रामन अनुसंधान संस्थान



वार्षिक रिपोर्ट

2020-21

रामन अनुसंधान संस्थान
वार्षिक रिपोर्ट : 2020-21

अधिक जानकारी के लिए, कृपया लिखें
निदेशक
रामन अनुसंधान संस्थान
सी वी रामन एवेन्यू
सदाशिवनगर
बेंगलुरु-560080, भारत

फोन: +91-80-23610122
फैक्स: +91-80-23610492
ई-मेल : root@rri.res.in
वेबसाइट: www.rri.res.in



"हमारे प्राचीन देश के योग्य एक वैज्ञानिक अनुसंधान के केंद्र को अस्तित्व में लाने की मेरी प्रबल इच्छा है जहां हमारी भूमि का सच्चा ज्ञान ब्रह्मांड के रहस्य की जांच कर सकती है और ऐसा करने से हमें उस पारलौकिक शक्ति की सराहना करने में मदद मिलती है जो उसकी गतिविधियों का मार्गदर्शन करती है। यह लक्ष्य तभी प्राप्त किया जा सकता है जब परमात्मा के अनुग्रह द्वारा, हमारे देश के सभी प्रेमी इस कार्य की मदद करने के लिए अपना तरीखा निकालते हैं।"

- सी वी रामन

विषय-सूची

1.	निदेशक की कलम से	4
2.	आरआरआई - एक झलक में	5
3.	प्रस्तावना	12
4.	अनुसंधान: ज्ञान निर्माण	
	खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी	36
	प्रकाश व पदार्थ भौतिकी	57
	मृदु संघनित पदार्थ	74
	सैद्धांतिक भौतिकी	86
5.	प्रकाशन	98
6.	अनुदान, पुरस्कार और अधि-सदस्यता	100
7.	अनुसंधान सुविधाएं	104
8.	ज्ञान संचार	114
9.	शैक्षणिक गतिविधियाँ	118
10.	गैर शैक्षणिक गतिविधियाँ	120
11.	आयोजन	124
12.	कैंपस	125
13.	आरआरआई में कार्यरत लोग	127
	परिशिष्ट	141
	लेखा का लेखापरीक्षित विवरण	175

निदेशक की कलम से

वर्ष **2020-21** के लिए रामन अनुसंधान संस्थान की वार्षिक रिपोर्ट **1** अप्रैल **2020** से **31** मार्च **2021** की अवधि के दौरान संस्थान में अनुसंधान और शैक्षणिक गतिविधियों का एक सारांश है।संस्थान के संगठन और सुविधाओं का एक समग्र दृष्टिकोण प्रदान करते हुए, रिपोर्ट का प्राथमिक उद्देश्य वैज्ञानिक पत्रिकाओं में प्रकाशित शोध, पीएचडी डिग्री से सम्मानित और संस्थान में आयोजित सेमिनार, सम्मलेन और वेबिनार जैसी अन्य वैज्ञानिक गतिविधियों को रिकॉर्ड में रखना है।

संस्थान के पीएचडी कार्यक्रम में कुल **90** छात्र नामांकित हैं। उनमें से नौ ने पीएचडी की डिग्री प्राप्त की और छह ने पिछले एक साल में अपनी पीएचडी थीसिस जमा की। इसी अवधि में **134** शोध पत्र संदर्भित पत्रिकाओं में प्रकाशित हुए, जिनमें से अधिकांश अपने उच्च प्रभाव कारकों के लिए जाने जाते हैं। अन्य प्रकाशनों में सम्मेलन की कार्यवाही में **6** पत्र, कुछ पुस्तक अध्याय और लोकप्रिय विज्ञान लेख शामिल हैं।

विभिन्न गतिविधियों पर चल रहे महामारी के विघटनकारी प्रभाव को नोट करना अनिवार्य लगता है, जिसमें एक वैज्ञानिक संस्थान के लिए, कई परस्पर क्रियाओं की ज्यादातर ऑनलाइन प्रकृति में बदलाव, वैज्ञानिकों द्वारा दौरा मेंगिरावट और प्रयोगशालाओं, कैंटीन और गेस्टहाउस को छिटपुट रूप से बंद करना शामिल हैं। दूसरी ओर, कई स्टाफ सदस्यों ने प्रशासन और स्थापना को सुचारू रूप से चलाने और चिकित्सा आपात स्थितियों में भाग लेने के लिए बहुत अधिक प्रयास किया।अन्यों ने नियमित रूप से ऑनलाइन सम्मलेन और जर्नल क्लबों का आयोजन करके प्रोत्साहन प्रदान किया। सूची बनाने का कोई भी प्रयास निश्चित रूप से कम हो जाता है, और मैं उन कई अनअभिस्वीकृत लोगों के प्रति अपनी गहरी कृतज्ञता दर्ज करना चाहता हूं जिनके प्रयासों ने हमें अपनी छोटी-सी दुनिया की चिंताओं को सूचीबद्ध करने की अनुमति दी है।

एस श्रीधर

6 अगस्त 2021



आरआरआई - एक झलक में

आरआरआई बुनियादी विज्ञान में अनुसंधान में कार्यरत एक संस्थान है, जिसकी स्थापना भारतीय भौतिक विज्ञानी और भौतिकी के नोबेल पुरस्कार विजेता सर सी वी रामन द्वारा की गई है, जो बेंगलुरु में हरे-भरे 20 एकड़ के परिसर में स्थित है।यह अनुसंधान भौतिकी के विभिन्न क्षेत्रों में है जो उप-परमाणु से लेकर ब्रह्माण्ड संबंधी लंबाई के पैमाने तक फैले हुए हैं, रसायन विज्ञान और जीव विज्ञान के कुछ क्षेत्रों के साथ अतिव्यापी हैं।आरआरआई के वैज्ञानिक चार समूहों में संगठित हैं, अर्थात् खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी, प्रकाश और पदार्थ भौतिकी, शीतल संघनित पदार्थ भौतिकी और सैद्धांतिक भौतिकी; प्रत्येक समूह में संकाय सदस्य, पोस्ट-डॉक्टरल फेलो, डॉक्टरल छात्र, शोध सहायक और आगंतुक छात्र हैं, जो प्रशासनिक कर्मचारियों और एक कंप्यूटर समूह द्वारा समर्थित हैं। आरआरआई को प्रायोगिक अनुसंधान में दृढ़ता से निवेश किया गया है, जो इलेक्ट्रॉनिकी इंजीनियरी समूह की प्रयोगशाला और यांत्रिक इंजीनियरी सेवाओं के कारखानों द्वारा समर्थित है।



इतिहास

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 संस्थापक 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 ।

निदेशक

रामन अनुसंधान संस्थान के वर्तमान निदेशक (प्रभारी) एस श्रीधरजी हैं।

अनुसंधान प्रयोगशालाएँ

- जीव विज्ञान भौतिक शास्त्र
- रसायन शास्त्र
- ब्रह्मांड संबंधी पुन:संयोजन एवं पुनः आयनीकरण प्रयोगशाला
- विद्युत रसायन एवं सतही विज्ञान
- लेजर शीतलन एवं प्रमात्रा प्रकाशिकी
- प्रकाश-पदार्थ की अन्तः क्रियाएँ
- सूक्ष्मदर्शिकी एवं परावैद्युत स्पेक्ट्रम विज्ञान
- सूक्ष्मदर्शिका एवं फैलाव
- आण्विक खगोल विज्ञान प्रयोगशाला
- मृदु एवं जीवंत पदार्थों का नैनोसेक्ल भौतिकशास्त्र
- प्रावस्था संक्रमण और वैद्युत प्रकाशिकी
- प्रमात्रा सूचना और अभिकलन
- प्रमात्रा अन्योन्य क्रियाएँ
- प्रमात्रा मिश्रण प्रयोगशाला
- रहेलॉजी और प्रकाश फैलाव
- आकाश अवलोकन व्यूह नेटवर्क
- मृदु एवं अनुकूली सामग्री प्रयोगशाला
- अत्यंत गतिशील एवं अरैखिक प्रकाशिकी
- एक्स रे खगोल विज्ञान प्रयोगशाला

अनुसंधान सुविधाएँ

मृदुपदार्थ मापन प्रयोगशालाएँ

- विश्लेषात्मक प्रत्यक्ष मापन
- परमाणु बल माइक्रोस्कोपी
- चुम्बकीय अध्ययन
- सूक्ष्म रामन स्पेक्ट्रम विज्ञान
- परमाणु चुंबकीय अनुनाद प्रतिबिम्बन
- प्रकाश भौतिक अध्ययन
- स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी
- एक्स रे विवर्तन

यांत्रिक इंजीनियरी सेवाएँ

- यांत्रिक कारखाना
- शीट धातु, पेंट व बढ़ई की सेवाएँ

इलेक्ट्रानिकी इंजीनियरी ग्रूप

गौरीबिदनूर क्षेत्र केंद्र

ग्रंथालय

कंप्यूटर ग्रूप

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
- आगंतुक विद्यार्थियों के लिए कार्यक्रम
- अनुसंधान सहायक कार्यक्रम

वित्तपोषण

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

शासी परिषद्

प्रो अजय के सूद (अध्यक्ष)
ईयर ऑफ साइंस चेयर प्रोफेसर
भौतिकी विभाग
भारतीय विज्ञान संस्थान
बेंगलुरु 560012

डॉ के कस्तूरीरंगन
माननीय विशिष्ट सलाहकार,
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन, बेंगलुरु
एमेरिटस प्रोफ़ेसर, राष्ट्रीय उन्नत अध्ययन संस्थान, बेंगलुरु
अध्यक्ष,राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा के लिए राष्ट्रीय संचालन समिति

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

प्रो आर राजारामण
एमेरिटस प्रोफेसर, भौतिकी विज्ञान विद्यालय,
जवाहरलाल नेहरू यूनिवर्सिटी
नई दिल्ली 110067

प्रो आशुतोष शर्मा
सचिव,
विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग
विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय
टेक्नोलॉजी भवन, न्यू मेहरौली रोड
नई दिल्ली 110016

श्री विश्वजीत सहाय
अवर सचिव एवं वित्तीय सलाहकार
विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग
विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय
टेक्नोलॉजी भवन
न्यू मेहरौली रोड
नई दिल्ली 110016

प्रो एच एस मणि
एडजंक्ट प्रोफेसर
चेन्नई मैथमेटिकल इंस्टिट्यूट
एच 1, सिप्कॉट आईटी पार्क, केलांबक्कम
सिरुसेरी, तमिल नाडु 603103.

प्रो श्रीधर एस (पदेन सदस्य)
निदेशक (प्रभारी)
सी वी रामन एवेन्यू, सदाशिवनगर
रामन अनुसंधान संस्थान
बेंगलुरु 560 080

वित्त समिति

प्रो अजय के सूद (अध्यक्ष)
ईयर ऑफ साइंस चेयर प्रोफेसर
भौतिकी विभाग
भारतीय विज्ञान संस्थान
बेंगलुरु 560012

श्री विश्वजीत सहाय
अवर सचिव एवं वित्तीय सलाहकार
विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग
विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय
टेक्नोलॉजी भवन, न्यू मेहरौली रोड
नई दिल्ली 110016

प्रो एच एस मणि
एडजंक्ट प्रोफेसर
चेन्नई मैथमेटिकल इंस्टिट्यूट
एच 1, सिप्कॉट आईटी पार्क, केलांबक्कम
सिरुसेरी, तमिल नाडु 603103.

प्रो एस श्रीधर (पदेन सदस्य)
निदेशक (प्रभारी)
रामन अनुसंधान संस्थान
बेंगलुरु 560 080

शैक्षणिक समिति

प्रो एस श्रीधर (अध्यक्ष)
निदेशक (प्रभारी)
रामन अनुसंधान संस्थान
सी वी रामन एवेन्यू, सदाशिवनगर
बेंगलुरु 560 080

प्रो जयंत के त्रिपाठी
पर्यावरण विज्ञान का विद्यालय
जवाहरलाल नेहरू यूनिवर्सिटी
नई दिल्ली 110 067

प्रो सत्यव्रत पटनायक
भौतिक विज्ञान का विद्यालय
जवाहरलाल नेहरू यूनिवर्सिटी
नई दिल्ली 110 067

प्रो. तरुण दीप सैनी
भौतिकी विभाग
भारतीय विज्ञान संस्थान
बेंगलुरु 560012

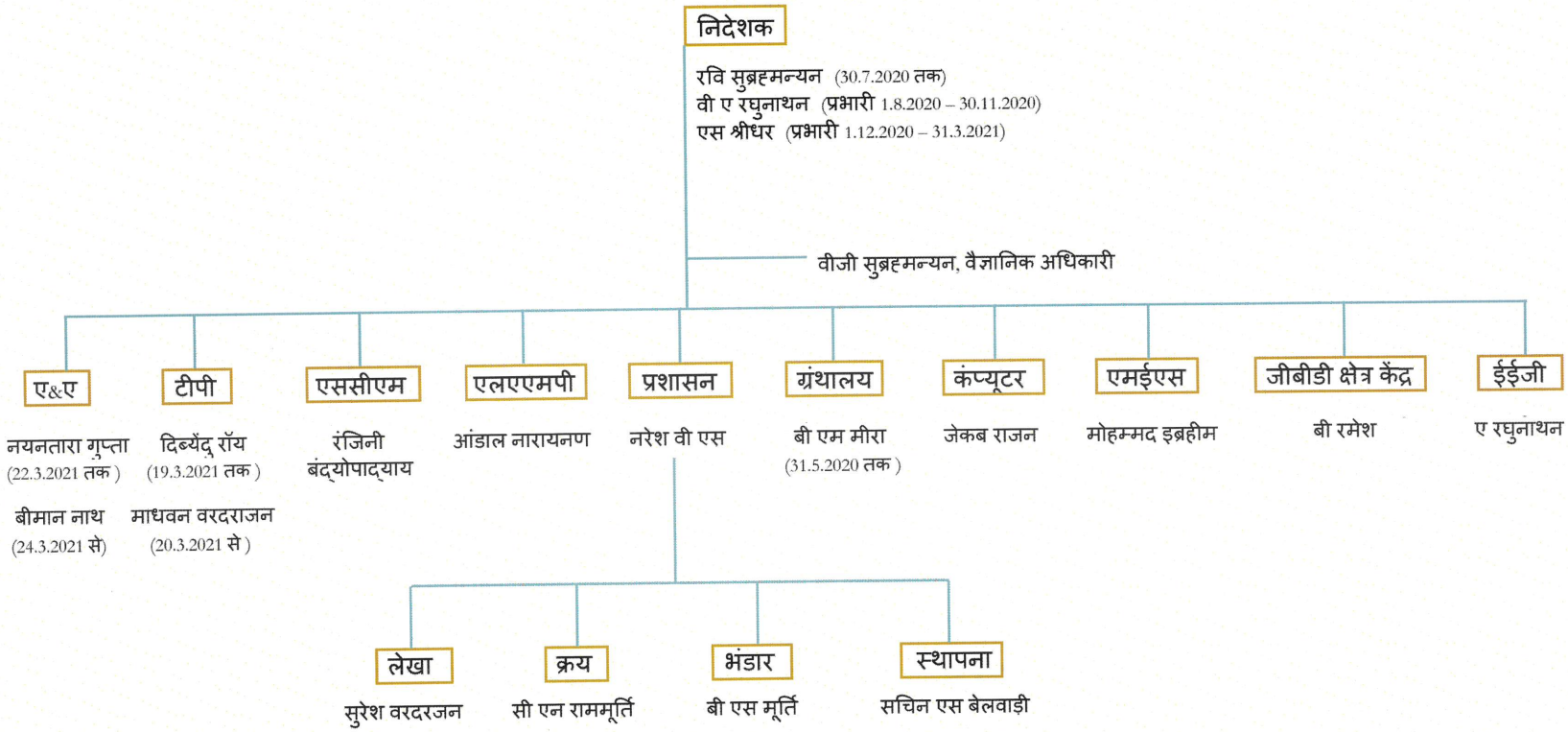
प्रो. अभिषेक धर
सैद्धांतिक विज्ञान के लिए अंतर्राष्ट्रीय केंद्र
सं 151, शिवकोटे, हेसरघट्टा, होब्ली
बेंगलुरु उत्तर 560089

प्रो. विक्रम राणा
खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी समूह
रामन अनुसंधान संस्थान
सी वी रामन एवेन्यू, सदाशिवनगर
बेंगलुरु 560 080

प्रो सादिकअली रंगवाला
प्रकाश और पदार्थ भौतिकी समूह
रामन अनुसंधान संस्थान
सी वी रामन एवेन्यू, सदाशिवनगर
बेंगलुरु 560 080

प्रो सतीश चंद्र गरकोटी (विशेष आमंत्रित)
रेक्टर - II, जवाहरलाल नेहरू यूनिवर्सिटी,
नई दिल्ली 110 067

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


निदेशक
रवि सुब्रह्मन्यन (30.7.2020 तक)
वी ए रघुनाथन (प्रभारी 1.8.2020 – 30.11.2020)
एस श्रीधर (प्रभारी 1.12.2020 – 31.3.2021)
वीजी सुब्रह्मन्यन, वैज्ञानिक अधिकारी
ए&ए
नयनतारा गुप्ता (22.3.2021 तक)
बीमान नाथ (24.3.2021 से)
टीपी
दिब्येंदु रॉय (19.3.2021 तक)
माधवन वरदराजन (20.3.2021 से)
एससीएम
रंजिनी बंद्योपाद्याय
एलएएमपी
आंडाल नारायनण
प्रशासन
नरेश वी एस
ग्रंथालय
बी एम मीरा (31.5.2020 तक)
कंप्यूटर
जेकब राजन
एमईएस
मोहम्मद इब्रहीम
जीबीडी क्षेत्र केंद्र
बी रमेश
ईईजी
ए रघुनाथन
लेखा
सुरेश वरदरजन
क्रय
सी एन राममूर्ति
भंडार
बी एस मूर्ति
स्थापना
सचिन एस बेलवाड़ी

आराराई विज्ञान मंच	गौतम सोनी , आंडाल नारायणन, नयनतारा गुप्ता
शैक्षिक सम्मेलन	रंजिनी बंद्योपाद्याय (अध्यक्ष), उर्बसी सिन्हा , विक्रम राणा , दिबयेन्दु रॉय – 27.1.2021 से
छात्रावास वार्डन	शिव सेठी , अरुण रॉय, बी रमेश , उर्बसी सिन्हा
प्रवेश समन्वयक	सायनतन मजूमदार (अध्यक्ष), रेजी फिलिप (1.9.2020 से), विक्रम राणा (31.8.2020 से)
छात्र अकादमिक मामलों की समिति	सादिक़ रंगवाला (अध्यक्ष), प्रमोद पुल्लर्कट, शिव सेठी , सुमति सूर्या, रेजी फिलिप
इन-हाउस बैठक	पीएचडी छात्र– तृतीय वर्ष
आरआरआई के संयुक्त खगोल विज्ञान कार्यक्रम के प्रतिनिधि	बी रमेश
शिकायत समिति	श्रीवाणी (अध्यक्ष), नरेश वी एस , वसुधा के एन , ममता बाई आर , भानु रविंदर (बाह्य सदस्य)
विदेशी यात्रा समिति	बिस्वजित पॉल (अध्यक्ष), रेजी फिलिप , सुपर्णा सिन्हा
मूल्यांकन समिति	वी ए रघुनाथन (अध्यक्ष - 14.12.2020 तक), सुमति सूर्या , बीमान नाथ (15.12.2020 से अध्यक्ष), सादिक़ रंगवाला , रंजिनी बंद्योपाद्याय
विजिटिंग छात्र कार्यक्रम के समन्वयक	नरेश वी एस
पुस्तकालय समिति	बी एम मीरा (अध्यक्ष 31.5.2020 तक), सुपूर्ण सिन्हा , नयनतारा गुप्ता , आंडाल नारायणन , रंजिनी बंद्योपाद्याय
आरआरआई राजभाषा कार्यान्वयन समिति	नरेश वी एस , सुरेश वरदराजन , सीएन राममूर्ति, बी श्रीनिवास मूर्ति, बी एम मीरा (31.5.2020 तक), के राधाकृष्णा, (31.5.2020 तक) विद्यामणि,वी ,हरिणी कुमारी , ममता बाई आर , जेकब राजन
क्रीडा समिति	सायनतन मजूमदार (अध्यक्ष), बापन देबनाथ , सचिन बेलवाड़ी , सेबन्ति चट्टोपाध्याय, नोमान (28.2.2021 तक)
एंटि-रैगिंग समिति	निदेशक (अध्यक्ष) चंद्रशेखर एम आर (बाह्य सदस्य) , रंजिनी बंद्योपाद्याय, श्रीवाणी के एस सौम्या रंजन बेहेरा , पलक
अनुसंधान सुविधा समिति	बिस्वजित पॉल (अध्यक्ष), आंडाल नारायणन, प्रमोद पुल्लर्कट, ए रघुनाथन



प्रस्तावना

आरआरआई बुनियादी विज्ञान में अनुसंधान में लगा हुआ एक संस्थान है, जिसकी स्थापना भारतीय भौतिक विज्ञानी और भौतिकी के नोबेल पुरस्कार विजेता सर सी वी रामन द्वारा की गई थी, जो बेंगलुरु में सब्ज **20** एकड़ के परिसर में स्थित है। अनुसंधान भौतिकी के विभिन्न क्षेत्रों में है जो उप-परमाणु से लेकर ब्रह्माण्ड संबंधी लंबाई के पैमाने तक फैले हुए हैं, रसायन विज्ञान और जीव विज्ञान के कुछ क्षेत्रों के साथ अतिव्यापी हैं। आरआरआई के वैज्ञानिक चार समूहों में संगठित हैं, अर्थात् खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी, प्रकाश और पदार्थ भौतिकी, मृदु संघनित पदार्थ भौतिकी और सैद्धांतिक भौतिकी; प्रत्येक समूह में संकाय सदस्य, पोस्ट-डॉक्टोरल फेलो, डॉक्टरेट छात्र, शोध सहायक और अतिथि छात्र होते हैं, जो प्रशासनिक कर्मचारियों और एक कंप्यूटर समूह द्वारा समर्थित होते हैं। आरआरआई को प्रायोगिक अनुसंधान में दृढ़ता से निवेश किया गया है, जो इलेक्ट्रॉनिक्स इंजीनियरिंग समूह की प्रयोगशाला और मैकेनिकल इंजीनियरिंग सेवाओं की कर्मशालाओं द्वारा समर्थित 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:

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।

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।

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:

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।

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।

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।

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।

2020-21 के दौरान खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में कुछ शोध गतिविधियों का संक्षिप्त विवरण नीचे दिया गया है। शोध के विस्तृत और विस्तृत विवरण के लिए, पाठक को इस वार्षिक रिपोर्ट के पृष्ठ 36 पर जाने के लिए आमंत्रित किया जाता है।

फोकस 2020-2021

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।

अंतरतारकीय और परिधीय गांगेय माध्यम

रिपोर्ट में वर्ष के दौरान, बिमान नाथ और उनके छात्रों ने (रनिता जाना एट अल 2020 एपीजेएल 903 एल9) आकाशगंगा सर्कमगैलेक्टिक माध्यम में ब्रह्मांडीय किरण आबादी के प्रभावों का अध्ययन किया, और प्रेक्षित विसरित गामा-किरण पृष्ठभूमि और सिंक्रोट्रॉन विकिरण से बाधाओं को दूर किया। विशाल तारा समूहों में ब्रह्मांडीय किरण त्वरण पर पिछले कार्य के अनुवर्ती के रूप में, बिमान नाथ ने अपने सहयोगी के साथ विश्लेषणात्मक रूप से दिखाया है कि हमारी आकाशगंगा में प्रेक्षित विसरित गामा-किरण पृष्ठभूमि का एक महत्वपूर्ण अंश तत्काल आसपास के माध्यम के तारे क्लस्टर से ब्रह्मांडीय किरणों के परस्पर क्रिया द्वारा योगदान देता है। (एमएनआरएएस: पत्र, खंड 499, अंक 1, नवंबर 2020, पृष्ठ एल 1-एल 5)।

गांगेय संरचना और तारकीय गतिशीलता

एस. श्रीधर ने हाल ही में संख्यात्मक सिमुलेशन का विश्लेषण किया था और डिस्क आकाशगंगाओं की सर्पिल संरचना का एक सिद्धांत प्रस्तावित किया था (एस. श्रीधर 2019 ईपीजे, 884, 3)। इस सिद्धांत में एक क्षणिक सर्पिल घनत्व तरंग लिंडब्लैड और सह-रोटेशन प्रतिध्वनियों में चरण स्थान में "निशान" को पीछे छोड़ देती है, और निशान में कम अपव्यय आकाशगंगा में तारों की परिमित संख्या के कारण अंतर्निहित असतत शोर से विकास के माध्यम से नए सर्पिल मोड के नवीनीकरण को सक्षम बनाता है। प्रदर्शन में शक्तिशाली "वैश्विक" तकनीकों का उपयोग किया गया था, जिन्हें शायद अधिकांश शोधकर्ताओं के लिए समझना मुश्किल था। एस. श्रीधर एक समान भौतिक रूप से सहज ज्ञान युक्त मॉडल पर काम कर रहे हैं जिसमें सर्पिल संरचना लगभग दोषरहित प्रतिबिंबों के एक आत्मनिर्भर चक्र के कारण गुंजयमान गुहा में अर्ध-स्थायी-मोड के रूप में उत्पन्न होती है।

धूल के कण आकाशगंगाओं का एक महत्वपूर्ण घटक हैं। आकाशगंगा का स्पेक्ट्रम धूल से विकृत होता है और आकाशगंगा के आंतरिक स्पेक्ट्रम को निर्धारित करने के लिए धूल क्षीणन के गुण महत्वपूर्ण होते हैं।

आकाशगंगा की धूल सामग्री इसकी संरचना और तारकीय गतिविधि से संबंधित है। सोनाली सचदेवा और बिमान नाथ द्वारा लगभग 16000 आकाशगंगाओं के साथ पिछले वर्ष के दौरान किए गए अध्ययनों से इन आकाशगंगाओं के धूल क्षीणन और केंद्रीय संकेंद्रण मापदंडों के बीच एक अच्छी तरह से परिभाषित प्रवृत्ति का पता चला है।

आकाशगंगाओं में आणविक डिस्क को एकल-घटक प्रणाली माना जाता था जो आकाशगंगाओं में मध्य तल के करीब बसा हुआ था। हालांकि, हाल के संवेदनशील अवलोकन अन्यथा इंगित करते हैं और पहले की तुलना में बहुत अधिक मोटाई वाले एक

अतिरिक्त घटक की ओर इशारा करते हैं। उसी की जांच करने के लिए, नरेंद्रनाथ पात्र ने गांगेय डिस्क में एक हाइड्रोस्टेटिक संतुलन की स्थिति को नियोजित किया, और दो-घटक आणविक डिस्क के अस्तित्व के अवलोकन संबंधी हस्ताक्षरों की जांच की और पाया कि एक कम झुकाव प्रणाली के लिए उच्च स्थानिक और वर्णक्रमीय संकल्प के साथ वर्णक्रमीय अवलोकन एक आकाशगंगा में दो-घटक आणविक डिस्क की उपस्थिति का अनुमान लगाने के लिए आदर्श है। (पात्रा, एनएन, 2020 बी, ए एंड ए, 638, ए 66)।

उच्च ऊर्जा खगोल भौतिकी

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

पिछले वर्ष के दौरान नयनतारा गुप्ता और उनके सहयोगियों द्वारा विभिन्न दूरबीनों से प्राप्त मल्टीवेवलेंथ डेटा का उपयोग करके अनुसंधान ने उन्हें विश्लेषण और इन के अस्थायी और वर्णक्रमीय परिवर्तनशीलता का मॉडलिंग के माध्यम से अध्ययन करने में सक्षम बनाया है।

(i) एक ब्लेज़र जो कम से कम दो आकाशगंगाओं द्वारा गुरुत्वाकर्षण से लेंस किया गया है (जे. अभिर एट अल 2021 एपीजे 915 26)

(ii) पारसेक स्केल जेट के साथ एक दुर्लभ ब्लेज़र जो ब्लैक होल बाइनरी प्रणाली में है (https://doi.org/10.1051/0004-6361/202140708) और

(iii) अनाथ गामा-किरणें थ्री गामा रे ब्राइट ब्लेज़र से भड़कती हैं (जर्नल ऑफ़ हाई एनर्जी एस्ट्रोफिज़िक्स, 2021, खंड 29, पृष्ठ 31-39)।

गामा-रे फास्ट स्पेक्ट्रम रेडियो क्वासर के एक अन्य बहु-तरंग दैर्ध्य अध्ययन से पता चला है कि इसमें उत्सर्जन के दो क्षेत्र हैं, जो दो ज़ोन लेप्टोनिक मॉडल के साथ फिट होने पर जेट में अधिकतम आवश्यक शक्ति के अनुमान प्रदान करते हैं (arXiv:2107.10555)

ब्रह्मांड विज्ञान

सैद्धांतिक ब्रह्मांड विज्ञान में, अनुसंधान के प्रयास उच्च रेडशिफ्ट पर तटस्थ हाइड्रोजन का पता लगाने और पुनर्आयनीकरण के युग से रेडशिफ्ट किए गए HI उत्सर्जन के अध्ययन और ब्रह्मांड संबंधी नमूदारों का उपयोग करके वैकल्पिक डार्क मैटर मॉडल की जांच करने की दिशा में थे। EDGES परिणाम ने प्रारंभिक ब्रह्मांड में ऊर्जा इंजेक्शन की संभावना को खोल दिया है। शिव सेठी और उनके छात्रों ने पुनर्संयोजन के युग के करीब एक डार्क मैटर कण के क्षय से ऊर्जा इंजेक्शन पर विचार करके इस संभावना का पता लगाया (निर्मल्या ब्रह्मा एट अल जेसीएपी 12 (2020) 034) और दिखाया कि यह एक पूर्व-पुनर्संयोजन युग ऊर्जा इंजेक्शन के माध्यम से EDGES परिणाम को समझाने का एकमात्र व्यवहार्य मार्ग है। एक अन्य काम में, अंजन सरकार और शिव सेठी ने वैकल्पिक डार्क मैटर मॉडल को अलग करने के लिए एक सार्थक तरीका विकसित किया है, जो कि लाइमैन डेटा से देखने योग्य प्रभावी ऑप्टिकल गहराई के रेडशिफ्ट विकास का उपयोग करके डार्क मैटर मॉडल के बीच एक विभेदक के रूप में होता है जो सीडीएम मॉडल से छोटे पैमाने पर भिन्न होता है। (arXiv:2101.09917)।

प्रेक्षणीय ब्रह्माण्ड विज्ञान रिसर्च तटस्थ हाइड्रोजन से 21 सेमी लाइन का पता लगाने और कॉस्मोलॉजिकल इंफॉर्मेशन प्राप्त करने के लिए कस्टम निर्मित टेलीस्कोप के डिजाइन और लक्षण वर्णन पर केंद्रित है। पिछले एक साल के दौरान, पहले सितारों और आकाशगंगाओं के गुणों को सीमित करने के लिए डेटा के सांख्यिकीय अनुमान बनाने के लिए HERA सहयोग सौरभ सिंह के काम के परिणामस्वरूप 21-सेमी सिग्नल पर सबसे संवेदनशील ऊपरी सीमाओं में से एक हो गया है।

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 और पराबैंगनी खगोल विज्ञान

यूजीएमआरटी डेटा का उपयोग करते हुए शिव सेठी, केएस द्वारकानाथ और सहयोगियों ने रेडशिफ्ट रेंज $0.7 < z < 1.35$ में स्टार बनाने वाली आकाशगंगाओं से HI उत्सर्जन को मापा है। उच्च रेडशिफ्ट पर उत्सर्जन में HI का यह पहला ऐसा संसूचन है(नेचर खंड 586, पृष्ठ 369-372 (2020))। केएस द्वारकानाथ, नरेंद्र नाथ पात्रा और सहयोगियों द्वारा दूरस्थ-यूवी में स्टार फॉर्मिंग कॉम्प्लेक्स के एक अन्य अध्ययन (द एस्ट्रोफिजिकल जर्नल, 2021, खंड 914, पी 54) ने उन्हें आकार, स्टार गठन दर, धात्विकी और स्टार बनाने वाले परिसरों का दूसरे क्यू पैरामीटर का अनुमान लगाने में सक्षम बनाया है।

एक्स-रे खगोल विज्ञान

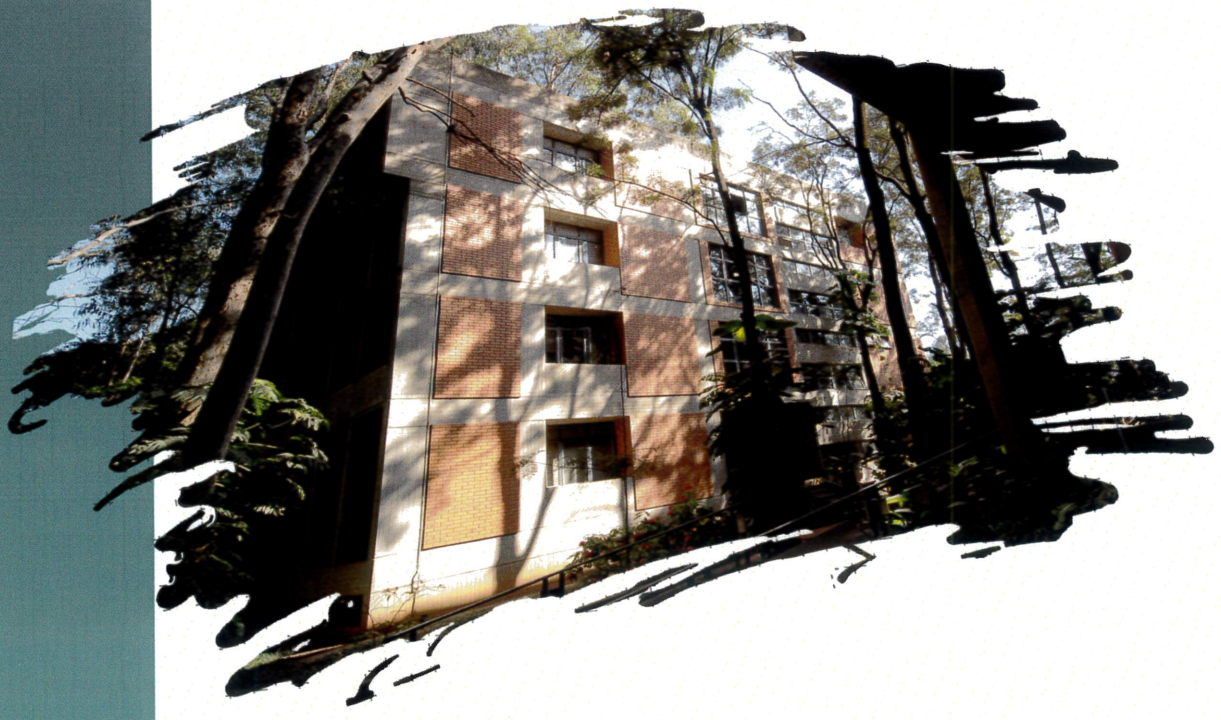
कॉम्पैक्ट एक्स-रे बायनेरिज़ एक कॉम्पैक्ट ऑब्जेक्ट, एक व्हाइट ड्वार्फ, न्यूट्रॉन स्टार या ब्लैक होल और एक साथी 'सामान्य' स्टार से बना होता है। न्यूट्रॉन तारे का गहन गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र साथी तारे से न्यूट्रॉन तारे पर जमने का कारण बनता है, जिससे एक्स-रे का निर्माण होता है। एक्स-रे खगोल विज्ञान ऐसी वस्तुओं 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 प्रणाली मापदंडों के बारे में जानकारी का ढेर सघन एक्स-रे बायनेरिज़ से एक्स-रे आउटपुट का सावधानीपूर्वक विश्लेषण करके प्राप्त किया जा सकता हैं। विशेष रूप से, 2020-21 में बिस्वजीत पॉल, उनके छात्रों और सहयोगियों ने (i) Be एक्स-रे बाइनरी (एमएनआरएएस, 497,1, सितंबर 2020, 1059-1065) का विश्लेषण किया और संरचना और चुंबकीय क्षेत्र की ताकत पर इनपुट प्रदान किए (ii) एक कम द्रव्यमान वाले एक्स-रे बाइनरी से फटने का पता लगाया और विकासवादी चरण, अभिवृद्धि डिस्क ज्यामिति और स्रोत की कोरोनल संरचना की विशेषता बताई (न्यू एस्ट्रोनॉमी, 2021, वॉल्यूम। 83, 101479)।

विक्रम राणा और उनके छात्रों द्वारा पिछले वर्ष के दौरान शोध सफेद बौना-सामान्य स्टार बाइनरी प्रणाली को समझने के लिए किया गया था, जिसे कैटाक्लिस्मिक चर के रूप में जाना जाता है और साथ ही अल्ट्राल्यूमिनस एक्स-रे स्रोतों के समय और वर्णक्रमीय विश्लेषण को समझना था।

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।

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 की उपरोक्त अवधियों 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 चैद्रयान-3 मिशन पर पेलोड के रूप में PRATUSH-C3 के विकास और अनुकूलन पर प्रगति हुई है। 2020-21 के दौरान, योग्यता मॉडल (क्यूएम) पूरा हो गया था और इसरो के उपग्रह XPoSat पर पेलोड के रूप में लॉन्च किए जाने वाले एक भारतीय एक्स-रे ध्रुवनमापी, पोलिक्स के फ्लाइट मॉडल (एफएम) को पूरा करने की दिशा में महत्वपूर्ण प्रगति हुई है। बिस्वजीत पॉल और एए, ईईजी और एमईएस के कई सदस्यों ने क्यूएम और एफएम दोनों को विकसित करने में प्रमुख योगदान दिया है। हार्ड एक्स-रे टेलीस्कोप के लिए प्रौद्योगिकी विकसित करने की दिशा में एक अन्य सहयोगात्मक प्रयास में, विक्रम राणा ने इनहाउस निर्मित स्वचालित एपॉक्सी डिस्पेंसिंग मशीन पर कई परीक्षण किए और इस मशीन का उपयोग करके एपॉक्सी से बंधे ग्रेफाइट स्पेसर और सिंगल ग्लास शीट वाले दर्पण खंडों की संरचना की।



प्रकाश और पदार्थ भौतिकी

अवलोकन

प्रकाश और पदार्थ भौतिकी (एलएएमपी) समूह के सदस्य विद्युत चुम्बकीय (ईएम) तरंगों के मौलिक गुणों और गैसीय तटस्थ परमाणुओं, आयनों, अल्ट्रा-कोल्ड और पदार्थ के विदेशी अवस्थाओं के साथ ईएम तरंगों की अन्तः क्रिया की प्रकृति पर शोध में लगे हुए हैं। वैज्ञानिक ब्रह्मांड के आकार से लेकर परमाणु पैमाने तक के आकार की वस्तुओं के भौतिक गुणों के बारे में उनके साथ प्रकाश की अन्तः क्रिया की जांच करके सीखते हैं। इन जांचों का उद्देश्य मौलिक प्रक्रियाओं का खुलासा करना है जो अध्ययन की गई घटनाओं की हमारी समझ में गुणात्मक रूप से सुधार करेंगे और नए मार्गदर्शक सिद्धांत प्रदान करेंगे। इस प्रकार प्राप्त ज्ञान का मौलिक और व्यावहारिक दोनों क्षेत्रों में महत्वपूर्ण मूल्य है। पिछले वर्ष के दौरान एलएएमपी समूह की कुछ शोध गतिविधियों का संक्षिप्त विवरण नीचे दिया गया है। व्यापक और विस्तृत विवरण के लिए, पाठक को इस रिपोर्ट के पेज 57 पर जाने के लिए आमंत्रित किया जाता है।

फोकस 2020-2021

अल्ट्राकोल्ड परमाणु, अणु और आयन अनुसंधान

एलएएमपी समूह में परमाणुओं, आयनों और अणुओं का ठंडा करना और फँसाना अनुसंधान का एक प्रमुख क्षेत्र है, जिसका लक्ष्य उनके बीच और कम तापमान पर विद्युत चुम्बकीय क्षेत्रों के साथ अन्तः क्रिया का अध्ययन करना है। सादिक रंगवाला और समूह के सदस्यों ने अल्ट्राकोल्ड लिथियम आयन-परमाणु टकराव का मॉडल तैयार किया है, और सहयोगी के साथ, बिखरने की गणना में परिभाषित भूमिका निभाने वाले इंटरैक्शन के पहलुओं की पहचान की गई है। उन्होंने $^7Li^+$-^7Li, $X^2\sum_g^+$ और $A^2\sum_u^+$, के लिए संभावित ऊर्जा वक्रों की गणना भी की है, और उनके टकराव गुणों को निर्धारित किया है। एक अन्य सहयोगी कार्य में, अल्ट्राकोल्ड Cs परमाणुओं और कम-ऊर्जा Cs^+ आयनों के बीच टकराव के लिए टकराव दर गुणांक को हाइब्रिड ट्रैप में मापा गया है जिसमें Cs परमाणुओं के लिए मैग्नेटो-ऑप्टिकल ट्रैप (एमओटी) और Cs^+ आयनों के लिए पॉल ट्रैप शामिल हैं। एक अन्य जांच वायरियल प्रमेय के आधार पर संख्यात्मक सिमुलेशन और विश्लेषण के संयोजन का उपयोग करते हुए, ठंडे आयन-परमाणु टकराव के अध्ययन में मल्टीपोल, रैखिक पॉल ट्रैप के प्रदर्शन के बारे में थी।

सप्तर्षि चौधरी, संजुक्ता रॉय ने छात्रों के साथ अत्याधुनिक क्वांटम मिक्सचर प्रयोग करने के लिए एक अल्ट्रा-हाई वैक्यूम प्रणाली की स्थापना पूरी की है। प्रयोग में जटिल संघनित पदार्थ घटना का अनुकरण करने के लिए ट्यून करने योग्य, लंबी दूरी के द्विध्रुवीय अंतःक्रियाओं के साथ क्वांटम पतित मिश्रण और ध्रुवीय अणुओं की उभरती भौतिकी की जांच का दीर्घकालिक लक्ष्य है। सैद्धांतिक सहयोगियों के साथ प्रयोगों के एक अन्य सेट में, अचानक यांत्रिक आवेग के अधीन एक एमओटी में ठंडे परमाणुओं के प्रतिक्रिया कार्य का अध्ययन किया गया है।

प्रेसिजन एटम-लाइट इंटरेक्शन और स्पेक्ट्रोस्कोपी

क्वांटम ऑप्टिक्स लैब में, अंडाल नारायणन, छात्रों और सहयोगियों ने एक परमाणु-प्रकाश अंतःक्रिया योजना की जांच की है जो माइक्रोवेव और ऑप्टिकल क्षेत्रों का उपयोग करके परमाणुओं की आंतरिक अवस्थाओं (जिसे डार्क स्टेट कहा जाता है) का मजबूत सुपरपोजिशन बनाता है। इस योजना में जिसमें एक गैर-रेखीय तीन-लहर मिश्रण प्रक्रिया शामिल है, ऑप्टिकल जांच क्षेत्र के संचरण और अवशोषण गुणों को माइक्रोवेव क्षेत्र के चरण का उपयोग करके नियंत्रित किया जा सकता है, एक तेज, उच्च-विपरीत ऑप्टिकल स्विच को साकार किया जा सकता है। ऑप्टिकल जांच क्षेत्र को माइक्रोवेव क्षेत्र और युग्मन ऑप्टिकल क्षेत्र के बीच एक हस्तक्षेप के कारण प्रवर्धित पाया जाता है, जिसकी मध्यस्थता अंधेरे राज्य द्वारा की जाती है। अंडाल, छात्रों और सहयोगियों द्वारा संबंधित सैद्धांतिक अध्ययन में यह दिखाया गया था कि एक नियंत्रण माइक्रोवेव क्षेत्र के चरण और तीव्रता मापदंडों को अलग करके, और विद्युत चुम्बकीय रूप से प्रेरित पारदर्शिता (ईआईटी) की घटना को नियोजित करके, एक ऑप्टिकल पल्स के समूह विलंब में हेरफेर किया जा सकता है। जैसे कि इसकी गति सबल्यूमिनल (धीमी) से सुपरल्यूमिनल (तेज) तक भिन्न हो सकती है। एक अन्य अध्ययन में, अंडाल और छात्रों ने परमाणु रेडियो-ओवर-फाइबर डिवाइस का उपयोग करके माइक्रोवेव और ऑप्टिकल आवृत्तियों को जोड़ने वाली दो डिजिटल चरण मॉडुलन योजनाओं के व्यावहारिक कार्यान्वयन का प्रदर्शन किया, जिसमें ऑडियो आवृत्ति रेंज में माइक्रोवेव वाहक को संशोधित किया गया था, और सिग्नल पढ़ा गया था ऑप्टिकल फ़्रीक्वेंसी रेंज में।

सप्तर्षि चौधरी, सजुक्ता रॉय, और दिब्येंदु रॉय ने छात्रों के साथ, फैराडे रोटेशन उतार-चढ़ाव तकनीक का उपयोग करके ठंडे परमाणुओं के एक समूह में स्पिन सहसंबंध और आंतरिक स्पिन विश्राम जीवनकाल को मापा है। मापन ठंडे ^{85}Rb परमाणुओं में किया जाता है जो सुसंगत रूप से रमन लेजर बीम की एक जोड़ी द्वारा संचालित होते हैं, जिन्हें 150 माइक्रो-केल्विन के निम्न तापमान तक ठंडा किया जाता है। इस तकनीक का संभावित रूप से क्वांटम सहसंबंधों के मापन के लिए उपयोग किया जा सकता है। परिणाम

का एक व्यापक सैद्धांतिक विवरण ऑप्टिकल बलोच समीकरण (ओबीई) के आधार पर विकसित किया गया है। एक और दिलचस्प परिणाम अंतर-प्रजाति स्पिन-एक्सचेंज टकराव का अवलोकन है, जिसे कमरे के तापमान पर थर्मल परमाणु वाष्प में मापा जाता है। यहाँ, ^{85}Rb में गुंजयमान स्पिन उत्तेजना को ^{87}Rb में स्पिन सहसंबंध स्पेक्ट्रोस्कोपी के माध्यम से पढ़ा जा सकता है। यह परमाणु प्रणालियों में स्पिन एक्सचेंज टकराव की पहली प्रत्यक्ष पहचान में से एक है, जहां गुंजयमान स्पिन एक्सचेंज ने स्पिन उत्तेजना को एक प्रजाति से दूसरी प्रजाति में स्थानांतरित कर दिया है। एक अन्य अध्ययन में, तटस्थ रूबिडियम परमाणुओं को एक माइक्रोन आकार के एमओटी में फंसाया और ठंडा किया गया है और सप्तर्षि चौधरी, संजुक्ता रॉय और छात्रों द्वारा रिडबर्ग परमाणुओं की उच्च-रिज़ॉल्यूशन ऑप्टिकल स्पेक्ट्रोस्कोपी की गई है। कई दसियों सेकंड के उच्च जीवनकाल के साथ कम से कम 30 परमाणुओं को फंसाया और ठंडा किया जा सकता है। सीढ़ी प्रणाली में ईआईटी का उपयोग करते हुए उच्च विभेदन स्पेक्ट्रोस्कोपी उच्च महीन संरचना वाले अवस्थाओं की पूर्ण संक्रमण आवृत्तियों को मापने के लिए किया जा रहा है।

तीव्र प्रकाश - पदार्थ परस्पर क्रिया

अल्ट्राफास्ट और नॉनलाइनियर ऑप्टिक्स लैब में रेजी फिलिप , छात्रों और सहयोगियों ने नाइट्रोचलकोन डेरिवेटिव, सिल्वर-डेकोरेटेड ग्रेफीन ऑक्साइड नैनोहाइब्रिड्स और अलॉय-नैनोपार्टिकल एम्बेडेड कार्बन नैनोट्यूब सहित विभिन्न सामग्रियों में नॉनलाइनियर अवशोषण मापन किया है, जिससे प्रभावी इन सामग्रियों के दो-फोटॉन अवशोषण गुणांक प्राप्त होते हैं। परिणाम हानिकारक लेजर विकिरण के आकस्मिक जोखिम से मानव आंखों और संवेदनशील ऑप्टिकल डिटेक्टरों की सुरक्षा के लिए कुशल ऑप्टिकल सीमाओं के रूप में आवेदन के लिए इन सामग्रियों की क्षमता को इंगित करते हैं। एक अन्य सहयोगी अध्ययन में, विभिन्न चौड़ाई के लेजर दालों को नियोजित करके क्रिस्टलीय सिलिकॉन पर सतह संरचनाओं का निर्माण किया गया है। जबकि अल्ट्राशॉर्ट (100 fs) दालें आवधिक और अर्ध-आवधिक नैनोस्केल पैटर्न के गठन की ओर ले जाती हैं, लघु (7 ns) दालें सतह पर यादृच्छिक सूक्ष्म पैटर्न उत्पन्न करती हैं। आवधिक नैनोस्केल पैटर्न वाली सिलिकॉन सतहें फोटोवोल्टिक, इलेक्ट्रो-ऑप्टिक उपकरणों और सेंसर में अनुप्रयोगों के लिए उपयोगी होती हैं। एक अन्य कार्य में, विभिन्न परिवेश स्थितियों के तहत, अपेक्षाकृत दुर्लभ रियर एब्लेशन ज्यामिति में एक क्वार्ट्ज सब्सट्रेट पर लेपित 50 nm मोटाई की पतली Ni फिल्मों से लेजर-निर्मित प्लाज्मा प्लम उत्पन्न किए गए हैं। विभिन्न लेजर ऊर्जा और पृष्ठभूमि गैस दबावों के लिए नैनोसेकंड लेजर दालों द्वारा उत्पन्न प्लाज्मा प्ल्यूम्स में मौजूद आयनों के त्वरण का विस्तृत अध्ययन किया गया है।

क्वांटम संचार, क्वांटम प्रकाशिकी और क्वांटम सूचना विज्ञान

क्यूआईसी प्रयोगशाला में, उरबसी सिन्हा और छात्र और परियोजना कर्मचारी भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन के सहयोग से भारत की पहली उपग्रह आधारित क्वांटम कुंजी वितरण (क्यूकेडी) परियोजना का नेतृत्व कर रहे हैं। वे इटली सहयोगियों के सहयोग से एकीकृत फोटोनिक्स आधारित क्यूकेडी पर भी काम कर रहे हैं। लैब द्वारा किए गए फ्री स्पेस QKD इन-लैब प्रयोग को विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग द्वारा अपने शीर्ष 20 नवाचारों में से एक के रूप में चुना गया था और साथ ही इंडिया साइंस-द नेशन्स साइंस चैनल द्वारा वर्ष 2020 के लिए अपनी शीर्ष 10 विज्ञान उपलब्धियों में से एक के रूप में चुना गया था। वर्ष का एक बड़ा हिस्सा एक वायुमंडलीय चैनल के माध्यम से मुक्त स्थान QKD के लिए भौतिकी के साथ-साथ इंजीनियरिंग आधारित आवश्यकताओं दोनों को विकसित करने में खर्च किया गया है। प्रयोगशाला ने आंतरिक एक पूर्ण मुक्त स्थान क्वांटम कुंजी वितरण किया है, और वायुमंडल के माध्यम से आरआरआई में दो भवनों को जोड़ने वाला एक अंतर-निर्माण मुक्त अंतरिक्ष क्वांटम संचार प्रयोग भी किया है। भारत की ओर से यह इस तरह का पहला प्रदर्शन है। एक बहुत ही आवश्यक सिमुलेशन टूलकिट विकसित किया गया है जो व्यावहारिक प्रयोगात्मक खामियों को ध्यान में रखते हुए एंड-टू-एंड QKD प्रोटोकॉल का अनुकरण करने में सक्षम है। इस विकास को *qkdSim* कहा जाता है और QKD के व्यावसायिक रूप से व्यवहार्य होने के साथ, यह व्यावहारिक व्यवहार्यता और आदर्श सिमुलेशन के बीच एक बहुत ही महत्वपूर्ण अंतर को भरता है। अन्य सहयोगात्मक कार्यों में, पारंपरिक अंतर-कण उलझाव के विपरीत, अंतर-कण उलझाव का उपयोग करते हुए एक नव QKD प्रोटोकॉल विकसित किया गया है। यह अंतर कण समकक्ष की तुलना में उच्च

कुंजी दरों और कम क्वांटम बिट त्रुटि दर का वादा करता है।

एक अन्य काम में, क्वांटम स्टेट इंटरफेरोग्राफी (क्यूएसआई) नामक क्वांटम स्टेट आकलन के लिए एक क्रांतिकारी नई तकनीक तैयार की गई है और प्रयोगात्मक रूप से प्रदर्शित की गई है। यह पारंपरिक क्वांटम स्टेट टोमोग्राफी तकनीक का एक विकल्प है जहां माप की संख्या को आयामों के साथ बहुत प्रतिकूल रूप से माप की आवश्यकता होती है। QSI में, सामान्य द्विघात स्केलिंग के विपरीत आयामों के साथ स्केलिंग रैखिक होती है। सटीक क्वांटम राज्य अनुमान क्वांटम कंप्यूटिंग और क्वांटम संचार सहित विभिन्न क्वांटम प्रौद्योगिकियों के लिए एक आवश्यक घटक है। इस काम को विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग द्वारा 2020 के लिए शीर्ष 20 नवाचारों में से एक के रूप में उजागर किया गया था। हार्डी और कैबेलो लिआंग संबंधों के माध्यम से डिवाइस स्वतंत्र यादृच्छिक संख्या पीढ़ी भी प्रदर्शन किया गया है।





मृदु संघनित पदार्थ

अवलोकन

मृदु 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, पॉलीमर मेल्ट या सॉल्यूशन, पेंट और कई जैविक सामग्री जैसे कोशिकाएं और ऊतक 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 प्रणाली , 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। पिछले वर्ष के दौरान एससीएम समूह की कुछ शोध गतिविधियों का संक्षिप्त विवरण नीचे दिया गया है। व्यापक और विस्तृत विवरण के लिए, पाठक को इस रिपोर्ट के पेज 74 पर जाने के लिए आमंत्रित किया जाता है।

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। **2020-21** के दौरान, अरुण रॉय और उनके छात्रों ने पहली बार एक शुद्ध तरल क्रिस्टलीय यौगिक में क्रिस्टल-समृद्ध और क्रिस्टल-गरीब क्षेत्रों की लयबद्ध वृद्धि के कारण बैंडेड स्फेरुलाइट के गठन की सूचना दी। अनुसंधान भी तरल क्रिस्टल में नव चरण क्रम और क्रिस्टल बहुरूपता के संश्लेषण और विस्तृत प्रयोगात्मक जांच (आरएससी एडीवी, **11, 4958 (2021)**) की दिशा में था।

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 प्रणाली 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।

लैपोनाइट एक कोलाइडल सिंथेटिक मिट्टी है जो अंतर-कण इलेक्ट्रोस्टैटिक इंटरैक्शन के सहज विकास के कारण जलीय निलंबन में शारीरिक उम्र बढ़ने को दर्शाता है। रंजिनी बंद्योपाध्याय और उनके छात्रों द्वारा पिछले वर्ष के दौरान अनुसंधान (फ्लूड्स का भौतिकी 33, 013103 (2021)) प्रयोगात्मक अध्ययन और लैपोनाइट निलंबन में गिरने वाले क्षेत्रों की गतिशीलता को व्यवस्थित करने के सैद्धांतिक मॉडलिंग के माध्यम से थिक्सोट्रोपिक निलंबन के विनाश की दरों का अनुमान लगाने पर था। लैपोनाइट निलंबन की उम्र बढ़ने की गतिशीलता और रियोलॉजी पर एक अन्य अध्ययन (arXiv:2009.12741) से पता चला है कि विलायक संरचना इन निलंबन की गतिशीलता और रियोलॉजी को निर्धारित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। अनुसंधान भी दो तरल पदार्थों के चिपचिपापन अनुपात के एक कार्य के रूप में न्यूटनियन और कतरनी पतला चिपचिपा तरल पदार्थ के बीच इंटरफेसियल अस्थिरता को दबाने की दिशा में था (arXiv:2010.10423)।

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। सायंतन मजूमदार और उनके छात्रों (सॉफ्ट मैटर, 2021, 17, 6435) द्वारा पिछले वर्ष के दौरान किए गए शोध ने कोलेजन (टाइप--I) जो स्तनधारियों में सबसे प्रचुर मात्रा में बाह्य-मैट्रिक्स प्रोटीन है व संयोजी ऊतकों का मुख्य संरचनात्मक और भार वहन करने वाला तत्व है, द्वारा गठित नेटवर्क की उपज गतिशीलता पर प्रकाश डाला है। इस अध्ययन में ऊतक इंजीनियरिंग और लचीला जैविक मचानों को डिजाइन करने में संभावित अनुप्रयोग हो सकते हैं। एक अन्य शोध फोकस क्रॉस लिंक्ड बायोपॉलिमर (सॉफ्ट मैटर, 2021, 17, 5499) में मैकेनिकल हिस्टैरिसीस पर एक्टिन फिलामेंट एलाइनमेंट द्वारा निभाई गई भूमिका को समझने की ओर था। इस तरह के अध्ययन यह समझने में मदद कर सकते हैं कि हमारे शरीर में कोशिकाएं साइटोस्केलेटन के रीमॉडेलिंग के माध्यम से अपने सामग्री गुणों को गतिशील रूप से कैसे नियंत्रित करती हैं, मुख्य रूप से बायोपॉलिमर एक्टिन द्वारा गठित क्रॉस-लिंक्ड फिलामेंट्स और बंडलों का एक संयोजन।

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 प्रणाली 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 वर्ष के दौरान, गौतम सोनी, उनके छात्रों और सहयोगियों ने विभिन्न जैविक प्रक्रियाओं में इसकी कार्यात्मक भूमिका समझने के लिए सुपरकाइल्ड डीएनए के संरचनात्मक परिदृश्य को समझने के लिए एक संभावित मंच के रूप में आंतरिक निर्मित क्वार्ट्ज नैनोपोर्स का उपयोग करके सेंसिंग (नैनोस्केल (2021), 13, 320- 331) का प्रदर्शन किया। इसके अलावा, पिछले कुछ वर्षों के दौरान अनुसंधान प्रयासों की परिणति मात्रात्मक इलेक्ट्रोफ्लुइडिक माप के लिए एक उच्च-रिज़ॉल्यूशन डिवाइस के विकास और इथेनॉल के संपर्क में आने पर लाल रक्त कोशिका की मात्रा में अस्थायी और संकेंद्रता निर्भर परिवर्तन के पहले प्रत्यक्ष परिमाणीकरण की रिपोर्टिंग (एसीएस सेंसर (2020), 5(12): 3892–3901) के रूप में हुई।

अक्षतन्तुओं की जैव भौतिकी

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 गैर 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 अधः 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 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।

पिछले वर्ष के दौरान अनुसंधान अक्षतंतु की अरेखीय यांत्रिक प्रतिक्रिया का अध्ययन करने पर किया गया है, जब अलग-अलग परिमाण के चक्रीय उपभेदों और एक विस्तारित अवस्था से मुक्त होने पर अक्षतंतु के बकलिंग के अधीन होते हैं। इसने मौजूदा सैद्धांतिक मॉडल में सुधार और सूक्ष्मनलिकाएं की विस्कोलेस्टिक प्रतिक्रिया की बेहतर समझ को सक्षम किया है। उनके व्यवहार की जांच के लिए लेजर कटिंग एक्सॉन सक्रिय शोध का एक अन्य क्षेत्र है। साइटोस्केलेटल घटकों के बीच बल संतुलन में यंत्रवत अंतर्दृष्टि प्रदान करने के अलावा, ये अध्ययन हमें चोट के बाद अक्षतंतु अधः पतन प्रक्रिया को समझने में भी मदद करेंगे। इसके अतिरिक्त, एक्सोनल मेम्ब्रेन डायनामिक्स का अध्ययन करने के लिए एक पूरी

तरह से स्वचालित माइक्रोफ्लुइडिक डिवाइस को आंतरिक रूप से विकसित किया गया 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 प्रणाली 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 वर्ष के दौरान, ज़िवटरियोनिक लिपिड पर अध्ययन के परिणामों से पता चला है कि अम्लीय पीएच इन लिपिडों के चरण व्यवहार में एक प्रमुख भूमिका निभाता है।





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 प्रणालियों के व्यवहार का मॉडल और भविष्यवाणी करना है जो इस सुंदर और जटिल ब्रह्मांड का गठन करते हैं जिसमें हम रहते हैं। आरआरआई में सैद्धांतिक भौतिकी (टीपी) समूह निम्नलिखित क्षेत्रों में सक्रिय रूप से अनुसंधान कर रहा है: सांख्यिकीय भौतिकी और संघनित पदार्थ, क्वांटम ऑप्टिक्स, क्वांटम गुरुत्वाकर्षण, क्वांटम यांत्रिकी की नींव और सामान्य सापेक्षता। टीपी समूह ने आरआरआई के भीतर प्रायोगिक समूहों के साथ एक मजबूत सहयोग किया है। प्रकाश और पदार्थ भौतिकी समूह के साथ संबंध विशेष रूप से क्वांटम यांत्रिकी, क्वांटम सूचना, संवेदन और मेट्रोलॉजी और नोइक्विलिब्रियम क्वांटम गतिकी में मूलभूत प्रश्नों के क्षेत्रों में है। शीतल संघनित पदार्थ समूह के साथ ओवरलैप जीवविज्ञान, बहुलक भौतिकी और मॉडलिंग स्टोचस्टिक खोज प्रक्रिया जैसे क्षेत्रों में है। इसके अतिरिक्त, आरआरआई सिद्धांतकारों का उपरोक्त अनुसंधान क्षेत्रों में राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय दोनों साथियों के साथ फलदायी सहयोग है। पिछले वर्ष के दौरान टीपी समूह की कुछ अनुसंधान गतिविधियों का संक्षिप्त विवरण नीचे दिया गया है। व्यपक और विस्तृत विवरण के लिए पाठक को इस रिपोर्ट के पृष्ठ 86 पर जाने के लिए आमंत्रित किया जाता है।

गैर संतुलन सांख्यिकीय भौतिकी और स्टोकेस्टिक प्रक्रियाएं

गैर संतुलन प्रणाली सर्वव्यापी हैं; भौतिकी, रसायन विज्ञान, जैविक और पर्यावरण विज्ञान से लेकर वित्त तक विविध विषयों में पाया जाता है। ऊष्मीय वातावरण से जुड़ी एक प्रणाली एक संतुलन अवस्था की ओर शिथिल होती है। उदाहरण के लिए, एक गर्म कप कॉफी या एक गिलास ठंडे पेय को कमरे में बैठे रहने से आसपास के गैस अणुओं के साथ गर्मी का आदान-प्रदान करके थर्मल संतुलन प्राप्त करने का प्रयास किया जाता है। कई वातावरणों से जुड़कर एक प्रणाली को मनमाने ढंग से लंबे समय तक संतुलन से बाहर रखा जा सकता है। उदाहरण के लिए, अलग-अलग तापमान वाले दो ताप जलाशयों से जुड़ा एक थर्मल कंडक्टर एक गैर-संतुलन स्थिर स्थिति का शोध करता है, जहां कंडक्टर के माध्यम से गर्म जलाशय से ठंडे जलाशय में गर्मी एक स्थिर दर पर बहती है। संतुलन पर एक प्रणाली के विपरीत, एक गैर-संतुलन प्रणाली के विभिन्न विन्यासों की संभावनाएं एक प्राथमिकता नहीं दी जाती हैं, लेकिन अंतर्निहित स्टोकेस्टिक गतिशीलता द्वारा निर्धारित की जाती हैं। सामान्य ढांचे की कमी के कारण यह अक्सर एक चुनौतीपूर्ण कार्य होता है। नोइक्विलिब्रियम सांख्यिकीय भौतिकी का दायरा थर्मल प्रणाली से बहुत आगे तक फैला हुआ है। वास्तव में, एक प्रणाली अपनी गतिशीलता के कारण स्वाभाविक रूप से गैर संतुलन नहीं हो सकती है। उदाहरण के लिए, मार्बल्स के लगातार हिलने वाले बॉक्स की तरह एक एथर्मल प्रणाली एक गैर-संतुलन स्थिर स्थिति तक पहुंचता है जहां वेग वितरण बोल्ट्ज़मान नहीं होता है। व्यापक रुचि का एक अन्य उदाहरण तथाकथित सक्रिय गति है, जो जीवित प्रणालियों में सूक्ष्म पैमाने पर जीवाणु गतिशीलता से लेकर मैक्रोस्कोपिक पैमाने पर पक्षियों के झुंड और मछली के साथ-साथ दानेदार पदार्थ, स्व-उत्प्रेरक तैराक और नैनो-मोटर्स सहित कृत्रिम प्रणालियों में पाया जाता है। आरआरआई के शोधकर्ता मौलिक समझ के साथ-साथ व्यावहारिक अनुप्रयोगों पर ध्यान केंद्रित करते हुए, गैर-संतुलन प्रणालियों और स्टोकेस्टिक प्रक्रियाओं के विभिन्न पहलुओं में रुचि रखते 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।

कुछ बैक्टीरिया, सक्रिय गति को उलटने वाली एक अनूठी तरह की दिशा प्रदर्शित करते हैं, जिससे दिशा के एक विसरित परिवर्तन के अलावा, गति भी रुक-रुक कर अपनी दिशा को पूरी तरह उलट देती है। आयन संतरा, उरना बसु और संजीब सभापंडित द्वारा हाल के काम (भौ संशो E 104, L012601 (2021)) ने जवाब दिया है: इस तरह के सूक्ष्मजीव आमतौर पर एक निश्चित समय में कितनी दूर फैलते हैं? खाद्य स्रोत खोजने में कितना समय लगता है (प्रथम-मार्ग का समय)? रन और टम्बल कणों पर स्टोकेस्टिक रीसेटिंग के प्रभावों पर समान सदस्यों द्वारा एक अन्य अध्ययन (जे स्टेट मैक 2020, 113206 (2020) ने इन वर्गों के कणों के लिए सीमांत और स्थितीय वितरण के साथ-साथ प्रथम मार्ग गुणों पर प्रकाश डाला है। विभिन्न स्टोकेस्टिक रीसेटिंग प्रोटोकॉल के तहत एक सक्रिय ब्राउनियन कण (एबीपी) के स्थिति वितरण का अध्ययन करने की दिशा में उरना बसु और छात्रों (भौ संशो ई 102, 052129 (2020)) के प्रयासों से इन प्रोटोकॉल के अधीन होने पर एबीपी की गतिशील प्रतिक्रिया की बेहतर समझ पैदा हुई है। संचालित रन और टम्बल कणों की जांच (जे स्टेट मैक 2020, 083207 (2020)) जिसे लगातार ब्राउनियन गति के रूप में भी जाना जाता है, ने संजीब सभापंडित और सहयोगियों को इन कणों के संभाव्यता वितरण पर प्रकाश डालने में सक्षम बनाया है। एक अन्य काम में (भौ संशो पत्र 125, 200601 (2020)) संजीव सभापंडित और सहयोगी एक फैलाने वाले कण की बाधा पार करने की दर में ठंड संक्रमण का पता लगाते हैं और दिखाते हैं कि ठंड संक्रमण तब होता है जब संबंधित क्वांटम समस्या में जमीनी अवस्था (बाध्य) और बिखरने वाले अवस्थाओं की निरंतरता के बीच का अंतर गायब हो जाता है।

महामारी में इष्टतम नियंत्रण

एक महामारी के दौरान, सार्वजनिक स्वास्थ्य और सामाजिक-आर्थिक लागत से उत्पन्न होने वाली परस्पर विरोधी मांगें हैं। लॉकडाउन संक्रमण को रोकने का एक सामान्य तरीका है, लेकिन वे अर्थव्यवस्था पर प्रतिकूल प्रभाव डालते हैं। जोसेफ सैमुअल और सुपर्णा सिन्हा ने लॉकडाउन के सामाजिक-आर्थिक नुकसान को कम से कम करने के सवाल का अध्ययन (भौ संशो E 103, L010301) किया। वे एक निश्चित स्वास्थ्य लागत के लिए सामाजिक-आर्थिक लागत का अनुकूलन करते हैं और महामारी को नेविगेट करने के लिए एक रणनीति पर पहुंचते हैं।

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 कैनेमैटिक्स') 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। 2020-21 के दौरान, सुमति सूर्या और सहयोगी ने पाया (कक्षा। क्वांटम ग्रेव। 37 195030 (2020)) कारण सेट के लिए जटिल अनुक्रमिक विकास मॉडल में विस्तार (और तब से सहप्रसरण) के लिए एक मानदंड है। उन्होंने मॉडलों का एक बड़ा परिवार पाया है जिसमें माप का विस्तार होता है, ताकि सभी सहसंयोजक घटनाएं/अवलोकन मापने योग्य हों। एक अन्य काम में, (क्लास क्वांटम ग्रेव 38 045017(2021))सुमति सूर्या, अभिषेक माथुर और अनूप आनंद सिंह ने कारण सेट पथ-योग के लिए उप-प्रमुख द्विस्तरीय आदेशों के योगदान पर लूमिस और कार्लिप के काम को बढ़ाया हैऔर दिखाया कि लिंक क्रिया समान श्रेणी के मापदंडों के लिए प्रमुख क्लेटमैन-रोथ्सचाइल्ड आदेशों को दबा देती है।

गैर संतुलन क्वांटम गतिशीलता

संतुलन क्वांटम गतिकी की जांच लगभग एक सदी से की जा रही है, और बंद (पृथक/रूढ़िवादी) और खुले (स्नान/पर्यावरण के साथ) क्वांटम प्रणाली दोनों के लिए अच्छी तरह से विकसित सांख्यिकीय यांत्रिकी विवरण हैं। उपरोक्त विवरणों को संतुलन से बाहर क्वांटम प्रणाली के सामान्यीकरण के लिए भी जबरदस्त प्रयास किए गए हैं। फिर भी, पचास वर्षों के गहन शोध के बाद भी, गैर संतुलन क्वांटम गतिकी की हमारी वर्तमान समझ अभी भी अपर्याप्त है। यह जानने के लिए हाल के वर्षों में सक्रिय शोध का हिस्सा है कि एक दूर-संतुलन बंद क्वांटम प्रणाली कब और कैसे संतुलन में शिथिल होती है। एक यांत्रिक (समय-स्वतंत्र या -निर्भर विद्युत या चुंबकीय क्षेत्र) गड़बड़ी को लागू करके या प्रणाली की सीमाओं को सापेक्ष गति (कतरनी) में रखकर या विभिन्न तापमानों पर बनाए रखने के द्वारा एक प्रणाली को दूर-संतुलन संचालित किया जा सकता है। जब एक संतुलन से बाहर प्रणाली संतुलन के लिए शिथिल नहीं होता है, तो यह दो गैर संतुलन प्रणाली उत्पन्न करता है: यांत्रिक गैर संतुलन प्रणाली और तापीय गैर संतुलन प्रणाली। आरआरआई में इस दिशा में अनुसंधान मोटे तौर पर ठोस अवस्था और परमाणु, आणविक और प्रकाशिकी (एएमओ) प्रणालियों में गैर संतुलन क्वांटम गतिशीलता को समझने पर केंद्रित है।

कणों की गति में पैटर्न सटीक रूप से हल करने योग्य प्रणालियों के लिए नियमित हो सकता है, उदाहरण के लिए, एक साधारण पेंडुलम, और जटिल प्रणालियों के लिए अनियमित या अराजक, जैसे, मौसम या सुपरकंडक्टिंग जंक्शन। दिब्येंदु रॉय और सहयोगी (भौ संशो ई, 2020, खंड 102, लेख संख्या 060202 (संशो)) ने एक संरक्षित कण संख्या की उपस्थिति या अनुपस्थिति में कणों की एक समय-समय पर ठोकर मारने वाली जाली (जैसे, इलेक्ट्रॉनों) की क्वांटम प्रणाली में अराजकता के एक नए तंत्र की पहचान की। उनका अध्ययन स्पेक्ट्रल फॉर्म फैक्टर (एसएफएफ) पर प्रकाश डालता है, जो ऐसी प्रणालियों में अराजक व्यवहार का एक महत्वपूर्ण उपाय है।

विशिष्ट क्वांटम प्रणालियों में एक बैंड-संरचना टोपोलॉजी होती है, जो क्वांटम हॉल प्रभाव जैसी मजबूत घटनाओं को जन्म देती है। हाल के एक काम में (भौ संशो बी, 2021, खंड 103, लेख सं 075441), दिब्येंदु रॉय और विवेक व्यास ने समय-समय पर संचालित गैर-हर्मेटियन सु-श्रीफर-हीगर मॉडल के सांस्थितिक पहलुओं का अध्ययन किया और पाया कि पर्यावरणीय अन्तः क्रिया एक अजीब अंतर्निहित टोपोलॉजी को जन्म दे सकता है, जिसे नियंत्रित भी किया जा सकता है। एक अन्य कार्य (arXiv:2010:08336), में, दिब्येंदु रॉय और सहयोगी ने टोपोलॉजिकल सुपरकंडक्टर्स, सेमीकंडक्टर्स और धातु से बने ओपन क्वांटम प्रणाली में इलेक्ट्रिकल, थर्मल और स्पिन ट्रांसपोर्ट के एकीकृत विवरण को विकसित करने के लिए क्वांटम लैंग्विन समीकरण और ग्रीन की फ़ंक्शन विधि के सामान्यीकरण का उपयोग किया।

पिछले वर्ष के दौरान, सुरका भट्टाचार्जी और सुपर्णा सिन्हा ने एक प्रारंभिक बिंदु के रूप में क्वांटम लैंग्विन समीकरण का उपयोग प्रतिक्रिया फ़ंक्शन, स्थिति-वेग सहसंबंध फ़ंक्शन और एक चुंबकीय क्षेत्र में एक आवेशित क्वांटम ब्राउनियन कण का वेग स्वतःसहसंबंध कार्य जो स्नान से जुड़ा होता है के अध्ययन करने के लिए किया था (arXiv:2105.07036)। एक अन्य कार्य में, सुपर्णा सिन्हा और सहयोगियों ने एक 3डी ऑप्टिकल शीरा में ठंडे परमाणुओं के प्रतिक्रिया कार्य को मापने की दिशा में प्रकाश और पदार्थ भौतिकी समूह से सप्तर्षि चौधरी द्वारा एक प्रयोगात्मक प्रयास के लिए सैद्धांतिक विश्लेषण प्रदान किया (arXiv:2101.09118)।



अंतिम शब्द/समापन टिप्पणी

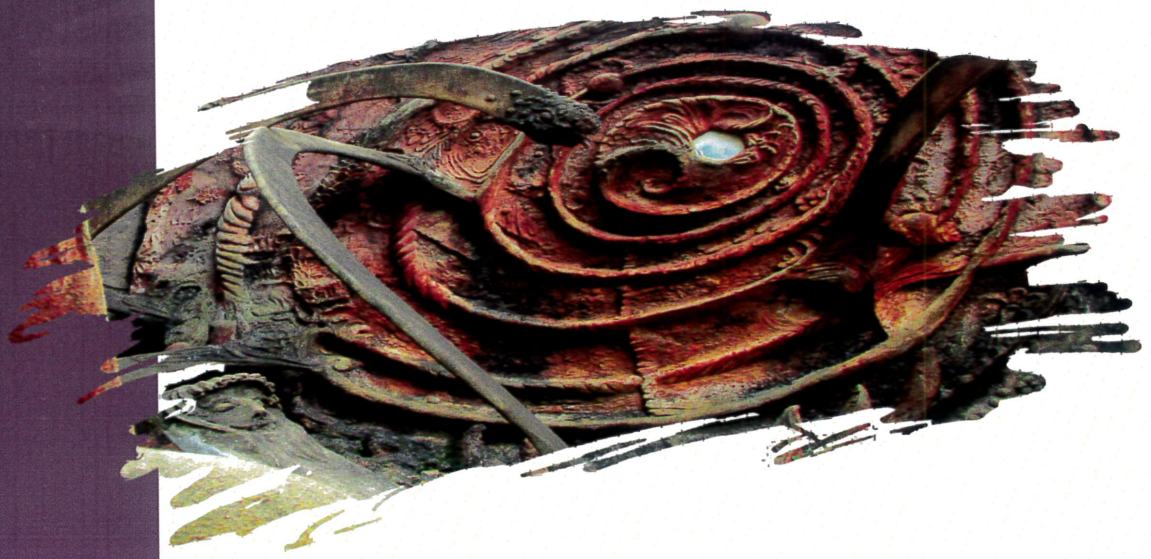
संस्थापक, सर सी वी रामन के दिनों से, संस्थान एक तरह के प्रयोगात्मक अनुसंधान में लगा हुआ है जो असामान्य हो रहा है। संस्थान बुनियादी विज्ञान में अनसुलझे प्रश्नों को लक्षित करता है, जिनके लिए उद्देश्यपूर्ण नवाचार की आवश्यकता होती है - खगोल विज्ञान में उपकरण बनाना, क्वांटम परमाणु प्रकाशिकी और सूचना, नरम 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।


ज्ञान सृजन
अनुसंधान



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:

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 ।

दूसरी ओर प्रेक्षणीय खगोल विज्ञान अंतरिक्ष से पूरे विद्युतचुंबकीय 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 ।

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।

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 निदर्शन नियोजित किए जाते हैं ।

फोकस 2020-2021

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 अंतःक्रियाओं 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। **2020-21** के दौरान संस्थान में किए गए सैद्धांतिक खगोल भौतिकी और ब्रह्मांड विज्ञान में अनुसंधान केंद्र बिंदु का एक विस्तृत विवरण इस प्रकार है।

अंतरतारकीय और परिधीय आकाशगांगेय माध्यम

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

सहयोगी यूजीन वासिलिव और यूरी शेकिनोव के साथ, बिमान नाथ उच्च रेडशिफ्ट क्वासर से सीआईआई उत्सर्जन लाइनों का अध्ययन कर रहे हैं ताकि यह निर्धारित किया जा सके कि वे तारकीय या एजीएन विकिरण से उत्साहित हैं या नहीं। उन्होंने ब्लैक होल से उच्च ऊर्जा उत्सर्जन और अंतरतारकीय माध्यम पर तारकीय विकिरण को चमकाने के लिए फोटोआयनीकरण कोड का इस्तेमाल किया और दिखाया कि सीआईआई लाइन उत्सर्जन के दूर अवरक्त विकिरण के देखे गए अनुपात को केवल अस्पष्ट एजीएन की मदद से समझाया जा सकता है।

[बिमान नाथ और सहयोगी यूजीन ओ वासिलिव (दक्षिणी संघीय विश्वविद्यालय, रूस) और यूरी ए शेकिनोव (रूसी विज्ञान अकादमी, रूस के लेबेदेव भौतिक संस्थान)]

आकाशगंगा परिमंडलीय माध्यम में ब्रह्मांडीय किरणों पर प्रतिबंध

बिमान नाथ और उनके छात्रों रणिता जाना और मनामी रॉय ने आकाशगंगा सर्कमगैलेक्टिक माध्यम में ब्रह्मांडीय किरण आबादी के प्रभावों का अध्ययन किया, और मनाया फैलाने वाली गामा-किरण पृष्ठभूमि और सिंक्रोट्रॉन विकिरण से बाधाओं को रखा। यह काम अब प्रकाशित हुआ है: रनिता जाना एट अल 2020 एपीजेएल 903 एल 9

[रनीता जाना, मनामी रॉय और बिमान नाथ]

तारा समूहों से विसरित गामा-किरणें

विशाल तारा समूहों में ब्रह्मांडीय किरण त्वरण पर पिछले कार्य के अनुवर्ती के रूप में, बिमान नाथ और सहयोगी डेविड आइक्लर ने विश्लेषणात्मक रूप से दिखाया है कि हमारी आकाशगंगा में प्रेक्षित विसरित गामा-किरण पृष्ठभूमि का एक महत्वपूर्ण अंश तारा समूहों से ब्रह्मांडीय किरणों का तत्काल आसपास के माध्यम के साथ परस्पर क्रिया द्वारा योगदान देता है। यह काम अब प्रकाशित हुआ है: एमएनआरएएस: पत्र, खंड 499, अंक 1, नवंबर 2020, पृष्ठ एल 1-एल 5

[बिमान नाथ और डेविड ईचलर (बेन गुरियन यूनिवर्सिटी, इज़राइल)]

विशाल आकाशगंगाओं से समूहों तक वर्षण सीमित गर्म-प्रभामंडल

बिमान नाथ और सहयोगी प्रियंका सिंह और जी एम वोइट ने एक्स-रे और सुनयव-ज़ेल्डोविच प्रभाव टिप्पणियों के प्रकाश में, बड़े पैमाने पर आकाशगंगाओं से लेकर आकाशगंगा समूहों तक के गर्म प्रभामंडल पर लागू परिमण्डलीय माध्यम के लिए वर्षा मॉडल की जांच की। उन्होंने दिखाया है कि एक एकल मॉडल वास्तव में अवलोकन संबंधी रुझानों की व्याख्या कर सकता है, और एमसीएमसी गणनाओं के आधार पर मापदंडों पर प्रतिबंध लगा दिया है।

[बिमान नाथ और सहयोगी प्रियंका सिंह (आईएनएएफ इटली औरआईएफपीयू , इटली) और जी एम वोइट (मिशिगन स्टेट यूनिवर्सिटी, यूएसए)]

गेलेक्टिक संरचना और तारकीय गतिशीलता

डिस्क आकाशगंगाओं की सर्पिल संरचना

2019 में द एस्ट्रोफिजिकल जर्नल में प्रकाशित एक पेपर में, एस श्रीधर ने एक डिस्क आकाशगंगा का एक मॉडल बनाया जिसमें एक क्षणिक सर्पिल मोड लिंडब्लैड और सह-घूर्णन अनुनादों में चरण स्थान में "निशान" छोड़ देता है। तारों का वितरण कार्य (डीएफ) गुंजयमान निशान के भीतर "चपटा" होता है और उनके बाहर अबाधित नहीं होता है। श्रीधर ने दिखाया कि इस चपटेपन के परिणामस्वरूप सर्पिल मोड के अपव्यय में भारी कमी आती है जो बाद में अंतर्निहित असतत शोर (आकाशगंगा में सितारों की एक सीमित संख्या के कारण) से उत्पन्न होते हैं। इसलिए गुंजयमान निशान क्षणिक सर्पिल मोड के नवीनीकरण को सक्षम करते हैं, जैसा कि हाल के संख्यात्मक अनुकार में अध्ययन किया गया है।

इस प्रदर्शन ने "वैश्विक" तकनीकों का इस्तेमाल किया, लिंडन-बेल और कल्नज (एलबीके) औपचारिकता का उपयोग करते हुए डिस्क बल आघूर्ण के विवरण का शोषण किया। जबकि तकनीक अत्यंत शक्तिशाली है, यह परिष्कृत विधियों का उपयोग करती है जिसके साथ तारकीय गतिकी में एक सामान्य शोधकर्ता के परिचित होने की संभावना नहीं है। इसलिए, श्रीधर ने गोल्डरेइच और लिंडेन-बेल और जूलियन और टूमरे द्वारा 1960 के दशक में आविष्कार की गई "कर्तन शीट" औपचारिकता में यात्रा तरंगों का उपयोग करके समस्या का इलाज करने का संकल्प लिया। यह एक सुंदर सहज ज्ञान युक्त विधि है, जो गुंजयमान गुहा में सर्पिल घनत्व तरंगों को स्टैंडिंग -मोड के रूप में मानती है। उद्देश्य लिंडब्लैड और सह-घूर्णन अनुनादों पर प्रतिबिंब और अवशोषण गुणांक की गणना करना है, और इस तरह यह साबित करना है कि एक अर्ध-स्थायी-मोड प्रतिबिंबों के आत्मनिर्भर चक्र के माध्यम से स्वाभाविक रूप से उत्पन्न होती है, जिसमें बहुत कम नुकसान होता है।

[एस श्रीधर]

धूल क्षीणन वक्र और आकाशगंगाओं की संरचना

आकाशगंगाओं के ब्रह्मांडीय विकास का सटीक तरीके से पता लगाने के लिए धूल की उपस्थिति के प्रभावों का लेखा-जोखा महत्वपूर्ण है। आण्विक क्लाउड कूलिंग और स्टार गठन में शामिल होने के अलावा, आकाशगंगाओं के आईएसएम में मौजूद धूल, तारकीय प्रकाश के आधे से अधिक पुन: संसाधित करती है। एक आकाशगंगा का धूल क्षीणन वक्र प्रत्येक तरंग दैर्ध्य पर धूल द्वारा निर्मित प्रकाशिकीय गहराई का प्रतिनिधित्व करता है। आकाशगंगा के लगभग सभी गुणों, विशेष रूप से इसके तारकीय द्रव्यमान और तारा निर्माण दर के सटीक अनुमान के लिए इस वक्र की विस्तृत जानकारी महत्वपूर्ण है।

एक आकाशगंगा की धूल सामग्री को उसकी ज्यामिति (या संरचना) के साथ सहसंबद्ध पाया गया है। हालाँकि, इस संबंध को व्यवस्थित और मात्रात्मक तरीके से नहीं खोजा गया है। एक संरचनात्मक संकेतक की पहचान करना जो धूल से अच्छी तरह से संबंधित है, उपलब्ध संरचनात्मक मापदंडों के साथ आकाशगंगाओं के एक बड़े नमूने के लिए धूल क्षीणन मापदंडों को निर्धारित करने में मदद कर सकता है। लाभ यह है कि संरचनात्मक प्राचल प्रकाशकीय डेटा (स्थानीय और दूर की आकाशगंगाओं के लिए) की उचित गुणवत्ता से गणना करना बहुत आसान है, क्योंकि क्षीणन प्राचल की तुलना में बहु-तरंग दैर्ध्य उच्च-रिज़ॉल्यूशन वर्णक्रमीय जानकारी और विस्तृत मॉडलिंग की आवश्यकता होती है।

पिछले वर्ष के दौरान, सोनाली सचदेवा और बिमान नाथ ने धूल क्षीणन मापदंडों के साथ विभिन्न संरचनात्मक संकेतकों के सहसंबंध की जांच के लिए (~16000) आकाशगंगाओं का एक बड़ा नमूना लिया है। सभी आकाशगंगाएं एसडीएसएस-स्ट्राइप 82 क्षेत्र (220 डिग्री वर्ग) से हैं, जिन्हें संपूर्ण तरंग दैर्ध्य रेंज पर कई गहरी इमेजिंग और स्पेक्ट्रोस्कोपिक सर्वेक्षणों द्वारा लक्षित होने का लाभ है। इस तरह के विस्तृत कवरेज

और नई विकसित मॉडलिंग तकनीकों से लाभ उठाते हुए, इन आकाशगंगाओं के लिए गणना किए गए तारकीय और धूल क्षीणन मापदंडों को अभी तक का सबसे सटीक अनुमान दिखाया गया है। इसके अलावा, इन आकाशगंगाओं पर बहु-घटक मॉडल फिट किए गए हैं ताकि सबसे सुसंगत तरीके से संरचनात्मक मापदंडों की पूरी विविधता की गणना की जा सके। उनकी जांच ने इन आकाशगंगाओं के धूल क्षीणन और केंद्रीय एकाग्रता मापदंडों के बीच एक अच्छी तरह से परिभाषित प्रवृत्ति का खुलासा किया है। डिस्क जैसी आकाशगंगाओं ($n<2.0$) के लिए, प्रकाशकीय धूल क्षीणन प्राचल (आर) मानों की एक पूरी श्रृंखला को कवर करता है। हालाँकि, एक आकाशगंगा जितनी अधिक गोलाकार होती है ($n>4.0$), उतना ही अधिक विवश क्षीणन प्राचल होता है। इससे पता चलता है कि सभी गोलाकार प्रभुत्व वाली आकाशगंगाओं में समान धूल क्षीणन वक्र होते हैं, इस प्रकार, इन्हें उचित सटीकता के साथ अनुमानित किया जा सकता है। डिस्क और गोलाकार प्रभुत्व वाली आकाशगंगाओं के लिए धूल के प्रभाव में उल्लेखनीय अंतर के कारण की खोज के लिए वर्तमान प्रयास हैं। यह ब्रह्मांडीय समय में आकाशगंगाओं में रूपात्मक परिवर्तन और धूल उत्पादन के लिए समय-पैमाने के बारे में कुछ अंतर्दृष्टि प्रदान करना चाहिए।

[सोनाली सचदेवा और बिमान नाथ]

एजीएन जेट मूल में मेजबान आकाशगंगाओं की भागीदारी

पिछले दो दशकों में, अवलोकनों से पता चला है कि लगभग सभी आकाशगंगाएँ, चाहे उनका द्रव्यमान कुछ भी हो, अपने केंद्रों पर एक सुपरमैसिव ब्लैक होल (एसएमबीएच) को शरण देती है। इस खोज का एक आश्चर्यजनक पहलू यह है कि इस एसएमबीएच का द्रव्यमान मेजबान आकाशगंगा के गुणों (द्रव्यमान, चमक और वेग फैलाव) से संबंधित है, जो आकार में 6-7 ऑर्डर-ऑफ-परिमाण बड़ा है। सक्रिय गांगेय नाभिक (एजीएन) में भी, अधिक विशाल और सक्रिय रूप से अभिवृद्धि एसएमबीएच है, मेजबान आकाशगंगा के विशाल अण्डाकार होने की अधिक संभावना है।

पुष्टि में, अण्डाकार आकाशगंगाओं में रहने वाले बड़े पैमाने पर एजीएन द्वारा सापेक्षतावादी रेडियो जेट का उत्पादन देखा गया है। हालांकि, पिछले एक दशक में, नैरो लाइन सेफ़र्ट 1 (NLSy1) आकाशगंगाओं की एक बड़ी संख्या (~500) को सापेक्षतावादी रेडियो जेट बनाने के लिए खोजा गया है। यह जेट मूल की समझ के लिए एक चुनौती है क्योंकि NLSy1 डिस्क वर्चस्व वाले मेजबानों के साथ कम द्रव्यमान वाले एजीएन हैं। गामा किरणों में इस रेडियो-लाउड सैंपल (NLSy1-RL) के एक महत्वपूर्ण अंश (10-20%) का पता लगाने से यह चुनौती बढ़ जाती है, इस प्रकार जेट की उपस्थिति की पुष्टि होती है। जेट की उत्पत्ति को समझने के लिए इस काउंटर-सहज ज्ञान युक्त अवलोकन के कारण को हल करना महत्वपूर्ण है। यह संदेह है कि मेजबान आकारिकी इन "युवा जेट" के ईंधन भरने और रखरखाव में शामिल हैं। ठोस सबूत प्राप्त करने के लिए, सोनाली सचदेवा ने सहयोगी रूपज्योति गोगोई और रवि जोशी के साथ सुबारू हाइपर सुप्रीम कैमरा के साथ देखे गए सभी NLSy1-RL आकाशगंगाओं (~ 45) के विस्तृत, बहु-तरंग दैर्ध्य, बहु-घटक संरचनात्मक अपघटन का प्रदर्शन किया। इसमें केंद्रीय स्रोत का सावधानीपूर्वक मॉडलिंग शामिल है क्योंकि यहां तक कि मामूली बेमेल के परिणामस्वरूप मेजबान आकाशगंगा मापदंडों का गलत अनुमान लगाया जाता है। इस काम में, केंद्रीय स्रोत को सटीक रूप से मॉडल करने के लिए विभिन्न सवलन आकारों के साथ सबसे अच्छा प्रतिनिधि पीएसएफ लागू किया गया था।

उन्होंने अब मेजबान आकाशगंगा के केंद्रीय स्रोत और उप-घटकों का प्रतिनिधित्व करने वाले सभी संरचनात्मक प्राचल प्राप्त कर लिए हैं। दिलचस्प बात यह है कि नमूने में मेजबान आकारिकी में गड़बड़ी पाई गई, जिसमें सर्पिल आर्म्स, बार, अन्तः क्रिया हस्ताक्षर और दोहरे नाभिक की वृद्धि हुई। वर्तमान प्रयास एजीएन और सामान्य आकाशगंगाओं के लिए ज्ञात बीएच-उभार संबंध के सापेक्ष इन आकाशगंगाओं की नियुक्ति की दिशा में हैं। वे इस तर्क पर विश्वास करते हैं कि मेजबान इन प्रारंभिक जेट प्रणालियों के विकास में प्रमुख रूप से शामिल हैं।

[सोनाली सचदेवा और सहयोगी रूपज्योति गोगोई (तेजपुर विश्वविद्यालय), रवि जोशी (आईआईए)]

सर्पिल आकाशगंगाओं में दो-घटक आणविक डिस्क का सैद्धांतिक मॉडलिंग

जैसा कि सर्पिल आकाशगंगाओं में आणविक डिस्क के हालिया अवलोकन प्रमुख पतले के साथ एक फैलाना, कम घनत्व वाली मोटी आणविक डिस्क के अस्तित्व की ओर इशारा करते हैं, नरेंद्र नाथ पात्रा ने आठ निकटवर्ती सर्पिल आकाशगंगाओं के नमूने में दो-घटक आणविक डिस्क को सैद्धांतिक रूप से मॉडलिंग द्वारा इस मोटी डिस्क के अवलोकन संबंधी हस्ताक्षरों की जांच की। एक प्रचलित जलस्थैतिक संतुलन को मानते हुए, उन्होंने आणविक गैस के त्रि-आयामी वितरण और नमूना आकाशगंगाओं में आणविक पैमाने की ऊंचाई का अनुमान लगाने के लिए संयुक्त पॉइसन-बोल्ट्ज़मैन समीकरण को स्थापित और हल किया। उन्होंने पाया कि दो-घटक आणविक डिस्क में आणविक पैमाने की ऊंचाई **50 - 300** पीसी के बीच भिन्न होती है, जो कि एकल-घटक डिस्क में पाई जाने वाली तुलना में अधिक है और अनुमानित मोटी डिस्क आणविक गैस अंश के आधार पर इस पैमाने की ऊंचाई काफी भिन्न हो सकती है। उन्होंने यह भी पाया कि आणविक गैस त्रिज्या के एक कार्य के रूप में भड़कती है और एक सख्त घातीय सिध्दांत का पालन करती है जिसकी स्केल लंबाई **(0.48 ± 0.01)** r_{25} है। उन्होंने आकाशगंगाओं में एक मोटी आणविक डिस्क की पहचान करने के लिए आदर्श अवलोकन स्थितियों की जांच करने के लिए कॉलम घनत्व मानचित्र और वर्णक्रमीय क्यूब का उत्पादन करने के लिए घनत्व समाधान का उपयोग किया और पाया कि जब तक आणविक डिस्क एक किनारे पर प्रणाली नहीं है और एक उच्च स्थानिक संकल्प (**100** पीसी से कम या लगभग बराबर) के साथ इमेज किया गया है, कॉलम घनत्व मानचित्र में एक मोटी आणविक डिस्क की पहचान करना बेहद कठिन है। वर्णक्रमीय विश्लेषण ने आगे खुलासा किया कि मध्यम से उच्च झुकाव (**i** से अधिक या लगभग **40o** के बराबर) पर, वर्णक्रमीय चौड़ीकरण काल्पनिक रूप से एकल-घटक डिस्क के वर्णक्रमीय घन में दो-घटक डिस्क के हस्ताक्षर पेश कर सकता है। इसलिए, उच्च स्थानिक संकल्प के साथ चित्रित एक कम झुकाव आणविक डिस्क आकाशगंगाओं में मोटी आणविक डिस्क की पहचान के लिए आदर्श साइट के रूप में काम करेगी। यह काम अब प्रकाशित हुआ है: पात्रा, एन.एन, **2020** बी, ए एंड ए, **638**, ए **66**

[नरेंद्र नाथ पात्रा]

बौनी आकाशगंगाओं में एचआई पैमाने की ऊँचाई

बैरोनिक डिस्क में एक ऊर्ध्वाधर जलस्थैतिक संतुलन को मानते हुए, संयुक्त पॉइसन-बोल्ट्ज़मैन समीकरण को नरेंद्र नाथ पात्रा द्वारा लिटिल थिंग्स सर्वेक्षण से 23 पास की बौनी आकाशगंगाओं के नमूने के लिए संख्यात्मक रूप से हल किया गया था। यह अब तक का सबसे बड़ा नमूना है जिसके लिए विस्तृत जलस्थैतिक मॉडलिंग की जाती है। पॉइसन-बोल्ट्ज़मैन समीकरण के समाधान इन आकाशगंगाओं में परमाणु हाइड्रोजन (**HI**) का पूर्ण त्रि-आयामी वितरण प्रदान करते हैं। इन समाधानों का उपयोग करते हुए, उन्होंने त्रिज्या के एक कार्य के रूप में **HI** के ऊर्ध्वाधर पैमाने की ऊंचाई (घनत्व वितरण के आधे मैक्सिमा (**HWHM**) पर आधी चौड़ाई के रूप में परिभाषित) का अनुमान लगाया और पाया कि उसकी नमूना आकाशगंगाओं में पैमाने की ऊंचाई केंद्र में कुछ सौ पारसेक और किनारे पर कुछ किलोपार्सेक के बीच भिन्न होती है। ये मान सर्पिल आकाशगंगाओं में देखी गई तुलना में काफी अधिक हैं। उन्होंने आगे बौनी आकाशगंगाओं में **HI** डिस्क की मोटाई की जांच करने के लिए अक्षीय अनुपात का अनुमान लगाया और अपनी नमूना आकाशगंगाओं के लिए पाया, एक औसत अक्षीय अनुपात 0.40 है, जो आकाशगंगा में देखे गए समान से बहुत अधिक है। यह इंगित करता है कि ऊर्ध्वाधर जलस्थैतिक संतुलन के परिणामस्वरूप बौनी आकाशगंगाओं में स्वाभाविक रूप से मोटी **HI** डिस्क होती है। यह काम अब प्रकाशित हुआ है: पात्रा, एन एन, 2020 ए, एमएनआरएएस, 495, 2867

[नरेंद्र नाथ पात्रा]

सर्पिल आकाशगंगाओं में HI पैमाने की ऊँचाई

पिछले वर्ष के दौरान, नरेंद्र नाथ पात्रा ने सात पास की बड़ी सर्पिल आकाशगंगाओं की गांगेय डिस्क का मॉडल तैयार किया, क्योंकि तीन-घटक प्रणालियों में ऊर्ध्वाधर जलस्थैतिक संतुलन में तारे, आणविक गैस और परमाणु गैस शामिल हैं। इन आकाशगंगाओं में **HI** के त्रि-आयामी वितरण का अनुमान लगाने के लिए संबंधित संयुक्त पॉइसन-बोल्ट्ज़मैन समीकरण स्थापित किए गए और संख्यात्मक रूप से हल किए गए। पोइसन-बोल्ट्ज़मैन समीकरण को हल करते समय, एक स्थिर **HI** वेग फैलाव (**σHI**) पर विचार करने के बजाय; उन्होंने **HI** वर्णक्रमीय घन के प्रेक्षित सेकंड-मोमेंट प्रोफ़ाइल का उपयोग करके आकाशगंगा में **σHI** प्रोफ़ाइल का स्व-अनुरूप रूप से अनुमान लगाने के लिए एक पुनरावृत्त विधि विकसित की।

घनत्व समाधानों का उपयोग करते हुए, आकाशगंगाओं में **HI** ऊर्ध्वाधर पैमाने की ऊंचाई निर्धारित की गई। उन्होंने पाया कि त्रिज्या के कार्य के रूप में **HI** डिस्क एक रैखिक फैशन में भड़कती हैं। उनकी आकाशगंगाओं में **HI** पैमाने की ऊंचाई केंद्र में कुछ सौ पारसेक और बाहरी इलाके में **~ 1 - 2 kpc** के बीच भिन्न पाई गई। नमूना आकाशगंगाओं में **HI** डिस्क के अक्षीय अनुपात के लिए **0.1** के औसत अनुपात का अनुमान लगाया गया था, जो कि बौनी आकाशगंगाओं की तुलना में बहुत कम है, जो सर्पिल आकाशगंगाओं में बहुत पतले **HI** डिस्क को दर्शाता है। उनकी तीन नमूना आकाशगंगाओं (एनजीसी **5055,** एनजीसी **6946,** और एनजीसी **7331)** में बहुत कम अक्षीय अनुपात उन्हें संभावित अति पतली आकाशगंगा होने का सुझाव देते हैं। एनजीसी **6946** में **HI** वितरण और **HI** छेद के आकार का उपयोग करते हुए, उन्होंने पाया कि इस आकाशगंगा में अधिकांश **HI** छेद परिधीय माध्यम में टूट गए हैं और बाहरी त्रिज्या की तुलना में आंतरिक त्रिज्या में यह ब्रेकिंग अधिक प्रभावी है। यह काम अब प्रकाशित हुआ है: पात्रा, एन.एन., 2020, एमएनआरएएस, 499, 2063

[नरेंद्र नाथ पात्रा]

एनजीसी 6946 में मोटी डिस्क आणविक गैस अंश

कई हालिया अध्ययन गतिशील रूप से ठंडी पतली डिस्क के साथ आकाशगंगाओं में एक मोटी आणविक डिस्क के अस्तित्व को सुदृढ़ करते हैं। दो-घटक आणविक डिस्क को मानते हुए, नरेंद्र नाथ पात्रा ने NGC 6946 की डिस्क को चार-घटक प्रणाली के रूप में तैयार किया, जिसमें ऊर्ध्वाधर हाइड्रोस्टेटिक संतुलन में तारे, HI पतली डिस्क आणविक गैस और मोटी डिस्क आणविक गैस शामिल हैं। इसके बाद, उन्होंने जलस्थैतिक संतुलन के संयुक्त पॉइसन-बोल्ट्ज़मान समीकरण की स्थापना की और विभिन्न बेरियोनिक घटकों के त्रि-आयामी घनत्व वितरण प्राप्त करने के लिए इसे संख्यात्मक रूप से हल किया। घनत्व समाधान और देखे गए रोटेशन वक्र का उपयोग करते हुए, उन्होंने आगे आणविक डिस्क का एक त्रि-आयामी गतिशील मॉडल बनाया और लगातार नकली सीओ वर्णक्रमीय क्यूब और वर्णक्रमीय चौड़ाई प्रोफाइल का उत्पादन किया। उन्होंने पाया कि नकली स्पेक्ट्रल चौड़ाई प्रोफाइल अलग-अलग अनुमानित मोटी डिस्क आणविक गैस अंशों के लिए अलग-अलग भिन्न होते हैं। कई सीओ वर्णक्रमीय चौड़ाई प्रोफाइल तब अलग-अलग मोटी डिस्क आणविक गैस अंशों के लिए तैयार किए गए थे और सबसे अच्छी फिट मोटी डिस्क आणविक गैस अंश प्रोफ़ाइल प्राप्त करने के लिए जाँचे गए के साथ तुलना की गई । इससे पता चला कि एनजीसी 6946 में मोटी डिस्क आणविक गैस अंश 0.70 ± 0.09 के औसत मूल्य के साथ अपने आणविक डिस्क पर काफी हद तक स्थिर रहता है। उन्होंने एनजीसी 6946 में अतिरिक्त-प्लानर आणविक गैस की मात्रा का भी अनुमान लगाया और पाया कि कुल आणविक गैस का ~ 50% मध्य क्षेत्र में अतिरिक्त-प्लानर है, जबकि यह अंश आणविक डिस्क के किनारे पर ~ 15% तक कम हो जाता है। इस पद्धति के साथ, पहली बार, उप-केपीसी संकल्प के साथ बाहरी आकाशगंगा में त्रिज्या के कार्य के रूप में मोटी डिस्क आणविक गैस अंश के लिए एक अनुमान प्राप्त किया गया था। यह काम अब प्रकाशित हुआ है: पात्रा, एनएन 2021, एमएनआरएएस, 501, 3527

[नरेंद्र नाथ पात्रा]

उच्च ऊर्जा खगोल भौतिकी

आरआरआई में उच्च ऊर्जा खगोल भौतिकी समूह मोंटे कार्लो अनुकारों के साथ गांगेय और अतिरिक्त गांगेय 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 गांगेय और अतिरिक्त गांगेय गामा किरण स्रोतों के बहु-तरंग दैर्ध्य निदर्शन करते हैं।

अल्ट्राहाई-ऊर्जा ब्रह्मांडीय-किरण प्रसार के कारण गामा-रे ब्लेज़र से PeV-EeV न्यूट्रिनो

ब्लेज़र अल्ट्राहाई एनर्जी ($E \geq 10^{18}$ eV) तक ब्रह्मांडीय-किरण त्वरण के संभावित उम्मीदवार हैं। ब्लेज़र से एक कुशल कॉस्मिक-रे इंजेक्शन के लिए, एक्सट्रैगैलेक्टिक बैकग्राउंड लाइट (EBL) और कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड (CMB) के साथ $p\gamma$ टकराव क्रमशः PeV और EeV ऊर्जा के पास न्यूट्रिनो स्पेक्ट्रम चोटियों का उत्पादन कर सकते हैं। सैकत दास नयनतारा गुप्ता और सहयोगी सोएबुर रज्जाक ने आइसक्यूब न्यूट्रिनो वेधशाला द्वारा मापी गई विसरित पृष्ठभूमि में इन न्यूट्रिनो के योगदान का विश्लेषण किया। अलग-अलग रेडशिफ्ट रेंज से उत्पन्न न्यूट्रिनो ल्यूमिनोसिटी के अंश की गणना Fermi-LAT 4LAC कैटलॉग में प्रदान किए गए BL लाख और FSRQ के वितरण का उपयोग करके की गई थी। इसके अलावा, उन्होंने अनसुलझे ब्लेज़र से

न्यूट्रिनो प्रवाह को खोजने के लिए एक चमकदार निर्भर घनत्व विकास का उपयोग किया। उनके मॉडल के साथ प्राप्त परिणामों ने संकेत दिया कि कुछ पीईवी ऊर्जाओं पर फ्लक्स ऊपरी बाउंड का ≃ 10% ईबीएल पर कॉस्मिक-रे इंटरैक्शन से उत्पन्न हो सकता है। वही अंतःक्रियाएं विद्युतचुंबकीय कैस्केड की शुरुआत करते हुए माध्यमिक इलेक्ट्रॉनों और फोटॉनों का भी उत्पादन करेंगी। परिणामी फोटॉन स्पेक्ट्रम 100 MeV और 820 GeV के बीच मापा गया आइसोट्रोपिक डिफ्यूज़ γ- फ्लक्स द्वारा सीमित है। उत्तरार्द्ध, $E > 10^{16.5}$ eV eV पर देखे गए ब्रह्मांडीय-किरण प्रवाह के साथ, अधिकतम ब्रह्मांडीय-किरण त्वरण ऊर्जा के आधार पर बेरियोनिक लोडिंग कारक को बाधित कर सकता है। यह काम इसमें प्रकाशित हुआ है: सैकत दास एट अल 2021 एपीजे 910 100

[सैकत दास, नयनतारा गुप्ता और सहयोगी सोएबुर रज्जाक (जोहान्सबर्ग विश्वविद्यालय, दक्षिण अफ्रीका)]

बहु - तरंग दैर्ध्य डेटा के साथ ब्लेज़र पीकेएस 1830-211 के लिए अस्थायी और वर्णक्रमीय परिवर्तनशीलता का अध्ययन

नयनतारा गुप्ता और सहयोगी जयंत अभिर, राज प्रिंस, जोफिन जोसेफ और देबंजन बोस द्वारा गुरुत्वाकर्षण-लेंस वाले ब्लेज़र पीकेएस 1830-211 का एक अध्ययन एमजेडी के बीच फर्मी-एलएटी, स्विफ्ट-एक्सआरटी और स्विफ्ट-यूवीओटी टेलीस्कोप द्वारा एकत्र किए गए मल्टी वेवबैंड डेटा का उपयोग करके किया गया था। 58400 से एमजेडी 58800 (9 अक्टूबर 2018 से 13 नवंबर 2019)। गामा-किरण प्रकाश वक्र का विश्लेषण करके जगमगाती अवस्थाओं की पहचान की गई। उन ज्वलंत अवधियों के लिए एक साथ बहु-तरंग बैंड SED प्राप्त किए गए थे। बहु-तरंग बैंड डेटा का एक क्रॉस-सहसंबंध विश्लेषण किया गया, जिसने गामा-रे और एक्स-रे उत्सर्जन की एक सामान्य उत्पत्ति का सुझाव दिया। ब्रॉडबैंड उत्सर्जन तंत्र का अध्ययन एक लेप्टोनिक मॉडल का उपयोग करके SED को मॉडलिंग करके किया गया था। ब्लेज़र के भौतिक मापदंडों का अनुमान ब्रॉडबैंड एसईडी मॉडलिंग से लगाया गया था।

ब्लेज़र पीकेएस 1830-211 कम से कम दो आकाशगंगाओं द्वारा गुरुत्वाकर्षण से लेंस किया गया है और इस संपत्ति के कारण साहित्य में बड़े पैमाने पर अध्ययन किया गया है। गामा-किरण प्रकाश वक्र के आत्म-सहसंबंध का अध्ययन लेंसिंग के हस्ताक्षर की पहचान करने के लिए किया गया था, लेकिन 26 दिनों की अपेक्षित समय देरी पर सहसंबंध का कोई निर्णायक प्रमाण नहीं मिला। यह काम अब प्रकाशित हुआ है: जे. अभिर एट अल 2021 एपीजे 915 26

[नयनतारा गुप्ता और सहयोगी जयंत अभिर (आईआईटी, खड़गपुर), राज प्रिंस (सीटीपी, पोलैंड), जोफिन जोसेफ (आईआईटी, खड़गपुर), देबंजन बोस (एस.एन. बोस इंस्टीट्यूट, कोलकाता)]

2017-2020 के दौरान OJ 287 का बहु-तरंग दैर्ध्य विश्लेषण और मॉडलिंग

ब्लेज़र OJ 287 को इसके आवधिक ऑप्टिकल विस्फोट के आधार पर बाइनरी ब्लैक होल सिस्टम के रूप में प्रस्तावित किया गया है। पारसेक स्केल जेट वाले ब्लेज़र में, ब्लैक होल बाइनरी सिस्टम बहुत दुर्लभ हैं और इसलिए इस स्रोत का अध्ययन करना बहुत दिलचस्प है। BL Lac OJ 287 अपने आवधिक विस्फोटों के कारण बहु-तरंग दैर्ध्य अध्ययन के लिए एक दिलचस्प वस्तु है। अदिति अग्रवाल, नयनतारा गुप्ता और सहयोगी राज प्रिंस, प्रतीक मजूमदार, बोज़ सीना ज़ेर्नी, सर्जियो ए सेलोन और आई। एंड्रूचो ने 2017 - 2020 की अवधि के लिए OJ 287 के ऑप्टिकल, एक्स-रे और गामा-रे डेटा का विश्लेषण किया। उन्होंने इस अवधि के दौरान ऑप्टिकल-यूवी और एक्स-रे आवृतियों में कई उच्च अवस्थाएं पाईं। ऑप्टिकल और एक्स-रे आवृत्तियों में देखी गई परिवर्तनशीलता के आधार पर 2017 - 2020 की पूरी अवधि को पांच खंडों में विभाजित किया गया था, जिन्हें ए, बी, सी, डी और ई के रूप में संदर्भित किया गया था। इसकी प्रकृति को समझने के लिए विस्तृत अस्थायी और वर्णक्रमीय विश्लेषण किया गया था। जलती हुई गतिविधियाँ। इस स्रोत में अस्थायी परिवर्तनशीलता को समझने के लिए उन्होंने सभी विभिन्न दशाओं के लिए इंट्रा-डे, और भिन्नात्मक परिवर्तनशीलता का अध्ययन किया, और साथ ही साथ परिवर्तनशीलता की प्रकृति को समझने के लिए तेज परिवर्तनशीलता समय का भी अनुमान लगाया गया था। इसके अलावा, एक साथ ब्रॉडबैंड उत्सर्जन और तेज परिवर्तनशीलता के लिए जिम्मेदार भौतिक प्रक्रियाओं के बारे में अधिक जानने के लिए मल्टी-वेवलेंथ एसईडी मॉडलिंग की गई। फर्मी एलएटी अवलोकनों ने इस अवधि के दौरान गामा-रे आवृत्ति में इस स्रोत के एक मध्यम प्रवाह स्तर का खुलासा किया। स्रोत ने मई 2020 के दौरान एक्स-रे, ऑप्टिकल और यूवी में एक मजबूत प्रवाह परिवर्तनशीलता दिखाई, जब स्रोत बहुत उच्च अवस्था में था। वर्णक्रमीय ऊर्जा वितरण को मॉडल करने के लिए एक एकल क्षेत्र उत्सर्जन

मॉडल पर विचार किया गया था जो बाइनरी सुपर-मैसिव ब्लैक होल के साथ इस बीएल लैक की प्रकृति की खोज में मदद करेगा। यह कार्य अब प्रकाशित हुआ है:
https://doi.org/10.1051/0004-6361/202140708

[अदिति अग्रवाल, नयनतारा गुप्ता और सहयोगी राज प्रिंस (सीटीपी, पोलैंड), प्रतीक मजूमदार (एसआईएनपी, कोलकाता), बोज़ सीना ज़ेर्नी (सीटीपी, पोलैंड), सर्जियो ए सेलोन (यूनिव। नैशनल डी ला प्लाटा, अर्जेंटीना), आई। एंड्रूचो (यूनिव नैशनल डी ला प्लाटा, अर्जेंटीना)]

पीकेएस 0903-57 के दीर्घ अवधि गामा-रे प्रकाश वक्र में फ्लेयर का स्पेक्ट्रल मॉडलिंग

बीएल लाख पीकेएस 0903-57 का विस्तृत अध्ययन पहली बार संदीप कुमार मंडल, नयनतारा गुप्ता, अविक दास और सहयोगी राज प्रिंस द्वारा 12 साल के फर्मी-एलएटी डेटा के साथ किया गया था। 2018 और 2020 में दो चमकीले गामा-रे फ्लेयर्स की पहचान की गई और उन्हें क्रमशः 'फ्लेयर-1' और 'फ्लेयर-2' के रूप में परिभाषित किया गया। कई बार बिनिंग के दौरान कई उप-संरचनाएं देखी गईं। सभी उप-संरचनाओं पर विस्तृत अस्थायी और वर्णक्रमीय अध्ययन अलग-अलग किए गए। बहु-तरंग दैर्ध्य SED के समय-निर्भर लेप्टोनिक मॉडलिंग के लिए एकल-क्षेत्र उत्सर्जन मॉडल का उपयोग किया गया था। इस कार्य में परिवर्तनशीलता समय पैमाने के अनुमानित मूल्य, उत्सर्जन क्षेत्र में चुंबकीय क्षेत्र, पीकेएस 0903-57 के लेप्टोनिक मॉडलिंग से प्राप्त जेट शक्ति शामिल हैं। एक्स-रे और अन्य बैंडों में टिप्पणियों की न्यूनतम संख्या के कारण इस स्रोत की एक साथ बहु-तरंग दैर्ध्य निगरानी के लिए ब्लैजर पीकेएस 0903-57 के जेट में होने वाली भौतिक प्रक्रियाओं की बेहतर समझ होना आवश्यक है। एक प्री-प्रिंट उपलब्ध है: arXiv:2107.02702

[संदीप कुमार मंडल, नयनतारा गुप्ता, अविक दास और सहयोगी राज प्रिंस (सीटीपी, पोलैंड)]

4C+28.07 का बहु तरंगदैर्ध्य अध्ययन

4C+28.07 γ-रे FSRQ प्रकार का स्रोत है। इसकी अक्सर विभिन्न आवृत्तियों पर निगरानी की जाती है, हालांकि इस स्रोत के दीर्घकालिक बहु-तरंग दैर्ध्य डेटा को पहले विस्तार से तैयार नहीं किया गया है। अविक दास और नयनतारा गुप्ता ने सहयोगी राज प्रिंस के साथ ~ 12 साल (अगस्त, 2008 -मई, 2020) फर्मी-एलएटी डेटा का विश्लेषण 10 दिनों के समय के पैमाने के साथ किया है और तीन विशिष्ट ज्वलंत अवस्थाओं का अवलोकन किया है। प्रत्येक जगमगाते राज्य में गतिविधि के विभिन्न चरण शामिल थे, अर्थात् प्री-फ्लेयर, फ्लेयर और पोस्ट-फ्लेयर क्षेत्र। इन विभिन्न गतिविधि चरणों का γ-रे वर्णक्रमीय विश्लेषण किया गया है और इसके स्पेक्ट्रा के लिए सबसे उपयुक्त मॉडल लॉग-पैराबोला मॉडल पाया गया है। उन्होंने इन जगमगाते राज्यों में ऑप्टिकल और रेडियो समकक्षों के साथ एक साथ γ-रे प्रकाश वक्रों के सहसंबंध का भी अध्ययन किया और डीसीएफ को 95% महत्वपूर्ण स्तर के साथ रिपोर्ट किया। दो फ्लेयर्स के लिए रेडियो और गामा रे डेटा के बीच एक बड़ा समय विलंब पाया गया, जो उत्सर्जन के दो क्षेत्रों को दर्शाता है। बहु-तरंग दैर्ध्य डेटा को दो जोन लेप्टोनिक मॉडल के साथ फिट किया गया था। दो ज़ोन लेप्टोनिक मॉडल में जेट में अधिकतम आवश्यक शक्ति 9.64×10^{46} erg sec^{-1} है, जो इसकी एडिंगटन ल्यूमिनोसिटी 2.29×10^{47} erg sec^{-1} से कम है। एक प्री-प्रिंट उपलब्ध है: arXiv:2107.10555

[अविक कुमार दास, नयनतारा गुप्ता और सहयोगी राज प्रिंस (सीटीपी, पोलैंड)]

अनाथ गामा रे फ्लेयर्स की ब्रॉडबैंड मॉडलिंग

ब्लेज़र, अत्यधिक परिवर्तनशील सक्रिय गांगेय नाभिक का एक वर्ग, कभी-कभी अनाथ γ-रे फ्लेयर्स प्रदर्शित करता है। केवल γ-किरण ऊर्जाओं में उच्च फ्लक्स वाले ये फ्लेयर्स निम्न ऊर्जाओं पर फ्लक्स में महत्वपूर्ण भिन्नता नहीं दिखाते हैं। नयनतारा गुप्ता और सहयोगी एसआर पटेल, डी बोस और एम जुबेरी ने तीन γ- रे उज्ज्वल ब्लेज़र, 3C 273, PKS 1510-089 और 3C 279 से इन अनाथ γ-रे फ्लेयर्स के अस्थायी और वर्णक्रमीय प्रोफ़ाइल का विस्तार से अध्ययन किया और साथ ही साथ उनके ब्रॉडबैंड उत्सर्जन का भी अध्ययन किया और पाया गया कि अनाथ γ-रे फ्लेयर्स की परिवर्तनशीलता समयमान 3C 273, PKS 1510-089 और 3C 279 के लिए क्रमशः (0.96±0.28) दिन, (3.12±2.40) घंटा और (2.16±0.72) घंटा थे। इन फ्लेयर्स के दौरान ब्रॉडबैंड स्पेक्ट्रल एनर्जी डिस्ट्रीब्यूशन (एसईडी) को दो उत्सर्जन क्षेत्रों से लेप्टोनिक मॉडल के साथ तैयार किया गया था। इस मॉडल से पता चलता है कि अनाथ γ-रे फ्लेयर्स की उत्पत्ति ब्रॉड-लाइन क्षेत्र या डस्टी टोरस से बीज फोटॉन द्वारा सापेक्षतावादी इलेक्ट्रॉनों के उलटा कॉम्पटन बिखरने से हुई हो सकती है, जो कि पहला क्षेत्र है। जबकि दूसरा व्यापक क्षेत्र, जेट के नीचे स्थित, एक्स-रे और

रेडियो उत्सर्जन के लिए जिम्मेदार हो सकता है। तीन स्रोतों के जेट में इन उत्सर्जन क्षेत्रों के संभावित स्थानों का अनुमान एसईडी मॉडलिंग से लगाया गया था। यह काम अब प्रकाशित हुआ है: जर्नल ऑफ हाई एनर्जी एस्ट्रोफिजिक्स, 2021, खंड 29, पृष्ठ 31–39

[नयनतारा गुप्ता और सहयोगी एस. आर. पटेल (मुंबई विश्वविद्यालय, मुंबई), डी. बोस (आईआईटी करगपुर), एम. जुबेरी (टीआईएफआर मुंबई)]

एजीएन का बहु-तरंग दैर्ध्य अध्ययन

10^{41}–10^{48} erg s^{-1} के बीच बोलोमेट्रिक चमक वाले विशाल आकाशगंगाओं के केंद्र में छोटे उज्ज्वल क्षेत्रों को सक्रिय गांगेय नाभिक (AGN) कहा जाता है। एजीएन का एक छोटा अंश शक्तिशाली डॉपलर बूस्टेड जेट से जुड़ा है। एजीएन का एक ऐसा उप-वर्ग जो पूरे विद्युतचुंबकीय (ईएम) स्पेक्ट्रा पर गैर-थर्मल विकिरण की विशेषता है और जिसमें जेट ≤ 10 डिग्री के दृष्टि कोण की ओर इशारा करते हैं, उन्हें ब्लेज़र के रूप में जाना जाता है। अदिति अग्रवाल ने विश्लेषणात्मक, अवलोकन और कम्प्यूटेशनल तकनीकों का उपयोग करके इन असाधारण आकाशगंगाओं के केंद्रों पर होने वाली जटिल घटनाओं की हमारी समझ में योगदान दिया है। इन स्रोतों के बहु-तरंगदैर्ध्य डेटा का उपयोग विभिन्न समय-सीमाओं पर करते हुए, उन्होंने निम्न से संबंधित स्थान और भौतिक प्रक्रियाओं की जांच की है: इन स्रोतों में प्रमुख उत्सर्जन तंत्र, अर्ध-आवधिक दोलनों की उपस्थिति की खोज, भड़कने वाली विशेषताओं का पता लगाना, और सुपरमैसिव ब्लैक का अनुमान लगाना छेद द्रव्यमान। अंत में, सैद्धांतिक मॉडल के साथ अवलोकन परिणामों के संयोजन से इन वस्तुओं को नियंत्रित करने वाले भौतिकी की समझ में मदद मिली। अगस्त 2020 से मार्च 2021 तक BL **लैकरटे** नामक ब्लेज़र से हाल ही में देखी गई फ़्लेयर (सबसे तेज़ फ़्लेयर में से एक) का विश्लेषण वर्तमान में चल रहा है। यह ब्रह्मांड के विकास के विभिन्न चरणों में रहस्यों की जांच में मदद कर सकता है।

[अदिति अग्रवाल, नयनतारा गुप्ता और सहयोगी जीसी अनुपमा (आईआईए, बेंगलुरु), सीएस स्टालिन: (आईआईए, बेंगलुरु), सर्जियो ए सेलोन (कैसलओ, अर्जेंटीना), डॉ इलियाना एंड्रुचो (कैसलओ, अर्जेंटीना), स्टाज़ेक ज़ोला (खगोलीय वेधशाला) , पोलैंड), बी. मिहोव (खगोल विज्ञान संस्थान और एनएओ, सोफिया, बुल्गारिया, एल. स्लावचेवा-मिहोवा (खगोल विज्ञान संस्थान और एनएओ, सोफिया, बुल्गारिया), राज प्रिंस - (सीटीपी, पोलैंड), प्रियंका रानी (आईयूसीएए, पुणे)), अयकुट ओज़्दोनमेज़ो (इस्तांबुल विश्वविद्यालय, तुर्की) और एर्गुन ईज (इस्तांबुल विश्वविद्यालय, तुर्की)]

ब्रह्मांड विज्ञान

इस अवधि के दौरान शिव सेठी के काम को मुख्य रूप से दो श्रेणियों में विभाजित किया जा सकता है: (ए) उच्च रेडशिफ्ट पर तटस्थ हाइड्रोजन (एचआई) का पता लगाना और पुनर्आयनीकरण के युग से रेडशिफ्ट किए गए एचआई उत्सर्जन का अध्ययन, और (बी) वैकल्पिक डार्क मैटर मॉडल की जांच ब्रह्माण्ड संबंधी नमूदारों का उपयोग करना।

EoR का पता लगाने के लिए MWA ड्रिफ्ट स्कैन डेटा का विश्लेषण

ईओआर से रेडशिफ्ट किए गए HI सिग्नल के उतार-चढ़ाव वाले घटक का पता लगाने में मुख्य बाधा में से एक है, बदलते सिस्टमैटिक्स, उदा। ऑब्जर्वेशनल रन के दौरान बैंडपास, प्राइमरी बीम आदि। ड्रिफ्ट स्कैन में, सिस्टम के स्थिर होने की उम्मीद की जाती है क्योंकि एक रन के दौरान एमडब्ल्यूए जैसे टेलिस्कोप के लिए कोई इलेक्ट्रॉनिक देरी पेश नहीं की जाती है। प्रत्येक रात लगभग पांच घंटे के बार-बार स्कैन के साथ 55 घंटे के एमडब्ल्यूए डेटा के विश्लेषण से, शिव सेठी, आकाश पटवा और केएस द्वारकानाथ ने दिखाया है कि शोर सिमुलेशन के साथ डेटा पावर स्पेक्ट्रम की तुलना करके सिस्टम लगभग 5 घंटे तक चलने के लिए काफी स्थिर रहता है। उन्होंने बहाव स्कैन के दौरान अग्रभूमि की भी विशेषता बताई। डेटा से HI पावर स्पेक्ट्रम की गणना से पता चला है कि उनके परिणाम $k \simeq 1\ \mathrm{Mpc}^{-1}$ की सर्वोत्तम ऊपरी सीमाएँ हैं।

[आकाश पटवा, के.एस. द्वारकानाथ और शिव सेठी]

पूर्व-पुनर्संयोजन युग और EDGES परिणाम में ऊर्जा इंजेक्शन

EDGES परिणाम ने प्रारंभिक ब्रह्मांड में ऊर्जा इंजेक्शन की संभावना को खोल दिया है। शिव सेठी ने छात्रों के साथ निर्मल्य ब्रह्मा और शिवनाग सिस्ता ने पुनर्संयोजन के युग के करीब एक डार्क मैटर कण

के क्षय से ऊर्जा इंजेक्शन पर विचार करके इस संभावना का पता लगाया और दिखाया कि पूर्व-पुनर्संयोजन युग ऊर्जा इंजेक्शन के माध्यम से EDGES परिणाम की व्याख्या करने के लिए यह एकमात्र व्यवहार्य मार्ग है। इंजेक्ट किए गए अधिकांश फोटॉन मुक्त-मुक्त अवशोषण द्वारा अवशोषित होते हैं और सीएमबी में पंप किए जाते हैं जिससे सीएमबी वर्णक्रमीय विरूपण होता है। उन्होंने इन प्रक्रियाओं का अध्ययन करने के लिए एक औपचारिकता विकसित की और दिखाया कि ऐसा ऊर्जा इंजेक्शन EDGES परिणाम की व्याख्या कर सकता है और इसकी उपस्थिति भविष्य के CMB वर्णक्रमीय विरूपण प्रयोगों द्वारा प्रकट की जा सकती है।

[शिव सेठी और आईआईएससी स्नातक: निर्मल्य ब्रह्मा और शिवनाग सिस्ता]

पुनर्आयनीकरण युग के बाद और ब्रह्मांड की बड़े पैमाने पर संरचना

पुनर्आयनीकरण के बाद के युग का अध्ययन आधुनिक ब्रह्मांड विज्ञान में अनुसंधान का एक महत्वपूर्ण क्षेत्र है। इस युग में, अधिकांश तटस्थ हाइड्रोजन (HI) आकाशगंगाओं के भीतर उन घनी जेबों में रहता है जिनमें HI स्तंभ संख्या घनत्व $N_{HI} \geq 2 \times 10^{21}$ atoms/cm^2 है। इन क्षेत्रों की पहचान क्वासर प्रेक्षणों में नम लाइमन अल्फा (डीएलए) के रूप में की जाती है। आकाशगंगा सर्वेक्षणों से भिन्न, HI 21-सेमी संकेत के अवलोकन व्यक्तिगत HI स्रोतों का समाधान नहीं करते हैं, और इन स्रोतों से सामूहिक उत्सर्जन HI 21-सेमी अवलोकनों में पृष्ठभूमि विकिरण के रूप में प्रकट होता है। इस पृष्ठभूमि विकिरण में उतार-चढ़ाव उस युग में अंतर्निहित स्रोत क्लस्टरिंग की छाप रखता है। इन उतार-चढ़ावों को आमतौर पर HI पावर स्पेक्ट्रम नामक मात्रा का उपयोग करके निर्धारित किया जाता है, जो फूरियर स्पेस में मापा गया HI उतार-चढ़ाव के सहसंबंध देता है। HI पावर स्पेक्ट्रम को मापने से HI वितरण और ब्रह्मांड में बड़े पैमाने पर संरचना के निर्माण से संबंधित कई मुद्दों को हल करने में मदद मिल सकती है।

पिछले कुछ वर्षों में, अंजन सरकार का शोध मुख्य रूप से ऊटी वाइड फील्ड एरे (ओडब्ल्यूएफए) और स्क्वायर किलोमीटर एरे (एसकेए) जैसे आगामी रेडियो दूरबीनों का उपयोग करके HI 21-सेमी सिग्नल के मापन के लिए भविष्यवाणियां करने पर केंद्रित है। सहयोगियों के साथ उन्होंने OWFA का उपयोग करके कोल्ड डार्क मैटर (CDM) परिदृश्य में HI पावर स्पेक्ट्रम और HI 21- सेमी सिग्नल के क्रॉस पावर स्पेक्ट्रम और लाइमन-α वन को 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 के मापन के लिए भविष्यवाणियां की गई थीं। इनके अलावा, पहले के एक काम में, HI सिग्नल दृश्यता का अनुकरण करने के लिए एक विश्लेषणात्मक विधि प्रस्तावित की गई है।

इस व्यापक शोध विषय के तहत वर्ष 2020-21 में किए गए कार्यों का सारांश नीचे दिया गया है।

डार्क मैटर मॉडल की जांच के रूप में लाइमैन-अपारदर्शिता के रेडशिफ्ट विकास का उपयोग करना

अंजन सरकार और शिव सेठी ने सहयोगी कन्हैया पांडे के साथ, लाइमैन डेटा से छोटे पैमाने पर सीडीएम मॉडल से भिन्न डार्क मैटर मॉडल के बीच एक विभेदक के रूप में देखने योग्य प्रभावी ऑप्टिकल गहराई eff (z) के रेडशिफ्ट विकास का पता लगाया है। निम्नलिखित द्रव्यमान वाले थर्मल वार्म डार्क मैटर (WDM) और अल्ट्रा-लाइट एक्सियन (ULA) मॉडल: ULA द्रव्यमान, $m_a = 10^{-24} - 10^{-22}$ eV और WDM द्रव्यमान, $m_{wdm} = 0.14.6$ keV क्रमशः माना जाता था। अर्ध-विश्लेषणात्मक विधियों का उपयोग करके लाइन-ऑफ-साइट HI घनत्व और वेग क्षेत्रों का अनुकरण किया गया था। वैकल्पिक डार्क मैटर मॉडल के लिए अनुकारित प्रभावी ऑप्टिकल गहराई ने ΛCDM मॉडल के लिए रेडशिफ्ट्स $z \geq 3$ से विचलन दिखाया। यह वैकल्पिक डार्क मैटर मॉडल को मानक सीडीएम मॉडल से अलग करने का एक सार्थक तरीका देता है। संभावना विश्लेषण की विधि का उपयोग करते हुए, उन्होंने रेडशिफ्ट रेंज $2 \leq z \leq 4.2$ में उपलब्ध उच्च-रिज़ॉल्यूशन लाइमैन-α क्लाउड डेटा के साथ सिम्युलेटेड डेटा की तुलना की। WDM और ULA द्रव्यमान की 1D पश्च संभावनाओं को क्रमशः $m_a = 5 \times 10^{-23}$ eV और $m_{wdm} = 1.1$ keV पर चरम पर पाया गया। WDM और ULA मॉडल के लिए 1D पोस्ट-टीरियर संभाव्यताएं बड़े जनसमूह के लिए सपाट रहीं, यह दर्शाता है कि लाइमैन-α डेटा CDM मॉडल के साथ संगत हैं।

[अंजन सरकार, शिव सेठी और सहयोगी कन्हैया पांडे (आईसीटीएस, बेंगलुरु)]

पश्च-पुन: आयनीकरण HI 21-सेमी सिग्नल का उपयोग करके f(R) गुरुत्वाकर्षण की जांच करना

अंजन कुमार सरकार और सहयोगी चंद्रचूड़ बीवी दाश और तपोमय गुहा सरकार ने एफ (आर) गुरुत्वाकर्षण की ब्रह्मांड संबंधी जांच के रूप में पश्च-पुन: आयनीकरण युग से रेडशिफ्ट किए गए **HI 21-सेमी** सिग्नल की तीव्रता मानचित्रण का प्रस्ताव दिया है। उन्होंने एफ (आर) गुरुत्वाकर्षण मॉडल के हू-साविकी परिवार को एक पैरामीटर $f_{,R0}$ द्वारा विशेषता माना। गुरुत्वाकर्षण के लिए एफ (आर) संशोधन घनत्व में उतार-चढ़ाव की वृद्धि दर में परिवर्तन के माध्यम से 21-सेमी पावर स्पेक्ट्रम के बाद के पुनर्आयनीकरण को प्रभावित करता है। रुचि की मात्रा रेडशिफ्ट स्पेस डिस्टॉर्शन पैरामीटर टी (के, जेड) है जो परिवर्तन को अंकित करता है। उन्होंने पाया कि **SKA-1-मिड** जैसे रेडियो टेलीस्कोप के साथ एक अवलोकन आवृत्ति **710** मेगाहर्ट्ज पर एक रेडियो इंटरफेरोमेट्रिक अवलोकन **f(R)** मॉडल को $\log_{10}|f_{,R0}| > 5$ स्तर पर **k** श्रेणी **k > 0.4 Mpc^{-1}** में। उन्होंने पाया कि फिशर मैट्रिक्स विश्लेषण का उपयोग करके पैरामीटर पर प्राप्त **1 – σ** बाउंड $5.62 < \log_{10}|f_{,R0}| < 4.38$ जो **f(R)** गुरुत्वाकर्षण की अन्य जांचों के साथ प्रतिस्पर्धी है।

इस प्रकार पुनर्आयनीकरण के बाद के **HI** सिग्नल के भविष्य के अवलोकन में **f (R)** गुरुत्वाकर्षण मॉडल पर मजबूत बाधाएं डालने और देर से ब्रह्मांडीय विकास और संरचना निर्माण की हमारी समझ को समृद्ध करने की क्षमता है।

[अंजन कुमार सरकार और बिट्स पिलानी के सहयोगी: चंद्रचूड़ बी.वी. दास और तपोमय गुहा सरकार]

न्यूट्रल हाइड्रोजन से 21-सेमी लाइन का उपयोग करते हुए पर्यवेक्षणीय ब्रह्माण्ड विज्ञान

सौरभ सिंह की रुचि का प्राथमिक क्षेत्र न्यूट्रल हाइड्रोजन से 21-सेमी लाइन का उपयोग करते हुए ऑब्जर्वेशनल कॉस्मोलॉजी है और वे ऐसे उपकरणों के साथ काम करते हैं जिनका उद्देश्य अंतर्निहित विज्ञान को उजागर करने के लिए इस लाइन का पता लगाना है। जब निकट ब्रह्मांड में देखा जाता है (रेडशिफ्ट <3), 21-सेमी लाइन बड़े-पैमाने पर संरचना की जांच है। यह हमें मानक शासकों में से एक को चिह्नित करने की अनुमति देता है: बेरियन ध्वनिक दोलन, और ब्रह्मांड के सबसे मायावी घटकों में से एक को बाधित करता है: डार्क एनर्जी। जब हम सुदूर ब्रह्मांड (रेडशिफ्ट> 6) में 21-सेमी रेखा का निरीक्षण करते हैं, तो यह पहले सितारों और आकाशगंगाओं की प्रकृति की जांच है, जिनके विकिरण ने बाद में पूरे ब्रह्मांड को फिर से आयनित कर दिया। इसलिए, ब्रह्मांड के विकास में अलग-अलग समय में 21-सेमी रेखा का पता लगाना खगोल भौतिकी और ब्रह्मांड विज्ञान की एक सर्व-समावेशी जांच है।

हमारे अपने गैलेक्सी और अन्य एक्सट्रैगैलेक्टिक स्रोतों से परिमाण उज्ज्वल उत्सर्जन के आदेशों के कारण रेडशिफ्ट की एक सीमा पर 21-सेमी लाइन का सटीक माप चुनौतीपूर्ण है। इसके अतिरिक्त, आयनोस्फीयर, स्थलीय विकिरण, और आकाश संकेत के साथ उपकरण की बातचीत चुनौतियों का एक और सेट बनाती है, जिनमें से सभी को अंतर्निहित बेहोश 21-सेमी ब्रह्माण्ड संबंधी सिग्नल को उजागर करने में सक्षम होने के लिए लगभग 0.001% की सटीक मॉडलिंग की आवश्यकता होती है।

इन चुनौतियों का समाधान करने के लिए, सौरभ सिंह के प्रयास 21-सेमी ब्रह्मांड विज्ञान के लिए कस्टम-निर्मित रेडियो दूरबीनों के डिजाइन और लक्षण वर्णन पर केंद्रित हैं, साथ ही डेटा से ब्रह्मांड संबंधी अनुमान प्राप्त करने के लिए सांख्यिकीय तकनीकों के विकास पर भी ध्यान केंद्रित किया गया है।

पिछले वर्ष के दौरान सौरभ सिंह के अनुसंधान प्रयासों को 21-सेमी ब्रह्मांड विज्ञान की दिशा में तैयार किया गया था, जो विभिन्न रेडशिफ्ट को लक्षित करता था।

पुनर्आयनीकरण सरणी का हाइड्रोजन युग (HERA)

हेरा 50-250 मेगाहर्ट्ज की आवृत्ति रेंज में देखता है, जिसका उद्देश्य ब्रह्मांडीय भोर और पुनः आयनीकरण के युग से 21-सेमी सिग्नल का पता लगाना है। सौरभ सिंह का काम प्रथम सितारों और आकाशगंगाओं के गुणों को सीमित करने के लिए आंकड़ों के सांख्यिकीय अनुमान बनाने पर केंद्रित है। यह काम एड्रियन लियू के सहयोग से किया गया था। उन्होंने ब्रह्मांड विज्ञान के लिए सांख्यिकीय अनुमानों में से एक के रूप में पावर स्पेक्ट्रम अनुमान की जांच की। पिछले वर्ष के दौरान, उन्होंने उपकरण से

संभावित संदूषण को देखने के लिए डेटा पर सांख्यिकीय परीक्षण करने के साथ-साथ शक्ति अनुमान एल्गोरिदम में सुधार करने पर काम किया। परिणामी कार्य, सहयोग के हिस्से के रूप में, 21-सेमी सिग्नल पर सबसे संवेदनशील ऊपरी सीमाओं में से एक है, और समीक्षा प्रक्रिया में है।

[सौरभ सिंह और एड्रियन लियू (मैकगिल विश्वविद्यालय, कनाडा), हेरा सहयोग]

कनाडाई हाइड्रोजन तीव्रता मानचित्रण प्रयोग

CHIME 400-800 मेगाहर्ट्ज में देखता है, जिसका लक्ष्य बड़े पैमाने की संरचना को मैप करने के लिए 21-सेमी पावर स्पेक्ट्रम का पता लगाना है, और डार्क एनर्जी की प्रकृति को बाधित करना है। पिछले वर्ष के दौरान सौरभ सिंह के प्रयास टेलीस्कोप के प्राथमिक बीम के मॉडलिंग के इर्द-गिर्द घूमते रहे, जिसमें विभिन्न एंटीना तत्वों के बीच गैर-तुच्छ अंतःक्रियाओं के कारण जटिल स्थानिक और वर्णक्रमीय विशेषताएं हैं। इस काम को मैट डॉब्स और गैरी हिनशॉ के सहयोग से अंजाम दिया गया। डेटा की उच्च मात्रा को देखते हुए, ~ 1 टीबी / दिन, सौरभ सिंह ने डेटा गुणवत्ता मूल्यांकन करने के लिए स्वचालित कार्य विकसित किए, जो संवेदनशीलता बढ़ाने के लिए डेटासेट का चयन करने में एक आवश्यक उपकरण है। ब्रह्मांड विज्ञान के लिए वैज्ञानिक आवश्यकताएं भी रेडियो क्षणिकाओं का पता लगाने की आवश्यकताओं से मेल खाती हैं। सबसे मायावी क्षणिकाओं में से एक को फास्ट रेडियो बर्स्ट (एफआरबी) के रूप में जाना जाता है। CHIME ने उनमें से कई का पता लगाया है, और परिणामी कैटलॉग पर एक लेख प्रस्तुत किया गया है। उन्होंने यह बेहतर ढंग से समझने के लिए CHIME/FRB की सिग्नल इंजेक्शन टीम के साथ भी काम किया कि टेलीस्कोप के साथ बातचीत करते समय इन क्षणिक फटने की आंतरिक प्रकृति को कैसे संशोधित किया जाता है।

[सौरभ सिंह, मैट डॉब्स (मैकगिल विश्वविद्यालय, कनाडा) और गैरी हिनशॉ (ब्रिटिश कोलंबिया विश्वविद्यालय, कनाडा), CHIME सहयोग]

पृष्ठभूमि रेडियो स्पेक्ट्रम 3 के शेप्ड एंटीना मापन

EDGES सहयोग से 21-सेमी सिग्नल की पहचान को क्रॉस-सत्यापित करने के उद्देश्य से SARAS उपकरण का नवीनतम संस्करण 50-100 मेगाहर्ट्ज के बीच देखता है। सभी मानक भविष्यवाणियों को धता बताते हुए, इसका पता लगाना इसके आयाम और प्रोफ़ाइल में विषम था। पिछले वर्ष के दौरान, सौरभ सिंह ने डेटा पर अंशांकन और सांख्यिकीय निष्कर्ष निकालने की दिशा में काम किया। यह काम रवि सुब्रह्मण्यन, एन. उदय शंकर और जिष्णु नंबिसन टी के सहयोग से किया गया था। जिष्णु नंबिसन ने अवलोकन डेटा के साथ-साथ डेटा के विश्लेषण से रिसीवर द्वारा पेश किए गए सिस्टमैटिक्स को मॉडल और/या घटाने के तरीकों की जांच की। इन परिणामों पर एक लेख वर्तमान में समीक्षाधीन है।

[सौरभ सिंह, रवि सुब्रह्मण्यन (सीएसआईआरओ खगोल विज्ञान और अंतरिक्ष विज्ञान, ऑस्ट्रेलिया), एन उदय शंकर, जिष्णु नांबिसन टी।, मयूरी एस राव आरआरआई में सीएमबी विरूपण प्रयोगशाला के अन्य सदस्यों के साथ]

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 तंरग 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

z ≃ 1 पर तारा बनाने वाली आकाशगंगाओं का गैस द्रव्यमान

यूजीएमआरटी डेटा का उपयोग करते हुए शिव सेठी और के.एस. द्वारकानाथ ने सहयोगी आदित्य चौधरी, निसिम कानेकर और जयराम चेंगलूर के साथ रेडशिफ्ट रेंज 0.7 <z <1.35 में स्टार बनाने वाली आकाशगंगाओं से HI उत्सर्जन की खोज की। ये आकाशगंगाएँ DEEP2 ऑप्टिकल रेडशिफ्ट सर्वेक्षण के उप-क्षेत्रों में स्थित हैं। इन रेडशिफ्ट का उपयोग करते हुए, उन्होंने लगभग 7000 आकाशगंगाओं के स्पेक्ट्रा को 21 सेमी उत्सर्जन के बाकी फ्रेम में स्थानांतरित कर दिया और उन्हें जोड़ दिया। इसने उन्हें जोड़े गए स्पेक्ट्रम में लगभग 1 μJy के एक अभूतपूर्व शोर स्तर तक पहुंचने की अनुमति दी और $z \simeq 1$ पर HI का 4.7σ पता लगाया। उच्च रेडशिफ्ट में उत्सर्जन में HI का यह पहला ऐसा पता लगाना है।

[आदित्य चौधरी, निसिम कानेकर, एनसीआरए, पुणे से जयराम चेंगलूर और के.एस. द्वारकानाथ और शिव सेठी]

स्टार बनाने वाली डिस्क आकाशगंगाओं से एक्स्ट्रा-प्लानर रेडियो उत्सर्जन

बिमान नाथ, अदिति विजयन, के एस द्वारकानाथ और सहयोगी रूटा काले ने अदिति विजयन के सिमुलेशन परिणामों की टिप्पणियों के साथ तुलना करने के लिए पास के किनारे पर तारे बनाने वाली आकाशगंगा **(NGC 4631)** का अवलोकन किया। वर्तमान में वे डेटा का विश्लेषण करने की प्रक्रिया में हैं।

[अदिति विजयन, बिमान नाथ, के एस द्वारकानाथ और सहयोगी रूटा काले (एनसीआरए, पुणे)]

रेडियो आकाशगंगा कोकून से गैर-थर्मल SZ प्रभाव

सहयोगी एस आचार्य और एस मजूमदार के साथ, बिमान नाथ ने रेडियो गैलेक्सी कोकून से गैर-थर्मल एसजेड सिग्नल का अध्ययन किया, क्योंकि ये कोकून रेडियो जेट में उत्पादित उच्च ऊर्जा कणों से भरे होने की संभावना है। उन्होंने यह भी अध्ययन किया है कि निकट भविष्य के लिए नियोजित प्रयोगों में इन संकेतों का पता कैसे लगाया जा सकता है।

[बिमान नाथ और टीआईएफआर, मुंबई के सहयोगी: एस आचार्य और एस मजूमदार]

पराबैंगनी खगोल विज्ञान

निकटवर्ती सर्पिल आकाशगंगाओं में आंतरिक और बाहरी तारा बनाने वाले परिसरों की तुलना एनजीसी 628, एनजीसी 5457 और एनजीसी 6946 यूवी अवलोकनों का उपयोग करते हुए

केएस द्वारकानाथ और नरेंद्र नाथ पात्रा ने सहयोगी ज्योति यादव, मौसमी दास, पीटी रहाना, स्टेसी एस मैकगॉग, जेम्स शोम्बर्ट और जयंत मूर्ति के साथ पास की तीन आकाशगंगाओं में स्टार-फॉर्मिंग कॉम्प्लेक्स (एसएफसी) का एक दूर-यूवी (एफयूवी) अध्ययन किया। पराबैंगनी इमेजिंग टेलीस्कोप **(UVIT)** का उपयोग करना। आकाशगंगाएं आमने-सामने हैं और महत्वपूर्ण बाहरी डिस्क स्टार गठन दिखाती हैं। उनमें से दो अलग-थलग हैं (एनजीसी 628, एनजीसी 6946), और एक दूर के साथी (एनजीसी 5457) के साथ बातचीत कर रहा है। उन्होंने ऑप्टिकल त्रिज्या **(R25)** के अंदर और बाहर एसएफसी के गुणों की तुलना की और एसएफसी के आकार, स्टार गठन दर (एसएफआर), धातु, और टूमरे क्यू पैरामीटर का अनुमान लगाया। उन्होंने पाया कि बाहरी डिस्क SFC, आंतरिक डिस्क की तुलना में क्षेत्रफल में कम से कम दस गुना छोटे होते हैं। दोनों क्षेत्रों में एसएफआर प्रति यूनिट क्षेत्र में समान माध्य मान थे, लेकिन बाहरी एसएफसी में प्रति यूनिट क्षेत्र में एसएफआर की बहुत छोटी सीमा थी। वे आंतरिक डिस्क SFC की तुलना में धातु-गरीब भी थे। FUV उत्सर्जन तटस्थ हाइड्रोजन गैस **(HI)** वितरण के साथ अच्छी तरह से जुड़ा हुआ है और डिस्क पर कई HI छिद्रों के भीतर और उसके पास पाया गया था। दो अलग-अलग आकाशगंगाओं के बाहरी डिस्क में क्यू पैरामीटर के अनुमान ने सुझाव दिया कि उनकी बाहरी डिस्क स्थिर हैं (1 से अधिक क्यू)। हालाँकि, उनकी FUV छवियां इंगित करती हैं कि इन क्षेत्रों में तारा बनना जारी है। इससे पता चलता है कि उनके बाहरी डिस्क में कुछ गैर-चमकदार द्रव्यमान या काला पदार्थ हो सकता है, जो डिस्क सतह घनत्व को बढ़ाता है और इस प्रकार स्थानीय गुरुत्वाकर्षण अस्थिरता के गठन का समर्थन करता है। इंटरेक्टिंग गैलेक्सी, एनजीसी 5457 में, बाहरी डिस्क में स्थानीय डिस्क अस्थिरता को ट्रिगर करने के लिए बेरियोनिक सतह घनत्व पर्याप्त (क्यू 1 से कम) पाया गया था।

[ज्योति यादव (आईआईए, बेंगलुरु), मौसमी दास (आईआईए, बेंगलुरु), नरेंद्र नाथ पात्र, केएस द्वारकानाथ, पीटी रहाना (एसएओ, चीन), स्टेसी एस मैकगॉ (सीडब्ल्यूआरयू, यूएसए), जेम्स शोम्बर्ट (यू. ओरेगन, यूएसए) और जयंत मूर्ति (आईआईए, बेंगलुरु)]

विस्तारित यूवी (XUV) डिस्क आकाशगंगाओं NGC 2541, NGC 5832 और ESO406-042 के UV और HI गुणों की तुलना

के एस द्वारकानाथ, नरेंद्र नाथ पात्रा और सहयोगी मौसमी दास, ज्योति यादव, स्टेसी मैकगॉग, जेम्स शोम्बर्ट, पीटी रहाना और जयंत मूर्ति ने यूवीआईटी और जीएमआरटी के साथ देखे गए 3 विस्तारित यूवी (एक्सयूवी) आकाशगंगाओं का यूवी अध्ययन किया। XUV आकाशगंगाएं अपने ऑप्टिकल डिस्क से परे फिलामेंटरी या डिफ्यूज स्टार फॉर्मेशन दिखाती हैं, उन क्षेत्रों में जहां डिस्क सतह घनत्व स्टार गठन के लिए दहलीज से नीचे है। GALEX अवलोकनों ने पाया कि आश्चर्यजनक रूप से आसपास की सभी सर्पिल आकाशगंगाओं में से 30 प्रतिशत में XUV डिस्क हैं। XUV आकाशगंगाओं को मोटे तौर पर टाइप 1 और टाइप 2 XUV डिस्क के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है। टाइप 1 एक्सयूवी डिस्क में स्टार फॉर्मेशन होता है जो कि उनकी मुख्य डिस्क से जुड़ा होता है, और यूवी उत्सर्जन विस्तारित, फिलामेंटरी सर्पिल आर्म्स के रूप में प्रकट होता है। यूवी चमक विस्तारित सर्पिल भुजाओं के साथ कॉम्पैक्ट स्टार बनाने वाले क्षेत्रों से जुड़ी है। तारे का निर्माण संभवत: पास की आकाशगंगाओं या इंटरगैलेक्टिक माध्यम (IGM) से धीमी गैस अभिवृद्धि द्वारा संचालित होता है। लेकिन टाइप 2 एक्सयूवी डिस्क में बाहरी कम चमकदार तारकीय डिस्क से जुड़े स्टार गठन होते हैं जिन्हें अक्सर आकाशगंगा के ऑप्टिकल त्रिज्या के पास छोटा कर दिया जाता है। टाइप 2 एक्सयूवी डिस्क में तारकीय डिस्क की प्रकृति कम सतह चमक वाली आकाशगंगाओं के फैलाने वाले तारकीय डिस्क के समान होती है। ऐसा माना जाता है कि टाइप 2 एक्सयूवी डिस्क में तारे का निर्माण तेजी से गैस अभिवृद्धि या पास के उच्च वेग वाले बादलों (एचवीसी), परस्पर क्रिया करने वाली आकाशगंगाओं या आईजीएम से गैस के प्रवाह के कारण होता है। उन्होंने दो प्रकार की 2 आकाशगंगाओं और एक मिश्रित XUV प्रकार की आकाशगंगा के XUV क्षेत्रों के तारा निर्माण गुणों की भी जांच की और उनकी डिस्क में तटस्थ हाइड्रोजन (HI) उत्सर्जन के साथ उनकी तुलना की। एनजीसी 2541, एनजीसी 5832 और ईएसओ 406-042 के यूवीआईटी (एफयूवी और एनयूवी) अवलोकनों के प्रारंभिक परिणाम, साथ ही साथ उनके एचआई उत्सर्जन के जीएमआरटी अवलोकन इस कार्य के परिणामस्वरूप हुए। इस कार्य में यूवी उत्सर्जन आकारिकी का विवरण, स्टार गठन दर का अनुमान और इन प्रकार 2 और मिश्रित एक्सयूवी आकाशगंगाओं में HI वितरण के साथ तुलना भी शामिल है।

[(मौसुमी दास (आईआईए, बेंगलुरु), ज्योति यादव (आईआईए, बेंगलुरु), नरेंद्र नाथ पात्र, केएस द्वारकानाथ, स्टेसी मैकगॉग (सीडब्ल्यूआरयू, यूएसए), जेम्स शोम्बर्ट (यू. ओरेगन, यूएसए), पीटी रहाना (एसएओ, चीन) , जयंत मूर्ति (आईआईए, बेंगलुरु)]

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। 2020 -21 के दौरान RRI खगोलविदों द्वारा जांच किए गए ठोस एक्स-किरण स्रोतों के विभिन्न पहलुओं का एक संक्षिप्त विवरण नीचे दिया गया है।

कॉम्पैक्ट एक्स-रे स्रोतों के विभिन्न पहलुओं की जांच

ट्रांसिएंट पल्सर GRO J2058+42 की ब्रॉड-बैंड एक्स-रे विशेषताएँ

Be एक्स-रे बाइनरी **GRO J2058+42** हाल ही में **2019** मार्च-अप्रैल के दौरान लगभग **50 d** के लिए टाइप-द्वितीय विस्फोट के माध्यम से चला गया। फर्मी-जीबीएम, स्विफ्ट-बैट और मैक्सी-जीएससी जैसे सभी आकाश एक्स-रे मॉनिटरों के संचालन के साथ

इस विस्फोट का पता चला था। न्यूक्लियर स्पेक्ट्रोस्कोपिक टेलीस्कोप ऐरे **(NuSTAR)** के साथ दो नुकीले अवलोकन भी किए गए थे, एक उदय के दौरान और दूसरा विस्फोट के क्षय के दौरान। इसने संहिता कबीराज और बिस्वजीत पॉल को पहली बार पल्सर की ब्रॉड-बैंड विशेषताओं का विश्लेषण करने और एक्स-रे चमक की एक विस्तृत श्रृंखला पर पल्सर की अभिवृद्धि टोक़ विशेषताओं की जांच करने का अवसर दिया। उच्च ऊर्जा **(> 30 केवी)** पर एकल-शिखर प्रोफ़ाइल के लिए, कम ऊर्जा **(<20 केवी)** पर कम से कम चार अलग-अलग पल्स घटकों के साथ, पल्स प्रोफाइल दृढ़ता से ऊर्जा-निर्भर पाया गया। प्रत्येक संकीर्ण ऊर्जा बैंड में, दो नुस्टार अवलोकनों में पल्स प्रोफाइल लगभग समान था। दोनों प्रेक्षणों के स्पेक्ट्रा को फर्मी-डिराक-प्रकार के उच्च-ऊर्जा कटऑफ के साथ एक शक्ति-नियम के लिए अच्छी तरह से फिट किया गया था। उनके विश्लेषण ने पल्स चरण में एक साइक्लोट्रॉन लाइन की उपस्थिति को खारिज कर दिया, जो कि **NuSTAR** बैंड में **0.15** से अधिक ऑप्टिकल गहराई के साथ एक्स-रे स्पेक्ट्रम का औसत था। दोनों **NuSTAR** स्पेक्ट्रा में लगभग **125 eV** की बराबर चौड़ाई के साथ एक लोहे की उत्सर्जन रेखा का पता चला था। चमक पर स्पिन-अप दर की निर्भरता पर सावधानीपूर्वक नज़र डालने से उन्हें चुंबकीय क्षेत्र की ताकत का अनुमान लगाने में मदद मिली, जो कि अन्य ज्ञात **BeXRB** पल्सर की तुलना में बहुत अधिक थी। इन परिणामों के संदर्भ में, उन्होंने न्यूट्रॉन सितारों की चुंबकीय क्षेत्र की ताकत के निर्धारण के लिए टोक़-चमकदार संबंध की अपर्याप्तता का भी अध्ययन किया।

[संहिता कबीराज और बिस्वजीत पॉल]

Cen X-3 ***में साइक्लोट्रॉन लाइन ऊर्जा के नए मापन***

गुंजन तोमर, बिस्वजीत पॉल और सहयोगी प्रगति प्रधान द्वारा पिछले वर्ष के दौरान ब्रॉड-बैंड एक्स-रे वेधशालाओं सुजाकू और नुस्टार के साथ निर्मित बाइनरी एक्स-रे पल्सर सेन एक्स-3 के दो अवलोकनों से डेटा का विश्लेषण किया गया था। पल्स प्रोफाइल को एक व्यापक एकल शिखर पर हावी पाया गया और क्रमशः 15 और 25 केवी से नीचे की ऊर्जा पर दो अतिरिक्त कमजोर पल्स चोटियों के साथ कुछ ऊर्जा निर्भरता दिखाई गई। सुजाकू के लिए 0.8-60.0 केवी और नुस्टार के लिए 3.0-60.0 केवी को कवर करने वाले ब्रॉड-बैंड एक्स-रे स्पेक्ट्रम में सॉफ्ट-एक्सेस, मल्टीपल आयरन एमिशन लाइन्स और एक साइक्लोट्रॉन अवशोषण के साथ उच्च-ऊर्जा कट-ऑफ पावर-लॉ मॉडल के साथ अच्छी तरह से फिट किया गया है। सुजाकू और नुस्टार स्पेक्ट्रा में साइक्लोट्रॉन लाइन ऊर्जा क्रमशः~ 30.3 केवी और ~ 29.2 केवी पाई गई थी। Cen X-3 में साइक्लोट्रॉन रेजोनेंट स्कैटरिंग फ़ीचर (CRSF) के चार पिछले मापों के साथ इन दो मापों का तुलनात्मक अध्ययन, Ginga, BeppoSAX, और RXT के साथ प्राप्त किया गया, जो चमक पर CRSF की निर्भरता के लिए कोई सबूत नहीं **दिखा।** BeppoSAX के साथ एक CRSF माप को छोड़कर, शेष माप 1.1-5.4 × 1037 erg s-1 की चमक सीमा पर 29.5-30.0 keV की सीमा में CRSF ऊर्जा के अनुरूप थे, जो कई अन्य स्रोतों से भिन्न थे जो काफी CRSF भिन्नता दिखाते हैं उसी चमक रेंज में।

[गुंजन तोमर, प्रगति प्रधान (मैसाचुसेट्स इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, यूएसए) और बिस्वजीत पॉल]

एस्ट्रोसैट-एलएएक्सपीसी का उपयोग करके साइग एक्स-2 में थर्मोन्यूक्लियर एक्स-रे विस्फोट का पता चला है

बिस्वजीत पॉल ने सहयोगी जिन्सी देवासिया और गायत्री रमन के साथ एस्ट्रोसैट पर बड़े क्षेत्र एक्स-रे आनुपातिक काउंटर (एलएएक्सपीसी) उपकरण के साथ प्राप्त एक्स-रे डेटा का उपयोग करके न्यूट्रॉन स्टार एलएमएक्सबी स्रोत साइग एक्स -2 में पांच टाइप -1 थर्मोन्यूक्लियर एक्स-रे फटने और एक फट जैसी घटना का पता लगाया। प्रत्येक बर्स्ट के लिए ऊर्जा समाधान बर्स्ट प्रोफाइल विश्लेषण के साथ-साथ समय समाधान वर्णक्रमीय विश्लेषण किया गया और उनके गुणों की विशेषता बताई गई। बर्स्ट पीक-टू-पर्सिस्टेंट इंटेंसिटी रेशियो <3, क्षय समय ~ 1.2 s, और फ्लुएंस ~ 1 $\times 10^{-8}$ ergs/cm^2, के साथ सभी बर्स्ट कमजोर पाए गए, यह दर्शाता है कि देखे गए बर्स्ट हीलियम फ्यूल फ्लैश हैं। प्रत्येक फटने के दौरान ब्लैकबॉडी के तापमान और त्रिज्या का विकास भी देखा गया। उन्होंने बर्स्ट ऑसिलेशन (बीओ) की खोज की और बीओ (सभी फटने के लिए) के लिए आरएमएस भिन्नात्मक आयाम की ऊपरी सीमा ~ 1% प्राप्त की। उन्होंने बिजली घनत्व स्पेक्ट्रा में अर्ध आवधिक दोलनों (क्यूपीओ) की खोज भी की और ~ 5.6 हर्ट्ज के करीब आवृत्तियों पर आंशिक आरएमएस आयाम की ऊपरी सीमा ~ 3.4% के रूप में प्राप्त की। कठोरता-तीव्रता और रंग-रंग आरेखों के अध्ययन के साथ-साथ गैर-विस्फोट लगातार उत्सर्जन के वर्णक्रमीय और समय विश्लेषण ने भी अध्ययन का हिस्सा बनाया। विश्लेषण के परिणामों का उपयोग करते हुए उन्होंने अनुमान लगाया कि 2016 में इस

अवलोकन के दौरान, साइग एक्स -2 को मध्यम से उच्च स्तर अभिवृद्धि से गुजरते समय एक फूली हुई अभिवृद्धि डिस्क और एक ढेलेदार कोरोनल संरचना के साथ प्रारंभिक फ्लेयरिंग शाखा (एफबी) में होने की विशेषता हो सकती है।

[जिन्सी देवासिया (हेनरी बेकर कॉलेज, कोट्टायम), गायत्री रमन (आईआईटी, बॉम्बे) और बिस्वजीत पॉल]

सुजाकू के साथ न्यूट्रॉन सितारों को जोड़ने का व्यापक ब्रॉड-बैंड अध्ययन। एक्स-रे स्पेक्ट्रम में एक द्वि-मोडलिटी

एक्रीटिंग न्यूट्रॉन सितारों का ब्रॉड-बैंड वर्णक्रमीय विश्लेषण बिस्वजीत पॉल और सहयोगी प्रगति प्रधान, एनरिको बोजो, चंद्रेयी मैत्रा और बीसी पॉल द्वारा सुजाकू वेधशाला में एक्सआईएस और पिन के डेटा का उपयोग करके किया गया था। एक शक्ति कानून और उच्च ऊर्जा कट-ऑफ, साइक्लोट्रॉन लाइनों (जहां आवश्यक हो) सहित एकल सातत्य मॉडल के साथ इन स्रोतों के वर्णक्रमीय फिट से, उन्होंने विभिन्न वर्णक्रमीय मापदंडों के बीच सहसंबंध का अध्ययन किया। अध्ययन किए गए 39 स्रोतों में से 16 ऐसे हैं जहां साहित्य में एक साइक्लोट्रॉन लाइन का अस्तित्व जाना जाता है, और 29 के एक्स-रे स्पेक्ट्रा में कट-ऑफ ऊर्जा होती है।. इन 29 स्रोतों में 18 ने 3-10 keV की सीमा में कट-ऑफ ऊर्जा बंच की है, जबकि 11 स्रोतों के लिए, यह 12-25 keV में फैली हुई है। यह द्वि-मोडल व्यवहार Be XRB या सुपरजायंट एचएमएक्सबी होने वाली प्रणालियों की विशिष्ट प्रकृति पर आधारित नहीं था, न ही विभिन्न बीमिंग पैटर्न पर उनके एक्स-रे उत्सर्जन की विशेषता के रूप में उनके पल्स प्रोफाइल के एक साथ अध्ययन से अनुमान लगाया गया था। सुजाकू के ब्रॉड-बैंड कवरेज ने यह भी दिखाया कि कट-ऑफ ऊर्जा साइक्लोट्रॉन लाइन ऊर्जा के उच्च मूल्यों के लिए संतृप्त होती है - साहित्य में पिछले कार्यों के अनुरूप - दोनों समूहों के लिए और साइक्लोट्रॉन लाइन की चौड़ाई साइक्लोट्रॉन लाइन ऊर्जा के साथ कमजोर सहसंबंध दिखाती है। क्रमशः वर्णक्रमीय सूचकांक और तह ऊर्जा दोनों के लिए चमक के साथ एक विरोधी सहसंबंध भी पाया गया। पिछले कार्यों के विपरीत, उन्होंने एक्स-रे चमक और K α लाइनों के EW के बीच किसी भी विरोधी-सहसंबंध का पता नहीं लगाया। अंत में, उन्होंने दिखाया कि लौह K α लाइन का EW और प्रवाह शास्त्रीय NS-HMXB की तुलना में SFXT में छोटा है। इन निष्कर्षों पर तारकीय हवाओं और अभिवृद्धि तंत्र के विभिन्न गुणों के संदर्भ में चर्चा की गई थी।

[बिस्वजीत पॉल और सहयोगी प्रगति प्रधान (एमआईटी, यूएसए), एनरिको बोज़ो (आईएसडीसी, जिनेवा विश्वविद्यालय), चंद्रेयी मैरता (मैक्स प्लैंक इंस्टीट्यूट फॉर एक्स्ट्राटेरेस्ट्रियल फिजिक्स, जर्मनी), बीसी पॉल (उत्तर बंगाल विश्वविद्यालय, पश्चिम बंगाल)]

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। वह एस्ट्रोसैट कैल्टाक्लाइस्मिक वैरिएबल साइंस टीम का भी हिस्सा हैं। पिछले वर्ष के दौरान चंद्रा और एस्ट्रोसैट वेधशालाओं के अवलोकनों का उपयोग करते हुए सीवी, एआर स्को पर एक दिलचस्प परिणाम प्रकाशित किया गया था। पिछले लक्ष्य के दौरान फोकस का एक अन्य क्षेत्र अल्ट्राल्यूमिनस एक्स-रे स्रोत था, विशेष रूप से एनजीसी 4190 यूएलएक्स 1 पर विस्तृत कार्य में एक्सएमएम-न्यूटन अभिलेखीय डेटा का उपयोग करके इसके समय और वर्णक्रमीय गुणों का अध्ययन करना। इसके परिणामस्वरूप एक प्रकाशन हुआ। वर्तमान प्रयास NGC 891 आकाशगंगा का अध्ययन करने की दिशा में हैं जो तीन ULX को होस्ट करता है और उस कार्य को प्रकाशन के लिए तैयार करता है।

[अनिर्बान दत्ता, तनुमन घोष और विक्रम राणा]

प्रायोगिक खगोल विज्ञान

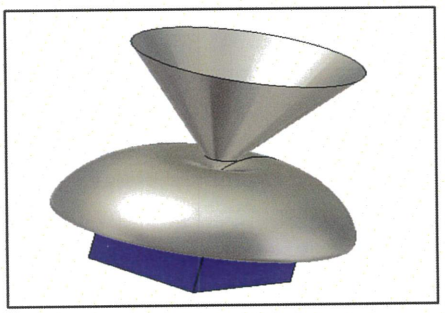
सुविधाओं के साथ अवलोकन संबंधी खगोल विज्ञान को आगे बढ़ाने के अलावा, RRI खगोलविद वास्तव में विशिष्ट अनसुलझी समस्याओं पर ध्यान देने के साथ विकिरण के विभिन्न आवृत्ति बैंडों में "देखने" के लिए डिज़ाइन किए गए विशेष दूरबीनों का निर्माण करते हैं। अवलोकनीय ब्रह्मांड के बारे में ज्ञान के मोर्चे को आगे बढ़ाने और 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।

पुनः आयनीकरण का युग

प्रतूष

हाइड्रोजन से सिग्नल का उपयोग करके ब्रह्मांड के पुन: 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 **2019-2021** के पूर्व-परियोजना अध्ययन मोड के लिए वित्त पोषित किया गया है।

मयूरी एस राव ने सौरभ सिंह और जिष्णु नंबिसन टी के साथ संयुक्त रूप से परियोजना का नेतृत्व किया है, साथ ही उनके प्रयोगशाला सदस्यों के साथ जो प्रयोग में भारी रूप से शामिल हैं। उन्होंने पिछले एक साल में **PRATUSH** के कई डिजाइन पहलुओं को अंतिम रूप दिया है, जिसमें एक बेसलाइन एंटीना डिजाइन, एनालॉग रिसीवर आर्किटेक्चर, हार्डवेयर परीक्षण, डिजिटल रिसीवर विकास, एक वाणिज्यिक सिंगल बोर्ड कंप्यूटर के माध्यम से नियंत्रण और अधिग्रहण, एक कस्टम वेक्टर नेटवर्क विश्लेषक को साकार करना शामिल है। पिछले वर्ष के दौरान **PRATUSH** के सिस्टम डिजाइन, कैलिब्रेशन विधियों, वास्तुकला और एकीकरण पर प्रयास किए गए थे। इसके अलावा, मयूरी एस **PRA TUSH** के लिए चंद्र में साथ-साथ लो अर्थ ऑर्बिट **(LEO)** में माध्यमिक विज्ञान लक्ष्यों की जांच में शामिल रही हैं। वह इसरो प्रलेखन के साथ निरंतर जुड़ाव और समूह के साथ काम करने वाले अनुसंधान सहयोगियों का मार्गदर्शन करने में भी शामिल हैं। आने वाले महीनों में इसरो समीक्षा समिति को प्रस्तुत करने के लिए वर्तमान में प्रत्यूष का एक अवधारणा मॉडल बनाया जा रहा है।



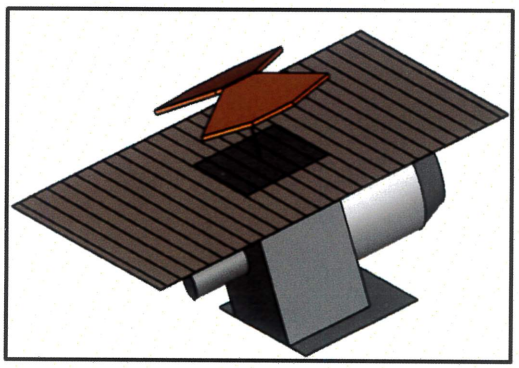
चित्र 1 प्रतूष डिजाइन (55 - 110 मेगाहर्ट्ज)। एक अनुकूलित क्यूबसैट बस पर एक प्रोफाइल परावर्तक पर एक मोनोपोल एंटीना (सौजन्य कविता के, ए रघुनाथन, प्रतुश टीम)

[मयूरी एस राव, सौरभ सिंह, जिष्णु नंबिसन और सीएमबी डिस्टॉर्शन लैब के सदस्य]

प्रतूष - C3

चंद्रयान-**3** पर हाइड्रोजन से सिग्नल का उपयोग करके ब्रह्मांड के पुनर्आयनीकरण की जांच, **55-110** मेगाहर्ट्ज पर कम आवृत्ति वाले रेडियो आकाश को मापने के लिए एक कस्टम डिज़ाइन किए गए सटीक वर्णक्रमीय-रेडियोमीटर के रूप में प्रस्तावित किया गया था, जिसका उद्देश्य कॉस्मिक डॉन (सीडी) से रेडशिफ्ट किए गए **21**-सेमी सिग्नल का पता लगाना था। **PRATUSH-C3** का उद्देश्य पृथ्वी और सूर्य-चमक से गुप्त चंद्रमा के दूर की ओर रेडियो शांत वातावरण में संचालन करके इस बेहोश और सूचना समृद्ध ब्रह्माण्ड संबंधी संकेत का पता लगाने के लिए आवश्यक संवेदनशीलता को प्राप्त करना था । फरवरी-मई **2020** में फैले चार महीनों में, **PRATUSH** के प्रयासों को एक पेलोड विकसित करने पर ध्यान केंद्रित किया गया था जिसे चंद्रयान -3 मिशन की तकनीकी और समयबद्ध बाधाओं के भीतर समायोजित किया जा सकता था। पेलोड अवधारणा को डिजाइन और अनुकूलित करने की दिशा में आरआरआई और सैक टीमों द्वारा संयुक्त रूप से जबरदस्त प्रगति की गई थी। PRATUSH-C3 के अनुभव ने **PRATUSH** को भविष्य के मिशन के लिए एक पेलोड के रूप में डिजाइन करने की दिशा में मूल्यवान सबक प्रदान किया है, जिसमें सबसे मूल्यवान संसाधन **RRI** और **ISRO (SAC)** टीमों के बीच कड़ी बातचीत के रूप में आता है। चंद्रयान **-3** प्रणोदन मॉड्यूल के पहले से ही परिपक्व डिजाइन द्वारा लगाए गए पेलोड की शक्ति, द्रव्यमान, मात्रा पर कड़े प्रतिबंध **PRATUSH-C3** की विज्ञान आवश्यकताओं से प्रेरित लोगों के विपरीत पाए गए।

मयूरी एस राव ने सौरभ सिंह और जिष्णु नंबिसन टी के साथ संयुक्त रूप से **PRATUSH-C3** गतिविधियों का नेतृत्व किया। इसमें प्रयोग के लिए प्रस्ताव लिखना, विज्ञान के मामले को विकसित करना, सिस्टम डिजाइन, इसरो और आरआरआई टीम के सदस्यों के साथ बातचीत, कुछ हार्डवेयर क्षमताओं को विकसित करने, डिजाइन करने, प्रयोग करने और लागू करने और तकनीकी रिपोर्ट तैयार करना शामिल था।



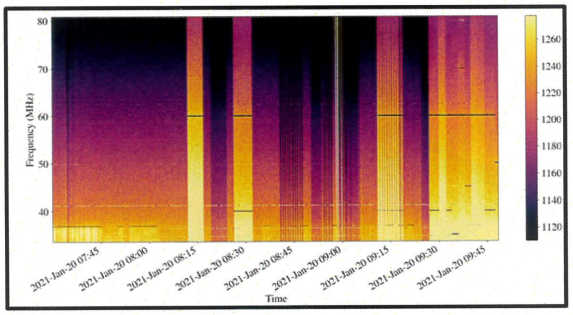
चित्र 2 प्रतूष सी 2 डिजाइन। चंद्रयान-3 प्रणोदन मॉड्यूल पर एक मेष परावर्तक के साथ एक द्विध्रुवीय एंटीना (सौजन्य कविता के, ए रघुनाथन, PRATUSH-C3 टीम)

[मयूरी एस राव, सौरभ सिंह, जिष्णु नंबिसन और सीएमबी डिस्टॉर्शन लैब के सदस्य]

सारस उन्नयन

SARAS-3, SARAS (शेप्ड ऐन्टेना मेजरमेंट ऑफ़ बैकग्राउंड रेडियो स्पेक्ट्रम) श्रृंखला के प्रयोगों की श्रृंखला में तीसरा है। सारस एक जमीन पर आधारित प्रयोग है, और **PRATUSH** का एक परिपक्व समकक्ष है, जिसका वैज्ञानिक लक्ष्य ब्रह्मांडीय भोर और पुनः आयनीकरण के युग से रेडशिफ्ट किए गए वैश्विक **21cm** सिग्नल का पता लगाना है।

पिछले विज्ञान परिनियोजन के आधार पर, मयूरी एस राव सिग्नल का पता लगाने के लिए प्रयोग संवेदनशीलता में सुधार के लिए सिस्टम स्थिरता को और बढ़ाने के प्रयासों का नेतृत्व कर रहे हैं। इनमें मैदान पर मापे गए स्पेक्ट्रम में सिस्टमैटिक्स के स्रोतों की पहचान करना शामिल है, जिन्हें पहले प्रयोगशाला स्थितियों में नहीं देखा गया है, साथ ही साथ सारस के अगले संस्करण, सारस-4 के लिए सिस्टम में सुधार करना शामिल है। समूह के सदस्यों के साथ मिलकर काम करते हुए, मयूरी एस राव आकाश-अवलोकन का अनुकरण करने के लिए सरस -3 प्रणाली के परीक्षण चला रहे हैं, जैसा कि क्षेत्र में मापा जाएगा और साथ ही लंबी प्रयोगशाला के डेटा विश्लेषण के माध्यम से उपकरण गुणों पर डिजाइन परिवर्तनों के प्रभावों का अध्ययन किया जाएगा।



चित्र 3 मापा स्पेक्ट्रम पर क्षेत्र में आरएफआई पर बिजली के स्तर के प्रभाव का अध्ययन करने के लिए जानबूझकर टोन इंजेक्शन के साथ सारस-3 प्रणाली के 2 घंटे के अवलोकन का नमूना झरना प्लॉट।

[मयूरी एस राव और सीएमबी डिस्टॉर्शन लैब के सदस्य]

SKA मानीटरन अंशांकन और नियंत्रण प्रणाली

स्क्वायर किलोमीटर एरे (https://india.skatelescope.org/) एक बहुराष्ट्रीय मेगासाइंस प्रोजेक्ट है, जिसमें भारत एक सदस्य है। यह एक आगामी रेडियो टेलीस्कोप है जिसमें SKA कम स्पैनिंग फ़्रीक्वेंसी 50 - 350 MHz और SKA मिड स्पैनिंग फ़्रीक्वेंसी 350 MHz - 14 GHz है। SKA लो पश्चिमी ऑस्ट्रेलिया में और SKA मध्य दक्षिण अफ्रीका में स्थित होगा। एसकेए के प्रमुख विज्ञान लक्ष्यों में शामिल हैं (1) गैलेक्सी विकास, ब्रह्मांड विज्ञान और डार्क एनर्जी (2) पल्सर और ब्लैक होल का उपयोग करके गुरुत्वाकर्षण के मजबूत क्षेत्र परीक्षण (3) ब्रह्मांडीय चुंबकत्व की उत्पत्ति और विकास (4) ब्रह्मांडीय डॉन की जांच (5) जीवन का पालना और (6) अज्ञात की खोज को सक्षम करने के लिए लचीला डिजाइन।

एसकेए-लो में एक एपर्चर सरणी शामिल है, इसमें कुल 1024 स्टेशनों का निर्माण करने वाले 16 एंटेना की टाइलों में 262,144 एंटेना शामिल होने की उम्मीद है। ये स्टेशन 45 किमी की अधिकतम आधार रेखा के साथ फैले हुए हैं, जिसमें 95% एंटेना 4 किमी के दायरे में हैं। टाइल प्रोसेसिंग मॉड्यूल (टीपीएम) के रूप में बैकएंड डिजिटल इलेक्ट्रॉनिक्स टेलीस्कोप को उप-सरणियों में काटकर, जिनमें से प्रत्येक एक स्वतंत्र शेड्यूलिंग ब्लॉक के साथ काम कर सकता है, को सहभोजी बहु-आवृत्ति अवलोकनों को महसूस करने में सक्षम होने के कारण बीमफॉर्मिंग को प्रभावी ढंग से सक्षम बनाता है।

एसकेए-निम्न दूरबीन की निगरानी, नियंत्रण और अंशांकन इस प्रकार एक जटिल गतिविधि है। मयूरी एस राव एसकेए एमसीसीएस (निगरानी, नियंत्रण और अंशांकन प्रणाली) टीम के सदस्य हैं। एक इंजीनियरिंग पृष्ठभूमि के साथ एक खगोलशास्त्री के रूप में वह सॉफ्टवेयर प्रमुख एमसीसीएस टीम की एजाइल ट्रेन में एक डिप्टी प्रोडक्ट ओनर की भूमिका निभाती है। उसने पिछले एक साल में एसकेए-लो की वास्तुकला पर स्पष्टता प्रदान करने के लिए एमसीसीएस टीम के सदस्यों के साथ काम किया है और वर्तमान में एसकेए-एमसीसीएस कार्यात्मकताओं के उपयोगकर्ता को सबसे प्रभावी ढंग से संलग्न करने के लिए एक इंजीनियर यूजर इंटरफेस डिजाइन करने के कार्यक्रम के उद्देश्य का नेतृत्व कर रही है। इस गतिविधि के परिणामस्वरूप एमसीसीएस के शुरुआती उपयोगकर्ताओं सहित एसकेए कम समुदाय के सदस्यों के साथ सहयोग हुआ है। ये सत्यापन और एकीकरण इंजीनियरों के साथ-साथ संस्थान के सदस्य भी हैं। आरआरआई के भारत में एसकेए कम डिजिटल गतिविधियों का नेतृत्व करने की उम्मीद है। टीपीएम के शीघ्र ही आरआरआई में पहुंचने के साथ, एमसीसीएस का कार्यान्वयन और टीपीएम के साथ एकीकरण न केवल आरआरआई के लिए, बल्कि एसकेए के लिए एक मील का पत्थर बनेगा।

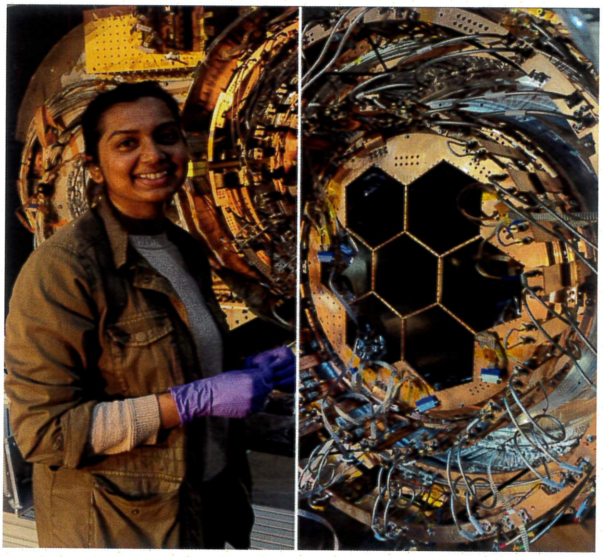
[मयूरी एस राव, टी प्रभु, शिव सेठी एसकेए एमसीसीएस (मॉनिटरिंग कंट्रोल कैलिब्रेशन सिस्टम टीम) और यशवंत गुप्ता (एनसीआरए) के सदस्यों के साथ]

कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड टेलीस्कोप के लिए रीडआउट तकनीक

आगामी और भविष्य के कॉस्मिक माइक्रोवेव पृष्ठभूमि प्रयोगों की संवेदनशीलता आवश्यकताओं को फोटॉन-शोर सीमित डिटेक्टरों (आमतौर पर ट्रांज़िशन एज सेंसर बोलोमीटर) की संख्या में वृद्धि करके काफी हद तक बढ़ाया जा सकता है। रिसीवर फोकल प्लेन में O (1000-10,000) या अधिक डिटेक्टरों को तैनात करने से डिटेक्टर रीडआउट तकनीक के लिए थर्मल, इलेक्ट्रिकल और शोर चुनौतियों का सामना करना पड़ता है। क्वांटम शोर सीमित डिटेक्टरों के लिए एक आशाजनक आगामी रीडआउट तकनीक माइक्रोवेव स्क्विड मल्टीप्लेक्सर (एमयू-एमयूएक्स) है

जो माइक्रोवेव काइनेटिक इंडक्टेंस डिटेक्टरों (एमकेआईडी) की उच्च मल्टीप्लेक्स-क्षमता के फायदे और क्षेत्र द्वारा प्रदर्शित टीईएस-डिटेक्टरों की विरासत को जोड़ती है। क्वांटम कंप्यूटिंग के अनुप्रयोगों के साथ सीएमबी दूरबीनों और क्वांटम डिटेक्टरों के लिए एमयू-एमयूएक्स के शोर प्रदर्शन का अध्ययन और सुधार करने के प्रयास जारी हैं। यह कोल्ड-रीडआउट तकनीक से लेकर लो-लॉस सुपरकंडक्टिंग नाइओबियम माइक्रोस्ट्रिपलाइन गिगाहर्ट्ज रेज़ोनेटर के डिजाइन और निर्माण के साथ फैला हुआ है, रेज़ोनेटर सिग्नल के क्रायोजेनिक लीनियर लो-नॉइज़ एम्प्लीफिकेशन के साथ प्रभावी आरएफ वायरिंग, और टोन-ट्रैक्ड रेज़ोनेटर डिटेक्शन एल्गोरिदम के लिए उच्च प्रदर्शन एफपीजीए आधारित फ़र्मवेयर विकास। सिमंस ऑब्जर्वेटरी (SO) एक आगामी ध्रुवीकरण-संवेदनशील कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड (CMB) प्रयोग है जो 3 छोटे एपर्चर टेलीस्कोप और एक बड़े एपर्चर टेलीस्कोप में O (10,000) डिटेक्टरों से संकेतों को पढ़ने के लिए mu-MUX रीडआउट तकनीक को अपनाता है। SO चिली में अटाकामा रेगिस्तान में एक साइट पर तैनात होगा। CMB-S4 अगली पीढ़ी की CMB दूरबीन का चरण 4 है जो सीएमबी ध्रुवीकरण के लिए उच्चतम लक्षित संवेदनशीलता तक पहुंचने के लिए ओ (500,000) पृष्ठभूमि सीमित डिटेक्टरों को तैनात करेगा। एमयू-एमयूएक्स सीएमबी-एस4 के लिए टाइम डोमेन मल्टीप्लेक्सिंग (टीडीएम), और फ्रीक्वेंसी डिवीजन मल्टीप्लेक्सिंग (डीएफएमयूएक्स) के अलावा एक प्रतिस्पर्धी रीडआउट तकनीक है।

मयूरी एस राव ने सिमंस वेधशाला एमयू-एमयूएक्स रीडआउट के लिए आरएफ रीडआउट श्रृंखला विकसित करने और एसओ के पहले छोटे एपर्चर टेलीस्कोप (एसएटी 1) के लिए कोल्ड-रीडआउट-असेंबली (सीआरए) को लागू करने पर काम किया। इसमें मैकेनिकल, क्रायोजेनिक, इलेक्ट्रिकल, आरएफ डिजाइन, बिल्डिंग, टेस्टिंग और सीआरए का सैट1 के साथ एकीकरण शामिल है। SAT1 के 2022 में चिली में पहली रोशनी देखने की उम्मीद है। वह SO की सहयोगी सदस्य और गेलेक्टिक साइंस वर्किंग ग्रुप के एक हिस्से के रूप में है। जटिल क्रायोजेनिक आरएफ रिसीवरों को डिजाइन करने का अनुभव आने वाले वर्षों में आरआरआई में APSERA (पुनर्संयोजन के युग के लिए सटीक स्पेक्ट्रोमीटर की सरणी) को साकार करने की नियोजित गतिविधियों में सीधे अनुवाद करेगा।



चित्र 4 सिमंस वेधशाला के छोटे एपर्चर टेलीस्कोप 1 (SAT1) में कोल्ड रीडआउट असेंबली की स्थापना। (सौजन्य - सिमंस वेधशाला, परिचालन के लिए नहीं)

[मयूरी एस राव, सिमंस ऑब्जर्वेटरी सहयोग (https://simonsobservatory.org/), अकिटो कुसाका के साथ मजबूत सहयोग के साथ (संबद्धता: बर्कले लैब, टोक्यो विश्वविद्यालय)]

शॉर्ट स्पेसिंग इंटरफेरोमीटर का उपयोग करके वैश्विक 21 सेमी सिग्नल का पता लगाना

वैश्विक 21 सेमी सिग्नल का पता लगाने के लिए एकल एंटीना प्रयोगों के विकल्प के रूप में पर्याप्त रूप से कम दूरी (प्रासंगिक आवृत्तियों पर तरंग दैर्ध्य के क्रम के) के इंटरफेरोमीटर को प्रस्तावित किया गया है। इस तरह के एक इंटरफेरोमीटर से किसी भी मोनोपोल घटक सहित आकाश की प्रतिक्रिया की उम्मीद की जाती है, जबकि कम दूरी पर इंटरफेरोमीटर में पारस्परिक रूप से युग्मित शोर के अलावा न्यूनतम उपकरण शोर जोड़ते हैं। इस दृष्टिकोण की जांच करने के लिए, जिष्णु नांबिसन ने कर्टिन के सहयोगियों के साथ, पश्चिमी ऑस्ट्रेलिया में मर्चिसन रेडियो वेधशाला (एमआरओ) में एक छोटी दूरी के इंटरफेरोमीटर का निर्माण और तैनाती की। SITARA नाम का यह उपकरण 14 मार्च, 2021 से डेटा प्राप्त कर रहा है। वर्तमान प्रयास अधिग्रहीत डेटा के अंशांकन और कमी की दिशा में हैं।

[जिष्णु नंबिसन और कर्टिन ईओआर समूह के सदस्य]

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।

एक्स-रे पोलारिमीटर इंस्ट्रूमेंट पोलिक्स के क्वालिफिकेशन मॉडल (क्यूएम) का विकास पूरा कर लिया गया है और फ्लाइट मॉडल (एफएम) को पूरा करने की दिशा में महत्वपूर्ण प्रगति हुई है।

- पोलिक्स के क्यूएम डिटेक्टरों पर कुछ पुन: कार्य किए गए। क्यूएम, एक कार्यशील डिटेक्टर मॉड्यूल और अन्य सभी यांत्रिक घटकों को असेंबल किया गया था और यूआरएससी, आईआरएसओ में योग्यता स्तर पर कंपन के अधीन किया गया था। कंपन परीक्षण सफल रहे।

- कुछ वायर फ्रेम पर फिर से काम करने के बाद पोलिक्स के चार एफएम डिटेक्टरों में से तीन के लिए असेंबली और परीक्षण किए गए। डिटेक्टर हाउसिंग पर रिसाव परीक्षण सफलतापूर्वक किए गए हैं।

- क्यूएम के लिए दो बैकएंड इलेक्ट्रॉनिक्स (बीई) के सभी पीसीबी बनाए और परीक्षण किए गए हैं।

- क्यूएम के लिए दो बीई पैकेज इकट्ठे किए गए हैं और डिटेक्टरों और ग्राउंड चेकआउट सिस्टम के साथ सफलतापूर्वक परीक्षण किए गए हैं।

- बीई क्यूएम पैकेजों को यूआरएससी-इसरो में योग्यता स्तर के कंपन परीक्षणों के अधीन सफलतापूर्वक किया गया है।

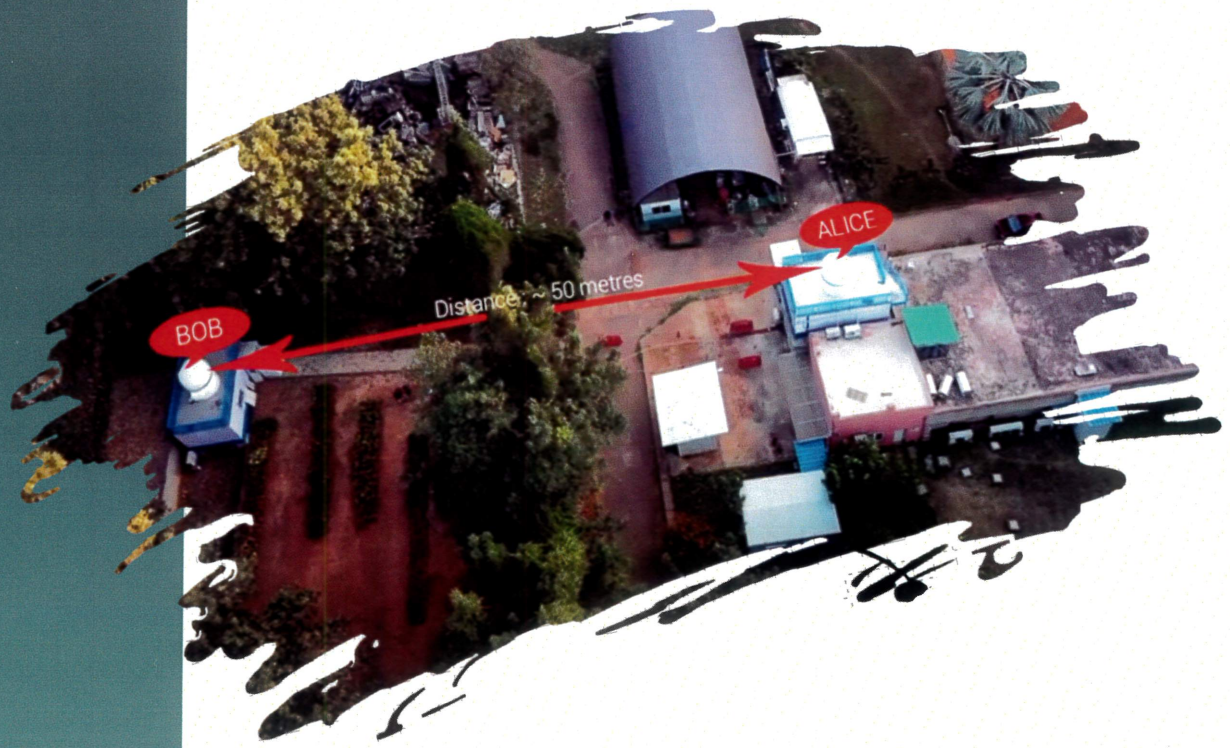
- पोलिक्स के उड़ान मॉडल के लिए बैकएंड इलेक्ट्रॉनिक्स पीसीबी के संयोजन में महत्वपूर्ण प्रगति हुई है।

[बिस्वजीत पॉल, पीवी रिशिन, विक्रम राणा, एमआर गोलापकृष्ण, एस कृष्णमूर्ति, मोहम्मद इब्राहिम, एम हेमंत, पूजा वर्मा, मोहम्मद इरशाद, हरिकृष्ण साहू, जी राजगोपाल, नंदिनी श्रीआनंद, टीएस ममता, पी संध्या, केतन रिकामे और मैकेनिकल इंजीनियरिंग 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। पिछले एक साल के दौरान, स्वचालित एपॉक्सी डिस्पेंस मशीन पर कई परीक्षण किए गए। इस प्रणाली का उपयोग करके एकल ग्लास शीट और एपॉक्सी से बंधे ग्रेफाइट स्पेसर वाले व्यक्तिगत नमूने (दर्पण खंड) तैयार किए गए थे। इसके बाद, इस प्रणाली का उपयोग ग्रेफाइट स्पेसर्स का उपयोग करके इन अलग-अलग कांच के दर्पण खंडों को ढेर करने के लिए किया जाएगा। भविष्य के एक्स-रे मिशनों के साथ उपयोग करने के लिए हार्ड एक्स-रे ऑप्टिक्स प्रौद्योगिकी विकास के लिए इसरो (पीआरएल और इसरो के सहयोग से) को एक औपचारिक प्रस्ताव प्रस्तुत किया गया है।

[विक्रम राणा]



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, संघनित पदार्थ, अल्ट्राकोल्ड और मामला के विदेशी 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।

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 अन्तः क्रिया

मॉडलिंग अल्ट्राकोल्ड लिथियम आयन-परमाणु टक्कर

टकराने वाले भागीदारों के बीच बातचीत के सटीक ज्ञान की मांग के कारण अल्ट्राकोल्ड तापमान पर बिखरने वाले गुणों का सटीक अनुमान चुनौतीपूर्ण है। सादिक रंगवाला और उनके समूह के सदस्य अमरेंद्र पांडे, निरंजन माइनेनी और निशांत जोशी ने सहयोगी ओलिवियर डुलियू के साथ बातचीत के पहलुओं की पहचान की है जो बिखरने की गणना में परिभाषित भूमिका निभाते हैं। उन्होंने $^7Li^+$-^7Li, $X^2\sum_g^+$ और $A^2\sum_u^+$, के लिए संभावित ऊर्जा वक्रों की भी गणना की, और उनके टकराव गुणों को निर्धारित किया।

[ए पांडे, एम निरंजन, एन जोशी, एस ए रंगवाला और ओ दुलियू (लैब एमी कॉटन, सीएनआरएस, फ्रांस)]

लेजर-कूल्ड सीज़ियम परमाणुओं और फंसे हुए सीज़ियम आयनों के बीच टकराव का मापन

पिछले वर्ष के दौरान सादिक रंगवाला ने सहयोगी सौरव दत्ता के साथ अल्ट्राकोल्ड Cs परमाणुओं और कम-ऊर्जा Cs^+ आयनों के बीच टकराव के लिए टक्कर दर गुणांक की माप की सूचना दी। प्रयोग हाइब्रिड ट्रैप में किए गए थे जिसमें Cs परमाणुओं के लिए मैग्नेटो-ऑप्टिकल ट्रैप (MOT) और Cs^+ आयनों के लिए पॉल ट्रैप शामिल थे। आयन-परमाणु टकराव अल्ट्राकोल्ड Cs परमाणुओं को गतिज ऊर्जा प्रदान करते हैं, जिसके परिणामस्वरूप वे उथले MOT से बच जाते हैं और इसलिए, MOT में Cs परमाणुओं की संख्या में कमी आती है। मॉनिटरिंग करके, प्रतिदीप्ति माप, Cs परमाणु संख्या, और MOT लोडिंग गतिकी का उपयोग करके और फिर डेटा को एक दर समीकरण मॉडल में फ़िट करके, आयन-परमाणु टक्कर दर प्राप्त की गई थी। $Cs–Cs^+$ टक्कर दर गुणांक $9.3(\pm0.4)(\pm1.2)(\pm3.5)\times10^{-14}m^3s^{-1}$, 95 meV ($\approx$kB 1100 K), की सबसे संभावित टक्कर ऊर्जा के साथ आयन वितरण के लिए मापा गया, पाया गया था सैद्धांतिक गणना के साथ उचित समझौते में हो। एक मध्यवर्ती कदम के रूप में, 473 nm तरंग दैर्ध्य पर सीएस Cs $6P_{3/2}$ परमाणुओं का फोटोआयनीकरण क्रॉस सेक्शन भी $2.28\ (\pm0.33)\times10^{-21}m^2$ निर्धारित किया गया था।

[सादिक रंगवाला और सौरव दत्ता (टीआईएफआर, मुंबई)]

आयन-परमाणु अल्ट्राकोल्ड टक्कर प्रयोगों के लिए बहुध्रुवीय रैखिक पॉल ट्रैप का विश्लेषण

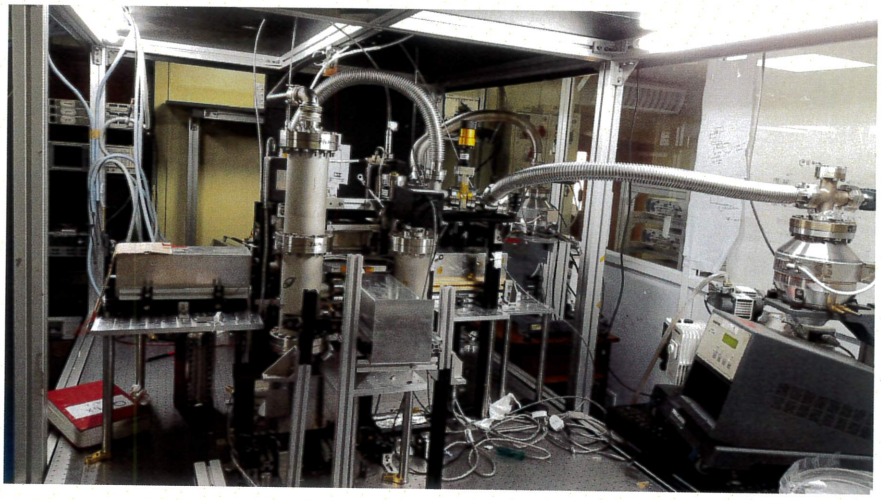
सादिक रंगवाला और उनके छात्रों निरंजन माइनेनी और आनंद प्रकाश ने शीत आयन-परमाणु टकरावों का अध्ययन करने के उद्देश्य से मल्टीपोल, लीनियर पॉल ट्रैप के प्रदर्शन का मूल्यांकन किया। वायरल प्रमेय पर आधारित संख्यात्मक सिमुलेशन और विश्लेषण के संयोजन का उपयोग कई मल्टीपोल ट्रैप प्रकारों के ट्रैपिंग विवरणों पर विचार करके, परिणाम के अंतर पर निष्कर्ष निकालने के लिए किया गया था। एक पूरी तरह से मुआवजा, अल्ट्राकोल्ड फंसे हुए आयन और एक स्थिर परमाणु के बीच कम ऊर्जा टकराव कैसे होता है, इसके विश्लेषण से शुरू करते हुए, उन्होंने दिखाया है कि एक उच्च क्रम मल्टीपोल जाल, सैद्धांतिक रूप से, टकराव हीटिंग के मामले में फायदेमंद है। मल्टीपोल ट्रैप का वायरल विश्लेषण, चौगुनी, हेक्सापोल, ऑक्टोपोल और डू-डिकैपोल रेडियो फ्रीक्वेंसी ट्रैप में फंसे आयन प्रक्षेपवक्र की गणना के साथ-साथ इस अध्ययन का हिस्सा था। उन्होंने इस तरह के जाल के लिए प्रयोगात्मक संभावनाओं का मूल्यांकन करने के लिए आयन की गति के आयाम, चरण और स्थिरता के एक कार्य के रूप में फंसे हुए आयनों की गति का विस्तृत विश्लेषण किया। वर्तमान विश्लेषण में पहले सिद्धांतों का उपयोग करते हुए विभिन्न विन्यासों के गुणों के लिए निश्चित उत्तर प्रदान करने का गुण है।

[निरंजन माइनेनी, आनंद प्रकाश और सादिक रंगवाला]

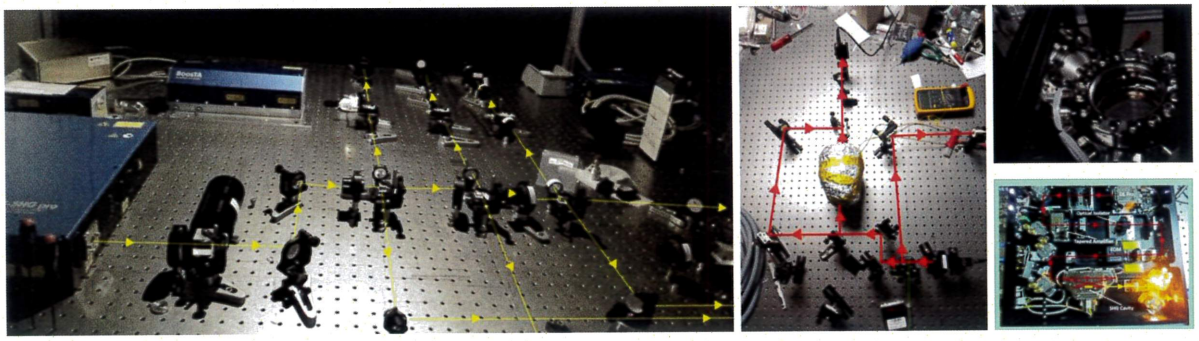
डीजेनरेट गैसों का उपयोग कर संघनित पदार्थ भौतिकी का क्वांटम सिमुलेशन

तटस्थ सोडियम और पोटेशियम परमाणुओं के क्वांटम डीजेनरेट मिश्रण का अध्ययन करने के लिए प्रायोगिक सुविधा की स्थिति

2020-2021 के दौरान, सप्तर्षि चौधरी और समूह के सदस्यों सागर सूत्रधर, सुभाजीत भर, श्रेया बागची, विद्युत बिकाश बोरुआ और संजुक्ता रॉय ने अत्याधुनिक क्वांटम मिक्सचर प्रयोग के अल्ट्रा-हाई वैक्यूम प्रणाली की स्थापना पूरी कर ली है। इन प्रयोगों में जटिल संघनित पदार्थ घटना का अनुकरण करने के लिए ट्यून करने योग्य, लंबी दूरी के द्विध्रुवीय अंतःक्रियाओं के साथ क्वांटम पतित मिश्रण और ध्रुवीय अणुओं की उभरती भौतिकी की जांच करने का दीर्घकालिक लक्ष्य है। प्रयोग सुविधा लेजर कूलिंग और बाष्पीकरणीय शीतलन तकनीकों के माध्यम से तटस्थ सोडियम (^{23}Na) और पोटेशियम (^{39}K and ^{40}K दोनों) को नैनो-केल्विन तापमान में एक साथ ठंडा करने में सक्षम है। निर्वात प्रणाली में परमाणुओं की दोनों प्रजातियों के लिए द्वि-आयामी मैग्नेटो ऑप्टिकल ट्रैप के रूप में ठंडे परमाणु बीम के दो उच्च-प्रवाह स्रोत होते हैं। स्रोतों से परमाणुओं को एक साथ दोहरे प्रजाति के मैग्नेटो ऑप्टिकल ट्रैप (MOT) में कैद किया जाएगा। एक चुंबकीय परिवहन चरण को लगभग एक मीटर की दूरी पर एक चलती चुंबकीय जाल में फंसे हुए परमाणुओं को बड़े ऑप्टिकल एक्सेस और अल्ट्रा-हाई वैक्यूम के साथ जुड़े ग्लास वैक्यूम सेल में ले जाने के लिए डिज़ाइन किया गया था। स्थापित वैक्यूम प्रणाली की तस्वीर चित्र में प्रस्तुत की गई है। 1. अधिकांश वैक्यूम घटक या तो खरीदे गए थे या आरआरआई यांत्रिक कार्यशाला में मशीनीकृत किए गए थे। अल्ट्रा-हाई वैक्यूम ग्लास सेल इन-हाउस डिज़ाइन किए गए थे और एक बाहरी विक्रेता द्वारा निर्मित किए गए थे। परमाणुओं को फंसाने और ठंडा करने के लिए लेज़रों और संबंधित उच्च विभेदन स्पेक्ट्रोस्कोपी सेट-अप को इस वर्ष के दौरान पूरा किया गया और अनुकूलित किया गया। चित्र 2 में, प्रयोगशाला में स्थापित कुछ ऑप्टिकल, ऑप्टोमैकेनिकल और स्पेक्ट्रोस्कोपी घटकों को दिखाया गया है।



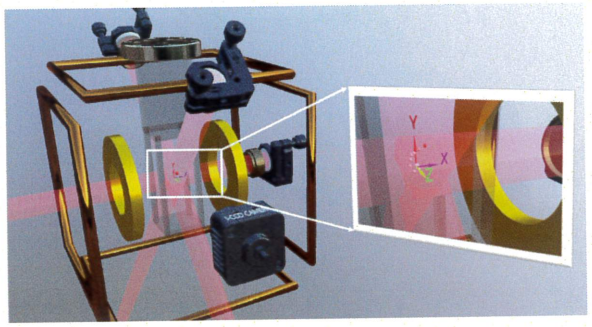
चित्र 1. क्वांटम मिश्रण प्रयोगशाला में स्थापित अल्ट्रा-हाई वैक्यूम प्रणाली।



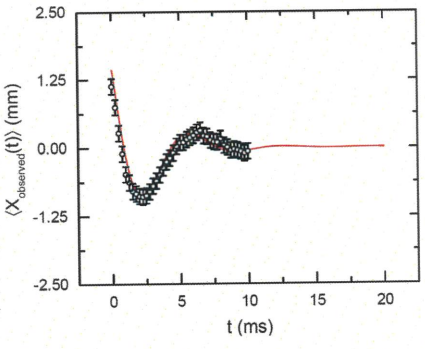
चित्र 2. लेजर कूलिंग और सोडियम और पोटेशियम परमाणुओं के ट्रैपिंग के लिए स्थापित ऑप्टिकल, ऑप्टोमैकेनिकल घटकों और उच्च रिज़ॉल्यूशन स्पेक्ट्रोस्कोपी सेट-अप दिखाने वाली तस्वीरों का एक कोलाज।

मैग्नेटो ऑप्टिकल ट्रैप में ठंडे परमाणुओं के प्रतिक्रिया कार्य का मापन

सुभाजीत भर, महेश्वर स्वर, सुपूर्णा सिन्हा, संजुक्ता रॉय और सप्तर्षि चौधरी ने सहयोगी उरबाशी सतपती और राफेल सॉर्किन के साथ अचानक यांत्रिक आवेग के अधीन मैग्नेटो ऑप्टिकल ट्रैप (एमओटी) में ठंडे परमाणुओं के प्रतिक्रिया कार्य का अध्ययन करने के लिए प्रयोगों का एक सेट पूरा किया है। एक बाहरी समान चुंबकीय पूर्वाग्रह क्षेत्र का उपयोग करके मैग्नेटो ऑप्टिकल ट्रैप में ठंडे परमाणुओं के बादल का विस्थापन, इसके बाद बाहरी क्षेत्र के अचानक स्विचिंग और बादल की गति के अवलोकन (प्रयोगात्मक सेट-अप का योजनाबद्ध चित्र 3 में प्रदान किया गया है)) ने उन्हें अपने माप से अल्ट्रा-कोल्ड परमाणुओं के प्रतिक्रिया कार्य को निकालने में सक्षम बनाया। समय के एक कार्य के रूप में परमाणु बादल की एक विशिष्ट केन्द्रक गति को चित्र 4 में दिखाया गया है। प्रयोगों के एक संबंधित सेट में, अल्ट्रा-कोल्ड परमाणुओं के बादल को ऑप्टिकल क्षमता की उपस्थिति में फैलने की अनुमति दी गई थी और प्रसार दर द्वारा मापा गया था परमाणु बादल की प्रत्यक्ष इमेजिंग। ये माप प्रायोगिक रूप से क्वांटम प्रसार को मापने की दिशा में पहला कदम हैं। ये माप लेजर कूलिंग और ट्रैपिंग में शामिल मूलभूत भौतिक प्रक्रियाओं और ठंडे परमाणु प्रयोगों में क्वांटम लैंगविन समीकरण (क्यूएलई) की प्रयोज्यता में अंतर्दृष्टि प्रदान करते हैं। प्रयोगात्मक और सैद्धांतिक परिणामों के साथ एक पांडुलिपि अब पूरी हो गई है और आर्क्सिव पर एक प्री-प्रिंट उपलब्ध है।



चित्र 3 ठंडे परमाणुओं के प्रतिक्रिया कार्य का अध्ययन करने के लिए प्रयोगात्मक सेट-अप



चित्र 4 ठंडे 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।

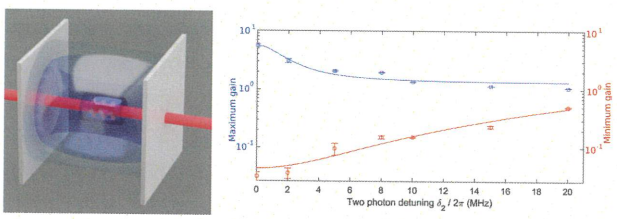
[सुभाजीत भर, महेश्वर स्वर, सुपर्णा सिन्हा, उर्वशी सतपती (आईसीटीएस, बेंगलुरु), राफेल सॉर्किन (परिधि संस्थान, कनाडा और सहायक प्रोफेसर, आरआरआई), संजुक्ता रॉय, सप्तर्षि चौधरी]

प्रेसिजन एटम-लाइट इंटरेक्शन और स्पेक्ट्रोस्कोपी

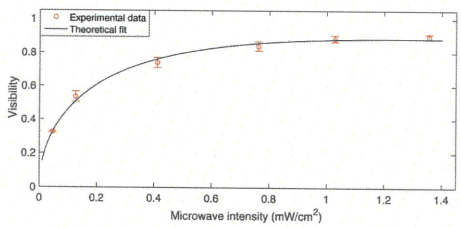
माइक्रोवेव क्षेत्र द्वारा नियंत्रित ऑप्टिकल क्षेत्र के चरण-निर्भर प्रवर्धन के पीछे के तंत्र को खोलना।

पिछले 3-4 वर्षों से अंडाल नारायणन और उनके छात्र अद्वैत केवी, प्रदोष केएन और सास्वथ जेके सहयोगी फैबियन ब्रेटेनकर के साथ प्रायोगिक रूप से एक परमाणु-प्रकाश अंतःक्रिया योजना का अध्ययन कर रहे हैं जो बाहरी विद्युत चुम्बकीय क्षेत्र चर का उपयोग करके परमाणुओं की आंतरिक अवस्थाओं का मजबूत सुपरपोजिशन बनाता है जिसे डार्क स्टेट कहा जाता है। क्वांटम ऑप्टिक्स लैब में, इस डार्क स्टेट को प्राप्त करने के लिए माइक्रोवेव और ऑप्टिकल फील्ड का उपयोग किया गया था। माइक्रोवेव गुहा के अंदर परमाणु नमूने का एक योजनाबद्ध और माइक्रोवेव और ऑप्टिकल क्षेत्रों के साथ बातचीत को चित्र 5 (बाएं) में दिखाया गया है। यह विशेष परमाणु प्रणाली दो ऑप्टिकल और एक माइक्रोवेव क्षेत्र को रिले जैसी चक्रीय बंद अंतःक्रिया के माध्यम से जोड़ती है जो इसकी जमीन और मेटास्टेबल राज्य की एक अंधेरे सुपरपोजिशन स्थिति बनाती है। उन्होंने पाया कि इस परमाणु-प्रकाश प्रणाली में, माइक्रोवेव क्षेत्र के चरण का उपयोग करके ऑप्टिकल जांच क्षेत्र के संचरण और अवशोषण गुणों को नियंत्रित किया जा सकता है। इन प्रणालियों में एक हाइब्रिड (विद्युत और चुंबकीय) क्षेत्र प्रेरित तीन-लहर मिश्रण गैर-रैखिकता का उपयोग करते हुए, उन्होंने पिछले कुछ वर्षों में महसूस किया है, एक माइक्रोवेव क्षेत्र के चरण द्वारा नियंत्रित एक तेज, उच्च-विपरीत ऑप्टिकल स्विच, एक नए ऑप्टिकल की पीढ़ी माइक्रोवेव-ऑप्टिकल प्रेरित गैर-रेखीय संपर्क और ऑप्टिकल जांच क्षेत्र के माइक्रोवेव चरण निर्भर प्रवर्धन के माध्यम से क्षेत्र।

पिछले वर्ष के प्रयासों ने प्रवर्धन घटना के पीछे भौतिक तंत्र को उजागर करने के लिए माइक्रोवेव क्षेत्र और इस अंधेरे राज्य द्वारा मध्यस्थता वाले युग्मन ऑप्टिकल क्षेत्र के बीच एक हस्तक्षेप प्रभाव होने का नेतृत्व किया है। इस मॉडल द्वारा पहचाना जाने वाला महत्वपूर्ण पैरामीटर तथाकथित दो-फोटॉन डिट्यूनिंग पैरामीटर है जो अंधेरे राज्य के अस्तित्व को तय करता है। सैद्धांतिक मॉडल (निरंतर वक्र) उच्च और निम्न लाभ (चित्र 5 (दाएं)) के लिए प्रयोगात्मक डेटा बिंदुओं को बहुत अच्छी सटीकता के साथ फिट करने के लिए पाया गया था। परिणामी दृश्यता वक्र (चित्र 6.) जो माइक्रोवेव क्षेत्र की तीव्रता के एक फलन के रूप में उच्च और निम्न ऑप्टिकल क्षेत्र लाभ मूल्यों के बीच अंतर को दर्शाता है, ने सैद्धांतिक भविष्यवाणी का भी बारीकी से पालन किया जैसा कि नीचे दिखाया गया है। यह कार्य अब प्रकाशित हुआ है: **OSA सातत्य 4(2), 702–710 (2021)**



चित्र 5. (बाएं) माइक्रोवेव गुहा के अंदर परमाणुओं का योजनाबद्ध प्रतिनिधित्व माइक्रोवेव और लाल रंग में चित्रित ऑप्टिकल लेजर क्षेत्रों के साथ बातचीत करता है। (दाएं) सैद्धांतिक मॉडल (निरंतर वक्र) और प्रयोगात्मक डेटा उच्च और निम्न लाभ के लिए इंगित करता है।

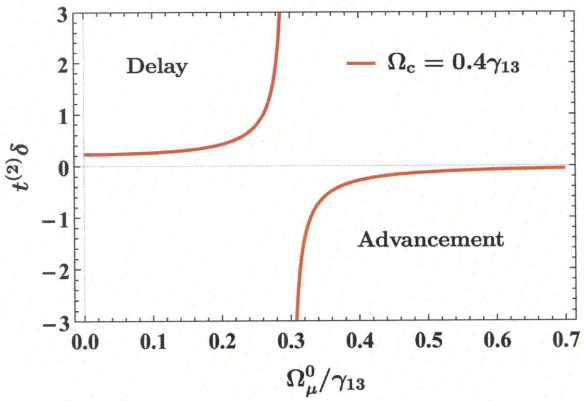


चित्र 6 सैद्धांतिक मॉडल (निरंतर वक्र) और प्रयोगात्मक डेटा बिंदुओं के आधार पर उच्च और निम्न लाभ ऑप्टिकल मूल्यों के बीच के अंतर को दर्शाने वाला दृश्यता वक्र।

[अद्वैथ के वी, प्रदोष के एन और सास्वथ जेके और अंडाल नारायणन के साथ सहयोगी फैबियन ब्रेटेनकर (एडजंक्ट प्रोफेसर, आरआरआई और यूनिवर्सिटी ऑफ पेरिस-सैकले, फ्रांस)]

परमाणु अरैखिकता द्वारा शासित धीमी रोशनी। एक सैद्धांतिक जांच।

यह सर्वविदित है कि किसी भौतिक माध्यम में यात्रा करने वाले किसी दिए गए प्रकाश नाड़ी के समूह विलंब को अन्य नियंत्रण क्षेत्रों के साथ गैर-रैखिक बातचीत के माध्यम से संशोधित किया जा सकता है। यह पाया गया है कि परमाणु गैसीय मीडिया में इलेक्ट्रोमैग्नेटिक (ईएम) दालों के समूह वेग और समूह विलंब नियंत्रण को विद्युत चुम्बकीय रूप से प्रेरित पारदर्शिता (ईआईटी) की घटना के माध्यम से नियंत्रित किया जा सकता है। ईआईटी का उपयोग परमाणु माध्यम की विशिष्ट प्रकाश आवृत्तियों के रैखिक प्रतिक्रिया को समाप्त कर सकता है और ईएम पल्स के सबल्यूमिनल (धीमी) और सुपरल्यूमिनल (तेज) प्रसार को प्रभावित करने के लिए कम-प्रकाश तीव्रता प्रेरित गैर-रैखिक प्रतिक्रियाओं का उपयोग कर सकता है। महत्वपूर्ण रूप से दिखाया गया था कि एक नियंत्रण माइक्रोवेव क्षेत्र के चरण और तीव्रता मापदंडों का उपयोग करके, एक ऑप्टिकल पल्स के समूह विलंब में हेरफेर किया जा सकता है। अब तक किए गए सभी समूह विलंब नियंत्रण अध्ययन एक औसत दर्जे की देरी या उन्नति को प्रभावित करने के लिए परमाणु नमूने के घनत्व पर निर्भर थे। कम घनत्व के लिए देरी (या उन्नति) महत्वहीन थी। हाल ही में एक सैद्धांतिक अध्ययन में, अंडाल नारायणन और उनके छात्रों सास्वथ जेके, अद्वैथ केवी, प्रदोष केएन, सहयोगी फैबियन ब्रेटेनकर और बैरी सैंडर्स के साथ ने दिखाया है कि गैर-रैखिक रूप से उत्पन्न ऑप्टिकल पल्स के समूह विलंब का एक महत्वपूर्ण घनत्व स्वतंत्र नियंत्रण उनके प्रणाली में उत्पन्न किया जा सकता है। विशेष रूप से, अपने परमाणु प्रणाली में गैर-रैखिकता को मिलाकर एक नव तीन तरंगों का उपयोग करके उन्होंने दिखाया है कि सबल्यूमिनल से सुपरल्यूमिनल तक उत्पन्न ऑप्टिकल पल्स के प्रसार को आवृत्ति से अलग माइक्रोवेव ड्राइव फ़ील्ड के पैरामीटर को बदलकर नियंत्रित किया जा सकता है (चित्र 7 देखें)। काम के परिणामस्वरूप एक प्रकाशन डीओआई: 10.1364/OE.424110(2021) हुआ है।



चित्र 7 नियंत्रण माइक्रोवेव क्षेत्र की तीव्रता के एक कार्य के रूप में समूह विलंब।

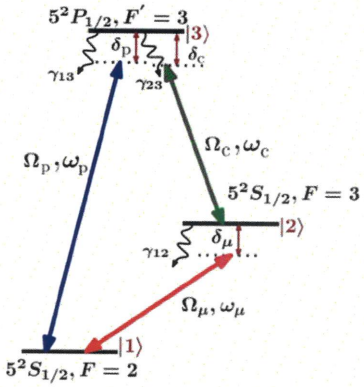
[सासवथ जेके, अद्वैथ के वी, प्रदोष के एन और अंडाल नारायणन के साथ सहयोगी फैबियन ब्रेटेनकर (एडजंक्ट प्रोफेसर, आरआरआई और यूनिवर्सिटी ऑफ पेरिस-सैकले, फ्रांस) और बैरी सैंडर्स (कैलगरी विश्वविद्यालय, कनाडा)

परमाणु रेडियो-ओवर-फाइबर डिवाइस का उपयोग करके डिजिटल संचार

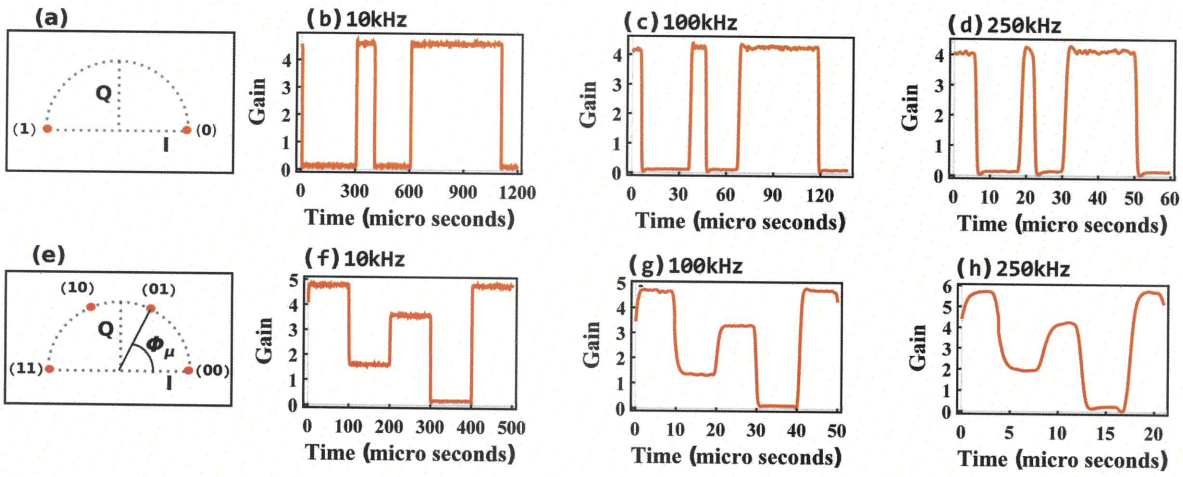
पिछले कुछ वर्षों मेंचक्रीय और बंद परमाणु स्तर की योजनाओं के उपयोग में लगातार प्रगति हुई है (चित्र 8), प्रदोष केएन, अद्वैथ केवी, मीना एमएस और अंडाल नारायणन ऑप्टिकल सुसंगत और चरण निर्भर तरीके से आवृत्तियों के साथ माइक्रोवेव को इंटरफेस करने के लिए काम कर रहे हैं। इस तरह के इंटरफेस को प्रभावित करने के लिए ईआईटी प्रभाव का उपयोग किया गया है। ऐसे अध्ययनों का एक दिलचस्प ऑफ-शूट संचार के क्षेत्र में रहा है। उदाहरण के लिए एक माइक्रोवेव वाहक के ऑडियो मॉड्यूलेशन और इसके ऑप्टिकल रीड-आउट को हाल ही में परमाणुओं द्वारा मध्यस्थता वाले गैर-रेखीय मिश्रण के माध्यम से इन असमान आवृत्तियों को एक-दूसरे से बात करके प्रदर्शित किया गया है। हालांकि एक चक्रीय परमाणु प्रणाली के साथ एक स्थापित डिजिटल संचार प्रोटोकॉल का व्यावहारिक कार्यान्वयन अब तक प्रदर्शित नहीं किया गया है।

प्रदोष के.एन., अद्वैथ के.वी., मीना एम.एस. और अंडाल नारायणन के हालिया शोध प्रयास एक परमाणु रेडियो-ओवर-फाइबर डिवाइस का उपयोग करके माइक्रोवेव और ऑप्टिकल आवृत्तियों को जोड़ने वाली दो डिजिटल चरण मॉड्यूलेशन योजनाओं का प्रदर्शन

करने की दिशा में हैं। उन्होंने एक द्विआधारी चरण-शिफ्ट कुंजीयन (बीपीएसके) और एक अनुकूलित 4 चरण-शिफ्ट कुंजीयन (C-4PSK) प्रोटोकॉल का प्रदर्शन किया है। (C-4PSK) सिग्नल को 3~GHz माइक्रोवेव कैरियर के चरण परिवर्तन में एन्कोड किया गया था। परमाणुओं द्वारा मध्यस्थता वाले अन्य ऑप्टिकल क्षेत्रों के साथ माइक्रोवेव की चक्रीय और बंद अन्तः क्रिया के माध्यम से (चित्र 8 देखें) इन माइक्रोवेव चरण मॉड्यूलेशन को ऑप्टिकल तीव्रता परिवर्तन के रूप में सुसंगत रूप से अंकित किया गया था। ऑप्टिकल डिमॉड्यूलेशन रीडआउट को 795 nm पर प्रदर्शित किया गया था। उन्होंने लगभग 1 मेगाहर्ट्ज की व्यवहार्य सिग्नल बैंडविड्थ और लगभग 15~MHz के वाहक आवृत्ति परिवर्तन का भी प्रदर्शन किया है। इससे भी महत्वपूर्ण बात यह है कि उनकी परमाणु प्रणाली एक चुंबकीय द्विध्रुव और एक विद्युत द्विध्रुवीय संक्रमण से जुड़े परमाणुओं में प्रेरित एक संकर दूसरे क्रम की गैर-रेखीयता के माध्यम से डिमॉड्यूलेटेड ऑप्टिकल सिग्नल को बढ़ाती है। यह प्रवर्धन आउटपुट ऑप्टिकल सिग्नल के विपरीत को बढ़ाता है और इसे छोटे इनपुट चरण परिवर्तनों के प्रति संवेदनशील बनाता है। इसके अलावा उनकी प्रणाली अपने संचार प्रोटोकॉल के लिए उपयोग करती है, एक डार्क स्टेट जो एक क्वांटम मेमोरी स्टेट भी है जो इस योजना को माइक्रोवेव क्वांटम सिग्नल के भंडारण और ऑप्टिकल शासन के लिए इसके सुसंगत रूपांतरण के लिए आदर्श बनाती है। यह प्रयोग बहुत कम प्रत्यक्ष डिजिटल चरण मॉडुलन और डिमॉड्यूलेशन योजनाओं में से एक है जिसे एक प्रवर्धक परमाणु रेडियो-ओवर-फाइबर डिवाइस में लागू किया जाना है। BPSK और C-4PSK प्रोटोकॉल के लिए आउटपुट ऑप्टिकल तीव्रता परिवर्तनों के लिए इनपुट माइक्रोवेव चरण परिवर्तनों का स्पष्ट प्रदर्शन चित्र 9 में दिखाया गया है।



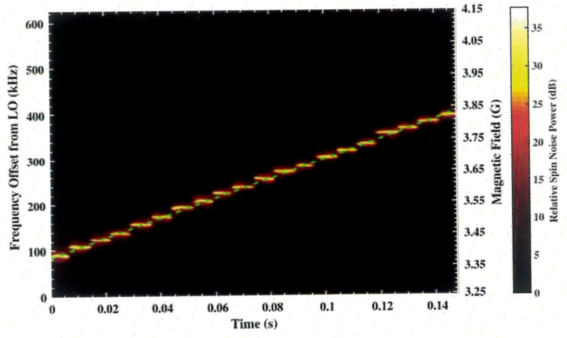
चित्र 8 डिजिटल संचार प्रोटोकॉल के कार्यान्वयन के लिए प्रयुक्त परमाणु स्तर की योजना। सिग्नल माइक्रोवेव क्षेत्र (लाल) के चरण में एम्बेडेड होते हैं और ऑप्टिकल (नीला) में तीव्रता परिवर्तन के रूप में सुसंगत रूप से पुनर्प्राप्त होते हैं।



चित्र 9 क्रमशः BPSK और C-4PSK के लिए (ए) और (ई) में दर्शाए गए इनपुट माइक्रोवेव चरण परिवर्तन प्रोटोकॉल के लिए (बी, सी, डी) और (एफ, जी, एच) में विभिन्न इनपुट सिग्नल आवृत्तियों के लिए दिखाए गए आउटपुट ऑप्टिकल तीव्रता परिवर्तन।

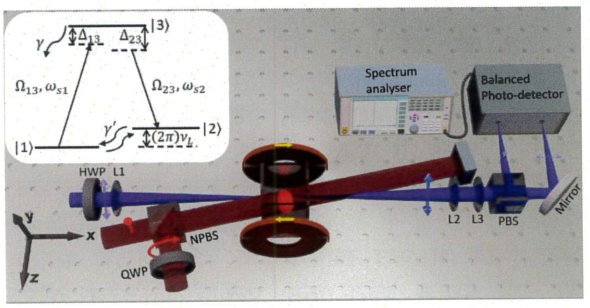
रामन पंपित ठंडे रुबिडियम परमाणुओं में स्पिन सहसंबंध

महेश्वर स्वर, दिब्येंदु रॉय, सुभाजित भर, संजुक्ता रॉय और सप्तर्षि चौधरी ने पिछले एक साल के दौरान तटस्थ ठंडे परमाणुओं से स्पिन सहसंबंधों को मापने का काम पूरा किया है। फैराडे रोटेशन उतार-चढ़ाव तकनीक का उपयोग करके ठंडे परमाणुओं में स्पिन सहसंबंधों का यह पहला माप है। उन्होंने रामन लेजर बीम की एक जोड़ी द्वारा सुसंगत रूप से संचालित ठंडे परमाणुओं के एक समूह में फैराडे रोटेशन के उतार-चढ़ाव को सफलतापूर्वक मापा, जिसे 150 micro-Kelvin तक ठंडा किया गया। उनके पिछले प्रकाशित शोध कार्य का मुख्य आकर्षण स्पिन शोर माप का उपयोग करके उच्च परिशुद्धता मैग्नेटोमेट्री का प्रदर्शन और परिमाण के दो आदेशों द्वारा परमाणु मैग्नेटोमेट्री परिशुद्धता का गैर-परेशान पहचान करना है इस वर्तमान कार्य ने क्वांटम सहसंबंधों को मापने के लिए इस तकनीक का उपयोग करने की क्षमता का प्रदर्शन किया है। मैग्नेटोमेट्री से संबंधित लेख आईईईई ट्रांजेक्शन ऑन इंस्ट्रुमेंटेशन एंड मेजरमेंट में प्रकाशित किया गया है। चित्र 10 काम के मुख्य आकर्षण में से एक को दर्शाता है, अर्थात् इस तकनीक का उपयोग करके बाहरी चुंबकीय क्षेत्र के समय उच्च संकल्प माप को हल किया गया है।



चित्र 10 स्पिन सहसंबंध स्पेक्ट्रोस्कोपी का उपयोग करते हुए समय उच्च संकल्प मैग्नेटोमेट्री का समाधान

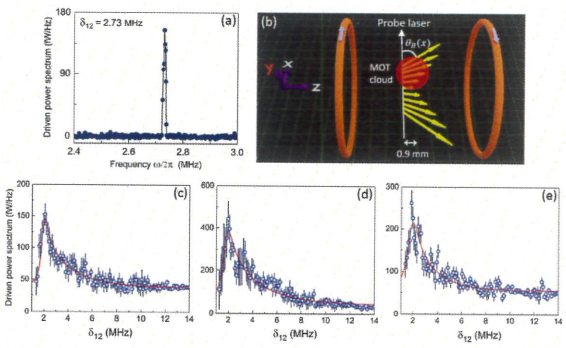
ठंडे परमाणुओं में स्पिन सहसंबंधों का अध्ययन करने के लिए प्रयोगों में, ^{85}Rb परमाणुओं को मैग्नेटो-ऑप्टिकल ट्रैप (MOT) के माध्यम से एक निर्वात कक्ष के अंदर फंसाया और ठंडा किया गया। पिछले प्रायोगिक सेट-अप में जहां थर्मल परमाणुओं से स्पिन सहसंबंध का पता चला था, एक दूर के गुंजयमान रैखिक रूप से ध्रुवीकृत जांच लेजर बीम को परमाणु नमूने के माध्यम से पारित किया गया था और जांच बीम के ध्रुवीकरण उतार-चढ़ाव (या फैराडे रोटेशन के उतार-चढ़ाव) को मापा गया था। नए सेट-अप में चुंबकीय उप-अवस्थाओं के बीच परमाणुओं को सुसंगत रूप से चलाने के लिए रमन लेजर बीम की एक जोड़ी जोड़ी गई थी। प्रयोगात्मक सेट-अप का वर्णन करने वाला योजनाबद्ध आरेख चित्र 11 में दिखाया गया है।



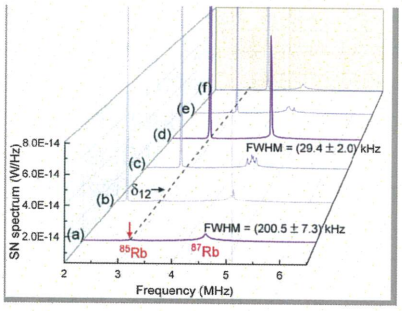
चित्र 11 ठंडे परमाणुओं का उपयोग करके इन-सीटू स्पिन सहसंबंध माप की योजनाबद्ध। प्रयोग के दौरान इस बादल को रामन बीम द्वारा सुसंगत रूप से संचालित किया गया है।

चित्र 12 ठंडे परमाणुओं से स्पिन सहसंबंध संकेत के निष्कर्षण के साथ-साथ उनके आंतरिक स्पिन विश्राम जीवनकाल की माप को दर्शाता है। ऑप्टिकल बलोच समीकरण (OBE) पर आधारित परिणाम का एक व्यापक सैद्धांतिक विवरण विकसित किया गया है। पांडुलिपि को भौतिक समीक्षा पत्रों को प्रस्तुत किया गया है। एक और उल्लेखनीय हालिया परिणाम स्पिन सहसंबंध माप का उपयोग करते हुए अंतर-प्रजाति

स्पिन-एक्सचेंज टकराव का अवलोकन है। माप का यह सेट कमरे के तापमान पर एक थर्मल परमाणु वाष्प में किया गया था। वाष्प कोशिका में रुबिडियम परमाणुओं के दोनों समस्थानिक होते हैं और रामन लेज़रों का उपयोग ^{85}Rb समस्थानिक में सुसंगत स्पिन दोलनों को चलाने और ^{87}Rb समस्थानिक के स्पिन सहसंबंध को मापने के लिए किया जाता है। प्रयोगात्मक डेटा चित्र 13 में प्रस्तुत किया गया है, जहां कोई देख सकता है कि ^{85}Rb में गुंजयमान स्पिन उत्तेजना को ^{87}Rb में स्पिन सहसंबंध स्पेक्ट्रोस्कोपी तकनीक के माध्यम से पढ़ा जा सकता है। गुंजयमान स्पिन एक्सचेंज ने स्पिन उत्तेजना को एक प्रजाति से दूसरी प्रजाति में स्थानांतरित कर दिया। यह परमाणु प्रणालियों में स्पिन एक्सचेंज टकराव का पहला प्रत्यक्ष पता लगाने में से एक है।



चित्र 12 ठंडे परमाणुओं में फैराड़े रोटेशन उतार-चढ़ाव माप के माध्यम से स्पिन सुसंगतता का अवलोकन।



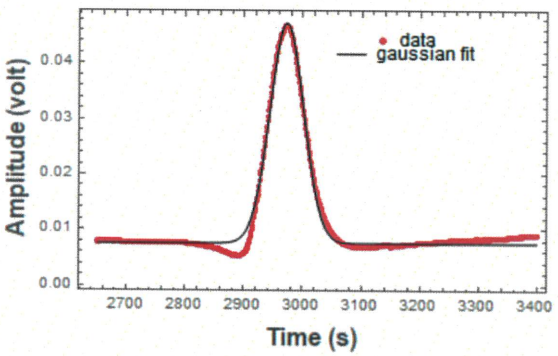
चित्र 13 रूबिडियम परमाणुओं में स्पिन सहसंबंध स्पेक्ट्रोस्कोपी के माध्यम से स्पिन एक्सचेंज टकराव का प्रत्यक्ष पता लगाना।

[महेश्वर स्वर, दिब्येंदु रॉय, सुभाजित भर, संजुक्ता रॉय और सप्तर्षि चौधरी]

उच्च संकल्प रिडबर्ग स्पेक्ट्रोस्कोपी और एकल परमाणु जाल

संजुक्ता रॉय, शोवन कांति बारिक, शिल्पा बी.एस. और सप्तर्षि चौधरी द्वारा पिछले वर्ष के दौरान एकल परमाणुओं को फंसाने और ठंडा करने और रिडबर्ग परमाणुओं के उच्च रिज़ॉल्यूशन ऑप्टिकल स्पेक्ट्रोस्कोपी करने पर एक प्रायोगिक परियोजना शुरू की गई थी। तटस्थ रूबिडियम परमाणुओं के मैग्नेटो ऑप्टिकल ट्रैप (MOT) को पिछले वर्ष के दौरान अनुकूलित किया गया था और कई दसियों सेकंड में उच्च जीवनकाल देखा गया था। वे घर में बने APD आधारित उच्च विभेदन डिटेक्टरों का उपयोग करके 30 परमाणुओं को फंसाने, ठंडा करने और उनका पता लगाने में सक्षम थे। सीढ़ी प्रणाली में विद्युतचुंबकीय रूप से प्रेरित पारदर्शिता (EIT) का उपयोग करते हुए उच्च विभेदन स्पेक्ट्रोस्कोपी उच्च प्रमुख क्वांटम संख्या के साथ ठीक संरचना अवस्थाओं की पूर्ण संक्रमण आवृत्तियों को मापने के लिए किया जा रहा है। रिडबर्ग परमाणुओं पर ये प्रयोग ठंडे परमाणुओं में क्वांटम लॉजिक गेट संचालन करने की संभावनाओं को खोलते हैं, जिससे वे क्वांटम सूचना प्रसंस्करण और क्वांटम संगणना के लिए उपयोगी प्रणाली बन जाते हैं।

[संजुक्ता रॉय, शोवन कांति बारिक, शिल्पा बी एस, और सप्तर्षि चौधरी]



चित्र 14 रिडबर्ग EIT सिग्नल $^{47}D_{3/2}$ फाइन स्ट्रक्चर स्टेट में संक्रमण के अनुरूप है

तीव्र प्रकाश - पदार्थ अंत: क्रिया

एक शक्तिशाली लेजर पल्स और एक भौतिक माध्यम के बीच बातचीत की प्रकृति लेजर विशेषताओं (प्रवाह, पल्स अवधि, तरंग दैर्ध्य, बीम गुणवत्ता) और सामग्री संरचना पर निर्भर करती है। मध्यम प्रकाश तीव्रता (परेशान शासन) पर अरेखीय ऑप्टिकल घटना स्पष्ट हो जाएगी। मटेरियल एब्लेशन की दहलीज के करीब उच्च प्रकाश तीव्रता पर, विभिन्न माइक्रोन और सब-माइक्रोन स्केल सतह सुविधाओं को बनाने के लिए, उपयुक्त ठोस पर लेजर-प्रेरित आवधिक सतह संरचना (एलआईपीएसएस) की जा सकती है। अभी भी उच्च तीव्रता पर लक्ष्य पर एक प्लाज्मा प्लम बनाया जाएगा, जिसे ऑप्टिकल और इलेक्ट्रिकल डायग्नोस्टिक तकनीकों का उपयोग करके जांचा जा सकता है। पिछले वर्ष के दौरान RRI में रेजी फिलिप की अल्ट्राफास्ट और नॉनलाइनियर ऑप्टिक्स लैब के सदस्यों और सहयोगियों ने कुछ नव सामग्री द्वारा प्रदर्शित नॉनलाइनियर अवशोषण की जांच की, सिलिकॉन सतहों के लेजर-प्रेरित माइक्रो और नैनोस्केल पैटरिंग और रियर एब्लेशन ज्योमेट्री में एक पतली निकल फिल्म में उत्पन्न लेजर-उत्पादित प्लाज़्मा।

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

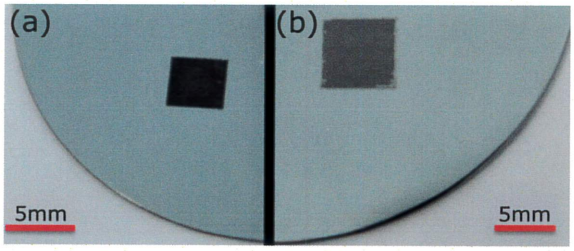
नॉनलाइनियर ऑप्टिकल उपकरणों में विभिन्न तकनीकी अनुप्रयोग होते हैं। ऐसा ही एक उपकरण ऑप्टिकल लिमिटर है, जो संवेदनशील ऑप्टिकल डिटेक्टरों और मानव आंखों को तीव्र लेजर बीम के आकस्मिक संपर्क के कारण संभावित नुकसान से बचाता है। ऑप्टिकल लिमिटर्स ज्यादातर नॉनलाइनियर अवशोषण के सिद्धांत पर काम करते हैं, इनपुट के परिमाण की परवाह किए बिना, कुछ निर्दिष्ट अधिकतम मूल्य से नीचे एक ऑप्टिकल प्रणाली द्वारा प्रेषित शक्ति को बनाए रखने के लिए। वे कम इनपुट शक्तियों पर उच्च संप्रेषण और उच्च इनपुट शक्तियों पर कम संप्रेषण बनाए रखते हैं। पिछले वर्ष के दौरान, अल्ट्राफास्ट और नॉनलाइनियर ऑप्टिक्स लैब के सदस्यों ने Z--स्कैन तकनीक का उपयोग करके प्राकृतिक इंडिगो डाई, नाइट्रोचलकोन डेरिवेटिव, सिल्वर-डेकोरेटेड ग्रेफीन ऑक्साइड नैनोहाइब्रिड्स, अलॉय-नैनोपार्टिकल एम्बेडेड कार्बन नैनोट्यूब आदि सहित विभिन्न सामग्रियों में नॉनलाइनियर अवशोषण माप लिया। सामग्री के प्रभावी दो-फोटॉन अवशोषण गुणांक की गणना इन मापों से की गई थी। इन अध्ययनों के आधार पर दस पत्र प्रकाशित किए गए थे। प्राप्त परिणाम मानव आंखों और संवेदनशील ऑप्टिकल डिटेक्टरों को हानिकारक लेजर विकिरण के आकस्मिक जोखिम से सुरक्षा के लिए कुशल ऑप्टिकल सीमाओं के रूप में आवेदन के लिए इन सामग्रियों की क्षमता को इंगित करते हैं।

[रेजी फिलिप, नितिन जॉय, बेरिल सी। दास, अजय कुमार और आरआरआई से नैन्सी वर्मा, सहयोगी बी साहू (आईआईएससी, बैंगलोर), ए सुबाशिनी (भारतीदासन विश्वविद्यालय, तिरुचिरापल्ली), वीपी महादेवन पिल्लई (केरल विश्वविद्यालय) के साथ। एन. कलारिक्कल (महात्मा गांधी विश्वविद्यालय), डी. साजन (बिशप मूर कॉलेज) और बी. आनंद (सेंट जोसेफ कॉलेज), जिन्होंने जांच के लिए सामग्री की आपूर्ति की]।

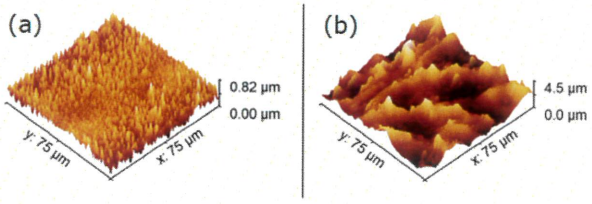
ठोस पदार्थों की लेजर-प्रेरित आवधिक सतह नैनोस्ट्रक्चरिंग

ठोस सतहों पर माइक्रोन और सब-माइक्रोन स्केल सुविधाओं के विविध सतह पैटर्न के निर्माण के लिए लेजर-प्रेरित आवधिक सतह संरचना (LIPSS) एक बहुत ही सफल तकनीक है। LIPSS पैटर्न तब बनता है जब घटना लेजर प्रकाश और सतह बिखरी विद्युत चुम्बकीय तरंगों (SEWs) के बीच हस्तक्षेप होता है। रेजी फिलिप, नैन्सी वर्मा और नितिन जॉय, के.के. अनूप (CUSAT,, कोचीन) ने फेमटोसेकंड और नैनोसेकंड लेजर पल्स को नियोजित करके क्रिस्टलीय सिलिकॉन पर निर्मित सतह संरचनाओं के आकारिकी और ऑप्टिकल गुणों की जांच की। बनावट प्रक्रिया में लेजर मापदंडों (पल्स अवधि, तरंग दैर्ध्य, और ध्रुवीकरण) और परिवेश के दबाव की भूमिकाओं का अध्ययन किया गया। जबकि 100 fs लेजर दालों ने नैनोस्केल आवधिक और अर्ध-आवधिक पैटर्न के गठन का नेतृत्व किया, 7 ns लेजर दालों ने सिलिकॉन सतह पर यादृच्छिक सूक्ष्म पैटर्न उत्पन्न किया। सतह के काले पड़ने के कारण UV-Vis क्षेत्र में ऑप्टिकल परावर्तन की पर्याप्त कमी देखी गई, जो 100 fs लेजर दालों का उपयोग करके बनावट के लिए अधिक प्रभावी थी। रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी से पता चला कि सिलिकॉन जाली की क्रिस्टलीयता LIPSS पैटर्निंग से प्रभावित नहीं थी, और नैनोसेकंड लेजर पैटर्निंग के परिणामस्वरूप अपेक्षाकृत उच्च प्रकीर्णन दक्षता हुई।

नैनोस्केल आवधिक पैटर्न के साथ fs-LIPSS के माध्यम से निर्मित ब्लैक सिलिकॉन संभावित रूप से फोटोवोल्टिक, इलेक्ट्रो-ऑप्टिक उपकरणों और सेंसर में कई अनुप्रयोगों के लिए उपयोगी है। इस अध्ययन पर आधारित एक पाण्डुलिपि तैयार कर प्रकाशन के लिए प्रेषित कर दी गई है।



चित्र 15: (ए) 100 fs लेजर दालों और (बी) 7 ns लेजर दालों का उपयोग करके बनावट वाले सिलिकॉन वेफर्स की तस्वीरें। fs लेज़र टेक्सचरिंग के लिए कालापन अधिक होता है [परिणाम प्रकाशित होने वाले हैं]।

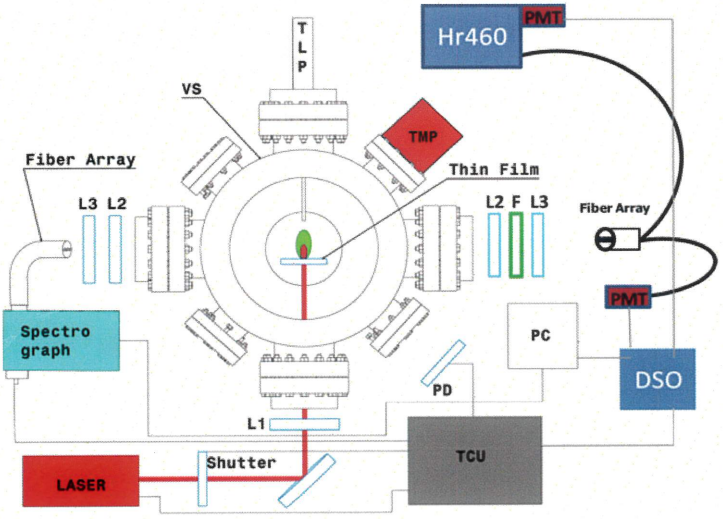


चित्र 16: (ए) fs, और (बी) ns लेजर बनावट वाली क्रिस्टलीय Si सतहों की 3 डी स्थलाकृति, एक परमाणु बल माइक्रोस्कोप का उपयोग करके मापा जाता है [परिणाम प्रकाशित किए जाएंगे]।

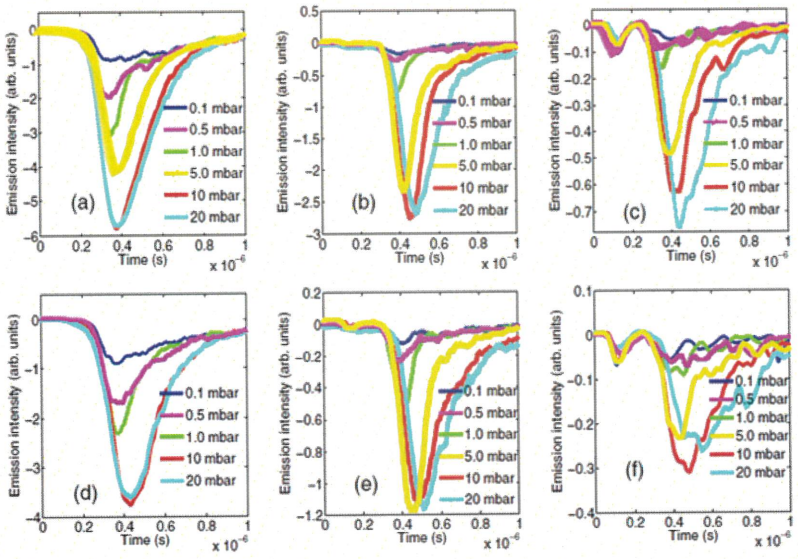
[रेजी फिलिप, के.के. अनूप (CUSAT, कोचीन)]

पतली फिल्मों से लेजर उत्पादित प्लाज़्मा (एलपीपी)

जब एक शक्तिशाली लेजर पल्स द्वारा एक भौतिक लक्ष्य को विकिरणित किया जाता है, तो लक्ष्य पर सही परिवेश स्थितियों के तहत एक प्लाज्मा प्लम उत्पन्न होगा। लेजर-उत्पादित प्लाज़्मा (LPPs) में विविध अनुप्रयोग हैं, जिनमें स्पंदित लेजर डिपोजिशन (PLD), नैनोपार्टिकल जेनरेशन, हाई हार्मोनिक जेनरेशन (HHG) और EUV और एक्स-रे उत्पादन शामिल हैं। LPP अध्ययनों में रियर एब्लेशन ज्योमेट्री में पतली फिल्मों से प्लाज्मा उत्पन्न करना अपेक्षाकृत कम नियोजित है। रेजी फिलिप, IPR,, अहमदाबाद के सहयोगियों के साथ [जे थॉमस, एच.सी. जोशी, ए. कुमार, आर. फिलिप, भौतिक संशो ई 102, 043205 (2020)], ने क्वार्ट्ज सब्सट्रेट पर लेपित 50 nm मोटाई की पतली Ni फिल्म से इस ज्यामिति में LPPs का उत्पादन किया। उन्होंने अलग-अलग पृष्ठभूमि के दबावों और लेजर ऊर्जाओं के लिए नैनोसेकंड लेजर दालों द्वारा उत्पन्न प्लम में आयनों के त्वरण का विस्तृत अध्ययन किया। आयनिक संक्रमण के लिए रिकॉर्ड किए गए उड़ान के स्पेक्ट्रोस्कोपिक समय (STOF) स्पेक्ट्रा ने स्पष्ट रूप से धीमी घटक के वेग में वृद्धि को दिखाया क्योंकि पृष्ठभूमि दबाव बढ़ गया था। इसके अलावा, 712.22 nm तटस्थ रेखा में एक बड़ा असममित वर्णक्रमीय चौड़ीकरण देखा गया, जो पृष्ठभूमि दबाव के साथ बढ़ता गया। जबकि ये अवलोकन डबल-लेयर गठन के माध्यम से आयनिक प्रजातियों के त्वरण पर रिपोर्ट किए गए कुछ अध्ययनों के समान हैं, मापा त्वरण से गणना किए गए विद्युत क्षेत्र विषम रूप से अधिक हैं, और एक डबल-लेयर अवधारणा अपर्याप्त है। तटस्थ रेखा प्रोफ़ाइल में देखी गई बड़ी विषमता ने प्लाज्मा प्लम के अंदर माइक्रोइलेक्ट्रिक क्षेत्रों की उपस्थिति का संकेत दिया, जिससे आयनों के निरंतर त्वरण में भूमिका निभाने की उम्मीद है। इस विषमता ने अस्थायी और स्थानिक निर्भरता का प्रदर्शन किया, यह दर्शाता है कि प्लाज्मा प्लम में महत्वपूर्ण विद्युत क्षेत्र मौजूद है, यहां तक कि लंबी अवधि और लक्ष्य से बड़ी दूरी के लिए भी। त्वरण के इन स्पेक्ट्रोस्कोपिक अवलोकनों को ट्रिपल लैंगमुइर जांच माप द्वारा पूरक किया गया था। इस प्रयोग में प्रयुक्त अपेक्षाकृत कम लेजर तीव्रता के लिए इतने बड़े आयन त्वरण अब तक साहित्य में शायद ही रिपोर्ट किए गए हैं।



*चित्र 17 नमूना (पतली फिल्म), ट्रिपल लैंगमुइर जांच (TLP), और वैक्यूम प्रणाली (VS) से गठबंधन लेजर प्रणाली की व्यवस्था दिखाते हुए प्रयोगात्मक सेटअप का योजनाबद्ध आरेख। TMP टर्बो मॉलिक्यूलर पंप है, **L1** फोकसिंग लेंस है, L2 और L3 प्लाज़्मा प्लम को फाइबर एरे में इमेज करने के लिए लेंस प्रणाली हैं। **F** बैंड पास इंटरफेरेंस फ़िल्टर है, Hr460 उच्च-रिज़ॉल्यूशन स्पेक्ट्रोमीटर है, PMT तेज़ फोटोमल्टीप्लायर ट्यूब है, DSO तेज़ डिजिटल स्टोरेज ऑसिलोस्कोप है, और TCU ट्रिगर और कंट्रोल यूनिट है जो लेज़र दालों के साथ उपकरणों को सिंक्रनाइज़ करता है। डेटा एक पर्सनल कंप्यूटर **(PC)** पर हासिल किया जाता है। थॉमस एट अल, भौतिक संशो ई 102, 043205 (2020) से।*



*चित्र 18 विभिन्न पृष्ठभूमि दबावों और लेजर ऊर्जा के लिए नमूने से 3 mm दूर तटस्थ रेखाओं के **एसटीओएफ** स्पेक्ट्रम का विकास। 100 mJ (a)–(c) और 50 mJ (d)–(f) 10 ns, 1064 nm लेजर के लिए। तटस्थ रेखाएं 361.94 nm (a), (d), 508.11nm (b), (e), और 712.22 nm (c), (f) हैं। थॉमस एट अल, भौतिक संशो ई 102, 043205 (2020) से।*

[रेजी फिलिप, जिंटो थॉमस (IPR, अहमदाबाद)]

क्वांटम संचार, क्वांटम प्रकाशिकी और क्वांटम सूचना विज्ञान

क्वांटम संचार

क्वांटम संचार का क्षेत्र भारतीय समुदाय के लिए एक रोमांचक नया क्षेत्र है और आरआरआई इस क्षेत्र में कई परियोजनाओं और अनुसंधान दिशाओं के माध्यम से विकास में अग्रणी भूमिका निभा रहा है। यह वर्ष इन विकासों में विशेष रूप से उल्लेखनीय था क्योंकि क्वांटम सूचना और कंप्यूटिंग प्रयोगशाला ने न केवल एक प्रतिष्ठित अंतरराष्ट्रीय मंच में भारत का पहला एंड टू एंड फ्री स्पेस क्वांटम कुंजी वितरण इन-लैब प्रयोग प्रकाशित किया, बल्कि पहला इंटर-बिल्डिंग फ्री स्पेस क्वांटम संचार भी किया। एक वायुमंडलीय चैनल के माध्यम से आरआरआई में दो भवनों को जोड़ने का प्रयोग। भारत में स्वदेशी उपग्रह आधारित सुरक्षित क्वांटम संचार स्थापित करने की दिशा में ये बहुत महत्वपूर्ण मील के पत्थर हैं।

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 ।

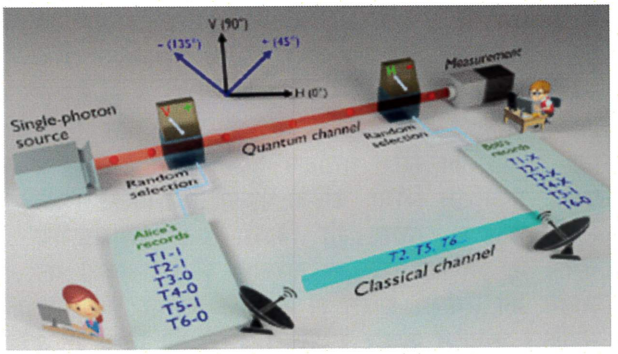
क्वांटम संचार के क्षेत्र में, RRI में क्वांटम सूचना और कम्प्यूटिंग लैब (QuIC) के सदस्य कई परियोजनाओं पर काम कर रहे हैं, जिसमें मुक्त स्थान में विभिन्न क्वांटम कुंजी वितरण (QKD) प्रोटोकॉल, फाइबर के साथ-साथ एकीकृत फोटोनिक चिप्स की जांच शामिल हैं। वे क्वांटम टेलीपोर्टेशन जैसे गैर-QKD आधारित क्वांटम संचार 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।

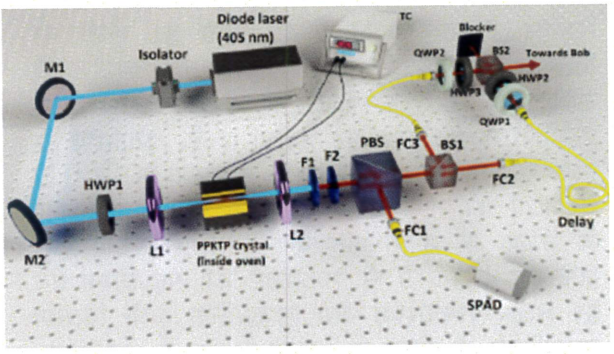
ऋषभ चटर्जी, सौरव चटर्जी, सत्यरंजन बेहरा, ए. नागलक्ष्मी, रक्षिता आर.एम. और परियोजना के पीआई, उरबासी सिन्हा पिछले साल परियोजना में शामिल लोग रहे हैं। वी. मुगुनधन, आर. सोमशेखर और ईईजी से ए. रघुनाथन विभिन्न क्षमताओं में सक्षम तकनीकी परामर्श प्रदान करते रहे हैं। अगले साल के दौरान इस परियोजना में और लोगों 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 काम का विवरण http://www.rri.res.in/quic/ और साथ ही भौ रेव. एप्लाइड 14, 024036 (2020) पर पाया जा सकता है।

2020 की वर्ष की प्रगति: जबकि B92 प्रोटोकॉल के एक प्रयोगशाला संस्करण में जो पिछले वर्ष प्रदर्शित किया गया था, 2020 में 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 जुड़ी खामियों और व्यावहारिकताओं को शामिल नहीं करता है। इस टूलकिट का उद्देश्य इस महत्वपूर्ण अंतर को पाटना है। यह काम प्रकाशित हुआ था: Phys. रेव. एप्लाइड 14, 024036 (2020)। उपरोक्त पांडुलिपि, इसके परिचर विश्लेषण, प्रयोगात्मक परिणाम और एल्गोरिदम के साथ इसरो के साथ चल रही क्वेस्ट परियोजना में एक प्रमुख मील का पत्थर था। यह भारत का पहला एंड टू एंड फ्री स्पेस QKD प्रयोग भी है जिसे एक अंतरराष्ट्रीय पीयर रिव्यू जर्नल में प्रकाशित किया गया है।



चित्र 19 ध्रुवीकरण एन्कोडिंग का उपयोग करते हुए B92 प्रयोग का योजनाबद्ध [भौ संशो एप्लाइड 14, 024036 (2020)]



चित्र 20 प्रयोग में प्रयुक्त एकल फोटॉन स्रोत का योजनाबद्ध [भौ संशो एप्लाइड 14, 024036 (2020)]

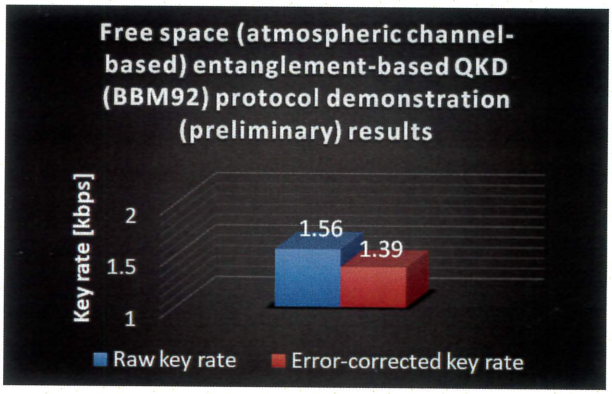
2019 में, उचित कुंजी दरों और QBER के साथ प्रयोगशाला में उलझाव आधारित क्वांटम कुंजी वितरण का प्रदर्शन किया गया था। जैसा कि पिछले साल की वार्षिक रिपोर्ट में बताया गया था, उन्होंने इस उद्देश्य के लिए एक समर्पित उलझा हुआ फोटॉन स्रोत विकसित किया था (0.99 की अत्यधिक उच्च सहमति के साथ) और प्रयोगशाला में BBM92 उलझाव आधारित QKD प्रोटोकॉल का प्रदर्शन किया। पिछले वर्ष के दौरान, स्रोत को प्रारंभिक प्रदर्शन की तुलना में बहुत अधिक प्रमुख दरों और कम QBER के साथ अनुकूलित किया गया था। इन परिणामों पर वर्तमान में एक पांडुलिपि लिखी जा रही है। इसके साथ, QuIC लैब कथित तौर पर भारत की पहली लैब है जिसमें "तैयारी और माप" प्रकार QKD के साथ-साथ "उलझन आधारित QKD" दोनों के प्रयोगात्मक प्रदर्शन हैं।

उपग्रह आधारित QKD की दिशा में अगला प्रमुख मील का पत्थर प्रयोगशाला से बाहर जाना और एक खुले वायुमंडलीय चैनल के माध्यम से लंबी दूरी पर क्वांटम कुंजी वितरण को प्रदर्शित करने में सक्षम होना शामिल है।

2020 का एक बड़ा हिस्सा एक वायुमंडलीय चैनल के माध्यम से मुक्त स्थान QKD के लिए भौतिकी के साथ-साथ इंजीनियरिंग आधारित आवश्यकताओं दोनों को विकसित करने में खर्च किया गया था। जबकि इन-लैब QKD पहले से ही स्थापित था, एक वायुमंडलीय चैनल से मुक्त स्थान नई चुनौतियों और असंख्य क्षमता निर्माण आवश्यकताओं को लाता है। कोविड से संबंधित लैब बंद होने के साथ-साथ लॉकडाउन के दौरान घर जाने वाले और फिर अलग-अलग समय पर अटेंडेंट क्वारंटाइन आवश्यकताओं के साथ लौटने वाले छात्रों ने निश्चित रूप से लैब के काम में गंभीर बाधा उत्पन्न की। इसके बावजूद, टीम 2021 की शुरुआत में RRI में दो इमारतों के बीच भारत के पहले फ्री स्पेस QKD प्रयोग का प्रदर्शन करने में सक्षम थी। इसके लिए समर्पित टेलीस्कोप प्रणाली के विकास के साथ-साथ स्थिर माउंट, बीकन लेजर के साथ इन प्रणालियों का उपयोग करके ऑप्टिकल संरेखण में पूर्णता, जीपीएस का उपयोग करके सटीक समय सिंक्रनाइज़ेशन प्रणाली के साथ-साथ स्रोत के उलझाव गुणों के और अनुकूलन की आवश्यकता थी। खाली स्थान लिंक की एक तस्वीर जहां "एलिस" और "बॉब" स्टेशन स्पष्ट रूप से चिह्नित हैं, नीचे दिखाया गया है।



चित्र 21 QuIC प्रयोगशाला में "एलिस" स्टेशन और "बॉब" स्टेशन के बीच मुक्त स्थान लिंक जो पोर्टेबल ग्राउंड स्टेशन में ~ 50 मीटर दूर स्थित है। उलझा हुआ स्रोत यानी "चार्ली" लैब के भीतर स्थित है।



चित्र 22 RRI में दो भवनों के बीच मुक्त स्थान वायुमंडलीय चैनल के माध्यम से उलझाव आधारित QKD (BBM 92 प्रोटोकॉल) प्रदर्शन के लिए प्रारंभिक परिणाम।

सुरक्षित क्वांटम संचार के क्षेत्र में एक अन्य परियोजना, जिसमें 2020 में ठोस प्रगति हुई थी, उन्नत अनुसंधान पर भारत ट्रेंटो कार्यक्रम या विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग के ITPAR कार्यक्रम के तहत थी। इस परियोजना के तहत, RRI इटली में यूनिवर्सिटी ऑफ ट्रेंटो के साथ एक बहु-संस्थागत सहयोग का नेतृत्व कर रहा है। RRI में उरबासी सिन्हा परियोजना के प्रमुख अन्वेषक हैं, बोस इंस्टीट्यूट कोलकाता में दीपांकर होम, IISER कोलकाता में प्रशांत पाणिग्रही

और ISI कोलकाता में गुरुप्रसाद कर Co-PIs के रूप में हैं।

RRI पोस्टडॉक्टोरल फेलो अनिमेष सिन्हा रॉय और उरबासी सिन्हा ने दीपांकर होम के सहयोग से पारंपरिक अंतर-कण कण उलझाव के विपरीत, इंट्रा-पार्टिकल एंटैंगलमेंट नामक एक नव क्वांटम कुंजी वितरण प्रोटोकॉल विकसित किया। अंतर-कण दृष्टिकोण की तुलना में प्रमुख दरों और QBER के संदर्भ में इसके कुछ फायदे हैं। RRI PhD छात्र सौम्या रंजन बेहरा, अनिमेष सिन्हा रॉय और उरबासी सिन्हा के साथ प्रयोगशाला में परिचारक प्रयोगात्मक वास्तुकला की स्थापना कर रहे हैं।

क्वांटम ऑप्टिक्स और क्वांटम सूचना विज्ञान

इस क्षेत्र में इस वर्ष पहली मुख्य उपलब्धि एक उच्च नव क्वांटम अवस्था आकलन तकनीक की स्थापना और प्रदर्शन में रही है।

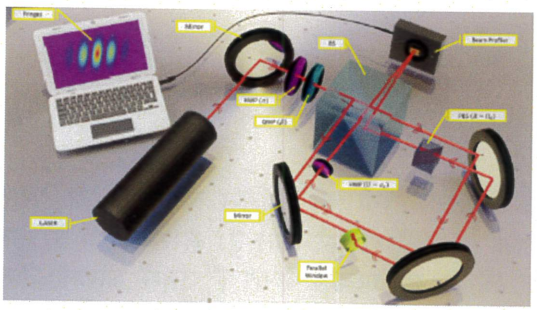
सबसे महत्वपूर्ण मात्रा जो शायद एक क्वांटम प्रणाली में सोच सकती है, वह है क्वांटम अवस्था। एक बार जब कोई राज्य को जान लेता है, तो कोई उसमें हेरफेर कर सकता है, उस पर क्वांटम संचालन लागू कर सकता है और क्वांटम कंप्यूटिंग, क्वांटम संचार या क्वांटम मेट्रोलॉजी सहित असंख्य अनुप्रयोग कर सकता है। तैयार की जा रही क्वांटम अवस्था का सटीक ज्ञान एक प्रायोगिक लाभ है क्योंकि इसका विभिन्न प्रोटोकॉल की सटीक उपलब्धि में प्रभाव होगा। सैद्धांतिक दृष्टिकोण से, घनत्व मैट्रिक्स का उपयोग विभिन्न मात्राओं जैसे उलझाव एन्ट्रापी को प्राप्त करने के लिए किया जा सकता है। इसके दूरगामी प्रभाव हैं, उदाहरण के लिए ब्लैक होल के संदर्भ में, जिसमें उलझाव एन्ट्रापी, जिसे घनत्व मैट्रिक्स से प्राप्त किया जा सकता है, ब्लैक होल में क्वांटम जानकारी की मात्रा से संबंधित हो सकता है।

लेकिन, इस क्वांटम अवस्था का अनुमान लगाने का सबसे सामान्य तरीका क्या है? हम सभी निश्चित रूप से जानते हैं कि यदि कोई राज्य को सीधे मापने की कोशिश करता है, तो हम इसे अपरिवर्तनीय रूप से बदल देते हैं। सामान्य विकल्प क्वांटम स्टेट टोमोग्राफी (QST) है, जो CT स्कैन के समान एक योजना है जिसमें विभिन्न अनुमानों को मापा जाता है और फिर एक पुनर्निर्माण किया जाता है। हालांकि, QST बोझिल है, खासकर जब आयाम बड़े होते हैं और संचालन द्विघात रूप से होता है। क्या ऐसा करने का कोई आसान, कम बोझिल साधन है, जिसमें ऐसा द्विघात स्केलिंग नहीं है?

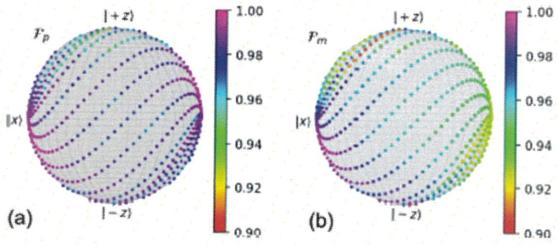
हाल के काम में, उरबासी सिन्हा, उनके छात्र सूर्य नारायण साहू, संचारी चक्रवर्ती, सहयोगी अरुण कुमार पति के साथ क्वांटम स्टेट इंटरफेरोग्राफी (QSI) नामक एक क्रांतिकारी नई तकनीक को तैयार और प्रयोगात्मक रूप से प्रदर्शित किया है। यह क्वांटम अवस्था अनुमान के लिए एक 'ब्लैक बॉक्स' दृष्टिकोण प्रदान करता है - फोटॉन की घटनाओं और राज्य की जानकारी के निष्कर्षण के बीच, सेट-अप के भीतर की स्थिति नहीं बदली जाती है, इस प्रकार क्वांटम राज्य का एक वास्तविक एकल शॉट अनुमान प्रदान करता है। यह काम एक सर्वव्यापी क्वांटम संसाधन, यानी क्वांटम उलझाव की मात्रा निर्धारित करने के लिए सिंगल-शॉट, ब्लैक बॉक्स दृष्टिकोण भी देता है। QSI एक आसान और प्रभावी उपकरण है जिसमें इंटरफेरोमेट्री का उपयोग शामिल है और इसमें QST (द्विघात) जैसी पारंपरिक तकनीकों की तुलना में जबरदस्त स्केलिंग गेन (रैखिक) है। इसके अलावा, यह काम यह भी इंगित करता है कि कैसे यह तकनीक लंबे समय में लघु उपकरणों को जन्म दे सकती है, जिसका उपयोग वाणिज्यिक पैमाने पर क्वांटम राज्य के आकलन के लिए किया जा सकता है। कल्पना कीजिए, एक छोटा सा ब्लैक बॉक्स- एक छोर से राज्य इनपुट और साथ ही इसके उलझाव, सेटिंग्स में किसी भी बदलाव की कोई आवश्यकता नहीं है, डिवाइस के आंतरिक कामकाज के किसी भी ज्ञान की आवश्यकता नहीं है - बस इसका उपयोग करें और काम करें क्वांटम जादू।

तकनीकी सार:
क्वांटम स्टेट टोमोग्राफी (QST) अज्ञात अवस्था के लक्षण वर्णन के लिए पारंपरिक तरीका रहा है। हाल ही में, संसाधन कुशल तरीके से राज्य के पुनर्निर्माण के लिए कई प्रत्यक्ष माप विधियों को लागू किया गया है। हाल के काम में, उरबासी सिन्हा, उनके छात्र सूर्य नारायण साहू, संचारी चक्रवर्ती ने सहयोगी अरुण कुमार पति के साथ एक इंटरफेरोमेट्रिक विधि प्रस्तुत की, जिसमें कोई भी क्वाइब अवस्था, चाहे मिश्रित हो या शुद्ध, दृश्यता, चरण बदलाव और औसत से अनुमान लगाया जा सकता है। एकल-शॉट माप का उपयोग करते हुए एक हस्तक्षेप पैटर्न की तीव्रता - इसलिए, क्वांटम स्टेट इंटरफेरोग्राफी कहा जाता है।

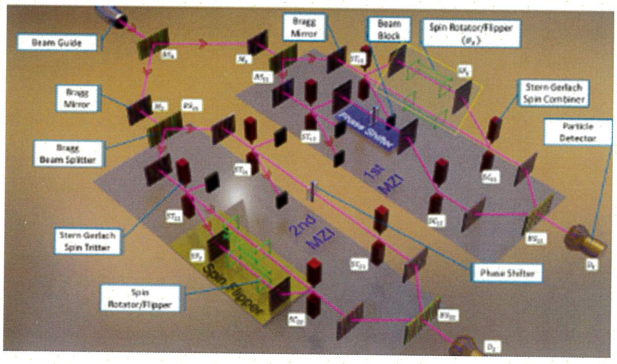
यह क्वांटम राज्य अनुमान के लिए एक "ब्लैक बॉक्स" दृष्टिकोण प्रदान करता है, जिसमें, फोटॉन की घटना और राज्य की जानकारी के निष्कर्षण के बीच, सेटअप के भीतर कोई भी स्थिति नहीं बदली जाती है, इस प्रकार हमें क्वांटम का एक वास्तविक एकल शॉट अनुमान मिलता है राज्य। इसके विपरीत, मानक QST को शुद्ध अवस्था qubit के लिए कम से कम दो माप और मिश्रित राज्य qubit पुनर्निर्माण के लिए कम से कम तीन मापों की आवश्यकता होती है। लेखक तब यह दिखाते हैं कि शुद्ध द्विदलीय क्वैबिट में उलझाव की मात्रा का ठहराव के लिए QSI QST की तुलना में अधिक संसाधन कुशल है। उन्होंने प्रयोगात्मक रूप से प्रकाश की स्वतंत्रता की ध्रुवीकरण डिग्री का उपयोग करके उच्च निष्ठा के साथ इस पद्धति को लागू किया। डी-डायमेंशनल प्रणाली के लिए d−1 इंटरफेरोग्राम वाले शुद्ध अवस्थाओं के लिए योजना का विस्तार भी प्रस्तुत किया गया था। इस प्रकार, इस पद्धति के लिए qudit परिदृश्य में स्केलिंग लाभ और भी अधिक नाटकीय है, जहां, इसके विपरीत, मानक QST, बिना किसी धारणा के, मोटे तौर पर d^2 के रूप में होता है। यह काम *भौतिक समीक्षा पत्रों* में प्रकाशित हुआ था और आंशिक रूप से डीएसटी से क्वांटम सक्षम विज्ञान और प्रौद्योगिकी परियोजना द्वारा समर्थित था। *भौतिक संशो पत्र* 125 123601, 2020



चित्र 23 असंरेखित विस्थापितों की सैगनैक व्यतिकरणमापी के लिए ध्रुवीकरण अवस्था इंटरफेरोग्राफी की योजनाएँ [भौ संशो पत्र 125 123601, 2020]



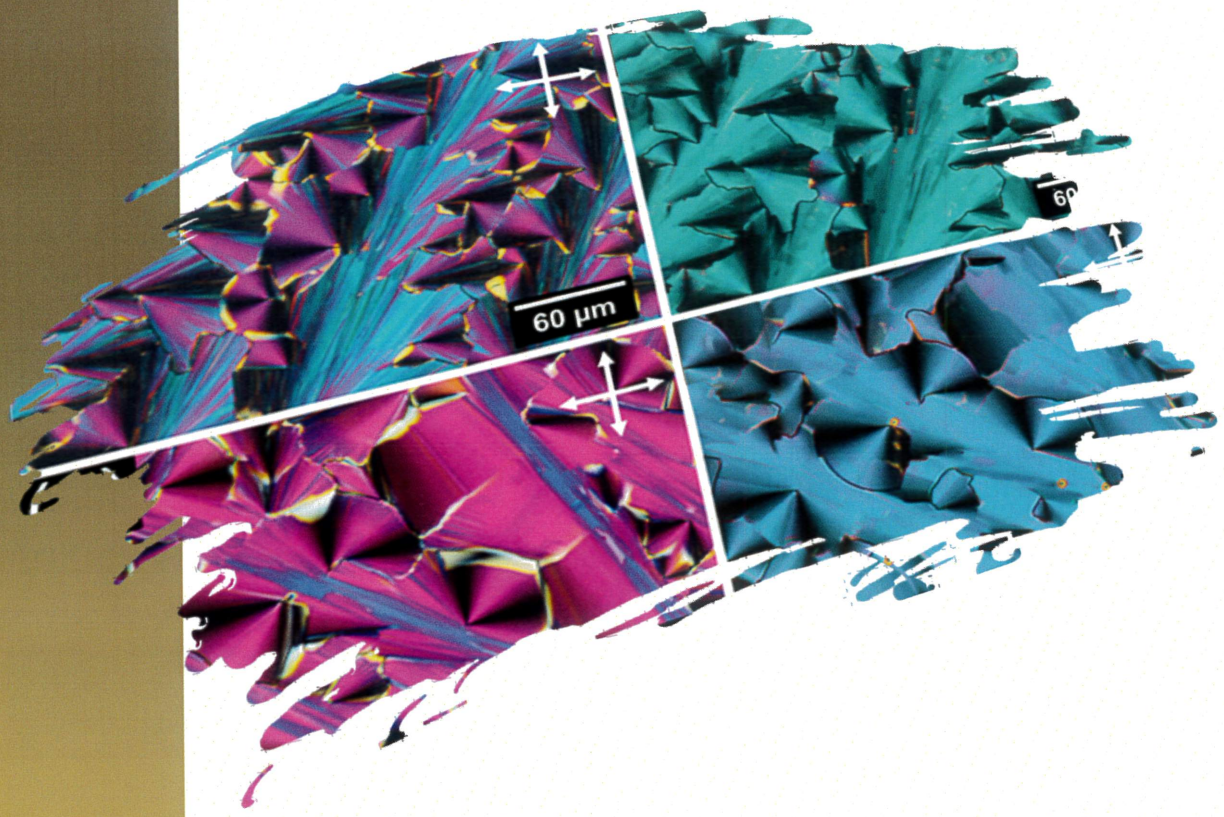
चित्र 24 शुद्ध अवस्थाओं (बाएं) और मिश्रित अवस्थाओं (दाएं) के लिए क्रमशः मापा गया विश्वस्तता । [भौ संशो पत्र 125 123601, 2020]



चित्र 25 एक qudit के लिए अवस्था को मापने के लिए योजनाबद्ध, जिसे किसी भी qudit के लिए सामान्यीकृत किया जा सकता है [भौ संशो पत्र 125 123601, 2020]

[सूर्य नारायण साहू, संचारी चक्रवर्ती, उरबासी सिन्हा और सहयोगी अरुण कुमार पति (एचआरआई, इलाहाबाद)]

वर्ष 2020 में इलेक्ट्रॉनिक्स और सूचना प्रौद्योगिकी मंत्रालय (MEITY) से वित्त पोषण के साथ "क्वांटम टेक्नोलॉजीज में उत्कृष्टता केंद्र" की स्थापना देखी गई। यह भाग लेने वाले संस्थानों के रूप में IISc, RRI और CDAC बैंगलोर के साथ उत्कृष्टता का एक त्रि संस्थागत केंद्र है। उरबासी सिन्हा केंद्र के आरआरआई विंग (http://www.rri.res.in/ceqt.html) के लिए पीआई हैं और वर्तमान प्रयास डिवाइस स्वतंत्र यादृच्छिक संख्या पीढ़ी के साथ-साथ लंबी दूरी की फाइबर आधारित क्वांटम टेलीपोर्टेशन से संबंधित परियोजनाओं की दिशा में हैं। इस अनुदान के तहत प्राप्त दिलचस्प शोध परिणामों में से एक हार्डी और कैबेलो लिआंग संबंधों के माध्यम से डिवाइस स्वतंत्र यादृच्छिक संख्या पीढ़ी पर है। यह कार्य वर्तमान में समीक्षाधीन है और एक प्री-प्रिंट उपलब्ध है: arXiv: 20111.12518।



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, पॉलीमर मेल्ट या सॉल्यूशन, पेंट और कई जैविक सामग्री जैसे कोशिकाएं और ऊतक 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। आरआरआई 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।

तरल क्रिस्टल

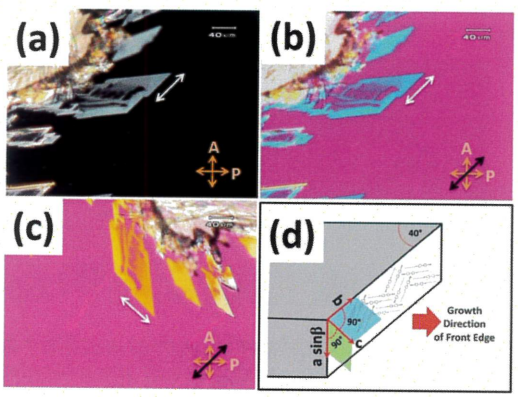
जैसा कि नाम से ही स्पष्ट है कि लिक्विड क्रिस्टल (LC) पदार्थ की एक अवस्था है जिसमें पारंपरिक तरल पदार्थ और ठोस क्रिस्टल के बीच मध्यवर्ती गुण होते हैं। एक LC एक तरल के कई भौतिक गुणों को प्रदर्शित करता है, जबकि इसकी आणविक इकाइयाँ क्रम के कुछ रूप को प्रदर्शित करती हैं। उनकी खोज के बाद से, उनके संरचना-संपत्ति संबंधों को समझने में काफी काम किया गया है, जो एलसी से जुड़े असंख्य अनुप्रयोगों की कुंजी रखते हैं। आरआरआई में एससीएम समूह के शोधकर्ताओं ने एलसी में अग्रणी कार्य किया है और एलसी के विभिन्न पहलुओं में अनुसंधान के साथ यह परंपरा आज भी जारी है। आणविक आकार, संकेन्द्रण , घटकों और चरण की सावधानीपूर्वक ट्यूनिंग के परिणामस्वरूप दिलचस्प भौतिक गुण, एलसी ज्ञान आधार का विस्तार करते हुए, तकनीकी अनुप्रयोगों के लिए संभावित रास्ते खोलने का काम करते हैं।

2020-21 के दौरान अनुसंधान फोकस नव एलसी के डिजाइन और संश्लेषण और उनके भौतिक गुणों, चरण संक्रमण और इलेक्ट्रो-ऑप्टिक गुणों का अध्ययन करने पर था।

लिक्विड क्रिस्टल के चरण संक्रमण और इलेक्ट्रो-ऑप्टिक्स

8OCB लिक्विड क्रिस्टल का क्रिस्टल बहुरूपता जिसमें दृढ़ता से ध्रुवीय रॉड जैसे अणु होते हैं

पिछले वर्ष के दौरान, अरुण रॉय और सुभदीप घोष ने 8OCB (40-ऑक्टाइलॉक्सी-4-सायनोबिफेनिल) के विभिन्न क्रिस्टल पॉलीमॉर्फ्स पर विस्तृत प्रयोगात्मक अध्ययन की सूचना दी, जो नमूने को इसके पिघल से ठंडा करके प्राप्त किया गया था। एक स्थिर क्रिस्टल चरण के साथ-साथ वाणिज्यिक पाउडर (सीपी) चरण के रूप में जाना जाता है, यह दिखाया गया था कि 8OCB विभिन्न मेटास्टेबल क्रिस्टल चरणों को प्रदर्शित करता है जैसे कि स्क्वायर-प्लेट, सुई चरण और लंबी समानांतर चतुर्भुज (पीपी) चरण। उन्होंने नमूने को ठंडा करने पर पाई जाने वाली मेटास्टेबल क्रिस्टल अवस्था की पहचान पीपी चरण के रूप में की, जो कमरे के तापमान पर उम्र बढ़ने पर या इसे 312 K से ऊपर गर्म करके स्थिर CP चरण में बदल जाती है। प्रयोगात्मक परिणामों के आधार पर, 8OCB का स्थिर CP क्रिस्टल चरण एकल सजातीय चरण में मौजूद नहीं पाया गया था, लेकिन एक अनाकार चरण में एम्बेडेड फाइब्रिलर नैनो-क्रिस्टलीय का सह-अस्तित्व। इसकी स्थिर क्रिस्टल अवस्था की विषम प्रकृति इस शुद्ध यौगिक की एक दिलचस्प विशेषता है जिसमें अपेक्षाकृत छोटे रॉड जैसे अणु होते हैं जिनकी लंबी धुरी के साथ एक मजबूत द्विध्रुवीय क्षण होता है। यह कार्य आरएससी एडीवी , 11, 4958 (2021) में प्रकाशित हुआ है।



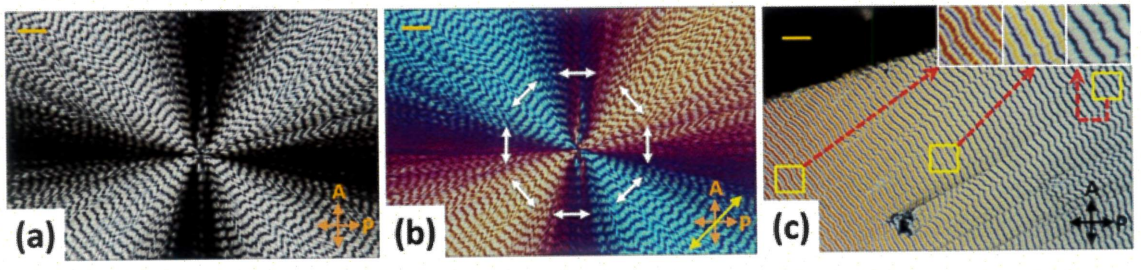
चित्र 1 पार किए गए पोलराइज़र के बीच पीपी चरण की एक पट्टी की पीओएम बनावट: (ए) बिना λ-प्लेट के, (बी) सामने के किनारे के समानांतर λ-प्लेट की धीमी धुरी के साथ और (सी) की धीमी धुरी के साथ λ-प्लेट सामने के किनारे पर लंबवत। सफेद दो सिरों वाला तीर पट्टी के भीतर प्रभावी अपवर्तनांक दीर्घवृत्त के प्रमुख अक्ष को इंगित करता है। (डी) पट्टी के भीतर आणविक संगठन का योजनाबद्ध प्रतिनिधित्व।

[सुभदीप घोष और अरुण रॉय]

रॉड जैसे अणुओं से युक्त लिक्विड क्रिस्टल में बैंडेड गोलाकार क्रिस्टल वृद्धि का अवलोकन

क्रिस्टल की गोलाकार वृद्धि कई अलग-अलग प्रकार की सामग्रियों द्वारा प्रदर्शित एक सर्वव्यापी घटना है। गोलाकार विकास में, न्यूक्लियेशन के बाद क्रिस्टलीय बीज क्रिस्टलोग्राफिक समरूपता द्वारा निर्धारित विकास के विपरीत एक गोलाकार विकास मोर्चे के साथ बढ़ता है। सामान्य तौर पर, न्यूक्लियेशन के बाद एक क्रिस्टलीय बीज एक असतत क्रिस्टलोग्राफिक अभिविन्यास के साथ बढ़ता है। लेकिन कुछ भौतिक स्थितियों में, कुछ सामग्री इस तरह की वृद्धि में असमर्थ होती हैं और इसके बजाय निरंतर अभिविन्यास समरूपता के साथ गोलाकार के रूप में विकसित होती हैं। विभिन्न प्रकार की सामग्रियों को इसके पिघलने, घोल, जेल और ठोस चरण से गोलाकार बनाने के लिए जाना जाता है। इसकी खोज के बाद से बड़ी संख्या में अध्ययनों ने इस घटना की व्यापकता को स्थापित किया है, हालांकि विकास तंत्र की विस्तृत सैद्धांतिक समझ का अभी भी अभाव है।

2020-21 में, अरुण रॉय और पीएचडी के छात्र सुभदीप घोष और दीपक पात्रा ने अपेक्षाकृत छोटे रॉड जैसे अणुओं से युक्त एक शुद्ध तरल क्रिस्टलीय यौगिक द्वारा बैंडेड स्फेरुलाइट के निर्माण का अध्ययन किया और दिखाया कि क्रिस्टल-समृद्ध और क्रिस्टल-गरीब क्षेत्रों की लयबद्ध वृद्धि इन बैंडेड गोलाकारों के गठन के लिए अंतर्निहित तंत्र है। इस यौगिक में देखे गए बैंडेड स्फेरुलाइट्स का निर्माण क्रिस्टल-समृद्ध और क्रिस्टल-गरीब क्षेत्रों के संकेंद्रित डोमेन द्वारा पिघल से गोलाकारों के विकास के दौरान किया गया था। बारी-बारी से क्रिस्टल-समृद्ध और क्रिस्टल-गरीब क्षेत्रों को समय-समय पर डोमेन की रेडियल दिशा के साथ प्रभावी द्विभाजन को बदलते हुए पाया गया, जिससे पार किए गए ध्रुवीकरणों के बीच संकेंद्रित हस्तक्षेप रंग बैंड को जन्म दिया गया। उनके सर्वोत्तम ज्ञान के लिए, यह एक शुद्ध यौगिक में लयबद्ध वृद्धि के कारण इसके तंतुमय क्रिस्टलीय के किसी भी मोड़ के बिना बैंडेड स्फेरुलाइट के गठन की पहली रिपोर्ट है। यह कार्य प्रकाशन की तैयारी में है।

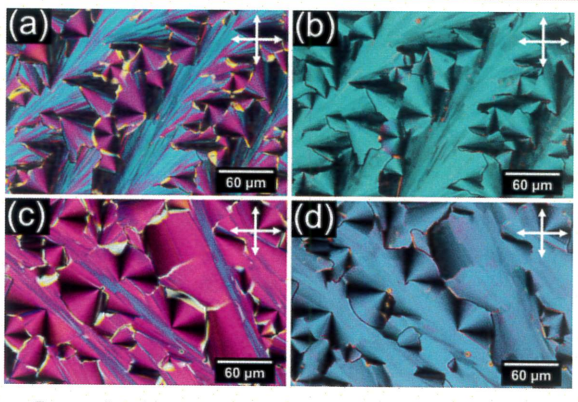


चित्र 2 (ए) पार किए गए ध्रुवीकरण के तहत दो कवरस्लिप के बीच गठित एक बैंडेड गोलाकार की पोम बनावट। (बी) ऑप्टिकल पथ में λ-प्लेट पेश करने के बाद पोम बनावट। बीज के चारों ओर सफेद दोहरे तीर नमूना तल पर पड़े प्रमुख अपवर्तनांक के उन्मुखीकरण को इंगित करते हैं। (सी) अपेक्षाकृत मोटे नमूने के लिए दो कवरस्लिप के बीच बैंडेड गोलाकार बनावट। इनसेट डोमेन के तीन अलग-अलग क्षेत्रों में बैंड में थोड़ा अलग मोटाई के साथ रंग भिन्नता दिखाते हैं। स्केल बार 20 μm की दूरी का प्रतिनिधित्व करते हैं।

[सुभदीप घोष, दीपक पात्रा और अरुण रॉय]

बेंट-कोर लिक्विड क्रिस्टल में तिरछे स्तंभ चरण क्रम का साक्ष्य

अनिसोट्रोपिक बेंट-कोर केले के आकार के अणुओं से युक्त लिक्विड क्रिस्टल सामग्री के दो समरूपों पर संश्लेषण और प्रायोगिक जांच की रिपोर्ट अरुण रॉय, विष्णु देव मिश्रा और एच.टी. श्रीनिवास। इस प्रकार के अणुओं के लिए आमतौर पर देखे गए बी-चरणों के विपरीत, अध्ययन किए गए दोनों यौगिकों ने एक तिरछा स्तंभ लिक्विड क्रिस्टल चरण प्रदर्शित किया। इस स्तंभ चरण में, अणुओं ने स्वयं को 1D तरल जैसे स्तंभों में व्यवस्थित किया, जो स्तंभ अक्षों के लंबवत समतल में एक 2D तिरछी आयताकार जाली का निर्माण करते हैं। एक्स-रे विवर्तन अध्ययनों ने इस मेसोफ़ेज़ में तिरछे स्तंभ क्रम की पुष्टि की। ढांकता हुआ स्थिरांक के कम मूल्य के साथ-साथ ध्रुवीकरण स्विचिंग वर्तमान माप ने इस स्तंभ चरण में ध्रुवीकरण की अनुपस्थिति का संकेत दिया। यह देखा गया कि ध्रुवीकरण की अनुपस्थिति के बावजूद, मेसोफ़ेज़ को एक समतल संरेखित नमूने में कम आवृत्ति वाले विद्युत क्षेत्र के अनुप्रयोग पर अपरिवर्तनीय रूप से एक उच्च द्विअर्थी बनावट में बदल दिया जा सकता है। यह कार्य प्रकाशन की तैयारी में है।



चित्र 3 कंपाउंड 6c(n10) के स्तंभ X1 चरण में तापमान 140°C (a) शून्य विद्युत क्षेत्र पर (b) E=26V/µm पर और 6e(n12) तापमान पर Y1 चरण में POM बनावट 142 °C (c) शून्य विद्युत क्षेत्र पर (d) E =30 V/µm

[विष्णु देव मिश्रा, एच टी श्रीनिवास और अरुण रॉय]

नरम सामग्री के यांत्रिक गुण

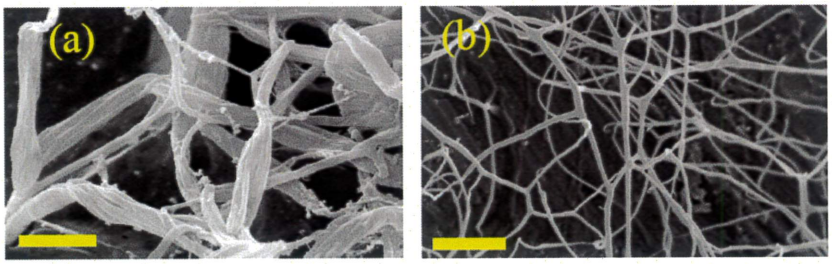
अव्यवस्थित कोलेजन नेटवर्क में तनाव स्थानीयकरण और उपज की गतिशीलता

स्तनधारियों में कोलेजन सबसे प्रचुर मात्रा में बाह्य कोशिका -मैट्रिक्स प्रोटीन है और संयोजी ऊतकों का मुख्य संरचनात्मक और भार वहन करने वाला तत्व है। कोलेजन नेटवर्क उल्लेखनीय तनाव-कठोरता दिखाते हैं जो ऊतकों के यांत्रिक कार्यों को ट्यून करते हैं और सेल व्यवहार को नियंत्रित करते हैं। इन-विट्रो अव्यवस्थित कोलेजन नेटवर्क के रैखिक और गैर-रेखीय यांत्रिकी का हाल के वर्षों में स्व-विधानसभा स्थितियों की एक श्रृंखला के लिए रियोलॉजी का उपयोग करके व्यापक रूप से अध्ययन किया गया है। हालांकि, इन प्रणालियों में मैक्रोस्कोपिक नेटवर्क विफलता और स्थानीय विकृतियों की शुरुआत के बीच संबंध को अच्छी तरह से नहीं समझा गया है।

शीयर रियोलॉजी और इन-सीटू उच्च-रिज़ॉल्यूशन सीमा इमेजिंग का उपयोग करते हुए, स्वर्णदीप बख्शी, वैशाख वीएम, ऋत्विक सरकार और सायंतन मजूमदार ने अनक्रॉसलिंक्ड टाइप- I कोलेजन के इन-विट्रो पुनर्गठित नेटवर्क की उपज गतिशीलता का अध्ययन किया और पाया कि गैर-रेखीय शासन में, नेटवर्क का डिफरेंशियल शीयर मॉड्यूलस (K) शुरू में लागू स्ट्रेन के साथ बढ़ता है और फिर गिरना शुरू हो जाता है क्योंकि नेटवर्क एक क्रिटिकल स्ट्रेन (यील्ड स्ट्रेन) से आगे निकलने लगता है। कोलाइडल ट्रेसर कणों का उपयोग करके स्थानीय वेग प्रोफ़ाइल के मापन से पता चला कि K के शिखर से परे, नेटवर्क और रियोमीटर प्लेट के बीच मजबूत तनाव-स्थानीयकरण और फिसलन अंततः एक टुकड़ी की ओर ले जाती है। इस अवलोकन को कोलेजन सांद्रता की एक श्रृंखला के लिए सामान्यीकृत किया गया था, लागू तनाव रैंप दर, साथ ही, पोलीमराइजेशन तापमान को अलग करके प्राप्त विभिन्न नेटवर्क आर्किटेक्चर। इसके अलावा, एक सातत्य एफाइन नेटवर्क मॉडल का उपयोग करते हुए, कम दृढ़ता लंबाई और जाल आकार पर उपज-दाग और तनाव की निर्भरता को दर्शाने वाला एक राज्य आरेख मैप किया गया था। इन निष्कर्षों के ऊतक इंजीनियरिंग में और अत्यधिक लचीला जैविक मचानों को डिजाइन करने में व्यापक प्रभाव हो सकते हैं।

यह कार्य सॉफ्ट मैटर, 2021, 17, 6435 में प्रकाशित हुआ है।

[स्वर्णदीप बख्शी, वैशाख वी.एम., ऋत्विक सरकार और सायनतन मजूमदार]

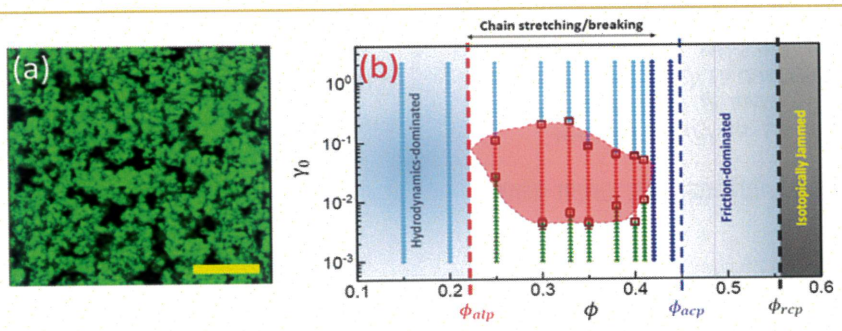


चित्र 4. (a) 4 ^{0}C (Scale = 1 μm) और (b) 25 ^{0}C (Scale = 2 μm) पर बहुलकित कोलेजन की फ्रीज-फ्रैक्चर SEM छवि। कम तापमान पर अधिक बंडल नेटवर्क प्राप्त होते हैं।

अनाकार कणों के दानेदार जेल में गैर-रैखिकता और अपव्यय पर चिपकने वाली बातचीत का प्रभाव

अव्यवस्थित ठोस पदार्थों में तनाव प्रेरित उपज/द्रवीकरण, अपरिवर्तनीयता और बढ़ी हुई अपव्यय द्वारा विशेषता, औद्योगिक और भूवैज्ञानिक प्रक्रियाओं की एक विस्तृत श्रृंखला के लिए महत्वपूर्ण है। हालांकि, थर्मल सिस्टम में इस तरह की घटना का बड़े पैमाने पर अध्ययन किया गया है, वे दानेदार ठोस के लिए खराब समझे जाते हैं।

हाल के एक काम में, सेबंती चट्टोपाध्याय, शारदी एन राज और सायंतन मजूमदार ने ऑसिलेटरी शीयर रियोलॉजी और इन-सीटू ऑप्टिकल इमेजिंग का उपयोग कोसिव कणों के घने दानेदार निलंबन में ऊर्जा अपव्यय का अध्ययन करने के लिए किया, जो हार्ड स्फीयर इंटरेक्शन की सीमा में प्राप्त आइसोट्रोपिक जैमिंग पॉइंट से काफी नीचे स्ट्रेस सॉलिड का उत्पादन करते हैं। । छोटे लागू तनाव मूल्यों के लिए, वे स्थानीय वेग में स्थानिक उतार-चढ़ाव के साथ सहसंबंधी बेतरतीब ढंग से वितरित प्लास्टिक पुनर्व्यवस्था का निरीक्षण करते हैं। इस तनाव सीमा में, उन्होंने महत्वपूर्ण तनाव सख्त भी देखा। द्रवीकरण से परे बड़े तनाव मूल्यों पर, प्लास्टिक पुनर्व्यवस्था में काफी वृद्धि हुई और ज्यादातर कतरनी सीमाओं के पास केंद्रित हो गई। इस शासन में तनाव सख्त और यादृच्छिक वेग में उतार-चढ़ाव भी गायब पाए गए। उन्होंने दिखाया कि गैर-रैखिकता और अपव्यय के बीच इस तरह के जटिल अंतःक्रिया को सामान्यीकृत ऊर्जा अपव्यय (E_N) नामक एक पैरामीटर द्वारा प्रभावी ढंग से कब्जा कर लिया जा सकता है। इसके अलावा, कण निपटान प्रयोगों का उपयोग करके विभिन्न परिस्थितियों में महत्वपूर्ण जैमिंग पैकिंग अंशों को सीधे मापकर, वे एक विस्तृत चरण आरेख का प्रस्ताव करते हैं जो पैकिंग अंशों और तनाव आयामों की एक विस्तृत श्रृंखला के लिए (E_N) को नियंत्रित करने में अंतर-कण इंटरैक्शन की भूमिका को उजागर करता है।



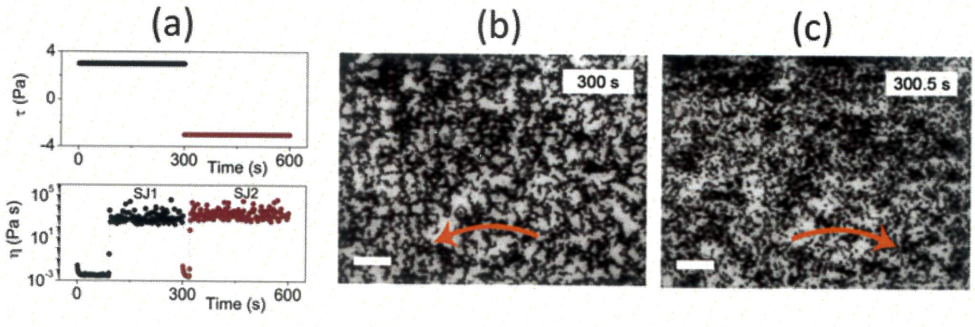
चित्र 5 (ए) पैराफिन तेल में सीएस कणों को फैलाने से गठित एक बसे हुए बिस्तर की विशिष्ट कन्फोकल छवि। कण फ्रैक्टल क्लस्टर बनाते हैं। स्केल बार 150 μm है। (बी) लागू तनाव आयाम और कण मात्रा अंश के पैरामीटर विमान में विस्तृत चरण आरेख। लाल रंग का क्षेत्र तनाव के सख्त होने की प्रतिक्रिया को इंगित करता है। यह कार्य अभी समीक्षाधीन है।

[सेबंती चट्टोपाध्याय, श्रद्धा एन राज, सायंतन मजूमदार]

फ्रैक्टल नैनोट्यूब क्लस्टर्स के सस्पेंशन में डायनेमिक शीयर जैमिंग का स्ट्रक्चरल सिग्नेचर

लागू तनाव के तहत, कई घने कणों के निलंबन की चिपचिपाहट काफी बढ़ सकती है, एक प्रतिक्रिया जिसे असंतत कतरनी-मोटापन (डीएसटी) के रूप में जाना जाता है। कुछ मामलों में, लागू तनाव निलंबन को एक ठोस-जैसे कतरनी जाम अवस्था (एसजे) में भी बदल सकता है। हालांकि एसजे को अच्छी तरह से परिभाषित ज्यामिति वाले कणों के साथ निलंबन के लिए जांचा गया है, फ्रैक्टल वस्तुओं के लिए ऐसी घटना का पता नहीं लगाया गया है।

रिपोर्ट में वर्ष के दौरान, सारिका सी.के., सायंतन मजूमदार के साथ सहयोगी ए.के. सूद ने कारावास के तहत एनएमपी में बहु-दीवार वाले कार्बन नैनोट्यूब (एमडब्ल्यूसीएनटी) के फ्रैक्टल फ्लोक्स के निलंबन में तनाव प्रेरित प्रवाह व्यवहार का अध्ययन किया। रियोलॉजी और इन-सीटू ऑप्टिकल इमेजिंग का उपयोग करते हुए, उन्होंने पारंपरिक घने निलंबन के मुकाबले काफी कम मात्रा में एक एसजे राज्य में बहने से एक सीधा संक्रमण देखा। प्रणाली की इस तरह की उल्लेखनीय संपत्ति ने उन्हें अनिसोट्रोपिक तनाव प्रतिक्रिया और तनाव उत्क्रमण के तहत एसजे दशा की संपर्क गतिशीलता से संबंधित नाजुकता की जांच करने में सक्षम बनाया। उन्होंने दिखाया कि एक प्रवाह से एक एसजे राज्य में संक्रमण प्रणाली में संरचनात्मक पुनर्व्यवस्था से संबंधित है, जैसा कि नमूना और गणना योग्य सूचना घनत्व (सीआईडी) के माध्यम से संचरित ऑप्टिकल तीव्रता के संभाव्यता वितरण समारोह द्वारा कब्जा कर लिया गया है। इसके अलावा, एक सामान्यीकृत वायर्ट-केट्स मॉडल का उपयोग करते हुए, वे एक चरण आरेख का प्रस्ताव करते हैं जो कि एकाग्रता और लागू तनाव मूल्यों की एक विस्तृत श्रृंखला पर देखे गए एसजे व्यवहार को कैप्चर करता है।



चित्र 6 (ए) एनएमपी में फैले भग्न MWCNT फ्लोक की एक प्रणाली में तनाव उत्क्रमण के तहत कतरनी-जाम राज्य का पिघलना। परिमाण के कई आदेशों से चिपचिपाहट बदलती है। इस तरह के पिघलने से पहले (पैनल (बी)) और बाद में (पैनल (सी)) फ्लोक संरचना दिखाने वाली ऑप्टिकल छवियां। (बी) और (सी) के लिए स्केल बार = 1 मिमी।

[सारिका सी के, सायंतन मजूमदार और ए के सूद (भारतीय विज्ञान संस्थान, बैंगलोर)]

क्रॉस-लिंक्ड नेटवर्क में मैकेनिकल हिस्टैरिसीस पर एक्टिन फिलामेंट संरेखण की भूमिका

कोशिकाएं एक्टिन साइटोस्केलेटन के रीमॉडेलिंग के माध्यम से अपने भौतिक गुणों को गतिशील रूप से नियंत्रित करती हैं, क्रॉस-लिंक्ड नेटवर्क की एक असेंबली और बायोपॉलिमर एक्टिन से बने बंडल। पहले यह पाया गया था कि इन विट्रो में पुनर्गठित एक्टिन फिलामेंट्स के क्रॉस-लिंक्ड नेटवर्क अनुकूली व्यवहार प्रदर्शित कर सकते हैं [मजूमदार एट अल।; शीतल पदार्थ, 2018] और इस प्रकार साइटोस्केलेटन के यांत्रिक अनुकूलन के अंतर्निहित तंत्र को समझने के लिए एक मॉडल प्रणाली के रूप में कार्य करता है। इन नेटवर्कों में, अनुप्रयुक्त अपरूपण प्रतिबल के रूप में प्रशिक्षण, अरेखीय लोच में विषमता उत्पन्न कर सकता है।

सायंतन मजूमदार और सहयोगियों डेनिएल आर। शेफ, स्टीवन ए। रेडफोर्ड, चट्टीपत लोरपाइबून, आरोन

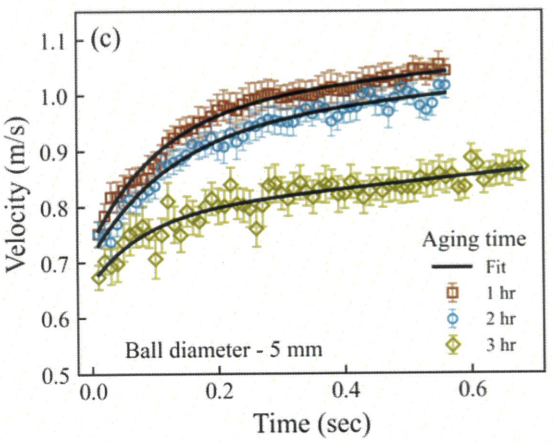
आर डिनर और मार्गरेट एल गार्डेल के हालिया प्रयास क्रॉस-लिंकिंग प्रोटीन की संकेन्द्रण और यांत्रिक गुणों को ट्यून करके इस यांत्रिक हिस्टैरिसीस पर नियंत्रण की खोज करने की दिशा में हैं। प्रयोगात्मक और सिम्युलेटेड नेटवर्क दोनों में। यह पाया गया कि यह प्रभाव दो स्थितियों पर निर्भर करता है: प्रारंभिक नेटवर्क को नॉनलाइनियर स्ट्रेन स्ट्रेनिंग का प्रदर्शन करना चाहिए, और नेटवर्क में फिलामेंट्स को प्रशिक्षण के दौरान पुन: उन्मुख करने में सक्षम होना चाहिए। हिस्टैरिसीस मध्यम सांद्रता पर एक चोटी के साथ, क्रॉस-लिंकर संकेन्द्रण पर दृढ़ता से और गैर-नीरस रूप से निर्भर करता है। इसके विपरीत, कम सांद्रता में, जहां नेटवर्क सख्त नहीं होता है, या उच्च सांद्रता में, जहां तंतु पुनर्व्यवस्थित करने में कम सक्षम होते हैं, प्रशिक्षण के लिए बहुत कम प्रतिक्रिया होती है। क्रॉस-लिंकर गुणों को बदलने के प्रभाव पर अतिरिक्त जांच से पता चला है कि लंबे या अधिक लचीले क्रॉस-लिंकर हिस्टैरिसीस को बढ़ाते हैं। उल्लेखनीय रूप से प्रशिक्षण के बाद संरेखण के खिलाफ हिस्टैरिसीस की साजिश रचने से क्रॉस-लिंकर्स के भौतिक गुणों या एकाग्रता की परवाह किए बिना एकल वक्र प्राप्त हुआ। यह कार्य सॉफ्ट मैटर, 2021, 17, 5499 में प्रकाशित हुआ है।

[सायंतन मजूमदार और शिकागो विश्वविद्यालय, इलिनोइस के सहयोगी: डेनिएल आर शेफ, स्टीवन ए रेडफोर्ड, चट्टीपत लोरपाइबून, आरोन आर। डिनर और मार्गरेट एल गार्डेल]

कोलाइड्स की संरचना, गतिकी और रियोलॉजी

गिरती गेंद विस्कोमेट्री का उपयोग करके एक थिक्सोट्रोपिक कोलाइडल निलंबन के विनाश की मात्रा निर्धारित करना

लैपोनाइट निलंबन के अंदर गिरने वाले क्षेत्रों की व्यवस्थित गतिशीलता का अध्ययन राजकुमार विश्वास, देबाशीष साहा और रंजिनी बंद्योपाध्याय द्वारा किया गया था। लैपोनाइट एक कोलाइडल सिंथेटिक मिट्टी है जो अंतर-कण इलेक्ट्रोस्टैटिक इंटरैक्शन के सहज विकास के कारण जलीय निलंबन में शारीरिक उम्र बढ़ने को दर्शाता है। अपने प्रयोगों में, मिलीमीटर के आकार की स्टील की गेंदों को अलग-अलग उम्र के जलीय लैपोनाइट निलंबन में गिरा दिया गया था (यानी, नमूना तैयार करने के बाद से बीता हुआ समय)। गिरती गेंदों की गति को एक उच्च गति वाले कैमरे का उपयोग करके कैप्चर किया गया था, और छवियों से उनके केन्द्रक के वेग का अनुमान लगाया गया था। दिलचस्प बात यह है कि यह देखा गया है कि बड़े व्यास की गेंदें प्रयोग की पूरी अवधि में अंतिम वेग प्राप्त करने में विफल रहती हैं। उन्होंने एक गणितीय मॉडल का प्रस्ताव रखा जो लैपोनाइट निलंबन में तेजी से संरचनात्मक परिवर्तन (गिरती गेंद से प्रेरित होने की उम्मीद) के लिए जिम्मेदार है, जिसका उम्र बढ़ने का समय गेंद के गिरने के समय की तुलना में बहुत धीमा है। गेंद के आकार और लैपोनाइट निलंबन युगों की एक श्रृंखला के लिए, उनका मॉडल गेंद के वेग की समय निर्भरता की सही भविष्यवाणी करता है। इसके अलावा, मॉडल के लिए फिट होने से उन्हें गिरती गेंद के पारित होने के कारण थिक्सोट्रोपिक निलंबन के विनाश की दरों का अनुमान लगाने की अनुमति मिली। यह कृति अब प्रकाशित हो चुकी है। **https://doi.org/10.1063/5.0035093**



चित्र 7 व्यास 5 मिमी की गेंदों के लिए गेंद सेंट्रोइड्स का वेग जो विभिन्न उम्र बढ़ने के समय (tw) के लैपोनाइट निलंबन में गिराए जाते हैं। रंगीन प्रतीक प्रायोगिक डेटा का प्रतिनिधित्व करते हैं, रंगीन ऊर्ध्वाधर पट्टियाँ संबंधित त्रुटि पट्टियाँ हैं और निरंतर काली रेखाएँ सैद्धांतिक मॉडल के लिए उपयुक्त हैं।

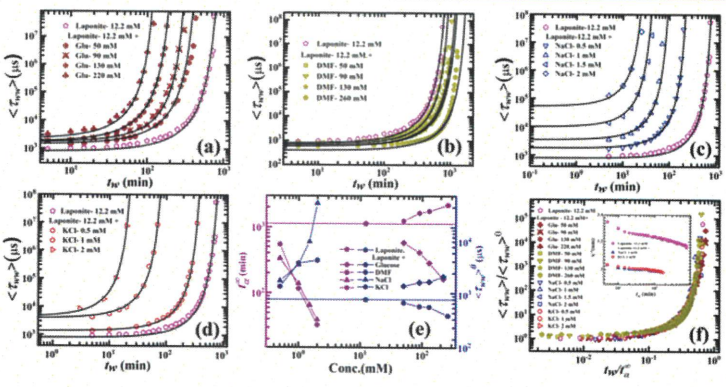
[राजकुमार विश्वास, देबाशीष साहा और रंजिनी बंद्योपाध्याय]

एक नरम कोलाइडल मिट्टी के जलीय निलंबन के उम्र बढ़ने की गतिशीलता और रियोलॉजी पर विलायक माइक्रोस्ट्रक्चर और इलेक्ट्रोस्टैटिक इंटरैक्शन के प्रतिस्पर्धात्मक प्रभाव

चंदेश्वर मिश्रा, वी. श्रीथमारा रंगनाथन और रंजिनी बंद्योपाध्याय द्वारा पिछले वर्ष के प्रयास, सॉल्वेंट माइक्रोस्ट्रक्चर और इंटर-पार्टिकल इलेक्ट्रोस्टैटिक इंटरैक्शन के सूक्ष्म गतिकी और उम्र बढ़ने कोलाइडल स्मेक्टाइट (लैपोनाइट) क्ले सस्पेंशन के रियोलॉजी पर प्रतिस्पर्धात्मक प्रभावों का अध्ययन करने की दिशा में थे। डायनेमिक लाइट स्कैटरिंग और रियोमेट्री का उपयोग करते हुए, उन्होंने सस्पेंशन डायनेमिक्स में बदलाव की सूचना दी, जब अलग-अलग एडिटिव अणु, दोनों अलग करने वाले और गैर-विघटनकारी, माध्यम में शामिल होते हैं। उन्होंने पाया कि ग्लूकोज के अतिरिक्त पानी में हाइड्रोजन बंधन को बढ़ाता है, आसमाटिक दबाव ढाल बढ़ाता है और त्वरित निलंबन उम्र बढ़ने का परिणाम होता है। इसके विपरीत, पानी में N,N-Dimethylformamide की उपस्थिति हाइड्रोजन बंधन को बाधित करती है, आसमाटिक दबाव प्रवणता को कम करती है और निलंबन उम्र बढ़ने को दबा देती है। सोडियम क्लोराइड और पोटेशियम क्लोराइड जैसे लवण पानी में मिलाने पर आयनों में अलग हो जाते हैं, जबकि स्थानीय रूप से पानी की सूक्ष्म संरचना को भी बदल देते हैं। अलग करने वाले लवणों की उपस्थिति में लैपोनाइट निलंबन ने त्वरित गतिज गिरफ्तारी को दिखाया, जिसका श्रेय वे विलायक सूक्ष्म संरचना में परिवर्तन पर इलेक्ट्रोस्टैटिक इंटरैक्शन के प्रभुत्व के लिए देते हैं। प्री-हीटेड और पोस्ट-हीटेड लैपोनाइट सस्पेंशन तैयार किए गए थे, जिसमें लैपोनाइट कोलाइड्स को जोड़ने से पहले और बाद में तापमान को अलग-अलग पूर्व निर्धारित मानों तक बढ़ाया जाता है। बढ़ते तापमान के साथ तेजी से गतिज गिरफ्तारी देखी गई, उम्र बढ़ने के साथ पूर्व-गर्म मिट्टी के निलंबन में एक ही तापमान पर पोस्ट-हीटेड वाले की तुलना में अधिक तेजी से होता है। जबकि गैर-विघटनकारी अणुओं का उपयोग करने वाले ये प्रयोग निलंबन गतिकी और रियोलॉजी पर विलायक सूक्ष्म संरचना के प्रभुत्व को प्रकट करते हैं, विलायक सूक्ष्म संरचनात्मक प्रभावों को अलग करने वाले अणुओं की उपस्थिति में और अध्ययन किए गए विभिन्न निलंबन तापमान इतिहास के लिए काफी दबा दिया गया था। उम्र बढ़ने वाले लैपोनाइट निलंबन की सूक्ष्म गतिशीलता ने स्व-समान समय-विकास दिखाया, जबकि उनकी गैर-रेखीय रियोलॉजिकल प्रतिक्रियाएं विलायक तापमान और योगात्मक अणुओं की उपस्थिति के प्रति संवेदनशील थीं। अंत में, निलंबन की उम्र बढ़ने की गतिशीलता और रियोलॉजी को नमूना माइक्रोस्ट्रक्चरल विवरण के साथ सहसंबद्ध किया गया, क्रायोजेनिक इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी का उपयोग करके कल्पना की गई। इस अध्ययन से पता चला है कि सॉल्वेंट माइक्रोस्ट्रक्चर स्मेटाइट क्ले कोलाइड्स के निलंबन की गतिशीलता और रियोलॉजी को निर्धारित करने में एक महत्वपूर्ण पैरामीटर है।

https://arxiv.org/abs/2009.12741

[चंदेश्वर मिश्रा, वी. श्रीथमारा रंगनाथन और रंजिनी बंद्योपाध्याय]



चित्र 8 औसत धीमी छूट समय <τww> vs बनाम प्रतीक्षा समय ट्वेंटी बिना और एडिटिव्स के विभिन्न सांद्रता के साथ 12.2 मिमी जलीय लैपोनाइट निलंबन के लिए (ए) ग्लूकोज (ग्लू), (बी) डीएमएफ, (सी) NaCl और (डी) KCl ठोस रेखाएँ सिद्धांत के अनुकूल हैं। (ई) क्षैतिज और ऊर्ध्वाधर शिफ्ट कारक, $t\alpha^{\circ}$ (वोगेल समय) और <τww>0 एडिटिव्स की विभिन्न सांद्रता के लिए जलीय लैपोनाइट निलंबन। (एफ) सामान्यीकृत औसत धीमी छूट समय <τww>/< τww >0 बनाम सामान्यीकृत प्रतीक्षा समय $tw / t\alpha^{\circ}$ का सुपरपोजिशन बिना और एडिटिव्स के विभिन्न सांद्रता के साथ जलीय लैपोनाइट निलंबन के लिए। इनसेट (एफ) शुद्ध 12.2 mM जलीय लैपोनाइट निलंबन और 12.2 mM मिमी लैपोनाइट निलंबन की डेबी स्क्रीनिंग लंबाई (κ^{-1}) को प्रतीक्षा समय tw के एक समारोह के रूप में 1 mM NaCl और KCl की उपस्थिति में दिखाता है।

एक विस्को इलास्टिक द्रव के रेडियल विस्थापन के दौरान उभरते पैटर्न और स्थिर इंटरफेस

कम चिपचिपे द्रव द्वारा अधिक चिपचिपे द्रव का विस्थापन द्रव-द्रव अंतरफलक को अस्थिर कर देता है और जटिल पैटर्न की ओर जाता है जिसे चिपचिपी उंगलियां कहा जाता है। चूंकि तरल पदार्थ विस्थापन के दौरान कतरनी का अनुभव करते हैं, इसलिए रियोलॉजिकल मापदंडों के माध्यम से पैटर्न और अस्थिरता की गतिशीलता के उद्भव को प्रभावित करना संभव होना चाहिए, जैसे कि चिपचिपा तरल पदार्थ के मामले में लोच या विश्राम का समय। हाल ही के एक लेख में, पलक, रंजिनी बंद्योपाध्याय ने सहयोगी राहुल सत्यनाथ और श्रीराम कलपथी के साथ इंटरफेशियल फिंगरिंग पैटर्न को रिकॉर्ड किया और उनका विश्लेषण किया, जो तब उभरता है जब एक न्यूटनियन द्रव (विभिन्न चिपचिपाहट के ग्लिसरॉल-पानी का मिश्रण) एक रेडियल हेले-शॉ सेल में एक कतरनी-पतला विस्कोलेस्टिक द्रव (अलग-अलग सांद्रता के जलीय कॉर्नस्टार्च निलंबन) को विस्थापित करता है)। पाया गया कि जैसे-जैसे आंतरिक और बाहरी तरल पदार्थों की चिपचिपाहट का अनुपात बढ़ता गया, रेडियल शाखित पैटर्न को अधिक स्थिर इंटरफेस द्वारा प्रतिस्थापित किया जाता है जो उंगली के सम्मिलन को प्रदर्शित करते हैं। विस्थापन द्रव की चिपचिपाहट में वृद्धि और बाहरी विस्कोलेस्टिक तरल पदार्थ की एकाग्रता-निर्भर लोच दोनों ने इंटरफेसियल अस्थिरता के महत्वपूर्ण दमन को जन्म दिया। इंटरफ़ेस का एक रैखिक स्थिरता विश्लेषण, एकमात्र नियंत्रण पैरामीटर के रूप में चिपचिपाहट अनुपात का उपयोग करते हुए, इंटरफेसियल गड़बड़ी के एक प्रमुख तरंग दैर्ध्य की भविष्यवाणी करने के लिए नियोजित किया गया था। उन्होंने दिखाया कि संख्यात्मक रूप से गणना की गई गड़बड़ी तरंग दैर्ध्य इंटरफेसियल अस्थिरता की शुरुआत में प्रयोगात्मक रूप से मापी गई उंगलियों के बीच की दूरी के साथ निकटता से मेल खाती है। यह कार्य https://arxiv.org/abs/2010.10423. पर उपलब्ध है।

[पलक, रंजिनी बंद्योपाध्याय और आईआईटी मद्रास के सहयोगी: राहुल सत्यनाथ और श्रीराम कलपथी]

डीसी फील्ड युग्मित एक सेसाइल गोल्ड नैनोफ्लुइड ड्रॉपलेट का वाष्पीकरण

2020-21 में ए डब्ल्यू ज़ैबुदीन और रंजिनी बंद्योपाध्याय ने DC विद्युत क्षेत्र की उपस्थिति में सीटीएबी कैप्ड गोल्ड नैनोरोड्स (Au-NRs) के जलीय निलंबन के सूखने के कारण कॉफी के दाग की सूचना दी। कॉफी के दाग को विभिन्न क्षेत्रों में अलग-अलग सूक्ष्म संरचनाओं के गठन की विशेषता थी। अलग-अलग डोमेन के साथ एक विशिष्ट कॉफी रिंग एज बाहरी केशिका प्रवाह के कारण देखा गया था, जिसमें Au-NRs एक शून्य डीसी क्षेत्र में एक स्मेक्टिक चरण (सब्सट्रेट के समानांतर) में इकट्ठे हुए थे। डीसी विद्युत क्षेत्र के अनुप्रयोग के परिणामस्वरूप एयू-एनआर क्लस्टर क्षेत्र की दिशा में कॉफी रिंग किनारे पर फ़्लिप हो गए। इन परिणामों को द्विध्रुवीय अंतःक्रियाओं के संदर्भ में समझा गया था। कॉफी रिंग एज की आंतरिक सीमा पर, एयू-एनआर के समूहों को बिना किसी ऑर्डर के या कम रेंज ऑर्डर के साथ देखा गया, जो मारांगोनी एडीज के कारण बनता है। वाष्पित छोटी बूंद के केंद्र की ओर बढ़ते हुए, उन्होंने एक अंधेरे कमी क्षेत्र के गठन को नोट किया जो कणों से रहित है, जिसके बाद Au-NRs का यादृच्छिक जमाव होता है। माना जाता है कि ड्रॉपलेट सुखाने के अंतिम चरण के दौरान सीटीएबी अणुओं के जमा होने के कारण कमी क्षेत्र का निर्माण होता है। दिलचस्प बात यह है कि एयू-एनआर की सरणियाँ कॉफी रिंग के बाहर भी जमा होती पाई जाती हैं। यह अवलोकन एयू-एनआर और सब्सट्रेट पर विपरीत आरोपों का परिणाम है, जिसके परिणामस्वरूप ऑटोफोबिंग-प्रेरित डिपिनिंग प्रभाव या छोटी बूंद का त्याग होता है।

[ए डब्ल्यू ज़ैबुदीन और रंजीनी बंद्योपाध्याय]

डाई के सोखने के लिए प्रभावी चिटोसन-सिलिका-टीओओ 2 हाइब्रिड नैनोकम्पोजिट जैल: संश्लेषण, विशेषता और सोखना कैनेटीक्स

एक नैनोकम्पोजिट जेल जो पानी से कार्बनिक डाई (मिथाइलीन ब्लू) डाई को कुशलता से सोख लेता है, पिछले एक साल के दौरान तमाल सरकार, चंदेश्वर मिश्रा और रंजिनी बंद्योपाध्याय द्वारा संश्लेषित किया गया था। इस हाइब्रिड जेल को पूर्ववर्तियों के रूप में चिटोसन, सिलिका और टाइटेनियम डाइऑक्साइड (TiO2) नैनोकणों का उपयोग करके संश्लेषित किया गया था। नैनोकम्पोजिट जेल को

इलेक्ट्रॉन क्रायोमाइक्रोस्कोपी (क्रायो एसईएम), एक्स-रे विवर्तन (एक्सआरडी), और रियोमेट्री को स्कैन करके चित्रित किया गया था। विशेष रूप से, नैनोकम्पोजिट जेल के रैखिक विस्कोलेस्टिक गुणों का विश्लेषण एक रियोमीटर द्वारा किया गया था। नैनोकम्पोजिट जेल का उपयोग आगे पानी से मेथिलीन ब्लू (एमबी) डाई (1-20 ppm) को सोखने के लिए किया गया था। संपर्क समय के प्रभाव, विलायक का पीएच, सोखना की मात्रा, हटाने के प्रतिशत पर प्रारंभिक डाई एकाग्रता, व्यवस्थित रूप से जांच की गई। यह स्थापित किया गया था कि सिलिका की झरझरा प्रकृति, चिटोसन की बाध्यकारी क्षमता और TiO_2 NPs की फोटोकैटलिटिक गतिविधि के कारण हाइब्रिड जेल एक उत्कृष्ट सोखना है। इसलिए इस नैनोकम्पोजिट जेल का उपयोग रंजक युक्त अपशिष्ट जल के उपचार के लिए किया जा सकता है।

[तमाल सरकार, चंदेश्वर मिश्रा और रंजिनी बंद्योपाध्याय]

लिपिड झिल्ली और पॉलीइलेक्ट्रोलाइट्स का भौतिकी

डीएमपीसी बाइलेयर्स के चरण व्यवहार पर पीएच का प्रभाव

अनिंद्य चौधरी, श्रीजा शशिधरन और वी.ए. रघुनाथन ने डिफरेंशियल स्कैनिंग कैलोरीमेट्री और एक्स-रे स्कैटरिंग का उपयोग करके ज़्विटरियोनिक लिपिड 1,2-डिमिरिस्टॉयल-एसएन-ग्लिसरो-3-फॉस्फोकोलाइन (डीएमपीसी) के चरण व्यवहार पर अम्लीय pH के प्रभाव का अध्ययन किया। pH = 4 और 3 के एचसीएल समाधान में डीएमपीसी के फैलाव पानी में फैलाव के समान व्यवहार करते पाए गए। मुख्य संक्रमण तापमान में तेजी से वृद्धि हुई और पूर्व संक्रमण कम pH पर गायब हो गया। उच्च pH पर पाए जाने वाले झुके हुए जेल चरण के विपरीत, pH = 2 और 1 पर एक टिलटेड जेल चरण देखा गया था। तटस्थ pH के पास होने वाले झुके हुए जेल चरण की तुलना में बिना जेल चरण की अपेक्षाकृत बड़ी आवधिकता, स्पष्ट रूप से हेडग्रुप के एक साथ चार्जिंग और निर्जलीकरण का प्रदर्शन करती है क्योंकि pH फॉस्फेट समूह के pK के करीब पहुंचता है। कम pH पर हेडग्रुप निर्जलीकरण ने ऊष्मायन के कुछ दिनों के बाद क्रमशः कम और उच्च तापमान पर डीएमपीसी क्रिस्टलीय और उल्टे हेक्सागोनल चरण का निर्माण किया। ये परिणाम ज़्विटरियोनिक लिपिड के चरण व्यवहार पर अम्लीय पीएच के महत्वपूर्ण प्रभाव को दर्शाते हैं।

[अनिंद्य चौधरी, श्रीजा शशिधरन 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

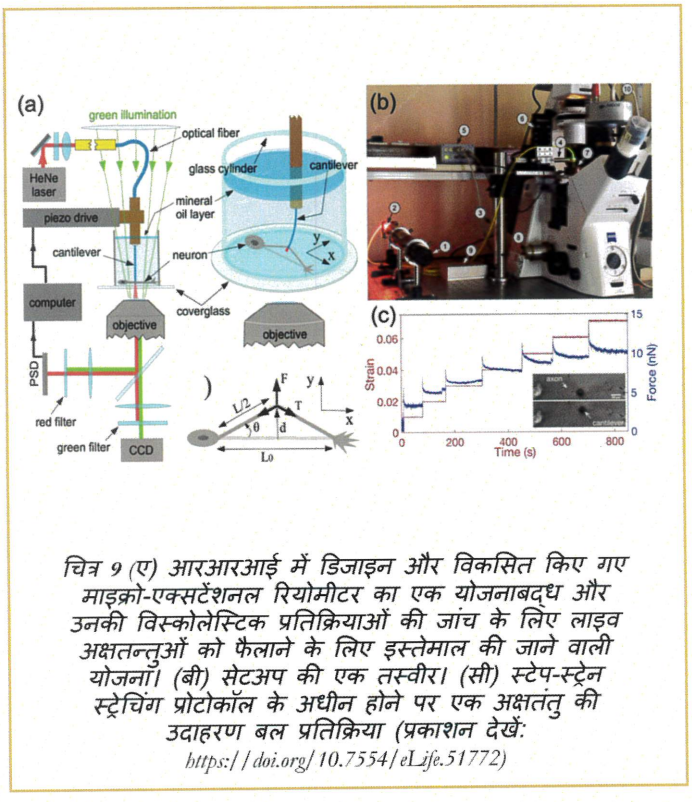
लिपिड बाइलेयर से बना है, तनाव में है। तनाव के तहत एक झिल्लीदार ट्यूब रेले-प्लैटू अस्थिरता के माध्यम से क्रमिक वृत्तों में सिकुड़नेवाला मोड के लिए अस्थिर है, और एक समान ट्यूबलर रूप को बनाए रखने के लिए अतिरिक्त तत्वों की आवश्यकता होती है। यह आंतरिक साइटोस्केलेटन के साथ संबंध बनाने से प्राप्त होता है - 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।

रिपोर्ट में वर्ष के दौरान सेल बायोफिजिक्स लैब में किए गए शोध कार्य नीचे दिए गए हैं।

अक्षतंतु की गैर-रैखिक यांत्रिक प्रतिक्रियाएं

सुख वीर (पीएचडी छात्र) ने सुशील दुबे द्वारा आरआरआई में विकसित माइक्रो-एक्सटेंशनल रियोमीटर का उपयोग करके पहले किए गए प्रयोगों का अनुसरण किया है। उन्होंने अलग-अलग परिमाण के चक्रीय उपभेदों के लिए अक्षतंतु की प्रतिक्रिया की जांच की है और इससे दिलचस्प डेटा का पता चलता है जो पहले विकसित किए गए सैद्धांतिक मॉडल को और अधिक परीक्षण और सुधारने में मदद करेगा। सुख वीर ने कुछ नए प्रयोग भी किए जहां उन्होंने एक विस्तारित अवस्था से मुक्त होने पर अक्षतंतु के बकलिंग को देखा। इस तरह के प्रयोग सूक्ष्मनलिकाएं की विस्कोलेस्टिक प्रतिक्रिया को समझने में बहुत उपयोगी साबित हुए हैं जो कि पहले के प्रयोगों के साथ पता लगाना कठिन था। उन्होंने एक पीआरएमएस आधारित स्ट्रेच डिवाइस भी विकसित किया है जिसका परीक्षण किया जा रहा है। यह काम सहयोगी अर्नब घोष और एंड्रयू कैलन-जोन्स के साथ मिलकर किया जा रहा है।



चित्र 9 (ए) आरआरआई में डिजाइन और विकसित किए गए माइक्रो-एक्सटेंशनल रियोमीटर का एक योजनाबद्ध और उनकी विस्कोलेस्टिक प्रतिक्रियाओं की जांच के लिए लाइव अक्षतन्तुओं को फैलाने के लिए इस्तेमाल की जाने वाली योजना। (बी) सेटअप की एक तस्वीर। (सी) स्टेप-स्ट्रेन स्ट्रेचिंग प्रोटोकॉल के अधीन होने पर एक अक्षतंतु की उदाहरण बल प्रतिक्रिया (प्रकाशन देखें: https://doi.org/10.7554/eLife.51772)

[सुख वीर, प्रमोद पुलारकट और सहयोगी अर्नब घोष, आईआईएसईआर-पुणे और एंड्रयू कैलन-जोन्स, यूनिवर्सिटी। पेरिस, फ्रांस]

वाले मनके पर सक्रिय संकुचन बल उत्पन्न करते हैं। अरसलान और एक प्रोजेक्ट छात्र सुसव प्रधान द्वारा किए गए विभिन्न प्रयोगों से पता चला है कि यह प्रक्रिया मायोसिन-द्वितीय आणविक मोटर्स से स्वतंत्र है जो एक्टिन साइटोस्केलेटन पर मुख्य संकुचन बल जनरेटर हैं। सेरेन रोज डेविड की मदद से आनुवंशिक रूप से संशोधित कोशिकाओं पर प्रयोगों की एक श्रृंखला आयोजित करके वे यह दिखाने में सक्षम थे कि यह बल निर्माण एक नए तंत्र के कारण हो सकता है जिसमें एडीएफ नामक एक्टिन बाध्यकारी प्रोटीन के साथ एक्टिन फिलामेंट्स के एलोस्टेरिक इंटरैक्शन शामिल हैं। अरसलान ने बल निर्माण के लिए एक सरल मॉडल भी विकसित किया है जो प्रयोगात्मक बल समय श्रृंखला में देखी गई विविध प्रकार की विशेषताओं को पुन: उत्पन्न करने में सक्षम है।

[मोहम्मद अरसलान, सुसव प्रधान, सेरेन रोज़ डेविड और प्रमोद पुलारकट]

अक्षीय यांत्रिकी का अध्ययन करने के लिए अक्षतंतु का लेजर पृथक्करण

आशीष मिश्रा (पीएचडी छात्र) ने पिको-सेकंड लेजर का उपयोग करके अक्षतंतु को हटाने या काटने पर प्रयोग किए हैं ताकि उनके पीछे हटने के व्यवहार की जांच की जा सके। इस तरह के अध्ययनों से इस बात की जानकारी मिलने की उम्मीद है कि विभिन्न साइटोस्केलेटल घटक पृथक्करण के प्रति कैसे प्रतिक्रिया करते हैं। इन घटकों के बीच बल संतुलन में यंत्रवत अंतर्दृष्टि प्रदान करने के अलावा, ये अध्ययन हमें चोट के बाद अक्षतंतु अध: पतन प्रक्रिया को समझने में भी मदद करेंगे। आशीष अब कई साइटोस्केलेटल संशोधनों का उपयोग करके एकत्र किए गए डेटा का विश्लेषण कर रहा है। यह परियोजना अर्नब घोष के समूह के सहयोग से है।

[आशीष मिश्रा, औरनब घोष (आईआईएसईआर-पुणे) और प्रमोद पुलारकट]

अक्षीय झिल्ली गतिशील का अध्ययन करने के लिए एक माइक्रोफ्लुइडिक विधि

दीपक मेहता (पीएचडी छात्र) ने एक्सोनल मेम्ब्रेन डायनेमिक्स की जांच के लिए पूरी तरह से स्वचालित माइक्रोफ्लुइडिक फ्लो डिवाइस विकसित किया है। इस उपकरण में कंप्यूटर नियंत्रित सिरिंज पंप सिस्टम के अलावा प्रोग्रामेबल वाल्व मैनिफोल्ड और तापमान नियंत्रण शामिल है। उन्होंने विभिन्न परीक्षण और उपकरण के अंशांकन का प्रदर्शन किया है और अब यह प्रयोग करने के लिए तैयार है। इस उपकरण का उपयोग अक्षीय झिल्ली तनाव विनियमन का अध्ययन करने के लिए किया जाएगा और यांत्रिक प्रतिक्रिया पर उनके प्रभावों का अध्ययन करने के लिए अक्षतंतु में विभिन्न जैव रासायनिक साइटोस्केलेटन संशोधक को एक साथ लागू करते हुए चक्रीय रूप से लोडिंग अक्षतंतु के साधन के रूप में द्रव ड्रैग फोर्स का भी उपयोग किया जाएगा।

[दीपक मेहता और प्रमोद पुलारकट]

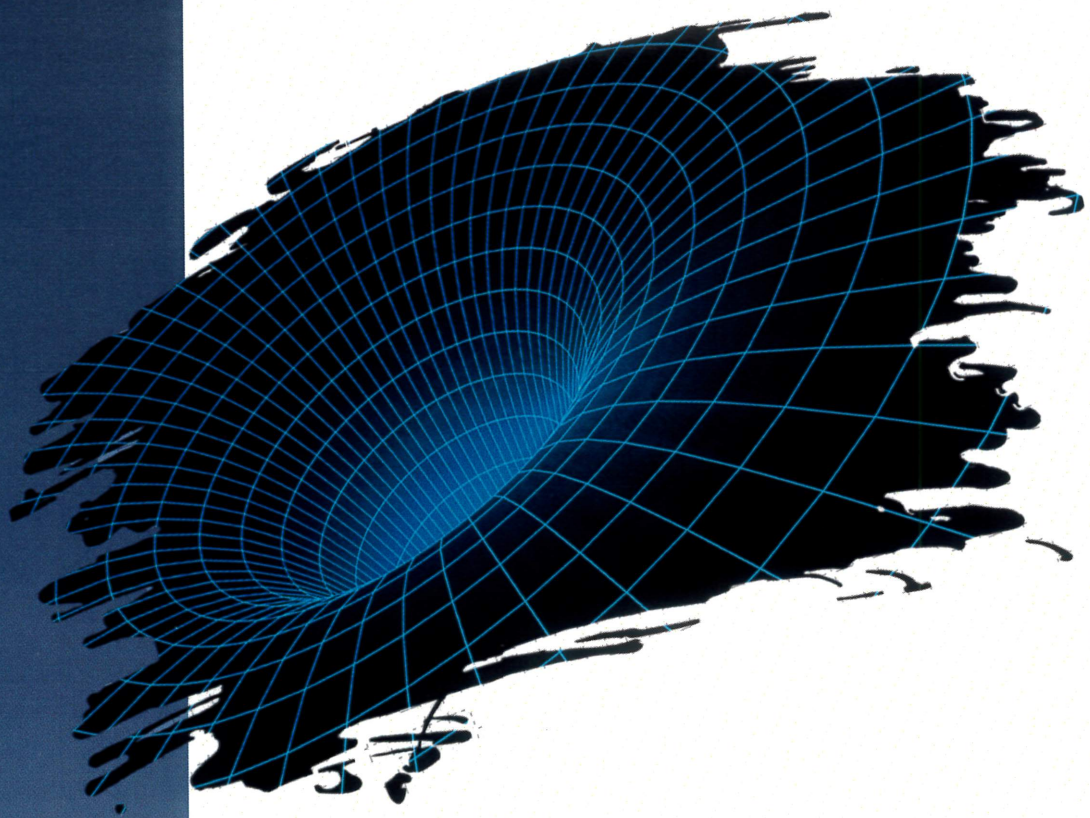
जैविक प्रणालियों के नैनोस्केल बायोफिज़िक्स

आरआरआई में जैविक प्रणाली प्रयोगशाला के गौतम सोनी के नैनोस्केल बायोफिजिक्स के अनुसंधान हितों को मुख्य रूप से बायोफिजिकल संरचना निर्माण में बल की भूमिका और कार्यात्मक गतिशीलता के साथ तालमेल द्वारा निर्देशित किया जाता है। अनुसंधान प्रयास बल-संवेदन के तंत्र के साथ-साथ कोशिकाओं और अणुओं की बल-प्रतिक्रिया को समझने की दिशा में हैं। वे प्रोटीन-असेंबली, डीएनए-प्रोटीन कॉम्प्लेक्स के साथ-साथ पूरे सेल मैकेनो-सेंसिंग के जैविक मॉडल सिस्टम में इसका अध्ययन करते हैं। वे सेलुलर के साथ-साथ आणविक असेंबली में बलों की भूमिका को नियंत्रित करने वाले बायोफिजिकल सिद्धांतों को समझने के लिए उपन्यास बायो-नैनो और माइक्रो स्केल टूल्स का उपयोग करते हैं, साथ ही विकसित करते हैं।

गौतम सोनी, उनके छात्रों और सहयोगियों के शोध प्रयासों के परिणामस्वरूप पिछले वर्ष के दौरान दो प्रकाशन हुए:

(1) क्वार्ट्ज नैनोकेपिलरी का उपयोग करके सुपरकोल्ड प्लास्मिड डीएनए पर फ़िंगरप्रिंटिंग शाखाएँ। सुमंत कुमार महेश्वरम, कौशिक श्रीनिवास और गौतम विवेक सोनी नैनोस्केल ***(2021), 13, 320-331***

(2) प्रतिरोधक पल्स सेंसिंग का उपयोग करके लाल रक्त कोशिकाओं में अल्कोहल-आश्रित शारीरिक परिवर्तनों का मापन। सौरभ कौशिक, मनोहर महादेवा, कंधासामी दुरई मुरुगन, वरदराजन सुंदरमूर्ति, और गौतम विवेक सोनी एसीएस सेंसर ***(2020), 5(12): 3892-3901***



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। आरआरआई में सैद्धांतिक भौतिकी (टीपी) समूह सक्रिय रूप से निम्नलिखित क्षेत्रों में अनुसंधान कर रहा है: सांख्यिकीय भौतिकी और संघनित पदार्थ, क्वांटम प्रकाशिकी , क्वांटम ग्रेविटी, क्वांटम यांत्रिकी की नींव और सामान्य सापेक्षता। टीपी समूह ने आरआरआई के भीतर प्रायोगिक समूहों के साथ एक मजबूत सहयोग किया है। प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी समूह के साथ सम्बन्ध विशिष्ट रूप से क्वांटम यांत्रिकी, क्वांटम सूचना और क्वांटम संवेदन एवं मापविद्या और अरेखीय क्वांटम गतिकी के 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, आरआरआई सिद्धांतकारों ने राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय दोनों साथियों के साथ उपरोक्त अनुसंधान क्षेत्रों में उपयोगी चल रहे सहयोग दिया है।

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। आरआरआई 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।

दिशात्मक उत्क्रमण के साथ सक्रिय ब्राउनियन गति

माइक्सोकोकस ज़ैंथस और स्यूडोमोनास पुटिडा जैसे बैक्टीरिया के एक वर्ग में आंतरायिक दिशा उलट के साथ सक्रिय ब्राउनियन गति आम है। आरआरआई सिद्धांतकार आयन संत्रा, उरना बसु और संजीब सभापंडित द्वारा हाल के शोध से पता चला है कि, दो आयामों में इस तरह की गति के लिए, घूर्णी प्रसार स्थिरांक डीआर और उत्क्रमण दर γ द्वारा निर्धारित दो समय के पैमाने की उपस्थिति अलग-अलग व्यवहार दिखाने वाले चार अलग-अलग गतिशील व्यवस्थाओं को जन्म देती है। उन्होंने विश्लेषणात्मक रूप से स्थिति वितरण की गणना की, जो एक मध्यवर्ती व्यवस्था के माध्यम से कम समय में एक जोरदार गैर-विसारी और विषमदैषिक व्यवहार से एक विसारी समदैषिक व्यवहार तक विनिमय दिखाता है। यह पाया गया कि मध्यवर्ती शासन में सीमांत वितरण एक घातीय या गाऊसी व्यवहार दिखाता है जो इस बात पर निर्भर करता है कि γ डीआर से बड़ा या छोटा है या नहीं। उन्होंने चार व्यवस्थाओं में दृढ़ता के प्रतिपादक पाए। विशेष रूप से, यह दिखाया गया था कि दिशा उलटने के कारण एक उपन्यास दृढ़ता प्रतिपादक $\alpha = 1$ उभरता है। यह काम अब प्रकाशित हुआ है: भौ सं ई 102, 052129 (2020)

[आयन संत्रा, उरना बसु और संजीब सभापंडित]

स्टोकेस्टिक पुनः स्थापन के तहत दो आयामों में सक्रिय ब्राउनियन गति

स्टोकेस्टिक पुनः स्थापन, जो आंतरायिक रुकावट और एक गतिशील प्रक्रिया के पुनरारंभ को संदर्भित करता है, हाल के वर्षों में अत्यधिक रुचि का विषय रहा है। संस्थान में परस्पर क्रिया करते कण प्रणालियों और सक्रिय गतिकी के पुनः स्थापन के प्रभाव का अध्ययन करने की दिशा में हैं। उरना बसु ने अभ्यागत छात्र विजय कुमार और ओंकार साडेकर के साथ दो स्थानिक आयामों में स्टोकेस्टिक पुनः स्थापन की उपस्थिति में एक सक्रिय ब्राउनियन कण (एबीपी) की स्थिति वितरण का अध्ययन किया है। उन्होंने तीन अलग-अलग पुनः स्थापन प्रोटोकॉल पर विचार किया: (I) जहां कण की स्थिति और अभिविन्यास दोनों पुनर्व्यवस्थित किए जाते हैं, (II) जहां केवल स्थिति पुनर्व्यवस्थित है, और (III) जहां केवल अभिविन्यास एक निश्चित दर r के साथ पुनर्व्यवस्थित है। उन्होंने दिखाया है कि पहले दो मामलों में एबीपी एक स्थिर स्थिति में पहुंच जाता है। एक नवीनीकरण दृष्टिकोण का उपयोग करते हुए, उन्होंने सीमित करने वाले मामलों में स्थिर सीमांत स्थिति वितरण की सही गणना की जब पुनः स्थापन की दर r एबीपी के घूर्णी प्रसार स्थिरांक डीआर से बहुत बड़ी या बहुत छोटी होती है और पाया है कि, कुछ मामलों में, एक बड़ी पुनः स्थापन दर के लिए स्थिति वितरण पुनः स्थापन बिंदु के पास विचलन करता है; विशिष्ट प्रोटोकॉल के आधार पर विचलन की प्रकृति निर्भर है। अभिविन्यास पुनः स्थापन के लिए,

कोई स्थिर स्थिति नहीं है, लेकिन गति अल्पकालिक पर प्राक्षेपिकी वाला से विलम्ब-समय पर विसरित होने वाला में बदल जाती है। अल्पकालिक गैर-गाउसी सीमांत स्थिति वितरण को भी एक विचलित करने वाला दृष्टिकोण का उपयोग करने की विशेषता थी। यह काम अब प्रकाशित हुआ है: भौ सं ई 102, 052129 (2020)

[उरना बसु और वीएसपी छात्र विजय कुमार (आईआईएसईआर कोलकाता) और ओंकार साडेकर (आईआईएसईआर पुणे)]

एक आयाम में सजातीय मीडिया में रन-एंड-टम्बल कण

संजीब सभापंडित और सहयोगी प्रशांत सिंह और अनुपम कुंडू ने एक आयाम में रन एंड टम्बल कण (आरटीपी) की जांच की, जिसे सतत ब्राउनियन गति के रूप में भी जाना जाता है। एक टेलीग्राफी रव $\sigma(t)$ कण को चलाता है जो कुछ दरों के साथ ± 1 मूल्यों के बीच बदलता है। 1 से -1 तक फ्लिप की दर को R1 के रूप में और विपरीत दर को R2 के रूप में निरूपित करते हुए, उन्होंने $R_1(x)=\left(\frac{|x|}{l}\right)^{\alpha}[\gamma_1\ \theta(x)+\gamma_2\ \theta(-x)]$ और $R_2(x)=\left(\frac{|x|}{l}\right)^{\alpha}[\gamma_2\ \theta(x)+\gamma_1\ \theta(-x)]$ $\alpha\geq 0$ के साथ के रूप की स्थिति और दिशा पर निर्भर दरों पर विचार किया। $\gamma_1 > \gamma_2$ के लिए, उन्होंने पाया कि कण एक अनंत रेखा में भी एक स्थिर-अवस्था संभाव्यता वितरण प्रदर्शित करता है जिसका सटीक रूप α पर निर्भर करता है। $\alpha = 0$ और 1 के लिए, उन्होंने बड़े t पर यादृच्छिक γ_1 और γ_2 के लिए मास्टर समीकरणों को ठीक से हल किया। समय-निर्भर संभाव्यता वितरण $P(x,t)$ के लिए उनकी स्पष्ट अभिव्यक्ति से उन्होंने पाया कि यह $\gamma_1 > \gamma_2$ के लिए स्थिर-अवस्था वितरण में घातांकीय रूप से शिथिल होता है। दूसरी ओर, $\gamma_1 < \gamma_2$ के लिए, P(x,t) का बड़ा t व्यवहार $\gamma 1 = \gamma 2$ मामले से काफी भिन्न होता है जहां वितरण $t^{-1/2}$ के रूप में क्षीण होता है। बाद वाले के विपरीत, कण द्वारा विस्तृत संतुलन का पालन नहीं किया गया था, यहां तक कि पूर्व मामले में बड़े t पर भी। सामान्य α के लिए, यह तर्क दिया गया था कि $\gamma_1 > \gamma_2$ मामले में स्थिर स्थिति के लिए दृष्टिकोण घातीय है जिसे वे संख्यात्मक रूप से प्रदर्शित करते हैं। दूसरी ओर $\gamma_1 \leq \gamma_2$ के लिए, वितरण $P(x,t)$ एक स्थिर स्थिति तक नहीं पहुंचता है, हालांकि कुछ स्केलिंग व्यवहार रखता है। $\gamma_1 = \gamma_2$ के लिए उन्होंने इस स्केलिंग व्यवहार के साथ-साथ स्केलिंग कार्य को सख्ती से प्राप्त किया जबकि $\gamma_1 < \gamma_2$ के लिए वे स्केलिंग व्यवहार और अनुरूप स्केलिंग कार्य के लिए अनुमानी तर्क प्रदान करते हैं। उन्होंने मूल में एक अवशोषित बाधा के साथ अर्ध-अनंत रेखा में गतिशीलता का भी अध्ययन किया और विश्लेषणात्मक रूप से अस्तित्व की संभावनाओं और $\alpha = 0$ और 1 के लिए प्रथम-मार्ग समय वितरण की गणना की। सामान्य $\alpha \geq 0$ के लिए, उन्होंने एक बार फिर बड़े टी पर उत्तरजीविता की संभावना और इसके पहुँच के मूल्य की गणना की। अंत में, उन्होंने एक सीमित अंतराल $[0,M]$ में आरटीपी पर विचार किया और सभी α के लिए उस अंतराल से संबंधित निकास संभावना की गणना की। उनके सभी विश्लेषणात्मक परिणाम उसी के संख्यात्मक अनुकरण से मेल खाते हैं। यह काम जे. सांख्य यान्त्र 2020, 083207 (2020) में प्रकाशित हुआ है।

[संजीब सभापंडित और आईसीटीएस, टीआईएफआर, बैंगलुरु के सहयोगी: प्रशांत सिंह और अनुपम कुंडू]

स्टोकेस्टिक पुनः स्थापन स्थितियों के तहत दो आयामों में रन-एंड-टम्बल कण

आयन संतरा, उरना बसु और संजीब सभापंडित ने दो स्थानिक आयामों में एक रन-एंड-टम्बल कण (आरटीपी) पर स्टोकेस्टिक पुनः स्थापन के प्रभाव का अध्ययन किया है। एक पुनः स्थापन प्रोटोकॉल को ध्यान में रखते हुए जो आरटीपी की स्थिति और अभिविन्यास दोनों को प्रभावित करता है: कण अंतरिक्ष में एक निश्चित बिंदु तक स्थिर-दर स्थितीय पुनः स्थापन से गुजरता है और एक यादृच्छिक अभिविन्यास, उन्होंने त्रिज्य और एक्स-सीमांत स्थिर-अवस्था वितरण की गणना की और दिखाया कि जबकि पूर्व $r \to 0$ के रूप में एक स्थिर मान तक पहुंचता है, बाद वाला लघुगणकीय रूप से $x \to 0$ के रूप में विचलन करता है। दूसरी ओर, दोनों सीमांत वितरण एक ही घातांक के साथ घातीय रूप से क्षीण हो गए जब वे मूल से बहुत दूर हैं। आरटीपी की अस्थायी छूट का अध्ययन किया गया और यह दिखाया गया कि स्थितीय वितरण एक स्थिर अवस्था तक गतिशील संक्रमण से गुजरता है। पुनः स्थापन की उपस्थिति में आरटीपी के प्रथम-मार्ग गुणों के अध्ययन से पता चला है कि पुनः स्थापन दर का अनुकूलन माध्य प्रथम-मार्ग समय को कम कर सकता है। एक निश्चित अभिविन्यास के साथ एक प्रारंभिक स्थिति में एक कण को पुनः स्थापित करने के लिए स्थिर अवस्थाओं की एक संक्षिप्त चर्चा भी

प्रदान की गई थी। यह काम सांख्य यान्त्र 2020, 113206 (2020) में प्रकाशित किया गया है।

[आयन संत्रा, उरना बसु और संजीब सभापंडित]

विसरित कण के रोध संपारण दर में हिमीकरण संक्रमण

संजीब सभापंडित ने सहयोगी सत्य मजूमदार के साथ मूल बिंदु से शुरू होकर $a > 0$ पर स्थित स्थिति तक एक विमीय परिसीमन विभव $U(x)$ में एक विसरित कण के क्षय दर $\theta(a)$ का अध्ययन किया जो पहले-मार्ग संभाव्यता घनत्व $Fa(t|0) \sim e^{-\theta(a)t}$ के विलम्ब समय घातीय क्षय की विशेषता है । सामान्य सीमित विभव $U(x)$ के लिए उन्होंने दिखाया है कि $\theta(a)$,(ए पर स्थित) रोध का एक माप संक्रमण दर के , $x \to -\infty$ के रूप में $U(x)$ की पूंछ के आधार पर ए के कार्य के रूप में तीन अलग-अलग व्यवहार होते हैं। विशेष रूप से, $U(x) \sim |x|$ के रूप में व्यवहार करने वाले विभव के लिए जब $x \to -\infty$, एक महत्वपूर्ण मान $a = ac$ पर एक नवीन हिमीकरण संक्रमण हुआ, अर्थात, ac तक घटने पर $\theta(a)$ एकरस रूप से बढ़ जाता है, और $a \leq ac$ के लिए यह $\theta(a) = \theta(ac)$ तक जम जाता है। परिणाम क्वांटम समस्या के सामान्य मानचित्रण का उपयोग करके और संख्यात्मक अनुकार द्वारा समर्थित तीन प्रतिनिधि मामलों में सटीक समाधान द्वारा स्थापित किए गए थे। यह भी दिखाया गया था कि हिमांक संक्रमण तब होता है जब संबंधित क्वांटम समस्या में, भू अवस्था (बाध्य) और बिखरने वाली अवस्थाओं की निरंतरता के बीच का अंतर गायब हो जाता है। यह काम भौ संशो पत्र 125, 200601 (2020) में प्रकाशित हुआ है।

[संजीब सभापंडित और सत्य मजूमदार (एलपीटीएमएस, सीएनआरएस, फ्रांस]

विश्वमारी में इष्टतम नियंत्रण

कोविड-19 वायरस जीवन और आजीविका के लिए एक वैश्विक खतरा प्रस्तुत करता है और उन चुनौतियों को सामने लाता है जिनसे दुनिया भर के समाजों को निपटना सीखना होगा। महामारी नई नहीं है और ऐसे गणितीय मॉडल हैं जो वर्षों से विकसित हुए हैं। गणितीय मॉडलों का मूल्य यह है कि वे हमें महामारी की एक सरलीकृत तस्वीर देते हैं और हमें महंगा और संभवतः घातक, सामाजिक प्रयोग किए बिना विभिन्न रोकथाम रणनीतियों के प्रभावों का पता लगाने देते हैं। ये मॉडल एक गंभीर खतरे के लिए तर्कसंगत, विज्ञान आधारित सामाजिक प्रतिक्रिया का आधार हैं। जबकि मॉडलों की अपनी सीमाएँ होती हैं, वे समय, अनुभव और अभिकलनीय शक्ति के साथ लगातार सुधार कर रहे हैं। हमारे लिए इन मॉडलों की भविष्यवाणियों को समझना और डेटा और अनुभव के साथ उनकी तुलना करना अनिवार्य है। हाल के एक प्रकाशन में जोसफ सैमुअल और सुपर्णा सिन्हा बीमारी फैलाने के सबसे सरल मॉडलों में से एक, एसआईआर मॉडल पर विचार करते हैं, जिसका वे वायरस द्वारा निर्धारित घड़ी का उपयोग करके विश्लेषण करते हैं। "वायरस समय" का यह उपयोग समस्या के एक स्पष्ट गणितीय सूत्रीकरण की अनुमति देता है। एक निश्चित स्वास्थ्य लागत के लिए सामाजिक-आर्थिक लागत का अनुकूलन करके उन्हें महामारी को संचालन करने की रणनीति पर पहुंचने में सक्षम बनाया। इसमें लॉकडाउन के स्तर को नियंत्रित तरीके से समायोजित करना शामिल है ताकि सामाजिक-आर्थिक लागत को कम किया जा सके। यह काम अब प्रकाशित हुआ है: भौ संशो ई 103, एल 010301 (2021)

[जोसेफ सैमुअल (आरआरआई और आईसीटीएस, बैंगलोर) और सुपर्णा सिन्हा]

क्वांटम गुरुत्वाकर्षण

गुरुत्वाकर्षण बातचीत के पूरी तरह से क्वांटम यांत्रिक विवरण का निर्माण मौलिक सैद्धांतिक भौतिकी में उत्कृष्ट खुली समस्या बनी हुई है। क्वांटम गुरुत्वाकर्षण प्रभाव चरम स्थितियों जैसे बिग बैंग और ब्लैक होल के अंदर गहराई में प्रमुख होने की उम्मीद है। आइंस्टीन की सामान्य सापेक्षता गुरुत्वाकर्षण को अंतरिक्ष और समय की ज्यामिति के साथ उत्पन्न होने के रूप में पहचानती है। इसलिए, क्वांटम गुरुत्वाकर्षण के सिद्धांत से अंतरिक्ष-समय की हमारी धारणाओं में क्रांतिकारी बदलाव की हद से ज्यादा की उम्मीद है और क्वांटम यांत्रिकी की खोज के बाद एक आदर्श बदलाव की शुरुआत होगी। आरआरआई में क्वांटम गुरुत्वाकर्षण के दो अलग-अलग दृष्टिकोण अपनाए जाते हैं। एक विहित सातत्य दृष्टिकोण है, पाश क्वांटम गुरुत्वाकर्षण और दूसरा एक असतत पथ योग दृष्टिकोण, कारण सेट सिद्धांत है।

पाश क्वांटम गुरुत्वाकर्षण

गुरुत्वाकर्षण परस्पर क्रिया के पूरी तरह से क्वांटम यांत्रिक विवरण का निर्माण मौलिक सैद्धांतिक भौतिकी में उत्कृष्ट खुली समस्या बनी हुई है। क्वांटम गुरुत्वाकर्षण प्रभाव चरम स्थितियों जैसे बिग बैंग और ब्लैक होल के अंदर गहराई में प्रमुख होने की उम्मीद है। आइंस्टीन की सामान्य सापेक्षता अंतरिक्ष और समय की ज्यामिति के साथ गुरुत्वाकर्षण की पहचान करती है। इसलिए, क्वांटम गुरुत्वाकर्षण के एक सिद्धांत से अंतरिक्ष-समय की हमारी धारणाओं में क्रांतिकारी बदलाव की उम्मीद है और क्वांटम यांत्रिकी की खोज के बाद उस से अधिक आदर्श बदलाव की शुरुआत होगी। इस तरह के सिद्धांत के निर्माण के लिए एक बहुत ही सफल दृष्टिकोण पाश क्वांटम गुरुत्वाकर्षण (एलक्यूजी) 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 अवधारणात्मक 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 ज्यामिति है जो गतिशील है। इसलिए किसी को एक सामान्यीकरण की आवश्यकता होती है जो पृष्ठभूमि निश्चित स्पेसटाइम की धारणाओं पर निर्भर नहीं करता है। जबकि हमें इस तरह के सामान्यीकरण के संदर्भ में एलक्यूजी ('एलक्यूजी शुध्द गति विज्ञान') में क्वांटम स्थानिक ज्यामिति का वर्णन करने की अच्छी समझ है, एक प्रमुख खुली समस्या यह है कि क्वांटम स्पेसटाइम ज्यामिति ('एलक्यूजी गतिशीलता') का संतोषजनक ढंग से वर्णन कैसे किया जाए।

गुरुत्वाकर्षण गतिकी- हैमिल्टनी प्रतिमान में एक नवीन बदलाव

एलक्यूजी सामान्य सापेक्षता के हैमिल्टनी सूत्रीकरण के विहित परिमाणीकरण पर एक प्रयास है जिसमें स्पेसटाइम अंतरिक्ष और समय में विभाजित होता है, आइंस्टीन समीकरणों को चरण स्थान पर हैमिल्टनी समीकरणों के रूप में सुधारता है और पॉइसन ब्रैकेट को उनके प्रचालक सम्पर्की के बीच कार्यों के बीच कम्प्यूटेटर द्वारा प्रतिस्थापित करने का प्रयास करता है। स्पष्ट रूप से चरण स्थान के शास्त्रीय गतिशील समीकरणों की गहरी समझ भौतिक रूप से व्यवहार्य क्वांटम गतिकी के निर्माण के लिए एक पूर्वापेक्षा है। अभय अष्टेकर के सहयोग से माधवन वरदराजन के हालिया शोध ने हैमिल्टनी के रूप में लिखे गए शास्त्रीय आइंस्टीन समीकरणों की एक पेचीदा और संभावित गहरी ज्यामितीय व्याख्या का खुलासा किया है। विशेष रूप से, *समय* में हैमिल्टनी विकास को *स्थानिक* ज्यामितीय परिवर्तनों के कुछ सामान्यीकरणों के संदर्भ में समझा जा सकता है। इस कार्य के न केवल एलक्यूजी के लिए क्वांटम गतिकी के निर्माण के परिणाम हैं, बल्कि यह विविध क्षेत्रों से भी जुड़ता है जैसे कि हाल ही में गड़बड़ करने वाला गुरुत्वाकर्षण में दोहरा कॉपी विकास और इसके स्व-दोहरे क्षेत्र के लिए सामान्य सापेक्षता के संबंध से संबंधित वैचारिक पहेलियाँ, और यह यहां निर्मित अनंत आयामी श्रेणीबध्द लाई अल्जेब्रा से जुड़े दिलचस्प गणितीय भौतिकी मुद्दों की ओर भी ले जाता है।

यह सर्वविदित है कि आइंस्टीन के समीकरण यांग-मिल्स चरण स्थान के आधार पर हैमिल्टन के ढांचे में एक साधारण बहुपद रूप ग्रहण करते हैं। माधवन वरदराजन और सहयोगी अभय अष्टेकर ने इस ढांचे में गुरुत्वाकर्षण गतिशीलता की फिर से जांच की और दिखाया कि गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र के समय के विकास को स्थानिक दिशाओं में एक नव शिफ्ट वेक्टर क्षेत्र के साथ लाई व्युत्पन्न के (एक गेज सहसंयोजक सामान्यीकरण) के रूप में फिर से व्यक्त किया जा सकता है। इस प्रकार, हैमिल्टनी बाधा द्वारा उत्पन्न विहित परिवर्तन यांग-मिल्स चरण स्थान पर एक ज्यामितीय व्याख्या प्राप्त करता है, जैसा कि डिफियोमॉर्फिज्म बाधा द्वारा उत्पन्न होता है। शास्त्रीय सामान्य सापेक्षता में यह ज्यामितीय व्याख्या गणना को काफी सरल बनाती है और 'समाकलीय' (विरुद्ध) स्व दोहरा क्षेत्र में गतिकी और पूर्ण सिद्धांत के बीच संबंध को भी उजागर करती है। क्वांटम गुरुत्व के लिए, यह अधिक संतोषजनक फैशन में सामान्य सापेक्षता के लिए डिराक परिमाणीकरण कार्यक्रम को पूरा करने के लिए प्रस्थान का एक बिंदु प्रदान करता है। यह गेज सिद्धांत परिप्रेक्ष्य आइंस्टीन और यांग-मिल्स की गतिशीलता से संबंधित 'डबल कॉपी' विचारों को एक गैर-क्षोभी व्यवस्था में विस्तारित करने में सहायक हो सकता है। अंत में, सामान्यीकृत, गेज सहसंयोजक लाई व्युत्पन्न की धारणा भी गणितीय भौतिकी समुदाय के लिए रुचिकर हो सकती है क्योंकि यह कुछ संभावित समृद्ध संरचनाओं पर संकेत देती है जिन्हें खोजा नहीं गया है।

[माधवन वरदराजन और अभय अष्टेकर (पेन स्टेट यूनिवर्सिटी, यूएसए)]

यूक्लिड एलक्यूजी गतिकी : परिप्रेक्ष्य में एक वैद्युत शिफ्ट

माधवन वरदराजन और अभय अष्टेकर के हालिया काम ने *स्थानिक* ज्यामितीय परिवर्तनों के कुछ सामान्यीकरणों के संदर्भ में *समय* में शास्त्रीय गुरुत्वाकर्षण विकास को फिर से परिभाषित किया, जिन्हें डिफियोमॉर्फिज्म के रूप में जाना जाता है। 1990 के दशक के दौरान एलक्यूजी शुद्ध गति विज्ञानं के मूलभूत पहलुओं में प्रमुख विकास ने स्थानिक डिफियोमॉर्फिज्म के क्वांटम कार्यान्वयन की एक अच्छी समझ पैदा की है। माधवन वरदराजन ने क्वांटम स्थानिक डिफियोमॉर्फिज्म के इस एलक्यूजी आधारित कार्यान्वयन का उपयोग तर्कों की एक जटिल और नाजुक श्रृंखला में किया है ताकि शास्त्रीय गुरुत्वाकर्षण विकास की ज्यामितीय विशेषताओं को शामिल किया जा सके, जिसे अभय अष्टेकर के साथ हाल के काम में यूक्लिड गुरुत्वाकर्षण के लिए क्वांटम गतिशीलता में शामिल किया गया है। लोरेंत्ज़ियन गुरुत्व के भौतिक रूप से प्रासंगिक मामले में प्रगति यूक्लिड मामले की गहन समझ पर निर्भर करती है।

पाश क्वांटम गुरुत्व (एलक्यूजी) एसयू (2) संपर्क और विद्युत क्षेत्रों के संदर्भ में गुरुत्वाकर्षण के शास्त्रीय चरण अंतरिक्ष विवरण के परिमाणीकरण पर एक गैर-अस्त-व्यस्तकारी प्रयास है। जैसा कि हाल ही में जोर दिया गया है, इस चरण के स्थान पर, समय में शास्त्रीय गुरुत्वाकर्षण विकास को एक स्थानिक एसयू (2) लाई बीजगणित मूल्यवान वेक्टर क्षेत्र के संबंध में लाई व्युत्पन्न के कुछ गेज सहसंयोजक सामान्यीकरण के संदर्भ में समझा जा सकता है जिसे विद्युत शिफ्ट कहा जाता है। पिछले वर्ष के दौरान, माधवन वरदराजन ने यूक्लिडीय एलक्यूजी के लिए एक क्वांटम गतिकी की व्युत्पत्ति प्रस्तुत की, जिसे इस समझ से सूचित किया जाता है। इस प्रकार व्युत्पन्न यूक्लिडीय हैमिल्टनी बाधा की कार्रवाई की भौतिक रूप से प्रेरित प्रकृति के अलावा, व्युत्पत्ति का तात्पर्य है कि होलोनोमी को विनियमित करने के घुमाव लेबल घुमाव नेटवर्क स्थिति के संबंधित लेबल द्वारा निर्धारित किया जाता है, इस प्रकार पेरेज़ द्वारा बताए गए 'स्पिन जे-अस्पष्टता' को समाप्त किया जा रहा है। थिमैन के मौलिक कार्य के आधार पर, यूक्लिड क्वांटम गतिकी लोरेंत्ज़ियन क्वांटम गतिकी के निर्माण में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है ताकि इन विचारों का लोरेंत्ज़ियन एलक्यूजी पर भी लागू हो।

[माधवन वरदराजन]

यूक्लिड एलक्यूजी के लिए विसंगति मुक्त क्वांटम गतिकी

एलक्यूजी की रूढ़िवादी तकनीकें विहित परिमाणीकरण की हैं, जिसमें कोई स्पेसटाइम को अंतरिक्ष और समय में विभाजित करता है, आइंस्टीन समीकरणों को चरण स्थान पर हैमिल्टनी के समीकरणों के रूप में सुधारता है और अपने प्रचालक सम्पर्कियों के बीच कम्प्यूटेटर द्वारा कार्यों के बीच पॉइसन कोष्ठक को बदलने का प्रयास करता है। एक प्रमुख मुद्दा यह है कि इसे इस तरह से कैसे प्राप्त किया जाए जिसमें स्पेसटाइम अंतरिक्ष और समय से इस हैमिल्टनी विवरण में उभरता हो। चूंकि पृष्ठभूमि समय का कोई पसंदीदा विकल्प नहीं है, समय की प्रत्येक पसंद एक अलग गतिशील विकास से मेल खाती है और शास्त्रीय स्पेसटाइम का उद्भव इन (असीम रूप से कई) अलग गतिशील विकास की स्थिरता से जुड़ा हुआ है। इन विकासों के लिए हैमिल्टन के बीच पॉइसन ब्रैकेट्स की विशेष संरचना द्वारा इस स्थिरता पर कब्जा कर लिया गया है। इसी तरह, क्वांटम स्पेसटाइम के उभरने की उम्मीद तभी होती है जब इस बीजीय संरचना को संबंधित कम्प्यूटेटर द्वारा कब्जा कर लिया जाता है। कम्प्यूटेटर संरचना सामान्य गेज सिद्धांतों की तुलना में बहुत अलग है और तकनीकी और अवधारणात्मक रूप से बहुत अधिक जटिल है। इसलिए एक प्रदर्शन कि यह कम्प्यूटेटर संरचना क्वांटम सिद्धांत में लागू की गई है, दोनों आवश्यक और अत्यधिक चुनौतीपूर्ण है। चल रहे काम में, माधवन वरदराजन ने इस मुद्दे पर क्वांटम गतिकी के संदर्भ में महत्वपूर्ण प्रगति की है जिसे उन्होंने हाल ही में एलक्यूजी के लिए बनाया था।

[माधवन वरदराजन]

क्वांटम स्पिन गतिकी में प्रचार

शास्त्रीय गुरुत्वाकर्षण गतिकी में यह गुण होता है कि यह अंतरिक्ष के एक क्षेत्र से दूसरे क्षेत्र में गुरुत्वाकर्षण संबंधी गड़बड़ी का प्रचार करता है। 1990 के दशक में स्मोलिन के प्रभावशाली काम के आधार पर एलक्यूजी में एक लोककथा विकसित हुई है कि पारंपरिक एलक्यूजी विधियां क्वांटम गुरुत्व के लिए एक गतिशीलता उत्पन्न नहीं कर सकती हैं जो

क्वांटम प्रसार का प्रचार करती है, इस प्रकार इन विधियों की प्रभावकारिता पर संदेह पैदा करती है। थिमैन के साथ सहयोगात्मक कार्य में, माधवन वरदराजन ने दिखाया है कि स्मोलिन के तर्क में एक महत्वपूर्ण दोष है और इस लोककथा की कोई वैधता नहीं है। जबकि इस काम का मूल पूरा हो गया है, चल रही महामारी ने सहयोगी दक्षता को कम कर दिया है और धीरे-धीरे अंतिम रूप दिया जा रहा है।

[माधवन वरदराजन और थॉमस थिमैन (अल्बर्ट-आइंस्टीन-इंस्टिट्यूट, जर्मनी)]

कारण सेट सिद्धांत

कारण सेट सिद्धांत (सीएसटी) क्वांटम गुरुत्व के लिए एक स्पष्ट रूप से सहसंयोजक दृष्टिकोण है, जो मानता है कि स्पेसटाइम मौलिक रूप से असतत है। सीएसटी लोरेंत्ज़ियन ज्यामिति में गहरे प्रमेयों से प्रेरित है, और स्पेसटाइम घटनाओं के कारण क्रम को प्राथमिकता देता है। सीएसटी में कारण संरचना (जो आंशिक रूप से आदेशित सेट है) की मात्रा निर्धारित की जाती है। यह मानता है कि सातत्य अंतर्निहित स्थानीय रूप से परिमित आंशिक रूप से आदेशित सेट या कारण सेट के एक समूह के लिए एक अनुमान है।

जटिल अनुक्रमिक विकास मॉडल में सहप्रसरण के लिए एक मानदंड

कारण सेट के लिए शास्त्रीय अनुक्रमिक विकास मॉडल गहन क्वांटम शासन में गतिशीलता के लिए एक टेम्पलेट प्रदान करता है। यह विकास गतिकी आंतरिक रूप से अस्थायी और कारणात्मक है, प्रत्येक नए तत्व को अपने अतीत को अस्तव्यस्त किए बिना मौजूदा कारण सेट में जोड़ा जा रहा है। क्वांटम संस्करण में, घटना बीजगणित पर संभाव्यता माप को क्वांटम माप से बदल दिया जाता है, जो कि हिल्बर्ट स्पेस का मूल्यांकन है। विकास प्रक्रिया की अस्थायीता के कारण, इस दृष्टिकोण में, सहपरिवर्ती घटनाएं (या अवलोकन योग्य) केवल तभी मापने योग्य होती हैं जब क्वांटम माप घटनाओं के संबंधित सिग्मा बीजगणित तक फैलता है। यह हमेशा गारंटीकृत नहीं है. पिछले वर्ष के दौरान, सुमति सूर्या और सहयोगी स्टाव ज़ालेल ने कारण सेटों के लिए जटिल अनुक्रमिक विकास मॉडल में विस्तार (और तब से सहप्रसरण) के लिए एक मानदंड पाया है। उन्होंने मॉडलों का एक बड़ा परिवार पाया है जिसमें माप का विस्तार होता है, ताकि सभी सहसंयोजक घटनाएं/अवलोकन मापने योग्य हों।

[सुमति सूर्या और स्टाव ज़ालेल, इंपीरियल कॉलेज, यूके]

कारण सेट डे सिटर क्षितिजों की उलझाव एन्ट्रापी

डी सिटर ब्रह्माण्ड संबंधी क्षितिज ब्लैक होल क्षितिज के समान तापगतिकी गुणों को प्रदर्शित करने के लिए जाने जाते हैं। सुमति सूर्या, नोमान एक्स ने सहयोगी यासमान यज़्दी के साथ मिलकर एक अनुरूप रूप से युग्मित क्वांटम अदिश क्षेत्र के लिए सॉर्किन के स्पेसटाइम उलझाव एन्ट्रॉपी (एसएसईई) फॉर्मूला का उपयोग करते हुए कारण सेट डी सिटर क्षितिज का अध्ययन किया है। उन्होंने सॉर्किन-जॉनस्टन निर्वात दशा का उपयोग करते हुए डी = 2,4 स्पेसटाइम आयामों में डी सिटर स्पेसटाइम के सममित स्लैब के रिंडलर-जैसे वेज के लिए कारण सेट एसएसईई की गणना की है और पाया है कि एसएसईई एक क्षेत्र नियम का पालन करता है जब पाउली-जॉर्डन प्रचालक के स्पेक्ट्रम को डी सिटर स्लैब के साथ-साथ रिंडलर-जैसी वेज के लिए इसके प्रतिबंध दोनों में उचित रूप से छोटा कर दिया गया है। इस काट-छाँट के बिना, एसएसईई परिमाण नियम को पूरा करता है। यह मिंकोव्स्की स्पेसटाइम में स्थिर कारण हीरे के लिए कारण सेट एसएसईई के लिए सोर्किन और याज़दी की गणना के अनुरूप है, जहां उन्होंने दिखाया कि पाउली-जॉर्डन स्पेक्ट्रम को छोटा करने के बाद ही एक क्षेत्र नियम प्राप्त किया जाता है। इस कार्य ने इस मानदंड के साथ विभिन्न छँटनी योजनाओं का पता लगाया कि एसएसईई ने इस प्रकार प्राप्त क्षेत्र विधि का पालन किया है।

[सुमति सूर्या, नोमान एक्स, और यज़मान यज़्दी, इंपीरियल कॉलेज, यूके और अल्बर्टा विश्वविद्यालय, कनाडा]

कारण सेट पथ-योग में एन्ट्रॉपी और लिंक क्रिया

कारण सेट सिद्धांत में गुरुत्वाकर्षण पथ अभिन्न को n-तत्व कारण सेट के नमूना स्थान n पर पथ-योग से बदल दिया जाता है। गैर-कई गुना आदेशों से योगदान बड़े n के लिए n पर हावी है और इसलिए सिद्धांत की कम ऊर्जा सीमा में एक उपयुक्त कार्रवाई द्वारा नियंत्रित किया जाना चाहिए। सुमति सूर्या, अभिषेक माथुर और अनूप आनंद सिंह ने कारण

सेट पथ-योग के लिए उप-प्रमुख बिलीयर आदेशों के योगदान पर लूमिस और कालिप के काम को बढ़ाया है और दिखाया है कि लिंक कार्रवाई समान श्रेणी के मापदंडों लिए प्रमुख क्लेटमैन-रोथ्सचाइल्ड आदेशों को दबा देती है।

[सुमति सूर्या, अभिषेक माथुर और अनूप आनंद सिंह]

गैर संतुलन क्वांटम गतिशीलता

संतुलन क्वांटम गतिकी की जांच लगभग एक सदी से की जा रही है, और बंद (पृथक/रूढ़िवादी) और खुले (स्नान/पर्यावरण के साथ) क्वांटम सिस्टम दोनों के लिए अच्छी तरह से विकसित सांख्यिकीय यांत्रिकी विवरण हैं। उपरोक्त विवरणों को संतुलन से बाहर क्वांटम सिस्टम के सामान्यीकरण के लिए भी जबरदस्त प्रयास किए गए हैं। फिर भी, पचास वर्षों के गहन शोध के बाद भी, गैर संतुलन क्वांटम गतिकी की हमारी वर्तमान समझ अभी भी अपर्याप्त है। यह जानने के लिए हाल के वर्षों में सक्रिय शोध का हिस्सा है कि एक दूर-संतुलन बंद क्वांटम प्रणाली कब और कैसे संतुलन में शिथिल होती है। एक यांत्रिक (समय-स्वतंत्र या -निर्भर विद्युत या चुंबकीय क्षेत्र) गड़बड़ी को लागू करके या सिस्टम की सीमाओं को सापेक्ष गति (कतरनी) में रखकर या विभिन्न तापमानों पर बनाए रखने के द्वारा एक प्रणाली को दूर-संतुलन संचालित किया जा सकता है। जब एक संतुलन से बाहर प्रणाली संतुलन के लिए शिथिल नहीं होता है, तो यह दो गैर संतुलन प्रणाली उत्पन्न करता है: यांत्रिक गैर संतुलन प्रणाली और तापीय गैर संतुलन प्रणाली। आरआरआई में इस दिशा में अनुसंधान मोटे तौर पर ठोस अवस्था और परमाणु, आणविक और प्रकाशिकी (एएमओ) प्रणालियों में गैर संतुलन क्वांटम गतिशीलता को समझने पर केंद्रित है।

प्रहारित परस्पर क्रिया करने वाली फेर्मीओनिक श्रृंखलाओं में यादृच्छिक मैट्रिक्स वर्णक्रमीय रूप कारक

कणों की गति में पैटर्न सटीक रूप से हल करने योग्य प्रणालियों के लिए नियमित हो सकता है, उदाहरण के लिए, एक साधारण पेंडुलम, और जटिल प्रणालियों के लिए अनियमित या अराजक, जैसे, मौसम या अतिचालकीय जंक्शन। दिब्येंदु रॉय और सहयोगी टोमाज़ प्रोसेन ने एक संरक्षित कण संख्या की उपस्थिति या अनुपस्थिति में कणों (जैसे, इलेक्ट्रॉन) की समय-समय पर प्रहारित जाली की क्वांटम प्रणाली में अराजकता के एक नए तंत्र की पहचान की है। ऐसी प्रणालियों में अराजक व्यवहार को प्रकट करने के लिए वर्णक्रमीय रूप कारक (एसएसएफ) एक महत्वपूर्ण उपाय है। यह उच्च ऊर्जा पर जाली के ऊर्जा स्तरों के घनत्व में उतार-चढ़ाव की विशेषता है। उनका अध्ययन एक शास्त्रीय मार्कोव श्रृंखला की औसत पुनरावृत्ति संभावना के लिए क्वांटम सिस्टम के एसएफएफ का मानचित्रण स्थापित करता है, जो यादृच्छिक घटनाओं का एक प्रसिद्ध स्टोकेस्टिक मॉडल है जिसमें प्रत्येक घटना की संभावना केवल पिछले घटना में प्राप्त दशा पर निर्भर करती है। उन्होंने उस समय के पैमाने को दिखाया है जिसके आगे एसएफएफ का एक सार्वभौमिक रूप है जो यादृच्छिक मैट्रिक्स सिद्धांत द्वारा भविष्यवाणी की गई है कि कण संख्या संरक्षण के अभाव में सिस्टम आकार से स्वतंत्र है, जो सुपरकंडक्टर्स में प्राकृतिक है, और यह धातुओं और अर्धचालकों की तरह कण संख्या संरक्षण के लिए सिस्टम आकार के साथ द्विघात रूप से मापता है।

शास्त्रीय यांत्रिकी में गति समाकलीय प्रणालियों के लिए नियमित हो सकती है, और गैर-समाकलीय प्रणालियों के लिए अनियमित या अराजक हो सकती है। क्वांटम अराजकता भौतिकी की एक शाखा है जो क्वांटम प्रभाव महत्वपूर्ण होने पर गैर-समाकलीय प्रणालियों की अराजक गति को पहचानने और समझने की कोशिश करती है। क्वांटम अराजकता का एक प्रमुख लक्ष्य अराजक क्वांटम सिस्टम के सार्वभौमिक वर्णक्रमीय उतार-चढ़ाव और यादृच्छिक मैट्रिक्स सिद्धांत (आरएमटी) के बीच संबंध स्थापित करना है। एकल-कण प्रणालियों के लिए ऐसा लक्ष्य प्राप्त करने के लिए बीस वर्षों में महत्वपूर्ण शोध प्रयास हुए, जिनकी संबंधित शास्त्रीय गतिशीलता पूरी तरह से अराजक है। केवल हाल ही में, अध्ययनों की एक श्रृंखला ने निम्न आयामी और स्थानीय रूप से अंतःक्रियात्मक, गैर-एकीकृत कई-निकाय प्रणालियों के लिए इस तरह के संबंध स्थापित करने में और प्रगति को सक्षम किया, जहां स्वतंत्रता की स्थानीय डिग्री, जैसे, स्पिन -1/2, फ़र्मियन, क्यूबिट की कोई शास्त्रीय सीमा नहीं है। इन अध्ययनों ने विश्लेषणात्मक रूप से उच्च ऊर्जा पर वर्णक्रमीय उतार-चढ़ाव की विशेषता वाले वर्णक्रमीय रूप कारक (एसएफएफ) की गणना की है, और व्युत्पन्न एसएफएफ आरएमटी के साथ एक अच्छा समझौता दिखाता है।

क्वांटम गतिकी और आरएमटी समरूपता वर्गीकरण की हमारी समझ में एकात्मक समरूपता उपयोगी उपकरण हैं। दिब्येंदु रॉय और सहयोगी टोमाज़ प्रोसेन ने विश्लेषणात्मक और संख्यात्मक रूप से एकात्मक समरूपता की भूमिका की खोज करके एक आवश्यक कदम आगे बढ़ाया, जैसे कि स्पिनलेस फर्मियन के न्यूनतम मॉडल में एसएफएफ और थौलेस टाइमस्केल पर कण संख्या संरक्षण (जिससे परे एसएफएफ का सार्वभौमिक आरएमटी रूप है) और दिखाया है कि निरंतर समय सीमा में एसएफएफ एक विषमदैशिक और समदैशिक हाइजेनबर्ग स्पिन -1/2 श्रृंखला मॉडल के हैमिल्टनी से आवधिक सीमा स्थितियों के साथ क्रमशः, अनुपस्थिति और एकात्मक समरूपता की उपस्थिति में प्राप्त किया जा सकता है। जबकि वे एकात्मक समरूपता तोड़ने वाले मॉडल के लिए सिस्टम आकार से स्वतंत्र होने के लिए थौलेस समय पाते हैं, यह एकात्मक सममित मॉडल के लिए सिस्टम आकार के साथ द्विघात रूप से मापता है। वें एसएफएफ के लिए सटीक संख्यात्मक परिणाम भी प्रदान करते हैं, जो हमारी सैद्धांतिक भविष्यवाणियों के अनुरूप हैं।

वर्तमान अध्ययन क्वांटम अराजकता के सूक्ष्म तंत्र की पहचान करने के लिए हालिया प्रयास को निकटतम-पड़ोसी होपिंग प्रक्रियाओं और संरक्षित कण संख्या की उपस्थिति या अनुपस्थिति में लंबी दूरी की जोड़ीदार अंतःक्रियाओं के साथ कई-निकाय फेर्मीओनिक जाली प्रणाली के लिए विस्तारित करता है। एक नया गतिशील अराजकता तंत्र पाया गया है जो एसएफएफ को शास्त्रीय मार्कोव श्रृंखला की औसत पुनरावृत्ति संभावना के लिए मैप करता है जिसमें संक्रमण संभावनाओं के साथ होपिंग आयामों के वर्ग-मोडुली के रूप में दिया जाता है। परिणाम विकार के साथ लंबी दूरी की अंतःक्रियात्मक प्रणालियों के एर्गोडिक चरण की जांच करने के लिए एक उपयोगी उपकरण प्रदान करते हैं जिनकी जांच हाल के वर्षों में कई-निकाय स्थानीयकरण संक्रमण के संदर्भ में की गई है। लेख अब प्रकाशित हुआ है: भौतिक समीक्षा ई, 2020, खंड 102, अनुच्छेद संख्या 060202 (आर)।

[दिब्येंदु रॉय और टॉमस प्रोसेन, ज़ुब्लज़ाना विश्वविद्यालय, स्लोवेनिया]

समय-समय पर संचालित गैर-हर्मिटियन सु-स्क्रिफ़र-हीगर मॉडल के सांस्थितिक पहलू

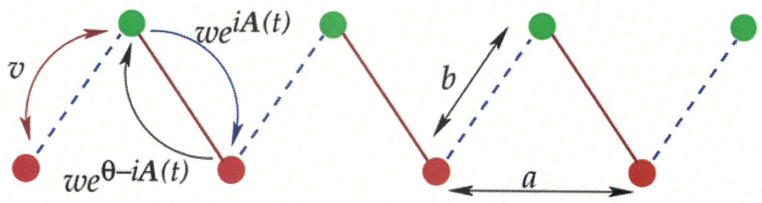
विशिष्ट क्वांटम प्रणालियों में एक बैंड-संरचना सांस्थिति होती है, जो क्वांटम हॉल प्रभाव जैसी मजबूत घटनाओं को जन्म देती है। हाल के एक काम में दिब्येंदु रॉय और विवेक व्यास ने पाया है कि अहानिकर क्वांटम सिस्टम में पर्यावरणीय अंतःक्रियाओं से एक अजीब अंतर्निहित सांस्थिति हो सकती है, जिसे नियंत्रित भी किया जा सकता है। उन्होंने पर्यावरण के साथ बातचीत की उपस्थिति में मनाए गए प्रसिद्ध एक-आयामी आवधिक जाली प्रणाली, सु-स्क्रिफ़र-हीगर मॉडल का अध्ययन किया। पर्यावरणीय अंतःक्रियाओं के प्रभावों को एक सरल लेकिन प्रभावी कार्य मॉडल प्राप्त करने के लिए विवेकपूर्ण तरीके से जिम्मेदार ठहराया गया है। इस मॉडल के सावधानीपूर्वक विश्लेषण से पता चलता है कि मॉडल एक अजीब धातु चरण प्रदर्शित करता है, जिसकी सांस्थिति मोबियस स्ट्रिप के समान है। दिलचस्प रूप से यह पाया गया कि इस सांस्थिति को इसके आयाम और आवृत्ति को ट्यून करके एक दोलनशील विद्युत चुम्बकीय क्षेत्र की उपस्थिति में और भी बदला जा सकता है। मोबियस धातु चरण के अलावा, मॉडल को सांस्थिति विद्युत रोधी चरण में पार करने के लिए समायोजित किया जा सकता है, जिसमें प्रणाली मजबूत धार दशाओं को प्रदर्शित करता है।

संघनित पदार्थ प्रणालियों में सांस्थितिक क्वांटम संख्याओं का अस्तित्व और परिणाम पिछले दो दशकों में बहुत रुचि का विषय रहा है। हर्माइटी हैमिल्टन के साथ बंद क्वांटम सिस्टम के सांस्थितिक पहलू लंबे समय से मुख्य फोकस रहे हैं। हाल ही में, गैर-हर्माइटी हैमिल्टन के सांस्थितिक गुणों के अध्ययन ने सिद्धांत और प्रयोगों दोनों में महत्वपूर्ण ध्यान आकर्षित किया है। अब यह समझा गया है कि गैर-हर्माइटी प्रणाली की सांस्थितिक संरचना उनके हर्माइटी समकक्षों की तुलना में अधिक समृद्ध और विविध है। इस संदर्भ में, हाल के कई अध्ययनों में थोक-सीमा तदनुरूपता, सांस्थितिक बेबदलताओं और ज्यामितीय चरणों की अवधारणाओं की जांच की गई है।

संघनित पदार्थ प्रणालियों में, सांस्थितिक पहलुओं के नीचे का आधार प्रणाली में एक असतत स्थानिक अनुवाद समरूपता है, जो के-स्पेस में ब्रिलौइन क्षेत्र को जन्म देता है। दिलचस्प बात यह है कि प्रणाली को एक आवधिक क्षमता द्वारा बाहरी रूप से चलाकर अस्थायी डोमेन में समान गणितीय संरचना को

सामान्य बनाने का एक सरल तरीका है। इस तरह की ड्राइविंग स्थानिक रूप से आवधिक जाली में प्रभावी रूप से एक और आयाम जोड़ सकती है; इस प्रकार, एक संचालित जाली प्रणाली के सांस्थितिक गुण मूल रूप से अप्रचलित मामले से भिन्न होते हैं।

समय-समय पर संचालित गैर-हर्माइटी प्रणाली के सांस्थितिक चरणों को कब्जा करने वाला उचित सांस्थितिक बेबदलता क्या है? क्या ड्राइविंग क्षमता को ट्यून करके प्रणाली के इन चरणों की जांच की जा सकती है? ये कुछ ऐसे सवाल हैं जो तुरंत उठते हैं। हाल के एक काम में, दिब्येंदु रॉय और विवेक व्यास ने उपरोक्त प्रश्नों का उत्तर देने के लिए एक बाहरी एसी विद्युत चुम्बकीय क्षेत्र द्वारा संचालित सु-श्रीफर-हीगर मॉडल के गैर-हर्माइटी विस्तार के सांस्थितिक गुणों का अध्ययन किया (चित्र 1 देखें)। उन्होंने पाया कि द्वि-प्रसामान्य लाम्बिक ज्यामितीय चरण एक सांस्थितिक अनुक्रमणिका के रूप में कार्य करता है, जो शून्य मोड की उपस्थिति/अनुपस्थिति को अच्छी तरह से कब्जा करता है। मॉडल को तुच्छ और गैर-तुच्छ विद्युत् रोधी चरणों और एक सांस्थितिक रूप से गैर-तुच्छ मोबियस धातु चरण प्रदर्शित करने के लिए देखा जाता है। ड्राइविंग क्षेत्र के आयाम को एक नियंत्रण प्राचल के रूप में दिखाया गया है जिससे इस मॉडल में सांस्थितिक चरण संक्रमण हो जाता है। जबकि प्रणाली गैर-तुच्छ विद्युत् रोधी चरण के अलावा धातु चरण में शून्य मोड प्रदर्शित करता है, धातु शून्य मोड उतना मजबूत नहीं होता जितना कि विद्युत् रोधी चरण में पाया जाता है। वे आगे पाते हैं कि शून्य मोड की ऊर्जा गैर-तुच्छ विद्युत् रोधी चरण की तुलना में मोबियस धातु चरण में डाइमर की संख्या के एक कार्य के रूप में धीरे-धीरे शून्य में परिवर्तित हो जाती है।



चित्र 1. संचालित एक आयामी आवधिक जाली का एक योजनाबद्ध आरेख। लाल और हरे रंग के वृत्त दो उपखंड स्थलों को दर्शाते हैं। जाली स्थिरांक a है, और एक इकाई सेल में दो साइटें दूरी b से अलग होती हैं। अन्तर्कोशिका हापिंग आयाम v है, जबकि अन्तर्कोशिका आयाम क्रमशः $we^{iA(t)}$ और $we^{\theta-iA(t)}$ हैं, जो समय-आवधिक वेक्टर क्षमता $A(t)$ और एक गैर-हर्माइटी माप θ की उपस्थिति में आने व जाने के सुरंगन के लिए हैं। गैर-हर्माइटीसिटी जाली पर पर्यावरणीय प्रभाव की नकल करती है। यह काम भौ संशो बी: भौ संशो बी 103.075441 में प्रकाशित हुआ है।

[विवेक एम. व्यास और दिब्येंदु रॉय]

तरंगमार्गदर्शिका क्यूईडी जालियों के माध्यम से प्रकाश प्रसार में सुसंगतता और अंतःक्रिया की परस्पर क्रिया

दिब्येंदु रॉय और सहयोगी तरुश तिवारी और राजीव सिंह ने दो अलग-अलग तरंगमार्गदर्शिका क्यूईडी जाली के माध्यम से प्रकाश प्रसार में प्रकाशिकी गैर-रैखिकता की भूमिका की जांच की, अर्थात् निकटतम पड़ोसियों के बीच सीधे युग्मन के साथ क्यूबिटों की एक श्रृंखला और जुड़े गुंजयमान यंत्रों की एक श्रृंखला जिसमें से प्रत्येक के लिए एक क्यूबिट पार्श्व-युग्मित है। प्रभावी फोटॉन-फोटॉन अन्तः क्रिया और क्यूबिटों में गैर-रैखिकता द्वारा मध्यस्थता से संबंधित फोटॉन नाकाबंदी के कारण इन जाली में बढ़ती तीव्रता के साथ सुसंगत प्रकाश संचरण के नुकसान को दिखाने के लिए एक कुशल रुण्डित हाइजेनबर्ग-लैंगविन समीकरण विधि लागू की गई थी। प्रत्यक्ष-युग्मित क्यूबिटों के विपरीत, उन्होंने फोटॉन द्वारा क्यूबिटों की संतृप्ति के कारण अपेक्षाकृत उच्च तीव्रता पर साइड-युग्मित क्यूबिटों में सुसंगत प्रकाश संचरण में पुनरुद्धार पाया। उन्होंने आगे अर्ध-शास्त्रीय सन्निकटन के भीतर इन जाली का अध्ययन किया, जो उन मापदंडों के व्यापक सेट के लिए विफल रहता है जो उन्हें अर्ध-शास्त्रीय विश्लेषण को संशोधित करने के लिए एक तकनीक तैयार करने के लिए प्रेरित

करते हैं जिसने बहुत बेहतर परिणाम दिए। अंत में, पार्श्व-युग्मित क्यूबिटों के एक अमानवीय जाली में प्रकाश प्रसार की जांच की गई और प्रकाश की बढ़ती तीव्रता के साथ प्रकाश संचरण में गैर-एकरूपता देखी गई।

क्वांटम कणों के मेसोस्कोपिक संग्रह की भौतिकी को अतीत में बड़े पैमाने पर क्वांटम प्रभावों की जांच के लिए खोजा गया है जैसे कि आकार कारावास, हस्तक्षेप, बातचीत और बैंड-सांस्थिति। चालन का परिमाणीकरण, लगातार धाराएं, और कूलम्ब नाकाबंदी निम्न आयामी प्रणालियों में क्वांटम प्रभावों के प्रसिद्ध उदाहरण हैं। हालांकि ये घटनाएं मेसोस्कोपिक विद्युत उपकरणों के लिए विशेष रूप से लोकप्रिय थीं, क्वांटम फोटोनिक्स में हाल के प्रयासों ने विभिन्न गुहा, परिपथ और तरंगमार्गदर्शिका क्यूईडी सेट-अप में कई दिलचस्प मेसोस्कोपिक क्वांटम प्रभावों का भी प्रदर्शन किया है। दिब्येंदु रॉय और सहयोगी तरुश तिवारी और राजीव सिंह ने सीमाओं पर विकिरण क्षेत्रों से जुड़े एक-आयामी (1डी) क्यूईडी जाली के माध्यम से प्रकाश के गैर-रेखीय क्वांटम परिवहन का अध्ययन किया है। विशेष रूप से, उन्होंने तरंगमार्गदर्शिका क्यूईडी जाली की जांच की या तो (ए) प्रकाश प्रसार दिशा के साथ प्रकाशिकी कारावास (गुहा) की अनुपस्थिति में या (बी) जब गुहा (ओं) से युग्मन तथाकथित अतियुग्मित शासन में आंतरिक प्रणाली के नुकसान पर हावी होता है।

अव्यवस्थित चालकों में इलेक्ट्रॉन परिवहन के संदर्भ में सुसंगतता और अंतःक्रिया के बीच परस्पर क्रिया का बड़े पैमाने पर अध्ययन किया गया है। कम तापमान पर परस्पर क्रिया के अभाव में, विभिन्न पथों के साथ कण द्वारा अधिग्रहित चरण एक सुसंगत तरीके से जुड़ जाता है और इसके परिणामस्वरूप विनाशकारी हस्तक्षेप हो सकता है, उदाहरण के लिए एंडरसन स्थानीयकरण को जन्म देना। एक अव्यवस्थित चालक में इलेक्ट्रॉनों के बीच अन्तः क्रिया के कारण गैर-रैखिकता के प्रभाव से इस सुसंगतता का नुकसान हो सकता है जिसके परिणामस्वरूप एक एर्गोडिक चरण होता है। विद्युत उपकरणों से भिन्न फोटोनिक प्रणालियों की अपनी विशिष्ट विशेषताएं होती हैं। फोटॉन चार्ज-तटस्थ होने के कारण एक-दूसरे के साथ परस्पर क्रिया नहीं करते हैं और उनमें बहुत लंबे समय तक स्थानिक और लौकिक सुसंगतता हो सकती है। फोटॉन के बीच प्रभावी अंतःक्रिया को पदार्थ के साथ उनके युग्मन के माध्यम से महसूस किया जा सकता है। चूंकि प्रभावी अंतःक्रिया फोटॉन के लिए माध्यम से प्रेरित होती है, इसलिए किसी को भी उम्मीद है कि इस तरह की अन्तः क्रिया इलेक्ट्रॉन परिवहन में अन्तः क्रिया की तुलना में फोटॉन पारेषण में सुसंगतता को अलग-अलग प्रभावित करेगी। वर्तमान अध्ययन इस तरह के प्रकाश-पदार्थ युग्मन को 1D मेसोस्कोपिक सरणी में फोटॉन के क्वांटम परिवहन में सुसंगतता और अंतःक्रिया की जांच के लिए नियोजित करता है। यह कार्य *arXiv:2010.14935* में उपलब्ध है।

[दिब्येंदु रॉय और सहयोगी तरुश तिवारी और राजीव सिंह, भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान (बनारस हिंदू विश्वविद्यालय) से]

सांस्थितिक अतिचालक, अर्धचालक और धातुओं के खुले क्वांटम प्रणाली में गैरसंतुलन वैद्युत, तापीय और स्पिन परिवहन

विभिन्न खुली क्वांटम प्रणालियों में गैर संतुलन परिवहन, जिनके प्रणाली और लीड /स्नान सांस्थितिक अतिचालक (TSs), अर्धचालक और धातुओं से बने होते हैं, का अध्ययन पिछले वर्ष के दौरान दिब्येंदु रॉय और सहयोगी नीलांजन बंध्योपाध्या द्वारा किया गया था। क्वांटम लैंग्विन समीकरणों और ग्रीन कार्य विधि का उपयोग करते हुए, उन्होंने एक प्रणाली और लीड के बीच संधि पर स्थिर-दशा विद्युत, तापीय और स्पिन धारा के लिए सटीक अभिव्यक्ति प्राप्त की। उन्होंने इन वर्तमान अभिव्यक्तियों को प्रत्यक्ष समय-विकास अनुकार के परिणामों के साथ तुलना करके मान्य किया और फिर दिखाया कि कैसे टीएस तारों में अन्तः क्षेपित विद्युत प्रवाह एकल इलेक्ट्रॉनिक उत्तेजना और कूपर जोड़े द्वारा किए गए दो भागों में विभाजित होता है। उन्होंने आगे तापमान या वोल्टता पूर्वाग्रह के तहत सांस्थितिक चरण में एक खुले टीएस तार में बैलिस्टिक तापीय परिवहन दिखाया। सांस्थितिक कला संक्रमण के पास तापीय धारा मूल्य काफी बढ़ गई, जहां तापीय संचालन एक तेज परिमाणित चोटी को प्रदर्शित करता है जैसा कि पहले भविष्यवाणी की गई थी। वे परिमाणित तापीय चालकता को खुले टीएस तार के शून्य-आवृत्ति तापविद्युत पारेषण गुणांक से संबंधित करते हैं। टीएस तारों के सांस्थितिक संक्रमण के पास एक बड़ा तापविद्युत धारा भी देखा गया। परिवहन में अतिचालक स्नान की भूमिका टीएस स्नान के साथ खुले प्रणाली में शून्य-तापमान अंतर विद्युत चालकता और तापीय चालकता की विशेषताओं की अच्छी तरह से जांच करके प्रदर्शित की जाती है।

हाल के एक काम में, दिब्येंदु रॉय और नीलांजन बंध्योपाध्या ने सांस्थितिक अतिचालक , अर्धचालक और धातुओं से बने खुले क्वांटम प्रणाली में वैद्युत, तापीय और स्पिन परिवहन का अध्ययन करने के लिए एक सामान्य ढांचा विकसित किया। विधि, क्वांटम लैंगविन समीकरण और ग्रीन की फ़ंक्शन विधि का एक सामान्यीकरण, प्रणाली और लीड के बीच संधि पर स्थिर-अवस्था विद्युत, तापीय और स्पिन धारा का अध्ययन करने के लिए लागू किया गया था। इस पद्धति का उपयोग करते हुए, कई उत्तेजक विद्युत, तापीय और चुंबकीय परिवहन सुविधाएँ , जैसे कि परिमाणित तापीय चालकता और विभेदी स्पिन चालन, अतिचालकीय तारों के सांस्थितिक संक्रमण के पास तापीयविद्युत धारा की खोज की गई। तापीय और चुंबकीय परिवहन निष्कर्ष अत्यधिक मूल और सामयिक हैं, और उनके पास पदार्थ के सांस्थितिक चरणों का पता लगाने के लिए संभावित अनुप्रयोग हो सकते हैं। मेजोराना फर्मियन के साथ सांस्थितिक क्वांटम गणना के लिए पांडुलिपि परिणाम भी महत्वपूर्ण हैं, और इनमें से कई परिणामों का परीक्षण वर्तमान प्रयोगात्मक विशेषज्ञता के भीतर किया जा सकता है। यह कार्य *arXiv:2010:08336* में उपलब्ध है।

[दिब्येंदु रॉय और नीलांजन बंधोपाध्या (विश्व-भारती, शांतिनिकेतन)]

एक चुंबकीय क्षेत्र में एक चार्जित कण की गैर-संतुलन क्वांटम लैंगविन गतिशीलता: प्रतिक्रिया कार्य , स्थिति-वेग और वेग स्वत: सहसंबंध कार्य

पिछले वर्ष के दौरान, सुरका भट्टाचार्जी और सुपर्णा सिन्हा ने सहयोगी उरबशी सतपथी के साथ क्वांटम लैंग्विन समीकरण का उपयोग प्रतिक्रिया फ़ंक्शन, स्थिति-वेग सहसंबंध फ़ंक्शन और स्नान के साथ युग्मित चुंबकीय क्षेत्र में आवेशित क्वांटम ब्राउनियन कण के वेग स्व सहसंबंध फ़ंक्शन का अध्ययन करने के लिए एक प्रारंभिक बिंदु के रूप में किया। उन्होंने दो स्नान मॉडल- ओमिक बाथ मॉडल और ड्रूड बाथ मॉडल का अध्ययन किया और विभिन्न समय तापमान व्यवस्थाओं में विस्तृत तुलना की। दोनों स्नान मॉडलों के लिए उन्होंने साइक्लोट्रॉन आवृति और चिपचिपा अवमंदन दर के बीच एक प्रतियोगिता पाई, जो एक दोलनी से एक एकदिष्ट व्यवहार में संक्रमण को जन्म देती है क्योंकि अवमंदन दर बढ़ जाती है। शून्य बिंदु में उतार-चढ़ाव कम तापमान शासन पर हावी है, गैर-तुच्छ शोर सहसंबंधों ने इस संक्रमण में कुछ दिलचस्प विशेषताएं पैदा कीं। उन्होंने स्मृति समय स्केल की भूमिका का अध्ययन किया जो ड्रूड मॉडल में काम आता है और इस अतिरिक्त टाइम स्केल के प्रभाव का अध्ययन किया। उन्होंने ठंडे आयनों में प्रयोगों के संदर्भ में विश्लेषण के प्रयोगात्मक प्रभावों पर भी चर्चा की। यह कार्य प्रकाशन के लिए प्रस्तुत किया गया है। arXiv:2105.07036 पर एक मुद्रित पूर्व प्रति उपलब्ध है।

[सुरका भट्टाचार्जी, उर्बशी सतपथी (आईसीटीएस) और सुपर्णा सिन्हा]

माप और प्रकाशिकी मोलास में ठंड परमाणुओं की प्रतिक्रिया कार्य के विश्लेषण

सुपर्णा सिन्हा ने सहयोगी राफेल डी. सोर्किन और उर्बशी सतपथी के साथ सप्तऋषि चौधरी और उनके समूह के सदस्यों द्वारा एक 3 डी प्रकाशिकी मोलास में ठंडे परमाणुओं के प्रतिक्रिया कार्य को मापने के लिए एक प्रयोगात्मक प्रयास के लिए सैद्धांतिक विश्लेषण प्रदान किया। परमाण्विक बादल का प्रतिक्रिया कार्य एक स्पंदित सजातीय चुंबकीय क्षेत्र को लागू करके मापा गया जो व्यग्र करने वाला बल प्रदान करता है। उन्होंने 3डी प्रकाशिकी मोलास द्वारा प्रदान किए गए चिपचिपे कर्षण और चुम्बक-प्रकाशिकी ट्रैप (एमओटी) के प्रत्यवस्थान बल के बीच एक प्रतियोगिता से उपजे प्रतिक्रिया कार्य के अति-अवमंदित व्यवहार के लिए एक अवमंदित दोलनी से एक दिलचस्प संक्रमण देखा। क्वांटम लैंग्विन समीकरण पर आधारित सैद्धांतिक मॉडल की भविष्यवाणियों के साथ अवलोकन अच्छे गुणात्मक और मात्रात्मक समझौते में थे। उन्होंने ठंडे परमाणुओं के प्रसार गुणांक की भिन्नता का भी अध्ययन किया क्योंकि परमाणु बादल को 3डी प्रकाशिकी मोलास में सब-डॉपलर शीतलन के माध्यम से कम तापमान पर ठंडा किया जाता है और स्टोक्स-आइंस्टीन-स्मोलुचोव्स्की संबंध का उपयोग करके सैद्धांतिक गणना के साथ उनके प्रयोगात्मक डेटा की तुलना की। यह कार्य प्रकाशन के लिए प्रस्तुत किया गया है। arXiv:2101.09118 पर एक मुद्रित पूर्व प्रति उपलब्ध है।

[सुभाजीत भर, महेश्वर स्वर, उर्वशी सतपती (आईसीटीएस, बेंगलुरु), सुपर्णा सिन्हा, राफेल डी. सोर्किन (परिधि संस्थान और आरआरआई), सप्तर्षि चौधरी और संजुक्ता 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 पत्रिका, खगोलभौतिकीय पत्रिका अनुपूरक श्रृंखला, खगोलभौतिकीय पत्रिका पत्र, खगोल विज्ञान और खगोलभौतिकी, यूरोपीय भौतिकी पत्रिका सी, प्रायोगिक खगोल विज्ञान, आकाशगंगा, ऐंटेना और प्रसार पर आईईईई लेनदेन, अनुसंधान की आईईटीई पत्रिका, खगोल भौतिकी और खगोल विज्ञान की पत्रिका, खगोलीय मापयंत्रण की पत्रिका, ब्रह्माण्ड विज्ञान और खगोलकण भौतिकी की पत्रिका, उच्च ऊर्जा खगोलभौतिकी की पत्रिका, रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी की मासिक सूचनाएं, प्रकृति, खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में नए खगोल विज्ञान और अनुसंधान शामिल हैं।

मृदु संघनित पदार्थ ग्रुप ने अपने कार्य को एसीएस, अनुप्रयुक्त नैनो सामग्री, एसीएस संवेदक, एक्टा बायोमटेरियलिया, अनुप्रयुक्त प्रकाशिकी, सामग्री विज्ञान की विज्ञप्ति, श्लैष तंतु और सतह ए : भौतिक रसायन शास्त्र और इंजीनियरी पहलुएँ, श्लैष तंतु तथा सतह बी - जैव-अंतराफलक, ईलाइफ, गुथना : नवरचना विश्वविद्यालय का एक अंतःविषय पत्रिका, रसायन विज्ञान चयन, रंग तथा रंगद्रव्य, प्रयोज्य रसायन शास्त्र की पत्रिका, अनुप्रयुक्त विद्युत्-रसायन की पत्रिका, अनुप्रयुक्त भौतिकी की पत्रिका, रसायन भौतिकी की पत्रिका , सामग्री रसायन सी की पत्रिका, भौतिक रसायन पत्रों की पत्रिका, आणविक तरल पदार्थों की पत्रिका, भौतिकी की पत्रिका : संघनित पदार्थ, तरल क्रिस्टल, अर्धचालक प्रक्रमण संसाधन में सामग्री विज्ञान, नैनो एक्सप्रेस, नैनो स्केल, नैनो प्रौद्योगिकी, रसायन की नई पत्रिका भौतिकीय रसायन रसायनी भौतिकी, भौतिकीय समीक्षा ई, भौतिकीय समीक्षा सामग्री, भौतिकीय समीक्षा अनुसंधान, तरल पदार्थों की भौतिकी, बहुलक पत्रिका, आरएससी प्रगति, मृदु पदार्थ व भौतिकीय रसायन पत्रों की पत्रिका में प्रकाशित किया है।

प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी ग्रुप के प्रकाशन एसीएस अनुप्रयुक्त नैनो सामग्री, अनुप्रयुक्त प्रकाशिकी, अनुप्रयुक्त भौतिकी पत्र, परमाणु, मापयंत्रण और मापन पर आईईईई लेनदेन, मिश्र धातु एवं यौगिकों की पत्रिका, अनुप्रयुक्त भौतिकी की पत्रिका, सामग्री विज्ञान की पत्रिका : इलेक्ट्रॉनिकी में सामग्रियाँ, आणविक संविरचन की पत्रिका, प्रकाशिकी की पत्रिका, प्रकाश रसायन व प्रकाश जीव विज्ञान ए की पत्रिका : रसायन विज्ञान, अमरीका की प्रकाशिकी सोसाइटी बी की पत्रिका, सामग्री विज्ञान की पत्रिका : इलेक्ट्रानिकी में सामग्रियाँ, नैनो सामग्रियाँ, प्रकाशिकी सामग्रियाँ, प्रकाशिकी एक्सप्रेस, प्रकाशिकी पत्र, ओएसए सांतत्य, अवस्था संक्रमण, भौतिकी समीक्षा ए, भौतिकी समीक्षा ई तथा भौतिकी समीक्षा पत्र 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 क्लासिक व क्वांटम गुरुत्वाकर्षण , सांख्यिकीय यांत्रिकी की पत्रिका : सिद्धांत और प्रयोग, अमरीका की प्रकाशिकी सोसाइटी बी की पत्रिका, भौतिकी समीक्षा ए, भौतिकी समीक्षा बी, भौतिकी समीक्षा ई, भौतिकी समीक्षा पत्र, ब्रह्माण्ड और अन्य पत्रिकाओं का उपयोग करते हैं।

2020-21 के दौरान लेखकों और / या सह-लेखकों के रूप में आरआरआई सदस्यों के साथ 134 पत्र प्रकाशित किए गए थे। सम्मेलन की कार्यवाही में 6 प्रकाशन थे और 29 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।

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

अनुदान, पुरस्कार और अधि-सदस्यता

क्र	नाम	बाह्य अनुदान	ब्यौरे
1	बिस्वजीत पॉल	पोलिक्स के लिए इसरो अनुदान	परियोजना का शीर्षक: "एक्स-रे ध्रुवमापी प्रयोग (पोलिक्स) पेलोड" का विकास कुल अनुदान राशि: भा रु 9,50,00,000 अब तक प्राप्त: भा रु 6,07,56,933 परियोजना शुरू होने की तारीख: सितंबर 2017
2	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: भा रु 27,00,00,000 अब तक प्राप्त: भा रु 12,96,21,387 परियोजना दिसंबर 2017 में शुरू हुई।
		उन्नत अनुसंधान के भारत ट्रैंटो 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: भा रु 1,61,13,520 अब तक प्राप्त: भा रु 57,03, 520 परियोजना फरवरी 2019 में शुरू हुई।
		डीएसटी – क्वेस्ट	परियोजना का शीर्षक: लंबी दूरी का क्वांटम संचार: पुनरावर्तक और रिले प्रौद्योगिकियाँ पीआई :उर्बसी सिन्हा सह-पीआई: अरुण के पति, उज्ज्वल सेन, अदिति सेन-डे कुल अनुदान राशि: भा रु 2,17, 60, 000 अब तक प्राप्त: भा रु 1, 52, 84, 000 परियोजना अप्रैल 2019 में शुरू हुई
		एमईआईटीवाई	परियोजना का शीर्षक: क्वांटम प्रौद्योगिकी में उत्कृष्टता के लिए केंद्र पीआई (आरआरआई से): उर्बसी सिन्हा सह-पीआई (आरआरआई से): सप्तऋषि चौधुरी, सादिक रंगवाला, दिब्येंदु रॉय कुल अनुदान राशि:भा रु 10,00,00,000 अब तक प्राप्त: भा रु 7,76,96,000 परियोजना अप्रैल 2020 में शुरू हुई।
3	गौतम सोनी	बीडीटीडी /08/2019	सिकल सेल रोगों के देखभाल का बिंदु निदान के लिए इलेक्ट्रॉनिकी द्रव्यमान आवरणी उपकरण के लिए प्रतिकृति कुल अनुदान राशि: भा रु 46,49,000 अब तक प्राप्त: भा रु 33,14,000

4	प्रमोद पूल्लर्कट	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 कुल राशि:भा रु 95.884 लाख अब तक प्राप्त: भा रु 20,57,000 डीबीटी-स्वागत , टीम विज्ञान अनुदान पीआई : प्रमोद पुल्लर्कट, ऑर्नब घोष (आईआईएसईआर - पुणे) और कर्स्टन जनके (इंस्टिट्यूट क्यूरी, पेरिस) कुल राशि : भा रु 10,00,00,0000
5	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: भा रु 47,40,000 अब तक प्राप्त: भा रु 23,96,500 परियोजना 2019 में शुरू हुई।
6	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) और जिष्णु नंबिसन टी (आरआरआई) अनुदान राशि: भा रु 56,06,000 अब तक प्राप्त: भा रु 36,00,000 आरंभ तिथि: 13 मार्च, 2019
7	रेजी फिलिप	एसईआरबी – टीएआरई कार्यक्रम	परियोजना का शीर्षक: बहु घटक संयोजनीय विश्लेषण के लिए फेमटोसेकंड लेजर-प्रेरित भंग स्पेक्ट्रोस्कोपी (एफएस -एलआईबीएस) परामर्शदाता : रेजी फिलिप शिक्षक सहयोगी: अनूप के.के. आरंभ तिथि: 26.11.2018 कुल राशि: भा रु 18,30,000 आरआरआई शेयर:भा रु 3,35,000
8	संज्क्ता रॉय	डीएसटी -विज्ञान में महिलाएँ	प्राप्त निधि : भा रु 18,38,500

क्र	नाम	अधि-सदस्यता	ब्यौरे
1	दिब्येंद् रॉय	एसईआरबी - रामानुजन अधि-सदस्यता	अधि-सदस्यता प्रारंभ तिथि: 18.1.2016 अब तक प्राप्त: भा रु 62,60,000 अवधि: 5 वर्ष
2	सुमति सूर्या	अभ्यागत अधि-सदस्यता , पेरीमीटर इंस्टिट्यूट	यह अधि-सदस्यता 2019 में शुरू होने वाली तीन वर्षों की अवधि के लिए पेरीमीटर इंस्टिट्यूट की कई यात्राओं को निधि प्रदान करेगा I
3	ऊर्बसी सिन्हा	साइमन्स एमी नूथर अधि-सदस्यता	यह अधि-सदस्यता एक वर्ष तक की अवधि के लिए पेरीमीटर इंस्टिट्यूट के दौरे के लिए निधि प्रदान करेगा I
4	सायनतन मजूमदार	एसईआरबी - रामानुजन अधि-सदस्यता	कुल अनुसंधान अनुदान राशि: भा रु **38,00,000** प्रारम्भ तिथि :मई **2018** अवधि: **5** साल अब तक प्राप्त:भा रु **22,80,000**
5	ई कृष्णकुमार	राजा रामन्ना अधि-सदस्यता	कुल अधि-सदस्यता राशि: भा रु **40,50,000** अब तक प्राप्त: **25,50,000** अवधि: **3** वर्ष
6	उरना बस्	एसईआरबी - रामानुजन अधि-सदस्यता	कुल अनुसंधान अनुदान राशि: भा रु **38,00,000** अवधि: **5** साल अब तक प्राप्त: भा रु **7,60,000** अवधि: **5** साल

पुरस्कार

सौरव चटर्जी और ऊर्बसी सिन्हा
सौरव चटर्जी और ऊर्बसी सिन्हा की दो सदस्यीय टीम ने विश्व कौशल प्रतियोगिता का एक हिस्सा, क्वांटम टेक्नोलॉजीज 2020 पर ब्रिक्स भविष्य कुशल चुनौती जीता।

सादिक रंगवाला
सादिक रंगवाला (एलएएमपी) को भारतीय विज्ञान अकादमी का फेलो चुना गया है।

रवि सुब्रह्मण्यन (एमिरिटस प्रोफ़ेसर)
रवि सुब्रमण्यन (एमेरिटस प्रोफेसर) को आईआईटी मद्रास विशिष्ट पूर्व छात्र पुरस्कार 2021 के लिए चुना गया है।

दिब्येंदु रॉय
दिब्येंदु रॉय (टीपी) को संघनित पदार्थ भौतिकी में उनके उत्कृष्ट और मूल योगदान के लिए 2020 के लिए अब्दुस सलाम इंटरनेशनल सेंटर फॉर थियोरेटिकल फिजिक्स (आईसीटीपी) पुरस्कार मिला है।

उर्बसी सिन्हा
एशियाई वैज्ञानिक पत्रिका द्वारा भारत से एकमात्र काम के रूप में पिछले पांच वर्षों में एशिया में भौतिकी और गणित अनुसंधान में ऊर्बसी सिन्हा (एलएएमपी) के शोध को हाल ही में अंतर्राष्ट्रीय प्रशंसा मिली है। उनके शोध को विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग द्वारा 2020 की 20 प्रमुख सफलता की कहानियों में से एक के रूप में भी मान्यता दी गई थी।



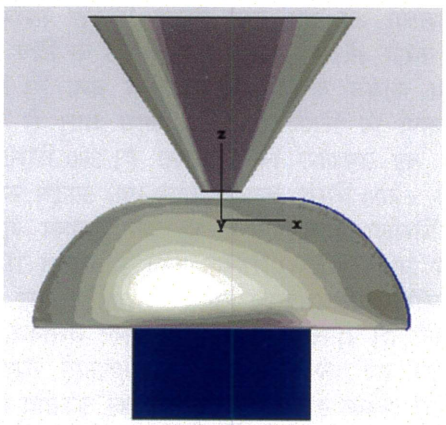
अनुसंधान सुविधाएं

इलेक्ट्रॉनिकी इंजीनियरी समूह

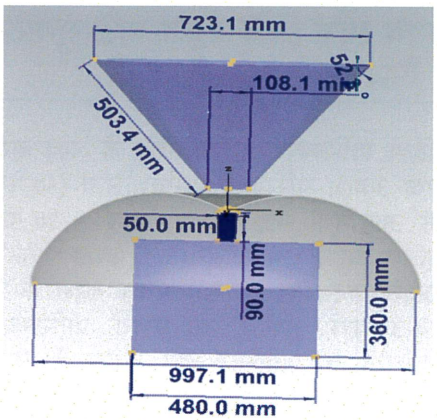
इलेक्ट्रॉनिकी इंजीनियरी समूह (ईईजी) संस्थान में वैज्ञानिक समूहों की प्रयोगात्मक गतिविधियों की इंजीनियरी आवश्यकताओं का समर्थन करने में व्यापक रूप से शामिल रहा है। पिछले कई दशकों में, समूह के इंजीनियरों और तकनीकी कर्मचारियों ने प्रयोगात्मक रेडियो खगोल विज्ञान, जीव भौतिकी, प्रकाश और पदार्थ भौतिकी और एक्स-रे खगोल विज्ञान में अनुप्रयोगों के लिए हार्डवेयर और विकसित सॉफ्टवेयर का निर्माण किया है। पिछले कुछ वर्षों में कर्मचारियों ने विशेष उपकरणों के निर्माण में विशेषज्ञता हासिल की है जिन्हें अंतरिक्ष में भेजा जा सकता है। ईईजी ने ऊटी रेडियो दूरबीन, विशाल मीटर तरंग रेडियो दूरबीन, मर्चिन्सन व्यापक क्षेत्र व्यूह और पृष्ठभूमि रेडियो स्पेक्ट्रम (सारस) के रचित एंटीना माप जैसी कई राष्ट्रीय और अंतरराष्ट्रीय परियोजनाओं की सफलता में एक प्रमुख भूमिका निभाई है। समूह में एंटीना, आरएफ और सूक्ष्म तरंग परिपथ, अंकीय संकेत प्रक्रमण, उच्च गति अंकीय परिपथ, और एफपीजीए के लिए प्रक्रिया यंत्र सामग्री विकास और डेटा विश्लेषण के लिए सॉफ्टवेयर जैसे विविध क्षेत्रों में विशेषज्ञता है। ईईजी वर्तमान में रेडियो आवृत्ति सिस्टम-ऑन-चिप (आरएफएसओसी), ग्राफिक संसाधन इकाई (जीपीयू) जैसे उपकरणों की अगली पीढ़ी पर काम कर रहा है और उनका उपयोग करके बोर्ड विकसित करने की कोशिश कर रहा है। ये बहुमुखी और सामान्य प्रकृति के होंगे जो विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए उपयोग करने योग्य होंगे। इसके अलावा, समूह केवल एक सप्टक से अधिक फैले बैंड की चौड़ाई पर आवृत्ति स्वतंत्र एंटेना डिजाइन करने पर भी काम करेगा। पिछले कई वर्षों से, ईईजी पॉलिक्स (एक्स-रे ध्रुवणमापी), पुन: आयनीकरण का युग और मस्तिष्क कंप्यूटर अंतराफलक जैसी अन्य परियोजनाओं का समर्थन कर रहा है।

अंतरिक्ष अनुप्रयोग के लिए एंटीना डिजाइन

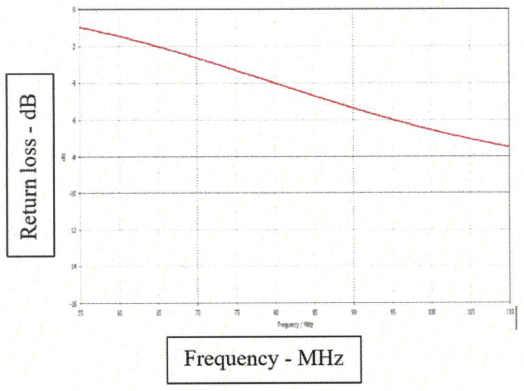
अग्रभूमि विकिरण संकेत की उपस्थिति में ब्रह्मांडीय भोर (सीडी) संकेत का पता लगाना - पूर्व की तुलना में अधिक उज्जवल परिमाण के क्रम, एक इंजीनियरी चुनौती है। अपेक्षित है कि यह प्रारंभिक ब्रह्मांड के तापीय इतिहास के बारे में जानकारी देगा। संसूचन के लिए ऐन्टेना को अपनी प्रतिबाधा और विकिरण विशेषताओं दोनों में एकदिष्ट वर्णक्रमीय विशेषताओं और आवृत्ति के एक कार्य के रूप में इसके विकिरण नमूनों में न्यूनतम फैलाव होने की कठोर आवश्यकताओं को पूरा करने की आवश्यकता होती है, ताकि मापा गया कुल आकाश संकेत से वांछित संकेत को अलग किया जा सके। सीडी संकेत का पता लगाने के लिए किया गया कोई भी भू-आधार प्रयोग, वास्तविक पृथ्वी जैसे आसपास के माध्यम से अवांछित रव योगदान और आवृत्ति के साथ इसकी भिन्नता और अधिक महत्वपूर्ण रूप से मानव निर्मित हस्तक्षेप द्वारा प्राप्य संवेदनशीलता में सीमित है। यदि अंतरिक्ष में प्रयोग किया जाए तो इस पर काफी हद तक काबू पाया जा सकता है। हालांकि अन्य बाधाएं जो धरातल पर कम महत्व के हैं जैसे द्रव्यमान, तैनाती योग्यता और अधिकतम भौतिक आयाम एंटीना डिजाइन में प्रमुख भूमिका निभाते हैं। इन पर विचार करते हुए, बताए गए अनुप्रयोग के लिए एंटीना डिजाइन करना चुनौतीपूर्ण है। एंटेना के कई गुण और आसपास के मीडिया पर उनकी निर्भरता को एक ठोस हल्के वजन वाली विकिरण संरचना पर पहुंचने से पहले बड़े पैमाने पर छानबीन करने की जरूरत है। आसपास के माध्यम के साथ एंटीना के विद्युत चुम्बकीय व्यवहार की उचित मात्रा में समझ के साथ, एक लॉग सर्पिल परावर्तक आधारित शंक्वाकार एकध्रुवीय एंटीना को आवृत्ति रेंज 55-110 मेगाहर्ट्ज में संचालित करने के लिए डिज़ाइन किया गया है। सीएसटी सूक्ष्मतरंग विद्युत् चुंबकीय सॉफ्टवेयर में संरचना को अनुकूलित किया गया है, जबकि इसकी वर्णक्रमीय प्रतिक्रिया में और रुचि के बैंड पर एंटीना लाभ की न्यूनतम भिन्नता को पूरा करते हुए एकदिष्टता रखी गई है । अनुकारी संरचना और इसके भौतिक आयाम चित्र 1-2 में दिखाए गए सैटेलाइट बस जो एक यांत्रिक संरचना है जिसका उपयोग एंटीना और उससे सम्बद्ध इलेक्ट्रॉनिकी सहित सभी उड़ान संबंधी उप-प्रणालियों को उठाने और टिकाने के लिए किया जाता है, एंटीना परावर्तक के नीचे शामिल किया गया है। इसका आयाम लगभग 40 सेमी x 40 सेमी x 60 सेमी है।



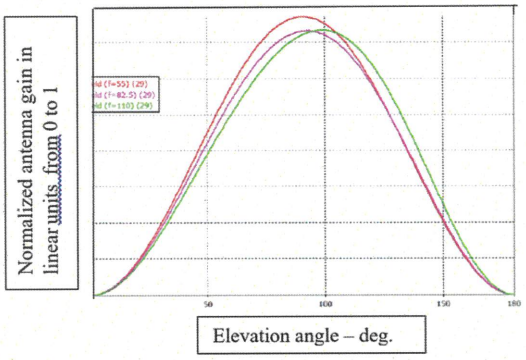
चित्र 1. (बाएं) लॉग सर्पिल रूपरेखा परावर्तक आधारित एकध्रुव शंक्वाकार एंटीना की तस्वीर।



चित्र 2. सीएसटी सूक्ष्मतरंग विद्युतचुंबकीय सॉफ्टवेयर में अनुकारित एंटीना के अनुकूलित भौतिक आयाम।



चित्र 3. (बाएं) एंटीना की वापसी हानि अभिलक्षण।

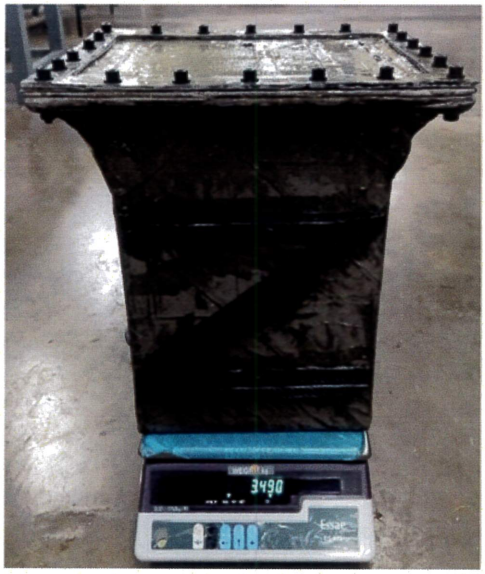


चित्र 4. 55,82.5,110 मेगाहर्ट्ज पर एंटीना के विकिरण प्रतिरूप

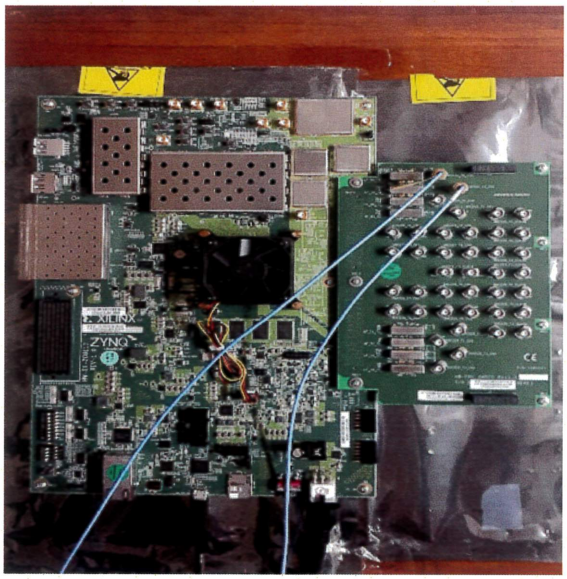
एंटीना की वापसी हानि और विकिरण प्रतिरूप क्रमशः चित्र 3 और 4 में दिखाए गए हैं। जैसा कि देखा गया है, वापसी हानि अभिलक्षणनों में एकदिष्ट व्यवहार होता है और प्रतिरूप सममित होते हैं और देखा गया प्रसार स्वीकार्य सीमा के भीतर देखा जाता है।

अंतरिक्ष अनुप्रयोग के लिए उच्च परिरक्षण दक्षता के साथ हल्के वजन वाले सुगठित फैराडे पिंजरे

एक रेडियो प्राप्तिकर्ता को अंतरिक्ष में लांच करने के लिए एक अच्छा परिरक्षण प्रभावशीलता (50 मेगाहर्ट्ज से कम आवृतियों पर कम से कम > 70 डीबी) के साथ हल्के वजन और सुगठित फैराडे पिंजरा एक परम आवश्यकता है। यह सुनिश्चित करने के लिए है कि स्व-उत्पन्न अंकीय रव स्वयं प्राप्तिकर्ता की संवेदनशीलता को सीमित नहीं करता है। नासा की रिपोर्टों के आधार पर, रेडियो प्राप्तिकर्ता को रखने के लिए एक सुगठित और हल्के वजन वाले फैराडे पिंजरे को विकसित किया जा रहा है जो आवृत्ति सीमा 50-200 मेगाहर्ट्ज में ब्रह्मांडीय भोर संकेत का पता लगाएगा, जो सिद्धांत रूप में, अंकीय इलेक्ट्रॉनिकी को रखने के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है बशर्ते कि उसमें वांछित परिरक्षण प्रभावशीलता हो । आरआरआई में बनाया जा रहा नया फैराडे पिंजरा समग्र वजन कम करने और कठोरता प्राप्त करने के लिए धातु के बजाय कार्बन कपड़े और राल से बना है। विकिरण परिरक्षण के लिए धातु के बजाय धातु से बुने हुए कपड़े का उपयोग किया जाता है। 200 मिमी x 300 मिमी x 400 मिमी आयाम वाले एक आद्य रूप बक्स का निर्माण किया गया है और इसका मूल्यांकन किया जा रहा है। प्रारंभिक माप से संकेत मिलता है कि परिरक्षण प्रभावशीलता 50 मेगाहर्ट्ज पर लगभग 35 डीबी है। i) ताना मुक्त टॉप प्लेट बनाकर, ii) धातु के बुने हुए कपड़े से बने आरएफआई गैसकेट का उपयोग करके इसे बेहतर बनाने का प्रस्ताव है। फैराडे पिंजरे का प्राप्त कम किया हुआ वजन लगभग 20 किलोग्राम की तुलना में 3.5 किलोग्राम जितना कम होता है, जब इसे स्टेनलेस स्टील से बनाया जाता है।



चित्र 5. (बाएं) राल, कार्बन कपड़ा और प्रवाहकीय कपड़ा आधारित हल्का वजन फैराडे पिंजरा।



चित्र 6.आरएफएसओसी जेडसीयू 111 मूल्यांकन बोर्ड का चित्र।

अंकीय बोर्ड डिजाइन में नवीनतम तकनीक को अपनाना

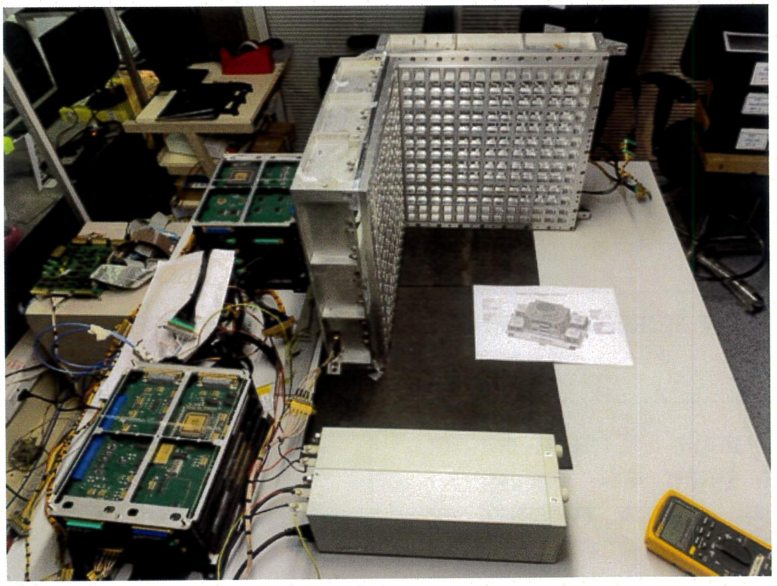
ईईजी रेडियो आवृत्ति सिस्टम-ऑन-चिप (आरएफएसओसी) का उपयोग करके एक सुगठित विद्युत् -कुशल अंकीय सहसंबंध स्पेक्ट्रोमापी को साकार करने की दिशा में काम कर रहा है, जो एफपीजीए के साथ आरएफ-क्लास अनुरूपतकनीक को एकीकृत करता है जो कई संकेतों के प्रत्यक्ष आरएफ नमूनाकरण और कम की गई विद्युत् जैसे प्रणाली लाभ प्रदान करता है । आरएफएसओसी जेडसीयू 111 आधारित मूल्यांकन बोर्ड जिसके साथ ईईजी काम कर रहा है, चित्र 6 में दिखाया गया है। एकीकृत आद्यरूप कार्ड, जो अंकीय संकेत संसाधन और त्वरण के लिए एक नया हार्डवेयर मंच है, को आरएफएसओसी का उपयोग करके डिजाइन और विकसित किया जा रहा है। इस विकास को स्क्वायर किलोमीटर व्यूह (एसकेए) के सेतु-बंधन चरण के तहत आरआरआई द्वारा की गई एक महत्वपूर्ण गतिविधि के रूप में माना जाता है। इसके अलावा, एसकेए के केंद्रीय संकेत संसाधन पल्सर खोज उप-तत्व के लिए उच्च निष्पादन अभिकलन कलन विधि विकसित की जा रही है।

बिगडे चाल वाले रोगियों के लिए मस्तिष्क कंप्यूटर अंतराफलक प्रणाली

इलेक्ट्रॉनिकी इंजीनियरी समूह में लकवाग्रस्त रोगियों के लिए एक आंतरिक सरल, लागत प्रभावी मस्तिष्क कंप्यूटर अंतराफलक प्रणाली विकसित की जा रही है। प्रणाली रोगियों को उनके संचार और गति के साथ सहायता करती है। रोगी की खोपड़ी पर उपलब्ध स्थिर अवस्था दृश्य तौर पर पैदा विभव (एसएसवीईपी) का उपयोग उपरोक्त प्रचालन करने के लिए किया जाता है। निर्मित की जा रही व्यवस्था का मूल्यांकन करने के लिए चिन्हित कुछ अस्पतालों में स्वस्थ विषयों पर परीक्षण किए जा रहे हैं। डेटा विश्लेषण के नए तरीकों की जांच की जा रही है। ईईजी सिग्नल लेने के लिए गैर-संपर्क इलेक्ट्रोड के अन्वेषण पर भी विचार किया जा रहा है। डेटा विश्लेषण के नए तरीकों की जांच की जा रही है।

अंतरिक्ष में एक्स-रे दूरबीन : ब्रह्मांडीय स्रोतों से एक्स-रे के ध्रुवीकरण का अध्ययन करने के लिए

यह अंतरिक्ष-आधारित दूरबीन, जिसे आरआरआई में बनाया जा रहा है, एक्स-रे (पॉलिक्स) में ध्रुवनमापी यंत्र के रूप में भी जाना जाता है, ऊर्जा बैंड 5-30 केईवी में ब्रह्मांडीय स्रोतों के एक्स-रे के ध्रुवीकरण को मापने में सक्षम है। ईईजी कर्मचारी दूरबीन के विभिन्न घटकों के अर्हता मॉडल (क्यूएम) के साथ-साथ उड़ान मॉडल (एफएम) दोनों पर कड़ी मेहनत कर रहे हैं, उन्हें यूआरएससी, इसरो, बैंगलोर में विभिन्न परीक्षणों के अधीन किया गया है। अर्हता मॉडल में, सभी यांत्रिक घटकों के साथ एक कार्यकारी संसूचक मापांक को इकट्ठा किया गया और यूआरएससी, इसरो में अर्हता स्तर पर सफलतापूर्वक कंपन परीक्षणों के प्रभाव में किया गया। दो बैकएंड इलेक्ट्रॉनिकी (बीई) और दो बीई संकुल के सभी पीसीबी को एकत्रित कर संसूचकों और भू -नियंत्रण प्रणाली के साथ सफलतापूर्वक परीक्षित किया गया है। बीई संकुलों को यूआरएससी-इसरो में अर्हता स्तर के कंपन परीक्षणों के अधीन भी सफलतापूर्वक किया गया है। उड़ान मॉडल (एफएम) में, चार एफएम संसूचकों में से तीन के लिए समुच्चय और परीक्षण संपन्न किए गए हैं, जिसमें संसूचक आवासन पर उनके रिसाव परीक्षण शामिल हैं। बैकएंड इलेक्ट्रॉनिकी पीसीबी के समुच्चय में भी महत्वपूर्ण प्रगति हुई है।



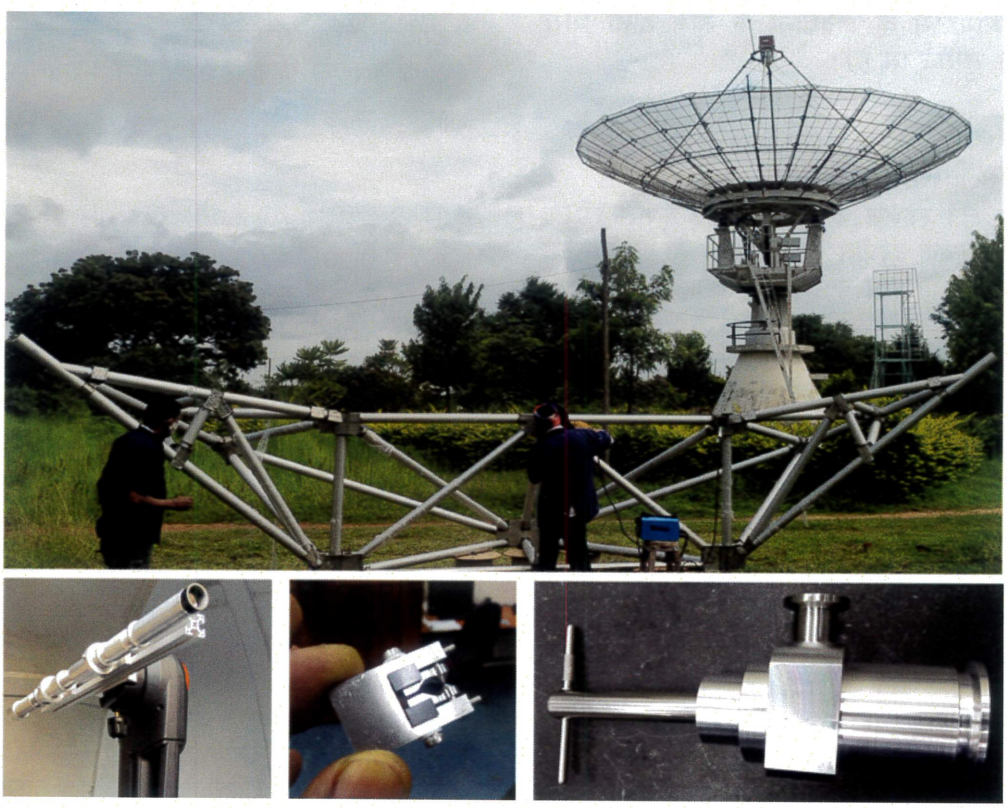
चित्र 7. बैकएंड इलेक्ट्रॉनिकी परीक्षण व्यवस्था के साथ क्यूएम संसूचकों

संस्थान के आउटरीच कार्यक्रमों में ईईजी का योगदान

ईईजी ने कई अवसरों पर स्कूल और कॉलेजों के छात्रों को शिक्षित करने में हमेशा सक्रिय रूप से भाग लिया है, जैसे कि संस्थान का खुला दिवस समारोह, शैक्षिक संस्थानों द्वारा आयोजित नियमित दौरों के दौरान और अभ्यागत छात्र कार्यक्रम (वीएसपी) के तहत।

यांत्रिक इंजीनियरी सेवाएं

यांत्रिक इंजीनियरी सेवाएँ (एमईएस) एक विविध और बहुमुखी विभाग है जिसमें 4 खंड शामिल हैं - तहखाना कर्मशाला, शीट धातु कर्मशाला, पैंटिंग अनुभाग और बढ़ईगीरी अनुभाग। एमईएस संस्थान में आंतरिक लकड़ी/धातु की साज-सज्जा से लेकर प्रायोगिक विज्ञान के लिए सटीक घटकों के निर्माण और अंतरिक्ष प्रक्षेपण के लिए पेलोड में महत्वपूर्ण उड़ान हार्डवेयर के रूप में उपयोग किए जाने वाले सीएनसी मशीनीकृत घटकों से लेकर गतिविधियों की एक विस्तृत श्रृंखला में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। समूह में एक योग्य और कुशल दल एक साथ काम कर रही है। समूह आधुनिक सीएनसी मशीनों और सीएडी-सीएएम सॉफ्टवेयर से लैस है जो अंतिम उत्पाद के प्रत्योक्षकरण में मदद करता है और अंतिम उत्पाद को विनिर्देश के लिए निर्मित होने से पहले पुनरावृत्ति की काफी संख्या को कम करता है।



चित्र 8. शीर्ष पैनल: एमईएस सदस्य दूरबीन संरचना का कोडांतरण करते हैं।
निचला पैनल (बाएं से): दूरबीन स्टैंड पर लगे लेजर संधान ट्यूब , एकल ई ओण पाश के लिए डिवाइस, गैस भरावन पोर्ट साधन

2020-21 के दौरान एमईएस द्वारा की गई गतिविधियों के कुछ संक्षिप्त विवरण नीचे दिए गए हैं।

बाहरी-गुहा डायोड लेजर व्यवस्था

बाह्य बाड़े के लिए एल्यूमीनियम, लेजर डायोड की आवास के लिए स्टेनलेस स्टील (एसएस 304), झंझरी, पीजो क्रियाकारक और दर्पण जैसी सामग्रियों के संयोजन का उपयोग करके सीएनसी मशीनिंग के माध्यम से एक बाह्य-गुहा डायोड लेजर व्यवस्था का निर्माण किया गया । पीतल की डिस्क को मशीनीकृत किया जाता था और घूर्णक भागों के लिए उपयोग किया जाता था जहां यह एक सरकन माध्यम के रूप में कार्य करता है।

लेजर संधान ट्यूब व्यवस्था

फोटॉन का उपयोग करते हुए क्वांटम संचार पर प्रयोग में उपयोग के लिए, एमईएस ने एक लेजर संधान ट्यूब का निर्माण किया। यह नाभीय दूरी के आसान समायोजन के प्रावधानों के साथ दोनों सिरों पर लेंस से सुसज्जित है।

कुशल रैखिक सरणी प्रतिबिम्बक दूरबीन के लिए आपातोपयोगी संरचना

गौरीबिदनूर क्षेत्र स्टेशन पर आरआरआई कुशल रैखिक सरणी प्रतिबिम्बक दूरबीन निर्माणाधीन है। एमईएस ने संरचना को झलाई और कोडांतरण में योगदान दिया।

क्वांटम अन्तः क्रिया प्रयोगशाला में उपयोग के लिए एकल ईओण पाश

एकल ईओण पाश का निर्माण किया गया। यह ध्यान देने योग्य है कि इस संरचना को बनाते समय हमें सतही स्थलाकृति और संरेखण की कठोर आवश्यकता का पालन करना पड़ा।

एक्स-रे खगोल विज्ञान प्रयोगशाला में उपयोग के लिए गैस भरावन पोर्ट साधन

एमईएस द्वारा एक्स-रे संसूचक आवासन के लिए एक गैस भरावन पोर्ट का निर्माण किया गया था। इस साधन का उपयोग बिना रिसाव के एक्स-रे संसूचक आवासन में ज़ेनॉन गैस भरने के लिए किया जाता है। एक बार जब इस उपकरण का उपयोग करके गैस भर दी जाती है तो व्यक्ति एक्स-रे संसूचक आवासन के भरावन टोपी पर ताला लगा सकता है।

चित्र 8. शीर्ष पैनल: एमईएस सदस्य दूरबीन संरचना का कोडांतरण करते हैं। निचला पैनल (बाएं से): दूरबीन स्टैंड पर लगे लेजर संधान ट्यूब , एकल ई ओण पाश के लिए डिवाइस, गैस भरावन पोर्ट साधन

कंप्यूटर समूह

कंप्यूटर समूह, संस्थान में आई टी 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। कोवीड -19 महामारी के कारण कर्मचारियों और छात्रों ने घर से काम करना शुरू कर दिया। आरआरआई सदस्यों और सहयोगियों के बीच आभासी बातचीत को सक्षम करने के लिए वीडियो सम्मलेन के लिए ज़ूम लाइसेंस खरीदा गया था। खुला स्त्रोत सॉफ्टवेयर जित्सी का उपयोग करते हुए एक वीडियो सम्मलेन पोर्टल भी स्थापित किया गया था। तालाबंदी के दौरान और बाद में सम्मेलनों, ऑनलाइन बैठकों / वार्ताओं का निर्धारण भी किया गया। आरआरआई के बाहर से और घर से ई-पत्रिकाएँ और अभिकलन संसाधनों तक पहुंच भी प्रदान की गई थी ।

कागजी कार्रवाई को कम करने के लिए संपदा /सिविल/वैद्युत कार्य अनुरोध और क्रय मांग के लिए ऑनलाइन फॉर्म बनाए गए थे। चिकित्सा संदर्भित पत्रों को डिजीटलीकृत किया गया जिससे आसानी से और तेजी से जारी किया जा सके। ईईजी समूह द्वारा सहकार्यता सॉफ्टवेयर जीरा और कॉन्फ्लुएंस उपयोग के लिए स्थापित किए गए थे। अंकीय कोष सॉफ्टवेयर डीस्पेस और लाइब्रेरी प्रबंधन सर्वर सॉफ्टवेयर कोहा

को नवीनतम संस्करण में अपग्रेड किया गया। डेटा, फाइलों और दस्तावेजों को संग्रहीत करने के लिए ओन क्लाउड का उपयोग करने वाली ड्रॉपबॉक्स जैसी सुविधा दो प्रयोगशालाओं और लेखा विभाग के लिए स्थापित की गई थी।

समूह निम्नलिखित के माध्यम से पीएचडी प्रवेश प्रक्रिया में शामिल था: ऑनलाइन आवेदन पोर्टल की मेजबानी, आवेदन डेटा संग्रह, संदर्भ पत्र के लिए ऑनलाइन फॉर्म बनाना, सिफारिश और कॉल लेटर के लिए ईमेल भेजना, ऑनलाइन साक्षात्कार निर्धारण करना और साक्षात्कार समिति के सदस्यों को साक्षात्कार के दौरान अभिगम के लिए लघुसूचीबद्द किए गए छात्रों के डेटा को अपलोड करने के लिए पोर्टल स्थापित करना ।

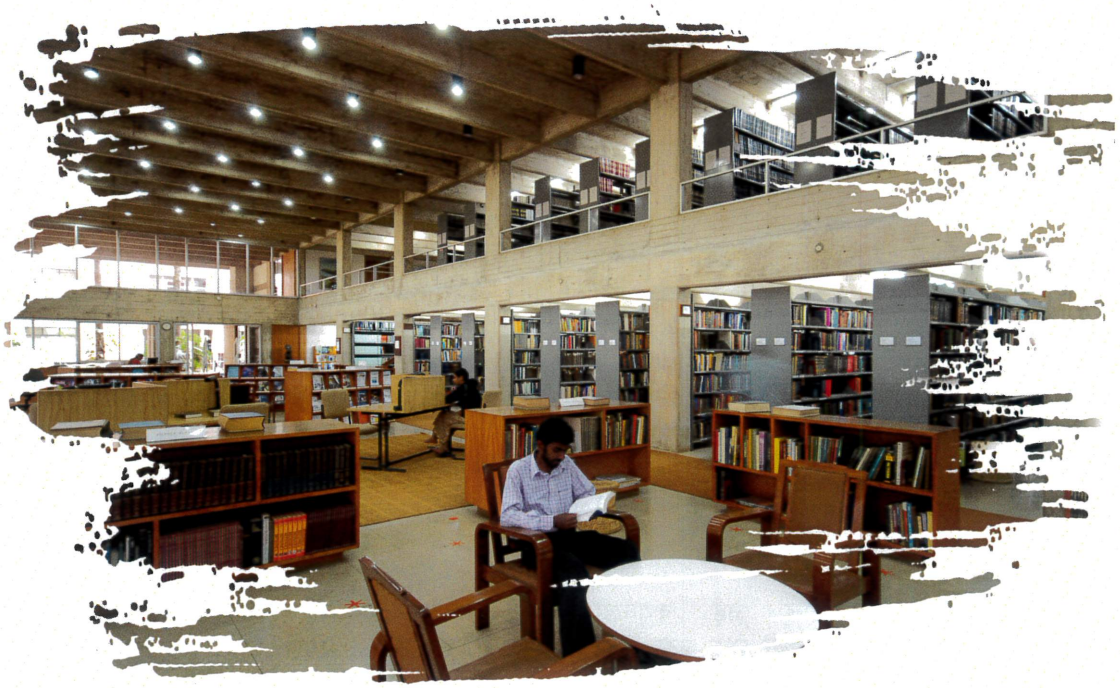
नेटवर्क संयोजकता को तीन नई क्यूकेडी प्रयोगशालाओं और दो सुरक्षा केबिनों तक बढ़ा दिया गया था। दो बड़ी स्मृति (1टीबी) आसंधि के साथ 512-कोर उच्च प्रदर्शन समूह प्राप्त किया गया और नए डेटा सेंटर में स्थापित किया गया। नए डाटा केंद्र के लिए 120 केवीए मॉड्यूलर यूपीएस चालू किया गया और स्थापित किया गया। एनकेएन इंटरनेट लिंक, नेटवर्क उपकरण और सभी सर्वरों को डेटा केंद्र में चरणबद्ध तरीके से स्थानांतरित और स्थापित किया गया । डाटा केंद्र अब पूरी तरह से प्रचालनीय है।

लैन के लिए एक नया डीएनएस सर्वर स्थापित और समनुरूप बनाया गया । डोमेन 'rri.local.net' को बंद कर दिया गया था और डोमेन 'rri.res.in' अब एकरूपता के लिए आंतरिक और बाहरी दोनों सर्वरों के लिए उपयोग किया जा रहा है। फ़ाइल सर्वर (एनएफएस) और परोक्षी सर्वर को भी उन्नत बने गया था। स्मार्ट कार्ड का उपयोग करके संपर्क रहित भुगतान की सुविधा के लिए कैंटीन प्रबंधन प्रणाली के लिए एक लिनक्स सर्वर स्थापित किया गया था। ऑनलाइन लाटेक्स दस्तावेज़ सहयोग के लिए लिनक्स सर्वर में ओवरलीफ एप्लिकेशन स्थापित किया गया। इस साल के पीएचडी ऑनलाइन आवेदन को नो पेपर फॉर्म्स -एक सॉफ्टवेयर-एस-ए-सर्विस प्लेटफॉर्म का उपयोग करके विकसित और कार्यान्वित किया जा रहा है।

पुस्तकालय में वीडियो सम्मलेन कक्ष में ध्वनिकी पर ध्यान दिया गया और कमरे में गूँज को कम करने के लिए फर्श पर कालीन बिछाने और पूर्ण लंबाई वाले पर्दे लगाने का सुझाव दिया गया। यह काम पूरा किया गया और ऑडियो और ध्वनि की गुणवत्ता में काफी सुधार हुआ है।

वायरलेस नेटवर्क कवरेज समस्या और वायरलेस पहुँच बिंदुओं के स्थान की पहचान करने के लिए सभी भवनों में वायरलेस नेटवर्क सर्वेक्षण किया गया। नेटवर्क स्विच और वायरलेस नेटवर्क को वाईफाई -6 -अगली पीढ़ी वाईफाई में अपग्रेड करने की योजना है। इससे लैन की गति, कवरेज और संयोजकता में सुधार होगा।





पुस्तकालय

1948 में सर सी वी रामन द्वारा स्थापित आरआरआई 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 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 71185 है । इनमें से 29500 पुस्तकें हैं और 41685 पत्रिकाओं की आबद्धित खण्ड हैं। पिछले वर्ष के दौरान, पुस्तकालय ने 15 ई-पत्रिकाओं, 30 प्रिंट पत्रिकाओं की सदस्यता ली। पुस्तकालय में कुल 670 गैर-पुस्तक सामग्री है।

2020-21 के दौरान पुस्तकालय की गतिविधियाँ:- राष्ट्रीय ज्ञान संसाधन संघ के साथ आरआरआई पुस्तकालय की नवीनीकृत साझेदारी जिसके माध्यम से पुस्तकालय उपयोगकर्ता 4600 प्रकाशित पत्रिकाओं तक पहुंच सकते हैं। आरआरआई पुस्तकालय, आईआईटी खड़गपुर के नेशनल डिजिटल लाइब्रेरी ऑफ़ इंडिया प्रोजेक्ट की सामग्री सहभागी है। आरआरआई 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 ने एक ऑनलाइन संरचित प्रश्नावली के माध्यम से पत्रिकाओं की सिफारिश को सुव्यवस्थित किया और पत्रिकाओं के नवीनीकरण या बंद करने के लिए अनुमोदन की मांग की। नतीजतन, कुछ पत्रिकाओं को जोड़ा गया और कुछ को बंद कर दिया गया। 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। पुस्तकालय ने 50 शोध पत्रों और कुछ शोध प्रबंधों के अलावा आरआरआई छात्रों द्वारा प्रस्तुत 12 पीएचडी थीसिस की साहित्यिक चोरी की जांच की। पूरे संकाय के शोधकर्ता आईडी को नियमित रूप से अद्यतन किया गया । आरआरआई पुस्तकालय ने 11 शोध पत्रों के लेख प्रसंस्करण शुल्क को संभाला।

अन्य पुस्तकालयों से लेख प्राप्त करके कई अंतर पुस्तकालय ऋण (आईएलएल) अनुरोधों को पूरा किया गया। साथ ही, आईएलएल के माध्यम से लेख अन्य पुस्तकालयों में भेजे गए। लेखन कौशल की सहायता

के लिए व्याकरण सॉफ्टवेयर को चालू वर्ष के लिए नवीनीकृत किया गया है। पुस्तकों का स्टॉक सत्यापन किया जा चुका है और गुम हुई पुस्तकों का पता लगाया जा रहा है। पिछले वर्ष के दौरान, छात्रों और संकाय ने नियमित रूप से पुस्तकालय वीडियो सम्मलेन कक्ष का उपयोग चर्चा, पीएचडी रक्षा और ज़ूम बैठकों के लिए किया।

इस अवधि के दौरान पूरी की गई एक अन्य प्रमुख परियोजना रामन अनुसंधान संस्थान अभिलेखीय गैलरी थी। इस फोटो गैलरी में सर सी वी रामन के युग और वर्तमान शोध के मील के पत्थर हैं। अब इसे जनता के देखने के लिए उपलब्ध कराया गया है।

पुस्तकालय ऑटोमेशन और डिजिटल पुस्तकालय - आरआरआई पुस्तकालय पूरी तरह से एक ओपन सोर्स लाइब्रेरी सॉफ्टवेयर कोहा में माइग्रेट हो गई थी। इस साल सॉफ्टवेयर को 20.5 वर्जन में अपग्रेड किया गया है। रामन अनुसंधान संस्थान डिजिटल रिपोजिटरी जिसे ई-संग्रह के नाम से भी जाना जाता है, संस्थान से संबंधित विभिन्न प्रकार की सूचनाओं का एक सक्रिय भंडार है। डिजिटल रिपोजिटरी सॉफ्टवेयर डीस्पेस को संस्करण 6.3 में अपग्रेड किया गया है। विद्वानों के प्रकाशन नियमित रूप से लोड किए जाते हैं। 2020-21 के दौरान अपलोड की संख्या 350 थी। आरआरआई छात्रों द्वारा प्रस्तुत शोध प्रबंध भी भंडार में अपलोड किए गए थे। आरआरआई डिजिटल रिपोजिटरी पर कुल रिकॉर्ड वर्तमान में 11000 है। "छाप-संग्रह", आरआरआई डिजिटल रिपोजिटरी की एक शाखा, नियमित रूप से अद्यतन जानकारी के साथ फलती-फूलती रहती है। इस जैव-ग्रंथ सूची डेटाबेस में वर्तमान में 43 प्रोफाइल हैं, जिसमें उन वैज्ञानिकों के 5 प्रोफाइल शामिल हैं, जिन्होंने कहीं और असाइनमेंट करने के लिए आरआरआई को छोड़ दिया है। इसके अलावा, पिछले वर्ष के दौरान अभिलेखीय सामग्री, फोटोग्राफ और ऑडियो/वीडियो का डिजिटलीकरण जारी रहा।

अन्य कार्यक्रम

1. पुस्तकालय में दो अवसरों के उपलक्ष्य में पुस्तकों का एक थीम वाला प्रदर्शन था: हमारा स्वतंत्रता दिवस और सर रोजर पेनरोज़ का नोबेल पुरस्कार जीतना।

2. पीएचडी छात्रों के 2020-21 बैच के लिए पुस्तकालय अभिविन्यास किया गया।





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।

2020-21 के दौरान, पीएचडी कार्यक्रम में देश भर के 90 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 6 पीएचडी थीसिस पूरे किए गए और समीक्षा के लिए प्रस्तुत किए गए:

क्रमांक	नाम	शोध का शीर्षक
1.	श्रीजा शशिधरन	लिपिड झिल्ली की संरचना और चरण व्यवहार पर कुछ बायोएक्टिव अणुओं का प्रभाव
2.	दीपशिखा मलकर	आण्विक संगठन और असममित बेंट-कोर तरल क्रिस्टल के भौतिक गुणों पर जांच
3.	अदिति विजयन (जेएपी)	3-डी अनुकार के माध्यम से गांगेय बहिर्वाह के बह्-तरंग दैर्ध्य हस्ताक्षर को समझना
4.	सैकत दास	उच्च ऊर्जा ब्रह्मांडीय किरण कणों की उत्पत्ति और प्रसार
5.	नोमान एक्स	नमित्तिक सेट पर क्वांटम क्षेत्रों के पहलू
6.	आकाश कुमार पटवा	बहाव स्कैन का उपयोग करके पुनर्आयनीकरण के युग से 21 सेमी संकेत का पता लगाना

नौ पीएचडी शोधपत्र प्रदान किए गए:

क्रमांक	नाम	शोध का शीर्षक
1.	सुशील दूबे	तंत्रिका कोशिकाओं और मकड़ी रेशम की यांत्रिक प्रतिक्रियाएं
2.	सिमनराज सदन	क्वांटम व्यतिकरणमाप के अनुप्रयोगों के साथ प्रकाश के चिरसम्मत सिद्धांत पर एक नया रूप
3.	वरुण	स्पेक्ट्रोस्कोपी और ध्रुवनमापन के माध्यम से एक्स-रे पल्सर में चुंबकीय क्षेत्र विन्यास को समझना
4.	करमवीर कौर	केप्लरियन तारकीय प्रणालियों की गतिशीलता और सांख्यिकीय यांत्रिकी
5.	मीरा थॉमस	पृष्ठसक्रियकारक -पॉलीइलेक्ट्रोलाइट कॉम्प्लेक्स : संरचना और परस्पर क्रिया
6.	राज प्रिंस	बह्-तरंग दैर्ध्य डेटा विश्लेषण और ब्लेज़र चौंध की सैद्धांतिक मॉडलिंग
7.	देब शंकर बनर्जी	ऊतक पुनः निदर्शन के दौरान आवर्त के साथ एक्टोमायोसिन इलास्टोमर के सक्रिय जलीय-गतिशीलता
8.	संजय कुमार बेहेरा	श्लैष तंतु निलंबन के काइनेटिक रूप से अवरुद्ध अवस्थाओं का एक प्रायोगिक अध्ययन
9.	स्वामीनाथन के	कुछ डिस्कोटिक एम्फीफाइलों का संश्लेषण और लक्षण वर्णन

पोस्टडॉक्टरल अधि - सदस्यता 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 2020-21 के दौरान आरआरआई में 18 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 23 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 2020-21 के दौरान 18 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। 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।

महामारी के परिणामस्वरूप राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय साथियों द्वारा सीमित संख्या में दौरे हुए। 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। अण्डाल नारायणन, गौतम सोनी और नयनतारा गुप्ता इस नियमित कार्यक्रम के आयोजक हैं। यह आरआरआई विज्ञान मंच वैकल्पिक गुरुवार को 3:30- 4:30 अपरान्ह 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। पिछले वर्ष के दौरान चल रही महामारी के कारण फोरम नहीं हो सका।



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। 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।

भारत अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान महोत्सव, 2020 में आरआरआई

भारत अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान महोत्सव (आईआईएसएफ, 2020) का पाँचवाँ संस्करण विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय और पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय और विज्ञान भारती द्वारा संयुक्त रूप से 22 और 25 दिसंबर 2020. के बीच आभासी रूप से 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 । 2020 के आभासी मंडप में विज्ञान प्रदर्शनों सहित पैनल, ऑडियो/वीडियो सामग्री के रूप में सामग्री इस तरह तैयार की गई थी कि इसे आम जनता आसानी से समझ सके। आरआरआई के सदस्य ऋतु नेहरा , सुराखा भट्टाचार्जी और हेमंत एम ने संस्थान का प्रतिनिधित्व किया और आगंतुकों के साथ बातचीत की। मंडप ने इन पर पैनल का एक अच्छा मिश्रण प्रदर्शित किया: संस्थान, इसकी शोध गतिविधियां और दिलचस्प पैनल जिस में संस्थान के संस्थापक सर सी वी रमन के जीवन और विज्ञान पर प्रकाश डाला गया, जो आम जनता के लिए आसानी से पहुँच सके। मंडप ने कई दिलचस्प विज्ञान प्रदर्शनों वाले वीडियो भी प्रदर्शित किए जो संस्थान में कई शोध गतिविधियों के पीछे बुनियादी विज्ञान की व्याख्या करते हैं। 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।

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 2020 से 31 मार्च 2021 के बीच 40 फेसबुक पोस्ट, 60 ट्वीट और 15 ब्लॉग पोस्ट हुए हैं। हमारे कई पोस्ट और ट्वीटों को डीएसटी द्वारा पसंद किया गया और उन्होंने अपने आधिकारिक फेसबुक और ट्विटर पेज से रीट्वीट किया है। अब हमारे पीछे 8070 से अधिक लोग हैं और ट्विटर पर 5311 लोग पढ़ रहे हैं और हमारी पोस्ट पर टिप्पणी कर रहे हैं। 16 मार्च 2018 को आरआरआई यूट्यूब चैनल का शुभारंभ किया गया। तब से चैनल 153 वीडियो के साथ 16 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। पिछले वर्ष के दौरान आरआरआई अनुसंधान पर तेरह कहानियां 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, ट्वीट्, 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 के दैनंदिक सरकारी कामकाज में हिन्दी के प्रयोग और कार्यान्वयन को बढ़ावा देने के लिए कटिबद्ध है। इस विभाग की मुख्य ज़िम्मेदारी राजभाषा अधिनियम के बारे में जागरूकता पैदा करनाऔर 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 गईं। 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।
- हिंदी कार्यशालाएं समय-समय पर आयोजित की गईंऔरइन कार्यशालाओं मेंविशेषज्ञों द्वारा
  (ए) मधुमेह, उच्च रक्तचाप और मोटापा - एक प्रगतिशील दृष्टिकोण
  (बी) राजभाषा नीति के प्रभावी कार्यान्वयन हेतु दैनिक कार्यों में हिन्दी के प्रगामी प्रयोग में तेजी कैसे लाई जाए परव्याख्यान 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 परविशिष्ट कार्यसूची सहित आयोजित की गईं। बैठक में लिए गए निर्णयों पर ठोस कार्यवाही सुनिश्चित की गई।
- संस्थान नेवर्ष 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

2020-21 के दौरान, आरआरआई ने "ईवेंट्स" शीर्षक वाले खंड के तहत विस्तार से वर्णित आभासी बैठकों और कार्यशालाओं का आयोजन किया। अन्य कार्यक्रमों में नियमित कर्मचारियों की सेवानिवृत्ति पर जलपान, खेल टूर्नामेंट, संगीत कार्यक्रम और विभिन्न प्रकार के सांस्कृतिक कार्यक्रम शामिल हैं, दोनों आमंत्रित कलाकारों और स्वयं आरआरआई सदस्यों के साथ। चल रही महामारी के कारण इन आयोजनों को ऑनलाइन आयोजित किया गया था।

आयोजन

सुरक्षित क्वांटम संचार, क्वांटम संवेदन और माप-विद्या पर कार्यशाला

संस्थान ने सुरक्षित क्वांटम संचार के साथ-साथ क्वांटम संवेदन और माप-विद्या में हालिया प्रवृत्तियों और विकास पर 17 और 18 अगस्त 2020 को 2-दिवसीय ऑनलाइन कार्यशाला की मेजबानी की। यह पहला कार्यक्रम है जो नवगठित "क्वांटम प्रौद्योगिकी में उत्कृष्टता केंद्र " के आरआरआई स्कंध द्वारा आयोजित किया गया है। कार्यशाला में अत्याधुनिक पर गहन चर्चा के साथ ज्ञान-क्षेत्र में राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय विशेषज्ञों द्वारा विशेष रुप से वार्ता की गई। दोनों दिनों में प्रख्यात वैज्ञानिकों की विशेषता वाले ध्यान केंद्रित पैनल चर्चा भी हुई, जिसमें क्वांटम संचार, क्वांटम संवेदन और माप-विद्या के क्षेत्र में संभावित भविष्य के अनुसंधान दिशाओं पर विचार-विमर्श किया गया। केंद्र के बारे में अधिक जानकारी के लिए http://rri.res.in/ceqt.html देखें ।

सांख्यिकीय भौतिकी - XI पर बैंगलोर स्कूल

सांख्यिकीय भौतिकी- XI पर बैंगलोर स्कूल 29 जून से 10 जुलाई के बीच ऑनलाइन व्याख्यान के माध्यम से आयोजित किया गया था। आरआरआई के संजीव सभापंडित और आईसीटीएस-टीआईएफआर, बैंगलोर के अभिषेक धर द्वारा संयुक्त रूप से आयोजित व्याख्यानों की वार्षिक श्रृंखला में यह ग्यारहवां है। यह एक शिक्षा-विषयक विद्यालय है, जिसका उद्देश्य वर्तमान शोध की अग्रिम पंक्ति में सांख्यिकीय भौतिकी में स्नातकोत्तर स्तर के पाठ्यक्रमों और विषयों के बीच की खाई को पाटना है। यह कॉलेज और विश्वविद्यालय स्तर पर पीएच.डी छात्र, पोस्ट-डॉक्टोरल फेलो और इच्छुक संकाय सदस्य के लिए उद्दिष्ट है। स्कूल में गैर-संतुलन प्रतिक्रिया सिद्धांत, सांख्यिकीय भौतिकी में सांस्थिति , विकसित विक्षोभ के सांख्यिकीय यांत्रिकी और दुर्लभ घटनाओं और बड़े विचलन के सांख्यिकीय भौतिकी पर पाठ्यक्रम शामिल थे।

ब्राजील के प्रतिनिधिमंडल का दौरा

ब्राजील के विज्ञान, प्रौद्योगिकी और नवाचार मंत्री एच.ई. श्री मार्कोस पोंटेस के नेतृत्व में एक प्रतिनिधिमंडल ने 26 फरवरी को आरआरआई का दौरा किया। प्रतिनिधिमंडल ने एक्स-रे खगोल विज्ञान और क्वांटम सूचना और अभिकलन प्रयोगशालाओं का दौरा किया। बिस्वजीत पॉल, विक्रम राणा और पी वी ऋषिन ने आगंतुकों से एक्स-रे ध्रुवनमापी (पॉलिक्स) विकसित करने की दिशा में संस्थान के प्रयासों के बारे में बात की, जबकि उर्बसी सिन्हा ने सुरक्षित क्वांटम संचार के प्रयासों के बारे में बात की। इस यात्रा का उद्देश्य भारत और ब्राजील के बीच भविष्य के सहयोग के लिए सामान्य अनुसंधान हितों और मार्ग तलाशना था।



मंत्री और उनके प्रतिनिधिमंडल के साथ वैज्ञानिक बातचीत



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, फ्रेंगिपानी, 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 हैं 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 रास्तों पर 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 / क्रिकेट 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 (**31.7.2020** तक निदेशक; एमेरिटस प्रोफेसर - 1.8.2020 – 31.9.2020 और विशिष्ट प्रोफेसर - 1.10.2020 – 30.9.2021)
अनुसंधान अभिरुचि : प्रेक्षण ब्रहमाण्ड विज्ञान, परा–आकाशगंगा खगोल विज्ञान,ऐन्टेना और संकेत प्रक्रमण
ई-मेल: rsubrahm@rri.res.in

एस श्रीधर (1.12.2020) से प्रभारी निदेशक)
अनुसंधान अभिरुचि: बहिर्गृह संबंधी गतिकी, आकाशगंगा केंद्रक में तारामंडल की गतिकी
ई-मेल: ssridhar@rri.res.in

नयनतारा गुप्ता (22.3.2021 तक समन्वयक)
अनुसंधान अभिरुचि: न्यूट्रीनो और गामा किरण खगोल विज्ञान, ब्रहमाण्डीय किरणों का उद्गम एवं प्रचार, खगोलकणों की भौतिकी
ई-मेल: nayan@rri.res.in

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

सी आर सुब्रहमण्या (मानद प्रोफेसर)
अनुसंधान अभिरुचि: ब्रहमाण्ड 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

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

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 द्वारकानाथ (एमिरिटस वैज्ञानिक)
अनुसंधान अभिरुचि: आकाशगंगाओं के समूह और झुंड ,उच्च जेड पर एचआई
ई-मेल: dwaraka@rri.res.in

लक्ष्मी सारिपल्ली (आरआरआई ट्रस्ट द्वारा निधिबद्ध पद– 31.9.2020 तक)
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। प्रायोगिक अनुसंधान में एक्स रे संसूचक (सीजेडटी और 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 (सीवी) और अल्ट्रा-दीप्त एक्स रे स्रोत(यूएलएक्स) 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 **31.12.2020** तक)
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 सहयोगी)
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 सहयोगी)
अनुसंधान अभिरुचि: पुनर्योजन काल का प्रायोगिक संसूचन एवं अग्रभूमि निरूपण
ई-मेल: jishnu@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 (एमिरिटस 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
अनुसंधान अभिरुचि: आगामी रेखीय रेडियो व्यतिकरण आव्यूह अर्थात ऊटी व्हाइट फील्ड अररे (ओडब्ल्यूएफए) 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) - 15.7.2020 तक
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, एक्सट्रागैलेक्टिक 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

सोनाली सचदेवा - 1.10.2020 से
अनुसंधान अभिरुचि : ए. अन्य आकाशगंगा गुणों के साथ धूल क्षीणन वक्र का सहसंबंध।
बी . कम द्रव्यमान वाले एजीएन में आपेक्षिक जेटों का उद्गम और अनुरक्षण।
ई-मेल: sonali@rri.res.in

प्रकाश तथा पदार्थ भौतिकी

अंडाल नारायणन (समन्वयक– 29.3.2021 तक)
अनुसंधान अभिरुचि: अणुओं और प्रकाश के साथ क्वांटम प्रकाशिकी, अणु-क्वांटम-प्रकाशिकी प्रणालियों में क्वांटम मापन।
ई-मेल: andal@rri.res.in

रजी फिलिप (30.3.2021 से समन्वयक)
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 (24-11-2020 तक)
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 (एमेरिटस प्रोफेसर - **31.12.2020** तक)
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

अनिमेष सिन्हा रॉय (पोस्ट डॉक्टोरल फेलो)
अनुसंधान अभिरुचि: क्वांटम क्रिप्टोग्राफी के सुरक्षा विश्लेषण का सैद्धांतिक विकास। इसके अलावा, मुझे अंतर कण उलझाव और क्वांटम सूचना सिद्धांत में इसके विभिन्न संभावित अनुप्रयोगों में रुचि है।
ईमेल: animesh@rri.res.in

सचिन बर्थवाल (पंचरत्नम फैलो)
अनुसंधान अभिरुचि: गुहा आधारित परमाणु इंटरफेरोमेट्री और सटीक माप
ईमेल: Sachin.b@rri.res.in

सौरव चटर्जी (वैज्ञानिक)
अनुसंधान अभिरुचि: क्वांटम ऑप्टिक्स आधारित क्वांटम सूचना प्रसंस्करण, नवीन क्वांटम कुंजी वितरण (क्यूकेडी) प्रोटोकॉल
ई-मेल: सौरव.chatterjee@rri.res.in

नागलक्ष्मी ए (वैज्ञानिक)
अनुसंधान अभिरुचि : ए. अर्धचालक नैनोटेक्नॉलजी बी. प्रकाशिकी इलेक्ट्रॉनिकी के अनुप्रयोग सी. अंकीय इलेक्ट्रॉनिकी और तर्कसंगत डिजाइन, इलेक्ट्रॉनिकी और अभिकलनीय इंजीनियरी
ईमेल: nagalakshmi@rri.res.in

अनुराधा अनार्थे (वैज्ञानिक - 12.10.2020 तक)
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– 31.12.2020 तक)
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 (एमिरिटस वैज्ञानिक)
अनुसंधान अभिरुचि: तरल क्रिस्टल , बहु क्रिस्टलीय और झिल्लियों का तथ्यविषयी सिद्धांत
ई-मेल: yhat@rri.res.in

रघुनाथन वी ए (प्रभारी निदेशक 1.8.2020 – 30.11.2020)
अनुसंधान अभिरुचि: लिपिड द्विपरत ,सदृढ 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

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

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

सारिका सी के (पोस्ट डाक्टरल फैलो) - 18.3.2021 तक
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) - 15 जनवरी 2021 तक
ई-मेल: praveenp@rri.res.in

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

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

प्रदीप कुमार बीरा (23.9.2020 से)
अनुसंधान अभिरुचि: मृदु पदार्थ प्रणाली का रीयोलॉजी
ई-मेल: pradip@rri.res.in

एडब्ल्यू ज़ैबुदीन (6.10.2020 से)
अनुसंधान अभिरुचि: मेरे शोध कार्य का उद्देश्य एक ठोस उपस्तर पर श्लैष नैनोछडों के विभिन्न एकत्रीकरण नमूने को समझना है, जो विभिन्न भौतिक-रासायनिक स्थितियों के तहत वाष्पीकरण प्रेरित स्व-संयोजन तकनीक का उपयोग करके प्राप्त किया गया है।
ई-मेल: zaibu@rri.es.in

सैद्धांतिक भौतिकी

दिबयेन्दु रॉय (समन्वयक–19.3.2021 तक)
अनुसंधान अभिरुचि: सैद्धांतिक संघनित पदार्थ भौतिकी, सांख्यिकीय यांत्रिकि और परमाण्वीय, आण्विक और प्रकाशिक भौतिकी
ई-मेल: droy@rri.res.in

माधवन वरदराजन (समन्वयक – 20.3.2021 से)
अनुसंधान अभिरुचि: चिरसम्मत व क्वांटम गुरुत्वाकर्षण
ई-मेल: madhavan@rri.res.in

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

जोसेफ सैम्यूल (एमेरिटस वैज्ञानिक - 1.12.2020 तक)
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

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

ऊरना बसु (14.9.2020 तक) - ग्रहणाधिकार पर
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

विवेक एम व्यास (पोस्ट डॉक्टरल फ़ेलो) - 6.11.2020 तक
अनुसंधान अभिरुचि: क्वांटम क्षेत्र सिद्धान्त के औपचारिक और अनुप्रयुक्त पहलूएँ
ई-मेल: vivekv@rri.res.in

रितु नेहरा (अनुसंधान सहयोगी - 6.10.2020 से)
अनुसंधान अभिरुचि: गैर-हर्माइटी क्वांटम प्रणालियाँ
ई-मेल: ritu@rri.res.in

सुरका भट्टाचार्जी (पोस्ट डॉक्टरल फेलो) - 6.10.2020 से
अनुसंधान अभिरुचि: चुंबकीय क्षेत्र की उपस्थिति में क्वांटम ब्राउनियन गति सहित क्वांटम अपव्यय प्रणाली; एसएसएच जैसे गैर-हर्मिटियन टोपोलॉजिकल मॉडल और सुपरकंडक्टिविटी के लिए किताव मॉडल का विश्लेषण।
ई-मेल: suraka@rri.res.in

एडजंक्ट प्रोफ़ेसर

राफेल सोरकिन
पेरीमीटर इंस्टीट्यूट फॉर थ्योरिटिकल फ़िज़िक्स, कनाडा

फबीएन ब्रेटेनेकर
लैबोरेटोइर एमी काटन, फ्रांस

इगोर म्युसीविक (31.8.2020 तक)
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 मुतूकुमार (30.6.2020 तक)
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 - 31.10.2020 तक
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 एस
keerthi@rri.res.in

दोराबाबू ए
babu@rri.res.in

प्रकाश और पदार्थ भौतिकी

एम एस मीना
meena@rri.res.in

मृदु संघनित पदार्थ

मोहम्मद इशाख (31.8.2020 तक)
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 सुरेश कुमार
शिवशक्ति
सिद्धराजु एस - 20.10.2020 तक
कन्नन वी - 12.3.2020 से
के आनंदा

कंप्यूटर

जेकब राजन (प्रभारी)
jacobr@rri.res.in

बी श्रीधर
sridhar@rri.res.in

अर्घ्य आद्या
arghya@rri.res.in

ग्रंथालय

बी एम मीरा, पुस्तकाध्यक्ष (**31.5.2020** तक)
meera@rri.res.in

एम 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

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

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 दास
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 – 30.6.2021 तक
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 रॉय
अनुसंधान अभिरुचि: परिघीय आकाशगंगीय माध्यम
ई-मेल: manamiroy@rri.res.in
सलाहकार: बीमान नाथ

गुंजन तोमर
अनुसंधान अभिरुचि: उच्च ऊर्जा खगोलकण भौतिकी
ईमेल: gunjan@rri.res.in
सलाहकार: नयनतारा गुप्ता

संदीप कुमार मंडल
अनुसंधान अभिरुचि: उच्च ऊर्जा खगोल भौतिकी
ईमेल: skmondal@rri.res.in
सलाहकार: नयनतारा गुप्ता

अश्विन देवराज
अनुसंधानअभिरुचि: एक्स-रे द्वि आधारी
ईमेल: ashwin@rri.res.in
परामर्शदाता : बिस्वजीत पॉल

किंजल रॉय
ईमेल: kinjal@ri.res.in

मनीष कुमार
ईमेल: manishk@rri.res.in

मुकेश सिंह बिष्टी
ईमेल: msbisht@rri.res.in

सौरव भद्रा
ईमेल: sbhadra@rri.res.in

प्रकाश और पदार्थ भौतिक शास्त्र

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

सुबोध **वशिष्ठ**
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 अभिरुचि: परमाण्विक, आण्विक और प्रकाशिक भौतिकी
ई-मेल: sreyaspd@rri.res.in
परामर्शदाता: सादिक़ रंगवाला

भाग्यलक्ष्मी
अनुसंधान अभिरुचि: लघु और बड़े व्यास की सहक्रियाओं की भूमिका और क्वांटम विकृत गैस में अव्यवस्था का प्रायोगिक अन्वेषन
ई-मेल: bhagyadds@rri.res.in
परामर्शदाता: सप्तऋषि चौधरी

कौशिक जोर्डर
अनुसंधान अभिरुचि: लेग्गेट गर्ग में असमानताएँ, क्वांटम मुख्य वितरण
ई-मेल: kaushik@rri.res.in
परामर्शदाता: ऊर्बसी सिन्हा

के वी अद्वैत
अनुसंधान अभिरुचि: 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-मेल: adwaith@rri.res.in
परामर्शदाता: अंडाल नारायणन

महेश्वर स्वर
अनुसंधान अभिरुचि: 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-मेल: mswar@rri.res.in
परामर्शदाता: सप्तऋषि चौधरी

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

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

नैन्सी वर्मा
अनुसंधान अभिरुचि: अरैखिक प्रकाशिकी और लेज़र प्लाज्मा अध्ययन
ई-मेल: nancy@rri.res.in
परामर्शदाता: रजी फिलिप

बी एस शिल्पा
अनुसंधान अभिरुचि: एकल परमाणु और एकल फोटोन के बीच सहक्रिया
ई-मेल: silpa@rri.res.in
परामर्शदाता: हेमा रामचंद्रन

संचारी चक्रबोर्ति
अनुसंधान अभिरुचि: (i) दुर्बल मापन (ii) क्वांटम माप सिद्धान्त के तौर पर क्वांटम यांत्रिकि
ई-मेल: sanchari@rri.res.in
परामर्शदाता: ऊर्बसी सिन्हा

आनंद प्रकाश
ई-मेल: prakash@rri.res.in
परामर्शदाता: सादिक़ रंगवाला

ऋषभ चटर्जी
अनुसंधान अभिरुचि: क्वांटम सूचना और क्वांटम गूढलेखन
ई-मेल: rishab17@rri.res.in
परामर्शदाता: ऊर्बसी सिन्हा

प्रदोष कुमार नायक
ई-मेल: pradosh@rri.res.in

बापन देबनाथ
ई-मेल: bapan@rri.res.in
परामर्शदाता: उर्बसी सिन्हा

शोवन कांति बारिक
ई-मेल: shovanb@rri.res.in

स्नेहल दल्वी
ई-मेल: snehald@rri.res.in

वर्धन ठाकर
ई-मेल: vardhanr@rri.res.in

अरुण बहलेयाँ
ई-मेल: arunb@rri.res.in

अभिषेक साधु – 26.7.2018 से
ई-मेल: abshisheks@rri.res.in

श्रेया बागची
ईमेल: shreyab@rri.res.in

सुखजोवन सिंह गिल (30.6.2020 तक)
ईमेल: sukjovan@rri.res.in

गोकुल वी आई
ईमेल: gokulvi@rri.res.in

विद्युत बिकाश बरुआ
ईमेल: bidyut@rri.res.in

सौम्या रंजन बेहरा
ईमेल: saumyarb@rri.res.in

अखिल एवीएस
ईमेल: akhilv@rri.res.in

अनिर्बान मिश्रा
ईमेल: anirbanm@rri.res.in

गौरब पाल
ईमेल: gourab@rri.res.in

वैभव महेंद्रकर
ईमेल: mahendrakar@rri.res.in

निरंजन माइनैनी
ईमेल: niranjan@rri.res.in

सयारी मजूमदार
ईमेल: Sayari@rri.res.in

श्रेष्ठ बिस्वास
ईमेल: shrestha@rri.res.in

श्रीजीत बसु
ईमेल: srijit@rri.res.in

मृदु संघनित पदार्थ

संजय कुमार बेहेरा - 14.9.2020 तक
अनुसंधान अभिरुचि: काँच का पारगमन और कालप्रभावित कोलाइड निलंबन का स्राव विज्ञान
ई-मेल: sanjay@rri.res.in
परामर्शदाता: रंजिनी बंधोपाध्याय

दीपशिखा मलकर –21-12-2020 तक
अनुसंधान अभिरुचि: प्रायोगिक मृदु संघनित पदार्थ – बंकित कोर हॉकी स्टिक तरल क्रिस्टल
ई-मेल: deepshika@rri.res.in
परामर्शदाता: अरूण रॉय

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: तरल क्रिस्टल के चरण संक्रमण और इलेक्ट्रो-ऑप्टिक्स
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 बिस्वास
अनुसंधान अभिरुचि: श्लैष भौतिकी, सूक्ष्म-रीयोलॉजी, गैर-संतुलन गतिकी।
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: तरल क्रिस्टल का चरण संक्रमण
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 श्लैष कणों के निलंबन में ठेला गतिकी का अध्ययन।
ई-मेल: chandeshwar@rri.res.in

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

अलकनंदा पात्रा
अनुसंधान अभिरुचि: लिक्विड क्रिस्टलीय पदार्थों का संश्लेषण और लक्षण वर्णन
ईमेल: alakananda@rri.res.in
परामर्शदाता: संदीप कुमार, रवि सुब्रह्मण्यन

एस वाणीश्री भट्ट
अनुसंधान अभिरुचि: कुछ नवीन स्टेरॉड मेसोजेन्स का संश्लेषण और लक्षण वर्णन
ईमेल: vanishree@rri.res.in
परामर्शदाता: संदीप कुमार, रवि सुब्रह्मण्यन

कौशिक बीरा
ई-मेल: kousikb@rri.res.in

सच्चिदानंद बारिक
अनुसंधान अभिरुचि: घने कण निलंबन में कतरनी अटकाव
ईमेल: sbarik@rri.res.in
परामर्शदाता: सायंतन मजूमदार

सुकन्या साधु
ई-मेल : sukanyas@rri.res.in

स्वर्णदीप बख्शी
अनुसंधान अभिरुचि: रीयोलॉजी, बायोपॉलिमर
ईमेल: swarnadeep@rri.res.in
परामर्शदाता: सायंतन मजूमदार

योगेश आर्य
ईमेल: yogesh@rri.res.in

अभिषेक गदाई
ईमेल: abhishekg@rri.res.in

दीपक मेहता
ईमेल: deepakmehta@rri.res.in

मकरंद दिवे
ईमेल: makarand@rri.res.in

रितविक सरकार (19.1.2021 तक)
ईमेल: ritwick@rri.res.in

वैभव सिंह परमार
ईमेल: vaibhav@rri.res.in

एनसन जी थम्बी
ई-मेल: anson@rri.res.i

पूजा जोशी
ई-मेल: poojaj@rri.res.in

बूटी सूर्यब्रह्मम
ई-मेल: suryabrahma@rri.res.in

सुसोवन भंडारी
ई-मेल: susovan@rri.res.in

वी मारीचंद्रन
ई-मेल: vmchandru@rri.res.in

सैद्धांतिक भौतिकी

अभिषेक माथुर
अनुसंधान अभिरुचि: क्वांटम क्षेत्र सिद्धान्त , क्वांटम गुरुत्वाकर्षण
ई-मेल: abhishekmathur@rri.res.in
परामर्शदाता: सुमति सूर्या

आयन सैंट्रा
अनुसंधान अभिरुचि: गैर-संतुलन सांख्यिकीय भौतिकी
ईमेल: ion@rri.res.in
परामर्शदाता: संजीव सभापंडित

अर्चन चट्टोपाध्याय
ईमेल: archanc@rri.res.in

नोमान एक्स
ईमेल: nomaan@rri.res.in

रूपक बाग
ईमेल: rupak@ri.res.in

शशांक प्रकाश
ईमेल: shashankp@rri.res.in

स्वर्णव बरुई
ईमेल: swarnava@rri.res.in

अतुल विनु
अनुसंधान अभिरुचि: खुले क्वांटम प्रणालियों का सिद्धांत
ई-मेल: atulv@rri.res.in
परामर्शदाता : दिब्येंदु रॉय

प्रशासन

नरेश वी एस
प्रशासनिक अधिकारी (प्रभारी)
vsnaresh@rri.res.in

वी जी सुब्रमण्यन
वैज्ञानिक अधिकारी
subramanian@rri.res.in

सचिन एस बेलवाड़ी
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 (17-6-2020 तक)
ravee@rri.res.in

आर गणेश
ganeshr@rri.res.in

जी वी इंदिरा

समूह सचिव

राधाकृष्ण के (31.5.2020 तक)
मृदु संघनित पदार्थ
krk@rri.res.in

अमुधा ए (1.6.2020 तक)
मृदु संघनित पदार्थ
amudha@ri.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

वी रघुनाथ
vraghu@rri.resin

आर प्रदीप
pradeep@rri.res.in

श्रीकांत डी भट
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

सम्पदा और भवन

जीबी सुरेश, सिविल इंजीनियर (31.5.2020 तक)
मुनीस्वरन
बी.एस.चेतन
के भूपालन
गुणशेखर
केएन श्रीनिवास
के पलणी
एम राजगोपाल
के जी नरसिंहलु
एम रमेश
एम गोपीनाथ
सी लक्ष्मम्मा
टी मुरली
नारायणा
वी वेंकटेश
रामन्ना
वरलक्ष्मी
सी एलुमलाई
ए रमन्ना
डी महालिंग
रंगलक्ष्मी
डी कृष्णा
टी महादेव
एस श्रीधर
जी कृष्णोजी राव
केएस कुमारस्वामी
जी रामकृष्ण

सुरक्षा

पी मंजुनाथ, परामर्शदाता -सुरक्षा प्रभारी (1.7.2020 से)
किरण गुडप्पा होसल्ली, परामर्शदाता सुरक्षा पर्यवेक्षक
हनुमंत राजू एसपी, परामर्शदाता सुरक्षा पर्यवेक्षक
बेलियप्पा एके, परामर्शदाता सुरक्षा पर्यवेक्षक
एच वडेरप्पा - 31.03.2020 तक
बीएम बस्वराजैया
यूए ईरप्पा
केशवमूर्ति
सुरेश
के पुष्पराजी
ओम रामचंद्र
एम सन्नैया (30.9.2020 तक)

परिवहन

मातादीन, सलाहकार (**1.9.2020** से)
एम बलराम
सीके मोहनन
रहमत पाशा
जी राजा
एम वेंकटेशप्पा

जलपान गृह और अथिति गृह

एन नारायणप्पा, परामर्शदाता
के वेलयुथन
शिवमल्लू
मंगला सिंह
मुनिरत्ना
टी नागन्ना
डीबी पद्मावती
पीसी प्रभाकर
एन पुट्टस्वामी
शारदम्मा

गौरीबिदनूर क्षेत्र केंद्र

आरपी रामजी नायक
एनआर श्रीनाथ

चिकित्सा परामर्शदाता

डॉ. बी.वी. संजय राव
डॉ. पीएच प्रसाद - **31.07.2020** तक
डॉ. एन सुंदरी
डॉ. अर्चना - **21.9.2020** से

आरआरआई राजभाषा कार्यान्वयन समिति

शारदामणि, परामर्शदाता

प्रकाशन

पत्रिकाओं में

1. Ni नैनोपार्टिकल्स कोटेड विथ नाइट्रोजन-डोप्ड कार्बन फॉर ऑप्टिकल लिमिटिंग एप्लिकेशन्स
   कुमार , राजीव ; कुमार, अजय; वर्मा , नैंसी ; फिलिप, रेजी; +2 को-ऑथर्स
   एसीएस एप्लाइड नैनो मैटेरियल्स, 2020, वॉल 3, पी 8618–8631

2. मेशरमेन्ट ऑफ अल्कोहल-डिपेंडेंट फिजियोलॉजिकल चेंजेस इन रेड ब्लड सेल्स यूसिंग रेसिस्टिव पल्स सेंसिंग
   कौशिक , सौरभ , महादेवा , मनोहर , दुराई मुरुगन , के , सुन्दरमूर्ति , वी ;सोनी , जी वी .
   एसीएस सेंसर्स, 2020, वॉल 5, पी 3892-3901

3. थेरनॉस्टिक लयोट्रोपिक लिक्विड क्रिस्टलाइन नैनो स्ट्रक्चर्स फॉर सेलेक्टिव ब्रैस्ट कैंसर इमेजिंग एंड थेरेपी
   उरनडूर , संदीप ; बनाला , वेंकटेश तेजा ; प्रतिभा , आर ; +7 को-ऑथर्स
   एकटा बायोमैटेरिलिया, 2020, वॉल 113, पी 522–540

4. ट्रैप स्टिफनेस मोडिफिकेशन ऑफ एन ऑप्टिकली ट्रैप्ड माइक्रोस्फियर थ्रू डायरेक्टेड मोशन ऑफ नैनो पार्टिकल्स
   आयंगार , श्रुति सुभाष ; प्रवीण , पी.; अनन्तमूर्ति , शरत ; भट्टाचार्य , सरबरी
   एप्लाइड ऑप्टिक्स, 2020, वॉल 59, पी 5114-5123

5. डिफ्रैक्शन ऑन पीरियाडिक सरफेस माइक्रो रिलीफ ग्रेटिंग विथ पॉजिटिव ओर नेगेटिव ऑप्टिकल अनीसोट्रोफी
   बेल्येवे , वीवी सोलोमाटिन , अलेक्सी एस.; कुमार, संदीप ; +6 को-ऑथर्स
   एप्लाइड ऑप्टिक्स, 2020, वॉल 59, पी 8443-8449

6. डिजिटल कम्युनिकेशन यूसिंग ए साइक्लिक लेवल स्कीम इन एन एटॉमिक रेडियो-ओवर-फाइबर डिवाइस
   प्रदोष , के एन ; अद्वैत , के वी ; मीना,एम एस.; नारायणन, आंडाल
   एप्लाइड फिजिक्स लेटर्स , 2021, वॉल 118, पी 064001

7. थ्योरेटिकल मॉडलिंग ऑफ टू-कॉम्पोनेन्ट मॉलिक्यूलर डिस्क्स इन स्पाइरल गैलेक्सीज
पात्रा, नरेंद्र नाथ
एस्ट्रोनॉमी & एस्ट्रोफिसिक्स, 2020, वॉल 638, लेख सं A66

8. मल्टी-बैंड बेहेवियर ऑफ द TeV ब्लेज़र पी जी 1553+113 इन ऑप्टिकल रैंज ऑन डाइवर्स टाइमस्केल्स
अग्रवाल, अदिति ; मिहोव, बी ; अंदरुचो , आई ; + 11 को-ऑथर्स
एस्ट्रोनॉमी & एस्ट्रोफिसिक्स , 2021, वॉल 645, लेख सं A137

9. कैनेमैटिक्स एंड डायनामिक्स ऑफ मल्टीफेस ऑउटफ्लोस इन सिम्युलेशन्स ऑफ द स्टार-फॉर्मिंग गैलेक्टिक इंटरस्टेलर मीडियम
विजयन, अदिति ; किम , चंग-गू ; अर्मिलोटा , लुसिआ ; ऑस्ट्रिकर , ईव सी ; ली , मिआओ
एस्ट्रोफिसिकल जर्नल, 2020, वॉल 894, लेख सं 12

10. ईस सुपर ऑर्बिटल मॉडुलेशन इन एसएमसी एक्स-1 कॉस्ड बाइ एब्सॉर्प्शन इन ए वार्पड प्रेसेसिंग एक्रीशन डिस्क ?
प्रदान , प्रगति ; मैत्रा , चन्द्रेई ; पॉल , बिस्वजीत
एस्ट्रोफिसिकल जर्नल, 2020, वॉल 895, लेख सं 11

11. गामा-रे एंड रेडियो बैकग्राउंड कंस्ट्रेंट्स ऑन कॉस्मिक रेज़ इन मिल्की वे सरकमगलेक्टिक मीडियम
जना, रणिता; रॉय, मनामी; नाथ, बिमान बी
एस्ट्रोफिसिकल जर्नल लेटर्स, 2020, वॉल 903, पी L9

12. गामा-रे फ्लेर्स इन द लॉन्ग-टर्म लाइट कर्व ऑफ 3 सी 454.3
दास, अविक कुमार; प्रिंस, राज ; गुप्ता, नयनतारा
एस्ट्रोफिसिकल जर्नल सप्लीमेंट सीरीज , 2020, वॉल 248, लेख सं 8

13. इन्फ़्लुएंस ऑफ पार्टिकल साइज ऑन द थर्मोरिस्पोंसिव एंड रिओलॉजिकल प्रॉपर्टीज ऑफ एक्वियस पाली (N-आईसोप्रोपाइलएक्रिलामाइड) कोलॉइडल सस्पेंशन्स
मिश्रा , चंदेश्वर ; बेहेरा , संजय कुमार ; बंद्योपाध्याय , रंजिनी
बुलेटिन ऑफ मैटेरियल्स साइंस , 2020, वॉल 43, लेख सं 182

14. डाइरेक्ट इमेजिंग ऑफ रिपल्ड स्ट्रक्चर्स ऑफ़ लिपिड-कोलेस्ट्रॉल मेमब्रेन्स यूसिंग क्रायो - एसईएम एंड एएफएम
शशिधरन , श्रीजा ; रघुनाथन , वी ए
बुलेटिन ऑफ मैटेरियल्स साइंस, 2020, वॉल 43, लेख सं 184

15. इलैओकार्पस गेनिट्रस स्ट्रक्चर्ड मेसोपोरस हाइब्रिड Mn3+/4+ लोडेड जिरकोनिया सेल्फ असेंबली एस ए वर्सेटाइल एम्पेरोमेट्रिक प्रोब फॉर द इलेक्ट्रोकेमिकल डिटेक्शन ऑफ नाइट्राइट
गंगाधरप्पा , मंजुश्री सोमशेट्टीहल्ली ; रघु , मडिहल्ली श्रीनिवास ; कुमार , संदीप ; परशुराम , लक्ष्मीनारायण ; वेलु , उदय कुमार
केमिस्ट्री सेलेक्ट , 2021, वॉल 6, पी 880 – 887

16. सिमिट्री -ब्रेकिंग एंड जीरो-वन लॉज़
डौकर , फे ; सोर्किन , राफ़ेल डी .
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी , 2020, वॉल 37, पी 155007

17. ए क्राइटेरियन फॉर कोवेरिएंस इन काम्प्लेक्स सिक्वेन्शियल ग्रोथ मॉडल्स
सूर्या , सुमति; ज़लील , स्टव
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी, 2020, वॉल 37, पी 195030

18. मैनिफोल्ड प्रॉपर्टीज फ्रॉम कॉसल सेट्स यूसिंग चेन्स
कंबोर , जोआचिम ; नोमान , एक्स
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी, 2020, वॉल 38, पी 025012

19. एन्ट्रापी एंड द लिंक एक्शन इन द कॉसल सेट पाथ -सम
माथुर , अभिषेक ; सिंह , अनूप आनंद ; सूर्या , सुमति
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी, 2021, वॉल 38, 045017

20. टोपोलॉजिकल चेंजेस एकम्पनीयिंग द फेज ट्रांसिशन्स इन एओटी -वाटर बाइनरी सिस्टम इन द प्रिसेंस ऑफ ए स्ट्रॉन्गली बाइंडिंग काउंटर -आयन
कमाल, मोहम्मद आरिफ ; पाल , अंतरा
कोलॉइड्स एंड सरफेसस ए : फिजियोकेमिकल एंड इंजीनियरिंग एस्पेक्ट्स , 2021, वॉल 611, पी 125788

21. फेसाइल अल्ट्राथिन फिल्म ऑफ़ सिल्वर नैनो पार्टिकल्स फॉर बैक्टेरिया सेंसिंग
पारुल तनेजा , वी , मंजुलादेवी , आर के गुप्ता , संदीप कुमार बी के के गुप्ता
कोलॉइड्स एंड सरफेसस बी -बायोइंटेरफेसस , 2020, वॉल 196, पी 111335

22. द एक्सोनल एक्टिन -स्पेक्ट्रिन लैटिस एक्ट्स एस ए टेंशन बफ्फेरींग शॉक अब्सॉर्बर
दुबे , सुशील ; भेम्ब्रे , निशिता ; बोडस , शिवानी ; वीर , सुख ; घोस, ऑर्नब ; कैलन -जोन्स , एंड्रू इलाइफ़ , 2020, वॉल 9, लेख सं 51772

23. मॉडलिंग द स्पेक्ट्रम एंड कम्पोजीशन ऑफअल्ट्रा -हाई कॉस्मिक रेज़ विथ टू पॉपुलेशन्स ऑफ एक्स्ट्रा गैलेक्टिक सोर्सेज
दास , सैकत ; रजाक , सोइबर ; गुप्ता , नयनतारा
यूरोपियन फिजिकल जर्नल C, 2021, वॉल 81, लेख सं 59

24. ए रियल-टाइम डिजिटल रिसीवर फॉर कोरिलेशन मशेरमेंट्स इन एटॉमिक सिस्टम्स
मुगंधन , वी ; स्वर , महेश्वर ; भर , सुभाजित ; चौधरी , सप्तऋषि
आईईईई ट्रांसक्शन्स ऑन इंस्ट्रूमेंटेशन एंड मेशरमेन्ट, 2021, वॉल 70, लेख सं 2001508

25. एन एमसीएस विथ इटिरेटिव मल्टी-डाइमेंशनल हैमिंग प्रोडक्ट कोड्स
पार्वती , सी .; बालसुब्रमण्यम , आर
आईईटीई जर्नल ऑफ रिसर्च , 2020, वॉल 66, पी 711–719

26. ए साइनटोमेट्रिक एनालिसिस ऑफ "फ्लेवर एंड फ्रेग्रन्स जर्नल" इंडेक्सड इन स्कोपस ड्यूरिंग 2000-2019
मम्दपुर , घौस मोदिन नबीसाब *; हडीमणि , गुरुराज एस *; वर्मा , मनोज कुमार *; कडडीपुज्जर , मंजुनाथ
इंटरनेशनल जर्नल ऑफ इन्फॉर्मेशन डिससेमिनेशन एंड टेक्नोलॉजी , 2020, वॉल 10(4), पी 211-218

27. द इंट्रीगुइंग फ्लो बिहेवियर ऑफ सॉफ्ट मैटेरियल्स
बंद्योपाद्याय , रंजिनी
इंटरवोवेन : एन इंटर डिसिप्लिनरी जर्नल ऑफ नवरचना यूनिवर्सिटी , 2020, वॉल 3, अंक सं 2, पी 1

28. FeCoCr एलाय -नैनो पार्टिकल एम्बेडेड बैम्बू-टाइप कार्बन नैनोट्यूब्स फोर्नो लीनियर ऑप्टिकल लिमिटिंग एप्लीकेशन
कुमार , राजीव ; कुमार , अजय ; वर्मा , नैंसी ; फिलिप , रेजी ; साहू , बलराम
जर्नल ऑफ अलॉयज एंड कंपाउंड्स , 2020, वॉल 849, पी 156665

29. सिंथेसिस एंड क्रिस्टल स्ट्रक्चर एनालिसिस ऑफ़ प्रोपाइल 3-(4-एसीटॉक्सीफिनाइल) एक्रिलेट
मंजुला , एम ; श्रीनिवास , एच टी .; लोकनाथ , एन के .; रेवन्ना सिद्दय्या , डी
जर्नल ऑफ एप्लीकेबल केमिस्ट्री , 2020, वॉल 9, पी 684-690

30. एलेक्ट्रोकेमिकल इंवेस्टिगेशन ऑन एडसोर्प्शन काइनेटिक्स ऑफ लांग चेन अल्काइलसिलेंस एंड इन्फ्लुएंस ऑफ सॉल्वैंट्स ऑन थेयर सेल्फ असेंबली एंड इलेक्ट्रान ट्रांसफर बिहेवियर ऑन इंडियम टिन ऑक्साइड
जगदीश , आर वेंकटा ; लक्ष्मीनारायणन , वी
जर्नल ऑफ एप्लाइड इलेक्ट्रोकेमिस्ट्री , 2020, वॉल 50, पी 1129–1138

31. फैब्रिकेशन ऑफ ड्यूरेबल सुपर ह्यड्रोफिलिक सिलिकॉन सरफेसस यूसिंग नैनो सेकंड लेज़र
वर्मा , नैंसी ; अनूप, के के; डॉमिनिक , प्रिया ; फिलिप , रेजी
जर्नल ऑफ एप्लाइड फिजिक्स , 2020, वॉल 128, पी 135304

32. सेलेक्टिव स्टेबिलाइजेशन ऑफ ब्लू फेज लिक्विड क्रिस्टल्स यूसिंग स्फीयरिकल एंड रॉड-शेप्ड कोलॉइडल नैनो क्रिस्टल्स
खान , राजकुमार ; राम राव , प्रतिभा
जर्नल ऑफ एप्लाइड फिजिक्स, 2021, वॉल 129, 024702

33. स्केलेबल डिजिटल रिसीवर फॉर मल्टी-एलिमेंट रेडियो टेलीस्कोप्स पल्सेस
सुब्रह्मण्या , सी आर .; सरून , ओ एस .; अभ्यंकर , वाई .; +2 को-ऑथर्स
जर्नल ऑफ एस्ट्रोनॉमिकल इंस्ट्रूमेंटेशन , 2020, वॉल 9, पी 2050016

34. सारस सीडी /ईओआर रेडियोमीटर : डिज़ाइन एंड परफॉर्मेंस ऑफ़ द डिजिटल को रिलेशन स्पेक्ट्रोमीटर
गिरीश बी एस .; श्रीवाणी , के एस .; सुब्रमण्यन , रवि ; उदय शंकर , एन .; सिंह , नम्बिसान , टी जिष्णु ; सत्यनारायणा राव , मयूरी ; सोमशेखर , आर .; रघुनाथन , ए
जर्नल ऑफ एस्ट्रोनॉमिकल इंस्ट्रूमेंटेशन , 2020, वॉल 9, पी 2050006-70

35. स्ट्रक्चर एंड स्टाईकियोमेट्री ऑफ सीटीएबी -डीएनए कम्प्लेक्सेस
मधुकर , एस ; राधाकृष्णन , ए वी; माझी , अमित कुमार ; रघुनाथन , वी ए
जर्नल ऑफ केमिकल फ़िज़िक्स , 2020, वॉल 153, पी 224901

36. एनर्जी इंजेक्शन इन प्री -रि कॉम्बिनेशन इरा एंड एजजेस डिटेक्शन
ब्रह्मा , निर्मल्या ; सेठी , एस के ; सीस्ता , शिवनाग
जर्नल ऑफ कॉस्मॉलजी एंड एस्ट्रो पार्टिकल फिजिक्स, 2020, लेख सं 034

37. पॉज़िट्रान एक्सेस फ्रॉम कॉस्मिक रे इंटरेक्शन्स इन गैलेक्टिक मॉलिक्यूलर क्लाउड्स
सरकार , अग्निभा डे ; बिस्वास , सायन ; गुप्ता , नयनतारा
जर्नल ऑफ हाई एनर्जी एस्ट्रो फिजिक्स , 2021, वॉल 29, पी 1-18

38. ब्रॉडबैंड मॉडलिंग ऑफ ऑर्फन गामा रे फ्लेयर्स
सोनल आर पटेल , देबांजन बोस , नयनतारा गुप्ता, मीरन ज़ुबैरी
जर्नल ऑफ हाई एनर्जी एस्ट्रो फिजिक्स, 2021, वॉल 29, पी 31-39

39. साईंटोमैट्रिक एनालिसिस ऑफ कंट्रिब्यूशंस टू द जर्नल ऑफ द अमेरिकन सोसाइटी फॉर हॉर्टिकल्चरल साइंस (2010–2019)
मम्दपुर घौस मोदिन नबीसाब *., हडीमणि मंजुनाथ बी *., कडडीपुज्जर मंजुनाथ , सेनेल इंजिन *
जर्नल ऑफ लाइब्रेरी एंड इन्फॉर्मेशन कम्युनिकेशन टेक्नोलॉजी , 2020, वॉल 9(1), पी 1

40. कार्बन डॉट -डिस्पेर्सेड हेक्साब्यूटाइल ऑक्सी ट्राइ फिनाइलीन डिस्कॉटिक मेसोजेंस : स्ट्रक्चरल , मॉर्फोलॉजिकल एंड चार्ज ट्रांसपोर्ट बिहेवियर
महेश , पृथ्वी ; शाह , अस्मिता ; स्वामीनाथन , के ; कुमार , संदीप ; +2 को-ऑथर्स
जर्नल ऑफ मैटेरियल्स केमिस्ट्री सी, 2020, वॉल 8, पी 9252-9261

41. इफ्फेक्ट ऑफ मैंगनीज डोपिंग ऑन द स्ट्रक्चरल, मॉर्फोलॉजिकल, ऑप्टिकल, इलेक्ट्रिकल, एंड मैग्नेटिक प्रॉपर्टीज ऑफ BaSnO3
जॉन , जीबि ; धनंजया , एम ; फिलिप , रेजी ; +5 को-ऑथर्स
जर्नल ऑफ मैटेरियल्स साइंस : मैटेरियल्स इन इलेक्ट्रॉनिक्स , 2020, वॉल 31, पी 11159–11176

42. कॉलमनर मिसोमोर्फिसम इन हेप्टाजिन डिस्कॉटिक्स
इरला , शिवकुमार ; रघुनाथन , वी ए .; कुमार , संदीप
जर्नल ऑफ मॉलिक्यूलर लिक्विड्स , 2020, वॉल 314, पी 113631

43. कोमरीन सुब्स्टीट्यूटेड सिमेट्रिक डयामीनोपाइरीडीन मॉलिक्यूल्स : सिंथेसिस मिसोमोर्फिक कैरेक्टराइजेशन्स एंड डीएफटी स्टडीज
मोहम्मद , अब्दुलकरीम-तलाक ; मोहम्मद, हमीद मदलूल ; श्रीनिवास , एच टी .; अहमद अमीन , विस्साम
जर्नल ऑफ मॉलिक्यूलर लिक्विड्स , 2020, वॉल 314, पी 113782

44. एनहांस्ड चार्ज कैरिएर कंडक्शन एंड अदर कैरेक्टरिस्टिक पैरामीटर्स ऑफ प्लास्टिक कॉलमनार फेज ऑफ ए डिस्कॉटिक लिक्विड क्रिस्टलीन मैटेरियल डयू टू फंक्शनलाइज़्ड गोल्ड नैनो पार्टिकल्स
खरे , आकांक्षा ; उत्तम , राहुल ; कुमार , संदीप ; धर , रविंद्रा
जर्नल ऑफ मॉलिक्यूलर लिक्विड्स , 2020, वॉल 314, पी 113985

45. मिसोमोर्फिक ट्राइफिनाइलीन पॉली एनआयन - सर्फेक्टेंट कॉम्पलेक्सेस
स्वामीनाथन , के ; शशिधरन , श्रीजा ; रघुनाथन , वी ए ; कुमार , संदीप
जर्नल ऑफ मॉलिक्यूलर लिक्विड्स , 2020, वॉल 314, 114770

46. एलेक्ट्रोकेमिकल परफॉरमेंस ऑफ ए न्यू इमिडाज़ोलियम आयनिक लिक्विड क्रिस्टल एंड कार्बन पेस्ट कम्पोज़िट इलेक्ट्रोड फॉर द सेंसिटिव डिटेक्शन ऑफ पेरासिटामोल
मंगैयारकारसी , आर ; प्रेमलता , एस ; खान , राजकुमार ; प्रतिभा, आर ; उमादेवी, एस
जर्नल ऑफ मॉलिक्यूलर लिक्विड्स , 2020, वॉल 319, पी **114255**

47. सिंथेसिस एंड मिसोमोर्फिक कैरेक्टराइजेशन ऑफ नॉवेल लिक्विड क्रिस्टल्स डिराइव्ड फ्रॉम बायो एक्टिव नेचुरल स्टेरोल्स
भट , वाणीश्री , एस ; स्वामीनाथन , के ; कुमार , संदीप
जर्नल ऑफ मॉलिक्यूलर लिक्विड्स , 2021, वॉल **326**, पी **115216**

48. जनरलाइज़्ड एक्सप्रेशन ऑफ द नॉइस फिगर ऑफ फेज सेंसिटिव एम्प्लिफायर्स फॉर एन आर्बिट्ररी नंबर ऑफ मोड्स
बौश्रीआ , यूसरा ; चटर्जी , देबानुज ; गोल्डफार्ब , फैबीन ; हसौनी , यासीन ; ब्रेटनकर , फैबीन
जर्नल ऑफ ऑप्टिक्स , 2021, वॉल 23, 035201

49. सिंथेसिस एंड थर्ड आर्डर ऑप्टिकल नॉनलीनयरिटी स्टडीज ऑफ टॉलूइडिन टारटरेट सिंगल क्रिस्टल सपोर्टेड बाइ फोटोफिसिकल कैरेक्टराइजेशन एंड वाइब्रेशनल स्पेक्ट्रल एनालिसिस
जार्ज , मेरिन ; डॉमिनिक , प्रिया ; फिलिप , आर
जर्नल ऑफ फोटो केमिस्ट्री एंड फोटो बायोलॉजी ए : केमिस्ट्री , 2020, वॉल 393, पी 112413

50. ट्रांसिएंट रामन स्नैपशॉट्स ऑफ द ट्विस्टेड इंट्रामॉलिक्यूलर चार्ज ट्रांसफर स्टेट इन ए स्टिलबाज़ोलियम डाई
कर्माकर , श्रीतमा ; अम्बस्था , अभिनन्दन ; धर्माधिकारी , जयश्री ए ; +4 को-ऑथर्स
जर्नल ऑफ फिजिकल केमिस्ट्री लेटर्स, 2020, वॉल 11, पी 4842–4848

51. प्रोटोन-कपल्ड इलेक्ट्रान ट्रांसफर इन द एक्वियस नैनो चैनेल्स ऑफ
लयोट्रोपिक लिक्विड क्रिस्टल्स : इंटर प्ले ऑफ एच बॉन्डिंग एंड पोलरिटी इफेक्ट्स
दास , कोनोया ; सप्पति , सुब्रहमण्यम ; भिष्ट , गिरीश सिंह एंड हाज़रा , पार्था
जर्नल ऑफ फिजिकल केमिस्ट्री लेटर्स 2021, वॉल **12, 2651–2659**

52. इफ्फेक्ट ऑफ एडसोर्ब्ड पॉली इलेक्ट्रोलाइट्स ऑन द इंटरेक्शन्स एंड इलास्टिसिटी ऑफ चार्जड सर्फैक्टेंट बाइलेयर्स
गुप्ता , संतोष प्रसाद ; थॉमस , मीरा ; चौधुरी , अनिन्द्या ; रघुनाथन , वी ए
जर्नल ऑफ फिजिक्स : कंडेंस्ड मैटर , 2020, वॉल **32**, लेख सं **194004**

53. ए टू-स्टेट मॉडल फॉर द मॉडलटेड बी 7 लिक्विड क्रिस्टलाइन फेज एक्सहिबिटेड बाइ बेंट - कोर मॉलिक्यूल्स
मधुसूदना , एन वी
जर्नल ऑफ फिजिक्स : कंडेंस्ड मैटर , 2020, वॉल **32**, लेख सं **234003**

54. इंवेस्टिगेशन ऑफ सॉफ्ट एंड लिविंग मैटर यूसिंग ए माइक्रो - एक्सटेंशनल रियोमीटर
दुबे , सुशील ; वीर , सुख ; शेषगिरि राव , आर वी ; कालेलकर , चिराग ; पुल पुल्लर्कट , प्रमोद ए
जर्नल ऑफ फिजिक्स : कंडेंस्ड मैटर , 2020, वॉल **33**, लेख सं **084003**

55. इलेक्ट्रान अटैचमेंट एंड क्वांटम कोहेरेन्स इन मॉलिक्यूलर हाइड्रोजन
प्रभुदेसाई , वैभव एस ; मेसन, एन जे ; कृष्णकुमार , ई
जर्नल ऑफ फिजिक्स : कांफ्रेंस सीरीज , 2020, वॉल **1412**, लेख सं **052006**

56. कोल्लिशनल कूलिंग ऑफ ट्रैप्ड आयन्स विथ कोल्ड एटम्स : रिजल्ट्स एंड इनसाइट्स
दत्ता , सौरव ; सावंत , राहुल ; रंगवाला , एस ए
जर्नल ऑफ फिजिक्स : कांफ्रेंस सीरीज, 2020, वॉल **1412**, लेख सं **062001**

57. मॉडलिंग अल्ट्रा कोल्ड लिथियम आयन-एटम कोलिशन
पांडे , ए ; निरंजन , एम ; जोशी , एन .; रंगवाला , एस ए ; दुलियु , ओलिवियर
जर्नल ऑफ फिजिक्स : कांफ्रेंस सीरीज, 2020, वॉल **1412**, लेख सं **122010**

58. प्रोबिंग फंक्शनल ग्रुप डिपेंडेंस इन डिसोसिएटिव इलेक्ट्रान अटैचमेंट यूसिंग नेगटिव आयन मोमेंटम इमेजिंग
गोखले , एस ; गोपी , कृष्णेंदु ; कृष्णकुमार , ई ; +5 को-ऑथर्स
जर्नल ऑफ फिजिक्स : कांफ्रेंस सीरीज, 2020, वॉल **1412**, लेख सं **132046**

59. जीरो-करेंट नॉन इक्विलिब्रियम स्टेट इन सिमेट्रिक एक्सक्लूशन प्रोसेस विथ डाईकोटोमोस स्टोकास्टिक रिसेट्टिंग
साडेकर , ओंकार ; बसु , ऊर्णा
जर्नल ऑफ स्टैटिस्टिकल मैकेनिक्स :थ्योरी एंड एक्सपेरिमेंट , 2020, लेख सं 073209

60. ओरिएंटेशनल प्रोबेबिलिटी डिस्ट्रीब्यूशन ऑफ एन एक्टिव ब्राउनियन पार्टिकल : एन एनालिटिकल स्टडी
सिन्हा , सुपूर्णा
जर्नल ऑफ स्टैटिस्टिकल मैकेनिक्स :थ्योरी एंड एक्सपेरिमेंट, 2020, लेख सं 083201

61. रन-एंड-टम्बल पार्टिकल इन होमोजीनस मीडिया इन वन डायमेंशन
सिंह , प्रशांत ; सभापण्डित , संजीब ; कुंडू , अनुपम
जर्नल ऑफ स्टैटिस्टिकल मैकेनिक्स :थ्योरी एंड एक्सपेरिमेंट, 2020, लेख सं 083207

62. रन-एंड-टम्बल पार्टिकल्स इन टू डाइमेंशन्स अंडर स्टोकेस्टिक रीसेटिंग कंडीशंस
संतरा, आयन; बसु, उरना; सभापंडित, संजीब
जर्नल ऑफ़ स्टैटिस्टिकल मैकेनिक्स: थ्योरी एंड एक्सपेरिमेंट, 2020, लेख सं 113206

63. ऑप्टिमाइजेशन ऑफ लेजर डायनामिक्स फॉर एक्टिव स्टेबिलाइजेशन ऑफ
डीएफ-वीईसीएसईएल डेडिकेटेड टू सीज़ियम सीपीटी क्लॉक्स
ग्रेडैट, ग्रेगरी; लियू, एच.; फैबियन, ब्रेटेनकर; + 6 को-ऑथर्स
जर्नल ऑफ़ द ऑप्टिकल सोसाइटी ऑफ़ अमेरिका बी, 2020, वॉल 37, पी 1196

64. इंवेस्टिगेशन ऑफ एनालॉग सिग्नल डिस्टॉरशन इंट्रोड्यूस्ड बाइ ए फाइबर फेज सेंसिटिव एम्पलीफायर
चटर्जी, देबनुज; बौसरिया, युसरा; ब्रेटेनकर, फैबियन; +4 को-ऑथर्स
जर्नल ऑफ़ द ऑप्टिकल सोसाइटी ऑफ़ अमेरिका बी, 2020, वॉल 37, पी 2405-2415

65. इंवेस्टिगेशन ऑफ द नॉइस फिगर इन डिजेनरेट डुअल-पंप फेज सेंसिटिव एम्पलीफायर यूसिंग ए मल्टी-वेव मॉडल
बौसरिया, युसरा; चटर्जी, देबनुज; ब्रेटेनकर, फैबियन; +4 को-ऑथर्स
जर्नल ऑफ़ द ऑप्टिकल सोसाइटी ऑफ़ अमेरिका बी, 2020, वॉल 37, पी 2745-2754

66. डायनैमिकल फेज ट्रांजीशन ऑफ फोटॉन कंडेनसेट इन एन ऑप्टिकल कैविटी
नीरज; परित, मिथिलेश के; व्यास, विवेक एम एंड पाणिग्रही, प्रशांत के
जर्नल ऑफ द ऑप्टिकल सोसाइटी ऑफ अमेरिका बी, 2021, वॉल 38, पी 476- 481

67. ए साइंटोमेट्रिक एनालिसिस ऑफ जर्नल ऑफ एग्रोनॉमी एंड क्रॉप साइंस (2000 -2019) इंडेक्स्ड इन वेब ऑफ साइंस
के एस अली *, ममदापुर घौस मोदिन नबीसाब*, कड्डीपुज्जर मंजुनाथ, हडिमणि मंजुनाथ बी *, सेनेल
इंजन*
लाइब्रेरी फिलॉसफी एंड प्रैक्टिस (ई-जर्नल), 2020, 4410

68. ट्यूनएबल फेरोइलेक्ट्रिक लिक्विड क्रिस्टल माइक्रोलेजर
रयज़्कोवा, ए.वी.; प्रतिभा, आर.; मुसेविक, आई
लिक्विड क्रिस्टल्स, 2020, वॉल 47, पी 994-1003

69. न्यू नॉन-कन्वेंशनल लिथोकोलिक एसिड डिराइवेटिव्ज : सिंथेसिस एंड कैरेक्टराइजेशंस फॉर मेसोजेनिक प्रॉपर्टीज
श्रीनिवास, एच टी
लिक्विड क्रिस्टल्स, 2020, वॉल 47, पी 1426-1434

70. इन्वेस्टिगेशंस पर डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल
कुमार, संदीप
लिक्विड क्रिस्टल्स, 2020, वॉल 48, पी 1195–1203, 4 एशियन कांफ्रेंस ऑन लिक्विड क्रिस्टल्स (एसीएलसी 2019); गेस्ट एडिटर्स : चिया-रोंग ली, डैन लुओ एंड ज़िगांग झेंग

71. माइक्रोवेव असिस्टेड ग्रीन सिंथेसिस ऑफ पी-टाइप Co3O4@मेसोपोरस कार्बन स्फीयर्स फॉर साईमल्टेनियस डिग्रेडेशन ऑफ डाइज एंड फोटोकैटलिटिक हाइड्रोजन ऐवोलुशन रिएक्शन
अक्षता, एस; श्रीनिवास, एस; कुमार, संदीप; + 4 को-ऑथर्स
मैटेरियल्स साइंस इन सेमीकंडक्टर प्रोसेसिंग, 2021, वॉल 121, लेख सं 105432

72. एक्स-रे डिफ्रैक्शन – ए सिम्प्लिस्टिक एप्रोच फॉर परोव्स्काइट बेस्ड सोलर सेल्स डिग्रिडेशन स्टडीज
जोशी, सिद्धार्थ; हसन, इनामुल जेड ; पृथ्वी, एम
मैटेरियल्स टुडे : प्रोसीडिंग्स, 2021, वॉल 35, पी 31-34

73. रीयलिस्टिक मॉडलिंग ऑफ विंड एंड सुपरनोवा शॉक्स इन स्टार क्लस्टर्स : एड्रेस्सिंग 22Ne/20Ne एंड अदर प्रोब्लेम्स इन गैलेक्टिक कॉस्मिक रेज़
गुप्ता, सिद्धार्थ; नाथ, बिमान बी.; शर्मा, प्रतीक; ईचलर, डी.
मंथली नोटिसस ऑफ़ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2020, वॉल 493, पी 3159–3177

74. प्रिडिक्शन्स फॉर मेशरिंग द 21-सेंमी मल्टी फ्रीक्वेंसी एंगुलर पावर स्पेक्ट्रम यूसिंग एसकेए -लो
मंडल, राजेश; शॉ, अविनाश कुमार; सरकार, अंजन कुमार; +5 को-ऑथर्स
मंथली नोटिसस ऑफ़ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2020, वॉल 494, पी 4043–4056

75. एच आई स्केल हाइट इन ड्वार्फ गैलेक्सीज
पात्रा, नरेंद्र नाथ
मंथली नोटिसस ऑफ़ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2020, वॉल 495, पी 2867–2881

76. मीन फील्ड डायनेमो एक्शन इन शियर फ्लोस आई : फिक्स्ड काइनेटिक हेलिसिटी
जिंगडे, नवीन; सिंह, निशांत के.
मंथली नोटिसस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2020, वॉल 495, पी 4557–4569

77. पैसिव स्पाइरल्स एंड शॉक इन्फ्लुएंस्ड स्टार फॉर्मेशन इन द मर्जिंग क्लस्टर A3376
केलकर, क्षितिजा; द्वारकानाथ, के.एस.; पोगियंती, बियांका एम.; +8 को-ऑथर्स
मंथली नोटिसस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2020, वॉल 496, पी 442–455

78. ब्रॉड-बैंड एक्स-रे कैरेक्टरिस्टिक्स ऑफ द ट्रांसिएंट पल्सर जीआरओ जे 2058+42
कबीराज, संहिता; पॉल, बिस्वजीत
मंथली नोटिसस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2020, वॉल 497, पी 1059–1065

79. रोल ऑफ कॉस्मिक रेज़ इन द अर्ली स्टेजेस ऑफ गैलेक्टिक ऑउटफ्लोस
जना, रनीता; गुप्ता, सिद्धार्थ; नाथ, बिमान बी
मंथली नोटिसस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2020, वॉल 497, पी 2623–2640

80. मेशरिंग द मास्सेस ऑफ मैग्नेटिक वाइट ड्वार्फस : ए न्यू स्टार लिगेसी सर्वे
शॉ, ए डब्ल्यू; हेन्के, सी ओ; राणा, वी; +11 को-ऑथर्स
मंथली नोटिसस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2020, वॉल 498; पी 3457–3469

81. डिफ्यूज गैलेक्टिक गामा -रेस फ्रॉम स्टार क्लस्टर्स
नाथ, विमान बी.; आइक्लर, डेविड
मंथली नोटिसस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2020, वॉल 499, पी L1 - L5

82. द ऑल-स्काई साइनअल शॉर्ट-स्पेसिंग इंटरफेरोमीटर (एएसएसएएसएसआइएन) – I ग्लोबल-स्काई मेशरमेन्ट्स विथ द इंजीनियरिंग डेवलपमेंट एरे-2
मैकिन्ले, बी.; ट्रॉट, सी.एम.; नंबिसन, टी. जिष्णु; +5 को-ऑथर्स
मंथली नोटिसस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2020, वॉल 499, पी 52–67

83. एचआई स्केल हाइट इन स्पाइरल गैलेक्सीज

पात्रा, नरेंद्र नाथ
मंथली नोटिसस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2020, वॉल 499, पी 2063–2075

84. न्यू मेशरमेन्ट्स ऑफ द साइक्लोट्रॉन लाइन एनर्जी इन सेन एक्स-3
तोमर, गुंजन; प्रधान, प्रगति; पॉल, बिस्वजीत
मंथली नोटिसस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2021, वॉल 500, पी 3454–3461

85. ए न्यू ट्रांसिएंट अल्ट्राल्यूमिनस एक्स-रे सोर्स इन एनजीसी 7090
वाल्टन, डी जे; हीदा, एम; राणा, वी; + 17 को-ऑथर्स
मंथली नोटिसस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2021, वॉल 501; पी 1002-1012

86. कंस्ट्रेंट्स ऑन प्रेसिपीटेशन-लिमिटेड हॉट हैलोज़ फ्रॉम मैसिव गैलेक्सीज टू गैलेक्सी क्लस्टर्स
सिंह, प्रियंका; वोइट, जी एम; नाथ, बिमान बी
मंथली नोटिसस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2021, वॉल 501, पी 2467–2477

87. थिक डिस्क मॉलिक्यूलर गैस फ्रैक्शन इन एनजीसी पात्रा, नरेंद्र नाथ
मंथली नोटिसस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2021, वॉल 501, पी 3527–3539

88. कॉम्प्रिहेंसिव ब्रॉडबैंड स्टडी ऑफ एक्रीटिंग न्यूट्रॉन स्टार्स विथ सुजाकू: ईस देर ए बाइ -मोडलिटी इन द एक्स-रे ?
प्रधान, प्रगति; पॉल, बिस्वजीत; बोझो, ई.; मैत्रा, चंद्रेयी; पॉल, बी.सी.
मंथली नोटिसस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, 2021, वॉल 502, पी 1163–1190

89. ट्रांजीशन इन नैनोस्केल इलेक्ट्रिकल कंडक्टिविटी इन द लैंगमुइर- ब्लोडगेट फिल्म ऑफ ए नॉवेल लिक्विड क्रिस्टलाइन ओलिगोमर
कुमार, भरत; सुरेश, के.ए.; बिसोई, हरि कृष्ण; कुमार, संदीप
नैनो एक्सप्रेस, 2020, वॉल 1, लेख सं 010006

90. फ़िंगरप्रिंटिंग ब्रांचेस ऑन सुपरकोइल्ड प्लास्मिड डीएनए यूसिंग क्वार्ट्ज नैनोकेपिलरीज
महेश्वरम, सुमंत कुमार; श्रीनिवास, कौशिक; सोनी, जी.वी.
नैनोस्केल, 2021, वॉल 13, पी 320–331

91. मॉर्फोलॉजिकल ट्रांसफॉर्मेशन इन द सुपरामॉलिक्यूलर असेंबली ऑफ डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल मॉलिक्यूल्स यूसिंग सिल्वर नैनोपार्टिकल्स एंड
इट्स सेंसिंग एप्लिकेशन
जोशी, आशुतोष; मंजुलादेवी, वी; गुप्ता, आर.के; कुमार, संदीप
नैनोटेक्नोलॉजी, 2020, वॉल 31, सं 36, लेख सं 365605

92. Hi 21-सेंटीमीटर एमिशन फ्रॉम एन एन्सेम्बल ऑफ गैलेक्सीज एट एन एवरेज रेडशिफ्ट ऑफ वन
चौधरी, आदित्य; कानेकर, निसिम; चेंगलूर, जे.एन.; सेठी, एस.के.; द्वारकानाथ, के.एस.
नेचर, 2020, वॉल 586, पी 369–372

93. थर्मोन्यूक्लियर एक्स-रे बर्स्टस डिटेक्टेड इन Cyg X-2 यूसिंग एस्ट्रोसैट/एलएएक्सपीसी
देवासिया, जिन्सी; गायत्री, रमन; पॉल, बिस्वजीत
न्यू एस्ट्रोनॉमी, 2021, वॉल 83, 101479

94. चार्ज ट्रांसपोर्ट इन फेनाजीन-फ्यूज्ड ट्राइफेनिलीन डिस्कोटिक मेसोजेंस डोप्ड विथ CdS नैनोवायर्स
शाह, अस्मिता; डुपोंचेल, बेनोइट; गौड़ा, अश्वथानारायण; कुमार, संदीप; +5 को-ऑथर्स
न्यू जर्नल ऑफ केमिस्ट्री, 2020, वॉल 44, पी 14872-14878

95. सिंथेसिस ऑफ नॉवेल रेजियोआइसोमेरिक फेनेंथ्रो [ए] फेनाजीन डिराइवेटिव्ज थ्रू द SNAr स्ट्रेटेजी एंड थेइर सेल्फ-असेंबली इन टू कॉलमनार फेसेस
पात्रा, अलकनंदा; स्वामीनाथन, के.; कुमार, संदीप
न्यू जर्नल ऑफ केमिस्ट्री, 2021, वॉल 45, पी 4185-4194

96. नॉनलीनियर ऑप्टिकल एब्जॉर्प्शन इन पीवीए फिल्म्स डोप्ड बाइ द नोवेल नेचुरल डाई एक्सट्रैक्ट फ्रॉम सी रेडफ्लैश लीव्स
हरिपद्मा, पी सी; थानुजा, टी एच ; जी.एस.वर्षा, जी एस; बेरिल, सी डी एंड अजी, एलेक्जेंडर
ऑप्टिकल मटेरियल्स , 2021, वॉल 112, पी 110804

97. इफ्फेक्ट ऑफ द बैंड गैप एन्ड द डिफेक्ट स्टेट्स प्रेसेंट विथिन बैंड गैप ऑन द नॉन-लिनियर ऑप्टिकल अब्सॉर्प्शन बिहेवियर ऑफ येट्रियम एल्युमिनियम आयरन गार्नेट्स
कुमार, अजय; कुमार, राजीव; वर्मा, नैन्सी; फिलिप, रेजी; +3 को-ऑथर्स
ऑप्टिकल मेटेरियल्स, 2020, वॉल 108, पी 110163

98. सिंथेसिस,ग्रोथ एंड कैरेक्टराइजेशन ऑफ गनीडिनियम हिपपुरेट मोनोहाइड्रेट सिंगल क्रिस्टल्स : ए न्यू थर्ड ऑर्डर नॉन - लिनियर ऑप्टिकल मेटेरियल्स
जॉन, जेरिन सुसान; जॉय, नितिन; फिलिप, रेजी; +3 को-ऑथर्स
ऑप्टिकल मेटेरियल्स, 2020, वॉल 110, पी 110493

99. रोबस्टनेस ऑफ मोड-लॉकिंग इन हार्मोनिक कैविटी नैनोलेजर्स सब्जेक्टेड टू पोटेंशियल डिस्टॉरशंस
सन, यिफ़ान; कॉम्ब्री, सिल्वेन; रॉसी, अल्फ्रेडो डी एंड ब्रेटेनकर, फैबियन
ऑप्टिक्स एक्सप्रेस, 2021, वॉल 29, पी 5782

100. ब्रॉडबैंड नेगेटिव ग्रुप वेलॉसिटी डिस्पर्शन इन आल-डाई इलेक्ट्रिक मेटामैटेरियल एंड इट्स रोल इन सुपरकॉन्टिन्यूअम जनरेशन
वैती प्रवीण; सागर, ऋषव; धर्माधिकारी, जे.ए.; +3 को-ऑथर्स
ऑप्टिक्स लेटर्स, 2021, वॉल 46, सं. 2, पी 182-185

101. माइक्रोवेव कंट्रोल्ड ग्राउंड स्टेट कोहेरेन्स इन एन एटम-बेस्ड ऑप्टिकल एम्पलीफायर
अद्वैत के वी, प्रदोष के. नायक, सास्वथ जे के, फैबियन ब्रेटेनकर, एंड अंडाल नारायणन
ओएसए कन्टिन्यूअम , 2021, वॉल 4, पी 702–710

102. क्वांटम बेरेज़िन्स्की-कोस्टरलट्ज़-थौलेस ट्रांजीशन फॉर टोपोलॉजिकल इंसुलेटर
कुमार रा, रंजीत; एस, राहुल; साहू, सूर्य नारायण; सरकार, सुजीत
फेज ट्रांसिशन्स, 2020, वॉल 93, पी 606–629

103. स्ट्रैकिंगली डिफरेंट मॉलिक्युलर आर्गेनाइजेशन एंड मॉलिक्युलर आर्डर ऑफ टेट्राकेटेनर मेसोजेंस इन कॉलमनार मेसोफ़ेज़स रिवील्ड बाइ एक्सआरडी एंड 13 सी एनएमआर
रेड्डी, एम. गुरुप्रसाद; लोबो, नितिन पी.; रॉय, अरुण; +2 को-ऑथर्स
फिजिकल केमिस्ट्री केमिकल फिजिक्स , 2020, वॉल 22, पी 23986-23997

104. मैकनिस्टिक इनसाइट्स इन टू द ऑप्टिकल लिमिटिंग परफॉरमेंस ऑफ कार्बोनेसियस नैनोमैटिरियल्स एम्बेडेड विथ कोर-शेल टाइप ग्रेफाइट एनकैप्सुलेटेड Co नैनो पार्टिकल्स
कुमार, राजीव; कुमार, अजय; वर्मा, नैन्सी; फिलिप, रेजी; साहू, बलराम
फिजिकल केमिस्ट्री केमिकल फिजिक्स, 2020, वॉल 22, पी 27224

105. इंटरेक्शन पोटेंशिअल्स एंड अल्ट्राकोल्ड स्कैटरिंग क्रॉस सेक्शंस फॉर द 7Li+-7Li आयन-एटम सिस्टम
पांडे, ए.; निरंजन, एम.; जोशी, एन.; रंगवाला, एस.ए.; +2 को-ऑथर्स
फिजिकल रिव्यु ए, 2020, वॉल 101, लेख सं 052702

106. एम्पलीफिकेशन एंड क्रॉस-केर नॉनलिनियरिटी इन वेवगाइड क्वांटम इलेक्ट्रोडायनामिक्स
वीनू, अतुल; रॉय, दिब्येंदु
फिजिकल रिव्यू ए, 2020, वॉल 101, पी 053812

107. मेशरमेन्ट ऑफ कॉलिशंस बिटवीन लेजर-कूल्ड सीज़ियम एटम्स एंड ट्रैप्ड सीज़ियम आयन्स
दत्ता, सौरव; रंगवाला, एस.ए.
फिजिकल रिव्यू ए, 2020, वॉल 102, लेख सं 033309

108. डायनामिक्स ऑफ मोड-लॉक्ड नैनोलेज़र्स बेस्ड ऑन हरमाइट-गॉसियन मोड्स
सन, यिफ़ान; कॉम्ब्री, सिल्वेन; रॉसी, अल्फ्रेडो डी; ब्रेटेनकर, फैबियन
फिजिकल रिव्यू ए, 2020, वॉल 102, लेख सं 043503

109. qkdSim, ए सिमुलेशन टूलकिट फॉर क्वांटम की डिस्ट्रीब्यूशन इन्क्लूडिंग इम्पेर्फेक्शन्स : परफॉरमेंस एनालिसिस एंड डेमोंस्ट्रेशन ऑफ द B92 प्रोटोकॉल यूसिंग हेराल्डड फोटॉन्स
चटर्जी, ऋषभ; जोर्डर, कौशिक; चटर्जी, सौरव; सैंडर्स, बैरी सी; सिन्हा, उर्बसी
फिजिकल रिव्यू एप्लाइड, 2020, वॉल 14, पी 024036

110. टोपोलॉजिकल एस्पेक्ट्स ऑफ पीरियडिकली ड्रिवेन नॉन-हर्मिटियन सु-स्क्रिफ़र-हीगर मॉडल
व्यास, विवेक एम ; रॉय, दिब्येंदु
फिजिकल रिव्यू बी, 2021, वॉल 103, पी 075441

111. रन-एंड-टम्बल पार्टिकल्स इन टू डाइमेंशन्स : मार्जिनल पोजीशन डिस्ट्रीब्यूशंस
संतरा, आयन; बसु, उरना; सभापंडित, संजीब
फिजिकल रिव्यू ई , 2020, वॉल 101, लेख सं 062120

112. एक्टिव वेलोसिटी प्रोसेसेस विथ सुप्राथर्मल स्टेशनरी डिस्ट्रीब्यूशंस एंड लॉन्ग-टाइम टेल्स
बनर्जी, तीर्थंकर; बसु, उरना; मेस, क्रिस्टियन
फिजिकल रिव्यू ई , 2020, वॉल 101, लेख सं 062130

113. करवेचर इलास्टिसिटी ऑफ स्मेक्टिक-सी लिक्विड क्रिस्टल एन्ड फार्मेशन ऑफ स्ट्राइप डोमेन्स अलोंग थिकनेस्स ग्रेडिएंट्स इन मेनिसकी ऑफ फ्री-स्टैंडिंग फिल्म्स
मधुसूदन, एन.वी.
फिजिकल रिव्यू ई , 2020, वॉल 102, लेख सं 032701

114. ऑब्जरवेशन ऑफ आयन अक्सेलरेशन इन नैनोसेकंड लेजर जेनरेटेड प्लाज्मा ऑन ए निकल थिन फिल्म अंडर रियर एब्लेशन ज्योमेट्री
थॉमस, जिंटो; जोशी, हेम चंद्र; कुमार, अजय; फिलिप, रेजी
फिजिकल रिव्यू ई, 2020, वॉल 102, लेख सं 043205

115. एक्टिव ब्राउनियन मोशन इन टू डाइमेंशन्स अंडर स्टोकेस्टिक रीसेटिंग
कुमार, विजय; साडेकर, ओंकार; बसु, ऊर्णा
फिजिकल रिव्यू ई, 2020, वॉल 102, लेख सं 052129

116. मैग्नीफाइड चार्ज कैरियर कंडक्शन, परमिटिविटी, एंड मेसोमोर्फिक प्रॉपर्टीज ऑफ कॉलमनार स्ट्रक्चर ऑफ ए रूम टेम्परेचर डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टलाइन मैटेरियल ड्यू टू द डिस्परशन ऑफ लो कंसंट्रेशन फेरोइलेक्ट्रिक नैनोपार्टिकल्स
फिजिकल रिव्यू ई, 2020, वॉल 102, लेख सं 052702

117. रैंडम मैट्रिक्स स्पेक्ट्रल फॉर्म फैक्टर इन किक्ड इंटरेक्टिंग फ़रमायनिक चेन्स
रॉय, दिब्येंदु; प्रोसेन, तोमाज़
फिजिकल रिव्यू ई, 2020, वॉल 102, लेख सं 060202(R)

118. क्वांटम ब्राउनियन मोशन : ड्रूड एंड ओहमिक बाथ्स एस कन्टिन्यूअम लिमिट्स ऑफ द रूबिन मॉडल
दास, अविजित; धर, अभिषेक; संतरा, आयन; सतपथी, उरबशी; सिन्हा, सुपर्णा
फिजिकल रिव्यू ई, 2020, वॉल 102, लेख सं 062130

119. सम जियोमेट्रिकल ऑस्पेक्ट्स ऑफ पैकिंग ऑफ बेंट-कोर मोलेक्युल्स इन द ट्राइक्लिनिक स्मेक्टिक - C g लिक्विड क्रिस्टल्स एंड सिंपल मॉडल्स ऑफ द मॉड्यूलेटेड Sm C g m o d फेज
मधुसूदन, एन.वी.
फिजिकल रिव्यू ई, 2021, वॉल 103, लेख सं 022704

120. आसमाटिक-प्रेशर -इंड्यूस्ड फेज ट्रांजीशन ऑफ़ ए सर्फैक्टेंट-डीएनए कॉम्प्लेक्स
मधुकर, एस; राधाकृष्णन, ए.वी.; रघुनाथन, वी.ए.
फिजिकल रिव्यू ई, 2021, वॉल 103, लेख सं 022705

121. ऑप्टीमल कंट्रोल इन पांडेमिक्स
सैमुअल, जे.; सिन्हा, सुपर्णा
फिजिकल रिव्यू ई, 2021, वॉल 103, L010301

122. क्वांटम स्टेट इंटरफेरोग्राफी
साहू, सूर्य नारायण; चक्रवर्ती, संचारी; पति, अरुण के; सिन्हा, उरबसी
फिजिकल रिव्यू लेटर्स 2020, वॉल 125, पी 123601

123. फ्रीजिंग ट्रांजिशन इन द बैरियर क्रॉसिंग रेटऑफ ए डिफ्यूजिंग पार्टिकल
सभापंडित, संजीब; मजूमदार, सत्या एन.
फिजिकल रिव्यू लेटर्स 2020, वॉल 125, पी 200601

124. फ्लुओरेसेन्स इंटरमिटेंसी एंड स्पेशियल लोकलाइजेशन ऑफ कोर-शेल क्वांटम रॉड क्लस्टर्स इन एन इनवर्स नेमैटिक जेल
तोपनानी, नेहा बी ; पृथा, एन; मुसेविक, इगोर; प्रतिभा, आर.
फिजिकल रिव्यू मेटेरियल्स , 2020, वॉल 4 सं 12, पी 126002

125. स्टेबिलिटी ऑफ टोपोलॉजिकल वाल डिफेक्ट्स ऑन स्फीयर्स विथ n-एटिक ऑर्डर
साईचंद, सी.; जय कुमार, ए.; रॉय, अरुण; हटवालने, यशोधन
फिजिकल रिव्यू रिसर्च, 2020, वॉल 2, पी 023215

126. कोर्स -ग्रेन्ड सेकंड-आर्डर रिस्पांस थ्योरी
मुलर, फेना; बसु, उरना; सोलिच, पीटर; क्रूगर, मथाईयास
फिजिकल रिव्यू रिसर्च, 2020, वॉल 2, पी 043123

127. लेजर-ड्रिवेन मारंगोनी फ्लो एंड वोर्टेक्स फार्मेशन इन ए लिक्विड ड्रॉपलेट
गुप्ता, कृष्णकुमार; कोलवणकर, किरण एम.; धर्माधिकारी, जयश्री ए.; गोर, भालचंद्र; धर्माधिकारी, ए.के.
फिजिक्स ऑफ़ फ्लुइड्स, 2020, वॉल 32, लेख सं 121701

128. क्वान्टिफाईंग द डिस्ट्रक्चरिंग ऑफ ए थिक्सोट्रोपिक कोलाइडल सस्पेंशन यूसिंग फॉलिंग बाल विस्कोमेट्री
बिस्वास, राजकुमार; साहा, देबाशीष; बंद्योपाध्याय, रंजिनी
फिजिक्स ऑफ़ फ्लुइड्स, 2021, वॉल 33, लेख सं 013103

129. इमर्जिंग नैनोसाइंस विथ डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल्स
कुमार, मनीष; वार्ष्णेय, शलाका; कुमार, संदीप
पॉलिमर जर्नल, 2021, वॉल 53, पी 283-297

130. मिल्की वे ग्लोब्यूलर क्लस्टर डायनामिक्स : आर दे प्रेफेरेंशियली को-रोटेटिंग
दास, सैकत; रॉय, निरुपम
रिसर्च इन एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, 2020, वॉल 20, लेख सं 130

131. क्रिस्टल पोलीमॉर्फिसम ऑफ 8OCB लिक्विड क्रिस्टल कन्सिसटिंग ऑफ स्ट्रॉन्ग्ली पोलार रोड-लाइक मॉलिक्यूल्स
घोष, सुभ्रदीप; रॉय, अरुण
आरएससी एडवांसस 2021, वॉल 11, पी 4958

132. सॉल्वोथर्मल सिंथेसिस ऑफ नैनोस्केल डिस्क लाइक गैडोलिनियम डोप्ड मैग्नीशियम जिरकोनेट फॉर हाइली एफ्फिसिएंट फोटोकैटलिटिक डिग्रेडेशन ऑफ रोडामाइन बी इन वाटर
अक्षता, एस.; श्रीनिवास, एस.; कुमार, संदीप; +4 को-ऑथर्स
एसएन एप्लाइड साइंसेज, 2020, वॉल 2, पी 876

133. फ्लूइड-फ्लूइड को एक्सिस्टेंस इन फॉस्फोलिपिड मेमब्रेन्स इंड्यूस्ड बाइ डिकैनोल
बूटी, सूर्यब्रहमम; अग्रवाल, आयुष; रघुनाथन, वी.ए.
सॉफ्ट मैटर, 2020, वॉल 16, पी 9002-9005

134. ग्रेविटेशनल डायनामिक्स — ए नॉवेल शिफ्ट इन द हैमिल्टनियन पराड़िम
ए. अष्टेकर; एम. वरदराजन
यूनिवर्स 2021, वॉल 7 (1), पी 13

सम्मेलन की कार्यवाही में कागजात

1. नैनोसेकंड लेजर सरफेस टैक्सचरिंग ऑफ क्रिस्टलाइन सिलिकॉन इन एम्बिएंट एयर एंड वाटर
अर्जुन, कांड्या करिम्बाना; अनूप, के के; फिलिप, रेजी
प्रोसीडिंग्स ऑफ द इंटरनेशनल कांफ्रेंस ऑन फिजिक्स ऑफ मटीरियल्स एंड नैनो टेक्नोलॉजी आईसीपीएन 2019
एआईपी कांफ्रेंस प्रोसीडिंग्स, 2020, वॉल 2244, पी 070010,

2. अल्ट्राशॉर्ट लेजर-इंड्यूस्ड पीरियाडिक सरफेस स्ट्रक्चर्स ऑन क्रिस्टलाइन सिलिकॉन
अनूप, के के; वर्मा, नैन्सी; जॉय, नितिन; फिलिप, रेजी
प्रोसीडिंग्स ऑफ द इंटरनेशनल कांफ्रेंस ऑन फिजिक्स ऑफ मटीरियल्स एंड नैनो टेक्नोलॉजी आईसीपीएन 2019
एआईपी कांफ्रेंस प्रोसीडिंग्स, 2020, वॉल 2244, पी070019

3. अल्ट्राशॉर्ट लेजर-इंड्यूस्ड पीरियाडिक सरफेस स्ट्रक्चर्स ऑन क्रिस्टलाइन सिलिकॉन
अनूप, के के; वर्मा, नैन्सी; जॉय, नितिन; फिलिप, रेजी
एआईपी कांफ्रेंस प्रोसीडिंग्स, 2020, वॉल 2244, पी070019

4. वाइड बैंड एंटीना विथ अल्ट्रा-स्मूत स्पेक्ट्रल कैरेक्टरिस्टिक्स
रघुनाथन, ए.; गिरीश, बी.एस.; सोमशेखर, आर.; श्रीवाणी, के.एस.; सिंह, सौरभ; सुब्रहमण्यन, रवि; उदय शंकर, एन.; सत्यनारायण राव, मयूरआई; नंबिसन, टी. जिष्णु
इंटरनेशनल एप्लाइड कम्प्यूटेशनल इलेक्ट्रोमैग्नेटिक्स सोसाइटी सिम्पोजियम (एसीईएस), मोंटेरे, सीए, यूएसए, यूएसए, 27-31 जुलाई 2020

5. FPGA आर्किटेक्चर टू सर्च फॉर एक्सेलरेटेड पल्सर्स विथ SKA
प्रभु त्यागराज*, बी. स्टेपर्स, ए. गैलामे, एट अल
33 जनरल असेंबली एंड साइंटिफिक सिम्पोजियम ऑफ द इंटरनेशनल यूनियन ऑफ रेडियो साइंस URSI GASS, रोम, इटली, 29 अगस्त - 5 सितंबर 2020, पी1-5
डीओआई : 10.23919/URSIGASS49373.2020.9232304

6. RaFiDe - ए मशीन लर्निंग बेस्ड रेडियो फ्रीक्वेंसी इंटरफेरेंस डिटेक्टर फॉर द SKA इरा
शशांक संजय भट*, प्रभु त्यागराज, स्नेहांशु साहा
33 जनरल असेंबली एंड साइंटिफिक सिम्पोजियम ऑफ द इंटरनेशनल यूनियन ऑफ रेडियो साइंस URSI GASS, रोम, इटली, 29 अगस्त - 5 सितंबर 2020
डीओआई : 10.23919/URSIGASS49373.2020.9232191

लोकप्रिय लेख

1. मानसून-एर मोनपोबोन क्लोंडाइक बॉय जे
नाथ, बिमान बी.
देश, 17 जून 2020

विविध लेख

1. द स्पिरिट ऑफ ए जायंट
श्रीनिवासन, जी.
करेंट साइंस, वॉल 119, सं 11, 10 नवंबर 2020, पी 1469

2. 2020 नोबेल प्राइज फॉर फिजिक्स : ब्लैक होल्स एंड द मिल्की वे डार्केस्ट सीक्रेट
सैमुअल, जे.
करेंट साइंस, वॉल 119, सं 10, 25 नवंबर 2020, पी 1598

3. बुक रिव्यु : एनुअल रिव्यु ऑफ एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, 2019 एडिटेड बाइ एस.एम. फैबर, इवाइन वैन डिशोएक एंड रॉबर्ट सी केनिकट
नाथ, बिमान बी.
करेंट साइंस, 2020, वॉल 119, सं 11, पी 1855

4. ओबिटुअरी : हेमा रामचंद्रन (1962–2020)
नारायणन, अंडाल; नित्यानंद, आर.
करेंट साइंस, वॉल 119, सं 12, 25 दिसंबर 2020, पी 2028

5. ऑफ लाइट एंड शैडोस ; रायचौधरीस इक्वेशन , द बिग बैंग एंड ब्लैक होल्स
सैमुअल, जे.
रेजोनेंस, 2021, जनवरी, वॉल 26, पी 47-60

प्रेस - पत्रिकाओं में लेख

1. एनालिसिस ऑफ मल्टी पोलार लीनियर पॉल ट्रैप्स फॉर आयन–एटम अल्ट्राकोल्ड कोलीशन एक्सपेरिमेंट्स
निरंजन, एम; आनंद प्रकाश, एंड रंगवाला, एस.ए
एटम्स, *2021*, वॉल *9*, लेख सं *38*

2. PeV-EeV न्यूट्रिनोस फ्रॉम गामा-रे ब्लेजर्स इ्यू टू अल्ट्राहाई एनर्जी कॉस्मिक-रे प्रोपेगेशन
दास, सैकत; गुप्ता, नयनतारा एंड रज्जाक, सोएबुर
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल, *2021*, वॉल *910*, पी *100*

3. कम्पेरिंग द इन्नर एंड आउटर स्टार फॉर्मिंग कॉम्पलेक्सेस इन द नियर बाइ स्पाइरल गैलेक्सीज NGC 628, NGC 5457 एंड NGC 6946 यूसिंग UV ऑब्सेर्वशन्स
यादव, ज्योति; दास, मौसमी; पात्रा, नरेंद्र नाथ; द्वारकानाथ, के.एस.एंड 6+ को-ऑथर्स
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल, *2021*, वॉल *914*, लेख सं *54*

4. इंटेंगलमेंट एन्ट्रापी ऑफ़ कॉसल सेट डी सिटर हॉरिज़ोन्स
सुर्या , सुमति; एक्स, नोमान एंड यज़्दी के, यासमान
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी , *2021*, वॉल *38*, *115001*

5. यूक्लिडियन LQG डायनामिक्स : एन इलेक्ट्रिक शिफ्ट इन पर्सपेक्टिव
वरदराजन, माधवन
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी, *2021*, वॉल *38*, लेख सं *135020*

6. डिज़ाइन एंड सिंथेसिस ऑफ एक्सटेंडेड पाइरीन बेस्ड डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टलाइन डाइज इस पब्लिश्ड इन डाइज
इरला, शिवकुमार; पृथ्वी, महेश, रघुनाथन वी.ए. एंड कुमार संदीप
डाइज एंड पिगमेंट्स, *2021*, वॉल *194*, पी *109574*

7. सारस 3 सीडी/ईओआर रेडियोमीटर: डिजाइन एंड परफॉर्मेंस ऑफ द रिसीवर
जिष्णु नंबिसन टी., रवि सुब्रह्मण्यन, आर. सोमशेखर, एन. उदय शंकर, सौरभ सिंह, ए. रघुनाथन, बी.एस. गिरीश, के.एस. श्रीवाणी, मयूरी सत्यनारायण राव
एक्सपेरिमेंटल एस्ट्रोनॉमी, *2021*, वॉल *51*, पी *193-234*

8. ए पॉसिबल क्वासि-पीरियडिक ऑस्किलेशन इन द एक्स-रे एमिशन ऑफ 3C 120
अग्रवाल, अदिति; रानी, प्रियंका; राजकुमार, राज; स्टालिन, सी.एस.; अनुपमा, जी.सी.; अग्रवाल, विपुल
गैलेक्सीज, *2021*, वॉल *9*, पी *20*

9. ए फ्लोटिंग ऑक्टेव बैंडविड्थ कोन-डिस्क एंटीना फॉर डिटेक्शन ऑफ कॉस्मिक डॉन
रघुनाथन, आगराम एंड सुब्रह्मण्यम, रवि एंड उदय शंकर, एन एंड सिंह, सौरभ एंड नंबिसन, जिष्णु एंड कविता, के एंड महेश, निवेदिता एंड सोमशेखर, आर एंड सिंधु, गद्दाम एंड गिरीश, बीएस एंड श्रीवाणी, केएस एंड राव, मयूरी एस
IEEE ट्रांसेक्शन्स एंटेनास एंड प्रोपेगेशन, *2021*
डीओआई *:10.1109/TA*पी.*2021.3069563*

10. सोलार रेडियो स्पेक्ट्रोपोलारीमेट्री **(50-500 MHz):** डिजाइन एंड
डेवलपमेंट ऑफ क्रॉस-पोलाराइज़्ड लॉग - पीरियाडिक डाइपोल एंटीना एंड कॉन्फ़िगरेशन ऑफ रिसीवर सिस्टम
कुमारी, अंशु ; गिरीश, जी. वी. एस.; कथिरावन, सी. ; मुगुनधन, वी. एंड बर्वे इंद्रजीत वी.
IEEE ट्रांसेक्शन्स एंटेनास एंड प्रोपेगेशन, *2021, arXiv: 2101.05088*

11. ए कम्पेरिज़न ऑफ़ द UV एंड HI प्रॉपर्टीज ऑफ द एक्सटेंडेड UV (XUV) डिस्क गैलेक्सीज NGC **2541, NGC 5832** एंड **ESO406-042**
दास, एम, यादव, जे, पात्रा, एन; द्वारकानाथ, के.एस. एंड 4+ को-ऑथर्स
जर्नल ऑफ़ एस्ट्रोफिजिक्स & एस्ट्रोनॉमी *arXiv: 2106.05520*

12. ऑब्सेर्वशन्स ऑफ **AR Sco** विथ चंद्रा एंड एस्ट्रोसैट सॉफ्ट एक्स-रे टेलीस्कोप
सिंह, के.पी., गिरीश, वी., तिवारी, जे., बैरेट, पी.ई., बकले, डी.ए.एच., पॉटर, एस.बी., श्लेगल, ई., राणा, वी., स्टीवर्ट, जी.
जर्नल ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स एंड एस्ट्रोनॉमी, *2021, arXiv:2104.08662*

13. इफ्फेक्ट ऑफ Fe डोपिंग ऑन द स्ट्रक्चरल , मॉर्फोलॉजिकल , ऑप्टिकल, मैग्नेटिक एंड डाइलेक्ट्रिक प्रॉपर्टीज ऑफ **BaSnO3**
श्रीधरन, किशोर; रॉय, निव्या; फिलिप, रेजी एंड पार्क, ताए जू
जर्नल ऑफ मटीरियल्स साइंस *:* मटीरियल्स इन इलेक्ट्रॉनिक्स, *2021*, वॉल *32*, पी *11763-11780*

14. **DNA** बाइंडिंग एक्टिविटी ऑफ नॉवेल डिस्कोटिक फेनाथ्रिडीन डिराइवेटिव
मारीचंद्रन वाडिवेल; अरविंदा, टी; स्वामीनाथन, के; विनय कुमार, बी एंड कुमार, संदीप
जर्नल ऑफ़ मॉलिक्यूलर लिक्विड्स, *2021*, वॉल *332*, पी *115798*

15. वाइब्रेशनल स्पेक्ट्रा, लीनियर एंड नॉनलीनियर ऑप्टिकल इंवेस्टिगेशंस ऑन
3-क्लोरो**4**-फ्लोरो एनिलिन एंड **2**-आयोडो एनिलिन फॉर ऑप्टिकल लिमिटिंग ऍप्लिकेशन्स
जॉर्ज, मेरिन; साजन, डी; शंकर, प्रणिता एंड फिलिप, रेजि
जर्नल ऑफ मॉलिक्यूलर स्ट्रक्चर, *2021*, वॉल *1238*, पी *130412*

16. इमिडाज़ोल एंड बेंज़ोइमिडाज़ोल डिरावेड न्यू आयनिक लिक्विड क्रिस्टल कंपाउंड्स : सिंथेसिस , कैरेक्टराइजेशन , मेसोमोर्फिक प्रॉपर्टीज एंड **DFT** कंप्यूटेशन्स
अब्दुल करीम-तलाक मोहम्मद*, उमर एस. खलीफा, श्रीनिवास एच.टी, विसम अहमद अमीन

17. ट्रेसिंग द इवोलुशन ऑफ अल्ट्राल्यूमिनस इन्फ्रारेड गैलेक्सीज इन टू रेडियो गैलेक्सीज विथ लो फ्रीक्वेंसी रेडियो ऑब्सेर्वशन्स
नंदी, एस; दास, एम एंड द्वारकानाथ, के.एस.
मंथली नोटिसस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी , **2021** वॉल **503**, पी **5746–576**

18. सुपर-एडिंगटन एक्रीशन ऑन टू ए स्टेलर मास अल्ट्राल्यूमिनस एक्स-रे सोर्स **NGC 4190 ULX1**
घोष टी. एंड राणा वी
मंथली नोटिसस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी , *2021*, वॉल *504*, पी *974*

19. एक्सट्रैक्टिंग द **21** सेंमी **EoR** सिग्नल यूसिंग **MWA** ड्रिफ्ट स्कैन डेटा
पटवा एके; सेठी, एस एंड द्वारकानाथ के.एस.
मंथली नोटिसस ऑफ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी, *2021*, वॉल *504*, पी *2062-2072*

20. फेब्रिकेशन ऑफ सिल्वर-डेकोरेटेड ग्राफीन ऑक्साइड नैनोहाइब्रिड्स वाया पल्स्ड लेजर एब्लेशन विथ एक्सीलेंट एंटी माइक्रोबियल एंड ऑप्टिकल लिमिटिंग परफॉरमेंस
नैन्सी, पार्वती; जोस, जिया; जॉय, नितिन; वल्लुवदासन, शिवकुमारन; फिलिप, रेजी एंड +3 को-ऑथर्स
नैनो मटीरियल्स , *2021*, वॉल *11 (4)*, पी *880*

21. ऑप्टिकल लिमिटिंग बिहेवियर ऑफ द नेचुरल डाई एक्सट्रेक्ट फ्रॉम इंडिगोफेरा टिनक्टोरिया लीव्स
दास, बी सी; रेजी, निरंजन एंड फिलिप, रेजि
ऑप्टिकल मटीरियल्स, *2021*, वॉल *114*, पी *110925*

22. ट्यूनिंग द नॉन लीनियर ऑप्टिकल प्रॉपर्टीज बाइ इंजीनियरिंग डोनर - एक्सेप्टर कॉन्फ़िगरेशंस इन नाइट्रोक्लोन डिराइवेटिव्स
उंडावल्ली, जी. ; जोसेफ, एम.; फिलिप, आर. ; आनंद, एंड राव जी.एन.
ऑप्टिकल मटीरियल्स, *2021*, वॉल *115*, पी *111024*

23. माइक्रोवेव-ड्रिवेन जनरेशन एंड ग्रुप डिले कंट्रोल ऑफ ऑप्टिकल पल्स फ्रॉम एन अल्ट्रा-डाइल्यूट एटॉमिक एन्सेम्बल
सास्वथ, जे. के.; प्रदोष, के.एन.; अद्वैत, के.वी.; सैंडर्स, बैरी सी.; ब्रेटेनकर, फैबियन एंड एंड नारायणन, अंडाल
ऑप्टिक्स एक्सप्रेस, *2021*, वॉल *29*, पी *15940-15952*

24. इमेजिंग थ्रू फॉग यूसिंग क्वाडरेचर लॉक-इन डिस्क्रिमिनेशन
कुमार, शशांक; देबनाथ, बापन; एम.एस., मीना; फीका, जूलियन; धार, शंकर; अलौनी, मेहदी; ब्रेटेनकर, फैबियन एंड रामचंद्रन, हेमा
ओएसए कॉन्टिन्यूअम , *2021*, वॉल *4*, पी *1649-1657*

25. ट्रांसमिशन इन ए फ़ानो-एंडरसनचेन विथ ए टोपोलॉजिकल डिफेक्ट
नेहरा, रितु; रामचंद्रन, अजित; वस्टर, सेबेस्टियन एंड शर्मा, ऑदितिया
फिजिकल रिव्यु बी , *2021*, वॉल *103*, लेख सं *155111*

26. पिंटा: द uGMRT डाटा प्रोसेसिंग पाइपलाइन फ़ॉर द इंडियन पल्सर टाइमिंग एरे
सुशोभनन, ए., मान, वाई., जोशी, बी., प्रभु, टी., देसाई, एस., नोबलसन, के., सुरनिस, एम. एट अल.
पब्लिकेशंस ऑफ द एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी ऑफ़ ऑस्ट्रेलिया, *2021*, वॉल *38*, *e017*

27. एक्टिन फिलामेंट एलाइनमेंट कॉसेस मैकेनिकल हिस्टैरिसीस इन क्रॉस-लिंक्ड नेटवर्क्स
शेफ़, डेनिएल आर.;. रेडफोर्ड, स्टीवन ए; लोरपाइबून, चट्टीपत; मजूमदार, सायंतन एंड एंड आरोन डिनर, एंड गार्डेल मार्गरेट एल
सॉफ्ट मैटर, *2021*, वॉल *17*, पी *5499*

28. स्ट्रेन लोकलाइजेशन एंड यील्डिंग डायनामिक्स इन डिसॉर्डरेड कोलेजन नेटवर्क्स
बख्शी, स्वर्णदीप; वी.एम. वैशाख, सरकार, ऋत्विक एंड मजूमदार सायंतन
सॉफ्ट मैटर, *2021*, वॉल *17*, पी *6435*

29. लूपहोल फ्री इंटरफेरोमेट्रिक टेस्ट ऑफ मैक्रोरियलिज़्म यूसिंग हेराल्डड सिंगल फोटोन्स
जोर्डर, के.; साहा, डी. ; होम, डी. एंड सिन्हा यू.
2021, arXiv:2105.11881

प्रेस - सम्मेलन की कार्यवाहियों में पेपर्स

1. **RaFiDe** पार्ट 2 : सिग्नल अनुमालय डिटेक्शन एंड प्रेडिक्शन ऑफ एस्ट्रोनॉमिकल डाटा फॉर ए रेडियो एस्ट्रोनॉमी ऑब्जरवेशन प्लानर
भट, शशांक संजय*, टी, प्रभु, एंड साहा स्नेहांशु
URSI GASS 2021, रोम, इटली, 28 अगस्त– 4 सितंबर 2021

2. **ArXiv** इन द ओपन एक्सेस एरा : इतस युसेज एंड इट्स इम्पैक्ट ऑन फिजिक्स रिसर्चर्स
नागराज एम.एन. एंड भांडी एम.के
LISA IX, मल्टीडायमेंशनल एस्ट्रोनॉमी लाइब्रेरियनशिप: फ्रॉम ओपन साइंस टू द प्रिजर्वेशन ऑफ एस्ट्रोनॉमिकल हेरिटेज होस्टेड बाइ द रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी एंड हेल्ड एट द इंस्टिट्यूट ऑफ़ फिजिक्स , लंदन , यूके, जून **14-18, 2021**

सम्मेलनों में प्रतिभागिता और दौरा किये संस्थान

नाम	सम्मेलनों में प्रतिभागिता / दौरा किये संस्थान	लेख और व्याख्यान का शीर्षक
अभिषेक घडाई	काम्प्लेक्स फ्लुइड्स 2020 मीटिंग इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी बॉम्बे मुंबई 10 – 12 दिसंबर 2020	
अभिषेक माथुर	कॉन्फरेंस ऑन क्वांटम स्पेसटाइम एंड द रिनॉर्मलाइजेशन ग्रुप यूनिवर्सिटी ऑफ साउथर्न डेनमार्क, ओडेनसे 12 – 16 अक्टूबर 2020	एन्ट्रापी एंड द लिंक एक्शन इन द कॉसल सेट पाथ-सम
	द वर्चुअल कॉसेट मीटिंग रामन रिसर्च इंस्टिट्यूट 17 दिसंबर 2020	एन्ट्रापी एंड द लिंक एक्शन इन द कॉसल सेट पाथ-सम
अदिति अग्रवाल	39थ एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया मीटिंग आईसीटीएस-टीआईएफआर बेंगलुरु , आईआईएसईआर मोहाली , आईआईटी इंदौर एंड आईयूसीएए, पुणे 18 – 23 फरवरी 2021	मल्टी-बैंड बिहैवियर ऑफ द टीईवी ब्लेज़र पीजी 1553+113 आई ऑप्टिकल रेंज ऑन डाईवर्स टाइमस्केल्स
अद्वैत केवी	कांफेरेंस ऑन लेसर्स एंड इलेक्ट्रो-ऑप्टिक्स 11 – 15 मई 2020	
अग्निभा डे सरकार	कांफेरेंस ऑन गामा रे हैलोस अराउंड पल्सर 1 – 3 दिसंबर 2020	
	एस्ट्रोनॉमी विंटर स्कूल : हाई एनर्जी एस्ट्रोफिजिक्स नेशनल सेंटर फॉर थ्योरेटिकल साइंसेज तैवान 18 – 22 जनवरी 2021	
आकाश कुमार पटवा	एसकेए इंडिया सीडी /ईओआर एंड कॉस्मोलॉजी ग्रुप 8 मार्च 2021	ड्रिफ्ट स्कैन स्ट्रेटेजी फॉर डिटेक्टिंग द 21सीएम ईओआर पावर सिस्टम

अलकनंदा पात्रा	नेशनल वर्कशॉप ऑन एडवांस्ड एनालिटिकल टेक्निक्स फॉर क्वालिटी कंट्रोल ऑफ फार्मास्यूटिकल्स नेशनल इंस्टिट्यूट ऑफ फार्मास्यूटिकल एजुकेशन एंड रिसर्च, हैदराबाद 3 – 4 जुलाई 2020	
	वर्कशॉप ऑन एक्सआरडी थ्योरी , ऍप्लिकेशन्स एंड डाटा एनालिसिस मालवर्न पनालिटिकल एंड कुमारगुरु कॉलेज ऑफ इंजीनियरिंग 6 – 7 अगस्त 2020	
अंडाल नारायणन	टाटा इंस्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च हैदराबाद 29 सितम्बर 2020	द वर्सटाइल एलेक्ट्रोमग्नेटिकली इंड्यूस्ड ट्रांसपेरेंसी इफ़ेक्ट: फंडामेंटल्स एंड ऍप्लिकेशन्स *(इन्वाइटेड)*
	स्टूडेंट्स कांफेरेंस ऑन क्वांटम फिजिक्स एंड टेक्नोलॉजी नेशनल इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, भुबनेश्वर 21 फरवरी 2021	द वर्सटाइल एलेक्ट्रोमग्नेटिकली इंड्यूस्ड ट्रांसपेरेंसी इफ़ेक्ट: फंडामेंटल्स एंड ऍप्लिकेशन्स (इन्वाइटेड)
अनिर्बन दत्ता	8थ एटम डीबी वर्कशॉप एंड एडवांस्ड स्पेक्ट्रोस्कोपी स्कूल हार्वर्ड स्मिथसोनियन सेंटर फ़ॉर एस्ट्रोफिजिक्स यूएसए 3 – 5 अगस्त 2020	
अश्विन देवराज	39थ एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया मीटिंग आईसीटीएस- टीआईएफआर बेंगलुरु, आईआईएसईआर मोहाली, आईआईटी इंदौर एंड आईयूसीएए, पुणे 18 – 23 फरवरी 2021	न्यूस्टार व्यू ऑफ द साइक्लोट्रोन लाइन सोर्स, एकसटीई जे 1946+274
बीमान नाथ	इंटर यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 13 अगस्त 2020	नीयन साइन्स इन गैलेक्टिक कॉस्मिक रेस : मैसिव यंग स्टार क्लस्टर्स एस इम्पोर्टेन्ट एक्सेलरेशन साइट्स *(इन्वाइटेड)*
बिस्वजीत पॉल	कैलिफ़ोर्निया इंस्टिट्यूट ऑफ़ टेक्नोलॉजी,यूएसए 5 अक्टूबर 2020	इंडियन एक्स-रे पोलारीमीटर
	इंटर यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 22 अक्टूबर 2020	न्यूट्रॉन स्टार्स इन एक्स-रे बाइनरीस: सरप्राइसेस एवेरी नाउ एंड देन

	थापर यूनिवर्सिटी, पंजाब 22 नवम्बर 2020	एक्स-रे एस्ट्रोनॉमिकल स्पेक्ट्रोस्कोपी
	प्रोग्राम ऑन 5 इयर्स ऑफ एस्ट्रोसैट इंडियन स्पेस रिसर्च आर्गेनाईजेशन, बेंगलुरु 21 जनवरी 2021	स्टडी ऑफ सम एक्रीशन पॉवर्ड एक्स-रे पल्सर्स विथ एलएएक्सपीसी
	कांफेरेंस ऑफ हाई-एनर्जी एस्ट्रोफिजिक्स जापान 9 मार्च 2021	एस्ट्रोसैट, पॉलिक्स एंड सम फ्यूचर एक्स-रे इंस्ट्रूमेंटेशन एक्टिविटीज
चंदेश्वर मिश्रा	सॉफ्ट मैटर : यंग इन्वेस्टिगेटर्स ई-मीट 3 – 5 दिसंबर 2020	द रोल ऑफ साल्वेंट माइक्रो स्ट्रक्चर ऑन द एजिंग डाइनामिक्स एंड रियोलॉजी ऑफ अकवियस सस्पेंशन्स ऑफ ए सॉफ्ट कोलॉइडल क्ले
	काम्प्लेक्स फ्लुइड्स 2020 मीटिंग इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी बॉम्बे मुंबई 10 – 12 दिसंबर 2020	द रोल ऑफ साल्वेंट माइक्रो स्ट्रक्चर ऑन द एजिंग डाइनामिक्स एंड रियोलॉजी ऑफ अकवियस सस्पेंशन्स ऑफ ए सॉफ्ट कोलॉइडल क्ले
दीपक मेहता	कांफेरेंस ऑन थरस्टिंग फॉर थ्योरेटिकल बायोलॉजी इंटरनेशनल सेंटर फॉर थ्योरेटिकल साइंसेस -टाटा इंस्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च 11 – 22 जनवरी 2021	
गिरीश बीएस	वेबिनार ऑन एडीसी / डीएसी एंड आरएफएसओसी आर्किटेक्चर एवनेट इंडिया 28 अप्रैल 2020	
	वेबिनार ऑन आरएफडीसी आईपी ब्लॉक एंड विवाडो डिज़ाइन फ्लो, एवनेट इंडिया 7 मई 2020	
	कलोकियम सीरीज ऑन रिसेंट एडवांसेज इन एस्ट्रोनॉमी एंड स्पेस साइंसेज इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ़ टेक्नोलॉजी , इंदौर 9 सितम्बर 2020	
	39थ एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया मीटिंग आईसीटीएस-टीआईएफआर बेंगलुरु , आईआईएसईआर मोहाली, आईआईटी इंदौर एंड आईयूसीएए, पुणे 17 – 23 फरवरी 2021	
	वेबिनार ऑन सिलिक्स इंडिया एरोस्पेस एंड डिफेंस सम्मिट 17 – 24 फरवरी 2021	

गुंजन तोमर	XIX इंटरनेशनल वर्कशॉप ऑन न्युट्रीनो टेलीस्कोप्स 18 – 26 फरवरी 2021	
	39थ एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया मीटिंग आईसीटीएस- टीआईएफआर बेंगलुरु, आईआईएसईआर मोहाली, आईआईटी इंदौर एंड आईयूसीएए, पुणे 18 – 23 फरवरी 2021	
आयन सांतरा	बैंगलोर स्कूल ऑन स्टैटिस्टिकल फिजिक्स XI 29 जून – 10 जुलाई 2020	
कामिनी पीए	39थ एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया मीटिंग आईसीटीएस- टीआईएफआर बेंगलुरु, आईआईएसईआर मोहाली, आईआईटी इंदौर एंड आईयूसीएए, पुणे 18 – 23 फरवरी 2021	
माधवन वरदराजन	अशोका यूनिवर्सिटी 11 नवम्बर 2020	क्वांटम ग्रेविटी : ए व्यू फ्रॉम जेनेरल रिलेटिविटी *(इन्वाइटेड)*
माधवी एस	39थ एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया मीटिंग आईसीटीएस- टीआईएफआर बेंगलुरु, आईआईएसईआर मोहाली, आईआईटी इंदौर एंड आईयूसीएए, पुणे 17, 18 फरवरी 2021	
मनामी रॉय	39थ एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया मीटिंग आईसीटीएस- टीआईएफआर बेंगलुरु, आईआईएसईआर मोहाली, आईआईटी इंदौर एंड आईयूसीएए, पुणे 18 – 23 फरवरी 2021	गामा-रे एंड रेडियो बैकग्राउंड कंस्ट्रेंट्स ऑन कॉस्मिक रेस इन मिल्की वे सरकमगैलेक्टिक मीडियम
	कांफेरेंस ऑन फंडामेंटल्स ऑफ गैशियस हैलोस (एचएएलओ 21) कावली इंस्टिट्यूट फॉर थ्योरेटिकल फिजिक्स 11 जनवरी – 5 मार्च 2021	1. गामा-रे एंड रेडियो बैकग्राउंड कंस्ट्रेंट्स ऑन कॉस्मिक रेस इन मिल्की वे सरकमगैलेक्टिक मीडियम 2. ए पैनोरमिक व्यू ऑफ द सरकम गैलेक्टिक मीडियम इन द फोटोआयनाइज़्ड प्रेसिपिटेशन मॉडल
	सेंटर फॉर थ्योरेटिकल फिजिक्स पोलिश अकादमी ऑफ़ साइंस, वॉरसॉ 15 मार्च 2021	अनफोल्डिंग द मिस्टरी ऑफ द गैलेक्टिक हेलो

मंजुनाथ कड्डीपुजार	6थ वेबिनार ऑन इम्पैक्ट ऑफ़ कोवीड-19 ऑन एकेडेमिक्स एंड सोसाइटल लाइफ : रोल ऑफ़ सोशल मीडिया इंडियन लाइब्रेरी एसोसिएशन एंड कल्याण कर्नाटका लाइब्रेरियंस 20 मई 2020	
	7थ वेबिनार ऑन ऐक्सेस एंड इम्पैक्ट ऑफ इन्फॉर्मेशन एंड रिसर्च इन डिजिटल कंटेंट इंडियन लाइब्रेरी एसोसिएशन एंड एसोसिएशन ऑफ इंडियन लॉ लाइब्रेरीज 23 मई 2020	
	वेबिनार ऑन द प्लेस ऑफ लाइब्रेरी इन नेशनल एजुकेशन पालिसी 2020: इंटीग्रेशन ऑफ लर्निंग लैंडस्केप्स कर्नाटका स्टेट लाइब्रेरी एसोसिएशन 12 अगस्त 2020	
	यूईएससीओ-एनडीएलआई रीजनल वेबिनार : एक्सेस टू इनफार्मेशन ड्यूरिंग द कोवीड-19 क्राइसिस 28 सितम्बर 2020	
	वेबिनार ऑन ऑनलाइन एजुकेशन : ट्रांजीशन ऑफ लाइब्रेरीज एंड लाइब्रेरी सर्विसेज बलानी इंफोटेक प्राइवेट लिमटेड 30 सितम्बर 2020	
	सेमिनार ऑन रिडिजाइनिंग ऑफ लाइब्रेरी सर्विसेज इन द कोवीड -19 एनवायरनमेंट कर्नाटका यूनिवर्सिटी, धारवाड़ 28 अक्टूबर 2020	
	सिम्पोजियम ऑन ओपन एक्सेस टू आर्चिव्स टू सपोर्ट ह्यूमैनिटीज़ रिसर्च इन इंडिया अज़ीम प्रेमजी यूनिवर्सिटी, बेंगलुरु 3 फरवरी 2021	
	सेमिनार ऑन प्लानिंग एंड इम्प्लीमेंटेशन ऑफ लाइब्रेरी एंड इनफार्मेशन सर्विसेज इन द चेंजिंग डिजिटल एनवायरनमेंट कर्नाटका यूनिवर्सिटी, धारवाड़ 22 मार्च 2021	
मरीचंद्रन वी	ब्रिटिश लिक्विड क्रिस्टल सोसाइटी एनुअल ट्रेनिंग वर्कशॉप 7 – 8 जनवरी 2021	

मयूरी इस राव	साइंस ऑफ लो फ्रीक्वेंसीज़ कांफेरेंस 1 - 4 दिसंबर 2020	
	सम्मर आल ज़ूम एपोक ऑफ रिआयोनाइजेशन एस्ट्रोनॉमी कांफ्रेंस 29 जनवरी 2021	कंबैटिंग सिस्टमैटिक्स : ग्राउंड-बेस्ड ग्लोबल ईओआर एक्सपेरिमेंट्स
नागराज एम एन	एलआईएस एकेडेमी डिस्टिंगुइश्ड लेक्चर ऑन रोल ऑफ लाइब्रेरीज इन इम्प्लीमेंटेशन ऑफ एनईपी -2020 फ्रेमवर्क 12 दिसंबर 2020	
	वेबिनार ऑन रेस्टोरिंग प्राइड ऑफ प्लेस टू लाइब्रेरीज एंड लाइब्रेरियंस - ए डिमांड साइड पेर्स्पेक्टिव एलआईएस एकेडमी 9 जनवरी 2021	
नैंसी वर्मा	कांफेरेंस ऑन लेसर्स एंड इलेक्ट्रो-ऑप्टिक्स 11 – 15 मई 2020	
	ओएसए अल्ट्राफास्ट ऑप्टिकल फिनामिना टेक्निकल ग्रुप वर्कशॉप 25 – 29 मई 2020	फेम्टोसेकन्ड लेज़र - इंड्यूस्ड पीरियाडिक सरफेस स्ट्रक्चर ऑन फ्यूस्ड सिलिका सरफेस
नयनतारा गुप्ता	कांफेरेंस ऑन गामा रे हैलोस अराउंड पल्सर 1 – 3 दिसंबर 2020	
	39थ एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया मीटिंग आईसीटीएस- टीआईएफआर बेंगलुरु, आईआईएसईआर मोहाली, आईआईटी इंदौर एंड आईयूसीएए, पुणे 18 – 23 फरवरी 2021	ट्रांसिएंट एस्ट्रोफिसिकल फिनामिना *(इन्वाइटेड)*
नोमान एक्स	द वर्चुअल कॉसेट मीटिंग रामन रिसर्च इंस्टिट्यूट 26 – 28 अगस्त 2020	इंटैंगलमेंट एन्ट्रापी : एक्साम्पल्स एंड क्वेसटेंस
	कॉन्फरेंस ऑन क्वांटम स्पेसटाइम एंड द रिनॉर्मलाइजेशन ग्रुप यूनिवर्सिटी ऑफ साउथर्न डेनमार्क, ओडेनसे 12 – 16 अक्टूबर 2020	इंटैंगलमेंट एन्ट्रापी ऑफ कॉसल सेट डे सिट्टर होराइज़ंस
पलक	सॉफ्ट मैटर : यंग इन्वेस्टिगेटर्स ई-मीट 3 – 5 दिसंबर 2020	साइड ब्रांच्ड पैटर्न्स, कोलेसेन्स एंड स्टेबल इंटरफेसेस ड्यूरिंग रेडियल डिस्प्लेसमेंट ऑफ ए विस्कोइलास्टिक फ्लूइड

	काम्प्लेक्स फ्लुइड्स 2020 मीटिंग इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी बॉम्बे मुंबई 10 – 12 दिसंबर 2020	साइड ब्रांच्ड पैटर्न्स , कोलेसेन्स एंड स्टेबल इंटरफेसेस ड्यूरिंग रेडियल डिस्प्लेसमेंट ऑफ ए विस्कोइलास्टिक फ्लूइड
प्रभु टी	इंडियन पल्सर टाइमिंग ऐरे स्टूडेंट वीक 9 – 12 अप्रैल 2020	
	इंडियन पल्सर टाइमिंग ऐरे साइंस वीक 13 – 12 अप्रैल 2020	
	एफआरबी 2020 थाईलैंड मीटिंग 6 – 9 जुलाई 2020	
	इंटरनेशनल पल्सर टाइमिंग ऐरे कैच-अप मीटिंग 22 – 23 सितम्बर 2020	
	कांफेरेंस ऑन फ्यूचर ट्रेंड्स इन रेडियो एस्ट्रोनॉमी इंस्ट्रूमेंटेशन रेडियो नेट मैक्स प्लैंक इंस्टिट्यूट फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी 21 – 22 सितम्बर 2020	
	इंजीनियरिंग फॉर रिसर्च सिम्पोजियम 10 – 11 अक्टूबर 2020	
	39थ एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया मीटिंग आईसीटीएस- टीआईएफआर बेंगलुरु, आईआईएसईआर मोहाली, आईआईटी इंदौर एंड आईयूसीएए, पुणे 18 – 23 फरवरी 2021	
प्रदीप कुमार बीरा	काम्प्लेक्स फ्लुइड्स 2020 मीटिंग इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी बॉम्बे मुंबई 10 – 12 दिसंबर 2020	अर्थक्वेक-लाइक प्रॉपर्टीज ऑफ द फ्लो ऑफ सॉफ्ट मैटेरियल्स बिलो यील्ड स्ट्रैस
प्रमोद पुल्लर्कट	इंडियन एकेडमी ऑफ न्यूरोसाइंस मीटिंग 4 – 7 अक्टूबर 2020	साइक्लोस्केलेटल कंट्रिब्यूशंस टू एक्सोनल स्ट्रेच रिस्पांस *(इन्वाइटेड)*
	बैंगलोर डिवेलपमेन्टल बायोलॉजी क्लब मीटिंग 30 अक्टूबर 2020	मैकेनिकल एंड शेप रिस्पॉन्सेस ऑफ़ एक्सोन्स *(इन्वाइटेड)*
	काम्प्लेक्स फ्लुइड्स 2020 मीटिंग इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी बॉम्बे, मुंबई 10 – 12 दिसंबर 2020	स्ट्रेन - सॉफ्टेनिंग रिस्पॉन्स ऑफ एक्सोन्स
	65थ मीटिंग ऑफ द बायोफिजिकल सोसाइटी, यूएसए 25 फरवरी 2021	एन एक्टिन - स्पेक्ट्रिन पीरियाडिक स्केलीटन एक्ट्स एस एन एक्सोनल शॉक अब्सॉर्बर *(इन्वाइटेड)*

रघुनाथन ए	द एप्लाइड कम्प्यूटेशनल इलेक्ट्रोमैग्नेटिक्स सोसाइटी कांफेरेंस 2020, यूएसए 22 – 26 मार्च 2020	वाइड बैंड ऐन्टेना विथ अल्ट्रा-स्मूथ करैक्टरिस्टिक्स *(इन्वाइटेड)*
राजकुमार बिस्वास	सॉफ्ट मैटर : यंग इंवेस्टीगेटर्स ई-मीट 3 – 5 दिसंबर 2020	क्वांटीफाइंग द डिस्ट्रक्चरिंग ऑफ ए थिक्सोट्रापिक कोलॉइडल सस्पेंशन यूसिंग फॉलिंग बाल विस्कोमेट्री
	काम्प्लेक्स फ्लुइड्स 2020 मीटिंग इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी बॉम्बे मुंबई 10 – 12 दिसंबर 2020	क्वांटीफाइंग द डिस्ट्रक्चरिंग ऑफ ए थिक्सोट्रापिक कोलॉइडल सस्पेंशन यूसिंग फॉलिंग बाल विस्कोमेट्री
रमेश बी	39थ एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया मीटिंग आईसीटीएस- टीआईएफआर बेंगलुरु, आईआईएसईआर मोहाली, आईआईटी इंदौर एंड आईयूसीएए, पुणे 18 – 23 फरवरी 2021	ऑब्सेर्विंग इन मिलीमीटर - वेव्स विथ सिंगल डिशेस *(इन्वाइटेड)*
रणिता जना	मिशिगन कॉस्मोलॉजी सम्मर स्कूल, यूएसए 1 – 5 जून 2020	
	फंडामेंटल्स ऑफ गैसियस हैलोस, यूसी सांता बारबरा 11 जनवरी – 5 मार्च 2021	
रंजिनी बंद्योपाद्याय	ई-कांफेरेंस ऑन सॉफ्ट मैटर 2020 15 – 17 जुलाई 2020	साइड ब्रांच्ड पैटर्न्स एंड प्रोपोरशनेट ग्रोथ इन द डिस्प्लेसमेंट ऑफ ए विस्कोइलास्टिक फ्लूइड बाइ ए न्यूटोनियन लिक्विड
रजी फिलिप	बिशप मूरे कॉलेज, मावेलिक्कारा 14 मई 2020	नॉनलीनियर ऑप्टिक्स ऑफ नैनो मैटेरियल्स
	एसडी कॉलेज , एल्लेपी 28 नवंबर 2020	नॉनलीनियर ऑप्टिक्स: फंडामेंटल्स एंड एप्लिकेशन्स
	यूजीसी रिफ्रेशर कोर्स भारतीदासन यूनिवर्सिटी , तिरुचिरापल्ली	नॉनलीनियर ऑप्टिक्स इन द नैनोडोमेन *(इन्वाइटेड)*
	सैंट जोसेफ्स कॉलेज , एल्लेपी 19 जनवरी 2021	फंडामेंटल्स ऑफ नॉनलीनियर ऑप्टिक्स
	प्रोविडेंस कॉलेज, कैलीकट 24 फरवरी 2021	द रामन इफ़ेक्ट
	यूजीसी रिफ्रेशर कोर्स बैंगलोर यूनिवर्सिटी, बेंगलुरु 18 मार्च 2021	नॉनलीनियर ऑप्टिक्स इन नैनोडोमेन *(इन्वाइटेड)*

ऋतु नेहरा	मजलैब वर्चुअल 2021 थ्योरी विंटर स्कूल ऑन मॉडर्न एस्पेक्ट्स ऑफ क्वांटम कंडेंस्ड मैटर 11 – 15 जनवरी 2021	
	प्रोग्राम नॉन-हर्मिटियन फिजिक्स इंटरनेशनल सेंटर फॉर थ्योरेटिकल साइंसेज बेंगलुरु 21 – 26 मार्च 2021	
सच्चिनान्द बारिक	काम्प्लेक्स फ्लुइड्स 2020 मीटिंग इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी बॉम्बे मुंबई 10 – 12 दिसंबर 2020	ट्रांसिएंट स्ट्रेस रिलैक्सेशन इन डेन्स पार्टिकुलेट सस्पेंशन्स इन ए शियर इंड्यूस्ड जैम्ड़ स्टेट
संहिता कबिराज	43र्ड सीओएसपीएआर साइंटिफिक असेंबली , ऑस्ट्रेलिया 29 जनवरी 2021	1.ब्रॉड ब्रांड एक्स-रे करैक्टरिस्टिक्स ऑफ द ट्रांसिएंट पल्सर जीआरओ जे 2058+42 2. ए ग्लिम्प्स ऑफ सीओएसपीएआर कैपेसिटी बिल्डिंग वर्कशॉप
संजीब सभापंडित	लखीमपुर गर्ल्स कॉलेज, असम 17 जुलाई 2020	लार्ज डिविएशन्स इन नॉन -इक्विलिब्रियम सिस्टम्स
	आर्या विद्यापीठ कॉलेज , असम 27 जुलाई 2020	लार्ज डिविएशन्स इन नॉन -इक्विलिब्रियम सिस्टम्स
	इंटरनेशनल सेंटर फ़ॉर थ्योरेटिकल साइंसेज बेंगलुरु 4 मार्च 2021	एक्टिव ब्रॉउनियन मोशन विथ डायरेक्शनल रिवेर्सल्स
सप्तऋषि चौधुरी	वेबिनार ऑन फिजिकल केमिस्ट्री कर्नाटका साइंस एंड टेक्नोलॉजी एकेडमी बेंगलुरु 26 नवंबर 2020	क्वांटम टेक्नोलॉजीस *(इन्वाइटेड)*
	स्टूडेंट कांफ्रेंस ऑन फोटोनिक्स एंड क्वांटम टेक्नोलॉजी 2021 नेशनल इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, भुबनेश्वर 25 फरवरी 2021	मर्जिंग क्वांटम टेक्नोलॉजीज विथ कोहेरेंटली ड्रिवेन हॉट एंड कोल्ड एटम्स *(इन्वाइटेड)*
सौरभ कौशिक	कांफेरेंस ऑन मेकेनो-जीनोमिक्स सेमिनार सीरीज टीएच जुरिच एंड पॉल स्केररेर इंस्टिट्यूट स्विट्ज़रलैंड (ऑनगोइंग)	

सौरभ सिंह	पैक्ड अल्ट्रा - वाइड बैंड मैपिंग ऐरे वर्कशॉप 2020 18 – 20 अगस्त 2020	ओवरव्यू ऑन एचईआरए सिम्युलेशन्स
	3ई ग्लोबल 21-सीएम वर्कशॉप यूनिवर्सिटी ऑफ केम्ब्रिज 19 – 22 अक्टूबर 2020	अपडेट्स ऑन सारस 3 एंड प्रतुष *(इन्वाइटेड)*
	साइंस एट लो फ्रीक्वेंसीज़ VII कांफेरेंस यूनिवर्सिटी ऑफ एम्स्टर्डम, द नेथरलैंड्स 1 – 4 दिसंबर 2020	सारस 3: ए प्रिसिशन रेडियोमीटर फ़ॉर ऑब्सेर्वशन्स ऑफ कॉस्मिक डॉन
सायन्तन मजूमदार	काम्प्लेक्स फ्लुइड्स 2020 मीटिंग इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी बॉम्बे मुंबई 10 – 12 दिसंबर 2020	यील्डिंग एंड एनर्जी डिस्सिपेशन इन डेन्स सस्पेंशन्स ऑफ कोहेसिव एथर्मल पार्टिकल्स *(इन्वाइटेड)*
	इंटरनेशनल कांफेरेंस ऑन सॉफ्ट मैटेरियल्स मालवीय नेशनल इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी जयपुर 13 – 18 दिसंबर 2020	सिग्नेचर ऑफ जैमिंग अंडर स्टेडी शियर इन डेन्स पार्टिकुलेट सस्पेंशन्स
सेबन्ति चट्टोपाद्याय	काम्प्लेक्स फ्लुइड्स 2020 मीटिंग इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी बॉम्बे मुंबई 10 – 12 दिसंबर 2020	रोल ऑफ इंटर -पार्टिकल अट्रैक्टिव इंटरेक्शन्स ऑन शियर बैंडिंग एंड डिस्सिपेशन इन डेंस सस्पेंशन्स
सौरव भद्रा	39थ एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया मीटिंग आईसीटीएस- टीआईएफआर बेंगलुरु, आईआईएसईआर मोहाली, आईआईटी इंदौर एंड आईयूसीएए, पुणे 18 – 23 फरवरी 2021	
श्रीनिवासा एच टी	फैकल्टी डेवलपमेंट प्रोग्राम ऑन रिसेंट ट्रेंड्स इन एडवांस्ड केमिस्ट्री यूनिवर्सिटी ऑफ पेट्रोलियम एंड एनर्जी स्टडीज उत्तराखंड 8 – 13 जून 2020	
	इंटरनेशनल कांफेरेंस ऑन एडवांस्ड मैटेरियल साइंस एंड एप्लिकेशन्स एमएस रामय्या इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी बेंगलुरु 3 – 4 सितम्बर 2020	रोटेशनल डिफ्फ्यूशन ऑफ एरोमेटिक डाईकीटोन डिराइवेटिव्स इन पोलार एंड नॉनपोलार सॉल्वेंट्स
श्रीवाणी के एस	वेबिनार ऑन एडीसी /डीएसी एंड आरएफएसओसी आर्किटेक्चर एवनेट इंडिया 28 अप्रैल 2020	

	वेबिनार ऑन आरएफडीसी आईपी ब्लॉक एंड विवाडो डिज़ाइन फ्लो एवनेट इंडिया 7 मई 2020	
	कोलोक्वियम सीरीज ऑन रिसेंट एडवांसेज इन एस्ट्रोनॉमी एंड स्पेस साइंसेज इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ़ टेक्नोलॉजी , इंदौर 9 सितम्बर 2020	
	मीटिंग ऑन रेडियो नॉइज़ मेज़रमेंट इन इंडिया मिनिस्ट्री ऑफ कम्युनिकेशन्स 4 फरवरी 2021	
	39थ एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया मीटिंग आईसीटीएस- टीआईएफआर बेंगलुरु, आईआईएसईआर मोहाली, आईआईटी इंदौर एंड आईयूसीएए, पुणे 17 – 23 फरवरी 2021	
	वेबिनार ऑन सिलिक्स इंडिया एरोस्पेस एंड डिफेंस सम्मिट 17 – 24 फरवरी 2021	
सुमति सूर्या	राड-बॉउड यूनिवर्सिटी , द नेथरलैंड्स 5 जून 2020	क्वांटम डायनामिक्स फॉर कॉसल सेट्स : थ्री एप्प्रोचेस
	कांफेरेंस ऑन क्वांटम ग्रेविटी 2020 पेरिमीटर इंस्टिट्यूट, कनाडा 13 – 17 जुलाई 2020	द क्वांटम डायनामिक्स ऑफ कॉसल सेट्स : डाइरेक्शंस एंड चैलेंजेस *(इन्वाइटेड)*
	द वर्चुअल कॉसेट मीटिंग रामन रिसर्च इंस्टिट्यूट 26 – 28 अगस्त 2020	
	कॉन्फरेंस ऑन क्वांटम स्पेसटाइम एंड द रिनॉर्मलाइजेशन ग्रुप यूनिवर्सिटी ऑफ साउथर्न डेनमार्क, ओडेनसे 12 – 16 अक्टूबर 2020	एवोलुशनरी आरजी इन कॉसल सेट थ्योरी *(इन्वाइटेड)*
	लिगेसी स्कूल, बेंगलुरु 7 जनवरी 2021	परसुइन्ग ए लाइफ /करियर इन साइंस
	कांफेरेंस ऑन वूमेन एट द इंटरसेक्शन ऑफ मैथमेटिक्स एंड थ्योरेटिकल फिजिक्स पेरिमीटर इंस्टिट्यूट , कनाडा 22 – 25 फरवरी 2021	मैथमेटिकल पज़ल्स फ्रॉम कॉसल सेट क्वांटम ग्रेविटी *(इन्वाइटेड)*
सुपुर्णा सिन्हा	कांफेरेंस ऑन करेंट ट्रेंड्स इन क्वांटम इनफार्मेशन प्रोसेसिंग इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ़ साइंस , बेंगलुरु 24 जुलाई 2020	

	कांफ्रेंस ऑन स्टैटिस्टिकल बायोलॉजिकल फिजिक्स : फ्रॉम सिंगल मॉलिक्यूल टू सेल इंटरनेशनल सेंटर फॉर थ्योरेटिकल साइंसेज बेंगलुरु 7 - 18 दिसंबर 2020	
स्वर्णदीप बक्शी	काम्प्लेक्स फ्लुइड्स 2020 मीटिंग इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी बॉम्बे मुंबई 10 – 12 दिसंबर 2020	
तमाल सरकार	काम्प्लेक्स फ्लुइड्स 2020 मीटिंग इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी बॉम्बे मुंबई 10 – 12 दिसंबर 2020	1जिलेशन कैनेटिक्स ओफ कार्बन डॉट्स एम्बेडेड सिलिका जेल 2.इफेक्टिव चीटोसन-सिलिका -TIO2 हाइब्रिड नैनोकम्पोजिट जेल्स फ़ॉर एडसोर्प्शन ऑफ़ डाई
उर्बसी सिन्हा	सिम्पोजियम ऑन क्वांटम इनफार्मेशन एंड कम्प्यूटेशन इंस्टिट्यूट ऑफ इलेक्ट्रिकल एंड इलेक्ट्रॉनिक्स इंजिनियर्स हैदराबाद 2 जुलाई 2020	क्वांटम एक्सपेरिमेंट्स यूसिंग सैटलाइट टेक्नोलॉजी *(इन्वाइटेड)*
	वर्ल्ड सम्मिट ऑन द इनफार्मेशन सोसाइटी फोरम 2020 सेशन ऑन साइबर सिक्योरिटी इन द एरा ऑफ क्वांटम इनफार्मेशन टेक्नोलॉजी : चैलेंजेज एंड कन्सिडरेशंस फॉर आईसीटी नेटवर्क्स 31 जुलाई 2020	सिक्योरिटी थ्रेट टू नेटवर्क्स : सोल्यूशन मे बी क्वांटम *(इन्वाइटेड)*
	वर्चुअल रोडशो ऑन शोकेसिंग साइबर सिक्योरिटी आर एंड डी 6 नवंबर 2020	
	कांफेरेंस ऑफ इंडिया इंटरनेट फाउंडेशन 1 दिसंबर 2020	क्वांटम कम्युनिकेशन्स एट आरआरआई बैंगलोर *(इन्वाइटेड)*
	इंटरनेशनल कांफ्रेंस ऑन क्वांटम फंडामेंटल्स, टेक्नोलॉजी एंड एप्लिकेशन्स 5 दिसंबर 2020	क्वांटम स्टेट इंटरफेरोग्राफी *(इन्वाइटेड)*
	15थ एडिशन ऑफ़ नास्कॉम -डीएससीआई एनुअल इनफार्मेशन सिक्योरिटी सम्मिट 17 दिसंबर 2020	क्वांटम कम्युनिकेशन्स *(इन्वाइटेड)*
	द यंग साइंटिस्ट्स कांफेरेंस इंडिया इंटरनेशनल साइंस फेस्टिवल 22 दिसंबर 2020	एक्सॉटिक वर्ल्ड इन द फॉउंडेशन्स ऑफ क्वांटम मैकेनिक्स (इन्वाइटेड रिव्यू)

	वेबिनार ऑन क्वांटम टेक्नोलॉजीज इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ स्पेस साइंस एंड टेक्नोलॉजी एलुमिनी एसोसिएशन 16 जनवरी 2021	क्वांटम कम्युनिकेशन्स *(इन्वाइटेड)*
	अटल फैकल्टी डेवलपमेंट वर्कशॉप ऑन क्वांटम कंप्यूटिंग ठाकुर कॉलेज ऑफ़ इंजीनियरिंग एंड टेक्नोलॉजी 22 जनवरी 2021	क्वांटम कम्युनिकेशन्स *(इन्वाइटेड)*
	क्वांटम इनफार्मेशन एंड कंप्यूटिंग वर्कशॉप द इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ इनफार्मेशन टेक्नोलॉजी डिज़ाइन एंड मैन्युफैक्चरिंग , कर्नूल 25 जनवरी 2021	फोटोनिक क्वांटम साइंस एंड टेक्नोलॉजीज
	स्टूडेंट कांफ्रेंस ऑन एडवांसेज इन ऑप्टिक्स टाटा इंस्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च मुंबई 5 फरवरी 2021	सिक्योर क्वांटम कम्युनिकेशन्स एट आरआरआई बैंगलोर (इन्वाइटेड)
	रॉयल सोसाइटी युसूफ हामिद वर्कशॉप फॉर इंडिया एंड द यूके रॉयल सोसाइटी,यूके एंड इंडियन नेशनल साइंस एकेडमी 4 मार्च 2021	फोटोनिक क्वांटम साइंस एंड टेक्नोलॉजीज *(इन्वाइटेड)*
	वर्कशॉप ऑन इंटरनेशनल वूमेंस डे 2021 विज्ञानं प्रसार एंड ऑफिस ऑफ प्रिंसिपल साइंटिफिक एडवाइसर, गवर्नमेंट ऑफ इंडिया 8 मार्च 2021	
ऊर्णा बसु	बैंगलोर स्कूल ऑन स्टैटिस्टिकल फिजिक्स XI 29 जून – 10 जुलाई 2020	नॉन इक्विलिब्रियम रिस्पांस थ्योरी
	फिजिक्स कोलोक्वियम इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलुरु 27 नवंबर 2020	एक्टिव ब्राउनियन मोशन इन 2डी
	यूनिवर्सिटी ऑफ एडिनबर्ग, यूके 13 जनवरी 2021	एक्टिव ब्राउनियन मोशन इन टू -डायमेंशंस अंडर स्टोकैस्टिक रिसेटिंग
वाणी हिरेमठ	लाइब्रेरी टेक्नोलॉजी कॉन्क्लेव 27 – 30 जनवरी 2021	
वैभव राज सिंह परमार	काम्प्लेक्स फ्लुइड्स 2020 मीटिंग इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी बॉम्बे मुंबई 10 – 12 दिसंबर 2020	इफ़ेक्ट ऑफ़ एजिंग ऑन क्रैकिंग ऑफ डेसिकेटिंग लैपोनाइट सस्पेंशन्स

	इंटरनेशनल कांफेरेंस ऑन सॉफ्ट मैटेरियल्स मालवीय नेशनल इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी जयपुर 13 – 18 दिसंबर 2020	इफ़ेक्ट ऑफ़ एजिंग ऑन क्रैकिंग ऑफ डेसिकेटिंग लैपोनाइट सस्पेंशन्स
विनुता सी	39थ एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया मीटिंग आईसीटीएस- टीआईएफआर बेंगलुरु, आईआईएसईआर मोहाली, आईआईटी इंदौर एंड आईयूसीएए, पुणे 18 – 23 फरवरी 2021	
योगेश आर्या	काम्प्लेक्स फ्लुइड्स 2020 मीटिंग इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी बॉम्बे मुंबई 10 – 12 दिसंबर 2020	बिहेवियर ऑफ लैपोनाइट नैनोप्लेटलेट्स विथ ट्यूनेबल इंटरेक्शन्स

शैक्षणिक संगोष्ठी और सेमिनार

नाम	शीर्षक	तारीख
गौतम मैनन अशोका यूनिवर्सिटी, सोनीपत एंड इंस्टिट्यूट ऑफ मैथमेटिकल साइंसेज चेन्नई	कोविड-19 : व्हाट द फ्यूचर माइट होल्ड	22 मई 2020
जी वी पवन कुमार इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च , पुणे	ऑप्टोथर्मल असेंबली ऑफ कोलॉइड्स	5 जून 2020
ज्योति आर सेठ इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी मुंबई	ब्रेकिंग वैक्स नेटवर्क्स इन क्रूड आयल यूसिंग हाई इलेक्ट्रिक फ़ील्ड्स	19 जून 2020
संदीप कृष्णा नेशनल सेंटर फॉर बायोलॉजिकल साइंसेज, बेंगलुरु	द केमिकल बेसिस ऑफ मेटाबोलिक इंटरडिपेंडेंस	4 जुलाई 2020
गुरुस्वामी कुमारस्वामी इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी मुंबई	3 डी प्रिंटिंग ऑफ वेस्ट-डिराइव्ड हाई डेंसिटी पॉलीएथीलीन	17 जुलाई 2020
रामा गोविंदराजन इंटरनेशनल सेंटर फ़ॉर थ्योरेटिकल साइंसेज, बेंगलुरु	केओटिक डायनामिक्स ऑफ एलिप्सॉइड्स इन फ्लूइड	31 जुलाई 2020
सोनाली सचदेवा पेकिंग यूनिवर्सिटी , बेजिंग	इंटरप्ले ऑफ स्ट्रक्चर, स्टेलर एक्टिविटी एंड एन्वायरनमेंट ऑफ गैलेक्सीज	7 अगस्त 2020
जयरामन एन चैंगलूर नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी, पुणे	इवोल्यूशन ऑफ द एटॉमिक गैस कॉन्टेंट ऑफ गैलेक्सीज	11 अगस्त 2020
नितिन कुमार इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी मुंबई	कंट्रोलिंग इलास्टिसिटी एंड काम्प्लेक्स डायनामिक्स ऑफ बायोपॉलीमर-बेस्ड एक्टिव लिक्विड क्रिस्टल्स	14 अगस्त 2020
रिताबेन चटर्जी प्रेसीडेंसी यूनिवर्सिटी, कोलकाता	ब्लेज़र्स इन एस्ट्रोसैट इरा	18 अगस्त 2020

दीपांकर भट्टाचार्या यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे	पोलराइज़्ड हाई एनर्जी एमिशन फ्रॉम एस्ट्रोफिजिकल सोर्सेज	25 अगस्त 2020
प्रतीक शर्मा इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस बैंगलुरु	सरकमगैलेक्टिक मीडियम एस सीन थ्रू आइडियालाइज़्ड मॉडल्स	1 सितम्बर 2020
मड़ीवाला जी बसवराज इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी मद्रास	इवापोरशन ड्रिवेन सेल्फ-असेंबली ऑफ कालॉइड्स	11 सितम्बर 2020
सत्यजीत राठ इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे	कोविड -19: इम्यूनिटी इन द क्रॉसहेर्स	24 सितम्बर 2020
चन्दन दास गुप्ता इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एंड इंटरनेशनल सेंटर फॉर थ्योरेटिकल साइंसेज, बेंगलुरु	एक्टिव मैटर एट हाई डेन्सिटीज़	25 सितम्बर 2020
बासुदेब माजी ब्रॉड इंस्टिट्यूट ऑफ एमआईटी एंड हारवर्ड, केम्ब्रिज	सीआरआईएसपीआर : ए क्रिस्पी गिफ्ट फ्रॉम माइक्रोऑर्गैनिस्म टू मैनकाइंड फ़ॉर जीन एडिटिंग	29 अक्टूबर 2020
सायन कर इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी खड़गपुर	द यूबीक्विशियस रेचौधुरी इक्वेशन एंड इट्स कॉनसीकुएंसेस	5 नवंबर 2020
शेषाद्री श्रीधर रामन रिसर्च इंस्टिट्यूट बैंगलुरु	सुपर मैसिव ब्लैक होल्स इन गैलेक्टिक न्युक्लिआइ : ए पर्सपेक्टिव ऑन द 2020 फिजिक्स नोबेल प्राइज	12 नवंबर 2020
एसके मिनहजुर रहमान नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे	एक्सप्लोरिंग पल्सर रेडियो एमिशन वया द हाइड्रो डायनामिक ब्रांच ऑफ लांगमुइर वेव इंस्टैबिलिटी	24 नवंबर 2020
सुष्मिता दास दिल्ली यूनिवर्सिटी , नई दिल्ली	आउट-ऑफ -प्लेन सेल्फ-प्रोपल्शन ऑफ ड्रॉप्लेट्स ऑन हीटेड लुब्रीकैंट-इम्प्रेग्नेटेड सरफेसस	18 दिसंबर 2020
अर्पिता दास साहा इंस्टिट्यूट ऑफ न्यूक्लियर फिजिक्स कोलकाता	लेज़र इंड्यूस्ड कोहेरेंट फिनामिना इन द रूबिडीयम एटामिक मीडियम	21 जनवरी 2021
पृथा दोलाइ इंटरनेशनल सेंटर फॉर थ्योरेटिकल साइंसेज बेंगलुरु	एक्टिव पार्टिकल्स इन ए सिंगल-फाइल : इफेक्ट ऑफ कॉनफाइन्मेंट	25 जनवरी 2021

आदित्य रोट्टी यूनिवर्सिटी ऑफ मैनचेस्टर, यूके	नावेल एप्रोचेस टू डिराइविंग कॉस्मोलॉजिकल कंस्ट्रेंट्स वया मेशरमेन्ट्स ऑफ द सुनयेव-ज़ेल्दोविच इफेक्ट	27 जनवरी 2021
सीमा साटिन इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे	स्टॉकैस्टिक फ्लक्चुएशन्स इन स्ट्रांग ग्रेविटी रीजंस एंड कॉम्पैक्ट स्टार्स : एन एप्रोच टुवर्ड्स स्टडीइंग स्टैटिस्टिकल प्रॉपर्टीज ऑफ डेन्स मैटर इन एस्ट्रोफिसिकल ऑब्जेक्ट्स एंड देयर डायनामिकल प्रॉपर्टीज	27 जनवरी 2021
ऋजुता जगन्नाथन आरहस यूनिवर्सिटी , डेनमार्क	द कंट्रीब्यूशन ऑफ PAHx टू इंटरस्टैलर केमिस्ट्री - ए लैबोरेटरी स्टडी	29 जनवरी 2021
सुशांता कुमार पाल इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी दिल्ली, नई दिल्ली	स्पिन-ऑर्बिट बीम्स : एन ओवरव्यू	12 फरवरी 2021
कुमार शिवम नेशनल इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी पटना	ट्रेनिंग ए कंप्यूटर प्रोग्राम टू रेकग्नाइज हैंडराइटिंग यूसिंग बेयस थ्योरम	17 फरवरी 2021
चाओ-यांग लू यूनिवर्सिटी ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी ऑफ चाइना, चाइना	क्वांटम सुप्रीमेसी एंड बियॉन्ड	18 फरवरी 2021
ग्रेगोर वैहस यूनिवर्सिटी ऑफ इन्सब्रुक, ऑस्ट्रिया	एक्स्ट्राऑर्डिनरी क्लेम्स रिक्वायर एक्स्ट्राऑर्डिनरी एविडेंस : क्लोसिंग लूपहोल्स इन बेल्स इनइक्वालिटी एक्सपेरिमेंट्स	25 फरवरी 2021
चिरंजीब सिंघा चेन्नई मैथमेटिकल इंस्टिट्यूट चेन्नई	स्टडीस इन थर्मल एस्पेक्टस ऑफ श्वार्जचाइल्ड स्पेसटाइम	26 फरवरी 2021
डेविड पाइन न्यू यॉर्क यूनिवर्सिटी,यूएसए	सेल्फ-असेंबली ऑफ कोलॉइडल डायमंड फॉर फोटोनिक्स	11 मार्च 2021
राहुल शर्मा इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, मोहल्ली	ब्रॉड-बैंड लुक एट द ट्रांसिएंट न्यूट्रॉन स्टार एक्स-रे बाइनरीस एमएक्सबी 1658-298 एंड एसएएक्स जे 1748.9-2021	18 मार्च 2021

सुरक्षित क्वांटम संचार के साथ-साथ क्वांटम संवेदन और मापविद्या में हाल के प्रवृत्तियों और विकास पर ऑनलाइन कार्यशाला

17 – 18 अगस्त 2020

नाम एवं संबद्धीकरण	शीर्षक	तारीख
रवींद्र प्रताप सिंह फिजिकल रिसर्च लेबोरेटरी, अहमदाबाद	क्वांटम की डिस्ट्रीब्यूशन : यूसिंग मल्टी-फोटोन पल्सेस टू द एडवांटेज	17 अगस्त 2020
सैकत घोष इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी , कानपूर	एटोमिक कोहेरेन्स एंड फोटोन मेमोरीस	17 अगस्त 2020
पीट शमित फिकलिश्च टेक्निश बुंदेसनस्टाल्ट जर्मनी	ऑप्टिकल क्लॉक्स विथ हाइली चार्ज्ड आयंस फॉर टेस्ट्स ऑफ फंडामेंटल फिजिक्स	17 अगस्त 2020
थॉमस जिन्नेवेन यूनिवर्सिटी ऑफ़ वॉटरलू, कनाडा	नावेल एवेन्यूस फॉर रोबस्ट फ्री-स्पेस क्वांटम कम्युनिकेशंस	17 अगस्त 2020
उर्बसी सिन्हा रामन रिसर्च इंस्टिट्यूट, बेंगलुरु	क्वांटम एक्सपेरिमेंट्स विथ सैटलाइट टेक्नोलॉजी	17 अगस्त 2020
अलेक्सेंडर लिंग नेशनल यूनिवर्सिटी ऑफ़ सिंगापुर, सिंगापुर	स्पूकी एक्शन एट ए डिस्टेंस-मेशरिंग इंटेंगलमेंट जेनेरशन ऑनबोर्ड ए नैनो-सैट लाइट	18 अगस्त 2020
उमाकांत रापोल इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे	एटम इंटरफेरोमेट्री एट आईआईएसईआर पुणे	18 अगस्त 2020
सुभादीप डे इंटर यूनिवर्सिटी सेंटर फ़ॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे	ऑप्टिकल एटॉमिक क्लॉक एंड क्वांटम मैट्रोलोजी	18 अगस्त 2020
सायन पात्रा लेसरलैब एंड डिपार्टमेंट ऑफ फिजिक्स एंड वृजे यूनिवर्सिटिट एम्स्टर्डम, दी नेदरलैंड्स	फंडामेंटल फिजिक्स फ्रॉम मॉलिक्युलर वाइब्रेशन्स :टुवर्ड्स ए मॉलिक्युलर-आयन क्लॉक	18 अगस्त 2020

आगंतुक

क्रमांक	नाम और संस्था	ठहरने की अवधि
1	एसके मिनहजुर रहमान नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे	24 नवंबर 2020
2	ऋजुता जगनाथन आरहस यूनिवर्सिटी , डेनमार्क	29 जनवरी 2021
3	स्मिजेश एन महात्मा गाँधी यूनिवर्सिटी, केरल	27 फरवरी – 6 मार्च 2021
4	ऊर्णा बसु एसएन बोस नेशनल सेंटर फॉर बेसिक साइंसेस, कोलकाता	13 – 26 मार्च 2021
5	किशन संखारवा इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, कानपुर	15 – 31 मार्च 2021

आगंतुक छात्रों का कार्यक्रम

परामर्शदाता	छात्र
शिव सेठी	सिद्धांत
मयूरी एस राव	प्रतीक डोंगरे
ए रघुनाथन	के कविता
गौतम वी सोनी	ज्योति शर्मा
आंडाल नारायणन	जे के शास्वत
बी रमेश	आर ऐश्वर्या
रेजी फिलिप	गोपिका अनिल एम एस अमोघ
प्रमोद पुल्लरकट	क्षितिजा जोशी
हेमा रामचंद्रन	गायत्री रेशमा शशिधरन बी एस कार्तिक एम बिंदुश्री
सायंतन मजूमदार	विभा बालाजी शिबिल आदम कुनिक्कादन
दिब्येंदु रॉय	मोनीरा फात्मा
विक्रम राणा	सुहासिनी एस राव
रंजिनी बंद्योपाध्याय	निज़जी पीटर



रामन अनुसंधान संस्थान

लेखाओं का परीक्षित विवरण

एस जनार्दन एंड असोसिएट्स
चार्टर्ड अकाउंटेंट्स
विजय भाटिया, बीकॉम, एफसीए
बालकृष्णा एस भट, बीकॉम, एफसीए
बी आनंद, बीएससी, एफसीए

सं.8/90, पहली मंजिल, पम्पा

अपार्टमेंट सं 103 & 106 एम्बेस्सी सेंटर
सं 11, क्रेसेंट रोड, बैंगलोर-560001
फ़ोन: 22265438/ 22260055/22202709
फैक्स : 22265572

ई-मेल: ca.sjassociates@gmail.com

स्वतंत्र लेखा परीक्षक की रिपोर्ट

सेवा में
रामन अनुसंधान संस्थान के सदस्य
राय

हम ने मे**सर्स 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, 2021 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, 2021 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 ।

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 **एस जनार्दन एंड असोसिएट्स**
चार्टर्ड अकाउंटेंट्स
फर्म पंजीकरण संख्या: 005310S

बी आनंद
साझेदार
सदस्यता सं 029146
साझेदार
यूडीआईएन 21029146 AAAAHT7299

स्थान : बेंगलूरू
दिनांक: 05-07-2021

रामन अनुसंधान संस्थान , बैंगलुरु
31 मार्च 2021 को यथास्थिति तुलन पत्र
UDIN - 21029146AAAAHT7299

(धनराशि रुपयों में)

समग्र / पूंजीगत निधि और देयताएँ	अनुसूची	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष
समग्र / पूंजीगत निधि	1	104,98,46,818	103,71,86,702
आरक्षिति व अधिशेष	2	-	-
उद्दिष्ट एवं अक्षय निधि	3	67,67,74,846	63,54,52,816
प्रतिभूत उधार एवं उधारी	4	-	-
अप्रतिभूत उधार एवं उधारी	5	-	-
आस्थगित ऋण देयताएँ	6	-	-
वर्तमान देयताएँ एवं प्रावधान	7	2,03,99,221	1,91,29,454
कुल योग		**174,70,20,885**	**169,17,68,972**
परिसंपत्तियाँ			
स्थायी परिसंपत्तियाँ	8	84,94,75,308	90,04,21,237
निवेश - उद्दिष्ट एवं अक्षय निधि से	9	70,58,45,983	59,32,17,739
निवेश - अन्य	10	1,00,00,000	1,00,00,000
वर्तमान परिसंपत्तियाँ, ऋण एवं अग्रिम	11	18,16,99,594	18,81,29,996
कुल योग		**174,70,20,885**	**169,17,68,972**
महत्वपूर्ण लेखाकरण नीतियाँ	24		
आकस्मिक देयताएँ एवं लेखा पर टिप्पणियाँ	25		

समतिथि की हमारी रिपोर्ट के अनुसार
कृते मैसर्स एस जनार्दन एंड **एसोसिएट्स**
चार्टरित लेखापाल
एफआरएन 005310एस

(नरेश वी एस)
प्रशासन अधिकारी(प्रभारी)

(श्रीधर एस)
निदेशक

(बी आनंद)
साझेदार
एम सं 029146

बैंगलूरु / 05-07-21

रामन अनुसंधान संस्थान , बैंगलुरु
31 मार्च 2021 को समाप्त वर्ष के लिए आय तथा व्यय लेखा
UDIN - 21029146AAAAHT7299

(राशि भारतीय रुपयों में)

आय	अनुसूची	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष
बिक्री / सेवाओं से आय	12	-	-
अनुदान / सहायिकी	13	61,31,39,234	53,61,59,736
शुल्क /अभिदान	14	-	-
उद्दिष्ट / अक्षय निधि के लिए निवेश से आय)	15	-	-
रॉयल्टी से आय	16	-	-
अर्जित ब्याज	17	58,82,798	75,46,893
अन्य आय	18	1,51,45,694	76,75,314
तैयार माल के भंडार में वृद्धि या कमी	19	-	-
कुल योग (ए)		**63,41,67,726**	**55,13,81,943**
व्यय			
स्थापना व्यय	20	43,56,52,202	34,72,24,885
अन्य प्रशासनिक व्यय	21	11,33,48,305	13,65,76,398
अनुदान / सहायिकी पर व्यय	22	-	-
ब्याज	23	-	-
मूल्यह्रास (अनुसूची 8 के अनुसार निवल)		6,96,39,234	6,73,63,736
कुल योग (बी)		**61,86,39,741**	**55,11,65,019**
भारतकोष को हस्तांतरित अनुदान शेष पर ब्याज - अनुसूची 7(ए)(1बी)		**25,28,635**	**17,85,815**
समग्र /पूंजीगत निधि में समावेशित शेष -अधिशेष / घाटा -अनुसूची 1(2बी)		**1,29,99,350**	**(15,68,891)**
महत्वपूर्ण लेखाकरण नीतियाँ	24		
आकस्मिक देयताएँ और लेखा पर टिप्पणियाँ	25		

समतिथि की हमारी रिपोर्ट के अनुसार
कृते मैसर्स एस जनार्दन एंड एसोसिएट्स
चार्टरित लेखापाल
एफआरएन 005310एस

(नरेश वी एस)
प्रशासन अधिकारी(प्रभारी)

(श्रीधर एस)
निदेशक

(बी आनंद)
साझेदार
एम सं 029146

बैंगलूरु / 05-07-21

रामन अनुसंधान संस्थान , बेंगलुरु
31 मार्च 2021 को समाप्त वर्ष के लिए प्राप्ति एवं भुगतान विवरण
UDIN - 21029146AAAAHT7299

(राशि भा रुपयों में)

प्राप्तियाँ	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष	भुगतान	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष
I. अथ शेष			**I. व्यय**		
ए) हस्तगत रोकड़	300	281	ए) स्थापना व्यय	43,56,52,202	34,72,24,885
बी) बैंक शेष	4,15,52,578	1,81,70,199	बी) प्रशासन व्यय	11,33,48,318	13,65,77,037
सी) जमा	23,98,76,801	33,06,96,492	सी) भ नि - अंतिम भुगतान	2,03,06,638	3,11,61,685
डी) टिकट (फ्रैंकिंग मशीन)	8,620	14,407	डी) पैंशन भुगतान	-	-
II. प्राप्त अनुदान			**II. परियोजनाओं पर किया भुगतान**	5,48,75,764	6,09,77,259
ए) भारत सरकार से	61,28,00,000	51,88,24,000			
बी) राज्य सरकार से	-	-	**III.किए गए निवेश एवं जमा**		
सी) अन्य स्रोतों से	10,53,67,898	6,92,03,040	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**	4,22,67,303	5,51,50,309
बी) स्व निधि	-	-	**व्यय**		
			V. अधिशेष धन / ऋण की धनवापसी		
IV. प्राप्त ब्याज			ए) भारत सरकार को	-	-
ए) बैंक में जमा राशि पर	1,29,25,379	2,28,58,106	बी) राज्य सरकार को	-	-
बी) ऋण, अग्रिम राशि आदि पर	83,754	1,26,229	सी) अन्य निधि संभरकों को	-	-
V. अन्य आय (उल्लिखित करें)	1,52,19,526	77,24,073	**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	6,67,719	14,49,366
ए) अग्रिम	49,80,186	3,88,42,932	बी) अग्रिम	1,87,16,278	4,79,84,183
बी) प्राप्य	1,47,86,982	1,08,84,624	सी) निवेश (निवल)	8,44,347	28,10,770
सी) प्रोद्भूत ब्याज	5,99,623	1,72,485	डी) ईएमडी, एसडी, सीडी (जमा)	-	19,92,679
डी) निवेश (निवल)	4,30,05,923	1,13,09,400	ई) देय बिल	2,17,12,502	1,75,94,585
ई) उपरला	-	29,70,661	एफ़) वेतन हेतु वसूलियाँ	4,56,78,849	5,35,62,615

रामन अनुसंधान संस्थान , बैंगलुरु
31 मार्च 2021 को समाप्त वर्ष के लिए प्राप्ति एवं भुगतान विवरण
UDIN - 21029146AAAAHT7299

(राशि भा रुपयों में)

प्राप्तियाँ	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष	भुगतान	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष
एफ) ईएमडी , एसडी , सीडी (जमा)	4,35,000	7,40,000	जी) जमा (सेवाओं के लिए)	-	-
जी) पेंशन समग्र निधि	7,23,718	2,95,00,000	एच) शुल्क व कर	10,92,808	15,55,883
एच) कर्मचारी अभिदान	2,62,18,626	1,88,55,710	आई) प्रावधान	79,019	11,66,059
			जे) भ नि - निकासी	1,33,15,136	1,09,01,000
			अंशभनि (नि भाग)-पेंशन को अंतरित	-	2,95,00,000
			VIII. रोकड़ बाकी		
			ए) नकदी शेष	17	300
			बी) बैंक शेष		
			i) जमा खाते	32,66,38,753	23,98,76,801
			II) चालू /बचत खाता	2,33,89,167	4,15,52,578
			सी) पोस्टल फ्रैंकिंग मशीन	94	8,620
कुल योग	**111,85,84,914**	**108,10,46,614**		**111,85,84,914**	**108,10,46,614**

समतिथि की हमारी रिपोर्ट के अनुसार
कृते मैसर्स एस जनार्दन एंड
चार्टरित लेखापाल
एफआरएन 005310एस

(नरेश वी एस)
प्रशासन अधिकारी(प्रभारी)

(श्रीधर एस)
निदेशक

(बी आनंद)
साझेदार
एम सं 029146

बैंगलूरु / 05-07-21

रामन अनुसंधान संस्थान, बेंगलुरु
31 मार्च 2021 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	103,95,16,741		105,17,30,168	
वर्ष के दौरान जोड़	11,22,14,948		9,68,79,779	
घटाएँ: वर्ष के दौरान कटौतियाँ *(पूंजीगत-कार्य-प्रगति पर' को मिलाकर)*	6,99,47,645		4,17,29,470	
घटाएँ: प्रभार्य मूल्यह्रास आय तथा व्यय खाते को हस्तांतरित	6,96,39,234		6,73,63,736	
वर्ष के अंत में यथास्थिति शेष		101,21,44,810		103,95,16,741
(2) अनुदान शेष				
(ए) अनावर्ती अनुदान				
वर्ष के प्रारम्भ में यथास्थिति शेष		7,49,616		58,71,925
जोड़ : वर्ष के दौरान अंशदान		6,93,00,000		5,00,28,000
घटाएँ: वर्ष के दौरान किया गया व्यय		4,22,67,303		5,51,50,309
वर्ष के अंत में यथास्थिति शेष		2,77,82,313		7,49,616
(बी) आवर्ती अनुदान				
वर्ष के प्रारम्भ में यथास्थिति शेष	(30,79,655)		(15,10,764)	
आय व व्यय से हस्तांतरित	1,29,99,350		(15,68,891)	
- वर्ष के लिए लेखा				
वर्ष के अंत में यथास्थिति शेष		99,19,695		(30,79,655)
कुल योग (1+2)		**104,98,46,818**		**103,71,86,702**

अनुसूची -2- आरक्षिति एवं अधिशेष	चालू वर्ष		पूर्व वर्ष	
लागू नहीं		-		-
कुल योग		-		-

रामन अनुसंधान संस्थान, बेंगलुरु
31 मार्च 2021 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	31/03/21 को यथास्थिति शेष
					पूंजीगत व्यय	आवर्ती व्यय	अग्रिम/ प्राप्य		
सरकारी अभिकरणों द्वारा निधीयन									
1	DAE	प्रो कृष्ण कुमार-RRF-DAE	1,41,285	-	-	12,00,000	-	12,00,000	(10,58,715)
2	CSIR	SSB फैलोशिप-डॉ सादिक	1,80,000	1,80,000	-	3,60,000	-	3,60,000	-
3		SSB फैलोशिप-प्रो अविनाश देशपाँडे	1,50,000	-	-	1,50,000	-	1,50,000	-
4	DBT	संयुक्त परियोजना-डॉ प्रमोद	(1,85,224)	-	-	2,11,878	-	2,11,878	(3,97,102)
5	DST	DBT-BDTD अनुदान-डॉ गौतम	30,22,560	-	9,28,530	22,01,290	-	31,29,820	(1,07,260)
6		रामानुजन अध्येतावृत्ति- डॉ प्रमोद	2,06,447	-	-	-	-	-	2,06,447
7		DST-इंडो-रशिया- P/270-प्रो बीमन	2,50,000	-	-	2,50,000	-	2,50,000	-
8		DST-इंडो-रशिया-P/276-प्रो शिव	2,32,600	-	-	2,32,600	-	2,32,600	-
9		DST-QuST अनुदान-प्रो उर्बसी	21,79,247	98,34,000	-	29,36,119	-	29,36,119	90,77,128
10		DST-इंडो-रशिया-प्रो संदीप	14,10,400	-	-	4,15,827	-	4,15,827	9,94,573
11		DST-WOS-A-डॉ संजुक्ता	-	18,38,400	-	1,00,000	-	1,00,000	17,38,400
12		DST इंडो- इटली डॉ उर्बसी	51,61,547	4,98,964	-	26,28,340	14,35,708	40,64,048	15,96,463
13	IFCPAR	CEFIPRA अनुदान- प्रो हेमा आर	1,37,525	-	-	1,37,525	-	1,37,525	-
14		CEFIPRA अनुदान- डॉ सादिक़ रंगवाला	79,867	-	-	-	-	-	79,867
15	ISRO	प्रतुष-डॉ मयूरी	18,50,324	20,06,000	84,190	24,01,877	-	24,86,067	13,70,257
16		ISRO -POLIX पेलोड-प्रो बिस्वजीत	1,21,36,042	-	74,88,952	-	10,25,261	85,14,213	36,21,829
17		ISRO-QKD -परियोजना-डॉ उर्बसी	5,18,49,562	2,92,47,534	60,10,861	1,48,88,291	15,29,788	2,24,28,940	5,86,68,156
18	SERB	रामानुजन अध्येतावृत्ति- डॉ सायनतन	(7,41,767)	15,00,000	-	2,32,308	-	2,32,308	5,25,925
19		TARE अनुदान - डॉ अनूप , CUSAT	2,29,632	2,85,000	-	2,82,191	-	2,82,191	2,32,441
20		रामानुजन अध्येतावृत्ति- डॉ उरना बसु	88,716	6,72,000	-	67,382	-	67,382	6,93,334
21		वज्र अध्येतावृत्ति-प्रो सत्या मजूमदार	(15,883)	-	-	-	-	-	(15,883)
22		SERB -अनुदान-डॉ रंजिनी	3,55,938	5,00,000	-	4,63,556	-	4,63,556	3,92,382
23		वज्र अध्येतावृत्ति-प्रो सैंडर्स	(1,81,496)	-	-	-	-	-	(1,81,496)
24	SERB	रामानुजन अध्येतावृत्ति-डॉ दिबयेन्दु	4,61,593	-	-	4,61,593	-	4,61,593	-
25	MeITY	संयुक्त परियोजना - डॉ उर्बसी	2,00,00,000	5,76,96,000	-	1,06,13,088	1,46,16,721	2,52,29,809	5,24,66,191
26	INSA	INSA-अध्येतावृत्ति -प्रो रघुनाथन	-	-	-	76,452	-	76,452	(76,452)
27	TIFR	TIFR -अनुदान -प्रो कृष्णकुमार	51,398	-	-	3,186	-	3,186	48,212
उप कुल			**9,90,50,313**	**10,42,57,898**	**1,45,12,533**	**4,03,13,503**	**1,86,07,478**	**7,34,33,514**	**12,98,74,697**

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	31/03/21 को यथास्थिति शेष
					पूंजीगत व्यय	आवर्ती व्यय	अग्रिम/ प्राप्य		
गैर सरकारी अभिकरणों द्वारा निधिबद्ध									
1	IKP	GCE अनुदान -डॉ गौतम सोनी	(3,87,915)	11,10,000	-	49,728	-	49,728	6,72,357
उप कुल			**(3,87,915)**	**11,10,000**	-	**49,728**	-	**49,728**	**6,72,357**
सेवानिवृत्ति निधि									
1		उपदान निधि	5,45,78,662	49,07,186	-	1,81,30,696	(1,43,53,459)	37,77,237	5,57,08,611
2		छुट्टी वेतन निधि	4,75,10,732	41,84,841	-	1,53,79,955	(1,12,74,817)	41,05,138	4,75,90,435
3	-	पेंशन संराशीकरण निधि	21,65,17,145	1,67,74,265	-	1,79,42,478	(1,91,06,123)	(11,63,645)	23,44,55,055
4		RRI पेंशन निधि	11,05,90,480	56,48,011	-	1,18,21,530	(75,236)	1,17,46,294	10,44,92,197
5		RRI भविष्य निधि	10,75,93,399	-	-	36,11,905	-	36,11,905	10,39,81,494
उप कुल			**53,67,90,418**	**3,15,14,303**	-	**6,68,86,564**	**(4,48,09,635)**	**2,20,76,929**	**54,62,27,792**
कुल योग			**63,54,52,816**	**13,68,82,201**	**1,45,12,533**	**10,72,49,795**	**(2,62,02,157)**	**9,55,60,171**	**67,67,74,846**

रामन अनुसंधान संस्थान, बेंगलुरु
31 मार्च 2021 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	
लागू नहीं	-	-	-	-
कुल योग		-		-

अनुसूची -7- चालू देयताएँ व प्रावधान	चालू वर्ष		पूर्व वर्ष	
ए. चालू देयताएँ				
1. विविध लेनदार				
(ए) माल के लिए	14,586		25,26,428	
(बी) अन्य (भारतकोष को हस्तांतरित किया जाने वाला अर्जन समेत)	26,95,084	27,09,670	28,19,590	53,46,018
2. बयाना जमा		9,52,000		6,89,500
3.प्राप्त अग्रिम		1,00,00,000		1,00,00,000
4.संवैधानिक देयताएँ				
(ए) अतिदेय	-			
(बी) अन्य	-		-	
5. अन्य चालू देयताएँ (सुरक्षा जमा समेत)	14,59,928	14,59,928	18,53,136	18,53,136
कुल योग (ए)		**1,51,21,598**		**1,78,88,654**
बी . प्रावधान				
1. उपदान	-		-	
2. सेवानिवृत्ति/पेंशन	21,353		-	
3. संचित अवकाश नकदीकरण	-		-	
4. अन्य (विनिर्दिष्ट करें)	52,56,270		12,40,800	
कुल योग (बी)		**52,77,623**		**12,40,800**
कुल योग (ए+बी)		**2,03,99,221**		**1,91,29,454**

रामन अनुसंधान संस्थान , बैंगलुरु
31 मार्च 2021 को यथास्थिति तुलन पत्र का भाग बनने वाली अनुसूचियाँ

अनुसूची 8 - स्थायी परिसंपत्तियाँ											(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 यथा-स्थिति	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											
ए) पूर्ण स्वामित्ववाली 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 स्वामित्ववाली भूमि पर	1.63	19,37,93,031	27,38,473	-	19,65,31,504	4,20,21,003	31,95,607	-	4,52,16,610	15,13,14,894	15,17,72,028
3. कैंटीन संरचना	4.75	44,09,909	-	-	44,09,909	20,51,244	2,09,471	-	22,60,715	21,49,194	23,58,665
4. संयंत्र मशीनरी , उपकरण	4.75	105,28,35,055	2,92,31,862	-	108,20,66,917	52,35,17,085	5,10,79,454	-	57,45,96,539	50,74,70,378	52,93,17,970
5. वाहन	9.50	74,51,930	-	-	74,51,930	74,51,929	-	-	74,51,929	1	1
6.फर्नीचर व जोड़े उपकरण	6.33	1,59,43,141	3,10,919	-	1,62,54,060	1,20,24,602	10,27,203	-	1,30,51,805	32,02,255	39,18,539
8. कंप्यूटर सहायक उपकरण	16.21	17,31,53,722	1,46,65,091	-	18,78,18,813	15,81,89,410	31,21,425	-	16,13,10,835	2,65,07,978	1,49,64,312
9. ग्रंथालय पुस्तकें	4.75	23,11,89,958	5,53,494	-	23,17,43,452	15,48,45,076	1,10,06,074	-	16,58,51,150	6,58,92,302	7,63,44,882
कुल स्थायी परिसंपत्तियाँ		**176,23,38,178**	**4,74,99,839**	**-**	**180,98,38,017**	**90,01,00,349**	**6,96,39,234**	**-**	**96,97,39,583**	**84,00,98,434**	**86,22,37,829**
बी. कार्य प्रगति पर											
पूंजीगत परिसंपत्तियाँ		3,81,83,408	2,62,43,018	5,50,49,552	93,76,874	-	-	-	-	93,76,874	3,81,83,408
कुल पूंजी कार्य प्रगति पर		**3,81,83,408**	**2,62,43,018**	**5,50,49,552**	**93,76,874**	**-**	**-**	**-**	**-**	**93,76,874**	**3,81,83,408**
कुल योग		**180,05,21,586**	**7,37,42,857**	**5,50,49,552**	**181,92,14,891**	**90,01,00,349**	**6,96,39,234**	**-**	**96,97,39,583**	**84,94,75,308**	**90,04,21,237**
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 2021 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	10,71,64,250	10,26,64,250
आरआरआई भविष्य निधि	8,43,74,503	8,98,12,551
अन्य अनुदान एवं निधि	12,51,00,000	3,74,00,000
2. अन्य अनुमोदित प्रतिभूतियाँ	-	-
3. शेयर	-	-
4.डिबेंचर / बंधपत्र	-	-
5. एसबीआई जीवन बीमा निगम में निवेशित सेवानिवृत्ति निधि	33,77,54,101	31,86,06,539
वर्ष के दौरान किए गए भुगतानों की ओर दावा (प्रस्तुत किया जाना)	5,14,53,129	4,47,34,399
कुल योग	**70,58,45,983**	**59,32,17,739**

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 2021 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		5,95,537		6,83,440
2. हाथ में रोकड़ शेष (अग्रदाय रोकड़ को मिलाकर)		17		300
3. पोस्टल फ्रेंकिंग मशीन पर अप्रयुक्त टिकट मूल्य		94		8,620
4.बैंक शेष				
प्रधान खाता	21,50,183		60,82,104	
पेंशन निधि खाता	64,44,950		62,85,251	
भविष्य निधि खाता	1,35,98,786		82,02,190	
अतिरिक्त गैर शैक्षिक अनुदान	11,95,248	2,33,89,167	2,09,83,033	4,15,52,578
कुल (ए)		**2,39,84,815**		**4,22,44,938**
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	3,84,72,091	13,10,62,691	1,48,98,093	10,74,88,693
जमा		35,53,990		33,53,632
अन्य		74,32,494		1,43,78,586
2. प्रोद्भूत आय				
प्रधान खाता	5,91,204		4,62,022	
पेंशन निधि खाता	6,98,585		36,59,128	
भविष्य निधि खाता	37,87,586		77,36,991	
अतिरिक्त गैर शैक्षिक अनुदान	14,21,612	64,98,987	-	1,18,58,141
3. प्राप्य दावे				
प्रधान खाता	22,31,209		20,52,073	
पेंशन निधि खाता	15,80,902		29,53,620	
भविष्य निधि खाता	22,20,619		21,29,048	
अतिरिक्त गैर शैक्षिक अनुदान	31,33,887	91,66,617	16,71,265	88,06,006
कुल योग (बी)		**15,77,14,779**		**14,58,85,058**
कुल योग (ए+बी)		**18,16,99,594**		**18,81,29,996**

रामन अनुसंधान संस्थान, बेंगलुरु
31 मार्च 2021 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)	6,96,39,234	6,73,63,736
iii) आवर्ती	54,35,00,000	46,87,96,000
कुल योग	**61,31,39,234**	**53,61,59,736**

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	3,28,75,357	4,61,71,700
घटाएँ :उद्दिष्ट/ अक्षय निधि को अंतरित	3,28,75,357	4,61,71,700
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		
ए) आधारभूत अनुदान निधि को आरोप्य (भारतकोष को हस्तांतरणीय)	25,28,635	17,85,815
बी) स्वयं /अन्य निधियों को आरोप्य	32,70,409	56,34,849
3)ऋण / अग्रिम पर		
ए) कर्मचारीगण	83,754	1,26,229
कुल योग	**58,82,798**	**75,46,893**

रामन अनुसंधान संस्थान , बेंगलुरु
31 मार्च 2021 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	1,51,45,694	76,75,314
कुल योग	**1,51,45,694**	**76,75,314**

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	23,55,60,318	18,21,99,896
बी) भत्ते एवं बोनस	4,72,87,858	4,75,31,406
सी) राष्ट्रीय पेंशन योजना को योगदान	57,58,442	58,93,498
डी) कर्मचारी कल्याण व्यय	2,34,38,474	1,85,78,293
ई) सेवानिवृत्ति /सेवान्त हितलाभ	12,36,07,110	9,30,21,792
कुल योग	**43,56,52,202**	**34,72,24,885**

अनुसूची 21- अन्य प्रशासनिक व्यय	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष
1)विज्ञापन	7,55,000	8,51,068
2) सुविधाएँ	7,90,058	12,20,881
3) लेखा परीक्षा शुल्क	53,100	70,800
4) बैंक प्रभार	1,23,417	1,41,531
5) कैम्पस रखरखाव	2,45,92,671	1,95,47,199
6) परिवहन	4,45,238	5,04,049
7) निगम कर	2,87,367	2,70,574
8) शिशुसदन	3,60,000	3,55,000
9) बिजली प्रभार	1,27,08,423	1,40,53,682

अगले पृष्ठ पर क्रमागत

अनुसूची 21- अन्य प्रशासनिक व्यय (इसके आगे)	चालू वर्ष	पूर्व वर्ष
10) मनोरंजन एवं आतिथ्य	17,158	1,08,460
11) भाड़ा	4,24,110	4,61,710
12) मानदेय एवं व्यावसायिक शुल्क	74,97,836	83,82,086
13) पत्रिका सदस्यता	33,51,326	43,66,687
14) पट्टे का किराया (गौरीबिदनूर)	5,57,510	5,12,200
15) विविध व्यय	9,26,778	12,29,483
16) आउटरीच	1,13,671	9,01,295
17) पेटंट शुल्क	5,57,362	10,79,611
18) वेतनपत्रक संसाधन शुल्क	4,35,774	4,59,170
19) पीएचडी कार्यक्रम व्यय	12,72,556	9,04,767
20) डाक व कूरियर प्रभार	64,596	1,29,610
21) मुद्रण एवं लेखन सामग्री	4,17,344	7,27,964
22) मरम्मत एवं रखरखाव	1,18,72,312	1,08,16,059
23) सुरक्षा प्रभार	80,11,108	83,57,186
24) सेमिनार/सम्मेलन	4,85,955	17,11,331
25) भंडार व उपभोज्य सामग्रियाँ	3,12,51,594	4,40,87,939
26) दूरभाष व संचार	16,11,984	11,40,360
27)यात्रा व्यय	10,66,573	60,00,321
28) वर्दी व वर्दी भत्ता	54,679	1,81,614
29) विश्वविद्यालय संबद्धता शुल्क	-	6,00,000
30) वाहन अनुरक्षण	19,41,686	28,24,275
31) अभ्यागत छात्र कार्यक्रम	5,38,206	38,11,898
32) जल प्रभार	7,62,913	7,67,588
कुल योग	**11,33,48,305**	**13,65,76,398**

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	-	-

रामन अनुसंधान संस्थान , बेंगलुरु
UDIN-21029146AAAAHT7299

अनुसूची - 24

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 अनुसूची -8 (स्थायी परिसंपत्तियाँ) 'पूंजी - कार्य प्रगति पर हैं' 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 LC-0505321IM0000274 के माध्यम से उच्च वियोजन परमाणु बल सूक्ष्मदर्शी की उपलब्धि के लिए ऑक्सफोर्ड इंस्ट्रूमेंट्स के पक्ष में साख पत्र स्थापित किया है। यह एलसी वित्त वर्ष 22 में समाप्त होगी ।

2. संस्थान द्वारा दी गई बैंक गारंटी	शून्य
3. करों के संबंध में विवादित माँगे	संस्थान ने ट्रेसेस पोर्टल पर बकाया कर का लेखा समाधान कर लिया है और वित्त वर्ष 20-21 में इसका समाधान किया है। संस्थान के खिलाफ कोई बकाया दावा नहीं है।

बी. <u>लेखा पर टिप्पणियाँ</u>

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 । **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 ब्याज़ 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। 31-03-2021 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, पीएफ खाते में केवल जीपीएफ 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 **रु 8,89,61,800/ -** 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 **रु 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.`1में दिखाया गया है ।

4. आधारभूत अनुदान की निधि को आम बैंक खाते में रखा गया था। अतः भारतकोष को जमा की जाने वाली रु **25,28,635/-** 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 2021 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।

समतिथि की हमारी रिपोर्ट के अनुसार
कृते मैसर्स एस जनार्दन एंड एसोसिएट्स
चार्टरित लेखापाल
एफआरएन **005310**एस

(नरेश वी एस)
प्रशासन अधिकारी(प्रभारी)

(श्रीधर एस)
निदेशक

(बी आनंद)
साझेदार
एम सं **029146**

बेंगलूरु / **05-07-21**



रामन अनुसंधान संस्थान
सी वी रामन एवेन्यू
सदाशिवनगर
बेंगलुरु-560080, भारत