त ऑडिट साक्ष्य पर आधारित हैं। हालांकि, भविष्य में होने वाली घटनाओं या स्थितियों से संस्थान को चल रही संस्था के तौर पर बने रहना बंद कर सकता है। हम अन्य मामलों में, ऑडिट के नियोजित दायरे और समय और आंतरिक नियंत्रण में महत्वपूर्ण कमियों सहित महत्वपूर्ण ऑडिट निष्कर्षों के बारे में शासन संभालने वाले लोगों को सूचित करते हैं, जिन्हें हम अपने ऑडिट के दौरान पहचानते हैं।

हम शासन संभालने वाले लोगों को भी एक बयान प्रदान करते हैं कि हमने स्वतंत्रता के संबंध में प्रासंगिक नैतिक आवश्यकताओं का अनुपालन किया है, और उन्हें सभी संबंधों और अन्य मामलों के बारे में सूचित करते हैं जो हमारी स्वतंत्रता पर, और जहां लागू हो, संबंधित सुरक्षा उपायों को रखना उचित समझा जा सकता है।

कृते जीआरएसएम एंड असोसिएट्स
चार्टर्ड अकाउंटेंट्स
एफ़आरएन: 000863S

गोपालकृष्णा हेगड़े
एम सं 208063
साझेदार
यूडीआईएन 20208063 AAAAFJ3765

स्थान : बेंगलूरू
दिनांक: 07-07-2020

रामन अनुसंधान संस्थान , बेंगलुरु
31 मार्च **2020** को यथास्थिति तुलन पत्र

(धनराशि रुपयों में)

समग्र / पूंजीगत निधि और देयताएँ	अनुसूची	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष
समग्र / पूंजीगत निधि	1	103,71,86,702	105,60,91,329
आरक्षिति व अधिशेष	2	-	-
उद्दिष्ट एवं अक्षय निधि	3	63,54,52,816	67,09,33,875
प्रतिभूत उधार एवं उधारी	4	-	-
अप्रतिभूत उधार एवं उधारी	5	-	-
आस्थगित ऋण देयताएँ	6	-	-
वर्तमान देयताएँ एवं प्रावधान	7	1,91,29,454	2,33,87,719
कुल योग		**169,17,68,972**	**175,04,12,923**
परिसंपत्तियाँ			
स्थायी परिसंपत्तियाँ	8	90,04,21,237	92,31,35,873
निवेश - उद्दिष्ट एवं अक्षय निधि से	9	59,32,17,739	65,99,47,147
निवेश - अन्य	10	1,00,00,000	1,00,00,000
वर्तमान परिसंपत्तियाँ, ऋण एवं अग्रिम	11	18,81,29,996	15,73,29,903
कुल योग		**169,17,68,972**	**175,04,12,923**
महत्वपूर्ण लेखाकरण नीतियाँ	24		
आकस्मिक देयताएँ एवं लेखा पर टिप्पणियाँ	25		

आज की तारीख पर हमारे रिपोर्ट के अनुसार
मेसर्स जीआरएसएम एवं एसोसिएट्स के लिए
चार्टरित लेखापाल
एफ़आरएन **000863S**

ह/-
(नरेश वी एस)
प्रशासन अधिकारी(प्रभारी)
बेंगलुरु **/ 7** जुलाई **2020**

ह/-
(रवि सुब्रह्मन्यण)
निदेशक

ह /-
(गोपालकृष्ण हेगड़े)
साझेदार
एम सं. **208063**

रामन अनुसंधान संस्थान , बेंगलुरु

31 मार्च 2020 को समाप्त वर्ष के लिए आय तथा व्यय लेखा

(राशि भारतीय रुपयों में)

आय	अनुसूची	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष
बिक्री / सेवाओं से आय	12	-	-
अनुदान / सहायिकी	13	53,61,59,736	50,87,81,568
शुल्क /अभिदान	14	-	-
उद्दिष्ट / अक्षय निधि के लिए निवेश से आय)	15	-	-
रॉयल्टी से आय	16	-	-
अर्जित ब्याज	17	75,46,893	84,62,017
अन्य आय	18	76,75,314	67,60,017
तैयार माल के भंडार में वृद्धि या कमी	19	-	-
कुल योग (ए)		**55,13,81,943**	**52,40,03,602**
व्यय			
स्थापना व्यय	20	34,72,24,885	31,78,54,433
अन्य प्रशासनिक व्यय	21	13,65,76,398	12,97,96,369
अनुदान / सहायिकी पर व्यय	22	-	-
ब्याज	23	-	-
मूल्यह्रास (अनुसूची 8 के अनुसार निवल)		6,73,63,736	6,51,86,568
कुल योग (बी)		**55,11,65,019**	**51,28,37,370**
भारतकोष को हस्तांतरित अनुदान शेष पर ब्याज - अनुसूची 7(ए)(1बी)		**17,85,815**	**22,82,539**
समग्र /पूंजीगत निधि में समावेशित शेष -अधिशेष / घाटा -अनुसूची 1(2बी)		**(15,68,891)**	**88,83,693**
महत्वपूर्ण लेखाकरण नीतियाँ	24		
आकस्मिक देयताएँ और लेखा पर टिप्पणियाँ	25		

आज की तारीख पर हमारे रिपोर्ट के अनुसार
मेसर्स जीआरएसएम एवं एसोसिएट्स के लिए
चार्टरित लेखापाल
एफ़आरएन **000863S**

ह /-
(नरेश वी एस)
प्रशासन अधिकारी(प्रभारी)

ह/-
(रवि सुब्रह्मन्यण)
निदेशक

ह /-
(गोपालकृष्ण हेगड़े)
साझेदार
एम सं. **208063**

बेंगलुरु **/ 7 जुलाई 2020**

रामन अनुसंधान संस्थान , बेंगलुरु

31 मार्च 2020 को समाप्त वर्ष के लिए प्राप्ति एवं भुगतान विवरण

(राशि भा रुपयों में)

प्राप्तियाँ	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष	भुगतान	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष
I. अथ शेष			**I.** व्यय		
ए) हस्तगत रोकड़	281	-	ए) स्थापना व्यय	34,72,24,885	31,78,54,433
बी) बैंक शेष	1,81,70,199	2,37,06,854	बी) प्रशासन व्यय	13,65,77,037	12,84,72,101
सी) जमा	33,06,96,492	25,57,33,900	सी) भविष्य निधि -अंतिम भुगतान	3,11,61,685	78,97,135
डी) टिकट (फ्रैंकिंग मशीन)	14,407	966	डी) पेंशन भुगतान	-	-
II. प्राप्त अनुदान			**II.** परियोजनाओं पर किया गया भुगतान	6,09,77,259	2,68,16,173
ए) भारत सरकार से	51,88,24,000	48,81,60,000			
बी) राज्य सरकार से	-	-	**III.**किए गए निवेश एवं जमा		
सी) अन्य स्रोतों से	6,92,03,040	8,61,87,555	ए) उद्दिष्ट निधि में से	-	-
			बी) स्व निधि में से (अन्य निवेश)	-	-
III. निवेश पर आय					
ए) उद्दिष्ट व अक्षय निधि	-	-	**IV.** स्थायी परिसंपत्तियाँ व **CWIP** पर व्यय	5,51,50,309	4,22,88,842
बी) स्व निधि	-	-			
			V. अधिशेष धन / ऋण की धनवापसी		
IV. प्राप्त ब्याज			ए) भारत सरकार को	-	-
ए) बैंक में जमा राशि पर	2,28,58,106	2,20,56,391	बी) राज्य सरकार को	-	-
बी) ऋण, अग्रिम राशि आदि पर	1,26,229	3,02,272	सी) अन्य निधि संभरकों को	-	-
V. अन्य आय (उल्लिखित करें)	77,24,073	70,46,848	**VI.** वित्त प्रभार (ब्याज)	-	-
VI. उधार ली गई राशि	1,53,975	-	**VII.** अन्य भुगतान (उल्लिखित करें)	-	-
VII. अन्य कोई प्राप्ति (उल्लिखित करें)			ए) प्राप्य - स्रोत पर कर कटौती	14,49,366	8,42,890
ए)अग्रिम	3,88,42,932	20,18,400	बी) अग्रिम	4,79,84,183	25,25,734
बी) प्राप्य	1,08,84,624	1,69,10,881	सी) निवेश (निवल)	28,10,770	-
सी) प्रोद्भूत ब्याज	1,72,485	10,94,118	डी)बयाना, प्रतिभूति, अनिवार्य(जमा)	19,92,679	12,57,184
डी) निवेश (निवल)	1,13,09,400	37,912	ई)देय बिल	1,75,94,585	29,36,010
ई) उपरला	29,70,661	4,65,320	एफ़) वेतन हेतु वसूलियाँ	5,35,62,615	3,14,66,711
फ) जमा	7,40,000	8,40,000	जी) जमा (सेवाओं के लिए)	-	-
जी) पेंशन समग्र निधि	2,95,00,000	35,71,204	एच) शुल्क व कर	15,55,883	13,41,016

रामन अनुसंधान संस्थान , बेंगलुरु

31 मार्च **2020** को समाप्त वर्ष के लिए प्राप्ति एवं भुगतान विवरण

(राशि भा रुपयों में)

प्राप्तियाँ	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष	भुगतान	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष
च) कर्मचारी अभिदान	1,88,55,710	1,80,01,300	आई) प्रावधान	11,66,059	13,11,739
			जे) भ नि -निकासी	1,09,01,000	94,93,000
			अंशभनि (नियोक्ता भाग)-पेंशन को अंतरित	2,95,00,000	27,49,573
			VIII. रोकड़ बाकी		
			ए)नकदी शेष	300	281
			बी) बैंक शेष		
			i)जमा खाते	23,98,76,801	33,06,96,492
			II) चालू /बचत खाता	4,15,52,578	1,81,70,200
			c) पोस्टल फ्रैंकिंग मशीन	8,620	14,407
कुल योग	**108,10,46,614**	**92,61,33,921**		**108,10,46,614**	**92,61,33,921**

- -

आज की तारीख पर हमारे रिपोर्ट के अनुसार
मेसर्स जीआरएसएम & अस्सोसिएट्स के लिए
चार्टरित लेखापाल
एफ़आरएन **000863S**

ह /-
(नरेश वी एस)
प्रशासन अधिकारी(प्रभारी)

ह /-
(रवि सुब्रह्मन्यण)
निदेशक

ह /-
(गोपालकृष्ण हेगड़े)
साझेदार
एम सं. **208063**

बेंगलूरु **/ 7** जुलाई **2020**

रामन अनुसंधान संस्थान, बेंगलुरु
31 मार्च 2020 को यथास्थिति तुलन पत्र का भाग बनने वाली अनुसूचियाँ

(राशि भारतीय रुपयों में)

अनुसूची 1- समग्र / पूंजीगत निधि	चालू वर्ष		पूर्व वर्ष	
(1) अनुदानों में से सृजित परिसंपत्तियों का प्रतिनिधित्व करते पूंजीगत निधि				
पिछले खाते के अनुसार	105,17,30,168		107,46,27,894	
वर्ष के दौरान जोड़	9,68,79,779		11,66,83,147	
घटाएँ : वर्ष के दौरान कटौतियाँ (;'पूंजीगत-कार्य-प्रगति पर' को मिलाकर)	4,17,29,470		7,43,94,305	
घटाएँ : प्रभार्य मूल्यह्रास आय तथा व्यय खाते को हस्तांतरित	6,73,63,736		6,51,86,568	
वर्ष के अंत में यथास्थिति शेष		103,95,16,741		105,17,30,168
(2) अनुदान शेष				
(ए) अनावर्ती अनुदान				
वर्ष के प्रारम्भ में यथास्थिति शेष		58,71,925		35,95,767
जोड़ : वर्ष के दौरान अंशदान		5,00,28,000		4,45,65,000
घटाएँ : वर्ष के दौरान किया गया व्यय		5,51,50,309		4,22,88,842
वर्ष के अंत में यथास्थिति शेष		7,49,616		58,71,925
(बी) आवर्ती अनुदान				
वर्ष के प्रारम्भ में यथास्थिति शेष	(15,10,764)		(1,03,94,457)	
आय व व्यय से हस्तांतरित	(15,68,891)		88,83,693	
वर्ष के लिए लेखा				
वर्ष के अंत में यथास्थिति शेष		(30,79,655)		(15,10,764)
कुल योग (1+2)		**103,71,86,702**		**105,60,91,329**

अनुसूची -2- आरक्षिति एवं अधिशेष	चालू वर्ष		पूर्व वर्ष	
लागू नहीं		-		-
कुल योग		**-**		**-**

रामन अनुसंधान संस्थान, बेंगलूरु
31 मार्च 2020 को यथास्थिति तुलन पत्र का भाग बनने वाली अनुसूचियाँ

अनुसूची 3- उद्दिष्ट /अक्षय निधि (राशि भारतीय रुपयों में)

क्र सं	निधीयन अभि-करण	परियोजना का नाम	अथ शेष	वर्ष के दौरान जोड़	उपयोगिता			कुल उपयोगिता	31/03/20 को यथास्थिति शेष
					पूंजीगत व्यय	आवर्ती व्यय	अग्रिम / प्राप्य		
सरकारी अभिकरणों द्वारा निधीयन									
1	DAE	प्रो कृष्ण कुमार-RRF-DAE	4,79,032	12,00,000	-	15,37,747	-	15,37,747	1,41,285
2	CSIR	SSB फैलोशिप-डॉ सादिक	-	1,80,000	-	-	-	-	1,80,000
3		SSB फैलोशिप-प्रो अविनाश देशपाँडे	-	1,50,000	-	-	-	-	1,50,000
4	DBT	बायोमैकेनिक्स ऑफ़ सिनेप्टोजिसिस -डॉ प्र	7,321	-	-	7,321	-	7,321	-
5		संयुक्त परियोजना -डॉ प्रमोद	1,66,763	-	-	3,51,987	-	3,51,987	(1,85,224)
6		DBT-BDTD अनुदान -डॉ गौतम	-	33,14,816	-	2,92,256	-	2,92,256	30,22,560
7		रामलिंगस्वामी अध्येतावृत्ति- डॉ गौतम	(18,142)	-	-	(18,142)	-	(18,142)	-
8	DST	DST -MWA परियोजना- प्रो शिव सेठी	36,269	-	-	36,269	-	36,269	-
9		रामानुजन अध्येतावृत्ति - डॉ प्रमोद	2,06,447	-	-	-	-	-	2,06,447
10		इंडो- ऑस्ट्रे BMWF संयुक्त शोध	70,579	-	-	70,579	-	70,579	-
11		इंडो- ऑस्ट्रे कार्यनीति रेस निधि - डॉ रेजी	(4,820)	-	-	(4,820)	-	(4,820)	-
12		DST -इंडो-रूस-पी /270-प्रो बीमन	2,50,000	-	-	-	-	-	2,50,000
13		DST -इंडो-रूस-पी /276-प्रो शिव	2,32,600	-	-	-	-	-	2,32,600
14		DST QuST -अनुदान-प्रो उर्बसी	-	54,50,000	30,52,313	2,18,440	-	32,70,753	21,79,247
15		DST इंडो- रूस-प्रो संदीप	-	14,90,400	-	80,000	-	80,000	14,10,400
16		DST इंडो- इटली डॉ उर्बसी	53,58,200	4,61,016	-	6,57,669	-	6,57,669	51,61,547
17	IFCPAR	CEFIPRA अनुदान- प्रो हेमा आर	1,37,525	-	-	-	-	-	1,37,525
18		CEFIPRA अनुदान- डॉ सादिक़ रंगवाला	(1,86,651)	7,84,000	-	5,17,482	-	5,17,482	79,867
19	ISRO	प्रतुष-डॉ मयूरी	36,00,000	-	2,58,300	14,91,376	-	17,49,676	18,50,324
20		ISRO -POLIX पेलोड-प्रो बिस्वजीत	2,73,49,786	-	-	1,52,13,744	-	1,52,13,744	1,21,36,042
21		ISRO-QKD -परियोजना-डॉ उर्बसी	5,15,14,044	3,07,56,265	1,90,55,501	1,25,00,178	(11,34,932)	3,04,20,747	5,18,49,562
22	IUSSTF	IUSSTF अनुदान -प्रो शिव	5,02,580	33,809	-	5,36,389	-	5,36,389	-
23	SERB	रामानुजन अध्येतावृत्ति - डॉ सायनतन	(3,144)	-	-	7,38,623	-	7,38,623	(7,41,767)
24		TARE अनुदान - डॉ अनूप , CUSAT	3,35,000	-	-	1,05,368	-	1,05,368	2,29,632
25		रामानुजन अध्येतावृत्ति - डॉ उरना बसु	5,99,927	-	-	5,11,211	-	5,11,211	88,716
26		वज्र अध्येतावृत्ति -प्रो सत्या मजूमदार	6,463	6,20,043	-	6,42,389	-	6,42,389	(15,883)
27		SERB -अनुदान-डॉ रंजिनी	-	23,96,500	16,63,315	3,77,247	-	20,40,562	3,55,938
28		वज्र अध्येतावृत्ति -प्रो सैंडर्स	1,10,330	-	-	2,91,826	-	2,91,826	(1,81,496)
29	SERB	रामानुजन अध्येतावृत्ति-डॉ दिबयेन्दु	9,91,531	4,00,000	-	9,29,938	-	9,29,938	4,61,593

अनुसूची **3**- उद्दिष्ट /अक्षय निधि

(राशि भारतीय रुपयों में)

क्र सं	निधीयन अभि-करण	परियोजना का नाम	अथ शेष	वर्ष के दौरान जोड़	उपयोगिता			कुल उपयोगिता	**31/03/20** को यथास्थिति शेष
					पूंजीगत व्यय	आवर्ती व्यय	अग्रिम / प्राप्य		
30	MeITY	संयुक्त परियोजना - डॉ उर्बसी	-	2,00,00,000	-	-	-	-	2,00,00,000
31	TIFR	TIFR -अनुदान -प्रो कृष्णकुमार	55,592	-	-	4,194	-	4,194	51,398
		उप कुल	**9,17,97,232**	**6,72,36,849**	**2,40,29,429**	**3,70,89,271**	**(11,34,932)**	**5,99,83,768**	**9,90,50,313**
गैर सरकारी अभिकरणों द्वारा निधिबद्ध									
1	IKP	GCE अनुदान -डॉ गौतम सोनी	(14,35,222)	20,40,798	-	9,93,491	-	9,93,491	(3,87,915)
		उप कुल	**(14,35,222)**	**20,40,798**	**-**	**9,93,491**	**-**	**9,93,491**	**(3,87,915)**
सेवानिवृत्ति निधि									
1		उपदान निधि	6,40,42,894	48,89,227	-	1,43,53,459	-	1,43,53,459	5,45,78,662
2		छुट्टी वेतन निधि	5,46,16,022	41,69,527	-	1,12,74,817	-	1,12,74,817	4,75,10,732
3	-	पेंशन संराशीकरण निधि	21,89,10,430	1,67,12,838	-	1,91,06,123	-	1,91,06,123	21,65,17,145
4		RRI पेंशन निधि	9,43,85,285	2,27,62,614	-	65,57,419	-	65,57,419	11,05,90,480
5		RRI भविष्य निधि	14,86,17,234	-	-	4,10,23,835	-	4,10,23,835	10,75,93,399
		उप कुल	**58,05,71,865**	**4,85,34,206**	**-**	**9,23,15,653**	**-**	**9,23,15,653**	**53,67,90,418**
		कुल योग	**67,09,33,875**	**11,78,11,853**	**2,40,29,429**	**13,03,98,415**	**(11,34,932)**	**15,32,92,912**	**63,54,52,816**

रामन अनुसंधान संस्थान, बेंगलुरु

31 मार्च 2020 को यथास्थिति तुलन पत्र का भाग बनने वाली अनुसूचियाँ

(राशि भारतीय रुपयों में)

अनुसूची 4 -प्रतिभूत उधार व उधारी	चालू वर्ष		पूर्व वर्ष	
लागू नहीं	-	-	-	-
कुल योग		-		-

अनुसूची -5-अप्रतिभूत उधार व उधारी	चालू वर्ष		पूर्व वर्ष	
लागू नहीं	-	-	-	-
कुल योग		-		-

अनुसूची 6 -आस्थगित ऋण देयताएँ	चालू वर्ष		पूर्व वर्ष	
अनुसूची 6 -आस्थगित ऋण देयताएँ	-	-	-	-
लागू नहीं		-		-

कुल योग

अनुसूची -7- चालू देयताएँ व प्रावधान	चालू वर्ष		पूर्व वर्ष	
ए. चालू देयताएँ				
1. विविध लेनदार				
a) माल के लिए	25,26,428		-	
b) अन्य (भारतकोष को हस्तांतरित किया जाने वाला अर्जन समेत)	28,19,590	53,46,018	37,82,013	37,82,013
2. बयाना जमा		6,89,500		8,43,000
3.प्राप्त अग्रिम		1,00,00,000		1,00,00,000
4.संवैधानिक देयताएँ				
a) अतिदेय				
b) अन्य	-		-	
5. अन्य चालू देयताएँ (सुरक्षा जमा समेत)	18,53,136	18,53,136	38,75,910	38,75,910
कुल योग (ए)		**1,78,88,654**		**1,85,00,923**
बी . प्रावधान				
1.उपदान	-		1,41,756	
2. सेवानिवृत्ति /पेंशन	-		2,70,939	
3. संचित अवकाश नकदीकरण	-		-	
4. अन्य (विनिर्दिष्ट करें)	12,40,800		44,74,101	
कुल योग (बी)		**12,40,800**		**48,86,796**
कुल योग (ए+बी)		**1,91,29,454**		**2,33,87,719**

रामन अनुसंधान संस्थान , बेंगलूरु

31 मार्च 2020 को यथास्थिति तुलन पत्र का भाग बनने वाली अनुसूचियाँ

अनुसूची **8**- स्थायी परिसंपत्ति (राशि भारतीय रुपयों में)

विवरण		सकल ब्लॉक				मूल्यह्रास				निवल ब्लॉक	
	दर	वर्ष के प्रारम्भ में लागत / मूल्यांकन	वर्ष के दौरान जोड़	वर्ष के दौरान कटौतियाँ	वर्ष के अंत में लागत/ मूल्यांकन	वर्ष के प्रारम्भ में यथास्थिति	वर्ष के दौरान जोड़ पर (अथ शेष को मिलाकर)	वर्ष के दौरान कटौतियों पर	वर्ष के अंत तक कुल योग	चालू वर्ष के अंत को यथास्थिति	पूर्व वर्ष के अंत को यथास्थिति
ए .स्थायी परिसंपत्तियाँ											
1. भूमि											
a)पूर्ण स्वामित्व वाली भूमि											
मल्लेश्वरम	-	3,78,735	-	-	3,78,735	-	-	-	-	3,78,735	3,78,735
आरएमवी II स्टेज	-	31,19,436	-	-	31,19,436	-	-	-	-	31,19,436	31,19,436
एचएमटी जालहल्ली	-	8,00,63,261	-	-	8,00,63,261	-	-	-	-	8,00,63,261	8,00,63,261
2. भवन											
ए))पूर्ण स्वामित्व वाली भूमि पर	1.63	19,08,26,176	29,66,855	-	19,37,93,031	3,88,86,070	31,34,933	-	4,20,21,003	15,17,72,028	15,19,40,106
3. कैंटीन संरचना	4.75	43,83,940	25,969	-	44,09,909	18,41,773	2,09,471	-	20,51,244	23,58,665	25,42,167
4. संयंत्र मशीनरी , उपकरण	4.75	101,14,97,839	4,13,37,216	-	105,28,35,055	47,37,75,041	4,97,42,044	-	52,35,17,085	52,93,17,970	53,77,22,798
5. वाहन	9.50	74,51,930	-	-	74,51,930	67,78,048	6,73,881	-	74,51,929	1	6,73,882
6.फर्नीचर एवं जोड़े गए उपकरण	6.33	1,52,68,456	6,74,685	-	1,59,43,141	1,10,18,518	10,06,084	-	1,20,24,602	39,18,539	42,49,938
8. कंप्यूटर सहायक उपकरण	16.21	16,59,60,825	71,92,897	-	17,31,53,722	15,65,70,624	16,18,786	-	15,81,89,410	1,49,64,312	93,90,201
9. ग्रंथालय पुस्तकें	4.75	23,03,80,443	8,09,515	-	23,11,89,958	14,38,66,539	1,09,78,537	-	15,48,45,076	7,63,44,882	8,65,13,904
कुल स्थायी परिसंपत्तियाँ		**170,93,31,041**	**5,30,07,137**	**-**	**176,23,38,178**	**83,27,36,613**	**6,73,63,736**	**-**	**90,01,00,349**	**86,22,37,829**	**87,65,94,428**
बी . कार्य प्रगति पर											
पूंजीगत परिसंपत्तियाँ		4,65,41,445	2,89,74,549	3,73,32,586	3,81,83,408	-	-	-	-	3,81,83,408	4,65,41,445
कुल पूंजी कार्य प्रगति पर		**4,65,41,445**	**2,89,74,549**	**3,73,32,586**	**3,81,83,408**	**-**	**-**	**-**	**-**	**3,81,83,408**	**4,65,41,445**
कुल योग		**175,58,72,486**	**8,19,81,686**	**3,73,32,586**	**180,05,21,586**	**83,27,36,613**	**6,73,63,736**	**-**	**90,01,00,349**	**90,04,21,237**	**92,31,35,873**
पूर्व वर्ष		**168,86,01,051**	**10,50,29,852**	**3,77,58,417**	**175,58,72,486**	**76,75,50,045**	**6,51,86,568**	**-**	**83,27,36,613**	**92,31,35,873**	**92,10,51,006**

रामन अनुसंधान संस्थान, बेंगलुरु
31 मार्च 2020 को यथास्थिति तुलन पत्र का भाग बनने वाली अनुसूचियाँ

(राशि भारतीय रुपयों में)

अनुसूची 9 -उद्दिष्ट / अक्षय निधि से निवेश	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष
1.मियादी जमा में		
आरआरआई पेंशन निधि	10,26,64,250	9,51,18,276
आरआरआई भविष्य निधि	8,98,12,551	13,10,59,525
अन्य अनुदान एवं निधि	3,74,00,000	9,62,00,000
2. अन्य अनुमोदित प्रतिभूतियाँ	-	-
3. शेयर	-	-
4.डिबेंचर / बंधपत्र	-	-
5. एसबीआई जीवन बीमा निगम में निवेशित सेवानिवृत्ति निधि 5	31,86,06,539	33,75,69,346
वर्ष के दौरान किए गए भुगतानों की ओर दावा (प्रस्तुत किया जाना)	4,47,34,399	-
कुल योग	**59,32,17,739**	**65,99,47,147**

अनुसूची -10 निवेश (अन्य)	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष
1. सरकारी प्रतिभूतियों में	-	-
2. अन्य अनुमोदित प्रतिभूतियाँ	-	-
3. शेयर	-	-
4.डिबेंचर / बंधपत्र	-	-
5.सहायक और संयुक्त उद्यम	-	-
6. अन्य (विनिर्दिष्ट करें) -मियादी जमा	1,00,00,000	1,00,00,000
कुल योग	**1,00,00,000**	**1,00,00,000**

रामन अनुसंधान संस्थान , बेंगलुरु

31 मार्च 2020 को यथास्थिति तुलन पत्र का भाग बनने वाली अनुसूचियाँ

(राशि भारतीय रुपयों में)

अनुसूची **11-** चालू परिसंपत्तियाँ ,ऋण एवं अग्रिम	चालू वर्ष		पूर्व वर्ष	
ए. चालू परिसंपत्तियाँ				
1. वस्तुसूची		6,83,440		10,75,768
2. हाथ में रोकड़ शेष (अग्रदाय रोकड़ को मिलाकर)		300		281
3. पोस्टल फ्रेंकिंग मशीन पर अप्रयुक्त टिकट मूल्य		8,620		14,407
4.बैंक शेष				
प्रधान खाता				
चालू खाते में	60,82,104		30,05,599	
बचत बैंक खाते में	-	60,82,104	9,55,302	39,60,901
पेंशन निधि खाता				
चालू खाते में	60,46,526		11,89,092	
बचत बैंक खाते में	2,38,725	62,85,251	2,31,104	14,20,196
भविष्य निधि खाता				
चालू खाते में	71,66,924		1,02,11,267	
बचत बैंक खाते में	10,35,266	82,02,190	8,96,527	1,11,07,794
अतिरिक्त गैर शैक्षिक अनुदान				
बचत बैंक खाते में	2,09,83,033	2,09,83,033	16,81,309	16,81,309
कुल (ए)		**4,22,44,938**		**1,92,60,656**
बी.ऋण /अग्रिम और अन्य परिसंपत्तियाँ				
1. नकद में प्राप्य अग्रिम व अन्य राशि				
पूंजीगत खाते पर				
ए) भूमि	9,25,90,600		9,25,90,600	
बी) पूंजीगत परियोजना	1,48,98,093	10,74,88,693	1,16,53,295	10,42,43,895
जमा		33,53,632		36,33,632
अन्य		1,43,78,586		1,29,43,302
2. प्रोद्भूत आय				
प्रधान खाता	4,62,022		31,66,082	
भविष्य निधि खाता	77,36,991		29,20,069	
पेंशन निधि खाता	36,59,128	1,18,58,141	45,42,923	1,06,29,074
3. प्राप्य दावे				
प्रधान खाता	20,52,073		14,76,302	
अतिरिक्त गैर शैक्षिक अनुदान	29,53,620		27,53,620	
भविष्य निधि खाता	21,29,048		13,42,147	
पेंशन निधि खाता	16,71,265	88,06,006	10,47,275	66,19,344
कुल योग (बी)		**14,58,85,058**		**13,80,69,247**
कुल योग (ए+बी)		**18,81,29,996**		**15,73,29,903**

रामन अनुसंधान संस्थान, बेंगलुरु

31 मार्च 2020 को समाप्त वर्ष के लिए आय तथा व्यय लेखा का भाग बनने वाली अनुसूचियाँ

(राशि भारतीय रुपयों में)

अनुसूची **12**-बिक्री / सेवा से आय	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष
लागू नहीं	-	-
कुल योग	**-**	**-**

अनुसूची **13**- अनुदान /सहायिकी	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष
1. केंद्र सरकार		
सहायता अनुदान		
i) गैर-योजना	-	-
ii) आस्थगित अनुदान (प्रभार्य मूल्यह्रास की सीमा तक)	6,73,63,736	6,51,86,568
iii)योजना -आवर्ती	46,87,96,000	44,35,95,000
कुल योग	**53,61,59,736**	**50,87,81,568**

अनुसूची **14**- शुल्क /अभिदान	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष
लागू नहीं	-	-
कुल योग	**-**	**-**

अनुसूची **15**-निवेश से आय	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष
उद्दिष्ट / अक्षय निधि से निवेश पर ब्याज	4,61,71,700	4,46,09,763
घटाएँ :उद्दिष्ट/ अक्षय निधि को अंतरित	4,61,71,700	4,46,09,763
कुल योग	**-**	**-**

अनुसूची **16**-रॉयल्टी /प्रकशन से आय	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष
लागू नहीं	-	-
कुल	**-**	**-**

अनुसूची **17**-अर्जित ब्याज	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष
1) मियादी जमा		
ए)अनुसूचित बैंकों के साथ	-	-
2) बैंकों में खाते पर		
a)आधारभूत अनुदान निधि को आरोप्य (भारतकोष को हस्तांतरणीय)	17,85,815	22,82,539
बी) स्वयं /अन्य निधियों को आरोप्य	56,34,849	58,77,206
3)ऋण / अग्रिम पर		
ए) कर्मचारीगण	1,26,229	3,02,272
कुल योग	**75,46,893**	**84,62,017**

रामन अनुसंधान संस्थान , बेंगलुरु
31 मार्च 2020 को समाप्त वर्ष के लिए आय तथा व्यय के भाग बनने वाली अनुसूचियाँ

(राशि भारतीय रुपयों में)

अनुसूची 18- अन्य आय	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष
1) परिसंपत्तियों की बिक्री /निपटान पर लाभ		
ए) स्व परिसंपत्तियाँ	-	-
बी)अनुदान में से प्राप्त परिसंपत्तियाँ	-	-
2)विविध आय	76,75,314	67,60,017
कुल योग	**76,75,314**	**67,60,017**

अनुसूची 19 - तैयार माल के भंडार में वृद्धि /(कमी)	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष
लागू नहीं	-	-
कुल योग	**-**	**-**

अनुसूची 20 - स्थापना व्यय	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष
ए) वेतन और मजदूरी	18,21,99,896	13,64,49,714
बी) भत्ते एवं बोनस	4,75,31,406	7,71,25,837
सी)राष्ट्रीय पेंशन योजना को योगदान	58,93,498	34,35,021
डी) कर्मचारी कल्याण व्यय	1,85,78,293	1,32,45,661
ई) सेवानिवृत्ति /सेवन्त हितलाभ	9,30,21,792	8,75,98,200
कुल योग	**34,72,24,885**	**31,78,54,433**

अनुसूची 21- अन्य प्रशासनिक व्यय	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष
1)विज्ञापन	8,51,068	2,30,089
2) सुविधाएँ	12,20,881	19,79,524
3) लेखा परीक्षा शुल्क	70,800	64,900
4) बैंक प्रभार	1,41,531	2,15,613
5) कैम्पस रखरखाव	1,95,47,199	1,66,22,707
6)परिवहन	5,04,049	4,34,321
7) निगम कर	2,70,574	2,70,574
8) शिशुसदन	3,55,000	3,00,000
9) बिजली प्रभार	1,40,53,682	1,36,10,904

अगले पृष्ठ पर क्रमागत

अनुसूची **21-** अन्य प्रशासनिक व्यय (इसके आगे)	Current Year	Previous Year
10) मनोरंजन एवं आतिथ्य	1,08,460	67,056
11) भाड़ा	4,61,710	4,07,659
12)मानदेय एवं व्यावसायिक शुल्क	83,82,086	60,26,841
13) पत्रिका सदस्यता	43,66,687	22,27,289
14) पट्टे का किराया (गौरीबिदनूर)	5,12,200	5,23,492
15) विविध व्यय	12,29,483	14,51,469
16) आउटरीच	9,01,295	11,97,610
17) पेटंट शुल्क	10,79,611	4,71,500
18) वेतनपत्रक संसाधन शुल्क	4,59,170	4,14,430
19) पीएचडी कार्यक्रम व्यय	9,04,767	16,89,778
20) डाक व कूरियर प्रभार	1,29,610	1,31,376
21) मुद्रण एवं लेखन सामग्री	7,27,964	3,99,611
22) मरम्मत एवं रखरखाव	1,08,16,059	79,63,096
23) सुरक्षा प्रभार	83,57,186	89,59,296
24) सेमिनार /सम्मेलन	17,11,331	12,68,710
25) भंडार व उपभोज्य सामग्रियाँ	4,40,87,939	4,43,42,105
26) दूरभाष व संचार	11,40,360	15,25,933
27)यात्रा व्यय	60,00,321	90,72,250
28) वर्दी व वर्दी भत्ता	1,81,614	2,29,194
29) विश्वविद्यालय संबद्धता शुल्क	6,00,000	6,00,000
30) वाहन अनुरक्षण	28,24,275	24,71,382
31) अभ्यागत छात्र कार्यक्रम	38,11,898	39,14,740
32)जल प्रभार	7,67,588	7,12,920
कुल योग	**13,65,76,398**	**12,97,96,369**

अनुसूची **22-** अनुदान /सहायिकी पर व्यय	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष
लागू नहीं	-	-
कुल योग	**-**	**-**

अनुसूची **23-**ब्याज	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष
लागू नहीं	-	-
कुल योग	**-**	**-**

<u>अनुसूची - 24</u>

महत्वपूर्ण लेखाकरण नीतियाँ

1. सामान्य

ये वित्तीय विवरण लेखाकरण के प्रोद्भवन आधार पर और आम तौर पर स्वीकृत लेखाकरण सिद्धांतों के अनुसरण में ऐतिहासिक लागत समागम के तहत तैयार किया गया है । अंतिम लेखे का प्रस्तुतीकरण केंद्रीय स्वायत्त निकायों के लिए भारत सरकार , लेखा महानियंत्रक द्वारा यथा निर्धारित समान लेखाकरण फॉर्मेट के अनुसरण में है ।

2. स्थायी परिसंपत्तियाँ

स्थायी परिसंपत्तियों को अधिग्रहण लागत पर दर्शाया गया है, जिसमें आवक हवाई भाड़ा, शुल्क, कर और आकस्मिक खर्च शामिल हैं, ताकि उस परिसंपत्ति को काम में लाया जा सके । समान लेखाकरण फॉर्मेट में प्रस्तुतीकरण के अनुरूप बनाने हेतु पूजी परिसंपत्तियों की उपलब्धि के लिए अग्रिम भुगतान को <u>अनुसूची -8 (स्थायी परिसंपत्तियाँ) 'पूंजी - कार्य प्रगति पर है'</u> में दर्शाया गया है । ऐसे वस्तुओं पर कोई भी मूल्यह्रास नहीं लगाया जाता है । पूंजीगत परिसंपत्तियों के सृजन के लिए अनुदान नामक घटक के अंतर्गत प्राप्त अनुदान की उपयोगिता को अनुसूची -1 (पूंजीगत निधि) में दर्शाया गया है । अनुसूची -8 में वर्णित परिसंपत्तियों का मूल्य, मूल्यह्रास का अंतिम परिणाम है।

3. मूल्यह्रास

स्ट्रेट लाइन आधार पर मूल्यह्रास निम्न दरों पर प्रभारित है ।

ए) भवन 1.63 % की दर पर

बी) पूंजीगत उपकरण , कैंटीन संविरचना और पुस्तक 4.75% की दर पर

सी) कंप्यूटर और सहायक उपकरण 16.21% की दर पर

डी) वाहन 9.50% की दर पर

मूल्यह्रास को आय और परिव्यय खाते में दर्शाया गया है । 30 सितंबर से पहले जोड़ी गई परिसंपत्तियों पर पूर्ण मूल्यह्रास का प्रभार लगाया गया है। 30 सितंबर के बाद जोड़ी गई परि संपत्तियों पर मूल्यह्रास 50% पर लगाया गया है। वे परिसंपत्ति ब्लॉक जिनको मूल्यह्रास लगाने के बाद रुपए 1/- के बही मूल्य से कम आँका गया है , उनका बही शेष, मूल्यह्रास के काल्पनिक बही मूल्य पर सीमित कर, रुपए 1/- के काल्पनिक मूल्य पर बंद कर दिया गया है ।

4. वस्तुसूची

अतिरिक्त पुर्जे , लेखन सामग्री और उपभोज्य वस्तुओं जैसे विद्यमान स्टॉक को लागत मूल्यों पर मूल्यांकित किया गया है ।

5. सरकारी अनुदान

वेतन, सामान्य और **पूंजीगत परिसंपत्तियों के सृजन** के अंतर्गत विज्ञान और टेक्नालजी विभाग, भारत सरकार द्वारा प्राप्त अनुदान को मूल अनुदान के तौर पर माना गया है ।

आवर्ती व्यय के लिए विशिष्ट मंजूरी सहित अनुदान को आय तथा परिव्यय लेखा के अंतर्गत दिखाया गया है। अव्ययित शेष, जो वर्ष के दौरान उपगत व्यय का निवल है,अनुसूची-1 के तहत तुलन पत्र में वर्णित है ।(अनुदान शेष-आवर्ती अनुदान)

तुलन पत्र में वर्ष के दौरान प्राप्त पूंजीगत परिसंपत्तियों के सृजन के लिए प्राप्त अनुदान को पिछले वर्ष के शेष राशि में जोड़ा गया है । अव्ययित शेष , जो वर्ष के दौरान उपगत व्यय का निवल है, अनुसूची-1 के तहत तुलन पत्र में वर्णित है (अनुदान शेष-अनावर्ती अनुदान) । पूंजीगत परिसंपत्तियों के सृजन के लिए उपयोजित निधि को एएस-12 के अनुसार पूंजीगत निधि में अतिरिक्त के तौर पर दिखाया गया है ।

संस्थान विभिन्न निधीयन अभिकरणों से गैर शैक्षणिक अनुदान भी प्राप्त कर रहा है । इस तरह के अनुदान को अनुसूची 3 (उद्दिष्ट / अक्षय निधि) के हिस्से के रूप में दिखाया गया है ।

6. विदेशी मुद्रा लेन-देन

विदेशी मुद्रा में अंकित लेन-देन का हिसाब वास्तविक लेन देन की तारीख पर प्रचलित दरों पर लगाया जाता है । विनिमय उतार-चढ़ाव के कारण हुए लाभ और हानि के हिसाब के लिए कोई प्रावधान नहीं किया गया है।

7. सेवानिवृत्ति लाभ

भविष्य निधि और पेंशन निधि में संस्थान का योगदान, आय और व्यय खाते को प्रभारित किया जाता है। भविष्य निधि और पेंशन निधि में घाटा , यदि कोई हो, को उस सीमा तक बहियों में प्रदान किया जा रहा है , जो आरक्षिति से पूरा नहीं किया गया ।

अनुसूची-25

आकस्मिक देयताएँ और लेखा पर टिप्पणियाँ

ए. आकस्मिक देयताएँ

1.संस्थान के खिलाफ दावा जो ऋण के रूप में स्वीकार नहीं किया गया ।	संस्थान ने रेडिंगटन, सिंगापुर, के पक्ष में उच्च निष्पादन क्लस्टर की उपलब्धि के लिए प्रत्यय पत्र स्थापित किया है । इस प्रत्यय पत्र की समय सीमा वित्त वर्ष 21 में समाप्त होगी ।
2.संस्थान द्वारा दी गई बैंक गारंटी	शून्य
3.करों के संबंध में विवादित माँगे	ट्रेसस पोर्टल पर रु 3,77,463 / - की राशि संस्थान से देय दिखाया गया है। संस्थान ने विवरणों का लेखा समाधान किया है और पोर्टल पर आवश्यक जानकारी दर्ज करने की प्रक्रिया में है।

बी **लेखा पर टिप्पणियाँ**

1. चालू परिसंपत्तियाँ, अग्रिम व जमा	सामान्य गतिविधियों में चालू परिसंपत्तियाँ, अग्रिम व जमा का एक वसूली मूल्य है। वसूली की सीमा कम से कम तुलन पत्र में दिखाई जाने वाली कुल राशि के बराबर है ।
2. कर्मचारियों की सेवा निवृत्ति लाभ	**ए.** भविष्य निधि खाते में संस्थान का योगदान संस्थान के आय और व्यय खाते से लिया जाता है I **बी** . भारत सरकार द्वारा निर्धारित अनुसार, संस्थान ने उपदान और अर्जित अवकाश के बराबर नकद के रूप में सेवा लाभों की मात्रात्मक देयताओं के संबंध में एसबीआई लाइफ इंश्योरेंस कंपनी लिमिटेड द्वारा प्रबंधित पेंशन निधि की सदस्यता ली है । संस्थान ने पेंशन के प्रतिबद्ध मूल्य के लिए अपनी देयताओं का भी प्रबंध किया है ।

सी.एसबीआई लाइफ इंश्योरेंस कंपनी लिमिटेड की निधियों में जमा राशि एक न्यासीय क्षमता में संस्थान के नाम पर अंकित है। वित्तीय वर्ष के अंत में यथास्थिति निधि विवरण में दिखाई गई शेष राशि अनुसूची -3 (उद्दिष्ट / अक्षय निधि -सेवा निवृत्ति निधि) के तहत दिखाए गए हैं । वर्ष के दौरान अर्जित ब्याज, यदि कोई हो, निधि में जोड़ के रूप में माना जाता है और तदनुसार अनुसूची -3 में रिपोर्ट किया जाता है। उपदान , अर्जित अवकाश के बराबर नकद और पेंशन का रूपांतरित मूल्य का भुगतान जैसे सेवानिवृत्ति पर भुगतान, इस निधि में से किया जाता है ।

डी.संस्थान ने 2011 से की सेवानिवृत्ति निधि में योगदान देना बंद कर दिया है क्योंकि सेवानिवृत्ति निधि का प्रतिनिधित्व करने वाले मौजूदा निवेश ब्याज कमा रहे हैं।सेवानिवृत्ति निधि की पर्याप्तता का मूल्यांकन 5 वर्षों में एक बार किया जाता है और उस चक्र में, आगामी वित्तीय वर्ष में मूल्यांकन किया जाएगा।इसे देखते हुए, वृद्धिशील देयता,यदि कोई हो, के संबंध में वर्ष के दौरान कोई प्रावधान नहीं किया गया है ।संस्थागत निधियों में से सेवानिवृत्त कर्मचारियों को लाभ का भुगतान किया जाता है।संस्थान सेवानिवृत्ति निधि से प्रतिपूर्ति के माध्यम से धनराशि न निकाले जाने पर वर्ष के खर्च के रूप में पे-आउट मानते हैं।31-03-2020 तक, वर्ष के दौरान भुगतान किए गए सेवानिवृत्ति लाभों के संबंध में प्रतिपूर्ति राशि लंबित है और अलग से निधीकृत धन से निवेश के तहत खुलासा किया गया है।

ई . परिषद के निदेशों के अनुपालन में, संविदात्मक शर्तों पर पात्र वरिष्ठ वैज्ञानिक और तकनीकी स्टाफ सदस्यों को (जो 01/01/2004 से पहले संस्थान में शामिल हो गए) के संदर्भ में सीपीएफ को सेवानिवृत्ति तक संस्थान में उनके लगातार नियोजन के लिए उनके अनुबंधों के आवधिक नवीनीकरण पर संस्थान के योगदान का प्रतिनिधित्व करने वाली राशि को संस्थान की पेंशन योजना का विकल्प चुनने की अनुमति है। वित्तीय वर्ष 20 में, दिनांक 23-07-1996 के DoPPW OM 4/1/87-P & PU (PIS-II) के खंड 2 (i) के अनुसार, वे वैज्ञानिक और तकनीकी कार्मिक जो 01-08-1992 के बाद संस्थान में शामिल हुए और सीपीएफ योजना पर बाध्य हैं, ऐसे सदस्यों के क्रेडिट

	में जमा पीएफ शेष को पेंशन कॉर्पस में स्थानांतरित किया जाता है।तदनुसार, रु। 3,08,10,601 / - की राशि जो कि पीएफ खाते के सीपीएफ अंशदान बही के तहत बकाया है, पेंशन कॉर्पस को हस्तांतरित कर दी गई है।इस परिवर्तन के साथ, PF खाते में केवल GPF खाता बही जारी रहेगी। कॉर्पस पर उत्पन्न आय का उपयोग आंशिक रूप से पेंशन देयता को निधि देने के लिए किया जाता है। कमी, यदि कोई हो, नियमित अनुदान सहायता में से पूरी की जाती है। **एफ.** 01/01/2004 के बाद संस्थान में शामिल हुए कर्मचारियों को अनिवार्य रूप से नई पेंशन योजना के तहत नामांकित किया गया है ।
3. भूमि की खरीद के लिए अग्रिम	संस्थान ने 13 मार्च 2009 को संस्थान और एचएमटी लिमिटेड के बीच सम्पन्न बिक्री करार के अनुसरण में, मेसर्स हिंदुस्तान मशीन टूल्स लिमिटेड के नाम 8,89,61,800/ - रुपये जमा किया है , जो कि भूमि के पूर्ण मूल्य के बराबर है । संस्थान ने 16/05/2018 को अतिरिक्त 1014 वर्ग फुट की भूमि की ओर रु 36,28,800/- जमा किया है । अतः मेसर्स एचएमटी लिमिटेड को प्रेषित कुल राशि रु 9,25,90,600 / - है । भारत सरकार ने औपचारिक रूप से संस्थान को भूमि हस्तांतरित करने के अपने निर्णय को सूचित किया है । कर्नाटक सरकार से औपचारिक मंजूरी न मिलने के कारण , हस्तांतरण विलेख पर अभी तक हस्ताक्षर नहीं हुए हैं । ध्यान दिया जाए कि इस भूमि का एक हिस्सा भारतीय विज्ञान अकादमी के लिए भी उद्दिष्ट है । अकादमी ने प्रतीक के तौर पर 1,00,00,000 / -का धन प्रेषण किया है । इसे अनुसूची 7 (ए) - विविध लेनदारों (अन्यों के लिए) के हिस्से के रूप में दिखाया गया है जो तुलन पत्र का भाग है। निवेश के रूप में एक अनुरूप चालू परिसंपत्ति बहियों में दर्ज है, जैसे कि अनुसूची 10 में दिखाया गया है ।

4. **आधारभूत अनुदान की निधि** को आम बैंक खाते में रखा गया था। अतः भारतकोष को जमा की जाने वाली रु 17,85,960 / -के बराबर की ब्याज राशि, जीएफआर 2017 के नियम 230 (8) के अनुपालन में मासिक बकाया अप्रत्यक्ष अनुदान शेष के आधार पर प्रभाजित की गई है ।

5. 1 से 25 तक की अनुसूचियाँ 31 मार्च 2020 को यथास्थिति तुलन पत्र और उस तारीख को समाप्त वर्ष के लिए आय और व्यय खाते का एक अभिन्न हिस्से के तौर पर संलग्न किया गया है ।

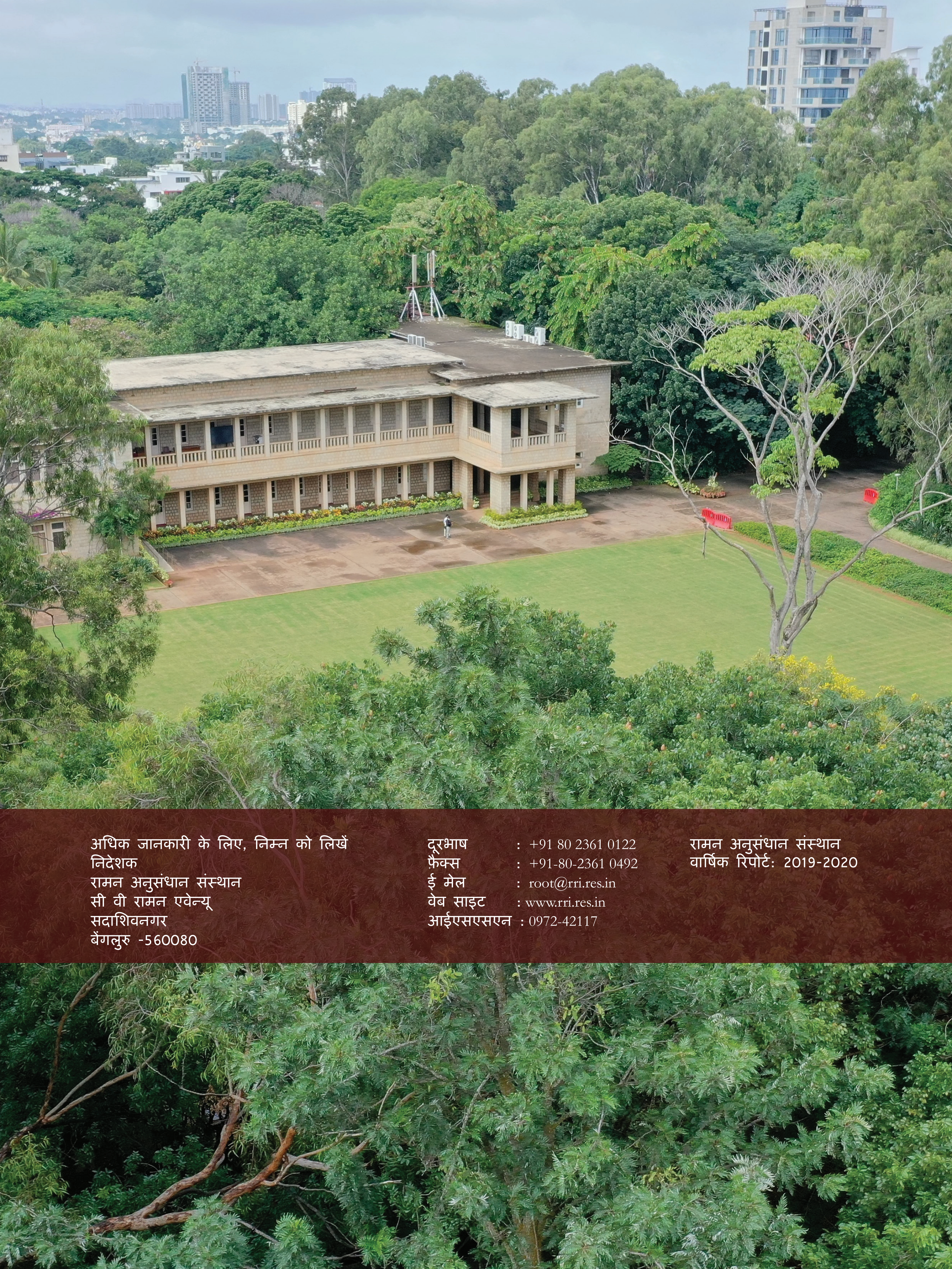
6. पिछले वर्ष के आंकड़ों को वर्तमान वर्ष के वर्गीकरण / प्रकटीकरण के अनुरूप करने के लिए, जहां कहीं भी आवश्यक हो, पुनः ग्रुप / पुनः वर्गीकृत किया गया है।

इस तारीख पर दिए गए हमारे रिपोर्ट के अनुसार
मेसर्स जीआरएसएम & एसोसिएट्स
चार्टरित लेखापाल
FRN 000863S
ह/-
(गोपालकृष्णा हेगड़े)
साझेदार
एम सं **208063**

ह/-
(नरेश वी एस)
प्रशासनिक अधिकारी (प्रभारी)

ह/-
(रवि सुब्रह्मण्यन)
निदेशक

बेंगलूर / **7 जुलाई 2020**



अधिक जानकारी के लिए, निम्न को लिखें
निदेशक
रामन अनुसंधान संस्थान
सी वी रामन एवेन्यू
सदाशिवनगर
बेंगलुरु -560080

दूरभाष : +91 80 2361 0122
फ़ैक्स : +91-80-2361 0492
ई मेल : root@rri.res.in
वेब साइट : www.rri.res.in

आईएसएसएन : 0972-42117

रामन अनुसंधान संस्थान
वार्षिक रिपोर्ट: 2019-2020