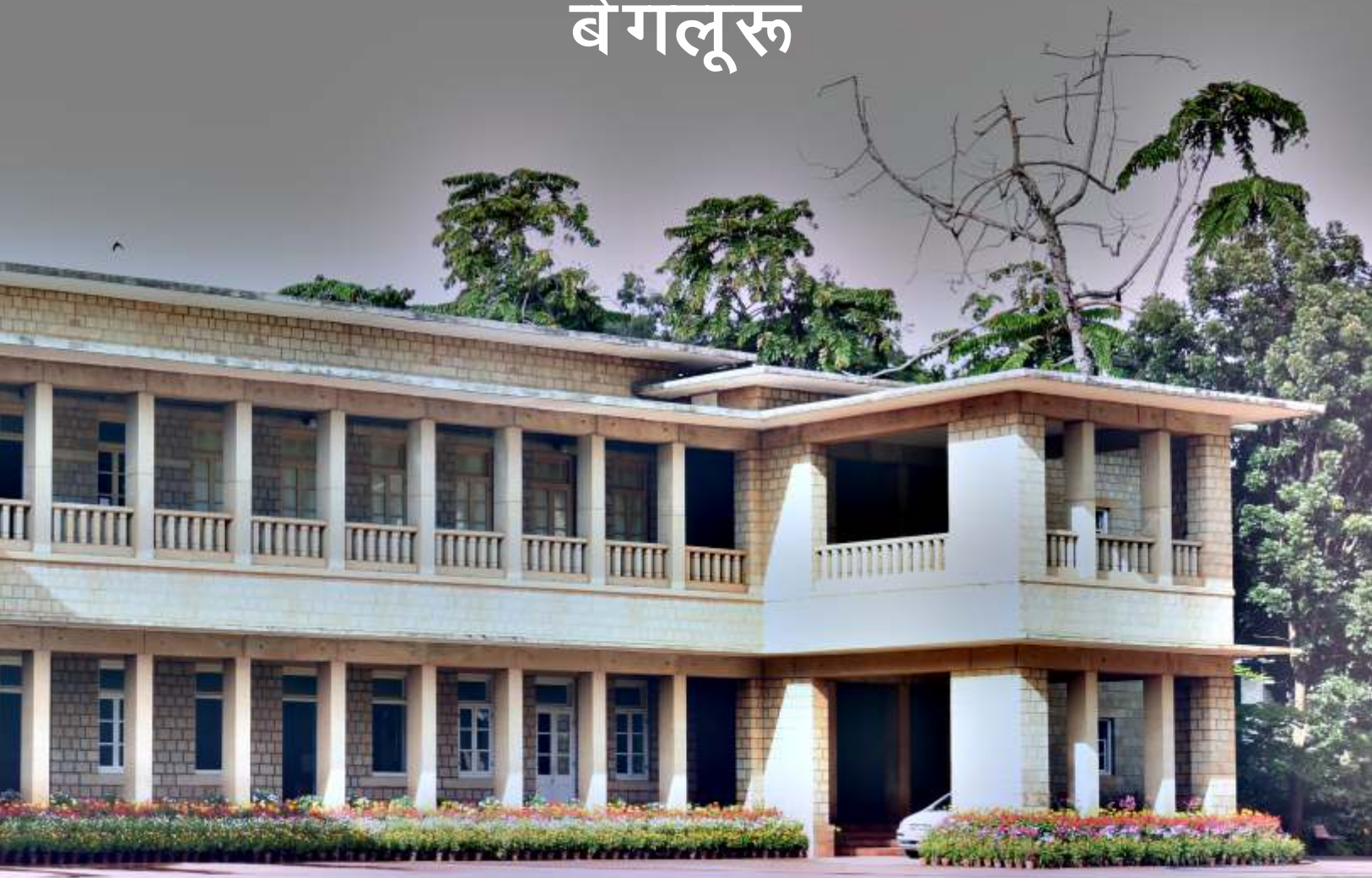
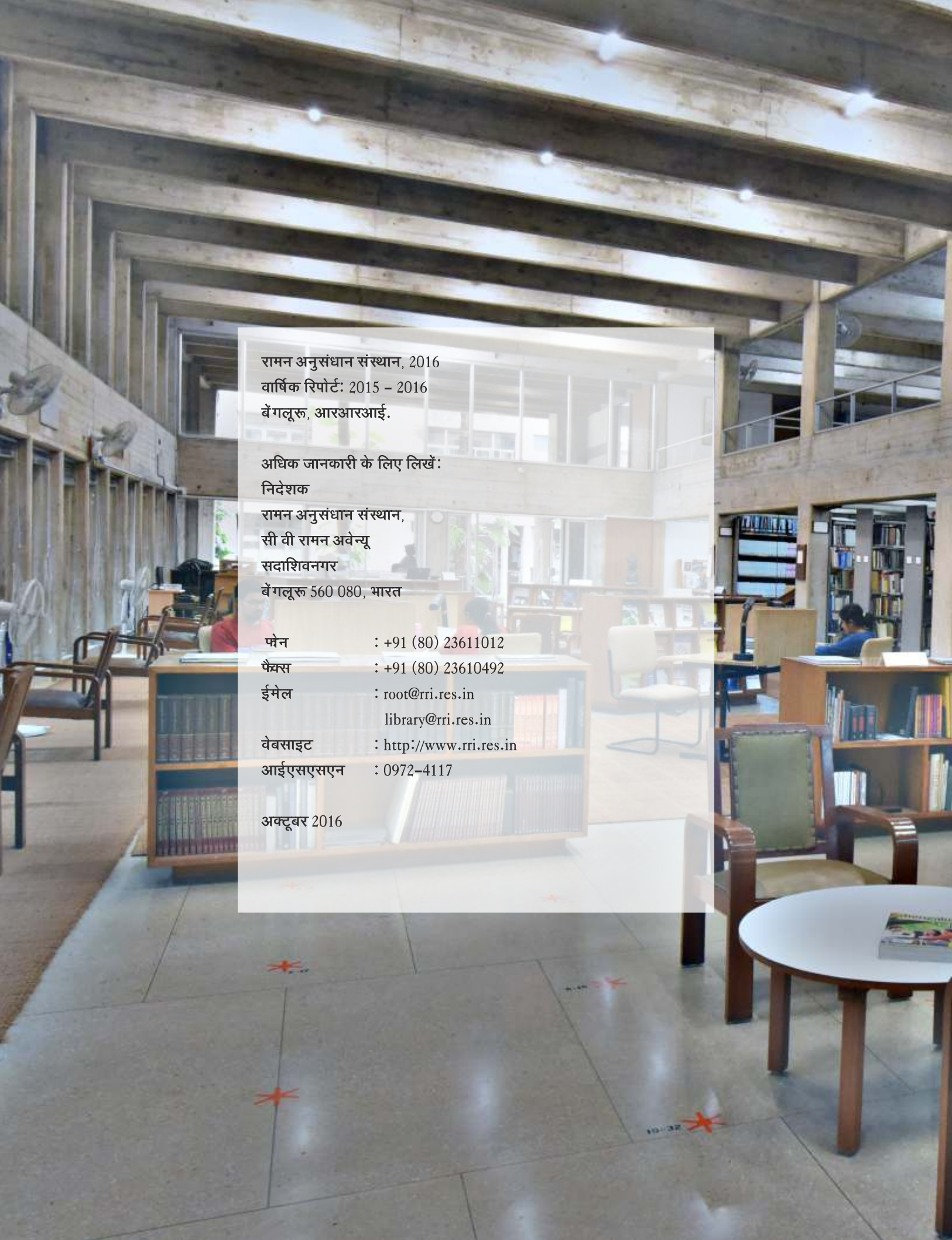
रामन अनुसंधान संस्थान

बेंगलूरू



वार्षिक रिपोर्ट

2015 – 16



रामन अनुसंधान संस्थान, 2016
वार्षिक रिपोर्ट: 2015 – 2016
बेंगलूरू, आरआरआई.

अधिक जानकारी के लिए लिखें:
निदेशक
रामन अनुसंधान संस्थान,
सी वी रामन अवेन्यू
सदाशिवनगर
बेंगलूरू 560 080, भारत

फोन : +91 (80) 23611012
फैक्स : +91 (80) 23610492
ईमेल : root@rri.res.in
library@rri.res.in
वेबसाइट : http://www.rri.res.in
आईएसएसएन : 0972–4117

अक्टूबर 2016

वार्षिक रिपोर्ट

2015 – 16



रामन अनुसंधान संस्थान

बेंगलूरू



विषय–सूची

	पेज
निदेशक की कलम से	3

संस्थान के बारे में

आरआरआई एक झलक में	6
संगठन चार्ट	8
प्रस्तावना	10

अनुसंधान के क्षेत्र

खगोलिकी एवं ताराभौतिकी	30
प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी	56
मृदु संघनित पदार्थ	81
सैद्धांतिक भौतिकी	128
सुविधाएँ	137
शैक्षणिक कार्यक्रम	154
आरआरआई में लोग	156
प्रकाशन	175
अन्य गतिविधियाँ	176
आयोजित कार्यक्रम	183
परिशिष्ट	193
लेखा-विवरण	272



निदेशक की कलम से



अगस्त 2015 में हमें हर्षित करने वाला समाचार अचानक ही प्राप्त हुआ कि माननीय मंत्री डॉ हर्ष वर्धन जी, विज्ञान और प्रौद्योगिकी व पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय ने हमारे संस्थान आने व एक दिन का समय बिताने की इच्छा व्यक्त की है।

मंत्री जी का दौरा संस्थान में हम सभी के लिए एक सुखद अनुभव था। डॉ हर्ष वर्धन जी ने कर्मचारियों से लेकर छात्रों, सभी से बातचीत की। जैसे ही आपने अलग-अलग प्रयोगशालाओं में कदम रखा और भिन्न-भिन्न वैज्ञानिक, तकनीकी व प्रशासनिक कर्मचारियों के समूह से मुलाकात की तो आपके अनौपचारिक दृष्टिकोण ने सभी को बिना किसी संकोच के बातचीत करने का अवसर प्रदान किया। आपने अनुसंधान के लक्ष्यों को समझने में अपनी विशेष रूचि व्यक्त की। उद्देश्यों की प्रशंसा करते हुए उन्होंने अपने परिप्रेक्ष्यों को सरलता के साथ रखा और ऐसे तरीकों को बताया जिनसे होते हुए महान लक्ष्यों की प्राप्ति हो सकती है जैसा कि आप और सरकार कल्पना करते हैं।

इस वर्ष ने आरआरआई को संस्थान के अनुसंधान से प्रत्यक्ष रूप से संबंधित अनुसंधान क्षेत्रों पर आधारित कई बैठकों के साथ-साथ सशक्त कार्यशालाओं की मेजबानी करते हुए देखा। इसके अतिरिक्त, ऐसे कार्यक्रम भी हुए जो युवा पीढ़ी के कार्यक्षेत्रों को विस्तार प्रदान करते हैं। अप्रैल 2015 में मिकेनिकल मेनिपुलेशंस एंड रिस्पोंसेस ऑन दी स्केल ऑफ सेल्स एंड बियोंड पर आधारित सेल मिकेनिक्स बैठक हुई; जून 2015 में 21-सेमी रेखा की ब्रम्हाण्डिकी पर बैठक हुई; जुलाई 2015 में एक बार पुनः सांख्यिक भौतिकी पर वार्षिक आरआरआई स्कूल का आयोजन, परंतु इस बार आईसीटीएस-टीआईएफआर के साथ संयुक्त रूप से मेज़बानी करते हुए; जुलाई 2015 में एक और कार्यक्रम – नए कोलाइड पर चर्चा बैठक; जनवरी 2016 का समय प्रमात्रा मापन और कारणात्मक (कॉज़ल) समुच्चय सिद्धांत पर एक कार्यशाला के आयोजन का भी था ASTROSAT के प्रक्षेपण, इसके कई तरंगदैर्ध्य बैंडों में सफल प्रथम प्रकाश, और वैज्ञानिक मूल्य की एक

वैधशाला स्थापित करने के अग्रणी कार्य में आरआरआई की भी एक भूमिका रही। आरआरआई सदस्यों ने LAXPC पेलोड की उडान-पूर्व व कक्षीय मापांकन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई, और इस उपकरण को अनुसंधानपरक उपयोग में सक्षम बनाने के लिए आरआरआई में पेलोड ऑपरेशन सेंटर भी चल रहा है।

वर्ष 2015-16 को गुरूत्वीय तरंगों के पहली बार संसूचन के लिए जाना जाएगा। TMT एवं SKA की अपनी प्रतिबद्धता के तहत, इस वर्ष ने देखा कि खगोलिकी के क्षेत्र में भारत एक और मेगा-प्रोजेक्ट -LIGO में शामिल हुआ। और प्रोफेसर बाला अय्यर एवं सी वी विश्वेश्वर, जो आरआरआई के कर्मचारी थे, के सैद्धांतिकीय अनुसंधान को याद करना एक प्रेरणादायक है जिसके फलस्वरूप हाल ही में नोबल-पुरस्कार योग्य गुरूत्वाकर्षणीय तरंगों की LIGO खोज हुई, इस प्रकार LIGO में भारत की सार्थक प्रतिभागिता की नींव रखी गई।

एक्स-किरण ध्रुवीकरण मापन को पहली बार समर्थ बनाने की दिशा में लगभग एक दशक के कुशल विकासोन्मुखी प्रयास के सम्मान व उसे मान्यता देते हुए, ISRO ने पिछले वर्ष POLIX ध्रुवणमापी अवधारणा को अनुमोदित किया जिसे कि आगामी वर्ष में प्रक्षेपित किये जाने वाले - XPoSat – मिशन के पेलोड की तरह आरआरआई एक्स-किरण प्रयोगशाला में प्रस्तुत किया गया था। समयबद्ध तरीके से और अधिक प्रयास करने की मांग करते हुए कठिन परिश्रम को सम्मानित किया गया।

आरआरआई ने SKA - जो कि राष्ट्र का एक मेगाप्रोजेक्ट है, में SKA-भारत संघ के एक प्रतिभागी के रूप में अपनी भागीदारी जारी रखी। SKA को आजतक बनाए गए सभी रेडियो दूरदर्शकों की तुलना में सबसे संवेदनशील और विश्व का सबसे बड़ा दूरदर्शक माना जा रहा है। आरआरआई एकमात्र ऐसा भारतीय संस्थान है जिसने अंतर्राष्ट्रीय SKA विज्ञान पुस्तक में योगदान दिया है, जो SKA के अनुसंधानात्मक लक्ष्यों को परिभाषित करता है। और पिछले वर्ष के दौरान आरआरआई ने SKA के क्षेत्र में पुरोगामी रेडियो दूरदर्शक के अनुसंधान में अपनी प्रतिभागिता जारी रखी।

आरआरआई, नि:संदेह, समाज, विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग तथा भारत सरकार के उत्तम सहयोग के लिए अपनी कटिबद्धता से अवगत है जो स्वतंत्र अनुसंधान करने में हमें सक्षम बनाता है और प्राय: साहसी व जोखिम से परिपूर्ण रहते हैं। आरआरआई समकक्ष अनुसंधान संस्थानों के बीच एक अलग व अद्वितीय संस्थान है जिसमें इसके कई अनुसंधान विषय प्रायोगिक प्रयासों पर बल देते हैं जिनके लिए महत्वपूर्ण संस्थागत तकनीकी सक्षमता व कुशलता तथा प्रायोगिक उपकरण व विधियों में उन्नत दृष्टिकोणों की आवश्यकता होती है, जिसके लिए अक्सर वर्षों की दृढ़ता व एकचित समर्पण आवश्यक होता है। यह आधुनिक संदर्भ में संस्थापक सर सी वी रामन की शैली के संगत है।

अंतर्राष्ट्रीय बौद्धिक मंच पर देश को एक सम्मानजनक स्थिति पर खड़ा करने के लक्ष्य के साथ मूलभूत विज्ञान में अनुसंधान में संलग्न रहना ही संस्थान की प्रतिबद्धता है। प्रचालित अनुसंधान नियमित रूप से ज्ञान आधार को बढ़ाते हैं जिसके परिणामस्वरूप प्रकृति के मौलिक नियमों व व्यवहार को समझने में आसानी होती है जो विज्ञान की प्रगति की आधारशिला रखते हैं और समाज को लाभांवित करते हैं।

प्रत्यक्ष प्रभावोत्पादी क्षेत्रों में संलग्न रहने की आवश्यकता को महसूस करते हुए, हमने युवा छात्रों के लिए - पीएचडी के नियमित कार्यक्रम के अतिरिक्त अत्यधिक प्रचलित आगंतुक छात्र कार्यक्रम, और अनुसंधान सहायक कार्यक्रम के जरिए, अपने दरवाजे खुले रखे हैं। ये सभी परिसर में युवा मानस के प्रवाह को जारी रखते हैं, उन्हें अनुसंधान में कैरियर बनाने के लिए प्रेरित व अनुभव से परिपूर्ण करने में मदद करते हैं। इतना ही नहीं, आरआरआई वैज्ञानिक कर्मचारियों ने विद्यालय व विश्वविद्यालयों में जाकर भी युवाओं को उनसे मूलभूत विज्ञान पर बात करके, विज्ञान की सफलताओं को बताकर, छात्रों को परामर्श देते हुए और आधुनिक प्रकाशिकी व आधुनिक दूरदर्शक जैसे विविध विषयों पर कार्यशालाओं का आयोजन करते हुए शामिल किया है।

इस प्रसंग पर जारी रहते हुए, आरआरआई में, ब्रेन-कम्प्यूटर इंटरफेस को विकसित करने की पहल ने पिछले वर्ष में एक मील के पत्थर के समान उपलब्धि प्राप्त की: इस प्रयोगशाला में जो सबसे नवीनतम प्रगति हुई वह है दृश्यात्मक रूप से सक्रिय करने वाली नियंत्रण प्रणाली को विकसित करना जिसे कि विविध प्रकार के उपकरणों (रोबोटिक भुजा, पहिएदार कुर्सी, इत्यादि) के साथ उपयोग किया जा सकता है और पहिएदार कुर्सी, एलिवेटर्स इत्यादि में उपयोग के लिए आवाज से चलने वाले प्रचालन प्लेटफार्म का विकास। अलग से, समाज कल्याण से संबंधित एक अन्य अनुसंधान में, आरआरआई की इलेक्ट्रोकेमिस्ट्री प्रयोगशाला ने तथाकथित 'सिंथेटिक दूध मिलावट' का पता लगाने के लिए अवरोध आधारित 'हैंड हेल्ड मिल्क प्योरिटी टेस्टिंग डिवाइस' को बनाया है; यह कार्य डीएसटी-नेशनल हब फॉर हेल्थ केयर इंस्ट्रूमेंटेशन (NHHID), अण्णा विश्वविद्यालय, चेन्नई और इलेक्ट्रॉनिक्स सिस्टम्स एंड इंजीनियरिंग विभाग, आईआईएससी, बेंगलूर के संयुक्त प्रयास का परिणाम है।

और, एक बड़े पैमाने पर लोगों से जुड़ने व उन तक हमारे अनुसंधानों को पहुँचाने की महत्ता व आवश्यकता को समझते हुए, हमने गुब्बी लैब विशेष रूप से उनके रिसर्च सर्विसेस मीडिया डिवीजन के साथ करार किया है ताकि लोगों को संस्थान के विशिष्ट अनुसंधानों, प्रमुख कार्यक्रमों व उपलब्धियों के बारे में बताया जा सके।

रवि सुब्रह्मण्यन
17 अगस्त 2016

आरआरआई एक झलक में

आरआरआई भारतीय भौतिज्ञ व नोबल पुरस्कार से सम्मानित सर सी वी रामन की विरासत को निरूपित करता हुआ एक प्रतीक है जो गुणवत्ता से परिपूर्ण प्रभावी अनुसंधान की उनकी शैली व विरासत को आगे बढ़ा रहा है और राष्ट्र को एक सम्मानजनक स्थिति दिलाने का प्रयास करता है। संस्थान हमारे वैज्ञानिक सांस्कृतिक इतिहास के इस विद्वान की प्रेरणादायक भावनाओं को संरक्षित रखता है।

इतिहास

नोबल पुरस्कार से सम्मानित सर सी वी रामन, ने रामन अनुसंधान संस्थान की स्थापना 1948 में उस भूमि पर की जिसे कि मैसूर सरकार द्वारा उन्हें उपहार स्वरूप भेंट में दी गई थी। सन 1970 में प्रोफेसर के निधन के पश्चात, एक लोक कल्याण न्यास बनाया गया – रामन अनुसंधान संस्थान न्यास - और भूमि, भवन, जमा, प्रतिभूति, बैंक जमा, रूपए, प्रयोगशालाएँ, उपकरण, एवं अन्य सभी चल व अचल सम्पत्तियों को आरआरआई न्यास में अंतरित कर दिया गया। आरआरआई न्यास का दायित्व रामन अनुसंधान संस्थान का अनुरक्षण, संचालन व पोषण करना था।

सन 1972 में, आरआरआई को सहायता प्राप्त स्वशासी अनुसंधान संस्थान बनाने के लिए पुनःगठित किया गया और तभी से यह विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार से अपने अनुसंधान के लिए निधि सहायता प्राप्त कर रहा है। संस्थान के प्रशासन व प्रबंधन के लिए एक विनियम व उपनियमों का ढ़ाँचा तैयार किया गया।

प्रशासन

प्रशासी परिषद संस्थान का कार्यकारी निकाय है और संस्थान के प्रशासन व प्रबंधन का नेतृत्व करता है। निदेशक प्रमुख कार्यपालक व शैक्षणिक अधिकारी है और संस्थान के प्रशासन के प्रति उत्तरदायी है। आप संस्थान के कार्यक्रमों व अनुसंधान परियोजनाओं का सामान्य पर्यवेक्षण करते हैं। प्रशासनिक अधिकारी संस्थान के सामान्य प्रशासन के प्रति उत्तरदायी है और कानूनी व अन्य संबंधित कार्यवाहियों में संस्थान का प्रतिनिधित्व करता है। वित्त समिति परिषद को वित्तीय मामलों में सहायता करती है।

मिशन

संस्थान का ध्येय खगोलिकी एवं ताराभौतिकी, प्रमात्रा परमाणु प्रकाशिकी, प्रमात्रा सूचना, मृदु संघनित पदार्थ व सैद्धांतिक भौतिकी के प्रखर क्षेत्रों में ध्यान देते हुए मूलभूत अनूसंधान में संलग्न रहना है। अनुसंधान गतिविधियों में शामिल है: रासायनिकी, तरल स्फ टिक, जैविकी में भौतिकी पर कार्य करना।

निदेशक

रामन अनुसंधान संस्थान के वर्तमान निदेशक हैं रवि सुब्रह्मण्यन।

स्थान

आरआरआई भारत की सूचना प्रौद्योगिकी राजधानी बेंगलूरू शहर के उत्तरी भाग में 20 एकड़ भू-भाग में स्थित है। उत्कृष्टता की पराकाष्ठा प्रदर्शित करता हरा-भरा परिसर, बाहर की महानगरीय व्यस्तता की चहल-पहल से दूर निर्मल एवं सुमनोहर वातावरण प्रदान करता है जो कि रचनात्मक अनुसंधान कार्य, जो इसके परिसर में संचालित रहते हैं, के लिए पूर्णतया अनुकूल है।

अनुसंधान क्षेत्र

- खगोलिकी एवं ताराभौतिकी
- प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी
- मृदु संघनित पदार्थ
- सैद्धांतिक भौतिकी

अनुसंधान प्रयोगशालाएँ

- क्ष-किरण खगोलिकी प्रयोगशाला
- आण्विक खगोलिकी प्रयोगशाला
- ब्रम्हाण्डिकीय पुन:संयोजन और पुन:आयनीकरण प्रयोगशाला
- स्काई वॉच अरे नेटवर्क
- प्रकाश-पदार्थ अंत:क्रिया
- लेज़र शीतलन व प्रमात्रा प्रकाशिकी
- अतितीव्र व अरैखिक प्रकाशिकी
- प्रमात्रा सूचना व कम्प्यूटिंग
- प्रमात्रा अभिक्रियाएँ
- अवस्था परिवर्तन व वैद्यु-प्रकाशिकी
- रियोलॉजी व प्रकाश प्रकीर्णन
- माइक्रोस्कोपी व प्रकीर्णन
- जैवभौतिकी
- रासायनिकी
- वैद्युरासायनिकी व सतह विज्ञान
- तरल स्फटिक प्रदर्शन
- माइक्रोस्कोपी व पराविद्युतांक स्पेक्ट्रोस्कोपी
- मृदु व जीवंत पदार्थों की नैनोस्केल भौतिकी
- ब्रेन कम्प्यूटर इंटरफेस

सुविधाएँ

i) प्रयोगशालाएँ:

- वैश्लेषिक भौतिक माप प्रयोगशाला
- क्ष-किरण विवर्तन प्रयोगशाला
- एसईएम प्रयोगशाला
- एएफएम प्रयोगशाला
- एनएमआर प्रयोगशाला
- माइक्रो-रामन स्पेक्ट्रोस्कोपी प्रयोगशाला
- चुम्बकीय अध्ययन प्रयोगशाला
- प्रकाशभौतिक अध्ययन प्रयोगशाला

ii) यांत्रिक अभियांत्रिकी

- यांत्रिक कर्मशाला
- शीट मेटल, पेंट एवं बढ़ई कार्य सुविधाएँ

3. इलेक्ट्रॉनिक्स अभियांत्रिकी

4. ग्रंथालय

5. कम्प्यूटर सुविधाएँ

शिक्षा

आरआरआई निम्न शैक्षणिक कार्यक्रम आयोजित करता है -

- ☞ पीएचडी कार्यक्रम
- ☞ डॉक्टरोत्तर अध्येतावृत्ति
- ☞ पंचरत्नम अध्येतावृत्ति
- ☞ आगंतुक छात्र कार्यक्रम

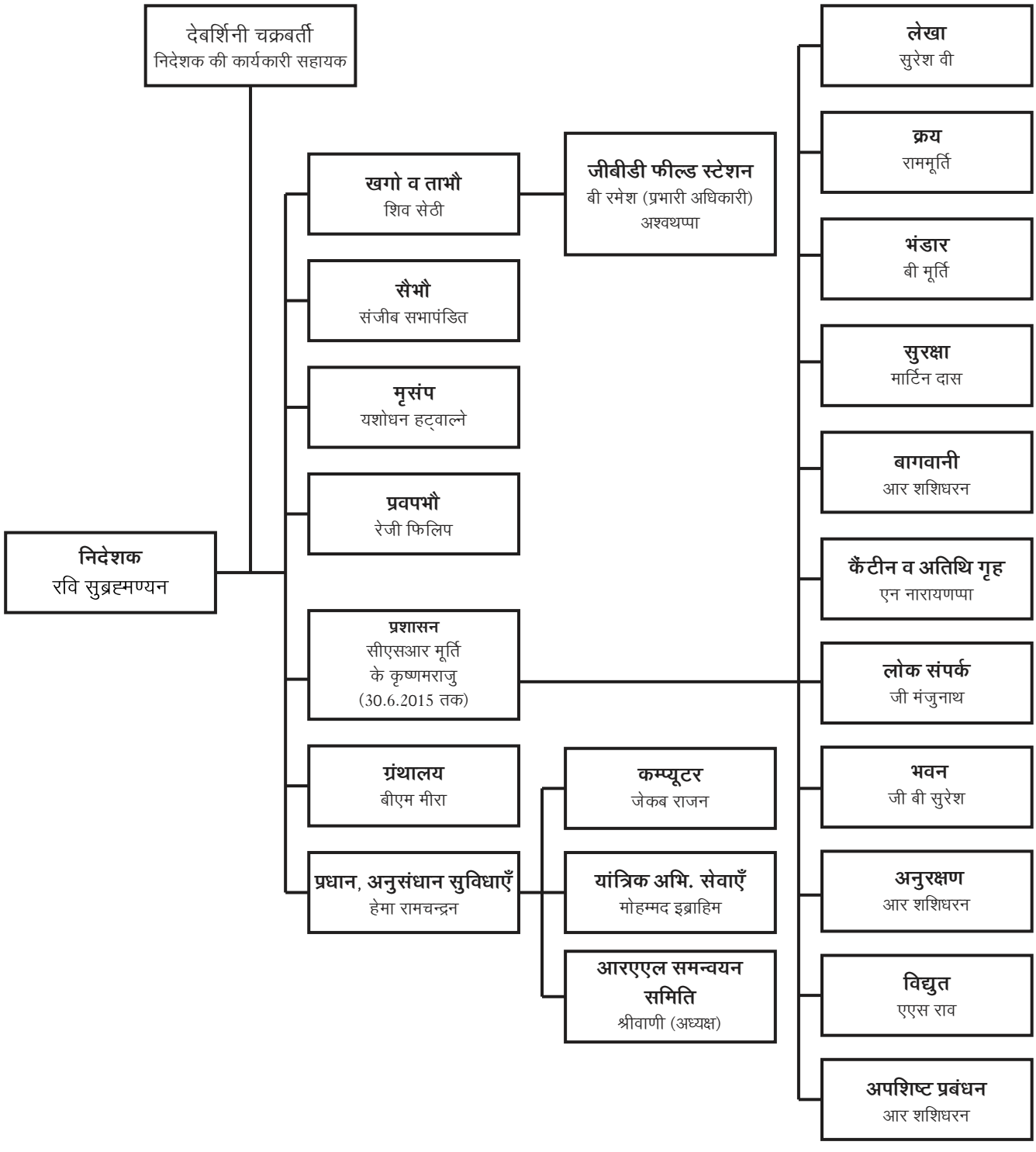
वित्त पोषण

संस्थान के अनुसंधानों का वित्त पोषण विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार के सहायता अनुदान द्वारा होता है।

रामन अनुसंधान संस्थान

सी वी रामन अवेन्यू, सदाशिवनगर

बेंगलूरू 560 080



संगठन चार्ट

आरआरआई विज्ञान गोष्ठी	:	गौतम सोनी, अंदल नारायणन, नयनतारा गुप्ता
शैक्षणिक सम्मेलन	:	जोसफ सेमुअल, प्रमोद पुलर्कट, सादिक रंगवाला, उर्बशी सिन्हा, लक्ष्मीनारायणनवी
छात्रावास छात्रपाल	:	शिव सेठी, अरूण रॉय, बी रमेश, उर्बशी सिन्हा
प्रवेश समन्वयक	:	रंजिनी बंद्योपाध्याय
एसएएसी	:	वी ए रघुनाथन (अध्यक्ष), सादिक रंगवाला, सुमति सूर्या, प्रमोद पुलर्कट, शिव सेठी
गृह बैठक	:	पीएचडी छात्र - तृतीय वर्ष
आरआरआई का जेएपी संग्र.	:	एस श्रीधर
शिकायत समिति	:	श्रीवाणी (अध्यक्ष), बीएम मीरा, सीएसआर मूर्ति, मदन राव, ममता बाई
विदेश यात्रा समिति	:	बिश्वजीत पॉल (अध्यक्ष), मदन राव, रेजी फिलिप
मूल्यांकन समिति	:	द्वारकानाथ के एस (अध्यक्ष), जोसफ सेमुअल, बिमन नाथ, वी ए रघुनाथन, सादिक रंगवाला
शैक्षणिक व अनुसंधान समिति	:	जोसफ सेमुअल (अध्यक्ष), हेमा रामचन्द्रन, बिमन नाथ
आगंतुक छात्र कार्यक्रम का समन्वयक	:	अंदल नारायणन
ग्रंथालय समिति	:	बीएम मीरा (अध्यक्ष), यशोधन हट्वाल्ने, सुपूर्णा सिन्हा, रेजी फिलिप, नयनतारा गुप्ता
आरआरआई राजभाषा कार्यान्वयन समिति	:	सीएसआर मूर्ति (अध्यक्ष), सुरेश वरदराजन, रंजीत कोष्टा, आर रमेश, सीएन राममूर्ति, बी श्रीनिवासमूर्ति, बीएम मीरा, जी मंजुनाथ, के राधाकृष्ण, वी विद्यामणी, हरिणी कुमारी, ममता बाई, जेकब राजन

प्रस्तावना

आरआरआई भारतीय भौतिज्ञ व नोबल पुरस्कार से सम्मानित सर सी वी रामन की विरासत को निरूपित करता हुआ एक प्रतीक है जो गुणवत्ता से परिपूर्ण प्रभावी अनुसंधान की उनकी शैली व विरासत को आगे बढ़ा रहा है और राष्ट्र को एक सम्मानजनक स्थिति दिलाने का प्रयास करता है। संस्थान हमारे वैज्ञानिक सांस्कृतिक इतिहास के इस विद्वान की प्रेरणादायक भावनाओं को संरक्षित रखता है।

ऐतिहासिक दृष्टि से, हमारे तरल स्फटिक में प्रायोगिक कार्य ने हमें डिस्कोटिक तरल स्फटिकों की खोज के लिए अंतर्राष्ट्रीय पहचान दिलाई है, जो कि एक ऐसा पदार्थ है जो विश्वभर में टेलिविजन और अन्य डिस्प्ले स्क्रीन में वृहत दर्शन (अधिक कोणीय रूप से) को सुलभ बनाता है। आज, रामन अनुसंधान संस्थान में अनुसंधान प्रमुखतया मूलभूत विज्ञान के निम्न क्षेत्रों पर ध्यान देता है - खगोलिकी एवं ताराभौतिकी, प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी, मृदु संघनित पदार्थ, और सैद्धांतिक भौतिकी। रासायनिकी, तरल स्फटिक, जैविकी में भौतिकी, प्रमात्रा सूचना, प्रमात्रा संचार एवं सिगनल संसाधन, प्रतिचित्रण एवं उपकरणन भी अनुसंधान गतिविधियों में शामिल हैं।

संस्थान ने अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान मेगापरियोजनाओं में भारत की प्रतिभागिता को सुनिश्चित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है। प्रोफेसर बाला अय्यर एवं सी वी विश्वेश्वर, जो आरआरआई में अनुसंधान कर्मचारी थे, ने गुरूत्वाकर्षणीय तरंगों के हाल के नोबल-पुरस्कार योग्य LIGO खोज में आधारभूत अनुसंधान किया; आरआरआई ने इस तरह से LIGO में भारतीय प्रतिभागिता की नींव रखी, जो अब राष्ट्र की एक मेगापरियोजना है।

आरआरआई अब अमेरिका में एमआईटी, हार्वर्ड, ऑस्ट्रेलिया व न्यूजीलैण्ड में विश्वविद्यालयों व सीएसआईआरओ का सहयोगी सांझेदार है, और हमने एक साथ मिलकर पश्चिमी ऑस्ट्रेलिया के सुदूरस्थ क्षेत्र में मर्किसन वाइड-फील्ड अरे (MWA) रेडियो दूरदर्शक - अंतर्राष्ट्रीय वर्ग किलोमीटर व्यूह रेडियो दूरदर्शक (SKA) का एक प्रणेता, का निर्माण किया, जो कि राष्ट्र की एक अन्य मेगापरियोजना है। आरआरआई का योगदान हार्डवेयर को डिजाइन करने और भारत-में-निर्मित उच्च-प्रौद्योगिकीय डिजीटल संग्राहक में रहा, जिसे कि हमारे अभियंता एवं वैज्ञानिकों ने आरआरआई परिसर में ही बनाया जिसमें बेंगलूर के उद्योगों की भी मदद ली गई। आज, दूरदर्शक पश्चिमी ऑस्ट्रेलिया के रेगिस्तान में पूर्णतया प्रचालित है, अपने अनुसंधान में अत्यधिक फलकारी है, तथा आरआरआई प्रत्येक प्रकाशन में प्रतिभागी रहता है। आरआरआई ब्रम्हाण्ड में प्रथम तारे एवं मंदाकिनियों के प्रारूपण की खोज के प्रमुख SKA वैज्ञानिक लक्ष्य का सहभागी है, और आरआरआई एकमात्र ऐसा भारतीय संस्थान है जिसने SKA विज्ञान निर्धारण पुस्तक में योगदान दिया है।

आरआरआई ब्रम्हाण्ड में प्रथम परमाणु, तारे व मंदाकिनियों के प्रारूपण की खोज, एक नोबल-पुरस्कार योग्य अनुसंधान, में विश्व का नेतृत्व करने के लिए उच्च प्रौद्योगिकीय रेडियो-खगोलिकी रेडियोमापी को भारत-में-निर्मित करने में संलग्न है। आरआरआई वैज्ञानिकों एवं अभियंताओं ने प्रोटाटाइप (आदर्श प्रतिकृति) बनाया है और इसे सुदूर व अधिक-ऊचाई वाले हेनले वैधशाला, लद्दाख में परीक्षित किया है, जहाँ हमारे पास सौभाग्य से विश्व में सबसे बेहतर खगोलिकीय प्रेक्षण स्थलों में से एक स्थल है। इन सुगठित रेडियोमापी के क्लस्टर को अंतर्राष्ट्रीय SKA रेडियो दूरदर्शक एंटीना के बीच-बीच में डालकर ब्रम्हाण्डीय भौर / सवेरा के प्रमुख विज्ञान और ब्रम्हाण्ड में प्रथम तारे व मंदाकिनियों के प्रारूपण में SKA अनुसंधान को समर्थवान बना आगे बढ़ाया जा सकता है। इन अउटरिगर सटीक रेडियोमापी को अद्वितीय अनुसंधान लक्ष्यों वाले पहचान योग्य हार्डवेयर बनाने के लिए प्रस्तावित किया गया है जो भारतीय उपलब्धियों को विशिष्ट रूप से मान्यता देंगे और

मेगापरियोजना में योगदान करेंगे।

आरआरआई के खगोलिकी एवं ताराभौतिकी समूह के सदस्यों ने रेडियो दूरदर्शकों की दो नई प्रकाशिक डिजाइन को प्रस्तावित किया है जो फैन बीम टेलिस्कोप (FBT) को एक घटक की तरह उपयोग करती है। वर्तमान में, आरआरआई नई डिजाइन के अनुमानित लाभ व इसकी कार्यप्रणाली को प्रदर्शित करने के उद्देश्य से फैन बीम टेलिस्कोप – लो फ्रिक्वेंसी (FBT-LF) निर्मित करने में संलग्न है।

इसके साथ ही, आगामी दशकों में SKA मेगापरियोजना में महत्वपूर्ण प्रतिभागिता सुनिश्चित करने के दृष्टिकोण से देश में एक साथ मानवशक्ति विकास बढ़ाने के उद्देश्य से, आरआरआई ने SWAN परियोजना – स्काई वॉच अरे नेटवर्क- आरंभ की है जो भारत के विश्वविद्यालयों में एंटीना व्यूहों के प्रशंसकों को बढ़ाए और सुनियोजित परियोजनाओं जिनमें समय-आधारित खगोलिकी व उन्नत सिगनल संसाधन के उभरते क्षेत्र का अन्वेषण होता है, में अपनी प्रतिभागिता के माध्यम से रेडियो खगोलिकी के अनुसंधान एवं प्रौद्योगिकी में कार्य करने के लिए युवाओं को प्रेरित व उत्तेजित करे।

SKA को इसके प्रमुख अनुसंधान में सक्षम व विस्तार प्रदान करने के उद्देश्य से आरआरआई इस तरह से SKA विज्ञान निर्धारण, डिजाइन तैयार करने और भारत में सटीक रेडियोमापी बनाने में योगदान करते हुए SKA मेगापरियोजना में भारत की सार्थक व सम्मानजनक भागदारी सुनिश्चित करता है। वहीं संस्थान दूसरी ओर, संसक्त युवा पीढ़ी को एकजुट करते हुए आगे बढ़ा रहा है जो इस दूरगामी अंतर्राष्ट्रीय अनुसंधान में देश के नेतृत्व को आगे जारी रखेंगे।

क्ष-किरण खगोलिकी के क्षेत्र में, आरआरआई वर्तमान में भारत-में-निर्मित भारतीय क्ष-किरण ध्रुवणमापी (POLIX) तैयार कर रहा है जो इसरो के लघु उपग्रह मिशन XPoSat समर्पित एक पेलोड है। POLIX उच्च ऊर्जा ताराभौतिकी में एक नया आयाम खोलेगा। POLIX विश्व में प्रथम क्ष-किरण ध्रुवणमापी बनने की ओर अग्रसर है जो NASA एवं ESA अंतरिक्ष मिशनों के पहले ब्रम्हाण्डीय क्ष-किरण स्त्रोतों के क्ष-किरण ध्रुवीकरण का मापन करेगा।

आरआरआई में तैयार व भारत-में-निर्मित अनूठी लेज़र-आधारित बल मापन तकनीकों का उपयोग करते हुए आरआरआई के अनुसंधानकर्ताओं ने तंत्रिका कोशिकाओं अथवा अक्षतंतुओं की प्लाज्मा झिल्लियों के भौतिक गुणधर्मों की हमारी समझ को बेहतर बनाने के लिए कई प्रयोग किये हैं। उन्होंने इस प्रकार से तंत्रिका कोशिकाओं की प्रतिक्रिया को यांत्रिक और रसायनिक दाब के साथ संबंध स्थापित किया है जिसके फलस्वरूप अक्षतंतुवीय क्षति के लिए संभव रणनीतियों और तंत्रिकीय अपजनन संबंधी यांत्रिकी की हमारी समझ बेहतर हुई है। तंत्रिका कोशिकाओं के लिए अक्षतंतुवीय प्रत्यास्थता और एमसमान अक्षतंतुवीय व्यास बनाए रखना इस यांत्रिक अक्षतंतुवीय क्षति को रोकने के लिए महत्वपूर्ण है जो कि तंत्रिका अपजनन संबंधी रोगों के आरंभ होने का प्रमुख कारण है। यह अनुसंधान दिमाग में उक्त किसी भी प्रकार के विघटन की रोकथाम करने के लिए बेहतर और अधिक अनुकूलतम दवा का कारण बन सकता है। निश्चित जैवचिकित्सा अभिरूचि का एक अन्य विषय है विशिष्ट रूप से डिजाइन किए गए वाहक जिसे 'मिसेल्स' कहा जाता है, के माध्यम से ड्रग डिलीवरी पर किया गया अनुसंधान। जहाँ, मिसेल के संबंध विच्छेद (टूटना) से विलयन के pH, तापमान एवं ड्रग रसायनिकी पर निर्भर करते हुए ड्रग दिया जाता है। यह ऐसा अध्ययन है जो लक्षित अथवा तथाकथित स्मार्ट, ड्रग डिलीवरी की प्रौद्योगिकी प्रदान कर सकता है।

प्रमात्रा प्रकाशिकी प्रयोगशालाओं का आरआरआई समूह अब देश में कोल्ड-परमाणु एवं प्रमात्रा सूचना अनुसंधान के लिए एक प्रधान केन्द्र की तरह स्थापित हो गया है जो इस उभरते क्षेत्र में बड़ी संख्या में पीएचडी एवं आगंतुक छात्रों को प्रशिक्षित करता है और संचार व संगणना में प्रमात्रा भौतिकी में भी शामिल है। हाल ही में, वेपन्स एंड इलेक्ट्रॉनिक्स सिस्टम्स इंजीनियरिंग इस्टेबलिशमेंट (WESEE) जो कि भारतीय नौसेना को अनुसंभान प्रभाग है, DEiTY (डिपार्टमेंट ऑफ इलेक्ट्रॉनिक्स एंड इंफोर्मेशन टेक्नोलॉजी) और इसरो ने अपनी अभिरूचि व्यक्त की है और 'सैद्धांतिक रूप से' सुरक्षित प्रमात्रा संचार परियोजना का समर्थन दिया है जो कि

उपग्रह आधारित है और 'क्वांटम की डिस्ट्रीब्यूशन' का उपयोग अपने व्यवहारिक सिद्धांत के रूप में करता है। प्रयोगशालाओं के प्रमात्रा परमाणु प्रकाशिकी, प्रमात्रा सूचना और संगणना समूह ने पिछले कई दशकों के प्रयासों से स्वयं को देश में प्रायोगिक प्रमात्रा भौतिकी के लिए एक अग्रणी केन्द्र की तरह स्थापित किया है, और इसीलिए इंटेंगल्ड फोटॉनों का उपयोग करते हुए प्रमात्रा की डिस्ट्रीव्यूशन के लिए प्रौद्योगिकी विकसित करने के माध्यम से अद्वितीय रूप से राष्ट्र के लिए सुरक्षित संचार प्रदान करने के प्रमुख कार्यों को अपने हाथों में लेने के लिए अग्रसर हो रहा है। भारत में कोई भी अन्य संस्थान ऐसी विरासत वाला व प्रमात्रा संचार में इतना निपुण नहीं है जो भारत को सुरक्षित प्रमात्रा संचार में अग्रणी स्थापित कर सके। QuaInt प्रयोगशाला ने संकर आयन-परमाणु-अणु एवं फोटॉन ट्रेप प्रयोग में अति-शीतलित (अल्ट्रा-कोल्ड) अणुओं एवं आण्विक आयनों को बनाने में सफलता प्राप्त की है। इस समूह द्वारा बनाया गया संकर ट्रेप का अनोखापन ऐसा है कि कई ट्रेप की गई नस्लों (species) एवं उनकी आंतरिक अवस्थाओं को सटीकता से नियंत्रित किया जाता है और इनके लम्बे समय तक अस्तित्व बनाए रखने ने अभूतपूर्व सटीकता के साथ इन नस्लों के मध्य अभिक्रियाओं के अध्ययन को व्यवहार्य बनाया है, इस प्रकार परमाण्विक तंत्र में प्रमात्रा भौतिकी की हमारी समझ बेहतर होती है। समूह ने सफलतापूर्वक एक ऑल-ऑप्टिकल-स्विच (AOS) को भी डिजाइन किया है जहाँ प्रकाश का प्रकाश के साथ स्विचन को प्रदर्शित किया गया है और घटित घटनाओं को सैद्धांतिक मॉडल के साथ प्रदान किया गया है। ऐसा AOS किसी भी प्रकार के कम्प्यूटिंग आर्किटेक्चर के लिए एक प्रमुख अवयव अर्थात घटक है जो फोटानों को उपयोग करता है और इस तरह से इसके कई प्रायोगिक अनुप्रयोग हैं। ये मूलभूत अनुसंधान जो अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान जगत में राष्ट्र की प्रतिष्ठा के लिए, और प्रमात्रा प्रणालियों में प्रमुख प्रौद्योगिकीय क्षमताओं को विकसित करने के लिए महत्वपूर्ण हैं, अनन्य रूप से आरआरआई में संभव हो रहे हैं।

आरआरआई के सैद्धांतिक भौतिकी समूह द्वारा मानव ज्ञान के प्रति मौलिक योगदान है गुरूत्वीय क्षेत्र में समय के मापन पर मौलिक प्रमात्रा सीमा की व्युत्पत्ति। अनुसंधानों ने बताया कि गुरूत्व और प्रमात्रा यांत्रिकी घड़ी की आंशिक आवृत्ति अनिश्चितता पर मौलिक सीमा निर्धारित करती है। इसका तात्पर्य है कि बेहतर उपग्रहीय संचार, जीपीएस, अंतरिक्ष नेविगेशन, इत्यादि के लिए तैयार की जा रही परमाण्विक घड़ी की भौतिक रूप से प्राप्त करने योग्य सटीकता की एक सीमा होती है।

संस्थापक सर सी वी रामन के दिनों से, संस्थान अनोखे तरह के प्रायोगिक अनुसंधानों में संलग्न रहा है। हम आधारभूत विज्ञान में कुछ अनसुलझे प्रश्नों के चुनिंदा लक्ष्यों पर ध्यान देते हैं जिनके लिए उद्देश्यपूर्ण प्रौद्योगिकीय नवोन्मेशन की आवश्यकता होती है जैसे मृदु पदार्थ, प्रमात्रा परमाणु प्रकाशिकी एवं सूचना, खगोलिकी, और जैवभौतिकी में उपकरणों को बनाना, जिन्हें खरीदा नहीं जा सकता और बल्कि भौतिकी और ताराभौतिकी के निर्धारण में डिजाइन, निर्माण, मापांकन, प्रवर्तन, गणितीय हस्तक्षेप की आवश्यकता होती है। आरआरआई अपने समकक्ष अनुसंधान संस्थानों के मध्य एक विशिष्ट व अद्वितीय संस्थान है जिसमें इसके कई अनुसंधान विषय प्रायोगिक प्रयासों पर जोर देते हैं जिनके लिए अत्यावश्यक रूप से संस्थागत तकनीकी दक्षता, प्रायोगिक उपकरणों व विधियों में अभूतपूर्व प्रगति की जरूरत होती है जिसके लिए प्रायः वर्षों की दृढ़ता व एकचित समर्पण की आवश्यकता रहती है। यह एक आधुनिक संदर्भ में संस्थापक सर सी वी रामन की शैली के संगत है।

आरआरआई प्रशस्त समर्थन के लिए समाज, विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग, एवं भारत सरकार के प्रति अपनी कृतज्ञता से भलीभांति परिचित है। संस्थान का ध्येय है देश को अंतर्राष्ट्रीय बौद्धिक मंच पर एक सम्मानजनक स्थिति दिलाने के लक्ष्य के साथ मूलभूत विज्ञान में अनुसंधान में संलग्न रहना। संचालित अनुसंधान लगातार ज्ञान आधार को बढ़ाते हैं जिसके फलस्वरूप प्रकृति के मौलिक नियमों और व्यवहारों की समझ बेहतर होती है। यह एक ऐसा बीज है जो सभी नई खोजों अर्थात नवोन्मेषों को जन्म देता है जिसके फलस्वरूप देश के ग्रामीण क्षेत्रों में रहने वाले लोगों सहित मानव समाज की जीवन शैली की गुणवत्ता में सुधार होता है।

आरआरआई की प्रत्यक्ष सामाजिक प्रसंग की एक पहल है

ब्रेन कम्प्यूटर इंटरफेस को विकसित करना। इस प्रयोगशाला में जो सबसे नवीनतम प्रगति हुई वह है दृश्यात्मक रूप से सक्रिय करने वाली नियंत्रण प्रणाली को विकसित करना जिसे कि विविध प्रकार के उपकरणों (रोबोटिक भुजा, पहिएदार कुर्सी, इत्यादि) के साथ उपयोग किया जा सकता है और पहिएदार कुर्सी, एलिवेटर्स इत्यादि में उपयोग के लिए आवाज से चलने वाले प्रचालन प्लेटफार्म का विकास। अलग से, समाज कल्याण से संबंधित एक अन्य अनुसंधान में, आरआरआई की इलेक्ट्रोकेमिस्ट्री प्रयोगशाला ने तथाकथित 'सिंथेटिक दूध मिलावट' का पता लगाने के लिए अवरोध आधारित 'हैंड हेल्ड मिल्क प्योरिटी टेस्टिंग डिवाइस' को बनाया है।

प्रत्यक्ष व दीर्घकालिक प्रभावोत्पादी क्षेत्रों में संलग्न रहने की आवश्यकता को महसूस करते हुए संस्थान युवा छात्रों के लिए अपने दरवाजे हमेशा खुले रखता है। अनुसंधान कार्यक्रम में शामिल है पीएचडी छात्र, युवा अनुसंधान संहायक, और आगंतुक छात्र के माध्यम से ज्ञान संचरण। इस प्रकार हम उच्च शिक्षा, शिक्षण व उन्नत कौशल के साथ मानव शक्ति उत्पन्न व संवर्धन कर रहे हैं। आरआरआई अत्यधिक सफल इंटर्नशिप कार्यक्रम जिसे 'आगंतुक छात्र कार्यक्रम' कहा जाता है को चलाता है। यह स्नातकस्तरीय अथवा स्नातकोत्तर अथवा ऐसे छात्रों जो अपनी डिग्री पूर्ण करने के पश्चात एक वर्ष के भीतर अंतराल वर्ष में हैं के लिए है। यह कार्यक्रम दोनों सैद्धांतिक व प्रायोगिक रूप से मूलभूत विज्ञान अनुसंधान के विभिन्न विषयक्षेत्रों में अनुभव प्रदान करते हुए छात्रों को सशक्त व प्रेरित करता है।

ये सभी परिसर में युवा मानस के प्रवाह को जारी रखते हैं, उन्हें अनुसंधान में कैरियर बनाने के लिए प्रेरित व अनुभव से परिपूर्ण करने में मदद करते हैं। इतना ही नहीं, आरआरआई वैज्ञानिक कर्मचारियों ने विद्यालय व विश्वविद्यालयों में जाकर भी युवाओं को उनसे मूलभूत विज्ञान पर बात करके, विज्ञान की सफलताओं को बताकर, छात्रों को परामर्श देते हुए और आधुनिक प्रकाशिकी व आधुनिक दूरदर्शक जैसे विविध विषयों पर कार्यशालाओं का आयोजन करते हुए शामिल किया है।

खगोलिकी एवं ताराभौतिकी

खगोलिकी एवं ताराभौतिकी समूह के अनुसंधान के मुख्य रूप से तीन पहलु हैं: (क) सैद्धांतिक ताराभौतिकी जिसमें गतिकी को वर्णित करता सांख्यिकीय सांख्य अनुकरण और वैश्लेषिक प्रणाली का विकास, खगोलिकीय तत्वों जैसे तारे, ग्रहों, मंदाकिनियों, अंतरतारिकीय माध्यम इत्यादि में अंतर्निहित घटनाक्रम व भौतिक गुणधर्म शामिल हैं। सैद्धांतिज्ञ ब्रम्हाण्ड, ताराभौतिकी की एक शाखा जिसे ब्रम्हाण्डिकी के नाम से जाना जाता है, के प्रारूपण व क्रमिकविकास पर आधारित आधारभूत प्रश्नों के उत्तर खोजने पर भी कार्य करते हैं। (ख) प्रेक्षणीय खगोलज्ञ दूसरी ओर विश्वभर में निर्मित दूरदर्शकों का उपयोग समस्त वैद्युचुम्बकीय वर्णक्रम – न्यून आवृत्ति (दीर्घ तरंगदैर्ध्य) रेडियो तरंगों से लेकर अति उच्च आवृत्ति वाली (लघु तरंगदैर्ध्य व क्रमशः अधिक ऊर्जावान) गामा किरणों के चारों ओर फैले अंतरिक्षीय वातावरण से निष्काषित विकिरणों का अध्ययन करते हैं। ये प्रेक्षण विद्यमान सैद्धांतिकीय मॉडलों का परीक्षण करते हैं और नए प्रश्नों को भी हवा देते हैं जिनका कि जवाब ढूंढा जाना चाहिए। (ग) तीसरे पहलु में दूरदर्शकों की अभिरचना, निर्माण व प्रचालन शामिल है, जिन्हें प्रायःकर किसी विशेष उद्देश्य की पूर्ति हेतु बनाया गया है, और एक नीतिगत रूप से विश्व व अंतरिक्ष में स्थापित किया गया है। आरआरआई में खगोलिकी व ताराभौतिकी समूह है जो इन तीनों पहलुओं पर अनुसंधान कार्य करती है।

अनुसंधान क्षेत्र

सैद्धांतिक ताराभौतिकी

ब्रम्हाण्डिकी

ब्रम्हाण्डिकी से अभिप्राय है एक समूचे रूप में ब्रम्हाण्ड का अध्ययन करना – जिसमें निहित है आरम्भिक ब्रम्हाण्ड से लेकर इसके वर्तमान स्वरूप तक गत्यात्मक व ताराभौतिक क्रमिक विकास का अध्ययन करना। इस क्षेत्र का सबसे नूतन परिणाम है कि रेडशिफ्ट सीमा 1.18-1.34 में ज्यादातर

उदासीन हाइड्रोजनों में तारानुमा मंदाकिनियाँ नहीं हैं बल्कि छोटी-छोटी मंदाकिनियों से समाहित हैं। इससे 1.3 के समीप रेडशिफ्ट सीमा में तारानुमा मंदाकिनियों में उदासीन हाइड्रोजन की संरचना व स्त्रोत को समझने में कुछ उलझन होती है। इसी क्षेत्र में एक अन्य प्रश्न जिसका कि हल खोजा जा रहा है, वह है, उच्च रेडशिफ्ट में HI आवंटन पर आन्ध्र पदार्थ (डार्क मैटर) के वैकल्पिक मॉडल का प्रभाव और मौलिक ब्लैक होलों के परीक्षण के तौर पर 2p-2s मेसर की प्रयोज्यता का अध्ययन करना। इस वर्ष, पुनःआयनीकरण युग (EoR) से रेडशिफ्ट 21-cm के संसूचन के लिए मर्किसन वाइडफील्ड अरे से प्राप्त आंकड़ों का विश्लेषण किया गया। ट्रेकिंग व ड्रिफ्ट स्केन दोनों रणनीतियों का उपयोग करते हुए तीन घण्टों के प्राकृतिक आंकड़ों का विश्लेषण करने के लिए एक नई विधि को इस वर्ष तैयार किया गया।

ब्रम्हाण्डीय किरणें, गामा किरणें और न्यूट्रिनो

पृथ्वी पर खोजे गए उच्च ऊर्जावान कणों (प्रोटॉन, न्यूक्ली, फोटॉन और न्यूट्रिनो) को मंदाकिनी और परागांगेय परिवेश में प्रवेशित किया गया। इन उच्च ऊर्जावान कणों के उद्भव, व्युत्पन्न व प्रसार के सैद्धांतिकीय मॉडलों का प्रयोग गामा किरण संसूचकों जैसे फर्मी एलएटी, एचईएसएस, मेजिक, एजीआईएलई और आईसक्यूब न्यूट्रीनो दूरदर्शक से प्राप्त प्रेक्षणों की व्याख्या करने में उपयोग किया जाता है। इन मॉडलों के अनुप्रयोग में निहित हैं मंदाकिनीय स्त्रोत, बाह्यमंदाकिनीय स्त्रोत जैसे गामा किरण विस्फोट, और उत्सर्जन यांत्रिकी तथा सक्रिय मंदाकिनी न्यूक्ली से संबंधित क्वासरों में परिवेश। वर्ष 2015-16 के दौरान, उच्च ऊर्जावान कणों जैसे प्रोटॉन, न्यूक्ली, फोटॉन एवं ब्लेजरों व क्वासरों में न्यूट्रीनोज़ से संबंधित बहु-तरंगदैर्ध्य उत्सर्जन पर अनुसंधान किया गया। इसका उद्देश्य था जेट विमानों में ऐसे कणों की अंतर्निहित त्वरण यांत्रिकी को समझना। पिछले वर्ष, PKS 0637-752 और 3C 273 के विस्तृत जेट विमानों से उत्सर्जित प्रोटॉन सिंक्रोट्रॉन विकिरण पर अध्ययन किया गया। अन्य पेचीदा सवाल जिनका अन्वेषण किया जा रहा है वे हैं आज की बहुचर्चित गुरूत्वाकर्षणीय तरंग घटना GW150914 जो GW घटना के पश्चात और GW घटना की अनिश्चितता के स्थानीकरण के भीतर फर्मी गामा-किरण विस्फोट मॉनिटर (GBM) 0.4s द्वारा संसूचित अल्प गामा-किरण विस्फोट से संभवतः संबंधित हो सकती है, से उच्च-ऊर्जा वाले न्यूट्रीनोज़ के गुणधर्म।

मंदाकिनियाँ एव उनका परिवेश

मंदाकिनियों व उनके परिवेशों के मध्य परस्पर क्रिया मंदाकिनियों के क्रमिकविकास व अंतरमंदाकिनीय माध्यम में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। परस्पर क्रिया से तात्पर्य है विकिरण दाब, ब्रम्हाण्डीय किरणें और मंदाकिनी के गुरूत्व क्षेत्र पर क्रियाशील गैसों का प्रवाह। इन जटिल प्रक्रियाओं का अध्ययन वैश्लेषिक विधियों व जलगतिक अनुकरणों दोनों के माध्यम से किया जाता है। इनमें से रूचिकर प्रक्रिया है मंदाकिनियों से उग्र गैसीय बहिर्वाह। इस क्षेत्र में हाल के अनुसंधान हैं फर्मी बबल अथवा आकाशगंगा के केन्द्र से व्युत्पन्न तीव्र प्रकाशवान गामा-किरण गुणधर्म जैसी समस्याओं का निराकरण जिसे क्ष-किरण व सूक्ष्मतरंग उत्सर्जन में भी व्यापक माना जाता है; मंदाकिनियों में गर्म परिमंदाकिनीय गैस द्वारा मंदाकिनीय बहिर्वाह का दमन; परस्पर-सहसंबंधन विश्लेषण द्वारा CMB में परिमंदाकिनीय माध्यम के संभाव्य संकेतों का अन्वेषण और मंदाकिनियों से विकीर्ण क्ष-किरण उत्सर्जन के साथ-साथ गर्म परिमंदाकिनीय गैस में एक बार फिर इनका आधार।

मंदाकिनीय नाभिक (न्यूक्ली) में तारकीय गतिकी

मंदाकिनियों के नाभिक में अतिविशालकाय श्याम छिद्र (ब्लैक होल्स BH) कक्षायुक्त तारों का सघन जाल होता है; दो लगभग ऐसे ही उदाहरण हैं मंदाकिनी केन्द्र और एंड्रोमेडा मंदाकिनी का नाभिक। दो निकायों के मध्य गुरूत्वाकर्षणीय बल मुख्यतः तारकीय तंत्र/ प्रणाली की संरचना, गतिकी व क्रमिकविकास को नियंत्रित करता है। दोनों ही गतिक व सांख्यिकीय यांत्रिक विधियों का उपयोग लम्बी दूरियों की परस्पर-क्रिया वाले इन केपलेरियन तारकीय प्रणालियों के दीर्घकालिक विकास के सिद्धांत को प्रतिपादित करने के लिए किया जा रहा है। अध्ययन की गई घटनाओं में निहित है तारा-क्लस्टर की संघट्टमुक्त गतिकी, अस्थायित्वता, BH की उत्तेजकता और साम्यता में शिथिलीकरण, जो कि इनके भार

व चक्रण में योगदान करते हैं।

बाह्य-ग्रहीय गतिकी

बाइनरी तारों में अधिकतर बाह्य-ग्रहीय प्रणालियाँ एक या अधिक ग्रहों से बनी होती हैं जो एक व्यापक बाइनरी तारकीय सहचरों से युक्त प्राथमिक तारों की कक्षा बनाती है। ग्रहीय उत्केन्द्रता और आपसी झुकाव काफी बड़े हो सकते हैं, और ऐसा बाइनरी सहचर तारों के द्वारा आरोपित गुरूत्वाकर्षण के कारण हो सकता है। तथापि, ग्रहीय क्रमविकास में व्यापक बाइनरी तारों की भूमिका को अभी तक अन्वेषित नहीं किया गया है। वर्ष 2015-16 के दौरान, आरआरआई में एक यांत्रिकी को प्रस्तुत करता हुआ एक कार्य किया गया है जिसमें बाह्य-ग्रहीय सांख्यिकी विशेषतया एकल ग्रह प्रणाली युक्त बाइनरी तारों में प्रेक्षित कई गुणधर्मों को स्पष्ट करने का सामर्थ्य है। यह कार्य बहु-ग्रहीय प्रणाली युक्त बाइनरी तारों की दृष्टिगोचित कम संख्या का क्या कारण है और यह कैसे है को स्पष्ट करने पर भी प्रयास करता है।

प्रेक्षणीय खगोलिकी

मंदाकिनीय समूहों से विसरित रेडियो उत्सर्जन

मंदाकिनीय समूह ब्रम्हाण्ड में गुरूत्वाकर्षणीय बंध वाले सबसे बड़ी संरचनाओं में से एक है। लगभग सौ मंदाकिनियों को कुछ दस लाख प्रकाश वर्ष की सीमा वाली रेखाओं के साथ बांधा जा सकता है। मंदाकिनियों एवं अंतरा क्लस्टर माध्यम (ICM) के मध्य अंतराल को प्राय: चमकीली विसरित रेडियो उत्सर्जन का स्त्रोत माना गया है। यह रेडियो उत्सर्जन गैर ऊष्मीय उद्भव के रूप में जाना जाता है और ऐसा क्लस्टर चुम्बकीय क्षेत्र में संबंधित इलेक्ट्रॉन विकिरणों के कारण होता है। मंदाकिनीय क्लस्टरों से डिफ्यूज रेडियो उत्सर्जन के उद्भव का अवलोकन एवं स्पष्टीकरण का क्लस्टर, क्लस्टर युग्मन एवं क्लस्टर क्रमविकास में वृहत पैमानीय चुम्बकीय क्षेत्रों की समझ पर प्रभाव होता है। ये प्रेक्षण विविध रेडियो दूरदर्शक जैसे विशालकाय मीटरवेव रेडियो दूरदर्शक, वेरी लार्ज अरे एवं मर्किसन वाइडफील्ड अरे का प्रयोग करके लिये जाते हैं जिन्हें आरआरआई और सहयोगात्मक परियोजना में अंतर्राष्ट्रीय साझेदारों के साथ मिलकर बनाया गया है। वर्ष 2015-2016 के दौरान, एबिल 3667 मंदाकिनीय क्लस्टर के मर्किसन वाइडफील्ड अरे प्रेक्षणों का विश्लेषण आरआरआई के खगो व ताभौ समूह द्वारा किया गया। आईसीएम के बारे में चर्चा ने हमें आर्प 65 अंत:क्रिया डेबरिस पर एक गहन अध्ययन करने को प्रेरित किया, जिसे भी इसी बीते वर्ष में पूर्ण किया गया। ये डेबरिस मंदाकिनियों के युग्मों के मध्य युग्मन-पूर्व टाइडल अभिक्रियाओं के फलस्वरूप प्राप्त होते हैं। पृथक से, जीएमआरटी से प्राप्त डाटा व चन्द्रा क्ष-किरण डाटा का उपयोग करते हुए, छ: विशालकाय स्टार क्लस्टरों का भी अन्वेषण किया जा रहा है जिसका उद्देश्य है उनकी विसरित रेडियो एवं क्ष-किरण उत्सर्जन की गुत्थी को सुलझाना।

पल्सर

पल्सर तेजी से घूमते हुए उच्च-चुम्बकीय-क्षेत्र वाले न्यूट्रॉन तारे हैं जिनका उद्भव सुपरनोवा में होता है। उन्हें मूल रूप से स्पंदित रेडियो उत्सर्जन में खोजा गया था; तथापि, आज उन्हें वैद्युचुम्बकीय स्पेक्ट्रम के आसपास स्पंदित उत्सर्जन में संसूचित किया गया है। पल्सर उत्सर्जन उनकी संरचना, चुम्बकोमण्डल में उच्च-ऊर्जा प्रक्रिया, उनकी अंत:क्रिया के साथ-साथ उनके परिवेश के बारे में जानकारी प्रदान करते हैं और सामान्य सापेक्षता के लिए एक परीक्षण मंच की तरह भी इन्हें प्रयोग में लाया जा सकता है। मिलीसेकण्ड पल्सर ब्रम्हाण्ड में सर्वाधिक सटीक घड़ी में से एक हैं। आरआरआई पल्सरों पर सक्रिय अनुसंधान करता है और रेडियो संग्राहक व क्ष-किरण संसूचक विकसित करता है जो हमें इनकी प्रकृति को समझने में मदद कर सकें। समयन व स्पेक्ट्रल वर्गीकरण, पल्स प्रोफाइल इवोल्यूशन तथा उत्सर्जित क्ष-किरण के पल्सर स्पेक्ट्रम का व्यापक अध्ययन विभिन्न प्रकार के पल्सरों पर किया जा रहा है। अन्य अध्ययन जैसे अनियत एकल स्पंदों के अनुक्रम से आवधिकता निर्धारण, पल्सरों से गैर-स्पंदित रेडियो उत्सर्जन की संसूचन विधियों के साथ-साथ उनकी विश्वसनीयता, और इसके साथ ही तीव्र रेडियो विस्फोट (FRBs) की खोज पर कार्य जारी है।

रेडियो मंदाकिनी आकारिकी

विभिन्न प्रकार की रेडियो मंदाकिनियों के बीच यह रेडियो मंदाकिनी विशेष रूप से X आकार की है जिसमें दो X-अक्षर के समान लोबों के साथ दो विशिष्ट लोब होते हैं जिसका आरआरआई के खगोलिकी समूह के कुछ सदस्यों द्वारा अन्वेषण किया जा रहा है। कैसे दो अतिरिक्त लोबों को उत्पादित किया गया चर्चा का विषय है और सुपरमेसिव ब्लैक होल्स की संघीकरण व गुरूत्वाकर्षणीय तरंग परिप्रेक्ष्य के उत्पादन को समझने के लिए महत्वपूर्ण है। X-आकारीय रेडियो मंदाकिनी में दो लोब सक्रिय दिखाई देते हैं जबकि अन्य दो मुख्य अक्ष से प्लाज्मा के अवशेष अथवा प्लवन हैं। आरआरआई में एक्स-आकारीय रेडियो मंदाकिनी की संरचना व आकृति पर विविध प्रचलित सिद्धांतों का परीक्षण करने के लिए अनुसंधान चल रहा है। वर्ष 2015-16 के दौरान 99 रेडियो स्त्रोतों के पूर्ण प्रतिदर्श में से 56 रेडियो स्त्रोतों की कुल तीव्रता व ध्रुवीकरण डाटा को JVLA दूरदर्शक का प्रयोग करते हुए प्रेक्षित किया गया है। कोर व जेट्स की खोज जो संभवत: वृहत पैमानीय एक्स-आकारीय रेडियो संरचनाओं के उद्भव को समझने में हमारी मदद कर सकें, पर भी कार्य जारी है।

मर्किसन वाइड-फील्ड अरे (MWA) से लिए गए दक्षिणी आकाश के न्यून आवृत्ति प्रतिबिम्बों की उपलब्धता के चलते न्यून आवृत्ति पर रेडियो स्त्रोतों की संरचना का तुलनात्मक अध्ययन उच्च आवृत्ति पर लिए गए प्रतिबिम्बों के सापेक्ष इस अनुक्रम में किया जा रहा है कि रेडियो स्त्रोतों, और अथवा इन स्त्रोतों में रेलिक रेडियो उत्सर्जन की उपस्थिति की ईष्टतम सीमा की जानकारी प्राप्त हो सके।

क्ष-किरण बाइनरीज

काम्पेक्ट स्टार्स (न्यूट्रान स्टार्स एवं ब्लैक होल्स) ब्रम्हाण्ड में कुछ अत्यंत विशिष्ट स्थिति निर्मित करते हैं। उनके उच्च-ऊर्जा उत्सर्जन, अधिकतया एक्स-किरण, को स्पेस एक्स-किरण वेधशालाओं का उपयोग करते हुए पाया जा सकता है। आरआरआई के खगोलज्ञ कई तरह के अंतर्राष्ट्रीय अंतरिक्ष वेधशालाओं का उपयोग करते हुए प्राप्त प्रेक्षणों का उपयोग क्ष-किरण बाइनरी गुणधर्मों जैसे क्ष-किरण पल्सरों में स्वत: अवशोषण, और इनके पल्स प्रोफाईल में गिरावट, क्ष-किरण पल्सरों में साइक्लोट्रॉन अवशोषण रेखा, ग्रहण/आंशिक ग्रहण के दौरान तीव्रता एवं स्पंदन लक्षणों में परिवर्तन अथवा विचलनों का भी अन्वेषण करते हैं। भारतीय बहुतरंगदैर्ध्य खगोलिकी उपग्रह ASTROSAT एवं भारतीय क्ष-किरण ध्रुवणमापी POLIX जिन्हें रामन अनुसंधान संस्थान में बनाया जा रहा है, से आरआरआई में एक्स-किरण बाइनरी अनुसंधानों में पर्याप्त वृद्धि होगी।

रेडियो दूरदर्शक एवं खगोलिकी

खगोलिकी एवं ताराभौतिकी समूह के सदस्य संस्थान के ही रेडियो खगोलिकी प्रयोगालय के साथ मिलकर विश्वभर के विविध दूरदर्शकों से संबंधित परियोजनाओं में कार्य कर रहे हैं। पुन:आयनीकरण अवधि से रेडियो संकेत एवं क्षणिक रेडियो घटनाएँ विशेषकर तीव्र रेडियो क्षणिकता, जैसे प्रश्नों ने एक गीगाहर्ट्ज से कम के कई अगली पीढ़ी के रेडियो दूरदर्शकों को काफी संवर्धित संवेदनशीलता, वृहत बैंडविड्थ एवं व्यापक परिप्रेक्ष्य से लिये जा सकने वाली आवृत्ति सीमा को बदल के रख दिया है। मर्किसन वाइडफील्ड अरे (MWA), अखिल भारतीय स्काई वॉच अरे नेटवर्क (SWAN) रेडियो दूरदर्शक परियोजनाओं के ऐसे ही कुछ उदाहरण हैं जिनमें आरआरआई के खगोलज्ञ सक्रियता से कार्यरत रहे हैं।

मर्किसन वाइडफील्ड अरे (MWA)

MWA रेडियो दूरदर्शक अथवा मर्किसन वाइडफील्ड अरे रेडियो दूरदर्शक, जो कि SKA-दूरदर्शक का एक प्रणेता है, वर्ष 2014 जबसे यह वैज्ञानिकीय रूप से प्रचालित होने लगा तब से गहन अंतरिक्ष से कमजोर रेडियो संकेतों को एकत्रित कर रहा है और इनका आरआरआई, यूएस व ऑस्ट्रेलिया के खगोलज्ञों द्वारा विश्लेषण किया जा रहा है। वर्ष 2013 में दूरदर्शक के सफलतापूर्वक स्थापन व प्रवर्तन में लाने में आरआरआई के अतिरिक्त यूएस से हार्वर्ड व एमआईटी के साथ-साथ ऑस्ट्रेलिया एवं न्यूजीलैण्ड के संस्थान भी शामिल थे। MWA ने अनुसंधानकर्ताओं को ब्रम्हाण्ड के भूतकाल पर एक अंतर्दृष्टि प्रदान की है जबकि

आदिकाल में कॉस्मिक गैसों ने प्रारंभिक ब्रम्हाण्ड में प्रथम तारे व मंदाकिनियों के आकस्मिक विकास का अनुभव किया। आरआरआई की प्रतिभागिता परियोजना के वैज्ञानिक लक्ष्य में बहुत महत्वपूर्ण बनी हुई है क्योंकि हम इससे प्राप्त डाटा को समझते हुए नई तकनीक व विधियों को निर्धारित करने का प्रयास कर रहे हैं।

इसके अतिरिक्त, MWA आंकड़े हमारी आकाशगंगा मंदाकिनी एवं मंदाकिनियों से परे अंतरमंदाकिनीय गैसों की संरचना तथा पृथ्वी के समीप अंतर-ग्रहीय तापमान पर सूर्य के प्रभाव के अध्ययन में सहायता कर रहे हैं।

क्ष-किरण ध्रुवणमापी (POLIX)

कई प्रकार के कॉस्मिक एक्स-किरण स्त्रोतों में कुछ स्त्रोतों जैसे संचयन प्रेरित एक्स-किरण पल्सर एवं ब्जेजर्स में ठोस ध्रुवीकरण के साथ कुछ रैखिक ध्रुवीकरण होने की अपेक्षा की जाती है। इनके एक्स-किरण ध्रुवीकरण मापनों से इन स्त्रोतों के कुछ प्रमुख वैज्ञानिकीय पहलुओं पर महत्वपूर्ण खोज की जा सकती है। इसके होते हुए भी, एक्स-किरण ध्रुवीकरण मापन अभी तक अन्वेषण का अछूता क्षेत्र है। आज तक, एक्स-किरण ध्रुवीकरण मापन के लिए केवल एक प्रयोग किया गया है और क्रेब नेबुला ही इसके ध्रुवीकरण का निश्चित ताप का एकमात्र स्त्रोत है। आरआरआई के खगोलज्ञ आकाशीय निकायों से ध्रुवीकृत एक्स-किरण को खोजने की विधियाँ विकसित कर रहे हैं तथा इन ध्रुवीकृत एक्स-किरणों को खोजने के लिए एक्स-किरण उपकरण बना रहे हैं। इसके लिए, 5-30keV के दायरे में संवेदनशील एक्स-किरण ध्रुवमापी का विकास कार्य अभी चल रहा है और जिसे कि भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन के द्वारा (इसरो) अगले तीन वर्ष के अंदर प्रक्षेपित करने के लिए अनुमोदित कर दिया गया है। अंतरिक्ष-सुगम अभियांत्रिक मॉडल की अभिकल्पना व निर्माण पर कार्य अभी जारी है। ध्रुवणमापी का विकासात्मक कार्य जिसे पिछले वर्ष पूर्ण किया गया था में शामिल है संधानक का मापांकन, अंतरिक्ष योग्य अग्रगामी इलेक्ट्रॉनिक्स का निर्माण, क्ष-किरण स्त्रोत की स्थिति निर्धारण का एक स्व-मापांकन सॉफ्टवेयर एवं ध्रुवीकरण मापन की संवेदनशीलता के यथार्थ आंकलन को प्रदान करता सिमुलेशन (अनुकरण)। पृथक से, एक अन्य तकनीक जो उत्सर्जित प्रकाश-इलेक्ट्रॉन के पथ संसूचन पर आधारित है को भी रणनीतिक तौर पर एक भविष्य के मिशन के रूप में विकसित किया जा रहा है।

एस्ट्रोसेट

बहुतरंगदैर्ध्य खगोलिकी के इस इसरो उपग्रह मिशन की अभिरचना न्यूट्रान स्टार क्ष-किरण बाइनरीज, AGNs (सक्रिय मंदाकिनीय न्यूक्ली), मंदाकिनियों के क्लस्टर, स्टेलर कोरोनी, आकाशीय सर्वेक्षण इत्यादि का अध्ययन करने के उद्देश्य से की गई है। आरआरआई वृहत क्षेत्रीय एक्स-किरण आनुपातिक काउंटर (LAXPC) जो ASTROSAT के पेलोड में से एक है, जिसका उपयोग एक्स-किरण समयन व उच्च ऊर्जा बैण्ड पर निम्न रेजोल्यूशन स्पेक्ट्रल अध्ययन करने के लिए किया जाना है, पर कार्य कर रहा है। LAXPC की अभिरचना वृहत फोटॉन संकलन क्षेत्र प्राप्त करने के लिए की गई है ताकि एक्स-किरण स्त्रोतों से चमकीले व मध्यम तीव्रता के एक्स-किरण प्रकाश वक्र में उच्च ऊर्जा गुणधर्मों का विस्तृत अध्ययन किया जा सके। ASTROSAT-LAXPC उपकरण के समयन व स्पेक्ट्रल मापांकन एवं LAXPC आंकड़े अवनति के लिए सॉफ्टवेयर की अभिरचना पर ISAC, ISRO के साथ मिलकर कार्य करना ही LAXPC में आरआरआई का योगदान है। LAXPC संसूचक व संसाधन इलेक्ट्रॉनिक्स इकाई की समय पर प्रतिक्रिया में क्रमिक अनिश्चितताओं को कम से कम करना ही समयन अर्हता व मापांकन कार्य का प्रमुख उद्देश्य है। पिछले वर्ष में, आरआरआई के समूह ने LAXPC संसूचक की ऊर्जा प्रतिक्रिया के सिम्यूलेशन पर कार्य किया और सिम्यूलेशन को सुदृढ करने के लिए वास्तविक मापांकन डाटा का प्रयोग किया। सिम्यूलेशन डाटा का फिर LAXPC संसूचक की ऊर्जा प्रतिक्रिया मैट्रिक्स को बनाने में प्रयोग किया गया।

15-मीटर फैन-बीम दूरदर्शक

आरआरआई के खगोलिकी व ताराभौतिकी समूह के सदस्यों ने रेडियो दूरदर्शक जो फैन बीम दूरदर्शक को एक अवयव की तरह उपयोग करता है की दो नई प्रकाशीय

अभिरचनाओं को प्रस्तावित किया है। आरआरआई खगोलज्ञों द्वारा इस क्षेत्र पर हाल के कार्य एक योजना पर आधारित हैं जो पारस्परिक सांस्थिति में दो FBTs का उपयोग करते हैं। यह आकाश पर दो ऑर्थोगोनल फैन बीम बना सकता है, जिसे परस्पर-सहसंबंधित कर एक बड़ा तात्क्षणिक मैप बनाया जा सकता है। इस सेटअप को "एन इफीसिएंट लीनियर अरे इमेज़र (ELI) फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी" नाम दिया गया है। वर्ष 2015-16 में ELI के सिद्धांत की कार्यप्रणाली के आधार पर गौरीबिदनूर में सेमी-तरंगदैर्ध्य दूरदर्शक बनाने की दिशा में प्रयास किया गया है।

कॉस्मिक रेडियो बैकग्राउंड डिस्टोर्शन

डिस्टोर्शन (डिटेक्शन ऑफ स्पेक्ट्रल सिग्नेचर्स ऑफ कॉस्मिक बेरयॉन इवोल्यूशन) खगोलिकी व ताराभौतिकी समूह के अंतर्गत एक संगठन है जो पुन:आयनीकरण की पूरी तरह से पुन:संयोजन अवधि से उत्पन्न कॉस्मिक रेडियो व माइक्रोवेव बैकग्राउंड में कमजोर स्पेक्ट्रल डिस्टोर्शनों (विकृतियों) को खोजने के लिए सटीक स्पेक्ट्रल रेडियोमापी बनाने के लक्ष्य में एक साथ कार्य कर रहा है। इनका संसूचन खगोलज्ञों को अंधकाल व अनुवर्ती EoR के दौरान भौतिक प्रक्रियाओं को विवक्त करने में भी मदद करेगा, जिनका कि प्रथम तारों के प्रारूपण व मंदाकिनियों के साथ-साथ विसरित हस्तक्षेपीय माध्यम की इसकी वर्तमान अवस्था के क्रमिकविकास को समझने के लिए आवश्यक है। ब्रम्हाण्डिकीय पुन:आयनीकरण से वैश्विक अथवा पूर्ण-आकाशीय 21 सेमी 10 के गुणक से लेकर लगभग 100 mK संकेत तक का एक स्पेक्ट्रल डिस्टॉर्शन है और यह एक ट्रेस एडिटिव अवयव के तौर पर 30-250 MHz की आवृत्ति में कॉस्मिक रेडियो बैकग्राउंड में उपस्थित है। इन संकेतों के संसूचन की दिशा में आरआरआई के अनुसंधानकर्ता SARAS (शेप्ड एंटीना मेज़रमेंट ऑफ दी बैकग्राउंड रेडियो स्पेक्ट्रम) प्रयोग पर कार्य कर रहे हैं जहाँ वे आवृत्ति मुक्त एंटीना, स्व-मापांकनीय संग्राहक और एक ब्रॉडबैण्ड प्रिसीजन डिजीटल स्पेक्ट्रोमीटर से निहित स्पेक्ट्रल रेडियोमीटर सिस्टम के अभिकल्पन, नियामन, परीक्षण व संवर्धन पर नियमित रूप से कार्य कर रहे हैं। इसका लक्ष्य है प्रयुक्त संग्राहक की संवेदनशीलता से लेकर सिस्टमेटिक्स तक सीमित न रहते हुए प्रेक्षण करना है और मानव-निर्मित रेडियो आवृत्ति इंटरफेरेंस वातावरण को भी बनाना है।

हाइड्रोजन व हीलियम में ब्रम्हाण्डिकीय पुन:संयोजन के दौरान सभी बंध-बंध परिवर्तनों के परिणामस्वरूप अवशेषी विकिरणों के स्पेक्ट्रम में स्पेक्ट्रल गुणधर्म आ जाते हैं और ब्रम्हाण्डिकीय विस्तारण के साथ ये रेडशिफ्ट आज cm व mm तरंगदैर्ध्य के रूप में दिखाई देती हैं। ये योगात्मक/संकलनी फोटॉन जैसा कि पुन:संयोजन की भौतिकी की हमारी समझ से अनुमान लगाया गया, सीएमबी स्पेक्ट्रम में एक 'छोटी' स्पेक्ट्रल संरचना के रूप में दिखाई देने चाहिए। पुन:संयोजन अवधि के लिए परिशुद्ध स्पेक्ट्रोमीटर अरे (व्यूह रचना) APSERa ब्रम्हाण्डिकी पुन:संयोजन अवधि से इन पुन:संयोजन रेखाओं को खोजने का एक साहसिक उपक्रम है। वर्ष 2015-16 में, APSERa परियोजना के लिए अवस्थागत व क्वाड्रेचर प्रतिदर्शन योजना के साथ 2GHz के डिजीटल कोरिलेशन स्पेक्ट्रोमीटर बनाने में प्रगति हुई है। एक बार जबकि यह नया स्पेक्ट्रोमीटर एक सरल एनालॉग चैन के साथ एकीकृत कर लिया जाता है तो यह मापांकन की तैयारी की अवस्था में पहुँच जाएगा। एक डिस्कोन मोनोपोल एंटीना को भी अभिकल्पित किया गया है और स्पेक्ट्रोमीटर के साथ संयोजन के रूप में प्रयोग किये जाने वाले सिम्यूलेशन परिणामों के संगत परीक्षित भी कर लिया गया है।

Indian SWAN (इंडियन स्काई वॉच अरे नेटवर्क) (भारतीय आकाश पर्यवेक्षण तंत्र)

आरआरआई ने निम्न उद्देश्यों की पूर्ति के लिए भारतभर में विस्तृत बैंड आकाश पर्यवेक्षण अरे तंत्र की अभिरचना, विकास व उपयोग को प्रस्तावित किया है: 1) खगोलीय स्त्रोतों से उद्भवित तीव्र (विशेष रूप से सैकण्ड के कुछ अंश तक रहने वाली) व धीमी क्षणिक रेडियो विकिरणों की खोज व अध्ययन को सुसाध्य बनाने के लिए। 2) निम्न रेडियो आवृत्तियों पर पृथक मंदाकिनी व बाह्य मंदाकिनीय स्त्रोतों के उच्च कोणीय रेजोल्यूशन प्रतिबिम्बन लेने व सुसाध्य बनाने के लिए। 3) व्यूह रचना तंत्र का उपयोग करते हुए अभिरचना स्थिति से लेकर अनुसंधान तक स्नातक व स्नातकोत्तर छात्रों को उनकी सीधी व सक्रिय प्रतिभागिता द्वारा SWAN के

सभी पहलुओं पर शामिल करने व अनुभव प्रदान करने तथा प्रशिक्षित करने के लिए।

प्रत्येक स्थान पर लगभग 1000 sqm अरे क्षेत्र का प्रस्तावित प्रतिस्पर्धी समन्वयित तंत्र 50-500 MHz से भी अधिक की आवृत्ति में एक दशक के क्रियाकलाप को तीन चरणों में विकसित किया जाएगा। पहले चरण में, औसतन रूपरचना (सेटअप) को लिये जाने की योजना है ताकि महत्वपूर्ण विशेषताओं को पहचाना व प्रस्तुत किया जा सके। वर्ष 2015-16 के दौरान, पिछली परियोजनाओं (जीबीटी संग्राहक, एमडब्ल्यूए टाइल्स व बीम-प्रारूपक) के उपलब्ध हार्डवेयरों (यंत्रोपवस्तुओं) का उपयोग करते हुए एक उभयनिष्ठ सकरे बैंड पर प्रचालित 8 स्वतंत्र स्टेशनों के साथ रूपरचना को यथार्थरूप देने पर ध्यान केंद्रित रहा है। इस सेटअप का अब गौरीबिदनूर फील्ड स्टेशन में परीक्षण किया जा रहा है, जिसके पश्चात, इस तंत्र का 8 विभिन्न जगहों पर पुन:स्थापन के बारे में विचार किया जाएगा। परीक्षण प्रेक्षणों में शामिल होंगे: विशेष खगोलिकीय अभिरूचि की कुछ चयनित दिशा में रेडियो कर्मिकों के लिए लक्षित खोजें, एवं जीएमआरटी से समन्वयित प्रेक्षण।

SWAN परियोजना में 40 से भी अधिक प्रौद्योगिकी व विज्ञान संस्थानों जैसे IITs, NITs, IISERs एवं NISERs के साथ-साथ देशभर के कई विश्वविद्यालयों के साथ सामूहिक प्रयास निहित है। इसके लिए छात्रों की आधारशिला मजबूत करने के लिए, उपयुक्त स्कूल/कार्यशालाओं (वर्तमान कार्यक्रमों के समन्वयन से) की व्यवस्था की जाती है, ताकि स्नातक व स्नातकोत्तर छात्रों को रेडियो खगोलिकी, मूलभूत अवधारणाओं व उन्नत विषयों/तकनीकों से औपचारिक रूप से रूबरू कराने के साथ-साथ इन तंत्रों के साथ प्रायोगिक अनुभव दिया जा सके। इस तरह की पहली स्कूल का आयोजन जून 2015 में आरएसी-उटी में हुआ। IITs, IISERs, IIST, UNIs एवं अन्य महाविद्यालय के 11 छात्रों ने इस स्कूल में भाग लिया। अगली ऐसी स्कूल का आयोजन 2016 के ग्रीष्मकाल में निर्धारित है।

प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी

प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी (लैंप) समूह के सदस्य आरआरआई पर प्रकाश-पदार्थ द्वारा परस्पर प्रभाव डालने वाले क्षेत्र में शोध कर रहे हैं, जो एक तरफ परमाण्विक, आण्विक और प्रकाशीय (ऑप्टिकल) (एएमओ) भौतिक विज्ञान का संयोजन है और दूसरी तरफ तीव्र लेजर उत्पादित प्लाज्मा का। प्रकाश-पदार्थ के परस्पर प्रभाव की इस समूह द्वारा प्रयोगों के साथ-साथ संख्यात्मक और सैद्धांतिक विश्लेषण के उपयोग द्वारा पारंपरिक और प्रमात्रा दोनों ज्ञानक्षेत्रों में जांच की जा रही है। पारस्परिक प्रभाव, बहुत उच्च प्लाज्मा तापमान, सामान्य तापमान और लेजर द्वारा ठंडा करने के तरीकों के माध्यम से अत्यंत कम तापमान पर अध्ययन किया जाता है। उच्चतम ऊर्जा घनत्व से एकल फोटान परिसीमा तक प्रकाश का उपयोग करना एक प्रभावशाली रेंज के जांच की अनुमति देता है।

लैंप समूह का अनुसंधान, विभिन्न नैनो-जाल तथा प्रकाशीय जाल पर भारित अति ठंडे परमाणुओं के उपयोग द्वारा प्रमात्रा तर्क के प्रदर्शन, विभिन्न यादृच्छिक मीडिया में प्रकाश के परिवहन और स्थानीयकरण संपत्तियों की जांच, ठोस लक्ष्यों से अति तेज लेजर प्रेरित प्लाजमा, नैनो सामग्री के अरेखीय प्रकाशीय लक्षण, लेजर संघनन और परमाणुओं की पकड़न, ठंडे टकराव, आयन पकड़न, गुहाओं में परमाणु, ठंडे परमाणुओं का बाहरी क्षेत्रों के साथ प्रतिक्रिया, तटस्थ परमाणुओं और गैर-पारंपरिक प्रकाश -ोतों के साथ प्रमात्रा प्रकाशिकी, प्रकाश का प्रमात्रा चलन, सहज पैरामीट्रिक निम्न-रूपांतरण के आधार पर एकल फोटान -ोतों का निर्माण और उनका प्रमात्रा यांत्रिकी के मूलभूत परीक्षणों पर अनुप्रयोग, प्रमात्रा सूचना और कंप्यूटिंग तथा प्रमात्रा संचार, पतित गैसों के प्रयोग से संघनित पदार्थ भौतिकी का प्रमात्रा सिमुलेशन, और यथार्थ मापन आदि पर बल देता है।

अनुसंधान क्षेत्र

विद्युत-चुंबकीय रूप से प्रेरित पारदर्शिता (ईआईटी)

ईआईटी एक प्रमात्रा यांत्रिक घटना है जहां, विशेष परिस्थितियों में, एक सामग्री की अवशोषण रेखा को उस विशेष आवृत्ति पर अपारदर्शी से पारदर्शी में परिवर्तन करने हेतु रद्द किया जा सकता है। जब दो अत्यधिक सुसंगत लेज़र

सामग्री का तीन या अधिक प्रमात्रा अवस्थाओं के साथ परस्पर प्रभाव का मिलान होता हैं तो ईआईटी प्रभाव देखा जा सकता है। इस घटना को सैद्धांतिक और प्रायोगिक दोनो दृष्टि से समझने के लिए आरआरआई पर ठोस प्रयास जारी है। लैंप समूह ने हाल ही में ईआईटी के पीछे प्रमात्रा प्रकाशिकी के अद्वितीय विशेषताओं में से एक को संबोधित करने के लिए ईआईटी के भीतर अपने क्षितिज का विस्तार किया है – कम तीव्रता परिसर में सुसंगत, अरेखीय परमाणु प्रकाशिकी। ईआईटी प्रणालियों में बहुत कम तीव्रता के साथ, प्रमात्रा हस्तक्षेप द्वारा रेखीय क्रम संवेदनशीलता के उन्मूलन के कारण उच्च क्रम परस्पर प्रभाव के लिए प्रेरित करना संभव हो जाता है।

प्रमात्रा प्रकाशिकी

प्रमात्रा प्रकाशिकी भौतिकी में अध्ययन का वह क्षेत्र है जिसमें प्रकाश और इसका पदार्थ के साथ परस्पर प्रभाव सहित इस घटना को समझने के लिए प्रमात्रा यांत्रिक उपकरण लागू होते है। प्रमात्रा प्रकाशिकी में रोचकता के प्रमुख क्षेत्रों में, तात्त्विक कणों जैसे परमाणुओं, आयनों और अणुओं की हेराफेरी और प्रमात्रा प्रकाशिकी का प्रयोग प्रमात्रा सूचना की हमारी वर्तमान समझ क आगे निर्माण करना आदि शामिल हैं। इस प्रयोजन के लिए, एक परमाणु डेल्टा प्रणाली में उच्च व्यतिरेक अरेखीय स्विच जहां रूबिडीयम परमाणु (85_{Rb}) है, जो कि प्रकाशीय और सूक्ष्म तरंग दोनों आवृत्तियों के साथ परस्पर प्रभाव डाल सकते हैं, पूछी गई प्रणाली तथा ईआईटी की घटना प्रमात्रा सहसंबंध के हस्तांतरण के लक्ष्य को हासिल करने के लिए उपयोग की जाती है, आदि नियंत्रित चरण प्रयोग किए गए है।

लैंप समूह में प्रमात्रा प्रकाशिकी अनुसंधान की एक और लाइन, डेल्टा प्रणाली में परमाणु-प्रकाशीय सूक्ष्म तरंग परस्पर प्रभाव से प्रकाशीय लाभ और वृद्धि पर केंद्रित है। हालांकि समूह द्वारा लाइन संकुचन पहले से ही देखा गया है, वे प्रकाशीय क्षेत्र इनपुट व आउट्पुट के स्पष्ट मापन द्वारा इस प्रणाली में वास्तविक लाभ स्थापित करने की प्रक्रिया में हैं। तीसरा एक ओर अनुप्रायोगिक उन्मुख अध्ययन जिस पर समूह ने कार्य आरंभ किया है, वह V-स्तरीय परमाणु विन्यास में परमाणु प्रकाश परस्पर प्रभाव में गैर मार्कोवियन हस्ताक्षर पता लगाना है और प्रकाश-संश्लेषण में प्रकाश के अवशोषण हेतु उनकी संभावित प्रासंगिकता है।

प्रकाश व पदार्थ में प्रमात्रा प्रभाव की अतिव्यस्तता ने लैंप समूह को स्वाभाविक रूप से प्रमात्रा यांत्रिकी में कुछ मूलभूत सवालों का पता लगाने के लिए प्रेरित किया है। इनमें से वर्तमान रूचि का एक ऐसा क्षेत्र है प्रमात्रा अथवा कमजोर मापन, अथवा प्रणाली में बहुत कम गड़बड़ी किए बिना माप उपकरणों द्वारा निर्मित प्रमात्रा प्रणाली पर मापन। समूह द्वारा विभिन्न प्रणालियों में गैर हरमिशन ऑपरेटरों के माध्यम से सैद्धांतिक एवं प्रयोगात्मक दोनों तरह से कमजोर मापन का अध्ययन किया जा रहा है, उदाहरण के लिए एक मार्क-जेहंदर व्यतिकरणमापी (इंटरफेरोमीटर) से हस्तक्षेप के स्वरूप का विश्लेषण।

लेजर शीतलन और फांस

लेजर शीतलन और फांस एक ऐसी तकनीक है जिसने पिछले एक दशक में भौतिक विज्ञान की दुनिया में भारी लोकप्रियता हासिल की है। वर्तमान में, परमाणु अत्यंत कम गतिज तापमान (150 माइक्रो केल्विन) तक ठंडे किए जा सकते हैं और सेकंड से भी कम समय अवधि में ट्रेप किए जा सकते हैं। क्षारीय तत्वों के परमाणुओं को ठंडा करने और ट्रेप करने हेतु कुछ तकनीकें हैं, उनमें से चुंबकीय प्रकाशिक जाल (एमओटी) में डॉपलर शीतलन सबसे आम है। वर्तमान में आरआरआई में एमओटी के उपयोग द्वारा एक महत्वपूर्ण परीक्षण आयोजित किया जा रहा है, वह लेज़र शीतलित परमाणुओं से उत्सर्जन की समयाविलंबित तीव्रता-इंटरफेरोमेट्री है।

परमाणुओं और आयनों की संकर फांस

एक संकर फांस परीक्षण वह परीक्षण है जो ठंडे परमाणुओं, आयनों और अणुओं को जोड़ता है और काफी सटीकता से उनके परस्पर प्रभाव का अध्ययन करता है। संकर फांस में आयन अुण एवं आयन परमाणु प्रक्रियाओं की भी बहुत ही बुनियादी स्तर पर जांच की जा रही है और इस घटना के

अनेक प्रकारों का अध्ययन किया जा रहा है। आरआरआई में अनुसंधानों के परिणामस्वरूप गुहा में परमाणुओं व आयनों के मध्य संघट्टन दर को सटीकता से मापा जा सकता है। प्रायोगिक रूप से व्यवहार्य / साध्य सटीक रणनीतियों को भी अभिकल्पित किया गया है जो प्रमात्रा संघट्टन सीमा तक इन आयन-परमाणु प्रणाली को फांस प्रणाली प्राप्त करने तक ले जा सकता है। उक्त प्रयोग के अनुप्रयोगों में निहित है प्रकाश आयनों का संघट्टनीय शीतलन प्राप्त करना जैसे संयुक्त रूप से फंसे भारी परमाणु द्वारा $^{39}K^{+}$ - अतिशीत उदाशीन ^{85}Rb परमाणु। समूह ने हाल ही में Rb चुंबकीय-प्रकाशिक जाल (एमओटी) के लिए शीतलन प्रकाश की उपस्थिति में फंसे हुए RB_2^{+} आण्विक आयनों का प्रत्यक्ष फोटो विघट्टन प्रयोगात्मक रूप से प्राप्त किया है। यह समूह अब संकर फांस/जाल में आयन-परमाणु सम्मिश्र में अवस्था चयनित संघट्टन दर मापन पर कार्य कर रहा है और परमाणुओं के शीत तनु गैस के आयन-परमाणु संघट्टन द्वारा बीच-बचाव करती परमाणु-आयन प्रणाली अभिक्रिया में सममित स्थितियों को औजागर कर रहा है।

गुहा (केविटी) भौतिकी और गुहा (केविटी) क्यूईडी

संकर फांस प्रयोग, जो कि ऊपर उल्लेख किए गए है, परमाणु विद्युत चुम्बकीय क्षेत्र परस्पर-प्रभाव के लिए प्रमात्रा विद्युत गतिकीय परिसर तक पहुँच सकते हैं। ठंड आयनों के उपयोग द्वारा, अणुओं और परमाणुओं को एक उच्च क्यू प्रकाशीय गुहा में फोटॉनों के साथ एक साथ ठंडा किया जा सकता है और पकड़ा जा सकता है, परमाणु-क्षेत्र के पारस्परिक प्रभाव की गैर-पारंपरिक प्रकृति को पकड़ा जा रहा हैं। यह अपनी तरह की पहली प्रायोगिक व्यवस्था है और ठंडी, पतली, पारंपरिक और प्रमात्रा गैसों के अध्ययन हेतु एक पूरी प्रणाली प्रदान करती है।

एक समृद्ध रूबिडीयम वाष्प युक्त स्पेक्ट्रोस्कोपी कक्ष के आसपास निर्मित एक प्रकाशीय फेब्री-पेरोट गुहा, प्रारंभिक प्रयोगों में से एक के लिए मंच के रूप में कार्य करता है। एक विशिष्ट ^{87}Rb संक्रमण के साथ प्रकाश अनुनाद एक अन्य अनुनाद प्रकाश किरण द्वारा गुहा मोड के अनुप्रस्थीय परस्पर-प्रभाव द्वारा नियंत्रित किया जाता है। प्रकाश का नियंत्रण के रूप में उपयोग द्वारा, प्रेषित प्रकाश तीव्रता के विनाश के माध्यम से नकारात्मक तार्किक स्विचन और गुहा मोड तीव्रता के माध्यम से सकारात्मक तार्किक स्विचन का प्रदर्शन किया गया है। इस तरह के सभी-प्रकाशीय-स्विच (AOS) कंप्यूटिंग फोटॉनों के साथ स्थापत्य कला हेतु महत्वपूर्ण घटक है और अनेक व्यवहारिक अनुप्रयोगों के लिए संभावनायुक्त है।

यादृच्छिक माध्यम में प्रकाश प्रसारण

यादृच्छिक मीडिया में प्रकाश का एकाधिक बिखराव, जैसे कोहरा, दृश्यता कम कर देता है क्योंकि यादृच्छिक मीडिया में प्रकाश का प्रसारण बैलिस्टिक की बजाय फैलानेवाला होता है। यह आगे कुछ रोचक घटनाओं की तरफ ले जाता है जैसे- दर्पण रहित लेसर प्रकार्य, लेवी सांख्यिकी और कमजोर एवं मजबूत स्थानीयकरण आदि। अचालक या चुंबकीय सूक्ष्म क्षेत्र के कोलाइडीय निलंबन के उपयोग द्वारा प्रयोग, सक्रिय और निष्क्रिय दोनों, साथ ही साथ मोंटे कार्लो सिमुलेशन और सैद्धांतिक विश्लेषण आदि विभिन्न तरीके प्रकाश प्रसारण की इस प्रक्रिया की जांच के लिए नियोजित किए जा रहे हैं। कोहरे के माध्यम से वास्तविक समय इमेजिंग के मामले हेतु, आरआरआई में लैंप समूह ने, वास्तविक समय में दृढ़ता से बिखरते मीडिया के माध्यम से सफलतापूर्वक छविरूपण किया है, मानव आंख की महत्वपूर्ण झिलमिलाहट आवृत्ति की तुलना से तेज दर पर छवियों को प्राप्त किया है ताकि छवियॉ निरंतर रूप में मानी जा सके। यह प्रदर्शन उपकरणों के सतत, झिलमिलाहट से मुक्त डिजाइन में एक महत्वपूर्ण सफलता है जो खराब दृश्यता के तहत नेविगेशन में सहायता कर सकता हैं।

प्रमात्रा प्रकाशिकी आधारित उपकरणों के उपयोग द्वारा प्रमात्रा यांत्रिकी के मौलिक परीक्षण

प्रमात्रा यांत्रिकी आधुनिक भौतिकी की आधारशिला है। वैसे ही जैसे कि 19वीं सदी को मशीन युग और 20वीं सदी को सूचना युग कहा जाता था, 21वीं सदी इतिहास में पीछे जाने के वादे के अनुरूप प्रमात्रा युग के लिए जानी जाएगी। हालांकि, क्या हम वास्तव में पूरी तरह से प्रमात्रा यांत्रिक सिद्धांतों को समझने के लिए दावा कर सकते हैं ? वास्तव में

हम क्या जानते हैं उस पर हम कितना विश्वास कर सकते हैं ? इस तरह के सवालों के जवाब देने हेतु हमें प्रमात्रा यांत्रिकी के बुनियादी तत्वों पर पुनर्विचार करना होगा और सही सीमाओं का पता लगाने हेतु सटीक सैद्धांतिक और प्रायोगिक जांच प्रदर्शन करने की आवश्यकता होगी। लैंप समूह में, एकल प्रकाश कणों का उपयोग करते हुए इस तरह की जाँच का प्रयास करना ध्यान का एक हिस्सा है, अर्थात औजार के रूप में एकल फोटॉन। ऐसे परीक्षण वर्तमान सैद्धांतिक भौतिकी परिदृश्य में महत्वपूर्ण हैं जहां प्रमात्रा यांत्रिकी और सामान्य सापेक्षता के एकीकरण में पर्याप्त रुचि होती है।

लैंप और टी.पी. के संयुक्त समूहों से इस क्षेत्र में एक प्रमुख परिणाम, रेखाछिद्र आधारित हस्तक्षेप प्रयोगों में उत्तम स्थिति सिद्धांत के एक साधारण अनुप्रयोग की सीमाओं को पूरी तरह से समझना रहा है। तीन अलग-अलग परिदृश्यों में तरंग प्रकार्य के लिए सीमा दशाएँ, जिसमें दोनों रेखाछिद्र खुले हों और एक समय में एक रेखाछिद्र अलग-अलग रूप से खुलने की स्थितियाँ अलग-अलग हों और ऐसे उत्तम स्थिति के सिद्धांत इस मामले में प्रत्यक्ष रूप से लागू नहीं होने चाहिए। वर्ष 2014-15 से इस अवधारणा पर अपने कार्य को आगे बढ़ाते हुए लैंप समूह के अनुसंधानकर्ताओं ने भारतीय विज्ञान संस्थान के सहयोगियों के साथ मिलकर सॉर्किन पैरामीटर, कप्पा के लिए एक वैश्लेषिक समीकरण/सूत्र तैयार किया है जो उक्त प्रमात्रा इंटरफेरेंस प्रयोग के अरैखिक, गैर-पारंपरिक मार्गों से योगदानों का मात्रांकन करता है। विश्लेषणात्मक सूत्र प्रायोगिक प्रदर्शन को आसान बनाता है क्योंकि विभिन्न प्रयोगात्मक मात्राओं पर पैरामीटर निर्भरता का अब अनुमान लगाया जा सकता है। शोधकर्ताओं ने अपने वैश्लेषिक सूत्र से प्राप्त परिणामों के बीच सुंदर अधिव्यापन भी दिखाया है और ये बहुत कुछ गहन परिमित अंतर समय डोमेन सिमुलेशन संसाधन के उपयोग से प्राप्त हुआ है। इस काम का प्रायोगिक सत्यापन, वर्तमान में इंफ्रारेड और सूक्ष्मतरंग प्रकाशिकी दोनों पर आधारित उपकरणों के उपयोग द्वारा लैंप प्रयोगशाला में चल रहा है।

प्रमात्रा सूचना और प्रमात्रा संगणना

यहाँ प्रमात्रा सूचना और प्रमात्रा संगणना के प्रायोगिक एवं सैद्धांतिक पहलुओं पर अनुसंधान में अधिक ध्यान दिया जाता है। पसंद की प्रणालियॉ क्वीटरिट्स/qutrits (त्रिआयामी प्रमात्रा प्रणालियॉ) है, एक फोटान की स्वतंत्रता के स्थानिक दर पर आधारित हैं। लैंप समूह, देश भर में पहली ऐसी प्रयोगशाला है जो जटिल और एकल फोटान स्त्रोतों, सामूहिक अरैखिक क्रिस्टल में सहज पैरामीट्रिक निम्न रूपांतरण पर आधारित, प्रथम और द्वितीय दोनों प्रकार की तकनीक विकसित करने में सफल रही है। एकल फोटॉन एवं उनके विविध आयामों का उपयोग प्रमात्रा संचार, प्रमात्रा सूचना और प्रमात्रा संगणना के पहलुओं की जांच करने के लिए किया जाता हैं। निकट भविष्य में, लैंप समूह प्रमात्रा संचार के क्षेत्र में प्रवेश करना चाहते हैं और स्थलीय और उपग्रह आधारित दोनों प्रौद्योगिकियो को विकसित करना चाहता है।

अरैखिक प्रकाशिकी

पदार्थों के अरैखिक प्रकाशिकी (एनएलओ) प्रसारण का अनुप्रयोग ऑप्टिकल स्विचों, ऑप्टिकल सीमकों और संतृप्त अवशोषकों में पाया जाता है। अनूठे नैनोकणों एवं नैनोसम्मिश्रों की प्रकाशिक अरैखिकता का लैंप समूह में अन्वेषण किया जा रहा है। आम तौर पर, पदार्थ नैनोअवस्थाओं में ट्यून करने योग्य संवर्धित विशिष्टताओं को दर्शाते हैं, जो सामूहिक अवस्था में उनके गुणों से बहुत अलग हो सकते हैं। अलग अलग समय डोमेन में अरैखिकता गुणधर्मों की पहचान करने के लिए जेड-स्कैन, चार तरंग मिश्रण और पंप जांच स्पेक्ट्रोस्कोपी की तकनीकों का उपयोग करके अतितेज (100 एफएस) और छोटी (5 एनएस) लेजर कंपनों को नियोजित किया जाता हैं। इन जांचों ने आदर्श सामग्री के अरेखीय अवशोषण व्यवहार का निर्धारण करने में लेट्टिस दोषों की भूमिका में नया प्रकाश डाला है जैसे नौ-परमाणु सिल्वर प्रमात्रा समूह (QCS), ग्रेफाइटिक कार्बन नाइट्राइड (GCN), न्यूनकृत ग्राफीन ऑक्साइड (rgo) नैनो चादरें, Ag2S-CuS नैनो कंपोजिट, सीडीओ नैनो मोरफोटाइप, और समान प्रणालियाँ। ग्राफिन आधारित इलेक्ट्रॉनिक्स के लिए दूरगामी महत्व के एक और काम में, लैंप समूह ने वर्धित इलेक्ट्रॉन-दोष बिखराव के कारण रंजित-ग्राफिन में इलेक्ट्रॉन गतिशीलता की क्षीणता को प्रयोगात्मक रूप से साबित किया है।

लेजर प्रेरित प्लाज्मा

प्लाज्मा, पदार्थ की चौथी अवस्था, नियमित रूप से शक्तिशाली स्पंदित लेज़रों के साथ उपयुक्त लक्ष्यों के प्रदीप्तन द्वारा लैंप की प्रयोगशालाओं में निर्मित किया जाता है। ये प्लाज्मा जो केवल कुछ माइक्रोसेकंड के लिए विद्यमान होते हैं अल्पकालिक सितारों के रूप में माने जा सकते है, और उनका अध्ययन प्राय: 'प्रयोगशाला खगोल भौतिकी' कहा जाता है। धातु लक्ष्यों (निकल, जिंक और एल्यूमिनियम) से निकले निर्वात में प्रदीप्त अतितेज लेजर उत्पादित प्लाज्मा में नरम और सख्त एक्स-रे व्यवस्थाओं में इलेक्ट्रॉन, आयन, दृश्य विकिरण, और उच्च ऊर्जा फोटॉन पाए जाते हैं। प्लाज्मा की स्पेक्ट्रोस्कोपी जांच एक अज्ञात लक्ष्य के घटक तत्वों की पहचान करने के लिए इस्तेमाल की जा सकती है। नैनो सैकंड पद्वति में उड़ान तकनीक के समय का उपयोग कर प्लाज्मा के अस्थायी क्रमविकास का किया गया अध्ययन, घटक आयनों, इलेक्ट्रॉनों और तटस्थ (पुनर्संयोजन आयनों) के वेग, त्वरण और पुनर्संयोजन दरों के बारे में जानकारी प्रदान करता है।

पतित गैसों के उपयोग से संघनित पदार्थ समस्याओं का प्रमात्रा अनुकरण (सिमुलेशन)

नैनो केल्विन तापमान पर एक सोडियम पोटेशियम गैस मिश्रण बनाने की दिशा में लैंप समूह द्वारा एक नवीन प्रयोग की सुविधा स्थापित किया जा रहा है। इस बहुत ही कम तापमान, बोसोनिक प्रजातियों और फरमिओनिक प्रजातियों के फर्मी तापमान के लिए महत्वपूर्ण तापमान से अच्छी तरह नीचे, फांस बादल के व्यवहार को पूरी तरह से प्रमात्रा सिद्धांत द्वारा वर्णित किया जा सकता है और तापीय उतार चढ़ाव को नजरअंदाज किया जा सकता है। प्रणाली तब विशुद्ध रूप से प्रमात्रा यांत्रिक घटनाओं, जो जटिल संघनित पदार्थ भौतिकी प्रश्नों के लिए सादृश्य रूप में, जैसे अपरंपरागत अतिचालकता, अव्यवस्थित परस्पर-प्रभाव चरण आरेख आदि की जांच के लिए एक मॉडल व्यवस्था होगी।

मृदु संघनित पदार्थ

हाल के वर्षों में, मृदु संघनित पदार्थ भौतिकी अथवा 'मृदु' भौतिकी संघनित पदार्थ भौतिकी के व्यापक क्षेत्र के अंतर्गत अपने स्वयं के विलक्षण गुणों के कारण अनुसंधान का एक क्षेत्र बनकर उभरी है। मृदु पदार्थ, कमजोर अंतर-मैक्रोआण्विक बलों द्वारा बंधे अणुओं से बने होते हैं, को जटिल संरचनाओं एवं अवस्था व्यवहार के द्वारा वर्गीकृत किया गया है। कलिलीय प्रलंबन एवं पायस जैसे कि दूध और पेंट, पॉलिमेरिक एवं जैविकीय पदार्थ, फॅम और तरल स्फटिक ऐसे ही कुछ सामान्य उदाहरण हैं। मैक्रोअणुओं का आकार जो इन पदार्थों को बनाते हैं आमतौर पर कुछ नैनोमीटर और कुछ माइक्रोमीटर के आकार के होते हैं। परमाण्विक प्रणालियों के विपरीत जिनका शिथिलन समय पीकोसेकण्ड तक होता है, मृदु पदार्थ 10^{-8} और 10^{3} सेकण्ड के समय पैमाने में सामान्यतया शिथिल रहते हैं, जो कि अधिक-समय तक रहने वाली मेटास्टेबल अवस्थाओं को बढ़ावा देती है। इन पदार्थों की संरचना व गतिकी का इसीलिए आसानी से अपेक्षाकृत साधारण प्रयोगालयी तकनीकों का उपयोग करते हुए अध्ययन किया जा सकता है। प्रत्यास्थ नियतांकों जो पारंपरिक परमाण्विक ठोसों की तुलना में कई दशक नीचे होते हैं द्वारा वर्गीकृत मृदु पदार्थ श्यानप्रत्यास्थ (विस्कोइलास्टिक) भी होते हैं और इन्हें कई प्रकार के गैर-साम्य घटनाओं के अध्ययन में उपयोग किया जा सकता है। इनके गुणधर्मों के निर्धारण में ऊष्मीय परिवर्तनों की भी महत्वपूर्ण भूमिका होती है।

जितनी सरलता से अंतर-घटक अभिक्रियाओं को मृदु पदार्थों में बदला जा सकता है, उसी से वह यह सुनिश्चित करता है कि उनसे नए रूचिकर व उपयोगी गुणधर्मों वाले नए पदार्थों को भी बनाया जा सकता है। उनकी संरचनात्मक जटिलता और यांत्रिकीय लचीलापन मृदु पदार्थों को कई अनुप्रयोगों के साथ-साथ सांख्यिकीय भौतिकी व संघनित पदार्थ सिद्धांतों की अवधारणाओं के दृष्टिकोण से परीक्षण के लिए आदर्श बनाता है।

आरआरआई का मृदु संघनित पदार्थ समूह तरल स्फटिकों के कलिलीय, बहुलक, नैनोसम्मिश्र, एम्फीफिलिक प्रणालियों, संश्लेषण, वर्गीकरण एवं भौतिक अध्ययन के अलावा जैविकीय भौतिकी जैसे नए रोचक क्षेत्रों में अध्ययनरत है।

अनुसंधान क्षेत्र

तरल स्फटिक, नैनो–सम्मिश्र और पॉलिइलेक्ट्रोलाइट्स

आरआरआई में मृदु पदार्थों जिन्हें आसानी से बाह्य दाब, ऊष्मीय परिवर्तनों, इलेक्ट्रिक व चुम्बकीय क्षेत्रों द्वारा विरूप्य किये जा सकते हैं, की संरचना गुणधर्म संबंधों को समझने के लिए प्रायोगिक एवं सैद्धांतिक अध्ययन किया जाता है। इन मृदु पदार्थों में थर्मोट्रोपिक तरल स्फटिक जिनमें अधिक एनिस्ट्रोपिक ऑर्गेनिक अणु, मैक्रोस्कोपिक किरेलिटी की एक साथ टूटने वाली केले जैसी आकारिकी, नैनो-सम्मिश्र पदार्थ, बेंट-कोर हॉकी की छड़ आकार के अणुओं से बने तरल स्फटिक, बहुलक एवं जैवपदार्थ जैसे जैवअणु और कोशिका हैं। इन प्रणालियों में उपस्थित विविध अवरोधों और स्वतंत्रता की भिन्न कोटियों के मध्य अन्योन्यक्रिया प्राय: सुदृढ़ और जटिल व्यवहार को बढ़ावा देती है जिसे संभाव्य प्रौद्योगिकीय अनुप्रयोग के लिए उपयोग किया जा सकता है। ऐसे कार्यों के उदाहरण हैं हाल का बेंट कोर हॉकी स्टिक आकारीय अणुओं द्वारा प्रदर्शित श्यूडो-पोलर टिल्टेड स्मेक्टिक अवस्था का अध्ययन और प्राकृतिक रूप से उँगने वाले कर्कुमिन - चिकित्सीय गुणधर्म वाला एक पादप, से अनूठे आइसोक्साज़ोल-आधारित बनाना लिक्विड क्रिस्टल का संश्लेषण और वर्गीकरण । उत्तरार्ध काफी जैविकीय महत्ता का हो सकता है।

मृदु संघनित पदार्थ समूह का रासायनिक स्कंध अनूठे तरल स्फ टिकीय पदार्थों जो उल्लेखनीय इलेक्ट्रॉनिक व प्रकाशइलेक्ट्रॉनिक गुणधर्म प्रदर्शित करते हैं, की अभिरचना, संश्लेषण व वर्गीकरण पर कार्य करता है। कई मोनोमेरिक, ओलिगोमेरिक, पॉलिमेरिक और आयनिक तरल स्फटिकीय पदार्थों का संश्लेषण इस समूह ने किया है। 2015-2016 की अवधि के दौरान, आयोडीन-मुक्त डिस्कोटिक इलेक्ट्रोलाइट का संश्लेषण, वर्गीकरण किया गया और रंजक-संवेदी सोलर कोशिकाओं में प्रयोग किया गया। भविष्य के सोलर सेल अनुप्रयोगों को ध्यान में रखते हुए समूह द्वारा बनाए गए अन्य पदार्थों के उदाहरण हैं बल्क हीटरो-जंक्शन अथवा BHJ सोलर कोशिकाओं के अभिकल्पन के लिए स्व-समूहित, डिस्क आकारीय तरल स्फटिक (LC) पदार्थ और नए U-आकारीय एज़ोबेंजीन तरल स्फ टिकों से व्युत्पन्न तरल स्फ टिक जो महत्वपूर्ण प्रकाशस्विचन गुणधर्मों को दर्शाते हैं।

नैनोपदार्थों जैसे धातु-नैनोकण अर्थात सोना, चांदी अथवा तांबा, पदार्थों की क्वांटम डॉट्स जैसे थियोलेटेड ग्रेफीन ऑक्साइड, लुमिनेसेंट CdTe अथवा CdSe और कार्बन नैनोट्यूब का तरल स्फ टिकों के सुपरामॉलेक्यूलर क्रम में समावेशन से कई अनुप्रयोगों के लिए अनूठे पदार्थों को तैयार किया जा सकता है। इसी दृष्टिकोण से, डिस्कोटिक के साथ-साथ निमेटिक अणुओं वाले इन नैनोपदार्थों को बनाने व व्यवहार में लाने तथा उन्हें फेर्रोइलेक्ट्रिसिटी जैसे गुणधर्मों वाले मोनोमेरिक, ओलिगोमेरिक व पॉलिमेरिक डिस्कोटिक तरल स्फटिकों में विच्छिन्न/विसरित करने के उद्देश्य से एक अनुसंधान कार्यक्रम की शुरूआत की गई है। कॉलुम्नार मेट्रिक्स में ऐसे व्यवहारित नैनोपदार्थों का विसरण विशेष रूप से भौतिक गुणधर्मों जैसे उनकी ऊष्मागतिकी गुणधर्म, प्रत्यास्थ नियतांक, डायइलेक्ट्रिक, चालकता और प्रकाशचालकता को संवर्धित करने वाला पाया गया है जो क्षेत्रों जैसे फ ोटोवोल्टेक में अनुप्रयोगों का पर्याप्त कारण बनता है।

एससीएम समूह की वर्तमान अनुसंधान अभिरूचियों में से एक है एकिरल अणुओं से बने तरल स्फ टिकों में गठनात्मक किरेलिटी की वर्णनात्मकता का अन्वेषण करना। दो ज्ञात बेंट-कोर तरल स्फटिक अथवा BCLCs – विभिन्न सांद्रताओं की NNMTB एवं PDMBC - का उपयोग करते हुए समूह ने तीन प्रकार के लेमलार मेसोअवस्थाओं के अस्तित्व को दर्शाया: डार्क इनेंटियोमेरिक (DE) अवस्था, डार्क कोंग्लोमिरेट (DC) अवस्था, और तीसरी सपाट परत युक्त एक बायरफ्रिंजेंट लेमलार SmCP अवस्था। इस प्रणाली में प्रेक्षित एकिरल घटकों की संबंधित सांद्रता की कार्यप्रणाली के रूप में होमोकिरेलिटी का प्रगत्यात्मक विकास आण्विक गठनात्मक किरेलिटी के अभिन्न युग्मन की भूमिका को स्पष्ट करता है। यह तकनीक अनुप्रयोगों के लिए मैक्रोस्कोपिक किरेलिटी एवं किरोप्टिकल गुणधर्मों के अनुकूलन को ट्यून करने संबंधी नियंत्रण को भी प्रदान करती है।

इस समूह का एक अन्य अभिरूचि का क्षेत्र है बेंट-कोर तरल स्फटिकों में पुन:प्रवेशित (रैत्रांत) लेमलार अवस्था की असामान्य घटना को समझना। अवस्था का पुन:प्रवेशन एक ऐसी अवस्था है जहाँ उच्चतर तापमान पर क्रमश: कम व्यवस्थित अवस्था निम्नतर तापमान पर अधिक व्यवस्थित अवस्था के ठीक नीचे पुन: दिखने लगती है। यह BCLC की स्थिति में अत्यधिक दुर्लभ है और वर्तमान में इस तरह के अस्तित्व वाले बहुत ही कम उदाहरण ज्ञात हैं। समूह ने एक अनूठे एकिरल BCLC संयौगिक का संश्लेषण किया जो स्पष्टतया पुन:प्रवेशन लक्षण को दिखाती है जैसा कि उनके प्रारंभिक इलेक्ट्रो-ऑप्टिक एवं डायइलेक्ट्रिक अध्ययन से साक्ष्य मिले।

आयनिक आर्द्रकों का अवस्था व्यवहार

आयनिक आर्द्रकों के अवस्था व्यवहार पर काउंटेरियन्स और पॉलिइलेक्ट्रोलाइटों के अवशोषण के प्रभाव का अन्वेषण विविध प्रायोगिक तकनीकों का प्रयोग करते हुए किया जा रहा है। इन अध्ययनों का प्रमुख उद्देश्य है ऐसी परिस्थितियों को पाना जिनके अंतर्गत अनूठी सम्पूर्ण आकारिकी और अवस्थाओं को इन प्रणालियों में स्थायी किया जा सके। पूर्व के प्रयोगों की तरह एकल आवेशित सतह को देखने की बजाए हाल ही में यह समूह अवशोषण प्रक्रिया के परीक्षण के अनूठे सेटअप का उपयोग कर रहा है – जिसमें कि आवेशित आर्द्रक बाइलेयरों के आवधिक जमघट स्वत: ही क्ष-किरण प्रकीर्णन तकनीकों को नियोजित करने की संभावनाओं को व्यक्त करते हैं।

DNA–आर्द्रक सम्मिश्रकों की संरचना

DNA-केटियोनिक आर्द्रक सम्मिश्रकों की संरचना का अन्वेषण एक्स-किरण विवर्तन का उपयोग करते हुए किया जा रहा है। इस अध्ययन का मुख्य उद्देश्य है पैरामीटर जैसे आर्द्रक अणुओं का आकार और इसके काउंटेरियनों की प्रकृति को बदलते हुए इन सम्मिश्रकों की विभिन्न संरचनाओं को स्थिर करना।

झिल्लियों में स्टेरॉलों की रचना

भिन्न-भिन्न स्टेरॉल अणुओं से निहित लिपिड झिल्लियों का अवस्था व्यवहार का अध्ययन झिल्लियों में इन जैविकीय रूप से महत्वपूर्ण अणुओं की रचना को समझने के उद्देश्य से किया जा रहा है। झिल्लियों में इन अणुओं के अभिविन्यास का परीक्षण करने के प्रयोग जारी हैं।

लिपिड झिल्लियों में मोनोन्यूक्लियोटाइडों का गठन

समूह ने लिपिड झिल्लियों में मोनोन्यूक्लियोटाइडों के गठन का अध्ययन किया है यह बताने के लिए कि ये अणु झिल्लियों के पृष्ठ पर सघन धब्बे बनाते हैं, जो कि एक रोचक परिणाम है क्योंकि इस प्रकार की व्यवस्था लम्बी श्रृंखला में उनके पॉलिमराइजेशन की एक शर्त है। इस प्रयोग की कोशिकीय वातावरण में स्वत:-प्रतिक्रियात्मक लम्बी श्रृंखला RNA-जैसे बहुलकों के प्रारूपण के पीछे की भौतिकी को समझने में प्रासंगिकता हो सकती है।

कलिलीय और मिश्रित तरल पदार्थ

गैर-न्यूटोनियन तरल पदार्थोंकी संरचना, गतिकी और रियोलॉजीऔर मिश्रित तरल पदार्थों में प्रौढ़ प्रलंबन, मृदु कांचीय रियोलॉजी, प्रवाह संरचना सहसंबंधन, रियोलॉजिकल चाओस तथा अपरूपीय प्रवाह की अरैखिक गतिकी, अंतरफ लकीय प्रलंबन, कोलाइडल जेल्स का सेडिंटेशन, मिसेलर पैकिंग्स, कोपॉलिमर मिसेलों का उपयोग करते हुए नियंत्रित, लक्षित ड्रग डिलीवरी का ड्रग डिलीवरी के वाहन के रूप में, ग्रेनुलर माध्यम की भौतिकी का प्रायोगिक अन्वेषण किया जा रहा है।

प्रायोगिक यंत्रों जैसे स्थायी एवं गतिक प्रकाश प्रकीर्णन, रियोलॉजी, अल्ट्रासाउंड क्षीणन स्पेक्ट्रोस्कोपी तथा उच्चगति वाला प्रतिचित्रक/प्रतिबिम्बक का उपयोग इन अध्ययनों के लिए गहनता से किया जा रहा है। इन अन्वेषणों में से कई में सांख्यिकीय यांत्रिकी और पदार्थ विज्ञान के क्षेत्र में कार्यरत अभियंताओं और सैद्धांतिक भौतिज्ञों का सहयोग शामिल रहा है।

पिछले वर्ष में किए गए कुछ विशिष्ट प्रयोगों में शामिल हैं: एजिंग लेपोनाइट (सिंथेटिक क्ले) कलिलीय प्रलंबन पर गिरती गेंद प्रयोग, लेपोनाइट के दुर्बल मृदु कलिलीय प्रलंबन की कांचीय रूपांतरण की किनेटिक्स और ऐसे प्रलंबनों में गत्यात्मक हीटरोजिनेटीज़ जबकि उन्हें कांचीय अवस्था में भेजा जाता है। लेपोनाइट के अलावा, प्राकृत मिट्टी और Na-मोंटमोरिलोनाइट नैनोक्ले कण के जलीय विलयन से बने कलिलीय ज़ेल का भी अन्वेषण किया जा रहा है जहाँ नमक की उपस्थिति में जलीय प्रलंबन में प्राकृत मिट्टी के बहिर्पर्णन/अपस्तरण एवं स्थायित्वता, माइक्रोसंरचना में इलेक्ट्रोलाइट का प्रभाव, और कलिलीय मिट्टी की पैदावार एवं कलिलीय मिट्टी-जल प्रलंबन का एकत्रीकरण व स्थायित्वता का अध्ययन किया जाना है। अंतिम दो अध्ययन कुछ निश्चित भूभौतिक घटनाओं जैसे बझन, नदी डेल्टा प्रारूपण एवं भूस्खलन के पीछे के भौतिक कारकों, इत्यादि पर प्रकाश डाल सकते हैं।

जैव भौतिकी

जैविकीय प्रणलियों में एक भौतिकविज्ञानी दृष्टिकोण एक आदर्श परिप्रेक्ष्य को प्रदान करता है कि कोशिकीय निर्माणी के भीतर जीवन मशीनरी कैसे कार्य करती हैं। आरआरआई का यह समूह विभिन्न स्तरों पर कोशिकाओं में घटित होने वाले गतिकीय घटनाओं का मात्रात्मक भौतिक विवरण को प्राप्त करने का उद्देश्य रखता है। उनकी अभिरूचि नैनोपैमानीय आण्विक संरचनाओं में है जो DNA, प्रोटीन पृथक्करण एवं स्व-समूहन, डीएनए-प्रोटीन सम्मिश्र जैसे क्रोमेटिन फ इबर, और सक्रिय कोशिकीय गतिकी सहायक कोशिका झिल्ली के स्तर पर संकेतन में अभिक्रियाओं पर प्रभुत्व रखती हैं। वे न्यूरोनल कोशिकाओं में गत्यात्मक घटनाक्रम का भी अन्वेषण करते हैं जिनके कारण आकार परिवर्तन और सक्रिय यांत्रिकीय प्रतिक्रियाएँ होती हैं। इन अध्ययनों का परिमाण निर्धारित करने के लिए, अनूठी अत्याधुनिक तकनीकों को संस्थान में ही विकसित किया गया है: उदाहरण के लिए, एकल अणु रेजोल्यूशन नैनो-उपकरण जो जैविकीय नैनो-जगत के रहस्यों को औजागर करता है, और एकल कोशिकाओं की यांत्रिकीय प्रतिक्रियाओं के परीक्षण की अति-संवेदी बल मापन विधि। अपरूपण /शियर (अपप्रपण) उपकरण को विकसित कर संस्थान में ही निर्मित किया गया जो कोशिका आसंजन गुणों को औजागर कर सकता है जबकि इसे प्रतिदीप्ति माइक्रोस्कोपी के साथ संयोजन के रूप में प्रयोग किया गया हो। यह इस सूची में सबसे नया उपकरण है। इस उपकरण को जब माइक्रो-पैटर्न तकनीकों के साथ उपयोग किया जाता है तो यह सु-परिभाषित कोशिका ज्यामिति को बना सकता है, इतना ही नहीं, यह अपरूपण के अंतर्गत कोशिका विच्छेद पर मापन के माध्यम से कोशिका आसंजन के नापन / परिणाम निर्धारण में भी मदद कर सकता है।

आरआरआई के जैवभौतिकी समूह का अक्षतंतु आकार अस्थायित्वता पर हाल का अध्ययन एक महत्वपूर्ण परिणाम देता है। प्रतिदीप्ति सिनेप्टिक पुटिकाओं को व्यक्त करने के लिए आनुवंशिक साधनों का उपयोग करते हुए, यह दर्शाया गया कि अक्षतंतुओं में संवहन 'बीडिंग' से प्रभावित नहीं होता है जो यह इशारा करता है कि 'बीडिंग' के पीछे का कारण 'ट्राफिक जाम' नहीं है जैसा कि पूर्व में इस क्षेत्र में कार्यरत अन्य लोगों ने अनुमान लगाया था। पूर्व की परिकल्पनाएँ सीधे अनुदित की गई, बीडिंग को अक्षतंतु साइटोस्केलटन के भीतर संवहन के व्यवधान की तरह देखती हैं जिसके कारण कार्गो का संचयन अथवा 'बीड' प्रारूपण होता है। यह अक्षतंतु क्षति / चोट का पहला लक्षण है और अक्षतंतुवीय अपकर्ष (डिजनरेशन) का प्रथम चरण है। यद्यपि, आरआरआई में हाल के प्रयोग दर्शाते हैं कि अक्षतंतुओं में ये आकारिक अस्थायित्वता स्वयं अक्षतंतु साइटोस्केलटन में सूक्ष्मनलिकाओं में टूट-फूट का प्रतिफल हो सकती है।

इस समूह द्वारा बनाए गए लगभग 6-800nm आकार के क्वार्ट्ज नैनोपोर एवं कांच को वर्गीकृत कर इन नैनोपोर के माध्यम से विस्थापित प्रत्येक डीएनए अणुओं के संसूचन को समर्थ बनाया गया। प्रतिरोधात्मक स्पंद तकनीकों का उपयोग करते हुए पक्षपाती वोल्टेज के विरूद्ध माइक्रोपोरों के माध्यम से जैविकीय कोशिकाओं को ट्रावर्स (traverse) बन जाने के प्रत्यास्थ गुणधर्मों का मापन करने का प्रयास किया जा रहा है।

सैद्धांतिक अध्ययन

एससीएम समूह में सैद्धांतिक अन्वेषण प्रमुखतया मृदु पदार्थ में प्रत्यास्थता और सांस्थितीय (टोपोलॉजिकल) दोषों के सिद्धांत पर ध्यान केन्द्रित करता है। तीन विमाओं में विभाज्य द्विविमीय झिल्लियों पर अभिविन्यासित (जैसे निमेटिक, सदिश, हेक्ज़ेटिक) स्पर्शी-सतह क्रम वक्रित झिल्लियों पर कुंठा ग्रस्त रहती है। हाल ही में, समूह ने हाइड्रेशन स्थितियों के अधीन लियोट्रोपिक स्मेक्टिक-A तरल स्फटिक में टोपोलॉजिकल अस्थायित्वता, विशेषतया नलीनुमा संरचनाओं एवं बीड की वृद्धि को स्पष्ट करने के सैद्धांतिक मॉडल को सामने रखा।

सैद्धांतिक भौतिकी

सैद्धांतिक भौतिकी (टीपी) समूह के प्रमुख अनुसंधान क्षेत्र हैं सांख्यिकीय भौतिकी सहित गैर-साम्य सांख्यिकीय भौतिकी, मृदु संघनित पदार्थ एवं प्रमात्रा बहु-निकाय भौतिकी, प्रमात्रा गुरूत्व, सामान्य सापेक्षता तथा प्रमात्रा यांत्रिकी की आधारशिला। अपनी प्रकृति अनुसार टीपी समूह प्राय: आरआरआई में ही प्रायोगिक समूहों जैसे प्रकाश व पदार्थ भौतिकी के साथ विशेषतया प्रमात्रा भौतिकी में मूलभूत प्रश्नों के क्षेत्र में, और मृदु संघनित पदार्थ समूह के साथ जैवभौतिकी व गैर-साम्य सांख्यिकीय भौतिकी के क्षेत्र में मिलकर कार्य करता है। यह समूह संस्थान के बाहर इन्हीं क्षेत्रों में कार्यरत प्रयोगवादियों के साथ भी मिलकर सहकार्य करता है।

अनुसंधान क्षेत्र

सांख्यिकी भौतिकी

टीपी समूह वर्तमान में बहुलक के साम्य व गतिक गुणधर्मों पर अनुसंधान में संलग्न है। एक प्रश्न जिस पर यह समूह इस समय कार्य कर रहा है वह है वॉर्म-जैसे चैन मॉडल अथवा WLC मॉडल का उपयोग करते हुए अर्द्ध-लचीले बहुलकों की रिंग-क्लोजर संभाव्यता। WLC मॉडल बहुलक चैन में दो कार्बन परमाणुओं के मध्य एक कनेक्टर के समान पूर्णतया लचीले आइसोट्रोपिक रॉड से बना है। अभी तक प्राप्त अर्द्ध-वैश्लेषिक परिणाम बताते हैं कि संदर्भित बहुलक की एक लम्बाई पैमाने पर आकारीय लम्बाई (बहुलक में अधिकतम भौतिक रूप से संभव विस्तार के साथ) के साथ रिंग क्लोजर संभाव्यता में ऊर्जा नियम क्षय (दो चरों के मध्य एक संबंध जैसे कि किसी भी चर के प्रारंभिक मान के एक के परिणाम में परिवर्तन दूसरे के परिणाम में आनुपातिक परिवर्तन लाता है) होता है। उक्त अध्ययन डीएनए और एक्टिन फि लामेंट के जैवभौतिक अध्ययन में प्रभावी हो सकता है।

गैर–साम्य सांख्यिकीय भौतिकी

मानक गैर-साम्य सांख्यिकीय भौतिकी में कुछ मूलभूत प्रश्नों की सैद्धांतिकी को समझना भी इस टीपी समूह के लक्ष्यों में से एक है। इस ओर, टीपी समूह द्वारा पुनःसेट करने के साथ (रिस्टार्टिंग अथवा इनीशिएलाइजेशन) मार्कोव प्रोसेसेस (यादृच्छिक सांख्यिकीय प्रक्रियाएँ जिनकी वर्तमान अवस्थान मैमोरी अथवा बल्कि बिना मैमोरी वाली प्रणाली से अप्रभावित रहती हैं) के लिए बड़े विचलनों, अधिकतम स्थिति के लिए यादृच्छिक रिसेटिंग के साथ यादृच्छिक चाल, बिन्दुनुमा कण की कृत्रिम एकल-फ इल गति जहाँ बिन्दुनुमा कण में हार्ड-कोर रिपल्सिव अंतर कण अभिक्रिया हो, में दो-टैग विस्थापन के लिए यथार्थ संभव वितरण जो कि कण क्रॉसिंग को बचाता है और कमजोर युग्मन सीमा में पार्शियल सिस्टम की एंट्रॉपी प्रोडक्शन के लिए दोलन प्रमेय आदि पर अनुसंधान चलाया जा रहा है। अंतिम कार्य बताता है कि जब कोई एक छोटी प्रणाली हीट बाथ के संपर्क में आती है और समान प्रणाली के साथ कमजोरी के साथ युग्मित होती है, तो प्रेक्षित प्रणाली के आंशिक एंट्रॉपी उत्पादन के लिए यह संभव हो जाता है कि नियत अवस्था दोलन प्रमेय के उलंघन को प्रेक्षित करते हुए ऐसे कमजोर युग्मन की उपस्थिति का निष्कर्ष निकाला जा सके।

सैद्धांतिक संघनित पदार्थ एवं एएमओ भौतिकी

टीपी समूह ने हाल ही में एक-विमीय ज्यामिति में दृढ़तापूर्वक परस्पर प्रभाव डालने वाले फोटानों को अन्वेषित किया है जो एक दिशा में प्रकाशिक रूप से बंध बनाते हैं

और इस सैद्धांतिक गेदांकन प्रयोग को प्रायोगिक परिणामों जैसे शुष्क / शीत गैस में रैडबर्ग परमाणुओं की अभिक्रिया, के संगत समर्थन करते हैं। ध्यान देने वाली एक अन्य हाल की परियोजना है लम्बी-दूरी की कूंद वाली मुक्त फर्मायनों की अव्यवस्थित श्रृंखला में उलझन की लघुगणक वृद्धि का अध्ययन करना। यह कार्य पूर्वनिर्धारित लम्बी-दूरी की कूंद एवं परस्पर क्रिया ऊर्जा परंतु यादृच्छिक स्थानिक ऊर्जा वाले घूर्णन-रहित फर्मायनों की श्रृंखला में उलझन की गतिकी का अंकीय अन्वेषण है।

प्रमात्रा गुरूत्व

आरआरआई में टीपी समूह लूप प्रमात्रा गुरूत्व (LQG) एवं कॉजल सेट थियोरी (CST) के दो भिन्न-भिन्न परिप्रेक्ष्य से प्रमात्रा गुरूत्व पर अनुसंधान करता है।

LQG एक विधि है जहाँ क्वांटीकरण के मानक हेमिल्टोनियन तरीकों को बिना पर्टर्बेशन थियोरी का सहारा लिए पारंपरिक गुरूत्वाकर्षणीय क्षेत्रों में लागू किया जाता है। LQG में अंतरिक्षीय ज्यामिति की अनुवर्ती अनुपस्थिति के प्रश्नों को कुछ नए विचारों व यंत्रों के माध्यम से टीपी समूह द्वारा सुलझाया गया है, जबकि क्लासिकल सीमा में स्पेस-टाइम सातत्य की समग्र वसूली और बैकग्राउंड समय की अनुपस्थिति दो ऐसे मुद्दे हैं जिन्हें वर्तमान में देखा जा रहा है। इंटेंगलमेंट एंट्रॉपी, अंतर्निहित अवस्था और उनका गुरूत्व पर प्रभाव तथा प्रमात्रा गतिकी और बहुलक-पैरामीटरीकृत क्षेत्र सिद्धांत में लम्बी-दूरी के सहसंबंध पिछले वर्ष के दौरान इस क्षेत्र में टीपी समूह के प्रयासों को व्यक्त करते हैं। यह कार्य निःसंदेह रूप से सांख्यिकीय भौतिक अवधारणा जैसे एंट्रॉपी और बहुलक सिद्धांत को इस्तेमाल करता है।

प्रमात्रा गुरूत्व के सीएसटी दृष्टिकोण में, दूसरी ओर, एक कोई असतत उपसंरचना द्वारा सातत्य स्पेस-टाइम को विस्थापित करता है, जो कि स्थानिक रूप से परिमित, आंशिक रूप से क्रमबद्ध सेट, कॉजल सेट है। यहाँ सातत्य एक सन्निकटन के रूप में उभरता है, ना कि सीमा के रूप में क्योंकि सीमा भौतिक इनपुट है ना कि गणितीय जैसा कि अन्य असातत्य दृष्टिकोण में होता है। हाल ही में 'फुदकने' और 'रोकने' की संभावनाओं को बताती 2 और 4 स्पेस-टाइम विमाओं में स्थानिक ग्रीन कार्यप्रणाली का उपयोग करते हुए वक्रीय स्पेस-टाइम में डिस्क्रीट प्रोपगेटर के निर्माण पर आरआरआई कार्य हुआ है। पिछले वर्ष के दौरान, 2D कॉजल सेट प्रमात्रा गुरूत्व में वृहत N सीमा पर आरआरआई में अनुसंधान कार्य पूरा किया गया है। आरआरआई के समूह ने पूर्व में पाया कि 2D कॉजल सेट प्रमात्रा गुरूत्व सातत्य अवस्था से क्रिस्टेलाइन गैर-सातत्य अवस्था में अवस्था परिवर्तन को दर्शाते हैं जो कि प्रेक्ष्य ब्रम्हाण्ड को समझाने में प्रमात्रा गुरूत्व की भूमिका के निहितार्थ में हर्टल हॉकिंग ग्राउंड स्टेट को प्रभावित करते हैं (हर्टल हॉकिंग ग्राउंड स्टेट सीएसटी के लिए हर्टल हॉकिंग तरंग कार्यप्रणाली के लिए ग्राउंड स्टेट है)।

कॉजल सेट और प्रमात्रा ब्रम्हाण्डिकी अवधारणाओं से प्रेरित एक अन्य अन्वेषण है प्रमात्रा आधारशिला का प्रमात्रा मापन दृष्टिकोण। यहाँ, कोई प्रमात्रा सिद्धांत को उनके परिचर इंटरप्रिटेशनल सामान्यीकरणों के साथ स्टोकेस्टिक भौतिकी समानांतर रखता है। आरआरआई में इस फ्रेमवर्क को उपयोग करते हुए कैसे प्रमात्रा गुरूत्व में कोवेरिएंट ऑब्जर्वेबल्स प्राप्त किया जा सकता है को समझने की दिशा में कार्य चल रहा है। इस कार्य में उपयोग किए गए सांख्यिकीय भौतिकी समकक्षों में शामिल हैं पर्कोलेशन (कणों की ट्रिकलिंग अथवा हस्तक्षेपीय माध्यम के जरिए कणिक-गुणधर्म जो कि प्रक्रिया के दौरान व्यापक रूप से 'फिल्टरेशन' करते हैं)।

प्रमात्रा यांत्रिकी, प्रमात्रा मापन, और पारंपरिक तंत्रों के प्रमात्रा समकक्ष में आधारभूत प्रश्न

चलायमान दीवार के साथ एक बॉक्स में प्रमात्रा कणों की गतिकी और संबंधित नॉन-ट्राइवल बेरी अवस्था का अस्तित्व (बेरी अवस्था अथवा ज्यामिति अवस्था तात्क्षणिक अवस्था अथवा गति की अवस्था है जिसे कि अध्ययन किये जा रहे तंत्र की ज्यामितीय गुणधर्मों के परिणामस्वरूप बिना किसी ऊष्मा विनिमय के एक कण चक्रीय गति से होते हुए प्राप्त करता है) प्रमात्रा यांत्रिकी में आधारभूत प्रश्नों में से एक है जिस पर आरआरआई में टीपी समूह कार्य कर रहा है।

परिणाम बताते हैं कि विशिष्ट सीमा शर्तें इस प्रकार से बरकरार रखी जानी चाहिए कि एकत्वता (यूनिटेरिटी) संरक्षित रहे, अथवा अन्य शब्दों में, सुनिश्चित किया जाना चाहिए कि कणों की चाल से संबंधित सभी की कुल संभावनाएँ एकत्व को बढ़ाए।

वर्ष 2015-2016 की अवधि के दौरान, आरआइआई में टीपी समूह प्रमात्रा प्रणाली में मापन की प्रक्रिया के सुदूर दिखने वाले परिणामों के साथ एक अतिमहत्वपूर्ण निष्कर्ष पर पहुँचा। एक वैश्लेषिक अध्ययन में सिल्वर परमाणु के चक्रण को स्टर्न-गर्लेच प्रयोग के संदर्भ में एक प्रमात्रा प्रणाली मानते हुए, आरआरआई के टीपी समूह ने कोअर्स प्रमात्रा मापन की अवधारणा को प्रस्तावित किया। ऐसा प्रतीत होता है कि प्रमात्रा मापन बंधित संसाधनों के चलते उनके रेजोल्यूशन के कारण सीमित हैं, जिसके परिणाम स्वरूप संदर्भित प्रणाली का असमान विकास होता है, जो कि श्रोडिंगर समीकरण द्वारा प्रचालित नहीं होती है। यह प्रस्तावित किया गया कि संसूचित प्रक्रिया का कोअर्सनेस वैसा ही है जैसा कि कोई प्रमात्रा प्रणाली को गैर-एकात्मकता (असमानता) प्रदान करता है। इस कार्य की शुरूआत 2014-15 में हुई और अब यह पूर्ण हो गया है।

इस वर्ष, टीपी समूह ने निम्न तापमान पर विसरण पर भी कार्य आरंभ किया है जहाँ दोलन लोप प्रमेय (फ्लक्चुएशन डिस्सीपेशन थियोरम) पर आधारित विसरण नियम के प्रमात्रा संस्करण का मसौदा तैयार किया जा रहा है।

सामान्य सापेक्षता

पूर्णतया अलग विधियों द्वारा निर्धारित श्याम छिद्र (ब्लैक होल्स) के तापमान एवं एंट्रॉपी को सरल यूक्लिडियन विधि द्वारा सफ्लतापूर्वक पुनःउत्पादित किया जा सकता है। इससे प्रेरित होकर, टीपी समूह ने घूर्णित श्याम छिद्र को परिभाषित करने के लिए एक वास्तविक यूक्लिडियन मेट्रिक्स तैयार करने के लिए एक मानक विक घूर्णन (विक घूर्णन मिन्कोव्स्की स्पेस अथवा विशेष करके स्पेस और समय रचना में गणितीय समस्याओं के निराकरण की एक विधि है जहाँ समस्या के यूक्लिडियन समकक्ष के हल में एक कल्पित संख्या चर को एक वास्तविक संख्या चर में सरल रूपांतरण लागू किया जाता है) पर घूर्णित समय दिशाओं का उपयोग किया है।

खगोलिकी एवं ताराभौतिकी

सिंहावलोकन

खगोलिकी एवं ताराभौतिकी समूह के अनुसंधान के मुख्य रूप से तीन पहलु हैं:

सैद्धांतिक ताराभौतिकी जिसमें गतिकी को वर्णित करता सांख्यिकीय सांख्य अनुकरण और वैश्लेषिक प्रणाली का विकास, खगोलिकीय तत्वों जैसे तारे, ग्रहों, मंदाकिनियों, अंतरतारिकीय माध्यम इत्यादि में अंतर्निहित घटनाक्रम व भौतिक गुणधर्म शामिल हैं। सैद्धांतिज्ञ ब्रम्हाण्ड, ताराभौतिकी की एक शाखा जिसे ब्रम्हाण्डिकी के नाम से जाना जाता है, के प्रारूपण व क्रमिकविकास पर आधारित आधारभूत प्रश्नों के उत्तर खोजने पर भी कार्य करते हैं।

प्रेक्षणीय खगोलज्ञ दूसरी ओर विश्वभर में निर्मित दूरदर्शकों का उपयोग समस्त वैद्युचुम्बकीय वर्णक्रम – न्यून आवृत्ति (दीर्घ तरंगदैर्ध्य) रेडियो तरंगों से लेकर अति उच्च आवृत्ति वाली (लघु तरंगदैर्ध्य व क्रमशः अधिक ऊर्जावान) गामा किरणों के चारों ओर फैले अंतरिक्षीय वातावरण से निष्काषित विकिरणों का अध्ययन करते हैं। ये प्रेक्षण विद्यमान सैद्धांतिकीय मॉडलों का परीक्षण करते हैं और नए प्रश्नों को भी हवा देते हैं जिनका कि जवाब ढूंढा जाना चाहिए।

तीसरे पहलु में दूरदर्शकों की अभिरचना, निर्माण व प्रचालन शामिल है, जिन्हें प्रायःकर किसी विशेष उद्देश्य की पूर्ति हेतु बनाया गया है, और एक नीतिगत रूप से विश्व व अंतरिक्ष में स्थापित किया गया है। आरआरआई में खगोलिकी व ताराभौतिकी समूह है जो इन तीनों पहलुओं पर अनुसंधान कार्य करती है।

अनुसंधान क्षेत्र

सैद्धांतिक ताराभौतिकी

ब्रम्हाण्डिकी

ब्रम्हाण्डिकी से अभिप्राय है एक समूचे रूप में ब्रम्हाण्ड का अध्ययन करना – जिसमें निहित है आरम्भिक ब्रम्हाण्ड से लेकर इसके वर्तमान स्वरूप तक गत्यात्मक व ताराभौतिक क्रमिक विकास का अध्ययन करना। इस क्षेत्र का सबसे नूतन परिणाम है कि रेडशिफ्ट सीमा 1.18-1.34 में ज्यादातर उदासीन हाइड्रोजनों में तारानुमा मंदाकिनियाँ नहीं हैं बल्कि छोटी-छोटी मंदाकिनियों से समाहित हैं। इससे 1.3 के समीप रेडशिफ्ट सीमा में तारानुमा मंदाकिनियों में उदासीन हाइड्रोजन की संरचना व स्त्रोत को समझने में कुछ उलझन होती है। इसी क्षेत्र में एक अन्य प्रश्न जिसका कि हल खोजा जा रहा है, वह है, उच्च रेडशिफ्ट में HI आवंटन पर आन्ध्र पदार्थ (डार्क मैटर) के वैकल्पिक मॉडल का प्रभाव और मौलिक ब्लैक होलों के परीक्षण के तौर पर 2p-2s मेसर की प्रयोज्यता का अध्ययन करना। इस वर्ष, पुन:आयनीकरण युग (EoR) से रेडशिफ्ट 21-cm के संसूचन के लिए मर्किसन वाइडफील्ड अरे से प्राप्त आंकड़ों का विश्लेषण किया गया। ट्रेकिंग व ड्रिफ्ट स्केन दोनों रणनीतियों का उपयोग करते हुए तीन घण्टों के प्राकृतिक आंकड़ों का विश्लेषण करने के लिए एक नई विधि को इस वर्ष तैयार किया गया।

ब्रम्हाण्ड में चुम्बकीय क्षेत्रों के उद्भव अभी तक एक गुत्थी ही है। यह संभव है कि उनकी उत्पत्ति मौलिक हो और इसीकारण ब्रम्हाण्डिकीय प्रेक्ष्यों को प्रभावित करते हैं, जैसे सीएमबीआर (कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउण्ड रेडिएशन अर्थात ब्रम्हाण्डीय सूक्ष्मतरंग पृष्ठीय विकिरण) प्रतिस्थानिकता और वृहत-पैमानीय संरचना प्रारूपण। ब्रम्हाण्डिकी पिछले बीस वर्षों में एक सटीक विज्ञान के तौर पर उभरा है और प्रेक्षण संभवत: अब इन क्षेत्रों की प्रकृति को प्रकट कर सकते हैं। विभिन्न भौतिक प्रक्रियाओं, संरचना व संकेतों पर चुम्बकीय क्षेत्रों के प्रभाव का अध्ययन किया जा रहा है। इनमें से कुछ हैं: ब्रम्हाण्डिकीय गुरूत्वाकर्षण लेंसिंग, लेयमन-अल्फ ा क्लाउड, पुन:आयनीकरण युग से उदासीन हाइड्रोजन संकेत और आण्विक हाइड्रोजनों का प्रारंभिक गठन।

ब्रम्हाण्डीय किरणें, गामा किरणें और न्यूट्रिनो

पृथ्वी पर खोजे गए उच्च ऊर्जावान कणों (प्रोटॉन, न्यूक्ली, फोटॉन और न्यूट्रिनो) को मंदाकिनी और परागांगेय परिवेश में प्रवेशित किया गया। इन उच्च ऊर्जावान कणों के उद्भव, व्युत्पन्न व प्रसार के सैद्धांतिकीय मॉडलों का प्रयोग गामा किरण संसूचकों जैसे फर्मी एलएटी, एचईएसएस, मेजिक, एजीआईएलई और आईसक्यूब न्यूट्रीनो दूरदर्शक से प्राप्त प्रेक्षणों की व्याख्या करने में उपयोग किया जाता है। इन मॉडलों के अनुप्रयोग में निहित हैं मंदाकिनीय स्त्रोत, बाह्यमंदाकिनीय स्त्रोत जैसे गामा किरण विस्फोट, और उत्सर्जन यांत्रिकी तथा सक्रिय मंदाकिनी न्यूक्ली से संबंधित क्वासरों में परिवेश। वर्ष 2015-16 के दौरान, उच्च ऊर्जावान कणों जैसे प्रोटॉन, न्यूक्ली, फोटॉन एवं ब्लेजरों व क्वासरों में न्यूट्रीनोज़ से संबंधित बहु-तरंगदैर्ध्य उत्सर्जन पर अनुसंधान किया गया। इसका उद्देश्य था जेट विमानों में ऐसे कणों की अंतर्निहित त्वरण यांत्रिकी को समझना। विशेषतया, PKS 0637-752 और 3C 273 के विस्तृत जेट विमानों से उत्सर्जित प्रोटॉन सिंक्रोट्रॉन विकिरण पर अध्ययन मानक विधियों के साथ-साथ अनूठे परिप्रेक्ष्य से जो कि इन वृहत पैमानीय क्वासर जेट विमानों में प्रोटॉनों के स्टोकेस्टिक व शियर त्वरण को भी हिसाब में लेता है का प्रयोग करते हुए किया गया। अन्य पेचीदा सवाल जिनका अन्वेषण किया जा रहा है वे हैं आज की बहुचर्चित गुरूत्वाकर्षणीय तरंग घटना GW150914 जो GW घटना के पश्चात और GW घटना की अनिश्चितता के स्थानीकरण के भीतर फर्मी गामा-किरण विस्फोट मॉनिटर (GBM) 0.4s द्वारा संसूचित अल्प गामा-किरण विस्फोट से संभवत: संबंधित हो सकती है, से उच्च-ऊर्जा वाले न्यूट्रीनोज़ के गुणधर्म।

मंदाकिनियाँ एव उनका परिवेश

मंदाकिनियों व उनके परिवेशों के मध्य परस्पर क्रिया मंदाकिनियों के क्रमिकविकास व अंतरमंदाकिनीय माध्यम में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। परस्पर क्रिया से तात्पर्य है विकिरण दाब, ब्रम्हाण्डीय किरणें और मंदाकिनी के गुरूत्व क्षेत्र पर क्रियाशील गैसों का प्रवाह। इन जटिल प्रक्रियाओं का अध्ययन वैश्लेषिक विधियों व जलगतिक अनुकरणों दोनों के माध्यम से किया जाता है। इनमें से रूचिकर प्रक्रिया है मंदाकिनियों से उग्र गैसीय बहिर्वाह। खगोलिकी व ताराभौतिकी समूह का अनुसंधान मूल मंदाकिनियों पर इनके उद्भव, विकास व प्रतिक्रियात्मक प्रभाव, और भारी अवयवों के संवहन जैसे कार्बन, मंदाकिनी के बाह्य भाग में आक्सीजन और इनसे भी कहीं अधिक चीजों पर कार्य करता है। इस क्षेत्र में हाल के अनुसंधान हैं फर्मी बबल अथवा आकाशगंगा के केन्द्र से व्युत्पन्न तीव्र प्रकाशवान गामा-किरण गुणधर्म जैसी समस्याओं का निराकरण जिसे क्ष-किरण व सूक्ष्मतरंग उत्सर्जन में भी व्यापक माना जाता है; मंदाकिनियों में गर्म परिमंदाकिनीय गैस द्वारा मंदाकिनीय बहिर्वाह का दमन; परस्पर-सहसंबंधन विश्लेषण द्वारा CMB में परिमंदाकिनीय माध्यम के संभाव्य संकेतों का अन्वेषण और मंदाकिनियों से विकीर्ण क्ष-किरण उत्सर्जन के साथ-साथ गर्म परिमंदाकिनीय गैस में एक बार फिर इनका आधार।

मंदाकिनीय नाभिक (न्यूक्ली) में तारकीय गतिकी

मंदाकिनियों के नाभिक में अतिविशालकाय श्याम छिद्र (ब्लैक होल्स BH) कक्षायुक्त तारों का सघन जाल होता है; दो लगभग ऐसे ही उदाहरण हैं मंदाकिनी केन्द्र और एंड्रोमेडा मंदाकिनी का नाभिक। दो निकायों के मध्य गुरूत्वाकर्षणीय बल मुख्यत: तारकीय तंत्र/ प्रणाली की संरचना, गतिकी व क्रमिकविकास को नियंत्रित करता है। दोनों ही गतिक व सांख्यिकीय यांत्रिक विधियों का उपयोग लम्बी दूरियों की परस्पर-क्रिया वाले इन केपलेरियन तारकीय प्रणालियों के दीर्घकालिक विकास के सिद्धांत को प्रतिपादित करने के लिए किया जा रहा है। अध्ययन की गई घटनाओं में निहित है तारा-क्लस्टर की संघट्टमुक्त गतिकी, अस्थायित्वता, BH की उत्तेजकता और साम्यता में शिथिलीकरण, जो कि इनके भार व चक्रण में योगदान करते हैं।

बाह्य–ग्रहीय गतिकी

बाइनरी तारों में अधिकतर बाह्य-ग्रहीय प्रणालियाँ एक या अधिक ग्रहों से बनी होती हैं जो एक व्यापक बाइनरी तारकीय सहचरों से युक्त प्राथमिक तारों की कक्षा बनाती है। ग्रहीय उत्केन्द्रता और आपसी झुकाव काफी बड़े हो सकते हैं, और ऐसा बाइनरी सहचर तारों के द्वारा आरोपित गुरूत्वाकर्षण के कारण हो सकता है। तथापि, ग्रहीय क्रमविकास में व्यापक बाइनरी तारों की भूमिका को अभी तक अन्वेषित नहीं किया गया है। वर्ष 2015-16 के दौरान, आरआरआई में एक यांत्रिकी को प्रस्तुत करता हुआ एक कार्य किया गया है जिसमें बाह्य-ग्रहीय सांख्यिकी विशेषतया एकल ग्रह प्रणाली युक्त बाइनरी तारों में प्रेक्षित कई गुणधर्मों को स्पष्ट करने का सामर्थ्य है। यह कार्य बहु-ग्रहीय प्रणाली युक्त बाइनरी तारों की दृष्टिगोचित कम संख्या का क्या कारण है और यह कैसे है को स्पष्ट करने पर भी प्रयास करता है।

प्रेक्षणीय खगोलिकी

मंदाकिनीय समूहों से विसरित रेडियो उत्सर्जन

मंदाकिनीय समूह ब्रम्हाण्ड में गुरूत्वाकर्षणीय बंध वाले सबसे बड़ी संरचनाओं में से एक है। लगभग सौ मंदाकिनियों को कुछ दस लाख प्रकाश वर्ष की सीमा वाली रेखाओं के साथ बांधा जा सकता है। मंदाकिनियों एवं अंतरा क्लस्टर माध्यम (ICM) के मध्य अंतराल को प्राय: चमकीली विसरित रेडियो उत्सर्जन का स्त्रोत माना गया है। यह रेडियो उत्सर्जन गैर ऊष्मीय उद्भव के रूप में जाना जाता है और ऐसा क्लस्टर चुम्बकीय क्षेत्र में संबंधित इलेक्ट्रॉन विकिरणों के कारण होता है। मंदाकिनीय क्लस्टकरों से डिफ्यूज रेडियो उत्सर्जन के उद्भव का अवलोकन एवं स्पष्टीकरण का क्लस्टर, क्लस्टर युग्मन एवं क्लस्टर क्रमविकास में वृहत पैमानीय चुम्बकीय क्षेत्रों की समझ पर प्रभाव होता है। ये प्रेक्षण विविध रेडियो दूरदर्शक जैसे विशालकाय मीटरवेव रेडियो दूरदर्शक,

वेरी लार्ज अरे एवं मर्किसन वाइडफील्ड अरे का प्रयोग करके लिये जाते हैं जिन्हें आरआरआई और सहयोगात्मक परियोजना में अंतर्राष्ट्रीय साझेदारों के साथ मिलकर बनाया गया है। आर्काइवल एक्स-किरण प्रेक्षणों को इन रेडियो प्रेक्षणों के साथ उपयोग किया जाता है ताकि रेडियो उत्सर्जन के इन अंतर्निहित स्त्रोतों को समझा जा सके। मंदाकिनी क्लस्टर का एक अच्छा उदाहरण एबिल 3667 है, जिसे डबल रेडियो रेलिक की मेज़बानी करता हुआ जाना जाता है और जिसे एक फेंट रेडियो हेलो व ब्रिज से निहित होना प्रतिवेदित किया गया है। रेडियो हेलोज, रेलिक्स व ब्रिजों के उद्भव अभी भी विवादास्पद हैं तथापि मंदाकिनी क्लस्टर युग्मन को एक महत्वपूर्ण कारक के रूप में माना गया है। वर्ष 2015-2016 के दौरान, एबिल 3667 के मर्किसन वाइडफील्ड अरे प्रेक्षणों का विश्लेषण आरआरआई के खगो व ताभौ समूह द्वारा किया गया। आईसीएम के बारे में बतलाते हुए इसने हमें मंदाकिनियों के युग्मनों के मध्य युग्मनपूर्व की टाइडल अंत:क्रिया पर हाल ही में किये गए अध्ययन को प्रेरित किया। गैस एवं तारों की वृहत मात्रा प्राय: उलझी अथवा टाइडल डेबरिस के समान विस्थापित हैं जिसके परिणामस्वरूप मंदाकिनी अवयवों जैसे तारों एवं आईएसएम की आकारिकी व किनेमेटिक्स में परिवर्तन होता है। आर्प 65 अंत:क्रिया डेबरिस पर एक विस्तृत अध्ययन इसी पिछले वर्ष में किया गया। इस साल छ: विशालकाय स्टार क्लस्टर मेग्नीफाइंग ग्लास के अधीन भी आए जिनका उद्देश्य था जीएमआरटी से प्राप्त डाटा व चन्द्रा क्ष-किरण डाटा का उपयोग करते हुए विसरित रेडियो व क्ष-किरण उत्सर्जन की उनकी गुत्थी को सुलझाना।

पल्सर

पल्सर तेजी से घूमते हुए उच्च-चुम्बकीय-क्षेत्र वाले न्यूट्रॉन तारे हैं जिनका उद्भव सुपरनोवा में होता है। उन्हें मूल रूप से स्पंदित रेडियो उत्सर्जन में खोजा गया था; तथापि, आज उन्हें वैद्युचुम्बकीय स्पेक्ट्रम के आसपास स्पंदित उत्सर्जन में संसूचित किया गया है। पल्सर उत्सर्जन उनकी संरचना, चुम्बकोमण्डल में उच्च-ऊर्जा प्रक्रिया, उनकी अंत:क्रिया के साथ-साथ उनके परिवेश के बारे में जानकारी प्रदान करते हैं और सामान्य सापेक्षता के लिए एक परीक्षण मंच की तरह भी इन्हें प्रयोग में लाया जा सकता है। मिलीसेकण्ड पल्सर ब्रम्हाण्ड में सर्वाधिक सटीक घड़ी में से एक हैं। आरआरआई पल्सरों पर सक्रिय अनुसंधान करता है और रेडियो संग्राहक व क्ष-किरण संसूचक विकसित करता है जो हमें इनकी प्रकृति को समझने में मदद कर सकें। समयन व स्पेक्ट्रल वर्गीकरण, पल्स प्रोफाइल इवोल्यूशन तथा उत्सर्जित क्ष-किरण के पल्सर स्पेक्ट्रम का व्यापक अध्ययन विभिन्न प्रकार के पल्सरों पर किया जा रहा है। अन्य अध्ययन जैसे अनियत एकल स्पंदों के अनुक्रम से आवधिकता निर्धारण, पल्सरों से गैर-स्पंदित रेडियो उत्सर्जन की संसूचन विधियों के साथ-साथ उनकी विश्वसनीयता, और इसके साथ ही तीव्र रेडियो विस्फोट (FRBs) की खोज पर कार्य जारी है।

रेडियो मंदाकिनी आकारिकी

विभिन्न प्रकार की रेडियो मंदाकिनियों के बीच यह रेडियो मंदाकिनी विशेष रूप से X आकार की है जिसमें दो X-अक्षर के समान लोबों के साथ दो विशिष्ट लोब होते हैं जिसका आरआरआई के खगोलिकी समूह के कुछ सदस्यों द्वारा अन्वेषण किया जा रहा है। कैसे दो अतिरिक्त लोबों को उत्पादित किया गया चर्चा का विषय है और सुपरमेसिव ब्लैक होल्स की संघीकरण व गुरूत्वाकर्षणीय तरंग परिप्रेक्ष्य के उत्पादन को समझने के लिए महत्वपूर्ण है। X-आकारीय रेडियो मंदाकिनी में दो लोब सक्रिय दिखाई देते हैं जबकि अन्य दो मुख्य अक्ष से प्लाज्मा के अवशेष अथवा प्लवन हैं। आरआरआई में एक्स-आकारीय रेडियो मंदाकिनी की संरचना व आकृति पर विविध प्रचलित सिद्धांतों का परीक्षण करने के लिए अनुसंधान चल रहा है। वर्ष 2015-16 के दौरान 99 रेडियो स्त्रोतों के पूर्ण प्रतिदर्श में से 56 रेडियो स्त्रोतों की कुल तीव्रता व ध्रुवीकरण डाटा को JVLA दूरदर्शक का प्रयोग करते हुए प्रेक्षित किया गया है। इस कार्य से आशा है कि यह विभिन्न संभव कारणोचित प्रक्रियाओं की भूमिका का आंकलन करते हुए एनिगमेटिक एक्स-आकारीय रेडियो मंदाकिनियों के उद्भव, कौन से स्त्रोत रेडियो अक्ष परिवर्तन से गुजरे हैं और उनमें रेडियो अक्ष परिवर्तन के कारण क्या हैं, तथा पूर्व में संभव होस्ट-गेलेक्सी हेलोज़ की तुलना में अधिक विस्तृत अध्ययन तैयार करने पर प्रकाश डालेगा। कोर व जेट्स की खोज जो संभवत: वृहत पैमानीय एक्स-आकारीय रेडियो संरचनाओं के उद्भव को समझने में हमारी मदद कर सकें,

पर भी कार्य जारी है।

मर्किसन वाइड-फील्ड अरे (MWA) से लिए गए दक्षिणी आकाश के न्यून आवृत्ति प्रतिबिम्बों की उपलब्धता के चलते न्यून आवृत्ति पर रेडियो स्त्रोतों की संरचना का तुलनात्मक अध्ययन उच्च आवृत्ति पर लिए गए प्रतिबिम्बों के सापेक्ष इस अनुक्रम में किया जा रहा है कि रेडियो स्त्रोतों, और अथवा इन स्त्रोतों में रेलिक रेडियो उत्सर्जन की उपस्थिति की ईष्टतम सीमा की जानकारी प्राप्त हो सके।

क्ष-किरण बाइनरीज

काम्पेक्ट स्टार्स (न्यूट्रान स्टार्स एवं ब्लैक होल्स) ब्रम्हाण्ड में कुछ अत्यंत विशिष्ट स्थिति निर्मित करते हैं। उनके उच्च-ऊर्जा उत्सर्जन, अधिकतया एक्स-किरण, को स्पेस एक्स-किरण वेधशालाओं का उपयोग करते हुए पाया जा सकता है। आरआरआई के खगोलज्ञ कई तरह के अंतर्राष्ट्रीय अंतरिक्ष वेधशालाओं का उपयोग करते हुए प्राप्त प्रेक्षणों का उपयोग करते हैं और विषय-क्षेत्रों जैसे बाइनरी एक्स-किरण स्टार्स का कक्षीय क्रमविकास तथा कक्षीय ग्लिचेस, एक्स-किरण पल्सरों में अर्द्ध-आवधिक उच्चावचन, एक्स-किरण पल्सरों में स्वतः अवशोषण एवं पल्स प्रोफाइल में गिरावट, एक्स-किरण पल्सरों में साइक्लोट्रोन अवशोषण रेखा, न्यूट्रॉन स्टार चुम्बकीय क्षेत्र, तथा थर्मोन्यूक्लियर एक्स-किरण विस्फोटन का प्रकाशिकीय पुनर्संसाधन पर अन्वेषण करते हैं। भारतीय बहुतरंगदैर्ध्य खगोलिकी उपग्रह ASTROSAT एवं भारतीय एक्स-किरण ध्रुवणमापी POLIX जिन्हें रामन अनुसंधान संस्थान में बनाया जा रहा है, से आरआरआई में एक्स-किरण बाइनरी अनुसंधानों में पर्याप्त वृद्धि होगी।

रेडियो दूरदर्शक एवं खगोलिकी

खगोलिकी एवं ताराभौतिकी समूह के सदस्य संस्थान के ही रेडियो खगोलिकी प्रयोगालय के साथ मिलकर विश्वभर के विविध दूरदर्शकों से संबंधित परियोजनाओं में कार्य कर रहे हैं। पुनःआयनीकरण अवधि से रेडियो संकेत एवं क्षणिक रेडियो घटनाएँ विशेषकर तीव्र रेडियो क्षणिकता, जैसे प्रश्नों ने एक गीगाहर्ट्ज से कम के कई अगली पीढ़ी के रेडियो दूरदर्शकों को काफी संवर्धित संवेदनशीलता, वृहत बैंडविड्थ एवं व्यापक परिप्रेक्ष्य से लिये जा सकने वाली आवृत्ति सीमा को बदल के रख दिया है। आधुनिक रेडियो दूरदर्शकों को अब चरणबद्ध व्यूहों अथवा अपर्चर अरे, जहाँ बीमों की संख्या पूर्ववत रेडियो दूरदर्शकों जो एकल अथवा कम मात्रा के फीड के साथ वृहत प्रतिक्षेपकों पर आधारित थे, के विपरीत केवल और केवल उपलब्ध संसाधन शक्ति व संकेत परिवहन (स्थानांतरण) पर निर्भर करती है, के रूप में स्वीकारा जाता है। मर्किसन वाइडफील्ड अरे (MWA), अखिल भारतीय स्काई वॉच अरे नेटवर्क (SWAN) रेडियो दूरदर्शक परियोजनाओं के ऐसे ही कुछ उदाहरण हैं जिनमें आरआरआई के खगोलज्ञ सक्रियता से कार्यरत रहे हैं।

मर्किसन वाइडफील्ड अरे (MWA)

MWA रेडियो दूरदर्शक अथवा मर्किसन वाइडफील्ड अरे रेडियो दूरदर्शक ऑस्ट्रेलिया के सुदूरवर्ती क्षेत्र मर्किसन शायर में स्थापित 80-330MHz आवृत्ति पर प्रचालित कुल 2048 दोहरे ध्रुवीकरण वाइड-बैंड 'बो-टाई आकारीय' एंटीनाओं से निहित वर्गाकार 'टाइल्स' के रूप में व्यवस्थित एंटीनाओं की एक व्यूह रचना (अरे) है। इन्हें 128 वर्गाकार 'टाइल्स' की तरह व्यवस्थित रखा गया है जिसमें प्रत्येक में एंटीनाओं के 16 युग्म होते हैं। एंटीना आवंटन की अभिरचना इस प्रकार की गई है ताकि किसी भी पल व व्यापक आवृत्ति बैंड पर सैकड़ों वर्ग डिग्री के वृहत क्षेत्र का प्रतिबिम्बन सटीकता से लिया जा सके। एंटीना डिजीटल संग्राहकों से जुड़े रहते हैं जो आंकड़ों को उच्च गति वाली फाइबर ऑप्टिक केबल से पर्थ से 800 किमी दूर स्थापित केंद्रीकृत प्रतिबिम्बन प्रणाली तक पहुँचाने के पहले उन्हें संसाधित करता है। डिजीटल संग्राहक जो एंटीनाओं से संकेतों को ग्रहण करता है और केंद्रीय संसाधन इकाई में स्थानांतरण के पहले आंकड़ों का जटिल व उच्च गति का संकेत संसाधन करता है, जो कि प्रतिबिम्ब सूचनाओं की संगणना करता है, की अभिरचना व निर्माण आरआरआई में किया गया है। दूरदर्शक के सफलतापूर्वक स्थापन व प्रवर्तन में लाने में आरआरआई के अतिरिक्त यूएस से हार्वर्ड व एमआईटी के साथ-साथ ऑस्ट्रेलिया एवं न्यूजीलैण्ड के संस्थान भी शामिल थे। MWA का निर्माण व प्रवर्तन कार्य वर्ष 2013 के मध्य में पूर्ण हुआ।

वर्ष 2014 जबसे यह वैज्ञानिकीय रूप से प्रचालित होने लगा तब से MWA गहन अंतरिक्ष से कमजोर रेडियो संकेतों को एकत्रित कर रहा है और इनका आरआरआई, यूएस व ऑस्ट्रेलिया के खगोलज्ञों द्वारा विश्लेषण किया जा रहा है। MWA ने अनुसंधानकर्ताओं को ब्रम्हाण्ड के भूतकाल पर एक अंतर्दृष्टि प्रदान की है जबकि आदिकाल में कॉस्मिक गैसों ने प्रारंभिक ब्रम्हाण्ड में प्रथम तारे व मंदाकिनियों का ड्रामेटिक विकास का अनुभव किया। आरआरआई की प्रतिभागिता परियोजना के वैज्ञानिक लक्ष्य में बहुत महत्वपूर्ण बनी हुई है क्योंकि यह इससे प्राप्त डाटा को समझते हुए नई तकनीक व विधियों को निर्धारित करने का प्रयास कर रहा है।

इसके अतिरिक्त, MWA आंकड़े हमारी आकाशगंगा मंदाकिनी एवं मंदाकिनियों से परे अंतरमंदाकिनीय गैस की संरचना तथा पृथ्वी के समीप अंतर-ग्रहीय तापमान पर सूर्य के प्रभाव के अध्ययन में सहायता कर रहे हैं। पिछले वर्षों की तरह, कई सहकार्य प्रकाशन भी बीते वर्ष में किए गए।

गौरीबिदनूर रेडियो दूरदर्शक (GRT)

गौरीबिदनूर का यह डेकामीटर तरंग रेडियो दूरदर्शक भारतीय ताराभौतिकी संस्थान के सहयोग से बनाया गया है। 34.5 MHz पर प्रचालित इस मध्यान्ह-पारगमन उपकरण में कुछ खोजपाने की दक्षता है। इसमें अक्षर 'T' की तरह व्यवस्थित 1000 मोटे द्विध्रुव निहित हैं। द्विध्रुव उन्मुखीकरण पूर्व-पश्चिम दिशा में है ताकि इसे केवल इसी दिशा में ध्रुवीकरण के प्रति संवेदी बनाया जा सके। इसकी बैण्डविड्थ लगभग 10 MHz है जो कि 32 MHz पर केन्द्रित है, जबकि अधिकतम प्रभावी संकलन क्षेत्र लगभग 18000 वर्ग मीटर है। बीम की N-S भुजा को -45° से 75° तक के कोण से झुकाया जा सकता है, जबकि E-W बीम को कम-से-कम 42 मिनिट तक ट्रेकिंग सुलभ बनाने के लिए देशांतर रेखा की ओर 10° के भीतर ऑवर एंगल (hour angle) में झुकाया जा सकता है। खगोलिकी समूह के सदस्य वर्तमान में पल्सरों से उत्सर्जन का अध्ययन कर रहे हैं व पल्सरों के ध्रुवीय आवरणों पर उत्सर्जन क्षेत्रों के लिए मॉडल का निर्माण कर रहे हैं। वे GRT का उपयोग करते हुए इस दृष्टांत की खगोलभौतिकी का अनुमान लगाते हैं।

क्ष-किरण ध्रुवणमापी (POLIX)

कई प्रकार के कॉस्मिक एक्स-किरण स्त्रोतों में कुछ स्त्रोतों जैसे संचयन प्रेरित एक्स-किरण पल्सर एवं ब्जेजर्स में ठोस ध्रुवीकरण के साथ कुछ रैखिक ध्रुवीकरण होने की अपेक्षा की जाती है। इनके एक्स-किरण ध्रुवीकरण मापनों से इन स्त्रोतों के कुछ प्रमुख वैज्ञानिकीय पहलुओं पर महत्वपूर्ण खोज की जा सकती है। इसके होते हुए भी, एक्स-किरण ध्रुवीकरण मापन अभी तक अन्वेषण का अछूता क्षेत्र है। आज तक, एक्स-किरण ध्रुवीकरण मापन के लिए केवल एक प्रयोग किया गया है और क्रेब नेबुला ही इसके ध्रुवीकरण का निश्चित ताप का एकमात्र स्त्रोत है। आरआरआई के खगोलज्ञ आकाशीय निकायों से ध्रुवीकृत एक्स-किरण को खोजने की विधियाँ विकसित कर रहे हैं तथा इन ध्रुवीकृत एक्स-किरणों को खोजने के लिए एक्स-किरण उपकरण बना रहे हैं। इसके लिए, 5-30keV के दायरे में संवेदनशील एक्स-किरण ध्रुवमापी का विकास कार्य अभी चल रहा है और जिसे कि भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन के द्वारा (इसरो) अगले तीन वर्ष के अंदर प्रक्षेपित करने के लिए अनुमोदित कर दिया गया है। ध्रुवीकृत क्ष-किरण की थॉमसन प्रकीर्णन में एनिसोट्रॉपी एक ऐसी तकनीक है जिससे कॉस्मिक क्ष-किरण के रैखिक ध्रुवीकरण की डिग्री, व कोण का मापन किया जा सकता है। इस विधि को स्वीकार करते प्रयोगालयी मॉडल को निर्मित कर सफ ल परीक्षण किया जा चुका है। अभियांत्रिक मॉडल की अभिकल्पना व निर्माण पर कार्य अभी जारी है। ध्रुवणमापी का विकासात्मक कार्य जिसे पिछले वर्ष पूर्ण किया गया था में शामिल है संधानक का मापांकन, अंतरिक्ष योग्य अग्रगामी इलेक्ट्रॉनिक्स का निर्माण, क्ष-किरण स्त्रोत की स्थिति निर्धारण का एक स्व-मापांकन सॉफ्टवेयर, ध्रुवीकरण मापन की संवेदनशीलता का यथार्थ आंकलन। पृथक से, एक अन्य तकनीक जो उत्सर्जित प्रकाश-इलेक्ट्रॉन के पथ संसूचन पर आधारित है को भी रणनीतिक तौर पर एक भविष्य के मिशन के रूप में विकसित किया जा रहा है।

एस्ट्रोसेट

बहुतरंगदैर्ध्य खगोलिकी के इस इसरो उपग्रह मिशन की अभिरचना न्यूट्रान स्टार एक्स-किरण बाइनरीज, AGNs (सक्रिय मंदाकिनीय न्यूक्ली), मंदाकिनियों के क्लस्टर, स्टेलर कोरोनी, आकाशीय सर्वेक्षण इत्यादि का अध्ययन करने के उद्देश्य से की गई है। आरआरआई वृहत क्षेत्रीय एक्स-किरण आनुपातिक काउंटर (LAXPC) जो ASTROSAT के पेलोड में से एक है, जिसका उपयोग एक्स-किरण समयन व उच्च ऊर्जा बैण्ड पर निम्न रेजोल्यूशन स्पेक्ट्रल अध्ययन करने के लिए किया जाना है, पर कार्य कर रहा है। LAXPC की अभिरचना वृहत फोटॉन संकलन क्षेत्र प्राप्त करने के लिए की गई है ताकि एक्स-किरण स्त्रोतों से चमकीले व मध्यम तीव्रता के एक्स-किरण प्रकाश वक्र में उच्च ऊर्जा गुणधर्मों का विस्तृत अध्ययन किया जा सके। ASTROSAT-LAXPC उपकरण के समयन व स्पेक्ट्रल मापांकन एवं LAXPC आंकड़े अवनति के लिए सॉफ्टवेयर की अभिरचना पर ISAC, ISRO के साथ मिलकर कार्य करना ही LAXPC में आरआरआई का योगदान है। LAXPC संसूचक व संसाधन इलेक्ट्रॉनिक्स इकाई की समय पर प्रतिक्रिया में क्रमिक अनिश्चितताओं को कम से कम करना ही समयन अर्हता व मापांकन कार्य का प्रमुख उद्देश्य है। पिछले वर्ष में, आरआरआई के समूह ने LAXPC संसूचक की ऊर्जा प्रतिक्रिया के सिम्यूलेशन पर कार्य किया और सिम्यूलेशन को सुदृढ करने के लिए वास्तविक मापांकन डाटा का प्रयोग किया। सिम्यूलेशन डाटा का फि र LAXPC संसूचक की ऊर्जा प्रतिक्रिया मैट्रिक्स को बनाने में प्रयोग किया गया।

15-मीटर फैन-बीम दूरदर्शक

आरआरआई के खगोलिकी व ताराभौतिकी समूह के सदस्यों ने रेडियो दूरदर्शक जो फैन बीम दूरदर्शक को एक अवयव की तरह उपयोग करता है की दो नई प्रकाशीय अभिरचनाओं को प्रस्तावित किया है। वर्तमान में, आरआरआई फैन बीम दूरदर्शक निम्न आवृत्ति (FBT- LF) को बनाने में प्रयासरत है जिसका उद्देश्य इसकी कार्यपद्धति व नई अभिरचना के आशांवित लाभों को प्रस्तुत करना है। एक बार जब यह प्रवर्तन में आता है, तब, यह उक्त दोनों प्रकाशीय अभिरचनाओं की यथार्थता का रास्ता खोल देगा। इस पर हाल के कार्य ने एक योजना को प्रस्तुत किया है जो पारस्परिक सांस्थिति में दो FBTs का उपयोग करता है। यह आकाश पर दो ऑर्थोगोनल फैन बीम बना सकता है, जिसे परस्पर-सहसंबंधित कर एक बड़ा तात्क्षणिक मैप बनाया जा सकता है। इस सेटअप को "एन इफीसिएंट लीनियर अरे इमेज़र (ELI) फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी" नाम दिया गया है। सहसंबंध मापन के लिए एक अन्य उपकरण "वन-एलिमेंट इंटरफेरोमीटर" बनाया गया है जहाँ रिले की अवस्था स्विचन तकनीक को या तो संगत अथवा असंगत संग्राहक के साथ एकल डिश के लिए स्वीकार किया गया है। 2015-16 में ELI के सिद्धांत की कार्यप्रणाली के आधार पर गौरीबिदनूर में सेमी-तरंगदैर्ध्य दूरदर्शक बनाने की दिशा में प्रयास किया गया है।

कॉस्मिक रेडियो बैकग्राउंड डिस्टोर्शन

डिस्टोर्शन (डिटेक्शन ऑफ स्पेक्ट्रल सिग्नेचर्स ऑफ कॉस्मिक बेरयॉन इवोल्यूशन) खगोलिकी व ताराभौतिकी समूह के अंतर्गत एक संगठन है जो पुनःआयनीकरण की पूरी तरह से पुनःसंयोजन अवधि से उत्पन्न कॉस्मिक रेडियो व माइक्रोवेव बैकग्राउंड में कमजोर स्पेक्ट्रल डिस्टोर्शनों (विकृतियों) को खोजने के लिए सटीक स्पेक्ट्रल रेडियोमापी बनाने के लक्ष्य में एक साथ कार्य कर रहा है। ब्रम्हाण्ड में जब प्रथम प्रकाशवान वस्तु उत्पन्न हुई तबसे न्यूट्रल हाइड्रोजन परमाणुओं से संकेतों के संसूचन का कार्य एक चुनौतीपूर्ण है। इनका संसूचन खगोलज्ञों को अंधकाल व अनुवर्ती EoR के दौरान भौतिक प्रक्रियाओं को विवक्त करने में भी मदद करेगा, जिनका कि प्रथम तारों के प्रारूपण व मंदाकिनियों के साथ-साथ विसरित हस्तक्षेपीय माध्यम की इसकी वर्तमान अवस्था के क्रमिकविकास को समझने के लिए आवश्यक है। ब्रम्हाण्डिकीय पुनःआयनीकरण से वैश्विक अथवा पूर्ण-आकाशीय 21 सेमी 10 के गुणक से लेकर लगभग 100 mK संकेत तक का एक स्पेक्ट्रल डिस्टॉर्शन है और यह एक ट्रेस एडिटिव अवयव के तौर पर 30-250 MHz की आवृत्ति में कॉस्मिक रेडियो बैकग्राउंड में उपस्थित है। इन संकेतों के संसूचन की दिशा में आरआरआई के अनुसंधानकर्ता SARAS (शेप्ड एंटीना मेज़रमेंट ऑफ दी बैकग्राउंड रेडियो स्पेक्ट्रम)

प्रयोग पर कार्य कर रहे हैं जहाँ वे आवृत्ति मुक्त एंटीना, स्व-मापांकनीय संग्राहक और एक ब्रॉडबैण्ड प्रिसीजन डिजीटल स्पेक्ट्रोमीटर से निहित स्पेक्ट्रल रेडियोमीटर सिस्टम के अभिकल्पन, नियामन, परीक्षण व संवर्धन पर नियमित रूप से कार्य कर रहे हैं। इसका लक्ष्य है प्रयुक्त संग्राहक की संवेदनशीलता से लेकर सिस्टमेटिक्स तक सीमित न रहते हुए प्रेक्षण करना है और मानव-निर्मित रेडियो आवृत्ति इंटरफेरेंस वातावरण को भी बनाना है।

हाइड्रोजन व हीलियम में ब्रम्हाण्डिकीय पुनःसंयोजन के दौरान सभी बंध-बंध परिवर्तनों के परिणामस्वरूप अवशेषी विकिरणों के स्पेक्ट्रम में स्पेक्ट्रल गुणधर्म आ जाते हैं और ब्रम्हाण्डिकीय विस्तारण के साथ ये रेडशिफ्ट आज cm व mm तरंगदैर्ध्य के रूप में दिखाई देती हैं। ये योगात्मक/संकलनी फोटॉन जैसा कि पुनःसंयोजन की भौतिकी की हमारी समझ से अनुमान लगाया गया, सीएमबी स्पेक्ट्रम में एक 'छोटी' स्पेक्ट्रल संरचना के रूप में दिखाई देने चाहिए। पुनःसंयोजन अवधि के लिए परिशुद्ध स्पेक्ट्रोमीटर अरे (व्यूह रचना) APSERa ब्रम्हाण्डिकी पुनःसंयोजन अवधि से इन पुनःसंयोजन रेखाओं को खोजने का एक साहसिक उपक्रम है। आरआरआई ने इन पुनःसंयोजन रेखाओं के प्रायोगिक संसूचन का साध्यता अध्ययन पूर्ण कर लिया है। आरआरआई में अनुसंधानकर्ताओं ने एक इन छोटे परिवर्तनों को संसूचित करने के लिए एक कलनविधि को प्रस्तावित किया है जो कि मंदाकिनीय व बाह्यमंदाकिनीय स्त्रोत से निष्काषित आकाशीय विकिरण के मॉडलिंग से आकाशीय स्पेक्ट्रम में दफन हो गए। इस कलनविधि में, पहल बार, उन्होंने अधिकतम स्मूथ कार्यप्रणाली की अवधारणा को प्रस्तावित किया जो कि रेडियो फोरग्राउंड में से अभिरूचि के जटिल संकेत में भेद करने में सक्षम सिद्ध हुई। यह पुनःआयनीकरण व पुनःसंयोजन काल दोनों दृष्टिकोण से ग्लोबल 21-सेमी न्यूट्रल हाइड्रोजन रेखा में भी लागू होता है। वर्ष 2015-16 में, APSERa परियोजना के लिए अवस्थागत व क्वाड्रेचर प्रतिदर्शन योजना के साथ 2GHz के डिजीटल कोरिलेशन स्पेक्ट्रोमीटर बनाने में प्रगति हुई है। एक बार जबकि यह नया स्पेक्ट्रोमीटर एक सरल एनालॉग चैन के साथ एकीकृत कर लिया जाता है तो यह मापांकन की तैयारी की अवस्था में पहुँच जाएगा। एक डिस्कोन मोनोपोल एंटीना को भी अभिकल्पित किया गया है और स्पेक्ट्रोमीटर के साथ संयोजन के रूप में प्रयोग किये जाने वाले सिम्यूलेशन परिणामों के संगत परीक्षित भी कर लिया गया है।

Indian SWAN (इंडियन स्काई वॉच अरे नेटवर्क) (भारतीय आकाश पर्यवेक्षण तंत्र)

आरआरआई ने निम्न उद्देश्यों की पूर्ति के लिए भारतभर में विस्तृत बैंड आकाश पर्यवेक्षण अरे तंत्र की अभिरचना, विकास व उपयोग को प्रस्तावित किया है:

खगोलीय स्त्रोतों से उद्भवित तीव्र (विशेष रूप से सैकण्ड के कुछ अंश तक रहने वाली) व धीमी क्षणिक रेडियो विकिरणों की खोज व अध्ययन को सुसाध्य बनाने के लिए।

निम्न रेडियो आवृत्तियों पर पृथक मंदाकिनी व बाह्य मंदाकिनीय स्त्रोतों के उच्च कोणीय रेजोल्यूशन प्रतिबिम्बन लेने व सुसाध्य बनाने के लिए।

व्यूह रचना तंत्र का उपयोग करते हुए अभिरचना स्थिति से लेकर अनुसंधान तक स्नातक व स्नातकोत्तर छात्रों को उनकी सीधी व सक्रिय प्रतिभागिता द्वारा SWAN के सभी पहलुओं पर शामिल करने व अनुभव प्रदान करने तथा प्रशिक्षित करने के लिए।

प्रत्येक स्थान पर लगभग 1000 sqm अरे क्षेत्र का प्रस्तावित प्रतिस्पर्धी समन्वयित तंत्र 50-500 MHz से भी अधिक की आवृत्ति में एक दशक के क्रियाकलाप को तीन चरणों में विकसित किया जाएगा।

पहले चरण में, औसतन रूपरचना (सेटअप) को लिये जाने की योजना है ताकि महत्वपूर्ण विशेषताओं को पहचाना व प्रस्तुत किया जा सके। वर्ष 2015-16 के दौरान, पिछली परियोजनाओं (जीबीटी संग्राहक, एमडब्ल्यूए टाइल्स व बीम-प्रारूपक) के उपलब्ध हार्डवेयरों (यंत्रोपवस्तुओं) का उपयोग करते हुए एक उभयनिष्ठ सकरे बैंड पर प्रचालित 8 स्वतंत्र स्टेशनों के साथ रूपरचना को यथार्थरूप देने पर ध्यान केंद्रित

रहा है। इस सेटअप का अब गौरीबिदनूर फील्ड स्टेशन में परीक्षण किया जा रहा है, जिसके पश्चात, इस तंत्र का 8 विभिन्न जगहों पर पुन:स्थापन के बारे में विचार किया जाएगा। परीक्षण प्रेक्षणों में शामिल होंगे: विशेष खगोलिकीय अभिरूचि की कुछ चयनित दिशा में रेडियो कर्मिकों के लिए लक्षित खोजें, एवं जीएमआरटी से समन्वयित प्रेक्षण।

इसका अंतर्निहित उद्देश्य है SWAN को विकसित करने के लिए 40 से भी अधिक प्रौद्योगिकी व विज्ञान संस्थानों जैसे IITs, NITs, IISERs एवं NISERs के साथ-साथ देशभर के कई विश्वविद्यालयों के साथ सामूहिक प्रयास की पहल करना। संभावित संस्थानों एवं विशेष रूप से इन संस्थानों के प्रेरित लोगों से सांझेदारी के लिए संपर्क किया जाएगा। छात्रों की सहभागिता के लिए उपयुक्त स्कूल/कार्यशाला (वर्तमान कार्यक्रमों के समन्वयन से) की व्यवस्था की जाती है, ताकि स्नातक व स्नातकोत्तर छात्रों को प्रति वर्ष कुछ सप्ताह तक रेडियो खगोलिकी, मूलभूत अवधारणाओं व उन्नत विषयों/तकनीकों से औपचारिक रूप से रूबरू कराने के साथ-साथ इन तंत्रों के साथ प्रायोगिक अनुभव दिया जा सके। पहली ऐसी स्कूल का आयोजन जून 2015 में आरएसी-उटी में हुआ। IITs, IISERs, IIST, UNIs एवं अन्य महाविद्यालय के 11 छात्रों ने इस स्कूल में भाग लिया। अगली ऐसी स्कूल का आयोजन 2016 के ग्रीष्मकाल में निर्धारित है।

जारी अनुसंधान

रमेश बालसुब्रमण्यम की वर्तमान पेशेवर अनुसंधान अभिरूचियाँ हैं आकाशगंगा और अन्य मंदाकिनियों में विसरित पदार्थ; एनालॉग व डिजीटल संकेत संसाधन; खगोलिकी के उपकरणन व तकनीक; मस्तिष्क कम्प्यूटर परिपथ और रोगी सहायक प्रणालियाँ।

संकेत संसाधन के अंतर्गत, बालसुब्रमण्यम ने निम्न परियोजनाओं पर कार्य किया है:

(i) **अग्र त्रुटि संशोधन कोड** (FECCs): पार्वती चन्द्रशेखरन (अनुसंधान सहायक, आरआरआई) के साथ सहकार्यता में **बालसुब्रमण्यम** ने अपने पूर्व के अनुकूलन अध्ययन (PC & RB, 2014, IETE-JoR, 61(1), 56-64), जहाँ उन्होंने तीन भिन्न-भिन्न FECCs के कार्यनिष्पादन का विश्लेषण किया जबकि प्रत्येक का बहुगुणक कोड दर 0.5 से 1 की श्रेणी में था, को आगे बढ़ाकर 100 Mbps की मूल दर से डाटा अंतरित करने वाली उभयनिष्ठ MIMO-STBC-OFDM संचार लिंक का उपयोग करते हुए चार लक्षण प्रतिचित्रण योजना और दो लुप्त प्रकारों के लिए इस श्रेणी को AWGN चैनल की SNR श्रेणी तक विस्तार प्रदान किया।

पिछले वर्ष के दौरान, उन्होंने इस कार्य को ब्लॉक उत्पाद कोड शामिल करने के लिए विस्तारित किया। ये बहुआयामीय कोड हैं जो ऑर्थोगोनल दिशा में आधिक्यता उत्पन्न करते हैं और इसी कारण FECC दक्षता संवर्धित होती है। उन्होंने सामान्य व एक्सटेंडेड हेमिंग कोड को एक अवयव कोड की तरह उपयोग करते हुए 2 और 3 आयामी उत्पाद कोड के पद्धतिबद्ध अध्ययन को पूर्ण किया। अभी तक, उन्होंने त्रुटि संसूचन व संशोधन के लिए ठोस-निर्णय दृष्टिकोण को अपनाया है और बताया है कि कोड को विस्तारित करने की अपेक्षा आयामों में आधिक्यता बनाना बेहतर है। उनका 3D ठोस निर्णय विसंकेतक (डिकोडर) लगभग AHA-TPC के समान ही प्रदर्शन करता है जो कि सौम्य निर्णय युक्त विस्तारित 2D कोड का उपयोग करता है। इस कार्य को प्रस्तुत किया जा चुका है और अभी समीक्षाधीन है। उनका अगला लक्ष्य है इसके प्रदर्शन को और बेहतर बनाने के लिए ठोस-निर्णय विसंकेतक को सौम्य-विसंकेतक में बदलना।

(ii) **एंड्रायड का उपयोग करते हुए मुक्त ध्वनि कमांड परिपथ किट:** जुनैद अहमद (वीएसपी छात्र, आरआरआई) के साथ सहकार्यता में, **बालसुब्रमण्यम** ने रोगी सहायक प्रणाली पर अपने अनुसंधान को जारी रखते हुए मुक्त ध्वनि कमांड परिपथ किट को विकसित किया। किट का वर्णन करता हुआ एक लेख, इसकी पहियेदार कुर्सी का प्रयोग और प्राप्त परिणाम, को आईईईई ट्रांजेक्शंस ऑन ह्यूमन-मशीन सिस्टम्स में पहले ही प्रकाशित किया जा चुका है। प्रकाशित किट-बनावट में क्यूबी-बोर्ड पर चलते लाइनक्स को तंत्र स्त्रोत की तरह उपयोग किया जाता है। इस आश्रयता को हटाने के लिए, इस वर्ष, बालसुब्रमण्यम और उनके समूह ने एंड्रायड पर प्रचालित पॉकेट-फिन्क्स (Pocket-sphinx) का उपयोग करते हुए ध्वनि कमांड की सफलतापूर्वक गूढ़ार्थना (decipher) की है और खिलौना वाली कार को चलाने के लिए परिणामी कमाण्ड को संप्रेषित किया है। वे अब बाकी सभी सॉफ्टवेयर संरचना को समेकित कर एंड्रायड का उपयोग करते हुए मुक्त वीसीआई बनाने की प्रक्रिया कार्यरत हैं। चूंकि अर्द्ध-स्वतंत्र परिवर्तनीयता

वांछनीय है, यहाँ चलायमान दूरी का सटीक मापन प्रमुख मुद्दा होगा जिसके लिए स्टीरियो दृष्टि तकनीक लागू करना एक उपयोगी उपकरण हो सकता है। प्राकृतिक दृश्यों से सामंजस्य स्थापित करना भी एक प्रमुख समस्या है और यह समूह एक ऐसी विधि पर भी कार्य कर रहा है जो इस ने अपनी रोगी-सहायक प्रणाली को विस्तार प्रदान करते हुए स्वतंत्र भरण रोबोटिक भुजा को प्रस्तावित किया है। प्रेम (वीएसपी छात्र, आरआरआई) के साथ-साथ प्रवीण (वीएसपी छात्र, आरआरआई) ने भी इस परियोजना में कार्य किया है। उन्होंने भुजा नियंत्रण के पहलु पर काम पूरा कर लिया था परंतु भुजा के प्रतिक्रियात्मक पहलु पर काम अभी लंबित है।

उपकरणन व तकनीक के विषय-क्षेत्र के अंतर्गत, बालसुब्रमण्यम और उनके समूह का योगदान **एन इफीसिएंट लीरियर अरे इमेज़र फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी** (RB, 2014, MNRAS 444, 2212) **पेपर में प्रस्तावित सिद्धांत का उपयोग करते हुए सेमी-तरंगदैर्ध्य दूरदर्शक** को बनाने में रहा है। उन्होंने हल्की, पहले से भरे हुए बेलनाकार पैनल जो पैनल सहायकों को एकीकृत करता है को बनाने की आर्थिक रूप से कम खर्चीली विधि को विकसित किया। हालांकि प्रिलोड कारक वक्रता त्रिज्या निर्धारित करते हैं परंतु सभी पैनल निर्माण की दृष्टि से समान हैं। इस प्रकार, परवलयिक सिलेण्डर के भिन्न-भिन्न पैनल को केवल बदलते प्रिलोड कारक के आधार पर पहचाना जाता है। वर्तमान प्रगतियाँ संकेत करती हैं कि इस प्रक्रिया में 1.2 m x 0.6 m पैनल को ± 1.5 mm rms सटीकता से पहचाना जा सकता है। सटीकता को बनाए रखते हुए, पैनलों को व्यापकता प्रदान करने की दिशा में हमारा प्रयास जारी है। समूह ने गौरीबिदनूर में आरआरआई फील्ड स्टेशन की कर्मशाला में CMM प्रणाली को भी संस्थापित किया है। CMM प्रणाली में 1 mm rms सटीकता के साथ पैनल मापन की दक्षता है। एक बार जबकि पैनल विकसित करने का कार्य पूरा हो जाता है, कुल 16 अथवा 32 पैनलों के साथ, बालसुब्रमण्यम पृष्ठ के मापन व समायोजन पर कार्य करेंगे। इसके बाद अगला कदम इनको पूर्तिकारक ढ़ांचे (बैकअप फ्रेम) के साथ संलग्न करना होगा।

समस्या के निराकरण की संभावना प्रकट करता है।

(iii) स्वतंत्र भरण रोबोटिक भुजा: प्रदीप (वीएसपी छात्र, आरआरआई) के साथ सहकार्यता में, बालसुब्रमण्यम

बालसुब्रमण्यम ने एकल अवयव अंतरफ लकमापी (RB, 2014, MNRAS 444, 2128) में नई अवस्था स्विचन योजना को भी प्रस्तावित किया है। इसके सिद्धांत को रेडियो दूरदर्शक के सतही विचलन के मापन में व्यवहार में लाया जा सकता है। वे एक उपग्रह डिश एंटीना का प्रयोग करते हुए एक सिद्धांत को प्रस्तुत करने जिसे कि चमकदार मंदाकिनीय रेडियो तत्वों की खोज के लिए अभिनियोजित किया जा सके पर भी विचार कर रहे हैं।

अविनाश ए. देशपाण्डे की अनुसंधान अभिरूचियाँ रेडियो खगोलिकी, संकेत व प्रतिबिम्ब संसाधन, रेडियो तत्वों, पल्सर्स, ध्रुवीकरण, EoR और उपकरणन में निहित हैं। 2015-16 की अवधि के दौरान, देशपाण्डे पल्सर के क्षेत्र में निम्न अनुसंधान समस्याओं पर अन्वेषण करते रहे-

(i) **समसामयिक एकल स्पंदनों के अनुक्रम से आवधिकता/काल-चक्र निर्धारण –** अक्सर ऐसा होता है जबकि इनके प्रेक्षण की निर्धारित अवधि के दौरान, पल्सर से निष्कासित/उत्सर्जित सभी स्पंदन संसूचनीय नहीं होते। ऐसा प्रमुखत: स्पंदन तीव्रता में आंतरिक परिवर्तनीयता के अलावा अंतरतारिकीय जगमगाहट के कारण अपेक्षाकृत धीमे मॉडुलेशन अथवा अन्य शब्दों में प्रेक्षक के संगत स्त्रोत की संबंधित गति से युक्त असमान अंतरतारिकीय माध्यम के कारण विकीर्णन और व्यवधानों के के कारण होता है। एक ओर जहाँ ये परिवर्तन स्वयं ही पल्सर उत्सर्जन प्रक्रियाओं के परीक्षण में पर्याप्त रूचिकर हैं, ये पल्सर खोज को मुश्किल बनाते हैं, विशेष रूप से इनकी निर्धारित आवधिकता के आंकलन को। ऐसे उदाहरणों जहाँ एक लम्बी सैकड़ों की अवधि के पश्चात केवल

कुछ समसामयिक स्पंदन प्रेक्षित किए गए (जैसा कि प्रायः RRATs अर्थात रोटेटिंग रेडियो-ट्रांसिएण्ट्स जो कि पल्सरों का एक वर्ग है), अवधि की विश्वसनीयता का आंकलन वास्तव में एक चुनौतीपूर्ण है। व्यवहारतः स्पंदनों के मध्य अंतराल के समुच्चय के लिए इसके कारण महत्तम-उभयनिष्ठ-विभाजक (GCD) प्राप्त होता है जिसे कुछ स्पंदनों की उपस्थिति समय में से आंकलित किया गया है।

एक स्वचालित तरीके से ऐसा आंकलन निर्धारित करने के लिए, अभिषेक सोम (आईआईएसईआर-कोलकाता) और गिरीश कुलकर्णी (आईआईटी-कानपुर) के साथ सहकार्यता में देशपाण्डे ने इस तथ्य को प्रयोग करते हुए कि N-स्पंदन का उपस्थिति समय, N(N-1)/2 अंतराल का आंकलन उपलब्ध है, एक अनूठी कलन विधि को विकसित किया। हालांकि, ऐसे समुच्चयों में ही पूर्ण अनाधिक्यता स्वभाविकरूप से दुर्लभ है। ध्वनि-मुक्त स्थितियों में, उन्होंने पाया कि यादृच्छिक रूप से घटित होने वाले छः या लगभग इतने ही स्पंदन भी अधिकतर परिस्थितियों में अंतर्निहित अवधि को विश्वसनीय तौर से आंकलित करने के लिए पर्याप्त हैं। यद्यपि, मापे गए स्पंदन-उपस्थिति समय में संभाव्य स्पंदन-आकार परिवर्तन, और निरपवाद रूप से संसूचित स्पंदनों के निश्चित सिगनल-शोर अनुपात के कारण उल्लेखनीय अनिश्चितता हो सकती है। शोर / ध्वनि की उपस्थिति में उनकी प्रक्रिया के निष्पादन को मूल्यांकित करने के लिए, व्यापक अनुकरण भी किया गया। अनुकरण के परिणाम बताते हैं कि सिगनल-शोर अनुपात के बढ़ने के साथ-साथ स्पंदनों की संख्या में वृद्धि होने पर भी, जैसी आशा की गई थी उसी प्रकार से, अवधि आंकलन की विश्वसनीयता बढ़ती है। आगे, अनुकरण परिणाम बताते हैं कि 20 या अधिक स्पंदनों के साथ, यादृच्छिक उपस्थितियों पर, अंतर्निहित अवधि को अधिक सटीकता से उस समय भी आंकलित किया जा सकता है जबकि सिगनल-शोर अनुपात बहुत नगण्य हो। निःसंदेह, आभासी अवधि भी एक यथार्थ अवधि का अभिन्न गुणक हो सकता है, परंतु, संबंधित संभाव्यता स्पंदनों की संख्या के साथ उल्लेखनीय रूप से घटती है जबकि उच्चतम संभाव्यता अवधि की चरमसीमा अधिक से अधिक प्राप्त करने योग्य हो जाती है। इन खोजों से प्रोत्साहित होकर, वास्तविक प्रेक्षणों से प्राप्त आंकड़ों का प्रयोग करते हुए, ताकि सटीक अवधि के उप-अभिन्न गुणक के संसूचन को नकारा जा सके, कई अंधाधुंध परीक्षण भी किये जा रहे हैं।

(ii) **पल्सरों से अस्पंदित रेडियो उत्सर्जन का विश्वसनीय मापन –** पिछले वर्ष के दौरान, देशपाण्डे और कुमार रविरंजन (पीएचडी छात्र, आरआरआई) ने पल्सरों में से अस्पंदित रेडियो उत्सर्जन के संसूचन के विद्यमान दावों का आंकलन किया, और विस्तृत अनुकरणों के आधार पर बताया कि अलियासिंग के माध्यम से बैंड के बाहर प्रसारित रिसाव, बढ़ते उच्च डीएम पल्सरों के समान, अस्पंदन क्षेत्र में योगदान अवांछित हालांकि आनुपातिक परिणाम दे सकता है।

विद्यमान विधियों की संभाव्य कमियों को ध्यान में रखते हुए, उन्होंने पल्सरों से अस्पंदित उत्सर्जन के संसूचन के वैकल्पिक तरीकों का पता लगाया, जो कि ऐसे प्रभावों के लिए प्रतिरक्षा का काम करेंगे। अपने विचारों के परीक्षण के लिए, उन्होंने RRI-GBT बहुबैंड संग्राहक प्रणाली का उपयोग करते हुए ग्रीन बैंक दूरदर्शक (GBT) से लिये गए आंकड़ों का उपयोग किया। फि र, उन्होंने भिन्न-भिन्न रेडियो आवृत्तियों के उन आंकड़ों पर अपनी नई विधियों का परीक्षण किया और पिछले दृष्टिकोणों की गैर-प्रतिरक्षा के सापेक्ष उन्होंने प्रतिरक्षा के अपने दृष्टिकोण को स्थापित करने के लिए अनुकरण निष्पादित किया।

(iii) **गौरीबिदनूर दूरदर्शक से पल्सरों एवं तीव्र ट्रांसिएंटों की खोज** - 34.5 MHz पर गौरीबिदनूर सरणी (array) से सर्वेक्षण डाटा के संसाधन के लिए एक विशेष रूप से समायोजित पाइपलाइन को ए.ए. देशपाण्डे और एच.ए. अश्वथप्पा (आरआरआई) द्वारा विकसित किया जा रहा है। इससे स्पंदकों/पल्सरों से एकल स्पंदनों के साथ-साथ निम्न-आवृत्ति रेडियो ट्रांसिएंटों, यह ध्यान में रखते हुए कि भारी रेडियो-आवृत्ति हस्तक्षेप द्वारा अपरिहार्य दूषण का प्रभाव कम हो, को संसूचित करने की अपेक्षा है।

पिछले वर्ष के दौरान देशपाण्डे का उपकरणन के क्षेत्र में अनुसंधान इस प्रकार रहा:

(i) **उपकरण संबंधी ध्रुवण अंशांकन की नई विधियाँ** – रेडियो खगोलिकी उपकरणन की ध्रुवण अंशांकन की संभाव्य गैर-पारंपरिक तकनीकों के एक अन्वेषण में, देशपाण्डे और वसीम राजा (कॉटन कॉलेज यूनिवर्सिटी, गुवाहाटी) ने नई पीढ़ी के दूरदर्शकों के लिए उपयुक्त एक सहज फूरिय-आधारित विधि को प्रस्तावित किया जिन्हें डिश अथवा प्रेषण अक्ष के चारों ओर घूर्णन के साथ अभिकल्पित किया जा रहा है। यह दर्शाया गया कि प्रथम दो फूरियर घटकों का उपयोग करते हुए किया गया आंकलन, प्रत्यक्ष मापन संयोजनों की तुलना में, घूर्णन कोणों में संभाव्य अनिश्चितता के विरूद्ध वांछित लचीलापन प्रदान करते हैं।

(ii) GALFACTS **सर्वेक्षण डाटा के लिए तीव्र-ट्रांसिएंट** संसूचन पाइपलाइनों का परीक्षण एवं परिष्करण - देशपाण्डे, तपसी घोष एवं क्रिश सेल्टर (अरेकिबो ऑब्जर्वेटरी, एनएआईसी, पुर्तो रिको, यूएसए) ने GALFACTS सर्वेक्षण से प्राप्त 7-बीम डाटा के तीव्रतम एवं समक्षणिक संसाधन के लिए एक नया एकल-स्पंद-खोजक पाइपलाइन विकसित करने के लिए पिछले वर्ष प्रारंभ हुए अपने सामूहिक प्रयास को जारी रखा, ताकि, अन्वेषण के दौरान किसी भी संसूचित विसरित एकल स्पंद के संभाव्य खगोलीय उद्भव का आसानी से आंकलन किया जा सके। नई पाइपलाइन का परीक्षण वास्तविक डाटा (300 MHz बैंडचौडाई के चारों ओर 256 चैनल से, 1 ms अंतराल पर जांच करने पर) के साथ किया गया, और परीक्षण से प्राप्त प्रतिफलों का उपयोग गलत-अलार्म दर को कम करने के लिए किया जा रहा है। उनके अभिकल्पित पाइपलाइन के सत्यापन के रूप में, अनुसंधान दल ने परीक्षण डाटा के संसाधन के दौरान संसूचित स्पंदों के समुच्चय की जांच की और पाया कि वे वास्तव में ज्ञात पल्सरों के अनुरूप हैं।

नयनतारा गुप्ता की वर्तमान पेशेवर अभिरूचियों के क्षेत्र हैं गामा किरण और गामा किरण विस्फोट, ब्रम्हाण्डीय किरण और न्यूट्रीनोज़।

पिछले वर्ष में गामा किरण और गामा किरण विस्फोट के क्षेत्र में गुप्ता का कार्य **प्रोटॉन सिंक्रोट्रॉन रेडिएशन फ्रॉम एक्सटेंडेड जेट्स ऑफ पीकेएस** 0637–752 **एंड 3सी** 273, (ApJ 2016. 817, 6) से सम्मिलित था, जहाँ उन्होंने वृजुपान भट्टाचार्या (DESY, Zeuthen, VSP छात्र, आरआरआई) के साथ मिलकर कार्य किया।

कई शक्तिशाली रेडियो क्वासर वृहत-पैमानीय जेट से जुड़े होते हैं, जो चमकदार गांठों को प्रदर्शित करती हैं जैसा कि हबल स्पेस टेलिस्कोप (HST) और चन्द्र एक्स-रे ऑब्जर्वेटरी से ली गई उच्च-रेजोल्यूशन वाले चित्रों में दिखाया गया है। इन जेट के रेडियो-प्रकाशिक प्रदावक घटकों को त्वरित सापेक्षिक इलेक्ट्रॉनों द्वारा सिंक्रोट्रॉन विकिरण के प्रति उत्तरदायी ठहराया जा सकता है। अभी तक IC/CMB मॉडल इन जेटों से प्रेक्षित क्ष-किरण उत्सर्जन के लिए सबसे अधिक लोकप्रिय स्पष्टीकरण रहा है। हालांकि हाल ही में, IC/CMB क्ष-किरण यांत्रिकी 3C 273 एवं PKS 0637-752 के लिए दृढ़तापूर्वक पक्षधारी नहीं रही है क्योंकि ऐसे मॉडलों

द्वारा कल्पित अनियमित रूप से ठोस व नियमित गामा-किरण उत्सर्जन फर्मी-लेट के प्रेक्षित परिणामों का उलंघन करते हैं।

गुप्ता और भट्टाचार्या ने इस पेपर में चमक की यथोचित उपरी सीमा निर्धारित करते हुए PKS 0637-752 के गांठ से क्ष-किरण-गामा-किरण प्रदावक के प्रोटॉन सिंक्रोट्रॉन उद्भव को प्रस्तावित किया है। इस दौरान उन्होंने माना कि त्वरित प्रोटॉन समष्टि से सिंक्रोट्रॉन विकिरण निष्कासित होते हैं। इसके अतिरिक्त, 3C 273 स्त्रोत के लिए, इलेक्ट्रॉन सिंक्रोट्रॉन का उपयोग करते हुए 10^{15} Hz के आसपास प्रकाशिक डाटा को सज्जित नहीं किया जा सकता है। इसी कारण गुप्ता ने, HST से प्रकाशिक डाटा सहित, अद्यतित प्रोटॉन सिंक्रोट्रॉन मॉडल प्रस्तावित किया ताकि क्वासर 3C 273 की गांठ में से प्रकाशिक-क्ष-किरण-गामा-किरण उत्सर्जन के उद्भव को स्पष्ट किया जा सके। इस मॉडल को कुन्दु और गुप्ता के 2014 में किये गए कार्य को आगे विस्तार प्रदान करता हुआ माना गया। परिणाम भी यह बताते हैं कि वृहत-पैमानीय क्वासर जेट से TeV उत्सर्जन, सैद्धांतिक रूप से, प्रोटॉन सिंक्रोट्रॉन से भी दृष्टिगोचित हो सकते हैं, जो वे PKS 0637-752 की गांठ wk8.9 के प्रसंग में भी चर्चा करते हैं।

वृहत पैमानीय जेट से प्रेक्षित क्ष-किरण उत्सर्जन को स्पष्ट करने वाला एक वैकल्पिक दृष्टिकोण, जिसे गुप्ता ने पिछले वर्ष चुना, क्वासर के इन वृहत पैमानीय जेटों में स्टोकेस्टिक व शियर त्वरण को ध्यान में रखते हुए तैयार किया गया है। उन्होंने क्वासर के इलेक्ट्रॉन किलो प्रति सेकण्ड पैमानीय जेट के स्टोकेस्टिक व शियर त्वरण का अध्ययन किया है। उनका सिंक्रोट्रॉन उत्सर्जन कुछ क्वासर जैसे PKS 0637-752 के जेट से रेडियो-प्रकाशिक-क्ष-किरण स्पेक्ट्रम को सुस्पष्ट कर सकता है। इसीलिए इलेक्ट्रॉनों का शियर त्वरण वृहत पैमानीय जेट से प्रेक्षित क्ष-किरण उत्सर्जन को स्पष्ट करने के लिए एक वैकल्पिक तरीका सिद्ध हो सकता है।

वर्ष 2015-16 के दौरान, गुप्ता की न्यूट्रीनोज़ में अभिरूचि ने भी उनको आर. मोहराणा (यूनिवर्सिटी ऑफ जोहेनसबर्ग), एस. रज़ाक (यूनिवर्सिटी ऑफ जोहेनसबर्ग), और पी. मेस्ज़ारोस (पेन्सिलवानिया स्टेट यूनिवर्सिटी) के साथ सहकार्यता में **एक अल्प गामा-किरण विस्फोट से संभाव्य रूप से जुड़े हुए** GW150914 **गुरूत्व तरंग घटनाक्रम में से उच्च-ऊर्जा वाले न्यूट्रीनोज़** का अन्वेषण करने को प्रेरित किया (**फिजिकल रिव्यू डी इन प्रेस** 2016)। उच्च-ऊर्जावान न्यूट्रीनो (HEN) एवं गुरूत्व तरंग (GW) सिगनल वैद्युचुम्बकीय प्रेक्षणों के अतिरिक्त खगोलिकीय स्त्रोतों की जांच भी कर सकते हैं। बहुसंदेशवाहक अध्ययन स्त्रोतों की प्रकृति को औजागर कर सकते हैं जिन्हें केवल एक ही प्रकार के सिगनल से नहीं पहचाना जा सकता है। यहाँ लेखक उन्नत लेज़र अंतरफलकमापी गुरूत्व-तरंग वेधशाला (ALIGO) घटनाक्रम GW150914 के संबंध में HEN उत्सर्जन पर चर्चा करते हैं जो कि GW घटना के पश्चात और GW घटना की स्थानिक अनिश्चितता के अंतर्गत फर्मी गामा-किरण विस्फोट मॉनिटर (GBM) 0.4 s द्वारा संसूचित किए गए अल्प गामा-किरण विस्फोट (GRB) से संबंधित हो सकता है। इस अल्प GRB, GW150914-GBM से HEN प्रदावक की गणना करते हुए, गुप्ता और उनके सहयोगी बताते हैं कि आईसक्यूब न्यूट्रीनो वेधशाला द्वारा उच्च-ऊर्जा प्रवर्तन घटना (हाई-एनर्जी स्टार्टिंग इवेंट) (HESE) का पता न लगा पाना 3×10^{52} erg से कम के इस अल्प विस्फोट की कुल समानुवर्ती-समकक्ष जेट ऊर्जा को बाधित कर सकते हैं।

बिमन बी. नाथ की पेशेवर अनुसंधान अभिरूचियाँ मंदाकिनीय बहिर्वाह; मंदाकिनियों से विसरित गैसों की परस्पर क्रिया; ब्रम्हाण्डीय किरणें; इंट्राक्लस्टर (अंत:क्लस्टर) माध्यम में अंतर्निहित हैं।

मंदाकिनीय बहिर्वाह के अंतर्गत आपका अनुसंधान कार्य निम्न पर ध्यान देता है:

(i) **मॉडलिंग फर्मी बबल्स** - आकाशगंगा के केन्द्र से उभरते चमकदार गामा किरण गुणधर्म के अस्तित्व का हाल के फर्मी गामा किरण दूरदर्शक के प्रेक्षणों से खुलासा किया गया है। इसी गुणधर्म को क्ष-किरण और सूक्ष्मतरंग तरंगदैर्ध्य के संदर्भ में भी चमकदार होना बताया गया है। यद्यपि मंदाकिनी केन्द्र में स्थित श्याम छिद्र (ब्लैक होल) की AGN

क्रियाकलाप के माध्यम से फर्मी बबल को समझाने के प्रयास हुए हैं, परंतु नाथ का संख्यात्मक जलगतिक अनुकरण दर्शाता है कि इसे और बेहतर तरीके से मॉडलित किया जा सकता है क्योंकि मंदाकिनीय वात (गैलेक्टिक विंड) का प्रभाव मंदाकिनीय केन्द्र में तारों के गठन के चलते रहता है। कार्तिक चन्द्र सरकार (पीएचडी छात्र, आरआरआई) और प्रतीक शर्मा (आईआईएससी) इस कार्य में नाथ के सहयोगी थे। [**मल्टीवेवलेंथ फीचर्स ऑफ फर्मी बबल्स एज़ सिगनेचर्स ऑफ ए गेलेक्टिक विंड**, **सरकार**, **के.**, **नाथ**, **बी. बी. शर्मा**, **पी. एमएनआरएएस**, 453, 3827 (**नवम्बर** 2015)].

(ii) **मंदाकिनीय बहिर्वाह का अवरोधन (सप्रेशन) –** मंदाकिनियों में परिमंदाकिनीय गैस बहुत वृहत मंदाकिनियों में मंदाकिनीय बहिर्वाह को रोक सकती हैं। इसके अतिरिक्त, तत्वों का ब्रम्हाण्ड संबंधी पतन भी बहिर्वाह को रोक सकता है। प्रियंका सिंह (पीएचडी छात्र, आरआरआई), जसजीत बागला (आईआईएसईआर मोहाली) और संदीप राणा (पीएचडी छात्र, अनुकरण की सहायता ली। उन्होंने ऐसी परिस्थितियों को पाया जिसके अंतर्गत बहु सुपरनोवा इस तरह से युग्मित हो सकते हैं कि वे आस-पास के माध्यम के संबंध में साम्यावस्था की तुलना में सुपरबबल पर अधिक दाब बनाते हैं, और इस प्रकार से इसे विस्तार प्रदान करते हैं। इन परिणामों का प्रयोग मंदाकिनियों की बनावट में किया जा सकता है जिनमें रेजोल्यूशन पॉवर की कमी होती है, और इसके साथ ही मंदाकिनीय बहिर्वाह के निर्माण की सूक्ष्म-भौतिकी को प्रचालित करने वाली मूलभूत भौतिक प्रक्रियाओं को समझने में भी किया जा सकता है। [**सुपरनोवा अंडर माइक्रोस्कोपः हाउ सुपरनोवा ओवरलेप टू फॉर्म सुपरबबल्स**, **यादव**, **एन.**, **मुखर्जी**, **डी.**, आईआईएसईआर मोहाली) के साथ काम करते हुए नाथ ने इन दो प्रभावों का अध्ययन N-निकाय अनुकरण और वैश्लेषिक आंकलनों का प्रयोग करते हुए किया, और पाया कि तारों के गठन से हुए मंदाकिनीय बहिर्वाह आकाशगंगा की तुलना में मंदाकिनियों में बहुत व्यापक होता है। इसका अंतरमंदाकिनीय माध्यम के संवर्धन में बहुत महत्वपूर्ण संबंध है। [**सप्रेशन ऑफ गेलेक्टिक आउटफ्लोज़ बाय कॉस्मोलॉजिकल इनफ्लॅल एंड सर्कमगेलेक्टिक मीडियम**, **सिंह**, **प्रियंका**, **राणा**, **एस.**, **बागला**, **जे.एस. नाथ**, **बी.बी.**, **एमएनआरएएस**, **इन प्रेस**]

(iii) **सुपरबबल में परिवर्तित होने के लिए सुपरनोवा युग्मन कैसे होता है ? –** सुपरबबल व्यापक स्टार क्लस्टरों में बहु सुपरनोवा के प्रतिफ ल हैं। नाथ ने नवीन यादव (पीएचडी छात्र, आईआईएससी) और प्रतीक शर्मा (आईआईएससी) के साथ मिलकर इस प्रक्रिया का गहन अध्ययन किया। इसमें उन्होंने हाई रेजोल्यूशन, 3D सांख्यात्मक जलगतिकीय

शर्मा, **पी.**, **नाथ**, **बी. बी.** (**एमएनआरएएस को प्रस्तुत किया गया**, **मार्च** 2016, **आर्काइवः** 1603.00815)]

मंदाकिनियों से विसरित क्ष–किरण उत्सर्जन नाथ का मंदाकिनियों से विसरित गैसों की परस्पर क्रिया के अंतर्गत अनुसंधान का एक विषय है, जिसमें उन्होंने कार्तिक चन्द्र सरकार (पीएचडी छात्र, आरआरआई), प्रतीक शर्मा एवं यूरी श्चेकिनोव (साउथर्न फेडरल यूनिवर्सिटी, रूस) के साथ मिलकर कार्य किया। तारा बनाने वाली मंदाकिनियों से विसरित क्ष-किरण उत्सर्जन प्रायः मंदाकिनीय बहिर्वाह में निहित गर्म गैसों में उत्पन्न होना माना गया है। यद्यपि, यह धारणा कुछ विलक्षण अवलोकनों को समझाने में असमर्थ है जिनमें कि अल्प तारा निर्माण दर वाली मंदाकिनी में अधिक विसरित क्ष-किरण चमक है। लेखक ने इंगित किया है कि

ऐसा इसीलिए है क्योंकि मंदाकिनी हैलो में गर्म परिमंदाकिनीय गैस भी महत्वपूर्ण रूप से क्ष-किरण चमक में योगदान देती है। [**डिफ्यूज़ एक्स–रे एमीशन फ्रॉम स्टार–फॉर्मिंग गेलेक्सीज़**, **सरकार**, **के.सी.**, **नाथ**, **बीबी**, **शर्मा**, **पी.**, **श्चेकिनोव**, **वाई.**, **एस्ट्रोफिजिकल जर्नल लैटर्स**, 818, **एल**24 (**फरवरी** 2016)]

पारस्परिक सहसंबंध से परिमंदाकिनीय माध्यम का अध्ययन करना – नाथ का पिछला कार्य बताता है कि परिमंदाकिनीय माध्यम (सीजीएम) में कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड (सीएमबी) में छोटे परंतु आश्चर्यजनक संकेत हो सकते हैं। इस प्रेक्षण को साध्य बनाने के लिए नाथ एवं उनके सहयोगियों – प्रियंका सिंह (पीएचडी छात्र, आरआरआई), शुभव्रत मजुमदार (टीआईएफ आर) एवं जोसेफ सिल्क (ऑक्सफोर्ड यूनिवर्सिटी), ने अपने विश्लेषण को SZ संकेत का मंदाकिनियों से प्राप्त क्ष-किरण संकेत के साथ परस्पर सहसंबंध स्थापित करने के लिए विस्तार प्रदान किया। यह संसूचन के संकेत शोर अनुपात को संशोधित करता है और सीजीएम की दाब प्रोफाईल को भी बाध्य करता है और इसी कारण मंदाकिनियों में तारे निर्माण का मॉडल प्राप्त होता है। [**प्रोबिंग दी सर्कमगेलेक्टिक बेरयॉन्स थ्रू क्रॉस–कोरिलेशंस**, **सिंह प्रियंका**, **मजुमदार**, **एस.**, **नाथ**, **बी. बी.**, **रेफ्रीज़र**, **ए.**, **सिल्क जे.**, **एमएनआरएएस**, 456, 1495 (**फरवरी** 2016)]

बिश्वजीत पॉल की अनुसंधान अभिरूचि के क्षेत्र हैं – क्ष-किरण खगोलिकी, उपकरणन के साथ-साथ प्रेक्षणीय परिप्रेक्ष्य से। उपकरणन के अंतर्गत, चाहे वह सॉफ्टवेयर हो या हार्डवेयर, आप अभिकल्पन, क्रियान्वयन, अनुकूलन (ऑप्टिमाइजेशन) और पूर्व व वर्तमान मिशन के अभिलेखीय आंकड़ों में से वैज्ञानिकीय आंकड़ों के निष्कर्षण पर भी कार्य करते हैं।

पिछले वर्ष के दौरान, पॉल का **थॉमसन क्ष–किरण ध्रुवणमापी**, **पोलिक्स**, का विकासोन्मुखी कार्य अपने शिखर तक पहुँचा। पोलिक्स के हार्डवेयर की विकास स्थिति एवं इसकी अद्वितीय वैज्ञानिकीय संभावनाओं के आधार पर, इसरो द्वारा एक छोटे उपग्रह मिशन XPoSat को अनुमोदित किया गया, जिसमें कि पोलिक्स एक वैज्ञानिकीय पेलोड की तरह होगा। इसके प्रक्षेपण का 3 वर्ष का प्रस्तावित समय वैज्ञानिकों को उच्च-ऊर्जा ताराभौतिकी की इस नई दिशा में कार्य करने का अद्वितीय वैज्ञानिकीय अवसर प्रदान करेगा। पोलिक्स वर्तमान में विश्वभर में क्ष-किरण ध्रुवणमापन के लिए अनुमोदित एकमात्र उपग्रह मिशन है। इस रिपोर्ट की अवधि के दौरान, समूह ने निम्न विकासोन्मुखी कार्य किया है:-

(i) संधानक का मापांकन (केलिब्रेशन ऑफ दी कोलिमेटर):- संधानक के मापांकन के लिए एक जुड़नार को तैयार किया गया है। संधानक की पतली षटकोणीय छिद्र युक्त एक विशिष्ट बनावट होती है जो कि उपग्रह के दिशात्मक लॉकिंग में बेअदबी के कारण उत्पन्न हुई त्रुटियों को कम करने में अच्छा परिणाम देती है। संधानक के दृश्यातमक क्षेत्र एवं कोणीय प्रतिक्रिया का मापन इस जुड़नार से किया जाएगा।

(ii) इलेक्ट्रॉनिक्स के सभी घटकों को तैयार करने व उनकी जांच करने में उल्लेखनीय प्रगति की गई है: संसूचक के अग्रांत इलेक्ट्रॉनिक्स, प्रोसेसिंग इलेक्ट्रॉनिक्स एवं सामान्य इलेक्ट्रॉनिक्स। यह समूह अब इस स्थिति में है कि वह अंतरिक्ष योगय लेआउट और पोलिक्स के अभियांत्रिक मॉडल के निर्माण पर कार्य करे।

(iii) पोलिक्स संसूचक में क्ष-किरण की स्थिति निर्धारण की नई स्व-मापांकन विधि को तैयार कर लिया गया है। यह विधि मापांकन पैरामीटरों की ऊर्जा निर्भरता को भी देखती है। इन नई विधि को कार्यान्वयित करने के लिए नए सॉफ्टवेयर को भी तैयार किया गया है और इसका संसूचक आंकड़ों पर भी गहनता से परीक्षण किया जा चुका है।

(iv) पोलिक्स में क्ष-किरण के प्रकीर्णन व अवशोषण क्षमता को निर्धारित करने के लिए साइम्यूलेशन किया गया । इस साइम्यूलेशन के परिणाम का प्रयोग क्ष-किरण स्त्रोतों के ध्रुवीकरण मापन के

लिए पोलिक्स की संवेदनशीलता वास्तव में निर्धारित करने के लिए किया गया है। ये परिणाम पोलिक्स के व्यवहार को (पर्फोर्मेंस) अनुकूल बनाने के लिए डिजाइन व शामिल सॉफ्टवेयर को सुसमृद्ध करने में बहुत महत्वपूर्ण सिद्ध होंगे।

(v) एक फोटोइलेक्ट्रॉन ध्रुवणमापी का भी निर्माण किया जा रहा है।

इस प्रयास में पॉल की टीम के सदस्य हैं **पी वी रिशिन**, **एम आर गोपालकृष्णा** और एमईजी व एमईएस के कई सदस्य। **वरूण बहल** (पीएचडी छात्र, आरआरआई) ने फोटोइलेक्ट्रॉन ध्रुवणमापी को विकसित करने में भाग लिया है।

ASTROSAT LAXPC का प्रक्षेपण सितम्बर 2015 में किया गया था। पॉल एवं उनके समूह ने ASTROSAT-LAXPC के डाटा न्यूनीकरण सॉफ्टवेयर को भारतीय अंतरिक्ष अनुप्रयोग केन्द्र (ISAC), ISRO के साथ मिलकर बनाया। कई गहन परीक्षणों के पश्चात, सॉफ्टवेयर को 2015-16 के दौरान सुपुर्द किया गया। LAXPC पेलोड के लिए आरआरआई में एक पेलोड ऑपरेशन सेंटर (POC) चलाया जा रहा है और सभी LAXPC डाटा को एक पाइपलाइन के जरिए संसाधित किया जा रहा है। कई पीएचडी छात्रों ने LAXPC डाटा न्यूनीकरण को सीखा और पीओसी को चलाने के साथ-साथ कुछ अतिरिक्त डाटा न्यूनीकरण यंत्रों को भी तैयार करने पर कार्य कर रहे हैं। पॉल के समूह ने एस्ट्रोसेट से प्रेक्षित व्यापक मात्रा में स्त्रोतों से प्राप्त LAXPC डाटा का प्रारंभिक वैज्ञानिकीय विश्लेषण किया। उन्होंने LAXPC संसूचकों की ऊर्जा प्रतिक्रिया का साइम्यूलेशन भी किया और इस साइम्यूलेशन को बेहतर बनाने के लिए मूल मापांकन डाटा का प्रयोग किया। इन डाटा का फिर LAXPC संसूचक के एनर्जी रिस्पोंस मैट्रिक्स बनाने के लिए उपयोग किया गया। आरआरआई का मुख्य प्रयास संसूचकों की विभिन्न परतों के लिए पृथक-पृथक एनर्जी रिस्पोंस में अंतर बतलाने पर रखा है जो कि संसूचकों के अविलक्षण स्व-मापांकन को समर्थ बनाएगा।

पॉल के LAXPC परियोजना में सहयोगी थे - सुजय माते (पीएचडी छात्र, आईआईएसईआर पुणे), अरू बेरी (पीएचडी छात्र, आईआईटी रोपड़), प्रगति प्रधान (नॉर्थ बंगाल यूनिवर्सिटी), **नज़मा इस्लाम**, **गायत्री रामन**, **वरूण बहल** (**पीएचडी छात्र**, **आरआरआई**) और चन्द्रेयी मैत्रा (सीईए-सेक्ले)।

वर्ष 2015-16 में, पॉल ने क्ष-किरण बाइनरी के विभिन्न अध्ययनों में महत्वपूर्ण योगदान दिया है, जो क्ष-किरण खगोलिकी के अंतर्गत उनकी वैज्ञानिकीय अभिरूचि के क्षेत्र को प्रदर्शित करता है।

(i) LMC X-4 **में झुलमुलाती हुई चमक** (Flares): पॉल एवं अरू बेरी (पीएचडी छात्र, आईआईटी रोपाड़) ने दो वेधशालाओं XMM-न्यूटन एवं RXTE से प्राप्त आंकड़ों का प्रयोग करते हुए वृहत क्ष-किरण झुलमुलाती चमक के दौरान और इसके पश्चात अभिवर्धित क्ष-किरण पल्सर LMC X-4 का स्पंद प्रोफाईल उद्भव का अध्ययन किया। चमक के दौरान, स्पंद प्रोफाईल में महत्वपूर्ण अवस्था समंजन पाया गया। चमक के पश्चात लम्बी अवधि के लिए स्पंद प्रोफाइल की जांच करते हुए, उन्होंने संशोधित अभिवर्धित कॉलम को अपनी सामान्य संरचना में वापस बदलने के लिए आवश्यक समय और अभिवर्धित स्त्रोत के प्रारूपण का आंकलन किया जो LMC X-4 की स्पंद प्रोफाईल में गिरावट का कारण बनता है।

(ii) XTE J1710-281 **में गिरावट** : पॉल, गायत्री रामन (पीएचडी छात्र, आरआरआई) और चन्द्रेयी मैत्रा ने एक ग्रहण लगे क्ष-किरण बाइनरी XTE J1710-281 के दो चन्द्र व एक सुज़ाकु प्रेक्षण का समयन व वर्णक्रम विश्लेषण किया। क्ष-किरण प्रकाश वक्र ग्रहण-पूर्व गिरावट को औजागर करता है जो अभिवृद्धि डिस्क में लम्बवत संरचना की उपस्थिति को इंगित करता है। गिरावटनुमा संरचना परिवर्तनशील पाई गई है: एकल चौडी

गिरावट कुछ कक्षों में देखी गई जबकि कुछ अन्य कक्षोंमें कई सकरी गिरवाट देखी गई। वर्णक्रम अन्वेषण यह पता लगाने का प्रयास कर रहा है कि क्या गिरावटनुमा संरचना स्त्रोत की वर्णक्रम अवस्था से संबंधित है। गिरावट की समय आधारित स्पेक्ट्रोस्कोपी का अनुसरण पदार्थ की प्रावरण खंड और कॉलम घनत्व को मापने के लिए किया गया जो गिरावट का कारण है।

(iii) **क्ष-किरण बाइनरीज़ का ग्रहण स्पेक्ट्रम:** पॉल एवं नफीसा अफताब (पीएचडी छात्र, आरआरआई) ने XMM-न्यूटन वेधशाला से प्राप्त आंकड़ों का उपयोग करते हुए निम्न व उच्च द्रव्यमान के क्ष-किरण बाइनरीज के ग्रहण स्पेक्ट्रम का अध्ययन किया है। ग्रहण के दौरान,कॉपेक्ट स्टार से क्ष-किरण साथी स्टार के कारण ब्लॉक हो जाती है और आसपास से पुनःसंसाधित उत्सर्जन का ही संसूचन होता है। इस प्रकार ग्रहण स्पेक्ट्रम पुनःसंसाधन माध्यमः इनकी ज्यामिति, सीमा, घटक इत्यादि के अध्ययन को सुलभ बनाती है। अधिकतम उच्च द्रव्यमान वाले क्ष-किरण बाइनरीज़ में वे ग्रहण स्पेक्ट्रम में एक सशक्त आयरन उत्सर्जन रेखा को प्राप्त करते हैं, जिसे कि वे निम्न द्रव्यमान क्ष-किरण बाइनरीज़ के ग्रहण स्पेक्ट्रम में काफी कमजोर पाते हैं। किसी एक LMXBs में, ग्रहण डाटा की वृहत संख्या में से, पॉल व अफताब ने गैर-ग्रहण वाले मृदु व ठोस क्ष-किरण सांतत्य की परिवर्तनीयता के सापेक्ष ग्रहण स्पेक्ट्रम की परिवर्तनीयता का अध्ययन भी किया।

(iv) **पल्सर क्ष-किरण स्पेक्ट्रम का गहन अध्ययन:** पॉल ने प्रगति प्रधान एनरिको बोज़ो (ISDC, जिनेवा यूनिवर्सिटी) और बी सी पॉल (नॉर्थ बंगाल यूनिवर्सिटी) के साथ मिलकर क्लासिकल HMXBs एवं SFXTs के ब्रॉडबैण्ड स्पेक्ट्रम सुज़ाकु के XIS व PIN उपकरणों से प्राप्त डाटा का उपयोग करते हुए व्यापक विश्लेषण किया। उनके द्वारा अध्ययन किए गए 39 स्त्रोतों में से, 17 ने साइक्लोट्रॉन रेखा को प्रदर्शित किया जिसे कि पूर्व की रिपोर्ट में बताया गया है। ऊर्जा नियम का प्रयोग करते हुए उच्च ऊर्जा सीमा एवं साइक्लोट्रॉन रेखा गुणधर्म (जहाँ भी आवश्यक था) के साथ एकल मॉडल से सुसज्जित इन स्त्रोतों की उपयुक्त स्पेक्ट्रल से, उन्होंने विभिन्न स्पेक्ट्रल पैरामीटर के मध्य सहसंबंध का अध्ययन किया। इसका प्रतिफल था चमक के साथ ऊर्जा की सीमा में परिवर्तन जो बताता है कि NS-HMXBs दो भाग में विभाजित है। यह विभाजन प्रणाली की किसी विशिष्ट प्रकृति पर आधारित होता प्रतीत नहीं होता - चाहे वह Be XRB हो अथवा HMXB, और न ही वह उनके क्ष-किरण उत्सर्जन (जैसा कि उनके स्पंद प्रोफाइल की तुलना से अनुमान लगाया गया) को वर्गीकृत करते बीम पैटर्न के आधार पर अंतर करता है। स्त्रोतों के एक उपसमूह के लिए, वे पूर्व में उल्लेखित साइक्लोट्रॉन रेखा ऊर्जा एवं ऊर्जा सीमा के मध्य रैखिक सहसंबंध भी प्राप्त करते हैं। इस प्रकार RXTE एवं Ginga द्वारा प्राप्त किए गए पिछले परिणामों की पुष्टि करते हैं। सुज़ाकु डाटा, हालांकि, पहली बार बताते हैं कि यह रैखिक सहसंबंध अद्वितीय नहीं है, परंतु, पहचान कर सकने योग्य तीन भिन्न-भिन्न शाखाओं से निहित होते हैं। उन्होंने स्पेक्ट्रल इंडेक्स और चमक (लूमिनोसिटी) के मध्य प्रति-सहसंबंध भी पाया। पिछले कार्यों के विपरीत, हालांकि उन्होंने क्ष-किरण चमक एवं K_α रेखाओं के समतुल्य चौड़ाई के मध्य कोई प्रति-सहसंबंध नहीं पाया। आयरन K_α रेखा की फ्लक्स और समतुल्य चौड़ाई क्लासिकल NS-HMXBs की तुलना में SFXTs में छोटी पाई गई।

द्वारकानाथ के एस के पेशेवर अनुसंधान के क्षेत्र वर्तमान में उच्च z पर HI एवं मंदाकिनियों का समूह व क्लस्टर से संबंधित हैं। पिछले वर्ष के दौरान, द्वारकानाथ उच्च z पर HI के विषयांतर्गत निम्न विषयों पर अनुसंधान कर रहे थे।

(i) **z ~ 1.3 पर स्टार-फॉर्मिंग मंदाकिनियों का गैस द्रव्यमान** – इस कार्य के लिए द्वारकानाथ ने निशिम कणेकर (NCRA) एवं **शिव सेठी** (RRI) के साथ मिलकर काम किया। इस अनुसंधान के फ लस्वरूप यह पता चला कि रेड्शिफ्ट रेंज 1.18-1.34 में अधिकतर न्यूट्रल हाइड्रोजन स्टार-फ ॉर्मिंग मंदाकिनियों में न होकर छोटी-छोटी मंदाकिनियों में रहती हैं। इसका 1.3 के समीप रेडशिफ्ट पर स्टार-फ ॉर्मिंग मंदाकिनियों में न्यूट्रल हाइड्रोजन की रचना व स्त्रोत को समझने में प्रभाव पड़ता है।

(ii) **आर्प 65 इंटरेक्शन डेबरिश: वृहत HI विस्थापन एवं तारों का प्रारूपण**

मंदाकिनियों के युग्मों के मध्य युग्मन के पूर्व की (टाइडल) अनुक्रिया को तारकीय एवं अंतरतारकीय माध्यम घटकों की आकारिकी व कीनेमेटिक्स (शुद्ध गति विज्ञान) में महत्वपूर्ण परिवर्तन को उत्तेजित करने के लिए जाना जाता है। बहुत बड़ी मात्रा में गैस और तारे प्राय: टाइडल डेबरिश के कारण विस्थापित अथवा उलझे हुए पाए जाते हैं। ये डेबरिश तब विकसित होते हैं, कभी कभी तारे बनाते हैं और समय-समय पर टाइडल ड्वार्फ मंदाकिनियाँ बनाते हैं। Arp 65 interaction debris: massive HI displacement and star formation, 2015, HI सहित) में HI के बहुत बड़े भाग को इसकी प्रकाशिक डिस्क के परे विस्थापित कर दिया हो। वे NGC 90 के बाहरी डिस्क में फैले हुए जारी तारों की रचना को भी अनुभव करते हैं। बड़े स्टार-फ ॉर्मिंग क्षेत्र में HI कॉलम घनत्व 4.7 x ~ $10^{20} cm^{-2}$ अथवा कम हो जाती है। परंतु, NGC 90 के दक्षिण पूर्वी HI डेबरिश के अधिकतम कॉलम घनत्व में तारों की रचना का कोई भी संकेत नहीं मिला। यह बतलाता है कि तारों की रचना में HI डेबरिश का अधिकतम कॉलम घनत्व एक प्रतिकूल परिस्थिति है और यह सिद्ध करता है कि HI कॉलम घनत्व आवश्यक हो A&A, 584, 114 पेपर में द्वारकानाथ एवं सहयोगी – सेनगुप्ता (KA & SSI), स्कॉट (IA) पॉडेल (KA&SSI) सांईकिया (NCRA) और शॉन (KA&SSI) आर्प 65 के अपने HI अध्ययन के परिणामों एन इंटरेक्टिंग पेयर होस्टिंग एक्सटेंडेड HI टाइडल डेबरिश (विस्तारित HI टाइडल डेबरिश को प्रायोजित करता एक अनुक्रियात्मक युग्म) को प्रस्तुत करते हैं। लेखक ने जो विधि लागू की वह है अनुक्रियात्मक मंदाकिनी युग्म के प्रतिदर्श में HI को मैप करना। आर्प 65 युग्म मैप किए जाने वाला इस प्रतिदर्श का सबसे नवीनतम सदस्य है। फि र, जायंट मीटरवेव रेडियो टेलिस्कोप का प्रयोग करते हुए साहसी HI 21cm रेखा सर्वेक्षण किया गया। वे HI सर्वेक्षण डाटा के साथ-साथ SDSS प्रकाशिक, स्पिट्ज़र इंफ्रारेड व GALEX UV डाटा का उपयोग स्टार-फ ॉर्मिंग क्षेत्र के भीतर HI के सहसंबंधन और टाइडल डेबरिश के क्रमिकविकास का अध्ययन करने के लिए करते हैं। आर्प 65 में वे जो देखते हैं वह है तारकीय द्रव्यमान अनुपात 1:3 वाली वृहत मंदाकिनियों (NGC 90 एवं NGC 93) के युग्म को शामिल कर उच्च प्रभाव वाली पूर्व-विलय की टाइडल अनुक्रिया। अनुक्रिया, जो संभवत: 1.0-2.5 x ~ 10^8 वर्ष पूर्व घटित हुई, से ऐसा प्रतीत होता है मानो इसने NGC 90 (उच्चतम कॉलम सघनता सकता है परंतु तारों के प्रारूपण के लिए यही पर्याप्त कसौटी नहीं है।

द्वारकानाथ का पिछले वर्ष का मंदाकिनियों का समूह व क्लस्टर पर अनुसंधान निम्न दो समस्याओं से संबंधित है –

(i) **मर्किसन वाइडफील्ड अरे प्रेक्षणों से एबिल 3376 में से रेडियो अवशेष उत्सर्जन और प्रभामण्डल (हेलो) का विश्लेषण –** [2015, MNRAS, 451, 4207]**. लीजो जॉर्ज (पीएचडी छात्र, आरआरआई), द्वारकानाथ** और MWA सहयोगियों के साथ-साथ आरआरआई के कई

सदस्यों ने मर्किसन वाइडफील्ड अरे से मंदाकिनी क्लस्टर एबिल 3376 विलय का लगभग (z = 0.046) पर बहुतरंगदैर्ध्य प्रेक्षण किया। मंदाकिनीय व बाह्यमंदाकिनीय पूर्ण-आकाशीय MWA सर्वेक्षण के एक भाग के रूप में, इस क्लस्टर को 88, 118, 154, 188 और 215 MHz पर प्रेक्षित किया गया। क्लस्टर के पूर्वी व पश्चिमी परिधि की तरफ ज्ञात रेडियो अवशेषों को सभी आवृत्तियों पर संसूचित किया गया। प्रत्येक 1 Mpc तक की रैखिक सीमा वाले अवशेषों को 2 Mpc द्वारा पृथक किया गया। वर्तमान प्रेक्षणों को पुस्तकों में दिए गए प्रेक्षणों के साथ मिलाते हुए, उन्होंने 80-1400 MHz आवृत्ति सीमा पर इन अवशेषों की स्पेक्ट्रा को प्राप्त किया। पश्चिम और पूर्वी अवशेषों के लिए क्रमशः $(S \sim \nu^{\alpha})$ -1.17± 0.06 और -1.37± 0.08 के सूचकांक के साथ ऊर्जा नियम का पालन करता है। स्पेक्ट्रम के निम्नतर स्तर पर ब्रेक आवृत्ति को मानते हुए, वे अवशेषों की आयु का अनुमान 0.4 Gyr लगाते हैं। क्लस्टर के केन्द्रीय क्षेत्र से किसी भी प्रकार का विसरित रेडियो उत्सर्जन संसूचित नहीं हुआ। किसी भी संभाव्य हेलो के रेडियो ऊर्जा पर ऊपरी सीमा जो क्लस्टर में उपस्थित हो सकती है, वह क्लस्टर हेलोज़ के लिए रेडियो ऊर्जा व क्ष-किरण चमक से आशांवित सीमा से 35 के गुणक से कम है। इस प्रकार निष्कर्ष निकलता है कि क्लस्टर हेलो बहुत विस्तारित (>500 kpc) हैं और/ अथवा हेलोज से अधिकतर रेडियो उत्सर्जन नष्ट हो चुके हैं। हेलो रेडियो ऊर्जा पर वर्तमान सीमा विद्यमान ऊपरी सीमा की तुलना में 10 के गुणक से कम है जिसमें हेलो के प्रारूपण के मॉडल के लिए संभव प्रभाव निहित हैं।

(ii) **ए स्टडी ऑफ डिफ्यूज रेडियो सोर्सेस एंड एक्स-रे एमिशन इन सिक्स मेसिव क्लस्टर** – [2016, MNRAS **में प्रस्तुत**] वर्तमान अध्ययन का लक्ष्य है विसरित रेडियो स्त्रोत (हेलो और रेलिक) संख्या के वर्तमान ज्ञान को z>0.3 तक विस्तारित करना। इस अध्ययन में, **द्वारकानाथ**, **विराल पारेख** (**डॉक्टरोत्तर अध्येता**, **आरआरआरई**), रूटा काले (NCRA) और हुईब इंतेमा (लीडेन यूनिवर्सिटी, नीदरलैण्ड) विसरित रेडियो उत्सर्जन को संसूचित करने के लिए मेसिव क्लस्टर सर्वे (MACS) से लिए गए छः मंदाकिनी क्लस्टर के GMRT व ईवीएलए रेडियो प्रेक्षणों को प्रतिवेदित करते हैं। अभिलेखीय GMRT (150, 235, एवं 610 MHz) और EVLA (1400 MHz) डाटा का प्रयोग करते हुए, समूह ने निम्न छः क्लस्टरों - MACSJ0417.5-1154, MACSJ1131.8-1955, MACSJ0308.9+2645, MACSJ2243.3-0935, MACSJ2228.5+2036 एवं MACSJ0358.8-2955 के भिन्न-भिन्न रेडियो आवृत्तियों पर प्रतिबिम्ब बनाए। वे प्रथम चार क्लस्टरों में विसरित रेडियो उत्सर्जन (हेलो अथवा रेलिक अथवा दोनों) को संसूचित कर सके जबकि अंतिम दो क्लस्टरों में उनकी रेडियो ऊर्जा पर निश्चित ऊपरी सीमा रखने पर कोई भी विसरित रेडियो उत्सर्जन संसूचित नहीं कर पाए। उन्होंने इन क्लस्टरों की आकारिकी व उपसंरचना का विश्लेषण करने के लिए अभिलेखित चन्द्रा क्ष-किरण डाटा का भी उपयोग किया। वे पाते हैं कि क्ष-किरण डाटा के आधार पर, ये MACS क्लस्टर शिथिल नहीं हैं और अपने तापमान विभाजन में उपसंरचनाएँ दर्शाते हैं। प्रथम चार MACS क्लस्टर की रेडियो ऊर्जा उनके अनुमानित मान L_x-$P_{1.4}$ की सीमा के अनुरूप थी। तथापि, उन्होंने MACSJ0417.5-1154 क्लस्टर में एक अत्यधिक-तीव्र स्पेक्ट्रम रेडियो हेलो को पाया और इसकी रेडियो ऊर्जा अनुमानित मान से 5 गुना कम है। बाकी दो क्लस्टर जिनकी रेडियो ऊर्जा अनुमानित मान से 40 गुना कम है का अधिकांश ऑफ-स्टेट में रहने की संभावना है जैसा कि रेडियो हेलो प्रारूपण के कुछ मॉडल में माना गया है।

रेडियो मंदाकिनी आकारिकी व मंदाकिनी परिवेश में **लक्ष्मी सरीपल्ली** की अभिरूचि के वर्तमान क्षेत्र हैं। डेविड

रॉबर्ट्स (ब्रांडिस यूनिवर्सिटी, यूएसए), संजय भटनागर (नेशनल रेडियो एस्ट्रोनॉमी ऑब्जर्वेटरी), यूएसए, **मयूरी सतयनारायण राव (आरआरआई)** एवं **रवि सुब्रह्मण्यन (आरआरआई)**, के साथ मिलकर कार्य करते हुए **सरीपल्ली** ने अपने निम्न अक्षीय अनुपात (लम्बाई के सापेक्ष चौड़ाई) के लिए चुनी गई 52 रेडियो मंदाकिनियों के अविलक्षण प्रतिदर्श का अन्वेषण किया, जहाँ उन्होंने गैर-अक्षीय दूरी [जिसके साथ केन्द्रीय ब्लैक होल - अनुवृद्धि डिस्क संयोजन अथवा रेडिया मंदाकिनी का केन्द्रीय इंजन जेट उत्पन्न करता है] से रेडियो उत्सर्जन के उद्भव की जांच की। समूह JVLA दूरदर्शक के दो व्यूह-रचना (अरे) सांस्थिति में दो आवृत्तियों (L-बैंड: 1-2GHz और s-बैंड: 2-4GHz) पर 46 घण्टे की लगातार रेडियो प्रेक्षणों से 99 निम्न अक्षीय अनुपात रेडियो स्त्रोतों के सम्पूर्ण प्रतिदर्श की कुल तीव्रता व ध्रुवीकरण का डाटा एकत्रित कर रहा है। इसमें से 56 रेडियो स्त्रोतों को प्रेक्षित किया जा चुका है और अभी बाकी की 43 ऐसी ही रेडियो मंदाकिनियों को प्रेक्षित करने की योजना पर कार्य जारी है। इस प्रेक्षण का निम्न पर अन्वेषण करना ही प्रधान उद्देश्य है:

i. कौन सा स्त्रोत रेडियो अक्ष परिवर्तन से गुजर चुका है और रेडियो अक्ष परिवर्तन के कारण का पता लगाना,
ii. विभिन्न संभाव्य कारणोचित प्रक्रियाओं की भूमिका का अवलोकन करते हुए एनिगमेटिक X-आकारीय रेडियो मंदाकिनियों के उद्भव का पता लगाना, और
iii. पूर्व में संभव अध्ययनों की तुलना में होस्ट-गेलेक्सी हेलोज़ का अधिक विस्तृत अध्ययन करना ।

सरीपल्ली उक्त मूल 99 रेडियो मंदाकिनियों (निम्न अक्षीय अनुपात से वर्गीकृत) के प्रतिदर्शों में से कुछ चुने हुए 9 रेडियो मंदाकिनियो के प्रतिदर्शों पर अपने केंद्रीय रेडियो कोर के मिली-आर्कसेकण्ड रेजोल्यूशन रेडियो कंटीन्यूअल प्रेक्षण प्राप्त करने की दिशा में भी डेविड रॉबर्ट के साथ कार्य कर रही हैं। यूरोपियन VLBI नेटवर्क (EVN) से चुने गए डाटा का विश्लेषण करते हुए, **सरीपल्ली** एवं रॉबर्ट कोर एवं जेट्स को खोजने की अपनी दिशा में अच्छा कदम बढ़ा रहे हैं जो कि वर्तमान में रेडियो मंदाकिनियों के केन्द्र में सक्रिय हैं ताकि उनकी रहस्यपूर्ण वृहत-पैमाने वाली X-आकारीय रेडियो संरचनाओं के उद्भव को समझा जा सके। अपनी स्पष्ट X-आकारीय संरचना के कारण 9 प्रेक्षित स्त्रोतों को चुना जा चुका है जैसा कि सरीपल्ली एवं रॉबर्ट के 2015 के पूर्व के कार्य के डाटा में बताया गया था जहाँ उन्होंने 52 रेडियो मंदाकिनियों का प्रतिचित्रण लिया था। (रॉबर्ट *एट अल,* 2015)

मर्किसन वाइड फील्ड अरे (MWA) से मापे गए दक्षिणी आकाश की निम्न आवृत्ति प्रतिचित्रों की उपलब्धता के चलते, **सरीपल्ली** ने **निम्न आवृत्तियों पर रेडियो स्त्रोत की संरचना का तुलनात्मक अध्ययन उनके समकक्ष प्रतिचित्रों के साथ जिन्हें कि उच्च आवृत्तियों पर लिया गया है**, पर कार्य आरंभ किया है। रेडियो स्त्रोतों के भिन्न-भिन्न घटकों के प्रेक्षित सिंक्रोट्रॉन स्पेक्ट्रम के क्रमिकविकास के साथ-साथ भिन्न-भिन्न स्पेक्ट्रल सूचकांक होने के बावजूद (उदाहरण के लिए घटक जैसे कॉम्पेक्ट रेडियो कोर, अधिक विसरित और विस्तारित लोबों के सापेक्ष हॉटस्पॉट), वृहत आवृत्ति श्रृंखलाओं पर संरचनाओं के मध्य ऐसी तुलना से यह विश्वास किया गया कि ये रेडियो स्त्रोतों की सही सीमा को प्रकट करेंगे (पूर्व में उच्चतर आवृत्तियों पर नहीं देखा गया था) अथवा ऐसे गुणों को प्रदर्शित करेंगे जो कि रेलिक हैं और इसीकारण, उच्चतर आवृत्तियों पर नहीं देखी गई।

संतोष हरीश (वीएसपी छात्र, आरआरआई), रवि सुब्रह्मण्यन (आरआरआई) एवं नताषा हर्ले-वॉल्कर (कर्टिन विश्वविद्यालय, WA, ऑस्ट्रेलिया) के साथ कार्य करते हुए **सरीपल्ली** ने आकाश के 8.4 वर्ग डिग्री पर 1.4 GHz में ATLBS रेडियो सर्वे (सुब्रह्मण्यन एट अल, 2010; सरीपल्ली एट ल, 2013) से प्राप्त उत्तम प्रतिचित्रों का उपयोग किया और इसी आकाशीय क्षेत्र में MWA प्रतिचित्र की रेडियो स्त्रोतों से 192.5 MHz माध्य आवृत्ति की निम्न आवृत्ति पर तुलना की। उन्होंने रेडियो प्रतिचित्रों की जांच की और स्त्रोत संसूचन, आकारिकियों व स्पेक्ट्रा की ATLBS एवं MWA द्वारा कवर की गई वृहत आवृत्ति श्रृंखला पर तुलना की। उन्होंने ततपश्चात उसी क्षेत्र के r-बैण्ड प्रकाशिक प्रतिचित्र का प्रयोग किया जिसे कि उन्होंने एक पूर्व के कार्य में अन्वेषित किया था और इस प्रकार दो रेडियो प्रतिचित्रों के मध्य संसूचित व गैर-संसूचित रेडियो स्त्रोतों पर अनुपूरक सूचना प्राप्त होती है। यह कार्य पूरा हो चुका है और आंतरिक सहकर्मियों के साथ इसकी समीक्षा की जा रही है।

वर्ष 2015-16 के दौरान **मयूरी एस** के पेशेवर अनुसंधान क्षेत्र थे दीर्घ तरंगदैर्ध्य रेडियो खगोलिकी के लिए फिनोमिनोलॉजिकल फोरग्राउंड मॉडलिंग , पुन:आयनीकरण काल डाटा में फोरग्राउंड सबट्रेक्शन के लिए अधिकतम स्मूथ कार्यप्रणाली के अनुप्रयोग, APSERa के प्रोटोटाइप अवयवों के लिए उच्च स्तरीय प्रणाली अभिरचना, हाइड्रोजन की 2p-2s महीन संरचना रेखा का संसूचन और एक्स-आकारीय रेडियो मंदाकिनियों का अध्ययन।

दीर्घ तरंगदैर्ध्यों पर पुन:आयनीकरण काल के संकेतों के संसूचन में बढ़ती अभिरूचि के कारण दीर्घ तरंगदैर्ध्य खगोलिकी में अभिरूचि पुन: बढ़ी है। यद्यपि, इन ब्रम्हाण्डिकीय संकेतों के संसूचन में प्रमुख चुनौतियाँ हैं फोरग्राउड की उपस्थिति जो कि प्रकाशमान परिमाण से संबंधित है। दीर्घ तरंगदैर्ध्य पर सबसे मजबूत फोरग्राउंड हमारी अपनी मंदाकिनी से उत्सर्जन के द्वारा प्रत्यक्ष हुआ। तथापि, पारंपरिक रूप से इन फोरग्राउंड को सिंक्रोट्रॉन उत्सर्जन के प्रभुत्व के कारण ऊर्जा नियम के समान मॉडलीकृत किया गया। यह शायद उपयुक्त सरलीकृत धारणा है। यहाँ कुछ वैश्विक स्काई माडल विद्यमान हैं जो डाटा प्रचालित विधि को प्रस्तुत करते हैं ताकि निम्न आवृत्ति स्काई को सिमुलेट किया जा सके, हालांकि वे आवश्यक नहीं है कि भौतिक रूप से प्रेरित हों। **रवि सुब्रह्मण्यन (आरआरआई)**, **एन उदय शंकर (आरआरआई)** एवं जेन्स क्लुबा (जोन्स हॉप्किंस यूनिवर्सिटी / IoA केम्ब्रिज) के साथ मिलकर कार्य करते हुए **राव** ने **फिजिकली मोटिवेटेड ऑर फि नोमिनोलॉजिकल ग्लोबल स्काई मॉडल** को प्रस्तुत किया जो सिंक्रोट्रॉन स्पेक्ट्रम में अंतराल, मुक्त-मुक्त उत्सर्जन के साथ-साथ भिन्न-भिन्न स्पेक्ट्रल इंडायसेस वाले स्त्रोतों की संख्याओं को सम्मिलित करता है। मॉडल के इनपुट में शामिल हैं उपलब्ध ग्लोबल स्काई मॉडल से 150 MHz, 408 MHz, 1420 MHz एवं 23 GHz ऑल स्काई-मैप के साथ-साथ 22 MHz एवं 45 MHz पर मैप। इनसे निम्न आवृत्तियों पर प्रतिबाधा उत्पन्न करने की आशा की जाती है। एक कोड तैयार कर लेने के बाद जो कि उक्त उल्लेखित इनपुट मैप के लिए सर्वथा उचित है, पैरामीटर का मान थोड़ा कम रहा है और समूह के मॉडल का फिर ऑल स्काई मैप एवं 5 डिग्री के रेजोल्यूशन वाले 10 MHz से लेकर 23 GHz के मध्य स्काई स्पेक्ट्रा लेने के लिए प्रयोग किया जा सका।

खगोलिकी में एक चुनौतीपूर्ण समस्या कभी-कभी आकाशीय स्पेक्ट्रम से कमजोर स्पेक्ट्रल गुणधर्म को पुन:प्राप्त करने की रहती है, जिसमें मंदाकिनीय व बाह्यमंदाकिनीय सातत्य उत्सर्जन से दूषणकारी पदार्थ रहते हैं, जो कि रूचि के संकेतों की तुलना में परिमाण में कई गुना अधिक बड़े होते हैं। पूर्व में, **राव** एवं उनके सहयोगी **रवि सुब्रह्मण्यन (आरआरआई)**, **एन उदयशंकर (आरआरआई)** और जेन्स क्लुबा ने फोरग्राउंड एवं CMB को सावधानीपूर्वक उपयुक्त बनाने के लिए 'मेक्सीमली स्मूथ' पद्धति का उपयोग करते हुए इस प्रकार से एक विधि तैयार की थी कि किसी भी ब्रम्हाण्डिकीय पुन:संयोजन संकेत को बिना किसी फि टिंग पद्धति द्वारा उपयुक्त बनाए लिया जा सके। पिछले वर्ष के दौरान, समूह ने पुन:आयनीकरण काल से उत्पन्न हुए **कॉम्पलेक्स फोरग्राउंड एंड दी रेडशिफ्टेड ग्लोबल 21-सेमी सिगनल** के मध्य अंतरभेद करने के लिए मेक्सीमली स्मूथ पद्धति के अनुप्रयोग को आगे विस्तार प्रदान किया है। रेडियो फोरग्राउंड्स को कल्पित EoR संकेत (~10-200 MHz) की बैण्डविड्थ पर सपाट (स्मूथ) रहने की उम्मीद की गई है। यद्यपि फोरग्राउंड स्पेक्ट्रम का प्रयोजनमूलक आरूप आवश्यक सटीकता से ज्ञात नहीं है ताकि इसे विशेषरूप से मॉडलबद्ध किया जा सके। फोरग्राउंड को मॉडलबद्ध करने के लिए उच्च क्रम के बहुपदों का उपयोग करने के परिणामस्वरूप, जैसा कि पुस्तक (लिटरेचर) में बताया गया है, EoR संकेत के महत्वपूर्ण अंश को खो देने की संभावना है। समूह ने बताया कि मेक्सीमली स्मूथ पद्धति के अनुसरण से EoR संकेतों को संरक्षित रखा जा सकता है जबकि वेनिला ग्लोबल EoR संकेत के लिए केवल फोरग्राउंड मात्र को अच्छी तरह से फिट किया जाए। संकेत की उस समय कोई हानि नहीं होती है जबकि इन स्मूथ पद्धति के क्रम को किसी भी स्वैच्छिक उच्च मान तक बढ़ाया जाता है।

APSERa **- अरे ऑफ प्रिसीज़न स्पेक्ट्रोमीटर फॉर दी ईपोच ऑफ रिकॉम्बीनेशन** एक रेडियो खगोलिकी उपकरणन परियोजना है जिसमें **रवि सुब्रह्मण्यन**, **एन उदय शंकर**, **के एस श्रीवाणी**, **बी एस गिरीश**, **ए रघुनाथन**, **सोमशेखर** (**सभी**

आरआरआई से), **सौरभ सिंह** (**पीएचडी छात्र**, **आरआरआई**) एवं जेन्स क्लुबा के साथ **राव** शामिल हैं। पिछले वर्ष के दौरान इन-फेज़ व क्वाड्रेचर सेम्पलिंग योजना वाले 2 GHz डिजीटल कोर्रिलेशन स्पेक्ट्रोमीटर डिजाइन करने तक की प्रगति की गई है। एक सरल एनालॉग चैन डिजाइन को अब डिजीटल सिस्टम के साथ एकीकृत किया जाएगा ताकि संग्राहक के लिए मापांकन विधियों को तैयार किया जा सके। एक डिस्कोन मोनोपोल एंटीना को डिजाइन व परीक्षित किया जा चुका है और, इसे सिमुलेशन के लिए उपयुक्त पाया गया है, परंतु ग्राउंड टेम्परेचर के प्रभाव जैसे मुद्दों पर अभी भी कार्य किया जाना है। एक ADC मापांकन योजना को भी तैयार किया जा चुका है और यह अभी परीक्षण अवस्था में है।

9.9 GHz **पर परमाण्विक हाइड्रोजन की** 2p3/2 **से लेकर** 2s1/2 **तक की स्पष्ट** (fine) **संरचना रेखा** तारा-प्रारूपण क्षेत्र में विकिरण अंतरण के उपचार में संभवत: महत्वपूर्ण साबित हो सकती है। इससे भी महत्वपूर्ण बात यह है कि, रेखा रूपांतरण पुन:आयनीकरण काल (EoR) के दौरान, रेडशिफ्टेड 21-सेमी रेखा के अनुपूरक के रूप में, ब्रम्हाण्डिकीय पुन:आयनीकरण के एक साक्ष्य के रूप में भी बन सकती हैं। 2p-2s रेखा का संसूचन कुछ समस्याओं से सामना करता है जो कि कमजोर रिप्पल के संसूचन में हुई समस्याओं के समान हैं जैसे पुन:संयोजन काल से संकेत। स्पष्ट-संरचना रूपांतरण स्वयं ही हाइपरफाइन (अतिस्पष्ट) रेखाओं का मिश्रण है और इसे कमजोर होने व अत्यधिक व्यापक गुणों से परिपूर्ण होने की उम्मीद की जाती है जो संसूचन को चुनौतीपूर्ण बनाता है। इसके अलावा, इस रेखा रूपांतरण को सोलर प्रणाली के बाहर कभी संसूचित नहीं किया गया है। रेखा की मजबूती (तटस्थता) व HI क्षेत्र में वितरण और ब्रम्हाण्डिकीय संदर्भ में परिकल्पना भी प्रमुखतया संबंधित विकिरण बैकग्राउंड के अधूरे ज्ञान के कारण अनिश्चित हैं। राव एवं उनके सहयोगी **रवि सुब्रह्मण्यन** (**आरआरआई**), जरगेन ओट्ट (नेशनल रेडियो एस्ट्रोनॉमी ऑब्जर्वेटरी), फ्रेंक ब्रिग्स (माउंट स्ट्रोम्लो ऑब्जर्वेटरी, एएनयू) वर्तमान में मध्यम आकाशीय स्थिरता (मॉडरेट स्पेशल रेजोल्यूशन) के प्रथम संसूचन के लिए उच्च उत्सर्जन माप मंदाकिनी HII क्षेत्रों की चुनिंदा किस्मों का सावधानीपूर्वक प्रेक्षण करने में शामिल हैं। रेखा गुणों की तटस्थता एवं प्रकृति अंतर्निहित रूप से Ly-alpha एवं क्षेत्र व HII क्षेत्रों के भौतिक पैरामीटरों पर निर्भर करती है, जैसे उनकी उत्सर्जन माप और आयनीकरण संख्या। विकिरण स्थानांतरण, आयनीकरण साम्यता और धूल अवशोषण की भौतिकी को समझने में एक ही समय संसूचन और प्रतिचित्रण करना सबसे उपयुक्त परीक्षण होगा ।

X-**आकारीय रेडियो मंदाकिनियों** का अध्ययन भी **राव** अपने सहयोगियों **लक्ष्मी सरीपल्ली** (**आरआरआई**) एवं अन्य के साथ मिलकर कर रहे हैं।

श्रीधर एस की पेशेवर अनुसंधान अभिरूचियों के क्षेत्र हैं मंदाकिनीय न्यूक्ली में बाह्यमंदाकिनीय गतिकी और तारकीय गतिकी।

जिहाद तौमा (अमेरिकल यूनिवर्सिटी ऑफ बीरट, लेबनान) के साथ मिलकर कार्य करते हुए, **श्रीधर** एंड्रोमेडा मंदाकिनी के नाभिक पर तीन-खण्ड वाली रिपोर्ट प्रस्तुत करते हैं। यहाँ स्वीकार करने योग्य साक्ष्य हैं कि एंड्रोमेडा मंदाकिनी की नाभि व्यापक ब्लैक होल कक्षा वाली सघन, विलक्षण और तारों की असंतुलित डिस्क से युक्त है। मंदाकिनी केन्द्र में व्यापक ब्लैक होल होने की स्थिति पर्याप्त प्रबल है, क्योंकि कुछ विशिष्ट कक्षीय तारों की गति को सीधे तौर पर प्रेक्षित किया जा चुका है। ब्लैक होल के आसपास सघन तारा क्लस्टर की संरचना हालांकि अधिक स्पष्ट नहीं है, परंतु ऐसा विश्वास किया जाता है कि इनमें विकृत और प्रवृत्त घटक हैं। श्रीधर का लक्ष्य है एंड्रोमेडा की नाभि और मंदाकिनीय केन्द्र में व्यापक ब्लैक होल्स के प्रभाव की परिसीमा के अंतर्गत कक्षागत वृहत N (मानें, N = दस लाख) तारकीय प्रणाली के उद्भव और संरचना को समझना। पिछले दो दशकों का कार्य आकर्षक संभावनाओं की ओर इशारा करता है कि गतिक व सांख्यिक प्रक्रियाएँ दोनों ही विच्छेदी सममिति अवस्था को बढ़ावा देंगी, जो विलक्षण और असंतुलित हो सकती हैं, प्रवृत्त और विकृत हो सकती हैं, आकृति घूर्णन के साथ अथवा इसके बिना भी हो सकती हैं। हालांकि कि बहुत कार्य किया जा चुका है, परंतु स्व-गुरूत्वीय तारा क्लस्टरों के दीर्घ-कालिक (अथवा अनंत) क्रमविकास का कोई सामान्य सिद्धांत नहीं है।

वर्ष 2015-16 के दौरान, **श्रीधर** और तौमा तीन-खण्ड कार्य में संलग्न रहे जिसका उद्देश्य था केप्लेरियन स्टेलर सिस्टम की गतिक और सांख्यिक यांत्रिकी सिद्धांत के लिए यथोचित आधार प्रदान करना (जिसका द्रव्यमान M उसके अपने ब्लैक होल्स के द्रव्यमान M_b से कम हो)। द्रव्यमान अनुपात $\varepsilon = (M/M_b)$ स्वभाविक रूप से छोटा पैरामीटर है जो समय पैमाने के पृथक्करण की गणना करता है: तीव्र केपलर ऑर्बिटल समय और अनंत समय पैमाना जोकि $(1/\varepsilon)$ गुणक से लम्बा है। कार्य के खण्ड 1 में, श्रीधर और अन्य, एक ऐसे सिद्धांत को तैयार करते हैं जो अनंत संघट्टनरहित गतिकी को परिभाषित करती है। इसे आधार बनाते हुए, श्रीधर और तौमा खण्ड 2 में पूर्णतया प्रथम सिद्धांत पर आधारित रेजोनेंट रिलेक्शेसन (RR) के सांख्यिक यांत्रिकी सिद्धांत को प्रस्तुत करते हैं। आरआर सिद्धांत को ततपश्चात खण्ड 3 में व्यापक ब्लैक होल की कक्षा के एक्सिसिम्मेट्रिक स्टेलर डिस्क के विकास पर लागू किया जाता है।

अनंत संघट्टनरहित सिद्धांत: [स्टेलर डायनेमिक्स अराउण्ड ए मेशिव ब्लैक होल I: सेक्यूलर कोलीज़नलेस थियोरी, **एस श्रीधर** एवं जे आर तौमा मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी doi : 10.1093 / mnras / stw542] तारकीय प्रणाली को गैरसंघट्टनीय बोल्ट्जमेन समीकरण (CBE) अनुसरित करने वाली 6-dim phase space में वितरण पद्धति/कार्यप्रणाली (DF) द्वारा परिभाषित किया गया है।

रेजोनेंट रिलेक्शेसन: : [स्टेलर डायनेमिक्स अराउण्ड ए मेशिव ब्लैक होल II: रेजोनेंट रिलेक्शेसन, **एस श्रीधर** एवं जे आर तौमा मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी doi : 10.1093/mnras/stw543] लेखक रेजोनेंट रिलेक्शेसन (RR) के प्रथम सिद्धांत को प्रस्तुत करते हैं जहाँ वे ब्लैक होल के केप्लेरियन क्षेत्र को शामिल करने के लिए संघट्टनीय तौर पर क्रमिकविकास के गिल्बर्ट के सामान्य सिद्धांत को विस्तारित करते हैं और फिर सेल्फ-ग्रेविटेटिंग केप्लेरियन स्टेलर सिस्टम के अनुरूप बनाते हैं। लेखक स्वयं को सेक्यूलर थर्मोडायनामिक इक्वीलीब्रिया तक पहुँचने के लिए केप्लेरियन स्टेलर सिस्टम्स के क्रमिकविकास में सेक्यूलर डायनामिक्स और गैर-साम्य सांख्यिकीय यांत्रिकी की परस्पर-क्रिया को पाते हैं, और पेपर III में RR सिद्धांत से लेकर एक्सिसम्मेट्रिक डिस्क तक के अनुप्रयोगों के लिए मंच तैयार करते हैं।

रेजोनेंट रिलेक्शेसन ऑफ एक्सिसम्मेट्रिक डिस्क: [स्टेलर डायननेमिक्स अराउण्ड ए मेशिव ब्लैक होल III: रेजोनेंट रिलेक्शेसन ऑफ एक्सिसम्मेट्रिक डिस्क, **एस श्रीधर** एवं जे आर तौमा मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी, प्रस्तुत (arXiv: 1602.05763 पर मुद्रणपूर्व कॉपी उपलब्ध है)] इस पेपर में, लेखक मेशिव ब्लैक होल की कक्षा में एक्सिसम्मेट्रिक स्टेलर डिस्क के क्रमिकविकास के लिए पेपर II के सिद्धांत को लागू करते हैं। स्टेलर डिस्क की कोन दरों में क्षति के लिए स्पष्ट सूत्रों का निर्धारण किया गया है जिसमें कि वे ब्लैक होल में अपने द्रव्यमान, ऊर्जा एवं कोणीय संवेग को खो देती हैं।

शिव सेठी की अनुसंधान अभिरूचि एवं विशेषज्ञता ब्रम्हाण्डिकी में है। पिछले वर्ष के दौरान, उन्होंने ब्रम्हाण्डिकी के वृहत क्षेत्र में निम्न समस्याओं का अन्वेषण किया:

i. **MWA का उपयोग कर EoR संसूचन: सौरभ पॉल (पीएचडी छात्र, आरआरआई)** एवं अंतर्राष्ट्रीय MWA EoR समूह जिसमें कि कई आरआरआई वैज्ञानिक कर्मचारी शामिल हैं, के साथ मिलकर, सेठी वर्तमान में MWA ट्रेकिंग और ड्रिफ्ट स्केन डाटा अर्थात आकाश की किसी एक दिशा में दूरदर्शक को रखते हुए लिया गया डाटा, का विश्लेषण कर रहे हैं और आकाश को प्रेक्षण के समय पृथ्वी के घूर्णन के साथ ड्रिफ्ट होते रहने देते हैं। इसके साथ ही वे परिणामों को समझने के लिए सिमुलेशन भी कर रहे हैं। उन्होंने हाल ही में MWA से लिये गए 3 घण्टे के परिष्कृत ट्रेकिंग डाटा के विश्लेषण की एक पाइपलाइन को तैयार करने कार्य पूरा किया है और इन परिणामों को EoR संकेत से फोरग्राउण्ड को पृथककरने की समस्या के निराकरण के लिए कर्कश ध्वनि (noise) एवं फोरग्राउंड्स के

साथ सिमुलेशन किया है। शोध-पत्र (पेपर) को कोलेबोरेशन (सहभागिता) समीक्षा के लिए प्रस्तुत किया जा चुका है। पाइपलाइन का किन्हीं भी प्रेक्षण परिस्थिति के अधीन 3 घण्टे के ऐसे अपरिष्कृत डाटा के विश्लेषण के लिए उपयोग किया जा सकता है।

ii. **उच्च रेडशिफ्ट में HI वितरण पर डार्क मैटर के वैकल्पिक मॉडल का प्रभाव: [दी इफ्रेक्ट्स ऑफ दी स्मॉल-स्केल डीएम पॉवर ऑन दी कॉस्मोलॉजिकल न्यूट्रल हाइड्रोजन (HI) डिस्ट्रीब्यूशन एट हाई रेडशिफ्ट, सरकार, ए, मोंडल, आर, दास, एस, सेठी, एस, भारद्वाज, एस, मार्श, डी.जे.ई, 2016, जेएसीपी, 04, 012]** डार्क मैटर के कई मॉडल ΛCDM मॉडल की तुलना में छोटे पैमाने पर डार्क मैटर ऊर्जा स्पेक्ट्रम के निम्नतम मानों की पूर्व सूचना देते हैं। **अबीर सरकार (पीएचडी छात्र, आरआरआई)** सुबिनॉय दास (IIA), राजेश मोंडल एवं सोमनाथ भारद्वाज (IIT-KGP) और डेविड मार्श (किंग्स कॉलेज, लंदन) एवं **सेठी** दो ऐसे ही वर्ग के मॉडलों के प्रभाव का अध्ययन करते हैं – लेट फ ॉर्मिंग डार्क मैटर (LFDM) एवं अल्ट्रा लाइट एक्ज़न (ULA)- ऑन दी HI (न्यूट्रल हाइड्रोजन) डिस्ट्रीब्यूशन एट लार्ज रेड्शिफ्ट। विशेषतया, वे रेड्शिफ्ट रेंज $2< z<5$ में HI द्रव्यमान सघनता के क्रमिकविकास एवं पुनःआयनीकरण काल (EoR) से HI संकेत का अध्ययन करते हैं। सिमुलेशन का उपयोग करते हुए, उन्होंने बताया कि ऐसे मॉडलों में HI ऊर्जा स्पेक्ट्रम 2-10 के गुणक से बढ़ जाता है, और इसी कारण ऐसे मॉडलों का संभाव्य परीक्षण किया जाना चाहिए। उन्होंने यह भी बताया कि HI वितरण पर आधारित इन दोनों ब्रम्हाण्डिकीय परीक्षणों से संयुक्त बाधाओं को तुलनीय माना गया है अथवा बेहतर बाधाएँ माना गया है जबकि उक्त रेडशिफ्ट रेंज में अन्य ऑब्जर्वेबलों के साथ तुलना की जाती है।

iii. **2p-2s मेज़र एज़ ए प्रोब ऑफ फ़र्स्ट ब्लैक होल्स: [3-cm फ इन स्ट्रक्चर मेज़र्स: ए यूनिक सिगनेचर ऑफ सुपरमेसिव ब्लैक होल फॉर्मेशन वाया डायरेक्ट कलेप्स इन दी अर्ली यूनिवर्स, दिक्षेत्र, एम, सेठी, एस, लोब, ए.** 2016, ApJ, 820, 10]. न्यूट्रल हाइड्रोजन (2p-2s रूपांतरण, तरंगदैर्ध्य = 3:04 cm) की महीन संरचना रेखा प्रिमोर्डियल ब्लैक होल्स का एक प्रमाण प्रदान कर सकता है। ऐसे ब्लैक होल्स प्रत्यक्ष समतापी पतन से बन सकते हैं जो 2p-2s मेज़र के लिए एक आदर्श परिस्थिति प्रदान करते हैं जो और कुछ नहीं बल्कि लेज़र उत्सर्जक रेडियो तरंग हैं। **सेठी**, मार्क दिक्षेत्र (ओस्लो यूनिवर्सिटी) आार अब्राहम लोब (हार्वर्ड यूनिवर्सिटी) बताते हैं कि ऐसी परिस्थितियों में CMBR 10^5 के गुणक से विस्तार भी प्रदान कर सकते हैं। ऐसे मेज़र में 0.3-3 μJy के दायरे में फ्लक्स हो सकते हैं जो कि अतिगहन सर्वे द्वारा संसूचनीय हैं जबकि आगामी रेडियो इंटरफ्रेोमीटर SKA1-MID का उपयोग किया गया हो।

iv. **गैस मास ऑफ स्टार-फॉर्मिंग गैलेक्सीज एट $z \approx 1.3$: [The Gas Mass of Star-forming Galaxies at $z \approx 1.3$, Kanekar, Sethi, Dwarakanath, 2015, ApJL, 818, 28]** इस कार्य के लिए **सेठी ने** निसिम कणेकर (एनसीआरए) और **के.एस. द्वारकानाथ (आरआरआई)** के साथ मिलकर कार्य किया। सेठी रेडशिफ्ट दायरे 1.18-1.34 में व्यापक स्टार-फॉर्मिंग गैलेक्सीज़ के बड़े प्रतिदर्शों से HI 21cm उत्सर्जन के लिए जायंट मीटरवेव रेडियो टेलिस्कोप प्रस्तावित करते हैं जो DEEP2 रेडशिफ्ट सर्वे के उपक्षेत्रों में स्थापित रहता है। इस अन्वेषण कार्य को प्रत्येक मंदाकिनियों की HI 21 cm स्पेक्ट्रम को उनके विरामावस्था में पहुँचाने के पश्चात, 857 मंदाकिनियों के HI 21 cm उत्सर्जन स्पेक्ट्रा को सहयुग्मित (स्टेकिंग)

करने के साथ किया गया। इसने सेठी *और अन्य* को वेग रेजोल्यूशन 315 km s^{-1} पर को-एडेड स्पेक्ट्रम में 2.5 μJy के अभूतपूर्व नोईस स्तर तक पहुँचने में समर्थ बनाया। यह 857 स्टेक्ड गेलेक्सियों के औसतन HI द्रव्यमान पर 315 km/s की चौड़ी रेखा मानने के लिए 3σ नियतांक $M_{HI} < 2.1 \times 10^{10} M_{\odot}$ को प्रदान करता है, गैलेक्सियों की परमाण्विक गैस द्रव्यमान पर प्रथम प्रत्यक्ष बाधा $z > 1$ पर है। औसतन परमाण्विक गैस द्रव्यमान गुणनखंड (तारों से संबंधित) पर निहित सीमा $M_{gas}/M_{star} < 0.5$ है, जिसकी इन रेडशिफ्ट पर समान स्टार-फॉर्मिंग मंदाकिनियों में कोल्ड आण्विक गैस द्रव्यमान गुणनखंड से तुलना की जा सकती है। लेखक पाते हैं कि $z \sim 1.3$ पर मेसिव स्टार-फॉर्मिंग गैलेक्सीज़ में न्यूट्रल परमाण्विक गैस की ब्रम्हाण्डिकीय द्रव्यमान घनत्वता $\Omega_{gas} < 3.7 \times 10^{-4}$ है, जो कि स्थानिक ब्रम्हाण्ड एवं $z \geq 2.2$ पर अवमंदित Ly में दोनों मंदाकिनियों में Ω_{gas} अनुमान की तुलना में बहुत कम है। परिणाम का मतलब है कि अभिरूचि के रेडशिफ्ट श्रेणी में अधिकतर न्यूट्रल हाइड्रोजन स्टार-फॉर्मिंग मंदाकिनियोंमें निहित नहीं न होकर क्रमशः छोटी मंदाकिनियों में बने रहते हैं।

प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी

सिंहावलोकन

प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी (लैंप) समूह के सदस्य आरआरआई पर प्रकाश-पदार्थ द्वारा परस्पर प्रभाव डालने वाले क्षेत्र में शोध कर रहे हैं, जो एक तरफ परमाण्विक, आण्विक और प्रकाशीय (ऑप्टिकल) (एएमओ) भौतिक विज्ञान का संयोजन है और दूसरी तरफ तीव्र लेजर उत्पादित प्लाज्मा का। प्रकाश-पदार्थ के परस्पर प्रभाव की इस समूह द्वारा प्रयोगों के साथ-साथ संख्यात्मक और सैद्धांतिक विश्लेषण के उपयोग द्वारा पारंपरिक और प्रमात्रा दोनों ज्ञानक्षेत्रों में जांच की जा रही है। पारस्परिक प्रभाव, बहुत उच्च प्लाज्मा तापमान, सामान्य तापमान और लेजर द्वारा ठंडा करने के तरीकों के माध्यम से अत्यंत कम तापमान पर अध्ययन किया जाता है। उच्चतम ऊर्जा घनत्व से एकल फोटान परिसीमा तक प्रकाश का उपयोग करना एक प्रभावशाली रेंज के जांच की अनुमति देता है।

लैंप समूह का अनुसंधान, विभिन्न नैनो-जाल तथा प्रकाशीय जाल पर भारित अति ठंडे परमाणुओं के उपयोग द्वारा प्रमात्रा तर्क के प्रदर्शन, विभिन्न यादृच्छिक मीडिया में प्रकाश के परिवहन और स्थानीयकरण संपत्तियों की जांच, ठोस लक्ष्यों से अति तेज लेजर प्रेरित प्लाजमा, नैनो सामग्री के अरेखीय प्रकाशीय लक्षण, लेजर संघनन और परमाणुओं की पकड़न, ठंडे टकराव, आयन पकड़न, गुहाओं में परमाणु, ठंडे परमाणुओं का बाहरी क्षेत्रों के साथ प्रतिक्रिया, तटस्थ परमाणुओं और गैर-पारंपरिक प्रकाश -ोतों के साथ प्रमात्रा प्रकाशिकी, प्रकाश का प्रमात्रा चलन, सहज पैरामीट्रिक निम्न-रूपांतरण के आधार पर एकल फोटान -ोतों का निर्माण और उनका प्रमात्रा यांत्रिकी के मूलभूत परीक्षणों पर अनुप्रयोग, प्रमात्रा सूचना और कंप्यूटिंग तथा प्रमात्रा संचार, पतित गैसों के प्रयोग से संघनित पदार्थ भौतिकी का प्रमात्रा सिमुलेशन, और यथार्थ मापन आदि पर बल देता है। वर्तमान में, प्रमात्रा तार्किक गेट, बाहरी क्षमता में प्रमात्रा ऑप्टिकल उपकरणों की आंतरिक स्वतंत्रता श्रेणियों की सिलाई द्वारा तैयार किए जा रहे हैं।

वर्तमान अनुसंधान की रूचियां

विद्युत–चुंबकीय रूप से प्रेरित पारदर्शिता (ईआईटी)

ईआईटी एक प्रमात्रा यांत्रिक घटना है जहां, विशेष परिस्थितियों में, एक सामग्री की अवशोषण रेखा को उस विशेष आवृत्ति पर अपारदर्शी से पारदर्शी में परिवर्तन करने हेतु रद्द किया जा सकता है। जब दो अत्यधिक सुसंगत लेज़र सामग्री का तीन या अधिक प्रमात्रा अवस्थाओं के साथ परस्पर प्रभाव का मिलान होता हैं तो ईआईटी प्रभाव देखा जा सकता है। इस घटना को सैद्धांतिक और प्रायोगिक दोनो दृष्टि से समझने के लिए आरआरआई पर ठोस प्रयास जारी है। लैंप समूह ने हाल ही में ईआईटी के पीछे प्रमात्रा प्रकाशिकी के अद्वितीय विशेषताओं में से एक को संबोधित करने के लिए ईआईटी के भीतर अपने क्षितिज का विस्तार किया है – कम तीव्रता परिसर में सुसंगत, अरेखीय परमाणु प्रकाशिकी। ईआईटी प्रणालियों में बहुत कम तीव्रता के साथ, प्रमात्रा हस्तक्षेप द्वारा रेखीय क्रम संवेदनशीलता के उन्मूलन के कारण उच्च क्रम परस्पर प्रभाव के लिए प्रेरित करना संभव हो जाता है।

प्रमात्रा प्रकाशिकी

प्रमात्रा प्रकाशिकी भौतिकी में अध्ययन का वह क्षेत्र है जिसमें प्रकाश और इसका पदार्थ के साथ परस्पर प्रभाव सहित इस घटना को समझने के लिए प्रमात्रा यांत्रिक उपकरण लागू होते है। प्रमात्रा प्रकाशिकी में रोचकता के प्रमुख क्षेत्रों में, तात्त्विक कणों जैसे परमाणुओं, आयनों और अणुओं की हेराफेरी और प्रमात्रा प्रकाशिकी का प्रयोग प्रमात्रा सूचना की हमारी वर्तमान समझ क आगे निर्माण करना आदि शामिल हैं। परमाणुओं और प्रकाश के बीच प्रमात्रा सुसंगतता हस्तांतरण और प्रकाश एवं पदार्थ की नई प्रमात्रा अवस्था का सृजन और ऐसे अन्य प्रश्न है जो इस समय सक्रिय रूप से अपनाए जा रहे है। इस प्रयोजन के लिए, एक परमाणु डेल्टा प्रणाली में उच्च व्यतिरेक अरेखीय स्विच जहां रूबिडीयम परमाणु (85_{Rb}) है, जो कि प्रकाशीय और सूक्ष्म तरंग दोनों आवृत्तियों के साथ परस्पर प्रभाव डाल सकते हैं, पूछी गई प्रणाली तथा ईआईटी की घटना प्रमात्रा सहसंबंध के हस्तांतरण के लक्ष्य को हासिल करने के लिए उपयोग की जाती है, आदि नियंत्रित चरण प्रयोग किए गए है।

लैंप समूह में प्रमात्रा प्रकाशिकी अनुसंधान की एक और लाइन, डेल्टा प्रणाली में परमाणु-प्रकाशीय सूक्ष्म तरंग परस्पर प्रभाव से प्रकाशीय लाभ और वृद्धि पर केंद्रित है। हालांकि समूह द्वारा लाइन संकुचन पहले से ही देखा गया है, वे प्रकाशीय क्षेत्र इनपुट व आऊटपुट के स्पष्ट मापन द्वारा इस प्रणाली में वास्तविक लाभ स्थापित करने की प्रक्रिया में हैं। तीसरा एक ओर अनुप्रायोगिक उन्मुख अध्ययन जिसमें समूह वर्तमान में कार्यरत है, वह V-स्तरीय परमाणु विन्यास में परमाणु प्रकाश परस्पर प्रभाव में गैर मार्कोवियन हस्ताक्षर पता लगाना है और उनकी प्रकाश-संश्लेषण में प्रकाश के अवशोषण हेतु संभावित प्रासंगिकता है।

प्रकाश व पदार्थ में प्रमात्रा प्रभाव की अतिव्यस्तता ने लैंप समूह को स्वाभाविक रूप से प्रमात्रा यांत्रिकी में कुछ मूलभूत सवालों का पता लगाने के लिए प्रेरित किया है। इनमें से वर्तमान रूचि का एक ऐसा क्षेत्र है प्रमात्रा मापन, जो प्रणाली में बहुत ही कम गड़बड़ी किए बिना माप उपकरणों द्वारा निर्मित प्रणाली पर मापन को संदर्भित करता है। समूह द्वारा विभिन्न प्रणालियों में गैर हरमिशन ऑपरेटरों के माध्यम से सैद्धांतिक और प्रयोगात्मक दोनों तरह से कमजोर मापन का अध्ययन किया जा रहा है, उदाहरण के लिए एक मार्क-जेहंदर व्यतिकरणमापी से हस्तक्षेप के स्वरूप का विश्लेषण।

लेजर शीतलन और फांस

लेजर शीतलन और फांस एक ऐसी तकनीक है जिसने पिछले एक दशक में भौतिक विज्ञान की दुनिया में भारी लोकप्रियता हासिल की है। वर्तमान में, परमाणु अत्यंत कम

गतिज तापमान (150 माइक्रो केल्विन) तक ठंडे किए जा सकते है और सेकंड से भी कम समय अवधि में ट्रेप किए जा सकते हैं। क्षारीय तत्वों के परमाणुओं को ठंडा करने और ट्रेप करने हेतु कुछ तकनीकें है, उनमें से डॉपलर शीतलन सबसे आम है। डॉपलर शीतलन में, तीन परस्पर लंबवत लेजर किरणों को एक कक्ष के केंद्र में एक दूसरे से प्रतिच्छेदित करवाया जाता है, जबकि चुंबकीय कुंडली की एक जोड़ी कक्ष के केंद्र में शून्य के बराबर चुंबकीय क्षेत्र उत्पादित करती है लेकिन त्रिज्यात रूप से बाहर की तरफ बढ़ती है। तरंगदैर्ध्य का समस्वरण (ट्यूनिंग) और लेजर बीम का ध्रुवीकरण, प्रकाश के बार-बार अवशोषण और उत्सर्जन से परमाणु ठंडे किए जा सकते है, और लेजर बीम और स्थानिक बदलते चुंबकीय क्षेत्र के संयोजन से उत्पन्न एक आवक बल द्वारा ट्रेप किए गए हैं। दूसरे शब्दों में, डॉपलर शीतलन में एक चुंबकीय प्रकाशिक जाल (एमओटी) शामिल है। ठंडे परमाणुओं के एक संग्रह में विद्युत चुम्बकीय रूप से प्रेरित पारदर्शिता और संबंधित घटनाएं तथा उतार-चढ़ाव की प्रकृति का लेजर शीतलन प्रयोगशाला में अध्ययन किया जा रहा है। वर्तमान में आरआरआई में एमओटी के उपयोग द्वारा एक महत्वपूर्ण परीक्षण आयोजित किया जा रहा है, वह लेजर शीतलित परमाणुओं से समयाविलंबित तीव्रता-इंटरफेरोमेट्री है।

परमाणुओं और आयनों की संकर फांस

एक संकर फांस परीक्षण वह परीक्षण है जो ठंडे परमाणुओं, आयनों और अणुओं को जोड़ता है और काफी सटीकता से उनके परस्पर प्रभाव का अध्ययन करता है। आरआरआई में अनुसंधान ने फंसे परमाणुओं के साथ फंसे आयनों के परस्पर प्रभाव में ऊर्जा हस्तांतरण की प्रकृति पर लंबे समय से लंबित दृष्टिकोणों को बदल दिया है। परमाणुओं और आयनों के बीच टकराव दरों को यथार्थ रूप से मापा गया है। लैंप समूह द्वारा संकर फांस में आयन अणु और आयन परमाणु प्रक्रियाओं की भी बहुत ही बुनियादी स्तर पर जांच की जा रही है और इस घटना के अनेक प्रकारों का अध्ययन किया जा रहा है। एक अंधेरे एमओटी की प्रयोगात्मक प्राप्ति, सफल रही है जहां ठंडे एमओटी परमाणु एक विशिष्ट प्रमात्रा अवस्था (मूल अवस्था) में हैं। यह अवस्था नियंत्रण परमाणुओं के साथ आयनों की विशिष्ट अवस्था टक्कर को सक्षम बनाती है। दूसरी ओर, उज्ज्वल एमओटी परमाणुओं के लिए आयन टकराव दरें मूल और उत्साहित अवस्थाओं के मिश्रण में परमाणुओं के बारे में जानकारी देती है। टकराव की इन दोनों दरों में, अंतर उत्साहित अवस्था में परमाणुओं की टकराव दर दिखा सकता है। एक फांस प्रणाली प्राप्त करने के लिए सटीक प्रयोगात्मक रूप से व्यवहार्य रणनीतियॉं, जो एक आयन-परमाणु प्रणाली को प्रमात्रा टकराव सीमा तक आगे ले जा सकती है, का स्वरूपण किया गया है। सह फांसित भारी परमाणुओं जैसे अल्ट्रा शीतलित तटस्थ ^{85}Rb परमाणुओं द्वारा प्रकाश आयनों जैसे $^{39}K^{+}$ की टकराव रूपी शीतलन को हाल ही में लैंप समूह द्वारा हासिल किया गया है। अभी हाल ही में समूह द्वारा *Rb* चुंबकीय-प्रकाशीय फांस (एमओटी) के लिए शीतलन प्रकाश की उपस्थिति में फांसित Rb_2^{+} आणविक आयनों का प्रत्यक्ष फोटो पृथक्करण प्रयोगात्मक रूप से प्राप्त किया गया है। ये, मौजूदा रूचियों की एक और समस्या, संकर फांस में आयन-परमाणु मिश्रण में अवस्था चयनात्मक टकराव दर मापन, से अलग है।

गुहा (केविटी) भौतिकी और गुहा (केविटी) क्यूईडी

संकर फांस प्रयोग, जो कि ऊपर उल्लेख किए गए है, परमाणु विद्युत चुम्बकीय क्षेत्र परस्पर-प्रभाव के लिए प्रमात्रा विद्युत गतिकीय परिसर तक पहुँच सकते हैं। ठंड आयनों के उपयोग द्वारा, अणुओं और परमाणुओं को एक उच्च क्यू प्रकाशीय गुहा में फोटॉनों के साथ एक साथ ठंडा किया जा सकता है और पकड़ा जा सकता है, परमाणु-क्षेत्र के पारस्परिक प्रभाव की गैर-पारंपरिक प्रकृति को पकड़ा जा रहा हैं। यह अपनी तरह की पहली प्रायोगिक व्यवस्था है और ठंडी, पतली, पारंपरिक और प्रमात्रा गैसों के अध्ययन हेतु एक पूरी प्रणाली प्रदान करती है।

एक समृद्ध रूबिडीयम वाष्प युक्त स्पेक्ट्रोस्कोपी कक्ष के आसपास निर्मित एक प्रकाशीय फेब्री-पेरोट गुहा, प्रारंभिक प्रयोगों में से एक के लिए मंच के रूप में कार्य करता है। एक विशिष्ट ^{87}Rb संक्रमण के साथ प्रकाश अनुनाद एक अन्य अनुनाद प्रकाश किरण द्वारा गुहा मोड के अनुप्रस्थीय परस्पर-प्रभाव द्वारा नियंत्रित किया जाता है। प्रकाश का नियंत्रण के रूप में उपयोग द्वारा, प्रेषित प्रकाश तीव्रता के विनाश के माध्यम

से नकारात्मक तार्किक स्विचन और गुहा मोड तीव्रता के माध्यम से सकारात्मक तार्किक स्विचन का प्रदर्शन किया गया है। इस तरह के सभी-प्रकाशीय-स्विच (AOS) कंप्यूटिंग फोटॉनों के साथ स्थापत्य कला हेतु महत्वपूर्ण घटक है और अनेक व्यवहारिक अनुप्रयोगों के लिए संभावनायुक्त है।

स्विच के काम करने की पद्धति को सैद्धांतिक रूप से समझा गया है और प्रयोगात्मक रूप से लागू किया गया है। दो, तीन और चार स्तरीय परमाणु प्रणालियों के साथ इस स्विच के काम करने की संभावनाएँ स्विच के व्यावहारिक कार्यान्वयन हेतु मजबूती प्रदान करती हैं और स्विच के महत्वपूर्ण सुधार के लिए दिशा प्रदान करती है।

यादृच्छिक माध्यम में प्रकाश प्रसारण

यादृच्छिक मीडिया में प्रकाश का एकाधिक बिखराव, जैसे कोहरा, दृश्यता कम कर देता है क्योंकि यादृच्छिक मीडिया में प्रकाश का प्रसारण बैलिस्टिक की बजाय फैलानेवाला होता है। यह आगे कुछ रोचक घटनाओं की तरफ ले जाता है जैसे- दर्पण रहित लेसर प्रकार्य, लेवी सांख्यिकी और कमजोर एवं मजबूत स्थानीयकरण आदि। अचालक या चुंबकीय सूक्ष्म क्षेत्र के कोलाइडीय निलंबन के उपयोग द्वारा प्रयोग, सक्रिय और निष्क्रिय दोनों, साथ ही साथ मोंटे कार्लो सिमुलेशन और सैद्धांतिक विश्लेषण आदि विभिन्न तरीके प्रकाश प्रसारण की इस प्रक्रिया की जांच के लिए नियोजित किए जा रहे हैं। कोहरे के माध्यम से वास्तविक समय इमेजिंग के मामले हेतु, आरआरआई में लैंप समूह ने, वास्तविक समय में दृढ़ता से बिखरते मीडिया के माध्यम से सफलतापूर्वक छविरूपण किया है, मानव आंख की महत्वपूर्ण झिलमिलाहट आवृत्ति की तुलना से तेज दर पर छवियों को प्राप्त किया है ताकि छवियाँ निरंतर रूप में मानी जा सके। यह प्रदर्शन उपकरणों के सतत, झिलमिलाहट से मुक्त डिजाइन में एक महत्वपूर्ण सफलता है जो खराब दृश्यता के तहत नेविगेशन में सहायता कर सकता हैं।

प्रमात्रा प्रकाशिकी आधारित उपकरणों के उपयोग द्वारा प्रमात्रा यांत्रिकी के मौलिक परीक्षण

प्रमात्रा यांत्रिकी आधुनिक भौतिकी की आधारशिला है। वैसे ही जैसे कि 19वीं सदी को मशीन युग और 20वीं सदी को सूचना युग कहा जाता था, 21वीं सदी इतिहास में पीछे जाने के वादे के अनुरूप प्रमात्रा युग के लिए जानी जाएगी। हालांकि, क्या हम वास्तव में पूरी तरह से प्रमात्रा यांत्रिक सिद्धांतों को समझने के लिए दावा कर सकते हैं ? वास्तव में हम क्या जानते हैं उस पर हम कितना विश्वास कर सकते हैं ? इस तरह के सवालों के जवाब देने हेतु हमें प्रमात्रा यांत्रिकी के बुनियादी तत्वों पर पुनर्विचार करना होगा और सही सीमाओं का पता लगाने हेतु सटीक सैद्धांतिक और प्रायोगिक जांच प्रदर्शन करने की आवश्यकता होगी। लैंप समूह में, एकल प्रकाश कणों का उपयोग करते हुए इस तरह की जाँच का प्रयास करना ध्यान का एक हिस्सा है, अर्थात औजार के रूप में एकल फोटॉन। ऐसे परीक्षण वर्तमान सैद्धांतिक भौतिकी परिदृश्य में महत्वपूर्ण हैं जहां प्रमात्रा यांत्रिकी और सामान्य सापेक्षता के एकीकरण में पर्याप्त रुचि होती है। यदि कोई इसमें शामिल सिद्धांतों, कम से कम एक सिद्धांत, यानी प्रमात्रा यांत्रिकी, को और अधिक सटीक रूप से समझ सकता है तो इस तरह के एकीकरण प्रयास भी लाभान्वित होंगे।

लैंप और टी.पी. के संयुक्त समूहों से इस क्षेत्र में एक प्रमुख परिणाम, रेखाछिद्र आधारित हस्तक्षेप प्रयोगों में उत्तम स्थिति सिद्धांत के एक साधारण अनुप्रयोग की सीमाओं को पूरी तरह से समझना रहा है। तीन अलग-अलग परिदृश्यों में तरंग प्रकार्य के लिए सीमा दशाएँ, जिसमें दोनों रेखाछिद्र खुले हों और एक समय में एक रेखाछिद्र अलग-अलग रूप से खुलने की स्थितियाँ अलग-अलग हैं और ऐसे उत्तम स्थिति के सिद्धांत इस मामले में सीधे लागू नहीं होने चाहिए। लैंप समूह द्वारा किए गए हाल ही के काम में, शोधकर्ताओं ने सामान्यीकृत सोरकिन पैरामीटर के रूप में, "कप्पा" कहा जाता है, के मामले में प्रमात्रा हस्तक्षेप प्रयोगों में गैर-पारंपरिक रास्तों से योगदान मापने हेतु समाकलित आकारवाद फेनमैन पथ का प्रयोग किया है। काम इस मात्रा पर एक सैद्धांतिक बाध्य प्रदान करता है और यह संकेत देता है कि रेखाछिद्र आधारित तालिका के शीर्ष हस्तक्षेप सेट अप में गैर-पारंपरिक रास्तों की प्रयोगात्मक प्रतीति बहुत ज्यादा हो सकती है।

इसी अवधारणा पर निकट हाल ही में एक और काम में, भारतीय विज्ञान संस्थान से सहयोगियों के साथ लैंप समूह के शोधकर्ताओं ने सोरकिन पैरामीटर के लिए एक विश्लेषणात्मक सूत्र खोजा हैं।

विश्लेषणात्मक सूत्र प्रायोगिक प्रदर्शन को आसान बनाता है क्योंकि विभिन्न प्रयोगात्मक मात्राओं पर पैरामीटर निर्भरता का अब अनुमान लगाया जा सकता है। उन्होंने अपने विश्लेषणात्मक सूत्र से प्राप्त परिणामों के बीच सुंदर अधिव्यापन भी दिखाया है और ये बहुत कुछ गहन परिमित अंतर समय डोमेन सिमुलेशन संसाधन के उपयोग से प्राप्त हुआ है। इस काम का प्रायोगिक सत्यापन, वर्तमान में इन्फ्रा रेड और सूक्ष्मतरंग प्रकाशिकी दोनों पर आधारित उपकरणों के उपयोग द्वारा, लैंप प्रयोगशाला में चल रहा है।

प्रमात्रा सूचना और प्रमात्रा संगणना

यहां मुख्य जोर प्रमात्रा सूचना और प्रमात्रा संगणना के प्रायोगिक और सैद्धांतिक पहलुओं पर अनुसंधान है। पसंद की प्रणालियॉ क्वीटरिट्स/qutrits (त्रिआयामी प्रमात्रा प्रणालियॉ) है, एक फोटान की स्वतंत्रता के स्थानिक दर पर आधारित हैं। लैंप समूह, देश भर में ऐसी प्रयोगशाला है जो जटिल और एकल फोटान स्त्रोतों, थोक गैर रेखीय क्रिस्टल में सहज पैरामीट्रिक निम्न रूपांतरण पर आधारित, प्रथम और द्वितीय दोनों प्रकार, की तकनीक विकसित करने के लिए प्रथम रही है। एकल फोटॉन और उनकी स्वतंत्रता की विभिन्न दरें, प्रमात्रा प्रकाशिकी, प्रमात्रा सूचना और प्रमात्रा संगणना के पहलुओं की जांच करने के लिए इस्तेमाल की जा रही हैं। फोटॉन भार रहित, आवेश रहित कण है और इसलिए संचार उद्देश्यों के लिए एकदम उत्तम हैं। निकट भविष्य में, लैंप समूह प्रमात्रा संचार के क्षेत्र में प्रवेश करना चाहते हैं और स्थलीय और उपग्रह आधारित दोनों प्रौद्योगिकियों का विकास करना चाहते है।

अरैखिक प्रकाशिकी

पदार्थों के अरैखिक प्रकाशिकी (एनएलओ) प्रसारण का अनुप्रयोग ऑप्टिकल स्विचों, ऑप्टिकल सीमकों और संतृप्त अवशोषकों में पाया जाता है। पदार्थ नैनोअवस्थाओं में ट्यून करने योग्य संवर्धित विशिष्टताओं को दर्शाते हैं, जो सामूहिक अवस्था में उनके गुणों से बहुत अलग हो सकते हैं। अनूठे नैनोकणों एवं नैनोसम्मिश्रों की प्रकाशिक अरैखिकता का लैंप समूह में अन्वेषण किया जा रहा है। अलग अलग समय डोमेन में अरैखिकता गुणधर्मों की पहचान करने के लिए जेड-स्कैन, चार तरंग मिश्रण और पंप जांच स्पेक्ट्रोस्कोपी की तकनीकों का उपयोग करके अतितेज (100 एफएस) और छोटी (5 एनएस) लेजर कंपनों को नियोजित किया जाता हैं। मेसोस्कापिक नैनो कार्बन आधारित ऑप्टिकल डायोड और आदर्श नीला प्रकाश ट्रक्सीन डिस्कोटिक (truxene discotic) तरल क्रिस्टल उत्सर्जक की तरह प्रोटोटाइप एनएलओ उपकरणों का प्रदर्शन करने के अलावा, इन जांचों ने आदर्श पदार्थ के अरेखीय अवशोषण व्यवहार का निर्धारण करने में जलीय दोषों की भूमिका में नया प्रकाश डाला है जैसे नौ-परमाणु सिल्वर प्रमात्रा समूह (QCS), ग्रेफाइटिक कार्बन नाइट्राइड (GCN), न्यूनकृत ग्राफीन ऑक्साइड (rgo) नैनो चादरें, Ag2S-CuS नैनो कंपोजिट, सीडीओ नैनो मोरफोटाइप, और कुछ अन्य प्रणालियॉ। ग्राफिन आधारित इलेक्ट्रॉनिक्स के लिए दूरगामी महत्व के एक और काम में, लैंप समूह ने वर्धित इलेक्ट्रॉन-दोष बिखराव के कारण पैस्ट-ग्राफिन में इलेक्ट्रॉन गतिशीलता की क्षीणता को प्रयोगात्मक रूप से साबित किया है। रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी, अतितेज स्पेक्ट्रोस्कोपी, अरेखीय संचरण मापन और घनत्व प्रकार्यात्मक सिद्धांत जैसी विभिन्न प्रकार की तकनीकों के नियोजन द्वारा यह दिखाया गया है कि ग्राफीन में ग्रेफाइटिक डोपेंट (dopant) विन्यास स्थिर है और इलेक्ट्रॉन-इलेक्ट्रॉन या इलेक्ट्रॉन-फोनोन बिखराव, क्रिस्टल सुसंगत लंबाई के संरक्षण द्वारा आसानी से नहीं बदलता है (जो कि अन्यथा डोपेंट ग्राफीन में मौजूद है)।

लेजर प्रेरित प्लाज्मा

प्लाज्मा, पदार्थ की चौथी अवस्था, नियमित रूप से शक्तिशाली स्पंदित लेज़रों के साथ उपयुक्त लक्ष्यों के प्रदीप्तन द्वारा लैंप की प्रयोगशालाओं में निर्मित किया जाता है। ये प्लाज्मा जो केवल कुछ माइक्रोसेकंड के लिए विद्यमान होते हैं अल्पकालिक सितारों के रूप में माने जा सकते है, और उनका अध्ययन प्रायः 'प्रयोगशाला खगोल भौतिकी' कहा जाता है।

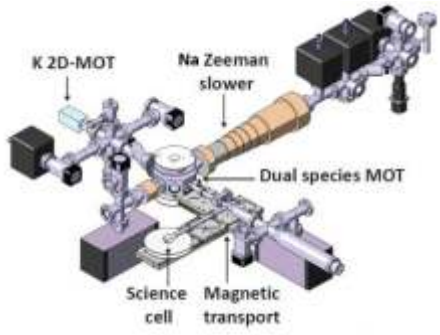
धातु लक्ष्यों (निकल, जिंक और एल्यूमिनियम) से निकले निर्वात में प्रदीप्त अतितेज लेजर उत्पादित प्लाज्मा में नरम और सख्त एक्स-रे व्यवस्थाओं में इलेक्ट्रॉन, आयन, दृश्य विकिरण, और उच्च ऊर्जा फोटॉन पाए जाते हैं। प्लाज्मा की स्पेक्ट्रोस्कोपी जांच एक अज्ञात लक्ष्य के घटक तत्वों की पहचान करने के लिए इस्तेमाल की जा सकती है। नैनो सैकंड पद्धति में उड़ान तकनीक के समय का उपयोग कर प्लाज्मा के अस्थायी क्रमविकास का किया गया अध्ययन, घटक आयनों, इलेक्ट्रॉनों और तटस्थ (पुनर्संयोजन आयनों) के वेग, त्वरण और पुनर्संयोजन दरों के बारे में जानकारी प्रदान करता है।

पतित गैसों के उपयोग से संघनित पदार्थ समस्याओं का प्रमात्रा अनुकरण (सिमुलेशन)

नैनो केल्विन तापमान पर एक सोडियम पोटेशियम गैस मिश्रण बनाने की दिशा में लैंप समूह द्वारा एक नवीन प्रयोग की सुविधा स्थापित किया जा रहा है। इस बहुत ही कम तापमान, बोसोनिक प्रजातियों और फरमिओनिक प्रजातियों के फर्मी तापमान के लिए महत्वपूर्ण तापमान से अच्छी तरह नीचे, फांस बादल के व्यवहार को पूरी तरह से प्रमात्रा सिद्धांत द्वारा वर्णित किया जा सकता है और तापीय उतार चढ़ाव को नजरअंदाज किया जा सकता है। प्रणाली तब विशुद्ध रूप से प्रमात्रा यांत्रिक घटनाओं, जो जटिल संघनित पदार्थ भौतिकी प्रश्नों के लिए सादृश्य रूप में, जैसे अपरंपरागत अतिचालकता, अव्यवस्थित परस्पर-प्रभाव चरण आरेख आदि की जांच के लिए एक मॉडल व्यवस्था होगी।

सप्तऋषि चौधरी का अनुसंधान ऑप्टिकल और चुंबकीय फांस में अति ठंडे अणुओं और परमाणुओं, पतित गैसों के प्रयोग से संघनित पदार्थ भौतिकी का मात्रा सिमुलेशन, और सटीक मापन के क्षेत्र में ध्यान केंद्रित करता है।

चौधरी और उनका समूह नैनो केल्विन तापमान पर एक सोडियम पोटेशियम गैस मिश्रण बनाने की दिशा में संस्थान में एक नवीन प्रयोगात्मक सुविधा की स्थापना कर रहा हैं। इससे बहुत ही कम तापमान में बोसोनिक प्रजातियों और फरमिओनिक प्रजातियों के फर्मी तापमान से अच्छी तरह नीचे तापमान के लिए महत्वपूर्ण तापमान में फांस बादल के व्यवहार को पूरी तरह से प्रमात्रा सिद्धांत द्वारा वर्णित किया जा सकता है और तापीय उतार चढ़ाव को नजरअंदाज किया जा सकता है। इसलिए, प्रणाली विशुद्ध रूप से प्रमात्रा यांत्रिक घटनाओं की जांच के लिए एक आदर्श परीक्षण मंच हो सकती है जो जटिल संघनित पदार्थ भौतिकी समस्याओं, जैसे कि अपरंपरागत अतिचालकता, अव्यवस्थित परस्पर-प्रभाव चरण आरेख, नाम के लिए कुछ, की तलाश के लिए प्रारंभिक बिंदु है। एक लंबी अवधि के लक्ष्य के रूप में, सेट-अप एक स्थायी बिजली द्विध्रुवीय पल के साथ प्रमात्रा पतित वास्तविक अवस्था के अणुओं का उत्पादन करने के लिए भी विकसित होगी। इन अणुओं को आगे हस्तक्षेपित फांस प्रकाश द्वारा सृजित आवधिक विभव से फांस किया जा सकता हैं और प्रभावी द्विध्रुवीय पल की तीव्रता बाहरी बिजली क्षेत्र के उपयोग से हेरफेर की जा सकती है। इसलिए, प्रमात्रा गैस में सही लंबी दूरी के परस्पर-प्रभाव की जांच की जा सकती है।



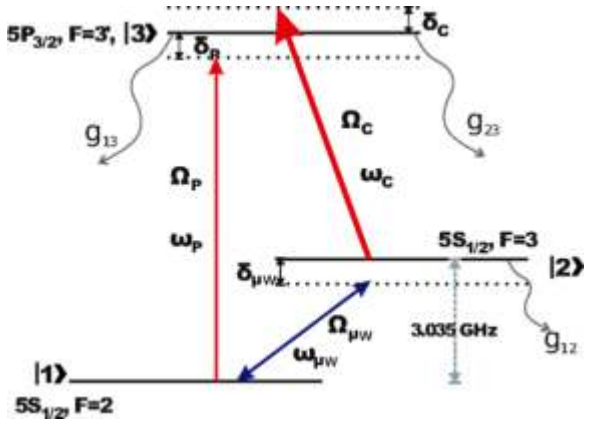
चित्र 1: लेजर शीतलन तकनीकों के उपयोग द्वारा सोडियम पोटेशियम प्रमात्रा गैस का उत्पादन करने के लिए बनाई गई योजना का प्रयोगात्मक सेट अप का एक योजनाबद्ध आरेख।

अंदल नारायणन के पेशेवर अनुसंधान क्षेत्रों में, वर्तमान में, परमाणुओं और प्रकाश के साथ प्रमात्रा प्रकाशिकी, परमाणु-प्रमात्रा-प्रकाशिकी प्रणाली में प्रमात्रा कमजोर मापन, परमाणु-प्रकाश परस्पर प्रभाव में गैर मारकोवियन हस्ताक्षर और प्रकाश संश्लेषण में प्रकाश कटाई परिसरों की गतिशीलता के लिए उनकी संभावित प्रासंगिकता शामिल हैं।

प्रमात्रा प्रकाशिकी के व्यापक शोध विषय के तहत, नारायणन ने निम्नलिखित समस्याओं में अंतर्निहित भौतिक विज्ञान का प्रदर्शन करने की कोशिश की है:

एक परमाणु डेल्टा प्रणाली में एक चरण नियंत्रित, उच्च विपरीतता गैर रेखीय स्विच - इस परियोजना में नारायणन के सहयोगियों में मेघा घोष (वीएसपी अध्येता, आरआरआई, मिशिगन विश्वविद्यालय में प्रवेश की प्रतीक्षा में), आशा के (संयुक्त पीएचडी अध्येता, आरआरआई, कुवेम्पु विश्वविद्यालय), **अय्यप्पन जयरामन (पीएचडी अध्येता, आरआरआई)**, बैरी सैंडर्स (IQST, कैलगरी, कनाडा) और फेबियन ब्रटनेकर (प्रयोगशाला ऐम कपास, ओरसे, फ्रांस) है। इस समूह द्वारा किए गए अनुसंधान कार्य के मजबूत बिंदु सही मायनों में, प्रमात्रा सह-संबंध कुशलता पूर्वक हस्तांतरण करने के लिए है, जो एक आवृत्ति डोमेन से दुसरे में किए गए परमाणु-प्रकाश परस्पर प्रभाव में प्रमात्रा हस्ताक्षर है। विशेष रूप से, समूह रूबिडीयम परमाणुओं (^{85}Rb) का उपयोग करता है जो प्रकाशीय और सूक्ष्म तरंग दोनों आवृत्तियों के साथ परस्पर प्रभाव बना सकते हैं और इस हस्तांतरण को प्राप्त करने के लिए विद्युत चुंबकीय प्रेरित पारदर्शिता (ईआईटी) घटना का प्रयोग करता है। हस्तांतरण चर, तीव्रता, चरणों और प्रकाशीय एवं सूक्ष्मतरंगीय क्षेत्रों की तीव्रता में उतार-चढ़ाव के आँकड़ों में एनकोडिंग किया जा सकता है। इस पृष्ठभूमि के साथ, पिछले वर्ष के दौरान समूह की अनुसंधान गतिविधियॉं प्रकाशीय डोमेन में एक तीव्रता स्विच का प्रदर्शन, कम तीव्रता ऑप्टिकल पर परिचालन करने के उद्देश्य से किया गया था, जो माइक्रोवेव डोमेन में, एक पैरामीटर द्वारा नियंत्रित किया जाता है।

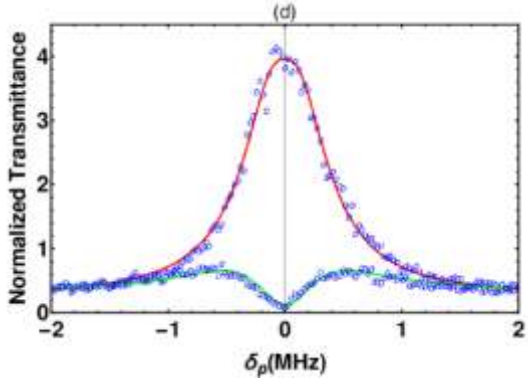
एक उच्च गुणवत्ता कारक माइक्रोवेव गुहा के उपयोग से, नारायणन और उसके समूह ने गुहा के भीतर एक मजबूत ड्राइव चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न किया। इसने ऑप्टिकल युग्मन क्षेत्र (WC) और ड्राइव चुंबकीय क्षेत्र (WM) के साथ परमाणुओं के उच्च क्रम परस्पर प्रभाव को प्रेरित किया। आवृत्ति ऑप्टिकल जांच क्षेत्र पर एक योग आवृत्ति (WP) उत्पादित की गई, जो एक मजबूत दो फोटोन अवशोषण से गुजरती थी। परंपरागत गैर रेखीय प्रकाशीय प्रक्रियाओं की तुलना में, ईआईटी प्रभाव की वजह से रेखीय अवशोषण के उन्मूलन के कारण यह आवृत्ति युग्मन और ड्राइव क्षेत्र तीव्रता की बहुत कम शक्ति पर उत्पन्न की गई थी।



चित्र 1

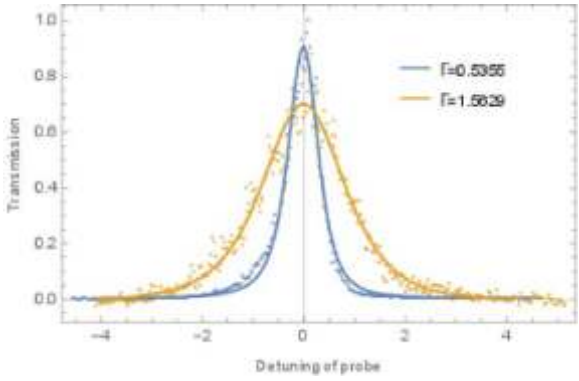
समूह ने फिर सफलतापूर्वक ऑप्टिकल डोमेन तीव्रता में एक उच्च विपरीत परिवर्तन का प्रदर्शन किया जब माइक्रोवेव क्षेत्र के चरण का एक मूल्य P से बदल दिया गया था। यह चरण जमीन अत्यंत महीन अवस्थाओं के बीच प्रमात्रा चरण |1> और |2> का अंतर है, जैसा कि उपरोक्त चित्र 1 मे ^{85}Rb दिखाया गया है। इसका मतलब यह है कि माइक्रोवेव डोमेन में एक साधारण चरण परिवर्तन, ऑप्टिकल डोमेन में एक तीव्रता स्विच के रूप में काम कर रहा है।

इस प्रयोग की सफलता ने इस घटना के एक विपरित प्रदर्शन की भविष्य की योजनाओं के लिए प्रेरित किया। या दूसरे शब्दों में, माइक्रोवेव डोमेन में, एक प्रमात्रा चरण परिवर्तन प्रदान करना, ऑप्टिकल डोमेन में ^{85}Rb के गुणों की हेरा-फेरी द्वारा भी संभव किया जा सकता है।



चित्र 2

परमाणु प्रमात्रा ऑप्टिकल प्रणालियों में प्रमात्रा कमजोर मापन के विषय के तहत एक **डेल्टा प्रणाली में ऑप्टिकल लाभ और परमाणु–ऑप्टिकल माइक्रोवेव के परस्पर प्रभाव से वृद्धि** नारायणन का काम है। इस परियोजना में नारायणन की सहयोगी आशा के. (संयुक्त पीएचडी अध्येता, आरआरआई, कुवेम्पु विश्वविद्यालय) है। चुंबकीय क्षेत्र के साथ माइक्रोवेव आवृत्तियों पर डेल्टा प्रणाली में देखे गए परस्पर प्रभाव उच्च शक्ति के कारण समूह ने प्रयोगात्मक रूप से यह स्थापित करने की कोशिश की है कि डेल्टा प्रणाली के ऑप्टिकल जांच क्षेत्र (WP) में वास्तविक लाभ संभव है। उन्होंने जो देखने की उम्मीद की – वह था लाइन संकुचन – लाभ का एक नमूना हस्ताक्षर। जैसा कि चित्र 3 में नीचे दिखाया गया है, प्रयोग से पता चलता है कि ऑप्टिकल जांच की लाइन चौड़ाई जो ऑप्टिकल युग्मन और माइक्रोवेव जांच क्षेत्र के साथ-साथ ^{85}Rb परमाणुओं के साथ परस्पर-प्रभाव के बाद विद्यमान है, जांच क्षेत्र की तुलना में 50% से अधिक (नीली) संकरी हो जाती है, जब माइक्रोवेव क्षेत्र अनुपस्थित (पीला) होता है।



चित्र – 3

लेकिन इस प्रणाली में वास्तविक लाभ की स्थापना का कार्य, ऑप्टिकल क्षेत्रों के इनपुट एवं आऊटपुट की स्पष्ट माप और उत्पादन से गैर तुच्छ हो जाता है क्योंकि इनपुट ऑप्टिकल जांच क्षेत्र के साथ, स्थानिक या ध्रुवीकरण सुविधाओं को मापने के द्वारा ज्यादा मजबूत इनपुट ऑप्टिकल युग्मन क्षेत्र, भेदभाव नहीं किया जा सकता है। आऊटपुट जांच क्षेत्र भी इसके साथ स्थानीय दोलक क्षेत्र की ताकत रखता है। समूह अब वास्तविक लाभ की स्थापना के लिए प्रणाली को ध्यानपूर्वक अंशांकन कर रहा है।

वर्ष 2015-16 के दौरान **नारायणन** के शोध में, **परमाणु–प्रकाश परस्पर प्रभाव में गैर मारकोवियन हस्ताक्षर और प्रकाश संश्लेषण में प्रकाश के अवशोषण के लिए उनकी प्रासंगिकता खोजना** शामिल था। इस काम में उसके सहयोगी अतुल वी (पीएचडी अध्येता, आरआरआई) है। हाल ही में [ए शबानी, एट. अल, भौतिकी, रेव ई, 86, 011915 (2012)], प्रकाश संश्लेषक कटाई परिसरों में इलेक्ट्रॉन परिवहन परमाणु प्रमात्रा ऑप्टिकल प्रणालियों के लिए नक्शा बनाया गया है। विशेष रूप से, आसन्न क्रोमोफोर जिनमें से एक अपने गैर उत्साहित पड़ोसी के साथ आने वाले फोटोन से उत्साहित हो जाता है, एक V-स्तरीय परमाणु विन्यास को मैप करने के लिए होता है। उत्साहजनित (बाध्य इलेक्ट्रॉन और इलेक्ट्रॉन छेद) परिवहन में सुसंगतियॉं, जो प्रयोगात्मक रूप से रिपोर्ट की गई, इस तरह के एक मानचित्रण के साथ समझाई जा सकती है।

नारायणन घनत्व मैट्रिक्स विश्लेषण उपकरणों के नियोजन द्वारा एक तापीय और निर्वात ईएम क्षेत्र के स्नान के साथ एक प्रोटोटाइप परमाणु V प्रणाली के गैर मारकोवियन परस्पर प्रभाव (परस्पर प्रभाव जिनमें पर्यावरणीय सहसंबंध, प्रणालीगत समय पैमाने से ज्यादा लंबे समय के पैमाने पर मौजूद रहते हैं) का पूर्ण विश्लेषण आरंभ करने की योजना बना रही है। तब वह संश्लेषक प्रकाश कटाई परिसरों में ऊपर उल्लिखित उत्साहदायक परिवहन घटना के संबंध में अपनी प्रासंगिकता को खोजने के लिए लक्ष्यवान होगी।

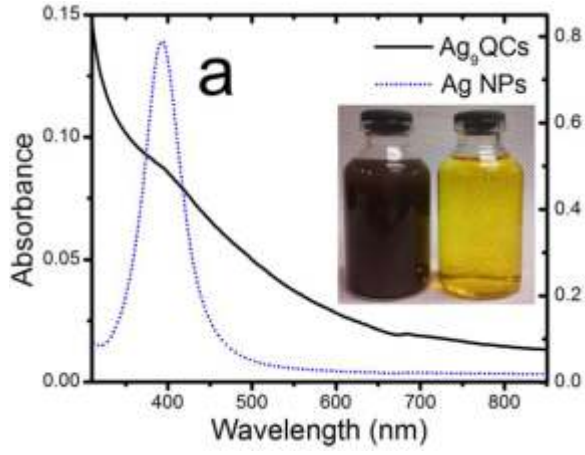
रेजी फिलिप के वर्तमान अनुसंधान हितों में अरेखीय प्रकाशिकी, लेजर उत्पादित प्लाज्मा और अतितेज घटनाएं शामिल हैं।

वर्ष 2015-16 के दौरान उनके अनुसंधान के प्रयास अरेखीय प्रकाशिकी के क्षेत्र में मुख्य रूप से निम्न समस्याओं के अनुसरण में निहित है –

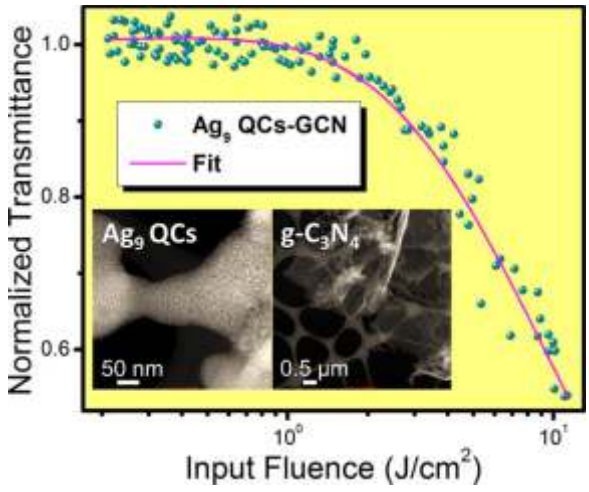
i. **नैनोसंरचित और अन्य सामग्री में ऑप्टिकल अरेखीयन** - ताए जू पार्क (हनयांग विश्वविद्यालय, कोरिया गणराज्य), मार्क जी हम्फ्रे (आस्ट्रेलियन नेशनल यूनिवर्सिटी, ऑस्ट्रेलिया) और रामकृष्ण पोदिला (क्लीमसन विश्वविद्यालय, संयुक्त राज्य अमरीका) के साथ सहयोग है, फिलिप ने, नौ-परमाणु सिल्वर प्रमात्रा समूह (QCS), ग्रेफाइटिक कार्बन नाइट्राइड (GCN), न्यूनकृत ग्राफीन ऑक्साइड (rgo) नैनो चादरें, Ag2S-CuS नैनो कंपोजिट, सीडीओ नैनो मोरफोटाइप, और कुछ अन्य प्रणालियॉं की जांच की है। अध्ययन में ज्यादातर ग्राफीन आधारित सामग्री पर ध्यान केंद्रित किया गया।

Ag (एनपीएस) नैनोकणों की तुलना में Ag9 QCs के अपेक्षाकृत बड़े अरेखीय अवशोषण का, 532 एनएम, 5 एनएस लेजर कंपनों के उपयोग से किए गए खुले एपर्चर माप जेड-स्कैन से पता चलता है। Ag9 QCs की बेहतर सीमित दक्षता उत्कृष्ट रासायनिक स्थिरता से पूरित है, जो ऑप्टिकल सीमित अनुप्रयोगों के लिए चांदी प्रमात्रा समूहों को आदर्श उम्मीदवार बनाता है। GCN की दो आयामी चादर की तरह संरचना धातुओं और अर्धचालकों की ग्राफ्टिंग के लिए उत्कृष्ट है, हालांकि प्राचीन GCN की अरेखीयनता कम है और काम ने दिखाया है, कि इसके एनएलओ गुण Ag9 QCs के साथ हल्के ग्राफ्टिंग द्वारा काफी हद तक बढ़ाए जा सकते है।

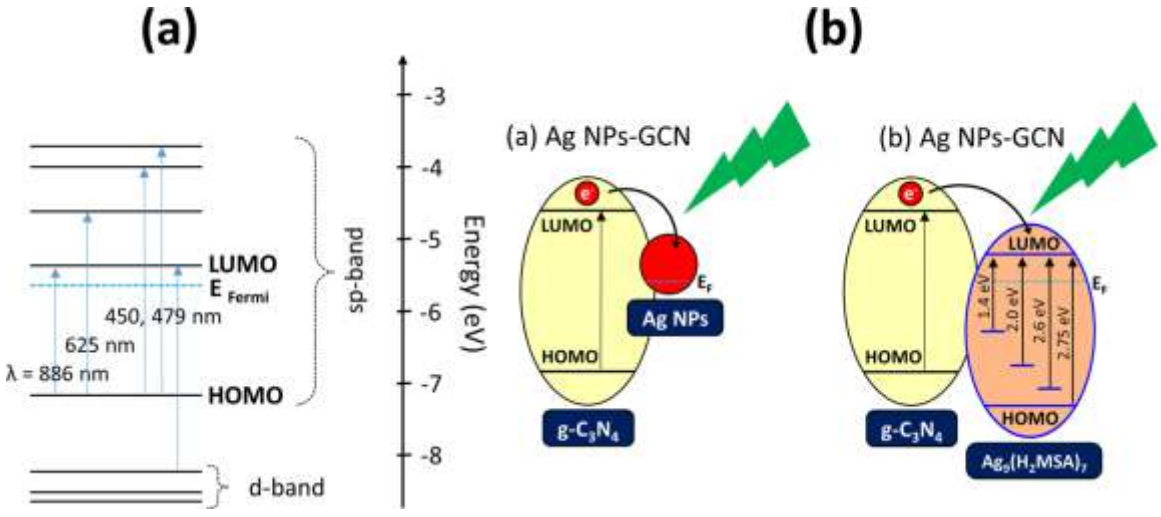
ii. अभी तक के एक एनएलओ अध्ययन में, फिलिप और उसके सहयोगियों ने **ब्रॉडबैंड के तरंग दैर्ध्य फैलाव को सूचित किया है, न्यूनकृत ग्राफीन ऑक्साइड** (rgo) **में अतितेज ऑप्टिकल रोक**, एक सफेद रोशनी सातत्य -ोत का उपयोग करके (WLC), एकल खुले एपर्चर जेड-स्कैन से मापा गया। इस माप ने 400-700 एनएम के वर्णक्रमीय रेंज में rgo के दो फोटोन अवशोषण स्पेक्ट्रम प्रदान किए है। बढती हुई अरेखीयनता, गैर पतित दो फोटोन अवशोषण से दिखाई गई है rgo की विस्तारित π विकार के लिए, स्फटिकता, अधिकतम कारण दिखाया गया है। समूह ने WLC जेड-स्कैन प्रदर्शन करने में आसानी पर जोर दिया है जब अरेखीयनता को व्यापक तरंगदैर्ध्य सीमाओं पर मापा जा रहा है, और यह कि एक अतितेज ट्यून करने योग्य लेजर के लिए जरूरत अनावश्यक है, यह परम्परागत तकनीकों की तुलना में कम लागत दिखा रही है। अध्ययन का महत्व इस तथ्य से है कि सीमित प्रकाशीय बिजली की तरंग दैर्ध्य के फैलाव का अध्ययन एक महत्वपूर्ण विचारणीय कारक है, जबकि लेजर सुरक्षा अनुप्रयोगों के लिए संभावित ऑप्टिकल सीमकों की डिजाइनिंग पर विचार किया जा रहा है।



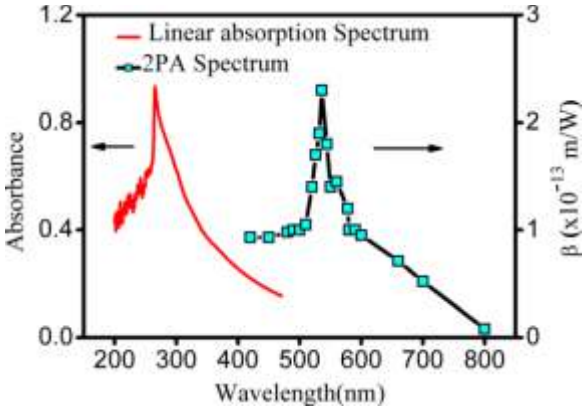
चित्र 1: (क) यूवी की तुलना में नौ परमाणु सिल्वर प्रमात्रा समूहों और सिल्वर नैनोकणों का अवशोषण स्पेक्ट्रा। इनसेट में Ag9 QCs (काला विलयन) और Ag NPs (चमकीला पीला विलयन) की तस्वीरें दिखाई गई है। एजी एनपीएस/Ag NPs के अवशोषण स्पेक्ट्रम में सतही प्लाज्मोन अनुनाद प्रमुख है [छवि सौजन्य - नौ-एटम सिल्वर प्रमात्रा क्लस्टर और ग्रेफाइटिक कार्बन नाइट्राइड नैनो चादरों में अरेखीय प्रकाशीय जॉच, किशोर श्रीधरन, पी श्रीकांत, ताए जू पार्क, और रेजी फिलिप, ***जे. भौतिकी. रसायनिकी. सी*** *119* (2015) 16314]।



चित्र 2: 5 एनएस लेजर कंपनों के उपयोग से 532 एनएम पर उत्तेजन के लिए, ग्रेफाइटिक कार्बन नाइट्राइड पर घेरकर, नौ परमाणु सिल्वर प्रमात्रा क्लस्टर हेतु इनपुट लेजर प्रभाव के खिलाफ आरेखित सामान्यीकृत पारेषण। लेजर कंपन में इस्तेमाल ऊर्जा 50 माइक्रोजूल(μJ) है। ठोस वक्र, सिद्धांत का संख्यात्मक फिट है। टीईएम छवियॉ इनसेट में दिखाई गई है। [छवि सौजन्य - नौ-एटम सिल्वर प्रमात्रा क्लस्टर और ग्रेफाइटिक कार्बन नाइट्राइड नैनो चादरों में अरेखीय प्रकाशीय जॉच, किशोर श्रीधरन, पी श्रीकांत, ताए जू पार्क, और रेजी फिलिप, ***जे. भौतिकी. रसायनिकी. सी*** 119 (2015) 16314]।



चित्र 3: (क) सिल्वर Ag9 क्लस्टर के लिए ऊर्जा स्तर आरेख। (ख) इलेक्ट्रॉन हस्तातंरण सुविधा उपलब्ध कराते हुए लेजर बीम से उत्तेजना पर कंपोजिट प्रपत्र दाता-स्वीकर्ता परिसर, [छवि सौजन्य - नौ-एटम सिल्वर प्रमात्रा क्लस्टर और ग्रेफाइटिक कार्बन नाइट्राइड नैनो चादरों में अरेखीय प्रकाशीय, किशोर श्रीधरन, पी श्रीकांत, ताए जू पार्क, और रेजी फिलिप, ***जे. भौतिकी. रसायनिकी. सी*** 119 (2015) 16314]।

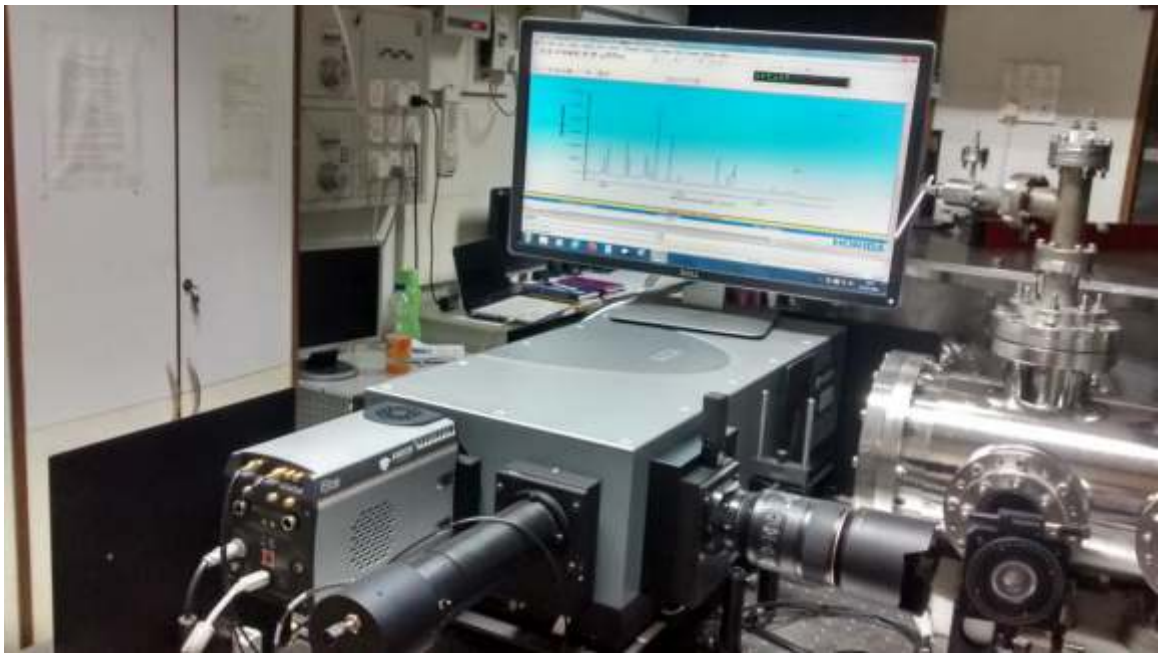


चित्र 4. rgo में दो-फोटोन अवशोषण गुणांक (β) का तरंग दैर्ध्य फैलाव। रेखीय अवशोषण स्पेक्ट्रम भी तुलना के लिए दिखाया गया है। [छवि सौजन्य – 400-700 एनएम क्षेत्र में न्यूनकृत ग्राफीन ऑक्साइड (rgo) नैनो चादरों में अतितेज ऑप्टिकल अरेखनीयता के सफेद प्रकाश जेड-स्कैन माप, श्रीकांत पेरूंबिलविल, प्रणीता शंकर, टी प्रिया रोज और रेजी फिलिप, ***प्रायोगिकी भौतिकी पत्र*** 107 (2015) 051104]।

(iii) फिलिप ने **बढ़े इलेक्ट्रॉन–दोष बिखराव की वजह से पेस्ट–ग्राफिन में इलेक्ट्रॉन गतिशीलता की क्षीणता** का भी पता लगाया है। इस सहयोगात्मक कार्य में रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी, अतितेज स्पेक्ट्रोस्कोपी, अरेखीय संचरण माप और घनत्व कार्यात्मक सिद्धांत के माध्यम से यह प्रदर्शित किया गया है कि ग्रेफाइटिक डोपेंट विन्यास ग्राफीन में स्थिर है और इलेक्ट्रॉन-इलेक्ट्रॉन या इलेक्ट्रॉन-फोनोन बिखराव को सुसंगत क्रिस्टल संरक्षण द्वारा अर्थपूर्ण रूप से नहीं बदलता है (जो कि अन्यथा डोप हुई ग्राफीन में मौजूद रहता है)। [ग्राफीन में डोपेंट-विन्यास नियंत्रित वाहक बिखराव, बी आनंद, एम करकाया, जी प्रकाश, एस.एस.एस. साई, आर फिलिप, पी आयला, ए के श्रीवास्तव, ए.के सूद ए.एम. राव और आर पोदिला, *आरएससी अग्रिम 5* (2015) 59556]।

अतितेज घटनाओं में, पिछले साल में फिलिप के अनुसंधानों में निम्नलिखित शामिल है :

i. **अतितेज लेजर प्रेरित प्लाजमा का स्पेक्ट्रोस्कोपी अध्ययन** - फिलिप ने इस काम में रॉबर्ट टी सेंग (ग्रिफिथ यूनिवर्सिटी, ऑस्ट्रेलिया) के साथ सहयोग लिया है। पिछले साल के काम की निरंतरता में फिलिप और सेंग ने गाया 7 एनएस और नाइट्रोजन की 0.05-200 Torr परिवेश दाब रेंज में 100fs अवधि के लेजर कंपनों के साथ एक ठोस जस्ता लक्ष्य प्रदीप्तन द्वारा उत्पन्न प्लाज्मा पंखों के विस्तार का समय संकल्पित स्पेक्ट्रोस्कोपी मापन किया। 16 J/cm^2 के अपेक्षाकृत उच्च इनपुट प्रभाव पर, तेजी से और धीमी गति से परमाणु प्रजातियों की उड़ान, स्पेक्ट्रा के ऑप्टिकल समय (OTOF) में अलग अलग समय पर प्रकट होती पाई गई, जिसकी गतिशीलता मुख्य रूप से उत्तेजना लेजर की कंपन अवधि द्वारा निर्धारित की गई थी। fs LPP में तेज प्रजातियों की औसत गति, परिवेश के दाब में वृद्धि से अप्रभावित थी, जबकि ns LPP में, गति दाब के साथ कम होती पाई गई। धीमी प्रजातियों ने fs LPP के लिए एक संकीर्ण वेग वितरण के साथ OTOF स्पेक्ट्रा में एक तेज शिखर का प्रदर्शन किया, यह एक बड़ी संख्या घनत्व और कम इलेक्ट्रॉन तापमान का संकेत है, जो ऑप्टिकल उत्सर्जन स्पेक्ट्रोस्कोपी (OES) के अध्ययन हेतु तर्कयुक्त था। दूसरी ओर, ns LPP के लिए, धीमी प्रजातियों के OTOF ने अधिक वृहद प्रोफ़ाइल का प्रदर्शन किया जो मजबूत पंख लेजर परस्पर-प्रभाव के लिए जिम्मेदार ठहराया जा सकता है। धीमी प्रजातियों की गतिशीलता प्रघाती तरंगों की मौजूदगी से अत्यधिक प्रभावित हुई, जिससे धीमी प्रजातियों की घटनाएँ उच्च दाब पर प्रभावित हुई। नाइट्रोजन परिवेश में जिंक की लेजर पृथक्करण पर पल्स चौड़ाई का प्रभाव, एन स्मीजेश, काव्या एच राव और आर फिलिप, *प्रायोगिकी भौतिकी ए* 122 (2015) 460]।



चित्र 5: एंडोर प्रौद्योगिकी लिमिटेड, ब्रिटेन से अधिग्रहीत नए आईसीसीडी स्पेक्ट्रोमीटर, ने प्रयोगशाला की लेजर प्लाज्मा माप क्षमताओं को संवर्धित किया है। प्लाज्मा पंखों का विस्तारण अब 2×10^{-9} सेकंड के एक उच्च अस्थायी समाधान के साथ छविकृत किया जा सकता है। उसी समय उत्सर्जन स्पेक्ट्रा का विकास भी दर्ज किया जा सकता है।

(ii) इस क्षेत्र में किसी अन्य काम के लिए फिलिप ने, **संभवतः उच्च आदेश समस्वरता को कट ऑफ विस्तार देने के लिए**, 1064nm, 7 ns **कंपनों के साथ**, **एक ठोस एल्युमिनियम लक्ष्य प्रदीप्तन द्वारा अत्यधिक आयनित एल्यूमीनियम प्लाज्मा** उत्पन्न किया है। उच्च विकिरण ऊर्जा के लिए आयनित प्रजातियों स्पेक्ट्रा में पहले दिखाई देती हैं, और आयनित और तटस्थ प्रजातियों का मिश्रण बाद के समय में दिखाई देता हैं। एक अनुकूलित विकिरण ऊर्जा ~85 mJ पर, प्लाज्मा पंख से उत्सर्जित अलग एल्युमिनियम IV, लक्ष्य (0.5 मिमी) के करीब, पहले के समय (<70 ns) पर पता चलता है। ऐसे माइक्रोप्लाज्मा में एल्युमिनियम IV प्रजातियों की उच्च आयनीकरण क्षमता से HHG की आमतौर पर ~1.7 केईवी तक कट-ऑफ में इन पहले के समय में प्लाज्मा प्रदीप्तन के साथ 800 एनएम तराजू, ~30 fs कंपनों में होने वाली विकिरण तीव्रता >6 x 10^{15} W/cm^2 द्वारा, सुधार हेतु काफी मदद मिलेगी, जब एक बार अर्ध चरण मिलान की स्थितियॉ संतुष्ट हो जाती हैं। [एन स्मीजेश, काव्या एच राव, एन क्लेम्के, आर फिलिप, आई लित्वीन्युक और आर टी सेंग, *प्रायोगिकी भौतिकी पत्र* (संप्रेषित)।]

हेमा रामचंद्रन के पेशेवर अनुसंधान क्षेत्रों में, यादृच्छिक मीडिया में प्रकाश, कुछ-परमाणु एवं कुछ-फोटॉन प्रणालियॉ, तथा मस्तिष्क कंप्यूटर इंटरफेस शामिल हैं।

यादृच्छिक मीडिया में प्रकाश के अंतर्गत, इस अवधि के दौरान रामचंद्रन के अनुसंधान, **कोहरे के माध्यम से वास्तविक समय इमेजिंग** पर ध्यान केंद्रित करना रहा है। रामचंद्रन ने इस परियोजना में स्वपनेश पाणिग्रही, जुलिएन फेड और मेहदी अलौनी (सभी रेन विश्वविद्यालय, फ्रांस से) के साथ सहयोग किया है।

पिछले कुछ वर्षों में, समूह ने एक ग्राफिक्स प्रोसेसिंग यूनिट (GPU) पर कुशल डाटा प्रोसेसिंग और सामानांतरीकरण द्वारा महत्वपूर्ण शीघ्रता हासिल करने के साथ बैलिस्टिक प्रकाश (प्रकाश जो बीच के माध्यम से बिना बिखराव के गुजरता है, फलस्वरूप एक सीधी रेखा में) निकालने के

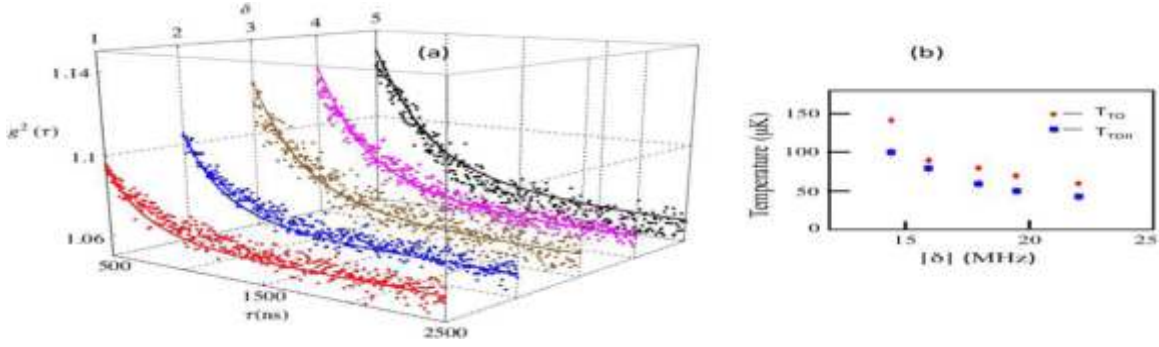
लिए एक क्षेत्रकलन लॉक-इन भेदभाव योजना का पीछा करते हुए तीव्रता संग्राहक प्रकाश के साथ दृश्य को रोशन करने के द्वारा यादृच्छिक मीडिया के माध्यम से वास्तविक समय इमेजिंग हासिल की है। उपरोक्त योजना के संभावित अनुप्रयोगों को ध्यान में रखते हुए, समूह ने, पिछले एक साल में, एक पंकिल माध्यम के बिखराव लक्षणों का कुशलता से आकलन करके तीव्रता संग्राहक प्रकाश की आवृत्ति को सीमित करने और ताला द्वारा बैलिस्टिक फोटॉन भेदभाव को अधिकतम करने की कोशिश की है। संग्राहक फोटॉन परिवहन के लिए प्रसार मॉडल का उपयोग करना और एक कोलाहलमय क्षेत्रकलन विमॉडुलन पर विचार करके पंकिल माध्यम का प्रतिनिधित्व करने वाले मापदंडों के आकलन पर न्यूनतम-विचरण सीमा विश्लेषणात्मक रूप से व्युत्पित की गई और उसका विश्लेषण किया गया। एक विचरण-न्यूनतम इष्टतम मॉडुलन आवृत्ति के अस्तित्व को दिखाया गया और हस्तक्षेप माध्यम के गुणों के साथ इसका विकास व्युत्पित किया गया। इसके आगे, बैलिस्टिक फोटॉन छानने की दक्षता मापन को एक मीट्रिक द्वारा परिभाषित किया गया जब पंकिल मीडिया के माध्यम से इमेजिंग की जा रही था। इस मीट्रिक के विश्लेषणात्मक व्युत्पत्ति से पता चलता है कि महत्वपूर्ण बैलिस्टिक भेदभाव की प्राप्ति के लिए न्यूनतम मॉडुलन आवृत्ति आवश्यक है, एकमात्र निर्भरता एक उच्च बिखराव माध्यम के लिए माध्यम की कम बिखराव गुणांक पर है। उन्होंने यह भी पाया कि निर्भरता रेखीय हो। [मजबूत बिखराव मीडिया के माध्यम से वास्तविक समय इमेजिंग: पंकिल मीडिया के माध्यम से देखना, तुरंत, श्रीराम सुदर्शनम, जेम्स मैथ्यू, स्वपनेश पाणिग्रही, जुलिएन फेड, मेहदी अलौनी और हेमा रामचंद्रन। प्रस्तुत]।

रामचंद्रन की कुछ-परमाणु और कुछ-फोटॉन प्रणाली की सफलता में शामिल:

i) **प्रकाश का उपयोग करके आदर्श संरचनाओं का सृजन** : इस काम में रामचंद्रन के सहयोगियों में वैनेसा रॉड्रिक्स (मणिपाल विश्वविद्यालय), जॉन थॉमस (मणिपाल विश्वविद्यालय), संतोष चिदंगिल (मणिपाल विश्वविद्यालय), और डी माथुर (टीआईएफआर) शामिल थे। समूह ने धातु लेपित पारदर्शी अध:स्तर पर ऑप्टिकल तत्वों को अंकित करने का एक साधारण और सरल एकल कदम विधि का प्रदर्शन किया है। उस तकनीक, के लिए एक संक्षिप्त नाम है - लिसा (लेजर प्रेरित ठोस अंशोच्छेदन), बहुत कम लेजर ऊर्जा (कुछ न्यूटन जूल) मांग करता है, जो आसानी से एक फेम्टोसैकंड लेजर दोलक से रुाोत की जा सकती है, और धातु पर स्थानीय रूप से गर्म करना हासिल करके इसे संभव बनाया जा सकता है। इसकी शुद्धता के लिए एक परीक्षण के रूप में, लिसा से, इंडियम और टंगस्टन लेपित गिलास पर फ्रेशनल क्षेत्र प्लेटों पर लिखा गया, यह संख्या 100 क्षेत्रों से ऊपर चली गई। लिसा से बनी प्लेटों का उपयोग कर प्राप्त की गई फोकल लंबाई के मापे गए मूल्यों और अपेक्षित मूल्यों के बीच उल्लेखनीय समझौता हासिल किया गया। सादगी जिसके साथ एक उच्च डिग्री स्वचालन लिसा का उपयोग कर आसानी से प्राप्त किया जा सकता है, इसे एक लागत प्रभावी तरीका ऑप्टिकल तत्वों के सूक्ष्म निर्माण से संबंधित अनुप्रयोगों की एक विस्तृत विविधता के लिए उत्तरदायी बना देता है। [लेजर प्रेरित ठोस अंशोच्छेदन से फ्रेशनल क्षेत्र प्लेटों का सूक्ष्म निर्माण, वैनेसा आर एम रॉड्रिक्स, जॉन थॉमस, चिदंगिल संतोष, हेमा रामचंद्रन और दीपक माथुर, ऑप्टिक्स के जर्नल में प्रकाशन के लिए स्वीकृत]।

ii) **लेजर शीतलित परमाणुओं से उत्सर्जन की समय से देरी तीव्रता-इंटरफेरोमेट्री:** [एक स्थिर अवस्था चुंबक ऑप्टिकल जाल में अतिशीतलित परमाणुओं से उत्सर्जन की समय से देरी तीव्रता-इंटरफेरोमेट्री, के मोहम्मद शफी, दीपक पांडे, बूटी सूर्याब्रहमम, बी एस गिरीश और हेमा रामचंद्रन, जे भौतिकी. बी. एट. मोल. ऑप्ट. भौतिकी 49, 025301 (2016)]। अतिशीतलित परमाणुओं से उत्सर्जन की समय से देरी तीव्रता-इंटरफेरोमेट्री (TDII) पर उनके काम की निरंतरता में, रामचंद्रन और उसके सहयोगियों मुहम्मद शफी (पीएचडी छात्र, आरआरआई), और बी एस गिरीश (आरआरआई) ने दिखा दिया कि यह न केवल दूसरे क्रम सहसंबंध की मापन की एक शक्तिशाली तकनीक है बल्कि इस तरह के सुसंगत रबी दोलनों जैसे छिप आवधिकताओं को प्रकट कर सकते हैं, यह उत्सर्जक के तापीय पहनावे के औसत वेग के बारे में जानकारी प्रकट कर सकते हैं। बाद में यह भी संभव है, कि भले ही उत्सर्जन की डॉपलर विस्तार, प्राकृतिक लाइन-चौड़ाई की तुलना में परमाणुओं की गति छोटी

होती है, की वजह से और सीधे इन प्रयोगात्मक शर्तों के तहत मापन संभव नहीं है। हालांकि, लचीलेपन से बिखरे हुए प्रकाश बिखराव परमाणुओं के वेग वितरण द्वारा निर्धारित एक डॉपलर प्रोफ़ाइल के लिए होता है, और इसलिए TDII की लंबे समयादेरी क्षय, उत्सर्जन पहनावे हेतु तापमान दे सकते हैं, जैसा कि नीचे चित्र में दिखाया गया है :



चित्र (क) g(2) (τ) बनाम τ विभिन्न विषमस्वरणों के लिए, शीतलन संक्रमण से शीतलन बीम δ (1=-14.5MHz, 2=-16.1MHz, 3=-18MHz, 4=-19.4MHz, 5=-22MHz) । (ख) टीडीआईआई माप से प्राप्त मूल्यों को डॉट्स के रूप में दिखाया गया है। [चित्र सौजन्य: एक स्थिर राज्य चुंबक ऑप्टिकल जाल में अतिशीतलित परमाणुओं से उत्सर्जन के समय में देरी की तीव्रता-इंटरफेरोमेट्री, के मोहम्मद शफी, दीपक पांडे, बूटी सूर्याब्रहमम, बी एस गिरीश और हेमा रामचंद्रन, जे भौतिकी. बी. एट. मोल. ऑप्ट. भौतिकी 49, 025301 (2016)]।

रामचंद्रन की ब्रेन कंप्यूटर इंटरफेस पर अनुप्रयोग उन्मुख शोध ने वर्ष 2015-16 की अवधि में प्रमुख प्रगति की है। स्थिर अवस्था दृश्य आह्वान विभव (SSVEP) (बीसीआई एक प्रणाली है जो स्थिर अवस्था दृश्य आह्वान विभव क्षमता (SSVEP) का उपयोग करती है – एक स्थिर आवृत्ति पर मस्तिष्क के पश्चकपाल क्षेत्र में विभव, 10 से 20 हर्ट्ज की रैंज में स्थिर आवृत्ति जो बाहरी दृश्य उत्तेजना दोलन द्वारा आह्वान की गई - विशेष रूप से सबसे अधिक अध्ययन की जा रही हैं क्योंकि SSVEP को रिकॉर्ड करना और मापना आसान है। आमतौर पर ये इन बीसीआई में कई विभिन्न आवृत्तियों पर निमिष एलईडी होते है, और प्रत्येक एलईडी को एक निश्चित कार्य सौंपे जाने के द्वारा, किसी एक एलईडी की तरफ उसकी/उसके ध्यान निर्देशन करने और संबद्धित SSVEP को मापने के द्वारा इसके अनुरूप कार्य को शुरू करने के लिए विषय को जोड़ा जा सकता है)। - आधारित ब्रेन कंप्यूटर इंटरफेस (बीसीआई) प्रणाली रामचंद्रन और उसके सहयोगियों, **रमेश बालासुब्रमणियम**, **एस सुजाता**, **केबी राघवेंद्र राव**, **एस सोमशेखर** (**सभी आरआरआई पर**) और विशाखापत्तनम इस्पात संयंत्र आरआरआई छात्रों, द्वारा घर में विकसित और अनुकूलित किया गया है, तथा मजबूत बनाया गया है। अब बड़े पैमाने पर इसका परीक्षण किया गया है और मान्यकृत है, और 10 से अधिक स्वयंसेवीयों पर > 90% दक्षता के साथ प्रदर्शन करने के लिए दिखाया गया है। प्रणाली बाहरी और एक सुरक्षित वातावरण दोनों में अच्छी तरह से काम करता है, डिजाइन सघन और हल्की बनाई गई है, और बैटरी प्रचलित है इस लिए पोर्टेबल भी है। समूह द्वारा अब मोटर सीमित व्यक्तियों, जो कि बीसीआई प्रणालियों का मुख्य उद्दिष्ट उपयोगकर्ताओं रहे हैं, पर इस प्रणाली का परीक्षण करने का प्रस्ताव है।

सादिक रंगवाला के मौजूदा पेशेवर अनुसंधान अणु-प्रकाश और अणु-अणु परस्पर-प्रभाव, परमाणु-गुहा भौतिकी और अति शीतलित आयन परमाणु टक्करों पर ध्यान केंद्रित करते हैं।

पिछले साल में इनकी शोध गतिविधियों की दो प्रमुख परियोजनाएँ नीचे वर्णित पर केंद्रित रही हैं –

(i) **प्रकाशीय–द्विस्थिरता–एक परमाणु–गुहा प्रणाली हेतु अनुनाद प्रकाश संचरण का सक्षम नियंत्रण** [**राहुल सावंत और एस ए रंगवाला, भौतिकी के.रेव. ए.** 93, 023806 (2016) – **प्रकाशित** 3 **फरवरी** 2016]। इस पत्र में रंगवाला और **राहुल सावंत** (**पीएचडी अध्येता, आरआरआई**) ने संख्यानुसार और सैद्धांतिक रूप से, एक खड़ी-तरंग फेब्री पेरोट गुहा, जिसमें परमाणु इस स्थिति के तहत रहते है कि जब गुहा मोड बीम और एक पारस्परिक नियंत्रण बीम दोनों विशिष्ट परमाणु अनुनाद के करीब होते हैं, के माध्यम से प्रकाश संचरण के नियंत्रण की जांच की है। एक चार स्तरीय परमाणु प्रणाली पर विचार किया जाता है और गुहा मोड के साथ इसका परस्पर-प्रभाव गुहा क्षेत्र और परमाणु अवस्था की आबादी के लिए हल करके अध्ययन किया जाता है। परमाणु-गुहा प्रणाली के प्रकाशीय-द्विस्थिरता के लिए सैद्धांतिक दशाऍं, चार-स्तरीय प्रणाली का उपयोग कर आकलित किया जाता हैं। परमाणु अनुनाद पर एक परस्पर-छेदन किरण की अंर्तगुहा तीव्रता की प्रतिक्रिया गुहा में स्थिर परमाणु (बंद व्यवस्था) और गैरस्थिर परमाणु (खुली प्रणाली) दोनों की उपस्थिति में समझा जाता है। चर परमाणु अवस्था की आबादी के लिए अनुमति के रूप में परमाणुओं के गैर स्थिर प्रणालियों की मॉडलिंग की जाती है ताकि गुहा मोड में परमाणुओं का आदान-प्रदान सम्मिलित किया जा सके, एक ऐसा मॉडल जो तापीय वातावरण के लिए संगत है जहां परमाणु गुहा मोड विस्तार-क्षेत्र के अंदर-बाहर गतिमान रहते हैं। तीन और दो स्तर परमाणु प्रणालियों के साथ नियंत्रण व्यवहार का भी अध्ययन किया गया है; इसलिए बंद और खुले दोनों परमाणु प्रणालियों के लिए इन प्रणालियों से अमीर भौतिकी उत्पन्न होती है। इन तीन और दो स्तर के मॉडल के समाधान शर्मा द्वारा देखे गए स्थिर अवस्था और क्षणिक व्यवहार की व्याख्या करने के लिए प्रयोग किया जाता हैं। एट अल [मानसिक। रेव एक 91, 043824 (2015)]।

(ii) **एक परमाणु–गुहा प्रणाली हेतु अनुनाद प्रकाश संचरण का ऑप्टिकल नियंत्रण** [**अरिजीत शर्मा, त्रिदीब रे, राहुल वी सावंत, जी शेखोलइस्लामी, एस ए रंगवाला, और डी बडकर, भौतिकी के.रेव. ए.** 91, 043824 (2015)]- प्रकाशित 15 अप्रैल 2015]। इस पत्र में रंगवाला ने, **अरिजीत शर्मा, त्रिदीब रे, राहुल वी सावंत** (**सभी पीएचडी अध्येता, आरआरआई**) और सहयोगियों के साथ में, समृद्ध रूबिडीयम वाष्प युक्त एक स्पेक्ट्रोस्कोपी सेल के आसपास निर्मित एक ऑप्टिकल फेब्री पेरोट गुहा के माध्यम से प्रेषित प्रकाश के हेरफेर का प्रदर्शन किया है। रूबिडीयम $Rb87D2(F=2,F=1)\leftrightarrow F'$ बहुविध के साथ प्रकाश अनुनाद, एक अन्य अनुनादित, प्रकाश किरण द्वारा गुहा मोड के अनुप्रस्थ प्रतिच्छेदन द्वारा नियंत्रित किया जाता है। गुहा संचरण पारस्परिक प्रतिच्छेदन के कारण परमाणु अवस्थाओं के युग्मन के अनुसार दबाया या बढ़ाया जा सकता है। गुहा-मोड पर नियंत्रण की चरम अभिव्यक्ति गुहा मोड के साथ अनुप्रस्थ नियंत्रण बीम के चौराहे पर प्रेषित प्रकाश की तीव्रता का तेज़ विनाश (नकारात्मक तर्क स्विचिंग) या सृजन (सकारात्मक तर्क स्विचिंग) है। लेखकों ने प्रयोगात्मक स्थिर अवस्था और क्षणिक प्रतिक्रियाओं दोनों की जांच की है।

रंगवाला इनमें भी अध्ययनरत है-

i) **एक आयन परमाणु संकर फांस में, फांस** $Rb2+$ **का फोटो पृथक्करण - एस ज्योति और त्रिदीब रे** [**दोनों पीएचडी अध्येता, आरआरआई**], **सौरव दत्ता** (**डीएसटी–इंस्पायर फेलो, आरआरआई**), ए.आर. अलौचे (ल्योंन विश्वविद्यालय, फ्रांस), रोमेन वेक्साऊ और ओलिवर डूलियो (एलएसी, ओरसे, फ्रांस) के साथ। पिछले साल से इस विषय पर उनके काम की निरंतरता में समूह ने आरबी चुंबक ऑप्टिकल फांस(एमओटी) के लिए शीतलित प्रकाश की मौजूदगी में फांस $Rb2+$

आणविक आयनों का सीधा फोटो पृथक्करण देखा गया है। कंपनीय रूप से उत्साहित Rb_2^+ आयन, रूबिडियम एमओटी में फोटो-सहयोगिता से गठित Rb_2 अणुओं के दो फोटान आयनीकरण द्वारा बनाया गया था और एमओटी के साथ सह-केंद्रित एक संशोधित गोलाकार पॉल फांस में फंसाए गए थे। यह पाया गया कि Rb_2^+ आयन रूबिडियम एमओटी के अभाव में >10 सेकंड के लिए आयन फांस में फंसाए जा सकत है। हालांकि, Rb_2^+ आयनों का जीवनकाल रूबिडियम एमओटी की उपस्थिति में कम से कम 500 मिली सैकंड था। आगे की जांच से पता चला है कि जीवन काल महत्वपूर्ण रूप से अतिशीतलित आरबी परमाणुओं की उपस्थिति पर निर्भर नहीं था लेकिन आरबी शीतलन लेजर बीम की उपस्थिति पर अधिक निर्भर करता था। यह एक 780 एनएम फोटॉन कि Rb_2^+ की एक अलग अवस्था के लिए इलेक्ट्रॉनिक आयन उत्तेजित द्वारा Rb_2^+ का सीधा फोटो पृथक्करण करने के लिए जिम्मेदार ठहराया गया है। एमओटी शीतल प्रकाश की उपस्थिति में फंसाए Rb_2^+ आयन संकेत की क्षय की दर, Rb_2^+ फोटो पृथक्करण के लिए गणना की दरों के साथ संगतीत था। एमओटी प्रकाश के कारण फोटो पृथक्करण तंत्र सक्रिय होना अपेक्षित होता है और इसलिए सभी समान नाभिकीय द्विपरमाणुक क्षारीय धातु आणविक आयनों के लिए सार्वभौमिक होने की उम्मीद होती है। परिणाम फिजिकल रिव्यू लेटर्स में प्रस्तुत किया गया और एक प्रीप्रिंट *arXiv:* 1601.01119 पर उपलब्ध है।

ii) **सह-फांस भारी परमाणुओं द्वारा प्रकाश आयनों का टकराव शीतलन** : **सौरभ दत्ता** (**डीएसटी-इंस्पायर फेलो**, **आरआरआई**) और **राहुल सावंत** (**पीएचडी अध्येता**, **आरआरआई**) के साथ सबसे सामान्य शीतलन और सबसे कम प्राप्य तापमान पर तापीयकरण मार्ग में लोचदार टक्करों के जरिए होता है। संकर आयन परमाणु फांस में, तापमान आयन शीतलन जहां कम आंशिक तरंग टकराव हावी होता है, टकराव शीतलन प्रणाली को अच्छी तरह से समझने और नियंत्रित किए जाने की आवश्यकता है। इस लक्ष्य की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम महत्वपूर्ण भारी तटस्थ परमाणुओं द्वारा प्रकाश आयनों की शीतलन के बारे में अनिश्चितता को दूर करने में निहित है। इस काम में प्रयोगात्मक सहयोग का, पहली बार, सह फांस भारी परमाणुओं द्वारा प्रकाश आयनों के शीतलन का प्रदर्शन किया गया। फांस किए गए 39^{K+} आयन एक आयन परमाणु भार अनुपात के लिए स्थानीय अतिशीतलित तटस्थ 85^{Rb} परमाणुओं से ठंडा किया जाता है जिसके लिए कई सैद्धांतिक मॉडल आयन हीटिंग की भविष्यवाणी करते रहे हैं। एक चुंबकीय ऑप्टिकल फांस में 85Rb परमाणुओं की उपस्थिति के कारण 39^{K+} आयनों की शीतलन दर निर्धारित करने के लिए दर जिस पर आयन परिवर्तन की ऊर्जा बदलती है, मॉडलिंग की गई है। ये परिणाम इस संभावना का समर्थन करते हैं कि स्थानीय ठंड परमाणुओं द्वारा आयनों का शीतलन किसी भी बड़े भार अनुपात के लिए उचित हो सकता है। परिणाम का महत्व प्रमात्रा टक्करों के लिए संभावित विन्यास पर ज्ञान को आगे बढ़ाने में और फांस किए गए आयन परमाणु मिश्रण में अतिशीतलित रसायन विज्ञान को समझने में निहित है।

रंगवाला की अन्य परियोजनाओं में से कुछ

i. एक परस्पर-प्रभाव आयन प्रणाली में परमाणुओं की ठंडी पतली गैस में आयन-परमाणु टक्करों की मध्यस्थता द्वारा आपातिक समरूपता
ii. आयन परमाणु टक्करों में तरंग सीमा पर पहुँचना
iii. बहुध्रुवीय आयन फांस का वायरियल प्रमेय विश्लेषण – सब के साथ निरंजन माइनेनी (पीएचडी अध्येता, आरआरआई),

iv. युग्मित परमाणु-गुहा प्रणाली में उच्च क्रम गुहा मोड के लिए सामान्य मोड बंटवारे के साथ निरंजन माइनेनी, सौरभ दत्ता और त्रिदीब रे

v. परमाणु-गुहा सामूहिक मजबूत युग्मन का उपयोग कर आयनों के गैर विनाशकारी होने का पता लगाने के साथ सौरभ दत्ता और त्रिदीब रे [आरआरआई] और

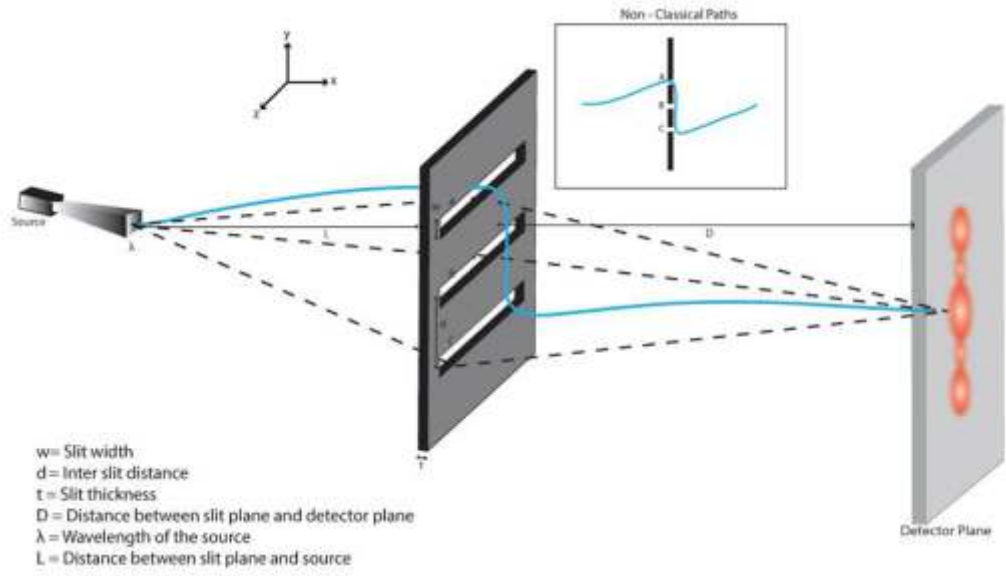
vi. आयन परमाणु मिश्रण में अवस्था चयनात्मक टक्कर दर मापन के साथ सौरभ दत्ता और राहुल सावंत।

ऊर्वशी सिन्हा के मौजूदा पेशेवर अनुसंधान क्षेत्रों में, प्रमात्रा सूचना, प्रमात्रा गणना और प्रमात्रा संचार प्रमात्रा नींव पर ही फोटॉनों और प्रयोगों का उपयोग शामिल है।

प्रमात्रा सूचना सिद्धांत और प्रमात्रा नींव के क्षेत्र में पिछले वर्ष की तुलना में उसने निम्न कामों पर ध्यान केंद्रित किया है:

i) **रेखाछिद्र आधारित हस्तक्षेप प्रयोगों में उत्तम आसन्न सिद्धांत के अनुप्रयोगों की सीमाओं की एक और पूरी समझ** हासिल करना। सिन्हा और उसके सहयोगियों ने पता लगाया है कि नियमित रूप से द्वि-रेखाछिद्र हस्तक्षेप प्रयोगों में, खुले स्क्रीन पर तरंग प्रकार्य दोनों रेखाछिद्रों का एक साथ एक समय में खुले रहने के समय और व्यक्तिगत रूप से अलग-अलग खुले रहने के समय तरंग प्रकार्यों की कुल जोड़ राशि के बिल्कुल बराबर नहीं है। तीन परिदृश्य तीन अलग-अलग सीमाओं की स्थितियों का प्रतिनिधित्व करते हैं और ऐसे, उत्तम आसन सिद्धांत लागू नहीं होना चाहिए। हालांकि प्रमात्रा यांत्रिकी और पारंपरिक प्रकाशिकी में, सबसे अच्छी तरह से ज्ञात पाठ्य पुस्तकों में अनुमान और/या स्पष्ट रूप से यह धारणा उपयोग करते हैं जो कि केवल लगभग ही सच है। समूह ने प्रमात्रा हस्तक्षेप प्रयोगों में गैर-शास्त्रीय रास्तों से योगदान बढाने हेतु फेनमैन पथ इंटीग्रल रीतिवाद का इस्तेमाल किया है जो उत्तम आसन सिद्धांत के एक आदर्श अनुप्रयोग से एक औसत दर्जे का विचलन प्रदान करता है। **चित्र** 1 में प्रतिनिधि शास्त्रीय और गैर-शास्त्रीय रास्ते दिखाए गए है। हालांकि इन गैर-शास्त्रीय रास्तों के अस्तित्व के लिए प्रत्यक्ष प्रायोगिक प्रदर्शन पेश करना मुश्किल है, सैद्धांतिक रूप से इन गैर-शास्त्रीय रास्तों से योगदान सोरकिन पैरामीटरों के सामान्यीकृत संस्करण के संदर्भ में मात्रा निर्धारित कर सकते हैं। इनके इस समस्या पर पहले के अनुसंधानों ने इस मापदंड पर पहला सैद्धांतिक बाध्य प्रदान किया था।

वर्ष के दौरान सिन्हा, आनंदी सिन्हा (आईआईएससी, बंगलौर) और अरविंद एचवी (संयुक्त इंटर्नशिप पीएचडी अध्येता, आईआईएससी) के साथ, सामान्यीकृत सोरकिन मापदंड जिन्हें वे "कप्पा" कहते हैं, के लिए एक विश्लेषणात्मक सूत्र प्राप्त करने में सक्षम हुए है। यह विश्लेषणात्मक बंद फार्म अभिव्यक्ति न केवल देखने के एक विचारक के बिंदु से महत्वपूर्ण है, बल्कि मापदंडों पर एक संभाल देता है, जो प्रयोगात्मक रूप से "कप्पा" का निर्धारण कर देता है। यह सूत्र अब प्रयोगों की "डिजाइन" को आसान कर देता है, जिसमें "कप्पा" और बड़ा हो सकता है इसलिए और आसानी से मापा जा सकता है। सूत्र परिमित अंतर समय डोमेन (FDTD) सिमुलेशन के उपयोग से मैक्सवेल के समीकरण के सिमुलेशन के साथ एक उत्कृष्ट मैच है। कुछ पैरामीटर व्यवस्थाओं के लिए पहले प्रकाशित FDTD सिमुलेशन टेराबाइट्स स्मृति ले लिया करते थे, और एक सुपरकंप्यूटिंग सुविधा की गणना करने के लिए कई दिन, सिन्हा एट अल. एक लैपटॉप पर मेथेमेटिका जैसे मानक सॉफ्टवेयर का उपयोग करके कप्पा सेकंड के भीतर किया जा सकता है।



चित्र 1: रेखाछिद्र आधारित हस्तक्षेप प्रयोगों में गैर शास्त्रीय रास्तों को देखना। नीली रेखा एक गैर शास्त्रीय पथ की प्रतिनिधि है, बिंदीदार रेखा शास्त्रीय पथ की प्रतिनिधि है। [छवि सौजन्य: उत्तम आसन सिद्धांत पर हस्तक्षेप प्रयोग, ए.सिन्हा, ए.एच.विजय और यु.सिन्हा, वैज्ञानिक रिपोर्ट में, 5 10304, 2015]

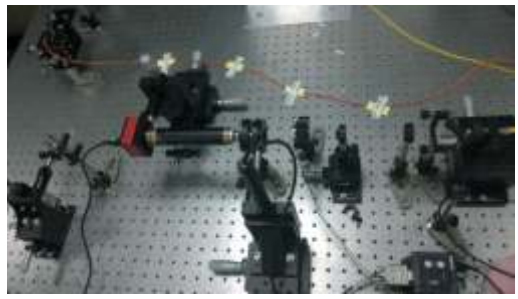
ii) **कमजोर मापन** - प्रमात्रा सिद्धांतिकी में, एक भौतिक प्रत्यक्ष/नमूदार एक हरमिशन ऑपरेटर द्वारा प्रतिनिधित्व किया जाता है क्योंकि शारीरिक रूप से यह केवल वास्तविक आईगैन वेल्यू हो सकता है। यह सच है कि कोई भी मापने का उपकरण एक भौतिक प्रत्यक्ष/नमूदार को मापने के लिए माना जाता है हमेशा के लिए एक वास्तविक संख्या निकालेगा। हालांकि, कुछ ऑपरेटरों के आईगैन वेल्यू की वास्तविकता का मतलब यह नहीं है कि यह आवश्यक रूप से हरमिशन है। गैर हरमिशन ऑपरेटरों के कई उदाहरण हैं जो कुछ समरूपता की शर्तों के तहत वास्तविक आईगैन वेल्यू स्वीकार कर सकते हैं। किसी को आश्चर्य हो सकता है कि किसी भी तरह से एक गैर हरमिशन ऑपरेटर को मापने का भी कोई तरीका है, उदाहरण के लिए, एक प्रमात्रा अवस्था में एक गैर- हरमिशन ऑपरेटर का औसत। इस काम में, सिन्हा और सहयोगियों, अरुण पति [एचआरआई, इलाहाबाद] और उत्तम सिंह [पीएचडी अध्येता, एचआरआई, इलाहाबाद] दिखाते हैं कि प्रमात्रा सिद्धांत कमजोर परस्पर प्रभाव के माध्यम से किसी भी गैर हरमिशन ऑपरेटर की उम्मीद के मूल्य क अनुमान की अनुमति देता है। एक शुद्ध अवस्था में एक गैर-हरमिशन ऑपरेटर का औसत गैर हरमिशन ऑपरेटर के सकारात्मक अर्द्ध निश्चित भाग के कमजोर मूल्य का एक जटिल विभाज्य है। उन्होंने किसी भी दो गैर हरमिशन ऑपरेटरों के लिए एक नए अनिश्चितता संबंध को साबित किया है और सृजन और विनाश ऑपरेटरों, और क्राउस ऑपरेटरों के लिए दर्शाते हैं। [**कमजोर मूल्यों के माध्यम से गैर हरमिशन ऑपरेटरों को मापना**, ए.पति, यु.सिंह और यु.सिन्हा, शारीरिक समीक्षा एक 92 052120, 2015]

सिन्हा की सैद्धांतिक जांच में दो और परियोजनाएँ शामिल हैं-

iii) **सिमनराज सदाना (पीएचडी अध्येता, आरआरआई)** और बैरी सैंडर्स (कैलगरी, कनाडा विश्वविद्यालय) के साथ सहयोग में विवर्तन आधारित प्रमात्रा इंटरफेरोमेट्री और

iv) **आशुतोष सिंह (पीएचडी अध्येता, आरआरआई)** और शिव प्रद्युम्न (पूर्व विशाखापत्तनम इस्पात संयंत्र के छात्र, आरआरआई, अब इटली में पीएचडी) के साथ सहयोग से फोटोनिक प्रणालियों में उलझाव अचानक अवसान के हेरफेर।

सिन्हा के प्रयोग, जो कि उसकी सैद्धांतिक जांच के साथ अनुकूल हैं, पिछले वर्ष के दौरान काफी प्रगति की है। गैर-पारंपरिक रास्तों की जांच पर उसके प्रयोग के टेबल टॉप संस्करण के लिए, सिन्हा वर्तमान में, देबद्रत घोष (परियोजना सहायक, आरआरआई), **सूर्य नारायण साहू (पीएचडी अध्येता, आरआरआई)** एवं नंदिनी एसजी (वीएसपी छात्र, आरआरआई) के सहयोग से, सुसंगत समाविष्ट से एक ट्यून करने योग्य टीआई-सफायर लेजर प्रणाली का उपयोग कर रहे है। लाल डोमेन के दायरे में इस प्रकार के प्रयोग, जिन्हें सटीक प्रयोग कहा जाता है, के बुनियादी क्षेत्र में आते हैं और ये प्रयोग निष्पादन हेतु शायद सबसे मुश्किल वर्ग के प्रयोग है क्योंकि त्रुटि नियंत्रण अत्यंत महत्व के है, यह निश्चितता सुनिश्चित करने के लिए कि मापी जाने वाली मात्रा शायद एक निश्चित क्रम के लिए वास्तव में यथार्थ हैं। **चित्र** 2 में प्रयोगात्मक सेट-अप का पता चलता है। ऊपरोक्त प्रयोग का एक माइक्रोवेव संस्करण भी गौरीबिदनूर क्षेत्र स्टेशन पर स्थापित किया गया है और आरआरआई, के रेडियो खगोल विज्ञान समूह के साथ सहयोग शामिल है विशेष रूप से इलेक्ट्रॉनिक्स इंजीनियरिग समूह (ईईजी) के **आर सोमशेखर** का। सेटअप, सींग एंटेना, स्पेक्ट्रम विश्लेषक और गृह-निर्मित स्लॉट और स्लॉट स्टैंड का उपयोग करता है। प्रयोग के वर्तमान संस्करण पर [**चित्र** 3] शोर और त्रुटि विश्लेषण के कई चरणों के बाद पहुंच कर दिया गया है और रंगराज अपराजितन (पूर्व विशाखापत्तनम इस्पात संयंत्र के छात्र, आरआरआई) **सूर्य नारायण साहू**, यू पृथ्वीराज (परियोजना सहायक, आरआरआई) और **आर सोमशेखर** के सहयोग से आयोजित किया जा रहा है।

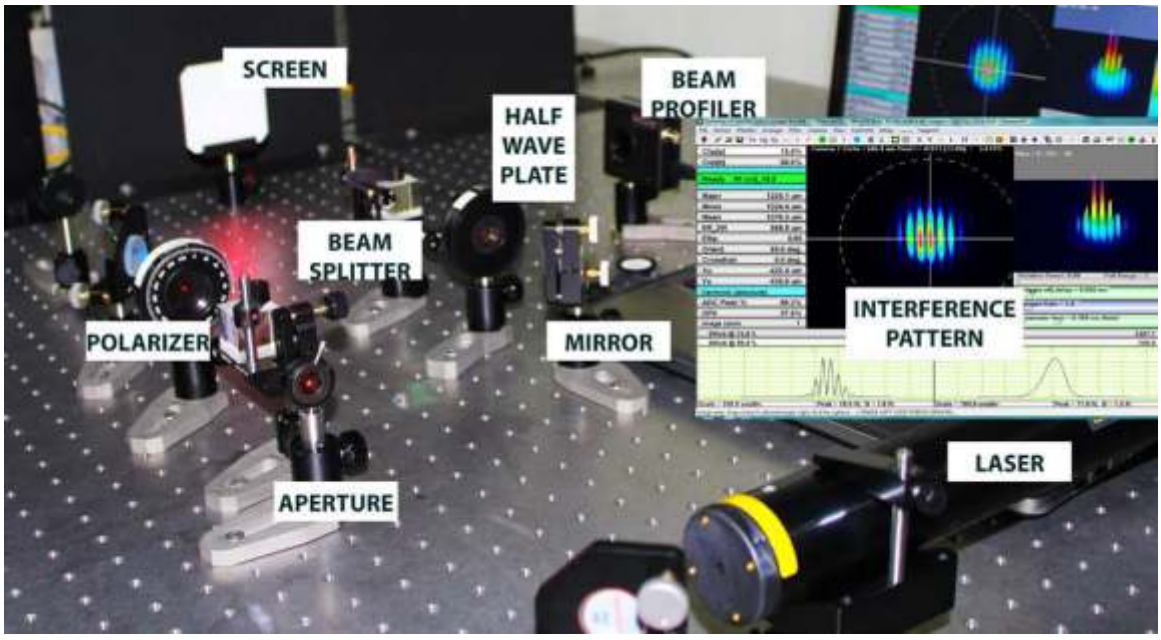


चित्र 2: प्रमात्रा हस्तक्षेप प्रयोगों में गैर-पारंपरिक रास्तों का पता लगाने के लिए प्रयोग।



चित्र 3: गैर पारंपरिक रास्तों का पता लगाने के लिए प्रयोग माइक्रोवेव संस्करण।

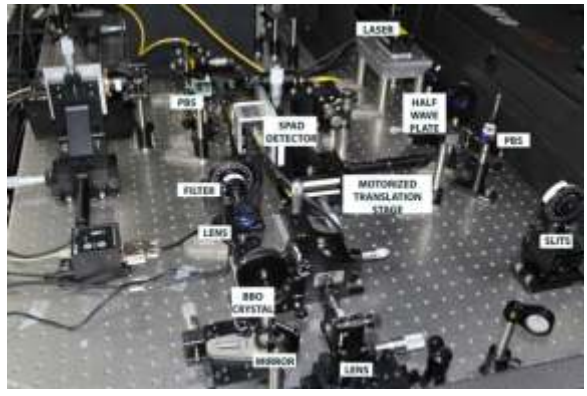
कमजोर परस्पर प्रभाव और कमजोर माप के अनुसंधान के विषय में, **सिन्हा** के प्रयोग में मैक जेहंदर इंटरफेरोमीटर का इस्तेमाल शामिल है। **चित्र** 4 में नीचे एक मापित हस्तक्षेप पैटर्न के साथ प्रयोगात्मक सेट अप की तस्वीर है। परंपरागत रूप से, कमजोर माप प्रमात्रा प्रणाली की अवस्थाओं के कमजोर युग्मन द्वारा सूचक अवस्थाओं के लिए किया जाता है और फिर एक मजबूत मापन (पोस्ट-चयन) द्वारा एक कमजोर मूल्य प्राप्त करने के द्वारा किया जाता है। इस काम में, सिन्हा और **सूर्य नारायण साहू**, गौरव निराला (परियोजना सहायक, आरआरआई) और अरुण पति द्वारा मैक जेहंदर इंटरफेरोमीटर में दृश्यता मापने के माध्यम से एक ऑपरेटर के कमजोर मूल्य अनुमान करने के लिए एक अलग दृष्टिकोण प्रस्तुत करते हैं। यह पद्धति एक गैर-एकात्मक ऑपरेटर के कमजोर मूल्यों को मापने के लिए विस्तारित की जा सकती है, जो बाद में, गैर हरमिशन ऑपरेटरों के लिए अपेक्षित मूल्यों को प्राप्त करने में मदद कर सकती हैं। यह सामान्यत: एक आदर्श परिणाम हो सकता है क्योंकि प्रयोगशाला में हरमिशन ऑपरेटरों के अपेक्षित मूल्यों को ही मापा जा सकता हैं; सबसे अधिक जाने जाना वाला हरमिशन ऑपरेटर।



चित्र 4: कमजोर माप और मैक जेहंदर इंटरफेरोमीटर के उपयोग द्वारा हरमिशन ऑपरेटरों के अपेक्षित मूल्यों को प्राप्त करना। इनसेट इंटरफेरोमीटर से प्राप्त एक प्रारूपिक हस्तक्षेप पैटर्न को प्रदर्शित करता है।

जबकि 2D प्रमात्रा प्रणालियॉं, क्यूबिट के रूप में जाना जाती है, परंपरागत रूप से प्रमात्रा संगणना प्रयोगों के लिए इस्तेमाल की जाती हैं, **सिन्हा**, **सूर्य नारायण साहू**, देबव्रत घोष (मेरी प्रयोगशाला में परियोजना सहायक) पोलैंड में निकोलस कोपरनिकस विश्वविद्यालय की पीओतर कोलेंदर्श्की और प्रमात्रा कम्प्यूटिंग संस्थान, वाटरलू, कनाडा के थॉमस जैनवैन, उच्च आयामी प्रमात्रा प्रणालियों, जिन्हें क्यूडिट कहा जाता है, विशेष रूप से प्रमात्रा सूचना प्रोटोकॉल और प्रमात्रा यांत्रिकी के बुनियादी परीक्षण के लिए रुचि के विषयों के रूप में अधिकतम उलझ क्यूडिटस की अवधारणा को खोज रहे हैं। अनुप्रस्थ स्थानिक सहसंबंध, सहज पैरामीट्रिक निम्न परिवर्तित फोटॉनों से प्राप्त सरल तरीकों में से है जो आसानी से रेखाछिद्र आधारित इंटरफेरोमेट्रिक सिस्टम का उपयोग कर लागू किया जा सकता है।

हाल ही में, यह दिखाया गया था कि घटना पंप का कोणीय स्पेक्ट्रम, एसपीडीसी प्रक्रिया में संकेत-आदर्श द्वि-फोटान जोड़ी को हस्तांतरित किया जा सकता है। इस पर दोहन करते हुए, समूह ने पंप बनाकर स्वतंत्रता के स्थानिक डिग्री में क्युटरिट-क्युटरिट सहसंबंध दोहन करने के लिए एक ट्रिपल रेखाछिद्र प्रोफाइल का प्रयास किया है। उन्होंने अध्ययन किया है कि कैसे एक आदर्श प्रोफ़ाइल के साथ सहसंबद्ध और विभिन्न प्रयोगात्मक रूप से व्यवहार्य मापदंडों के लिए क्युटरिट-क्युटरिट सहसंबंध स्थापित किए गए है। स्थानिक उलझ फोटॉन क्युटरिट द्वारा पैदा करने के इस सिद्धांत को आसानी से व्यापक अनुप्रयोग मिल सकते है, विशेष रूप से प्रमात्रा कम्प्यूटिंग में, इसे आयामी अंतरिक्ष के लिए विस्तारित किया गया है।



चित्र 5: स्वत: स्फूर्त पैरामीट्रिक निम्न रूपांतरण -ोत टाइप-II में क्युटरिट के बीच स्थानिक सहसंबंध मापना।

वर्ष 2015-16 के दौरान **सौरभ दत्ता** का अनुसंधान, शीतलन और फॉस के क्षेत्रों में अतिठंडे परमाणुओं, आयनों और अणुओं के फॉस रखने, अतिशीतलित समनाभिकीय एवं विषम नाभिकीय अणुओं का फोटो-एसोसिएशन, परमाणुओं, आयनों और अणुओं के ऑप्टिकल हेरफेर, परस्पर-प्रभावों की गुहा आधारित जांच से संबंधित है। वर्ष के दौरान चलाई जाने वाली अनुसंधान परियोजनाएँ कुछ इस प्रकार हैं:

i. **एक अंधेरी एमओटी में निर्वात रबी बंटवारा (वीआरएस) मापः निरंजन माइनेनी (पीएचडी अध्येता, आरआरआई) और एसए रंगवाला (आरआरआई)** के साथ सहयोग से, दत्ता ने एक अंधेरे स्थान 85Rb एमओटी लागू किया गया है जिसमें सबसे अधिक (~ 99%) के रूप में 85Rb परमाणु, जमीन 5s (F = 2) अवस्था में हैं एक उज्ज्वल एमओटी विरोध में जहां परमाणुओं का एक बड़ा अंश (~ 25%) उत्साहित 5p अवस्था में है। जब इन अतिशीतलित परमाणुओं को एक फेब्री पेरोट गुहा की विधा मात्रा के भीतर रखा जाता है, परमाणुओं और गुहा के बीच सामूहिक मजबूत युग्मन निर्वात रबी बंटवारे (वीआरएस) की तरफ ले जाता है। अंधेरे में एमओटी के कार्यान्वयन ने एक ऑन-अक्ष कमजोर जांच किरण का उपयोग कर वीआरएस के निरंतर मापन करने की संभावनाओं को खोल दिया है। सभी पिछले वीआरएस मापनों में, शीतलन/फॉस लेज़रों को बंद करना पड़ता था, परिणामस्वरूप फॉस से परमाणुओं की हानि होती थी, जिसके कारण बाद के प्रत्येक मापन के लिए एक नया नमूना लोड करना पड़ता था। अंधेरी एमओटी डेटा बनाने में काफी तेजी लाने हेतु फॉस परमाणुओं के ही नमूने पर सतत और दोहराया वीआरएस माप की अनुमति देता है। समूह ने गुहा मोड हेतु मिलकर परमाणुओं की संख्या निर्धारित करने के लिए वीआरएस आधारित एक तकनीक (F = 2 → F' = 3 रूपांतरण के आसपास) का प्रदर्शन किया है। यह एक अंधेरी एमओटी के लिए विशेष रूप से महत्वपूर्ण है, क्योंकि एमओटी प्रतिदीप्ति (आम तौर पर परमाणु नंबर निर्धारण में प्रयोग किया जाता है) विश्वसनीय माप के लिए बहुत कम होती है। यह भी पर एक अध्ययन के लिए अनुमति है कि कैसे वीआरएस उच्च आदेश गुहा मोड (TEM10, TEM20 और TEM30 मोड) के लिए और फांस परमाणु बादल का घनत्व प्रोफ़ाइल प्राप्त करने के लिए बदल जाता है।

ii. **प्रकाशीय द्वि-स्थिरता और सभी प्रकाशीय स्विचिंगः** अलग-अलग जांच प्रकाश तीव्रता के साथ किया गया वीआरएस माप पर करीब से देखने पर पता चला है कि वीआरएस जांच तीव्रता में वृद्धि के साथ कम हो जाती है। माप से वैक्यूम रबी चोटियों की लाइन आकार में एक विषमता का भी पता चला है - प्रकाशीय द्वि-स्थिरता का एक संभावित हस्ताक्षर। जब जांच लेजर को F = 2 → F' = 3 संक्रमण के लिए बंद कर दिया जाता है, और इसकी शक्ति को स्कैन किया जाता है गुहा संचरण बहु स्थिर व्यवहार प्रदर्शित करता है और इनपुट आउटपुट वक्र में एक अच्छी तरह से विकसित हिस्टैरिसीस देखा गया था। हिस्टैरिसीस का आकार F = 3 → F'= 3 संक्रमण के पास एक अन्य लेजर के मिलान द्वारा नियंत्रित किया जा सकता है। **दत्ता** और **रंगवाला** ने यह भी देखा है कि वैक्यूम रबी चोटियॉ गायब हो जाती हैं जब एक अनुप्रस्थ दिशा से ~10 μW का प्रकाश (हल्का लाल F = 3 → F'= 3 संक्रमण से गैरमिलान) परमाणुओं पर गिरता है। व्यवहार Λ-प्रकार ऊर्जा स्तर की योजना F = 2 ↔ F'= 3 और F = 3 ↔ F' = 3 संक्रमण द्वारा गठित परमाणु गतिशीलता से निकलता है। यह घटना सभी ऑप्टिकल स्विचों को तेजी से प्रदर्शित करने के लिए प्रयोग की जाती है जो सूक्ष्म वाट शक्तियों के साथ संचालित किया जा सकता है।

iii. **परमाणु-गुहा सामूहिक मजबूत युग्मन द्वारा आयनों की गैर विनाशकारिता का पता लगानाः** जैसा कि ऊपर वर्णित है, अंधेरी एमओटी के

कार्यान्वयन ने, एक युग्मित परमाणु-गुहा प्रणाली में वीआरएस के निरंतर माप की अनुमति दी है। **दत्ता** और **रंगवाला** ने प्रणाली में फांस किए गए $^{85}Rb^{+}$ आयनों को जोड़ने के द्वारा इस प्रणाली को एक अलग प्रयोगात्मक स्तर पर पहुँचाया है। फांस किए गए आयन अंधेरी एमओटी में अति शीतलित परमाणुओं के साथ परस्पर प्रभाव डालते हैं। समूह ने तब अति शीतलित ^{85}Rb एमओटी परमाणुओं और गैर-प्रतिदीप्त ^{85}Rb + आयनों के बीच परस्पर प्रभाव को मापने के लिए ऑप्टिकल गुहा की एक विधा के लिए परमाणुओं के सामूहिक मजबूत युग्मन में परिवर्तन का इस्तेमाल किया। परमाणु ^{85}Rb की संक्रमण आवृत्ति को गुहा के साथ $5s\ ^2S_{1/2}\ (F = 2) \rightarrow 5p\ ^2P_{3/2}\ (F' = 3)$ गैर-चक्रिक चालन से मिलान करने पर, वे वैक्यूम रबी बंटवारा (वीआरएस) दो मामलों में मापते है : ^{85}Rb अकेले के साथ या दोनों ^{85}Rb + आयनों के साथ और ^{85}Rb परमाणुओं द्वारा गुहा मोड को ओवरलैपिंग करने के साथ। दोनो मामलों में वीआरएस अलग-अलग है और आयन परमाणु टकराव के गैर विनाशकारी माप तेजी से प्रदान करता है। यह अपनी तरह का पहला मापन है। उन्होंने एक दर समीकरण मॉडल भी विकसित किया है जो आयन परमाणु परस्पर प्रभाव के कारण परमाणु हानि से उद्भव वीआरएस में परिवर्तन का वर्णन करता है। प्रयोग और मॉडल एक साथ फांस ^{85}Rb + आयनों की संख्या के निर्धारण के लिए अनुमति देते हैं। ऊपरोक्त तकनीक के विस्तार से, अणुओं और आणविक आयनों की गैर विनाशकारिता का पता लगाने, एक आयन फांस में आयनों की नियतात्मक लोडिंग और परमाणु क्षेत्र परस्पर प्रभाव के माप सहित, अनेक प्रकार के प्रयोगों हेतु उपयोगी होने की उम्मीद है।

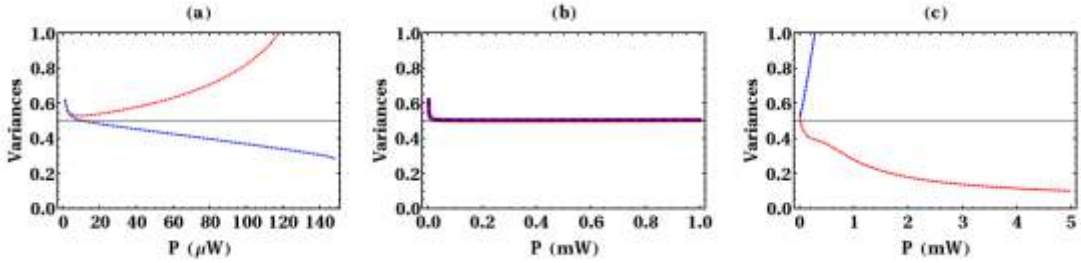
iv. **लिथियम रुबिडीयम** LiRb **का दो फोटोन फोटो-एसोसिएशन** : दत्ता ने प्रयोगात्मक पड़्यू विश्वविद्यालय में LiRb अणुओं के दो फोटोन फोटो- एसोसिएशन का प्रदर्शन किया था। पड़्यू विश्वविद्यालय के जेसस पेरेज-रियोस, योंग पी चेन और क्रिस ग्रीन के साथ सहयोग में काम करते हुए, दत्ता ने इन दो फोटोन फोटो-एसोसिएशन स्पेक्ट्रा में दिलचस्प सुविधाओं को देखा है जिनकी वो व्याख्या करने की कोशिश कर रहे हैं। वे यह भी जांच कर रहे हैं कि क्या इस उत्तेजित रमन समोष्ण गमन (STIRAP) द्वारा अति शीतलित LiRb अणुओं का उत्पादन भी हो सकता है।

एम अनिल कुमार के मौजूदा पेशेवर अनुसंधान क्षेत्रों में प्रमात्रा प्रकाशिकी, ऑप्टो यांत्रिकी और प्रमात्रा यांत्रिकी की नींव शामिल हैं।

कुमार द्वारा बीते वर्षों में, यू सत्या सैनध (ग्रिफिथ यूनिवर्सिटी, ब्रिस्बेन, ऑस्ट्रेलिया) के साथ सहयोग में, एक ऑप्टो यांत्रिकी प्रणाली पर विचार किया गया है और सैद्धांतिक रूप से जांच की कि कैसे एक पारंपरिक रैखिक ऑप्टो यांत्रिकी (एलओसी) के साथ एक छोटे से अवशिष्ट द्विघात ऑप्टो यांत्रिकी युग्मन (क्यूओसी) की उपस्थिति सिस्टम की अन्य संपत्तियों की बहुलता को प्रभावित करती है जैसे- यांत्रिक वर्ग फैलान, प्रमात्रा गैर विध्वंस (qnd) मापन, गुहा और यांत्रिक मोड के बीच उलझाव, सामान्य मोड बंटवारा, ऑप्टो यांत्रिकी शीतलन और बल, विस्थापन, द्रव्यमान और जड़ता हेतु इस प्रणाली की ऑप्टो यांत्रिकी संवेदनशीलता। [**एक ऑप्टो यांत्रिकी प्रणाली में ऑप्टिकल फैलान पर रेखीय और द्विघात फैलान युग्मन का प्रभाव**, यू सत्या सैनध और एम अनिल कुमार, भौतिकी समीक्षा A 92, 033824 (2015)]

दोनों नियंत्रण रेखा और क्यूओसी इसे प्रभावित कर सकते हैं - गुरुत्वाकर्षण तरंग डिटेक्टरों के क्षेत्र में यांत्रिक वर्ग फैलान के महत्व को देखते हुए यह जवाब देना बहुत महत्वपूर्ण हो गया है कि ये युग्मन - एलओसी एवं क्यूओसी दोनों इसको कितना प्रभावित कर सकती है। ये लेखक ऑप्टो यांत्रिकी प्रणाली के लिए हैमिल्टोनियन का निर्माण करते है, जहां गुहा के अंदर ऑप्टिकल क्षेत्र, रैखिक और द्विघात विस्थापन दोनों के माध्यम से दोलक के साथ युग्मन करता है,

और वहाँ प्रणाली में एक ऑप्टो यांत्रिकी युग्मन एलओसी (g_1) एवं अवशिष्ट क्यूओसी (g_2) मौजूद हो जाते है। इस हैमिल्टोनियन के प्रयोग से, वे गति के एक समीकरण का निर्माण करते हैं तथा उसके बाद, गुहा में फोटॉनों की औसत संख्या की अभिव्यक्ति पर पहुंचने के लिए स्थिर अवस्थाओं की शर्तों के तहत गति के समीकरण का समाधान करते हैं। इसके अलावा वे छोटे उतार चढ़ाव के समीकरणों का निर्माण करते हैं, जिसके द्वारा कोई प्रणाली की स्थिरता का पता लगा सकता है और साथ ही साथ एक यांत्रिक दोलक के वर्ग विचरण के लिए स्थान (Δx^2) और संवेग (Δp^2) हेतु अभिव्यंजना परिणाम निकाल सकते हैं। यदि $\Delta x^2 = \Delta p^2 = 0.5$, है तो प्रणाली को एक मानक प्रमात्रा सीमा (एसक्यूएल) में होना माना जाता है। जब दोनों $\Delta x^2 < 0.5$ or $\Delta p^2 < 0.5$, एसक्यूएल पीटा होना माना जाता है और तदनुसार वर्ग फैलान निकाला जा सकता है।



चित्र 1. पंप शक्ति (पी) के प्रकार्य के रूप में आलेखित स्थान (Δx^2) और संवेग (Δp^2) में परिवर्तन । 0.5 पर काली ठोस रेखा एसक्यूएल को दर्शाती है। प्रणाली मानक गैर मिलान $\Delta = \omega_m$, थर्मल स्नान तापमान T=1mk और QOC ($\frac{g_2}{g_1}$) मूल्य क्रमश: $(a) -10^{-2}$, (b) 0 एवं $(c) 10^{-2}$ के साथ $g_1 = 1351.38$ Hz.तय एलओसी ।

उपरोक्त चित्र 1 में लाल और नीले रंग के वक्र स्थान (Δx^2) और संवेग (Δp^2) में परिवर्तन की इनपुट शक्ति (पी) के एक प्रकार्य के रूप में आलेखित, विभिन्न क्यूओसी के लिए प्रतिनिधित्व करते हैं। काली ठोस रेखा एसक्यूएल और एक वर्ग फैलान में विचरण के मूल्य को दर्शाती है, इस रेखा के नीचे इसी से संबधित वर्ग के फैलान का प्रतिनिधित्व करता है। चित्र 1 (ख) से स्पष्ट है कि हम ऐसे वर्गों का पता लगाते है जो अकेले एलओसी के साथ एसक्यूएल तक पहुँच सकते हैं जबकि दबाव केवल चित्र 1 (क) और (ग) के मामले में देखा जाता है। अत: प्रणाली में दबाव अवशिष्ट क्यूओसी के शामिल किए जाने के साथ उत्पन्न होने के रूप में प्रभावित करता है जिसके परिणामस्वरूप एक यांत्रिक दोलक आवृत्ति परिवर्तन में ω_m से प्रभावी ω_m के साथ उत्पन्न होने के रूप में सोचा जा सकता है जो वर्ग को प्रभावित करता हैं। चित्र 1 (क) में क्यूओसी नकारात्मक रूप में चुना गई थी, संवेग वर्ग में दबाव अवस्थाओं का निर्माण किया। जबकि चित्र 1 (ग) में क्यूओसी सकारात्मक चुना गया था और संशोधित यांत्रिक दोलक आवृत्ति अब स्थान वर्ग दबाव के परिणामत: होग। फैलान 3 DB सीमा (> 50% एसक्यूएल के नीचे) 1.3 मेगावाट से परे सुधार किया जा सकता है, और आगे फैलान इनपुट शक्ति को बढ़ाने के द्वारा प्राप्त किया जा सकता है।

संजुक्ता रॉय के पिछले साल के दौरान अनुसंधान के प्रयासों में शामिल है :

(i) अतिशीतलित राइड्बर्ग/ Rydberg परमाणुओं के साथ प्रमात्रा उलझन और

(ii) अव्यवस्थित विभव में प्रमात्रा गैसों के एंडरसन स्थानीयकरण।

i. प्रमात्रा उलझन, प्रमात्रा यांत्रिकी में एक महत्वपूर्ण घटना है, जिसमें दो या दो से अधिक कण उत्पन्न किए जाते हैं या इस तरह परस्पर प्रभावित किए जाते है कि उनकी प्रमात्रा अवस्थाएँ सहसंबद्ध होती हैं और स्वतंत्र रूप से वर्णित नहीं की जा सकती है, भले ही व्यक्तिगत कण स्थानिक रूप से अलग किए जा सकते है। उलझ अवस्थाओं द्वारा

प्रदर्शित सहसंबंध कोई पारंपरिक अनुरूप नहीं है। प्रमात्रा उलझन उभरती हुई प्रौद्योगिकियों में महत्वपूर्ण अनुप्रयोग है जैसे प्रमात्रा सूचना संसाधन, प्रमात्रा क्रिप्टोग्राफी और टेलीपोर्टेशन आदि।

अति ठंडे राइड्बर्ग/Rydberg परमाणुओं का नियंत्रण और हेराफेरी प्रमात्रा सूचना संसाधन के लिए एक आशाजनक अवसर प्रदान करते हैं। राइड्बर्ग अवस्थाएँ आयनीकरण की सीमा के पास एक बड़े प्रिंसिपल प्रमात्रा संख्या n के साथ अत्यधिक उत्साहित परमाणु अवस्थाएँ हैं। राइड्बर्ग अवस्थाओं में परमाणु इस तरह के बड़े द्विध्रुवीय क्षणों के रूप में दिलचस्प विशेष सुविधाओं को दिखाते हैं। उदाहरण के लिए, राइड्बर्ग की एक अवस्था जिसमें प्रमुख प्रमात्रा संख्या n~50 है उसमें द्विध्रुवीय पल पानी के अणु की अवस्था से कुछ हजार गुना अधिक है। यह राइड्बर्ग परमाणुओं को अत्यधिक रूप में स्थिर ध्रुवीयता स्केलिंग n^7 के साथ ध्रुवीत करता है और इसलिए इसे प्रत्यक्ष या परवर्ती बिजली क्षेत्र के प्रति बहुत संवेदनशील बनाता है। इस प्रकार का एक बड़ द्विध्रुवीय पल, राइड्बर्ग परमाणुओं और द्विध्रुवीय-द्विध्रुवीय युग्मन के बीच बड़े परस्पर प्रभाव को जन्म देता है जो $1/R^3$ पैमानित करती है जहां आर अंतर-परमाणु दूरी है। दो राइड्बर्ग परमाणुओं के बीच परस्पर प्रभाव ऊर्जा प्रिंसिपल प्रमात्रा संख्या एन पर एक मजबूत निर्भरता का प्रदर्शन करती है और एक विधयुत क्षेत्र या अंतर-परमाणु दूरी परिवर्तन द्वारा वान डर वाल्स परिसर की $1/R^3$ परिसर से मिलान कर सकती है। अति ठंडे राइड्बर्ग परमाणुओं के बीच राइड्बर्ग परस्पर प्रभाव उलझ अवस्थाओं को उत्पन्न कर सकती है और सक्षम एवं तेजी से प्रमात्रा गेटों की प्राप्ति के माध्यम से प्रमात्रा सूचना संसाधन के लिए नेतृत्व कर सकती हैं।

दो एकल राइड्बर्ग परमाणुओं के साथ प्रमात्रा उलझन और एक प्रमात्रा गेट की प्राप्ति की उत्पति अन्यत्र हासिल किया गया है। हालांकि, प्रमात्रा सूचना संसाधन की मापनीयता के प्रयोजन के लिए, परमाणुओं की एक बड़ी संख्या के साथ मेसोस्कोपिक उलझाव का एहसास वांछनीय है। इस प्रयोग का उद्देश्य राइड्बर्ग नाकाबंदी का उपयोग कर मेसोस्कोपिक उलझाव पैदा करना है। प्रस्ताव एक ही परमाणु नियंत्रण के साथ अति ठंडे परमाणुओं की एक टुकड़ी में मेसोस्कोपिक उलझाव पैदा करना है। उलझाव एक विधयुत चुम्बकनीय प्रेरित पारदर्शिता (ईआईटी) की मात्रा हस्तक्षेप घटना के साथ लंबी दूरी की राइड्बर्ग परस्पर प्रभाव के संयोजन द्वारा एक माइक्रो-सेकंड से कम समय पैमाने के भीतर उच्च निष्ठा के साथ लागू किया जा सकता है। यह अलग-अलग परमाणुओं को संबोधित करने के समाधान की जरूरत को समाप्त करेगा और इसलिए एक तेज मेसोस्कोपिक प्रमात्रा गेट की प्राप्ति के लिए सक्षम होगा। इस दिशा में एक स्थिर चुंबक ऑप्टिकल जाल प्रयोग महसूस किया गया है जिसमें एकल परमाणु फांस के लिए एक ठंडे परमाणु जलाशय के रूप में कार्य करेगा। एक परमाणु फांस करने के लिए एक सूक्ष्म द्विध्रुवीय फांस की प्राप्ति के लिए लेजर बीम का संरेखण प्रगति पर है। इस परियोजना में रॉय के सहयोगियों में हेमा रामचंद्रन (आरआरआई), रेशमा रवि (वीएसपी छात्र, आरआरआई) और माणिकन्ड़न कोननपन (वीएसपी छात्र, आरआरआई) शामिल थे।

ii. **अव्यवस्थित क्षमता में अति ठंडे परमाणुओं के साथ 3 डी एंडरसन स्थानीयकरण का अध्ययन –** [3D **एंडरसन स्थानीयकरण के लिए गतिशीलता बढ़त का मापन, जी सेंमगीनी, एम लांदिनी, पी कास्टिल्लो, एस रॉय, ए ट्राइन्वाल्डर, जी स्पग्नोल्ली, एम फटटोरी, एम इंगुस्किओ और जी मदुगनों, भौतिकी प्रकृति** 11, 554 (2015)।

(**प्रकृति भौतिकी में प्रकाश डाला गया है : समाचार और विचार**)]

रॉय ने इस परियोजना में जी. सिमेगिनी (एलईएनएस और डिपार्टमेंटो डी फि जिका ई एस्ट्रोनॉमिया, यूनिवर्साइट डी फि रेंज, और सीएनआर-आईएनओ, सेस्टो फि योरेंटिनो, इटली), एम लंदिनी (एलईएनएस और डिपार्टमेंटो डी फि जिका ई एस्ट्रोनॉमिया, यूनिवर्साइट डी फि रेंज, और सीएनआर-आईएनओ, सेस्टो फि योरेंटिनो, इटली), पी केस्टिल्हो (एलईएनएस और डिपार्टमेंटो डी फि जिका ई एस्ट्रोनॉमिया, यूनिवर्साइट डी फि रेंज, और सीएनआर-आईएनओ, सेस्टो फि योरेंटिनो, इटली), ए ट्रेन्कवाल्डर (एलईएनएस और डिपार्टमेंटो डी फि जिका ई एस्ट्रोनॉमिया, यूनिवर्साइट डी फि रेंज, और सीएनआर-आईएनओ, सेस्टो फि योरेंटिनो, इटली), जी स्पेगनोली (एलईएनएस और डिपार्टमेंटो डी फि जिका ई एस्ट्रोनॉमिया, यूनिवर्साइट डी फि रेंज, और सीएनआर-आईएनओ, सेस्टो फि योरेंटिनो, इटली), एम फेट्टोरी (एलईएनएस और डिपार्टमेंटो डी फि जिका ई एस्ट्रोनॉमिया, यूनिवर्साइट डी फि रेंज, और सीएनआर-आईएनओ, सेस्टो फि योरेंटिनो, इटली), एम इंगूस्कियो (एलईएनएस और डिपार्टमेंटो डी फि जिका ई एस्ट्रोनॉमिया, यूनिवर्साइट डी फि रेंज, और आईएनआरआईएम, टोरिनो, इटली), और जी. मोदुग्नो (एलईएनएस और डिपार्टमेंटो डी फि जिका ई एस्ट्रोनॉमिया, यूनिवर्साइट डी फि रेंज, और सीएनआर-आईएनओ, सेस्टो फि योरेंटिनो, इटली), से सहयोग प्राप्त किया।

मृदु संघनित पदार्थ

सिंहावलोकन:

हाल के वर्षों में, मृदु संघनित पदार्थ भौतिकी अथवा 'मृदु' भौतिकी संघनित पदार्थ भौतिकी के व्यापक क्षेत्र के अंतर्गत अपने स्वयं के विलक्षण गुणों के कारण अनुसंधान का एक क्षेत्र बनकर उभरी है। मृदु पदार्थ, कमजोर अंतर-मैक्रोआण्विक बलों द्वारा बंधे अणुओं से बने होते हैं, को जटिल संरचनाओं एवं अवस्था व्यवहार के द्वारा वर्गीकृत किया गया है। कलिलीय प्रलंबन एवं पायस जैसे कि दूध और पेंट, पॉलिमेरिक एवं जैविकीय पदार्थ, फॅम और तरल स्फटिक ऐसे ही कुछ सामान्य उदाहरण हैं। मैक्रोअणुओं का आकार जो इन पदार्थों को बनाते हैं आमतौर पर कुछ नैनोमीटर और कुछ माइक्रोमीटर के आकार के होते हैं। परमाण्विक प्रणालियों के विपरीत जिनका शिथिलन समय पीकोसेकण्ड तक होता है, मृदु पदार्थ 10^{-8} और 10^{3} सेकण्ड के समय पैमाने में सामान्यतया शिथिल रहते हैं, जो कि अधिक-समय तक रहने वाली मेटास्टेबल अवस्थाओं को बढ़ावा देती है। इन पदार्थों की संरचना व गतिकी का इसीलिए आसानी से अपेक्षाकृत साधारण प्रयोगालयी तकनीकों का उपयोग करते हुए अध्ययन किया जा सकता है। प्रत्यास्थ नियतांकों जो पारंपरिक परमाण्विक ठोसों की तुलना में कई दशक नीचे होते हैं द्वारा वर्गीकृत मृदु पदार्थ श्यानप्रत्यास्थ (विस्कोइलास्टिक) होते हैं और इन्हें कई प्रकार के गैर-साम्य घटनाओं के अध्ययन में उपयोग किया जा सकता है। इनके गुणधर्मों का निर्धारण न केवल बाह्य बलों के प्रति इनकी प्रतिक्रियाओं बल्कि ऊष्मीय परिवर्तनों के द्वारा भी किया जाता है। जितनी सरलता से अंतर-घटक अभिक्रियाओं को मृदु पदार्थों में बदला जा सकता है, उसी से वह यह सुनिश्चित करता है कि उनसे नए रूचिकर व उपयोगी गुणधर्मों वाले नए पदार्थों को भी बनाया जा सकता है। उनकी संरचनात्मक जटिलता और यांत्रिकीय लचीलापन मृदु पदार्थों को कई अनुप्रयोगों के साथ-साथ सांख्यिकीय भौतिकी व संघनित पदार्थ सिद्धांतों की अवधारणाओं के दृष्टिकोण से परीक्षण के लिए आदर्श बनाता है।

आरआरआई का मृदु संघनित पदार्थ समूह तरल स्फटिकों के कलिलीय, बहुलक, नैनोसम्मिश्र, एम्फीफिलिक प्रणालियों, संश्लेषण, वर्गीकरण एवं भौतिक अध्ययन के अलावा जैविकीय भौतिकी जैसे नए रोचक क्षेत्रों में अध्ययनरत है।

वर्तमान अनुसंधान अभिरूचियाँ:

तरल स्फटिक, नैनो–सम्मिश्र और पॉलिइलेक्ट्रोलाइट्स

आरआरआई में मृदु पदार्थों जिन्हें आसानी से बाह्य दाब, ऊष्मीय परिवर्तनों, इलेक्ट्रिक व चुम्बकीय क्षेत्रों द्वारा विरूप्य किये जा सकते हैं, की संरचना गुणधर्म संबंधों को समझने के लिए प्रायोगिक एवं सैद्धांतिक अध्ययन किया जाता है। इन मृदु पदार्थों बीच, थर्मोट्रोपिक तरल स्फटिक जिनमें अधिक एनिस्ट्रोपिक ऑर्गेनिक अणु होते हैं, नैनो-सम्मिश्र पदार्थ, बहुलक और जैवपदार्थ जैसे जैवअणु और कोशिकाओं का अध्ययन विविध प्रायोगिक तकनीकों का उपयोग करते हुए किया गया। इन प्रणालियों में उपस्थित विविध अवरोधों और स्वतंत्रता की भिन्न कोटियों के मध्य अन्योन्यक्रिया प्रायः सुदृढ़ और जटिल व्यवहार को बढ़ावा देती है जिसे संभाव्य प्रौद्योगिकीय अनुप्रयोग के लिए उपयोग किया जा सकता है। ऐसे कार्यों के उदाहरण हैं हाल का बेंट कोर हॉकी स्टिक आकारीय अणुओं द्वारा प्रदर्शित श्यूडो-पोलर टिल्टेड स्मेक्टिक अवस्था का अध्ययन, थियोफीन-आधारित स्पेसर मेसोजेन्स में मोनोलेयर से इंटरडिजीटेटेड आंशिक बाइलेयर स्मेक्टिक C रूपांतरण और प्राकृतिक रूप से उँगने वाले सर्कुमिन - एक पादप जिसमें चिकित्सीय गुणधर्म है और इस प्रकार जैविकीय महत्व का स्वीकारा गया है, से अनूठे आइसोक्साज़ोल-आधारित बनाना लिक्विड क्रिस्टल का संश्लेषण और वर्गीकरण ।

मृदु संघनित पदार्थ समूह का रासायनिक स्कंध अनूठे तरल स्फ टिकीय पदार्थों जो उल्लेखनीय इलेक्ट्रॉनिक व प्रकाशइलेक्ट्रॉनिक गुणधर्म प्रदर्शित करते हैं, की अभिरचना, संश्लेषण व वर्गीकरण पर कार्य करता है। कई मोनोमेरिक, ओलिगोमेरिक, पॉलिमेरिक और आयनिक तरल स्फटिकीय पदार्थों का संश्लेषण इस समूह ने किया है। माइक्रोवेव हीटिंग का उपयोग करते हुए तरल स्फ टिकीय पदार्थों का भी संश्लेषण इस दृष्टिकोण से किया गया कि तीव्र और पर्यावरणके अनुकूल कृत्रिम/संश्लेषित रास्तों को खोजा जा सके। 2015-2016 की अवधि के दौरान, आयोडीन-मुक्त डिस्कोटिक इलेक्ट्रोलाइट का संश्लेषण, वर्गीकरण किया गया और रंजक-संवेदी सोलर कोशिकाओं में प्रयोग किया गया। कई अन्य पदार्थ, जिनका कि संश्लेषण और अन्वेषण मुख्यतः उनके सोलक कोशिका में अनुप्रयोग के लिए किया गया, वे स्व-समूहित, बल्क हीटरो-जंक्शन अथवा BHJ सोलर कोशिकाओं के लिए डिस्क आकारीय LC पदार्थ थे। नए U-आकारीय एज़ोबेंजीन तरल स्फ टिकों से व्युत्पन्न तरल स्फ टिकों का संश्लेषण व वर्गीकरण उनके फोटोस्विचन गुणधर्म के लिए किया गया। इनके अतिरिक्त, समूह ने UV विकिरणन द्वारा कोलेस्टेरिक प्लेन स्पेसिंग, डायइलेक्ट्रिक रेलेक्शेसन और प्रकाशिक गुणधर्म की उच्च तापमान वाली किरल निमेटिक अवस्था LCs को भी बनाया।

नैनोपदार्थों जैसे धातु-नैनोकण अर्थात सोना, चांदी अथवा तांबा, पदार्थों की क्वांटम डॉट्स जैसे थियोलेटेड ग्रेफीन ऑक्साइड, लुमिनेसेंट CdTe अथवा CdSe और कार्बन नैनोट्यूब का तरल स्फ टिकों के सुपरामॉलेक्यूलर क्रम में समावेशन से कई अनुप्रयोगों के लिए अनूठे पदार्थों को तैयार किया जा सकता है। इसी दृष्टिकोण से, डिस्कोटिक के साथ-साथ निमेटिक अणुओं वाले इन नैनोपदार्थों को बनाने व व्यवहार में लाने तथा उन्हें फेरोइलेक्ट्रिसिटी जैसे गुणधर्मों वाले मोनोमेरिक, ओलिगोमेरिक व पॉलिमेरिक डिस्कोटिक तरल स्फटिकों में विच्छिन्न/विसरित करने के उद्देश्य से एक अनुसंधान कार्यक्रम की शुरूआत की गई है। कॉलुम्नार मेट्रिक्स में ऐसे व्यवहारित नैनोपदार्थों का विसरण विशेष रूप से भौतिक गुणधर्मों जैसे उनकी ऊष्मागतिकी गुणधर्म, प्रत्यास्थ नियतांक, डायइलेक्ट्रिक, चालकता और प्रकाशचालकता को संवर्धित करने वाला पाया गया है जो क्षेत्रों जैसे फ ोटोवोल्टेक में अनुप्रयोगों का पर्याप्त कारण बनता है।

एससीएम समूह की अनुसंधान अभिरूचियों में से एक विद्युत क्षेत्र प्रेरित एकिरल अणुओं से बने तरल

स्फ टिक में किरल सममिति नष्ट करने पर अन्वेषण है। इलेक्ट्रो प्रकाशिक स्विचनीय मैक्रोस्कोपिक किरल डोमेन से बने आदर्श क्षेत्र प्रेरित डार्क मेसोफेस जैसे लेमलार डार्क कोंग्लोमिरेट (DC) अवस्था, की संरचना और गुणधर्मों का अध्ययन विविध तकनीकों जैसे प्रकाशिक माइक्रोस्कोपी, डायइलेक्ट्रिक स्पेक्ट्रोस्कोपी तथा एक्स-किरण विवर्तन का उपयोग करते हुए किया जा रहा है। क्षेत्र आश्रित आकार परिवर्तन, जो कि किरल डोमेनों को पृथक करने पर प्रदर्शित होता है, जो इन मेसोफेसों को धारित करता है, का भी अध्ययन किया जा रहा है ताकि प्रेक्षित इनेंटियोसिलेक्टीविटी को समझा जा सके। 2015-16 की अवधि के दौरान, यह समूह एकिरल अणुओं से बने तरल स्फ टिकों में गठनात्मक किरेलिटी की वर्णनात्मकता का अध्ययन कर रहा है। दो ज्ञात BCLCs – विभिन्न सांद्रताओं में NNMTB एवं PDMBC - का उपयोग करते हुए समूह ने तीन प्रकार के लेमलार मेसोअवस्थाओं के अस्तित्व को दर्शाया: एकल होमोकिरल डोमेन वाली डार्क इनेंटियोमेरिक (DE) अवस्था, विपरीत हैंडेडनेस (मनमाने तरीके) के मैक्रोस्कोपिक होमोकिरल डोमेनों द्वारा वर्गीक्रत डार्क कोंग्लोमिरेट (DC) अवस्था, और तीसरा है अणुओं की पड़ोसी-से-पड़ोसी पैकिंग की न्यूनतम गठनात्मक वाली सपाट परत युक्त एक बायरफ्रिंजेंट लेमलार SmCP अवस्था जिसके कारण भार रहित आण्विक घुमाव होता है। 3 मेसोअवस्थाओं में से डायइलेक्ट्रिक पैरामीटर जैसी उम्मीद थी SmCP अवस्था के लिए अधिकतम रहता है, जबकि DE एवं DC मिश्रण में लगातार घटाव हो, जैसे ही समनुरूप पैकिंग क्षमता बढ़ती है तथा परतों का विखंडन/ विरूपण अधिक गंभीर होने लगता है। यह प्रणाली में प्रेक्षित एकिरल घटकों की संबंधित सांद्रता की कार्यप्रणाली के रूप में होमोकिरेलिटी का प्रगत्यात्मक विकास आण्विक गठनात्मक किरेलिटी के अभिन्न युग्मन की भूमिका को स्पष्टतया प्रदर्शित करती है। यह तकनीक अनुप्रयोगों के लिए मैक्रोस्कोपिक किरेलिटी एवं किरोप्टिकल गुणधर्मों के अनुकूलन को ट्यून करने संबंधी नियंत्रण को भी प्रदान करती है।

इस समूह का एक अन्य अभिरूचि का क्षेत्र है बेंट-कोर तरल स्फ टिकों में पुन:प्रवेशित (रैत्रांत) लेमलार अवस्था की असामान्य घटना को समझना। अवस्था का पुन:प्रवेशन एक ऐसी अवस्था है जहाँ उच्चतर तापमान पर क्रमश: कम व्यवस्थित अवस्था निम्नतर तापमान पर अधिक व्यवस्थित अवस्था के ठीक नीचे पुन: दिखने लगती है। यह BCLC की स्थिति में अत्यधिक दुर्लभ है और वर्तमान में इस तरह के अस्तित्व वाले बहुत ही कम उदाहरण ज्ञात हैं। समूह ने एक अनूठे एकिरल BCLC संयौगिक का संश्लेषण किया जो स्पष्टतया पुन:प्रवेशन लक्षण को दिखाती है जैसा कि उनके प्रारंभिक इलेक्ट्रो-ऑप्टिक एवं डायइलेक्ट्रिक अध्ययन से साक्ष्य मिलते हैं।

आयनिक आर्द्रकों का अवस्था व्यवहार

आयनिक आर्द्रकों के अवस्था व्यवहार पर काउंटेरियन्स और पॉलिइलेक्ट्रोलाइटों के अवशोषण के प्रभाव का अन्वेषण विविध प्रायोगिक तकनीकों का प्रयोग करते हुए किया जा रहा है। इन अध्ययनों का प्रमुख उद्देश्य है ऐसी परिस्थितियों को पाना जिनके अंतर्गत अनूठी सम्पूर्ण आकारिकी और अवस्थाओं को इन प्रणालियों में स्थायी किया जा सके। इन प्रणालियों की सैद्धांतिक मॉडलिंग की भी योजना बना ली गई है। विपरीत आवेशित आर्द्रक बाइलेयर पर पॉलिइलेक्ट्रोलाइटों के अवशोषण पर नमक के प्रभाव का अन्वेषण किया जा चुका है। पॉलिइलेक्ट्रोलाइट लेयर की मोटाई से ऐसा प्रतीत होता है मानो वह नाम की सांद्रता पर निर्भर करती है, वर्तमान में अभी इसके कारणों का अन्वेषण किया जा रहा है। अवशोषण प्रक्रिया पर हाल के प्रयोग, पूर्व के प्रयोगों की तरह एकल आवेशित सतह को देखने की बजाए आवेशित आर्द्रक बाइलेयरों के आवधिक जमघट के अनूठे सेटअप का उपयोग कर रहे हैं जिनका कि क्ष-किरण प्रकीर्णन तकनीकों द्वारा परीक्षण किया जा सके।

DNA–आर्द्रक सम्मिश्रकों की संरचना

DNA-केटियोनिक आर्द्रक सम्मिश्रकों की संरचना का अन्वेषण एक्स-किरण विवर्तन का उपयोग करते हुए किया जा रहा है। अध्ययन का मुख्य उद्देश्य है पैरामीटर जैसे आर्द्रक अणुओं का आकार और इसके काउंटेरियनों की प्रकृति को बदलते हुए इन सम्मिश्रकों की विभिन्न संरचनाओं को स्थिर करना।

झिल्लियों में स्टेरॉलों की रचना

भिन्न-भिन्न स्टेरॉल अणुओं से निहित लिपिड झिल्लियों का अवस्था व्यवहार का अध्ययन झिल्लियों में इन जैविकीय रूप से महत्वपूर्ण अणुओं की रचना को समझने के उद्देश्य से किया जा रहा है। झिल्लियों में इन अणुओं के अभिविन्यास का परीक्षण करने के प्रयोग जारी हैं।

लिपिड झिल्लियों में मोनोन्यूक्लियोटाइडों का गठन

समूह ने लिपिड झिल्लियों में मोनोन्यूक्लियोटाइडों के गठन का अध्ययन किया है यह बताने के लिए कि ये अणु झिल्लियों के पृष्ठ पर सघन धब्बे बनाते हैं, जो कि एक रोचक परिणाम है क्योंकि इस प्रकार की व्यवस्था लम्बी श्रृंखला में उनके पॉलिमराइजेशन की एक शर्त है। इस प्रयोग की कोशिकीय वातावरण में स्वत:-प्रतिक्रियात्मक लम्बी श्रृंखला RNA-जैसे बहुलकों के प्रारूपण के पीछे की भौतिकी को समझने में प्रासंगिकता हो सकती है।

कलिलीय और मिश्रित तरल पदार्थ

गैर-न्यूटोनियन तरल पदार्थोंकी संरचना, गतिकी और रियोलॉजीऔर मिश्रित तरल पदार्थों में प्रौढ़ प्रलंबन, मृदु कांचीय रियोलॉजी, प्रवाह संरचना सहसंबंधन, रियोलॉजिकल चाओस तथा अपरूपीय प्रवाह की अरैखिक गतिकी, अंतरफ लकीय प्रलंबन, कोलाइडल जेल्स का सेडिंटेशन, मिसेलर पैकिंग्स, कोपॉलिमर मिसेलों का उपयोग करते हुए नियंत्रित, लक्षित ड्रग डिलीवरी का ड्रग डिलीवरी के वाहन के रूप में, ग्रेनुलर माध्यम की भौतिकी का प्रायोगिक अन्वेषण किया जा रहा है।

प्रायोगिक यंत्रों जैसे स्थायी एवं गतिक प्रकाश प्रकीर्णन, रियोलॉजी, अल्ट्रासाउंड क्षीणन स्पेक्ट्रोस्कोपी तथा उच्चगति वाला प्रतिचित्रक/प्रतिबिम्बक का उपयोग इन अध्ययनों के लिए गहनता से किया जा रहा है। इन अन्वेषणों में से कई में सांख्यिकीय यांत्रिकी और पदार्थ विज्ञान के क्षेत्र में कार्यरत अभियंताओं और सैद्धांतिक भौतिज्ञों का सहयोग शामिल रहा है।

पिछले वर्ष में किए गए कुछ विशिष्ट प्रयोगों में शामिल हैं: एजिंग लेपोनाइट (सिंथेटिक क्ले) कलिलीय प्रलंबन पर गिरती गेंद प्रयोग, लेपोनाइट के दुर्बल मृदु कलिलीय प्रलंबन की कांचीय रूपांतरण की किनेटिक्स और ऐसे प्रलंबनों में गत्यात्मक हीटरोजिनेटीज़ जबकि उन्हें कांचीय अवस्था में भेजा जाता है। लेपोनाइट के गुणधर्मों के अग्रिम अन्वेषण जांच के कणों की उपस्थिति में पदार्थ के दुर्बल मृदु कलिलीय प्रलंबन में कांचीय रूपांतरण को दिखाते हैं। प्रयोग ने गत्यात्मक प्रकाश प्रकीर्णन तकनीक (DLS) के माध्यम से एक जांच के कण के रूप में एम्बेडेड पॉलिस्टेरीन बीड का प्रयोग करते हुए एजिंग लेपोनाइट प्रलंबन (कांच बनाने का एक मॉडल) की माइक्रोस्कोपिक शिथिलीकरण प्रक्रिया का अध्ययन किया। यह पाया गया कि दुर्बलता पैरामीटर, D, जो मुमकिन किनेटिक शिथिलन की गतिजता के दृष्टिकोण को निर्धारित करता है, पॉलिस्टेरीन कणों की सांद्रता को बढ़ाता है परंतु जैसे ही कणों का आकार बढ़ता है तो घटता है। लेपोनाइट के अलावा, प्राकृत मिट्टी और Na-मोंटमोरिलोनाइट नैनोक्ले कण के जलीय विलयन से बने कलिलीय ज़ेल का भी अन्वेषण किया जा रहा है जहाँ नमक की उपस्थिति में जलीय प्रलंबन में प्राकृत मिट्टी के बहिर्पर्णन/अपस्तरण एवं स्थायित्वता, माइक्रोसंरचना में इलेक्ट्रोलाइट का प्रभाव, और कलिलीय मिट्टी की पैदावार एवं कलिलीय मिट्टी-जल प्रलंबन का एकत्रीकरण व स्थायित्वता का अध्ययन किया जाना है। अंतिम दो अध्ययन कुछ निश्चित भूभौतिक घटनाओं जैसे बझन, नदी डेल्टा प्रारूपण एवं भूस्खलन के पीछे के भौतिक कारकों, इत्यादि पर प्रकाश डाल सकते हैं।

जैव भौतिकी

आरआरआई में जैवभौतिकी समूह विविध जैविकीय प्रणालियों का प्रायोगिक, सैद्धांतिक व संगणकीय अध्ययन करता है।

जैविकीय प्रणलियों में एक भौतिकविज्ञानी दृष्टिकोण एक आदर्श परिप्रेक्ष्य को प्रदान करता है कि कोशिकीय निर्माणी के भीतर जीवन मशीनरी कैसे कार्य करती हैं। आरआरआई का यह समूह विभिन्न स्तरों पर कोशिकाओं में घटित होने वाले गतिकीय घटनाओं का मात्रात्मक भौतिक विवरण को

प्राप्त करने का उद्देश्य रखता है। उनकी अभिरूचि नैनोपैमानीय आण्विक संरचनाओं में है जो DNA, प्रोटीन पृथक्करण एवं स्व-समूहन, डीएनए-प्रोटीन सम्मिश्र जैसे क्रोमेटिन फाइबर, और सक्रिय कोशिकीय गतिकी सहायक कोशिका झिल्ली के स्तर पर संकेतन में अभिक्रियाओं पर प्रभुत्व रखती हैं। वे न्यूरोनल कोशिकाओं में गत्यात्मक घटनाक्रम का भी अन्वेषण करते हैं जिनके कारण आकार परिवर्तन और सक्रिय यांत्रिकीय प्रतिक्रियाएँ होती हैं। इन अध्ययनों का परिमाण निर्धारित करने के लिए, अनूठी अत्याधुनिक तकनीकों को संस्थान में ही विकसित किया गया है: उदाहरण के लिए, एकल अणु रेजोल्यूशन नैनो-उपकरण जो जैविकीय नैनो-जगत के रहस्यों को औजागर करता है, और एकल कोशिकाओं की यांत्रिकीय प्रतिक्रियाओं के परीक्षण की अति-संवेदी बल मापन विधि। अपरूपण /शियर (अपप्रपण) उपकरण को विकसित किया गया जिसे प्रतिदीप्ति माइक्रोस्कोपी के साथ संयोजन के रूप में कोशिका आसंजन गुणों के अध्ययन के लिए संस्थान में ही निर्मित किया गया। यह इस सूची में सबसे नया उपकरण है। इस उपकरण को जब माइक्रो-पैटर्न तकनीकों के साथ उपयोग किया जाता है तो यह सु-परिभाषित कोशिका ज्यामिति को बना सकता है, इतना ही नहीं, यह अपरूपण के अंतर्गत कोशिका विच्छेद पर मापन के माध्यम से कोशिका आसंजन के नापन / परिणाम निर्धारण में भी मदद कर सकता है।

आरआरआई के जैवभौतिकी समूह का अक्षतंतु आकार अस्थायित्वता पर हाल का अध्ययन एक महत्वपूर्ण परिणाम देता है। प्रतिदीप्ति सिनेप्टिक पुटिकाओं को व्यक्त करने के लिए आनुवंशिक साधनों का उपयोग करते हुए, यह दर्शाया गया कि अक्षतंतुओं में संवहन 'बीडिंग' से प्रभावित नहीं होता है जो यह इशारा करता है कि 'बीडिंग' के पीछे का कारण 'ट्राफिक जाम' नहीं है जैसा कि पूर्व में इस क्षेत्र में कार्यरत अन्य लोगों ने अनुमान लगाया था।

इस समूह द्वारा बनाए गए लगभग 6-800nm आकार के क्वार्ट्ज नैनोपोर एवं कांच को वर्गीकृत कर इन नैनोपोर के माध्यम से विस्थापित प्रत्येक डीएनए अणुओं के संसूचन को समर्थ बनाया गया। प्रतिरोधात्मक स्पंद तकनीकों का उपयोग करते हुए पक्षपाती वोल्टेज के विरूद्ध माइक्रोपोरों के माध्यम से जैविकीय कोशिकाओंको ट्रावर्स (traverse) बन जाने के प्रत्यास्थ गुणधर्मों का मापन करने का प्रयास किया जा रहा है।

प्रयोगों के अलावा, सैद्धांतिक व संगणकीय दृष्टिकोणों जिन्हें कि इस रिपोर्ट के सैद्धांतिक भौतिकी भाग में विस्तृततापूर्वक बताया गया है, का भी आरआरआई द्वारा जैविकीय प्रणालियों को समझने के लिए उपयोग किया जा रहा है। इनका उद्देश्य न केवल प्रमाणात्मक प्रयोगों को समझना है बल्कि अनोखे यांत्रिक तरीकों की भी कल्पना करना है। यह विषय आरआरआई में तेजी से उभरता क्षेत्र है और अन्य पारंपरिक विषय क्षेत्रों जैसे गैर-साम्य सांख्यिक यांत्रिकी, झिल्ली- एवं बहुलक भौतिकी पर अतिक्रमण करता है।

सैद्धांतिक अध्ययन

एससीएम समूह में सैद्धांतिक अन्वेषण प्रमुखतया मृदु पदार्थ में प्रत्यास्थता और सांस्थितीय (टोपोलॉजिकल) दोषों के सिद्धांत पर ध्यान केन्द्रित करता है। तीन विमाओं में विभाज्य द्विविमीय झिल्लियों पर अभिविन्यासित (जैसे निमेटिक, सदिश, हेक्ज़ेटिक) स्पर्शी-सतह क्रम वक्रित झिल्लियों पर कुंठा ग्रस्त रहती है। हाल ही में, समूह ने हाइड्रेशन स्थितियों के अधीन लियोट्रोपिक स्मेक्टिक-A तरल स्फटिक में टोपोलॉजिकल अस्थायित्वता, विशेषतया नलीनुमा संरचनाओं एवं बीड की वृद्धि को स्पष्ट करने के सैद्धांतिक मॉडल को सामने रखा।

यह समूह सांद्र- एवं पिघलकर बढ़े बहुलक स्फटिकों जैसे पॉलिएथिलीन में भी रूचि रखता है। पॉलिएथिलीन उदाहरण के लिए हेलिकोइडल लेमेल से बनी गोलकों से संबंधित (spherulitic) संरचनाको दर्शाता है जो किरल सममिति को तोड़ता है। इसका घटनाप्रधान सिद्धांत पहले ही दिया जा चुका है। परंतु, इसके अलावा, आकारिकी, पॉलिक्रिस्टेलाइट भी आकारों जैसे कुर्सी-, टेंट- और स्क्रॉल संरचनाओं को प्रदर्शित करते हैं। प्रत्यास्थता एवं सांस्थितिक (टोपोलॉजिकल) दोषों के मध्य अनुक्रिया पर आधारित घटनाप्रधान सिद्धांत को प्रारूपित करने पर प्रयास किया जा

रहा है ताकि प्रेक्षित आकारिकियों की स्थायित्वता को स्पष्ट किया जा सके।

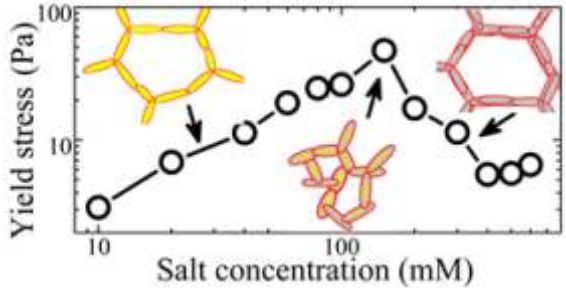
रंजिनी बंद्योपाध्याय का विशेषज्ञता क्षेत्र, हालांकि प्रमुखतया मृदु संघनित पदार्थ के रियोलॉजी अध्ययन के क्षेत्र में है, परंतु भिन्न प्रकार का है। आप गैर-न्यूटोनियन तरल पदार्थों की संरचना, गतिकी व रियोलॉजी, एजिंग एवं मृदु कांचीय रियोलॉजी, सम्मिश्र तरल पदार्थों में प्रवाह-संरचना सहसंबंधन, मिसेलर पैकिंग, ड्रग डिलीवरी के लिए कोपॉलिमर मिस्सेल्स को एक वाहक की तरह इस्तेमाल करते हुए नियंत्रित व लक्षित ड्रग डिलीवरी, इंटरफेसियल अस्थायित्वता, जटिल प्रवाहों के मापन के लिए श्यानमापी को डिजाइन करना, कलिलीय प्रलंबन के अवसादन और स्थायित्वता और ग्रेनुलर मीडिया की भौतिकी में रूचि रखती हैं ।

उनके कलिलीय प्रलंबन की स्थायित्वता एवं अवसादन अध्ययनों ने बंद्योपाध्याय को या तो कृत्रिम लेपोनाइट अथवा Na-मोंटमोरिलोनाइट मिट्टी को अपने मॉडल तंत्र की तरह उपयोग करते हुए मिट्टी के टेक्टोईड्स अथवा प्लेटलेटों का अन्वेषण करने के लिए प्रेरित किया। पिछले वर्ष के दौरान, उन्होंने इस क्षेत्र में निम्न परियोजनाओं पर कार्य किया:

i. **शमीम अली (पीएचडी छात्र, आरआरआई)** के साथ मिलकर **जलीय विसरण में प्राकृतिक मिट्टी के अपपर्णन और स्थायित्वता का मूल्यांकन।** जलीय विसरण में, प्राकृतिक मिट्टी के पाउडर युक्त खनिज पदार्थ जल के अवशोषण पर फूलते हैं और छोटे-छोटे तत्वों में अपनी सतह पर इलेक्टिक दोहरी परत के साथ अपपर्णित होते जाते हैं, जिन्हें टेक्टॉइड्स के नाम से जाना जाता है। अपपर्णन प्रक्रिया का समय व सांद्रता पर निर्भरता मिट्टी के प्रसरण व्यवहार में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है [लेंगमीर, 2013, 29, 12663−12669]। उनका सबसे नया लेख [शमीम अली एवं रंजिनी बंद्योपाध्याय, **एप्लाइड क्ले साइंस** 203, 82 (2015)] स्क्रीन्ड कॉलम्ब अपकर्षण और प्राकृतिक मिट्टी टेक्टोइड्स के अपपर्णन पर Na^+समकक्षों का ओस्मोटिक दाब के प्रभाव पर केन्द्रित है। अल्ट्रासाउंड अटेनुएशन स्पेक्ट्रोस्कोपी का उपयोग करते हुए, भिन्न-भिन्न मिट्टी सांद्रता पर टेक्टोइड्स की अपपर्णन (प्रसरणता) की कोटि, मिश्रित नमक और मिट्टी प्रलंबन की अवधि का आंकलन किया गया। उन्होंने पाया कि कॉलुम्ब रिपल्सन और विपरीत ओस्मोटिक दाब के मिश्रित प्रभाव के कारण बढ़ते मिट्टी सांद्रता के साथ प्रसरणता घटती है। यद्यपि, जैमिंग रूपांतरण पर, स्क्रीन्ड कॉलुम्ब रिपल्सन अधिक प्रभावशाली घटक बन जाता है। बंद्योपाध्याय एवं अली भिन्न-भिन्न आयनिक स्थितियों पर बनी घेरी हुई अवस्थाओं के प्रलंबन स्थायित्वता के व्यवहार पर मिट्टी प्रसरणता के प्रभाव का अध्ययन करने के लिए अल्ट्रासाउंड प्रेरित कोलाइडल वाइब्रेसन करेंट का मापन भी करते हैं।

ii. एक बार फिर **शमीम अली** [शमीम अली एवं रंजिनी बंद्योपाध्याय, **मृदु पदार्थ**, 12, 414 (2016)] के साथ **माइक्रोसंरचना में इलेक्ट्रोलाइट का प्रभाव एवं कलिलीय मिट्टी के जलीय विसरण की यील्डिंग।** Na-मोंटमोरिलोनाइट एक प्राकृतिक मिट्टी खनिज है और प्रकृति में यह प्रचुर मात्रा में उपलब्ध है। इस खनिज का आवेशित एवं एनिसोट्रोपिक प्लेटलेट का जलीय विसरण किनेटिक रूप से आबद्ध कई गैर-एर्गोडिक अवस्थाओं को प्रदर्शित करती हैं जो मृदु कांचीय अवस्था जिनमें अंतरकण अपकर्षण का प्रभुत्व होता है से लेकर नमक प्रेरित रोचक अभिक्रियाओं द्वारा स्थिर किए गए कलिलीय ज़ेल की रेंज तक की होती हैं। जब विसरणशील माध्यम में नमक की सांद्रता को क्रमबद्ध तरीके से बदला जाता है तो विसरण की श्यानप्रत्यास्थता और यील्ड तनाव एक महत्वपूर्ण नमक सांद्रता पर गैर-मोनोटोनिक व्यवहार को दर्शाता है, इस प्रकार विसरण माइक्रोसंरचना में आकारिकी परिवर्तन को बतलाता करता है।

समूह क्रायोजेनिक स्केनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी का उपयोग करते हुए इन किनेटिक रूप से आबद्ध अवस्थाओं के माइक्रोस्कोपिक संरचना को सीधे दिखाता है और मधुकोश के छाते जैसी नेटवर्क आकारिकी के अस्तित्व को एक वृहत स्तर की नमक सांद्रता के लिए अवलोकित करता है। जेल आकारिकी के रूपांतरण को विभिन्न महत्वपूर्ण नमक सांद्रता के साथ अवलोकित किया जाता है जहाँ निम्न नमक सांद्रता पर मिट्टी के कणों के ओवरलेपिंग कोईन (CO) एवं हाउस ऑफ कार्ड्स (HoC) जमघट की प्रचुरता से लेकर नए नेटवर्क संरचना जिसमें प्लेटलेट के जमघट की प्रचुरता होती है। इलेक्ट्रोअकॉस्टिक का उपयोग करते हुए गुरूत्वता के अधीन उक्त दर्शाए अनुसार नमक की बाह्य सांद्रता की वृहत रेंज के लिए निश्चित मिट्टी विसरण के लिए इन जेलों की स्थायित्वता का आंकलन कई भूभौतिकीय घटनाओं पर हमारी समझ के लिए उपयोगी है जिसमें कि नमक प्रेरित प्राकृतिक मिट्टी खनिजों का एकत्रीकरण शामिल होता है।



iii. **शमीम अली** के साथ **नमक की उपस्थिति में जलीय माध्यम में एनिसोट्रोपिक आवेशित मिट्टी कलिलों का एकत्रीकरण और स्थायित्वता** [शमीम अली और रंजिनी बंद्योपाध्याय, **फैराडे डिस्कशंस** (2016 DOI: 10.1039/C5FD00124B)] Na-मोंटमोरिलोनाइट नैनोक्ले जैसा पूर्व में परियोजना (ii) में परिभाषित किया गया है एक परतदार खनिज सिलिकेट का कलिल है। जब इसे जल में विसरित किया जाता है, यह खनिज जल के अवशोषण के कारण फूल जाता है और अपने पृष्ठों पर वैद्युत द्विपरतों के साथ प्लेटलेट में परत उतारने लगता है। निम्न कण सांद्रता पर भी, जलीय विसरण मुक्त प्रवाह युक्त तरल से गैर-साम्य में क्षणिक एर्गोडिसिटी तोड़ती अवस्था, किनेटिक रूप से आबद्ध एवं अव्यवस्थित अवस्था रूपांतरण को प्रदर्शित करता है जैसे जेल एवं कांच। बंद्योपाध्याय एवं अली ने बताया कि पूर्व में मिश्रित नमक सांद्र में क्ले खनिजों को बढ़ाने के बजाए क्ले जेल की स्थायित्वता को पहले से ही डिआयनाइज्ड जल में तैयार किये गए क्ले विसरण में नमक बढ़ाते जाने से संवर्धित किया जा सकता है। [Applied Clay Science, 2015, 114, 85-92]. अपने हाल के कार्य में, वे एक प्रकाशिक विधि का उपयोग करते हुए अवसादी मिट्टी जेल के अंतरफ्लक को विघटन को प्रत्यक्ष रूप से ट्रेक करते हैं और बताते हैं कि मिट्टी खनिजों को विसरित करने के पश्चात नमक मिश्रित करने से वास्तव में बहुत पतले विसरण में भी बेहतर स्थायी जेल प्राप्त होता है। इन कमजोर जेल को एक निश्चित समय के पश्चात क्षणिक पतन का प्रदर्शन करते देखा गया है, जो कि पूर्व में डिप्लीशन जेल में प्रेक्षित किया गया एक घटनाक्रम है। पतन का वेग प्रतिदर्श की आयु के साथ बदलता है। यद्यपित, पतन का औसतन वेग प्रतिदर्श की उच्चतम आयु के सापेक्ष घटने से पहले एक एक शीर्ष मान तक बढता है। बढ़ते नमक सांद्रता के साथ, क्षणिक पतन का विलंब समय घटता है जबकि पतन होने वाले वेग का शीर्ष मान बढ़ता है। अल्ट्रासाउंड अटेनुएशन स्पेक्ट्रोस्कोपी, रियोमेट्री एवं क्रायोजेनिक स्केनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी का उपयोग करते हुए, उन्होंने पुष्टि की है कि ऊष्मीय उतार-चढ़ाव की मदद से जेल नेटवर्क जमघटों का आकारिक परिवर्तन प्रेक्षित पतन घटना का कारण बनता है। चूंकि मिट्टी खनिजों का उपयोग रियोलॉजिकल मॉडिफायर्स, स्टेबिलाइजर्स एवं गैस एब्जॉर्बेन्ट की तरह बहुलक नैनोसम्मिश्रों में बहुतायत किया

जाता है, इस कार्य में प्रतिवेदित परिणाम कई प्रायोगिक अनुप्रयोगों और भूभौतिक घटनाओं जैसे पर्याप्त प्राकृतिक लवणता की स्पष्ट उपस्थिति में क्विकसेंड एवं नदी डेल्टा का प्रारूपण व स्थायित्वता की हमारी समझ के लिए बहुत उपयोगी हैं।

एजिंग व मृदु, कांचीय रियोलॉजी के व्यापक विषय क्षेत्र के अंतर्गत, बंद्योपाध्याय बीते वर्ष के दौरान निम्न प्रश्नों के उत्तर तलाशने में लगी रहीं:

i. **देबाशीष साहा (पीएचडी छात्र, आरआरआई)** एवं योगेश एम जोशी (आईआईटी कानपुर) के सहयोग में **दुर्बल मृदु कलिलीय प्रलंबन के कांचीय रूपांतरण की किनेटिक्स** [देबाशीष साहा, योगेश जोशी और रंजिनी बंद्योपाध्याय, **जर्नल ऑफ केमिकल फि जिक्स**, 143, 214901 (2015)]। विभिन्न सांद्रताओं (C_L), मिश्रित नमक सांद्रता (C_S), और तापमान (T) के साथ लेपोनाइट प्रलंबन के लिए गत्यात्मक प्रकाश प्रकीर्णन प्रयोगें द्वारा प्रेक्षित स्वसहसंबंधन पद्धति से माइक्रोस्कोपिक शिथिलीकरण समयपैमाने को आंकलित किया किया। पूर्व के एक कार्य [मृदु पदार्थ 10, 3292 (2014)] में यह बताया गया है कि कलिलीय कांचों के शिथिलीकरण समयपैमाने के क्रमिकविकास की आण्विक कांच प्रारूपक से तुलना पूर्ववर्ती के प्रतीक्षा समय (t_w) के साथ बाद वाले के ऊष्मागतिक तापमान (1/T) के व्युत्क्रम की मैपिंग द्वारा की जा सकती है। इस कार्य में, दुर्बलता पैरामीटर D, जो अर्रेनियस व्यवहार से विचलन को इंगित करता है, को संरचनात्मक शिथिलीकरण समयपैमाने के सामयिक विकास में फिट करते हुए पाया जाता है। लेपोनाइट प्रलंबन के लिए, D को C_L एवं C_S से स्वतंत्र परंतु T पर दुर्बलता पूर्वक आश्रित देखा गया। रोचक बात है कि D के व्यवहार को समान चरों के संदर्भ में आण्विक कांच प्रारूपक में दुर्बलता के व्यवहार की पुष्टि करने के लिए प्रेक्षित किया गया। इसके आग, तनन घातांक (β) जो संरचनात्मक शिथिलीकरण समयपौमाने के स्पेक्ट्रम की चौडाई w को इंगित करता है को t_w पर आश्रित देखा गया। जैसा कि आण्विक कांचों के लिए कॉजमान तापमान को परिभाषित किया गया है उसी प्रकार एक हाइपोथेटिकल कॉजमान समय पैमाना (t_k) को परिभाषित किया गया है जिसमें w भिन्न होता है। दूसरी ओर, आण्विक कांचों में जिस तरह से वोगल तापमान को परिभाषित किया गया है उसी प्रकार एक हाइपोथेटिकल (काल्पनिक) वोगल समय पैमाना t^{∞}_{α} परिभाषित किया गया है। दिलचस्प बात है कि t_k एवं t^{∞}_{α} के मध्य एक सहसंबंध अवलोकित किया गया जो कि पुन: उल्लेखनीय रूप से उसी प्रकार है जैसा कि दुर्बल आण्विक कांच प्रारूपक में ज्ञात है। तनन घातांक β की t_w - आश्रिता युक्त एक युग्मन मॉडल का उपयोग t_k एवं t^{∞}_{α} के मध्य सहसंबंधन का विश्लेषण करने के लिए किया गया है। कुल मिलाकर, यह कार्य बताता है कि लेपोनाइट कोलाइडल प्रलंबन आण्विक कांच प्रारूपक के व्यवहार के अनुरूप कई समानताएँ प्रदर्शित करता है।

ii. **देबाशीष साहा, संजय के. बेहेरा (पीएचडी छात्र, आरआरआई)** एवं **परमेष गडिगे (डॉक्टरोत्तर अध्येता, आरआरआई)** के साथ मिलकर **जांच किये जाने वाले कणों की उपस्थिति में मृदु कांचीय कलिलीय प्रलंबन का दुर्बल व्यवहार (फ्रेजाइल बिहेवियर ऑफ सॉफ्ट ग्लासी कोलाइडल सस्पेंशन इन दी प्रजेंस ऑफ प्रोब पार्टिकल्स)**। इस कार्य में, एजिंग लेपोनाइट सस्पेंशन (एक मॉडल ग्लास प्रारूपक) जिसमें पॉलिस्ट्रीन बीड, जांच के कणों के रूप में उपयोग की गई, लगी हों के माइक्रोस्कोपिक शिथिलन प्रक्रियाओं का अध्ययन गत्यात्मक प्रकाश प्रकीर्णन (DLS) प्रयोगों द्वारा किया गया। पॉलिस्ट्रीन बीड, लेपोनाइट कणों की तुलना में आकार में बड़ी होने के कारण, प्रलंबन के समय

कम गतिशील क्षेत्र के रूप में व्यवहार करती है। DLS प्रयोग में मापी गई तीव्रता स्वत:सहसंबंधन कार्यप्रणाली इन प्रलंबनों में द्वि-चरणीय शिथिलन प्रक्रियाओं के अस्तित्व को बताती है। लेपोनाइट कणों को उनके आसपास के कणों से बने पिंजरे के भीतर विसरित होने के कारण तीव्र शिथिलन प्रक्रिया को पहचाना गया है, जबकि, धीमी शिथिलन प्रक्रिया को बाह्य रूप से शामिल किए गए कम गतिशील पॉलिस्ट्रीन बीडों की उपस्थिति में संरचनात्मक शिथिलन के रूप में समझा गया है। दुर्बलता पैरामीटर D की गणना, जो देखी गई घटनात्मक गतिशीलता के प्रति दृष्टिकोण की तीव्रता को निर्धारित करता है, को भिन्न-भिन्न सांद्रताओं एवं आकारों के पॉलिस्ट्रीन बीडों के लिए संरचनात्मक शिथिलन समय के क्रमबद्ध विकास से की गई है। D को पॉलिस्ट्रीन कणों की सांद्रता में वृद्धि के साथ बढ़ता हुआ देखा गया, लेकिन जैसे ही कणों का आकार बढ़ता है तो इसे घटता हुआ देखा गया है। प्रेक्षित परिणामों की बाइनरी मिश्रणों में यादृच्छिक पिनिंग पर प्राप्त सैद्धांतिक व सिमुलेशन परिणामों के साथ तुलना की गई है, जहाँ यह देखा गया कि किनेटिक प्रेजिलिटी पैरामीटर (KV_{FT} = 1/D) पिन सांद्रता के बढ़ने पर घटती है।

iii. **संजय के बेहेरा**, **देबाशीष साहा** एवं **परमेष गडिगे** के साथ मिलकर **सिंथेसिस एंड स्टडी ऑफ ग्लास ट्रांजीशन ऑफ हाईली पॉलिडिस्पर्श थर्मोरिस्पोंसिव पॉलि(N-आइसोप्रोपाइलक्रायलेमाइड) पार्टिकल्स।** वृहत रेंज (8.8% - 72.6%) पर बदलती पॉलिडिस्पर्सिटी वाले विभिन्न आकार के थर्मोरिस्पोंसिव पॉलि(N-आइसोप्रोपाइलक्रायलेमाइड) (PNIPAM) कणों का संश्लेषण वन-पॉट एंड सेमी-बैच विधियों का उपयोग करते हुए किया गया। PNIPAM कणों का आकार, पॉलिडिस्पर्सिटी एवं थर्मोरिस्पोंसिविटी का वर्गीकरण गत्यात्मक प्रकाश प्रकीर्णन (DLS) का उपयोग करते हुए किया गया और इसकी स्केनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी (SEM) एवं क्रायोजेनिक SEM के साथ तुलना की गई। PNIPAM कणों के पृष्ठीय आवेश विशिष्टताओं का अध्ययन ज़ीटा संभाव्य मापन द्वारा किया गया। इन कणों की कठोरता को कणों का आकार बढ़ने के साथ बढ़ता हुआ प्रेक्षित किया गया। PNIPAM हाइड्रोजेल प्रलंबन के कांचीय रूपांतरण पर कठोरता एवं पॉलिडिस्पर्सिटी का प्रभाव का अन्वेषण रियोलॉजी द्वारा किया गया। आयतन घटक φ की एक क्रिया के रूप में नियमित अपप्रपण श्यानता (स्टेडी शियर विस्कोसिटी) डाटा वोगल-फुलचर-तम्मान (VFT) समीकरण में अच्छी तरह फि ट होता है। उच्च पॉलिडिस्पर्सिटी वाले अपेक्षाकृत अधिक कठोर कणों को न्यून क्रिटिकल आयतन घटक ϕ_c पर दुर्बल कांच बनाते हुए देखा गया है, जबकि कम पॉलिडिस्पर्सिटी वाले अपेक्षाकृत मृदु कण उच्चतर ϕ_c पर दुर्बल कांच बनाते हैं। उच्चतर पॉलिडिस्पर्सिटी पर प्रेक्षित उच्च दुर्बलता मानों को गत्यात्मक विषमताओं की प्रबलता को बढ़ाने का कारण स्वीकारा गया है। यह अध्ययन PNIPAM कणों की कठोरता एवं पॉलिडिस्पर्सिटी की दुर्बलता को ठीक करने की दक्षता को प्रदर्शित करता है, जिससे संकेत मिलता है कि कांचीय प्रारूपण की गत्यात्मकता की मॉडलिंग के लिए ये कण सर्वश्रेष्ठ घटक (केंडिडेट) हैं।

iv. **परमेष गडिगे**, **देबाशीष साहा** के साथ मिलकर **डायनेमिकल हीटरोजिनेटीज़ इन ए सॉफ्ट ग्लासी कोलाइडल क्ले सस्पेंशन।** लेपोनाइट क्ले सिस्टम की गतिकी का अध्ययन गत्यात्मक प्रकाश प्रकीर्णन प्रयोग का उपयोग प्रतीक्षा समय की क्रिया के रूप में करते हुए गहनता पूर्वक किया गया है (देबाशीष साहा, योगेश एम जोशी और रंजिनी बंद्योपाध्याय, सॉफ्ट मैटर, 10, 392 (2014))। इन प्रयोगों से प्रेक्षित तीव्रता स्वत: सहसंबंधन फ लनों को घातांकीय एवं विस्तारित-घातांकीय फ लन के कुल योग में फि ट किया

गया है। कार्य के पैरामीटर का निर्धारण संशोधित (t_w के साथ) VFT समीकरण का उपयोग करते हुए नियंत्रण पैरामीटर अर्थात प्रतीक्षा समय (t_w) से किया गया है। यह पाया गया कि पैरामीटर निर्धारित समीकरण प्रायोगिक डाटा से सुमेलित होता है। फिट किए गए वक्रों को t_w के संदर्भ में इस प्रकार से विभेदित किया गया है कि तीन-बिन्दु सहसंबंधन फलन प्राप्त हो। व्युत्पन्न वक्र अथवा तीन-बिन्दु सहसंबंधन फ लन वक्र संरचनात्मक शिथिलन समय के समीप एक शीर्ष बिन्दु दर्शाता है। यह पाया गया कि शीर्षस्थ ऊचाई बढ़ते t_w के साथ बढ़ती है, जो इंगित करता है कि प्रणाली अथवा अन्य शब्दों में, गत्यात्मक रूप से सहसंबंधित कणों में गत्यात्मक विषमताओं के क्षेत्र के आकार में वृद्धि होती है। कार्य इस प्रकार से सहसंबंधित गतिकी की महत्वता को प्रदर्शित करता है और गतिकी एवं प्रेक्षित दुर्बल व्यवहार में धीमेपन को स्पष्ट करने में एजिंग लेपोनाइट प्रलंबनों में इनकी वृद्धि को प्रदर्शित करता है।

गैर-न्यूटोनियन तरल पदार्थों की संरचना, गतिकी एवं रियोलॉजी के विषय क्षेत्र के अंतर्गत, **संजय के बेहेरा**, **देबाशीष साहा**, एवं **परमेष गडिगे** के साथ मिलकर किया गया कार्य है **बंद्योपाध्याय की फॉलिंग बॉल एक्सपेरिमेंट्स ऑन एजिंग लेपोनाइट कोलाइडल सस्पेंशन**। गैर-न्यूटोनियन तरल पदार्थ के माध्यम से एक वस्तु को शिथिल करना बिना किसी बाहरी वेग के स्टोकेशियन प्रवाह पर बहुत रोचक अवलोकन प्रस्तुत करता है। समूह ने लेपोनाइट के एजिंग कोलाइडल प्रलंबन पर गिरती गेंद प्रयोग को किया। भिन्न-भिन्न आकार की गेंद को प्रलंबन में गिराया गया जबकि संरचना की प्रारंभिक अवस्था भिन्न-भिन्न हो। तरल पदार्थ में जैसे ही गेंद गहराई में जाती है उसके वेग में वृद्धि को प्रेक्षित किया गया है। यह वृद्धि बड़ी गेंदों और न्यूनतर एजिंग अर्थात प्रलंबन के अपेक्षाकृत अल्प प्रतिक्षा समय के लिए अधिक स्पष्ट है। एक सरल रियोलॉजिकल मॉडल को प्रायोगिक परिणामों को समझाने के उद्देश्य से बनाया गया जिसमें (i) लेपोनाइट के पुनर्गठन एवं विध्वंसन प्रक्रियाओं और (ii) संरचना पैरामीटर पर प्रलंबन की श्यानता की निर्भरता और अपप्रपण दर (शियर दर), को ध्यान में रखा गया है।

बंद्योपाध्याय की सक्रिय पदार्थों में अभिरूचि स्वयं ही इस वर्ष के उनके अंतिम क्षेत्र को बताती है – जो है **जेनस कणों का संश्लेषण और वर्गीकरण (सिंथेसिस एंड केरेक्टराइजेशन ऑफ जेनस पार्टिकल्स)।** जेनस कण पृष्ठ में सक्रिय रहने वाले कलिलीय कण हैं। उन्होंने कलिलीय कणों के ग्लास रूपांतरण पर गतिविधियों के प्रभाव का अध्ययन करने के लिए इन कणों का संश्लेषण किया – निःसंदेह यह उनके समूह द्वारा किये गए अनुसंधान के केन्द्र बिन्दु में से एक है। कणों को भले ही सक्रिय नाम दिया परंतु ये स्वभाव से जैविक नहीं हैं। इन्हें पृष्ठ के आधे भाग में प्लेटिनम से लेपित पॉलिस्टेरीन (PS) माइक्रोस्फ्येरों से तैयार किया गया है। प्लेटिनम का अर्द्ध-लेपन कण को सक्रिय बनाता है या ऐसा कहें कि हाइड्रोजन पराक्साइड (H_2O_2) माध्यम में स्व-चालित बनाता है। इस तंत्र पर प्रयोग विशेषतया इनके सक्रिय ग्लासी प्रलंबनों के गुणधर्मों को समझने के प्रधान उद्देश्य के साथ अभी जारी हैं।

यशोधन हटवाल्ने की अभिरूचि के अनुसंधान क्षेत्र हैं: तरल स्फटिकों के घटनाप्रधान सिद्धांत, झिल्ली एवं बहुलक स्फ टिकीकरण, तरल स्फ टिकों में संरचनात्मक एवं टोपोलॉजिकल अस्थायित्वता एवं मृदु संघनित पदार्थ के अंतर्गत व्यापक रूप से वर्गीकृत इन्हीं प्रकार के अन्य पदार्थ।

पिछले वर्ष के दौरान, उन्होंने **ट्यूबुलर ग्रोथ एंड बीड फॅर्मेशन इन दी लियोट्रोपिक लेमलार फेज़ ऑफ ए लिपिड** पर **तृप्ता भाटिया (आरआरआई) एवं एन वी मधुसूदन (आरआरआई)** के साथ मिलकर कार्य पूरा किया। [सॉफ्ट मैटर 11, 2015, 2541]. जल एवं वाटरग्लिसरॉल मिश्रण में सूखे DOPC (1,2-dioleoyl-sn-glycero-3-phosphocholine) के हाइड्रेशन के उपर ट्यूबुलर वृद्धि के अध्ययन के लिए फ्लोरोसेंस कांफोकल पोलराइज्ड माइक्रोस्कोपी (FCPM) का उपयोग करते हुए, हटवाल्ने एवं उनके सहयोगियों ने एक मॉडल विकसित किया जो FCPM तीव्रता प्रोफ इल को ट्युबल्स की मल्टीलेमलार संरचनाओं के बीच संबंध स्थापित करता है। ट्यूबल के भीतर एक अतिरिक्त पैच को डालने से

बीडेड संरचना प्राप्त हुई, जबकि, सीधा कंफीग्यूरेशन बनाए रखा गया यदि वृद्धि बाहर होनी थी। हटवाल्ने सरल सैद्धांतिक मॉडल का उपयोग यह बताने के लिए करते हैं कि संपूर्ण वक्रता ऊर्जा में कमी ही वह कारण है जिसके फ लस्वरूप ट्यूबल में बीड प्रारूपण हो रहा है।

उक्त परियोजना के अलावा, हटवाल्ने **स्ट्रक्चरल क्लासिफिकेशन ऑफ ग्रेफीन नैनोटोरी एंड फुलनर्नेस विथ हैण्डल्स** पर सहयोगी **जय कुमार ए (पीएचडी छात्र, आरआरआई)** के साथ, **टोपोलॉजिकल इंस्टेबिलिटी इन लियोट्रोपिक स्मेक्टिक–A लिक्विड क्रिस्टल्स** पर पुनः सहयोगी जय कुमार ए (अभी IISc में हैं), एवं राहुल पंडित (IISc) के साथ और **टोपोलॉजिकल डिफेक्ट्स इन निमेटिक एंड स्मेक्टिक इलास्टोमर्स** पर भी अनुसंधान कार्य कर रहे हैं।

संदीप कुमार की वर्तमान पेशेवर अनुसंधान अभिरूचि के क्षेत्र हैं तरल स्फटिक नैनोविज्ञान एवं संश्लेषण और तरल स्फटिकों का भौतिक अध्ययन।

तरल स्फटिक नैनोविज्ञान वाले प्रथम विषय के अंतर्गत, वर्ष 2015-16 की अवधि के दौरान, कुमार ने विविध प्रकार के नैनोकणों, एक नए वर्ग के पदार्थों जिन्हें नैनोसंयौगिक कहा जाता है को उत्पादित करते विभिन्न तरल स्फटिकों को तैयार, वर्गीकृत एवं विच्छिन्न किया। इन नैनोसंयौगिकों के भौतिक गुणधर्मों का अध्ययन विभिन्न तकनीकों का उपयोग करते हुए किया गया।

i. **वी. लक्ष्मीनारायणन (आरआरआई)** के साथ में **सेल्फ-असेम्ब्ली ऑफ थियोलेटेड ग्रेफीन ऑक्साइड ऑनटू गोल्ड सर्फेस एंड इन दी सुपरामॉलेक्यूलर ऑर्डर ऑफ डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल्स** [सेल्फ-असेम्ब्ली ऑफ थियोलेटेड ग्रेफीन ऑक्साइड ऑनटू गोल्ड सर्फेस एंड इन दी सुपरामॉलेक्यूलर ऑर्डर ऑफ डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल्स, अविनाश बी शिवानंदरेड्डी (पीएचडी छात्र, आरआरआई), मनीष कुमार, वी. लक्ष्मीनारायणन और संदीप कुमार, *आरएससी एड्वांसेस*, 2015, 5, 47692-47700]। थियोलेटेड ग्रेफीन ऑक्साइड उत्पादित करने के लिए जब थियोल अणुओं के साथ ग्रेफीन ऑक्साइड को सहसंयोजक रूप से क्रियाशील किया जाता है तो ये गोल्ड के पृष्ठों एवं डिस्कोटिक तरल स्फटिक के सुपराआण्विक संरचनाओं पर स्व-समूहन के दिलचस्प व्यवहार को दर्शाते हैं। **अविनाश बी.एस. (पीएचडी छात्र, आरआरआई)** एवं सहयोगियों के साथ में, **संदीप कुमार** ने वैद्युरसायन, XPS, SEM एवं ग्रेजिंग एंगल IR अध्ययनों द्वारा गोल्ड के पृष्ठ पर स्व-समूहित मोनोलेयर (एकलपरत) के प्रारूपण की पुष्टि की। थियोलेटेड ग्रेफीन ऑक्साइड युक्त एंथ्राक्वीनोन आधारित डिस्कोटिक तरल स्फटिकों के सुपराआण्विक नैनोसंयौगिकों का वर्गीकरण SAXS, POM, DSC एवं Cryo-SEM का उपयोग करते हुए किया गया। ऐसे स्व-समूहित सुपराआण्विक नैनोसंयौगिक मूलभूत अध्ययनों के साथ-साथ प्रकाशवैद्युत अनुप्रयोगों के लिए नई एवं रोचक संभावनाओं के रास्ते खोलते हैं।

ii. इलाहाबाद विश्वविद्यालय में रविन्द्र धर के समूह के साथ **गोल्ड नैनोपार्टिकल्स इन प्लास्टिक कॉलुम्नार डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टेलीन मटेरियल** [गोल्ड नैनोपार्टिकल्स इन प्लास्टिक कॉलुम्नार डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टेलीन मटेरियल, मुकेश मिश्रा, संदीप कुमार, रविन्द्र धर, थर्मोकिमिका एक्टा, 2016, प्रेस में]। यह कार्य डिस्कोटिक तरल स्फटिक (DLC) जैसे hexabutyloxytriphenylene (HAT4) के ऊष्मागतिकीय, प्रकाशिक एवं डायइलेक्ट्रिकल पैरामीटरों पर गोल्ड नैनोकणों (GNPs) के प्रभाव का परीक्षण करता है। यह प्रेक्षित किया गया है कि DLC में GNPs सांद्रता के बढ़ने पर, संयौगिक दो भिन्न-भिन्न क्षेत्र दर्शाते हैं। प्रथम क्षेत्र अर्थात न्यून सांद्रता (<1 wt%) में, कॉलुम्नार हेग्ज़ागोनल-आइसोट्रोपिक (Colhp-IL) रूपांतरण तापमान एवं एंथेल्पी (ΔH) तेजी से घटता है जबकि दूसरे क्षेत्र अर्थात उच्चतर सांद्रता

(>1 wt%) में Colhp-IL रूपांतरण तापमान एवं ΔH लगभग नियत बना रहता है। यह प्रेक्षित किया गया है कि, GNPs की 0.2 एवं 0.6 wt% सांद्रता वाले संयौगिकों के प्रकरण में, चालकता बढ़ गई परंतु GNPs के 1.2 wt% वाले संयौगिकों की तुलना में यह काफी खराब थी। GNPs के 1.2 wt% के लिए, DLC की तुलना में चालकता परिमाण में सात गुनी बढ़ गई । प्रकाशिक अध्ययनों ने इंगित किया कि नैनोसंयौगिकों के बैण्ड अंतराल GNPs के विसरण के कारण घट गए हैं।

iii. एक बार फिर रविन्द्र धर के समूह के साथ **इफेक्ट ऑफ डिस्पर्शन ऑफ CdSe क्वांटम डॉट्स ऑन फेज़ ट्रांजीशन, इलेक्ट्रिकल एंड इलेक्ट्रो-ऑप्टिकल प्रोपर्टीज ऑफ 4PP4OB** [इफेक्ट ऑफ डिस्पर्शन ऑफ CdSe क्वांटम डॉट्स ऑन फेज़ ट्रांजीशन, इलेक्ट्रिकल एंड इलेक्ट्रो-ऑप्टिकल प्रोपर्टीज ऑफ 4PP4OB, यू.बी. सिंह, एम.बी. पाण्डे, आर. धर, आर. वर्मा और एस. कुमार, लिक्विड क्रिस्टल्स, 2016, प्रेस में]। कुमार *और अन्य* ने तरल स्फटिकीय पदार्थ, 4-pentylphenyl 4-octyloxybenzoate (4PP4OB) एवं केडमियम सेलेनाइड क्वांटम डॉट्स (CdSe-QDs) के संयौगिकों को तैयार किया और उनके ऊष्मागतिक, वैद्यु-प्रकाशिक एवं डायइलेक्ट्रिक गुणधर्मों का अन्वेषण किया। आइसोट्रोपिक से निमेटिक एवं निमेटिक से स्मेक्टिक A अवस्था के रूपांतरण तापमान पर QDs के प्रभाव का मूल्यांकन इस अध्ययन में किया गया। निमेटिक अवस्था में, मूल तरल स्फटिकों में कई प्रदर्शन पैरामीटरों पर CdSe-QDs के सम्मिलन के प्रभाव का अध्ययन किया गया जबकि संयौगिकों के वैद्युतीय पैरामीटरों, आपेक्षिक विद्युतशीलता, डायइलेक्ट्रिक एनिसोट्रोपी, डायइलेक्ट्रिक क्षति और डायइलेक्ट्रिक शिथिलन का अन्वेषण दोनों निमेटिक एवं स्मेक्टिक अवस्थाओं में किया गया। संयौगिकों के डायइलेक्ट्रिक पैरामीटरों में परिवर्तनों को मेयर-मीयर सिद्धांत के संदर्भ में स्पष्ट किया गया।

iv. BITS पिलानी में आर.के. गुप्ता के समूह के साथ सहकार्य में **फास्ट रिस्पोंस इन TN लिक्विड-क्रिस्टल सेल्स: इफेक्ट ऑफ फंक्शनलाइज्ड कार्बन नैनोट्यूब्स** [फास्ट रिस्पोंस इन TN लिक्विड-क्रिस्टल सेल्स: इफेक्ट ऑफ फंक्शनलाइज्ड कार्बन नैनोट्यूब्स, जितेन्द्र कुमार, वी. मंजुलादेवी, आर.के. गुप्ता और एस. कुमार, लिक्विड क्रिस्टल्स, 2016, 43, 488-496]। निमेटिक तरल स्फटिक (NLC) की प्रकाशिक प्रतिक्रिया का समय मूल तरल-स्फटिक में कार्बन नैनोट्यूबों (CNTs) को सम्मिलित करने के कारण घटता है। इस प्रकार से घटने का कारण नैनोट्यूब-डोप्ड LC प्रणाली में प्रत्यास्थ नियतांक में वृद्धि होने को माना गया है। इस पेपर में, लेखक मोड़े हुए संरेखित रीति में ऑक्टाडेसीलेमाइन फंक्शनलाइज्ड सिंग वॉल्ड कार्बन नैनोट्यूब्स (ODA-SWCNT) के साथ NLC डोपिंग के कारण प्रकाशिक प्रतिक्रिया पर प्रभाव को प्रस्तुत करते हैं। NLC के ODA-SWCNT नैनोसंयौगिकों का वैद्यु-प्रकाशिक स्विचन आयाम विशुद्ध NLC की तुलना में घटता है। मूल NLC में ODA-SWCNT की सांद्रता में वृद्धि करने पर अपेक्षाकृत तीव्र प्रतिक्रिया समय प्रेक्षित किया गया। मोड़े हुए निमेटिक (TN) कोशिका जिसे पॉलिएमाइड (PI) एवं ODA-SWCNT के मिश्रण को एक प्रकार की संरेखित परत के रूप में उपयोग करते निर्मित किया गया है, में विशुद्ध NLC की प्रकाशिक प्रतिक्रिया के अग्रिम परीक्षण ने दर्शाया कि प्रतिक्रिया समय विशुद्ध PI संरेखित परत के उपयोग से तैयार TN कोशिका की तुलना में PI एवं ODA-SWCNT के मिश्रण से बनी TN कोशिका में ~75% से घटता है। संरेखित परत में ODA-SWCNT की उपस्थिति NLC अणुओं के पृष्ठीय ठहराव (एंकरिंग) को संवर्धित करती है

परिणामस्वरूप प्रत्यास्थ नियतांक में वृद्धि होती है और NLC के प्रकाशिक प्रतिक्रिया समय में कमी होती है।

v. रविन्द्र धर के समूह के साथ सहकार्य में **केडमियम सेलेनाइड क्वांटम डॉट्स टू एमिलोरेट दी प्रोपर्टीज ऑफ ए रूम टेम्परेचर डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टेलाइन मटेरियल** [केडमियम सेलेनाइड क्वांटम डॉट्स टू एमिलोरेट दी प्रोपर्टीज ऑफ ए रूम टेम्परेचर डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टेलाइन मटेरियल, नीलम यादव, संदीप कुमार और रविन्द्र धर, आरएससी एड्वांसेस 2015, 5, 78823-78832]। इस पेपर में, कमरे के तापमान पर डिस्कोटिक तरल स्फटिकीय पदार्थ पर केडमियम सेलेनाइड क्वांटम डॉट्स के प्रभाव का अध्ययन किया गया। इन संयौगिकों को अवकल स्केनिंग कैलोरीमेट्री, पोलराइजिंग ऑप्टिकल माइक्रोस्कोपी, इम्पीडेंस स्पेक्ट्रोस्कोपी एवं स्मॉल एंगल X-रे स्केटरिंग का उपयोग करते हुए वर्गीकृत किया किया गया। यह पाया गया कि न्यूनतम क्वांटम डॉट सांद्रता वाले संयौगिक कॉलुम्नार हेक्ज़ागोनल अवस्था को बिना परिवर्तित किए डिस्कोटिक तरल स्फटिक की अर्द्ध एक-विमीय चालकता में परिमाण में 5 गुना तक वृद्धि करते हैं। क्ष-किरण प्रकीर्णन के परिणाम औजागर करते हैं कि कोर-कोर दूरी में न्यूनता (गिरावट या कमी) डिस्कोटिक तरल स्फटिक मैट्रिक्स के स्तंभों के मध्य में क्वांटम डॉट्स के मध्यनिवेशन के कारण होती है। डायइलेक्ट्रिक स्पेक्ट्रोस्कोपी विशुद्ध डिस्कोटिक पदार्थों के साथ साथ संयौगिकों में उच्च आवृत्ति के क्षेत्र में शिथिलन मोड / विरामावस्था को दर्शाती है।

vi. रविन्द्र धर के समूह के साथ सहकार्य में **इफेक्ट ऑफ सिल्वर नैनो पार्टिकल्स ऑन फ्रिक्वेंसी एंड टेम्परेचर डिपेंडेंट इलेक्ट्रिकल पैरामीटर्स ऑफ ए डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टेलाइन मटेरियल** [इफेक्ट ऑफ सिल्वर नैनो पार्टिकल्स ऑन फ्रिक्वेंसी एंड टेम्परेचर डिपेंडेंट इलेक्ट्रिकल पैरामीटर्स ऑफ ए डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टेलाइन मटेरियल, प्रीति यदुवंशी, अवनीष मिश्रा, संदीप कुमार, रविन्द्र धर, लिक्विड क्रिस्टल 2015, 42, 1478-1489]। इस पेपर में, डिस्कोटिक तरल स्फटिकीय पदार्थों, जैसे 2,3,6,7,10,11-hexabutyloxytriphenylene (in short HAT4), पर 6 एवं 100 nm व्यास के सिल्वर नैनोकणों (AgNPs) के प्रभाव को ऊष्मागतिक, वैद्युत व प्रकाशिक रचना अध्ययनों में प्रेक्षित किया गया। ~6 nm व्यास के सिल्वर नैनोकण (0.6 wt%) वृहत तापमान श्रेणी के विशुद्ध HAT4 की प्लास्टिक कॉलुम्नार हेक्ज़ागोनल (Colhex) अवस्था पर नगण्य प्रभाव को प्रदर्शित करते हैं। (परंतु जब व्यास ~100 nm तक बढ़ता है तो यह प्रभाव काफी हद तक स्वीकार्य होता है) डायइलेक्ट्रिक अध्ययनों को फिर अणुओं की होम्योट्रोपिक एंकरिंग स्थिति के अंतर्गत 10 Hz – 35 MHz की आवृत्ति रेंज में किया गया। विशुद्ध HAT4 एवं इसके AgNP संयौगिकों के न्यून आवृत्ति क्षेत्र में, विरामावस्था/ शिथिलन अवस्था को इन अध्ययनों में प्रेक्षित किया गया। 6 nm की AgNPs भी विशुद्ध HAT4 के प्लास्टिक कॉलुम्नार हेक्ज़ागोनल अवस्था की डायइलेक्ट्रिक विद्युतशीलता के मान को बढ़ाती है। विशुद्ध HAT4 एवं इनके AgNP संयौगिक (6 एवं 100 nm) पदार्थों की DC चालकता को तत्पश्चात निर्धारित किया गया। इसके साथ ही HAT4 के विशुद्ध एवं AgNP संयौगिकों के प्रकाशिक बैण्ड अंतराल को भी पराबैगनी-प्रत्यक्ष (अल्ट्रावायलेट-विजिबल) अध्ययन द्वारा निर्धारित किया गया। AgNPs के सम्मिलन के कारण, HAT4 का प्रकाशिक बैण्ड अंतराल घटता प्रतीत होता है।

vii. रविन्द्र धर के समूह के साथ सहकार्य में **इनहेन्समेंट ऑफ दी थर्मोडायनेमिक इलेक्ट्रिकल एंड ऑप्टिकल प्रोपर्टीज ऑफ**

हेक्ज़ाबुटाइलोक्सीट्राइफ्निाइलीन ड्यू टू कॉपर नैनोपार्टिकल्स [इनहेन्समेंट ऑफ दी थर्मोडायनेमिक इलेक्ट्रिकल एंड ऑप्टिकल प्रोपर्टीज ऑफ हेक्ज़ाबुटाइलोक्सीट्राइफ्निाइलीन ड्यू टू कॉपर नैनोपार्टिकल्स, पी. यदुवंशी, ए. मिश्रा, एस. कुमार और आर धर, ज. मॉल. लिक., 208, 160-164 (2015)]। इस लेख में, लेखक ने वृहत तापमान रेंज (~65°C) हेक्ज़ेटिक कॉलुम्नार मेसोअवस्था दर्शाते तरल स्फटिकीय पदार्थ 2,3,6,7,10,11 hexabutyloxytriphenylene (संक्षेप में HAT4) के ऊष्मीय, प्रकाशिक एवं डायइलेक्ट्रिक पैरामीटरों पर कॉपर नैनो-कणों के प्रभाव का अध्ययन किया। एक संयौगिक को 0.6wt% कॉपर नैनो-कण मिश्रित करते हुए तैयार किया गया। UV-जैसी स्पेक्ट्रोस्कोपी का उपयोग अवशोषण स्पेक्ट्रा को अभिलेखित करने के लिए किया गया। यह प्रेक्षित किया गया कि कॉपर नैनो-कणों की उपस्थिति पृष्ठीय प्लाज्मोन रेजोनेंस आरंभ करती है और HAT4 के प्रकाशिक बैण्ड अंतराल को कम करती है। तथापि आइसोट्रोपिक से मेसोअवस्था रूपांतरण तापमान अप्रभावित रहता है परंतु मेसोअवस्थान-क्रिस्टल रूपांतरण तापमान घट जाता है जो सूचित करता है कि मेसोअवस्थाओं की रेंज/सीमा कॉपर नैनो-कणों की उपस्थिति के कारण बढ़ गई है। एक ओर जहाँ DC चालकता परिमाण में लगभग दो गुना बढ़ती हुई देखी गई, वहीं दूसरी ओर, डायइलेक्ट्रिक विद्युतशीलता में भी मामूली वृद्धि हुई। इस प्रकार के बढ़े गुणधर्मों के साथ, HAT4-कॉपर नैनो-कण संयौगिक एक विमीय चालकता और फोटोवोल्टिक अनुप्रयोगों के लिए उपयोगी सिद्ध होंगे।

viii. लखनउ विश्वविद्यालय के आर. मनोहर के समूह के साथ सहकार्य में **ट्यूनिंग फेज़ रिटार्डेशन बिहेवियर ऑफ निमेटिक लिक्विड क्रिस्टल यूजिंग क्वांटम डॉट्स** [ट्यूनिंग फेज़ रिटार्डेशन बिहेवियर ऑफ निमेटिक लिक्विड क्रिस्टल यूजिंग क्वांटम डॉट्स, स्वदेश गुप्ता, धर्मेन्द्र सिंह, आर. मनोहर, और संदीप कुमार, करेंट एप्ली. फि जि. 16, 79-82 (2015)]। यह कार्य CdSe क्वांटम डॉट (QD) से रंजक वाले निमेटिक तरल स्फ टिक (NLC) की अवस्था मंदन व्यवहार को प्रतिवेदित करता है। 4-octyl-40-cyanobiphenyl (8CB) NLC एवं इसके QDs रंजक की भिन्नता में बायरफ्रिंजेंस एवं आपेक्षिक विद्युतशीलता का अध्ययन प्रस्तुत किया गया है। यह अध्ययन QDs के सम्मिलन के पश्चात NLC क्रम में सुधार को प्रदर्शित करता है। QD रंजित NLC तंत्र में बायरफ्रिंजेंस के प्रेक्षित उच्चतर मान को स्व समूहित QDs के द्वारा NLC में अतिरिक्त क्रम के कारण संवर्धित संरेखण के प्रति जिम्मेदार ठहराया गया है। आपेक्षिक विद्युतशीलता के अध्ययन ने भी QD विसरित NLC तंत्र में क्रमन (व्यवस्थापन) प्रभाव को औजागर किया है।

ix. **इंफ्लुएंस ऑफ CdSe क्वांटम डॉट ऑन मॉलेक्यूलर/ आयनिक रिलेक्सेशन फि नोमिना एंड चेंज इन फि जिकल पैरामीटर्स ऑफ फेर्रोइलेक्ट्रिक लिक्विड क्रिस्टल** अध्ययन एक बार पुन: आर मनोहर के समूह के साथ सहकार्य में किया। फेर्रोइलेक्ट्रिक लिक्विड क्रिस्टल (FLC) में विसरित ऑक्टाडेसीलेमाइन सीमा के गोलाकार केडमियम सेलेनाइड (CdSe) क्वांटम डॉट्स (QDs) मूल संयौगिकों के वैद्यु-प्रकाशिक (E-O) पैरामीटरों (पदार्थ पैरामीटर) को उल्लेखनीय रूप से बदल सकते हैं। यहाँ कुमार एवं उनके सहयोगी E-O, डायइलेक्ट्रिक, पृष्ठीय ठहराव एवं प्रतिदीप्ति अध्ययन को प्रस्तुत करते हैं और बताते हैं कि होस्ट FLC के भौतिक गुणधर्म डोपेंट (QD) सांद्रता पर प्रबल रूप से निर्भर करते हैं। FLC में QDs का मिश्रण FLC अणुओं के पृष्ठीय ठहराव (स्थायित्व) में परिवर्तन ला देता है जिसके परिणामस्वरूप QDs सांद्रता की क्रिया के रूप में प्रिस्टीन FLC के E-O पैरामीटरों में परिवर्तन होता है। आयन-ध्रुवीकरण युग्मन

FLC-QDs मिश्रण में एक निश्चित QDs सांद्रता तक एक नए तापमान-आश्रित कमजोर आयनिक शिथिलीकरण मोड (TDWIRM) को प्रेरित करता है। CdSe QDs एवं FLC अणुओं के मध्य द्विध्रुव युग्मन डायइलेक्ट्रिक गुणधर्मों को समायोजित (अनुकूल) कर देता है और फ्लस्वरूप FLC-QDs मिश्रण में आण्विक/आयनिक शिथिलन घटना होती है। FLC-QDs मिश्रण की प्रतिदीप्ति संभवतः LC माध्यम में एक्साइटन (exciton) एवं फोटॉन के मध्य युग्मन के कारण है, जिसके परिणामस्वरूप विकिरण प्रक्रिया होती है। FLC-QDs मिश्रण के प्रतिदीप्ति गुणधर्मों का अग्रिम अन्वेषण बताता है कि एक समान आकार के QDs की सांद्रता केवल FLC-QDs मिश्रण की प्रतिदीप्ति तीव्रता को परिवर्तित करती है। [इंफ्लुएंस ऑफ CdSe क्वांटम डॉट ऑन मॉलेक्यूलर/ आयनिक रिलेक्सेशन फिनोमिना एंड चेंज इन फिजिकल पैरामीटर्स ऑफ फेर्रोइलेक्ट्रिक लिक्विड क्रिस्टल, डी.पी. सिंह, स्वदेश कुमार गुप्ता, एस. पाण्डे, प्राची त्रिपाठी, महेश वारिया, संदीप कुमार एवं राजीव मनोहर, लिक्वि. क्रिस्ट., 42, 1159-1168 (2015)]।

x. आर.के. गुप्ता के समूह के साथ मिलकर **इफेक्ट ऑफ ऑक्टाडेसिलेमाइन फंक्शनलाइज्ड SWCNTs ऑन दी इलास्टिक कोंस्टेंट्स एंड इलेक्ट्रो-ऑप्टिक रिस्पोंस ऑफ ए लिक्विड क्रिस्टल।** जैसा कि पिछले वर्ष के दौरान कुमार के उपर उल्लिखित कार्य में स्पष्टतया बताया गया है कि कुशल एवं उच्च-निष्पादन वाले तरल स्फटिक (LC) उपकरणों के लिए LC पदार्थों के भौतिक गुणधर्मों को नैनोपदार्थों जैसे कार्बन नैनोट्यूबों (CNTs), ग्रेफीन एवं क्वांटम डॉट्स को समाविष्ट करते हुए उपयुक्त रूप से बदला अथवा परिवर्तित किया जा सकता है। वर्तमान कार्य में, निमेटिक एवं स्मेक्टिक अवस्थाओं को प्रदर्शित करते LC के भौतिक गुणधर्मों पर ऑक्टाडेसीलेमाइन-क्रियान्वित एकल-परतीय (दीवार युक्त) कार्बन नैनोट्यूबों के समावेशन के प्रभाव का अन्वेषण किया गया है। ODA-SWCNTs (0.05wt%) की न्यूनतर सांद्रता पर, LC-इलेक्ट्रोड अंतरफ लक पर नैनोट्यूबों का ठहराव सहाययुक्त होता है। ODA-SWCNTs के उच्चतर सांद्रता पर, अंतरफ्लक पर ठहराव के अतिरिक्त, नैनोट्यूब जो LC माध्यम में विसरित हो जाते हैं, ओरियंटेशनल ऑर्डरिंग (अभिमुखीकरण क्रमावस्था) को बढ़ाते हैं। इससे आगे, LC के ODA-SWCNT नैनोसंयौगिक की निमेटिक अवस्था में वैद्यु-प्रकाशिक सीमांत (थ्रेसहोल्ड) वोल्टेज विशुद्ध LC की तुलना में बढ़ जाता है। घटते तापमान की कार्यप्रणाली के रूप में डायइलेक्ट्रिक एनिसोट्रॉपी ODA-SWCNT की सांद्रता में वृद्धि के साथ घटती जाती है। LC के ODA-SWCNT नैनोसंयौगिक का बेंड से स्पे का (bend to splay) प्रत्यास्थ नियतांक अनुपात क्रमशः कम तापमान पर विशुद्ध LC की तुलना में उल्लेखनीय रूप से बढ़ जाता है। वैद्युप्रकाशिक प्रतिकिया के घटित होने का समय घट जाता है जबकि ODA-SWCNT की उच्चतर सांद्रता में क्षय समय (गलन समय) बढ़ जाता है और अंत में, स्मेक्टिक अवस्था का तापमान रेंज ODA-SWCNT की सांद्रता बढ़ने के साथ बढ़ जाता है। [इफेक्ट ऑफ ऑक्टाडेसिलेमाइन फंक्शनलाइज्ड SWCNTs ऑन दी इलास्टिक कोंस्टेंट्स एंड इलेक्ट्रो-ऑप्टिक रिस्पोंस ऑफ ए लिक्विड क्रिस्टल, जितेन्द्र कुमार, वी. मुजुलादेवी, आर.के. गुप्ता, एस. कुमार, लिक्वि.क्रिस्ट., 42, 361-369 (2015)]

तरल स्फटिकीय पदार्थों के डिजाइन, संश्लेषण एवं भौतिक गुणधर्मों से संबंधित निम्न परियोजनाओं पर पिछले वर्ष के दौरान कुमार ने कार्य किया –

i. **अरूण रॉय (आरआरआई)** एवं **अश्वथ नारायण गौडा (पीएचडी छात्र, आरआरआई)** के साथ सहकार्य में **सिंथेसिस एंड केरेक्टराइजेशन ऑफ नोवल आइसोक्जाज़ोल बेस्ड बनाना लिक्विड क्रिस्टल फ्र ॉम नेचुरली अकरिंग कर्क्युमिन।** प्राकृतिक रूप से घटित कर्क्युमिन से व्युत्पन्न आइसोक्जाज़ोल-आधारित बेंट-कोर तरल स्फटिकों (LCs) का संश्लेषण इस कार्य में किया गया और उनके LC गुणधर्मों का अन्वेषण पोलराइजिंग ऑप्टिकल माइक्रोस्कोपी, डिफ्रेंशियल स्केनिंग कैलोरीमेट्री एवं क्ष-किरण विवर्तन तकनीकों द्वारा किया गया। एक शाखायुक्त एल्काइल चैन व्युत्पन्न सहित पांच संयौगिकों को तैयार व वर्गीकृत किया गया। ये व्युत्पन्न इनेंटियोट्रोपिक मेसोअवस्थाएँ प्रदर्शित करते हैं। जबकि कम अनूकूल (homologue) प्रदर्शन की व्यापक-तापमान-रेंज निमेटिक अवस्था, एक अपेक्षाकृत लम्बी-चैन व्युत्पन्न 3d निमेटिक अवस्था के अतिरिक्त स्मेक्टिक C अवस्था प्रदर्शित करता है। इन संयौगिकों में बेंट (bent) कोण केलामिटिक LCs एवं बनाना (banana) LCs के मध्य में है। इसी कारण, अणु ध्रुवण क्रम पैकिंग से बच जाते हैं जैसा कि लाक्षणिक रूप से बेंट-कोर LCs में प्रेक्षित किया गया। एल्काइल चैन की लम्बाई को बढ़ाने पर सिरीज में दोनों गलन एवं आइसोट्रोपिक तापमानों को कम करती है। यद्यपि, शाखायुक्त एल्काइल चैन वाले संयौगिक केवल निमेटिक-आइसोट्रोपिक तापमान में विशिष्ट कमी प्रदर्शित करते हैं। गहन XRD प्रयोग भी क्रमशः कम अनूकूलता (homologue) में N अवस्था एवं उच्चतर अनुकूलता में SmC अवस्था की उपस्थिति की पुष्टि करते हैं। [सिंथेसिस एंड केरेक्टराइजेशन ऑफ नोवल आइसोक्जाज़ोल बेस्ड बनाना लिक्विड क्रिस्टल फ्र ॉम नेचुरली अकरिंग कर्क्युमिन, अश्वथ नारायण गौडा, अरूण रॉय एवं संदीप कुमार, लिक्विड क्रिस्टल्स (2016), 43(2), 175-182]।

ii. **वी. लक्ष्मीनारायणन (आरआरआई)** के साथ सहकार्य में **डाई-सेंसिटाइज्ड सोलर सेल्स विथ आयोडीन-फ्री डिस्कोटिक इलेक्ट्रोलाइट्स।** डिस्कोटिक मेसोजेनिक अणुओं जैसे hexahexylthiotriphenylene (HHTT) एवं hexahexyloxytriphenylene को, पहली बार, एक आयोडीन-मुक्त रेडॉक्स इलेक्ट्रोलाइट के रूप में रंजक-सुग्राहित (dye-sensitised) सोलर कोशिकाओं (DSSCs) में मिलाया गया। कोशिका ने विशिष्ट फ्लोरीन डोप्ड टिन ऑक्साइड / TiO2 / N719 / HHTT / Pt DSSC कांफ़िग्यूरेशन में 0.95 V का मुक्त सर्किट वोल्टेज (Voc), 0.534 mA/cm2 का लघु परिपथ धारा घनत्व (Jsc), 88.24% भरण कारक और कुल मिलाकर ऊर्जा रूपांतरण दक्षता (η) 0.45% दर्शाई। इलेक्ट्रोलाइटों के पृष्ठीय प्रोफाइल के अध्ययन के लिए स्केनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी का उपयोग किया गया जबकि इलेक्ट्रोकेमिकल इम्पीडेंस स्पेक्ट्रोस्कोपी का उपयोग इलेक्ट्रोलाइटों के वैद्युरसायन व्यवहार को समझने के लिए किया गया। फ ोटोवोल्टेक पैरामीटरों का मापन ओरियल सोलर सिमुलेटर क्लास AAA का उपयोग करते हुए मानक परिस्थिति के अंतर्गत किया गया। ये प्रथम परिणाम डिस्कोटिक अणुओं की आवेश संवाहक एवं मध्यस्थक के रूप में क्षमताओं को प्रदर्शित करते हैं और आयोडीन-मुक्त DSSCs में उपयोग किये जाने की संभावनाओं को बताते हैं [डाई-सेंसिटाइज्ड सोलर सेल्स विथ आयोडीन-फ्री डिस्कोटिक इलेक्ट्रोलाइट्स, आनंद राम कृष्णन सेल्वराज, वी. लक्ष्मीनारायणन, रविन्द्र धर और संदीप कुमार, लिक्वि. क्रिस्ट., 42, 1815-1822 (2015)]।

iii. झीगुन ही के समूह (बीजिंग जियाओतोंग यूनिवर्सिटी, चीन) के साथ सहकार्य में **इलेक्ट्रॉन ट्रान्स्पोर्टिंग ऑर्गेनिक मटेरियल्स विथ एन**

एक्सेप्शनल लार्ज स्केल होमियोट्रोपिक मॉलेक्यूलर ओरिएंटेशन। एक इलेक्ट्रॉन संवाहक एंथ्रोक्वीनोन व्युत्पन्न ने एक मुक्त सबस्ट्रेट सतह पर एक स्थायी वृहत-पैमानीय होमियोट्रोपिक संरेखण को प्रदर्शित किया है जिसने इसके आवेश वाहक की चालकता में काफी संशोधन किया है। इलेक्ट्रॉन चालकता (mE) को बिना संरेखण वाली फिल्म के लिए 3.2×10^{-4} $cm^2V^{-1}s^{-1}$ से परिमाण में दो गुना बढ़ाते हुए होमियोट्रोपिक रूप से संरेखित फिल्म के लिए 1.2×10^{-2} $cm^2V^{-1}s^{-1}$ करता प्रेक्षित किया गया है। छोटी तरंगदैर्ध्य रेंज के आसपास फिल्म की यूवी अवशोषण स्पेक्ट्रा में विशिष्ट वृद्धि को आण्विक संरेखण के साथ जुड़ा होना माना गया परंतु ध्यान देने योग्य बात थी कि ये संरेखण परीक्षण के अंतर्गत सबस्ट्रेट के प्रति कम संवेदी रहे। कॉलुम्नार स्टेकों के एंकरिंग फोर्स अणु एवं सबस्ट्रेट अंतरफलक के मध्य सख्त अभिक्रियाओं से संबद्ध पदार्थों की प्रकृति से संबंधित हो सकते हैं। [इलेक्ट्रॉन ट्रान्स्पोर्टिंग ऑर्गेनिक मटेरियल्स विथ एन एक्सेप्शनल लार्ज स्केल होमियोट्रोपिक मॉलेक्यूलर ओरिएंटेशन, हुआन झाओ, झीगुन ही, मिन झू, चुनजुन लियांग और संदीप कुमार, फिजि.केम.केम.फिजि., 2016, 18, 8554]।

iv. आर मनोहर के समूह के साथ **टेलरिंग ऑफ कोलेस्टेरिक प्लेन स्पेसिंग, डायइलेक्ट्रिक रिलेक्शेसन एंड ऑप्टिकल प्रोपर्टीज ऑफ हाई टेम्परेचर किरल निमेटिक फेज़ बाय UV इर्रेडिएशन।** उच्च तापमान पर किरल निमेटिक (N*) मेसोअवस्था पर पराबैगनी (UV) विकिरण के प्रभाव का अध्ययन इस पेपर में किया गया है। नियंत्रित UV संपर्क ने छड़ के आकार के अणुओं में मोड़न उत्पन्न कर दी। अणुओं की मोड़न इसके लम्बे आण्विक अक्ष को प्रभावित करती है; इसीकारण, लम्बे आण्विक अक्षों के संगत अणुओं के घूर्णन से संबद्ध शिथिलन मोड उच्चतर आवृत्ति की ओर चला जाता है। UV विकिरण N*LC अणुओं की कोलेस्टेरिक प्लेन स्पेसिंग को भी बढ़ाती है जबकि N*LC की a.c. चालकता UV विकिरण के पश्चात अत्यधिक बढ़ जाती है। ऑप्टो-डायइलेक्ट्रिक प्रभाव की कुशलता का भी मूल्यांकन वर्तमान अन्वेषण के दौरान बदलते अभिनत (bias) वोल्टेज के साथ किया गया। [टेलरिंग ऑफ कोलेस्टेरिक प्लेन स्पेसिंग, डायइलेक्ट्रिक रिलेक्शेसन एंड ऑप्टिकल प्रोपर्टीज ऑफ हाई टेम्परेचर किरल निमेटिक फेज़ बाय UV इर्रेडिएशन, धर्मेन्द्र प्रताप सिंह, तृप्ती विमल, स्वदेश कुमार गुप्ता, प्राची त्रिपाठी, एम.सी. वारिया, संदीप कुमार, शाश्वती मनोहर, और राजीव मनोहर, मॉले.क्रिस्ट. लिक्वि.क्रिस्ट. 2016, 625, 1-10]

v. रविन्द्र धर के समूह के साथ मिलकर सहकार्य में **बल्क हीटरो जंक्शन सोलर सेल बेस्ड ऑन सेल्फ असेम्बलिंग ऑफ डिस्क शेप्ड लिक्विड क्रिस्टेलाइन मटेरियल।** इस लेख में, डिस्क-आकारीय तरल स्फटिकीय पदार्थ जैसे 2, 3, 6, 7, 10, 11-hexabutyloxytriphenylene का बल्क हीटरोजंक्शन (BHJ) सोलर सेल से निहित poly (3-hexylthiophene): [6, 6]-phenyl-C61-butyric acid methyl ester में मिश्रण के प्रभाव का अन्वेषण किया गया। ये डिस्क-आकारीय अणु अंतरआण्विक π-π अभिक्रिया के माध्यम से व्यवस्थित कॉलुम्नार हेक्ज़ागोनल संरचना में संगठित होते हैं जैसा कि पोलराइज्ड लाइट ऑप्टिकल माइक्रोस्कोपी द्वारा मॉनिटर किया गया। इन तरल स्फटिक परत के माध्यम से तैयार किए गए उपकरण की धारा-वोल्टेज विशिष्टताओं ने 10.5mA cm^{-2} की लघु-परिपथ धारा एवं 35% फिल फेक्टर को प्रदर्शित किया। परिणामी ऊर्जा रूपांतरण दक्षता (PCE) 1.54% थी। इन सोलर सेलों पर तरल स्फटिक परत की मोटाई को बदलने एवं एक अतिरिक्त एन्नीलिंग चरण के प्रभाव का भी अध्ययन किया गया। लघु परिपथ धारा एवं 12.9 mA cm^{-2} व 2.3% की PCE

को इन BHJ सोलर सेलों में प्राप्त किया गया जिनमें कि एन्नीलिंग के पश्चात एक सूर्य स्थिति के अधीन सक्रिय परत में स्व-संगठित डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल निहित रहते हैं। [बल्क हीटरो जंक्शन सोलर सेल बेस्ड ऑन सेल्फ असेम्बलिंग ऑफ डिस्क शेप्ड लिक्विड क्रिस्टेलाइन मटेरियल, मनीषा बाजपेई, नीलम यादव, संदीप कुमार और रविन्द्र धर, लिक्वि.क्रिस्ट. 2016, 43, 305-316]

vi. आर के गुप्ता समूह के साथ मिलकर सहकार्य में **सॉल्वेटोक्रोमिज्म ऑफ ट्राइसाइक्लोक्वीने-जोलाइन बेस्ड डिस्क-शेप्ड लिक्विड क्रिस्टल: ए पोटेंशियल मॉलेक्युलरप्रोब फॉर फ्लोरेसेंस इमेजिंग।** ट्राइसाइक्लोक्वीनेज़ोलाइन (TCQ) आधारित डिस्कोटिक तरल स्फटिकों (DLCs) को स्वभाव से प्रतिदीप्तिशील होना पाया गया है। ऐसे अणुओं को अन्य DLC की प्रतिदीप्तिशील प्रतिचित्रण के लिए नियुक्त किया जा सकता है। इसी कारण, यह आवश्यक है कि ऐसे अणुओं के क्रमबद्ध रूप से प्रकाशभौतिक गुणधर्मों का अध्ययन किया जाए। इस लेख में, लेखक ने 6 ईथेलनॉक्सी साइड चैनों (TCQDL अणुओं) से सहसंयोजी रूप से जुड़े केन्द्रक TCQ कोर युक्त DLC अणुओं के प्रकाशभौतिक गुणधर्मों पर विलायकों के प्रभाव को प्रतिवेदित किया है। TCQDL के विलयनों को भिन्न-भिन्न ध्रुवणता (ध्रुवाभिसारिता) के कार्बनिक विलायकों में तैयार किया गया है। इस प्रकार से तैयार विलयनों का फिर पराबैगनी-दृश्यों (UV-Vis) एवं फ्लोरेसेंस स्पेक्ट्रोफोटोमीटर का उपयोग करते हुए जांच किया जाता है। TCQDL अणु के उत्तेजन अवस्था द्विध्रुव संवेग का डाटा द्वारा आंकलन किया जाता है। गॉजियन 03 का उपयोग करते हुए TCQDL अणु के पृष्ठ अवस्था द्विध्रुव संवेग की गणना की जाती है। प्रेक्षण बताते हैं कि TCQDL अणु का उपयोग फ्लोरोफोर की तरह किया जा सकता है और अन्य-फ्लोरेसेंट DLC तंत्र के प्रतिचित्र लेने के लिए उपयोग किया जा सकता है। वायु-जल अंतरफलक पर विशुद्ध TCQDL अणुओं के लेंगमीर मोनोलेयर के एपिफ्लोरेसेंस प्रतिचित्रण ने योगशील (additive) फ्लोरेसेंट जांच के अणुओं की अनुपस्थिति में भी सतही / पृष्ठीय अवस्थाओं को ठीक तरह से पहचानने वाली अच्छी प्रतिचित्र तुलना दर्शाई। [सॉल्वेटोक्रोमिज्म ऑफ ट्राइसाइक्लोक्वीनेजोलाइन बेस्ड डिस्क-शेप्ड लिक्विड क्रिस्टल: ए पोटेंशियल मॉलेक्युलरप्रोब फॉर फ्लोरेसेंस इमेजिंग, सी. कार्तिक, मंजुलादेवी वी., राज कुमार गुप्ता और संदीप कुमार, आरएससी एड्वां., 2015, 5, 84592].

vii. सहयोगी मो. लुतफेर रहमान (मलेशिया यूनिवर्सिटी, पहांग) के साथ मिलकर किया गया कार्य **सिंथेसिस ऑफ न्यू U-शेप्ड एज़ोबेंजीन लिक्विड क्रिस्टल्स फॉर फोटोस्विचिंग प्रोपर्टीज।** एक ओर की भुजा में एज़ोबेंजीन और अंत छोरों में एल्कीन प्रकार्य समूहों को समाविष्ट करते हुए केन्द्रीय कोर के समान U-आकारीय एकक युक्त तरल स्फटिकीय संयौगिकों की एक नई श्रृंखला का डिफ्रेंशियल स्केनिंग कैलोरीमेट्री (DSC), पोलराइज्ड-लाइट ऑप्टिकल माइक्रोस्कोपी (POM), क्ष-किरण विवर्तन विश्लेषण एवं UV-vis स्पेक्ट्रोस्कोपी द्वारा संश्लेषण और वर्गीकरण किया गया। U-आकारीय श्रृंखला में, सभी संयौगिकों ने चैन लम्बाई और चैन समता से मुक्त स्थायी इनेंटियोट्रोपिक मोनोलेयर SmA अवस्थाओं को दर्शाया। ये U-आकारीय अणु विलयन एवं ठोस अवस्था में सशक्त फोटोआइसोमेराइजेशन व्यवहार को प्रदर्शित करते हैं। संयौगिकों के प्रकाशस्विचन गुणधर्मों ने लगभग 15 सेकण्ड में trans to cis आइसोमेराइजेशन दिखाय, जबकि विलयन में इसके विलोम प्रक्रिया के लिए कहीं अधिक समय 235-380 मिनिट की जरूरत पड़ी। 4a के ठोस

फिल्म के प्रकरण में, E-Z फोटोआइसोमेराइजेशन लगभग 4 s लेता है और विलोम रूपांतरण से मूल अर्थात Z-E अवस्था लगभग 74 मिनिट लेती है। UV प्रकाश विकिरण का उपयोग करते हुए किनेटिक अध्ययन बताता है कि सभी संयौगिक (4a-e) विलयन में शिथिलन समय के दौरान में प्रथम क्रम दर नियम के अनुसार व्यवहार करते हैं। एल्काइल चैन लम्बाई का प्रभाव trans to cis के लिए नगण्य है जबकि, cis to trans के लिए अलग-अलग चैनों की लम्बाई पर काफी अधिक (विचारणीय) है। बदलती प्रकाश तीव्रताओं के साथ फोटोआइसोमेराइजेशन अध्ययन दर्शाता है कि फोटोसेचुरेशन एवं थर्मल बैक रिलेक्शेसन समय तब घट गया जब विकिरणित प्रकाश की तीव्रता बढ़ गई। वास्तव में, संयौगिक 10 mW cm^{-2} की प्रकाश प्रतिदीप्ति पर बिल्कुल भी डिग्रेड नहीं हुए। प्रतिवर्ती आइसोमेराइजेशन हालांकि कई चक्र के पश्चात भी बहुत अधिक नहीं घटा जो यह इंगित करता है कि प्रकाश-संवेदी गुणधर्म स्थायी हैं और दुहराने योग्य हैं। इस प्रकार, इन पदार्थों के प्रकाशस्विचन व्यवहार का प्रकाशिक डाटा संचयन उपकरण के क्षेत्र और अनुकूल स्विचन समय के लिए आण्विक स्विच में उपयुक्त रूप से दोहन किया जा सकता है। [सिंथेसिस ऑफ न्यू U-शेप्ड एज़ोबेंजीन लिक्विड क्रिस्टल्स फ ॉर फोटोस्विचिंग प्रोपर्टीज, मो. लुतफ ोर रहमान, शाहीन एम. सरकार, मशिताह एम. युसुफ , संदीप कुमार और कर्स्टन श्चीर्स्की, आरएससी एड्वा., 2015, 5, 87019]

viii. **दी केमिस्ट्री ऑफ बेंट-कोर मॉलेक्यूल्स फॉर्मिंग निमेटिक लिक्विड क्रिस्टल्स।** छड़-आकारीय एवं डिस्क-आकारीय अणुओं के अनुरूप, बेंट-कोर अणु भी अन्य उच्चतर क्रम की मेसोअवस्थाओं के अतिरिक्त निमेटिक अवस्थाओं को प्रदर्शित करते हैं। वर्तमान में, लगभग 600 बेंट-कोर अथवा बनाना (banana)-आकारीय अणु ज्ञात हैं जो निमेटिक अवस्थाओं को प्रदर्शित करते हैं। **ए.एन. गौडा (पीएचडी छात्र, आरआरआई)** के साथ किये गए इस कार्य में, इन सभी पदार्थों के रसायनिक व मेसोमॉर्फिक गुणधर्मों का सारांश निकाला गया है। [दी केमिस्ट्री ऑफ बेंट-कोर मॉलेक्यूल्स फॉर्मिंग निमेटिक लिक्विड क्रिस्टल्स, संदीप कुमार, ए.एन. गौडा, लिक्वि.क्रिस्ट. रिव., 3, 99-103 (2015)]

ix. के.ए. सुरेश (सीएनएसएमआर, बेंगलूर) के साथ **चार्ज ट्रांस्पोर्ट इन ए लिक्विड क्रिस्टेलाइन ट्राइफि नाइलीन पॉलिमर मोनोलेयर एट एयर-सॉलिड इंटरफेस।** कुमार *और अन्य* ने वायु-जल अंतरफ लक पर 2,6-dihydroxy-3,7,10,11-tetraalkoxy-triphenylene (PHAT) से व्युत्पन्न अनोखे तरल स्फ टिकीय बहुलक की एक मोनोलेयर को तैयार किया है और इसे लेंगमीर-ब्लॉडगेट (L-B) तकनीक का उपयोग करते हुए तुरंत काटे गए अभ्रक (freshly cleaved mica) के साथ-साथ सोना लेपित अभ्रक सबस्ट्रेटों पर चलाया गया /स्थानांतरित किया गया। इन L-B फिल्मों के परमाण्विक बल माइक्रोस्कोप (AFM) प्रतिचित्र 1.5 nm की मोटाई की एकसमान व्याप्ति क्षेत्र को दर्शाते हैं। वैद्युत चालकता मापन को तत्पश्चात धारा संसूचन AFM (CSAFM) का उपयोग करते हुए सोना लेपित अभ्रक सबस्ट्रेट पर जमा हुई PHAT मोनोलेयर पर किया गया। CSAFM की सोना सबस्ट्रेट-PHAT मोनोलेयर-केंटिलिवर टिप एक धातु-विसंवाहक-धातु (M-I-M) जंक्शन बनाती है। M-I-M जंक्शन के लिए CSAFM एक अरैखिक धारा-वोल्टेज (I-V) वक्र बनाती है। M-I-M जंक्शन के I-V विशिष्टताओं का विश्लेषण ने इंगित किया कि तरल स्फटिकीय बहुलक मोनोलेयर में आवेश संवहन प्रत्यक्ष टनलिंग क्रियाविधि द्वारा होता है। PHAT मोनोलेयर के लिए अवरोध ऊंचाई को 1.22 ± 0.02 eV होने का अनुमान लगाया गया। [चार्ज ट्रांस्पोर्ट इन ए लिक्विड क्रिस्टेलाइन ट्राइफि नाइलीन पॉलिमर मोनोलेयर एट एयर-

सॉलिड इंटरफेस, एच.एन. गायत्री, भरत कुमार, के.ए. सुरेश, एच.के. बिसोई और संदीप कुमार, फिजि.केम.केम.फिजि., 2016, प्रेस में]

प्रमोद पुलर्कट के वर्तमान पेशेवर अनुसंधान अभिरूचि के क्षेत्र हैं अक्ष तंतुओं के यांत्रिक गुणधर्मों का अध्ययन, जो पतले ट्युबलर आयामों के हैं और जिन्हें वैद्युत संकेतों के चालन के लिए तंत्रिकीय (न्यूरोनल) कोशिकाओं से उत्पादित किया गया है, अक्षतंतुओं के आकारों की स्थायित्वता, कोशिकाओं पर शियर दाब का प्रभाव और फिलोपोडियल गतिकी को समझने के लिए एक मॉडल के रूप में मेम्ब्रेन टीथर यांत्रिकी।

अक्षतंतु पतले ट्युबलर आयाम के होते हैं जिन्हें वैद्युत संकेतों के चालन के लिए तंत्रिकीय कोशिकाओं से उत्पादित किया जाता है। मानव शरीर में ये कुछ दशों माइक्रोन (मस्तिष्क में) से लेकर एक मीटर लम्बे (निचले अंगों तक विस्तारित नसों में) कुछ भी हो सकते हैं। अक्षतंतु का व्यास केवल कुछ माइक्रोन का होता है और सामान्य कोशिकाओं में यह सम्पूर्ण लम्बाई में लगभग नियत रहता है। यह स्थायित्व विरोधी भौतिक कारकों की अनुक्रिया द्वारा निर्धारित व्यास के कारण हो सकता है। उदाहरण के लिए, अक्षतंतु मेम्ब्रेन टेंशन जो व्यास और आंतरिक भाग (साइक्लोस्केलटन) को भरने वाले बहुलक ज़ेल के कारण एंट्रोपिक आंतरिक दाब को घटाने का प्रयास करता है। इसके अतिरिक्त, अक्षतंतुवीय सुनम्यता (प्लास्टिसिटी) के अनुरक्षण (किसी भी नए तार लगाने के लिए भौतिक संकेतों के प्रति अक्षतंतु का लचीलापन) के लिए आवश्यक है कि तंत्रिकीय कोशिकाएँ संबंध विच्छेदन और पुनःस्थापित करने में सक्षम रहें। यहाँ यह संदेह होता है कि आण्विक मोटर एवं बहुलक गतिकी क्रियाशील हैं क्योंकि ये सक्रिय रूप से पुनःगठित साइटोस्केलटल संरचना में दबाव और प्रवाह उत्पन्न कर सकते हैं। अक्षतंतु इतनी लम्बी लम्बाई तक कैसे नियत व्यास बनाए रख सकते हैं ? अक्षतंतुवीय वृद्धि के दौरान घटकों कि उत्पादन एवं पुनःवितरण को कौन निर्धारित करता है ? अक्षतंतुवीय तार बिछाने के दौरान अक्षतंतु के प्रतिगमन (छोड़ने या रिट्रेक्शन) को कौन प्रचालित करता है ? ये कुछ प्रश्न हैं जिनका कि उत्तर पुलर्कट एवं उनका समूह खोजने का प्रयास कर रहा है।

इनके अलावा, समूह सक्रिय अक्षतंतुवीय झिल्ली गतिकी और यांत्रिकी का भी अन्वेषण करता है। इसमें ये संस्थान में बनाए गए ऑप्टिकल ट्वीजर सेटअप का उपयोग करते हैं।

प्रयोगालय के दृष्टिकोण में शामिल है सरल परीक्षणों, प्रतिचित्र विश्लेषण तकनीकों और प्रतिदीप्ति माइक्रोस्कोपी विधियों को विकसित करना, आनुवंशिक एवं जैवरसायनिक यंत्रों, इत्यादि का उपयोग करना। पहले से ही उपलब्ध, पूर्व-डिजाइन वाले उपकरणों की अनुपस्थित में जिनकी कि इनमें से कुछ परिमाणात्मक विश्लेषण के लिए आवश्यकता है, समूह अपना समय नय यंत्रों को बनाने में भी देता है। उन्होंने एक नए प्रकार के बल उपकरण को भी विकसित कर लिया है, जो पीको-न्यूटन और नैनो-मीटर शुद्धता का मापन कर सकता है, जिसके लिए एक पेटेंट का आवेदन दिया जा चुका है। पिछले वर्ष के दौरान, उन्होंने कोशिका आसंजन गुणधर्मों का परिणाम निर्धारित करने के लिए कोशिकाओं में घूर्णक तरल शियर स्ट्रेस लगाने के एक कॉम्पेक्ट उपकरण को भी डिजाइन व निर्मित किया है।

समूह इन समस्याओं के निराकरण के लिए अंतर्विषयी दृष्टिकोण पर विश्वास करता है और इस प्रकार इस कार्य में IISER-पुणे के तंत्रिकाजैविज्ञों, और इंस्टीट्यूट क्यूरी, पेरिस के सैद्धांतिक भौतिज्ञों के साथ गहन सहकार्य शामिल है।

i. **प्रोबिंग मिकेनिकल प्रोपर्टीज ऑफ एक्ज़न्स** विषयांतर्गत अनुसंधान में पुलर्कट ने **सुशील दुबे (पीएचडी छात्र, आरआरआई)** के साथ मिलकर कार्य किया। उन्होंने नियमित-तनाव के तरीके को अपनाते हुए अक्षतंतुओं पर रियोलॉजिकल मापन निष्पादित किया जिसे उपर उल्लेखित बल उपकरण में कार्यान्वयित किया गया है। आंकड़े बताते हैं कि प्रोटीन क्रॉसलिंक की बिलगाव (डिटेचमेंट) गतिकी अक्षतंतुओं में क्षणिक व्यवहार (श्यानप्रत्यास्थता) के समान है। जैवरसायन साधनों का उपयोग करते हुए, उन्होंने बताया कि

अक्षतंतु में कॉर्टिकल एक्टिन (तंत्रिकीय कोशिका के कोशिका झिल्ली की परिधि के अंतर्गत साइटोप्लाज्मिक प्रोटीन की एक विशिष्ट लेयर जो आमतौर पर कोशिका तनाव बनाए रखने में मदद करती है) की महत्वपूर्ण यांत्रिक भूमिका है। यद्यपि पूर्व में ज्ञात प्रेक्षणों से, जब माइक्रोट्यूबलों की तुलना की गई तो पता चला कि एक्टिन अक्षतंतु का प्रमुख साइटोस्केलटल घटक नहीं है। सुपर-रेजोल्यूशन माइक्रोस्कोपी पर आधारित कुछ हाल के रिपोर्ट बताते हैं कि अक्षतंतुवीय एक्टिन स्पेक्ट्रिन द्वारा अंतरसंबंधित आवधिक रिंगों के रूप में व्यवस्थित रहते हैं। यह अक्षतंतुओं में श्यानप्रत्यास्थ प्रतिक्रिया के बजाए क्रिस्टल-जैसी प्रत्यास्थता को बढ़ावा दे सकता है। सहयोगियों दुबे, दीपक नायर (आईआईएससी), अर्णब घोष (आईआईएसईआर-पुणे एवं एंड्र्यू केलन जोन्स, यूनिवर्सिटी-पेरिस, डिडरॉट), के साथ मिलकर पुलर्कट एक्टिन संरचना की जांच करने के लिए इन कोशिकाओं के सुपर-रेजोल्यूशन प्रतिचित्रण पर कार्य कर रहे हैं।

ii. एक्टिन-फि लामेंटों अथवा माइक्रोट्यूबल्स (अक्षतंतु की भीतर उपस्थित जैवबहुलक) के अभाजन (गैर-बहुलकीकरण) के विशिष्ट जैवरसायन कर्मकों का उपयोग करते हुए, समूह ने अक्षतंतु के परिणामी आकार के क्रमिकविकास अथवा ऐसा कहें कि **अक्षतंतुओं में आकार की अस्थायित्वता** का अध्ययन किया है। पुलर्कट ने इन प्रयोगों के लिए अनघ दातर (पूर्व पीएचडी छात्र, आरआरआई), रोली श्रीवास्तव (परियोजना सहायक, आरआरआई) और अल्का भट (वीएसपी छात्र, आरआरआई) के साथ सहकार्य किया है। वे अब जेक्स प्रोस्ट (इंस्टीट्यूट क्यूरी, पेरिस) की सहायता से प्रायोगिक परिणामों के लिए सैद्धांतिक मॉडल तैयार करने का प्रयास कर रहे हैं।

iii. **सेल एड्हेसन स्टडीड यूजिंग एन इन-हाउस डेवलप्ड एंड बिल्ट शियर डिवाइस –** पुलर्कट और **रेणु विश्वकर्मा (पीएचडी छात्र, आरआरआई)** ने प्रतिदीप्ति माइक्रोस्कोपी के साथ-साथ कोशिका पर शियर स्टेस के प्रभाव का अध्ययन करने के लिए एक शियर उपकरण को विकसित किया है। यह उपकरण स्वयं में अनोखा है – इसे कम्प्यूटर की हार्ड-डिस्क मोटर का उपयोग करते हुए बनाया गया है जो बहुत ही अच्छा डगमगाहट-मुक्त (wobble-free) प्रदर्शन करता है / पर्फोमेंस देता है, और छोटा है तथा इसीलिए कोनफोकल तंत्र सहित किसी भी मानक माइक्रोस्कोप में माउंट किया जा सकता है। विश्वकर्मा ने बताया कि यह उपकरण आसंजन (adhesion) में परिवर्तन में अंतर / भेद कर सकता है और इसे सुपरिभाषित कोशिका ज्यामिति तैयार करने के लिए माइक्रो-पैटर्निंग के साथ भी उपयोग किया जा सकता है। उन्होंने बताया कि या तो समय की क्रिया अथवा शियर स्ट्रेस की क्रिया के रूप में नियत (constant) शियर के अंतर्गत कोशिका बिलगाव के सटीक मापन द्वारा कोशिका आसंजन का गणनात्मक रूप से अध्ययन किया जा सकता है। पुलर्कट एवं गौतम मेनन (आईएमएससी) अपने अभूतपूर्व प्रायोगिक आंकड़ों के समर्थन में सैद्धांतिक मॉडल तैयार करने पर कार्य कर रहे हैं। विश्वकर्मा के कार्य को विस्तार देती नम्रता गुंडय्या (आईआईएससी) और गौतम मेनन की एक सहकार्य परियोजना भी चल रही है।

iv. **मेम्ब्रेन टीथर मिकेनिक्स –** आरआरआई में सुशव प्रधान (वीएसपी छात्र, अनुसंधान सहायक, आरआरआई) द्वारा बनाई गई ऑप्टिकल ट्वीजर सेटअप का उपयोग करते हुए पुलर्कट, प्रधान एवं **रेणु विश्वकर्मा (पीएचडी छात्र, आरआरआ)** ने अक्षतंतुवीय कोशिका पर कुछ 'टीथर' प्रयोगों को किया है। इसका उद्देश्य था तंत्रिकीय कोशिका निकाय में कैसे एक टीथर को पुन:

रिट्रीव किया जाता है को बेहतर तरीके से समझना। इसका अभी तक अन्वेषण नहीं किया गया है और झिल्ली यांत्रिकी के विभिन्न प्रचलित सिद्धांतों पर प्रतिघात करता है। वास्तव में, प्रधान ने प्रयोगों की एक श्रृंखला चलाई। इसका लक्ष्य था तंत्रिकीय कोशिकाओं के अक्षतंतुओं में से बाहर निकाले गए मेम्ब्रेन टीथरों का उपयोग फि लोपोडियल गतिकी के अध्ययन के लिए एक मानक प्रणाली की तरह किया जा सकता है। फि लोपोडिया एक नलिका (tube) जैसा आयाम है, गतिशील कोशिकाओं से उत्पन्न होती हैं, बहुलकीकरण बलों का उपयोग करती हैं, एक्टिन बंडलों से उत्पन्न होती हैं और कोशिका गतिशीलता के लिए इस्तेमाल की जाती हैं। फि लोपोडियल गतिकी के तंत्र – विकास, संकुचनशीलता एवं प्रतिगमन -को अच्छी तरह नहीं समझा गया है। यह मानक प्रणाली सभी प्रमुख फि लोपोडिया-तरह की गतिशीलता को प्रदर्शित करती है और बलों के मात्रात्मक मापन के लिए अनुकूल है। इस कार्य का प्रथम चरण पूरा होने वाला है। प्रधान ने सहकार्य के एक भाग के रूप में सत्यजीत मेयर की प्रयोगशाला (एनसीबीएस) में कोशिका झिल्ली तनन के मापन के कई श्रृंखलाबद्ध प्रयोग भी चलाए।

प्रतिभा आर की वर्तमान पेशेवर अनुसंधान अभिरूचियों के क्षेत्र हैं किरेलिटी, वैद्युत क्षेत्र प्रेरित अवस्था परिवर्तन, तरल स्फ टिकों में दोष एवं पैटर्न, पॉलिइलेक्ट्रोलाइटों के डायइलेक्ट्रिक गुणधर्म एवं क्रियाशील तरल स्फटिक सम्मिश्र।

2015-16 की अवधि के दौरान, प्रतिभा **एकिरल अणुओं से बने तरल स्फ टिकों में गठनात्मक किरेलिटी के सिंक्रोनाइजेशन के अध्ययन** में व्यस्त रही हैं। इस परियोजना में उनकी सहयोगी थी अंजली एस. (वीएसपी छात्र, आरआरआई)।

स्वभाविक रूप से सामने आने वाले जैवअणुओं से लेकर एकिरल अणुओं से बने तरल स्फटिकों तक की रेंज के विविध तंत्रों में दर्पण सममिति विरूपण (मिरर सिम्मेट्री ब्रेकिंग) को प्रेक्षित किया गया। प्रौद्योगिकीय परिप्रेक्ष्य से, स्थायी एवं चयनित होमोकिरेलिटी पाने में अरैखिक एवं किरोप्टीकल अनुप्रयोगों के लिए प्रौद्योगिकीय उलझनें हो सकती हैं। इसीलिए स्वत:प्रवर्तित डिरेसमाइजेशन की उत्पत्ति का अन्वेषण करना और किरेल पृथक्करण को स्थायित्व प्रदान करने की विधियों को खोजना आवश्यक है। आण्विक रूप से गठनात्मक किरेलिटी को प्राय: एकिरल तरलों में किरल सममिति विरूपण के लिए संभाव्य चालक के रूप में साथ ही इनेंटियोमेरिक समरूपक के पृथक्करण द्वारा आरंभ किए गए डिरेसमाइजेशन के साथ प्रस्तावित किया गया है। संयोग से, एकिरल अणुओं से बने बेंट-कोर तरल स्फटिक (BCLCs) में निर्देशक टिल्ट एवं ध्रुवीय क्रम से संयोजन से उत्पन्न होने वाले लेयर किरेलिटी को उत्पादित करने का विशेष गुणधर्म है। सिमुलेशन एवं NMR अध्ययनों ने दिखाया कि प्राय:कर BC अणु केन्द्रीय एरोमेटिक कोर के आसपास किरल रचनाओं को अपनाते हैं। BCLCs की लेमलार अवस्थाओं में, यह समान समरूपकों के लिए इसीलिए स्वयं को इस तरह से व्यवस्थित करना संभव है कि उनका इनेंटियोमेरिक एक्सेस (ee) और इसीलिए परतों के भीतर किरल अभिप्राय पक्षपात पूर्ण हो सकें। ये LCs इसीकारण गठनात्मक किरेलिटी की भूमिका का अन्वेषण करने के लिए आदर्श घटक हैं। इसे BC अणुओं द्वारा प्रारूपित डार्क कांग्लोमिरेट (DC) अवस्था में अच्छी तरह से समझाया गया है जहाँ समान किरल समरूपकों को पैक करने की संवृद्ध दक्षता को सपाट परतों में एक निश्चित सीमा के उपर कायम न रखा जा सके और परिणामस्वरूप परत विरूपण प्राप्त हो। गहन फ्रीज फ्रेक्चर अध्ययनों के आधार पर यह प्रस्तावित किया गया है कि DC अवस्था में परत निष्फलता को सेडल-स्प्ले लेयर विरूपण द्वारा मुक्त रखा गया और परिणामस्वरूप ऋणात्मक गॉजियन वक्रता के साथ फोकल कोनिक डोमेन प्राप्त हुआ। लेकिन आम तौर पर, तरल पदार्थों में पूर्ण डिरेसमाइजेशन प्राप्त करना कठिन है, क्योंकि आण्विक रचना बदलती रहती है और किरल पृथक्करण अधिक समय के लिए कायम नहीं रखा जा सकता है।

समूह ने हाल ही में यह दर्शाने के लिए एक अध्ययन पर कार्य आरंभ किया कि समरूपकों के ee गठनात्मक किरेलिटी

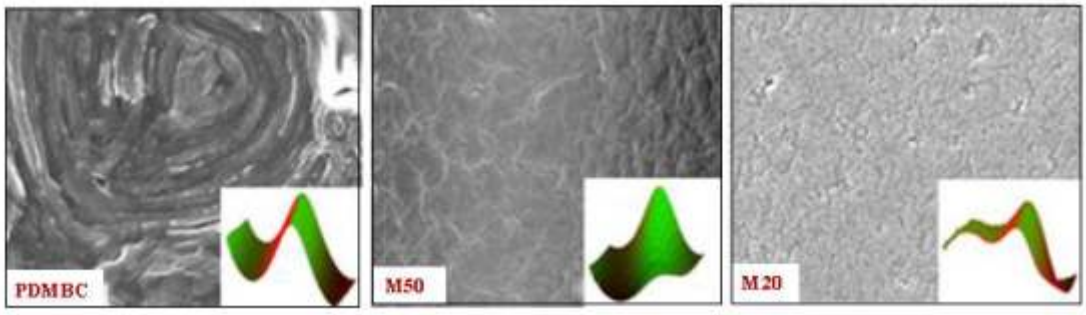
से निहित अणुओं से बने दोनों प्रकार के BCLCs को मिश्रित कर नियंत्रित किया जा सकता है और इस प्रकार डिरेसमाइजेशन होता है। यह रणनीति एक विधि भी प्रदान करती है जो दो अणुओं के मध्य गठनात्मक किरेलिटी के सिंक्रोनाइजेशन को मॉनिटर करती है जिसे परिणामस्वरूप किरल पृथक्करण हो सकता है। सांद्रता आश्रित डिरेसमाइजेशन की प्रगति की निगरानी प्रकाशिक, डायइलेक्ट्रिक एवं इलेक्ट्रो-ऑप्टिक अध्ययनों द्वारा की जाती है और स्केनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी (SEM) द्वारा लेयर प्रोफाइल को दिखाया जाता है।

केंद्रीय नेफ्थेलीन कोर युक्त दो BCLCs, जैसे 2,7-naphthylene bis[4-(3-methyl-4-n-tetradecyloxybenzoyloxy)] बेंजोएट (NMTBB) जो वैद्युत क्षेत्र के अंतर्गत DC अवस्था बनाते हैं और केंद्रीय फिनाइल रिंग वाली 1,3-phenylene-bis[4-(3-methylbenzoyloxy]-4-n-dodecylbiphyenyl-4'-carboxylate (PDMBC) एवं अच्छी तरह से विशिष्टता प्रदर्शित करती लेमलार SmCP अवस्था, का अध्ययन में उपयोग किया गया। आण्विक यांत्रिक बल क्षेत्र (MMFF) मॉडल का उपयोग करते हुए गठनात्मक ऊर्जाओं के गणना द्वारा प्राप्त न्यूनतम ऊर्जा समरूपक NMTBB एवं PDMBC अणुओं दोनों की स्थिति में केंद्रीय एरोमेटिक यूनिट के आसपास एक स्पष्ट किरल रचना को दर्शाते हैं। तीन प्रकार के लेमलार मेसोअवस्थाओं को दो BCLCs के संबंधित सांद्रता के आधार पर प्रेक्षित किया गया। एकल होमोकिरल डोमेन वाली डार्क इनेंटियोमेरिक (DE) अवस्था को लगभग 20wt% (क्षे1) तक PDMBC की सांद्रता से प्राप्त किया गया और डार्क कांग्लोमिरेट (DC) अवस्था जिसे मैक्रोस्कोपिक होमोकिरल डोमेनों द्वारा विपरीत चाल वाली वर्गीक्रत किया गया को PDMBC के ~20-50% (क्षेत्र 2) वाले क्षेत्र में पाया गया । PDMBC की सांद्रता में अग्रिम बढ़त के परिणामस्वरूप बायरफ्रिंजेंट लेमलार SmCP अवस्था (क्षेत्र 3) बनी। परत प्रोफाईल जैसी SEM से दिखी, ने PDMBC में संरेखित सपाट स्मेक्टिक परतों वाले वृहत क्षेत्रों और PDMBC के 20 एवं 50wt% वाले M20 एवं M50 मिश्रण में विरूपित परतों की अव्यवस्थित व्यूह-रचना को दर्शाया। विरूपण तरंगदैर्ध्य को M20 में M50 की तुलना में छोटा पाया गया जो इशारा करता है कि परत विरूपण एवं स्पोंज जैसे परत संरचना की सघनता M20 में अधिक तीव्र है। यह इस तथ्य के संगत है कि क्षेत्र 1 जिसमें प्रमुखतया NMTBB अणु हैं में एक ही प्रकार के इनेंटियोमेरिक समरूपक की अधिकता है जिसका निर्णय NMTBB के न्यूनतम ऊर्जा समरूपक के संयोजन और सहज ध्रुवीकरण एवं टिल्ट कोण से होता है। परतों के भीतर कुंठा इसीकरण बढ़ जाती है और परिणामस्वरूप सख्त परत विरूपण होता है एवं इसीलिए विरूपण तरंगदैर्ध्य घटती है। दूसरी ओर, क्षेत्र 2 जिसमें PDMBC एवं NMTBB दोनों की पर्याप्त मात्रा होती है, NMTBB एवं PMDBC अणुओं के आण्विक रचनाओं के मध्य सिंक्रोनाइजेशन कम दक्ष है और यह विपरीत चाल के होमोकिरल डोमेनों के प्रारूपण व पृथक्करण के लिए बांई और दांई ओर से समरूपकों के लिए अधिक उपयुक्त है। क्षेत्र 3 में समरूपक पैकिंग दक्षता और अधिक घटती है क्योंकि दोनों NMTBB एवं PDMBC अणु तुलनात्मक मात्रा में उपस्थित रहते हैं और उनके मध्य स्टेरिक अवरोध और भी अधिक बढ़ जाता है परिणामस्वरूप सपाट परत वाली SmCP अवस्था प्रारूपित होती है।

उनके पूर्व के कार्य ने बताया कि आण्विक गति विरूपित परतों के भीतर अवरूद्ध है। जिसके परिणामस्वरूप डायइलेक्ट्रिक प्रतिक्रिया को परत विरूपण की गंभीरता के बारे में जानकरी प्राप्त करने के लिए उपयोग किया जा सकता है। डायइलेक्ट्रिक पैरामीटरों के मापन पर स्टेटिक परमिटिविटी (स्थिर विद्युतशीलता) ε को PDMBC के SmCP अवस्था में सपाट परत के साथ अधिकतम पाया गया जहाँ आण्विक घूर्णन अधिक बाधा नहीं डालता, और मिश्रण में निरंतर घटता जाता है, क्योंकि समरूपक पैकिंग दक्षता बढ़ी और परत विरूपण अधिक तेज हो गया। BC अणुओं के लम्बे (चाप) अक्ष के आसपास पुनरभिविन्यास से जुड़ा उच्च आवृत्ति मोड सपाट परत वाले PDMBC और सांद्रता वाले क्षेत्र में जहाँ विरूपण कम गतिशील था में प्रखर था क्योंकि आण्विक पुनरभिविन्यास आसान है और सामूहिक गति कम सख्त है। दूसरी ओर PDMBC के न्यून सांद्रता क्षेत्र में जहाँ विरूपण तरंगदैर्ध्य अपेक्षाकृत छोटी है और इनेटिंयोमेरि समरूपक का युग्मन अधिक दक्ष है, होमोकिरल डोमों से जुड़ी सामूहिक गति से व्युत्पन्न न्यून आवृत्ति मोड की डायइलेक्ट्रिक संख्या को उच्च आवृत्ति मोड की तुलना में अधिक प्रेक्षित होना पाया गया। वैद्यु-प्रकाशिक स्विचन भी इसमें सहायक था, जिसके लिए अधिक सख्त परत विरूपण की DE अवस्था में अधिक

उच्चतर वोल्टेज की आवश्यकता थी क्योंकि ध्रुवीकरण का सरल पुनरभिविन्यास कठिन है। दूसरी ओर DC अवस्था में जहाँ समरूपक पैकिंग दक्षता किसी तरीके से घट गई और परत विरूपण अपेक्षाकृत कम तीव्र है, वैद्युत-प्रकाशिक प्रतिक्रिया को अपेक्षाकृत कम वोल्टेज पर प्रेक्षित किया गया।

एकिरल घटकों की संबंधित सांद्रता की कार्यप्रणाली के रूप में होमोकिरेलिटी का प्रगत्यात्मक विकास जैसा कि वर्तमान बाइनरी प्रणाली में प्रेक्षित किया गया, आण्विक गठनात्मक किरेलिटी के आंतरिक युग्मन की भूमिका को स्पष्टतया दर्शाता है । विस्तृत संरचना एवं भौतिक गुणधर्मों के मध्य ऐसा सहसंबंध पूर्व में कभी भी इन निराशाजनक मेसोअवस्थाओं में स्थापित नहीं किया गया है और अपेक्षाकृत बड़े व लचीले एकिरल अणुओं के साथ भी किरेलिटी सिंक्रोनाइजेशन को समझने के लिए एक आदर्श तंत्र की तरह कार्य करता है। यह तकनीक मैक्रोस्कोपिक किरेलिटी की ट्यूनिंग व नियंत्रण तथा अनुप्रयोगों के लिए किरोप्टीकल गुणधर्मों के अनुकूलन के लिए एक नया उदाहरण भी प्रदान कर सकती है।



चित्र 1

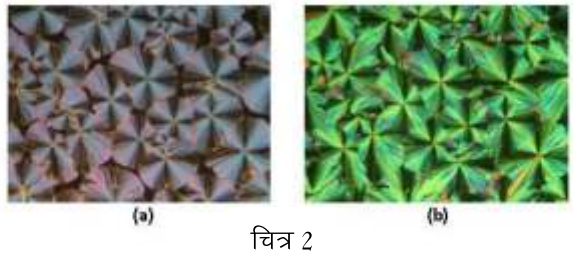
चित्र 1. सपाट परत और कमजोर व सख्त परत विरूपण के M50 व M20 वाले PDMBC के लेमलार अवस्थाओं में SEM प्रतिचित्र व विद्युतशीलता के कल्पित भाग। [चित्र सौजन्य – **सिंक्रोनाइजेशन ऑफ कंफरमेशनल किरेलिटी इन मिक्स्चर ऑफ एकिरल बेंट-कोर मॉलेक्यूल्स**, एस अंजली और आर प्रतिभा, आरएससी एड्वांसेस (समीक्षाधीन)]

प्रतिभा का बीते वर्ष के दौरान **प्रमोद तडापत्री**, (**डॉक्टरोत्तर अध्येता**, **आरआरआई**), स्मृति रेखा महापात्रा (वीएसपी छात्र, आरआरआई) एवं **बी.के. सदाशिव** (**आरआरआई**) के सहयोग में दूसरा प्रमुख अनुसंधान रहा **एन इंवेस्टिगेशन ऑफ दी अनयूजुअल अकरेंस ऑफ ए रीइंट्रेंट लेमलार फेज इन बेंट-कोर लिक्विड क्रिस्टल्स।**

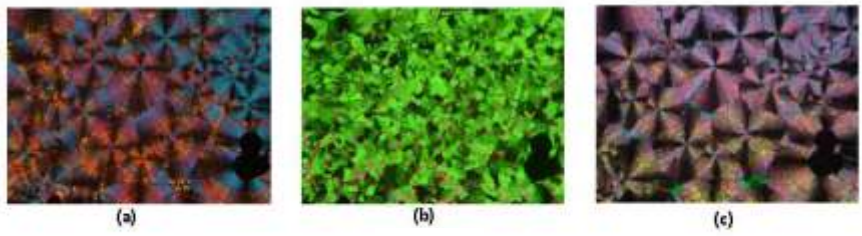
बेंट-कोर लिक्विड क्रिस्टल्स (BCLCs) लेमलार SmCP अवस्थाएँ प्रदर्शित करता है जिसमें अणुओं का युग्मन ऐरो अक्ष की दिशा में झुक जाता है और ध्रुवण परतों के अंतर्गत रहता है, जिसके परिणामस्वरूप परत किरेलिटी होती है। SmCP अवस्था की संरचना स्मेक्टिक परतों के निकट में बेंट अणुओं के स्टेकिंग पर निर्भर करती है। दोनों होमोकिरल (SmC_AP_A एवं SmC_SP_F) एवं रेसमिक (SmC_SP_A एवं SmC_AP_F) संस्करण संभव हैं। यहाँ निकट की परतों के मध्य अधोलिखित C के A एवं S क्रमशः एंटीक्लीनिक एवं सिंक्लीनिक टिल्टिंग और P के A एव F क्रमशः एंटीफेर्रोइलेक्ट्रिक एवं फेर्रोइलेक्ट्रिक ध्रुवीय क्रम को संदर्भित करते हैं। इन BC अणुओं की पैकिंग जिसमें उच्चतर ध्रुवीय आकार और ~120° बड़ा बेंड कोण होता है के परिणामस्वरूप सहज अनुप्रस्थ ध्रुवीकरण प्राप्त होता है। प्रायःकर SmCP अवस्थाएँ वैद्युत-प्रकाशिक स्विचन प्रदर्शित करती हैं। जैसे ही प्रतिदर्श तापमान गिरता है, कभी-कभी ऐसी घटना जिसे अवस्था पुनःप्रवेशन कहा जाता है, प्रेक्षित होती है। अवस्था पुनःप्रवेशन और कुछ नहीं बल्कि एक ऐसी अवस्था है जहाँ उच्चतर तापमान की अपेक्षाकृत कम व्यवस्थित अवस्था लक्षण न्यूनतर तापमान पर अधिक व्यवस्थित क्रम के ठीक नीचे पुनः दिखाई

देती हैं। यह BCLCs के संदर्भ में अत्यंत दुर्लभ है और बहुत कम ही उदाहरण ज्ञात हैं। प्रतिभा *और अन्य* नीचे दिए अपने प्रयोग में इस विशिष्ट घटना को प्रदर्शित करने में सक्षम रहे हैं।

5-methoxyisophthalic से व्युत्पन्न सात-रिंग बेंट-कोर संयौगिक एकिरल की होमोलोस सिरीज पर समूह का हाल का अध्ययन दर्शाता है कि मध्यवर्ती होमोलोगस इसी संयौगिक में दो लेमलार अवस्थाओं को प्रदर्शित करता है। जहाँ एक ओर लेमलार अवस्थाओं के मध्य सीधी अवस्था रूपांतरण को एल्काइल चैन लम्बाई n = 11 से होमोलॉग में प्रेक्षित किया जा सकता है, वहीं दूसरी ओर, n = 12 से लेकर 16 तक के अगले उच्चतर होमोलॉग दो लेमलार अवस्थाओं को प्रदर्शित करते हैं जो एक अतिरिक्त दो विमीय आवधिकता के साथ एक अन्य मेसोअवस्था द्वारा पृथक रहते हैं। वैद्युत-प्रकाशिक एवं डायइलेक्ट्रिक अध्ययन अवस्था परिवर्तन में अंतर बताते हैं और पुनःप्रवेशन लेमलार अवस्था के स्पष्ट साक्ष्य प्रस्तुत करते हैं। उच्चतर व न्यूतर तापमान की लेमलार अवस्थाओं के ध्रुवीय स्विचन लक्षण अलग-अलग हैं जो इंगित करता है कि दो लेमलार अवस्थाओं में विस्तृत संरचना भिन्न-भिन्न है। क्ष-किरण विवर्तन अध्ययनों को अभी इस क्रम में किया जा रहा है कि एक आसान तरीके से इस अंतर को अंततः स्थापित किया जा सके। ये पुनःप्रवेशन व्यवहार की हस्तक्षेपीय अवस्था के संरचना को भी औजागर करने में मदद करेंगे।



चित्र 2



चित्र 3

चित्र 2. 5-methoxyisophthalic अम्ल से व्युत्पन्न बेंट-कोर संयौगिक सिरीज के 11वें होमोलॉग में दो लेमलरी SmCP अवस्थाओं का घटना (a) 170°C एवं (b) 150°C

चित्र 3. चित्र 2 में उल्लेखित समान सिरीज के 12वें होमोलॉग द्वारा प्रारूपित पुनःप्रवेशन लेमलार SmCP अवस्था (a) 160°C पर SmCP, (b) 130°C पर 2D आवधिकता की मेसोअवस्था एवं (c) 115°C पर पुनःप्रवेशन SmCP अवस्था।

वी. ए. रघुनाथन प्रमुखतया मैक्रोअणुओं के बंधों से प्रेरित झिल्लियों के आकारिक परिवर्तन, स्टेरॉल्स एवं अवशोषित बहुलकों द्वारा लिपिड झिल्ली गुणधर्मों के संशोधन, लिपिड-स्टेरॉल झिल्लियों के यांत्रिक गुणधर्म एवं अवस्था व्यवहार, समकक्ष-आयनों एवं पॉलिइलेक्ट्रालाइटों के सशक्त बंध युक्त आयनिक एम्फिफाइलों के अवस्था व्यवहार, लिपिड झिल्लियों पर मोनोन्यूक्लियोटाइडों के संगठन के साथ-साथ मृदु संघनित पदार्थ भौतिकी में अन्य प्रश्नों पर रूचि रखते हैं।

दिलचस्प बात है कि इनमें से कई समस्याओं जिनको सुलझाने पर रघुनाथन प्रयास कर रहे हैं को तार्किक रूप से जैवभौतिक संदर्भ की समस्याओं के निराकरण की ओर अग्रेषित किया जा सकता है।

बीते वर्ष के दौरान, रघुनाथन ने **आवेशित पृष्ठों पर / सतहों पर पॉलिइलेक्ट्रोलाइटों के अवशोषण** पर **मीरा थॉमस (पीएचडी छात्र, आरआरआई)** के साथ मिलकर कार्य किया। पॉलिइलेक्ट्रोलाइट्स का अवशोषण - आवेशित बहुलक – विपरीत रूप से आवेशत पृष्ठों पर जैविकीय एवं कई औद्योगिकीय अनुप्रयोगों के दृष्टिकोण से महत्वपूर्ण है। (इस स्थिति में, पृष्ठ पर बहुलक आयनों का आसंजन, सामान्यतया ठोस, के परिणामस्वरूप थिन फिल्म का प्रारूपण)। कई प्रायोगिक एवं सैद्धांतिक अध्ययनों के बावजूद, इस अवशोषण प्रक्रिया के कई पहलुओं को अभी भी अच्छी तरह से समझा नहीं गया है। रघुनाथन एवं थॉमस ने पूर्व के प्रयोगों में उपयोग किए गए एकल आवेशित पृष्ठ की बजाए इस अवशोषण प्रक्रिया का अध्ययन आवेशित आर्द्रक बाइलेयर के आवधिक ढ़ेर का उपयोग करते हुए किया। यह तंत्र इस प्रकार ऐसे मानक अल्प-कोणीय क्ष-किरण प्रकीर्णन तकनीक को जांचने में सहायक सिद्ध हुआ। उनका परिणाम बताता है कि प्रणाली में अनोखी तरह से फूलने जैसे रूपांतरण के फ लस्वरूप बाइलेयर स्टेकिंग आवधिकता में अचानक वृद्धि हो सकती है। समूह वर्तमान में ऐसी यांत्रिकी का अन्वेषण कर रहा है जो इस रूपांतरण को प्रचालित कर सके।

रघुनाथन की पिछले वर्ष की दूसरी प्रमुख परियोजना **श्रीजा शशिधरन (पीएचडी छात्र, आरआरआई)** एवं सुधा राजमणी (आईआईएसईआर, पुणे) के साथ मिलकर **लिपिड झिल्लियों पर मोनोन्यूक्लियोटाइडों का व्यवस्थापन** रही है। जैविकी में एक मूलभूत समस्या है स्वत:-दोहराने वाले RNA-जैसे बहुलकों का प्रारूपण। इस संबंध में, यह बताया गया है कि ऐसे बहुलकों को लिपिड परिवेश में मोनोन्यूक्लियोटाइडों से गैर-एंजायमेटिक रूप से संश्लेषित किया जा सकता है। समूह ने इससे प्रेरित होकर लिपिड झिल्लियों में मोनोन्यूक्लियोटाइडों के व्यवस्थापन का अध्ययन किया है। उनके प्रयोग दर्शाते हैं कि ये अणु झिल्ली के पृष्ठ पर सघन धब्बे बनाते हैं, जो कि काफी रोचक है क्योंकि ऐसी व्यवस्था लम्बी चैन बनाने में उनके बहुलकीकरण के लिए पहले से आवश्यक (आधार) थी। वर्तमान में रघुनाथ *और अन्य* न्यूक्लियोटाइड-लिपिड अभिक्रिया को समझने का प्रयास कर रहे हैं जो ऐसे सघन धब्बों के प्रारूपण के लिए जिम्मेवार होगी।

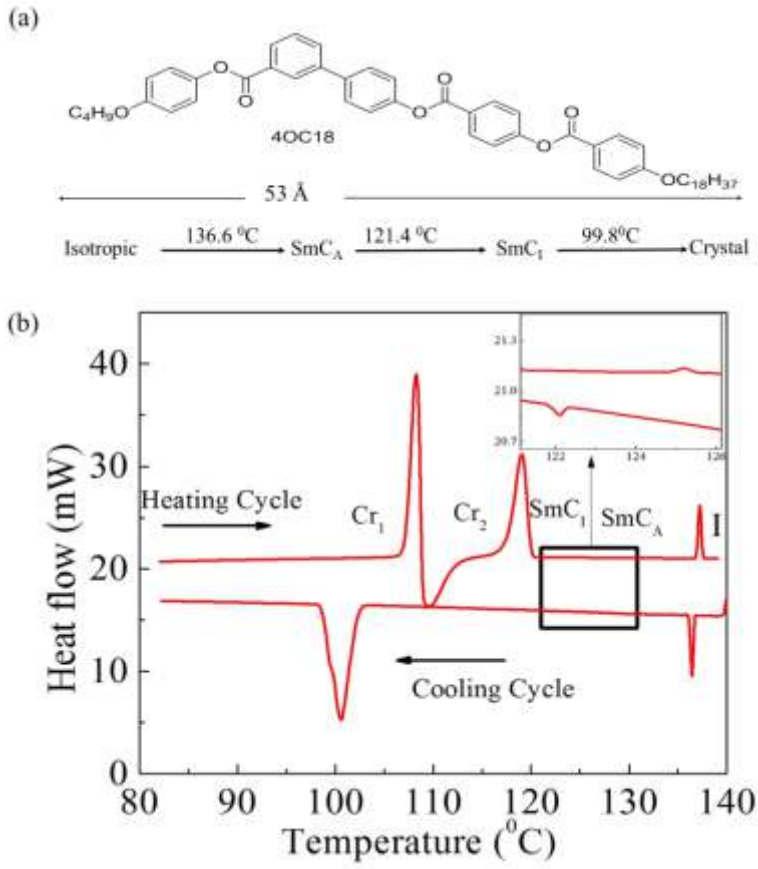
अरूण रॉय की पेशेवर अनुसंधान अभिरूचियाँ प्रमुखतया मृदु संघनित पदार्थ भौतिकी के व्यापक क्षेत्र में निहित हैं और विशिष्ट रूप से तरल स्फटिकों के अवस्था परिवर्तन, वैद्यु-प्रकाशिकी, तरल स्फटिक-नैनो-कण सम्मिश्र, माइक्रो-रामन स्पेक्ट्रोस्कोपी एवं तरल स्फटिकों के घटनाप्रधान सिद्धांत।

तरल स्फटिकों के अवस्था परिवर्तन, वैद्यु-प्रकाशिकी के विषयांतर्गत, पिछले वर्ष में रॉय का अनुसंधान निम्न समस्याओं में अन्वेषण पर केन्द्रित था-

i. **श्यूडो-पोलार टिल्टेड स्मेक्टिक फेज़ेस एक्ज़िबिटेड बाय बेंट कोर हॉकी स्टिक शेप्ड मॉलेक्यूल्स**, जहाँ उन्होंने **दीपशिखा मलकार (पीएचडी छात्र, आरआरआई)** एवं **बी.के. सदाशिव (आरआरआई)** के साथ सहकार्य किया। घटक अणुओं के सुपरामॉलेक्यूलर स्व समूहन का अध्ययन यदि कोई बॉटम अप दृष्टिकोण पर विचार करता है तो उन्नत क्रियाशील पदार्थों के विकास के लिए महत्वपूर्ण है। विशेषतया, विभिन्न आकारों के एनिसोट्रोपिक कार्बनिक अणुओं की स्व समूहित तरल अवस्थाएँ मृदु संघनित पदार्थ भौतिकी में अनुसंधान का एक सक्रिय क्षेत्र है। बीते वर्ष के दौरान, रॉय ने बेंट-कोर हॉकी की डंडी के आकार के अणुओं द्वारा प्रदर्शित दो नए एकिरल तरल लेमलार अवस्थाओं का दोनों प्रायोगिक व सैद्धांतिक तरीकों से अध्ययन किया है।

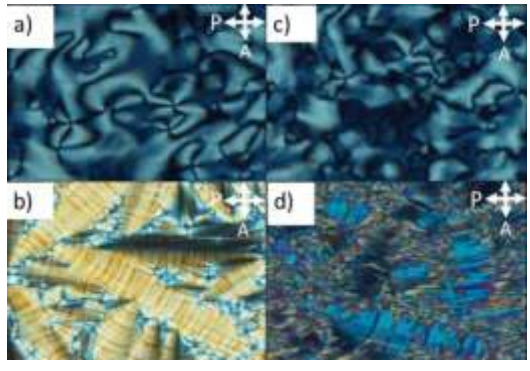
एक बेंट कोर (BC) अणु अपेक्षाकृत कठोर मध्य भाग से बना होता है जिसमें दो रॉड-जैसी भुजाएँ कोनों से जुड़ती हुई अपने बीच लगभग 120 डिग्री का कोण बनाती हैं। इसके अतिरिक्त, लचीली एलिफे टिक चैन अणुओं के कठोर कोर के एक या दोनों कोनों पर सामान्यतया जुड़ी रहती हैं। सममित बेंट कोर अणु में, दोनों भुजाएँ एवं चैन वही (एकाकार) रहती हैं जो अणुओं की C_{2v} बिन्दु सममिति को बढ़ावा देती है। चूंकि सममित बीसी अणुओं की खोज अपनी स्मेक्टिक अवस्थाओं में तलीय ध्रुवण क्रम दर्शाती है, तो ऐसे अणुओं के मेसोअवस्था गुणधर्मों का गहनतापूर्वक अध्ययन किया गया है। तलीय ध्रुवण क्रम के उपर हालांकि सममित बीसी अणुओं की अत्यधिक वृहत अनुप्रस्थ (ट्रांस्वर्स) आकार ध्रुवाभिसारिता (पोलारिटी) का अस्तित्व में होना प्रायः झुकी हुई स्मेक्टिक अवस्थाओं में किरेलिटी का कारण बनती है भले ही घटक अणु स्वयं एकिरल हों। इसके अलावा, वे रॉड-जैसी अथवा डिस्क-जैसी अणुओं द्वारा प्रदर्शित बहुत भिन्न-भिन्न प्रकार के गुणधर्मों वाली कई तरल स्फ टिकीय अवस्थाओं को भी बताते हैं इतना ही नहीं परतों की ट्राइक्लीनिक C_1 बिन्दु सममिति वाली सबसे न्यूनतम तरल लेमलार अवस्था के अस्तित्व को भी प्रतिवेदित किया गया है।

एक बेंट-कोर हॉकी छड़ (BCHS) आकारीय अणु को बनाया गया जबकि बीसी अणु की कोई एक भुजा अन्य भुजा से अपेक्षाकृत छोटी हो। इस कार्य में, रॉय एवं उनके सहयोगियों ने एक संयौगिक का अध्ययन किया जिसे अपनी रासायनिक प्रयोगशाला में संश्लेषित करते हुए BCHS अणुओं से बनाया गया था (नीचे दिया गया चित्र 1a देखें)। अवकल कैलोमेट्री अध्ययन जैसा कि चित्र 1b में नीचे दर्शाया गया है, आइसोट्रोपिक (समदैशिक) तरल एवं स्फ टिक अवस्था के मध्य दो नए तरल स्फ टिक अवस्थाओं के अस्तित्व की पुष्टि करता है।



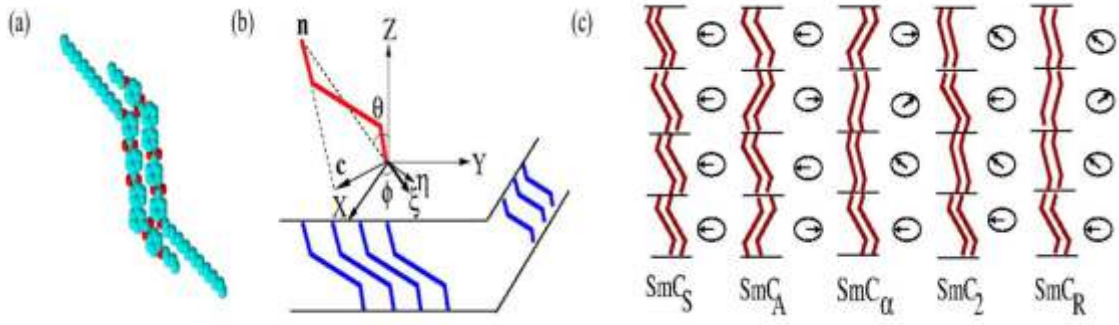
चित्र 1(a) अध्ययन किए गए BCHS संयौगिक की आण्विक संरचना एवं समदैशिक (आइसोट्रोपिक) अवस्था से प्रतिदर्श के शीतलन पर प्रेक्षित अवस्था अनुक्रम। (b) 5°C/min की दर से तापन एवं शीतलन (हीटिंग एवं कूलिंग) पर BCHS संयौगिक का DSC थर्मोग्राम।

नई तरल स्फ लिक अवस्थाओं को आगे क्ष-किरण विवर्तन, ध्रुवीकृत प्रकाशिक माइक्रोस्कोपी (POM) एवं वैद्युत-प्रकाशिक अध्ययन का उपयोग करते हुए वर्गीकृत किया गया। इन नई अवस्थाओं में प्रतिदर्श की POM बनावट परतों में अणुओं की झुकी हुई व्यवस्था की पुष्टि करती है।



चित्र 2: (a) होमियोट्रोपिक संरेखण, (b) तलीय संरेखण, के लिए 125C पर SmC_A अवस्था में और (c) होमियोट्रोपिक संरेखण, (d) तलीय संरेखण, के लिए 115C पर SmC_I अवस्था में BCHS संयौगिक की POM बनावट ।

दोनों ही ये स्मेक्टिक अवस्थाएँ मजबूत वैद्युत-प्रकाशिक प्रतिक्रिया दर्शाती हैं जिसे संभाव्य अनुप्रयोगों के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है। रॉय और उनके सहयोगियों ने यह भी प्रस्तावित किया कि परतों में इन बेंट-कोर हॉकी छड़ आकारीय अणुओं की पैकिंग के फ लस्वरूप इन झुकी हुई स्मेक्टिक अवस्थाओं में श्यूडो-पोलर क्रम भी प्राप्त हो सकता है। श्यूडो-पोलर परतों की एंटीक्लीनिक SmC_A प्रकार की स्टैकिंग को उच्चतर तापमान की स्मेक्टिक अवस्था में अपेक्षा की जा सकती है, जबकि निम्नतर तापमान अवस्था में क्रमिक परतों की ओर झुके एज़िमुथल कोण में अंतर शून्य एवं π के मध्य होता है जिसमें क्रमिक परतों के मध्य यादृच्छिक झुकाव रहता है। यादृच्छिकता क्रमिक परतों में झुकी दिशाओं के एज़िमुथल कोण में अंतर के चिह्न अवनति के कारण उत्पन्न होता है। अवस्था की प्रस्तावित मॉडल संरचना को नीचे चित्र 3 मे दिखाया गया है।

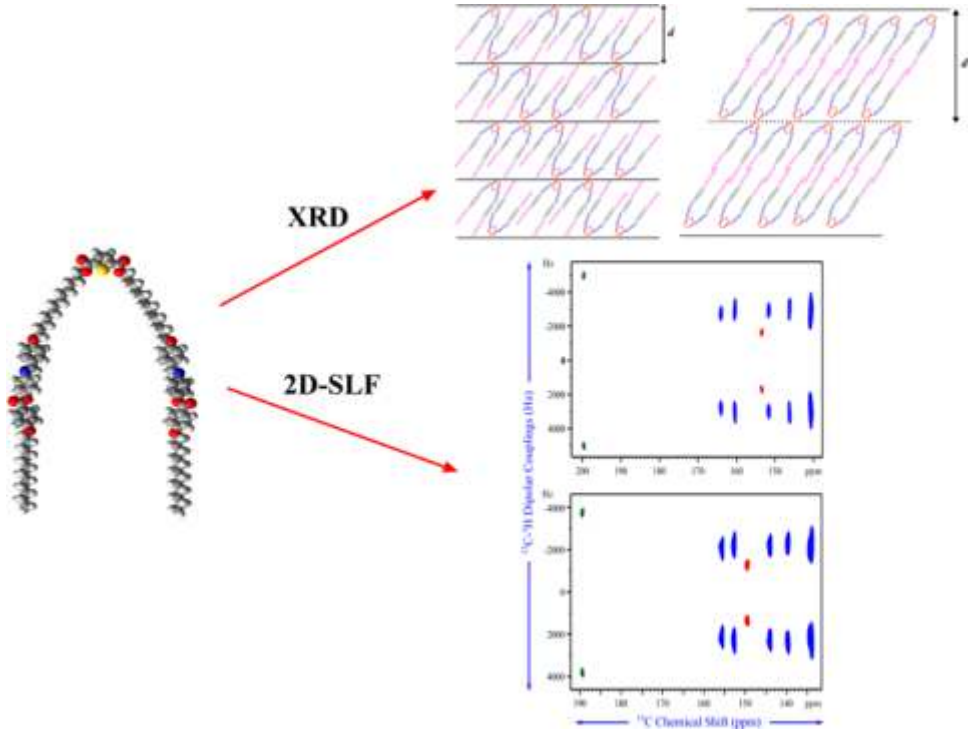


चित्र 3 (a) परतों के भीतर अणुओं का टेढ़ा-मेढ़ा विन्यास। (b) परत में BCHS अणुओं का श्यूडो पोलर टिल्टेड व्यवस्था। (c) भिन्न-भिन्न अवस्थाओं में कल्पित संरचनाओं का योजनाबद्ध प्रतिरूप।

परिणामों को *सॉफ्ट मैटर (2016)* में प्रकाशन हेतु स्वीकार किया जा चुका है। [चित्र सौजन्य से - **श्यूडो-पोलर टिल्टेड स्मेक्टिक फेज़ेस एक्ज़ीबिटेड बाय बेंट कोर हॉकी स्टिक शेप्ड मॉलेक्यूल्स**, दीपशिखा मलकार, बी के सदाशिव और अरूण रॉय, प्रकाशन के लिए स्वीकृत, **सॉफ्ट मैटर** 2016]

ii. **मोनोलेयर टू इंटरडिजिटेटेड पार्शियल बाईलेयर स्मेक्टिक सी ट्रांजीशन इन थियोफीन-बेस्ड स्पेसर मेसोजेन्स**, जहाँ उन्होंने एम. केशव रेड्डी (सेंट्रल लैदर रिसर्च इंस्टीट्यूट, चेन्नई), ई वरतन (सेंट्रल लैदर रिसर्च इंस्टीट्यूट, चेन्नई), नितिन पी लोबो (सेंट्रल लैदर रिसर्च इंस्टीट्यूट, चेन्नई), टी नरसिम्हास्वामी समूह (सेंट्रल लैदर रिसर्च इंस्टीट्यूट, चेन्नई), एवं के.वी. रामनाथन (इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलूर) के साथ मिलकर कार्य किया। लचीले अंतरकों जिन्हें सामान्यतया डिमर, ट्रिमर एवं ओलिगोमर के नाम से जाना जाता है से निहित आण्विक मेसोजेन ने अपने असामान्य मेसोअवस्था विशेषताओं की दृष्टि से महत्वता प्राप्त की है। डिमर/ओलिगोमर्स का निर्माण एलॉक्सी चैन के दोनों छोरों पर लचीले अंतरकों के माध्यम से दो अथवा अधिक कठोर कोरों को जोड़ने के सिद्धांत का अनुसरण करता है । समूह ने अपनी तरल स्फटिकीय अवस्थाओं में केन्द्र में थियोफीन से बने और कोर यूनिट की भुजा को कठोर बनाने वाले लचीले अंतरक एवं टर्मिनल एलॉक्सी चैन के माध्यम से जुडी अणु व्यवस्था का अन्वेषण किया है। अंतरक के साथ-साथ टर्मिनल चैन की लम्बाई के विस्तार को बढ़ाते हुए प्राप्त तीस होमोलोगस का अध्ययन किया गया। सभी मेसोजेनों के लिए प्रेक्षित इनेंटियोट्रोपिक निमेटिक अवस्था के अतिरिक्त, अंतरक के साथ-साथ टर्मिनल चैन लम्बाई बढ़ाने पर स्मेक्टिक C अवस्था प्राप्त हुई। स्मेक्टिक अवस्था में आण्विक व्यवस्था ने, जैसा कि तापमान आश्रित क्ष-किरण विवर्तन मापन द्वारा

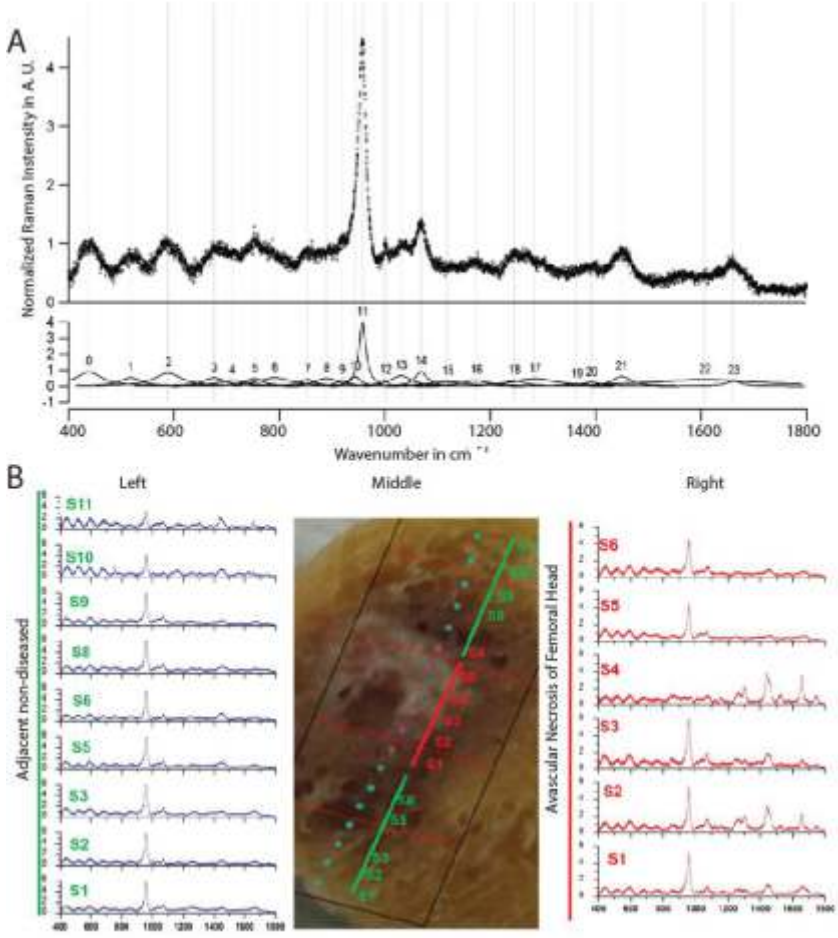
अन्वेषित किया गया, एक रोचक व्यवहार को औजागर किया जो अंतरक की लम्बाई की तुलना में टर्मिनल चैन की लम्बाई पर निर्भर करती है। एक झुके हुए इंटरडिजिटेटेड आंशिक बाईलेयर व्यवस्था को छोटे अंतरक लम्बाई वाले अणुओं के लिए प्रेक्षित किया गया, जबकि झुके हुए मोनोलेयर व्यवस्था को उनके लिए प्रेक्षित किया गया जिनकी अंतरक लम्बाई अपेक्षाकृत लम्बी थी। परंतु अगले कदम के रूप में, हाई रेजोल्यूशन ठोस अवस्था 13 C NMR अध्ययन प्रतिरूपक मेसोजेनों के लिए किया गया जो सभी अणुओं के लिए U-आकार को इंगित करते हैं और बताते हैं कि अंतरआण्विक अभिक्रियाएँ एवं आण्विक गतिकी आण्विक आकार की होने के बजाए प्रेक्षित व्यवहार के प्रति उत्तरदायी हैं। मेसोअवस्था व्यवस्थापन के लिए मॉडलों पर विचार किया गया और परिणामों को स्टेरिक फ्रस्ट्रेशन से युक्त मेसोजेनों के असंगत भागों के पृथक्करण के द्वारा समझाा गया जिसके परिणामस्वरूप प्रेक्षित लेमलार क्रम प्राप्त होता है। आण्विक रचना, एक प्रतिरूपी संयौगिक का 2D NMR स्पेक्ट्रा एवं मेसोअवस्था संरचनाओं को नीचे चित्र 4 में दिखाया गया है।



चित्र 4. थियोफीन-आधारित अंतरक मेसोजेनों की स्मेक्टिक अवस्थाओं में आण्विक रचना, 2D NMR स्पेक्ट्रा एवं आण्विक व्यवस्था।

iii. **अश्वथ नारायण गौड़ा (पीएचडी छात्र, आरआरआई)** एवं **संदीप कुमार (आरआरआई)** के सहयोग में **सिंथेसिस एंड केरेक्टराइजेशन ऑफ नोवल आइसोक्ज़ाजोल-बेस्ड बनाना लिक्विड क्रिस्टल्स फ्रॉम नेचुरली अकरिंग कर्कुमिन।** कर्कुमिन एक औषधीय रूप से प्राकृतिक उत्पाद है जिसे कर्कुमा लोंगा एल (जिंगीबेराके परिवार) के रिज़ोमा से पृथक किया जा सकता है। इसके जैविकीय गतिविधियों के कारण, कई कर्कुमिन व्युत्पन्नों को तैयार किया गया एवं उनके समूह द्वारा अध्ययन किया गया। [सिंथेसिस एंड केरेक्टराइजेशन ऑफ नोवल आइसोज़ाजोल बेस्ड बनाना लिक्विड क्रिस्टल्स फ्र ॉम नेचुरली अकरिंग कर्कुमिन, अश्वथ नारायण गौड़ा, अरूण रॉय और संदीप कुमार, लिक. क्रिस्ट. 43, 175-182 (2016)].

रॉय का आरआरआई उपकरणों के उपयोग ने उन्हें जैवचिकित्सीय परियोजनाओं में प्रगति करने में समर्थ बनाया जिसे उन्होंने पिछले वर्ष शुरू किया। यह अश्वस्थ नारायणन, रितेश एन भोस्कर, वेंकटेश शिवरामकृष्ण, सांई मुतुकुमार, प्रकाश खानचंदानी (सभी श्री सत्य सांई इंस्टीट्यूट फॉर हायर लर्निंग, पुट्टापर्थी, इंडिया से), चन्द्रशेखर अम्बाती (इंडियन इंस्टीट्यूट फॉर केमिकल टेक्नोलॉजी, हैदराबाद), जू हेन (बेयर कॉलेज ऑफ मेडिसिन, हस्टन यूएसए), फ्रांसिस गेनॉन (बेलर कॉलेज ऑफ मेडिसिन, हस्टन यूएसए), श्रीनिवास रंगमपेट्टा (इंडियन इंस्टीट्यूट फॉर केमिकल टेक्नोलॉजी, हैदराबाद), विजय मैसूरकर (एम एस रामय्या मेडिकल कॉलेज एंड हॉस्पिटल, बेंगलूर) एवं **वी लक्ष्मीनारायणन (आरआरआई)** के सहयोग में **जंघा संबंधी सिर की हड्डी के रोग (फेमोरल हैड बोन डिसीज) के जैवभौतिक, जैवरसायन, इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपिक एवं हिस्टोपैथोलॉजिकल विशिष्टताओं** पर उनका कार्य होगा।



चित्र 6. इस अध्ययन में प्रेक्षित रामन स्पेक्ट्रम का सिंहावलोकन। A) जंघा संबंधी हड्डी का प्रतिरूपी रामन स्पेक्ट्रम। X-अक्ष तरंग संख्या द्वारा निर्धारित विभिन्न शीर्ष क्रमों को दर्शाता है और Y-अक्ष अक्षीय एकपक्षीय इकाई में शीर्षों की तीव्रता को निरूपित करता है। पैनल A के नीचे क्षेपक (inset) स्पेक्ट्रम में प्रत्येक रामन शीर्ष बिन्दु की रसायनिक पहचान की व्याख्या करता है। अनुपूरक तालिका 1 एवं 2 शीर्ष संख्या एवं रसायन समूहों के मध्य प्रतिवेदित शोधपत्रों के आधार पर संबंधों को बताती है। B) AVNFH trabecular bone के पारस्परिक भाग में अरोगी एवं AVNFH क्षेत्र के आसन्न कई स्थानों से रामन स्पेक्ट्रम की तुलना करता प्रतिरूपक चित्र। बांई और दांई ओर पैनल चिह्न क्रमशः अरोगी व AVNFH क्षेत्रों के आसन्न से अनुवर्ती रेखा स्केनों को निरूपित करता है। बीच का पैनह चिह्न trabecular पारस्परिक भाग के भीतरी क्षेत्र को निरूपित करता है जिसे या तो क्रमशः अरोगी (green, spots S1-S6 एवं S8-S11) अथवा AVNFH (red, spots S1-S6) की तरह चिन्हित किया गया है।

एवेस्कुलर नेक्रोसिस ऑफ दी फेमर हैड (AVNFH) एक दुर्बल करने वाली बीमारी है, जो मुख्यत: मध्य आयु वर्ग के लोगों जिनकी आयु 25-50 वर्ष होती है को प्रभावित करती है। अधिकतर प्रकरण द्वितीयक कूल्हे में गठियावाद की ओर अग्रसर होते हैं जिसके परिणामस्वरूप पूर्णतया कूल्हा प्रतिस्थापन करना होता है। इस विकार का हेतुविज्ञान (etiology) या तो अस्पष्ट है (और इसीलिए इसे आइडियोपेथिक कहा जाता है) या इसका कारण शराब, स्टेरॉयड, धूम्रपान के उपभोग के साथ-साथ गर्भावस्था और ट्रॉमा हो सकता है। चिकित्सीय रूप से, AVNFH फेमोरल हैड में रक्त संचार की क्षीणता के से संबंधित है जिसके परिणामस्वरूप हड्डी मृत और घुर जाती है। एपिडेमियोलॉजिकल डाटा मेथाइलटेट्राहाइड्रोफ ोलेट रिडक्टेज़ (MTHFR) में परिवर्तन-करण के मध्य एक संबंध को इंगित करता है जो कि होमोसिस्टीन (HC) मेटाबोलिज्म में एक प्रमुख एंजायम है। HC के उच्च स्तर के परिणामों के लिए इसे जाना जाता है जिसे मेक्रोफेजेस के साथ-साथ ओस्टेब्लास्ट एवं ओस्टियोक्लास्ट दोनों में जीन अभिव्यक्ति को उत्तेजक करने में ओस्टियोक्लास्ट अंतर प्रेरित करने के लिए जाना जाता है। हालांकि AVNFH में HC के मार्ग से संबंधित मेटाबोल्टों के अभिव्यक्ति स्तरों पर बहुत कम जानकारी उपलब्ध है, जबकि AVNFH युक्त विभिन्न जैवरसायन पैरामीटरों के समूह को गहनतापूर्वक जांचा भी नहीं गया है। आगे, AVNFH हड्डी के प्रतिदर्श में अल्ट्रास्ट्रक्चरल परिवर्तन एवं संबंधित आण्विक अपमिश्रण को अच्छी तरह से वर्गीकृत नहीं किया गया है। चिकित्सीय डाटा, AVNFH प्लाज्मा का व्यापक स्पेक्ट्रोमेट्री-आधारित मेटाबोलाइट विश्लेषण के साथ-साथ AVNFH हड्डी का माइक्रो-रामन स्पेक्ट्रोसकोपी एवं स्केनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी-आधारित जैवभौतिक मापन के पूर्वव्यापी विश्लेषणों के संयोजन का उपयोग करते हुए, समूह ने पहली बार इस विकार से संबंधित प्रमुख लक्षणों को पहचानने में सफ लता पाई है। इसके परिणाम बताते हैं HC के बढ़ते स्तर एवं इससे संबंधित मार्ग के मेटाबोलाइट, खनिज संयोजन में महत्वपूर्ण मिश्रण और हड्डियों की आकारिकी के साथ-साथ AVNFH हड्डियों से संबंधित प्रमुख हिस्टोपेथोलॉजिकल परिवर्तन। अतिरिक्त अध्ययनों से AVNFH के आरंभ एवं बढ़ने से संबंधित इन परिवर्तनों के बारे में होमोसिस्टीन की मूल भूमिका को निर्धारित निश्चित है।

गौतम वी. सोनी का अनुसंधान सम्मिश्र जैविकीय प्रणालियों विशेषकर नैनोपैमानों वाली में विभिन्न जैवभौतिकीय घटनाओं के अध्ययन पर ध्यान देता है।

आण्विक एवं कोशिकीय पैमानों पर जैविकीय संरचनाओं एवं मशीनों की भौतिक यांत्रिकियों को समझना विकासोन्मुखी जैविकी एवं रोगों को समझने के लिए बहुत महत्वपूर्ण है। दिमाग में यह वृहतर लक्ष्य रखते हुए, सोनी के समूह के अनुसंधान लक्ष्य प्रमुखतया जैविकीय प्रणालियों में जिज्ञासा बढ़ाने वाली संरचनाओं की सिनर्जी एवं संबंधित प्रकार्यात्मक गतिकी से नियंत्रित हैं। वे जैवभौतिकीय सिद्धांतों को समझने के लिए न केवल अनोखे नैनो-प्रौद्योगिकीय यंत्रों का उपयोग करते हैं बल्कि उन्हें विकसित भी करते हैं जो प्रोटीनों के स्व-समूहन और डीएनए-प्रोटीन सम्मिश्रों जैसे क्रोमेटिन फाइबर पर नियंत्रण रखते हैं।

क्रोमेटिन संरचनाओं में परिवर्तन (DNA डबल-हेलिक्स नाभिकीय प्रोटीनों जिसे हिस्टोन्स कहा जाता है की सहायता से यूकार्योटिक कोशिका की नाभि के अंदर संघनित व भरे रहते हैं) एपिजिनेटिक जीन नियंत्रण में एक प्रमुख अवयव हैं। क्रोमेटिन के संघनन-असंघनन के माध्यम से जीनों का सक्रियन और/अथवा ट्रांस्क्रिप्शनल-साइलेंसिंग एक मार्ग है जिस पर अनुसंधानकर्ता जीन नियंत्रण प्राप्त करने की दिशा में चले रहे हैं। क्रोमेटिन कैसे स्थानिक रूप से संघनित होते हैं का दोष क्रियात्मक (फिजियोलॉजिकल) एवं पेथोलॉजिकल प्रक्रियाओं से संबंधित है। तथापि, आण्विक यांत्रिकी जो क्रियाशील रूप से पृथक क्रोमेटिन सघन अवस्था को स्थापित व अनुरक्षित करती है को अच्छी तरह से समझा नहीं गया है।

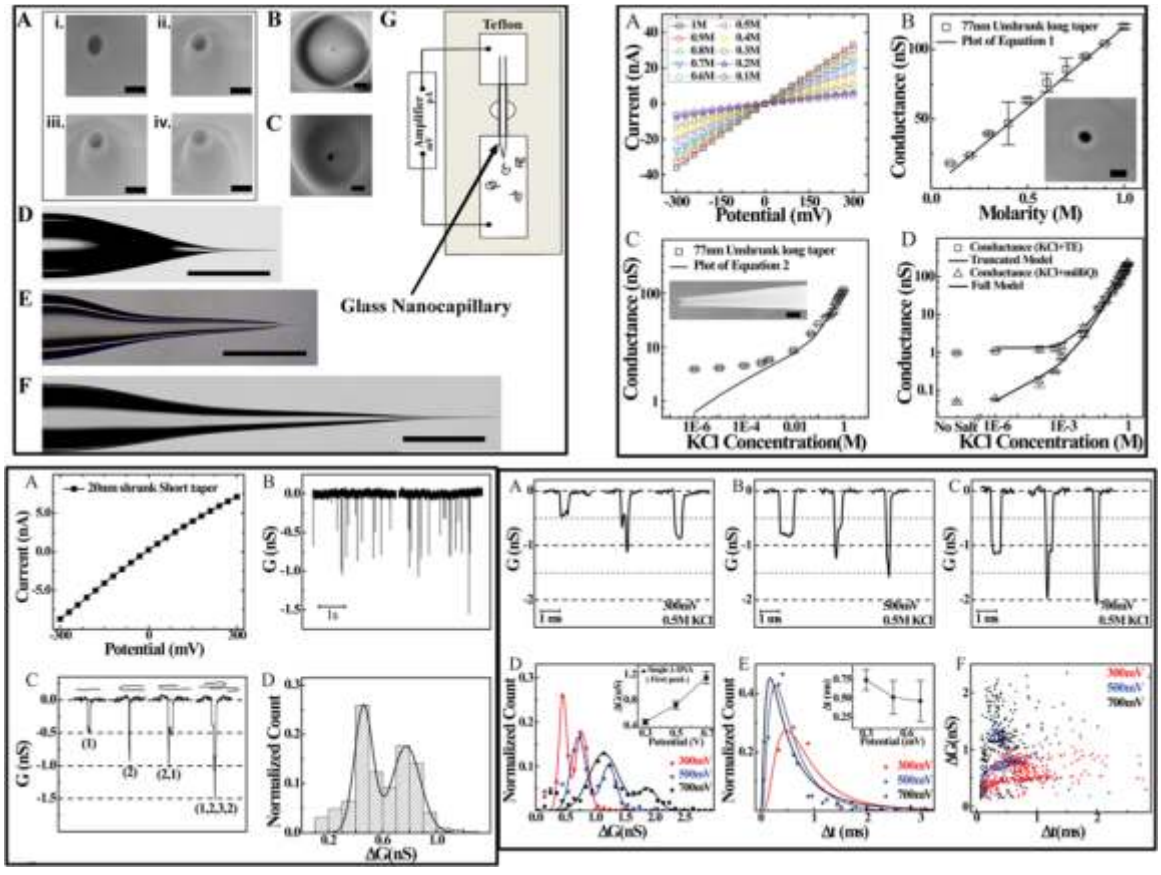
सोनी का समस्याओं पर वार करने की पसंदीदा विधि एकल आण्विक नैनोविज्ञान यंत्रों के प्लेथोरा के उपयोग से संबंधित है। विशेषतया, ये नैनोपोर जैवसंवेदन एवं प्रकाशिक ट्वीजर आधारित बल स्पेक्ट्रोस्कोपी के संयोजनों का उपयोग करते हुए निम्न को समझने की योजना बनाते हैं –

1) फोल्डेड क्रोमेटिन को बनाने में न्यूक्लिओसोम-न्यूक्लिओसोम (DNA खंडों से लिपटे लगभग आठ हिस्टोन कोरों से बने यूकार्योटिक कोशिका में पैकेज की गई DNA की मूल इकाई) अभिक्रिया की किनेटिक्स एवं संरचनात्मक भूमिका, एवं

2) ट्रांस्क्रिप्शनल इनएक्टिवेशन के लिए क्रोमेटिन कॉम्पेक्शन में आर्किटेक्चरल प्रोटीनों (हिस्टोन प्रोटीनों) की भूमिका

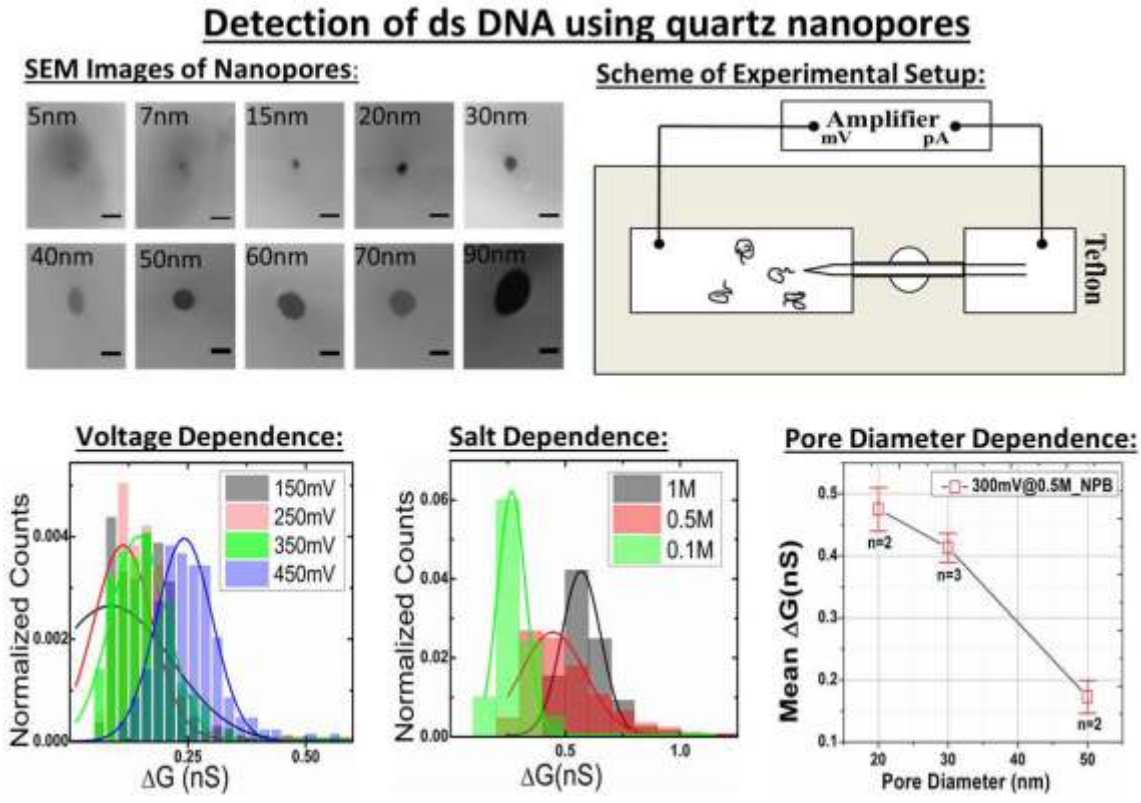
पिछले वर्ष के दौरान, समूह ने कई प्रकार के अनोखे नैनोउपकरणों को अभिकल्पित कर और प्रतिदीप्त माइक्रोस्कोपी विधियों के माध्यम से एकल आण्विक संसूचन में प्रगति की है-

i. **बोरोसिलिकेट कांच नैनोपोरों** से प्रारंभ करते हुए, सोनी एवं उनके सहयोगी जे. बाफ्ना (पूर्व वीएसपी छात्र, आरआरआई) ने सफ्लतापूर्वक इन नैनोउपकरणों का उपयोग करते हुए विरचना, वर्गीकरण एवं एकल अणु संसूचन प्रदर्शित किया।



चित्र 1: बांई ओर से सबसे उपर का चित्र 6 nm के बोरोसिलिकेट नैनोपोरों की विरचना को दर्शाते हैं (पैमाना 50 nm का है)। दाहिने ओर की सबसे उपर का चित्र इन नैनोउपकरणों की आयन चालकता वर्गीकरण को दर्शाता है। सबसे नीचे की बांई ओर का चित्र 20nm पोर के माध्यम से विस्थापन के एकल DNA अणुओं के संसूचन को दर्शाता है। सबसे नीचे के दाहिने ओर का चित्र एकल DNA संसूचन के संदर्भ में इन उपकरणों के वोल्टेज निर्भरता को दर्शाता है। [चित्र सौजन्य से: **फेब्रिकेशन ऑफ लो नोईस बोरोसिलिकेट ग्लास नैनोपेर फॉर सिंगल मॉलेक्यूल सेंसिंग**, जे. बाफ्ना एवं जी वी सोनी, (समीक्षाधीन) PLOS ONE (2016)].

ii. सोनी का अगला कदम रहा है बोरोसिलिकेट कांच के उपर **क्वार्ट्ज का उपयोग करते हुए इन नैनोपोर उपकरणों के नवीनतम संस्करणों को विकसित करना।** ये उपकरण न केवल कम कर्कश ध्वनि उत्पन्न करते हैं बल्कि इनसे कहीं अधिक पुन:उत्पादनीय व जैवअनुकूल हैं। चित्र 2 इन नए उपकरणों के प्रारंभिक डाटा को दर्शाता है।

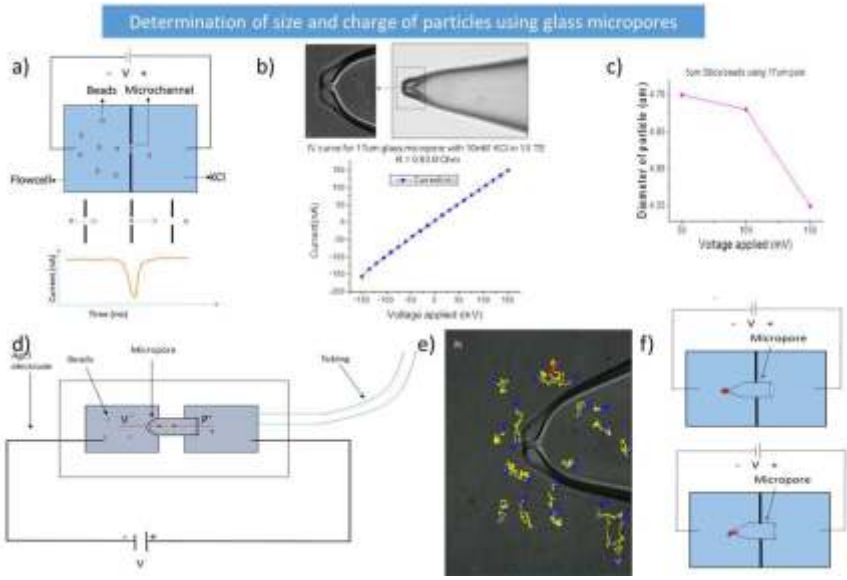


चित्र-2: उपरी पंक्ति 5 – 90 nm (50nm के पैमानीय बार पर) से क्वार्ट्ज नैनोपोरों की विरचना को और DNA संसूचित करने के लिए प्रयोग किए गए प्रायोगिक तंत्र/सेटअप को दर्शाती है। निचली पंक्ति इन क्वार्ट्ज उपकरणों के प्रयोग से DNA संसूचन के वोल्टेज, नमक एवं पोर व्यास वर्गीकरण को दर्शाती है। (जे. बाफ्ना एवं जी वी सोनी, निर्माणाधीन)

iii. कीस डेक्कर (कावली इंस्टीट्यूट ऑफ नैनो साइंस, टीयू डेल्फ्ट) एवं डॉन क्लेवलेंड (यूसी सेन डियागो, यूएसए) के साथ मिलकर कार्य करते हुए सोनी ने CENP-A न्यूक्लियोसोमों के आण्विक आयतन को मापा है। इस कार्य ने कोशिका विभाजन की प्रक्रिया में क्रोमोसोम पृथक्करण के दौरान न्यूक्लियोसोम आर्किटेक्चर के क्षेत्र में लम्बे अरसे से उठे हुए सवालों के जवाब ढूंढ़ने का रास्ता दिखाया है। [**ह्यूमन सेंट्रोमेरिक** CENP-A**-कंटेनिंग क्रोमेटिन इज ए होमोटाइपिक, ऑक्टामेरिक न्यूक्लियोसोम विथ लूजली हेल्ड** DNA **टर्मिनी एट ऑल सेल साइकल प्वाइंट्स**, एन. अर्बेली, जी.वी. सोनी और अन्य. (प्रस्तुत कर दिया गया)]।

iv. इस समूह द्वारा प्रारंभ किया गया एक अन्य प्रयोग है जैविकीय कोशिकाओं के आकार, आवेश, एवं प्रत्यास्थता का मापन। जैविकीय कोशिकाओं को कोशिका अवस्था की प्रगत्यात्मक पद्धति के रूप में उनके आकार एवं प्रत्यास्थ गुणधर्मों में परिवर्तन के कारण जाना जाता है, विशेषतया रोग बढ़ने की स्थिति में। सोनी एवं उनके सहयोगी एक नए

माइक्रो-केशिका आधारित यंत्र को जैविकीय कोशिकाओं के भौतिक गुणधर्मों के मापन के लिए विकसित कर रहे हैं। इस दिशा में पहले कदम के रूप में, वे माइक्रोपोर उपकरण के माध्यम से माइक्रो-कणों के लांघने / पारगमन (ट्रावर्सिंग) के आवेश, आकार और भविष्य में प्रत्यास्थ गुणधर्मों के मापन की दिशा में कार्य कर रहे हैं। एक विशिष्ट प्रकार की प्रोकार्योटिक कोशिका (उदाहरण के लिए जीवाणु संबंधी कोशिका) आकार में ~μm होती है जबकि यूकार्योटिक कोशिका (उदाहरण के लिए सभी जानवरों एवं पादप कोशिकाएँ) आकार में μm की लगभग दस गुनी होती हैं। नीचे दिया गया चित्र 3 इस प्रयोग में लिया गया प्रारंभिक डाटा प्रदर्शित करता है।



चित्र-3: चित्र a) कणों के संसूचन की प्रतिरोधात्मक स्पंद तकनीक, b) हमारे प्रयोगशाला में बनाया गया 17μm आकार का माइक्रोपोर और IV विशिष्ट गुण, c) ज्ञात 5um सिलिका बीड के आकार का मापन, d) दाब एवं वोल्टेज के द्वारा कणों पर संतुलित बल आरोपित करते हुए आवेश मापन की मिलिकन ऑईल ड्रॉप-जैसे प्रयोग का सेटअप/तंत्र, e) माइक्रोपोर के माध्यम से तरल पदार्थों के प्रवाह पर दाब नियंत्रण का प्रदर्शन, f) जीवित कोशिकाओं की कठोरता/कड़ेपन के मापन का प्रायोगिक प्रस्ताव।

v. पिछले वर्ष के दौरान, सोनी ने CRISPR-Cas9 प्रणाली के जीनोम परिवर्तन गुणधर्मों पर भी कार्य करना आरंभ किया है। आप DNA पर न्यूक्लियोसोमों की उपस्थिति में Cas9 प्रणाली द्वारा जीनोम परिवर्तनों की प्रभावकारिता/प्रभाव का अध्ययन करेंगे।

vi. सोनी के अनुसंधान विषयों एवं उनकी वैज्ञानिकीय विधियों की वरीयताओं की प्रकृति पर विचार करते हुए, आपको माइक्रोफ्लुडिक्स प्रयोगों के लिए संस्थान में एक सॉफ्ट-लीथोग्राफी सुविधा (प्रयोगशाला) तैयार करने में भी लगाया गया है। इसके अलावा, सोनी एवं उनके समूह ने पिछले वर्ष अपने अनुसंधानों पर कार्य करने के लिए आरआरआई की निम्न सुविधाओं/प्रयोगालयों का उपयोग किया है:-

(क) फैराडे बॉक्स बनाने एवं माइक्रोफ्लुडिक्स सुविधा के लिए फ्लो सेल के लिए आरआरआई यांत्रिक कर्मशाला

(ख) नैनो-केशिकाओं के वर्गीकरण एवं प्रतिचित्रण के लिए आरआरआई एसईएम सुविधा

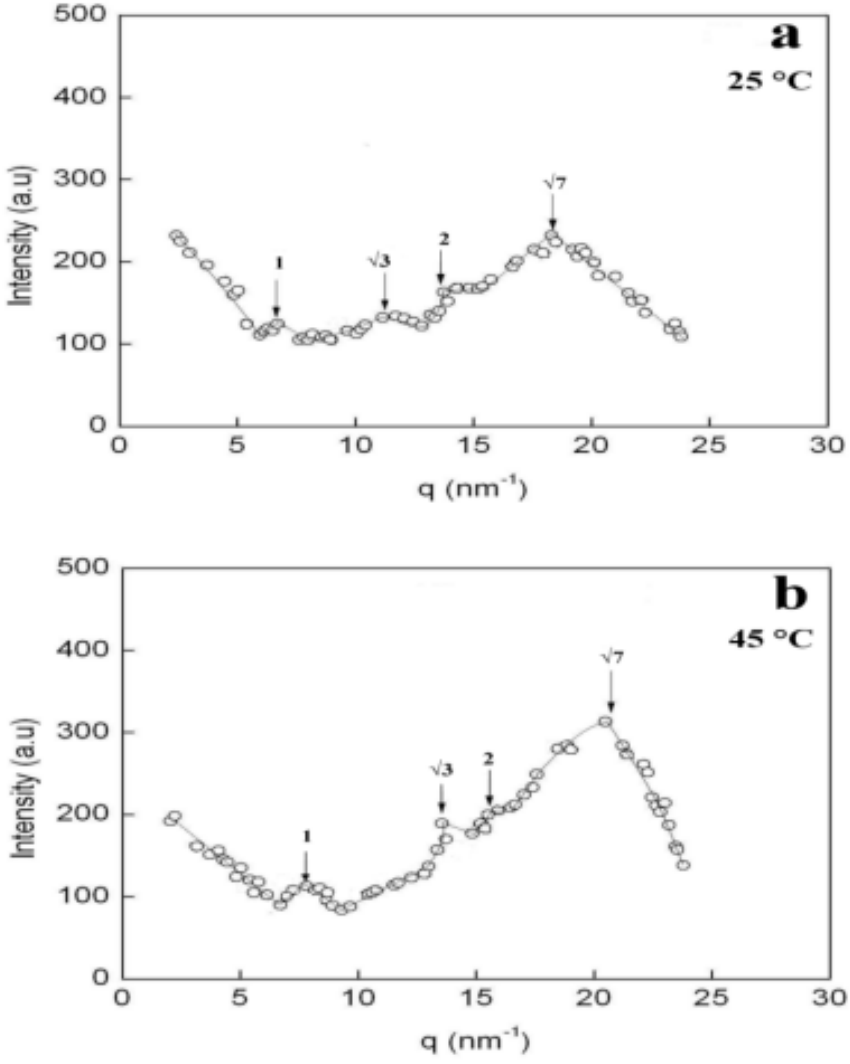
(ग) हमारे DNA प्रतिदर्शों को वर्गीकृत करने के लिए व्यापक रूप से आरआरआई एएफएम सुविधा

डी विजयराघवन की पेशेवर अनुसंधान अभिरूचियों के क्षेत्र है आर्द्रक एवं बहुलक वियलनों में एकल-परतीय कार्बन नैनोट्यूबों के स्व-समूहन का अध्ययन।

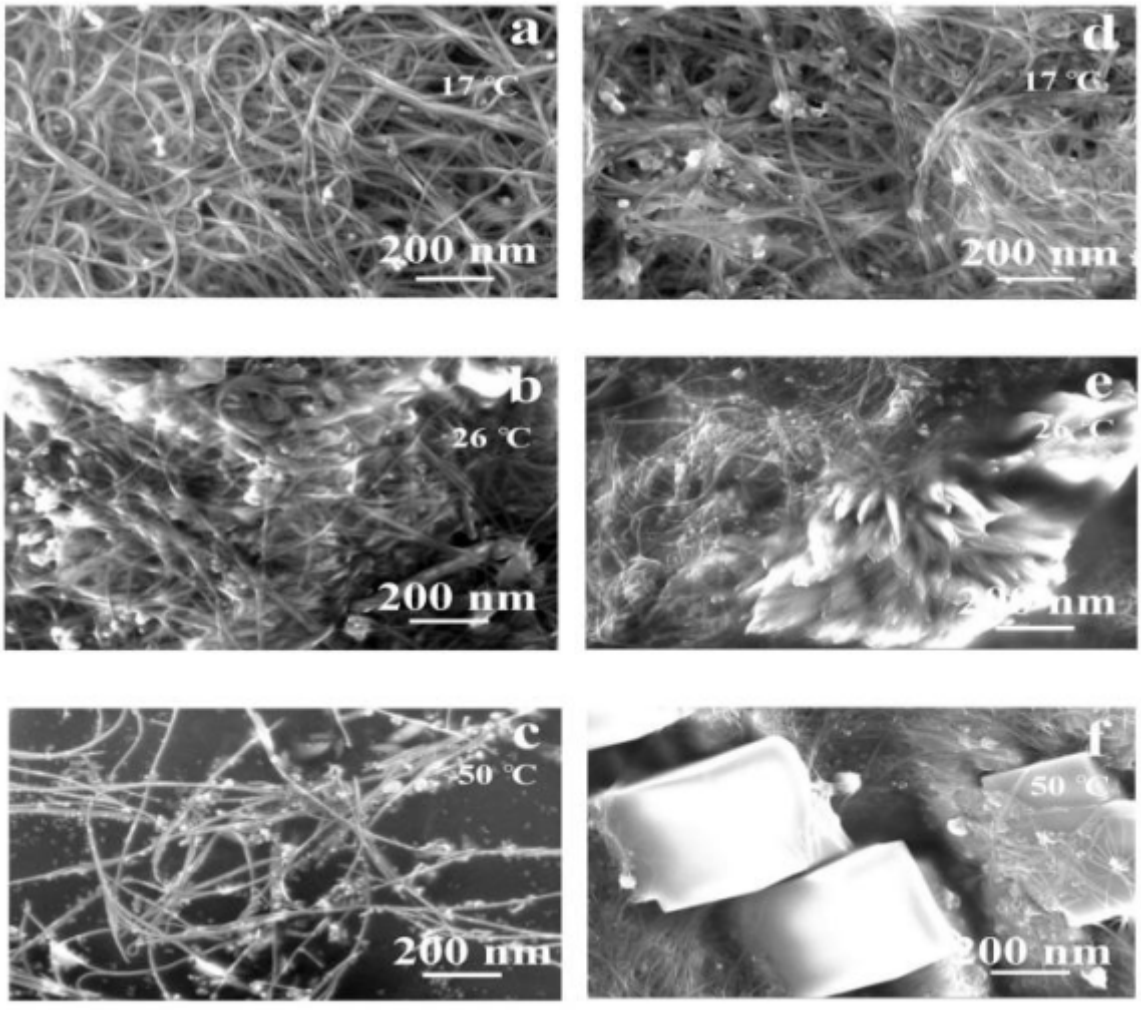
विजयराघवन ने बीते वर्ष के दौरान **एकल-परतीय कार्बन नैनोट्यूब विसरित जलीय त्रिब्लॉक सहबहुलक विलयन में स्व-समूहित CNT-बहुलक संकरों** का अध्ययन किया है। विलयन में ब्लॉक सहबहुलकों को विसरित कर नैनोसंरचनाओं के समूहन को प्रेरित किया जाता है जिसमें मेसोसंरचनाओं में नैनोकण, नैनोरॉड एवं कार्बन नैनोट्यूब भी शामिल हैं। इसी कारण, यह आवश्यक है कि हम बहुलक-नैनोसंरचना-विलायक के संयुक्त तंत्र/प्रणाली में बहुलक एवं नैनोसंरचनाओं के मध्य अभिक्रिया को समझें। इन नैनोसंरचनाओं की उपस्थिति में बहुलकों के स्व-समूहन को समझना ही वांछित स्व-समूहित बहुलक संरचनाओं के भविष्य की डिजाइनों को तैयार करने में मददगार होगा। एम्फि फि लिक ब्लॉक सहबहुलक पॉलि(एथिलीन ऑक्साइड)-पॉलि (प्रोपीलीन ऑक्साइड)-पॉलि (एथिलीन ऑक्साइड) PEO_y PPO_xPEO_y अथवा प्लुरोनिक ब्लॉक सहबहुलक जल में मिसेल्स के रूप में स्वसमूहित होते हैं जो हाइड्रोफ ोबिक PPO कोर एवं विलायक PEO कोरोना से बने होते हैं। हालांकि कलिलीय कण जैसे कार्बन ब्लैक का बहुलक विलयन में विसरणबहुलक अणुओं के स्व-समूहन और बनी हुई मिसेल्स की संरचना को प्रभावित नहीं करता है, परंतु बहुलक विलयन में कार्बन नैनोट्यूबों के विसरण बहुलक स्व-समूहन के तापमान, एंथेल्पी एवं गतिक व्यवहार को परिवर्तित करते देखे गए हैं। फ्लोरेंट *और अन्य* ने बहुलक-CNT-जल प्रणाली पर EPR अध्ययन को प्रतिवेदित किया जो बताती है कि बहुलक अणुओं का PO भाग का अवशोषण CNTs पर हो जाता है और CNT-बहुलक संकर बनते हैं। एकल-परतीय कार्बन नैनोट्यूबों का छोटा व्यास (SWCNT) बहुलक अणु समूहन के प्रारूपण को समर्थ बनाता है जो कि प्राकृत मिसेल के जैसी होती है, जहाँ SWCNT मिसेल के कोर में स्थित रहती है। निर्णायक मिसेल तापमान के नीचे (CMT), केवल यूनिमर्स ही CNTs पर अवशोषित होते हैं। यद्यपि, CMT के उपर, दोनों यूनिमर्स एवं मिसेल्स CNTs पर अवशोषित हो जाते हैं।

इन प्रणालियों की अग्रिम जांच के क्रम में, विजयराघवन ने स्केनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी (SEM), अवकल स्केनिंग कैलोरीमेट्री (DSC), अल्प कोणीय क्ष-किरण प्रकीर्णन (SAXS), वैद्युत चालकता एवं ^{1}H NMR अध्ययन को जलीय त्रिब्लॉक सहबहुलक (P123) विलयन में SWCNTs विसरण पर तापमान की कार्यप्रणाली के रूप में किया। इस तंत्र में एकल-परतीय कार्बन नैनोट्यूब मिलकर बंडल बनाते हैं और बंडल मिलकर जाली-जैसी संरचना बनाते हैं। बहुलक के तापमान एवं अवस्था के आधार पर, यह प्रणाली तीन भिन्न-भिन्न स्व-समूहित CNT-बहुलक संकर प्रदर्शित करते हैं। हम निम्न तापमनों पर CNT-यूनिमर संकर, मध्यवर्ती तापमानों पर CNT-मिसेल संकर जहाँ CNT नेट के पोरों में बहुलक मिसेल अवशोषित हो जाते हैं और उच्च तापमान पर एक अन्य CNT-मिसेल संकर जहाँ CNT बंडलों के पृष्ठ पर बहुलक मिसेल्स अवशोषित हो जाते हैं। हमारा DSC थर्मोग्राम CNT-बहुलक संकर में इन संरचनात्मक परिवर्तनों से संबंधित दो शीर्ष बिन्दुओं को दर्शाता है। बहुलक के आण्विक समूहों के ^{1}H रसायन परिवर्तन की तापमान आश्रितता एवं संयौगिकों की AC वैद्युत चालकता उस तापमान पर असतत परिवर्तन को भी दर्शाती है जिसमें CNT-बहुलक संकरों का संरचनात्मक परिवर्तन देखा गया। दिलचस्प रूप से, प्रणाली में उच्चतर CNT सांद्रता (0.5 wt%) के लिए, बहुलक मिसेल्स CNTs समूह पर अवशोषित होकर फूलों-जैसी एवं घनाकार-जैसी आकारिकियाँ क्रमशः मध्यवर्ती एवं उच्च तापमान पर बनाती हैं।

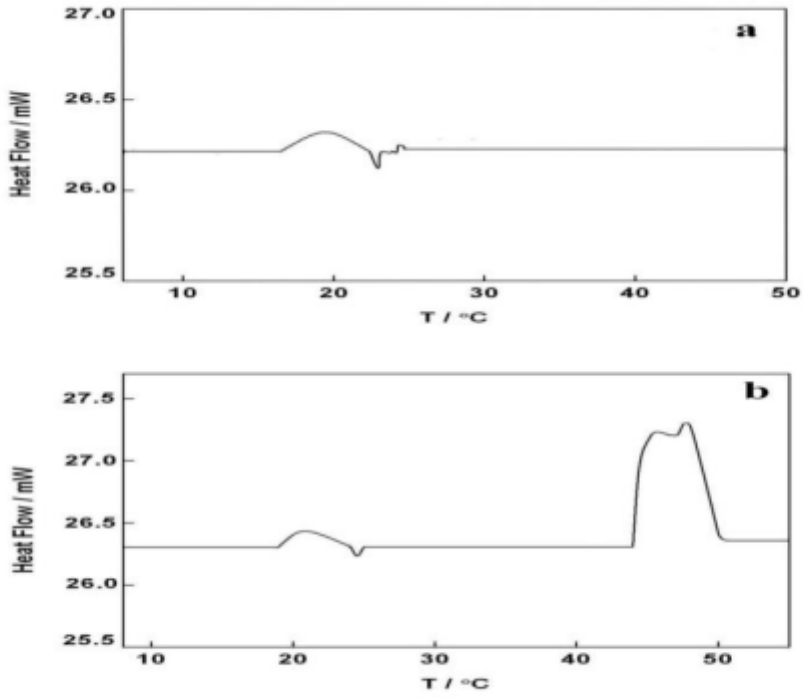
{J Mol. Liq. के सौजन्य से नीचे दिए गए सभी चित्र पुनःबनाए गए हैं; **आर्द्रक विलयन में एकल-परतीय कार्बन नैनोट्यूब बंडलों का समूह**, डी विजयराघवन, जर्नल ऑफ मॉलेक्यूलर लिक्विड्स 2015, 209, 440}.



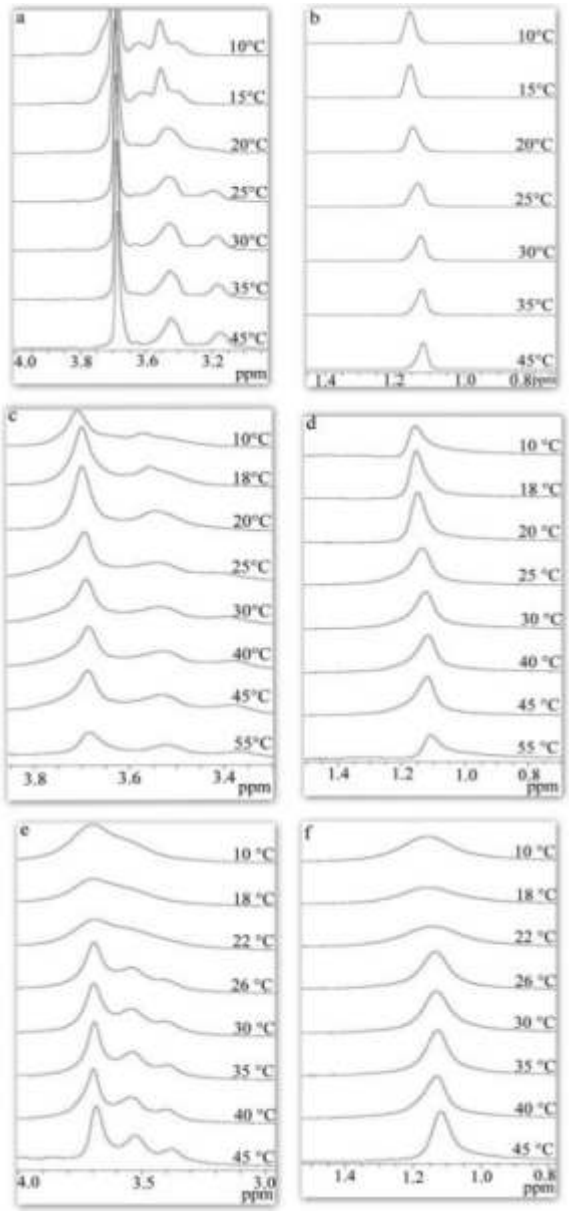
चित्र 1. दो भिन्न-भिन्न तापमानों (25 एवं 45°C) पर 2.5wt% P123 से बने 0.25wt% SWCNTs विसरित जलीय (D_2O) विलयन का SAXS पैटर्न। SAXS पैटर्न अनुपात 1: √3:2:√7 में शीर्ष बिन्दु प्रदर्शित करते हैं जो SWCNT बंडलों के लिए प्रतिवेदित SAXS पैटर्न के समान 2D हेग्ज़ागोनल (षटकोणीय) संरचना को इंगित करते हैं।



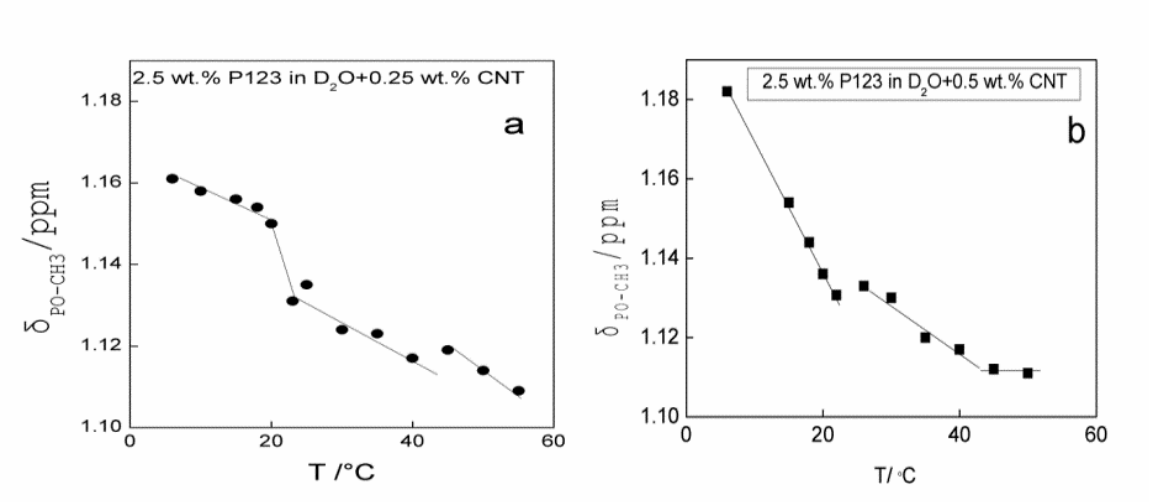
चित्र 2. 0.25 wt. % CNTs (a-c) एवं 0.5 wt.% CNTs (d-f) के लिए तापमान की कार्यप्रणाली के रूप में 2.5wt% P123 से बने SWCNTs विसरित जलीय (D_2O) विलयन का SEM प्रतिचित्र। निम्न तापमान पर (CMT के नीचे) बहुलक यूनिमर नेट-जैसी CNT बंडलों की संरचनाओं के पोरों में अवशोषित हो जाते हैं (चित्र a एवं b)। मध्यवर्ती तापमानों (CMT के उपर) पर, बहुलक मिसेल्स CNT संरचनाओं के पोरों में अवशोषित हो जाते हैं (चित्र b एवं e)। उच्च तापमानों पर, मिसेल्स CNT बंडलों के पृष्ठ पर अवशोषित हो जाते हैं (c एवं e)। प्रणाली में उच्चतर CNT सांद्रता (0.5 wt%) के लिए, बहुलक मिसेल्स CNTs समूह में अवशोषित होकर फूलों-जैसी एवं घनाकार-जैसी आकारिकियों को क्रमशः मध्यवर्ती एवं उच्च तापमानों पर बनाते हैं (चित्र e एवं f)। बहुलक विलयन में CNTs की सांद्रता बढ़ाने अथवा प्रणाली का तापमान बढ़ाने पर CNT बंडल व्यास घटता है।



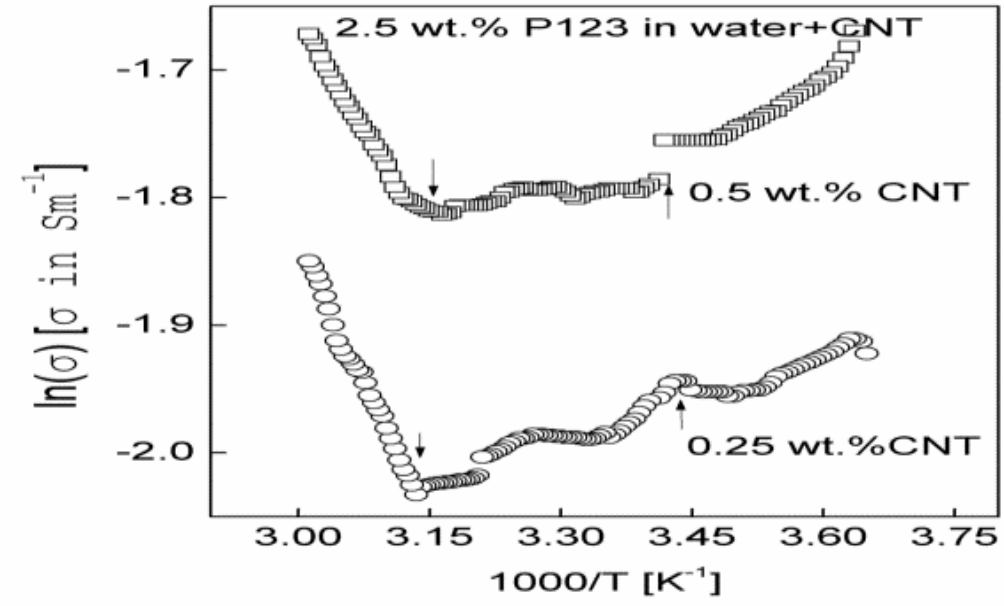
चित्र 3a प्राकृत बहुलक विलयन (D_2O में 2.5 wt% P123) के लिए गर्म करने पर DSC थर्मोग्राम को दर्शाता है। थर्मोग्राम 20.6°C पर एक्सोथर्मिक शीर्ष बिन्दु प्रदर्शित करता है। हमारा विश्वास है कि शीर्ष बिन्दु बहुलक के यूनिमर से मिसेलर अवस्था रूपांतरण से संबंधित है। चित्र 3b 0.25 wt% SWCNTs विसरित बहुलक विलयन के लिए गर्म करने पर DSC थर्मोग्राम को दर्शाता है। थर्मोग्राम 20.7°C एवं एक अन्य 47.5°C पर दो एक्सोथर्मिक शीर्ष बिन्दु को प्रदर्शित करते हैं। हमारा विश्वास है कि शीर्ष बिन्दु प्रणाली में CNT-बहुलक संकरों में संरचनात्मक परिवर्तनों से संबंधित हैं। निम्न तापमान शीर्ष बिन्दु CNT-यूनिमर संकर का CNT-मिसेल संकर में रूपांतरण से संबंधित हैं जहाँ मिसेल्स CNT नेट-जैसी संरचनाओं के पोरों में अवशोषित हो जाते हैं और उच्च तापमान शीर्ष बिन्दु CNT-मिसेल संकर के एक अन्य CNT-मिसेल संकर में रूपांतरण से संबंधित हैं जहाँ मिसेल्स CNT बंडलों के पृष्ठ पर अवशोषित होते हैं जैसा कि हमारे SEM प्रतिचित्र में देखा गया (चित्र 2a-2c)।



चित्र 4: 0 wt% (a एवं b), 0.25 wt% (c एवं d) एवं 0.5 wt% CNTs (e-f) के लिए तापमान की कार्यप्रणाली के रूप में 2.5 wt% P123 से बने SWCNTs विसरित जलीय (D_2O) विलयन के लिए ^1H NMR स्पेक्ट्रा। बहुलक का PO-CH_3 के संगत स्पेक्ट्रा चित्र b, d एवं f में दर्शाया गया है। बहुलक का EO-CH_2 एवं PO-CH_2 समूह के संगत स्पेक्ट्रा को चित्र a, e एवं f में दर्शाया गया है।



चित्र 5: 2.5 wt% P123 से बने जलीय विलयन में विसरित a) 0.25 wt% CNTs एवं b) 0.5 wt% CNTs के प्रकरण में PO-CH_3 समूह के बहुलक का तापमान आश्रित रसायन परिवर्तन। रसायन परिवर्तमों में असतत बदलाव को ऐसे तापमानों पर देखा गया है जिसमें CNT-बहुलक संकरों का संरचनात्मक परिवर्तन प्रेक्षित किया गया।



चित्र 6: जलीय त्रिब्लॉक सहबहुलक (P123) विलयन में विसरित 0.25wt% एवं 0.5wt% SWCNTs के लिए AC वैद्युत चालकता (σ) के लिए अर्रेह्नियस आलेख। आलेख ऐसे तापमान पर असतत परिवर्तन को दर्शाता है जिस तापमान पर CNT-बहुलक संकर के संरचनात्मक परिवर्तनों को प्रेक्षित किया जाता है।

अनुराधा भट्टाचार्य (**डॉक्टरोत्तर अध्येता, आरआरआई**) की वर्तमान पेशेवर अनुसंधान अभिरूचियाँ हैं मृदु बहुलकों की एकल आण्विक बल स्पेक्ट्रोस्कोपी और साइटोस्केलटन प्रोटीन एवं प्रकाशिक ट्वीजर द्वारा ऐसे सम्मिश्रों के यांत्रिकीय बलों का अन्वेषण तथा परमाण्विक बल माइक्रोस्कोपी।

कोशिका के साइटोस्केलटल घटक इसे संरचनात्मक एवं प्रयोजनमूलक सहायता प्रदान करते हैं। इन साइटोस्केलटल अवयवों में निहित हैं: सूक्ष्मनलिका (माइक्रोट्यूबल्स), मध्यवर्ती तंतु और सूक्ष्मतंतु (माइक्रोफिलामेंट्स)। वर्तमान शोधपत्र में, साइटोस्केलटल तंतु घटकों को कोशिका में प्रयोजनमूलक महत्ता के गुण होते हैं। इन तंतुओं के मध्य सबसे गहनतापूर्वक अध्ययन किये जाने वाला तंतु है एक्टिन तंतु। भट्टाचार्य का **प्रमोद पुलर्कट** (**आरआरआई**) के साथ सहकार्य में लक्ष्य था चिक न्यूरॉनों में टीथर प्रारूपण में एक्टिन के यांत्रजैविकीय पहलुओं को समझना। कोशिका पृष्ठ पर टीथर को एक प्रकाशिक ट्रेप में फंसी बीड से खींचा गया और फिर पीज़ो को चलाते हुए बीड को खींचना। भट्टाचार्या ने इस अध्ययन के लिए चिक न्यूरॉनों के कोशिका कल्चर को पट्रिट किया। उन्होंने चिक न्यूरॉनों से केलिब्रेशन एवं टीथर पुलिंग पर भी कार्य किया।

वर्तमान में वह **जी.वी. सोनी** (**आरआरआई**) के साथ सहकार्य में आँखों के लेंस में बीडेड फिलामेंट नेटवर्क के जैवयांत्रिक गुणधर्मों का अध्ययन कर रही हैं। बीडेड फिलामेंट नेटवर्क जैसा कि नाम इंगित करता है में फिलामेंटों के मध्य में बीड अंत:प्रकीर्ण वाले 10 – 15 nm व्यास के फिलामेंट होते हैं। चुहिया की आँखों के लेंस में इन फिलामेंट को खटखटाने से मोतियाबिन्द होनेका खतरा उत्पन्न होता है। इसीलिए मानव आँखों के लेंस में इन फिलामेंटों की भूमिका को स्पष्ट करना मोतियाबिन्द के कारण का महत्वपूर्ण सूचक है जो विश्वभर में लाखों लोगों को प्रभावित करता है।

बीडेड फिलामेंट BSFP1, BSFP2 एवं क्रिस्टेलीन प्रोटीनों से मिलकर बना है। इन प्रोटीनों को बीडेड मॉर्फोलॉजी इन-विट्रो के साथ फिलामेंट की तरह समूहित होने के लिए डायलाइज्ड किया जा सकता है। मोतियाबिन्द जलीय ह्युमर जो आँख के लेंस में रिक्तियों को भरता है के द्वारा प्रकाश प्रकीर्णन के कारण होता है जबकि आँखों के लेंस में फाइबर कोशिका की पास-पास में पैकिंग व्यवस्था अशांत / विक्षुब्ध हो जाती है। इस रोग का दूसरा कारण है आँखों के लेंस में लेंस प्रोटीनों का संचयन जो कि सामान्यतया उपस्थित अल्फा क्रिस्टेलीन के कारण नहीं होने दिया जाता है।

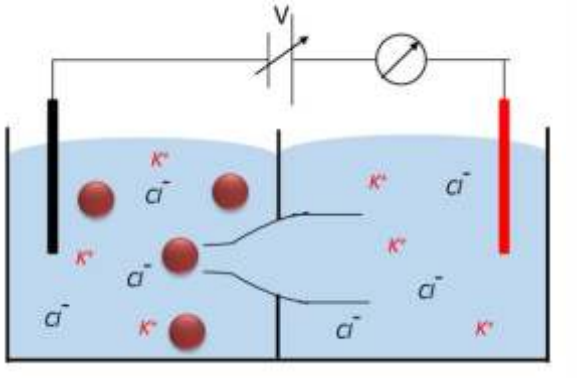
गोल्ड नैनोकणों को क्रिस्टेलीन पर अवशोषित होते पाया गया है जबकि वे अधिकतम आकार के होते हैं। क्रिस्टेलीन प्रोटीन बीडेड फिलामेंटों के बीडेड क्षेत्रों से भी संबंधित रहते हैं। इसीलिए फिलामेंटों के बीडेड भाग में गोल्ड नैनोकणों का अवशोषण प्रकाश प्रकीर्णन एवं रिक्ति प्रारूपण को रोकते हुए कोशिका यांत्रिकीय स्थायित्वता को प्रदान करेगा। और, आँखों के लेंस में गामा क्रिस्टेलीनों के संचयन को रोकते हुए अधिकतम आकार एवं सांद्रता वाले गोल्ड नैनोकणों को क्रिस्टेलीन की संरक्षिका गतिविधि को सहायता करते पाया गया है।

इस परियोजना का प्रथम चरण गोल्ड नैनोकणों वाले और बिना इनके आँखों के लेंस की यांत्रिकीय कठोरता का मापन करेगा। वर्तमान में भट्टाचार्य परमाण्विक बल माइक्रोस्कोप के साथ मृदु PDMS बहुलक की यांत्रिकीय कठोरता का अध्ययन कर रही हैं। उन्होंने एजेंट अनुपात के उपचार के लिए भिन्न-भिन्न इलास्टोमर के PDMS बहुलक का संश्लेषण किया है और AFM के कांटेक्ट मोड में बल दूरी वक्र का उपयोग कर रही हैं। इसका आँखों के लेंस की सख्ती/कठोरता के मापन के लिए उपयोग किये जाने के पहले यह उपकरण का प्रथम मापांकन चरण है। AFM का बल दूरी वक्र का सिद्धांत है कि वक्रता टिप की नैनोमीटर त्रिज्या को PDMS पृष्ठ को इंडेंट करने के लिए नियोजित करना। बाहुधारक (केंटिलीवर) का विक्षेपण प्रत्यक्ष रूप से प्रतिदर्श पर बल के आनुपातिक है। बल दूरी वक्र से आसंजन, यांत्रिकीय नियतांक जैसे हमकर स्थिरांक निर्धारित किया जा सकता है। प्राप्त डाटा का आगे विश्लेषण किया गया और प्रतिदर्श की प्रत्यास्थता देखने के लिए विद्यमान मॉडलों में इन्हें सम्मिलित किया गया।

नुपुर बिश्वास (**डॉक्टरोत्तर अध्येता**, **आरआरआई**) की अनुसंधान अभिरूचि वर्तमान में प्रतिरोधात्मक स्पंद तकनीक पर केन्द्रित है, इस कारण एकल आण्विक स्तर पर जैविकीय मैक्रोअणुओं का अधिकतया संसूचन करती हैं, और निम्न में इनका संभाव्य अनुप्रयोग देखती हैं:

1) दो पायसनीकृत अमिश्रणीय तरल में भेद करना विशेषतया - जल में तेल अथवा जल में तेल- जैसे प्रदूषक तत्व और माइक्रो/नैनोपोर के माध्यम से पुटिका (vesicle) (लिपिड बाईलेयर से बंधी हुई गोलाकार संरचनाएँ) विस्थापन।

मूल रूप से रक्त कोशिकाओं की संख्या की गणना के लिए अन्वेषित की गई प्रतिरोधात्मक स्पंद तकनीक कई वर्षों के दौरान काफी विकसित हुई है। प्रतिरोधात्मक स्पंद तकनीक में, नमक आयनों को नियत अभिनत वोल्टेज के अंतर्गत एक माइक्रोमीटर अथवा नैनोमीटर आकार के पोर के माध्यम से बिना किसी बाधा के गुजरने दिया जाता है (चित्र 1)। परिणामस्वरूप, नियत धारा (करेंट) प्राप्त होती है। कुछ अणुओं/कणों को पोर के एक तरफ जोड़ा जाता है। इन अणुओं/कणों को फिर दाब आरोपित करते हुए अथवा अभिनत वोल्टेज के जरिए पोर से गुजरने के लिए मजबूर किया जाता है। पोर से गुजरते समय, अणु अथवा कण वास्तव में आयनों के मार्ग में अवरोध उत्पन्न करते हैं और इसीलिए धारा में एक गिरावट उत्पन्न होती है। इस धारा गिरावट का परिमाण और गिरावट की अवधि कणों के बारे में जानकारी रखती है। इस धारा गिरावट 'घटना' की बारंबारता स्वभाविक रूप से कणों की सांद्रता को इंगित करेगी।

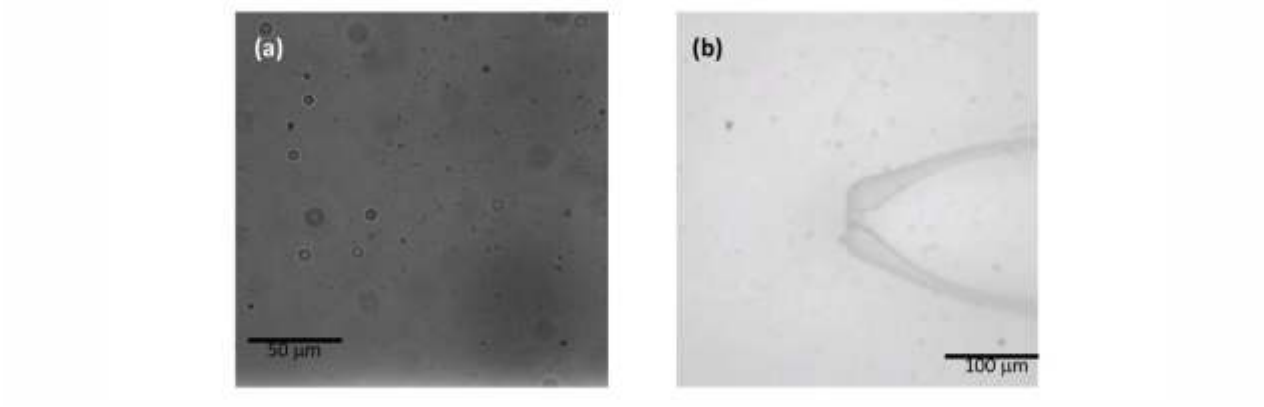


चित्र 1: विस्थापन प्रयोग का आरेख

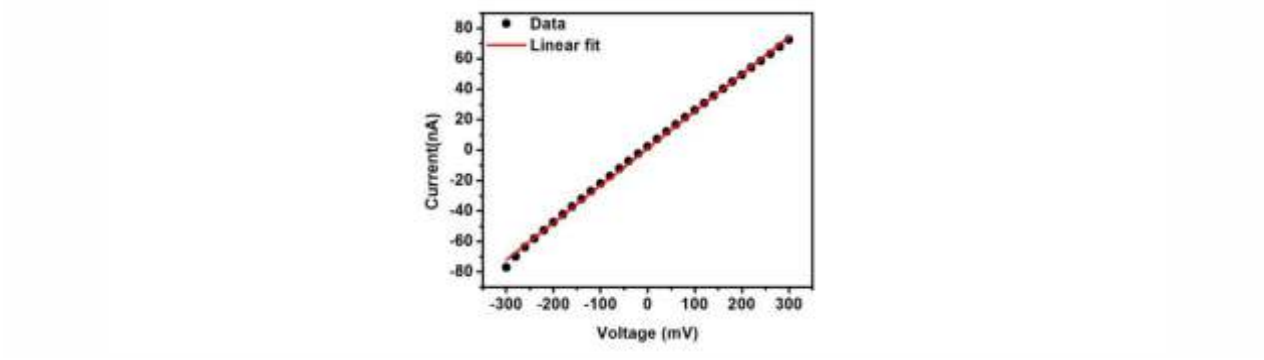
ध्यान हालांकि अब कई जैविक रूप से महत्वपूर्ण मैक्रोअणुओं और उनके एकल अणु स्तर पर सम्मिश्रों को संसूचित करने पर हो गया है तथा DNA अनुक्रमणन की संभावनाओं पर अन्वेषण किया जा रहा है। इसे कई अन्य चीजों जैसे विविध माइक्रो एवं नैनोकणों, लीपोसोम्स, वायरस- सभी जो या तो ठोस हैं या मृदु पदार्थ हैं, के संसूचन के लिए भी सफ लतापूर्वक उपयोग किया जा रहा है। इस संदर्भ में, बिश्वास अन्वेषण करना चाहते हैं कि क्या वोल्टेज लगाने पर वह दो अमिश्रणीय तरलों में और साथ ही पुटिका विस्थापन में अंतर कर सकती है।

पायसन दो अमिश्रणीय तरलों की कलिलीय अवस्था है। पायसन का सबसे लोकप्रिय उदाहरण है दूध। यद्यपि, जल में तेल भी एक अन्य महत्वपूर्ण पायसन है, जो प्रायः दूषित जल में दिखाई देता है। **बिश्वास** के प्रयोग **जल में तेल और तेल–जेसे दूषक की उपस्थिति का मात्रात्मक मापन** करने में मदद करेंगे। इस प्रयोग के लिए, उन्होंने एक बहुत ही प्रचलित कार्बनिक तरल ज़ायलीन को चुना है, जो जल में नहीं घुलता है और जल में पायसन बना सकता है। उन्होंने फिर जलीय बफर में ज़ायलीन ड्रॉपलेट्स का पायसन तैयार किया।

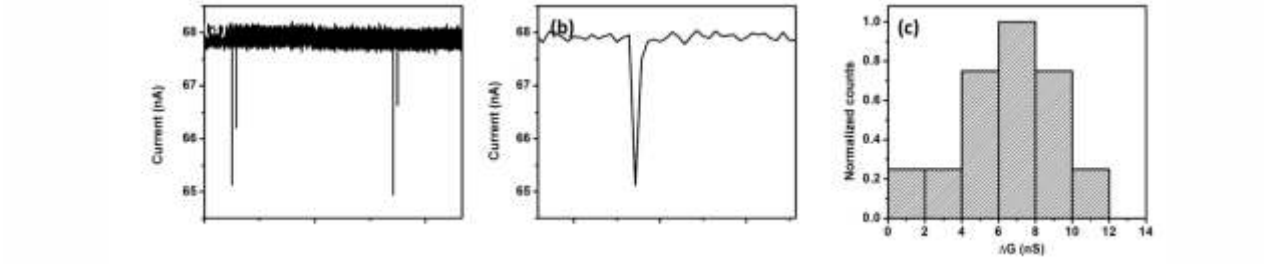
प्रतिरोधात्मक स्पंद प्रयोग में, कण तरल होता है – यह ड्रॉपलेट के रूप में होता है। नीचे दिया चित्र 2a जलीय बफर में ज़ायलीन ड्रॉपलेट के प्रकाशिक माइक्रोस्कोप प्रतिचित्र को दिखाता है। माइक्रोपोर को कांच केशिका से तैयार किया गया जिसमें पोर का व्यास 22 माइक्रोन (चित्र 2b) होता है। चित्र 3 - 1x TE बफर में 10mM KC1 की उपस्थिति में पोर के धारा (I) – वोल्टेज (V) संबंध को व्यक्त करता है। ग्राफ रैखिक दिखाई देता है और इसकी ढलान पोर प्रतिरोधकता 4.1 मेगाओम प्रदान करती है। प्रारंभिक डाटा (चित्र 4a) बताता है कि ज़ायलीन ड्रॉपलेट की उपस्थिति को सफ लतापूर्वक संसूचित किया जा सकता है जबकि ये माइक्रोपोर के माध्यम से गुजरती हैं और परिणामस्वरूप धारा में गिरावट होती है। चित्र 4b सोदाहरण एक कण गिरावट की आकृति को दर्शाता है जो एक ड्रॉपलेट के मार्ग को इंगित करता है। चित्र 4c चालकता में परिवर्तन के वितरण को दर्शाता है।



चित्र 2: (a) जलीय बफर में ज़ायलीन ड्रॉपलेट्स और (b) कांच माइक्रोपोर, का प्रकाशिक माइक्रोस्कोप प्रतिचित्र



चित्र 3: 1x TE बफर में 10mM KC1 की उपस्थिति में पोर का धारा (I) – वोल्टेज (V) संबंध



चित्र 4 – (a) ड्रॉपलेट के गुजरने पर धारा में परिवर्तन, (b) एकल घटना के लिए धारा में गिरावट, (c) चालकता में परिवर्तन का वितरण

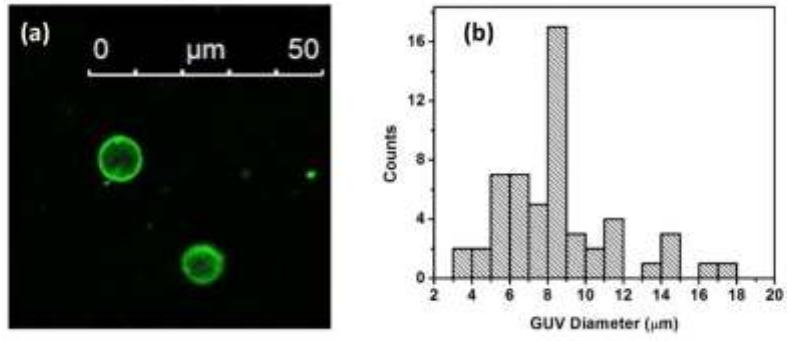
इससे निष्कर्ष निकलता है कि प्रतिरोधात्मक स्पंद विधि को एक तरल में दूसरे तरल की उपस्थिति को संसूचित करने और विशुद्धता की उपस्थिति की मात्रा निर्धारण के लिए लागू किया जा सकता है जैसे कि इसका आकार, एवं ड्रापलेट्स का पृष्ठ आवेश। इन प्रयोगों पर अभी कार्य चल रहा है।

कोशिका झिल्ली का प्रमुख घटक है लिपिड बाइलेयर। लिपिड अणु एक विशेष प्रकार के अणु हैं जिनमें एक लम्बी हाइड्रोफोबिक चैन (पूंछ) होती है और अपेक्षाकृत रूप से छोटा हाइड्रोफिलिक हिस्सा (शीर्ष) होता है। पुटिका लिपिड बाइलेयर से बनी गोलाकार संरचना है। इसीलिए, इन्हें

कोशिका के एक सरल मॉडल की तरह सोचा जा सकता है। पुटिका को आवश्यक आकार के आधार पर विविध तरीकों से संश्लेषित किया जा सकता है। 20-200 nm व्यास की पुटिका को छोटी यूनिलेमलार पुटिका (SUV) कहा जाता है और इन्हें उत्सारण (एक्सट्रूसन) विधि द्वारा तैयार किया जाता है। दूसरी ओर, 1 माइक्रोन से अधिक व्यास की पुटिका को जायंट यूनिलेमलार पुटिका (GUV) कहा जाता है और इन्हें इलेक्ट्रोफॉर्मेशन विधि द्वारा तैयार किया जाता है।

इस परियोजना में, **विश्वास** की अभिरूचि **माइक्रो/नैनोपोरों के माध्यम से पुटिका विस्थापन** में है। इस प्रयोग का उद्देश्य है पुटिका संरचना में दाब प्रेरित विस्थापन के प्रभाव का अन्वेषण करना। वे विभिन्न pH स्थितियों के अंतर्गत पुटिका को एक वाहक की तरह उपयोग करना भी चाहते हैं।

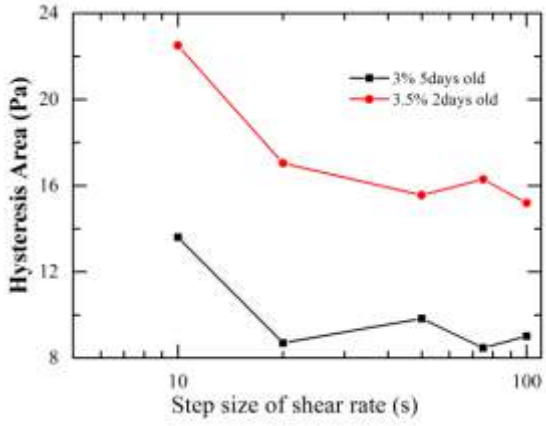
समूह ने सफलतापूर्वक SUVs एवं GUVs दोनों का संश्लेषण किया। नीचे दिया गया चित्र 5a DPPC लिपिड द्वारा बने GUVs के कोनफोकल माइक्रोस्कोप प्रतिचित्र को दर्शाता है। उन्होंने Bodipy-C12 रंजक एवं 488 nm लेज़र का उपयोग उत्तेजन करने के लिए किया। चित्र 5b GUVs के आकार वितरण को दर्शाता है। समूह अब SUVs के साथ-साथ GUVs के सफ्लतापूर्वक विस्थापन पर कार्य कर रहे हैं।



चित्र 5: (a) DPPC लिपिड से बने GUVs का कोनफोकल प्रतिचित्र और (b) उनका आकार वितरण

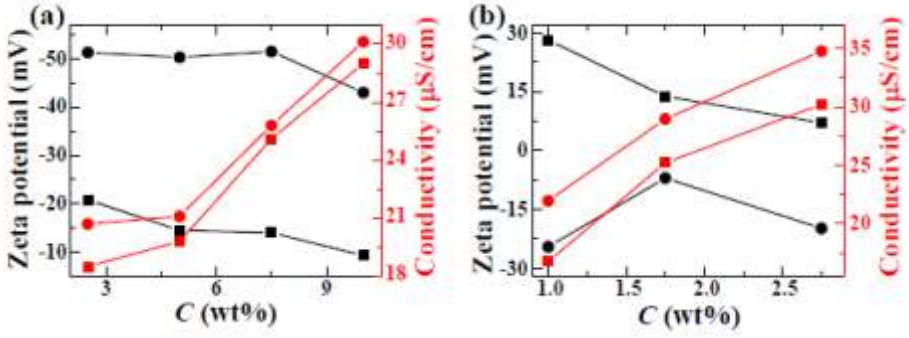
परमेश गडिगे (**डॉक्टरोत्तर अध्येता, आरआरआई**) की अपने अनुसंधान क्षेत्र के रूप में कांच-प्रारूपक तरल पदार्थ में गत्यात्मकता, कांच एवं सम्मिश्र तरल पदार्थ में अभिरूचि है। पिछले वर्ष के दौरान आपने निम्न समस्याओं का अन्वेषण किया:

i. **रंजिनी बंद्योपाध्याय** (**आरआरआई**) के सहयोग में **रियोलॉजिकल हिस्टेरेसिस इन एजिंग लेपोनाइट कोलाइडल सस्पेंशन** पर कार्य किया। अरैखिक रियोलॉजी ने अब मृदु कांचों के सम्मिश्र गतिक व्यवहार के अध्ययन में अनुप्रयोगों को पाया है। इस प्रयोग में, गडिगे ने अरैखिक रियोलॉजिकल अध्ययन बतौर लेपोनाइट कोलाइडल सस्पेंशन के लिए एजिंग समय की कार्यप्रणाली किया जिस दौरान उन्होंने रियोलॉजिकल हिस्टेरेसिस लूप रिकॉर्ड किया। एक परिमित समय सीमा पर शियर दर को उपर व नीचे स्पष्ट करते हुए शियर स्ट्रेस वि. शियर दर को मॉनिटर किया गया। शियर दर का उपर व नीचे की सीमा अध्यारोपण नहीं करता और परिणामस्वरूप रियोलॉजिकल हस्टिरेसिस लूप प्राप्त होता है। वक्र के अंतर्गत क्षेत्र ऊर्जा उत्पन्न करता है जो कि कलिलीय प्रलंबनों के संरचनात्मक विघटन के कारण गायब हुई थी। यह पाया गया कि हिस्टेरेसिस क्षेत्र लेपोनाइट प्रलंबन के लिए एजिंग समय बढ़ने के साथ बढ़ता है और इसे शियर दर के परिमित क्रम आकार अथवा स्वीप दर पर आश्रित पाया गया गया। यह एजिंग के साथ संरचना के मजबूत होने की ओर इंगित करता है जबकि संरचना का विघटन अथवा शियर मेल्टिंग शियर दर के स्वीप दर अथवा स्टेप आकार पर निर्भर करता है। अग्रिम डाटा विश्लेषण और अन्वेषण प्रगति पर है।



चित्र 1. 3% एवं 3.5% (w/v) के लिए कालिक लेपोनाइट प्रलंबन के लिए शियर दर स्टेप आकार आश्रित हिस्टेरेसिस क्षेत्र

ii. योगेश एम जोशी (आईआईटी कानपुर) एवं **रंजिनी बंद्योपाध्याय (आरआरआई)** के साथ मिलकर **ज़ीटा पोटेंशियल एंड डायइलेक्ट्रिक स्टडीज ऑन वॉल्यूम फेज ट्रांजीशन ऑफ पॉलि(N-आइसोप्रोपाइलक्रायलेमाइड) (PNIPAM)सस्पेंशंस** पर कार्य किया। कलिलीय प्रलंबन की स्थायित्वता उनके भौतिक गुणधर्मों के अध्ययन में बहुत महत्वपूर्ण होती है क्योंकि कणों एवं सॉल्वेंट के मध्य अंतर-कण इलेक्ट्रोस्टेटिक रिपल्शंस एवं सघनता अंतर कलिलीय कणों को स्थायी करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। ऊष्मासंवेदी पॉलि(N-isopropylacrylamide) (PNIPAM) प्रलंबनों की अंतर-कण इलेक्ट्रोस्टेटिक अभिक्रियाओं को समझने के क्रम में, PNIPAM प्रलंबनों की z-पोटेंशियल एवं चालकता को क्रमशः इलेक्ट्रोअकॉस्टिक परीक्षण एवं चार-बिन्दु चालकता मीटर का उपयोग करते हुए मापन किया जाता है। PNIPAM कणों में कमरे के तापमान पर ऋणात्मक z-पोटेंशियल होना पाया गया जबकि z-पोटेंशियल का महत्वपूर्ण परिवर्तन एवं चिह्न परिवर्तन को आयतन अवस्था रूपांतरण तापमान के उपर प्रेक्षित किया गया।



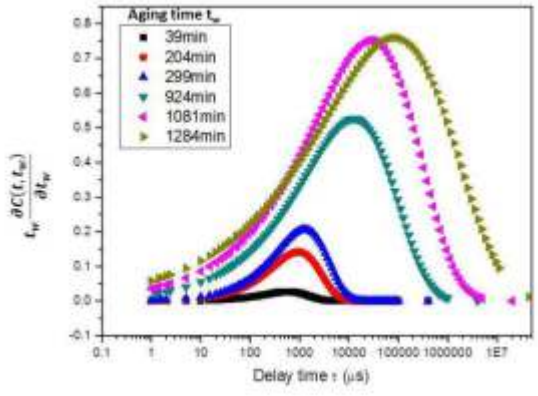
चित्र 2. आयतन-अवस्था रूपांतरण के उपर व नीचे भिन्न-भिन्न सांद्रताओं पर PNIPAM प्रलंबन की ज़ीटा पोटेंशियल एवं चालकता

इन ऊष्मासंवेदी PNIPAM प्रलंबनों के आयतन अवस्था रूपांतरण का भी अध्ययन डायइलेक्ट्रिक मापन द्वारा किया गया गया। ऊष्मासंवेदी PNIPAM कण प्रलंबनों की धारिता एवं प्रतिबाधा का 1kHz आवृत्ति पर तापमान की 20-45°C की रेंज में अनुवीक्षण (मॉनिटर) किया गया। इस डायइलेक्ट्रिक अध्ययन ने 32-34°C के आसपास ऊष्मासंवेदी PNIPAM हाइड्रोजेलों के आयतन अवस्था रूपांतरण को संसूचित किया। विश्लेषणों ने बताया कि प्रतिबाधा का काल्पनिक भाग

डायइलेक्ट्रिक नियतांक की अपेक्षा अवस्था रूपांतरण के प्रति अधिक संवेदी होता है।

iii. योगेश एम जोशी और **रंजिनी बंद्योपाध्याय (आरआरआई)** के साथ मिलकर **इलेक्ट्रिक मॉडुलस स्टडीज इन एजिंग लेपोनाइट सस्पेंशंस** पर कार्य किया। डायइलेक्ट्रिक मापन प्रयोगों को गडिगे द्वारा एजिंग लेपोनाइट प्रलंबनों (3.5% (w/v)) के मृदु कलिलीय कांच प्रारूपण पर जारी रखा गया। लेपोनाइट एजिंग प्रगतियों के लिए 1kHz पर धारिता मापन किया गया। यह पाया गया कि इलेक्ट्रिक मॉडुलस (M') का वास्तविक भाग एजिंग के साथ बढ़ गया जबकि इलेक्ट्रिक मॉडुलस (M") का काल्पनिक भाग घट गया। रियोलॉजिकल अध्ययनों मे देखे गए भंडारण मॉडुलस (G') एवं श्यान मॉडुलस (G") के प्रतिच्छेद (crossover) के समान एजिंग के दौरान कांच रूपांतरण (~7.5h) के उपर M' एवं M" के प्रतिच्छेद (crossover) को प्रेक्षित किया गया।

iv. **देबाशीष साहा (पीएचडी छात्र, आरआरआई), संजय कुमार बेहेरा (पीएचडी छात्र, आरआरआई)** एवं **रंजिनी बंद्योपाध्याय (आरआरआई)** के साथ मिलकर **डायनेमिकल हीटरोजिनेटीज़ इन एजिंग लेपोनाइट सस्पेंशंस** एक अन्य अनुसंधान कार्य किया।



चित्र 3. लेपोनाइट प्रलंबन एजेस के रूप में त्रि-बिन्दु सहसंबंधन कार्यप्रणाली की शीर्ष ऊचाई की वृद्धि

प्रमोद तडापत्री की पेशेवर अनुसंधान अभिरूचि के क्षेत्र हैं तरल स्फ टिकों के वैद्यु-प्रकाशिक, डायइलेक्ट्रिक एवं प्रकाशिक गुणधर्मों का अध्ययन और पॉलिइलेक्ट्रोलाइटों का डायइलेक्ट्रिक अध्ययन।

2015-16 की अवधि के दौरान, तडापत्री ने **बेंट-कोर तरल स्फटिक में असामान्य अवस्था अनुक्रम** पर कार्य किया। रॉड-जैसी प्रणालियों में देखी जाने वाली अवस्थाओं की तुलना में बेंट-कोर तरल स्फ टिक न केवल भिन्न-भिन्न अवस्थाएँ प्रदर्शित करते हैं, बल्कि ये भिन्न-भिन्न अवस्था संरचना वाले असामान्य अवस्था अनुक्रमों को भी प्रदर्शित करते हैं। बेंट-कोर अणु पूर्णतया ध्रुवीय और आकार में द्विअक्षीय होते हैं और इस प्रकार सिलेंड्रिकल सममिति से स्पष्ट रूप से विसामान्य होते हैं। आकर्षक अवस्थाओं में से कुछ हैं ध्रुवीय स्मेक्टिक अवस्था, ऑर्थोगोनल स्मेक्टिक अवस्था, व्युत्क्रम कॉलुम्नार अवस्था एवं डार्क कांग्लोमिरेट अवस्थाएँ। अवस्थाओं की अंत:क्रिया पर कई रिपोर्ट हैं जिनमें एक-विमीय और द्वि-विमीय लेट्टिस होते हैं। भिन्न-भिन्न लेट्टि स वाली ये अवस्थाएँ भिन्न-भिन्न ध्रुवीकरण लक्षणें को दर्शाती हैं जैसे फ ेर्रोइलेक्ट्रिक अथवा एंटीफेर्रोइलेक्ट्रिक। आगे, भिन्न-भिन्न यांत्रिकी जिनमें अवस्था संरचना व क्रम अथवा अनुक्रम होती हैं इन ध्रुवीकरण लक्षणों को प्रभावित करती हैं और बेंट-कोर प्रणाली को अध्ययन के लिए बहुत जटिल व चुनौतीपूर्ण बनाती हैं।

5-मेथॉक्सीआइसोप्थेलिक अम्ल (SRC12) से बने एक एकिरल सात-रिंग बेंट कोर संयौगिक का अध्ययन इस रिपोर्ट की अवधि के दौरान किया गया है। यह स्विचन लक्षणों द्वारा निर्धारित एंटीफे र्रोइलेक्ट्रिक अवस्था से फेर्रोइलेक्ट्रिक अवस्था में रूपांतरण को दर्शाता है। इन अवस्थाओं के नीचे के तापमान रेंज में, तडापत्री ने एक अतिरिक्त अवस्था रूपांतरण को प्रेक्षित किया। रूपांतरण डायइलेक्ट्रिक अध्ययनों में संसूचित किए गए। कैलोरीमेट्री अध्ययनों ने भी अवस्था रूपांतरण की पुष्टि की है। अधिक विस्तृत क्ष-किरण विवर्तन अध्ययनों पर अभी कार्य किया जा रहा है ताकि अवस्थाओं की प्रकृति को स्पष्टतया निर्धारित किया जा सके।

सैद्धांतिक भौतिकी

सिंहावलोकन

सैद्धांतिक भौतिकी (टीपी) समूह के प्रमुख अनुसंधान क्षेत्र हैं सांख्यिकीय भौतिकी सहित गैर-साम्य सांख्यिकीय भौतिकी, जैवभौतिकी, मृदु संघनित पदार्थ एवं प्रमात्रा बहु-निकाय भौतिकी, प्रमात्रा गुरूत्व, सामान्य सापेक्षता तथा प्रमात्रा यांत्रिकी की आधारशिला। अपनी प्रकृति अनुसार टीपी समूह प्रायः आरआरआई में ही प्रायोगिक समूहों जैसे प्रकाश व पदार्थ भौतिकी के साथ विशेषतया प्रमात्रा भौतिकी में मूलभूत प्रश्नों के क्षेत्र में, और मृदु संघनित पदार्थ समूह के साथ जैवभौतिकी व गैर-साम्य सांख्यिकीय भौतिकी के क्षेत्र में मिलकर कार्य करता है। यह समूह संस्थान के बाहर इन्हीं क्षेत्रों में कार्यरत प्रयोगवादियों के साथ भी मिलकर सहकार्य करता है।

वर्तमान अनुसंधान अभिरूचियाँ

सांख्यिकी भौतिकी

टीपी समूह वर्तमान में बहुलक के साम्य व गतिक गुणधर्मों पर अनुसंधान में संलग्न है। एक प्रश्न जिस पर यह समूह इस समय कार्य कर रहा है वह है वॉर्म-जैसे चैन मॉडल अथवा WLC मॉडल का उपयोग करते हुए अर्द्ध-लचीले बहुलकों की रिंग-क्लोजर संभाव्यता। WLC मॉडल बहुलक चैन में दो कार्बन परमाणुओं के मध्य एक कनेक्टर के समान पूर्णतया लचीले आइसोट्रोपिक रॉड से बना है। अभी तक प्राप्त अर्द्ध-वैश्लेषिक परिणाम बताते हैं कि संदर्भित बहुलक की एक लम्बाई पैमाने पर आकारीय लम्बाई (अधिकतम भौतिक रूप से संभव विस्तार के साथ) के साथ रिंग क्लोजर संभाव्यता में ऊर्जा नियम क्षय (दो चरों के मध्य एक संबंध जैसे कि किसी भी चर के प्रारंभिक मान के एक के परिणाम में परिवर्तन दूसरे के परिणाम में आनुपातिक परिवर्तन लाता है) होता है। उक्त अध्ययन डीएनए और एक्टिन फि लामेंट के जैवभौतिक अध्ययन में प्रभावी हो सकता है।

गैर–साम्य सांख्यिकीय भौतिकी

मानक गैर-साम्य सांख्यिकीय भौतिकी में कुछ मूलभूत प्रश्नों की सैद्धांतिकी को समझना भी इस टीपी समूह के लक्ष्यों में से एक है। इस ओर, टीपी समूह द्वारा पुनःसेट करने के साथ (रिस्टार्टिंग अथवा इनीशिएलाइजेशन) मार्कोव प्रोसेसेस (यादृच्छिक सांख्यिकीय प्रक्रियाएँ जिनकी वर्तमान अवस्थान मैमोरी अथवा बल्कि बिना मैमोरी वाली प्रणाली से अप्रभावित रहती हैं) के लिए बड़े विचलनों, अधिकतम स्थिति के लिए यादृच्छिक रिसेटिंग के साथ यादृच्छिक चाल, बिन्दुनुमा कण की कृत्रिम एकल-फाइल गति जहाँ बिन्दुनुमा कण में हार्ड-कोर रिपल्सिव अंतर कण अभिक्रिया हो, में दो-टैग विस्थापन के लिए यथार्थ संभव वितरण जो कि कण क्रॉसिंग को बचाता है और कमजोर युग्मन सीमा में पार्शियल सिस्टम की एंट्रॉपी प्रोडक्शन के लिए दोलन प्रमेय आदि पर अनुसंधान चलाया जा रहा है। अंतिम कार्य बताता है कि जब कोई एक छोटी प्रणाली हीट बाथ के संपर्क में आती है और समान प्रणाली के साथ कमजोरी के साथ युग्मित होती है, तो प्रेक्षित प्रणाली के आंशिक एंट्रॉपी उत्पादन के लिए यह संभव हो जाता है कि नियत अवस्था दोलन प्रमेय के उलंघन को प्रेक्षित करते हुए ऐसे कमजोर युग्मन की उपस्थिति का निष्कर्ष निकाला जा सके।

जैविकीय भौतिकी

मृदु संघनित पदार्थ एवं सैद्धांतिक भौतिकी समूह के सदस्य जैवभौतिकी के क्षेत्र में विभिन्न विषयों पर चालू कार्यों में शामिल हैं, परंतु कुछ सदस्य प्रमुखतः होमियोस्टेटिक नियंत्रण के लिए व्यापक प्रभाव के साथ विभिन्न पैमानों पर जीवंत प्रणालियों (कोशिकाओं, ऊतकों इत्यादि) की यांत्रिकी और यह कैसे यह अणुओं को संगठित करने व कोशिकाओं को व्यवस्थित करती है इत्यादि को समझने पर ध्यान देते हैं। इन प्रश्नों में निहित हैं वेसिल प्रारूपण व उनका कोशिकाओं में संवहन का अध्ययन, माइटोकांड्रियल डिस्ट्रीब्यूशन डायनामिक्स, डीएनए स्ट्रेचिंग और ट्विस्टिंग, कोशिकाओं में गुप्त रास्तों से होते हुए आण्विक संवहन, सक्रिय सम्मिश्र कोशिका पृष्ठ, सक्रिय ऊतक यांत्रिकी, गैर-साम्य भौतिक मॉडलों का प्रयोग करते हुए अंगों की जैवआनुवंशिकी तथा झिल्लियों की सक्रिय यांत्रिकी, बहुलक, तरल पदार्थ, ठोस पदार्थ, अर्द्धठोस पदार्थ इत्यादि। सूचना संसाधन के दृष्टिकोण से कोशिका यांत्रिकी एवं कम्प्यूटेशन प्रतीक अन्य ऐसी रूचिकर जैविकीय प्रश्न हैं जो कोशिका यांत्रिकी क्यों और कैसे होती है के पीछे छिपे कई स्थापित विचारों पर प्रकाश डालने में सक्षम हैं। आरआरआई में जैवभौतिकी में अनुसंधान में शामिल है न केवल संस्थान के भीतर बल्कि नेशनल सेंटर फॅर बायोलॉजिकल साइंसेस, बेंगलूर, टीसीआईएस-टीआईएफआर, हैदराबाद, आईआईटी मद्रास, और विदेश के कई संस्थानों के साथ सक्रिय सहकार्य।

प्रमात्रा गुरूत्व

आरआरआई में टीपी समूह लूप प्रमात्रा गुरूत्व (LQG) एवं कॉजल सेट थियोरी (CST) के दो भिन्न-भिन्न परिप्रेक्ष्य से प्रमात्रा गुरूत्व पर अनुसंधान करता है।

LQG एक विधि है जहाँ क्वांटीकरण के मानक हेमिल्टोनियन तरीकों को बिना पर्टर्बेशन थियोरी का सहारा लिए पारंपरिक गुरूत्वाकर्षणीय क्षेत्रों में लागू किया जाता है। LQG में अंतरिक्षीय ज्यामिति की अनुवर्ती अनुपस्थिति के प्रश्नों को कुछ नए विचारों व यंत्रों के माध्यम से टीपी समूह द्वारा सुलझाया गया है, जबकि क्लासिकल सीमा में स्पेस-टाइम सातत्य की समग्र वसूली और बैकग्राउंड समय की अनुपस्थिति दो ऐसे मुद्दे हैं जिन्हें वर्तमान में देखा जा रहा है। इंटेंगलमेंट एंट्रॉपी, अंतर्निहित अवस्था और उनका गुरूत्व पर प्रभाव तथा प्रमात्रा गतिकी और बहुलक-पैरामीटरीकृत क्षेत्र सिद्धांत में लम्बी-दूरी के सहसंबंध पिछले वर्ष के दौरान इस क्षेत्र में टीपी समूह के प्रयासों को व्यक्त करते हैं। यह कार्य निःसंदेह रूप से सांख्यिकीय भौतिक अवधारणा जैसे एंट्रॉपी और बहुलक सिद्धांत को इस्तेमाल करता है।

प्रमात्रा गुरूत्व के सीएसटी दृष्टिकोण में, दूसरी ओर, एक कोई असतत उपसंरचना द्वारा सातत्य स्पेस-टाइम को विस्थापित करता है, जो कि स्थानिक रूप से परिमित, आंशिक रूप से क्रमबद्ध सेट, कॉजल सेट है। जहाँ आंशिक क्रम कॉजल लॉरेंट्जियन स्पेस-टाइम के निर्धारित कॉजल संरचना को निरूपित करता है, वहीं, स्थानिक परिमितता कोवेरिएंट डिस्क्रीट सीमा की परिकल्पना को कोडबद्ध करती है। सीएसटी दृष्टिकोण में सातत्य एक सन्निकटन के रूप में उभरता है, ना कि सीमा के रूप में क्योंकि सीमा भौतिक इनपुट है ना कि गणितीय जैसा कि अन्य असातत्य दृष्टिकोण में होता है। आरआरआई में, कॉजल सेट सिद्धांत के व्यापक श्रृंखलाओं पर कार्य किया गया है। इनमें शामिल हैं कॉजल सेट किनेमेटिक्स का क्लोज परीक्षण जिसमें कि सातत्य मात्राएँ जैसे टोपोलॉजी, विमाएँ, कर्वेचर और ज्यामिति को विशुद्ध रूप से क्रमिक सैद्धांतिक विचारों से पुनःगठित किए गए हैं। इसका अलावा, में भी अंकीय MCMC विधि का प्रयोग करते हुए प्रमात्रा गतिकी के साथ-साथ प्रमात्रा मापन दृष्टिकोण पर भी सक्रियता से कार्य किया गया है। दोनों ही स्थितियों में, प्रमात्रा प्रेक्ष्य का निर्माण कॉजल सेट किनेमेटिक्स पर पिछले कार्य पर निर्भर करता है। हाल ही में 'फुदकने' और 'रोकने' की संभावनाओं को बताती 2 और 4 स्पेस-टाइम विमाओं में स्थानिक ग्रीन कार्यप्रणाली का उपयोग करते हुए वक्रीय स्पेस-टाइम में डिस्क्रीट प्रोपगेटर के निर्माण पर आरआरआई कार्य हुआ है। पिछले वर्ष के दौरान, 2D कॉजल सेट प्रमात्रा गुरूत्व में वृहत N सीमा पर आरआरआई में अनुसंधान कार्य पूरा किया गया है। इस कार्य ने पूर्व में बताया कि 2D कॉजल सेट प्रमात्रा गुरूत्व अवस्था परिवर्तन को सातत्य अवस्था से क्रिस्टेलाइन गैर-सातत्य अवस्था में परिवर्तन को दर्शाते हैं जो कि हर्टल हॉकिंग ग्राउंड स्टेट को प्रभावित करता है। (हर्टल हॉकिंग ग्राउंड स्टेट सीएसटी के लिए हर्टल हॉकिंग तरंग कार्यप्रणाली के लिए ग्राउंड स्टेट है)।

कॉजल सेट और प्रमात्रा ब्रम्हाण्डिकी अवधारणाओं से प्रेरित एक अन्य अन्वेषण है प्रमात्रा आधारशिला का प्रमात्रा मापन दृष्टिकोण। यहाँ, कोई प्रमात्रा सिद्धांत को उनके परिचर इंटरप्रिटेशनल सामान्यीकरणों के साथ स्टोकेस्टिक भौतिकी समानांतर रखता है। आरआरआई में इस फ्रेमवर्क को उपयोग करते हुए कैसे प्रमात्रा गुरूत्व में कोवेरिएंट ऑब्जर्वेबल्स प्राप्त किया जा सकता है को समझने की दिशा में कार्य चल रहा है। इस कार्य में उपयोग किए गए सांख्यिकीय भौतिकी समकक्षों में शामिल हैं पर्कोलेशन (कणों की ट्रिकलिंग अथवा हस्तक्षेपीय माध्यम के जरिए कणिक-गुणधर्म जो कि प्रक्रिया के दौरान व्यापक रूप से 'फिल्टरेशन' करते हैं)।

प्रमात्रा यांत्रिकी, प्रमात्रा मापन, और पारंपरिक तंत्रों के प्रमात्रा समकक्ष में आधारभूत प्रश्न

चलायमान दीवार के साथ एक बॉक्स में प्रमात्रा कणों की गतिकी और संबंधित नॉन-ट्राइवल बेरी अवस्था का अस्तित्व (बेरी अवस्था अथवा ज्यामिति अवस्था तात्क्षणिक अवस्था अथवा गति की अवस्था है जिसे कि अध्ययन किये जा रहे तंत्र की ज्यामितीय गुणधर्मों के परिणामस्वरूप बिना किसी ऊष्मा विनिमय के एक कण चक्रीय गति से होते हुए प्राप्त करता है) प्रमात्रा यांत्रिकी में आधारभूत प्रश्नों में से एक है जिस पर आरआरआई में टीपी समूह कार्य कर रहा है। परिणाम बताते

हैं कि विशिष्ट सीमा शर्तें इस प्रकार से बरकरार रखी जानी चाहिए कि एकत्वता (यूनिटेरिटी) संरक्षित रहे, अथवा अन्य शब्दों में, सुनिश्चित किया जाना चाहिए कि कणों की चाल से संबंधित सभी की कुल संभावनाएँ एकत्व को बढ़ाए।

वर्ष 2015-2016 की अवधि के दौरान, आरआइआई में टीपी समूह प्रमात्रा प्रणाली में मापन की प्रक्रिया के सुदूर दिखने वाले परिणामों के साथ एक अतिमहत्वपूर्ण निष्कर्ष पर पहुँचा। एक वैश्लेषिक अध्ययन में सिल्वर परमाणु के चक्रण को स्टर्न-गर्लेच प्रयोग के संदर्भ में एक प्रमात्रा प्रणाली मानते हुए, आरआरआई के टीपी समूह ने कोअर्स प्रमात्रा मापन की अवधारणा को प्रस्तावित किया। ऐसा प्रतीत होता है कि प्रमात्रा मापन बंधित संसाधनों के चलते उनके रेजोल्यूशन के कारण सीमित हैं, जिसके परिणाम स्वरूप संदर्भित प्रणाली का असमान विकास होता है, जो कि श्रोडिंगर समीकरण द्वारा प्रचालित नहीं होती है। यह प्रस्तावित किया गया कि संसूचित प्रक्रिया का कोअर्सनेस वैसा ही है जैसा कि कोई प्रमात्रा प्रणाली को गैर-एकात्मकता (असमानता) प्रदान करता है। इस कार्य की शुरूआत 2014-15 में हुई और अब यह पूर्ण हो गया है।

इस वर्ष, टीपी समूह ने निम्न तापमान पर विसरण पर भी कार्य आरंभ किया है जहाँ दोलन लोप प्रमेय (फ्लक्चुएशन डिस्सीपेशन थियोरम) पर आधारित विसरण नियम के प्रमात्रा संस्करण का मसौदा तैयार किया जा रहा है।

सामान्य सापेक्षता

पूर्णतया अलग विधियों द्वारा निर्धारित श्याम छिद्र (ब्लैक होल्स) के तापमान एवं एंट्रॉपी को सरल यूक्लिडियन विधि द्वारा सफ्लतापूर्वक पुनःउत्पादित किया जा सकता है। इससे प्रेरित होकर, टीपी समूह ने घूर्णित श्याम छिद्र को परिभाषित करने के लिए एक वास्तविक यूक्लिडियन मेट्रिक्स तैयार करने के लिए एक मानक विक घूर्णन (विक घूर्णन मिन्कोव्स्की स्पेस अथवा विशेष करके स्पेस और समय रचना में गणितीय समस्याओं के निराकरण की एक विधि है जहाँ समस्या के यूक्लिडियन समकक्ष के हल में एक कल्पित संख्या चर को एक वास्तविक संख्या चर में सरल रूपांतरण लागू किया जाता है) पर घूर्णित समय दिशाओं का उपयोग किया है।

दिब्येन्दु रॉय का अनुसंधान सैद्धांतिक संघनित पदार्थ भौतिकी, सांख्यिकीय यांत्रिकी और परमाण्विक, आण्विक व प्रकाशिक भौतिकी पर ध्यान देता है।

स्ट्रोंग्ली इंटरेक्टिंग फोटॉन इन वन-डायमेंशनल कंटीन्यूअम [(arXiv: 1603.06590, http://arxiv.org/abs/1603.06590)] शीर्षक वाले पेपर में जहाँ उन्होंने सी.एम. विल्सन (वाटर्लू यूनिवर्सिटी, कनाडा) और ओफ र फर्स्टेनबर्ग (वैज़मान इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस, इज़रायल) के साथ मिलकर कार्य किया, दिब्येन्दु एवं उनके सहकर्मी ने एक-विमीय प्रणाली में स्ट्रोंग्ली-इंटरेक्टिंग फोटॉन की भौतिकी को समझने का प्रयास किया है जो कि एक ही दिशा में प्रकाशिक रूप से बंधे हैं।

निर्वात में फोटॉन-फोटॉन प्रकीर्णन अत्यधिक कमजोर होता है। यद्यपि, सशक्त प्रकाश-पदार्थ युग्मन लागू करते हुए एकल फोटॉनों के मध्य मजबूत प्रभावी अभिक्रिया को महसूस किया जा सकता है। ये अभिक्रियाएँ प्रमात्रा प्रकाशिकी के लिए मौलिक निर्माण खंड (ब्लॉक) हैं। यह अध्ययन इस सैद्धांतिक गेदांकन प्रयोग के दो नूतन प्रायोगिक परिणामों पर ध्यान देता है –

i. मुक्त संचरण रेखा से जुड़ा अतिचालक क्यूबिट और
ii. शुष्क गैस (cold gas) में रैडबर्ग परमाणुओं की अभिक्रिया।

इस कार्य का कई संभावित तौर पर महत्वपूर्ण प्रौद्योगिकीय अनुप्रयोग है क्योंकि फोटॉनिक जगत में बहु-निकाय भौतिकी को साथ लाने से, यह प्रमात्रा फोटोनिक उपकरणों एवं उच्च-परिशुद्धता वाली प्रकाशिक मापविद्या (Optical Metrology) की अभिरचना व निर्माण के महत्वपूर्ण संसाधन प्रदान करता है।

राजीव सिंह (बार-ईलान यूनिवर्सिटी, इज़रायल) एवं रॉड्रिच मोसनर (मैक्स प्लांक इंस्टीट्यूट फॉर दी फिजिक्स ऑफ कॉम्पलेक्स सिस्टम्स, जर्मनी) **दिब्येन्दु** के इस वर्ष की उनकी दूसरी परियोजना के सहकर्मी रहे। अंतरिम शीर्षक **लॉगरिथमिक ग्रोथ ऑफ इंटेंगलमेंट इन ए डिस्ऑर्डर्ड चैन ऑफ फ्री फर्मियन विथ लोंग-रेंज होप्पिंग**, का कार्य अंकीय रूप से चक्रणहीन फर्मियनों की चैन में इंटेंगलमेंट की गतिकी का पूर्वनिर्धारित लम्बी-दूरी की होप्पिंग एवं अभिक्रिया परंतु यादृच्छिक स्थानिक ऊर्जा के साथ अन्वेषण करता है। अभिक्रिया की अनुपस्थिति में अव्यवस्थित चैन बैंड के शीर्ष में विस्थानीय अवस्था उत्पन्न करता है, जो कि जब कभी भी अव्यवस्था का परिमाण बढ़ता है तो विस्थानीयकरण-स्थानीयकरण रूपांतरण से होकर गुजरता है। वे इस गैर-अभिक्रियाशील अव्यवस्थित चैन में अनोखी प्रणाली पाते हैं जहाँ लम्बे-समय का इंटेंगलमेंट एंट्रॉपी पैमाना $S(t)\sim \ln t$ रखा जाता है और संतृप्त इंटेंगलमेंट एंट्रॉपी पैमाना $S\sim \ln L$ रखा जाता है जहाँ L प्रणाली का आकार है।

अक्रियाशील लम्बी-रेंज के मॉडल में इंटेंगलमेंट गतिकी यादृच्छिक XYZ [XYZ] चैन के समान समानता दर्शाती है, इस तरह मजबूत विश्रृंखलता में बहु-निकाय स्थानबद्ध (MBL) अवस्था प्रदर्शित करते हैं। वे आगे इस प्रणाली में इंटेंगलमेंट और MBL रूपांतरण की प्रगति पर लम्बी-रेंज होप्पिंग और अभिक्रिया की परस्परक्रिया का अध्ययन करते हैं।

संजीब सभापंडित की अनुसंधान अभिरूचियाँ सांख्यिक भौतिकी के दायरे में हैं। वर्ष 2015-16 में, सभापंडित विशिष्ट रूचिकर समस्याओं का अन्वेषण करते रहे हैं जो गैर-साम्य सांख्यिक भौतिकी में मूलभूत प्रश्नों से संबंधित है।

उनमें से पहली समस्या है **लार्ज डेविएशंस फॉर मार्कोव प्रोसेसेस विथ रीसेटिंग।** इस कार्य में उनके सहकर्मी रहे जानुस्ज़ एम मेलाह्न (लीडन यूनिवर्सिटी, नीदरलैण्ड, स्टेलनबोच यूनिवर्सिटी, साउथ अफ्रीका) और हूगो तौचेट् (नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ थियोरेटिकल फिजिक्स, साउथ अफ्रीका)। [Phys. Rev. E92, 062148 (2015)]

यादृच्छिक खोज, फोरेजिंग एवं जनसंख्या गतिकी के संबंध में हाल में मार्कोव प्रक्रिया के पुनरारम्भन अथवा कई बार रीसेट करने से लेकर नियत करने अथवा अंतरिक्ष क्षेत्र में का सक्रियता से अध्ययन किया गया। प्रकाशन में, लेखक रीसेट करने वाली मार्कोव प्रक्रिया की समय-आबद्ध कार्यप्रणाली अथवा ऑब्जर्वेबलों के वृहत विचलनों का अध्ययन करता है। रीसेटिंग करने और नहीं करने वाली कार्यपद्धति से जोड़ते नवीकरण सूत्र को निर्धारित करते हुए, वे ऐसे ऑब्जर्वेबलों की कार्यप्रणाली दर को प्राप्त करने में सफल रहे जिसमें कि उन्होंने उनके होने वाले परिवर्तनों को लम्बे-समय सीमा में वर्गीकृत किया। उन्होंने इस सिद्धांत को लागू करते हुए उन्होंने रीसेटिंग के साथ ओर्नस्टेन-यूलेनबेक प्रक्रिया के क्षेत्र में वृहत विचलनों को समझने का प्रयास किया। अन्य अनुप्रयोग में शामिल हैं रीसेटिंग अथवा केटास्ट्रोफ्स के साथ विसरण, यादृच्छिक चाल और कूंदने के प्रक्रियाएँ।

LPTMS, यूनिवर्सिटी पेरिस-सद, फ्रांस के ग्रेगरी श्चेहर और सत्या एन मजुमदार के साथ, **सभापंडित** ने **रैंडम वॉल्क विथ रैंडम रीसेटिंग टू दी मेक्सिमम पोजीशन** [Phys. Rev. E 92, 052126 (2015)] पर अध्ययन किया।

इस अध्ययन में एक-विमीय लेट्टिस पर सरल यादृच्छिक चाल मॉडल का विश्लेषण निहित है, जहाँ प्रत्येक समय काल में चालक संभाव्यता r के साथ पूर्व में ही गुजरे स्थानों में पहुँचकर अधिकतम गति सेट करता है (दाहीने ओर के गुजरे हुए स्थान तक), और संभाव्यता (1-r) पर यह सममित यादृच्छिक चाल से गुजरता है, अर्थात, यह समान संभावना (1-r)/2 के साथ अपने किसी पड़ौसी स्थान पर कूंदता है। अशून्य रीसेटिंग दर $0 < r \leq 1$ की उपस्थिति में, लेखक पाते हैं कि दोनों औसत अधिकतम व औसत स्थान अधिक n मान पर तेजी से बढ़ते हैं, जबकि गति v(r) समान हो। इतना ही नहीं, उनके औसत के आसपास दोलन विसरित रूप से बढ़ता है, जबकि समान विसरण नियतांक D(r) हो। कम्प्यूटिंग v(r) और D(r) स्पष्टतया, वे बताते हैं कि चालक के अधिकतम और स्थान के मध्य अंतर का संभाव्यता वितरण स्थायी हो जाता है $n \to \infty$. यद्यपि, इस स्थायी वितरण

का दृष्टिकोण गत्यात्मक अवस्था रूपांतरण सहित होता है जिसे कि कमजोर एकल वृहत विचलन कार्यप्रणाली द्वारा वर्गीकृत किया गया है। वे यह भी बताते हैं कि $r = 0$ एक विशेष 'महत्वपूर्ण' बिन्दु है जिसके लिए वृद्धि नियम $r \to 0$ की स्थिति में अलग हैं और वे क्रॉसओवर कार्यप्रणाली की यथार्थ गणना करते हैं जो परिमित परंतु बड़े n के लिए महत्वपूर्ण ($r = 0$) और गैर-महत्वपूर्ण ($r \to 0$) व्यवहार के मध्य अंतर्वेशन करता है।

सभापंडित और अभिषेक धर, आईसीटीएस, टीआईएफआर, बेंगलूर ने **एक्जेक्ट प्रोबेबिलिटी डिस्ट्रीब्यूशन फॉर दी टू-टैग डिस्प्लेसमेंट इन ए सिंगल-फाइल मोशन** [J. Stat. Mech. (2015) P07024] पर कार्य किया है। उन्होंने एकल-फाइल चाल अथवा, अन्य शब्दों में, हार्ड-कोर अंतर-कण अभिक्रिया के साथ एक-विमीय रेखा पर चलते हुए जो कणिक क्रॉसिंग को रोकता है, में बिन्दुनुमा कण की गैस पर विचार किया। विशिष्ट कण गतिकी एकपक्षीय हो सकती है और वे तभी अभिक्रिया करती हैं जबकि वे मिलती हैं। प्रारंभिक स्थिति से शुरू करते हुए ऐसे कि मानो कण एकसमान रूप से वितरित हैं, लेखक टैग किए गए कण का एक अन्य टैग किए गए कण की प्रारंभिक स्थिति के सापेक्ष समय t पर विस्थापन प्रेक्षित करते हैं, इस प्रकार से कि उनका टैग r द्वारा अलग रहे। $r = 0$ के लिए, यह टैग किए गए कण की चाल का सामान्य तौर पर अच्छी तरह से अध्ययन की गई समस्या है। गैर-अभिक्रियाशील कण तंत्रों की मैपिंग का उपयोग करते हुए, सभापंडित और धर ने दो-टैग किए हुए, सामान्य एकल कण गतिकी के संदर्भ में, कण के विस्थापन के लिए वास्तविक संभाव्यता वितरण की गणना की है। उत्पादों के अनुसार होता है, उन्होंने वृहत विचनल पद्धति, विविध क्युमुलेंट्स की गणना भी की और हेमिल्टोनियन गतिकी के संदर्भ में, दो-कण के वेग स्व-सहसंबंधन पद्धति की भी गणना की।

पिछले वर्ष के दौरान, **सभापंडित और दीपक गुप्ता (पीएचडी छात्र, आरआरआई) फ्लक्चुऐशन थियोरम फॉर एंट्रॉपी प्रोडक्शन ऑफ ए पार्शियल सिस्टम इन दी वीक कपलिंग लिमिट** पर कार्य कर रहे हैं। स्टोकेस्टिक गतिकी द्वारा ऊष्मा प्रक्षालन (Heat Bath) के संपर्क में आई छोटी प्रणालियों को विकसित किया गया। वे दर्शाते हैं कि जब एक ऐसी छोटी प्रणाली एक अन्य प्रणाली के साथ दुर्बलतापूर्वक युग्मित रहती है, तो, यह संभव है कि प्रेक्षित प्रणाली के आंशिक एंट्रॉपी उत्पादन के लिए नियमित अवस्था दोलन प्रमेय के उल्लंघन के अवलोकन द्वारा ऐसे दुर्बल युग्मन की उपस्थिति को स्पष्ट किया जा सके। लेखक आगे एक सामान्य यांत्रिकी जिसके कारण दोलन प्रमेय का उल्लंघन महत्वपूर्ण हो सकता है को प्रस्तावित करते हैं भले ही दुर्बल युग्मन हो। वे इसके पश्चात वैश्लेषिक तौर पर प्रदर्शित करते चले जाते हैं कि इस यांत्रिकी का उपयोग वास्तविक मॉडल प्रणाली में बाह्य यादृच्छिक बल आरोपित करने के बावजूद भी किया जा सकता है। अन्य शब्दों में, उन्होंने दुर्बल युग्मन की सीमा में आंशिक प्रणाली के एंट्रॉपी उत्पादन के लिए एक नए दोलन प्रमेय को तैयार किया है।

जोसेफ सेमुअल की पेशेवर अनुसंधान अभिरूचि का क्षेत्र व्यापक रूप से सैद्धांतिक भौतिकी है और विशिष्ट रूप से प्रमात्रा यांत्रिकी और प्रमात्रा गुरूत्व के मूलभूत सिद्धांतों का अन्वेषण करने में है।

2015-16 की अवधि के दौरान, उनका पूर्ववती क्षेत्र में कार्य ने एक गैर-नगण्य निष्कर्ष तक पहुँचने के लिए प्रायोगिक रूप से किसी भी संसूचन प्रक्रिया में अंतर्निहित कोअर्सनेस के विचार का उपयोग किया। ऐसा प्रतीत होता है कि प्रमात्रा प्रणाली में ऐसी मापन प्रक्रियाएँ प्रणाली की असमान क्रमिकविकास का परिणाम दे सकती हैं। इस परियोजना में उनके सहयोगी थे **अनिरूद्ध रेड्डी (पीएचडी छात्र, आरआरआई), कुमार शिवम (पीएचडी छात्र, आरआरआई एवं सुपूर्णा सिन्हा (आरआरआई)।** संबंधित प्रकाशन है **कोअर्स क्वांटम मेज़रमेंटः एन एनालिसिस ऑफ दी स्टर्न-गर्लेच एक्सपेरिमेंट**, फिजिक्स लैटर्स ए, 380, 1135 (2016).

इस तथ्य से प्रेरित होते हुए कि सरल यूक्लिडियन विधियाँ पूर्णतया भिन्न-भिन्न विधियों द्वारा निर्धारित श्याम छिद्र के तापमान और एंट्रॉपी का सफलतापूर्वक पुनःउत्पादन कर सकती हैं, सेमुअल ने घूर्णित श्याम छिद्र को परिभाषित करने के लिए एक वास्तविक यूक्लिडियन मेट्रिक्स तैयार करने के लिए एक मानक विक घूर्णन पर घूर्णित समय दिशाओं का उपयोग किया है।

मानक विक घूर्णक समय निर्देशांक को परिवर्तिक करता है, जो कुछ परिस्थितियों में जटिल मैट्रिक्स बनाता है। इस कार्य में, सेमुअल ने इसकी बजाय समय की दिशा को परिवर्तित किया है और एक वास्तविक यूक्लिडियन मैट्रिक्स तैयार की है, जबकि विक घूर्णन प्रक्रिया की सफलताओं को बरकार रखा गया है। पेपर प्रत्येक स्पर्शनीय स्थान में विक घूर्णन के स्थानिक धारणा का अन्वेषण करता है। नगण्य (ट्राइवल) होलोनॉमी के विचार का प्रयोग शून्य कोण क्षय की शर्त लागू करने के लिए किया गया है। अंतिम परिणाम एक ऐसा सूत्रीकरण है जिसमें कि घूर्णित श्याम छिद्र को भी वास्तविक यूक्लिडियन मैट्रिक के द्वारा स्पष्ट किया जा सकता है। संबंधित प्रकाशन है **विक रोटेशन इन दी टेंजेंट स्पेस**, क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी 33, 105006 (2016).

बेरी और विल्किन्सन के एक चर आकार के साथ सीमित क्षेत्र में प्रमात्रा प्रणाली के लिए डायबोलिकल बिन्दु पर पूर्ववर्ती पेपर ने बताया कि ऐसा आकार परिवर्तन तरंग पद्धति के संकेत को परिवर्तित कर सकता है, जो कि उसी प्रकार है जैसा कि आण्विक भौतिकी में पाया गया था। इस परिणाम से प्रेरित होकर, **सेमुअल** और उनके सहयोगी पाओलो फे ची, जियानकार्लो गार्नेरो (यूनिवर्सिटी डी बेरी, आईएनएफ एन, इटली) और गिसेप मार्मो (यूनिवर्सिटी डी नेपोली, आईएनएफ एन, इटली) ने चलायमान दीवारों वाले बॉक्स में प्रमात्रा कण की गतिकी से संबंधित गैर-नगण्य बेरी अवस्था के अस्तित्व का विश्लेषण किया। इस कार्य का उद्देश्य है यह दिखाना कि उपयुक्त पसंद की सीमा शर्तें इस तरह से निर्धारित की जानी चाहिए कि एकसमानता बनी रहे। तंत्र अथवा प्रणाली को परिभाषित करते हेमिल्टोनियन की गैरबंधता सीमा से उत्पन्न होने वाले अलग-अलग योगदान के लिए पुन:सामान्यीकरण के स्वभाविक निर्धारण का कारण बन सकती है। शीर्षक **मूविंग वॉल्स एंड जियोमेट्रिक फेज़ेस** और एन्नल्स ऑफ फिजिक्स में प्रकाशन के लिए प्रस्तुत, सेमुअल का पेपर एकसमानता और पैमाना परिवर्तन के लिए सुसाध्य अधिक सामान्य सीमा शर्तों को मानता है। लेखक ने भी बेरी वक्रता (कर्वेचर) को पाया और पोईनकेयर मेट्रिक के साथ इसके संबंध का उल्लेख किया।

सुपूर्णा सिन्हा का अनुसंधान सैद्धांतिक भौतिकी से संबंधित है।

बीते वर्ष के दौरान, आप **कोअर्स क्वांटम मेज़रमेंट** पर **अनिरूद्ध रेड्डी** (**पीएचडी छात्र**, **आरआरआई**), **कुमार शिवम** (**पीएचडी छात्र**, **आरआरआई**) और **जोसेफ सेमुअल** (**आरआरआई**) के साथ मिलकर कार्य कर रहीं थी। [Physics Letters A, 380, 1135 (2016)]. इस कार्य में स्टर्न-गर्लेच प्रयोग के संदर्भ में प्रमात्रा मापन प्रक्रिया के वैश्लेषिक अध्ययन शामिल है। सिल्वर परमाणु के चक्रण को संदर्भित प्रमात्रा प्रणाली के साथ जोड़ा गया और इसकी स्थिति को मापक उपकरण की तरह देखा गया। श्रोड़िंगर समीकरण के माध्यम से एकात्म विकास का उपयोग करते हुए दोनों प्रणाली और मापक उपकरण को बिल्कुल व यांत्रिक रूप से प्रमात्रा माना गया। यहाँ प्रयुक्त मौलिक तर्क यह है कि वह परीक्षण है जो सिल्वर परमाणु की स्थिति को निर्धारित करता है, भले ही वह कितना भी संवेदनशील हो, परंतु फिर भी रेजोल्यूशन की एक सीमा होती है। प्रेक्षित परिणाम चक्रण के स्पष्ट गैर-एकात्म विकास को दर्शाते हैं, इसलिए एक विशुद्ध घनत्व मैट्रिक्स संसूचन प्रक्रिया के कोअर्सनेस के कारण एक अशुद्ध सी प्रतीत होती है। स्पष्टत रूप से स्थिति का कोअर्स मापन चक्रण अवस्था के बारे में जानकारी देता है और इस प्रकार से प्राप्त जानकारी का परिमाण निर्धारित करता है। विगनर फंक्शन मैट्रिक्स दृष्टिकोण इन विचारों को स्पष्ट करने के लिए इस्तेमाल किया गया।

सिन्हा और सेबंती चट्टोपाध्याय, (वीएसपी छात्र, आरआरआई) ने **रिंग क्लोजर प्रोबेबिलिटी ऑफ सेमिफ्लेक्जिबल पॉलिमर** पर पिछले वर्ष कार्य किया। इस कार्य में, अर्द्धलचीले बहुलकों की रिंग क्लोज़र संभाव्यता का वॉर्म लाइक चैन (WLC) मॉडल के अंतर्गत अन्वेषण किया गया। अर्द्ध-वैश्लेषिक परिणाम बताते हैं कि संदर्भित बहुलक की एक लम्बाई पैमाने पर आकारीय लम्बाई के साथ रिंग क्लोजर संभाव्यता में ऊर्जा नियम क्षय होता है। गुण-संबंधी व्यवहार हाल के Hi-C प्रयोग के संगत हैं जहाँ एक 'पैमाना मुक्त' व्यवस्था को क्रोमेटिन की कई किस्मों वाले क्रोमेटिन में देखा गया। इन अनुमानों का DNA एवं एक्टिन फिलामेंट पर भविष्य के क्रमश: छोटे पैमाने वाले एकल अणु रिंग क्लोजर प्रयोग से परीक्षण किया जा सकता है।

सिन्हा ने **डिफ्यूज़न एट लो टेम्परेचर्स** पर भी **उर्बशी सतपती** (**डॉक्टरोत्तर अध्येता**, **आरआरआई**) के साथ मिलकर वर्ष 2015-16 के दौरान कार्य किया है। इस अध्ययन में, एक यथार्थवादी प्रतिक्रिया पद्धति का उपयोग करते हुए निम्न तापमान पर विसरण का अन्वेषण किया गया है, जिसे कि प्रकाशिक मोलासेस के संदर्भ में प्रयोगालय में सिद्ध किया जा सकता है। फ्लक्चुएशन डिस्सीपेशन प्रमेय पर आधारित विसरण नियम के प्रमात्रा संस्करण को इस कार्य में तैयार किया जा रहा है। यह कार्य दर्शाता है कि प्रमात्रा प्रक्षेत्र में विसरण का लघुगणक नियम मजबूत है और प्रतिक्रिया पद्धति के चयन की जानकारी पर निर्भर नहीं करता है। नई प्रतिक्रियात्मक पद्धति में कुछ निश्चित अनियमितताओं को खत्म करने की अतिरिक्त सुलभता है जो पूर्व में किये गए अध्ययन में प्रतिक्रियात्मक पद्धति के चरणों वाले माध्य वर्ग विस्थापन की अभिव्यक्ति में स्पष्टतया दृष्टिगोचित होती हैं।

सुमती सूर्या प्रमात्रा एवं पारंपरिक गुरूत्व पर कार्य करती हैं।

बीते वर्ष के दौरान, **प्रमात्रा गुरूत्व में कोवेरिएंट ऑब्जर्वेबल्स** इनके अनुसंधान का प्रथम विषय रहा जिसमें राफ्ल सॉर्किन (पेरीमीटर इंस्टीट्यूट, कनाड़ा) सहकर्मी थे। कॉजल सेट प्रमात्रा गुरूत्व का प्रमात्रा अनुक्रमणीय वृद्धि (QSG) मॉडल एक पारम्परिक स्टोकेस्टिक प्रोसेस का प्रमात्रा एनालॉग है जिसमें कॉजल सेट एक एकल अवयव से प्रारंभ करते हुए अवयवों का विकसित हुआ अवयव है। QSG मॉडल का एक सरलतम उदाहरण है कॉम्प्लेक्स पर्कोलेशन, जो एकल कॉम्पलेक्स पैरामीटर q से वर्गीकृत है। वृद्धि की गत्यात्मकता लेबल किये हुए, परिमित समय घटनाओं पर प्रमात्रा मापन को बढ़ावा देती है, जो स्वय में कोवेरिएंट नहीं हैं। कोवेरिएंट ऑब्जर्वेबल्स को निर्मित करने के क्रम में प्रमात्रा मापन को स्वयं ही अपरिमित समय घटनाओं - कुछ ऐसी जिसकी कोई गारंटी नहीं है, तक विस्तारित रहना चाहिए। केनोनिकल एप्रोक्सीमेंट्स की सॉर्किन की विधि को उपयोग करते हुए, **सूर्या** एवं सॉर्किन कॉम्पलेक्स पर्कोलेशन में एक महत्वपूर्ण वर्ग के कोवेरिएंट ऑब्जर्वेबल्स के प्रमात्रा मापन को हासिल करते हैं। इनमें शामिल है मूल अथवा बिग बैंग घटनाओं के साथ-साथ बाद की अथवा बाउंस घटनाएँ। वे पाते हैं कि q के कुछ निश्चित मानों के लिए नामुमकिन अथवा शून्य माप घटनाएँ हैं जो कि कॉजल सेट प्रमात्रा गुरूत्व में भविष्यवाणी करने का पहला चरण है।

लीज़ा ग्लेसर (नॉट्टिंघम यूनिवर्सिटी, यूके) एवं डेनजो ओ'कॉन्नर (DIAS, आयरलैण्ड) के साथ **सूर्या** ने **लार्ज N लिमिट इन 2D कॉजल सेट क्वांटम ग्रेविटी** पर कार्य किया। [The Hartle-Hawking wave function in 2d causal set quantum gravity, L. Glaser and S. Surya, Class.Quant.Grav. 33 (2016) no.6, 065003]. 2D कॉजल सेट प्रमात्रा गुरूत्व सातत्य अवस्था से स्फटिकीय गैर-सातत्य अवस्था में रूपांतरण की उल्लेखनीय अवस्था को प्रदर्शित करता है जैसा कि 2011 में पिछले कार्य में दिखाया गया था। यह अवस्था रूपांतरण हार्टल हॉकिंग ग्राउंड स्टेट को निर्धारित करने में असाधारण भूमिका निभा सकता है जैसा कि लेखक ने हाल ही में दिखाया। हालांकि अधिकतर विश्लेषण नियत आकार की प्रणाली पर किये गए और यह प्रश्न खड़ा होता है कि क्या यह प्रभाव प्रणाली के परिमित/नियत आकार के कारण ही है। RRI HPC क्लस्टर का उपयोग करते हुए, उन्होंने अब व्यापक श्रेणी के प्रणाली आकारों एवं युग्मित नियतांकों के साथ इस अवस्था रूपांतरण का विस्तृततापूर्वक विश्लेषण किया है। परिणाम बताते हैं कि युग्मित नियतांकों के वृहत मानों के लिए यह प्रथम क्रम के अवस्था रूपांतरण के कुछ गुणों / लक्षणों को प्रदर्शित करता है। पैमानीय व्यवहार का विश्लेषण करते हुए, उन्होंने पाया कि प्रणाली के आकार के साथ तापमान पैमानों को बदलने पर अच्छे व्यवहार वाला पतन (collapse) प्राप्त होता है जो इंगित करता है कि अवस्था रूपांतरण N की बड़ी सीमा पर अस्तित्व में बना रहता है।

फेय डॉकर (इम्पीरियल कॉलेज, लंदन) एवं **नोमान** (**पीएचडी छात्र**, **आरआरआई**) के साथ मिलकर **सूर्या** ने **दी डिस्क्रीट प्रोपगेटर इन कर्व्ड स्पेसटाइम** पर भी कार्य किया। कॉजल सेट पर अदिश क्षेत्र के लिए स्थानिक ग्रीन की पद्धति को तैयार करना असाधारण कार्य है, आंशिक रूप से सातत्य जैसे कॉजल सेट में गैर-स्थानिक सहजता के कारण। मंद व्यापक अदिश क्षेत्र ग्रीन पद्धति के लिए एक ansatz को जोन्स्टन ने असतत मार्गों को लेते हुए और 'होप्पिंग' व 'स्टॉप्पिंग' के लिए आयामों (amplitudes) को निर्धारित करते

हुए 2 और 4 दिककाल (spacetime) विमाओं में प्रस्तावित किया। यह ansatz 'होप्पिंग' व 'स्टॉप्पिंग' के कुछ निश्चित आयामों के लिए दिककाल ग्रीन पद्धति को पुनःउत्पन्न करता है। इस व्याख्या का सादापन बहुत आकर्षक है और यह इसीलिए देखना रोचक होगा कि क्या यह सभी विमाओं में वक्रता की उपस्थिति में अपना अस्तित्व बनाए रखता है। रैमान सामान्य निर्देशांकों का उपयोग करते हुए, उन्होंने दर्शाया कि 2D में और कुछ विशेष परिस्थितियों में 4D में, उनको पता चला कि यह वास्तव में ऐसी ही परिस्थिति है। वे इसका प्रयोग करते हुए वक्रनुमा दिककाल सॉर्किन-जोन्स्टन ग्राउंड स्टेट का पता लगाने की उम्मीद रखते हैं।

माधवन वरदराजन की पेशेवर अनुसंधान अभिरूचियाँ पारंपरिक व प्रमात्रा गुरूत्व के क्षेत्र में हैं।

ए नोट ऑन इंटेंगलमेंट एंट्रॉपी, कोहेरेंट स्टेट्स एंड ग्रेविटी [Gen.Rel.Grav. 48 (2016) no.3, 35] **वरदराजन** का इस वर्ष का प्रमुख अनुसंधान है जिसमें शामिल है ऐसी अवधारणा का प्रयोग कि कोहेरेंट स्टेट में मुक्त प्रमात्रा क्षेत्र के इंटेंगलमेंट एंट्रॉपी उस तथ्य को औजागर करने के लिए अपने स्ट्रेस एनर्जी कंटेंट से मुक्त रहे जहाँ कि ज्यामिति एवं क्वांटम फील्ड के स्थानिक रूप से अधिकतम सममित निर्वात अवस्था के प्रति प्रथम क्रम के परिवर्तनों के लिए आइंस्टीन समीकरण जेकबसन के अधिकतम निर्वात इंटेंगलमेंट एंट्रॉपी के सिद्धांत का अनुसरण करती प्रतीत हो, और उनका सीमित परंतु छोटे परिवर्तनों की स्थिति से भौतिक रूप से संबंधित इस सिद्धांत से संभव व्युत्पत्ति पहुँच के बाहर बनी रहे। अज्ञात प्लांक मापन भौतिकी से मुक्त, वे इन परिणामों को निर्वात इंटेंगलमेंट एंट्रॉपी वाले बेकेंस्टीन हॉकिंग क्षेत्र के प्रथम क्रम परिवर्तन के बियांची आइडेंटिफिकेशन के संदर्भ में भी लागू करते हैं। उनका मत है कि कुछ निश्चित तकनीकी अनुमानों के अंतर्गत यह आइडेंटिफिकेशन परिवर्तनों के संदर्भ में कोहेरेंट अवस्थाओं जो परिमित परंतु छोटी हैं तक विस्तारित होती नहीं प्रतीत होती हैं। उनकी इंटेंगलमेंट एंट्रॉपी परिवर्तन के आंकलन की विधि जेकबसन एवं बियांची के कार्यों में औजागर होने वाले आयामों से भी अधिक कुछ निश्चित योगदानों के अस्तित्व को बतलाती है। वे इस क्षेत्र में पहले से ही मौजूद तथ्यों या अवधारणाओं के गूढ़ार्थों पर भी चर्चा करते हैं जो इन योगदानों के प्रति विरोधाभाषी हो सकते हैं।

वरदराजन इस बीते वर्ष के दौरान **क्वांटम डायनेमिक्स एंड लोंग डिस्टेंस कोर्रिलेशंस इन पॉलिमर-पैरामीटराइज्ड फील्ड थियोरी पर** भी कार्य करते रहे हैं। एक संतोषजनक प्रमात्रा गुरूत्वाकर्षणीय गतिकी को दीर्घ दूरी के प्रसारण प्रभाव को इस तरह से कोडबद्ध करना चाहिए कि उसमें भौतिक रूप से प्रासंगिक क्लासिकल लिमिट बनी रहे। लूप क्वांटम ग्रेविटी में प्रमात्रा गतिकी का वर्तमान प्रस्ताव ऐसे प्रभाव को कोडबद्ध करता प्रतीत नहीं होता। इस मुद्दे का पैरामीटराइज्ड फील्ड थियोरी (PFT) के नाम से ज्ञात ग्रेविटी के फील्ड थियोरेटिक टॉय मॉडल के संदर्भ में विश्लेषण किया गया, जिसके लिए एक सख्त LQG प्रकार के क्वांटाइजेशन को आलोक लढ्ढा (चेन्नई मेथमेटिकल इंस्टीट्यूट) एवं वरदराजन द्वारा पूर्व में बनाया गया। वे बताते हैं कि PFT के लिए कैसे क्वांटम डायनेमिक्स को परिभाषित किया जाए ताकि यह लोंग डिस्टेंस प्रोपगेशन इफेक्ट्स को कोडबद्ध करे। इस कार्य से सीखे सबक को पूर्णतया विकसित LQG में इस्तेमाल के लिए उपयोगी माना गया है।

अनुसंधान सुविधाएँ

संस्थान की **अनुसंधान सुविधाएँ** पांच अनुभाग से बनी हैं – इलेक्ट्रॉनिक्स अभियांत्रिकी समूह, मृदु संघनित पदार्थ प्रयोगालय, यांत्रिक अभियांत्रिकी अनुभाग, ग्रंथालय और कम्प्यूटर अनुभाग। इनमें अभियांत्रिकी, कम्प्यूटिंग, प्रयोगालयी उपकरण, यंत्रों के परीक्षण व मापन तथा ग्रंथालय विज्ञान के विषयों में विशेषज्ञ वाले कर्मचारी उपलब्ध हैं। इन अनुभागों का प्रधान उद्देश्य है सैद्धांतिक, कम्प्यूटिंग, प्रेक्षणीय व प्रायोगिक अनुसंधान को सुविधाजनक बनाना। विषय विशिष्ट विशेषज्ञों में वैज्ञानिक कर्मचारी और तकनीकी कर्मचारी शामिल हैं, जो अनुसंधान टीम के एक सदस्य रूप में अनुसंधान परियोजनाओं में भाग लेते हैं और साथ ही संस्थान में होने वाली विभिन्न अनुसंधान परियोजनों के लिए विषय-विशिष्ट ज्ञान व सेवाएँ प्रदान करते हैं।

इलेक्ट्रॉनिक्स अभियांत्रिकी समूह

इलेक्ट्रॉनिक्स अभियांत्रिकी समूह अथवा ईईजी में एनालॉग, आरएफ और डिजीटल इलेक्ट्रॉनिक्स वाले कुशल इलेक्ट्रॉनिक्स अभियंता हैं, जो जटिल परिपथों की परिकल्पना, अभिरचना, विकास और परीक्षण करने में सक्षम हैं जिन्हें कि विशेष अनुसंधान आवश्यकता के लिए बनाया जाता है। ईईजी की प्रमुख गतिविधियों में से एक है रेडियो खगोलिकी के लिए संग्राहकों की अभिरचना, विकास व परीक्षण करना। आरआरआई का विविध प्रकार के एनालॉग व डिजीटल तंत्रों (संग्राहकों, स्पेक्ट्रोमीटर, कोरिलेटर्स) को अभिरचित व बनाने का अपना एक इतिहास रहा है जिसने कि राष्ट्रीय व अंतर्राष्ट्रीय दूरदर्शक सुविधाओं की सक्षमताओं को संवर्धित किया है। समूह ने डेकामीटर से लेकर मिलीमीटर तक की तरंगदैर्ध्य पर मानक व विशेष-उद्देश्य वाले अग्रगामी संग्राहक तंत्रों के साथ-साथ फीड्स, वाइडबैण्ड एंटीना की अभिरचना व निर्माण किया है। वर्षों के भरसक परिश्रम से, अभियंताओं ने FPGA आधारित डिजीटल प्रणाली को विकसित करने में विशेषज्ञता अर्जित की है।

ईईजी समूह एनालॉग व डिजीटल इलेक्ट्रॉनिक्स के लिए आधुनिक मापन व परीक्षण उपकरणों से सुसज्जित है। इसके पास आरएफ सिस्टम के लिए निर्माण व परीक्षण सुविधाएँ, एक पीसीबी इंग्रेवर, एंटीना और FPGA प्रणाली को विकसित करने वाले आधुनिक CAD डिजाइन पैकेज उपलब्ध हैं। ईईजी क्ष-किरण खगोलिकी उपकरणन को विकसित व परीक्षित करने के उपकरणों से भी पूर्णतया सुसज्जित है। इंफ्रास्ट्रक्चर में शामिल है एक स्वच्छ कक्ष, क्ष-किरण उत्पादक, बीमलाइन, पोलराइजर और मोनोक्रोमेटर, निर्वात प्रणाली, क्ष-किरण संसूचक निष्पादन के मूल्यांकन की माउंट्स एवं इलेक्ट्रॉनिक्स तथा संबंधित उपकरणन।

वर्ष 2015-16 के दौरान ईईजी जिन प्रमुख अनुसंधान परियोजनाओं में सक्रिय रहा, वे हैं:

SARAS-2 एवं APSERa – सीएमबी डिस्टॉर्शन के संसूचन के लिए रेडियोमीटर

SWAN - कॉस्मिक रेडियो ट्रांसिएंटों के उभरते क्षेत्र के लिए आवंटित नेटवर्क एंटीना अरे

POLIX - एक क्ष-किरण ध्रुवणमापक जो ISRO के XPoSAT मिशन के लिए एक पेलोड होगा

रेडियो तरंगदैर्ध्य की त्रि-स्लिट प्रायोगिक परीक्षण प्रमात्रा यांत्रिकी

इस समूह ने मृदु संघनित पदार्थ, प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी, और खगोलिकी एवं ताराभौतिकी में परियोजनाओं व कई प्रायोगिक प्रयोगालयों की सक्रिय सहायता भी की है। EEG सदस्य कुशलता संवर्धन पर लक्षित रणनीतिक विकास कार्य में भी संलग्न रहते हैं जो संस्थान के प्रायोगिक अनुसंधान को प्रतिस्पर्धात्मकता प्रदान करता है। ईईजी ने भारतीय संदर्भ में प्राथमिक तौर पर सामाजिक सेवा के रूप में

ब्रेन-कम्प्यूअर इंटरफेस का विकसित करने की दिशा में भी कार्य किया है।

1. SARAS 2

आर सुब्रह्मण्यन, एन उदयशंकर, सौरभ सिंह, एस मयूरी, ए रघुनाथन, आर सोमशेखर, श्रीवाणी केएस, गिरीश बीएस, और कई आगंतुक छात्र व अनुसंधान सहायक।

शेप्ड एंटीना मेज़रमेंट ऑफ दी बैकग्राउंड रेडियो स्पेक्ट्रम – SARAS, एक ऐसी परियोजना है जो कॉस्मिक रेडियो बैकग्राउंड और लम्बी तरंगदैर्ध्य (7.5 – 1.2 m) पर आकाशीय स्पेक्ट्रम में अस्पष्ट गुणों का सटीक मापन करता है जो कि ब्रम्हाण्डीय क्षय और पुनःआयनीकरण काल में गैस से रेडशिफ्टेड 21-सेमी से उत्पन्न होते हैं। परियोजना की वर्तमान अवस्था को SARAS 2 कहा जाता है। SARAS 2 परियोजना के एक भाग के रूप में, i) नॉन-रेजोनेंट वाइडबैण्ड शेप्ड स्फेरिकल मोनोपोल एंटीना, ii) स्व मापांकन सुविधा के साथ ऊष्मीय रूप से अच्छी तरह से अभिरचित अग्रगामी संग्राहक प्रणाली, और iii) एक FPGA आधारित प्रिसीजन स्पेक्ट्रोमीटर, से युक्त वाइडबैण्ड संग्राहक प्रणाली को 2015-16 में बनाया व प्रवर्तित किया गया, और वर्तमान में इससे विज्ञान डाटा व निष्पादन डाटा के लिए परीक्षण किया जा रहा है जो कि अग्रिम संशोधन को बतलाता है। पृथक से संभावित जगहों जहाँ पर हम SARAS 2 को तैनात कर सकें पर रेडियो आवृत्ति इंटरफेरेंस (RFI) का मापन करने वाली एक प्रणाली को निर्मित किया गया है और इसका प्रयोग नीलगिरी, कर्नाटक के पूर्वोत्तर व उत्तरी भाग तथा लद्दाख में स्थानिक परीक्षण के लिए किया गया।

2. APSERa

आर सुब्रह्मण्यन, एन उदय शंकर, एस मयूरी, ए रघुनाथन, आर सोमशेखर, श्रीवाणी केएस, गिरीश बी एस, और कई आगंतुक छात्र व अनुसंधान सहायक

दी अरे ऑफ प्रिसीजन स्पेक्ट्रोमीटर फॉर दी ईपोच ऑफ रिकॉम्बीनेशन – APSERa - एक साहसी, अविलक्षण और चुनौतीपूर्ण परियोजना है जो ब्रम्हाण्डिकीय पुनःसंयोजन के काल से पुनःसंयोजन रेखाओं को संसूचित करेगा। यह परियोजना एक व्यूह-रचना (अरे) की संभावना पर विचार करती है जो कि 2-6 GHz के दायरे में रेडियो आकाश के स्पेक्ट्रम में ब्रम्हाण्डिकीय पुनःसंयोजन से सन्निकट रेखाओं के सेट को संसूचित करने के उद्देश्य से बनाई गई है। इस परियोजना के एक भाग के रूप में, आवृत्ति 2-4 GHz के आवृत्ति दायरे में प्रचालित प्रोफाईल्ड डिस्कोन एंटीना, 2GHz के एनालॉग बैंडविड्थ के साथ एक I/Q सिगनल अग्रगामी संग्राहक, और उच्च-गति वाला सेम्पलर तथा FPGA-आधारित डिजीटल स्पेक्ट्रम संग्राहक को वर्ष 2015-16 में विकसित किया गया है।

ए रघुनाथन, दिव्या शंकर (आगंतुक छात्र): 2-4 GHz वाली आवृत्ति में पुनःसंयोजन काल के सिगनल के संसूचन के लिए विकिरण मुक्त आवृत्ति वाले फीड एंटीना और प्रतिबाधा विशिष्टताएँ आवश्यक होती हैं। इसके अतिरिक्त, एंटीना में मूल विकिरण के प्रति न्यूनतम प्रतिक्रिया होनी चाहिए। इन आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए, रिज लोडेड केविटी समर्थित आकारीय स्लॉट एंटीना को अभिकल्पित किया गया है। संरचनात्मक पैरामीटरों को WIPL-D का उपयोग करते हुए अनुकूल बनाया गया, जो कि एक वैद्युचुम्बकीय अनुकरण सॉफ्टवेयर है, ताकि वांछित विशिष्टताओं को पूरा किया जा सके। इस अभिकल्पना को साकार करने के लिए एक प्रोटोटाइप को बनाया जा रहा है।

3. SWAN

अविनाश ए देशपाण्डे, के बी राघवेन्द्र राव, श्रीवाणी के एस, कामिनी पी ए, विनुता, संध्या, ममता टी एस और कई आगंतुक छात्र। आरआरआई के वैज्ञानिक कर्मचारी रेडियो खगोलिकी अध्ययन के लिए एक ब्रॉड-बैण्ड स्काई वॉच अरे नेटवर्क (SWAN) के अभिकल्पन, निर्माण व प्रवर्तन पर विश्वविद्यालय छात्रों की पर्याप्त भागीदारी के साथ संलग्न हैं। यह वृहत रूप से वितरित संवेदक वाला रेडियो दूरदर्शक है, जो 50-500 मेगा हर्ट्ज आवृत्ति बैण्ड में प्रचालित होता है। SWAN के प्रधान लक्ष्य है: (i) तीव्र रेडियो ट्रांसिएंटों की खोज व अध्ययन करना और (ii) दीर्घ-तरंगदैर्ध्य आकाश का उच्च-कोणीय-रेजोल्यूशन रेडियो प्रतिबिम्बन, जबकि SWAN के सभी पहलुओं में भारत के अनुसंधान संस्थानों

के छात्रों की सक्रिय प्रतिभागिता भी सुनिश्चित की जाए। इस गतिविधि के लिए ब्रॉडबैण्ड और नैरोबैण्ड संग्राहक दोनों को ही विकसित किया जा रहा है।

(क) ब्रॉड-बैण्ड संग्राहक प्रणाली: मजबूत RFI परिवेश की उपस्थिति में SWAN एवं समान रेडियोमीटर प्रणाली के साथ 50-500 मेगाहर्ट्ज के आवृत्ति दायरे में आकाशीय प्रेक्षण के लिए FM बैण्ड अस्वीकरण वाले एक प्रोटोटाइप न्यून-कर्कश प्रवर्धक को विकसित किया गया। इस प्रवर्धक में बैण्ड के आसपास 20 dB गेन के साथ-साथ 3dB डूब, 40dB FM सिगनल अस्वीकरण तथा 0.6-1.1dB नोईस आकृति है। हाई-स्पीड ADCs एवं वर्टेक्स-6 FPGA से निहित ViQuad बोर्ड का उपयोग करते हुए पूर्ण स्टोक्स मापन दक्षता वाली आठ इनपुट डिजीटल संग्राहक और 200 मेगाहर्ट्ज के बैण्डविड्थ पर 512 स्पेक्ट्रल चैनल को बनाया गया। वर्ष 2015-16 में स्टोक्स कम्प्यूटेशन के लिए फर्मवेयर डेवलपमेंट को पूरा किया गया और SWAN डिजीटल संग्राहक (SwDR) के हार्डवेयर तैयार करने का कार्य अभी प्रगतिशील है।

(ख) नैरो बैण्ड संग्राहक प्रणाली: SWAN (स्काई वॉच अरे नेटवर्क) परियोजना की अवस्था 0 ने GBT-RRI MBR प्रणाली का व्यापक पुन:उपयोग किया। प्रत्येक बहुबैण्ड संग्राहक आठ स्वतंत्र बोव-टाई एंटीना अरे से जुड़ा था, और सभी को समान RF बैण्ड पर प्रचालित करने के लिए कंफीग्यूर किया गया था। रूबीडियम दोलित्र से प्रबंधित GPS का उपयोग संग्राहक प्रणाली के सभी स्थानिक दोलित्र को प्रबंधित करने के लिए किया गया था। इसके अतिरिक्त, FM सिगनलों की उपस्थिति में प्रेक्षण करने के लिए FM सिगनल अस्वीकरण फिल्टर को प्रत्येक अग्रगामी संग्राहकों में लगाया गया। प्रत्येक संग्राहक में संकलित किए गए डाटा का उपयोग विकसित किये जा रहे सॉफ्टवेयर कोरिलेटर के परीक्षण के लिए किया गया।

4. क्ष-किरण ध्रुवणमापी (ISRO XPoSAT मिशन के लिए POLIX)

बिश्वजीत पॉल, रिशिन पीवी, गोपाल कृष्ण एम आर, वरूण मोहम्मद इब्राहिम, राजगोपाल जी, पूजा वर्मा, संध्या पी, नागराज एच एन, अचन कुन्जु

क्ष-किरण प्रयोगशाला में वर्तमान में दो क्ष-किरण ध्रुवणमापकों को विकसित करने पर कार्य जारी है। वे हैं: थॉमसन क्ष-किरण ध्रुवणमापी – POLIX और प्रकाश-इलेक्ट्रॉन ध्रुवणमापी

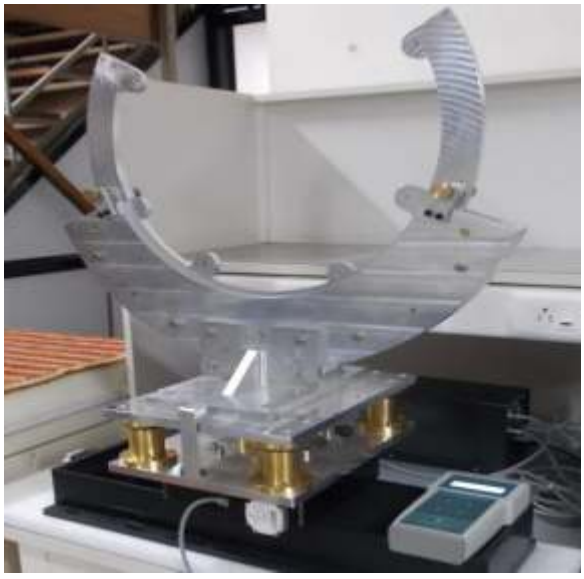
(क) थॉमसन क्ष-किरण ध्रुवणमापी – POLIX

POLIX एक क्ष-किरण ध्रुवणमापी है जो थॉमसन प्रकीर्णन के सिद्धांत पर 5-30 keV के ऊर्जा बैण्ड में कार्य करता है। ISRO का एक पूर्णतया समर्पित छोटा उपग्रह मिशन, जिसे XPoSatt नाम दिया गया है को हाल ही में POLIX के साथ बतौर वैज्ञानिकीय पेलोड अनुमोदित किया गया हे1 उपग्रह पर कार्य का आरंभ ISRO उपग्रह केन्द्र में हुआ और विभिन्न पेलोड इंटरफेसों के लिए हमारी बातचीत जारी है।

ध्रुवणमापी के यांत्रिक कंफीग्यूरेशन में शामिल है चार क्ष-किरण संसूचक, जिसे प्रकीर्णन अवयव के सभी कोनों में रखा गया है। ब्रम्हाण्डीय स्त्रोतों से क्ष-किरणों को एक संधानक के माध्यम से प्रकीर्णक में गिरने दिया जाता है जो उपकरण के क्षेत्रीय दृश्य को सीमित रखता है। वर्तमान में ज्यादातर उपकरण उप-प्रणालियाँ अभियांत्रिक मॉडल को विकसित करने वाली अवस्था में हैं।

संसूचक के संबंध में, वर्ष 2015-16 में वाइब्रेशन परीक्षण के लिए एक संसूचक तैयार करने पर अधिक बल दिया गया, ताकि, इसकी विश्वसनीयता को स्थापित किया जा सके। इसके लिए संसूचक तंत्र में फीडथ्रू और ब्रास रिंग्स की ईपोक्सिंग और पिक्सिंग आवश्यक है। इस तंत्र में वायरफ्रेम को समूहित किया गया और समूहित संसूचक को लीकेज, तापमान चक्रण व भरी हुई गैस के लिए जांचा गया।

यथार्थ संधानक प्रतिक्रिया के मापन के क्रम में, एक संधानक मापांकन जिग को निर्मित किया गया (नीचे दिया गया चित्र देखें), जो भिन्न-भिन्न कोणों से क्ष-किरण स्त्रोत के सामने संधानक को स्केन कर सकता है। इस इकाई के सबसे भारी पुर्जे को एक बाहरी आपूर्तक के द्वारा बनवाया गया और सूक्ष्म पुर्जों को संस्थान में ही इसके यांत्रिक अभियांत्रिकी कर्मशाला में तैयार किया गया।



चित्र: क्ष-किरण ध्रुवणमापी के संधानक के मापांकन का जिग

इलेक्ट्रॉनिक्स के संदर्भ में, इलेक्ट्रॉनिक्स के प्रयोगालयी मॉडल संस्करण को पूर्व-अभियांत्रिक मॉडल संस्करण में परिवर्तित करने पर 2015-16 में बल दिया गया।

सीमांत इलेक्ट्रॉनिक्स (FE) के लिए, अद्यतित परिपथ के साथ सीमांत परीक्षण बॉक्स के एक अन्य यूनिट को तैयार व परीक्षित किया गया। संसाधन इलेक्ट्रॉनिक्स (PE) के लिए, PE एनालॉग और डिजीटल कार्ड को तैयार किया गया और प्रारंभिक परीक्षण किया गया। बैक प्लेन कार्ड का आरेखीय अभिकल्प जिसे कि इन दोनों कार्ड के साथ प्रयोग किया जाएगा का भी अभिकल्पन व निर्माण किया गया।



चित्र: क्ष-किरण ध्रुवणमापी के लिए PE एनालॉग और PE डिजीटल कार्ड

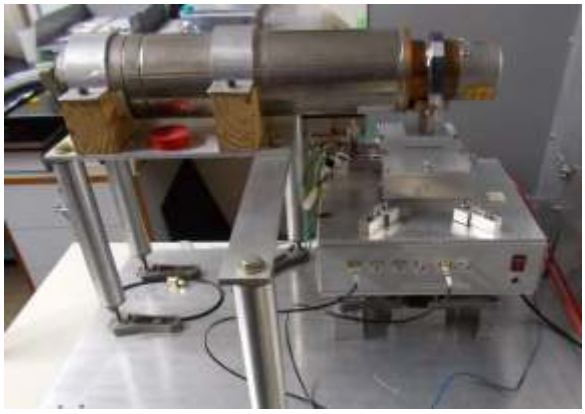
सामान्य इलेक्ट्रॉनिक्स (CE) के लिए, पूर्व-अभियांत्रिक मॉडल की आरेखीय अभिकल्प पर कार्य को हाथ में लिया गया। तंत्र अथवा प्रणाली के लिए आवश्यक बारंबारता संबंधी पहलुओं को भी इस कार्ड के अभिकल्प में शामिल किया गया है।

FE में प्रयुक्त HV तंत्र की अंतरिक्ष अर्हता के भाग के रूप में, थर्मोवेक परीक्षण की योजना बनाई गई। थर्मोवेक परीक्षण जिग को विकसित किया जा रहा है जिसमें उच्च वोल्टेज तंत्र को निर्वात चैम्बर में रखा जाएगा, जबकि, उच्च वोल्टेज तंत्र के नियंत्रण की इलेक्ट्रॉनिक्स को बाहर रखा जाएगा। USB आधारित नियंत्रण और डाटा अर्जन का उपयोग थर्मोवेक परीक्षण जिग के लिए किया जाएगा। इस उद्देश्य की पूर्ति हेतु, एक कॉमर्शियल USB डाटा अर्जन तंत्र को खरीदा गया और प्रारंभिक परीक्षण किया गया।

(ख) प्रकाश-इलेक्ट्रॉन ध्रुवणमापी

इस परियोजना में शामिल है ध्रुवीकरण मापन की नई तकनीक को विकसित करना। यह उपकरण ऐसे सिद्धांत पर आधारित है कि दिशा जिसमें कि प्रकाश-इलेक्ट्रॉन गैस के रूप में निष्काशित होता है, फ ोटॉन के ध्रुवीकरण के प्रति संवेदनशील है जो प्रकाश-इलेक्ट्रॉन उत्सर्जन का कारण है।

वर्ष 2015-16 के दौरान, तार के मध्य 2.4mm से घटी हुई दूरी वाले नए वायरफ्रेम को तैयार किया गया, तंत्रों में गई और परीक्षण किया गया। संसूचक को ध्रुवणमापी प्रयोग के लिए सेट किया गया और डाटा को गैर-ध्रुवीकृत स्त्रोत के साथ-साथ भिन्न-भिन्न कोणों व गैस दाब पर ध्रुवीकृत स्त्रोत से अर्जित किया गया। नीचे दिया गया चित्र ध्रुवीकरण परीक्षण सेटअप को दर्शाता है। ध्रुवीकरण परीक्षण का परिणाम प्रोत्साहवर्धन कर रहा है।



चित्र: प्रकाश-इलेक्ट्रॉन ध्रुवणमापी की अवधारणा को सिद्ध करने वाला परीक्षण तंत्र (सेटअप)

एक निष्पक्ष USB आधारित डाटा अर्जन तंत्र को भी प्रकाश-इलेक्ट्रॉन ध्रुवणमापी के लिए विकसित किया जा रहा है। POLIX के साथ FPGA किट के लिए उपलब्ध प्रोसेसिंग इलेक्ट्रॉनिक्स का उपयोग इस तरह से किया गया कि USB आधारित डाटा अर्जन प्राप्त हो। FPGA कार्ड के लिए VHDL फर्मवेयर के साथ-साथ USB आधारित डाटा अर्जन के लिए PC में प्रयुक्त सॉफ्टवेयर को विकसित करने का कार्य प्रगति पर है।

5. ब्रेन कम्प्यूटर इंटरफेस

हेमा रामचन्द्रन, बी रमेश, सुजाता एस, अरसी सत्यमूर्ति, सोमशेखर आर, राघवेन्द्र राव के बी, मोहम्मद इब्राहिम, जुनैद अंसारी, और आगंतुक छात्र

यह परियोजना इलेक्ट्रॉनिक्स अभियांत्रिक समूह की विशेषज्ञता का प्रयोग करती है, जिसे कि वर्षों प्रायोगिक भौतिकी व खगोलिकी में प्रयासरत रहने से विकसित किया गया है। इस परियोजना का उद्देश्य है भारतीय संदर्भ में समूहित किया गया, लीक का परीक्षण किया गया, गैस भरी उचित निवारण के साथ समाज में प्रमुख समस्याओं पर ध्यान देना है। इस परियोजना का लक्ष्य है प्रत्यक्ष रूप से EEG सेंसिंग ब्रेन कम्प्यूटर इंटरफेस (BCI) का उपयोग करते हुए दिव्यांग जनों द्वारा नियंत्रण प्रणाली को तैयार करना।

समूह ने विभिन्न नियमित अवस्था दृश्यात्मक रूप से प्रचालन की संभावनाएँ – SSVEP आधारित BCI प्रयोग संचालित किया ताकि जैव-संकेत प्रवर्धक का उपयोग करते हुए संवेदक निष्पादन व केलिब्रेशन प्रोटोकॉल का अनुकूलीकरण किया जा सके। संस्थान में बनाए जा रहे तंत्र की पोर्टेबिलिटी को संशोधित करने के लिए, सर्फेस माउंट डिवाइस (SMD) आधारित जैव-सिगनल प्रवर्धक को निम्न के साथ विकसित किया गया i) छिद्रों के माध्यम से कम करने, ii) पॉवर लाइन रेडियो आवृत्ति इंटरफेरेंस का दमन करने के लिए 50 Hz नोच फिल्टरों का एक युग्म, iii) 2-35Hz बैंड पास फिल्टर और iv) वोल्टेज प्रवर्धन के प्रक्रम। इसके अतिरिक्त, अत्यावश्यक परिपथ घटक जैसे ऑटोमेटेड गेन और ऑफ सेट लेवल समायोजक का भी कार्यान्वयन किया गया। जैव-सिगनल प्रवर्धक के प्राप्त वोल्टेज गेन लगभग 10^6 है। इसके पालन के लिए निष्क्रिय इलेक्ट्रोड अनुकूलीकरण का कार्य चल रहा है। प्रायोगिक प्रोटोकॉल स्टीमुली LED पैटर्न के अंतरिक्षीय व आवृत्ति मापांकन के लिए विकसित किया गया।

SSVEP संसूचन के लिए एक एनालॉग मैच्ड फिल्टरिंग सिस्टम को विकसित किया गया है। यह प्रणाली आवृत्ति उत्पादन बोर्ड व प्रोसेसिंग बोर्ड से निहित है। आवृत्ति जनरेशन बोर्ड विषयाधीन तंत्र की स्टीमुली तैयार करने के लिए 10-24 Hz के दायरे में टेम्पलेट सिन-वेव आवृत्तियाँ उत्पादित करता है। ये प्रत्येक स्टीमुली आवृत्तियाँ निश्चित बीसीआई कमाण्ड द्वारा मैप की गई हैं। मैच्ड फिल्टर बोर्ड मस्तिष्क से आह्वान किए गए SSVEP सिगनल को प्रोसेस करते हैं और टेम्पलेट आवृत्ति के साथ उत्तेजित आवृत्ति की मैचिंग पर आधारित निर्णय का परिणाम देता है। प्रकाश-संसूचक इनपुट के साथ अच्छी तरह से कार्य करने के लिए प्रस्तुत किया गया और पूर्व-परीक्षण में इस तंत्र का मूल्यांकन किया गया।

ओपन-सोर्स वोईस कमाण्ड इंटरफेस किट को ओपन-सोर्स सॉफ्टवेयर और सस्ते हार्डवेयर घटकों को एकीकृत करते हुए विकसित किया गया। किट के लिए सॉफ्टवेयर को विस्थापनीय घटकों वाले मॉडुलर फ्रेमवर्क की तरह तैयार किया गया है। यह हायर लेवल प्रोग्रामिंग प्लेटफार्म की तरह C++ ग्रंथालय आधारित अनुप्रयोग भी प्रदान करता है। किट की उपयोगिता को वोईस-स्टीयर इलेक्ट्रिक व्हीलचेयर में लागू करते हुए प्रदर्शित किया गया। एन ओपन वोईस कमाण्ड इंटरफेस किट - शीर्षक से एक शोध पत्र (पेपर) का प्रकाशन आईईईई ट्रांजेक्शंस ऑन ह्यूमन मशीन सिस्टम में किया गया है।

6. रणनीतिक एवं अभियांत्रिक प्रगतियाँ

(क) मिनीएचर पोर्टेबल डुअल रिसीवर: PDR-M2

अविनाश ए देशपाण्डे, **के बी राघवेन्द्र राव**, **श्रीवाणी के एस**, **कामिनी पी ए**, **विनुता**, **संध्या**, **ममता टी एस** और कई आगंतुक छात्र मिनीएचर पोर्टेबल डुअल रिसीवर को एक पूर्ण रिसीवर सिस्टम की तरह तैयार किया गया है जो स्नातक व स्नातकोत्तर छात्रों को प्रायोगिक अनुभव प्रदान करने में मदद करता है। फ्रंट-एंड और बैक-एंड रिसीवर को डुअल ध्रुवीकरण दक्षताओं से युक्त काफी कॉम्पेक्ट बनाया गया है ताकि उन्हें दूरस्थ आकाशीय प्रेक्षणों के लिए एक स्थान से दूसरे स्थान आसानी से ले जाया जा सके। यह रिसीवर 140 MHz की IF आवृत्ति पर केन्द्रित 10 MHz की क्षणिक बैंडविड्थ के साथ 100-1000 MHz बैंड पर प्रचालित होता है। डिजीटल बैकएंड रिसीवर को निम्न-ऊर्जा, 8-बिट डुअल-चैनल ADCs (AD9288) एवं वर्टेक्स-5 FPGAs का उपयोग करते हुए बनाया गया है। डाटा को ऑनलाइन संसाधित (प्रोसेस्ड) किया जाता है और चार पूर्ण स्टोक्स पैरामीटर को उत्पन्न किया जाता है।

मृदु संघनित पदार्थ समूह

रासायनिकी प्रयोगशाला





इस प्रयोगशाला में तरल स्फटिक पदार्थ, नैनोकणों एवं अन्य कार्बनिक व कार्बोधात्विक संयौगिकों के संश्लेषण की आवश्यक आधुनिक सुविधाएँ उपलब्ध हैं। प्रयोगशाला के प्रमुख उपकरण हैं: माइक्रोवेवसिंथेसाइज़र, रोटरी इवेपोरेटर, निर्वातपम्प, मेग्नेटिक स्टिर्रर विथ हॉट प्लेट, इत्यादि। इस रासायनिक प्रयोगशाला में कई सैकड़ों अणुओं का संश्लेषण किया जा चुका है।

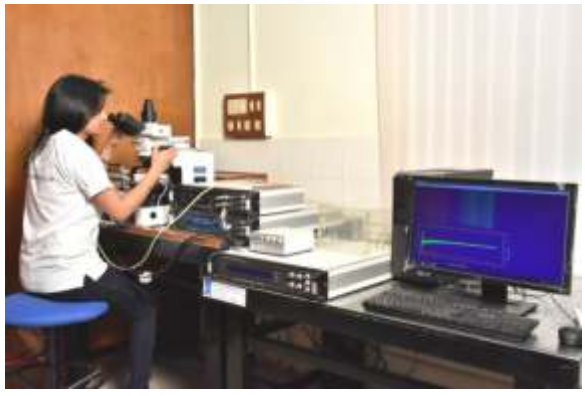
विश्लेषण (एनालिटिकल) प्रयोगशाला





इस प्रयोगशाला में पदार्थों के वर्गीकरण की कई आधुनिक सुविधाएँ उपलब्ध हैं। प्रयोगशाला के प्रमुख उपकरण हैं: पोलराइजिंग ऑप्टिकल माइक्रोस्कोप, डिफ्रेंशियल स्केनिंग कैलोरीमीटर, एलिमेंटल एनालाइज़र, थर्मो ग्रेविमेट्रिक एनालाइज़र, इंफ्रारेड एवं यूवी-विजिबल स्पेक्ट्रोफोटोमीटर।

माइक्रोस्कोपी एवं डायइलेक्ट्रिक स्पेक्ट्रोस्कोपी प्रयोगशाला



यह प्रयोगशाला उच्च निष्पादन डायइलेक्ट्रिक मापन प्रणाली के साथ-साथ बहु-इलेक्ट्रोड परीक्षण इंटरफेस तथा तरल स्फटिकों एवं पॉलिइलेक्ट्रोलाइटों की ब्रॉडबैण्ड डायइलेक्ट्रिक स्पेक्ट्रोस्कोपी का अध्ययन करने के लिए उच्च वोल्टेज बूस्टर से सुसज्जित है। वैद्युत-प्रकाशिकी का अध्ययन करने के लिए एक प्रायोगिक सेटअप और स्पेक्ट्रोमीटर से एकीकृत प्रकाशिक ध्रुवीकरण माइक्रोस्कोप का उपयोग तरल स्फटिकों और तरल स्फटिक नैनो कण संयौगिकों में अवस्था परिवर्तन, दोष, स्विचन गुणधर्म तथा क्षेत्र प्रेरित प्रभाव का अन्वेषण करने के लिए किया जाता है। ये अध्ययन कोनफोकल माइक्रोस्कोप का उपयोग करते हुए त्रिविमीय प्रतिबिम्बन के साथ भी जोड़े जा सकते हैं।

अवस्था परिवर्तन एवं वैद्युत-प्रकाशिकी प्रयोगशाला



इस प्रयोगशाला में अनूठे मेसोस्कोपिक अणुओं की मृदु संघनित पदार्थ अवस्था एवं उनके भौतिक गुणधर्मों का अन्वेषण प्रायोगिक एवं सैद्धांतिक दोनों तरीकों से किया जाता है। इन अवस्थाओं में आण्विक संगठन को समझना और इन प्रणालियों के अनूठे मैक्रोस्कोपिक गुणधर्म को देखना ही इसका उद्देश्य है।

तरल स्फटिक प्रदर्शन (LCD) प्रयोगशाला



LCD प्रयोगशाला में तरल स्फटिक कोशिकाओं के निर्माण की मूलभूत सुविधाएँ एवं छोटे आकार (100mm x 100mm) के डिस्प्ले के साथ-साथ मानक इलेक्ट्रॉनिक्स उपकरण उनके परीक्षण के लिए उपलब्ध हैं। स्पिन कोटिंग सिस्टम, निर्वात डीपोजीशन यूनिट, रबिंग मशीन और तापमान नियामित ओवन का प्रयोगालय सदस्यों द्वारा नियमित रूप से प्रयोग किये जाते हैं।

रियोलॉजी एवं प्रकाश प्रकीर्णन प्रयोगशाला



यह प्रयोगालय मृदु कांचीय पदार्थों और एम्फीफिलिक प्रणालियों की गत्यामकता के अध्ययन के लिए रियोलॉजी और प्रकाश प्रकीर्णन तकनीकों का उपयोग करता है। प्रयोगालय में प्राय:कर उपयोग में लिये जाने वाले उपकरण हैं: डायनेमिक प्रकाश प्रकीर्णन सेटअप, ध्वनिक व वैद्युध्वनिक स्पेक्ट्रोमीटर, एक उच्च गति का CMOS कैमरा और रियोमीटर। रियोलॉजी, डायनेमिक प्रकाश प्रकीर्णन, उच्च-गति से प्रतिबिम्बन, अल्ट्रासाउंड संकीर्णता तथा कोलाइड वाइब्रेशन धारा मापन ऐसी कुछ तकनीक हैं जिनका प्रयोगालय में उपयोग किया जाता है।

क्ष–किरण विवर्तन प्रयोगशाला





क्ष-किरण प्रयोगालय मृदु पदार्थ प्रणालियों की संरचना का अध्ययन करने के लिए सुसज्जित है। इसमें उपलब्ध सुविधाएँ हैं पॉउडर डिफ्रेक्टोमीटर और लघु-कोणीय प्रकीर्णन उपकरणन। $0^{o}C$ से लेकर $250^{o}C$ तापमान के दायरे में उन्मुख व पाउडर प्रतिदर्शों दोनों से ही डाटा संकलित किये जा सकते हैं

जैवभौतिकी प्रयोगशाला

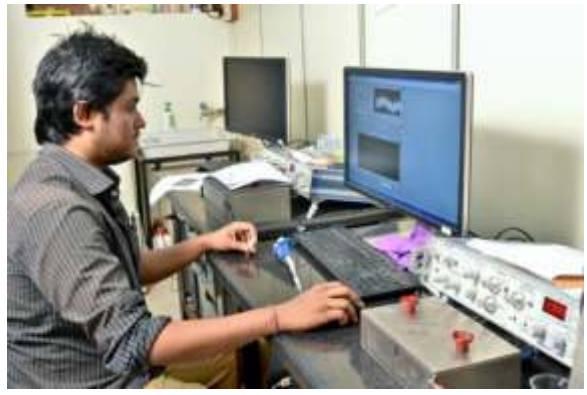




जैवभौतिकी प्रयोगशाला स्वयं में ही एक सक्षम प्रयोगालय है जहाँ विभिन्न कोशिकाओं को बनाया, नियंत्रित और विश्लेषण किया जा सकता है। यह दो पूर्णतया मशीनीकृत माइक्रोस्कोप जो प्रतिदीप्ति एवं फेस-कांट्रास्ट माइक्रोस्कोपी मापन की अनुमति देता है, कोनफोकल माइक्रोस्कोप, बढ़ती कोशिकाओं के लिए जैव सुरक्षा केबिनेट, ऊष्मायित्र कक्ष, सेंट्रीफ्यूज एवं डिस्सेक्शन के लिए एक 3D माइक्रोस्कोप से सुसज्जित है। इनके अलावा, अति संवेदी बल मापन सेटअप जैसे लेज़र आधारित प्रकाशिक ट्वीज़र्स एवं तंत्रिकीय कोशिकाओं के यांत्रिक गुणधर्मों के अध्ययन के लिए एक संस्थान में ही बनाया गया प्रकाशिक फाइबर आधारित बल उपकरण भी हैं।

मृदु एवं जीवंत पदार्थ की नैनोस्केल भौतिकी प्रयोगशाला





यह प्रयोगशाला मृदु पदार्थों के साथ-साथ जैविकीय प्रणाली में अंतरआण्विक अभिक्रियाओं की भूमिका के अध्ययन के लिए नैनोपैमानीय उपकरण बनाती है। इसका उद्देश्य है एकल अणु रेजोल्यूशन पर उनकी संरचना कार्यप्रणाली संबंध को समझना है। प्रयोगालय में तैयार किये गए सामान्य उपकरण हैं नैनोपोर उपकरणों के माध्यम से एकल जैव-अणुओं के स्थानांतरण के मापन के लिए अत्याधुनिक नैनोपोर रिग, जेल इलेक्ट्रोफोरेसिस प्रणाली, विजुअलाइजेशन इन्वर्टेड माइक्रोस्कोप तथा biocleanDNA एवं प्रोटीन वर्कस्टेशन। यह प्रयोगशाला दो और प्रकाशिक सेटअप को शामिल करने की ओर तेजी से बढ़ रही है; एक नैनोपोर प्लेटफॉर्म से युग्मित निम्न ध्वनि वाला लेज़र प्रकाशिक ट्वीजर्स के लिए और दूसरा एकल अणु रेजोल्यूशन TIRF माइक्रोस्कोपी सेटअप।

वैद्युरासायनिकी एवं सतह विज्ञान प्रयोगशाला



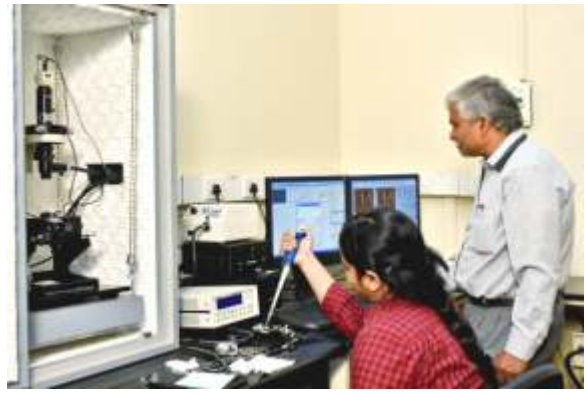
यह प्रयोगशाला वैद्युरासायनिक उपकरणों जैसे पोटेंशियोस्टेट्स, आवृत्ति प्रतिक्रिया विश्लेषक एवं लॉक-इन प्रवर्धक का उपयोग करते हुए वैद्युरासायनिक कोशिका में परीक्षण पृष्ठों पर नियंत्रित प्रयोग (एक्सपेरिमेंट्स) करता है। अपनी मूल स्थिति में पृष्ठ में व्यापक परिवर्तनों के मापन के लिए एक वैद्युरासायनिक क्वार्ट्ज स्फटिक माइक्रोबेलेंस का उपयोग किया जाता है। कार्बनिक रूप से पतली फिल्मों के वर्गीकरण अध्ययन विविध प्रकार के सतह / पृष्ठ परीक्षण तकनीकों जैसे स्केनिंग टनलिंग माइक्रोसकोपी, परमाण्विक बल माइक्रोस्कोपी, स्केनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी इत्यादि से किया जाता है।

एसईएम प्रयोगशाला



एसईएम प्रयोगशाला फील्ड एमीशन स्केनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोप (FESEM) से सुसज्जित है। FESEM में स्केनिंग ट्रांसमीशन इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोप (STEM) सहायक उपकरण है जिससे नैनोपदार्थों का प्रतिबिम्बन लिया जा सकता है इसके अतिरिक्त अवयव व सतही संयोजन को ज्ञात करने के लिए एक ऊर्जा प्रसरण क्ष-किरण स्पेक्ट्रोस्कोप (EDX) भी है। FESEM में गैर-चालक सतहों के प्रतिबिम्बन को समर्थ बनाने के लिए एक स्थानिक आवेश प्रतिपूरण मोड और कार्बनिक पतली फिल्म अध्ययनों के लिए बहुत न्यून वोल्टेज ऑपरेशन मोड है। माइक्रोस्कोप में क्रायो-माइक्रोस्कोपी संलग्नक अवयव हैं जो तरल नाइट्रोजन तापमान पर फ्रीज-फ्रेक्चर विधि द्वारा मृदु पदार्थ का प्रतिबिम्बन लेते हैं। FESEM का नैनोपदार्थों, बहुलकों, तरल स्फटिक नैनोसंयौगिकों और मृदु पदार्थों के अध्ययन के लिए गहनतापूर्वक उपयोग किया जा रहा है।

एएफएम प्रयोगशाला



एएफ एम प्रयोगशाला परमाण्विक बल माइक्रोस्कोप के साथ-साथ कई अतिरिक्त लक्षणों जैसे STM, चालक AFM, चुम्बकीय बल और वैद्युत बल माइक्रोस्कोप जिसमें कि तापमान नियंत्रक उपलब्ध है, तथा पर्यावरणीय चैम्बर से सुसज्जित है। इस माइक्रोस्कोप का उपयोग कार्बनिक रूप से पतली फिल्म, तरल स्फटिक, ग्रेफीन पदार्थों, नैनोसंयौगिकों और दोनों चालक व गैर-चालक घटकों वाले मृदु पदार्थों के लिए किया जाता है।

एनएमआर प्रयोगशाला



एनएमआर प्रयोगशाला 500 MHz वाले उच्च रेजोल्यूशन (ब्रूकर) नाभिकीय चुम्बकीय रेजोनेंस स्पेक्ट्रोमीटर जिसमें पहले से ही एक तापमान नियंत्रक है, से सुसज्जित है। इस स्पेक्ट्रोमीटर का उपयोग प्रमुखतया 1H एवं 13C NMR रासायनिक शिफ्ट का उपयोग करते हुए आण्विक संरचनाओं को ज्ञात करने में किया जाता है। इसी स्पेक्ट्रोमीटर का उपयोग करते हुए बतौर तापमान कार्यप्रणाली प्रसरित सप्रेक्टेंट विलायक में नैनोसंरचनाओं से संबंधित सप्रेक्टेंट अणुओं का भी अध्ययन किया जाता है। 2D NMR एवं स्पिन-लेट्टिस शिथिलन समय प्रयोग भी किये जा सकते हैं।

माइक्रो–रामन स्पेक्ट्रोस्कोपी प्रयोगशाला



माइक्रो-रामन स्पेक्ट्रोस्कोपी प्रयोगशाला IR से लेकर UV के दायरे की तरंगदैर्ध्य वाले भिन्न-भिन्न लेज़र स्त्रोतों के अत्याधुनिक तिगुने रामन स्पेक्ट्रोमीटर से सुसज्जित है। यह सेटअप -180^{o}C से लेकर 300^{o}C तक के भिन्न-भिन्न तापमानों पर प्रतिदर्श का अध्ययन करने के लिए माइक्रोस्कोप हॉटस्टेज से भी सुसज्जित है। प्रतिदर्शों की माइक्रो-रामन मैपिंग XYZ नैनो स्थानिक स्थितियों का उपयोग करते हुए किया जा सकता है। रामन स्पेक्ट्रोस्कोपी एक संवेदनशील और गैर-आक्रमक तकनीक है जो कि प्रतिदर्शों के भीतर रसायनिक द्रव्यों / पदार्थों को पहचाना और वर्गीकृत करता है। विशिष्ट रसायन बंधों की उपस्थिति के कारण प्रबल रूप से उपस्थित संयौगिकों के संसूचन के लिए प्रतिदर्शों की छोटी मात्रा का विश्लेषण किया जा सकता है। माइक्रो रामन स्पकेक्ट्रोमीटर का उपयोग नैनोपदार्थों, बहुलकों, तरल स्फटिकों, नैनोसंयौगिकों, जैव-पदार्थों और अन्य मृदु पदार्थों के अध्ययन के लिए किया जा रहा है।

चुम्बकीय अध्ययन प्रयोगशाला



चुम्बकीय अध्ययन प्रयोगशाला समायोजनीय ध्रुव अंतराल वाले एक 2 टेस्ला वैद्युचुम्बक और एक फैराडे संतुलन प्रणाली जिसमें कि तापमान नियंत्रक पहले से ही उपलब्ध है, से सुसज्जित है। फैराडे संतुलन का उपयोग तापमान की कार्यप्रणाली के रूप में थर्मोट्रोपिक एवं लियोट्रोपिक तरल स्फटिकों, मिसेलर विलयन, एवं तरल स्फटिक नैनोसंयौगिकों की प्रतिचुम्बकीय (डायमेग्नेटिक) अतिसंवेदनशीलता का अध्ययन करने के लिए किया जाता है। संस्थान में ही बनाए गए हाई-रेजोल्यूशन ऑप्टिकल बायरफ्रिंजेंस (10^{-7} रेडियन अर्थात त्रिज्यकोण) सेटअप का उपयोग वैद्युचुम्बक के साथ में मृदु पदार्थों के चुम्बकीय बायरफ्रिंजेंस के अध्ययन के लिए किया जाता है। इस प्रयोगशाला में चुम्बको वैद्युरासायनिक मापन भी किया जाता है।

प्रकाशभौतिक अध्ययन प्रयोगशाला



प्रकाशभौतिक अध्ययन प्रयोगशाला में दो प्रमुख उपकरण हैं; सोलर सिमुलेटर और प्रकाश वैद्युरासायनिक वर्क स्टेशन। इन उपकरणों का उपयोग पदार्थों के प्रकाश भौतिक गुणधर्मों के अध्ययन के लिए किया जाता है।

यांत्रिक अभियांत्रिक सेवाएँ (MES)

रामन अनुसंधान संस्थान (RRI) का यांत्रिक अभियांत्रिक सेवा प्रभाग आरआरआई के विभिन्न विभागों की जरूरतों को पूरा करने के लिए उच्च गुणवत्ता की सेवाएँ प्रदान करने के प्रति लम्बे अरसे से प्रतिबद्ध है। MES प्रमुखतया आरआरआई के विभिन्न प्रभागों के लिए सभी यांत्रिक कार्यों का समन्वयन व सहायता करता है जिसमें शामिल है अनुसंधान एवं प्रयोग संबंधी उपकरणों को बनाना और परिसर इंफ्रास्ट्रक्चर का उन्नयन करना।

यांत्रिक अभियांत्रिक सेवा प्रभाग विविध प्रकार के पदार्थों, बढ़ई व पेंटिंग जैसे कार्यों का उपयोग करते हुए उत्पाद की अवधारणा, डिजाइन एवं विकास, अभियांत्रिकी व निर्माण जैसी सेवाएँ प्रदान करता है।

वर्ष 2015-16 के दौरान, MES विविध किस्म के यांत्रिक अभियांत्रिकी कार्य में संलग्न रहा; नीचे दिए गए चित्रों में इन कार्यों के कुछ उदाहरण प्रस्तुत किये जा रहे हैं:





चित्र : मशीन/मिलिंग आधारित रचना



चित्र: ग्राइंडिंग आधारित सतही कार्य

MES पिछले वर्ष कई परियोजनाओं में शामिल रहा जिसमें कि यांत्रिक डिजाइन की आवश्यकता रही, और प्राय: डिजाइन और रचना/संरचना के माध्यम से उत्पाद अथवा उपकरण की अवधारणा तैयार करने की गतिविधियों में शामिल रहा। इसके कुछ उदाहरण नीचे दिए चित्र में दर्शाए गए हैं।





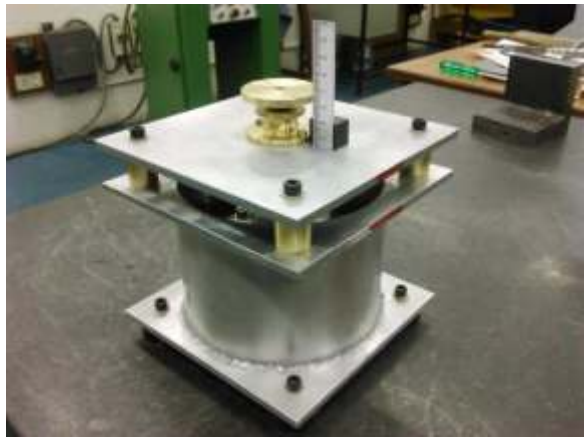
जैवभौतिकी प्रयोगशाला के लिए एल्युमीनियम हूड कैमरा माउंट (गौतम सोनी)



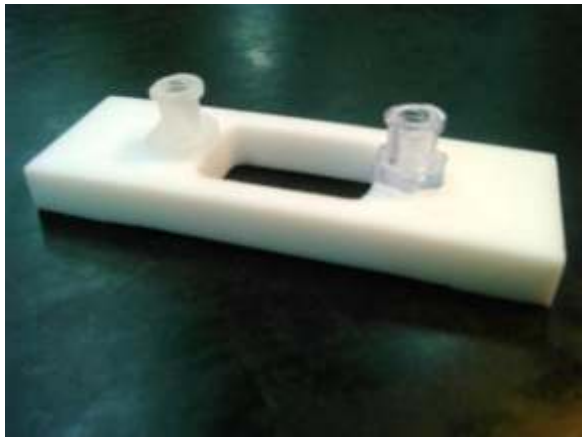
रणनीतिक विकास गतिविधि के अंतर्गत पिरामिड होर्न एंटीना (एए देशपाण्डे)

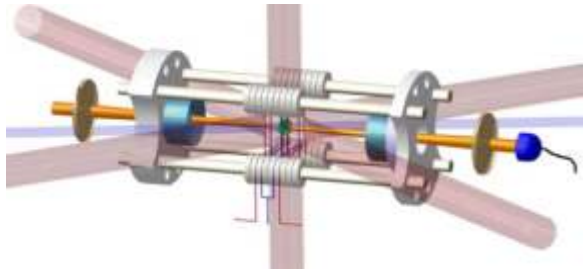


कोल्ड आयन के प्रायोगिक सेटअप के लिए तैयार किए गए सिरेमिक घटक (सादिकअली रंगवाला)



लेज़र पारगमन एवं माइक्रोवेव केविटी क्षेत्र की जोड़ी वाले Rb परमाण्विक तंत्रों के मध्य प्रायोगिक रूप से युग्मन अभिक्रिया के लिए उच्च Q केविटी (गुहा) (अंदल नारायणन)





प्रमात्रा परमाणु प्रकाशिकी के लिए एक परमाणु केविटी प्रयोग की डिजाइन अवधारणा (सादिकअली रंगवाला)



जैवभौतिकी प्रयोगशाला के लिए टेफ्लॉन कवरस्लिप होल्डर (गौतम सोनी)





कोशिका संरचना की जैवभौतिकी शियर कोशिका प्रायोगिक सेटअप (तंत्र) (प्रमोद पुलर्कट)

परीक्षण सेटअप (तंत्र) के साथ प्रेस्नेल एंटीना की रचना (रमेश बालसुब्रमण्यम)

ग्रंथालय

संस्थान के ग्रंथालय की स्थापना सर सी वी रामन द्वारा की गई थी और आरंभ में उनके स्वयं के पुस्तक व पत्रिका संकलन से इसने कार्य प्रारंभ किया। आज ग्रंथालय काफी विकसित हो चला है और एक आधुनिक ग्रंथालय बन गया है जिसमें सूचना संसाधन मुद्रित के साथ-साथ इलेक्ट्रॉनिक रूप में भी उपलब्ध हैं। ग्रंथालय के सभी कार्यकलाप एवं लेन-देन LIBSYS- लाइब्रेरी ऑटोमेशन सॉफ्टवेयर के प्रयोग से स्वचालित हो गए हैं। हाल ही में, ग्रंथालय सॉफ्टवेयर को अत्याधुनिक बनाए रखने और उपयोगकर्ता समुदायों के साथ-साथ ग्रंथालय कर्मचारियों को संसाधनों के प्रयोग में सुलभता प्रदान करने के उद्देश्य से नवीनतम संस्करण 7 में अद्यतित किया गया है।

संस्थान में सूचना संसाधन का स्त्रोत ग्रंथालय है जो अपने उपयोगकर्ताओं को सामान्य और विशिष्ट विषयगत सूचना प्रदान करता है। वर्तमान में, ग्रंथालय के पास कुल 69551 पुस्तकों एवं पत्रिकाओं के बाउंड वॉल्यूम का संकलन है। इसमें से, 28598 पुस्तकें हैं जबकि 40953 पत्रिकाओं के बाउंड वॉल्यूम हैं। ग्रंथालय 92 ई-पत्रिकाओं, 53 केवल मुद्रित और 3 मुद्रित+ऑनलाइन पत्रिकाओं का अभिदान रखता है। इसके अतिरिक्त, ग्रंथालय में 1793 गैर-पुस्तकीय सामग्री हैं जिसमें वैज्ञानिकीय स्लाइड्स, सीडी, डीवीडी एवं ऑडियो/वीडियो टेप शामिल हैं।

हमारी नेशनल नॉलेज रिसोर्स कंसोर्टियम के साथ जारी सांझेदारी की बदौलत हम अपने वैज्ञानिक व तकनीकी कर्मचारियों के उपयोगकर्ता समुदायों को 15 प्रकाशकों द्वारा प्रकाशित 4600 पत्रिकाओं तक ऑनलाइन एक्सेस सुलभ कराते हैं। ग्रंथालय वेब पेज को नियमित रूप से अद्यतित किया जाता है और सभी सूचना संसाधनों को एक-मंच पर उपलब्ध कराया जाता है जिसमें कंसोर्टियम के ऑनलाइन संसाधन भी शामिल हैं।

डिजीटल ग्रंथालय गतिविधियाँ

आरआरआई डिजीटल रिपोजिटरी (RRIDR), जिसे ई-संग्रह भी कहा जाता है, संस्थान का आधिकारिक संग्रह है। यह संग्रह, जिसे Dspace प्लेटफॉर्म पर बनाया गया है, एक ओपन सोर्स सॉफ्टवेयर है और इसे नवीनतम संस्करण 5.4 में अपग्रेड किया गया है। आरआरआई के विद्वानों के प्रकाशन इस संग्रह में नियमित रूप से अपलोड किये जाते हैं। अभिलेखा सामग्री, फोटोग्राफ, और ऑडियो / वीडियो का पिछले वर्ष से डिजीटलीकरण जारी है। इन सभी को RRIDR में अपलोड किया गया है। आरआरआई के पीएचडी छात्रों द्वारा प्रस्तुत किए गए शोध-पत्रों को भी इस संग्रह में अपलोड किया जाता है। वर्ष 2015-16 के दौरान अपलोड की संख्या 630 रही और RRIDR पर कुल रिकॉर्ड की संख्या 7802 है।

संस्थान का इम्प्रिंट्स संकलन एक अद्वितीय बायो-बिबलियोग्राफिक डाटाबेस है जिसे विस्तार प्रदान करते हुए उन सभी वैज्ञानिकों की प्रोफाईल को शामिल किया गया है जिन्होंने आरआरआई छोड़कर किसी अन्य जगह कार्य करना आरंभ कर दिया परंतु अपने पीछे आरआरआई संबद्धता के दौरान प्रकाशनों के रूप में ज्ञानाधार (नॉलेज बेस) के कुछ इम्प्रिंट छोड़ गए हैं। बीते वर्ष के दौरान, इस डाटाबेस में 10 वैज्ञानिकों की प्रोफाईल को जोड़ा गया और अब कुल संख्या 30 हो गई है।

आरआरआई ग्रंथालय बेंगलूर विश्वविद्यालय, कुवेम्पु विश्वविद्यालय, शिमोगा एवं श्री जयचामराजेन्द्र (शास.) महिला पॉलिटेक्निक के छात्रों को इंटर्नशिप प्रशिक्षण प्रदान करते हुए मानव संसाधन विकास कार्यक्रम का समर्थन करता है। वर्तमान वर्ष के दौरान, इन संस्थानों के ग्रंथालय विज्ञान विभाग से कुल 10 छात्रों को संस्थान के ग्रंथालय में प्रशिक्षित किया गया।

इस वार्षिकी के दौरान, ग्रंथालय ने विशेष अवसरों जैसे स्वतंत्रता दिवस (अगस्त 2015), दशहरा (अक्टूबर 2015), स्वामी विवेकानंद जयंती (जनवरी 2016) और अंतर्राष्ट्रीय महिला दिवस (मार्च 2016) को चिन्हित करते हुए विषयगत पुस्तकों के प्रदर्शन की शुरूआत की है।

वर्ष 2015-16 में संस्थान के ग्रंथालय ने निम्न कार्यक्रमों का आयोजन किया:

दिनांक 14 नवम्बर 2015 को आरआरआई परिसर में एक विशेष कार्यक्रम आयोजित करते हुए राष्ट्रीय ग्रंथालय सप्ताह मनाया गया। विषय "एक्सप्लोरेशन ऑफ दी यूनिवर्स" पर प्रो उदय शंकर के व्याख्यान के बाद "इज़ देयर ए डिक्लाइन इन दी रीडिंग हेबिट इन डिजीटल एज" पर वाद-विवाद गोष्ठी (बहस) आयोजित की गई। चार आगामी ग्रंथपालों ने इस विषय पर दर्शकों की भागीदारी के साथ विचार किया।

दिनांक 12 फ़रवरी 2016 को NCSI NET, KALA और शारदा रंगनाथन एंडोमेंट फॉर लाइब्रेरी साइंस के सहयोग में A BITS and BYTES विशेष व्याख्यान सीरीज का एक व्याख्यान आरआरआई में आयोजित किया गया। श्री क्रिश क्लिटर्स, वीपी, स्प्रिंगर ने "From reading room access to text and data-mining: a journey of e-journal licensing to organizations" पर व्याख्यान दिया।

कम्प्यूटर सुविधाएँ

रामन अनुसंधान संस्थान के विभागों व भिन्न-भिन्न समूहों की कम्प्यूटर संबंधी विविध आवश्यकताओं की पूर्ति कम्प्यूटर समूह के सदस्यों द्वारा की जाती है। वैज्ञानिक कर्मचारी और पीएचडी छात्रों के पास उनकी मेज़ पर व्यक्तिगत कम्प्यूटर उपलब्ध हैं, कुछ स्थितियों में ये पोर्टेबल लेपटॉप हैं और अन्यथा डेस्कटॉप पर्शनल कम्प्यूटर। विविध प्रकार के कंफीग्यूरेशन वाले संस्थागत क्लस्टर कम्प्यूटिंग सिस्टमों के जरिए विशिष्ट अनुसंधानों के लिए हायर पर्फोर्मेन्स कम्प्यूटर प्रणाली प्रदान की जाती है जिन्हें कि संस्थान में अनुसंधानों की प्रकृति के हिसाब से विशिष्ट रूप से बनाया जाता है। यह समूह ईमेल, वर्ल्डवाइड वेब से इंटरनेट एक्सेस, प्रिंटिंग, वीपीएन, डिजीटल रिपोजिटरी, और ऐसी ही अन्य सेवाओं को प्रदान करता है व प्रबंधन करता है।

केम्पस नेटवर्क, तारगत व बेतार नेटवर्क दोनों ही का, अद्यतन 2015-16 के दौरान पूर्ण कर लिया गया। नया नेटवर्क IPv6 समर्थित है। यह परिसर में भवनों के मध्य 10Gbps का फाइबर इंटरकनेक्ट देता है और डेस्कटॉप में 1Gbps तारगत ईथरनेट कनेक्शन प्रदान करता है। डुअल-बैंड, 802.11b/g/n बेतार एक्सेस प्वाइंट जिसे कि बेतार LAN नियंत्रक से नियंत्रित किया जाता है का उपयोग करते हुए परिसर में बेतार नेटवर्क प्रदान किया गया है। कम्प्यूटर को आधुनिक, गतिशील व विश्वसनीय बनाए रखने के लिए पिछले वर्ष में तारगत व बेतार नेटवर्क कवरेज भी बढ़ाया गया।

कम्प्यूअर समूह ने डाटा माइग्रेशन का कार्य अपने हाथों में लिया और वर्तमान DSpace डिजीटल रिपोजिटरी के डाटा को सफ्लतापूर्वक DSpace के नवीनतम संस्करण में माइग्रेट किया। इन्होंने ओपन सोर्स कोहा ग्रंथालय प्रबंधन प्रणाली के कार्यान्वयन को भी देखा और वर्तमान व्यावसायिक LMS सॉफ्टवेयर – LibSys से डाटा को इसमें माइग्रेट किया। वर्तमान LibSys LMS के प्रतिदर्शात्मक डाटा को KOHA सॉफ्टवेयर में सफलतापूर्वक इम्पोर्ट किया गया। अभी LibSys के सम्पूर्ण डाटा को KOHA में अंतरित करने का कार्य जारी है।

एक ओपन सोर्स आईटी टिकिटिंग सिस्टम, OTRS का कार्यान्वयन किया गया है और इसका परिसर में आईटी संसाधनों से सहायता के लिए मदद के निवेदनों को ट्रेक करने के लिए उपयोग किया जा रहा है। इसका प्रधान उद्देश्य था संस्थान के उपयोगकर्ता समुदाय और कम्प्यूटर सेवा प्रदाता कर्मचारियों के मध्य बेहतर और पारदर्शी संवाद स्थापित करना। एक ओपन सोर्स आईटी संपत्ति प्रबंधन प्रणाली, OCS-NG का भी कार्यान्वयन किया गया है। इससे परिसर में उपलब्ध कम्प्यूटर और लैपटॉप के केन्द्रीकृत अभिलेखन आसान होगा।

भौतिक सर्वरों की संख्या को कम से कम करने व संसाधनों का प्रभावी उपयोग किये जाने के लिए KVM डेबियन लाइनेक्स (ओपन सोर्स) का प्रयोग करते हुए सर्वर वर्चुलाइजेशन का कार्य किया गया। DNS/NIS/DHCP सेवाएँ प्रदान करने वाले सर्वरों, LibSys (ग्रंथालय प्रबंधन सॉफ्टवेयर) सर्वर, आईटी टिकिटिंग सिस्टम और आईटी सम्पत्ति प्रबंधन प्रणाली को वर्चुअल सर्वर की तरह तैनात किया गया है।

परिसर में 1Gbps वाली उच्च गति के लिंक के जरिए इंटरनेट और नेशनल नॉलेज नेटवर्क (NKN) से कनेक्शन उपलब्ध है। यहाँ 10Mbps वाली पूर्णतया समर्पित लिंक के

जरिए इंटरनेट कनेक्शन भी उपलब्ध है। एक 2Mbps लीज्ड लाइन संस्थान को गौरीबिदनूर फील्ड स्टेशन से जोड़ती है। उपयोगकर्ताओं को भी LAN एक्सेस करने के लिए VPN प्रदान किया गया है।

संस्थान का हाई पफ र्मेंस कम्प्यूटिंग सिस्टम मल्टी-सीपीयू मल्टी-कोर प्रणाली से निहित है जिसे कि हाई स्पीड इंटरनल LAN के जरिए उपयोगकर्ता अपने डेस्कटॉप से उपयोग करते हैं। इन प्लेटफॉर्म पर विशिष्ट-उपयोग वाले सॉफ्टवेयर पैकेज के साथ-साथ डेवलपमेंट टूल्स भी उपलब्ध हैं। 16 नोड्स, 32 इंटेल Xeon X5570 प्रोसेसर, 256GB RAM और 32TB स्टोरेज वाला क्लस्टर कम्प्यूटर विशेष अनुसंधान की महत्वपूर्ण कम्प्यूटर अवश्यकताओं को पूर्ण करता है।

परिसर

रामन अनुसंधान संस्थान का परिसर बेंगलूर शहर के उत्तरी भाग में स्थित है। परिसर पेड़ व पौधों से परिपूर्ण 20 एकड़ के क्षेत्रफल में फैला हुआ है। जैसे ही कोई संस्थान के द्वार के अंदर आता है तो बाह्य महानगरीय व्यस्तता की चहल-पहल को पीछे छोड़ आता है। संस्थान का वातावरण अंदर से उतना ही निर्मल व मनोहर है जैसा कि परिसर से उम्मीद की जाती है जिसमें विभिन्न भवन व प्रयोगशालाओं के साथ-साथ बहुत हरियाली भी समाहित है। यह निर्मल व शांत वातावरण रचनात्मक कार्य व अनुसंधान गतिविधियाँ जो कि परिसर में चलती रहती हैं के लिए आदर्श परिवेश बनाता है।

परिसर सभी कार्यालयी भवनों, प्रयोगालयों, एक भोजनालय और अतिथिग्रह का एक समूह है। तथापि, जब कोई एक बार अंदर प्रवेश करता है तो वह किसी विख्यात अनुसंधान संस्थान के परिसर में है भूलकर यह अभिकल्पना करता है कि मानो वह किसी प्राकृतिक बगीचे में हो। सर सी वी रामन ने परिसर के अधिकांश लैंडस्केप का निर्माण किया और आरआरआई न्यास गर्व करता है कि उसने ऐसी नीतियों को अपनाया है जो इस अविलक्षण, प्राकृतिक वातावरण को संरक्षित रखती है।

परिसर में स्थित एक अतिथि गृह में ऐसी सभी आधुनिक सुविधाएँ उपलब्ध हैं जो अतिविशिष्ट आगंतुकों, आगंतुक शैक्षिकों एवं आगंतुक छात्रों को आराम से स्थान देता है। परिसर में एक भोजनालय भी है जो सभी अतिथियों को भोजन तथा संस्थान व भारतीय विज्ञान अकादमी के सभी कर्मचारियों के लिए भोजन व अल्पाहार भी उपलब्ध कराता है। विभिन्न प्रकार के सम्मिलन, अनौपचारिक बैठकें, संगीत सभाएँ तथा प्रीतिभोज सामान्यत: ग्राम पर आयोजित होते हैं जो मानवीयता से अभिकल्पित क्षेत्र है, जो परिसर पर पूर्ण रूप से स्वागतार्ह ग्रामीण वातावरण प्रदान करता है।

भोजनालय के नजदीक के भवन में एक छोटा चिकित्सालय है जहाँ परामर्शी चिकित्सक सप्ताह के अधिकतम कार्यदिवसों में निश्चित समय पर उपस्थित रहते हैं। खेल गतिविधियाँ परिसर जीवन का अभिन्न अंग हैं और दो बैडमिंटन कोर्ट अनुसंधान संकाय, कर्मचारी और छात्रों के लिए उपलब्ध है। फुटबॉल भी आरआरआई समुदाय के सदस्यों के लिए दैनिकचर्या का अंग है। आरआरआई में टेबल टेनिस और क्रिकेट प्रतियोगिताओं का नियमित आयोजन किया जाता है जिसमें छात्रों, और संकाय के सदस्यों तथा कर्मचारियों की अच्छी प्रतिभागिता रहती है।

शैक्षणिक कार्यक्रम

पीएचडी कार्यक्रम

आरआरआई में व्यापक पीएचडी कार्यक्रम है जो उत्साहित एवं प्रेरित छात्रों को अत्यधिक प्रतिस्पर्धात्मक वैश्विक अनुसंधान समुदाय से जुड़ने का अवसर प्रदान करता है। पीएचडी पाठ्यक्रम एक सावयव प्रक्रिया है जो युवा स्नातक छात्रों को उनके पूर्ण सृजनात्मक क्षमता को बाहर लाने और स्वतंत्र अनुसंधान संचालित करने की दक्षता को विकसित करने की चुनौती से अभिरचित है। आरआरआई छात्रों को संस्थान में संचालित अनुसंधान के चार वृहत क्षेत्रों के अंतर्गत अपनी वैयक्तिक रूचियों के अनुसार बौद्धिक स्वतंत्रता प्रदान करता है। इस तरह की स्वतंत्रता संकाय के साथ नियमित औपचारिक और अनौपचारिक अंत:क्रिया के रूप में उचित सलाह देते हुए प्रदान की जाती है और अन्य छात्रों को न केवल उन्हें स्वयं के बारे में सोचने बल्कि दूसरों को भी आलोचनात्मक रूप से प्रश्न करने के लिए प्रोत्साहित किया जाता है। एक नियमित विचार विनिमय और ज्ञान विज्ञान के प्रति ओपन-माइंडेड एप्रोच को बढ़ावा देता है और सीचने की इच्छाशक्ति, जैसो कि सभी जगह स्वीकारा गया है, शैक्षणिक क्षेत्र में सफलता के लिए अत्यधिक महत्वपूर्ण है। संस्थान के अंदर ही शैक्षणिक सदस्यों के अलावा भी, पीएचडी कार्यक्रम के अंतर्गत स्नातक छात्रों को संबंधित राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलनों और कार्यशालाओं में भाग लेने के जरिए वृहत एवं अधिक विविध वैज्ञानिक समुदायों से मिलने का अवसर दिया जाता है जहाँ वे अनुसंधान के अपने क्षेत्र में विशाल दृष्टिकोण के परिपेक्ष्य को प्राप्त करते हैं।

आरआरआई के छात्र अपनी पीएचडी उपाधि के लिए जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय, नई दिल्ली से पंजीकृत हैं। आरआरआई संयुक्त खगोलिकी कार्यक्रम (जेएपी) के लिए भारतीय विज्ञान संस्थान, बेंगलूर और जैविकी में भौतिकी कार्यक्रम के लिए राष्ट्रीय जैविकीय विज्ञान केंद्र के साथ भी प्रतिभागी है। पीएचडी कार्यक्रम के अतिरिक्त जानकारी, प्रवेश आवश्यकता और प्रक्रिया को संस्थान की वेबसाइट से पाया जा सकता है।

वर्तमान में, देशभर से पीएचडी कार्यक्रम में 76 छात्र नामांकित हुए और संस्थान के चार वृहत अनुसंधान समूह में से अनुसंधान संकाय सदस्यों के साथ अनुसंधान पर कार्य कर रहे हैं। पिछले वर्ष 9 पीएचडी उपाधियाँ प्रदान की गई और 9 पीएचडी शोध पत्र को समीक्षा के लिए प्रस्तुत किया गया।

डॉक्टरोत्तर अध्येतावृत्ति कार्यक्रम

आरआरआई डॉक्टरोत्तर अध्येतावृत्ति कार्यक्रम प्रदान करती है जो कि वर्षभर आवेदन स्वीकार करता है। अध्येतावृत्ति प्रारंभ में दो वर्ष की अवधि के लिए प्रदान की जाती है और सामान्यत: तीन अनुगामी समीक्षा के लिए बढ़ायी जाती है। डॉक्टरोत्तर अध्येताओं से स्वतंत्र रूप से कार्य करने की उम्मीद की जाती है और इस आशय से पूर्ण शैक्षणिक स्वतंत्रता है कि वे स्वयं अपनी अनुसंधान समस्याओं और समन्वयक का चयन कर सके: यह आवश्यक नहीं है कि डॉक्टरोत्तर अध्येता आरआरआई के चार वृहत अनुसंधान क्षेत्रों में से किसी भी कार्यक्षेत्र के अंतर्गत कार्य करें अथवा संस्थान के किसी विशेष अनुसंधान संकाय से संलग्नित हों। तथापि, यह उम्मीद की जाती है कि उनकी पेशेवर अनुसंधान रूचियाँ और अनुसंधान में पिछले अनुभवों में संस्थान के जारी और संभावित अनुसंधान योजना के साथ महत्वपूर्ण अधिव्यापन रहे। इसका कारण यह है कि आरआरआई नहीं चाहता कि डॉक्टरोत्तर अध्येता अलक रहकर कार्य करें। बल्कि, संकाय सदस्यों के साथ एक अच्छी पारस्परिक लाभकारी बातचीत होना अपेक्षित है ताकि आपसी सहयोग बना रहे। भले ही कोई शिक्षण उत्तरदायित्व नहीं हैं फिर भी संस्थान की शैक्षणिक गतिविधियों में अध्येताओं की प्रतिभागिता और सह-परिदर्शक के रूप में छात्र पर्यवेक्षण को प्रोत्साहित किया जाता है।

आवेदक जिन्हें कम से कम एक वर्ष का डॉक्टरोत्तर अनुसंधान का अनुभव है और मूलभूत और स्वतंत्र अनुसंधान संचालित करने में सक्षम होने का प्रमाणित पिछला रिकॉर्ड हो, आरआरआई द्वारा प्रदान की जाने वाली पंचरत्नम अध्येतावृत्तियों की सीमित संख्या के लिए आवेदन प्रस्तुत कर सकते हैं। इसके भी आवेदन वर्षभर स्वीकार किये जाते हैं और इसकी प्रक्रिया में 4 से 6 माह लगते हैं। यह अध्येतावृत्ति 3 वर्ष की होती है। डॉक्टरोत्तर और पंचरत्नम अध्येतावृत्तियों के बारे में अधिक जानकारी वेबसाइट www.rri.res.in से प्राप्त की जा सकती है।

वर्तमान में देश और विदेश से आरआरआई में कुल 13 डॉक्टरोत्तर एवं पंचरत्नम अध्येता हैं और एक डीएसटी INSPIRE फेक्ल्टी है।

आगंतुक छात्र कार्यक्रम (वीएसपी)

वर्तमान में प्रतिभावान स्नातक एवं स्नातकोत्तर छात्रों को अनुसंधान का अनुभव प्रदान करने वाला आगंतुक छात्र कार्यक्रम इस वर्ष भी रामन अनुसंधान संस्थान में जारी रहा। यह आगंतुक छात्र कार्यक्रम वर्ष भर चलता है।

अपने दौरे की अवधि के दौरान, ये छात्र संस्थान के कम से कम एक कर्मचारी सदस्य के साथ उपयुक्त परियोजना अथवा परियोजना के अंश में, जैसा उपयुक्त हो, पर निकटता से काम करते हैं। छात्रों के अनुसंधान कार्य और उनका संस्थान के कर्मचारियों एवं पीएचडी छात्रों के साथ वार्तालाप (प्रयोग कार्य) से उन्हें आमतौर पर आरआरआई में चल रहे विभिन्न अनुसंधानों से अवगत कराने के साथ-साथ विशेषरूप से अनुसंधान कार्य में प्रथम अनुभव प्रदान करने की उम्मीद की जाती है।

एक ही समय में आगंतुक छात्रों की कुल संख्या को उपलब्ध परियोजना, परामर्शक तथा संगत संसाधनों के कारण सीमित रखा जाता है। वर्ष 2015-2016 के दौरान, देश के विभिन्न भागों से कुल 122 छात्रों ने छः सप्ताह से लेकर छः माह की अवधि तक के अपने दौरे के लिए इस कार्यक्रम में भाग लिया।

आरआरआई में लोग

शैक्षणिक कर्मचारी

खगोलिकी एवं ताराभौतिकी

रवि सुब्रह्मण्यन (निदेशक)

अनुसंधान रूचि: प्रेक्षणीय ब्रम्हांडिकी, अतिमंदाकिनीय खगोलिकी, एंटीना और संकेत संसाधन

ईमेल: rsubrahm@rri.res.in

शिव कुमार सेठी (समन्वयक)

अनुसंधान रूचि: ब्रम्हांडिकी

ईमेल: sethi@rri.res.in

एन उदय शंकर

अनुसंधान रूचि:

1. पुनर्आयनीकरण काल की खोज (ईओआर),
2. पुनर्सयोजन काल की खोज के लिए एक व्यूह रचना,
3. रेडियो खगोलिकी के लिए संकेत संसाधन और उपकरणन

ईमेल: uday@rri.res.in

बिमन नाथ

अनुसंधान रूचि: गैलेक्सियों के साथ विसरित गैस की अभिक्रिया, मंदाकिनीय बर्हिवाह, अंतरिक्षी किरणें, अंतरागुच्छ (इंटराक्लस्टर) माध्यम

ईमेल: biman@rri.res.in

अविनाश देशपाण्डे

अनुसंधान रूचि: रेडियो खगोलिकी, संकेत और प्रतिचित्र संसाधन, रेडियो चलायमानक, पल्सर्स, ध्रुवीकरण, उपकरणन

ईमेल: desh@rri.res.in

बी रमेश

अनुसंधान रूचि: हमारी एवं अन्य मंदाकिनियों में विसरित पदार्थ, एनालॉग एवं डिजीटल संकेत संसाधन, खगोलिकी के लिए तकनीक एवं उपकरणन; मस्तिष्क कम्प्यूटर अंतरफलक और रोगी सहायक प्रणालियाँ

ईमेल: ramesh@rri.res.in

एस श्रीधर

अनुसंधान रूचि: (1) बाह्य ग्रहीय गतिकी, (2) मंदाकिनीय न्यूक्ली में तारकीय (स्टेलर) गतिकी

ईमेल: ssridhar@rri.res.in

सीआर सुब्रह्मण्या (आगंतुक प्रोफेसर)

अनुसंधान रूचि: ब्रम्हांडिकी, अतिमंदाकिनीय रेडियो स्त्रोत, सर्वेक्षण, उपकरणन और संकेत संसाधन

ईमेल: crs@rri.res.in

बिश्वजीत पॉल

अनुसंधान रूचि: एक्स-किरण ध्रुवणमापी के लिए विकासात्मक कार्य, एस्ट्रोसेट, और एक एक्स-किरण पल्सर आधारित अंतरग्रहीय नौपरिवहन (नेविगेशन) तंत्र तथा सघन एक्स-किरण स्त्रोतों के विभिन्न पहलुओं का अन्वेषण

ईमेल: bpaul@rri.res.in

केएस द्वारकानाथ

अनुसंधान रूचि: मंदाकिनियों का गुच्छ एवं समूह, उच्च z पर HI

ईमेल: dwaraka@rri.res.in

लक्ष्मी सरीपल्ली (आरआरआई न्यास निधियत पद)

अनुसंधान रूचि: रेडियो मंदाकिनी आकृतिविज्ञान, विशाल रेडियो मंदाकिनियाँ, मंदाकिनीय परिवेश

ईमेल: lsaripal@rri.res.in

नयनतारा गुप्ता

अनुसंधान रूचि: न्यूट्रीनो एवं गामा किरण खगोलिकी, ब्रम्हांडिकीय किरणों का उद्भव एवं प्रसार, खगोलकण भौतिकी

ईमेल: nayan@rri.res.in

जिहाद आर तौमा (आगंतुक प्रोफेसर)

अनुसंधान रूचि: तारकीय काले छिद्र न्यूक्ली में अस्थायित्वता से लेकर ग्रहीय तंत्रों के प्रारूपण एवं क्रमविकास (अस्तव्यस्त) और समूहों का स्व-संगठन तक से संबंधित दायरों में फैला गत्यात्मक तंत्र। आप वर्तमान में अतिविशाल काले छिद्रों के चारों तरफ स्व-गुरूत्वीय तंत्र की सांख्यिकीय यांत्रिकी पर कार्य कर रहे हैं। विशेष रूप से, आप प्रो. एस श्रीधर (आरआरआई) को ऐसी प्रणालियों में प्रतिध्वनित (रेजोनेंट) नियामन के सिद्धांत पर सहयोग कर रहे हैं।

ईमेल: jihad.touma@gmail.com

मयूरी एस (अनुसंधान सहयोगी)

अनुसंधान रूचि:

i) पुनर्संयोजन काल से प्रायोगिक रूप से वर्णक्रम संकेतों के संसूचन का अनुकरण एवं साध्य अध्ययन

ii) संश्लेषित आकाशीय वर्णक्रम से पुनर्आयनीकरण संकेत के 21-cm वैश्विक काल की पुनःप्राप्ति की दिशा में अग्रिम मॉडलिंग के लिए अधिकतम स्पष्ट एल्गोरिथ्म (कलनविधि) का अनुप्रयोग

ईमेल: mayuris@rri.res.in

लक्ष्मी एम नायर (अनुसंधान सहयोगी) 9.3.2016 से

अनुसंधान रूचि: एकल-अवयवी अंतरफ लकमापी और इनका सुपरनोवा खोज इंजन की तरह परिनियोजन। उच्च आवृत्ति रेडियो खगोलिकी के उपकरणन - प्रवर्धक, लघु-ध्वनि मिश्रक, दोलक इत्यादि, के अतिरिक्त उच्च आवृत्ति रेडियो खगोलिकी में भी।

ईमेल: lekshmi@rri.res.in

विराल पारेख (डॉक्टरोत्तर अध्येता)

अनुसंधान रूचि: मंदाकिनी समूह, विसरित रेडिया स्त्रोत, GLEAM सातत्य सर्वेक्षण, और जीएमआरटी प्रेक्षण

ईमेल: viral@rri.res.in

प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी

रेजी फिलिप (समन्वयक)

अनुसंधान रूचि: अरैखिक प्रकाशिकी, लेज़र प्रजनित प्लाज्मा और अतितीव्र घटनाएँ

ईमेल: reji@rri.res.in

सादिक रंगवाला

अनुसंधान रूचि: शीत, जलमिश्रित गैस टुकड़ियों में प्रमात्रा अभिक्रियाएँ, परमाणु-केविटी अभिक्रियाएँ, केविटी QED

ईमेल: sarangwala@rri.res.in

हेमा रामचन्द्रन

अनुसंधान रूचि: यादृच्छिक माध्यम में प्रकाश, कुछ-परमाणु एवं कुछ-फोटोन प्रणाली, मस्तिष्क-कम्प्यूटर अंतरफलक

ईमेल: hema@rri.res.in

अंदल नारायणन

अनुसंधान रूचि: परमाणु एवं प्रकाश के साथ प्रमात्रा प्रकाशिकी, परमाणु-प्रमात्रा-प्रकाशिकी प्रणाली में प्रमात्रा मापन

ईमेल: andal@rri.res.in

उर्बशी सिन्हा

अनुसंधान रूचि: प्रमात्रा सूचना, प्रमात्रा संगणना और एकल फोटोनों का उपयोग करते हुए प्रमात्रा संचार, प्रमात्रा स्थापन में प्रयोग।

ईमेल: usinha@rri.res.in

सप्तऋषि चौधुरी (5.10.2015 से)

अनुसंधान रूचि: प्रकाशिक व चुम्बकीय सामानों में अतिशीत परमाणु व अणु; पतित गैसों का प्रयोग करते हुए संघनित पदार्थ भौतिकी की प्रमात्रा अनुकरण, परिशुद्धता माप

ईमेल: srishic@rri.res.in

सौरव दत्ता (डीएसटी–इंस्पायर प्राध्यापक)

अनुसंधान रूचि: अतिशीत परमाणुओं, ऑयनों एवं अणुओं का शीतलन एवं ट्रेपिंग, अतिशीत होमोनाभिकीय और हीटरोनाभिकीय अणुओं का प्रतिचित्रारूपण (फोटोसोसिएशन), परमाणुओं, ऑयनों एवं अणुओं का प्रकाशिकीय संशोधन, अभिक्रियाओं का केविटी आधारित संसूचन

ईमेल: sourav@rri.res.in

अनिल कुमार एम (डॉक्टरोत्तर अध्येता)

अनुसंधान रूचि: प्रमात्रा प्रकाशिकी, प्रकाश-यांत्रिकी, प्रमात्रा यांत्रिकी के मूलाधार

ईमेल: anilk@rri.res.in

संजुक्ता रॉय (पंचरत्नम अध्येता) 3.11.2015 से

अनुसंधान रूचि: अतिशीत रैडबर्ग परमाणुओं के साथ प्रमात्रा जटिलता/उलझन, अक्रमित संभाव्यता की प्रमात्रा गैसों का एंडरसन स्थानीकरण

ईमेल: sanjukta@rri.res.in

के के अनूप (डॉक्टरोत्तर अध्येता) 14.1.2016 से

अनुसंधान रूचि: अत्यंत लघु लेज़र पृथक्करण (अंशोच्छेदन), लेज़र उत्पादित प्लाज्मा निदानिकी, लेज़र प्रेरित प्लाज्मा स्पेक्ट्रोस्कोपी, स्पंदित लेज़र निक्षेपण, प्रकाशिक-भंवर (वर्टेक्स) लेज़र पृथक्करण, और फेम्टोसेकण्ड लेज़र सतह सूक्ष्म/नैनोविन्यास और इनका अनुप्रयोग

ईमेल: anoop@rri.res.in

मृदु संघनित पदार्थ

यशोधन हट्वाल्ने (समन्वयक)

अनुसंधान रूचि: तरल स्फटिकों का घटना प्रधान सिद्धांत, पॉलिक्रिस्टेलाइट्स और झिल्लियाँ

ईमेल: yhat@rri.res.in

संदीप कुमार

अनुसंधान रूचि: तरल स्फटिक नैनोविज्ञान, तरल स्फटिकों का संश्लेषण और भौतिक अध्ययन

ईमेल: skumar@rri.res.in

रघुनाथन वी ए

अनुसंधान रूचि: लिपिड बाइलेयर्स, मजबूत पॉलिइलेक्ट्रोलाइट बंध की उपस्थिति में एम्फीफाइल्स, लिपिड स्टेरॉल झिल्लियों के यांत्रिकीय गुणधर्म और अवस्था व्यवहार

ईमेल: varaghu@rri.res.in

अरूण रॉय

अनुसंधान रूचि: मृदु संघनित पदार्थ भौतिकी, अवस्था परिवर्तन, तरल स्फटिकों की वैद्युत-प्रकाशिकी, तरल स्फटिकों का नैनो-कण यौगिक, माइक्रो रामन स्पेक्ट्रोस्कोपी, तरल स्फटिकों का घटनाप्रधान सिद्धांत

ईमेल: aroy@rri.res.in

प्रतिभा आर

अनुसंधान रूचि: तरल स्फटिकों में कीरेलिटी, तरल स्फटिकों में वैद्युत क्षेत्र प्रेरित अवस्था परिवर्तन, पॉलिइलेक्ट्रोलाइटों का परावैद्युत गुणधर्म, तरल स्फटिक-नैनो कण यौगिक

ईमेल: pratibha@rri.res.in

विजयराघवन डी

अनुसंधान रूचि: वैद्युत, लियोट्रोपिक तरल स्फटिक का प्रकाशिक एवं प्रतिचुम्बकीय गुणधर्म और तरल स्फटिक-नैनोकण सम्मिश्रण, तरल स्फटिकों में नैनोसंरचनाओं का स्वसमूहन

ईमेल: vijay@rri.res.in

लक्ष्मीनारायणन वी

अनुसंधान रूचि: आयनिक तरलों के समान गाढ़ा गलनक्रांतिक विलयन, सिलेन विधि आईटीओ सतह

ईमेल: narayan@rri.res.in

रंजिनी बंद्योपाध्याय

अनुसंधान रूचि: संरचना, गैर-न्यूटोनियन द्रवों (तरल पदार्थों) की गतिकी और रियोलॉजी, एजिंग एवं सॉफ्ट ग्लासी रियोलॉजी, संकर तरल पदार्थों में बहाव-संरचना सहसंबंध, मिसेलर पैकिंग, ड्रग डिलीवरी के लिए वाहक की तरह कोपॉलिमर मिसेल्स का उपयोग करते हुए नियंत्रित, लक्षित ड्रग डिलीवरी, अंतरफलकीय अस्थायित्वता, संकर बहावों को मापने के लिए श्यानमापी की अभिकल्पना (रूपांकन), कलिलीय (कोलाइडल) प्रलंबन की स्थायित्वता और अवसादन (सेडिमेंटेशन), ग्रेनुलर मीडिया (दानेदार पदार्थों) की भौतिकी

ईमेल: ranjini@rri.res.in

रूक्मोंगतन टी एन (अवकाशप्राप्त वैज्ञानिक)

अनुसंधान रूचि: प्रदर्शन उपकरण और एलसीडी प्रचालन में संकेत संसाधन का अनुप्रयोग

ईमेल: ruck@rri.res.in

प्रमोद पुलर्कट

अनुसंधान रूचि: मृदु संघनित पदार्थ, विशेषतया, अक्षतंतुओं का यांत्रिकीय गुणधर्म और अस्थायित्वता तथा स्टेम कोशिकाओं के अंतरण में पैटर्न प्रारूपण

ईमेल: pramod@rri.res.in

गौतम सोनी

अनुसंधान रूचि: क्रोमेटिन की नैनो-जैव-भौतिकी

ईमेल: gvsoni@rri.res.in

एन वी मधुसूदन (अवकाशप्राप्त प्रोफेसर)

अनुसंधान रूचि: मृदु संघनित पदार्थ, तरल स्फटिक

ईमेल: nvmadhu@rri.res.in

प्रमोद तडापत्री (डॉक्टरोत्तर अध्येता)

अनुसंधान रूचि: तरल स्फटिकों का वैद्युत क्षेत्र प्रभाव, बहुवैद्युतअपघट्यों का प्रकाशिक व परावैद्युत अध्ययन

ईमेल: tad@rri.res.in

नुपुर बिश्वास (डॉक्टरोत्तर अध्येता) 21.8.2015 से

अनुसंधान रूचि: प्रतिरोधक स्पंद तकनीक, इस तरह से एकल आण्विक स्तर पर जैविकीय मैक्रोअणुओं के संसूचन में अधिक्तया प्रयुक्त तकनीक, और निम्न में इसका संभाव्य अनुप्रयोग

1) दो पायसयुक्त अमिश्रणीय तरलों में भेद करना – विशेष रूप से - जल में तेल अथवा जल में तेल-जैसे प्रदूषक और
2) सूक्ष्म/नैनोरन्ध्रों से होते हुए पुटिका (एक लिपिड बाईलेयर द्वारा घिरी हुई गोलाकारीय संरचना) विस्थापन

ईमेल: nupur@rri.res.in

अनुराधा भट्टाचार्य (डॉक्टरोत्तर अध्येता)

अनुसंधान रूचि: एकल अणु बल मापन तकनीक जैसे एएफएम और प्रकाशिक ट्वीजर्स, नैनोप्रौद्योगिकी उपकरणों द्वारा आण्विकीय जैविक घटनाओं का अध्ययन

ईमेल: anuradha@rri.res.in

परमेष गडिगे (डॉक्टरोत्तर अध्येता) 25.11.2015 से

अनुसंधान रूचि: कांच-प्रारूपण तरलों में गतिकी, कांच एवं सम्मिश्र द्रव पदार्थ

ईमेल: paramesh@rri.res.in

सैद्धांतिक भौतिकी

संजीब सभापंडित (समन्वयक)

अनुसंधान रूचि: सांख्यिकीय भौतिकी

ईमेल: sanjib@rri.res.in

जोसेफ सेमुअल

अनुसंधान रूचि: ज्यामितिक अवस्थाएँ, सामान्य सापेक्षता प्रमात्रा मापन प्रमात्रा उलझन

ईमेल: sam@rri.res.in

मदन राव

अनुसंधान रूचि: गैर-साम्य सांख्यिकीय यांत्रिकी, मृदु पदार्थ, जैविकी, सूचना सिद्धांत, नियंत्रण सिद्धांत

ईमेल: madan@rri.res.in

सुमती सूर्या

अनुसंधान रूचि: क्लासिकल एवं प्रमात्रा गुरूत्वाकर्षण

ईमेल: ssurya@rri.res.in

माधवन वरदराजन

अनुसंधान रूचि: क्लासिकल एवं प्रमात्रा गुरूत्वाकर्षण

ईमेल: madhavan@rri.res.in

एन कुमार (अवकाश प्राप्त प्रोफेसर)

अनुसंधान रूचि: प्रमात्रा प्रथम-निर्गम समय (Q-FPT) मॉडल, क्लासिकल हार्मोनिक गतिकी विशेष रूप से स्पाइडर ड्रेगलाइन सिल्क फाइबर में प्रत्यास्थ ऊर्जा संवहन, ब्होर-वेन ल्यूवेन प्रमेय

ईमेल: nkumar@rri.res.in

सुपूर्णा सिन्हा

अनुसंधान रूचि: सैद्धांतिक भौतिकी

ईमेल: supurna@rri.res.in

दिब्येन्दु रॉय (4.12.2015 से)

अनुसंधान रूचि: सैद्धांतिक संघनित पदार्थ भौतिकी, सांख्यिकीय यांत्रिकी और परमाण्विक, आण्विक व प्रकाशिक भौतिकी

ईमेल: droy@rri.res.in

उर्बशी सतपती (डॉक्टरोत्तर अध्येता) 28.1.2016 से

अनुसंधान रूचि: प्रमात्रा सूचना, गैर-साम्य सांख्यिकीय यांत्रिकी, प्रमात्रा संवहन

ईमेल: urbashi@rri.res.in

अनुपम कुन्दु (आगंतुक वैज्ञानिक) 4.12.2015 से

अनुसंधान रूचि: साम्य प्रणाली का बहुकण प्रणाली जिन्हें सामूहिक रूप से बाह्य बलों (स्थानीय अथवा वैश्विक रूप से) को लगाने के द्वारा प्राप्त साम्यता अथवा सीमाओं में से लिया गया है जहाँ निम्न विमाओं में प्राय:कर प्रणाली के संवहन गुणधर्म असंगत अथवा विषम रहते हैं के साथ परस्पर क्रिया के विभिन्न पक्ष। आपकी अन्य अनुसंधान रूचि में निहित है छोटी गैर-साम्य प्रणालियों की स्टोकेस्टिक ऊष्मागतिकी, धारा उच्चावचन, वृहत विचलन और परम मान सांख्यिकी।

ईमेल: anupam.kundu@icts.res.in

अभिषेक धर (आगंतुक प्रोफेसर)

अनुसंधान रूचि: गैर-साम्य सांख्यिकीय यांत्रिकी के क्षेत्र। वर्तमान की प्रमुख अभिरूचियों में से एक है निम्न विमीय प्रणालियों में ऊष्मा संवहन के जलगतिक सिद्धांत को तैयार करने का प्रयास करना, जहाँ ऐसा लगता है कि फूरियर का नियम मान्य नहीं है। आप छोटी प्रणाली अथवा तंत्रों में ऊष्मा व कण संवहन को समझने के लिए सैद्धांतिकीय दृष्टिकोणों को भी विकसित करने का प्रयास कर रहे हैं। वर्तमान की कुछ अन्य अभिरूचियों में निहित हैं चिन्हित कण विसरण, गैर-साम्य तंत्र में उच्चावचन और प्रमात्रा यांत्रिकी में आगमन समय समस्या।

ईमेल: dabhi@rri.res.in

वैज्ञानिक/तकनीकी कर्मचारी

इलेक्ट्रॉनिक अभियांत्रिकी समूह

ए रघुनाथन (प्रभारी)
raghu@rri.res.in

के एस श्रीवाणी (अध्यक्ष, आरएएल समन्वयन समिति)
vani4s@rri.res.in

अरासी सत्यमूर्ति
arasi@rri.res.in

बी एस गिरीश
bsgiri@rri.res.in

एम आर गोपाल कृष्ण
gkrishna@rri.res.in

पीए 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 नागराज
nraj@rri.res.in

टी प्रभु
prabu@rri.res.in

केबी राघवेन्द्र राव
kbrrao@rri.res.in

संध्या
sandhya@rri.res.in

जी सरबगोपालन
gopal@rri.res.in

आर सोमशेखर
som@rri.res.in

एस सुजाता
sujathas@rri.res.in

टी एस ममता
mamatha@rri.res.in

के आर विनोद
vinod@rri.res.in

पी वी रिशिन
rishinpv@rri.res.in

प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी

एम एस मीना
meena@rri.res.in

मृदु संघनित पदार्थ

ए दासन (सतर्कता अधिकारी)
dhas@rri.res.in

मोहम्मद इशाक
ishaq@rri.res.in

एच टी श्रीनिवास
seena@rri.res.in

के एन वसुधा
vasudha@rri.res.in

डी विजयराघवन
vijay@rri.res.in

यांत्रिक अभियांत्रिकी सेवाएँ

मोहम्मद इब्राहिम (प्रभारी) 4.8.2015 से
एम अचनकुन्जु
आर एलुमलई
के ओ फ्रांसिस
वी गोकुल चन्द्रन
एम मणी
एन नारायणस्वामी
टी पुट्टास्वामी
एम सुरेश कुमार
पी श्रीनिवास
शिवशक्ति

कम्प्यूटर

जेकब राजन (प्रभारी)
jacobr@rri.res.in

बी श्रीधर
sridhar@rri.res.in

एस कृष्ण मूर्ति
skmurthy@rri.res.in

गौरीबिदनूर दूरदर्शक

एच ए अश्वथप्पा
aswath@rri.res.in

ग्रंथालय

तकनीकी

बी एम मीरा, ग्रंथपाल
meera@rri.res.in

एम मंजुनाथ
manu@rri.res.in

एम एन नागराज
nagaraj@rri.res.in

मंजुनाथ कद्दिपुजार
kaddipujar@rri.res.in

वाणी हीरेमठ (4.4.2015 से)
vanih@rri.res.in

सहायक कर्मचारी

सी एलुमलई

पीएचडी छात्र

खगोलिकी एवं ताराभौतिकी

जगदीश चन्द्र जोशी
अनुसंधान रूचि: खगो-कण भौतिकी
ईमेल: jagdish@rri.res.in
सलाहकार: नयनतारा गुप्ता

अबीर सरकार (जेएपी छात्र)
अनुसंधान रूचि: ब्रम्हाण्डिकी, विशेष रूप से गहरे रंग के पदार्थ एवं उनका उद्भव
ईमेल: abir@rri.res.in
सलाहकार: शिव सेठी

कार्तिक सरकार (जेएपी छात्र)
अनुसंधान रूचि: मंदाकिनी और ब्रम्हाण्डिकी – विषय – मंदाकिनियों से बड़े पैमाने पर एवं धात्विक बर्हिवाह
ईमेल: kcsarkar@rri.res.in
सलाहकार: बिमन नाथ

अर्पिता रॉय (जेएपी छात्र)
अनुसंधान रूचि: मंदाकिनीय अध्ययन
ईमेल: arpita@rri.res.in
सलाहकार: बिमन नाथ

करमवीर कौर
अनुसंधान रूचि: न्यूक्लियर स्टार क्लस्टरों की निरपेक्ष गतिशीलता
ईमेल: karamveer@rri.res.in
सलाहकार: एस श्रीधर

प्रियंका सिंह
अनुसंधान रूचि: ब्रम्हाण्डिकी एवं मंदाकिनी भौतिकी
ईमेल: priyankas@rri.res.in
सलाहकार: बिमन नाथ

नफीसा अफ्ताब
अनुसंधान रूचि: अभिवृद्धि जनित बाइनरी क्ष-किरण पल्सर्स
ईमेल: nafisa@rri.res.in
सलाहकार: बिश्वजीत पॉल

लीजो थॉमस जॉर्ज
अनुसंधान रूचि: मंदाकिनी समूहों से उत्सर्जन विसरण
ईमेल: lijo@rri.res.in
सलाहकार: शिव सेठी और के एस द्वारकानाथ

नज़मा सैयद (जेएपी छात्र)
अनुसंधान रूचि: क्ष-किरण बाइनरी
ईमेल: nazma@rri.res.in
सलाहकार: बिश्वजीत पॉल

सौरभ पॉल
अनुसंधान रूचि: पुनर्आयनीकरण काल, ब्रम्हाण्डिकी
ईमेल: sourabh@rri.res.in
सलाहकार: शिव सेठी, के एस द्वारकानाथ, एन उदय शंकर, रवि सुब्रह्मण्यन

गायत्री रामन
अनुसंधान रूचि: क्ष-किरण खगोलिकी
ईमेल: graman@rri.res.in
सलाहकार: बिश्वजीत पॉल

कुमार रविरंजन
अनुसंधान रूचि: पल्सरों से रेडियो संकेतों की टिमटिमाहट
ईमेल: raviranjan@rri.res.in
सलाहकार: अविनाश देशपाण्डे

जानकी रास्ते (जेएपी छात्र)
अनुसंधान रूचि: ब्रम्हाण्डिकी
ईमेल: janakee@rri.res.in
सलाहकार: शिव सेठी

वरूण
अनुसंधान रूचि: क्ष-किरण उपकरणन
ईमेल: varun@rri.res.in
सलाहकार: बिश्वजीत पॉल

सौरभ सिंह
अनुसंधान रूचि: रेडियो खगोलिकी, विशेषतया पुनर्आयनीकरण काल और सरस (SARAS) प्रयोग
ईमेल: saurabhs@rri.res.in
सलाहकार: रवि सुब्रह्मण्यन, शिव सेठी, एन उदय शंकर

राज प्रिंस
अनुसंधान रूचि: उच्च ऊर्जा न्यूट्रीनो के संभाव्य स्त्रोत की तरह AGN (Blazars) का उपयोग करते हुए आइस क्यूब संसूचक द्वारा संसूचित उच्च ऊर्जा (PeV) न्यूट्रीनो घटनाओं को स्पष्ट करना
ईमेल: rajprince@rri.res.in
सलाहकार: नयनतारा गुप्ता

आकाश कुमार पटवा (27.7.2015 **से**)
अनुसंधान रूचि: पुन:आयनीकरण काल (ईओआर) का सैद्धातिक व पर्यवेक्षणीय अध्ययन, एमडब्ल्यूए का उपयोग करते हुए ईओआर के HI संकेतों का संसूचन
ईमेल: akpatwa@rri.res.in
सलाहकार: शिव सेठी, के एस द्वारकानाथ

सिद्धार्थ गुप्ता (जेएपी छात्र, 27.5.2015 **से)**
अनुसंधान रूचि: अंतरतारिकीय माध्यम के सघन भागों में बहु सुपरनोवा द्वारा सक्रिय सुपरबबल के विभिन्न पक्ष और इन सुपरबबलों में भिन्न-भिन्न अस्थायित्वताओं के प्रभाव के चलते मंदाकिनियों में से वृहत पैमाने के बहिर्वाह।, गतिकी, विशेष रूप से इसमें विकिरण दाब के प्रभाव, का अध्ययन जलगतिकीय अनुकरण एवं वैश्लेषिक गणनाओं की सहायता से किया जाएगा।
ईमेल: siddhartha@ri.res.in
सलाहकार: बिमन नाथ

प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी

ज्योति एस (31.7.2015 **तक**)
अनुसंधान रूचि: शुष्क परमाणु एवं अणु
ईमेल: jyothi@rri.res.in
सलाहकार: सादिक रंगवाला

राहुल सावंत वैजनाथ
अनुसंधान रूचि: अतिशुष्क तनुकृत गैसों में अभिक्रियाएँ
ईमेल: rahuls@rri.res.in
सलाहकार: सादिक रंगवाला

कार्तिक एच एस
अनुसंधान रूचि: प्रमात्रा सूचना, प्रमात्रा मूलसिद्धांत
ईमेल: karthik@rri.res.in
सलाहकार: अंदल नारायणन

मुहम्मद शफी ओल्लाखाँ
अनुसंधान रूचि: गहन प्रकाश-पदार्थ अभिक्रियाएँ
ईमेल: ollakkans@rri.res.in
सलाहकार: रेजी फिलिप

निरंजन मैनेनी
अनुसंधान रूचि: प्रमात्रा अभिक्रियाएँ (आयन-परमाणु अभिक्रियाएँ और परमाणु-केविटी युग्मन)
ईमेल: niranjan@rri.res.in
सलाहकार: सादिक रंगवाला

आशुतोष सिंह
अनुसंधान रूचि: प्रमात्रा सूचना
ईमेल: ashutoshs@rri.res.in
सलाहकार: उर्बशी सिन्हा

सिमनराज साधना

अनुसंधान रूचि: प्रमात्रा सूचना एवं संगणना

ईमेल: simanraj@rri.res.in

सलाहकार: उर्बशी सिन्हा

अतुल वीणु

अनुसंधान रूचि: विशिष्ट परिवेश जैसे निर्वात क्षेत्रों, ऊष्मीय प्रक्षालन, अथवा अनुकूल व अवरूद्ध विकिरण क्षेत्रों के अधीन तीन स्तरीय प्रणाली में मुक्त प्रमात्रा प्रणाली का सिद्धांत। मार्कोवियन के साथ-साथ गैर मार्कोवियन प्रक्षेत्रों के परिवेश के प्रभाव के अंतर्गत अनुकूलन तथा अवस्थाओं की प्रणालीगत वृद्धि सघनता के क्रमिकविकास का अध्ययन करना।

ईमेल: atulv@rri.res.in

सलाहकार: अंदल नारायणन

सागर सूत्रधार

अनुसंधान रूचि: परमाण्विक, आण्विक और प्रकाशिक भौतिकी

ईमेल: sagar@rri.res.in

सलाहकार: सादिक रंगवाला

सुबोध

अनुसंधान रूचि: परमाण्विक, आण्विक और प्रकाशिक भौतिकी

ईमेल: subodh@rri.res.in

सलाहकार: सादिक रंगवाला

सूर्य नारायण साहू

अनुसंधान रूचि: एकल फोटॉनों का प्रयोग करते हुए कमजोर मापन

ईमेल: suryans@rri.res.in

सलाहकार: उर्बशी सिन्हा

अजय कुमार

अनुसंधान रूचि: द्विविमीय पदार्थों के संश्लेषण और NLO गुणधर्म

ईमेल: ajayk@rri.res.in

सलाहकार: रेजी फिलिप

अय्यप्पन जे

अनुसंधान रूचि: अरैखिकता से प्रेरित लाभ और चक्रीय परमाण्विक प्रणाली में अवस्था संवेदी उत्तेजनता का प्रयोग करते हुए अवशोषण घटनाओं, जो भू-अवस्था अनुकूलन दर्शाए, का अध्ययन। इस आशय का उपयोग करते हुए हम एक बहुत संवेदनशील सूक्ष्मतरंग चुम्बकनमापी का निर्माण करेंगे।

ईमेल: ayyappan@rri.res.in

सलाहकार: अंदल नारायणन

श्रेयस पी दिनेश

अनुसंधान रूचि: परमाण्विक, आण्विक और प्रकाशिक भौतिकी

ईमेल: sreyaspd@rri.res.in

सलाहकार: सादिक रंगवाला

गौरव तिवारी

अनुसंधान रूचि: प्लाज्मा भौतिकी

ईमेल: gaurav@rri.res.in

सलाहकार: रेजी फिलिप

भाग्यलक्ष्मी (27.7.2015 **से**)

अनुसंधान रूचि: लघु एवं दीर्घ सीमा में अभिक्रियाओं की भूमिका का प्रायोगिक अन्वेषण एवं प्रमात्रा अपकृष्ट गैसों में विकार

ईमेल: bhagyadds@rri.res.in

सलाहकार: सप्तऋषि चौधुरी

कौशिक जॉर्डर (27.7.2015 **से**)

अनुसंधान रूचि: लेगेट्ट गर्ग असमानता, प्रमात्रा का मौलिक वितरण

ईमेल: kaushik@rri.res.in

सलाहकार: उर्बशी सिन्हा

के वी अद्वैत (27.7.2015 से)

अनुसंधान रूचि: अल्प प्रकाश उत्पादित करने के परिप्रेक्ष्य से अनुकूल आधारित अरैखिक प्रमात्रा प्रकाशिकी पर प्रायोगिक व सैद्धांतिक अध्ययन। इसका परम उद्देश्य है ऐसे संवेदकों एवं मापकों को विकसित करना जो इन गुणधर्मों का मानक प्रमात्रा सीमा के नीचे कार्य करने के लिए उपयोग करेंगे।

ईमेल: adwaith@rri.res.in

सलाहकार: अंदल नारायणन

महेश्वर स्वर (27.7.2015 से)

अनुसंधान रूचि: प्रमात्रा अपकृष्ट, अति-शीत परमाणुओं एवं अणुओं की भौतिकी का प्रायोगिक रूप से इस तरह से अन्वेषण करना ताकि अति-शीत परमाणुओं एवं अणुओं को एक मानक प्रणाली की तरह उपयोग करते हुए संघनित पदार्थ भौतिकी में संकर घटनाओं को अनुरूप बनाया जा सके।

ईमेल: mswar@rri.res.in

सलाहकार: सप्तऋषि चौधुरी

निशांत जोशी (27.7.2015 से)

अनुसंधान रूचि: परमाण्विक, आण्विक एवं प्रकाशिक भौतिकी

ईमेल: njoshi@rri.res.in

सलाहकार: सादिक रंगवाला

शुभजीत भार (27.7.2015 से)

अनुसंधान रूचि: प्रमात्रा सहसंबंध

ईमेल: subhajit@rri.res.in

सलाहकार: उर्बशी सिन्हा

नैन्सी वर्मा (10.8.2015 से)

अनुसंधान रूचि: अरैखिक प्रकाशिकी और लेज़र प्लाज्मा अध्ययन

ईमेल: nancy@rri.res.in

सलाहकार: रेजी फिलिप

बी एस शिल्पा (4.1.2016 से)

ईमेल: silpa@rri.res.in

अर्पित गौर

ईमेल: arpitgaur@rri.res.in

तमीम बिन सौद

ईमेल: tameem@rri.res.in

मृदु संघनित पदार्थ

अनु रंजीत

अनुसंधान रूचि: वैद्युरासायनिकी

ईमेल: anu@rri.res.in

सलाहकार: वी लक्ष्मीनारायणन

स्वामीनाथन के

अनुसंधान रूचि: तरल स्फटिकों की रासायनिकी

ईमेल: swamynathan@rri.res.in

सलाहकार: संदीप कुमार

वी मारीचन्द्रन

अनुसंधान रूचि: तरल स्फटिकों की रासायनिकी

ईमेल: vmchandru@rri.res.in

सलाहकार: संदीप कुमार

आर वी जगदीश

अनुसंधान रूचि: वैद्युरासायनिकी

ईमेल: jagadeeshrv@rri.res.in

सलाहकार: वी लक्ष्मीनारयणन, अरूण रॉय

सुशील दुबे

अनुसंधान रूचि: जैवभौतिकी

ईमेल: dubeys@rri.res.in

सलाहकार: प्रमोद पुलर्कट

मीरा थॉमस

अनुसंधान रूचि: आयनिक एम्फीफाइल तंत्रों में क्ष-किरण

ईमेल:meerathomas@rri.res.in

सलाहकार: वी ए रघुनाथन

बुटी सूर्यब्राह्मम

अनुसंधान रूचि: एम्फीफिलिक तंत्रों का अवस्था परिवर्तन

ईमेल: suryabrahmam@rri.res.in

सलाहकार: वी ए रघुनाथन

मधुकर एस

अनुसंधान रूचि: लघु-कोणीय क्ष-किरण विवर्तन अध्ययन

ईमेल: madhukar@rri.res.in

सलाहकार: वी ए रघुनाथन

संजय कुमार बेहेरा

अनुसंधान रूचि: कांचीय रूपांतरण तथा कालिक कोलाइडल स्पंदन की रियोलॉजी

ईमेल: sanjay@rri.res.in

सलाहकार: रंजिनी बंद्योपाध्याय

दीपशिखा मल्कार

अनुसंधान रूचि: प्रायोगिक मृदु संघनित पदार्थ - बेंट कोर हॉकी स्टिक लिक्विड क्रिस्टल्स

ईमेल: deepshika@rri.res.in

सलाहकार: अरूण रॉय

अश्वथनारायण गौडा

अनुसंधान रूचि: TCQ तथा अन्य डिस्कोटिक तरल स्फटिकों का संश्लेषण एवं वर्गीकरण

ईमेल: ashwathgowda@rri.res.in

सलाहकार: संदीप कुमार

श्रीजा शशिधरन

अनुसंधान रूचि: लिपिड बाईलेयर

ईमेल: sreeja@rri.res.in

सलाहकार: वी ए रघुनाथन

अनिन्द्य चौधुरी

अनुसंधान रूचि: तरल स्फटिक

ईमेल: anindya@rri.res.in

सलाहकार: वी ए रघुनाथन

सुमंत कुमार

अनुसंधान रूचि: ग्लास माइक्रोपोरों का उपयोग करते हुए आकार एवं प्रत्यास्थता के आधार पर जीवित कोशिकाओं का वर्गीकरण जो रोगोपचार में सहायक होंगे।

ईमेल: sumanth@rri.res.in

सलाहकार: गौतम सोनी

इरला शिव कुमार

ईमेल: irlasiva@rri.res.in

मनीष कुमार

ईमेल: manish@rri.res.in

सी सांईचन्द

ईमेल: saichand@rri.res.in

मो. अर्शलन अशरफ

ईमेल: arsalan@rri.res.in

प्रणव चन्द्रन

ईमेल: vmpc@rri.res.in

शुभदीप घोष

ईमेल: subhadip@rri.res.in

सैद्धांतिक भौतिकी

चैत्रा श्रीपद हेगडे (31.7.2015 तक)

अनुसंधान रूचि: गैर-साम्य सांख्यिकीय यांत्रिकी; अनुसंधान का विशेष क्षेत्र है एकल पंक्ति में चिन्हित कण विसरण

ईमेल: hegde@rri.res.in

सलाहकार: अभिषेक धर

वी वी प्रसाद (31.7.2015 तक)

अनुसंधान रूचि: सांख्यिकीय भौतिकी Research Interests: Statistical physics

ईमेल: prasadvv@rri.res.in

सलाहकार: संजीब सभापंडित

सुमन गौरब दास (31.7.2015 तक)
अनुसंधान रूचि: एक-विमीय तंत्र में ऊर्जा संवहन
ईमेल: suman@rri.res.in
सलाहकार: अभिषेक धर

अर्णब पाल (31.7.2015 तक)
अनुसंधान रूचि: गैर-साम्य सांख्यिकीय भौतिकी, स्टोकेस्टिक प्रक्रियाएँ
ईमेल: arnab@rri.res.in
सलाहकार: संजीब सभापंडित

कुमार शिवम
अनुसंधान रूचि: प्रमात्रा उलझन
ईमेल: kshivam@rri.res.in
सलाहकार: सुपूर्णा सिन्हा, जोसेफ सेमुअल

अनिरूध रेड्डी
अनुसंधान रूचि: पारंपरिक एवं प्रमात्रा प्रतिरूपण (क्लोनिंग) के पहलु
ईमेल: anirudhr@rri.res.in
सलाहकार: सुपूर्णा सिन्हा

देब शंकर बेनर्जी
अनुसंधान रूचि: जैव-भौतिकी
ईमेल: debsankar@rri.res.in
सलाहकार: मदन राव

राज होसैन
अनुसंधान रूचि: जैवभौतिकी
ईमेल: rajhossein@rri.res.in
सलाहकार: मदन राव

दीपक गुप्ता
अनुसंधान रूचि: गैर-साम्य सांख्यिकीय यांत्रिकी
ईमेल: deepakg@rri.res.in
सलाहकार: संजीब सभापंडित

अमित कुमार
अनुसंधान रूचि: जैवभौतिकी
ईमेल: amit@rri.res.in
सलाहकार: मदन राव

मृगांको मृिनमॉय रॉय (24.2.2016 तक)
ईमेल: mriganko@rri.res.in
सलाहकार: सुमती सूर्या

शांतनु दास
अनुसंधान रूचि: सांख्यिकीय यांत्रिकी
ईमेल: santanu@rri.res.in
सलाहकार: संजीब सभापंडित

सैयद नोमान अहमद
अनुसंधान रूचि: स्प्रिंकल्ड कॉजल सेट्स, जो कि सॉर्किन-जॉन्स्टन निर्वात के नाम से ज्ञात एक समन्वयित परिवर्तनीय निर्वात है पर कण विसरण का अन्वेषण
ईमेल: nomaan@rri.res.in
सलाहकार: सुमती सूर्या

डी अभिषेक (12.4.2016 तक)
ईमेल: abhisi@rri.res.in

अदित राज शर्मा
अनुसंधान रूचि: गुरूत्वाकर्षण, सांख्यिकीय भौतिकी
ईमेल: aditraj@rri.res.in

अल्केश यादव
अनुसंधान रूचि: जैवभौतिकी। विशेषरूप से - गोल्गी कॉम्प्लेक्स के नाम से ज्ञात ऑर्गेनल वाली यूकार्योटिक कोशिका। गोल्गी कॉम्प्लेक्स एक झिल्लीनुमा संरचना है जो कई सिस्टर्ने नाम से ज्ञात कई सपाट सैक (कोश अथवा थैली) से बना है। यह एंडोप्लाज्मिक (अन्त:प्रदव्य संबंधी) रेटिकुलम (जालिका) के समीप होता है। जिस प्रश्न का उत्तर ढूंढ़ने का प्रयास किया जा रहा है वह है कि गोल्गी की कार्यप्रणाली के आधार पर गोल्गी कॉम्प्लेक्स में विभागों/कक्षों की संख्या कौन निर्धारित करता है।
ईमेल: alkesh@rri.res.in
सलाहकार: मदन राव

आगंतुक वैज्ञानिक

खगोलिकी एवं ताराभौतिकी

सुब्रह्मण्या सीआर

जिहाद आर तौमा

सैद्धांतिक भौतिकी

अभिषेक धर

अनुपम कुन्दु

अनुबंधित प्रोफेसर

मुतुकुमार एम

बेरी सेंडर्स

शिव विश्वनाथन

कंडास्वामी सुब्रमणियन

सत्या मजुमदार

रॉफेल सॉर्किन

फेबियन ब्रिटेनेकर

परिषद

डॉ के कस्तूरीरंगन अध्यक्ष	कुलाधिपति, जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय, नई महरौली रोड़, नई दिल्ली 110 067
प्रो पी के कॉव	वरिष्ठ प्रोफेसर एवं प्रतिष्ठित वैज्ञानिक प्लाज्मा अनुसंधान संस्थान, गांधीनगर 382 428
प्रो आशुतोष शर्मा	सचिव, विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय नई दिल्ली 110 016
प्रो रवि सुब्रह्मण्यन	निदेशक, रामन अनुसंधान संस्थान, बेंगलूरू 560 080 (पदेन सदस्य)
श्री जे बी मोहपात्रा	संयुक्त सचिव और वित्तीय सलाहकार विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय भारत सरकार, नई दिल्ली 110 016
प्रो ए के सूद	भौतिकी विभाग भारतीय विज्ञान संस्थान बेंगलूरू 560 012
प्रो पी सी अग्रवाल (31.7.2015 **तक**)	डीएई-यूएम (परमाणु ऊर्जा विभाग – मुम्बई विश्वविद्यालय) मूलभूत विज्ञान में उत्कृष्टता केन्द्र मुम्बई विश्वविद्यालय परिसर विद्यानगरी स्वास्थ्य केन्द्र, कलीना, सांता क्रूज़ (पूर्व) मुम्बई 400 098
प्रो आर राजारामन	अवकाश प्राप्त प्रोफेसर, सैद्धांतिक भौतिकी भौतिक विज्ञान पीठ, जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय नई दिल्ली 110 067
प्रो विजय भटकर (1.8.2015 **से**)	अध्यक्ष, ईटीएच अनुसंधान प्रयोगालय बवधन, मुम्बई-बेंगलूरू बायपास रोड, पुणे - 411 021

वित्त समिति

डॉ के कस्तूरीरंगन अध्यक्ष	कुलाधिपति, जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय, नई महरौली रोड़, नई दिल्ली 110 067
श्री जे बी मोहपात्रा	संयुक्त सचिव और वित्तीय सलाहकार विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय भारत सरकार, नई दिल्ली 110 016
प्रो रवि सुब्रह्मण्यन	निदेशक, रामन अनुसंधान संस्थान, बेंगलूरू 560 080
प्रो आर राजारामन	अवकाश प्राप्त प्रोफेसर, सैद्धांतिक भौतिकी भौतिक विज्ञान पीठ, जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय नई दिल्ली 110 067

अन्य कर्मचारी

प्रशासन

के कृष्णमराजु (30.6.2015 तक)
प्रशासनिक अधिकारी
krishna@rri.res.in

सी.एस.आर. मूर्ति (1.7.2015 से)
प्रशासनिक अधिकारी
csrmurthy@rri.res.in

एस आर रामसुब्रमणियन
लोक संपर्क अधिकारी
ram@rri.res.in

मरीसा डी'सिल्वा
marisa@rri.res.in

वीएस शैलजा
svs@rri.res.in

के राधा
kradha@rri.res.in

वी रवीन्द्रन
ravee@rri.res.in

आर गणेश
ganeshr@rri.res.in

जीवी इंदिरा

रंजीत कुमार कोष्टा
ranjeet@rri.res.in

समूह सचिव

खगोलिकी और ताराभौतिकी

विद्यामणी वी
vidya@rri.res.in

मृदु संघनित पदार्थ

राधाकृष्ण के
krk@rri.res.in

प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी

एस हरिणी कुमारी
harini@rri.res.in

सैद्धांतिक भौतिकी

जी मंजुनाथ
manju@rri.res.in

आरएएल प्रयोगालय

ममता बाई आर
mamta@rri.res.in

लेखा

पीवी सुब्रमण्या, लेखाधिकारी (30.4.2015 तक)
सुरेश वरदराजन, लेखाधिकारी (9.4.2015 से)
आर रमेश, आंतरिक लेखा परीक्षक
वी रघुनाथ
आर प्रदीप

क्रय

सी एन राममूर्ति, क्रय अधिकारी
एम प्रेमा
जी गायत्री

भंडार

बी श्रीनिवास मूर्ति, भंडार अधिकारी
एमवी सुब्रमण्यम (31.8.2015 तक)

अनुरक्षण

हनुमंत
जयम्मा
के एन कवलप्पा
सी लक्ष्मम्मा
टी मुरली
नारायण
सिद्दे गौड़ा
वी वेंकटेश
रामण्णा
वरलक्ष्मी

संपत्ति एवं भवन

जीबी सुरेश, सिविल अभियंता
आर शशिधरन, पर्यवेक्षक (31.10.2015 तक)
एस अनंत रमन
के भूपालन
गुणशेखर
सी हरिदास
के एन श्रीनिवास
के पलानी
एम राजगोपाल
के जी नरसिम्हलु
एम रमेश

सुरक्षा

सी एन गणपति, परामर्शक (31.10.2015 तक)
बी एम बशवराजय्या
यूए ईरप्पा
एच गंगय्या
केशवमूर्ति
सुरेश
के कृष्णप्पा
के पुष्पराज
ओएम रामचन्द्र
जी रामकृष्ण
एम सण्णय्या
एच वडेरप्पा

ई मार्टिन दास (1.7.2015 **से**)

परिवहन

एम बलराम
सीके मोहनन
जी प्रकाश
रहमत पाशा
जी राजा
एम वेंकटेशप्पा

सुविधाएँ (अतिथि गृह और छात्रावास)

श्रीहरी प्रहलाद, कैंटीन/अतिथि गृह प्रबंधक (4.9.2015 तक)
एन नारायणप्पा, प्रभारी
शिवमल्लु
मंगल सिंह
मुनिरत्न
टी नागण्णा
डी बी पद्मावती
पी सी प्रभाकर
एन पुट्टास्वामी
ए राजु (31.1.2016 तक)

उमा
शारदम्मा
यशोदा

बागवानी

ए रामण्णा
बैलप्पा
लिंगेगौडा
डी महालिंगा
मैलारप्पा
मारप्पा
डी मुनिराजा
एस मुनिराजु
रंगलक्ष्मी
डी कृष्णा
टी महादेव

चिकित्सा

परामर्शक बाल रोग विशेषज्ञ: डॉ एम आर बालिगा
परामर्शक चिकित्सक: डॉ बी वी संजय राव
परामर्शक: डॉ पी एच प्रसाद
तकनीशियन: आर शांतम्मा

बढ़ई

एम गोपीनाथ

गौरीबिदनूर दूरदर्शक

सहायक कर्मचारी

भीम नायक
गंगाराम
पापण्णा
आर पी रामजी नायक
राणोजी राव (31.5.2015 तक)
शिवरूद्राराध्या (29.2.2016 तक)
वेंकटस्वामी
एन आर श्रीनाथ

प्रकाशन

रामन अनुसंधान संस्थान के सदस्यों एवं छात्रों ने वर्ष के दौरान अपनी संचालित अनुसंधान गतिविधियों को कई राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय समकक्षकों द्वारा समीक्षित पत्रिकाओं में प्रकाशित किया। आरआरआई के प्रत्येक चार अनुसंधान समूह अपने कार्यों को विख्यात पत्रिका (जर्नल) जो उनके विशेष अनुसंधान क्षेत्र पर केंद्रित होती हैं, में प्रकाशित करते हैं।

खगोलिकी ओर खगोलभौतिकी समूह के लिए, ये हैं, दी मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी, एस्ट्रोफिजिकल जर्नल, एस्ट्रोफिजिकल जर्नल लेटर्स, एस्ट्रोनॉमिकल जर्नल, एनल्स ऑफ फिजिक्स, एक्स्पेरिमेंटल एस्ट्रोनॉमी, रिसर्च इन एस्ट्रोनॉमी और एस्ट्रोफिजिक्स, एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, एक्सपेरिमेंटल एस्ट्रोनॉमी, जर्नल ऑफ कॉस्मोलॉजी एंड एस्ट्रोपार्टिकल फिजिक्स, आईईईईई ट्रांजेक्शंस ऑन एंटीनाज एंड प्रोपगेशन, पब्लिकेशंस ऑफ दी एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी ऑफ ऑस्ट्रेलिया और अन्य, परंतु ये इन्हीं तक सीमित नहीं हैं।

आरआरआई का मृदु संघनित पदार्थ समूह पत्रिकाओं जैसे लिक्विड क्रिस्टल्स, लेंग्म्यूर, सॉफ्ट मैटर, प्रोसीडिंग्स ऑफ दी नेशनल अकेडमी ऑफ साइंसेस, फिजिकल रिव्यू, रिव्यू ऑफ साइंटिफिक इंस्ट्रूमेंट्स, जर्नल ऑफ फिजिक्स: कंडेंस्ड मैटर, एआईपी एड्वांसेस, बायोफिजिकल जर्नल, प्लॉस वन, आरएससी एड्वांसेस, जर्नल ऑफ एप्लाइड फिजिक्स, करेंट साइंस, प्रमाणा, केमिकल कम्यूनिकेशंस, जर्नल ऑफ कोलाइड एंड इंटरफेस साइंस, जर्नल ऑफ केमिकल फिजिक्स, फिजिक्स एंड केमिस्ट्री ऑफ लिक्विड्स और कई अन्य पत्रिकाएँ, में अपने कार्यों को प्रकाशित करता है।

प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी समूह के प्रकाशनों को फिजिकल रिव्यू, एप्लाइड फिजिक्स, जर्नल ऑफ ऑप्टिकल सोसायटी ऑफ अमेरिका, एप्लाइड ऑप्टिक्स, एप्लाइड फिजिक्स लेटर्स, जर्नल ऑफ एप्लाइड फिजिक्स, नैनोटेक्नोलॉजी, नैनो लेटर्स, नैनोस्केल, ऑप्टिक्स लेटर्स, यूरोपियन फिजिकल जर्नल, जर्नल ऑफ एलॉयस एंड कंपाउंड्स, जर्नल ऑफ हाई एनर्जी फिजिक्स, जर्नल ऑफ मटेरियल्स केमिस्ट्री, मटेरियल्स केमिस्ट्री एंड फि जिक्स, ऑप्टिकल मटेरियल्स, प्लाज्मोनिक्स, फिजिक्स ऑफ प्लाज्मा, बुलेटिन ऑफ इंडियन लेज़र असोसिएशन, सुपरकंडक्टर साइंस एंड टेक्नोलॉजी, केमिकल फिजिक्स लैटर्स इत्यादि में देखा जा सकता है।

आरआरआई के सैद्धांतिकीय भौतिज्ञ पत्रिआओं जैसे फिजिकल रिव्यू,फिजिकल रिव्यू लैटर्स,रिव्यू ऑफ मॉडर्न फिजिक्स, प्रोसीडिंग्स ऑफ दी नेशनल अकेडमी ऑफ साइंसेस, जर्नल ऑफ फिजिक्स: कंडेंस्ड मैटर, क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी, यूरोफिजिक्स लेटर्स, जर्नल ऑफ स्टेटिस्टीकल मिकेनिक्स, करेंट ओपीनियन इन सेल बायोलॉजी, जर्नल ऑफ फिजिकल केमिस्ट्री और अन्य पत्रिकाओं का प्रयोग अपने ज्ञान को राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय वैज्ञानिकीय समुदायों से सांझा करने के लिए एक माध्यम के रूप में प्रयोग करते हैं।

वर्ष 2015-2016 के दौरान आरआरआई सदस्यों द्वारा लेखक और/अथवा सहलेखक के रूप में 140 पेपरों का प्रकाशन किया गया। 15 प्रकाशन सम्मेलन प्रोसीडिंग्स में और 27 प्रकाशन (26 पत्रिकाओं में और 1 सम्मेलन प्रोसीडिंग्स में) प्रेस में हैं।

संस्थान के सदस्य विशिष्टीकृत तकनीकी और वैज्ञानिकीय पत्रिकाओं से हटकर वृहत दर्शकों/पाठकों तक पहुंचने के लिए नियमित रूप से पुस्तक और/अथवा लेख को जनप्रिय विज्ञान मैगजीनों में भी प्रकाशित करते हैं। आरआरआई सदस्यों ने 1 पुस्तकीय अध्याय/समीक्षा को पिछले वर्ष मेंऔर 3 जनप्रिय विज्ञान लेखों को प्रकाशित किया।

संस्थान के प्रत्येक सदस्यों के प्रकाशनों की पूर्ण सूची परिशिष्ट I में दी गई है।

अन्य गतिविधियाँ

सम्मेलन

संस्थान के सदस्य नियमित रूप से देश व विदेश के विविध संस्थानों में सम्मेलन व कार्यशाला में भाग लेने के लिए दौरा करते हैं। ये कार्यक्रम वैज्ञानिकीय समुदायों के समक्ष विचारों को आदान-प्रदान करने का अवसर प्रदान करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं और इस प्रकार भारत एवं विदेशों के विभिन्न संस्थानों के अनुसंधानकर्ताओं के साथ भविष्य के फलप्रद सहयोगों के आरंभिक केंद्र होते हैं। पिछले वर्ष संस्थान के प्राध्यापकों एवं छात्रों ने भारत, अमेरिका, ऑस्ट्रेलिया, जापान, सिंगापोर, यूके, स्पेन, कोलम्बिया, इटली, जर्मनी, फ्रांस, स्विट्जरलैण्ड, हंगरी, मलेशिया और कनाडा में कई सम्मेलनों में भाग लिया।

इसके अलावा, संस्थान के अनुसंधान प्राध्यापक सदस्यों ने विविध प्रकार की कार्यशालाओं, अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलनों, बहुराष्ट्रीय परियोजना बैठकों तथा प्रशिक्षण कार्यक्रमों में भाषण एवं अतिथि व्याख्यान दिए । आरआरआई की आउटरीच गतिविधियों के भाग के रूप में, संस्थान के सदस्यों ने देशभर के कॉलेजों में दौरा कर वहाँ विभिन्न अनुसंधान विषयों पर, व्याख्यान, भाषण और प्रस्तुती का आयोजन किया।

संस्थान के सदस्यों द्वारा भाग लिये गए सम्मेलनों की पूर्ण सूची परिशिष्ट II में दी गई है।

संगोष्ठी और शैक्षणिक सम्मेलन (कोलोक्या)

संस्थान में संगोष्ठियों का आयोजन नियमित रूप से सभी सदस्यों को नवीनतम, विशेष अनुसंधान विषय पर किये गए कार्यों से अवगत रखने के लिए किया जाता है। इनमें व्याख्याता आगंतुक संकाय सदस्य और अन्य संस्थानों से अनुसंधानकर्ता होते हैं और ये आरआरआई सदस्यों की विशेष रूचियों के विषय पर चर्चा कराने से अभिप्रेत होते हैं तथा आरआरआई और आगंतुक के संस्थान के मध्य सहयोगिक परियोजना की पहल करना भी है।

गुरूवार का शैक्षणिक सम्मेलन संस्थान का एक अनूठा कार्यक्रम है जो न केवल आरआरआई के भिन्न-भिन्न अनुसंधान सदस्यों के मध्य बल्कि आरआरआई और आमंत्रित वक्ता और उनके संबंधित संस्थान के मध्य अग्रिम अंत:क्रिया को बढ़ावा देने के लिए आयोजित किया जाता है। यद्यपि, संगोष्ठी के विपरीत, वार्ता में आवरित विषय आरआरआई में जारी वर्तमान अनुसंधानों के विषयों से पृथक किन्हीं अन्य विषयों से संबंधित हो सकते हैं। वार्ता का उद्देश्य नए विज्ञान विषयों को आवरित करना है और कार्यक्रम में आरआरआई समुदाय के सदस्यों को कई अन्य विषय क्षेत्रों में से किसी विषयक्षेत्र को प्रस्तावित कर अंतर्विषयी रूचि लाना है।

पिछले वर्ष के दौरान, आरआरआई ने विश्वभर से गुरूवार वार्ता को संबोधित करने के लिए वक्ताओं को आमंत्रित किया। इसमें आवरित विषय क्षेत्रों में शामिल है: 'ग्लोबल एंड नेशनल पर्सपेक्टिव्स ऑन लैड प्वाइजनिंग', 'एक्टिव मिकेनिक्स एंड डायनेमिक्स ऑफ एपिथेलिया ड्यूरिंग मोर्फोजिनेसिस, 'क्वांटम कम्यूनिकेशन नेटवर्क्स', 'के एस कृष्णन: हिज लाइफ एंड वर्क', 'ब्लैक होल्स एंड न्यूट्रॉन स्टार्स इन अवर गैलेक्सी एज़ लेबोरेटरीज फ ॉर स्ट्रोंग ग्रेविटी', 'ड्रॉप्स बिहेविंग बेडली', 'सेल्फ -असेम्ब्ली ऑफ कोलाइडल राफ्ट्स', 'ट्रीज ऑफ बेंगलूर', 'ए जरनी फ्रॉम एस्ट्रोनॉमी टू विजन साइंस', 'डिफ्यूजन विथ स्टोकेस्टिक रीसेटिंग', 'गांधीज इंडिया: गांधी मेमोरियल लेक्चर' और अन्य। वक्ताओं की सूची और उनके व्याख्यान विषयों एवं उनके आरआरआई आगमन की तिथि की पूर्ण सूची परिशिष्ट III में दी गई है।

आगंतुक विद्वान

संस्थान समझता है कि यह अत्यावश्यक है कि राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय रूप से खुला रहे और ऐसे वातावरण को प्रोत्साहित करे जो विचार विनिमय और अधिक सहयोग को

स्थापित करे। संस्थान के सदस्यों और अन्य संस्थानों का प्रतिनिधित्व करते विद्वानों के मध्य अंत:क्रियाओं को आगे बढ़ाने के उद्देश्य से, आरआरआई सक्रिय रूप से अधिक संख्या में वैज्ञानिकों, अनुसंधानकर्ताओं और अभियंताओं के आगमन को बढ़ावा देता है। ये विद्वान संस्थान आते हैं और नए विचार और कुशलता को सांझा करते हैं जबकि आरआरआई के सदस्यों के अनुभवों से भी लाभांवित होते हैं। आरआरआई में आगमन कुछ दिनों से लेकर कई माह तक हो सकता है और प्राय: संस्थान के लिए लाभदायी सहयोग, और नए, रूचिकर परियोजना को बनाने में मददगार होता है।

पिछले वर्ष भारतीय और अंतर्राष्ट्रीय संस्थानों से कुल मिलाकर 106 विद्वानों ने आरआरआई में आगमन किया। आरआरआई कई मित्रों को पाकर प्रसन्न है और उन सभी को धन्यवाद देता है जिन्होंने संस्थान में आश्यर्चजनक विविधता और अनुसंधान वातावरण की गतिकता में योगदान दिया।

आगंतुकों की सूची जिसमें वे कहाँ से आए और आरआरआई में कब आए, को परिशिष्ट IV में देखा जा सकता है।

विज्ञान मंच

प्रतिवर्ष बड़ी संख्या में शोध-पत्रों के प्रकाशनों के कारण, इन दिनों वैज्ञानिकों के लिए उनके विषय-क्षेत्र से बाहर के विषयों पर जारी अनुसंधान के बारे में जानकारी रखना लगभग असंभव हो गया है। इस स्थिति से आंशिक रूप से निपटने के लिए, आरआरआई विज्ञान मंच की अवधारणा को तैयार किया गया और आरआरआई में पहली बार 2014 में इसकी शुरूआत हुई। इसका प्रधान उद्देश्य है परिसर में सभी शैक्षणिक सदस्यों को एक आकर्षक मंच प्रदान करना जहाँ विविध प्रकार के विषयों में हो रहे अनुसंधान पर चर्चा की जा सके। इस नियमित कार्यक्रम के आयोजक हैं गौतम सोनी, अंदल नारायणन और नयनतारा गुप्ता। आरआरआई विज्ञान मंच का आयोजन अब दो सप्ताह में एक बार गुरूवार के दिन दोपहर 3:30 से 4:30 बीच किया जाता है।

इस मंच पर वार्ता को दो भागों में रखा जाता है, पहले तो लगभग 20 मिनिट का व्याख्यान होता है (जहाँ प्राध्यापक सदस्य अथवा डॉक्टरोत्तर अध्येता द्वारा विषय-क्षेत्र के बारे में अन्य विषय-क्षेत्र के विशेषज्ञों को मौलिक स्तर की जानकारी प्रदान की जाती है) और इसके पश्चात, आरआरआई विज्ञान मंच की बैठक के रूप में, आकर्षक परिणामों वाले शोध-पत्रों जिन्हें प्राय: उस विशिष्ट विषय-क्षेत्र की उपलब्धि मानी जाती है, को व्यापक एवं अधिक सामान्य दर्शकों के सामने प्रस्तुत किया जाता है। प्रस्तुती के आधार पर, संबंधित अनौपचारिक चर्चा, प्रश्नों व प्रदर्शनों को प्रस्तुत किए गए कार्य की निर्धारित अवधारणा को अच्छी तरह से समझने के लिए प्रोत्साहित किया जाता है। इसके परिणामस्वरूप प्राय: आरआरआई वैज्ञानिक समुदाय के सदस्यों को कार्य करने के नए विचार, नए अनुसंधान प्रश्न प्राप्त होते हैं।

वर्ष 2014 की प्रथम आरआरआई विज्ञान मंच (RSF) बैठक खगोलभौतिकीय न्यूट्रीनोज़ पर थी जिसके वक्ता नयनतारा गुप्ता एवं जगदीश जोशी थे। वर्ष 2015-2016 से, आरआरआई में RSF सीखने का एक प्रधान मंच एवं कोने-कोने में हुए अनुसंधान की सराहना करने वाला एक मंच बनकर उभरा है।

पिछले वर्ष आरआरआई विज्ञान मंच बैठक के दौरान समीक्षा किए गए शोध-पत्रों की सूची वार्षिक रिपोर्ट में परिशिष्ट V में दी गई है।

प्रदत्त पीएचडी

संतोष प्रसाद गुप्ता: स्टडीज ऑन नोवल फेज बिहेवियर ऑफ आयनिक एम्फीफिल-वाटर सिस्टम

राजीब बासक: डायनामिक लाइट स्केटरिंग एंड रियोलॉजिकल स्टडीज ऑफ सम माइसेल्लर कोपॉलिमर सॉल्यूशंस, बायोपॉलिमर जेल्स एंड कॉन्संट्रेटेड कोलाइडल सस्पेंशन

शेषागिरी राव: एन ऑप्टिकल फाइबर बेस्ड फोर्स अपारेटस एप्लीकेशंस टू सॉफ्ट एंड लिविंग मैटर

अनघ दातर: मिकेनिज्म्स ऑफ शेप ट्रांस्फॉर्मेशन एंड रिट्रेक्शन इन एक्जंस

जयकुमार ए: इंटरप्ले बिटवीन शेप, ऑर्डर, एंड टोपोलॉजिकल डिफे क्ट्स: इलास्टिसिटी ऑफ सम सॉफ्ट मैटर सिस्टम्स

अंजन रॉय: अंडरस्टेंडिंग डिफ्यूजन थ्रू माइक्रोस्कोपिक मॉडल्स

अर्नब पाल: अंडरस्टेंडिंग फ्लक्चुएशन इन नो-इक्वीलिब्रियम सिस्टम्स

देबाशीष साहा: एक्सपेरिमेंटल स्टडीज ऑफ दी डायनेमिक्स एंड फ्लो बिहेवियर्स ऑफ कोलाइडल नैनोक्ले ग्लासेस एंड जेल्स

प्रस्तुत पीएचडी

अनु रंजीत: इलेक्ट्रोकेमिकल स्टडीज इन सॉफ्ट आयनिकली कंडक्टिंग मीडियम – डीप यूटेक्टिक सॉल्वेंट्स एंड आयनिक जेल्स

अविनाश बीएस: सिंथेसिस, केरेक्टराइजेशन एंड प्रोपर्टीज ऑफ सम नोवल डिस्कोटिक नैनोकम्पोजिट्स

त्रिदिब रे: प्रोग्रेशन टुवर्ड्स स्टडी ऑफ इंटरेक्शंस विथ कम्पोजिट सिस्टम्स एट अल्ट्रा-कोल्ड टेम्परेचर

चित्रा श्रीपद हेगडे: टेक्ड पार्टिकल डिफ्यूजन इन वन डायमेंशनल स्टोकेस्टिक सिस्टम्स

समीम अली: एक्सपेरिमेंटल इंवेस्टीगेशंस ऑफ डिस्पर्सिबिलिटी, स्टेबिलिटी एंड रियोलॉजिकल बिहेवियर्स ऑफ एक्वस सस्पेंशंस ऑफ कोलाइडल क्ले

जगदीश चन्द्र जोशी : गामा रे, न्यूट्रीनोज़ एंड एंटीप्रोटॉन फ्रॉम इंटरेक्शंस ऑफ कॉस्मिक रे

प्रसाद वी वी: ड्रिवेन इनइलास्टिक गैसेस

ज्योति एस: एक्सप्लोरिंग मॉलेक्यूलर आयन फॉर्मेशन, ट्रेपिंग एंड डिटेक्शन इन हाइब्रिड सिस्टम

रेणु विश्वकर्मा: ए स्टडी ऑफ सेल एड्हेशन एंड मिकेनोसेंसिटिविटी

सुमन गौरब दास: एनर्जी ट्रान्स्पोर्ट एंड रिलेक्शेसन इन वन-डायमेंशनल हेमिल्टोनियन सिस्टम्स

सामान्य

वर्ष के दौरान विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग से निम्न सहायता अनुदान प्राप्त हुआ:

		राशि लाखों में – रूपए
योजनागत	आवर्ती और अनावर्ती	3,477.00
योजनेतर	आवर्ती	50.00
कुल		3,527.00

राजभाषा गतिविधियाँ

वर्ष 2015-16 के दौरान, राजभाषा के वार्षिक कार्यक्रम के अंतर्गत, आरआरआई भारत सरकार द्वारा निर्धारित सभी लक्ष्यों को प्राप्त करने में प्रयासरत रहा है। संस्थान ने राजभाषा कार्यान्वयन और इसकी बेहतरी के कई महत्वपूर्ण कदमों को उठाया। आरआरआई की राजभाषा कार्यान्वयन समिति, जिसे संक्षेप में राकास (रोलिक) कहा जाता है, ने कर्मचारियों के दैनिक कार्यों में हिन्दी प्रयोग को बढ़ाने के लिए हिन्दी कार्यशालाओं को नई दिशा प्रदान करते हुए उल्लेखनीय प्रगति की है। कार्यशालाओं के माध्यम से प्रयास किया गया कि राजभाषा को उपयोगकर्ता अनुकूल बनाया जाए।

राकास को 2015 के दौरान संस्थान के सभी अनुसंधान व प्रशासन समूह के प्रतिनिधियों को शामिल करते हुए पुनःगठित किया गया। राजभाषा अधिनियम, नियम व प्रावधानों संबंधी नीतियों के पालन के लिए आवधिक जांच बिन्दु तैयार किए गए और संस्थान के राजभाषा कार्यान्वयन में आगामी समुन्नती की आशा की गई।

संस्थान ने 2015-16 के दौरान अपने कर्मचारियों के लिए प्रत्येक तिमाही में एक कार्यशाला का आयोजन किया। इसका विवरण नीचे दिया गया है। इसके अतिरिक्त, संस्थान ने राजभाषा को बढ़ावा देने के लिए कर्मचारियों के बीच प्रतियोगिताओं का भी आयोजन किया और योग्य कर्मचारियों को पुरस्कृत किया। हिन्दी पखवाड़ा और हिन्दी दिवस का आयोजन 14-28 सितम्बर 2015 के दौरान हुआ जिसमें हिन्दी में कई प्रतियोगिताएँ चलाई गई। इसके अलावा, एक लिखित प्रश्नोत्तरी का भी आयोजन 18 मार्च 2016 को किया गया। कर्मचारियों की प्रतिभागिता आश्वस्तपूर्ण रही। इन कार्यक्रमों का आयोजन व प्रायोजन, बीते वर्षों की तरह, भारतीय विज्ञान अकादमी जो सह-स्थानी है के साथ संयुक्त रूप से किया गया।

हिन्दी कार्यशाला

क्र.सं.	दिनांक	कार्यशाला का विषय	वक्ता
1	12 जून 2015	कम्प्यूटर में हिन्दी का प्रयोग कैसे करें ?	आनंद राजभाषा अधिकारी एचएएल इंजर डिवीजन, बेंगलूरू
2	18 सितम्बर 2015	भारतीय साहित्य के निर्माण में हिन्दी	टीजी प्रभाशंकर बेंगलूर विश्वविद्यालय, बेंगलूरू
3	28 सितम्बर 2015	राजभाषा अधिनियम, नियम व नीति पर विशेष व्याख्यान	डॉ नारायण सिंह संयुक्त निदेशक केन्द्रीय अनुवाद ब्यूरो, बेंगलूरू
4	18 दिसम्बर 2015	राजभाषा कार्यान्वयन की प्रायोगिक कठिनाईयाँ एवं सुझाव	मालतेष मैलर वरिष्ठ अनुवादक माइक्रोवेव ट्यूब रिसर्च एंड डेवलपमेंट, डीआरडीओ, बेंगलूरू
5	29 मार्च 2016	राजभाषा के परिप्रेक्ष्य में प्रयोजनमूलक हिन्दी एवं अनुवाद	प्रतिभा आर मुदलियार अध्यक्ष हिन्दी अध्ययन एवं अनुसंधान विभाग मैसूर विश्वविद्यालय, मैसूर

आरक्षण

भारत सरकार के अन्य विज्ञान संस्थानों में प्रचलित आरक्षण नीति का अनुसरण यह संस्थान करता है।

अन्य

वर्ष 2015-16 के दौरान, आरआरआई समुदाय ने कई विशेष सम्मेलनों, बैठकों एवं कार्यशालाओं का आयोजन किया जिन्हें अगले खण्ड में "2015-2016 के दौरान आयोजित कार्यक्रम" शीर्षक के अंतर्गत विस्तारपूर्वक बताया गया है। आरआरआई में अन्य वार्षिक कार्यक्रम एवं गतिविधियों में शामिल हैं संस्थागत बैठक, प्राध्यापकों एवं प्रशासनिक कर्मचारियों की सेवानिवृत्ति पर जलपान, पीएचडी छात्रों के नए बैच के प्रवेश पर स्वागत अभिनंदन, महाविद्यालय दौरा, एवं परिसर में महाविद्यालय के छात्रों को आमंत्रण। आरआरआई परिसर में औपचारिक व अनौपचारिक रात्रिभोज व जलपान, खेल प्रतियोगिताएँ, संगीत कार्यक्रम, एवं विविध प्रकार के सांस्कृतिक कार्यक्रम, जिनमें कि आरआरआई के सदस्यों की स्वयं की प्रतिभागिता के साथ-साथ आमंत्रित कलाकार भी होते हैं, एक नियमित कार्यक्रम हैं।

पब्लिक आउटरीच

'आउटरीच' शब्द को अंग्रेजी शब्दकोश में the act of reaching out के द्वारा परिभाषित किया गया है। वैज्ञानिकों द्वारा संचालित 'आउटरीच कार्यक्रम' इसीलिए वैज्ञानिक समुदायों के लिए एक जरिया है विज्ञान जगत के बाहर संपर्क स्थापित करने का। चूंकि अनुसंधानकर्ता नए एवं आकर्षक विज्ञान के सीमांत क्षेत्रों में कार्यरत रहते हैं, हम स्वभाविक रूप से ज्ञान अर्जन के विशेषाधिकार को पा जाते हैं, जो हमारे अपने कार्य तक सीमित न रहते हुए सम्पूर्ण विश्व में हो रहे घटनाक्रमों को समाहित करता है। परंतु, यह हमारे उपर एक उत्तरदायित्व भी डालता है कि हम समाज के भविष्य के लिए ऐसे अग्रदूतों को भी तैयार करें जो हमारे बाद जलती मशाल को आगे ले जा सकें। आउटरीच ही एकमात्र ऐसा तरीका है जो 'विज्ञान करने वाले' और 'विज्ञान न करने वाले' लोगों के मध्य इस अंतराल को भरने में सेतु का कार्य करेगा। कुछ आरआरआई सदस्य, छात्र एवं प्राध्यापक इस क्षेत्र में पिछले छः माह से अधिक तत्परता से सक्रिय रहे हैं।

अजय कुमार, पीएचडी छात्र, लेम्प, आईआईएससी में नोटबुक ड्राइव (NBD) में एक नियमित स्वयंसेवी हैं। NBD की शुरूआत 2002 में एक शासकीय विद्यालय में अल्पसुविधा वाले छात्रों के बीच नोटबुक आवंटित करने की योजना से हुई। आज, NBD 21 से अधिक प्राथमिक विद्यालयों, 5 उच्च विद्यालयों, 100 से भी अधिक शिक्षकों और 3000 छात्रों को प्रदक्षिणा कर आगे बढ़ चुकी है। अन्य चीजों के साथ, इसकी गतिविधियों में शामिल है साप्ताहिक सत्रों के माध्यम से विज्ञान, अंग्रेजी और कम्प्यूटर विज्ञान पढ़ाना। अजय अंग्रेजी-शिक्षण समूह के सदस्य हैं, और आप इन्हें प्रत्येक शनिवार को विद्यालयों में अंग्रेजी कक्षाएँ चलाते हुए देख सकते हैं।

गायत्री रामन, पीएचडी छात्र, खगो एवं ताभौ समूह और मयूरी एस, अनुसंधान सहयोगी, खगो एवं ताभौ समूह भी अपने विज्ञान आउटरीच सत्रों के साथ-साथ अपने परामर्शन कार्यक्रम में भी स्वयंसेवी हैं। एक अन्य आउटरीच समूह जिसे मस्ती की प्रयोगशाला (MKP) के नाम से जाना जाता है जो देश के कई राज्यों में संचालित होती है, ने हाल ही में एक बेंगलूर चेप्टर तैयार किया है। MKP-बेंगलूर आसपास के स्थानीय विद्यालयों का दौरा करता है और विज्ञान आउटरीच सत्र चलाता है। गायत्री ने हाल ही में खगोलिकी आउटरीच सत्र में भाग लिया जिसे MKP-बेंगलूर द्वारा कुंडलपल्ली में एक विद्यालय में चलाया गया था।

मयूरी आईआईएससी में प्रत्येक रविवार को आयोजित NBD परामर्शक सत्र में जाती हैं, जहाँ उन्हें सरल विज्ञान प्रयोगों को प्रदर्शित करने में आनंद आता है। अरविन्द गुप्ता टॉय की 'Toys from Trash' की धारणा पर आधारित प्रयोग व मॉडल सरल दैनिक वस्तुओं का प्रयोग करते हैं और जिन्हें प्राथमिक व उच्च विद्यालय छात्रों द्वारा स्वयं ही तैयार व संचालित किया जा सकता है। इसके अलावा, मयूरी HOLI - Hands on Learning Initiative, की स्थापक सदस्य हैं, जिसका उद्देश्य है सीखने के प्रायोगिक दृष्टिकोण को बढ़ावा देना। HOLI वर्तमान में पुणे और बेंगलूर के आसपास के

विद्यालय और समुदायों के बीच जाती है, और अपने सहयोगी संगठन DLRC- Drive Change and Learning Resource Centre (पुणे) के साथ मिलकर कार्यशाला एवं 'Experiential exploratory' सत्र चलाती है।

इलेक्ट्रॉनिक्स एवं अभियांत्रिकी समूह, ईईजी, आरआरआई ने भौतिकी एवं इलेक्ट्रॉनिक्स विभाग, क्राइश्ट विश्वविद्यालय, बेंगलूर के सहयोग से एक बहुत ही रोचक विषय "Engineering contribution to the advancement of Modern Science" पर एक-दिवसीय कार्यशाला का आयोजन 30 जनवरी 2016 को क्राइश्ट विश्वविद्यालय के परिसर में किया। यह कार्यक्रम आरआरआई आउटरीच कार्यक्रम के अंतर्गत था। व्याख्यानों के अतिरिक्त, कार्यशाला में वास्तव में सीखने को बढ़ावा देने के प्रति समर्पित एक प्रायोगिक सत्र था। आरआरआई के शैक्षणिक प्राध्यापक जिन्होंने कार्यशाला में भाग लिया, वे इस प्रकार हैं: निदेशक एवं बी रमेश के साथ-साथ चार ईईजी सदस्य - ए रघुनाथन, सोमशेखर, गिरीश और श्रीवाणी। व्याख्यान में रेडियो दूरदर्शक, एंटीना और रेडियो संग्राहक - उनकी डिजाइन और अनुप्रयोग तथा अंतर्निहित अभियांत्रिक चुनौतियाँ पर अधिक बल दिया गया, और इसके साथ ही कुछ व्याख्यान जैसे 'ब्रम्हाण्ड की परिकल्पना की अभियांत्रिकी', 'दूरदर्शक, एक कृत्रिम आँख' और 'FPGA-आधारित प्रणाली का प्रयोग करते हुए डिजीटल लॉजिक डिजाइन की महत्ता' भी शामिल थे।

प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी समूह ने भौतिकी विभाग, सेंट जोसेफ कॉलेज और मित्रों के साथ मिलकर बेंगलूर में 'आधुनिक प्रकाशिकी' (Modern Optics) पर दो-दिवसीय कार्यशाला सेंट जोसेफ कॉलेज परिसर में 8-9 फरवरी 2016 को आयोजित की। इसके लक्षित दर्शक थे स्नातक स्तर (31%) एवं स्नातकोत्तर स्तर (61%) के 89 छात्र और कॉलेज प्राध्यापक (8%)। क्राइश्ट विश्वविद्यालय कार्यशाला के समापन के साथ ही यह एक अन्य आउटरीच की और आम जनता को हमारे अनुसंधान से अवगत कराने एवं युवाओं को अनुसंधान में अपना जीवन तराशने के लिए प्रेरित करने की एक उत्कृष्ट पहल थी।

व्याख्यानों में मुख्यत: आधुनिक प्रकाशिकी के अंतर्गत व्यापक विषयों की विविधता पर सम्बोधन हुआ जिसके शीर्षक थे: 'फूरियर ऑप्टिक्स', 'फूरियर ऑप्टिक्स एंड एस्ट्रोनॉमिकल इमेजिंग', 'हाव ग्लास इनहेन्सेस योर वीजन ऑफ दी यूनिवर्स', 'अल्ट्राफास्ट लेज़र एंड नॉनलीनियर ऑप्टिक्स', 'क्वांटम फीचर्स ऑफ लाइट', और 'क्वांटम लीप्स इन प्रिसीजन मेजरमेंट्स'। वक्ताओं में शामिल थे: आरआरआई के रेजी फिलिप, अंदल नारायणन, एन वी मधुसूदन और उदय शंकर एवं राजाराम नित्यानंद (अजीम प्रेमजी विश्वविद्यालय), ए आर ऊषा देवी (बेंगलूर विश्वविद्यालय)।

कार्यशाला के संयोजक के रूप में, रेजी और अंदल ने कार्यशाला की उपयोगिता पर उपस्थितगणों से प्रतिक्रिया ली और संक्षिप्त सर्वे भारी सफलता को बयान करता है। इस तथ्य के आधार पर यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि उपस्थितगणों में से 94 प्रतिशत लोगों ने भविष्य में भी ऐसी कार्यशालाओं में भाग लेने की रूचि व्यक्त की है।

एसाइंटिस्ट एट ए होलिस्टिक–साइंस वर्कशॉप

4 जनवरी 2016 को, मैंने भूमि कॉलेज, बेंगलूर में 'Understanding Holistic Science and Complexity' पर आयोजित 4-दिवसीय कार्यशाला में भाग लिया। कार्यशाला का उद्देश्य था 'किसी के सोचने की प्रक्रिया की समीक्षा करना जो रैखिक व घटती सोच से बहुत गहनता से प्रभावित हुई'।

प्रधान वक्ता, फिलिप फ्रांसिस, एक होलिस्टिक साइंस फेक्कल्टी, कुमेचर कॉलेज, यूके, जिन्होंने चर्चा की पहल की, ने भौतिक सिद्धांतों, गणितीय सूत्रीकरण की क्लासिकल एवं प्रमात्रा भौतिकी में छिपे तथ्यों को खोजने का प्रयास किया। ये तथ्य, स्पष्टतया, एंथ्रोपोसेन्ट्रिक फिलोसोफिकल म्यूजिंग से सर्वथा उचित रूप से परिभाषित किये जाने वाले प्रश्नों के उत्तर देने में सक्षम थे। मैंने प्रारंभ में तो 'exploration of connections beyond isolated entities' के माध्यम से हमारे सामने आज उपस्थित असंख्य पर्यावरणीय संकट के निवारण को खोजने में कार्यशाला की मंशा की सराहना की। तथापि, मेरी स्वयं की व्याख्यान व चर्चा की समझ थी कि सम्पूर्ण प्रक्रिया अपने सबसे अच्छे पलों में अस्पष्ट थी और दुर्भाग्य से, तथ्यात्मक रूप से सर्वथा बेकार थी। यद्यपि, दर्शकों की एक बड़ी संख्या जो आमतौर पर विज्ञान पृष्ठभूमि के नहीं थे का मानना अलग था। इस पूरे अनुभव ने अभ्यासरत वैज्ञानिकों को आमजनता के साथ उठने-बैठने (मिलनसार होने) की आवश्यकता को सामने लाया और विज्ञान के भले के लिए विज्ञान जानने के विस्मय व आनंद को बताने की आवश्यकता को औजागर किया। यह आवश्यक है कि विज्ञान को रहस्यमय न रखा जाए और आमजनता को इसकी पहूँच के दायरे में लाया जाए इस आशा के साथ कि उनमें से कुछ जिज्ञासु लोग अपने मुक्त विचार रखेंगे और ऐसे साधन (यंत्र) अर्जित करेंगे जो उनकी समझ को बेहतर बनाएंगे।

तथापि, जितना महत्वपूर्ण विज्ञान को रहस्यमय नहीं रखना है, उतना ही यह आवश्यक है कि इसकी सीमाओं को समझना व बताना भी है। मेरे व्यक्तिगत विचारों से यह काफी निराशाजनक बात है कि इतनी महान दार्शनिक विरासत वाले इस देश में, लोगों को अपने स्वयं के दार्शनिक प्रश्नों को सहज ढ़ंग से प्रमात्रा भौतिकी की गैर-सहज युक्त ज्ञान संबंधी व्याख्याओं से जोड़ने की आवश्यकता को तराशना चाहिए! यह प्रमाण है इस तथ्य का कि हमें किसी भी चीज को समझने व कुशलता विकसित करने की ईमानदार, समर्पित और गहनता पूर्वक कार्य करने की आवश्यकता है - चाहे वह विज्ञान में हो अथवा दर्शन शास्त्र में। केवल सत्य के निकट और सतही प्रतिपादन से ही अधिक दूरी तक चला जा सकता है और फिल्मों के ट्रेलर की तरह, अपने सीमित-समय संस्करण में बहुत यातनाएँ देगा परंतु अपने अंतिम चरण में गंभीरता पूर्वक निराशाजनक होने से छुटकारा दिला सकता है।

अंदल नारायणन
सहयोगी प्रोफेसर, प्रकाश एवं पदार्थ भौतिकी समूह

आरआरआई में घटनाक्रम

रामन अनुसंधान संस्थान में माननीय केन्द्रीय मंत्री, डॉ हर्ष वर्धन, विज्ञान और प्रौद्योगिकी एवं पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय का दौरा, 21 अगस्त 2015

माननीय मंत्री जी का स्वागत अभिनंदन संस्थान के निदेशक द्वारा किया गया और उन्हें संस्थान के स्थापक सर सी वी रामन के अविलक्षण भावनाओं व जुनून को जारी रखते अनुसंधान आधारित प्रयोग में संस्थान की प्रगतियों को विशेष रूप से बताते हुए राष्ट्रीय व अंतर्राष्ट्रीय संदर्भ में अनुसंधान प्रयासों के बहुमूल्यता एवं प्रतिष्ठा का प्रत्यक्ष अनुभव कराती प्रस्तुतियाँ सामने रखी गई और प्रयोगालयों का दौरा कराया गया।

माननीय केन्द्रीय मंत्री जी ने वृक्षों से घिरे रास्तों से चलते हुए परिसर के गलियारों व प्रयोगालयों का दौरा किया एवं कर्मचारियों व छात्रों के साथ वार्तालाप की और (क) आरआरआई की प्रिकर्सर रेडियो टेलिस्कोप से लेकर अंतर्राष्ट्रीय स्क्वेयर किलोमीटर अरे (SKA), जो कि राष्ट्र की एक नामित मेगा परियोजना है, में अंतर्राष्ट्रीय सांझेदारी में आरआरआई प्रतिभागिता, (ख) ISRO के साथ मिलकर संस्थान में ही भारतीय क्ष-किरण ध्रुवणमापी उपग्रह मिशन – XPoSat- परियोजना में वैज्ञानिकीय पेलोड बनाने में आरआरआई के प्रयासों का समझा, जो कि NASA एवं ESA के भी पहले इस क्षेत्र में अंतरिक्ष मिशनों का विश्व का पहला क्ष-किरण ध्रुवणमापी समर्पित मिशन है, (ग) ASTROSAT – भारत का प्रथम अंतरिक्ष खगोलिकी उपग्रह, में आरआरआई की प्रतिभागिता, (घ) प्रमात्रा प्रकाशिकी प्रयोगालयों का आरआरआई क्लस्टर, जो कि अब देश में कोल्ड-परमाणुओं व प्रमात्रा सूचना अनुसंधान के लिए अग्रणी केन्द्र की तरह स्थापित हैं, (ड.) पदार्थ एवं कोशिका संरचना की गत्यात्मकता पर अनुसंधान करते मृदु पदार्थ और जैवभौतिकी प्रयोगालयों का आरआरआई क्लस्टर, और (च) आरआरआई में रेडियो खगोलिकी प्रयोगशाला जो ब्रम्हाण्ड के पूर्ववर्ती क्रमिकविकास से रेलिक कॉस्मिक विकिरणों में स्पेक्ट्रल डिस्टॉर्शन के संसूचन के लिए प्रिसीजन रेडियोमीटर बनाती है, को समझा।

माननीय केन्द्रीय मंत्री जी का छात्रों व कर्मचारियों का खरा व स्पष्ट परस्पर संवादात्मक सत्र बेहद प्रेरित और प्रोत्साहित करने वाला रहा। उन्होनें जहाँ देश से पोलियो उन्मूलन की चुनौतियों का सामना करने वाले अपने साहसी कदमों के अनुभवों को सांझा करते हुए छात्रों को प्रेरित किया, वहीं दूसरी ओर, उन्होंने प्रसिद्ध भौतिक विज्ञानी एवं नोबल पुरस्कार से सम्मानित सर सी वी रामन के नक्शे कदम पर चलने के लिए प्रेरित किया और कहा "विज्ञान और समाज के लिए बड़ा स्वप्न देखें"।













वार्षिक आरआरआई संस्थागत बैठक, 2015

आरआरआई संस्थागत बैठक का आयोजन इस वर्ष 15-17 अप्रैल के दौरान मुख्य भवन के सभागार में, अन्य वर्षों की तुलना में थोड़ी देर से, परंतु बड़ी सफ्लता के साथ हुआ। संस्थागत बैठक मुख्यत: एक ऐसा मंच है जो आरआरआई में सम्पूर्ण शैक्षणिक समुदाय, छात्र, प्राध्यापकों के साथ-साथ सहायक-कर्मचारियों को एक मंच पर लाती है और उन्हें अपने कार्यों को पोस्टर एवं मौखिक प्रस्तुति के माध्यम से प्रस्तुत करने का एक अवसर प्रदान करती है और संस्थान में उनके अपने क्षेत्र से हटकर प्रयोगालयों/समूहों में चल रहे अनुसंधानों से अवगत कराती है। इस वर्ष की संस्थागत बैठक इससे कुछ अलग नहीं थी, जैसी कि बैठक में प्रतिभागिता के स्तर से सिद्ध होती है।

इस वर्ष, सभी चारों अनुसंधान समूहों एवं सुविधाओं जैसे ग्रंथालय तथा रेडियो खगोलिकी प्रयोगशाला के वक्ताओं ने कार्यक्रम के तीनों दिन 20-20 मिनिट की मौखिक प्रस्तुतियाँ दी। लगभग 30 वक्ताओं ने इस अवसर का लाभ उठाते हुए अपने कार्यों को प्रस्तुत किया।

बैठक के पहले दो दिन पोस्टर देखने के सत्र भी थे जिसमें 8 प्रतिभागियों ने पोस्टर प्रस्तुति के लिए अपने कार्य का सारांश दिया था।

अनुसूची में अंतिम कार्यक्रम लगभग एक घण्टा लम्बा 'Five year limit of PhD Programme at RRI and No Stipend-No Accommodation Policy' पर मुक्त चर्चा सत्र था जिसकी अध्यक्षता रंजिनी बंद्योपाध्याय ने की।

जैसा कि पिछली वार्षिक संस्थागत बैठकों के दौरान नियम था, इस वर्ष भी बैठक का समापन ग्रंथालय भवन की छत में सांस्कृतिक कार्यक्रम और रात्रिभोज के साथ हुआ। छात्र, प्राध्यापकों के साथ-साथ उनके पारिवारिक सदस्यों को संगीत, नृत्य इत्यादि में अपनी कला को दिखाने का अवसर दिया गया। आरआरआई लोगो वाली आयोजन समिति द्वारा डिजाइन की गई T-शर्ट को भी कार्यक्रम के दौरान वितरित किया गया।

संस्थागत बैठक 2015 की आयोजन समिति का गठन पीएचडी के तृतीय वर्ष के छात्र दल से किया गया। कर्मचारियों एवं छात्रों के नाम जिन्होंने व्याख्यान दिया और उनकी प्रस्तुतियों के शीर्षक को http://rri.res.in/~inhouse/schedule.pdf में देखा जा सकता है।



पोस्टर प्रस्तुति





संस्थागत बैठक 2015 में सांस्कृतिक कार्यक्रम

भारतीय कोशिका यांत्रिकी बैठक, 2015

"मिकेनिकल मेनिपुलेशंस एंड रिस्पोंसेस एट दी स्केल ऑफ दी सेल एंड बियोंड" पर दूसरी कार्यशाला के भाग के रूप में, आरआरआई ने नेशनल सेंटर फॉर बायोलॉजिकल साइंसेस (NCBS) एवं इंटरनेशनल सेंटर फॉर थियोरेटिकल साइंसेस (ICTS) के सहयोग में, भारतीय कोशिका यांत्रिकी बैठक, 2015 का आयोजन आरआरआई मुख्य भवन सभागार में 24-26 अप्रैल के दौरान किया।

कोशिकीय एवं उप-कोशिकीय पैमानों पर जैविकीय प्रक्रियाओं की समझ ने एक अग्रगामी प्रगति की है, इसका श्रेय नए माइक्रोस्कोपी यंत्रों की उपलब्धता को जाता है जिसने उप-विवर्तन रेजोल्यूशन एवं उच्च-गति की जीवित कोशिका/ऊतक प्रतिचित्रण प्रौद्योगिकी को समर्थ बनाया है। हाल में, एकल अणु अथवा बहु-कोशिकीय कोशिका संयौगिकों के यांत्रिकीय हेरफेर की विविध प्रकार की तकनीकों के अनुप्रयोगों ने वैज्ञानिकों को सक्षम बनाया है कि वे पता लगा सकें कि कैसे जीव नियंत्रित यांत्रिकीय संकेतों पर प्रतिक्रिया देते हैं। इस तीन-दिवसीय चर्चा बैठक ने 'आण्विक पैमानों पर यांत्रिकी', 'कोशिकीय पैमानों –

i. साइटोस्केलटन एवं
ii. झिल्ली पर यांत्रिकी' और 'ऑर्गेनिज्म / जीव स्तर पर यांत्रिकी' पर आधारित सत्रों के माध्यम से समस्याओं/प्रश्नों पर गहन चर्चा को सुलभ बनाया जिसका लक्ष्य था यांत्रिक प्रकृति की अव्यवस्थाओं के प्रति जैविकीय पदार्थों (सभी पैमानों पर) की प्रतिक्रियाओं पर मात्रात्मक जानकारी जुटाना और क्रमबद्ध तरीके से कैसे जीवित तत्व यांत्रिकीय सूचना में संलग्न रहते हैं की भौतिकी के गूढ़ रहस्य को प्रायोगिक व सैद्धांतिक मॉडलिंग दोनों के माध्यम से औजागर करना।

प्रमुख आमंत्रित वक्ताओं जी वी शिवशंकर (मिकेनोबायोलॉजी इंस्टीट्यूट, सिंगापोर), पेरा रोका-कुसेक (यूनिवर्सिटी ऑफ बार्सेलोना), सत्यजीत मेयर (एनसीबीएस, बेंगलूर) और भारतीय कोशिका यांत्रिकी समुदाय के लगभग 100 सदस्यों के साथ-साथ विदेश के कुछ अनुसंधानकर्ताओं की प्रतिभागिता से यह कार्यक्रम एक सफल कार्यक्रम था। प्रतिभागियों ने इस क्षेत्र में अपने वर्तमान अनुसंधानों को प्रस्तुत किया और सम्मेलन मोड में रूचिकर विषयों में भविष्य के अनुसंधान अवसरों पर चर्चा की। स्थानीय प्रतिभागी जिन्होंने बैठक में व्याख्यान दिया में शामिल थे गौतम सोनी जिन्होंने 'नैनोपोर बायोफिजिक्स: फ्रॉम मॉलेक्यूलर डिटेक्शन टू बायोलॉजी' और मदन राव, जिन्होंने 'एक्टोम्योसिन पल्सेशन एंड सिम्मेट्री ब्रेकिंग फ्लो ड्राइव टिश्यू रीमॉडलिंग' पर व्याख्यान दिया, शामिल थे।

बैठक का विशेष आकर्षण केन्द्र बिन्दु था 26 अप्रैल को नेशनल गैलरी ऑफ मॉडर्न आर्ट (NGMA) में आयोजित 'बॉडीस्टोर्म हिट्स बेंगलूर' शीर्षक पर यूनिवर्सिटी ऑफ मिन्नेसोटा बेस्ड ब्लैक लेबल मोवमेंट (BLM) द्वारा प्रस्तुति। जैवचिकित्सीय अभियंता डेविड ओद्दे एवं नृतक/कोरियोग्राफर कार्ल फ्लिंक की सहकार्य परियोजना, की प्रस्तुति में बीएलएम के नृतक और भारत से आठ चुने हुए नृतक थे। बॉडीस्टोर्म एक अवधारणा है जहाँ कोरियोग्राफ की गई नृत्य की चालों का उपयोग जैविकीय समस्याओं में भौतिकी-संबंधी प्रश्नों को निरूपित करने के लिए किया जाता है। इसका मूल तत्व ज्ञान यह है कि सरल अभिक्रिया नियमों का उपयोग करें जो कि नृतक, समूह की तरह, मंच पर जैविकीय प्रक्रियाओं का अनुकरण करने व समझने के लिए अनुसरित करते हैं।



HI-21 cm रेखा की ब्रम्हाण्डिकी

अप्रैल में आयोजित भारतीय कोशिका यांत्रिकी बैठक के पश्चात एक राष्ट्रीय (राष्ट्र स्तर की) कार्यशाला 'कॉस्मोलॉजी विथ दी HI 21-cm लाइन' शीर्षक पर 23-26 जून के दौरान परिसर में आयोजित की गई। नेशनल सेंटर ऑफ रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स (NCRA), पुणे और रामन अनुसंधान संस्थान (RRI), बेंगलूर इसके संयुक्त आयोजक थे।

न्यूट्रल हाइड्रोजन (HI) की 21-सेमी रेखा ब्रम्हाण्ड के अंधकारमय काल से आज की वर्तमान स्थिति तक के क्रमिकविकास के अध्ययन के लिए एक आशाजनक यंत्र है। भारत एवं विश्वभर में कई समूह सैद्धांतिक एवं प्रेक्षणीय पहलु से HI-21cm रेखा की ब्रम्हाण्डिकी पर कार्य कर रहे हैं।

21cm ब्रम्हाण्डिकी संबंधी जारी एवं आगामी प्रयोगों में भारतीय प्रतिभागिता बनाए रखने के दृष्टिकोण से, जिसमें शामिल हैं GMRT, OWFA, SARAS, MWA, एवं SKA, इस कार्यशाला ने विभिन्न संस्थानों में जारी अनुसंधान कार्यों पर सूचना विनिमय और इस रोचक क्षेत्र में अनुसंधान के लिए युवा स्नातक छात्रों को प्रोत्साहित करतने पर ध्यान दिया।

मुख्य संबोधन, आमंत्रित समीक्षाएँ एवं व्याख्यान के विषय थे:

- कॉस्मोलॉजिकल 21-सेमी सिगनल
- डिटेक्शन ऑफ दी सिगनल यूजिंग प्रिसीजन रिसीवर्स
- फोरग्राउंड्स
- क्रॉस-कोर्रिलेशंस विथ अदर कॉस्मोलॉजिकल सिगनल्स
- स्पेशिफ्फिक इंस्ट्रूमेंट्स: GMRT, OWFA, SARAS, MWA, SKA
- HI इन दी ISM ऑफ गेलेक्सीज़
- स्टडीज़ ऑफ इंडिविजुअल सिस्टम्स

आमंत्रित समीक्षात्मक व्याख्यानों को अविनाश देशपाण्डे (आरआरआई), जसजीत बागला (आईआईएसईआर, मोहाली), जयराम चेंगलूर (एनसीआरए), निसिम कणेकर (एनसीआरए), रवि सुब्रह्मण्यन (आरआरआई), सैयद अली (जाधवपुर विश्वविद्यालय), शिव सेठी (आरआरआई), सोमनाथ भारद्वाज (आईआईटी खड़गपुर), श्रेयानंद आर (आईयूसीएए), तीर्थांकर रॉय चौधरी (एनसीआरए) और उदय शंकर एन (आरआरआई) ने प्रस्तुत किया।

लगभग 40 प्रतिभागी, अधिकतर स्नातक छात्र एवं डॉक्टरोत्तर अध्येताओं को नवोनमेषित अनुसंधान कार्यक्रमों के बारे में सुनने, अपने विचार व्यक्त करने और अनुपूरक क्षेत्रों में कार्यरत सहकर्मियों के साथ नेटवर्क बनाने का अवसर प्राप्त हुआ। कार्यक्रम के पैनल चर्चा सत्र ने इन प्रक्रियाओं को और भी अधिक सुविधाजनक बनाया।

बेंगलूर स्कूल ऑन स्टेटिस्टिकल फिजिक्स – VI

आरआरआई में अप्रैल – सितम्बर 2015 के दौरान आयोजित यह कार्यक्रम वास्तव में सबसे व्यस्ततम कार्यक्रम रहा। जून के अंत में ब्रम्हाण्डिकी कार्यशाला तुरंत बाद 02 जुलाई – 18 जुलाई तक मुख्य भवन सभागार में 'बेंगलूर स्कूल ऑन स्टेटिस्टिकल फिजिक्स - VI' का आयोजन हुआ।

प्रथम संयुक्त स्कूल की अपार सफलता के पश्चात उन्नत-स्तर का शैक्षणिक स्कूल इस तरह के स्कूल कार्यक्रम जो स्टेटिस्टिकल फिजिक्स (सांख्यिकीय भौतिकी) पर ध्यान देता है, की श्रेणी में दूसरा था, जिसका आयोजन आरआरआई एवं आईसीटीएस द्वारा संयुक्त रूप से किया गया। रामन अनुसंधान संस्थान में 2010 में आरआरआई स्कूल ऑन स्टेटिस्टिकल फिजिक्स शीर्षक से शुरू की गई पूर्व की स्कूल के नक्शे कदम पर इस वर्तमान सीरीज का आयोजन हुआ।

जैसा पिछले वर्ष में हुआ, स्कूल में सांख्यिकीय भौतिकी के क्षेत्र में आधुनिक युग के संदर्भ में अनुसंधानों के निर्णायक महत्व के विविध स्तर के विषयों को कवर किया गया। प्रशिक्षकों ने दो सप्ताह के पाठ्यक्रम में न केवल सु-स्थापित सिद्धांतों को कवर किया बल्कि शिक्षण मॉड्यूल और ट्यूटोरियल के माध्यम से अत्याधुनिक अनुसंधान विषयों को भी कवर किया।

इन पाठ्यक्रमों में शामिल थे:

1. सांख्यिकीय भौतिकी का परिचयात्मक व्याख्यान - अभिषेक धर (आईसीटीएस) एवं संजीब सभापंडित (आरआरआई)
2. मृदु पदार्थ भौतिकी का परिचय – डी पाईन (न्यूयार्क)
3. निर्दिष्ट अंत:स्त्रवण (डायरेक्टेड पर्कोलेशन) और सेंडपाइल मॉडल - डी धर (टीआईएफआर)
4. लम्बी-दूरी वाली अभिक्रियाओं की प्रणालियों की सांख्यिकीय यांत्रिकी – डी मुकमल (वैज़मान इंस्टीट्यूट)
5. कणों की परस्परक्रिया वाली प्रणाली - एम बर्मा (टीआईएफआर)
6. आण्विक मोटरों की भौतिकी – डी चौधरी (आईआईटीके)
7. वृहत विचलन पद्धति एवं गैर-साम्य प्रणालियों में अस्थिरता संबंध - एस. सासा (क्योटो)

स्कल के कुछ प्रतिभागियों से चर्चा करते समय, यह आसानी से समझा जा सकता था कि जहाँतक सैद्धांतिक पाठ्यक्रमों का सवाल था टीआईएफआर के डी. धर एवं एम. बर्मा सबके चहेते थे, जबकि मुकमल एवं सासा के मॉड्यूल्स उन अनुसंधानकर्ताओं के लिए विशेष रूचि के विषय थे जो अंकीय सिमुलेशन में कार्य करते हैं। एक ओर जहाँ देबाशीष चौधरी के व्याख्यान ने जैविकीय भौतिकी की महक को प्रस्तुत किया, वहीं दूसरी ओर डेविड पाइन ने कोलाइड, सर्फेक्टेंट एवं अन्य मृदु पदार्थ के जगत की कई रहस्यमय बातों बताया।

नई कोलाइड चर्चा बैठक, 2015

डेविड पाइन के बेंगलूर दौरे के समय होने पर, आरआरआई ने 2015 के पहली छ:माही में परिसर में नई कोलाइड चर्चा बैठक, 2015 की चौथी बैठक आयोजित की। बैठक जुलाई 19-21 के दौरान आयोजित बैठक ने प्रस्ताव रखा कि मृदु पदार्थ अनुसंधान के नए प्रवर्तित क्षेत्रों विशेषतया परंतु इसी तक सीमित न रहते हुए कोलाइड संबंधी भौतिज्ञों, रसायनिज्ञों एवं अभियंताओं के मध्य चर्चा को बढ़ावा दिया जाए।

स्वयं डेविड पाइन ने तीन प्रमुख व्याख्यान दिये जो बैठक के तीनों दिन रखे गए थे। व्याख्यान के शीर्षक इस प्रकार थे: "डीएनए कोटेड कोलाइड विथ एंड विदाउट डायरेक्शनल इंटरेक्शंस ", "रेंडम ऑर्गेनाइजेशन: रिवर्सिबिलिटी इन नॉन-ब्राउनियन सस्पेंशंस" एवं "कोलाइडल सर्फर्स"। बैठक के अन्य आमंत्रित वक्ता IISc, JNCASR, IISER कोलकाता, NCL पुणे, IISER भोपाल

और हैदराबाद विश्वविद्यालय से थे। कई व्याख्यानों में से कुछ आमंत्रित व्याख्यानों के विषय इस प्रकार थे:-

- मैक्रो-असेम्ब्लीज़ फ्रॉम बोंडिंग कोलाइड्स
- बायोमिमेटिक बिहेवियर ऑफ सिंथेटिक पार्टिकल्स
- स्ट्रक्चरल ग्लास ट्रांजीशन इन न्यू कोलाइड्स
- डायल्यूट (एनिसोट्रोपिक) सस्पेंशन रियोलॉजी
- मेग्नेटिक नैनो-स्विमर्स
- लिक्विड क्रिस्टल कोलाइड्स एंड देयर स्ट्रक्चरल ट्रांजीशन
- फ्लो-इंड्यूस्ड सेल्फ -असेम्ब्ली एंड प्रोपल्सन इन एक्टिव कोलाइड्स

पोस्टर की प्रस्तुति भी इस कार्यक्रम का एक भाग थी।

एक छोटी, अनौपचारिक बैठक के परिप्रेक्ष्य से आयोजित इस बैठक में इस वर्ष आमंत्रित वक्ताओं के अलावा लगभग 25 प्रतिभागी, छात्र एवं डॉक्टरोत्तर अध्येता थे जिसमें आरआरआई से 5 छात्र शामिल रहे। बैठक में विशेषतया कार्यक्रम के दूसरे दिन प्रतिभागियों के अधिक उत्साह के साथ आयोजित हुई। बैठक की सफ्लता के कारण बेंगलूर में मृदु पदार्थ अनुसंधान पर वार्षिक चर्चा बैठक करने के प्रस्ताव पर चर्चा की कई।

सांस्कृतिक कार्यक्रमों की संध्या

4 सितम्बर को, हमने 'स्टेजक्राफ्ट', एनसीबीएस कल्चरल क्लब का नाटकशाला स्कंध, को आरआरआई में ग्रंथालय भवन की छत पर अपनी पसंद के किसी मौलिक नाटक को प्रस्तुत करने के लिए आमंत्रित किया। इसमें आरआरआई परिवार के सदस्य, उनके परिवार व मेहमान दर्शक थे।

नेशनल सेंटर फॉर बायोलॉजिकल साइंसेस (NCBS) एवं भारतीय विज्ञान संस्थान (IISc) के छात्रों से बने स्टेजक्राफ्ट ने विभिन्न परिप्रेक्ष्य व शैली से नाटक के इस प्रथम संकलन (एंथोलॉजी) के माध्यम से नाटक की कला को प्रस्तुत किया।

4 सितम्बर की संध्या के समय, 'स्टेजक्राफ्ट' ने परिसर में 'V'- an evening of five original short plays, Paradise, The Mooneater, Birds and Other Carnivores, Paper on the nose and Phoren प्रस्तुत किया। यह संध्या नाटक के विभिन्न आयामों भौतिक नाटक से लेकर विवेकहीन ट्रेजिकॉमेडी से लेकर संगीत की भिन्न-भिन्न प्रस्तुतियों से परिपूर्ण थी। 'पांच' अर्थात 'V' को एनसीबीएस में 17 जुलाई को प्रस्तुत किया गया था और यह उनका दूसरा प्रदर्शन था। यह नाटकीय कार्यक्रम लगभग 60 मिनिट तक बिना किसी विराम के चला।

इस कार्यक्रम का वीडियो बनाने के साथ-साथ फोटोग्राफी संस्थान के फोटोग्राफर एवं कुछ छात्रों ने की। नाटक के पश्चात इसी जगह अपरान्ह 7.30 बजे से रात्रिभोज भी आयोजित किया गया था। नाटक और रात्रिभोज दोनों ही सभी, मित्रों व परिवार सदस्यों के लिए रखा गया था।

कार्यक्रम की बहुत सराहना की गई और हम सभी ने एक अच्छा समय बिताया, परिसर के वैयक्तिक समूहों जिन्होंने इस कार्यक्रम को आयोजित करने में मंच सजाने से लेकर, लाइटिंग, साउंड सिस्टम, रंगमंच की सामग्री की व्यवस्था और खानपान इत्यादि की व्यवस्था करने में काफी परिश्रम किया को आभार। स्टेजक्राफ्ट अगले दिन अर्थात 5 तारीख को नेशनल लॉ स्कूल द्वारा आयोजित वार्षिक नाटक समारोह जिसे एडमिट वन के नाम से जाना जाता है में पुनः यही नाटक प्रस्तुत करने के लिए गए।

4 सितम्बर के आयोजन का सुखद परिणाम रहा छात्रों के कलाबाज समूह को एक मंच पर लाकर हमारे अपने संगीत क्लब और नाटक क्लब बनाने और उसका उद्घाटन करने का प्रयास करना। हमारा यह भी प्रयास है कि विशेषतया जहाँ तक सांस्कृतिक कार्यक्रमों का सवाल है हम अपने छात्र समुदायों को IISc और NCBS के छात्रों के संपर्क में लाएँ। हम सभी एक अन्य ऐसी ही संध्या का इंतजार करते हैं जहाँ हमारे अपने कलाकार हमारे बीच ऐसी प्रस्तुतियाँ प्रस्तुत करेंगे।





प्रभान चक्रबर्ती, V के निर्देशक, एनसीबीएस



पक्षी औरअन्य मांसभक्षी



स्वर्ग



चंद्रमा-भक्षक



नाक में पेपर



फोरेन

अन्य कार्यक्रम

बेंगलूर इंवायरमेंट ट्रस्ट ने आरआरआई में 7 नवम्बर 2015 को सुबह से लेकर दोपहर तक मुख्य सभागार में **अर्द्ध-दिवसीय संगोष्ठी का आयोजन** किया। जैसा कि हमें ज्ञात है बेंगलूर कभी अपने उत्कृष्ट हरियाली के कारण 'देश के बगीचों वाला शहर' के नाम से प्रसिद्ध था। इसी शहर में, अब सड़क-चौड़ीकरण, निर्माण और 'इंफ्रास्ट्रक्चर' संवर्धन के नाम से अविवेकपूर्ण तरीके से वृक्षों को काटना एक आम बात हो गई है। कनार्टक वृक्ष संरक्षण अधिनियम 1976, यद्यपि अपने समय का दूरदर्शी कानून है, भी न तो बेंगलूर शहर की हरियाली और न ही कर्नाटक के अन्य शहरी क्षेत्रों की हरियाली को संरक्षित करने में मददगार साबित हुआ है। 13 जनवरी 2015 को जारी एक संशोधन के साथ इस अधिनियम ने स्थिति को बद से बदतर बना दी है। हाल का यह संशोधन वृक्षों की सूची को बढ़ाकर 27 करता है जो यह अनुमति देता है कि इन्हें बिना किसी पूर्वअनुमति के काटा जा सकता है। यह ऐसे वृक्षों की संख्या को भी बढ़ाता है जिन्हें लोकहित में व घरेलू प्रयोजनों के लिए काटा जा सकता है।

बेंगलूर इंवायरमेंट ट्रस्ट (BET) द्वारा आयोजित इस संगोष्ठी का उद्देश्य था वृक्ष अधिनियम की इसके वर्तमान प्रारूप में कमियों व शहरी क्षेत्रों में इसके कार्यान्वयन के तरीकों को औजागर करना और साथ ही, हमारे बहुमूल्य हरित आवरण को संरक्षित रखते हुए शहरीकरण की ओर आगे बढ़ने के उपायों को बताना।

28 फरवरी को आरआरआई संस्थापक सर सी वी रामन की देश में इसी दिन 1928 को रामन प्रभाव की खोज की स्मृति में पूरे देश में **राष्ट्रीय विज्ञान दिवस** के रूप में मनाया जाता है। इस वर्ष, राष्ट्रीय विज्ञान दिवस को आरआरआई में विशेष आउटरीच कार्यक्रम के साथ मनाया गया जिसमें बेंगलूर के मल्लेश्वरम और राजाजी नगर के क्षेत्र के साथ-साथ तुमकुर, मैसूर से विद्यालय व महाविद्यालय के छात्र शामिल रहे। इस कार्यक्रम का आयोजन ब्रेकथ्रू साइंस स्टडीज, बेंगलूर (BSS) के सहयोग से किया गया था। BSS ने इस दिन सुबह IISc से लेकर RRI तक छात्रों के लिए एक 'विज्ञान मार्च' निकाला। उनके आगमन पर, शिव सेठी (RRI) ने उन्हें संबोधित करते हुए रामन का विज्ञान में योगदान बतलाया, जबकि डॉ के एन रजनी (खजांची, BSS) ने वर्तमान समय में हमारे सामने उपलब्ध चुनौतिकयों को देखते हुए छात्रों व समाज में वैज्ञानिक सोच की महत्ता को बताया। कार्यक्रम की समाप्ति छात्रों के आरआरआई संग्रहालय दर्शन के साथ हुई।

"**क्वांटम मेज़र एंड कॉजल सेट थियोरी**" पर एक कार्यशाला का आयोजन आरआरआई ग्रंथालय भवन के व्याख्यान कक्ष में 4-8 जनवरी 2016 के दौरान सुमती सूर्या द्वारा आयोजित की गई। इस कार्यशाला को प्रधान उद्देश्य था ऐसी गहन चर्चा बैठक करना जहाँ विश्वभर के कुछ वैज्ञानिक प्रमात्रा मापन सिद्धांत और कॉजल सेट प्रमात्रा गुरूत्व के क्षेत्र में नवीनतम प्रगतियों व विचारों का आदान-प्रदान करें।

इसमें भाग लेने वाले प्रतिभागी थे: प्रो. फेय्य डॉकर, इम्पीरियल कॉलेज, लंदन, प्रो. रॉफेल सॉर्किन, पेरीमीटर इंस्टीट्यूट फॉर थियोरेटिकल फिजिक्स, वाटरलू, कनाडा, डॉ लीज़ा ग्लेसर, यूनिवर्सिटी ऑफ नॉट्टिंघम, यूके, डॉ डेविड राइडआउट, यूसी सेन डियागो, यूएसए, और डॉ पेटरोस वॉल्डेन, यूनिवर्सिटी ऑफ एडिनबर्ग, यूके के अलावा कई स्नातक छात्र और आरआरआई के सैभौ/टीपी समूह के प्राध्यापक सदस्य।

बैठक के पांच दिनों के दौरान, कई व्याख्यान हुए जिनमें विस्तृत चर्चा हुई। इनके पश्चात दिन के अंत में उस दिन के विषय पर पृथक चर्चा सत्र रहते थे। विषयों को व्यापक रूप से चार विशिष्ट क्षेत्रों में वर्गीकृत किया गया –

i. प्रमात्रा मापन दृष्टिकोण
ii. सॉर्किन-जॉन्स्टन निर्वात,
iii. ब्रम्हाण्ड संबंधी नियतांक और
iv. कॉजल सेट सिद्धांत में अंकीय/संख्यात्मक विधियाँ ।

यह बैठक आरआरआई में इस तरह की दूसरी चर्चा बैठक थी, पहली जनवरी 2015 में प्रमात्रा मापन पर आयोजित हुई थी। यह हमारे बीच के कॉजल सेट सैद्धांतिज्ञों के लिए पूर्णतया समृद्ध अनुभव वाला रहा और हमें आशा है कि यह समय के साथ पिछले वर्ष की प्रमात्रा मापन पर चर्चा बैठक एक वार्षिक परंपरा का रूप लेगी।

दिनांक 1 फरवरी 2016 को आरआरआई में **कर्नाटक राज्य शिक्षा नीति रिपोर्ट** के मसौदे की समीक्षा करने के उद्देश्य से डॉ के कस्तूरी रंगन, अध्यक्ष, **कर्नाटक ज्ञान आयोग** (KJA) की अध्यक्षता में एक **समीक्षा बैठक** आयोजित हुई।

यह सर्वज्ञ माना गया है कि कर्नाटक देश में ज्ञान राज्य की तरह तेजी से उभरता हुआ राज्य है, और एक जिम्मेदार वैश्विक नागरिक के रूप में नवोन्मेषन, विरासत के संरक्षण, नए ज्ञान के संवर्धन, कुशलता निर्माण और जीवन के प्रत्येक क्षेत्र में ज्ञान की अनुप्रयोगिता के संबंध में 21वीं शताब्दी की वैश्विक चुनौतियों से निपटने की आवश्यकता है, इसी कारण अधिक मानवीय व विकसित समाज के निर्माण की जरूरत है।

KJA का संक्षिप्त परिचय – KJA एक विशेषज्ञों का एक निकाय है जिसे कर्नाटक सरकार ने नीति निर्णय संबंधी सिफारिश करने के लिए बनाया है। राज्य में KJA जैसे निकायो

को बनाने का प्रमुख कारण है विभिन्न क्षेत्रों में विशेषज्ञों को लगाना और राज्य में शासन व्यवस्था को बेहतर करने के लिए पेशेवर व ज्ञानवर्धक सिफारिशें प्राप्त करना ताकि कर्नाटक के नागरिकों व समाज हित में कदम उठाए जा सकें ।

फ रवरी की बैठक में, सरकार को विद्यालय-स्तर की शिक्षा, शिक्षक व प्राध्यापक, शिक्षा की एकसमान प्रणाली, असमानताओं को हटाने, भविष्य में शिक्षा प्रबंधन के प्रशासनिक ढ़ांचे संबंधी समस्याओं के निराकरण की नीति निर्धारण संबंधी सिफारिशें की गई।

प्रकाशन

पत्रिकाओं में प्रकाशित शोध–पत्र (पेपर)

1. ए सर्च फॉर फास्ट रेडियो बर्स्ट एट लो फ्रिक्वेंसीज विथ मर्किसन वाइडफील्ड अरे हाई टाइम रेजोल्यूशन इमेजिंग
तिंगे एसजे*; ट्रॉट सीएम*; देशपाण्डे एए; प्रभु टी; उदय, शंकर एन; श्रीवाणी केएस; सुब्रह्मण्यन, रवि; +15 सहलेखक
एस्ट्रोनॉमिकल जर्नल 150, 199, 2015

2. आर्प 65 इंटरेक्शन डेब्रिश: मेसिव HI डिस्प्लेसमेंट एंड स्टार फॉर्मेशन
सेनगुप्ता सी*; स्कॉट टीसी*; पॉडेल एस*; सांईकिया डीजे*; द्वारकानाथ केएस; शॉन बीडब्ल्यू*
एस्ट्रोनॉनी एंड एस्ट्रोफिजिक्स 584, ए114, 2015

3. कॉस्मिक रे एंटीप्रोटॉन्स फ्रॉम नियरबाय कॉस्मिक एक्सीलरेटर्स
जोशी, जगदीश सी; गुप्ता, नयनतारा
एस्ट्रोपार्टिकल फिजिक्स 65, 108-110, 2015

4. वेरी हाई एनर्जी न्यूट्रीनोज़ फ्रॉम फोटो-डिसइंटीग्रेशन ऑफ कॉस्मिक रे न्यूक्ली
गुप्ता, नयनतारा
एस्ट्रोपार्टिकल फिजिक्स 74, 1, 2016

5. प्रोटॉन सिंक्रोट्रॉन रेडिएशन फ्रॉम एक्सटेंडेड जेट्स ऑफ पीकेएस 0637-752 एंड 3सी 273
भट्टाचार्या, वृजुपान; गुप्ता, नयनतारा
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल 817, 6, 2016

6. फोरग्राउंड्स इन वाइड-फील्ड रेडशिफ्टेड 21सेमी पॉवर स्पेक्ट्रा
त्यागराजन एन*; पॉल, सौरभ; प्रभु टी; उदयशंकर एन; सेठी एसके; श्रीवाणी केएस; सुब्रह्मण्यन, रवि; +25 सहलेखक
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल 804, 14, 2015

7. न्यूमेरिकल स्टडीज ऑफ डायनेमो एक्शन इन ए टर्बुलेंट शियर फ्लो.I.
सिंह, निशांत के; जिंगाडे, नवीन*
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल 806, 118, 2015

8. ब्रॉडबैंड स्पेक्ट्रल मॉडलिंग ऑफ दी एक्स्ट्रीम गीगाहर्ट्ज-पीक्ड स्पेक्ट्रम रेडियो सोर्स पीकेएस बी0008-421
कलिंघम जेआर*; देशपाण्डे एए; प्रभु टी; श्रीवाणी केएस; सुब्रह्मण्यन, रवि; उदय शंकर एन; +22 सहलेखक
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल 809, 168, 2015

9. साइम्लटेनियस ऑब्जर्वेशंस ऑफ जायंट पल्सेस फ्रॉम दी क्रेब पल्सर, विथ दी मर्किसन वाइडफील्ड अरे एंड पर्केज रेडियो टेलिस्कोप: इम्प्लीकेशंस फॉर दी जायंट पल्स एमीशन मिकेनिज्म
ओरोसे एसएल*; देशपाण्डे एए; प्रभु टी; उदय शंकर एन; श्रीवाणी केएस; सुब्रह्मण्यन, रवि; + 22 सहलेखक
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल 809, 51, 2015

10. ऑन दी डिटेक्शन ऑफ स्पेक्ट्रल रिपल्स फ्रॉम दी रिकॉम्बीनेशन इपोच
सत्यनारायण राव, मयूरी; सुब्रह्मण्यन, रवि; उदयशंकर एन; क्लुबा, जेन्स*
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल 810, 3, 2015

11. डिस्कवरी ऑफ लो डीएम फास्ट रेडियो ट्रांसिएण्ट्स : जेमिंगा पल्सर कॉट इन दी एक्ट
मान, योगेश
एस्ट्रोनॉमिकल जर्नल 815, 126, 2015

12. ऑन दी डिटेक्शन ऑफ ग्लोबल 21-सेमी सिग्नल फ्रॉम रिआयनाइजेशन यूजिंग इंटरफेरोमीटर्स
सिंह, सौरभ; सुब्रह्मण्यन, रवि; उदय शंकर एन; रघुनाथन ए
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल 815, 88, 2015

13. चिप्स: दी कॉस्मोलॉजिकल HI पॉवर स्पेक्ट्रम एस्टीमेटर
ट्रॉट सीएम*; प्जिंदोर बी*; प्रभु टी; उदय शंकर एन; सेठी एसके; श्रीवाणी केएस; सुब्रह्मण्यन, रवि; +45 सहलेखक
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल 818, 139, 2016

14. दी इम्पोर्टेन्स ऑफ वाइड-फील्ड फोरग्राउंड रिमोवल फॉर 21 सेमी कॉस्मोलॉजी: ए डिमॉन्स्ट्रेशन विथ अर्ली MWA इपोच ऑफ रिआयनाइजेशन ऑब्जर्वेशन
प्रोबर जेसी*; हेज़ल्टन बीजे*; देशपाण्डे एए; प्रभु टी; सेठी एसके; उदय शंकर एन
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल 819, 8, 2016

15. बीम-फ ॉर्मिंग इरर इन मर्किसन वाइडफ ील्ड अरे फेज़्ड अरे एंटीनाज़ एंड देयर इफ ेक्ट्स ऑन इपोच ऑफ रिआयनाइजेशन साइंस
निबेन, अब्राहम आर*; हेविट, जेकलीन एन*; देशपाण्डे एए; प्रभु टी; उदय शंकर एन; श्रीवाणी केएस; सुब्रह्मण्यन, रवि; +21 सहलेखक
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल 820, 44, 2016

16. 3-सेमी फाइन स्ट्रक्चर मेसर्स: ए यूनीक सिग्नेचर ऑफ सुपरमेसिव ब्लैक होल फॉर्मेशन वाया डायरेक्ट कोलेप्स इन दी अर्ली यूनिवर्स
दिक्षेत्र, एम*; सेठी, शिव; लोब, ए*
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल 820, 10, 2016

17. कंफर्मेशन ऑफ वाइड-फील्ड सिग्नेचर्स इन रेडशिफ्टेड 21-सेमी पॉवर स्पेक्ट्रा
त्यागराजन, नित्यानंदन*; जेकब, डेनियल सी*; पॉल, सौरभ; देशपाण्डे एए; सेठी एसके; श्रीवाणी केएस; सुब्रह्मण्यन, रवि; प्रभु टी; उदय शंकर एन; + 30 सहलेखक
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल लैटर्स 807, एल-28, 2015

18. मर्किसन वाइड फील्ड अरे ऑब्जर्वेशंस ऑफ अनामलस वेरिएबिलिटी: ए सेरेन्डीपीटियस नाइट-टाइम डिटेक्शन ऑफ इंटरप्लानेटरी सिंटीलेशन
केप्लन डीएल*; तिंगे एसजे*; देशपाण्डे एए; प्रभु टी; उदय शंकर एन; श्रीवाणी के एस; सुब्रह्मण्यन, रवि; +20 सहलेखक
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल लैटर्स 809, एल12, 2015

19. दी अबन्डेंस ऑफ एक्स-शेप्ड रेडियो सोर्सेस: इम्प्लीकेशंस फॉर दी ग्रेविटेशनल वेव बैकग्राउंड
रॉबर्ट्स, डेविड एच*; सरीपल्ली, लक्ष्मी; सुब्रह्मण्यन, रवि
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल लैटर्स 810, एल6, 2015

20. डिफ्यूज़ एक्स-रे एमीशन फ्रॉम स्टार-फॉर्मिंग गेलेक्सीज़
सरकार, कार्तिक सी; नाथ, बिमन बी; शर्मा, प्रतीक*; श्चेकिनोव, यूरी*
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल लैटर्स 818, एल24, 2016

21. दी गैस मास ऑफ स्टार-फॉर्मिंग गेलेक्सीज़ एट z 1.3
कणेकर, निसिम*; सेठी, शिव; द्वारकानाथ केएस
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल लैटर्स 818, एल28, 2016

22. दी अबन्डेंस ऑफ एक्स-शेप्ड रेडियो सोर्सेस i. VLA सर्वे ऑफ 52 सोर्सेस विथ ऑफ-एक्सिस डिस्टॉर्शन्स
रॉबर्ट्स, डेविड एच*; कोहेन, जेक पी*; लू, जिंग*; सरीपल्ली, लक्ष्मी; सुब्रह्मण्यन, रवि
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल सप्लीमेंट सिरीज 220, 7, 2015

23. लेट टाइम एक्स-रे, आरआई एंड रेडियो ऑब्जर्वेशंस ऑफ दी टाइडल डिस्रप्शन इवेंट गेलेक्सी एनजीसी 5905
रैचुर एच; दास एम*; एलोंसो हेर्रेरो ए*; शास्त्री पी*; कंठरिया एनजी*
एस्ट्रोफिजिक्स एंड स्पेस साइंस 357, 32, 2015

24. एंगुलर मोमेंटम डिस्ट्रीब्यूशन ड्यूरिंग दी कोलेप्स ऑफ प्रिमॉर्डियल स्टार-फॉर्मिंग क्लाउड्स
दत्ता, जयंत
एस्ट्रोफिजिक्स एंड स्पेस साइंस 361, 35, 2016

25. रियल-टाइम इमेजिंग ऑफ डेन्सिटी डक्ट्स बिटवीन दी प्लाज़्मास्फेयर एंड आयनोस्फेयर
लूई, श्येह ट्जिंग*; मर्फी, तारा*; केर्न्स, ईवर एच*; देशपाण्डे एए; प्रभु टी; उदय शंकर एन; श्रीवाणी केएस; सुब्रह्मण्यन, रवि
जियोफिजिकल रिसर्च लैटर्स 42, 3707-3714, 2015

26. ए वाइडबैंड रिसिस्टिव बीम-स्प्लिटर स्क्रीन
महेश, निवेदिता; सुब्रह्मण्यन, रवि; उदय शंकर एन; रघुनाथन ए
IEEE ट्रांजेक्शंस ऑन एंटीनोज़ एंड प्रोपगेशन 63, 4835, 2015

27. ए सिस्टमेटिक स्टडी ऑफ कोडिंग पर्फोर्मेंस इन ए MIMO-STBC-OFDM लिंक
चन्द्रशेखरन, पार्वती; बालसुब्रमण्यम, रमेश
आईईटीई जर्नल ऑफ रिसर्च 61, 56, 2015

28. रिआयनाइजेशन कंस्ट्रेंन्ट्स ऑन प्रिमॉर्डियल मेग्नेटिक फील्ड्स
पाण्डे केएल*; चौधरी टीआर*; सेठी, शिव; फेर्रारे ए*
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 451, 1692, 2015

29. सीएमबी डिस्टॉर्शन फ्रॉम सर्कमगेलेक्टिक गैस
सिंह, प्रियंका; नाथ, बिमन बी; मजुमदार, शुभब्रत*; सिल्क, जोसेफ*
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 448, 2384-2396, 2015

30. जायंट रेडियो गेलेक्सीज – II. ट्रेसर्स ऑफ लार्ज-स्केल स्ट्रक्चर
मलरेकी जेएम*; जोन्स डीएच*; सरीपल्ली, लक्ष्मी; स्टावेली-स्मिथ, एल*; सुब्रह्मण्यन, रवि
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 449, 955-986, 2015

31. दी रोल ऑफ थ्री-बॉडी H2 फॉर्मेशन इन दी फ्रेग्मेंटेशन ऑफ प्रिमॉर्डियल गैस
दत्ता, जयंत; नाथ, बिमन बी; क्लार्क, पॉल सी*; क्लेसन, राल्फ एस*
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 450, 202, 2015

32. एन एनालिसिस ऑफ दी हेलो एंड रेलिक रेडियो एमीशन फ्रॉम एबिल 3376 फ्रॉम मर्किसन वाइडफील्ड अरे ऑब्जर्वेशंस
जॉर्ज एलटी; द्वारकानाथ केएस; देशपाण्डे एए; प्रभु टी; उदय शंकर एन; श्रीवाणी केएस; सुब्रह्मण्यन, रवि; +30 सहलेखक
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 451, 4207-4214, 2015

33. क्वांटिफाइंग आयनोस्फेरिक इफेक्ट्स ऑन टाइम-डोमेन एस्ट्रोफिजिक्स विथ दी मर्किसन वाइडफील्ड अरे
लूई, शई ट्जिंग*; मर्फी, तारा*; देशपाण्डे एए; प्रभु टी; उदय शंकर एन; श्रीवाणी केएस; सुब्रह्मण्यन, रवि
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 453, 2731-2746, 2015

34. मल्टीवेवलेंथ फीचर्स ऑफ फर्मी बबल्स एज़ सिग्नेचर्स ऑफ ए गेलेक्टिक विंड
सरकार, कार्तिक चन्द्र; नाथ, बिमन बी; शर्मा, प्रतीक*
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 453, 3827-3838, 2015

35. इज़ 4U 0114+65 एन एक्लिप्सिंग HMXB ?
प्रधान, प्रगति*; पॉल, बिश्वजीत; पॉल बीसी*; बोज़ो, एनरिको*; बेलोनी, तोमासो एम*
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 454, 4467-4475, 2015

36. प्रोबिंग दी सर्कमगेलेक्टिक बेरयॉन्स थ्रू क्रॉस-कोरिलेशंस
सिंह, प्रियंका; मजुमदार, शुभब्रत*; नाथ, बिमन बी; रेफ्रिजर, अलेक्ज़ेंडर*; सिल्क, जोसेफ*
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 456, 1495-1507, 2016

37. पल्स-फेज़ डिपेंडेंस ऑफ एमिशन लाइन्स इन दी एक्स-रे पल्सर 4U 1626-67
बेरी, अरू*; पॉल, बिश्वजीत; देवांगन, गुलाब सी*
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 451, 508, 2015

38. KAT-7 ऑब्जर्वेशंस ऑफ ए मास-सिलेक्टेड सेम्पल ऑफ गेलेक्सी क्लस्टर्स
बर्नार्डी, जी*; वेतुरी टी*; केसानो आर*; डेलाकासा डी*; ब्रुनेती जी*; कुकीती वी*; जॉह्नस्टन-होलिट् एम*; ऊज़ीर एन*; पारेख वी; स्मीरनोव ओएम*
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 456, 1259, 2016

39. नेरो इस्केप: हाव आयनाइजिंग फोटोन्स इस्केप फ्रॉम डिस्क गेलेक्सीज़
रॉय, ए; नाथ, बिमन बी; शर्मा पी
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 451, 1939, 2015

40. दी डिस्रप्शन ऑफ मल्टीप्लानेट सिस्टम्स थ्रू रेजोनेंस विथ ए बाइनरी ऑर्बिट
तौमा, जिहाद आर*; श्रीधर एस
नेचर 524, 439, 2015

41. टेम्परेचर मेज़रमेंट ड्यूरिंग थर्मोन्यूक्लियर एक्स-रे बर्स्ट विथ बेप्पोSAX
बेरी, अरू*; पॉल, बिश्वजीत; ओर्लान्दिनी, मौरो*; मैत्रा, चन्द्रेयी*
न्यू एस्ट्रोनॉमी 45, 48-53, 2016

42. एम्पिरिकल कोवेरिएंस मॉडलिंग फॉर 21सेमी पॉवर स्पेक्ट्रम एस्टीमेशन: ए मेथड डिमोंस्ट्रेशन एंड न्यू लिमिट्स फ्रॉम अर्ली मर्किसन वाइडफील्ड अरे 128-टाइल डाटा
डिलन, जोशुआ एस*; निबेन, अब्राहम आर*; ह्विट, जेक्लीन एन*; उदय शंकर एन; सुब्रह्मण्यन, रवि; देशपाण्डे एए; प्रभु टी; श्रीवाणी केएस
फिजिकल रिव्यू डी91, 123011, 2015

43. आयनोस्फेरिक मॉडलिंग यूजिंग जीपीएस टू केलिब्रेट दी MWA. I: कम्पेरिज़न ऑफ फर्स्ट ऑर्डर आयनोस्फेरिक इफेक्ट्स बिट्वीन जीपीएस मॉडल्स एंड MWA ऑब्जर्वेशंस
अरोड़ा बीएस*; मॉर्गन जे*; देशपाण्डे एए; द्वारकानाथ केएस; प्रभु टी; उदय शंकर एन; श्रीवाणी केएस; सुब्रह्मण्यन, रवि; +25 सहलेखक
पब्लिकेशंस ऑफ दी एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी ऑफ ऑस्ट्रेलिया 32, e029, 2015

44. GLEAM: दी गेलेक्टिक एंड एक्स्ट्रागेलेक्टिक ऑल-स्काई MWA सर्वे
वेथ आरबी*; लेंक ई*; बेल एमई*; देशपाण्डे एए; प्रभु टी; उदय शंकर एन; श्रीवाणी केएस; सुब्रह्मण्यन, रवि; द्वारकानाथ केएस; +30 सहलेखक
पब्लिकेशन ऑफ दी एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी ऑफ ऑस्ट्रेलिया 32, ई025, 2015

45. पॉवर स्पेक्ट्रम एनालिसिस ऑफ आयनोस्फेरिक फ्लक्चुएशंस विथ दी मर्किसन वाइडफील्ड अरे
लूई, श्येह त्जिंग*; ट्रॉट, केथरिन एम*; मर्फी, तारा*; केर्न्स, ईवर एच*; बेल, मार्टिन*; सुब्रह्मण्यन, रवि; विलियम्स सीएल*; देशपाण्डे एए; प्रभु टी; उदय शंकर एन; श्रीवाणी केएस
रेडियो साइंस 50, 574, 2015

46. मेज़रिंग फेज्ड-अरे एंटीना बीम पैटर्न विथ हाई डायनेमिक रेंज फॉर मर्किसन वाइडफील्ड अरे यूजिंग 137 मेहट्र्ज ओर्बकॉम सेटेलाइट्स
निबेन, एआर*; ब्रेडली आरएफ*; हुईट जेएन*; बर्नार्डी जी*; बोमेन जेडी*; सुब्रह्मण्यन, रवि; देशपाण्डे एए; प्रभु टी; उदय शंकर एन; श्रीवाणी केएस
रेडियो साइंस 50, 614, 2015

47. लिक्विड/सिंगल क्रिस्टल स्ट्रक्चर एनालिसिस: सिंथेसिस एंड केरेक्टराइजेशन ऑफ ए ट्राइमेथाइलसिलाइल डिराईव्ड रॉड शेप्ड मेसोजेन
श्रीनिवास एचटी; पलक्षमूर्ति बीएस*; वेलमुरूगन डी*; देवराजगौडा एचसी*; हरीप्रसाद एस*
एक्टा किमिका सॉल्वेनिका 62, 768-774, 2015

48. क्रिस्टल स्ट्रक्चर ऑफ बिस-(4-मेथ-ऑक्सी-फिनाइल) मेलोनेट
देवराजगौड एचसी*; सुचेतन पीए*; श्रीनिवास एस*; श्रीनिवास एचटी; पलक्षमूर्ति बीएस*
एक्टा क्रिस्टलोग ई क्रिस्टलोगर कम्यूनिकेशंस ई71, 0330, 2015

49. क्रिस्टल स्ट्रक्चर ऑफ 4-मेथ-ऑक्सी-फिनाइल 2-ऑक्सो-2एच-क्रोमीन-3-कार्बोक्साइल-एट
देवराजगौड एचसी*; सुचेतन पीए*; श्रीनिवास एस*; श्रीनिवास एचटी; पलक्षमूर्ति बीएस*
एक्टा क्रिस्टलोग्राफिका सेक्शन ई क्रिस्टलोग्राफिक कम्यूनिकेशंस ई71, 0374, 2015

50. क्रिस्टल स्ट्रक्चर ऑफ 4-ब्रोमो-फिनाइल-2-ऑक्सो-2एच-क्रोमीन-3-कार्बोक्सिल-एट
देवराजगौड एचसी*; सुचेतन पीए*; श्रीनिवास एचटी; श्रीनिवास एस*; पलक्षमूर्ति बीएस*
एक्टा क्रिस्टलोग्राफिका सेक्शन ई क्रिस्टलोग्राफिक कम्यूनिकेशंस ई71, 0326, 2015

51. एड्वांस्ड ग्लाइकेशन-मॉडिफाइड ह्यूमन सीरम एल्बूमिन इवोक्स अल्टरेशंस इन मेम्ब्रेन एंड एरिप्टोसिस इन एरिथ्रोसाइट्स
अवस्थी, सौरभ*; गायत्री एसके*; रम्या आर*; दुरईचेल्वन आर; दासन ए; सरस्वती एनटी*
एप्लाइड बायोकेमिस्ट्री बायोटेक्नोलॉजी 177, 1013-1024, 2015

52. इवोल्यूशन ऑफ दी एक्सफोलिएशन एंड स्टेबिलिटी ऑफ Na-मोंटमोरिलोनाइट इन एक्वस डिस्पर्शंस
अली, समीम; बंद्योपाध्याय, रंजिनी
एप्लाइड क्ले साइंस 114, 85-92, 2015

53. ट्यूनिंग फेस रिटार्डेशन बिहेवियर ऑफ निमेटिक लिक्विड क्रिस्टल यूजिंग क्वांटम डॉट
गुप्ता, स्वदेश कुमार*; सिंह, धर्मेन्द्र प्रताप*; मनोहर, राजीव*; कुमार, संदीप
करेंट एप्लाइड फिजिक्स 16, 79-82, 2016

54. केरेक्टरिस्टिक्स ऑफ दी सेकेण्डरी रिलेक्शेसन प्रोसेस इन सॉफ्ट कोलाइडल सस्पेंशंस
साहा, देबाशीष; जोशी, योगेश एम*; बंद्योपाध्याय, रंजिनी
यूरोफिजिक्स लैटर्स 112, 46004, 2015

55. अल्ट्रा-लो कास्टिंग ऑफ Pt बेस्ड नैनो-इंक फॉर इलेक्ट्रोऑक्सीडेशन ऑफ ग्लाइसरॉल एंड एथिलीन ग्लाइकॉल फ्यूल्स इन एल्केलाइन मीडियम
सिद्धार्थ, सांई आरएस*; तेजा, ब्रह्मा एमएस*; तेजकिरण पीजे*; लक्ष्मीनारायणन वी; + 4 सहलेखक
फ्यूल 158, 659-663, 2015

56. काइनेटिक्स ऑफ दी ग्लास ट्रांजीशन ऑफ फ्रेग्राइल सॉफ्ट कोलाइडल सस्पेंशंस
साहा, देबाशीष; जोशी, योगेश एम*; बंद्योपाध्याय, रंजिनी
जर्नल ऑफ केमिकल फिजिक्स 143, 214901, 2015

57. अल्ट्रा-सिलेक्टिव डोपेमाइन डिटेक्शन इन एन एक्सेस ऑफ एस्कॉर्बिक एसिड एंड यूरिक एसिड यूजिंग प्रिस्टाइन पेलेडियम नैनोपार्टिकल्स डेकोरेटेड ग्रेफीनडिफाइड ग्लासी कार्बन इलेक्ट्रोड
कुमार, मण्णे अनुपम*; सिद्धार्थ, आरएस सांई*; निवेद केसी*; लक्ष्मीनारयणन वी; राममूर्ति, सांई सतीश*
जर्नल ऑफ दी इलेक्ट्रोकेमिकल सोसायटी 162, एच651, 2015

58. इनहेंसमेंट इन दी थर्मोडायनेमिक, इलेक्ट्रिकल एंड ऑप्टिकल प्रोपर्टीज ऑफ हेक्साब्यूटोक्सीट्राइफिनाइलीन ड्यू टू कॉपर नैनोपार्टिकल्स
यदुवंशी, प्रीति*; मिश्रा, अवनीश*; कुमार, संदीप; धर, रविन्द्र*
जर्नल ऑफ मॉलेक्यूलर लिक्विड्स 208, 160-164, 2015

59. एग्रीगेट्स ऑफ सिंगल-वॉल्ड कार्बन नैनोट्यूब बंडल्स इन ए सर्फेक्टेंट सॉल्यूशन
विजयराघवन डी
जर्नल ऑफ मॉलेक्यूलर लिक्विड्स 209, 440-446, 2015

60. नेफ्थेलीन डेरिवेटिव्स इंड्यूस्ड Acyl चैन इंटरडिजीटाइजेशन इन डायपाल्मिटाइलफॉस्फेटिडाइलकोलाइन बाइलेयर्स
कमाल, मोह. आरिफ; रघुनाथन वी ए
जर्नल ऑफफिजिकल केमिस्ट्री बी 120, 164-172, 2016

61. स्पॉट-फ्री केटालिसिस यूजिंग गोल्ड कार्बन नैनोट्यूब एंड गोल्ड ग्रेफीन कम्पोजिट्स फॉर हाइड्रोजन इवोल्यूशन रिएक्शन
सिद्धार्थ, सांई आर एस*; लक्ष्मीनारायणन, वी; राममूर्ति, सांई सतीश*
जर्नल ऑफ पॉवर सोर्सेस 288, 441-450, 2015

62. मोनोलेयर टू इंटरडिजिटेटेड पार्शियल बाइलेयर स्मेक्टिक c ट्रांजीशन इन थियोफीन-बेस्ड स्पेसर मेसोजेन्स: एक्स-रे डिफ्रेक्शन एंड (13)c न्यूक्लियर मेग्नेटिक रेजोनेंस स्टडीज
रेड्डी, केशव एम*; वरातन ई*; लोबो, नितिन पी*; रॉय, अरूण; नरसिम्हास्वामी टी*; रामनाथन केवी*
लेंग्मीर 31, 10831, 2015

63. डायनेमिक लाइट स्केटरिंग स्टडी एंड डलएलवीओ एनालिसिस ऑफ फिजिकोकेमिकल इंटरेक्शंस इन कोलाइडल सस्पेंशंस ऑफ चार्ज्ड डिस्क
साहा, देबाशीष; बंद्योपाध्याय, रंजिनी; जोशी, योगेश एम*
लेंग्मीर 31, 3012, 2015

64. दी इंफ्लुएंस ऑफ लेटरल सब्स्टीटुएंट्स ऑन दी अकरेंस ऑफ ए ट्रांजीशन बिटवीन टू पोलर स्मेक्टिक फेसेस विथ एंटीफेर्रोइलेक्ट्रिक प्रोपर्ट्स
राधिका एस; केशव मूर्ति आरएन; सदाशिव बीके; प्रतिभा आर
लिक्विड क्रिस्टल्स 42, 1043-1058, 2015

65. इंफ्लुएंस ऑफ CdSe क्वांटम डॉट ऑन मॉलेक्यूलर/आयनिक रिलेक्सेशन फिनोमिनॉ एंड चार्ज इन फिजिकल पैरामीटर्स ऑफ फेर्रोइलेक्ट्रिक लिक्विड क्रिस्टल
सिंह डीपी*; गुप्ता एसके*; पाण्डे एस*; विमल टी*; वारिया एमसी; कुमार, संदीप; मनोहर एस*; मनोहर आर*
लिक्विड क्रिस्टल्स 42, 1159, 2015

66. इफेक्ट ऑफ सिल्वर नैनोपार्टिकल्स ऑन फ्रिक्वेंसी एंड टेम्परेचर-डिपेंडेंट इलेक्ट्रिकल पैरामीटर्स ऑफ ए डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टेलाइन मटेरियल
यदुवंशी, प्रीति*; मिश्रा, अवनीष*; कुमार, संदीप; धर, रविन्द्र
लिक्विड क्रिस्टल्स 42, 1478-89, 2015

67. सिम्मेट्रिक 3,5-पायराज़ोल एंड आइसोक्ज़ाजोल हीटरोसाइकल्स कम्प्राइजिंग ए बेंट कोर यूनिट: सिंथेसिस एंड मेसोमॉर्फिक केरेक्टराइजेशन
हरीप्रसाद एस*; श्रीनिवास एचटी
लिक्विड क्रिस्टल्स 42, 1612-1620, 2015

68. डाय-सेंसिटाइज्ड सोलर सेल्स विथ आयोडीन-फ्री डिस्कोटिक इलेक्ट्रोलाइट्स
कृष्णन सेल्वराज, आनंद रामा; लक्ष्मीनारायणन वी; धर, रविन्द्र*; कुमार, संदीप
लिक्विड क्रिस्टल्स 42, 1815-1822, 2015

69. डाइपोलर ओरिजिन ऑफ टिल्टिंग ऑफ रॉड-लाइक मॉलेक्यूल्स इन दी स्मेक्टिक C फेज
मधुसूदन एनवी
लिक्विड क्रिस्टल्स 42, 840-863, 2015

70. सिंथेसिस एंड केरेक्टराइजेशन ऑफ नोवल आइसोक्ज़ोजोल-बेस्ड बनाना लिक्विड क्रिस्टल्स फ्रॉम नेचुरली अकरिंग सर्कुमिन
गौडा, अश्वथ नारायण; रॉय, अरूण; कुमार, संदीप
लिक्विड क्रिस्टल्स 43, 175-182, 2016

71. बल्क हीटरोजंक्शन सोलर सेल्स बेस्ड ऑन सेल्फ-असेम्बलिंग डिस्क-शेप्ड लिक्विड क्रिस्टेलाइन मटेरियल
बाजपेई, मनीषा*; यादव, नीलम*; कुमार, संदीप; श्रीवास्तव, रीतु*; धर, रविन्द्र*
लिक्विड क्रिस्टल्स 43, 305-313, 2015

72. फास्ट रिस्पोंस इन TN लिक्विड-क्रिस्टल सेल्स: इफेक्ट ऑफ फंक्शनलाइज्ड कार्बन नैनोट्यूब्स
कुमार, जितेन्द्र*; मंजुलादेवी वी*; गुप्ता, राज कुमार*; कुमार, संदीप
लिक्विड क्रिस्टल्स 43, 488-496, 2016

73. दी केमिस्ट्री ऑफ बेंट-कोर मॉलेक्यूल्स फॉर्मिंग निमेटिक लिक्विड क्रिस्टल्स
कुमार, संदीप; गौडा, अश्वथ नारायण
लिक्विड क्रिस्टल्स रिव्यू 3, 99-145, 2015

74. इलेक्ट्रो-ऑप्टिक एंड डायइलेक्ट्रिक स्टडीज ऑन क्वांटम डॉट डोप्ड निमेटिक लिक्विड क्रिस्टल
कुमार, जितेन्द्र*; गुप्ता आर के*; कुमार, संदीप; मंजुलादेवी वी*
मैक्रोमॉलेक्यूलर सिम्पोज़िया 357, 47-51, 2015

75. टेलरिंग ऑफ कोलेस्टरिक प्लेन स्पेसिंग, डायइलेक्ट्रिक रिलेक्शेसन एंड ऑप्टिकल प्रोपर्टीज ऑफ हाई टेम्परेचर किरल निमेटिक फेस बाय यूवी इर्रेडिएशन
सिंह, धर्मेन्द्र प्रताप*; विमल, त्रिप्ती*; गुप्ता, स्वदेश कुमार*; वारिया एमसी*; कुमार, संदीप; +3 सहलेखक
मॉलेक्यूलर क्रिस्टल्स एंड लिक्विड क्रिस्टल्स 625, 1-10, 2016

76. इफेक्ट्स ऑफ कॉपर नैनोपार्टिकल्स ऑन दी थर्मोडायनामिक, इलेक्ट्रिकल एंड ऑप्टिकल प्रोपर्टीज ऑफ ए डिस्क-शेप्ड लिक्विड क्रिस्टेलाइन मटेरियल शोविंग कॉलुम्नार फेज़
यदुवंशी, प्रीति*; कुमार, संदीप; धर, रविन्द्र*
फेज़ ट्रांजीशंस 88, 489-502, 2015

77. इलेक्ट्रॉन ट्रांस्पोर्टिंग ऑर्गेनिक मटेरियल्स विथ एन एक्सेप्शनल लार्ज स्केल होमियोट्रोपिक मॉलेक्यूलर ओरिएंटेशन†
ज़ाओ, ह्आन*; हे, ज़िक्वान*; झू, मिन*; लियांग, कुन्जुन*; कुमार, संदीप
फिजि.केम.केम.फिजि. 18, 8554, 2016

78. सॉल्वेटोक्रोमिज्म ऑफ ट्राइसाइक्लोक्वीनेज़ोलाइन बेस्ड डिस्क-शेप्ड लिक्विड क्रिस्टल: ए पोटेंशियल मॉलेक्यूलर प्रोब फॉर फ्लोरेसेंस इमेजिंग
कार्तिक सी*; मंजुलादेवी वी*; गुप्ता, राज कुमार*; कुमार, संदीप
आरएससी एड्वांसेस 5, 84592, 2015

79. सेल्फ- असेम्ब्ली ऑफ थायोलेटिड ग्रेफीन ऑक्साइड ऑनटू ए गोल्ड सर्फेस एंड इन दी सुपरामॉलेक्यूलर ऑर्डर ऑफ डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल्स
शिवानंदरेड्डी, अविनाश बी; कुमार, मनीष; लक्ष्मीनारायण वी; कुमार, संदीप
आरएससी एड्वांसेस 5, 47692, 2015

80. केड्मियम सेलेनाइड क्वांटम डॉट्स फॉर दी एमिलियोरेशन ऑफ दी प्रोपर्टीज ऑफ ए रूम टेम्परेचर डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टेलाइन मटेरियल
यादव, नीलम*; कुमार, संदीप; धर, रविन्द्र*
आरएससी एड्वांसेस 5, 78823-32, 2015

81. सिंथेसिस ऑफ न्यू यू-शेप्ड एज़ोबेंजीन लिक्विड क्रिस्टल्स फॉर फोटोस्विचिंग प्रोपर्टीज
रहमान, मोह. लतफोर*; सरकार, शाहीन एम*; युसुफ मशिताह एम*; कुमार, संदीप; त्श्कीर्स्के, कर्स्टन*
आरएससी एड्वांसेस 5, 87019-29, 2015

82. ए नोवल कोलाइडल सस्पेंशन ऑफ TBA+BF4-EG एंड इट्स एप्लीकेशंस एज़ ए सॉफ्ट सॉलिड इलेक्ट्रोलाइट
रंजीत, अनु*; लक्ष्मीनारायणन वी
आरएससी एड्वांसेस 5, 87956-62, 2015

83. ट्यूबुलर ग्रोथ एंड बीड फॉर्मेशन इन दी लियोट्रोपिक लेम्लार फेज़ ऑफ ए लिपिड
भाटिया, तृप्ता*; हट्वाल्ने, यशोधन; मधुसूदन एनवी
सॉफ्ट मैटर 11, 5641, 2015

84. इफेक्ट ऑफ इलेक्ट्रोलाइट ऑन दी माइक्रोस्ट्रक्चर एंड यील्डिंग ऑफ एक्वस डिस्पर्शन ऑफ कोलाइडल क्ले
अली, शमीम; बंद्योपाध्याय, रंजिनी
सॉफ्ट मैटर 12, 414, 2016

85. व्हाईट लाइट z-स्केन मेज़रमेंट्स ऑफ अल्ट्राफास्ट ऑप्टिकल नॉनलीनिएरिटी इन रिड्यूस्ड ग्रेफीन ऑक्साइड नैनोशीट्स इन दी 400-700 nm रीजन
पेरूम्बीलाविल, श्रीकांत; शंकर, प्रणिता; रोज़, प्रिया टी; फिलिप, रेजी
एप्लाइड फिजिक्स लैटर्स 107, 051104, 2015

86. साइज़ डिपेंडेंट नॉनलीनियर ऑप्टिकल एब्जॉर्पशन इन $BaTiO_3$ नैनोपार्टिकल्स
वोल्दु, तेस्फाकिरोज़*; रनीष बी*; श्रीकांत पी; रेड्डी, रमण एमवी*; फिलिप, रेजी; कलरैकल, नंदकुमार*
केमिकल फिजिक्स लैटर्स 625, 58-63, 2015

87. नॉनलीनियर एब्जॉर्पशन एंड एक्साइटेड स्टेट डायनेमिक्स ऑफ पोर्फिरीन एंड थेलोस्यानाइन इन दी प्रेजेंस ऑफ एक्सप्लोसिव मॉलेक्यूल्स
अनुषा पीटी*; थॉमस एआर*; फिलिप, रेजी; राव, वेणुगोपाल एस*
केमिकल फिजिक्स लैटर्स 641, 23-28, 2015

88. सिंथेसिस, स्पेक्ट्रोस्कोपिक, इलेक्ट्रोकेमिकल एंड थर्ड-ऑर्डर नॉनलीनियर ऑप्टिकल स्टडीज ऑफ ए हाइब्रिड त्रिस्रूथेनियम (एल्केनाइल)/(2-फिनाइलपेराइड)इरीडियम कॉम्पलेक्स
झाओ, हुजियान*; सिम्पसन, पीटर वी*; फिलिप, रेजी; रॉय एन; +6 सहलेखक
केमिस्ट्री - ए यूरोपियन जर्नल 21, 11843, 2015

89. वेट केमिकल सिंथेसिस ऑफ डायमीटर ट्यून्ड NiO माइक्रोरॉड्स : माइक्रोस्ट्रक्चरल, ऑप्टिकल एंड ऑप्टिकल पॉवर लिमिटिंग एप्लीकेशंस
कार्तिकेयन बी*; पांडियाराजन टी*; हरिहरन एस*; ओल्लाखाँ, मुहम्मद शफी
क्रिस्टइंगकॉम 18, 601, 2016

90. वीक वेल्यू एम्प्लीफिकेशन इन रेजोनेंस फ्लोरेसेंस
सांईनाथ, यू सत्या*; संध्या एसएन*; वात्सन, राधिका* नारायणन, अंदल
करेंट साइंस 109, 2002, 2015

91. अनशार्प मेज़रमेंट्स एंड ज्वाइंट मेज़रेबिलिटी
कार्तिक एचएस; देवी, उषा एआर*; राजगोपाल एके*
करेंट साइंस 109, 2061, 2015

92. नॉनलीनियर ऑप्टिकल प्रोपर्टी एंड फ्लोरेसेंस क्वेंचिंग बिहेवियर ऑफ पीवीपी केप्ड ZnS नैनोपार्टिकल्स को-डोप्ड विथ Mn2+ एंड Sm3+
प्रशांत एस*; इरशाद पी*; राज, रितेश डी*; विनीषकुमार टीवी*; फिलिप, रेजी; सुंदरसन कुमार सी*
जर्नल ऑफ ल्यूमिनेसेंस 166, 167-175, 2015

93. L-ग्लूटेमिक एसिड फंक्शनलाइज्ड सिल्वर नैनोपार्टिकल्स एंड इट्स नॉनलीनियर ऑप्टिकल एप्लीकेशंस
निद्या एन*; उमादेवी एम*; शंकर, प्रणिता; राजकुमार, ब्यूला जेएम*
जर्नल ऑफ मटेरियल्स साइंस 26, 4124, 2015

94. ज्वाइंट मेज़रेबिलिटी एंड टेम्पोरल स्टीयरिंग
कार्तिक एचएस; तेज, प्रभु आई*; देवी, उषा एआर*; राजगोपाल एके*
जर्नल ऑफ दी ऑप्टिकल सोसायटी ऑफ अमेरिका बी 32, ए34, 2015

95. नॉनलीनियर ऑप्टिकल इंवेस्टिगेशंस इन नाइन-एटम सिल्वर क्वांटम क्लस्टर्स एंड ग्रेफाइटिक कार्बन नाइट्राइड नैनोशीट्स
श्रीधरन, किशोर*; श्रीकांत पी; पार्क, ते जू*; फिलिप, रेजी
जर्नल ऑफ फिजिकल केमिस्ट्री सी 116, 16314, 2015

96. टाइम-डिलेय्ड इंटेंसिटी-इंटरफेरोमेट्री ऑफ दी एमिशन फ्रॉम अल्ट्राकोल्ड एटम्स इन ए स्टेडी-स्टेट मेग्नेटो-ऑप्टिकल ट्रेप
शफी, मुहम्मद के; पाण्डे, दीपक; सूर्यब्रह्मम, बुटी; गिरीश बीएस; रामचन्द्रन, हेमा
जर्नल ऑफ फिजिक्स बी: मॉलेक्यूलर एंड ऑप्टिकल फिजिक्स 49, 025301, 2016

97. वन-पॉट सिंथेसिस ऑफ सिलिका-हाइब्रिडाइज्ड Ag2S-CuS नैनोकम्पोजिट्स विथ ट्यूनेबल नॉनलीनियर ऑप्टिकल प्रोपर्टीज
मैरी, एन्न केए*; उन्नीकृष्णन एनवी*; फिलिप, रेजी
मटेरियल्स रिसर्च बुलेटिन 70, 321-327, 2015

98. एक्सट्रेटिंग मॉलेक्यूलर पोटेंशियल्स फ्रॉम इनकम्प्लीट स्पेक्ट्रोस्कोपिक इंफोर्मेशन
ली, झिआन*; दत्ता, सौरव
मॉलेक्यूलर फिजिक्स 113, 3854-58, 2015

99. इनसेम्बल इफेक्ट ऑफ इंट्रिन्सिक डिफेक्ट्स एंड Mn आयन्स ऑन दी इनहेंसमेंट ऑफ थर्ड ऑर्डर नॉनलीनियरिटी ऑफ ZnO नैनोपार्टिकल्स
धनुषकोडी, शिवसुब्रमणिना*; राजेश्वरी, पोण्णुसामी*; श्रीकांत पी; फिलिप, रेजी
नैनोटेक्नोलॉजी 25, 275702, 2015

100. क्वांटम डिफेक्ट थियोरी डिस्क्रिप्शन ऑफ वीक्ली बाउंड लेवल्स एंड फेशबेक रेजोनेंसेस इन LiRb
पिरेज़-रियोस, जीसस*; दत्ता, सौरव; चेन, योंग पी*; ग्रीन, क्रिश एच*
न्यू जर्नल ऑफ फिजिक्स 17, 045021, 2015

101. I-फिनाइलेलानाइन फंक्शनलाइज्ड सिल्वर नैनोपार्टिकल्स: फोटोकेटालिटिक एंड नॉनलीनियर ऑप्टिकल एप्लीकेशंस
निद्या एम*; उमादेवी एम*; शंकर, प्रणिता; फिलिप, रेजी; राजकुमार, बेउला जेएम* \
ऑप्टिकल मटेरियल्स 42, 152, 2015

102. सिंथेसिस, क्रिस्टल स्ट्रक्चर, वाइब्रेशनल स्पेक्ट्रल एनालिसिस एंड z-स्केन स्टडीज़ ऑफ ए न्यू ऑर्गेनिक क्रिस्टल N,N'डायमेथाइलयूरिया निनहाइड्रिन: ए स्केल्ड क्वांटम मिकेनिकल फोर्स फील्ड स्टडी
सुसान जॉन, जेरिन*; साजन डी*; उमादेवी टी*; चैतन्य के*; शंकर, प्रणिता; फिलिप, रेजी
ऑप्टिकल मटेरियल्स 48, 233-242, 2015

103. अल्ट्राफस्ट एंड शॉर्ट पल्स ऑप्टिकल नॉनलीनियेरिटीज़ ऑफ मेज़ो-टेट्राकिस-(2,15,6-टेट्राफ्लोरो-N,N,N-ट्राइमेथाइल-4-एनिलिनिमाइल) पोर्फेरिन एंड इट्स मेटल कॉम्पलेक्सेस
नरेन्द्रन, सीजी एनके*; सोमन, राहुल*; शंकर, परणीता; अरूणकुमार, चेल्लय्या*; चन्द्रशेखरन के*
ऑप्टिकल मटेरियल्स 49, 59, 2015

104. डिफेक्ट्स रिलेटेड एमीशन एंड नैनोसेकण्ड ऑप्टिकल पॉवर लिमिटिंग इन CuS क्वांटम डॉट्स
मैरी, एन्न केए*; उन्नीकृष्णन एनवी*; फिलिप, रेजी
फिज़िका ई74, 151-155, 2015

105. ऑप्टिकल कंट्रोल ऑफ रेजोनेंट लाइट ट्रांसमीशन फॉर एन एटम-केविटी सिस्टम
शर्मा, अरिजीत; रे, त्रिदिब; सावंत, राहुल वी; शेखोलेस्लामी जी; रंगवाला एसए; बुदकर डी*
फिजिकल रिव्यू ए91, 043824, 2015

106. इफेक्ट्स ऑफ लीनियर एंड क्वाड्रेटिक डिस्पर्शिव कपलिंग ऑन ऑप्टिकल स्क्वीजिंग इन एन ऑप्टोमिकेनिकल सिस्टम
सांईनादु, यू सत्या; कुमार, अनिल
फिजिकल रिव्यू ए92, 033824, 2015

107. मेजरिंग नॉन-हर्मिशियन ऑपरेटर्स वाया वीक वेल्यूज़
पति, अरूण कुमार*; सिंह, उत्तम*; सिन्हा, उर्बशी
फिजिकल रिव्यू ए92, 052120, 2015

108. एक्साइटेड-टू-एक्साइटेड-स्टेट स्केटरिंग यूजिंग वीक मेज़रमेंट्स
सांईनादु एम, सत्या*; नारायणन, अंदल
फिजिकल रिव्यू ए 92, 052123, 2015

109. ऑप्टिकल-बाईस्टेबिलिटी-इनेबल्ड कंट्रोल ऑफ रेजोनेंट लाइट ट्रांसमीशन फॉर एन एटम-केविटी सिस्टम
सावंत, राहुल; रंगवाला एसए
फिजिकल रिव्यू ए93, 023806, 2016

110. इलेक्ट्रिक, मेग्नेटिक एंड ऑप्टिकल लिमिटिंग (शॉर्ट पल्स एंड अल्ट्राफास्ट) स्टडीज इन फेज प्योर (1-x)BiFeO3-xNaNbO3 मल्टीफेर्रोइक नैनोकम्पोजिट सिंथेसाइज्ड बाय दी पेचिनी मेथड
उम्मर, रेहाना पी*; श्रीकांत पी*; रनीष बी*; फिलिप, रेजी; रॉक्सेल, डीडियर*; थॉमस, साबु*; कलरैकल, नंदकुमार*
आरएससी एड्वांसेस 5, 67157, 2015

111. डोपेंट-कंफीग्यूरेशन कंट्रोल्ड केरियर स्केटरिंग इन ग्रेफीन
आनंद बी*; करकाया एम*; प्रकाश जी*; सांई एसएसएस*; फिलिप रेजी*; अयाला पी*; श्रीवास्तव ए* सूद एके*; राव एएम*; पोदिल आर*
आरएससी एड्वांसेस 5, 59556, 2015

112. मॉर्फोलॉजी डिपेंडेंट नैनोसेकण्ड एंड अल्ट्राफास्ट ऑप्टिकल पॉवर लिमिटिंग ऑफ CdO नैनोमॉर्फोटाइप्स
थॉमस पी*; श्रीकांत पी; फिलिप, रेजी; अब्राहम केई*
आरएससी एड्वांसेस 5, 35017, 2015

113. नॉनलीनियर ऑप्टिकल इंटरेक्शंस ऑफ Co:No नैनोपार्टिकल्स इन कंटीन्यूअस एंड पल्स्ड मोड ऑफ ऑपरेशंस
पोण्णुसामी आर*; शिवसुब्रमणियन डी*; श्रीकांत पी; विनिता जी*; फिलिप, रेजी; भालेराव जीएम*
आरएससी एड्वांसेस 5, 80756, 2015

114. ऑन दी सुपरपोजीशन प्रिंसिपल इन इंटरफेरेंस एक्सपेरिमेंट्स
सिन्हा, अनिन्दा*; विजय, अरविंद एच; सिन्हा, उर्बशी
साइंटिफिक रिपोर्ट्स 5, 10304, 2015

115. असेसमेंट ऑन थर्ड ऑर्डर नॉन लीनियरिटी एंड अदर ऑप्टिकल एनालिसिस ऑफ I-एस्पारेजाइन मोनोहाइड्रेट सिंगल क्रिस्टल: एन इफीसिएंट केंडिडेट फॉर हार्मोनिक कनवर्जन्स
ठकराल, कणिका*; विजयन, एन*; हरनाथ डी*; जयरामकृष्णन वी*; फिलिप जे*; श्रीकांत पी; भगवाननारायण जी*
स्पेक्ट्रोकिमिका एक्टा पार्ट ए: मॉलेक्यूलर एंड बायोमॉलेक्यूलर स्पेक्ट्रोस्कोपी 151, 419-425, 2015

116. सर्चेस फॉर कंटीन्यूअस ग्रेविटेशनल वेव्स फ्रॉम नाइन यंग सुपरनोवा रेम्नेंट्स
आसी ए*; एबट बीपी*; अय्यर बीआर; लीगो साइंटिफिक कोलेबोरेशन; +250 सहलेखक
एस्ट्रोफिजिकल जर्नल 813, 39, 2015

117. ट्रांसबाइलेयर लिपिड इंटरेक्शंस मीडिएट नैनोक्लस्टरिंग ऑफ लिपिड-एंकर्ड प्रोटीन्स
रघुपति, रिया*; अनिकुमार, अनुपमा अम्बिका*; पॉली, अनिर्बन; सिंह, परविन्दर पाल*; राव, मदन; +10 सहलेखक
सेल 161, 581-594, 2015

118. एड्वांस्ड लीगो
आसी जे*; एबट बीपी*; अय्यर बीआर; लीगो साइंटिफिक कोलेबोरेशन
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी 32, 074001, 2015

119. केरेक्टराइजेशन ऑफ दी लीगो डिटेक्टर्स ड्यूरिंग देयर सिक्स्थ साइंस रन
आसी जे*; अबेदी जे*; अय्यर बीआर; 840 सहलेखक*
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी 32, 115012, 2015

120. ए क्वांटम किनेमेटिक्स फॉर एसिम्प्टोटिकली फ्लेट ग्रेविटी
केम्पिग्लिया, मिगुल; वरदराजन, माधवन
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी 32, 135011, 2015

121. नोट ऑन दी फेज स्पेस ऑफ एसिम्प्टोटिकली फ्लेट ग्रेविटी इन अश्ठेकर-बारबेरो वेरिएबल्स
केम्पिग्लिया, मिगुल
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी 32, 145011, 2015

122. बाउंड्री टर्म्स फॉर कॉजल सेट्स
बक, माइकल*; डॉकर, पेज*; जब, ईयान*; सूर्या, सुमती
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी 32, 205004, 2015

123. दी हर्टल-हॉकिंग वेव फंक्शन इन 2d कॉजल सेट क्वांटम ग्रेविटी
ग्लेज़र, लीसा*; सूर्या, सुमती
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी 33, 065003, 2016

124. विक रोटेशन इन दी टेंजेंट स्पेस
सेमुअल, जोसेफ
क्लासिकल एंड क्वांटम ग्रेविटी 33, 015006, 2016

125. ए नोट ऑन इंटेंगलमेंट एंट्रोपी, कोहेरेंट स्टेट्स एंड ग्रेविटी
वरदराजन, माधवन
जनरल रिलेटिविटी एंड ग्रेविटेशन 48, 35, 2016

126. एन इंटीग्रेटेड हाइरेरिकल डायनेमिक क्वांटम सीक्रेट शेयरिंग प्रोटोकॉल
मिश्रा, संदीप*; शुक्ला, चित्रा*; पठान के, अनिर्बन*; श्रीकांत आर; वेणुगोपालन, अनु*
इंटरनेशनल जर्नल ऑफ थियोरेटिकल फिजिक्स 54, 3134-3154, 2015

127. एक्जेक्ट प्रोबेबिलिटी डिस्ट्रीब्यूशन फॅर दी टू-टैग डिस्पेसमेंट इन सिंगल-फाइल मोशन
सभापंडित, संजीब; धर, अभिषेक*
जर्नल ऑफ स्टेटिस्टिकल मिकेनिक्स: थियोरी एंड एक्सपेरिमेंट 2015, 07024, 2015

128. टेग्ड पार्टिकल डिफ्यूजन इन वन-डायमेंशनल सिस्टम्स विथ हेमिल्टोनियन डायनेमिक्स-II
रॉय, अंजन; धर, अभिषेक*; नारायण, ओणुत्तम*; सभापंडित, संजीब
जर्नल ऑफ स्टेटिस्टिकल फिजिक्स 160, 73-88, 2015

129. डिफ्यूज़न ऑफ जीपीआई-एंकर्ड प्रोटीन्स इज़ इंफ्लूएंस्ड बाय दी एक्टिविटी ऑफ डायनेमिक कॉर्टिकल एक्टिन
साहा, सुवराजीत*; ली, II-हुआंग*; पॉलि, अनिर्बन; ग्रोव्स, जे टी*; राव, मदन; मेयर, सत्यजीत*
मॉलेक्यूलर बायोलॉजी ऑफ सेल 26, 4033, 2015

130. डायनेमिकल ट्रांजीशन इन दी टेम्पोरल रिलेक्सेशन ऑफ स्टोकेस्टिक प्रोसेसेस अंडर रीसेटिंग
मजुमदार, सत्या एन*; सभापंडित, संजीब; श्केहर, ग्रेगरी*
फिजिकल रिव्यू ई91, 052131, 2015

131. रेंडम वाल्क विथ रेंडम रीसेटिंग टू दी मेक्सिमम पोजीशन
मजुमदार, सत्या एन*; सभापंडित, संजीब; श्केहर, ग्रेगरी*
फिजिकल रिव्यू ई92, 052126, 2015

132. लार्ज डेविएशंस फॅर मार्कोव प्रोसेसेस विथ रीसेटिंग
मीलान, जानुस्ज़ एम*; संजीब, सभापंडित; तौचेट, हूगो*
फिजिकल रिव्यू ई92, 062148, 2015

133. दी थर्ड पोस्ट-न्यूटोनियन ग्रेविटेशनल वेवफॉर्म्स फॅर कॉम्पेक्ट बाइनरी सिस्टम्स इन जनरल ऑर्बिट्स: इंस्टेंटेनियस टर्म्स
मिश्रा सीके*; अरूण केजी*; अय्यर बीआर
फिजिकल रिव्यू डी91, 084040, 2015

134. फेज़ सेग्रीगेशन ऑफ पेसिव एड्वेक्टिव पार्टिकल्स इन एन एक्टिव मीडियम
दास, अमित*; पॉलि, अनिर्बन; राव, मदन
फिजिकल रिव्यू लैटर्स 116, 068306, 2016

135. कोअर्स क्वांटम मेज़रमेंट: एन एनालिसिस ऑफ दी स्टर्न-गर्लेच एक्सपेरिमेंट
रेड्डी, अनिरूद्ध; सेमुअल, जोसेफ; शिवम, कुमार; सिन्हा, सुपूर्णा
फिजिकल लैटर्स ए 380, 1135, 2016

136. एक्टोम्योसिन डायनेमिक्स ड्राइव लोकल मेम्ब्रेन कम्पोनेंट ऑर्गेनाइजेशन इन एन इन विट्रो एक्टिव कम्पोजिट लेयर
कोस्टर, डेरियस वेस्को*; हुसैन, कबीर*; लाजाज़ी, एल्दा*; राव, मदन; मेयर, सत्यजीत*
प्रोसीडिंग्स ऑफ दी नेशनल अकेडमी ऑफ साइंसेस ऑफ दी यूनाइटेड स्टेट्स ऑफ अमेरिका 113, ई1645, 2015

137. प्रि-यील्डि नॉन-एफाइन फ्लक्चुएशंस एंड ए हिडेन क्रिटिकल प्वाइंट इन स्ट्रेन्ड क्रिस्टल्स
दास, तमाघ्ना&; गांगुली, सास्वती*; सेनगुप्ता, सुरजीत*; राव, मदन
साइंटिफिक रिपोर्ट्स 5, 10644, 2015

138. नॉनइक्वीलीब्रियम फेज ट्रांजीशंस, फ्लक्चुएशंस एंड कोरिलेशंस इन एन एक्टिव कॉन्टेक्टाइल पोलर फ्लड
गौरीशंकर, कृपा; राव, मदन
सॉफ्ट मैटर 12, 2040, 2016

139. बायो-बीबलियोमेट्रिक प्रोफाइल ऑफ सर सी.वी. रामन एज़ सीन थ्रू गूगल स्कॉलर
मंजुनाथ एम; रमेश*
इंटरनेशनल जर्नल ऑ लाइब्रेरी एंड इंफोर्मेशन स्टडीज़ 5, 41, 2015

140. सर सी.वी. रामन कंट्रीब्यूशन टू फिजिक्स लिटरेचर: ए स्टडी यूजिंग एसएओ:एनएएसए एस्ट्रोफिजिक्स डाटा सिस्टम
मंजुनाथ एम; रमेश*
जर्नल ऑफ इंडियन लाइब्रेरी असोसिएशन 5, 36, 2015

पेपर्स इन कांफरेंस प्रोसीडिंग्स

1. ए स्टीप स्पेक्ट्रम रेडियो हेलो इन मर्जिंग गेलेक्सी क्लस्टर – MACSJ0416.1-2403
पाण्डे-पोम्मिनर एम*; वीरेन, आरआर वेन*; ओगरीन जीऐ*; द्वारकानाथ केएस; +11 लेखक
प्रोसीडिंग्स ऑफ दी एनुअल मीटिंग ऑफ दी फ्रेंच सोसायटी ऑफ एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स एडिटेड बाय फ. मार्टिन्स, एस.बोइसियर, वी. बॉट, एल. केम्बरसी, पी. पिटेट हेल्ड एट तौलोज़, फ्रांस फ्रॉम 2-5 जून 2015. एसएफए2, 2015

2. सिंथेसिस एंड एक्स-रे स्टडीज ऑफ लिक्विड क्रिस्टेलाइन 2-स्यानोनेफ्थेलीन-6-yl 4-(3,7-डायमेथाइलोक्टाइलॉक्सी)-बेंजोएट
उषा एमके*; दीपक एचवी*; श्रीनिवास एचटी; नंद प्रकाश एमबी*; सोमशेखर आर*; रेवण्णासिद्धय्या डी*
प्रोसीडिंग्स ऑफ थर्ड नेशनल कांफ्रेंस ऑन एप्लाइड फिजिक्स एंड मटेरियल्स साइंस हेल्ड एट वसावी कॉलेज ऑफ इंजीनियरिंग हैदराबाद, इंडिया फ्रॉम 7-8 अगस्त, 2015

3. डिजाइन ऑफ फ्रिक्वेंसी इंडीपेंडेंट प्रोफाईल्ड डिस्कोन एंटीना फॉर डिटेक्टिंग स्पेक्ट्रल रिपल्स फ्रॉम दी इपोच ऑफ रिकॉम्बीनेशन
रघुनाथन, अगाराम; उदय शंकर एन; सत्यनारायण राव, मयूरी; सुब्रह्मण्यन, रवि
एंटीनाज़ एंड प्रोपगेशन इन वायरलेस कम्यूनिकेशंस (APWC), 2015 IEEE-APS टॉपिकल कांफ्रेंस, पेज 949-953, 2015

4. कॉस्मिक रे ट्रांस्पोर्ट एंड एनिसोट्रोपीज़ टू हाई एनर्जी
बियरमेन पीएल*; केरामीट एलआई*; मेली ए*; नाथ, बिमन बी; सियो ईएस*; डि सूजा वी*; बकर जस जे*
एस्ट्रा प्रोसीडिंग्स 2, 39, 2015
थर्ड कॉस्मिक रे एनिसोट्रोपीज कांफरेंस, 26-30 जनवरी 2015, बेड हानेफ, जर्मनी

5. डिटेक्टिंग सिग्नेचर्स ऑफ कॉस्मोलॉजिकल रिकॉम्बीनेशन एंड रिआयनाइजेशन इन दी कॉस्मिक रेडियो बैकग्राउंड
सुब्रह्मण्यन, रवि; शंकर, नारायण राव, यू; सत्यनारायण राव, एम; सिंह, सौरभ
आईएयू जनरल असेम्ब्ली 29, 2250805, होनोलुलु हवाई, 3-14 अगस्त 2015

6. जायंट रेडियो गेलेक्सीज एज़ इफेक्टिव प्रोब्स ऑफ दी लार्ज-स्केल स्ट्रक्चर
सरीपल्ली, लक्ष्मी; मलरेक्की, जूरेक एम*
प्रोसीडिंग्स ऑफ साइंस 044, 2015
प्रोसीडिंग्स ऑफ साइंस ऑन दी मैनी फेसेट्स ऑफ एक्स्ट्रागेलेक्टिक रेडियो सर्वे: टुवर्ड्स न्यू साइंटिफिक चैलेंजेस (एक्स्ट्रा-RADSU R2015), 20-23 अक्टूबर 2015, बोलोग्ना, इटली. पेज 044, 2015

7. लेसिंग इन रैंडम एम्प्लीफाइंग मीडिया
रामचन्द्रन, हेमा
प्रोसीडिंग्स ऑफ दी स्कूल ऑन लेज़र फिजिस एंड टेक्नोलॉजी, इंदौर, इंडिया, मार्च 12-30, 2012. पेज 165-179, एडि. बाय प्रदीप कुमार गुप्ता एंड राजीव खरे, पब्लिश्ड बाय स्प्रिंगर, 2015

8. टाइम-रिजॉल्व्ड स्पेक्ट्रोस्कोपी ऑफ CI एंड CII लाइन एमिशंस फ्रॉम एन अल्ट्राफास्ट लेज़र इंड्यूस्ड सॉलिड ग्रेफाइट प्लाज्मा
स्मिजेश एन; चन्द्रशेखरन के*; फिलिप, रेजी
एआईपी कांफरेंस प्रोसीडिंग्स 1620, 517, 2014

9. लिमिट्स ऑफ नॉईज़ एंड कंफ्यूजन इन दी MWA GLEAM ईयर 1 सर्वे
फ्रेज़र, थॉमस एमओ*; जेकसन, केरोल ए*; द्वारकानाथ केएस; +20 सहलेखक
प्रोसीडिंग्स ऑफ साइंस चैलेंजेस 053, 2015
कांफरेंस प्रोसीडिंग्स ऑफ दी मैनी फेसेट्स ऑफ एक्स्ट्रागेलेक्टिक रेडियो सर्वे: टुवर्ड्स न्यू साइंटिफिक चैलेंजेस (एक्स्ट्रा-RAD SUR2015), 20-23 अक्टूबर 2015, बोलोग्ना, इटली. पेज 53, 2015

10. दी MWA GLEAM 4 Jy सेम्पल; ए न्यू लार्ज, ब्राइट रेडियो सोर्स सेम्पल एट 151 मेहर्ट्ज
जेक्शन सीए* फ्रेजन टीएमओ*; सेयमौर एन*; द्वारकानाथ केएस; +22 सहलेखक
प्रोसीडिंग्स ऑफ साइंस 03, 2015
प्रोसीडिंग्स ऑफ साइंस ऑन दी मैनी फेसेट्स ऑफ एक्स्ट्रागेलेक्टिक रेडियो सर्वे: टुवर्ड्स न्यू साइंटिफिक चैलेंजेस (एक्स्ट्रा-RAD SUR2015), 20-23 अक्टूबर 2015, बोलोग्ना, इटली. पेज 003, 2015

11. डिजीटल प्रिजर्विंग ऑफ मल्टीमीडिया एंड फोटोग्राफिक कलेक्शंस ऑफ रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट लाइब्रेरी: ए केस स्टडी
नागराज एमएन; वर्घीस, राजु; भंडी एमके*
प्रोसीडिंग्स ऑफ 18 NACLIN 2015 नेशनल कंवेंशन, हेल्ड एट गुलबर्ग यूनिवर्सिटी, गुलबर्ग फ्रॉम नव 24-26, 2015, एडिटेड बाय कॉल एचके एट अल, पेज 187
पब्लिश्ड बाय देलनेट, न्यू दिल्ली, 2015

12. बेस्ट प्रेक्टिसेस इन स्कॉलर्ली कम्यूनिकेशंस: एन ओपन एक्सेस फिनोमिनॉ
मीरा बी एम
प्रोसीडिंग्स ऑफ दी नेशनल कांफरेंस ऑन रीसेंट ट्रेन्ड्स इन ओपन एक्सेस 2016, 9 जनवरी 2016, पेज 75, 2016

13. प्रोडक्टिविटी ऑफ इंडियन टेलिस्कोप: इम्पेक्ट एनालिसिस थ्रू साइंटोमेट्रिक मेथड्स
मीरा बीएम; मंजुनाथ एम
एसपी कांफरेंस सिरीज वॉल 492. एडि. बाय ए होल एट अल पेज 118, प्रोसीडिंग्स ऑफ लीज़ा VII ऑन ओपन साइंस हेल्ड एट आईएनएएफ, एस्ट्रोनॉमिकल ऑब्जर्वेटरी ऑफ केपोडिमोंटे, नेप्लेस, इटली फ्रॉम 17-20 जून 2014, पब्लिश्ड फ्रॉम एएसपी, सेन फ्रांसिस्को. 2015

14. इनहेंसिंग एक्सेस टू ऑडियो वीडियो कलेक्शंस ऑफ रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट लाइब्रेरी थ्रू डिजीटाइजेशन
नागराज एमएन; बेनेगल, वृंदा जे; भंडी एमके*
एसपी कांफरेंस सिरीज, वॉल 492, एडि. बाय ए होल एट अल पेज 212, प्रोसीडिंग्स ऑफ लीजा VII एन ओपन साइंस हेल्ड एट आईएनएएफ, एस्ट्रोनॉमिकल ऑब्जर्वेटरी ऑफ केपोडिमोंटे, नेप्लेस, इटली फ्रॉम 17-20 जून 2014, पब्लिश्ड फ्रॉम एएसपी, सेन फ्रांसिस्को. 2015

15. ओपन एक्सेस पॉलिसीस ऑफ इंडिया इन कम्पेरिजन विथ यूएसए एंड यूरोप
मंजुनाथ एम; कद्दिपुजार, मंजुनाथ
सेकण्ड इंटरनेशनल कांफरेंस ऑन इनोवेशन ड्रिवेन लाइब्रेरियनशिप: क्रियेटिंग फ्यूचर लेंडस्केप फॉर दी न्यू जनरेशन लाइब्रेरीज़ एंड एलआईएस प्रोफेशनल्स, जून 11-13, 2015, पे. 1055, एडि. डोंग गेन ओह एट अल., एसआरएम यूनिवर्सिटी, कट्टनकुलातुर-603 203, कांचीपुरम जिला, तमिलनाडु, इंडिया

पुस्तक अध्याय / समीक्षाएँ

1. यूज़फुल ओपन एक्सेस रिसोर्सेस इन फिजिक्स
   भंडी एमके*; नागराज एमएन
   बुक चेप्टर फ्रॉम "क्वालिटी एंड एक्सेलेंस इन लाइब्रेरियनशिप" पब्लिश्ड एज़ फेस्टक्रिफ्ट वॉल्यूम इन हॉनर ऑफ डॉ आर.बी. गद्दिगीमथ एडिटेड बाय सुरेश जांगे, पेज 195
   पब्लिश्ड बाय सरपन प्रकाशन, धारवाड़, 2015

लोकप्रिय लेख

1. रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट: बेंगलूर
   चक्रबर्ती, देबर्शिनी
   करेंट साइंस 108, 1600, 2015

2. गोविन्द स्वरूप: रेडियो एस्ट्रोनॉमर, इनोवेटर पार एक्सलेंस एंड ए वंडरफुली इंस्पायरिंग लीडर
   श्रीनिवास जी
   करेंट साइंस 109, 618, 2015

3. परमेश्वरन हरिहरन (1926-2015) : एन ऑबिचुअरी
   ओरेब, बॉब*; वाल्श, क्रिश*; सेमुअल, जोसेफ
   करेंट साइंस 109, 2319, 2015

प्रेस में

जर्नल में:

1. मूविंग वाल्स एंड जियोमेट्रिक फेज़ेस
   फेक्की, पाओलो*; गार्नेरो, ज़ियानकार्लो*; मार्मो, गिसेप्पी*; सेमुअल, जोसेफ
   एन्नल्स ऑफ फिजिक्स 372, 201, 2016

2. इंफ्लुएंस ऑफ पल्स विड्थ ऑन दी लेज़र एब्लेशन ऑफ जिंक इन नाइट्रोजन एम्बिएंट
   स्मिजेश एन; राव के एच; फिलिप, रेजी
   एप्लाइड फिजिक्स ए 122, 460, 2016

3. नॉनलीनियर ऑप्टिकल प्रोपर्टीज ऑफ (1-x) CaFe2O4-xBaTiO3 कम्पोजिट्स
   वॉल्दु टी*; रनीष बी*; श्रीकांत पी; रेड्डी, रमण एमवी*; फिलिप, रेजी; कलरैक्कल एन*
   सिरेमिक्स इंटरनेशनल 42, 11093, 2016

4. एब्जॉर्पशन किनेटिक्स ऑफ फॉस्फोनिक एसिड्स एंड प्रोटीन्स ऑन फंक्शनलाइज्ड इंडियम टिन ऑक्साइड सर्फेसेस यूजिंग इलेक्ट्रोकेमिकल इम्पीडेंस स्पेक्ट्रोस्कोपी
जगदीश, वेंकट आर; लक्ष्मीनारायणन वी
इलेक्ट्रोकिमिका एक्टा 197, 1-9, 2016

5. एग्रीगेशन एंड स्टेबिलिटी ऑफ एनिसोट्रोपिक चार्ज्ड क्ले कोलाइड्स इन एन एक्वस मीडियम इन दी प्रजेंस ऑफ सॉल्ट
अली, समीम; बंद्योपाध्याय, रंजिनी
फेराडे डिस्कशंस 186, 455, 2016

6. एन ओपन वॉईस कमाण्ड इंटरफेस किट
अंसारी, जुनैद अहमद; सत्यमूर्ति, अरासी; बालसुब्रमणियम, रमेश
IEEE ट्रांजेक्शंस ऑन ह्यूमन-मशीन सिस्टम्स 46, 467, 2016

7. दी इफेक्ट्स ऑफ दी स्मॉल-स्केल डीएम पॉवर ऑन दी कॉस्मोलॉजिकल न्यूट्रल हाइड्रोजन (HI) डिस्ट्रीब्यूशन एट हाई रेडशिफ्ट्स
सरकार, ए; मोंडल आर*; दास एस*; सेठी एसके; भारद्वाज एस*; मार्श डीजेई*
जर्नल ऑफ कॉस्मोलॉजी एंड एस्ट्रोपार्टिकल फिजिक्स 04, 012, 2016

8. ऑनसेट ऑफ दी एसिम्प्टोटिक रेजिम फॉर फाइनाइट ऑर्डर्स
हेनसन जे*; राइडआउट डीपी*; सॉर्किन आरडी*; सूर्या, सुमती
जर्नल ऑफ एक्सपेरिमेंटल मेथमेटिक्स

9. माइक्रोफेब्रिकेशन ऑफ फ्रेस्नेल ज़ोन प्लेट्स बाय लेज़र इंड्यूस्ड सॉलिड एब्लेशन
रोड्रिग्स, वनीसा आरएम*; थॉमस, जॉन*; संतोष, चिदंगिल*; रामचन्द्रन, हेमा; माथुर, दीपक*
जर्नल ऑफ ऑप्टिक्स 18, 075403, 2016

10. D-A- π-D सिंथेटिक एप्रोच फॉर थाइएनाइल केल्कोन्स – NLO- ए स्ट्रक्चर एक्टिविटी स्टडी
तेजकिरण पीजे*; तेजा एमएसबी*; कुमार पीएसएस*; शंकर पी; फिलिप, रेजी; नवीन एस*; लोकनाथ एनके*; राव जीएन*
जर्नल ऑफ फोटोकेमिस्ट्री एंड फोटोबायोलॉजी ए: केमिस्ट्री 324, 33, 2016

11. सुपरामॉलेक्यूलर नैनोकम्पोजिट्स: डिस्पर्शन ऑफ ज़ीरो-, वन- एंड टू डायमेंशनल नैनोपार्टिकल्स इन डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल्स
कुमार; ासंदीप
ज. फिजि. कांफ. सिरीज 704, 012922, 2016

12. इफेक्ट ऑफ डिस्पर्शन ऑफ CdSe क्वांटम डॉट्स ऑन फेज़ ट्रांजीशन, इलेक्ट्रिकल एंड इलेक्ट्रो-ऑप्टिकल प्रोपर्टीज ऑफ 4PP4OB
सिंह यूबी*; पांडेय एमबी*; धर्ब आर*; वर्मब आर*; कुमार, संदीप
लिक्विड क्रिस्टल्स 43, 1075, 2016

13. स्टेलर डायनामिक्स अराउंड ए मेसिव ब्लैक होल I: सेकुलर कोलिसनलेस थियोरी
श्रीधर एस; तौमा, जिहाद आर*
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 458, 4129, 2016

14. स्टेलर डायनामिक्स अराउंड ए मेसिव ब्लैक होल II: सेकुलर कोलिसनलेस थियोरी
श्रीधर एस; तौमा, जिहाद आर*
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 458, 4143, 2016

15. सप्रेशन ऑफ गेलेक्टिक आउटफ्लो बाय कॉस्मोलॉजिकल इनफॉल एंड सर्कमगेलेक्टिक मीडियम
सिंह पी; राणा एस*; बागला जेएस*; नाथ, बिमन बी
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 459, 2, 2016

16. हाव अनयूजुअल इज दी कूल-कोर रेडियो हेलो क्लस्टर CL1821+643 ?
केल, रूटा*; पारेख, विराल
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 459, 2940, 2016

17. लिमिट्स ऑन फास्ट रेडियो बर्स्ट एंड अदर ट्रांसिएंट्स सोर्सेस एट 182 मेहर्ट्ज यूजिंग दी मर्किसन वाइडफील्ड अरे
रॉलिनसन ए*; देशपाण्डे ए ए; प्रभु टी; उदय शंकर एन; श्रीवाणी केएस; सुब्रहमण्यन, रवि; +30 सहलेखक
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 458, 3506, 2016

18. SALT ऑब्जर्वेशन ऑफ एक्स-रे पल्स रिप्रोसेसिंग इन 4U 1626-67
रामन, गायत्री; पॉल, बिश्वजीत भट्टाचार्या, दीपांकर*; मोहन, विजय*
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 458, 1302, 2016

19. ए स्टडी ऑफ डिफ्यूज रेडिया सोर्सेस एंड एक्स-रे एमीशन इन सिक्स मेसिव क्लस्टर्स
पारेख, विराल; द्वारकानाथ केएस; केल, रूटा*; इंटीमा, हूईब
मंथली नोटिसेस ऑफ दी रॉयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसायटी 2016

20. इफेक्ट्स ऑफ वेरिएबिलिटी ऑफ एक्स-रे बाइनरीज ऑन दी एक्स-रे लूमिनोसिटी फंक्शंस ऑफ मिल्की वे
इस्लाम, निज़मा; पॉल, बिश्वजीत
न्यू एस्ट्रोनॉमी 47, 81, 2016

21. अल्ट्राफ ास्ट ऑप्टिकल नॉनलीनिएरिटी एंड फ ोटोअकॉस्टिक स्टडीज ऑन किटोसन-बोरॉन नाइट्राइड नैनोट्यूब कम्पोजिट्स फिल्म्स
कुतिरूम्मल एन*; फिलिप, रेजी; मोहन ए; जेन्क्स सी*; लेवी-पॉलिएकेन्को एन*
ऑप्टिक्स कम्यूनिकेशंस 371, 47, 2016

22. हाई एनर्जी न्यूट्रीनोज़ फ्रॉम दी ग्रेविटेशनल वेव इवेन्ट GW150914 पॉसिबली असोसिएटेड विथ ए शॉर्ट गामा-रे बर्स्ट
मोहराणा आर*; रज़ाक एस*; गुप्ता, नयनतारा; मेस्जारोस पी*
फिजिकल रिव्यू डी93, 123011, 2016

23. चार्ज ट्रांस्पोर्ट इन ए लिक्विड क्रिस्टेलाइन ट्राइफिनाइलीन पॉलिमर मोनोलेयर एट एयर-सॉलिड इंटरफेस
गायत्री एचएन*; कुमार, भारत*; सुरेश केए*; बिसोयी एचके*; कुमार, संदीप
फिज़.केम.केम.फिज. 18, 12101-12107, 2016

24. अल्ट्राफास्ट लेज़र प्रोड्यूस्ड जिंक प्लाज्मा: स्टार्क ब्रॉडेनिंग ऑफ एमिशन लाइन्स इन नाइट्रोजन एम्बिएंट
राव केएच; स्मिजेश एन; निवास जेजे; फिलिप, रेजी
फिजिक्स ऑफ प्लाज्मास 23, 043503, 2016

25. सूडो-पोलार टिल्टेड स्मेक्टिक फेजेस एक्जिबिटेड बाय बेंट-कोर हॉकी स्टिक शेप्ड मॉलेक्यूल्स
मल्कार, दीपशिखा; सदाशिव बीके; रॉय, अरूण
सॉफ्ट मैटर 12, 4960, 2016

26. गोल्ड नैनोपार्टिकल्स इन प्लास्टिक कॉलुम्नार डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टेलाइन मटेरियल
मिश्रा, मुकेश*; कुमार, संदीप; धर, रविन्द्र*
थर्मोकिमिका एक्टा 631, 59-70, 2016

कांफरेंस प्रोसीडिंग्स में:

1. एक्सपेरिमेंट्स विथ एन एटम, आयन, मॉलेक्यूल हाइब्रिड ट्रेप विदिन ए फेब्री-पेरट केविटी
ज्योति एस; रे, त्रिदिब; दत्ता, सौरव; रंगवाला एसए
22वां इंटरनेशनल कांफरेंस ऑन लेज़र स्पेक्ट्रोस्कोपी, सिंगापोर, जून 28- जुलाई 3, 2015

---

* ऐसे सहलेखकों को इंगित करता है जो आरआरआई से नहीं हैं।
+ ऐसे सहलेखकों को इंगित करता है जो आगंतुक प्रोफेसर हैं।

प्रतिभागित सम्मेलन एवं दौरा किए गए संस्थान

नाम	प्रतिभागित सम्मेलन एवं दौरा किए गए संस्थान	पेपर / व्याख्यान का शीर्षक
आबिर सरकार	इंटरनेशनल कांफरेंस ऑन ग्रेविटेशन एंड कॉस्मोलॉजी-2015 इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, मोहाली 14-18 दिसम्बर 2015	स्टडिंग दी इफेक्ट्स ऑफ लेट फॉर्मिंग डार्क मैटर इन अवर यूनिवर्स
	स्कूल एंड वर्कशॉप ऑन लार्ज स्केल स्ट्रक्चर: फ्रॉम गेलेक्सीज़ टू दी कॉस्मिक वेब इंटर-यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स पुणे 1 – 12 फरवरी 2016	
	नेह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग इंटरनेशनल सेंटर फॉर थियोरेटिकल साइंसेस बेंगलूरू 28 मार्च 2016	स्टडिंग दी इफेक्ट्स ऑफ लेट फॉर्मिंग डार्क मैटर इन अवर यूनिवर्स
अंदल नारायणन	डरहम यूनिवर्सिटी यूनाइटेड किंग्डम 12 मई 2015	वीक वेल्यू एम्प्लीफिकेशन इन रेजोनेंस फ्लोरेसेंस
अनिल कुमार	कांफरेंस ऑन फ्रंटियर्स इन लाइट-मैटर इंटरेक्शन 2016 इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी रोपड़ 4 – 5 मार्च 2016	
अविनाश देशपाण्डे	टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुम्बई 29 अप्रैल – 2 मई 2015	इंटरस्टेलर मीडियम
	नेशनल वर्कशॉप ऑन कॉस्मोलॉजी विथ दी HI 21सेमी लाइन रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू 23 – 26 जून 2015	एक्सट्रेक्टिंग लार्ज-स्केल डिस्ट्रीब्यूशन ऑफ कोल्ड HI इन दी मिल्की-वे (*आमंत्रित*)

	इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ एजुकेशन एंड रिसर्च, मोहाली 11 – 13 अगस्त 2015	1. फेसिनेटिंग लाइफ–स्टोरीज़ ऑफ पल्सर्स 2. रेडियो एस्ट्रोनॉमी एंड SWAN
	इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, रोपड़ 14 – 15 अगस्त 2015	1. फेसिनेटिंग लाइफ–स्टोरीज़ ऑफ पल्सर्स रेडियो एस्ट्रोनॉमी एंड SWAN
	फिजिकल रिसर्च लेबोरेटरी, अहमदाबाद 19 – 22 अगस्त 2015	फेसिनेटिंग लाइफ–स्टोरीज़ ऑफ पल्सर्स
	नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी, पुणे 5 – 8 जनवरी 2016	पल्सर सिंगल पल्स एमीशन (*2 व्याख्यान*)
	मौलाना आज़ाद नेशनल उर्दू विश्वविद्यालय, हैदराबाद 22 मार्च 2016	SWAN: ए स्ट्रेटेजिक इनीशिएटिव
	यूनिवर्सिटी ऑफ हैदराबाद, हैदराबाद 22 मार्च 2016	SWAN: ए स्ट्रेटेजिक इनीशिएटिव
बिमन नाथ	टाटार इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुम्बई 21 अप्रैल 2015	फर्मी बबल्स : दी बिगेस्ट शॉक इन दी स्काई
	जी सी कॉलेज, असम 24 दिसम्बर 2015	आइंस्टीन ड्रीम: ग्रेविटी एज़ जियोमेट्री (*आमंत्रित*)
	सेंटेनरी ऑफ फिजिक्स डिपार्टमेंट कलकत्ता यूनिवर्सिटी, कोलकाता 6 जनवरी 2016	हीलियम डिस्कवरी : दी इंडियन कनेक्शन (*आमंत्रित*)
	स्कूल एंड वर्कशॉप ऑन लार्ज स्केल स्ट्रक्चर: फ्रॉम गैलेक्सीज़ टू दी कॉस्मिक वेब इंटर-यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 1 – 12 फरवरी 2016	गैलेक्टिक आउटफ्लोज़ (*आमंत्रित*)
बिश्वजीत पॉल	कांफरेंस ऑन रीसेंट ट्रेन्ड्स इन दी स्टडी ऑर कॉम्पेक्ट ऑब्जेक्ट्स: थियोरी एंड ऑब्जर्वेशन आर्यभट्ट रिसर्च इंस्टीट्यूट ऑफ ऑब्जर्वेशनल साइंसेस, नैनीताल 6 – 8 मई 2015	एक्स-रे पोलरीमेट्री
	3rd बियोंड ASTROSAT मीटिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स, बेंगलूरू 28 जुलाई 2015	एक्स-रे एस्ट्रोनॉमी इंस्ट्रूमेंटेशंस एट आरआरआई

	नैह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस 10 अक्टूबर 2015	एक्स-रे रीप्रोसेसिंग एंड प्रोस्पेक्ट्स विथ एस्ट्रोसेट
	वर्कशॉप ऑन एड्वांसेस इन एस्ट्रोपार्टिकल फिजिक्स एंड कॉस्मोलॉजी साहा इंस्टीट्यूट ऑफ न्यूक्लियर फिजिक्स कोलकाता 12 – 17 अक्टूबर 2015	1. एस्ट्रोसेट एंड बियोंड: साइंस एंड टेक्नोलॉजी प्रोस्पेक्ट्स 2. मैनी फेसेट्स ऑफ न्यूट्रॉन स्टार: एस्ट्रोसेट एंड बियोंड
	AEI-ICTS ग्रेविटेशनल वेव्स वर्कशॉप इंटरनेशनल सेंटर फॉर थियोरेटिकल साइंसेस बेंगलूय 4 नवम्बर 2015	दी LAXPC इंस्ट्रूमेंट ऑनबोर्ड ASTROSAT
	ASTROSAT-CZTI मिनी वर्कशॉप इंटर-यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिकस, पुणे 5 – 10 नवम्बर 2015	एक्स-रे पल्सर्स विथ CZTI: साइंस एंड टेक्नीक्स
	स्कूल ऑन जनरल रिलेटिविटी एंड इट्स एप्लीकेशंस नॉर्थ बेंगाल यूनिवर्सिटी 23 – 28 नवम्बर 2015	1. एक्स-रे एस्ट्रोनॉमी 2. जनरल रिलेटिविटी
	इंटरनेशनल कांफरेंस ऑन ग्रेविटेशन एंड कॉस्मोलॉजी इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, मोहाली 14 – 18 दिसम्बर 2015	जनरल रिलेटिविटी इन एक्स-रे एस्ट्रोनॉमी: ASTROSAT एंड फ्यूचर एक्सपेरिमेंट्स
	वर्कशॉप ऑन टाइमिंग एंड स्पेक्ट्रोस्कोपी: वाइडबैण्ड एक्स-रे एस्ट्रोनॉमी टीआईएफआर बलून फेसिलिटी हैदराबाद 12 – 14 जनवरी 2016	ब्रॉडबैण्ड स्टडीज विथ LAXPC
	स्कूल ऑन न्यूट्रॉन स्टार्स नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 6 – 13 जनवरी 2016	1. एक्स-रे एस्ट्रोनॉमिकल टेक्नीक 2. एक्रीशन न्यूट्रॉन स्टार
	न्यूट्रॉन स्टार्स: ए पाथफाइंटर वर्कशॉप नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 14 – 15 जनवरी 2016	एक्स-रे स्टडीज ऑफ न्यूट्रॉन स्टार्स विथ एस्ट्रोसेट एंड पोलिक्स

	वर्कशॉप ऑन जेट ट्रिगरिंग मिकेनिज्म्स इन ब्लैक होल सोर्सेस टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटर रिसर्च, मुम्बई 22 जनवरी 2016	ब्लेजर्स: प्रोस्पेक्ट्स फॉर एक्स-रे पोलरीमेट्री
	बेंगलूर नैह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग इंटरनेशनल सेंटर फॉर थियोरेटिकल साइंसेस बेंगलूरू 28 मार्च 2016	रिजल्ट्स फ्रॉम सम अर्ली ऑब्जर्वेशंस विथ एस्ट्रोसेट - LAXPC
	विजिटर्स प्रोग्राम 2016 दिल्ली यूनिवर्सिटी 30 मार्च 2016	साइंस प्रोस्पेक्ट्स विथ एस्ट्रोसेट एंड फ्यूचर एक्सपेरिमेंट्स
बुटी सूर्यब्राह्मम	एनुअल मीटिंग ऑफ दी इंडियन बायोफिजिकल सोसायटी इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलूरू 8 – 10 फरवरी 2016	
	कांफरेंस ऑन ऑप्टिक्स विदिन लाइफ साइंसेस 2016 टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुम्बई 16 – 19 मार्च 2016	
दीपशिखा मल्कार	विंटर स्कूल 2015 ऑन फ्रंटियर्स ऑफ मटेरियल्स साइंस जवाहरलाल नेहरू सेंटर फॉर एड्वांस्ड साइंटिफिक रिसर्च, बेंगलूरू 7 दिसम्बर 2015	स्मेक्टिक मेसोमॉर्फिज्म इन बेंट कोर हॉकी स्टिक शेप्ड मॉलेक्यूल्स
	22वां नेशनल कांफरेंस ऑन लिक्विड क्रिस्टल डीआईटी यूनिवर्सिटी, देहरादून 21 दिसम्बर 2015	स्मेक्टिक मेसोमॉर्फिज्म इन बेंट कोर हॉकी स्टिक शेप्ड मॉलेक्यूल्स
दिब्येन्दु रॉय	कांफरेंस ऑन इंडियन स्टेटिस्टिकल फिजिक्स कम्यूनिटी मीटिंग 2016 इंटरनेशनल सेंटर फॉर थियोरेटिकल साइंसेस बेंगलूरू 14 फरवरी 2016	सेपरेटिंग मैनी-बॉडी लोकलाइज्ड फेज फ्रॉम एंडरसन लोकलाइज्ड फेज (*आमंत्रित*)

द्वारकानाथ के एस	रेडियो एस्ट्रोनॉमी स्कूल रेडियो एस्ट्रोनॉमी सेंटर, उटी 11 – 14 जून 2015	स्पेक्ट्रल लाइन ऑब्जर्वेशंस
	रेडियो एस्ट्रोनॉमी स्कूल नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी, पुणे 1 – 4 सितम्बर 2015	सेल्फ केलिब्रेशन
	रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू 5 फरवरी 2016	दी गैस मास ऑफ स्टार-फॉर्मिंग गैलेक्सीज एट $z \approx 1.3$
गौतम वी सोनी	रामलिंगास्वामी फेल्लोशिप कांक्लेव रीजनल सेंटर फॉर बायोटेक्नोलॉजी, दिल्ली 18 – 20 दिसम्बर 2015	
	60वीं बायोफिजिकल सोसायटी मीटिंग यूएसए 25 फरवरी – 5 मार्च 2016	फेब्रीकेशन ऑफ लो नोईस बोरोसिलिकेट ग्लास नैनोपोर फॉर सिंगल मॉलेक्यूल सेंसिंग
	कांफरेंस ऑन ऑप्टिक्स विदिन लाइफसाइंसेस 2016 टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुम्बई 16 – 19 मार्च 2016	नैनोस्केल बायोफिजिक्स ऑन नैनोपोर प्लेटफॉर्म
गायत्री रामन	यूरोपियन वीक ऑफ एस्ट्रोनॉमी एंड स्पेस साइंस 2016 यूनिवर्सिटी ऑफ ला लागुना, स्पेन 22 – 26 जून 2015	SALT ऑब्जर्वेशन ऑफ एक्स-रे पल्स रिप्रोसेसिंग इन 4U 1626-67
	यूनिवर्सिटी ऑफ साउथम्पटन यूनाइटेड किंगडम 1 – 3 जुलाई 2015	टाइमिंग स्टडीज ऑफ एक्स-रे ऑप्टिकल वेरिएबिलिटी इन LMXBs
	LAXPC वर्कशॉप ऑन टाइमिंग एंड स्पेक्ट्रोस्कोपी : वाइड बैण्ड एक्स-रे एस्ट्रोनॉमी टीआईफआर बलून फेसिलिटी, हैदराबाद 12 – 14 जनवरी 2016	LAXPC ऑब्जर्वेशंस ऑफ Cyg X-3
गिरीश बीएस	MWA टेक्निकल मीटिंग यूनिवर्सिटी ऑफ मेलबोर्न, ऑस्ट्रेलिया 9 – 10 जून 2015	1. पॉसिबल अपग्रेड टू दी एक्जिस्टिंग MWA डिजीटल-रिसीवर सिस्टम 2. स्टेट ऑफ दी आर्ट डिजीटल-रिसीवर फॉर MWA फेज 3

	नेशनल वर्कशॉप ऑन कॉस्मोलॉजी विथ दी HI 21cm लाइन रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू 23 – 26 जून 2015	कोरिलेशन रिसीवर्स फॉर डिटेक्टिंग कॉस्मोलॉजिकल सिगनल्स
	वर्कशॉप ऑन इंजीनियरिंग कंट्रीब्यूशन टू दी एड्वांसमेंट ऑफ मॉडर्न साइंस क्राइश्ट यूनिवर्सिटी, बेंगलूरू 30 जनवरी 2016	वाइड बैण्ड डिजीटल – रिसीवर्स फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमिकल एप्लीकेशंस
	क्वालिटी इम्प्रूवमेंट प्रोग्राम – रीसेंट डेवलपमेंट्स इन दी एरिया ऑफ रिसर्च इन इलेक्ट्रॉनिक्स क्राइश्ट यूनिवर्सिटी, बेंगलूरू 30 मार्च 2016	ट्रेन्ड्स इन डिजीटल-रिसीवर डिजाइन फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमिकल एप्लीकेशंस
जेकब राजन	डाटा सेंटर आईटी समिट बेंगलूर 2015 डाटा सेंटर डायनेमिक्स, बेंगलूरू 16 जुलाई 2015	
	वर्कशॉप ऑन क्लाउड कम्प्यूटिंग: ओपनस्टेक इम्प्लीमेंटेशन फॉर सेटिंग अप प्राइवेट क्लाउड सेंटर फॉर डेवलपमेंट ऑफ एड्वांस्ड कम्प्यूटिंग बेंगलूरू 27 – 28 अगस्त 2015	
	इंफॉर्मेशन सिक्योरिटी ट्रेनिंग फॉर गवर्नमेंट ऑफिसर्स सेंटर फॉर डेवलपमेंट ऑफ एड्वांस्ड कम्प्यूटिंग बेंगलूरू 28 – 29 जनवरी 2016	
जानकी रास्ते	नेशनल वर्कशॉप ऑन कॉस्मोलॉजी विथ दी HI 21 cm लाइन रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू 23 – 26 जून 2015	ए मॉडल फॉर 21-सेमी सिगनल फॉर अर्ली रिआयनाइजेशन ईपोच
जोसेफ सेमुअल	वर्कशॉप ऑन मेथमेटिकल स्ट्रक्चर एंड फाउंडेशन ऑफ क्वांटम फिजिक्स यूनिवर्सिदाद दे लॉस एंदेस बोगोता 22 – 30 जून 2015	क्लासिकल एंड क्वांटम क्लोनिंग (*आमंत्रित*)

	अदिति स्कूल बेंगलूरू 20 जुलाई 2015	दी एक्सीलरेटिंग यूनिवर्स
	चेन्नई मेथमेटिकल इंस्टीट्यूट चेन्नई 25 – 28 अगस्त 2015	क्लासिकल एंड क्वांटम क्लोनिंग
	वर्कशॉप ऑन लाइट एटम इंटरेक्शंस यूनिवर्सिटी ऑफ मैसूर, मैसूरू 7 – 12 दिसम्बर 2015	रिफलेक्शंस ऑन रोटेशंस
	वर्कशॉप ऑन दी क्वांटम मेजर एंड कॉजल सेट थियोरी रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूय 4 – 8 जनवरी 2016	
	कांफरेंस ऑन क्वांटम फिजिक्स: फाउंडेशंस एंड एप्लीकेशंस सेंटर फॉर हाई एनर्जी फिजिक्स, बेंगलूरू 31 जनवरी – 13 फरवरी 2016	एंट्रोपी एंड जियोमेट्री ऑफ क्वांटम स्टेट्स (*आमंत्रित*)
करमवीर कौर	नैह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस बेंगलूरू 10 अक्टूबर 2015	
कार्तिक चन्द्र सरकार	नेशनल वर्कशॉप ऑन कॉस्मोलॉजी विथ दी HI 21cm लाइन रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू 23 – 26 जून 2015	
	क्लाउडी वर्कशॉप इंटर-यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स पुणु 21 – 26 सितम्बर 2015	इफेक्ट्स ऑफ डस्ट ऑन दी केन्निकट रिलेशन
	नैह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस बेंगलूरू 10 अक्टूबर 2015	

	स्कूल एंड वर्कशॉप ऑन लार्ज स्केल स्ट्रक्चर: फ्रॉम गेलेक्सीज टू दी कॉस्मिक वेब इंटर-यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिकस पुणे 1 – 12 फरवरी 2016	इफेक्ट ऑफ हॉट हेलो गैस ऑन गेलेक्टिक आउटफ्लो एंड रिलेटेड मल्टी-वेवलेंथ एमीशन
	नैह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग इंटरनेशनल सेंटर फॉर थियोरेटिकल साइंसेस, बेंगलूरू 28 मार्च 2016	
कृष्णमूर्ति एस	डीस्पेस वर्कशॉप डिजाइन एंड डेवलपमेंट ऑफ डिजीटल लाइब्रेरीज यूजिंग डीस्पेस - एडवांस नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस कम्यूनिकेशन एंड इनफॉर्मेशन रिसोर्सेस, दिल्ली 8 – 12 फरवरी 2016	
कुमार रविरंजन	केम्प ऑन हैण्ड-ऑन एक्सपेरिमेंट इन रेडियोएस्ट्रोनॉमी रेडियो एस्ट्रोनॉमी सेंटर, उटी 1 – 14 जून 2015	
	रेडियो एस्ट्रोनॉमी स्कूल नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी, पुणे 31 अगस्त – 11 सितम्बर 2015	
लक्ष्मी सरीपल्ली	कांफरेंस ऑन हाई एनर्जी फिनोमिना एंड फंडामेंटल फिजिक्स XXIX जनरल असेम्ब्ली (GA) ऑफ दी IAU, होनोलुलु 3 – 15 अगस्त 2015	जेट ड्रिफ्ट्स एंड फ्लिप्स इन रेडियो गेलेक्सीज: प्रोब्स ऑफ हिस्टोरिकल इवोल्यूशन ऑफ स्पिन एक्सिस इन सुपरमेसिव ब्लैक होल्स
	कांफरेंस ऑन एक्स-रे सर्वे ऑफ दी हॉट एंड एनर्जेटिक कॉस्मोज XXIX जनरल असेम्ब्ली (GA) ऑफ दी IAU होनोलुलु 3 – 15 अगस्त 2015	जायंट रेडियो गेलेक्सीज एज़ इफेक्टिव प्रोब्स ऑफ एक्स-रे गैस इन लार्ज-स्केल स्ट्रक्चर
	सारनाथ इंटरनेशनल निंगम इंस्टीट्यूट, सारनाथ 15 – 18 अक्टूबर 2015	इन अव एंड वंडरमेंट: एन एस्ट्रोनॉमर्स डायरी

	कांफरेंस ऑन दी मैनी फेसेट्स ऑफ एक्स्ट्रागेलेक्टिक रेडिया सवे: टुवर्ड्स न्यू साइंटिफिक चैलेंजेस सीएनआर रिसर्च एरिया, इटली 20 – 23 अक्टूबर 2015	जायंट प्रोब्स ऑफ लार्ज स्केल स्ट्रक्चर
माधवन वरदराजन	जवाहरलाल नेहरू यूनिवर्सिटी नई दिल्ली 13 मई 2015	ए न्यू क्लासिकल आइडेंटिटी फॉर केनोनिकल ग्रेविटी
	LOOPS'15 इंस्टीट्यूट फॉर क्वांटम ग्रेविटी जर्मनी 6 – 10 जुलाई 2015	रिमार्क्स ऑन दी कंटीन्यूअम लिमिट इन केनोनिकल LQG
	आइंस्टीन कांफरेंस: ए सेंचुरी ऑफ जनरल रिलेटिविटी हार्नेक हाउस ऑफ दी मैक्स प्लांक सोसायटी, बर्लिन 30 नवम्बर – 5 दिसम्बर 2015	
मंजुनाथ एम	इंटरनेशनल कांफरेंस ऑन इंफोर्मेशन अनबाउंडेड: पास्ट, प्रजेंट एंड फ्यूचर ऑफ इंफोर्मेशन साइंसेस यूनिवर्सिटी ऑफ मैसूर, मैसूरू 18 – 20 जून 2015	
	नेशनल कोहा कांक्लेव इंफोर्मेशन इंडिया प्राइवेट लिमिटेड बेंगलूरू 17 – 18 फरवरी 2016	
	वर्कशॉप ऑन कॉपिराइट लिमिटेशंस एंड एक्सेप्शंस ऑफ लाइब्रेरीज एंड अर्काइव्स नेशनल लॉ स्कूल ऑफ इंडिया यूनिवर्सिटी, बेंगलूरू 4 – 5 मार्च 2016	
मंजुनाथ कद्दिपुजार	कांफरेंस ऑन साइंटोमेट्रिक्स एंड दी इंटरनेट ऑफ थिंग्स एनसीएसआई नेट फाउंडेशन, बेंगलूरू 25 – 26 सितम्बर 2015	कम्पेरेटिव स्टडी ऑफ मेट्रिक्स केल्कुलेटर्स

	डीस्पेस वर्कशॉप डिजाइन एंड डेवलपमेंट ऑफ डिजीटल लाइब्रेरीज यूजिंग डीस्पेस - एडवांस नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस कम्यूनिकेशन एंड इनफॉर्मेशन रिसोर्सेस, दिल्ली 8 – 12 फरवरी 2016	
मयूरी एस राव	सीएमबी स्पेक्ट्रल डिस्टॉर्शंस वर्कशॉप यूनिवर्सिटी ऑफ शिकागो, यूएसए 17 – 19 मई 2015	
	नेशनल वर्कशॉप ऑन कॉस्मोलॉजी विथ दी HI 21cm लाइन रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू 23 – 26 जून 2015	ऑन दी डिटेक्शन ऑफ स्पेक्ट्रल रिप्पल्स फ्रॉम दी रिकॉम्बीनेशन ईपोच
	नेशनल रेडिया एस्ट्रोनॉमी ऑब्जर्वेटरी, न्यू मेक्सिको 14 जून – 31 जुलाई 2015	ऑन दी डिटेक्शन ऑफ स्पेक्ट्रल रिप्पल्स फ्रॉम दी रिकॉम्बीनेशन ईपोच
	नैह्बरहुउ एस्ट्रोनॉमी मीटिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलूरू 10 अक्टूबर 2015	ऑन दी डिटेक्शन ऑफ स्पेक्ट्रल रिप्पल्स फ्रॉम दी रिकॉम्बीनेशन ईपोच
मीरा बीएम	कांफरेंस ऑन साइंटोमेट्रिक्स एंड दी इंटरनेट ऑफ थिंग्स एनसीएसआई नेट फाउंडेशन एंड इंस्टीट्यूट ऑफ साइंटोमेट्रिक्स बेंगलूरू 25 – 26 सितम्बर 2015	1. ए कम्पेरेटिव स्टडी ऑफ ओंटोलॉजी ऑफ इंस्टीट्यूशनल रिपोजिटरी ऑफ आरआरआई एंड आईआईएससी: ए बिबलियोमेट्रिक स्टडी ऑफ सॉफ्ट कंडेन्स्ड मैटर फिजिक्स 2. कम्पेरेटिव स्टडी ऑफ मेट्रिक्स केल्कुलेटर्स 3. इंटरनेट ऑफ थिंग्स – हाउ रिलेवेंट इट इज़ टू लाइब्रेरीज ?
	नोडल ऑफिसर्स मीटिंग इंस्टीट्यूट ऑफ एड्वांस्ड स्टडी इन साइंस एंड टेक्नोलॉजी, गुवाहाटी 8 – 9 अक्टूबर 2015	प्रोमोटिंग यूसेज ऑफ ई-रिसोर्सेस विथ स्पेशल रिफरेंस टू NKRC एट DST इंस्टीट्यूट्स (*आमंत्रित*)
	डिस्कशन विथ OCLC-इंफोर्मेटिक्स मीटिंग इंफोर्मेटिक्स इंडिया प्रा. लिमिटेड, बेंगलूरू 2 नवम्बर 2015	

	इंटरनेशनल वर्कशॉप ऑन बिग एंड ओपन डाटा: इवोल्विंग डाटा साइंस स्टेंडर्ड एंड साइटेशन एट्रीब्यूशन प्रेक्टिसेस इंडियन नेशनल साइंस अकेडमी न्यू दिल्ली 5 – 6 नवम्बर 2015	
	नेशनल लाइब्रेरी वीक सेलिब्रेशंस वर्ल्ड ट्रेउ सेंटर, बेंगलूरू 19 नवम्बर 2015	
	सेमिनार ऑन ऑल्टमेट्रिक्स आईटीसी गार्डेनिया, बेंगलूरू 4 दिसम्बर 2016	
	नेशनल कांफरेंस ऑन रीसेंट ट्रेन्ड्स इन ओपन एक्सेस 2016 यूनिवर्सिटी कॉलेज ऑफ आर्ट्स, तुमकुरू 9 जनवरी 2016	बेस्ट प्रेक्टिसेस इन स्कॉलर्ली कम्यूनिकेशंस: एन ओपन एक्सेस फिनोमिना (*आमंत्रित*)
	टेक्निकल डिस्कशन मीटिंग ऑन हाव डिस्रप्टिव आर फ्यूचरिस्टिक एंड डिजीटल लाइब्रेरी स्पेसेस? टाटा कंसल्टेंसी सर्विसेस बेंगलूरू 10 जनवरी 2016	
	नेशनल कोहा कांक्लेव इंफोर्मेटिक्स इंडिया प्राइवेट लिमिटेड बेंगलूरू 17 – 18 फरवरी 2016	
	सेमिनार ऑन डाटा एनालिटिक्स एंड बिजिनेस इंटेलिजेंस एमवाईआरए स्कूल ऑफ बिजिनेस बेंगलूरू 11 मार्च 2016	
	कांफरेंस ऑन लाइब्रेरी ऑटोमेशन यूजिंग ओएसएस - कोहा एनसीएसआई एनईटी फाउंडेशन एंड शारदा रंगनाथन, बेंगलूरू एंडोवमेंट फॉर लाइब्रेरी साइंस 18 मार्च 2016	

मीरा थॉमस	डिस्कशन मीटिंग ऑन न्यू कोलाइड्स रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू 19 – 21 जुलाई 2015	पॉलिइलेक्ट्रोलाइट इंड्यूस्ड स्वेलिंग इन ए लेम्लार फेज
	कॉम्प्लेक्स फ्लड्स सिम्पोजियम – 2016 इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे 2 – 4 जनवरी 2016	पॉलिइलेक्ट्रोलाइट इंड्यूस्ड स्वेलिंग इन ए लेम्लार फेज
नफीसा अफ ताब	नेह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलूरू 10 अक्टूबर 2015	
	न्यूट्रॉन स्टार वर्कशॉप 2016 नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी, पुणे 6 – 15 जनवरी 2016	वेरिएबिलिटी स्टडी ऑफ दी हाई मास एक्स-रे बाइनरी आईजीआर जे 19027-2016 विथ स्विफ्ट-XRT
	नेह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग इंटरनेशनल सेंटर फॉर थियोरेटिकल साइंसेस बेंगलूरू 28 मार्च 2016	एक्स-रे प्रोसेसिंग: एक्लिप्स स्पेक्ट्रम ऑफ हाई मास एंड लो मास एक्स-रे बाइनरीज
नागराज एम एन	वर्कशॉप ऑन क्वस्चेनायर डिजाइन एंड स्टेटिस्टिकल एनालिसिस श्री धर्मस्थल मंजुनाथेस्वर इंस्टीट्यूट फॉर मेनेजमेंट डेवलपमेंट, मैसूर 18 – 19 मई 2015	
	वर्कशॉप ऑन हाव टू पब्लिश योर पेपर इन जर्नल? श्री धर्मस्थल मंजुनाथेस्वर इंस्टीट्यूट फॉर मेनेजमेंट डेवलपमेंट, मैसूर 27 जून 2015	
	123वीं बर्थ एनिवरसरी ऑफ डॉ एसआर रंगनाथन एंड लाइब्रेरियन डे सेलिब्रेशन प्रोग्राम बीएमएस कॉलेज ऑफ इंजीनियरिंग 12 अगस्त 2015	
	टर्नाइतिन प्लेगरिज्म चैक सेमिनार क्राइश्ट यूनिवर्सिटी, बेंगलूरू 20 नवम्बर 2015	

	नेशनल कंवेंशन गुलबर्ग यूनिवर्सिटी, गुलबर्ग 24 – 26 नवम्बर 2015	डिजीटल प्रिजर्विंग ऑफ मल्टीमीडिया एंड फोटोग्राफिक कलेक्शंस ऑफ रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट लाइब्रेरी: ए केस स्टडी
परमेश गडिगे	इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, कानपुर 28 – 31 मार्च 2016	
प्रमोद पुलर्कट	इंडो-फ्रेंच वर्कशॉप ऑन फ्रंटियर्स इन साइटोस्केलटन रिसर्च: कोआर्डिनेशन, अडाप्टेशन, फाइन-ट्यूनिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे 29 – 31 अक्टूबर 2015	दी रोल ऑफ माइक्रोट्यूबल्स इन इंड्यूस्ड एक्ज़ोनल बीडिंग एंड रिट्रेक्शन (आमंत्रित)
	बायोमेम्ब्रेन्स डिस्कशन मीटिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलूरू 19 – 20 दिसम्बर 2015	मेम्ब्रेन डायनेमिक्स ऑफ एक्ज़न्स स्टडीज यूजिंग ऑप्टिकल ट्वीजर्स
	बीएसएसई एनुअल सिम्पोजियम 2016 – सेल टिश्यू एंड सिस्टम्स इंजीनियरिंग आईआईएससी सेंटर फॉर बायोसिस्टम्स साइंस एंड इंजीनियरिंग मीटिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलूरू 8 – 9 जनवरी 2016	प्रोपर्टीज ऑफ सेल मेम्ब्रेन प्रोब्ड यूजिंग ऑप्टिकल ट्वीजर्स (आमंत्रित)
	कॉम्प्लेक्स फ्लड्स सिम्पोजियम – 2016 इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे 2 – 4 जनवरी 2016	एक्जोनल शेप इनस्टेबिलिटीज एंड डायनेमिक्स (आमंत्रित)
	मीटिंग ऑफ दी इंडियन बायोफिजिकल सोसायटी इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलूरू 8 – 10 फरवरी 2016	दी रोल ऑफ माइक्रोट्यूबल्स इन इंड्यूस्ड एक्ज़ोनल बीडिंग एंड रिट्रेक्शन (आमंत्रित)
	नेशनल यूनिवर्सिटी ऑफ सिंगापोर सिंगापोर 13 – 17 फरवरी 2016	
	कांफरंस ऑन ऑप्टिक्स विदिन लाइफ साइंसेस 2016 टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुम्बई 16 – 19 मार्च 2016	मिकेनिक्स ऑफ एक्ज़ोनल साइटोस्केलटन एंड मेम्ब्रेन (प्रोब्ड यूजिंग ऑप्टिक्स बेस्ड फोर्स-टूल्स) (आमंत्रित)

	कांफरेंस ऑन सेल मिकेनिक्स रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू 24 – 26 अप्रैल 2015	
प्रमोद तडापत्री	22वीं नेशनल कांफरेंस ऑन लिक्विड क्रिस्टल डीआईटी यूनिवर्सिटी, देहरादून 21 – 23 दिसम्बर 2015	अनयूजुअल फेज़ सिक्वेंस इन बेंट-कोर लिक्विड क्रिस्टल्स एक्ज़ीबिटिंग लेमलार एंड कॉलुम्नार फेज़ेस
प्रतिभा आर	यूरोपिन कांफरेंस ऑन लिक्विड क्रिस्टल्स यूनिवर्सिटी ऑफ मनचेस्टर, यूके 7 – 11 सितम्बर 2015	डायइलेक्ट्रिक मोड्स डिक्टेटेड बाय लेयर डिफॉर्मेशन एंड किरल सेग्रिगेशन इन इंड्यूस्ड डार्क मेसोफेज़ेस (आमंत्रित)
	टोयोटा रिकेन इंटरनेशनल वर्कशॉप ऑन बेंट-कोर लिक्विड क्रिस्टल्स टोक्यो इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी जापान 16 – 17 नवम्बर 2015	इंड्यूस्ड मार्क मेसोफेज़ेस इन बेंट-कोर लिक्विड क्रिस्टल्स (आमंत्रित)
प्रियंका सिंह	नेशनल वर्कशॉप ऑन कॉस्मोलॉजी विथ दी HI 21cm लाइन रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू 23 – 26 जून 2015	
	नेह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलूरू 10 अक्टूबर 2015	ए क्रॉस-कोर्रिलेशन स्टडी ऑफ सर्कम-गेलेक्टिक बेरयॉन्स
	टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुम्बई 16 – 27 दिसम्बर 2015	
	स्कूल एंड वर्कशॉप ऑन लार्ज स्केल स्ट्रक्चर: फ्रॉम गेलेक्सीज़ टू दी कॉस्मिक वेब इंटर-यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 1 – 12 फरवरी 2016	ए क्रॉस-कोर्रिलेशन स्टडी ऑफ सर्कम-गेलेक्टिक मीडियम
राचुरी वेंकट जगदीश	कांफरेंस ऑन फ्रंटियर्स इन केमिकल साइंसेस एंड टेक्नोलॉजी 2016 नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, वारंगल 28 – 29 जनवरी 2016	

	इंटरनेशनल कांफरेंस ऑन नैनोसाइंस एंड टेक्नोलॉजी 2016 इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे 29 फरवरी – 2 मार्च 2016	
राघवेन्द्र राव के बी	कांफरेंस ऑन कोग्नीटिव न्यूरोसाइंस एंड ब्रेन कम्प्यूटर एप्लीकेशंस एमएस रामैया इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, बेंगलूरू 14 – 21 जनवरी 2016	
रघुनाथन ए	नेशनल वर्कशॉप ऑन कॉस्मोलॉजी विथ दी HI 21cm लाइन रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू 23 – 26 जून 2015	फीड्स फॉर डिटेक्शन ऑफ कॉस्मोलॉजिकल सिगनल्स
	दी इंटरनेशनल कांफरेंस ऑन इलेक्ट्रोमेग्नेटिक्स इन एड्वांस्ड एप्लीकेशन एंड दी IEEE-APS टोपिकल कांफरेंस ऑन एंटीनाज़ एंड प्रोपगेशन इन वायरलेस कम्यूनिकेशंस टोरिनो इनकोन्ट्रा कांग्रेस सेंटर, इटली 7 – 11 सितम्बर 2015	डिजाइन ऑफ फ्रिक्वेंसी इंडीपेंडेंट प्रोफाईल्ड डिस्कोन एंटीना फॉर डिटेक्टिंग स्पेक्ट्रल रिप्ल्स फ्रॉम दी ईपोच ऑफ रिकॉम्बीनेशन
	दूसरा यूआरएसआई रीजनल कांफरेंस ऑन रेडियो साइंस जवाहरलाल नेहरू यूनिवर्सिटी, न्यू दिल्ली 16 – 19 नवम्बर 2015	चेलेन्जेस इन दी डिजाइन ऑफ फीड एंटीना फॉर डिटेक्टिंग कॉस्मोलॉजिकल सिगनल्स
रघुनाथन वी ए	इंदिरा गांधी सेंटर फॉर एटॉमिक रिसर्च, कल्पक्कम 23 दिसम्बर 2015	इलेक्ट्रोस्टेटिक सेल्फ-असेम्ब्ली ऑफ अपोजिटली चार्ज्ड मैक्रोआयन्स
	कॉम्प्लेक्स फ्लड्स सिम्पोजियम – 2016 इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे 2 – 4 जनवरी 2016	
	कांफरेंस ऑन इमर्जेन्ट फिनोमिना इन सॉफ्ट एंड एक्टिव मैटर जवाहरलाल नेहरू सेंटर फॉर एड्वांस्ड साइंटिफिक रिसर्च, बेंगलूरू 5 – 6 जनवरी 2016	डोमेन फॉर्मेशन इन बाइनरी लिपिड-स्टेरॉल मेम्ब्रेन्स (आमंत्रित)

	सेंट जोसेफ कॉलेज, बेंगलूय 29 जनवरी 2015 12, 19, 26 फरवरी 2016 4, 11 मार्च 2016	थर्मोडायनामिक्स
राहुल सावंत	कोल्ड-एटम्स प्रिडॉक स्कूल एक्सप्लोरिंग न्यू क्वांटम गैसेस सेंटर दे फिजिक देस हॉचेस, फ्रांस 14 – 25 सितम्बर 2015	
	दी यूरोपियन ऑर्गेनाइजेशन फॉर न्यूक्लियर फिजिक्स, जिनेवा 25 सितम्बर 2015	इंटरेक्शंस बिटवीन डिफ्रेंट टाइप्स ऑफ पार्टिकल्स इन हाइब्रिड ट्रेप्स
	इंस्टीट्यूट फॉर क्वांटम इलेक्ट्रॉनिक्स स्विट्ज़रलैण्ड 26 सितम्बर 2015	
	यूनिवर्सिटी ऑफ बेसल, स्विट्जरलैण्ड 28 सितम्बर 2015	
	यूनिवर्सिटी ऑफ हैडलबर्ग, जर्मनी 29 सितम्बर 2015	
	इंस्टीट्यूट फॉर क्वांटेनमेट्री, जर्मनी 30 सितम्बर 2015	
	जोहान्नेस गुटनबर्ग यूनिवर्सिटी, जर्मनी 1 – 2 अक्टूबर 2015	
	यूनिवर्सिटी ऑफ पेरिस-सूद, फ्रांस 5 अक्टूबर 2015	
	यूनिवर्सिटी ऑफ पेरिस, फ्रांस 6 अक्टूबर 2015	
रमेश बी	मैक्स प्लांक इंस्टीट्यूट फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी, जर्मनी 12 – 14 मई 2015	वन एलिमेंट इंटरफेरोमीटर
	फर्स्ट यूआरएसआई अटलांटिक रेडियो साइंस कांफरेंस एक्सपोमेलोनिराज़ कंवेंशन सेंटर, स्पेन 18 – 22 मई 2015	सर्फेस मेट्रोलॉजी विथ वन एलिमेंट इंटरफेरोमेट्री

	लेक्चर प्रोग्राम ऑन जियोमेट्री एंड ऑप्टिक्स रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू 18 – 20 जनवरी 2016	
	क्राइस्ट यूनिवर्सिटी, बेंगलूरू 30 जनवरी 2016	टेलिस्कोप, दी आर्टिफीसियल आईज़
रंजिनी बंद्योपाध्याय	दी इंटरनेशनल सेंटर फॉर थियोरेटिकल फिजिक्स, बेंगलूरू 2 अप्रैल 2015	ए कोलाइडल क्ले सस्पेंशन एज़ ए मॉडल ग्लास फॉर्मर: सम रीसेंट एक्सपेरिमेंट्स
	दी हंगेरियन अकेडमी ऑफ साइंसेस, बुदापेस्ट 27 अप्रैल – 2 मई 2015	दी डायनेमिक स्लोविंग डाउन प्रोसेस इन सॉफ्ट कोलाइडल ग्लोसेस: सम कम्पेरिजंस विथ सुपरकूल्ड लिक्विड्स
	कांफ्रेंस ऑन डायनेमिक्स ऑफ विस्कस लिक्विड्स 2015 यूनिवर्सिटी ऑफ मोंटपेलियर, फ्रांस 4 – 6 मई 2015	दी डायनेमिक स्लोविंग डाउन इन विस्कस सस्पेंशन्स
	इंटरनेशनल ईयर ऑफ फिजिक्स माल्या अदिति स्कूल, बेंगलूरू 8 जुलाई 2015	वाट इज़ सॉफ्ट मैटर?
	19वीं मीटिंग ऑफ दी कमिटी ऑन फ्रीडम एंड रिस्पोंसिबिलिटी इन दी कंडक्ट ऑफ साइंस इंटरनेशनल काउंसिल ऑफ साइंस, पेरिस 1 – 2 अक्टूबर 2015	
	वर्कशॉप ऑन ग्रोविंग लैंथ स्केल फिनोमिना इन कंडेंस्ड मैटर फिजिक्स जवाहरलाल नेहरू सेंटर फॉर एड्वांस्ड साइंटिफिक रिसर्च, बेंगलूरू 8 – 10 अक्टूबर 2015	माइक्रोस्ट्रक्चर्स एंड यील्डिंग ऑफ जेल नेटवर्क्स ऑफ चार्ज्ड एनिसोट्रोपिक कोलाइडल पार्टिकल्स इन एक्वस सस्पेंशंस
	एसएन बोस सेंटर फॉर बेसिक साइंसेस, कोलकाता 4 नवम्बर 2015	माइक्रोस्कोपिक स्ट्रक्चर्स एंड यील्डिंग ऑफ कोलाइडल क्ले डिस्पर्शन्स इन दी प्रजेंस ऑफ सॉल्ट
	वर्कशॉप ऑन स्टेटिस्टिकल फिजिक्स ऑफ सॉफ्ट मैटर बनारस हिन्दु विश्वविद्यालय 27 नवम्बर 2015	सॉफ्ट मैटर: देयर फ्लो एंड डिफॉर्मेशन

	कॉम्प्लेक्स फ्लड्स सिम्पोजियम इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे 2 – 4 जनवरी 2016	दी इफेक्ट ऑफ यील्डिंग इन दी माइक्रोस्ट्रक्चर एंड यील्डिंग ऑफ एक्वस डिस्पर्शन्स ऑफ कोलाइडल क्ले
	कांफ्रेंस ऑन इमर्जेन्ट फिनोमिना इन सॉफ्ट मैटर जवाहरलाल नेहरू सेंटर फॉर एड्वांस्ड साइंटिफिक रिसर्च, बेंगलूरू 5 – 6 जनवरी 2016	माइक्रोस्ट्रक्चर एंड यील्डिंग ऑफ कोलाइडल क्ले सस्पेंशंस
	नैनोपार्टिकल असेम्ब्ली – फ्रॉम फंडामेंटल्स टू एप्लीकेशंस इन फैराडे डिस्कशंस इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, पोवई 7 – 9 जनवरी 2016	एग्रीगेशन एंड स्टेबिलिटी ऑफ एनिसोट्रोपिक क्ले कोलाइड्स इन एक्वस मीडियम इन दी प्रजेंस ऑफ सॉल्ट
रवि सुब्रह्मण्यन	जवाहरलाल नेहरू प्लानेटेरियम बेंगलूरू 10 मई 2015	रेडियो वेव्स फ्रॉम दी अर्ली यूनिवर्स
	सीएमबी डिस्टॉर्शन्स वर्कशॉप यूनिवर्सिटी ऑफ शिकागो, यूएसए 17 – 19 मई 2015	APSERA: अरे ऑफ प्रिसीजन स्पेक्ट्रोमीटर्स फॉर दी इपोच ऑफ रिकॉम्बीनेशन (आमंत्रित)
	नेशनल वर्कशॉप ऑन कॉस्मोलॉजी विथ दी HI 21cm लाइन रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू 23 – 26 जून 2015	एफर्ट्स टू डिटेक्ट कॉस्मोलॉजिकल 21-cm
	कांफ्रेंस ऑन हाई एनर्जी फिनोमिना एंड फंडामेंटल फिजिक्स XXIX जनरल असेम्ब्ली (GA) ऑफदी IAU होनोलुलु 3 – 15 अगस्त 2015	डिटेक्टिंग सीएमबी डिस्टॉर्शन्स फ्रॉम कॉस्मिक बेरयॉन इवोल्यूशन
	NCRA-TIFR स्कूल ऑन रेडियो एस्ट्रोनॉमी नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे 31 अगस्त – 03 सितम्बर 2015	1. इंटरफेरोमीटर I 2. हाई डायनेमिक रेंज इमेजिंग
	इंटरनेशनल कांफ्रेंस ऑन ग्रेविटेशन एंड कॉस्मोलॉजी इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, मोहाली 14 – 18 दिसम्बर 2015	स्पेक्ट्रल सिग्नेचर्स ऑफ कॉस्मिक बेरयॉन इवोल्यूशन (आमंत्रित)

	क्राइश्ट यूनिवर्सिटी बेंगलूरू 30 जनवरी 2016	इंजीनियरिंग फॉर विजन ऑफ दी कॉस्मोस
रेजी फिलिप	वर्कशॉप ऑन करेंट ट्रेन्ड्स इन एप्लाइड फिजिक्स कोचीन यूनिवर्सिटी ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी कोचीन 30 अप्रैल 2015	लेज़र प्रोड्यूस्ड प्लाज्मा (आमंत्रित)
	13वीं इंटरनेशनल कांफरेंस ऑन लेज़र एब्लेशन 2015 पुलमेन होटल, ऑस्ट्रेलिया 31 अगस्त – 04 सितम्बर 2015	इंफ्लुएंस ऑफ लेज़र पल्स विड्थ ऑन दी एब्लेशन ऑफ जिंक इन नाइट्रोजन एम्बिएंट
	ग्रिफ्थ यूनिवर्सिटी ऑस्ट्रेलिया यूनिवर्सिटी ऑस्ट्रेलिया 7 – 14 सितम्बर 2015	नैनोसेकण्ड एंड फेम्टोसेकण्ड लेज़र प्रोड्यूज्ड प्लाज्मा फ्रॉम मेटालिक टार्गेट्स
	ऑस्ट्रेलियन नेशनल यूनिवर्सिटी ऑस्ट्रेलिया 16 सितम्बर 2015	नॉनलीनियर ऑप्टिक्स ऑफ मेसोस्कोपिक सिस्टम्स
	लाइट मैटर्स 2015 वर्कशॉप SSSIHL प्रशांति निलयम 26 – 27 अक्टूबर 2015	नैनोसेकण्ड एंड फेम्टोसेकण्ड लेज़र प्रोड्यूज्ड प्लाज्मा फ्रॉम मेटालिक टार्गेट्स (आमंत्रित)
	नेशनल कांफरेंस ऑन एड्वांस्ड नैनोमटेरियल्स निर्मलगिरी कॉलेज कुट्टुपराम्बा 1 – 2 अक्टूबर 2015	नॉनलीनियर ऑप्टिक्स इन दी नैनोफेज (आमंत्रित)
	नेशनल सेमिनार ऑन फोटोनिक्स एंड इट्स एप्लीकेशंस 2015 यूनिवर्सिटी ऑ फ केरल, तिरूवनंतपुरम 9 – 11 दिसम्बर 2015	नैनोफोटोनिक्स (आमंत्रित)
	सेमिनार ऑन रीसेंट ट्रेन्ड्स इन बायोफोटोनिक्स गवर्मेन्ट कॉलेज, मेडापल्ली 17 – 18 दिसम्बर 2015	फंडामेंटल्स ऑफ नॉनलीनियर ऑप्टिक्स (आमंत्रित)
	इंटरनेशन कांफरेंस ऑन नैनोसाइंस एंड नैनोटेक्नोलॉजी कोचीन यूनिवर्सिटी ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी कोचीन 20 – 23 फरवरी 2016	नॉनलीनियर ऑप्टिक्स ऑफ नैनोमटेरियल्स (आमंत्रित)

	नेशनल कांफरेंस ऑन स्मार्ट मटेरियल्स लेडी डॉक कॉलेज, मदुरै 23 – 24 फरवरी 2016	नैनोफोटोनिक्स (आमंत्रित)
	फ्रंटियर्स इन मटेरियल्स साइंस सेंट जोसेफ कॉलेज, केलिकट 24 – 25 फरवरी 2016	नैनोफोटोनिक्स (आमंत्रित)
सादिक रंगवाला	साहा इंस्टीट्यूट ऑफ न्यूक्लियर फिजिक्स कोलकाता 26 अगस्त 2015	फिजिक्स इन एंड विथ आयन-एटम हाइब्रिड ट्रेप्स
	लेबोरेटरी एमी कॉटन, फ्रांस 2 नवम्बर 2015	क्रियेशन एंड डिस्ट्रक्शन ऑफ मॉलेक्यूलर आयन्स इन हाइब्रिड आयन-एटम ट्रेप्स
	लेबोरेटरी दे फिजिक् देस लेजर्स यूनिवर्सिटी पेरिस XIII फ्रांस 3 नवम्बर 2015	
	लेबोरेटरी केस्टलर-ब्रोस्सेल ईकोल नॉर्मल सुपीरियर कॉलेज दे फ्रांस, फ्रांस 4 नवम्बर 2015	
	कांफरेंस ऑन कोल्ड एटम्स : फंडामेंटल कांसेप्ट्स एंड एप्लीकेशंस ईकोल नॉर्मल सुपीरियर, फ्रांस 5 – 6 नवम्बर 2015	इंटरेक्शंस बिट्वीन आयन्स एंड एटम्स इन हाइब्रिड ट्रेप्स
	9वीं इंडिया-एनयूएस फिजिक्स सिम्पोजियम नेशनल यूनिवर्सिटी ऑफ सिंगापोर 24 – 26 फरवरी 2016	एक्सपेरिमेंट्स ऑन इंटरेक्टिंग आयन-एटम सिस्टम्स इन हाइब्रिड ट्रेप्स
	एसपीएस मार्च मीटिंग 2016 क्वांटम ऑप्टिक्स एंड ऑप्टिक्स ऑफ क्वांटम सिस्टम्स जवाहरलाल नेहरू यूनिवर्सिटी, नई दिल्ली 18 – 19 मार्च 2016	कोलीजनल कूलिंग ऑफ ट्रेप्ड आयन्स विथ एटम्स
संदीप कुमार	न्यू होराइजन कॉलेज ऑफ इंजीनियरिंग, बेंगलूरू 11 जुलाई 2015	

	इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी खड़गपुर 24 जुलाई 2015	डिस्पर्शन ऑफ ज़ीरो-, वन- एंड टू- डायमेंशनल नैनोपार्टिकल्स इन दी सुपरामॉलेक्यूलर ऑर्डर ऑफ डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल्स (आमंत्रित)
	वर्कशॉप ऑन मॉडर्न ट्रेन्ड्स इन केमिकल रिसर्च क्राइस्ट यूनिवर्सिटी, बेंगलूरू 15 सितम्बर 2015	दी फेसिनेटिंग वर्ल्ड ऑफ लिक्विड क्रिस्टल्स (आमंत्रित)
	यूनिवर्सिटी ऑफ इलाहाबाद इलाहाबाद 16 जुलाई 2015 21 सितम्बर 2015	
	वर्किंग ग्रुप मीटिंग ऑन इलेक्ट्रॉनिक मटेरियल्स एंड कम्पोनेंट्स डिपार्टमेंट ऑफ इलेक्ट्रॉनिक्स एंड इंफोर्मेशन टेक्नोलॉजी, नई दिली 28 सितम्बर 2015	
	विक्रम यूनिवर्सिटी, उज्जैन 12 दिसम्बर 2015	
	गवर्नमेंट होल्कर साइंस कॉलेज, इंदौर 14 दिसम्बर 2015	नैनोपार्टिकल्स इन डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल्स: ए न्यू क्लास ऑफ ऑर्गेनिक सेमिकंडक्टर्स (आमंत्रित)
	कॉम्प्लेक्स फ्लड्स सिम्पोजियम – 2016 इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे 2 – 4 जनवरी 2016	डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टेलाइन नैनोकम्पोजिट्स एज़ एड्वांस्ड मटेरियल्स फॉर ऑप्टो-इलेक्ट्रॉनिक्स (आमंत्रित)
	वर्कशॉप ऑन सिंथेसिस, केरेक्टराइजेशन एंड एप्लीकेशन ऑफ नैनोपार्टिकल असेम्ब्लीज़ नेशनल केमिकल लेबोरेटरी पुणे 4 जनवरी 2016	एप्लीकेशन ऑफ नैनोपार्टिकल्स; लिक्विड क्रिस्टेलाइन नैनोकम्पोजिट्स एज़ एड्वांस्ड मटेरियल्स फॉर ऑप्टो-इलेक्ट्रॉनिक्स (आमंत्रित)
	नेशनल कांफरेंस ऑन रीसेंट ट्रेन्ड्स इन केमिकल साइंसेस 2016 मणिपाल इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी मणिपाल 11 जनवरी 2016	सुपरामॉलेक्यूलर नैनोकम्पोजिट्स एज़ एड्वांस्ड मटेरियल्स फॉर ऑप्टो-इलेक्ट्रॉनिक्स (कीनोट एड्रेस)
	इंस्पायर इंटर्नशिप साइंस केम्प राज कुमार गोयल इंजीनियरिंग कॉलेज, पिल्खुवा 21 जनवरी 2016	इंट्रोडक्शन टू लिक्विड क्रिस्टल्स (आमंत्रित)

	रिफ्रेशर कोर्स फॉर यूनिवर्सिटी टीचर्स यूनिवर्सिटी ऑफ मैसूर, मैसूरू 24 फरवरी 2016	1. लिक्विड क्रिस्टल्स: दी ब्यूटिफुल फोर्थ स्टेट ऑफ मैटर (आमंत्रित) 2. डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टल्स (आमंत्रित)
	इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी मद्रास 2 मार्च 2016	डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टेलाइन नैनोकम्पोजिट्स एज़ एड्वांस्ड मटेरियल्स फॉर ऑप्टो-इलेक्ट्रॉनिक्स (आमंत्रित)
	दूसरा एनुअल वर्ल्ड कांग्रेस ऑफ स्मार्ट मटेरियल्स – 2016 ग्रांड कोष्थोर्न वाटरफ्रंट होटल, सिंगापोर 4 – 6 मार्च 2016	डिस्कोटिक नैनोकम्पोजिट्स एज़ ए न्यू क्लास ऑर्गेनिक सेमिकंडक्टर्स (आमंत्रित)
	यूनिवर्सिटी ऑफ मलेशिया, मलेशिया 9 मार्च 2016	डिस्कोटिक लिक्विड क्रिस्टेलाइन नैनोकम्पोजिट्स एज़ एड्वांस्ड मटेरियल्स फॉर ऑप्टो-इलेक्ट्रॉनिक्स (आमंत्रित)
	पीआरएसजी मीटिंग ऑफ डैटी सोलार सेल प्रोजेक्ट्स यूनिवर्सिटी ऑफ तेज़पुर, असम 17 मार्च 2016	
संजय कुमार बेहेरा	कांफरेंस ऑन ग्रोविंग लेंथ स्केल फिनोमिना इन कंडेंस्ड मैटर फिजिक्स जवाहरलाल नेहरू सेंटर फॉर एड्वांस्ड साइंटिफिक रिसर्च, बेंगलूरू 7 – 10 अक्टूबर 2015	
	कॉम्प्लेक्स फ्लड्स सिम्पोजियम – 2016 इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे 2 – 4 जनवरी 2016	
संजीब सभापंडित	आईजीईआरटी समर इंस्टीट्यूट ब्रानडिश 27 जुलाई – 7 अगस्त 2015	फ्लक्चुएशंस एंड लार्ज डेविएशंस इन नॉनइक्वीलिब्रियम सिस्टम्स (आमंत्रित)
	इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी गुवाहाटी 31 अगस्त 2015	फ्लक्चुएशंस एंड लार्ज डेविएशंस इन नॉन-इक्वीलिब्रियम सिस्टम्स

	साहा इंस्टीट्यूट ऑफ न्यूक्लियर फिजिक्स कोलकाता 1 – 2 सितम्बर 2015	फ्लक्चुएशंस एंड लार्ज डेविएशंस इन नॉन-इक्वीलिब्रियम सिस्टम्स
	आईसीटीएस वर्कशॉप ऑन नॉन-इक्वीलिब्रियम स्टेटिस्टिकल फिजिक्स 26 अक्टूबर – 20 नवम्बर 2015	यूनिवर्सल लार्ज डेविएशंस फॉर दी टेग्ड पार्टिकल इन सिंगल फाइल मोशन (आमंत्रित)
	बेंगलूर प्रोबेबिलिटी सेमिनार इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलूरू 1 फरवरी 2016	एक्स्ट्रीम वेल्यू स्टेटिस्टिक्स (नियर एक्सट्रीम इवेन्ट्स एंड रिकॉर्ड्स) (आमंत्रित)
	इंडियन स्टेटिस्टिकल फिजिक्स कम्यूनिटी मीटिंग इंटरनेशनल सेंटर फॉर थियोरेटिकल साइंसेस 12 – 14 फरवरी 2016	डायनेमिकल ट्रांजीशन इन दी टेम्पोरल रिलेक्शेसन ऑफ स्टोकेस्टिक प्रोसेसेस अंडर रीसेटिंग
	इंस्टीट्यूट ऑफ फिजिक्स भुवनेश्वर 1 – 2 मार्च 2016	फ्लक्चुएशंस एंड लार्ज डेविएशन इन नॉन-इक्वीलीब्रियम सिस्टम्स
	यूनिवर्सिटी ऑफ पेरिस-सद, फ्रांस 15 – 31 मार्च 2016	फ्लक्चुएशन थियोरम फॉर एंट्रोपी प्रोडक्शन ऑफ ए पार्शियल सिस्टम इन दी वीक कपलिंग लिमिट
सप्तऋषि चौधरी	लेक्चर वर्कशॉप जेएसएस कॉलेज ऑफ आर्ट्स, कॉमर्स एंड साइंस मैसूर 25 – 26 नवम्बर 2015	बोस आइंस्टीन स्टेटिस्टिक्स
सिमनराज साधना	इंटरनेशनल मीटिंग ऑन क्वांटम इंफोर्मेशन प्रोसेसिंग एंड एप्लीकेशंस हरीश-चन्द्र इंस्टीट्यूट इलाहाबाद 7 – 13 दिसम्बर 2015	डिफ्रेक्शन बेस्ड लीनियर ऑप्टिक्स क्वांटम इंफोर्मेशन
सोमशेखर आर	जवाहरलाल नेहरू प्लानेटेरियम बेंगलूरू 27 जून 2015	
	वर्कशॉप ऑन इंजीनियरिंग कंट्रीब्यूशन टू दी एडवांसमेंट ऑफ मॉडर्न साइंस क्राइश्ट यूनिवर्सिटी, बेंगलूरू 30 जनवरी 2016	चैलेंजेस इन बिल्डिंग रिसीव्ड सिस्टम्स फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी

सौरभ पॉल	नेशनल वर्कशॉप ऑन कॉस्मोलॉजी विथ दी HI 21cm लाइन रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू 23 – 26 जून 2015	21 सेमी ईपोच ऑफ रिआयनाइजेशन एंड फोरग्राउंड स्टडी विथ दी मर्किसन वाइडफील्ड अरे
	यूनिवर्सिटी ऑफ वाशिंगटन, यूएसए 4 – 18 अक्टूबर 2015	
	एरिज़ोना स्टेट यूनिवर्सिटी, यूएसए 19 – 24 अक्टूबर 2015	
सौरव दत्ता	कांफरेंस ऑन फ्रंटियर्स इन एटॉमिक, मॉलेक्यूलर एंड ऑप्टिकल साइंसेस इंडियन असोसिएशन फॉर दी कल्टीवेशन ऑफ साइंस, कोलकाता 19 – 20 फरवरी 2016	कोलीज़नल कूलिंग ऑफ लो-मास आयन एंड फोटोडिसअसोसिएशन ऑफ मॉलेक्यूलर आयन इन ए हाइब्रिड आयन-एटम ट्रेप (आमंत्रित)
श्रीजा शशिधरन	कांफरेंस ऑन ऑप्टिक्स विदिनि लाइफ साइंसेस 2016 टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुम्बई 16 – 19 मार्च 2016	
श्रीधर एस	अमेरिकन यूनिवर्सिटी ऑफ बीरट लेबनान 24 अप्रैल – 20 मई 2015	इंट्रोडक्शन टू गेलेक्सीज़ I, II (2 व्याख्यान)
	नैह्बरहुड एस्ट्रोनॉमि मीटिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलूरू 10 अक्टूबर 2015	दी डिस्रपशन ऑफ मल्टीप्लानेट सिस्टम्स थ्रू रेजोनेंस विथ ए बाइनरी ऑर्बिट (आमंत्रित)
	इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस बेंगलूरू 30 अक्टूबर 2015	स्टार्स, प्लानेट्स एंड ब्लैक होल्स: डायनेमिक्स एंड स्टेटिस्टिकल मिकेनिक्स ऑफ N-बॉडी ग्रेविटेटिंग सिस्टम्स
श्रीवाणी के एस	नेशनल वर्कशॉप ऑन कॉस्मोलॉजी विथ दी HI 21cm लाइन रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू 23 – 26 जून 2015	

	वर्कशॉप ऑन इंजीनियरिंग कंट्रीब्यूशन टू दी एड्वांसमेंट ऑफ मॉडर्न साइंस क्राइस्ट यूनिवर्सिटी, बेंगलूरू 30 जनवरी 2016	डिजीटल सिस्टम डिजाइन यूजिंग FPGAs
	क्वालिटी इम्प्रूवमेंट प्रोग्राम – रीसेंट डेवलपमेंट्स इन दी एरियाज़ ऑफ रिसर्च इन इलेक्ट्रॉनिक्स क्राइस्ट यूनिवर्सिटी, बेंगलूरू 30 मार्च 2016	रीसेंट एड्वांसेस इन डिजीटल इलेक्ट्रॉनिक्स
सुमती सूर्या	पेरीमीटर इंस्टीट्यूट, कनाडा 15 अक्टूबर 2015	दी हॉकिंग-हर्टल नो बाउंडरी प्रोपोज़ल इन कॉजल सेट क्वांटम ग्रेविटी
	कांफ्रेंस ऑन लीडरशिप एंड केरियर डेवलपमेंट फॉर वूमेन साइंटिस्ट्स एंड टेक्नोलॉजिस्ट्स इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे 28 अगस्त – 1 सितम्बर 2015	
	आईसीएमएस वर्कशॉप प्रोस्पेक्ट्स फॉर कॉजल सेट क्वांटम ग्रेविटी इंटरनेशनल सेंटर फॉर मेथमेटिकल साइंसेस, यूके 7 – 11 सितम्बर 2015	टोपोलॉजी इन कॉजल सेट थियोरी: ए रिव्यू
	डिस्कशन मीटिंग ऑन क्वांअम मेज़र एंड कॉजल सेट थियोरी रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट बेंगलूरू 4 – 8 जनवरी 2016	
सुपूर्णा सिन्हा	वर्कशॉप ऑन मेथमेटिकल स्ट्रक्चर एंड फाउंडेशन ऑफ क्वांटम फिजिक्स यूनिवर्सिदाद दे लॉज एंदेस, बोगोटा 22 – 30 जून 2015	कोअर्स क्वांटम मेज़रमेंट (आमंत्रित)
	अदिति स्कूल बेंगलूरू 22 जुलाई 2015	ए साउंड एंड लाइट शो
	एमएलए कॉलेज बेंगलूरू 30 सितम्बर 2015	स्पेशल थियोरी ऑफ रिलेटिविटी

	वर्कशॉप ऑन लाइट एटम इंटरेक्शन यूनिवर्सिटी ऑफ मैसूर, मैसूर 7 – 12 दिसम्बर 2015	स्पेशल थियोरी ऑफ रिलेटिविटी: लॉरेंट्ज ट्रांस्फॉर्मेशन फ्रॉम दी डोपल शिफ्ट
	वर्कशॉप ऑन क्वांटम फिजिक्स: फाउंडेशन एंड एप्लीकेशंस सेंटर फॉर हाई एनर्जी फिजिक्स, बेंगलूरू 31 जनवरी – 13 फरवरी 2016	रिफ्लेक्शंस ऑफ मोविंग मिरर्स: ए डिस्क्रीट गॉज इफेक्ट ऑन दी बाउंडरी ऑफ ए मेनिफोल्ड (आमंत्रित)
सूर्य नारायण साहू	मीटिंग ऑन क्वांटम इंफोर्मेशन प्रोसेसिंग एंड एप्लीकेशंस हरीश-चन्द्र इंस्टीट्यूट, इलाहाबाद 7 – 13 दिसम्बर 2015	जनरेशन ऑफ स्पेशियली कोर्रिलेटेड क्यूट्रिट्स
सुशील दुबे	कांफ्रेंस ऑन सेल मिकेनिक्स रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट बेंगलूरू 24 – 26 अप्रैल 2015	एक्टिव एंड पेशिव रिस्पोंसेस ऑफ एक्ज़ोनल साइटोस्केलटन
	कांफरेंस ऑन मिकेनिकल मेनिपुलेशन नेशनल सेंटर फॉर बायोलॉजिकल साइंसेस, बेंगलूरू 26 अप्रैल – 7 मई 2015	
	इंडो-फ्रेंच कांफ्रेंस ऑन सेल एंड साइटोस्केलटन इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे 25 – 27 अक्टूबर 2015	मिकेनिकल रिस्पोंसेस ऑफ न्यूरॉन्स
	बीएसएसई सिम्पोजियम इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस बेंगलूरू 8 – 9 जनवरी 2016	मिकेनिकल रिस्पोंसेस ऑफ न्यूरॉन्स
	कांफरेंस ऑन ऑप्टिक्स विदिन लाइफ साइंसेस 2016 टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुम्बई 16 - 1 9 मार्च 2016	एक्टिव एंड पेशिव रिस्पोंसेस ऑफ एक्ज़ोनल साइटोस्केलटन
उर्बशी सिन्हा	वर्कशॉप ऑन मल्टी फोटॉन इंटरफेरोमेट्री यूनिवर्सिटी ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी, चीन 7 – 10 मई 2015	थ्री-स्लिट एक्सपेरिमेंट्स (आमंत्रित)

	CQIQC क्वांटम ऑप्टिक्स सेमिनार यूनिवर्सिटी ऑफ टोरंटो 20 मई 2015	सप्राइजेस रिगार्डिंग दी सुपरपोजीशन प्रिंसिपल इन इंटरफेरेंस एक्सपेरिमेंट्स (आमंत्रित)
	इंस्टीट्यूट फॉर क्वांटम कम्प्यूटिंग यूनिवर्सिटी ऑफ वाटरलू 21 मई 2015	सप्राइजेस रिगार्डिंग दी सुपरपोजीशन प्रिंसिपल इन इंटरफेरेंस एक्सपेरिमेंट्स (आमंत्रित)
	इंटरनेशनल कांफरेंस ऑन क्वांटम फाउंडेशन – 2015 नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, पटना 30 नवम्बर – 4 दिसम्बर 2015	सप्राइजेस रिगार्डिंग दी सुपरपोजीशन प्रिंसिपल इन इंटरफेरेंस एक्सपेरिमेंट्स (आमंत्रित)
	इंटरनेशनल मीटिंग ऑन क्वांटम इंफोर्मेशन प्रोसेसिंग एंड एप्लीकेशंस 2015 हरीश-चन्द्र इंस्टीट्यूट इलाहाबाद 7 – 13 दिसम्बर 2015	सप्राइजेस रिगार्डिंग दी सुपरपोजीशन प्रिंसिपल इन इंटरफेरेंस एक्सपेरिमेंट्स (आमंत्रित)
वाणी हीरेमठ	123वीं बर्थ एनिवरसरी ऑफ डॉ एस आर रंगनाथन एंड लाइब्रेरियन डे सेलिब्रेशन प्रोग्राम बीएमएस कॉलेज ऑफ इंजीनियरिंग 12 अगस्त 2015	
	कांफरेंस ऑन साइंटोमेट्रिक्स एंड दी इंटरनेट ऑफ थिंग्स एनसीएसआई नेट फाउंडेशन, बेंगलूरू 25 – 26 सितम्बर 2015	
वरूण	नैह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस बेंगलूरू 10 अक्टूबर 2015	
	वर्कशॉप ऑन टाइमिंग एंड स्पेक्ट्रोस्कोपी: वाइड बैण्ड एक्स-रे एस्ट्रोनॉमी टीआईएफआर बलून फेसिलिटी हैदराबाद 12 – 14 जनवरी 2016	LAXPC बैकग्राउंड वेरिएबिलिटी एंड इट्स सेंसिबिलिटी टू फेंट सोर्सेस

	नैह्बरहुड एस्ट्रोनॉमी मीटिंग इंटरनेशनल सेंटर फॉर थियोरेटिकल साइंसेस, बेंगलूरू 28 मार्च 2016	
विजयराघवन डी	वर्ल्ड कांग्रेस ऑन माइक्रोस्कोपी: इंस्ट्रूमेंटेशन, टेक्नीक्स एंड एप्लीकेशंस इन लाइफ साइंसेस एंड मटेरियल साइंसेस महात्मा गांधी यूनिवर्सिटी कोट्टायम 11 अक्टूबर 2015	एग्रीगेट ऑफ सिंगल-वाल्ड कार्बन नैनोट्यूब बंडल्स इन ए सर्फेक्टेंट सॉल्यूशन (आमंत्रित)
यशोधन हटवाल्ने	कॉम्प्लेक्स फ्लड्स सिम्पोजियम – 2016 इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे 3 जनवरी 2016	लेमलार सॉफ्ट मैटर विथ इन-प्लेन ओरिएंटेशनल ऑर्डर: इक्वीलीब्रियम ऑफ फ्लड इंटरफेसेस, एंड इलास्टिसिटी ऑफ लिक्विड क्रिस्टल्स (आमंत्रित)
	इंडियन स्टेटिस्टिकल फिजिक्स कम्यूनिटी मीटिंग इंटरनेशनल सेंटर फॉर थियोरेटिकल साइंसेस, बेंगलूरू 12 फरवरी 2016	कंटीन्यूअल "xy-मॉडल" ऑन डिफॉर्मेबल सर्फेसेस: इक्वीलिब्रियम ऑफ फ्लड इंटरफेसेस, एंड इलास्टिसिटी ऑफ लिक्विड क्रिस्टल्स (आमंत्रित)

शैक्षणिक गोष्ठी एवं संगोष्ठी

नाम	शीर्षक	दिनांक
फ्रेंकोस बचेट इंस्टीट्यूट दी एस्ट्रोफिजिक दी पेरिस, फ्रांस	कॉस्मोलॉजी विथ दी प्लांक सेटेलाइट	7 अप्रैल 2015
अरिजीत शर्मा नेशनल यूनिवर्सिटी ऑफ सिंगापोर, सिंगापोर	टुवर्ड्स ए फेस गेट विथ बेरियम आयन्स	10 अप्रैल 2015
देबाश्री चौधुरी इंडियन स्टेटिस्टिकल इंस्टीट्यूट, कोलकाता	स्पिन ट्रांस्पोर्ट इन सेमिकंडक्टर्स एंड इलेक्ट्रॉन वर्टेक्स बीम्स	20 अप्रैल 2015
ई कृष्णकुमार टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुम्बई	निगेटिव आयन रेजोनेंसेस इन मॉलेक्यूलर हाइड्रोजन	27 अप्रैल 2015
दीपांजन भट्टाचार्य नेशनल यूनिवर्सिटी ऑफ सिंगापोर, सिंगापोर	मिकेनोबायोलॉजिकल अंडरस्टेंडिंग ऑफ न्यूरूलेशन ड्यूरिंग जेब्रेफिश एम्ब्रायोजिनेसिस	30 अप्रैल 2015
चीरा आर भट्टाचार्जी असम यूनिवर्सिटी, सिल्चर	'शिफ बेस एंड देयर कोआर्डिनेशन कम्पाउंड्स' एज़ वर्सेटाइल सिन्थॉन्स फॉर एक्सेसिंग लिक्विड क्रिस्टेलाइन मटेरियल	7 मई 2015
भूपेन्द्र यादव अजीम प्रेमजी यूनिवर्सिटी, बेंगलूरू	ए हिस्ट्री ऑफ हिस्ट्री	7 मई 2015
मिथुन बिश्वास गोथे-यूनिवर्सिटेट, फ्रेंकफर्ट	सिलेक्टिव रेगुलेशन ऑफ स्टेबिलिटी ऑफ न्यूक्लिक एसिड कॉम्प्लेक्स: एन एटॉमिस्टिक व्यू	11 मई 2015
अभिषेक कुमार बीजिंग कम्प्यूटेशनल साइंस रिसर्च सेंटर, चीन	नॉन-मार्कोवियन डिकोहेरेंस इन ऑप्टिकली प्रोब्ड सिस्टम्स	26 मई 2015
प्रताप रायचौधुरी टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुम्बई	डिस्ऑर्डर्ड सुपरकंडक्टर्स: ए टीआईएफआर स्टोरी	27 मई 2015
हेमा पद्मनाभन इंटर-यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे	न्यूट्रल हाइड्रोजन इन दी पोस्ट-रिआयनाइजेशन यूनिवर्स	4 जून 2015
नुपुर बिश्वास इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलूरू	सॉफ्ट मटेरियल्स इन नैनोस्केल	9 जून 2015
रवि पी राउ लूसियाना स्टेट यूनिवर्सिटी, यूएसए	दी ब्यूटी ऑफ फिजिक्स: पैटर्न्स, प्रिंसिपल्स एंड पर्सपेक्टिव्स	11 जून 2015
चिराग कलेल्कर इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, खड़गपुर	समर कोर्स ऑफ फ्लड इनस्टेबिलिटीज	15 जून – 1 जुलाई 2015
कोयल दास विहीर इंटरेक्टिव प्राइवेट लिमिटेड, कोलकाता	डिजीटल पोलराइजेशन कनवर्जन, बैंडपास केलिब्रेशन मैथ्ड्स एंड कोहेरेंस डिटेक्शन इन ब्रेमस्ट्राह्लंग	16 जून 2015

सुधा राजामणी इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे	ओरिजिन एंड रेप्लीकेशन ऑफ इंफोर्मेशनल मॉलेक्यूल्स ऑन प्रिबायोटिक अर्थ	18 जून 2015
तुषार पिल्लई मैक्स-प्लांक इंस्टीट्यूट फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी, जर्मनी	अनरेवलिंग दी स्ट्रक्चर ऑफ मॉलेक्यूलर क्लाउड्स इन दी मिल्की वे एंड बियोंड	19 जून 2015
सुदीप्तो मुहुरी सावित्रीबाई फूले पुणे यूनिवर्सिटी, पुणे	जेमिंग ट्रांजीशन इन ए ड्रिवेन लेट्टिस गैस	19 जून 2015
दीपांजन मित्रा नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे	अनरेवलिंग दी नेचर ऑफ कोहेरेंट रेडियो एमिशन इन पल्सर्स	16 जुलाई 2015
तृप्ता भाटिया यूनिवर्सिटी ऑफ साउथर्न डेनमार्क, डेनमार्क	ऑर्गेनाइजेशन, मिकेनिक्स एंड डायनामिक्स ऑफ मेम्ब्रेन्स विथ ऑयन पम्प्स	22 जुलाई 2015
चित्रा रंगन यूनिवर्सिटी ऑफ विंडसर, कनाड़ा	सर्फेस इनहेंस्ड क्वांटम कंट्रोल	22 जुलाई 2015
उत्कर्ष मिश्रा हरीश-चन्द्र रिसर्च इंस्टीट्यूट, इलाहाबाद	बेनफोर्ड्स लॉ डिटेक्ट्स क्वांटम फेज ट्रांजीशंस सिमिलर्ली एज़ अर्थक्वेक्स	23 जुलाई 2015
ब्रजेश गुप्त पेन्सिलवानिया स्टेट यूनिवर्सिटी, यूएसए	लूप क्वांटम कॉस्मोलॉजी: वेरी अर्ली यूनिवर्स एंड रीसेंट ऑब्जर्वेशंस	27 जुलाई 2015
एमएस जयलक्ष्मी कोचीन यूनिवर्सिटी ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी, कोचीन	इलेक्ट्रो-एक्टिव पॉलिमर-सिरेमिक नैनो कम्पोजिट्स फॉर पाइरोइलेक्ट्रिक थर्मल/इंफ्रारेड डिटेक्शन एंड नॉनलीनियर ऑप्टिकल एप्लीकेशंस	28 जुलाई 2015
पी एच प्रसाद मेडिकल ऑफिसर, रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू	कॉन्सेप्ट ऑफ हेल्थ	30 जुलाई 2015
टी प्रभु रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू	एफ्प्रीजीए बेस्ड हाई पर्फोर्मेंश कम्प्यूटिंग	4 अगस्त 2015
संजुक्ता रॉय यूनिवर्सिटी ऑफ फ्लोरेंस, इटली	मेज़रमेंट ऑफ दी मोबिलिटी एज़ फॉर 3डी एंडरसन लोकलाइजेशन	4 अगस्त 2015
रामकृष्ण पोडिला क्लेम्सन यूनिवर्सिटी, यूएसए	डिफेक्ट्स एंड इंटरफेस-इंड्यूस्ड फिनोमिना इन लो-डाइमेंशनल मटेरियल्स	5 अगस्त 2015
बिमन नाथ रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू	ब्लोविंग इन दी विंड	6 अगस्त 2015
जिहाद आर तौमा अमेरिकन यूनिवर्सिटी ऑफ बीरट, लेबनान	डायनामिक्स एंड थर्मोडायनामिक्स ऑफ सेल्फ-ग्रेविटेटिंग केप्लेरियन डिस्क	14 अगस्त 2015
बिभू रंजन सारंगी इंस्टीट जेकस मोनोड, पेरिस	मिकेनोसेंसिंग एट डिफरेंट लैंथ स्केल्स: फ्रॉम मल्टी-सेलुलर एग्रीगेट्स टू सब-सेलुलर फोकल एड्हेशंस	17 अगस्त 2015
दीप्तो चक्रबर्ती मेसेचुसेट्स इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, यूएसए	ऑन दी ओरिजिन ऑफ क्विसेंट एमिशन इन न्यूट्रॉन स्टार एक्स-रे ट्रांसिएंट्स	17 अगस्त 2015

सोवन चक्रबर्ती मैक्स प्लांक इंस्टीट्यूट फॉर फिजिक्स, जर्मनी	न्यूट्रीनो एस्ट्रोफिजिक्स: वाट वी हेव लर्न्ड एंड दी वे फॉर्वर्ड	20 अगस्त 2015
जयंत नीलकंठ सायराक्यूज यूनिवर्सिटी, यूएसए	डिफेमोर्फिज्म-इनवेरिएंस कांस्ट्रेन्ट्स ऑन कॉस्मोलॉजिकल कोरिलेटर्स	24 अगस्त 2015
संजीब सभापंडित रामन रिसर्च इंस्टीट्यूअ, बेंगलूरू	फ्लक्चुएशंस एंड लार्ज डेविएशंस इन नॉन-इक्वीलिब्रियम सिस्टम्स	27 अगस्त 2015
डी एन सेन गुप्ता नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ एड्वांस्ड स्टडीज, बेंगलूरू	दी हिस्ट्री ऑफ टाइम, टाइम-कीपिंग एंड स्टेंडर्ड टाइम	3 सितम्बर 2015
अंबुमोझी अंगायरकण्णी इंदिरा गांधी सेंटर फॉर एटॉमिक रिसर्च, कलपक्कम	फेक्टर्स इंफ्लुएंसिंग दी थर्मल प्रोपर्टीज ऑफ नैनोफ्लड्स एंड फेज़ चेंज मटेरियल्स	3 सितम्बर 2015
तुहिन घोष इंस्टीट्यूट दी एस्ट्रोफिजिक स्पेटियल, फ्रांस	BICEP2 एंड पोस्ट प्लांक स्टेटस ऑफCMB B-मोड पोलराइजेशन	4 सितम्बर 2015
के के अनूप यूनिवर्सिटी ऑफ नेपल्स फेडरिको II, इटली	फेम्टोसेकण्ड लेज़र एब्लेशन ऑफ सॉलिड टार्गेट्स यूजिंग गॉसियन एंड वर्टेक्स बीम्स	24 सितम्बर 2015
जी परमेष गडिगे सर्विस दी फिजिक दी आई'ईटेट कंडेंस, फ्रांस	लीनियर एंड नॉनलीनियर डायइलेक्ट्रिक रिस्पोंस इन ग्लास-फॉर्मिंग लिक्विड्स	28 सितम्बर 2015
शंकर घोष टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुम्बई	ग्रेनुलर सेल्फ-ऑर्गेनाइजेशन बाय ऑटोट्यूनिंग ऑफ प्रिक्शन	6 अक्टूबर 2015
स्टीव ग्रेनिक आईबीएस सेंटर फॉर सॉफ्ट एंड लिविंग मैटर, साउथ कोरिया	सम सर्प्राइज़ेस एंड ओपन क्वश्चंस इन सॉफ्ट मैटर	7 अक्टूबर 2015
अभय अश्टेकर पेंसिलवानिया स्टेट यूनिवर्सिटी, यूएसए	लूप क्वांटम कॉस्मोलॉजी एंड दी वेरी अर्ली यूनिवर्स इंटरप्ले बिटवीन थियोरी एंड ऑब्जर्वेशंस	9 अक्टूबर 2015
अरविन्दन एम वारियर मेक्कवायर यूनिवर्सिटी, ऑस्ट्रेलिया	डेवलपिंग अल्ट्राफास्ट रामन लेज़र्स	13 अक्टूबर 2015
विशाल गज्जर जिनझियांग एस्ट्रोनॉमिकल ऑब्जर्वेटरी, चीन	ऑन दी एब्सेंस ऑफ पल्सेस फ्रॉम पल्सर्स	28 अक्टूबर 2015
अशोक सिंगल फिजिकल रिसर्च लेबोरेटरी, अहमदाबाद	रेडिएशन रिएक्शन एंड दी पिच एंगल चेंजेस इन सिंक्रोट्रॉन सोर्स	29 अक्टूबर 2015
रामा जोईस पूर्व मुख्य न्यायाधीश, पंजाब और हरियाणा	त्रिवर्ग इन्स्योर्स गुड़ गवर्नेन्स	31 अक्टूबर 2015
सरोज कुमार नंदी मैक्स-प्लांक इंस्टीट्यूट फॉर फिजिक कॉम्प्लेक्स सिस्टम, जर्मनी	क्वांटम मिकेनिक्स-लाइक बिहेवियर ऑफ ए क्लासिकल ऑब्जेक्ट्स: ए ड्रॉप्लेट वॉकिंग ऑन ए वर्टिकली वाइब्रेटेड लिक्विड सर्फेस	4 नवम्बर 2015

रोहिणी एम गोडबोले इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलूरू	केमेलियॉन न्यूट्रीनोज़ – फिजिक्स नोबल प्राइज़ 2015	5 नवम्बर 2015
कामराजु नटराजन लॉस एल्मॉस नेशनल लेबोरेटरी, यूएसए	कंट्रोलिंग एंड यूजिंग THz पल्सेस टू प्रोब नोवल मटेरियल्स	11 नवम्बर 2015
निमिषा जी कांतरिया नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे	सम इनसाइट्स इनटू रिकरेंट नोवे फ्रॉम मॉडलिंग रेडियो सिंक्रोट्रॉन लाइट कर्व्स	13 नवम्बर 2015
सुरेश भट नेशनल केमिकल लेबोरेटरी, पुणे	अंडरस्टेंडिंग स्ट्रक्चर एंड रियोलॉजी ऑफ कांसनट्रेटेड कोलाइडल सस्पेंशंस: मिल्क टू योघर्ट टू माइक्रोजेल सस्पेंशंस	18 नवम्बर 2015
देबरती चटर्जी मैक्स प्लांक इंस्टीट्यूट फॉर पॉलिमर रिसर्च, जर्मनी	ए थियोरेटिकल एप्रोच टू अंडरस्टेंड वेरियस बायो-इंस्पायर्ड सॉफ्ट कंडेन्स्ड मैटर सिस्टम्स	18 नवम्बर 2015
अरिजीत कुन्डु टेक्नियॉन, इज़रायल	टोपोलॉजी एंड ट्रांस्पोर्ट इन पीरियडिकली ड्रिवेन सिस्टम्स	18 नवम्बर 2015
मो. इंजमामुल आरिफ एस एन बोस नेशनल सेंटर फॉर बेसिक साइंसेस, कोलकाता	मैग्नेटोरियोलॉजिकल फ्लड्स विथ फेर्रोमेग्नेटिक बाइनरी एलॉयस एंड ऑक्साइड्स	20 नवम्बर 2015
निमेश ए पटेल हार्वर्ड-स्मिथसोनियन सेंटर फॉर एस्ट्रोफिजिक्स, यूएसए	दी सबमिलीमीटर अरे एंड दी ग्रीनलैण्ड टेलिस्कोप	23 नवम्बर 2015
निशांत के सिंह नार्डिक इंस्टीट्यूट फॉर थियोरेटिकल फिजिक्स, स्वीडन	ए न्यू प्रिकर्सर टू सोलर एक्टिव रीजन फॉर्मेशन	24 नवम्बर 2015
माइकल डोसर यूरोपियन ऑर्गेनाइजेशन फॉर न्यूक्लियर रिसर्च, स्विट्जरलैण्ड	एईजीआईएस: ए न्यू एक्सपेरिमेंट टू मेज़र दी ग्रेविटेशनल इंटरेक्शन ऑफ एंटीहाइड्रोजन	26 नवम्बर 2015
आदित्य रोट्टी फ्लोरिडा स्टेट यूनिवर्सिटी, यूएसए	मेजरिंग आइसोट्रोपी वॉयलेशंस इन दी सीएमबी स्काई	27 नवम्बर 2015
मो. इंजमामुल आरिफ एस एन बोस नेशनल सेंटर फॉर बेसिक साइंसेस, कोलकाता	मैग्नेटोरियोलॉजिकल फ्लड्स विथ फेर्रोमेग्नेटिक बाइनरी एलॉयस एंड ऑक्साइड्स	20 नवम्बर 2015
विजयकुमार चिक्काड़ी लेबोरेटरी दी फिजिक, इकोल नॉर्मेल सुपीरियर दे ल्यॉन, फ्रांस	इनसाइट्स इनटू फ्लो ऑफ ग्लासेस एंड एक्टिव मैटर यूजिंग कोलाइड्स	4 दिसम्बर 2015
बोरन डी चौधुरी अजिज़ोना स्टेट यूनिवर्सिटी, यूएसए	दी इंफोर्मेशन पैराडॉक्स: इट जस्ट वोन्ट गो अवे	7 दिसम्बर 2015
एटीन ब्रॉयन लेबोरेटरी एईम कॉटन, फ्रांस	क्वांटम ऑप्टिकल नॉन-लीनियारिटीज इंड्यूस्ड बाय रैडबर्ग-रैडबर्ग इंटरेक्शंस: ए पर्टरबेटिव एप्रोच	17 दिसम्बर 2015

के रजिबुल इस्लाम एमआईटी – हार्वर्ड सेंटर फॉर अल्ट्राकोल्ड एटम्स, यूएसए	असेम्बलिंग ए क्वांटम मैनी-बॉडी सिस्टम एटम-बाय-एटम	4 जनवरी 2016
फेबियन ब्रेटेनकर लेबोरेटरी एईम कॉटन, फ्रांस	लो-नोईस लेज़र्स एंड एम्प्लीफायर्स फॉर माइक्रोवेव फोटोनिक्स एप्लीकेशंस	14 दिसम्बर 2015
वैभव मधोक यूनिवर्सिटी ऑफ ब्रिटिश कोलम्बिया, कनाडा	क्वांटम कोरिलेशंस, चाओस एंड इंफोर्मेशन	16 दिसम्बर 2015
सौगतो बोस यूनिवर्सिटी कॉलेज लंदन, यूके	थ्री स्कीम्स फॉर प्रोबिंग दी मैक्रोस्कोपिक लिमिट्स ऑफ क्वांटम मिकेनिक्स	29 दिसम्बर 2015
क्रिस्टल सेन्को एमआईटी – हार्वर्ड सेंटर फॉर अल्ट्राकोल्ड एटम्स, यूएसए	रियलाइजेशन ऑफ ए क्वांटम इंटीज़र-स्पिन चैन विथ कंट्रोलेबल इंटरेक्शंस	4 जनवरी 2016
संदीप गोयल यूनिवर्सिटी ऑफ केलगरी, कनाडा	क्वांटम इंफोर्मेशन प्रोसेसिंग: इम्प्लीमेंटेशन स्कीम्स एंड क्वांटम मैमोरी	5 जनवरी 2016
अरूण के नंदी इंडियन असोसिएशन फॉर दी कल्टीवेशन ऑफ साइंस, कोलकाता	ग्रेफीन ऑक्साइड एंड ग्रेफीन क्वांटम डॉट-कंडक्टिंग पॉलिमर हाइब्रिड्स फॉर फोटोवोल्टिक एप्लीकेशंस	6 जनवरी 2016
डीएन राव इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलूरू	डीएनए रिपेयर मिकेनिज्म नोबल प्राइज़ इन केमिस्ट्री – 2015	7 जनवरी 2016
श्रीहरी श्रीनिवासन इंस्टीट्यूट ऑफ एप्लाइड फिजिक्स, जर्मनी	थियोरेटिकल मॉडल्स फॉर अल्ट्राकोल्ड एटम्स-आयन कोलिज़ंश इन कन्फाइंड जियोमेट्रीज़	8 जनवरी 2016
नविन्दर सिंह फिजिकल रिसर्च लेबोरेटरी, अहमदाबाद	जनरलाइज्ड ड्रूड स्केटरिंग रेट ऑफ इलेक्ट्रॉन्स इन मेटल्स: दी मैमोरी फंक्शन फॉर्मेलिज्म	14 जनवरी 2016
सी ट्रेगर-कोवन यूनिवर्सिटी ऑफ स्ट्रेथक्लाइड, यूके	नैनोकेरेक्टराइजेशन ऑफ दी स्ट्रक्चरल एंड ल्यूमिनिसेंस प्रोपर्टीज ऑफ मटेरियल्स इन दी स्केनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोप	14 जनवरी 2016
जीन-फ्रेन्कोईस टेसिन यूनिवर्सिटी दी मैने, फ्रांस	सिलेक्टिव लोकलाइजेशन ऑफ फिलर्स इन पॉलिमर ब्लेंड्स	19 जनवरी 2016
सोनाली सचदेवा इंटर-यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे	इवोल्यूशन ऑफ डिस्क गैलेक्सीज़ फॉर दी पास्ट 8 Gyrs	21 जनवरी 2016
अमेन्द्र कुमार पाण्डे फिजिकल रिसर्च लेबोरेटरी, अहमदाबाद	स्टडी ऑफ इलेक्ट्रॉनिक स्ट्रक्चर ऑफ मॉलेक्यूलर सिस्टम्स इनवॉल्विंग डिस्सोसिएशन/रिएक्शन इन वेरियस एक्साइटेशन प्रोसेसेस	28 जनवरी 2016
सौरभ लाहिरी लेबोरेटरी दी फिजिको-किमिए थियोरीक, पेरिस	फ्लक्चुएशन रिलेशंस फॉर एंट्रोपी एंड वर्क इन स्मॉल सिस्टम्स	2 फरवरी 2016

दीपांजन भट्टाचार्य एनयूएस सिंगापोर-एमआईटी अलायंस फॉर रिसर्च एंड टेक्नोलॉजी सेंटर, सिंगापोर	मिकेनोबायोलॉजिकल अंडरस्टैंडिंग ऑफ टिश्यू पैटर्निंग ड्यूरिंग जेब्राफिश न्यूरूलेशन	2 फरवरी 2016
शुभाशीष राणा इंस्टीट्यूट ऑफ फिजिक्स, भुवनेश्वर	स्टोकेस्टिक थर्मोडायनामिक्स ऑफ स्मॉल स्केल हीट इंजंस एंड रेफ्रिजरेटर्स	3 फरवरी 2016
एली बरकई बर-इलान यूनिवर्सिटी, इज़रायल	फ्रेक्शनल डिफ्यूज़न ऑफ कोल्ड एटम्स इन ऑप्टिकल लेट्टिसेस	4 फरवरी 2016
गिरीश कुलकर्णी इंस्टीट्यूट ऑफ एस्ट्रोनॉमी, यूके	स्मॉल-स्केल स्ट्रक्चर ऑफ दी आईजीएम एंड इट्स मेज़रमेंट यूजिंग क्वासर पेयर्स	18 फरवरी 2016
जियॉर्जियो इम्मीर्जी (फॅर्मर्ली) यूनिवर्सिटी ऑफ पेरूग्वे एंड आईएनएफएन, इटली	स्पिन फॉम एंड एनर्जेटिक कॉजल सेट्स	18 फरवरी 2016
ए आर युवराज यूनिवर्सिटी ऑफ मलेशिया पहांग, मलेशिया	सिंथेसिस एं केरेक्टराइजेशन ऑफ एज़ोबेंजीन डेरिवेटिव्स फॉर फोटो-इंड्यूस्ड इफेक्ट्स	22 फरवरी 2016
परमेश्वरन अजीत इंटरनेशनल सेंटर फॉर थियोरेटिकल साइंसेस, बेंगलूरू	लीगो ऑब्जर्वेशन ऑफ ग्रेविटेशनल वेव्स फ्रॉम ए बाइनरी ब्लैक होल मर्जर	25 फरवरी 2016
फेबीन गोल्डफेर्ब लेबोरेटरी एईम कॉटन, फ्रांस	कोहेरेंट प्रोसेसेस एंड लाइट स्टोरेज इन मेटास्टेबल हीलियम एटम्स एट रूम टेम्परेचर	26 फरवरी 2016
निर्मल अय्यर इंटर-यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे	मॉनिटरिंग एंड स्टडिंग एक्स-रे बाइनरी ट्रांसिएंट्स	31 मार्च 2016

सेल मिकेनिक्स मीटिंग

दिनांक: 24 – 26 **अप्रैल**, 2015

नाम	शीर्षक
24 **अप्रैल** 2015	
रूप मलिक टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुम्बई	कोलेस्ट्रॉल असेम्बल्स आर्मीज ऑफ मोटर प्रोटीन्स ऑन फेगोसोम्स
गौतम सोनी रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू	नैनोपोर बायोफिजिक्स: फ्रॉम मॉलेक्यूलर डिटेक्शन टू बायोलॉजी
ई रविकृष्णन इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, नई दिल्ली	मिनिमम एंड मैक्सिमम लिमिट टू नम्बर ऑफ म्योसिन II मोटर्स पार्टिसिपेटिंग इन एन इनसेम्बल मोटिलिटी
अर्णब घोष इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे	ऑन ग्रोथ एंड FORMIN(g) न्यूरोनल फ्लिोपोडिया
रंजीत पदिन्हातीरी इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, बॉम्बे	माइक्रोट्यूबल श्रिंकेज: पॉवरफुल इलास्टिक बेंडिंग ऑर स्टोकेस्टिक थर्मल उनजिपिंग ?
अनीता जोआना कोस्मालस्का दी इंस्टीट्यूट फॉर बायोइंजीनियरिंग ऑफ केटलोनिया, बार्सेलोना	फिजिकल प्रिंसिपल्स ऑफ मेम्ब्रेन रिमॉडलिंग ड्यूरिंग सेल मिकेनो-अडाप्टेशन
रिशिता चांगेडे मिकेनोबायोलॉजी इंस्टीट्यूट, सिंगापोर	इंटीग्रिन क्लस्टर्स ऑफ 100nm फ्रॉम अर्ली एड्हेशंस एंड डिपेंड ऑन टेलिन
रूमी डे इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, कोलकाता	डायनामिक्स ऑफ फोकल एड्हेशंस अंडर टाइम वेरिंग स्ट्रेच
सम्पदा मुतालिक इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे	रेगुलेशन एंड फंक्शंस ऑफ मिकेनिकल फोर्सेस इन न्यूरॉन्स
मंदर इनामदार इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, बॉम्बे	सेल-सेल एड्हेशन, ईसीएम टोपोग्राफी एंड प्रोपेन्सिटी ऑफ ईसीएम प्रोटियोलिसिस डिक्टेट दी माइग्रेशन पैटर्न ऑफ कैंसर सेल कलेक्टिव्स
मिथिलेश मिश्रा टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुम्बई	स्टडिंग साइटोकाइनेसिस इन विट्रो

थॉमस पुकेडिल इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे	मेम्ब्रेन कर्वेचर कंट्रोल एप्सिन – इंड्यूस्ड क्लेथरिन असेम्ब्ली
मोहम्मद सलीम नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, राउरकेला	मेम्ब्रेन इलास्टीसिटी एंड पॉलिमराइजेशन एनर्जी मॉड्यूलेट दी शेप
सुकृत कामेरकर इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे	बायोकेमिकल स्क्रीन फॉर पोटेंशियल मेम्ब्रेन फिशन केटालिस्ट्स
राहुल रॉय इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलूरू	हाइब्रिड फ्लोरेसेंस – फोर्स मेज़रमेंट्स फॉर डीएनए - प्रोटीन इंटरेक्शंस
एएसआर कोटी टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुम्बई	क्वांटिफिकेशन ऑफ प्रोटीन डायनामिक्स इन टर्म्स ऑफ फ्लेक्जिबिलिटी/रिजीडिटी बाय सिंगल मॉलेक्यूल फोर्स स्पेक्ट्रोस्कोपी एक्सपेरिमेंट्स
देबाशीष चौधुरी इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, हैदराबाद	फोर्स्ड डिसॉर्पशन ऑफ सेमिफ्लेक्ज़िबल पॉलिमर्स, एड्सॉर्ब्ड एंड ड्रिवेन बाय मॉलेक्यूल मोटर्स
मनिन्द्र बेरा साहा इंस्टीट्यूट ऑफ न्यूक्लियर फिजिक्स, कोलकाता	फोर्स स्पेक्ट्रोस्कोपी ऑफ लेमिन्स
ज्योति शर्मा इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, नई दिल्ली	रोल ऑफ फ्यूमरेट आयन इन चेंजिंग बैक्टीरियल फ्लेगेलर मोटर फ्रॉम क्लॉकवाइज़ रोटेशन टू काउंटर क्लॉकवाइज रोटेशन
जी वी शिवशंकर मिकेनोबायोलॉजी इंस्टीट्यूट, सिंगापोर	न्यूक्लियर मिकेनिक्स एंड जिनोम रेगुलेशन
25 अप्रैल 2015	
अभिजीत मजुमदार इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, बॉम्बे	फील दाइ नैह्बर : इंटरसेलुलर फोर्स इंटरेक्शन वाय डिफॉर्मेबल मैट्रिक्स
रामानुजन श्रीनिवासन नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, भुवनेश्वर	साइटोस्केलटन इन प्रोकार्योट्सः असेम्ब्ली, डायनामिक्स एंड डायवर्सिटी
श्रीराम रामास्वामी टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, हैदराबाद	एक्टिवेटिंग मेम्ब्रेन्स
मदन राव रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू	एक्टोमियोसिन पल्सेशन एंड सिम्मेट्री ब्रेकिंग फ्लो ड्राइव टिश्यू रिमॉडलिंग

पेरे रोका-कुसाच यूनिवर्सिटी ऑफ बार्सेलोना, स्पेन	अंडरस्टेंडिंग दी सेल एक्स्ट्रासेलुलर मैट्रिक्स मिकेनिकल लिंक: फ्रॉम मॉलेक्यूलर रोल्स टू इमर्जिंग बिहेवियर्स
दीपक सिन्हा इंडिरून असोसिएशन फॉर दी कल्टीवेशन ऑफ साइंस, कोलकाता	थ्री-डायमेंशनल इंवायरमेंट इंड्यूसेस मोनोसाइट टू मैक्रोफेज डिफरेंशिएशन
विजय कुमार कृष्णमूर्ति इंटरनेशनल सेंटर फॉर थियोरेटिकल साइंसेस, बेंगलूरू	पीएआर पोलेरिटी इन सी. एलगन्स ज़ाइगोट्स
मैत्री नरसिम्हा टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुम्बई	एनिसोट्रोपीज इन साइटोस्केलटल ऑर्गेनाइजेशन इंड्यूस्ड बाय आरओएस एंड Rho सिग्नलिंग अंडर्लाइ मल्टीसेलुलर सेंसिंग एंड स्पेटियल पैटर्निंग इन ए ड्रोसोफिला एपिथेलियम
सितीकांत रॉय इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफटेक्नोलॉजी, नई दिल्ली	एटॉमिक फोर्स माइक्रोस्कोपी इन सेल मिकेनिक्स
नम्रता गुन्दियाह इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलूरू	डायरेक्टिंग सेल माइग्रेशंस
दीपांजन भट्टाचार्य मिकेनोबायोलॉजी इंस्टीट्यूट, सिंगापोर	मिकेनोबायोलॉजिकल अंडरस्टेंडिंग ऑफ न्यूरूलेशन ड्यूरिंग जेब्राफिश एम्ब्रायोजेनेसिस
बिदिशा साहा इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, कोलकाता	मैपिंग मेम्ब्रेन फ्लक्चुएशंस इन एड्हेरेंट सेल्स
ग़ौतम मेनन इंस्टीट्यूट ऑफ मैथमेटिकल साइंसेस, चेन्नई	स्पेटियोटेम्पोरल फ्लक्चुएशंस इन क्रोमेटिन कॉम्पेक्शन स्टेट्स ऑफ स्टेम सेल्स
अभिषेक चौधुरी इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, मोहाली	एक्टिव क्लस्टरिंग एंड पैटर्न रेगुलेशन इन लिविंग सेल्स
सरबरी भट्टाचार्य यूनिवर्सिटी ऑफ बेंगलूर, बेंगलूरू	फाइन ट्यूनिंग मेम्ब्रेन स्टिफनेस ऑफ रेड ब्लड सेल्स विथ बोवाइन सीरम एल्बुमिन
नागराज बालसुब्रमणियन इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, पुणे	इंटीग्रिन डिपेंडेंट केव्योलर ट्राफिकिंग इन 3डी माइक्रोइनवायरमेंट्स
मधुलिका दीक्षित इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेम्नोलॉजी, मद्रास	क्लूकोज मेटाबोलिज्म एंड वेस्कुलर प्रोजेनिटर्स: इज़ मिकेनोसेंसिंग दी मिसिंग लिंक ?
शामिक सेन इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेम्नोलॉजी, बॉम्बे	क्रॉसटॉक बिटवीन मैट्रिक्स मैटलोप्रोटियास (MMPs) एंड दी एक्टोम्योसिन साइटोस्केलटन इन ब्रीस्ट कैंसर

सत्यजीत मेयर नेशनल सेंटर फॉर बायोलॉजिकल साइंसेस, बेंगलूरू	ट्रांसिएंट मॉड्यूलेशन ऑफ क्लेथरीन इंडीपेंडेंट एंडोसाइटोसिस ड्यूरिंग सेलुलर स्ट्रेन-रिलेक्सेशन ऑफर्स ए मिकेनिज्म फॉर रेगुलेटिंग मेम्ब्रेन टेंशन

नेशनल वर्कशॉप ऑन कॉस्मोलॉजी विथ HI 21–cm लाइन

दिनांक: 23 – 26 **जून** 2015

नाम	शीर्षक
23 **जून** 2015	
एन उदय शंकर रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू	स्वागत अभिभाषण
सोमनाथ भारद्वाज इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेम्नोलॉजी, खड़गपुर	इंट्रोडक्शन टू 21सेमी कॉस्मोलॉजी
सौरभ सिंह रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू	ऑन दी डिटेक्शन ऑफ ग्लोबल ईओआर विथ इंटरफेरोमीटर्स
रवि सुब्रहमण्यन रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू	ऑनगोईंग एफर्ट्स एट आरआरआई टू डिटेक्ट दी ग्लोबल HI सिग्नल
रघुनाथन आगाराम रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू	फीड एंटीनाज़ फॉर दी डिटेक्शन ऑफ कॉस्मोलॉजिकल सिग्नल्स
बी एस गिरीश रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू	स्पेक्ट्रोमीटर फॉर मेज़रिंग कॉस्मोलॉजिकल सिग्नल्स
जयराम चेंगलूर नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे	टुवर्ड्स डिटेक्टिंग HI इन दी पोस्ट रिआयनाइजेशन इरा
विश्वेष मार्थी नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे	साइम्यूलेशंस फॉर दी OWFA: इंस्ट्रूमेंट, फोरग्राउंड्स एंड दी सिग्नल
सैयद अली जादवपुर यूनिवर्सिटी, कोलकाता	ओवरव्यू ऑफ फोरग्राउंड्स फॉर दी 21-सेमी सिग्नल
अंजन कुमार सरकार इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफटेक्नोलॉजी, खड़गपुर	फिशर मैट्रिक्स प्रिडिक्शंस फॉर डिटेक्टिंग दी कॉस्मोलॉजिकल 21 सेमी सिग्नल विथ दी ऊटी वाइड फील्ड अरे (OWFA)
24 **जून** 2015	
मयूरी एस राव (रिमोट प्रजेंटेशन) रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू	ऑन दी डिटेक्शन ऑफ स्पेक्ट्रल रिप्पल्श फ्रॉम दी रिकॉम्बीनेशन ईपोच
जसजीत बागला इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, मोहाली	दी स्टेटिस्टिकल HI सिग्नल
एन उदय शंकर रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू	ग्लोबल एफर्ट्स टू डिटेक्ट ऑल स्काई सिग्नल फ्रॉम ईओआर

निशिकांत खंडई नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, भुवनेश्वर	साइम्यूलेशंस ऑफHI इंटेंसिटी मैपिंग
तपोमॉय गुहा सरकार बिड़ला इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी एंड साइंस, पिलानी	कॉस्मोलॉजी यूजिंग दी क्रॉस कोर्रिलेशन ऑफ 21-सेमी सिग्नल
टी रॉय चौधुरी नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे	ऑब्जर्वेशनल कंस्ट्रेन्ट्स ऑन रिआयनाइजेशन
अभीक घोष इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, खड़गपुर	फोरग्राउंड्स फॉर 21सेमी सिग्नल: वॉट वी लर्न अपटू नॉव
कणण दत्ता प्रेसिडेंसी यूनिवर्सिटी, कोलकाता	साइम्यूलेटिंग HI 21-सेमी सिग्नल ड्यूरिंग कॉस्मिक रिआयनाइजेशन
देबांजन सरकार इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, खड़गपुर	मॉडलिंग दी न्यूट्रल हाइड्रोजन डिस्ट्रीब्यूशन इन दी पोस्ट रिआयनाइजेशन यूनिवर्स
सुमन मजुमदार स्टोकहोल्म यूनिवर्सिटी, स्वीडन	डिटेक्टिंग आयनाइज्ड बबल्स इन दी रेडशिफ्टेड 21-सेमी मैप्स ऑफ ईओआर
25 **जून** 2015	
शिव के सेठी रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू	ग्लोबल एफर्ट्स टू डिटेक्ट दी HI पॉवर स्पेक्ट्रम : MWA, LOFAR, SKA
सुमन, चटर्जी इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, खड़गपुर	प्रोस्पेक्ट्स ऑफ डिटेक्टिंग दी पोस्ट-रिआयनाइजेशन HI 21सेमी सिग्नल यूजिंग अपग्रेडेड जीएमआरटी
जानकी रस्ते रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू	ए मॉडल फॉर 21सेमी सिग्नल फ्रॉम अर्ली रिआयनाइजेशन ईपोच इन 2- एंड 3- प्वाइंट कोर्रिलेशन फंक्शन
असीम परांजपे इंटर-यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे	एनालिटिकल मॉडल्स ऑफ रिआयनाइजेशन
सौरभ पॉल रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू	21 सेमी ईपोच ऑफ रिआयनाइजेशन सिग्नल एंड फ ोरग्राउंड्स स्टडी विथ मर्किसन वाइडफील्ड अरे
रघुनाथ गारा नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे	21-सेमी सिग्नल फ्रॉम कॉस्मिक डॉन: इम्प्रिंट्स ऑफ दी लाइट-कोन इफेक्ट्स
अविनाश देशपाण्डे रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू	एक्स्ट्रेक्टिंग लार्ज-स्केल डिस्ट्रीब्यूशन ऑफ कोल्ड HI इन दी मिल्की-वे
कन्हैया लाल पाण्डे नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे	रिआयनाइजेशन एंड प्रिमोर्डियल मैग्नेटिक फील्ड्स
प्रसून दत्ता नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे	प्रोबिंग टर्बुलेंस इन आईएसएम ऑफ गैलेक्सीज विथ 21 सेमी लाइन

समीर चौधुरी इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, खड़गपुर	विजिबिलिटी बेस्ड एंगुलर पॉवर स्पेक्ट्रम एस्टीमेटर इन 21-सेमी एक्सपेरिमेंट्स
राजेश मोंडल इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, खड़गपुर	स्टेटिस्टिक्स ऑफ दी ईपोच ऑफ रिआयनाइजेशन (EoR) 21-सेमी सिग्नल: पॉवर स्पेक्ट्रम इरर कोवेरिएंस
26 **जून** 2015	
निसिम कणेकर नेशनल सेंटर फॉर रेडियो एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे	न्यूट्रल हाइड्रोजन इन हाई-रेडशिफ्ट गैलेक्सीज
नीरज गुप्ता इंटर-यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे	Hi विथ SKA पाथफाइंडर्स: ASKAP एंड MEERKAT
अरूणिमा बैनर्जी इंटर-यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे	प्रोबिंग दी डार्क मैटर डेंसिटी प्रोफाइल्स ऑफ नियरबाय एज-ऑन गैलेक्सीज विथ दी HI 21 सेमी लाइन
मौसुमी दास इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स, बेंगलूरू	दी HI कंटेन्ट एंड डार्क मैटर कंटेन्ट ऑफ दी नियरबाय एलएसबी गैलेक्सी NGC4701
हनी एम इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ एस्ट्रोफिजिक्स, बेंगलूरू	HI स्टडीज ऑफ लो सर्फेस ब्राइटनेस गैलेक्सीज विथ दी नैन्सी रेडियो टेलिस्कोप

बेंगलूर स्कूल ऑन स्टेटिस्टिकल फिजिक्स VI

दिनांक: 2 – 18 **जुलाई** 2015

नाम	शीर्षक	दिनांक
अभिषेक धर इंटरनेशनल सेंटर फॉर थियोरेटिकल साइंसेस, बेंगलूरू	इंट्रोडक्टरी लेक्चर्स ऑन स्टेटिस्टिकल फिजिक्स	2, 3 और 6 जुलाई 2015
संजीब सभापंडित रामन रिसर्च इंस्टीट्यूट, बेंगलूरू	इंट्रोडक्टरी लेक्चर्स ऑन स्टेटिस्टिकल फिजिक्स	2, 3 और 6 जुलाई 2015
डेविड मुकमेल वैज़मान इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस, इज़रायल	स्टेटिस्टिकल मिकेनिक्स ऑफ सिस्टम्स विथ लोंग-रेंज इंटरेक्शंस	6 – 11 जुलाई 2015
शिन-ईची सासा क्योटो यूनिवर्सिटी जापान	लार्ज डेविएशन फंक्शंस एंड फ्लक्चुएशन रिलेशंस इन नॉन-इक्वीलिब्रियम सिस्टम्स	6 – 11 जुलाई 2015
दीपक धर टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्चख मुम्बई	डायरेक्टेड पर्कोलेशन एंड सैंडपाइल मॉडल्स	8 – 11 जुलाई 2015
मुस्तान्सीर बर्मा टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्चख मुम्बई	इंटरेक्टिंग पार्टिकल सिस्टम्स	13, 14, 16, 17 और 18 जुलाई 2015
देबाशीष चौधुरी इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, कानपुर	फिजिक्स ऑफ मॉलेक्यूलर मोटर्स	15, 16, 17 और 18 जुलाई 2015
डेविड पाइन न्यूयार्क यूनिवर्सिटी, यूएसए	इंट्रोडक्शन ऑफ सॉफ्ट मैटर फिजिक्स	13, 14, 15, 16 और 18 जुलाई 2015

नए कलिल' पर चर्चा बैठक

दिनांक: 19 – 21 **जुलाई** 2015

नाम	शीर्षक
19 **जुलाई** 2015	
डेविड पाइन न्यूयार्क यूनिवर्सिटी, यूएसए	डीएनए कोटेड कोलाइड्स विथ एंड विदाउट डायरेक्शनल इंटरेक्शंस
गणेश सुब्रमणियन जवाहरलाल नेहरू सेंटर फॉर एड्वांस्ड साइंटिफिक रिसर्च, बेंगलूरू	दी रोल ऑफ वीक ब्राउनियन मोशन इन डायल्यूट (एनिसोट्रोपिक) सस्पेंशन रियोलॉजी - कनेक्शंस टू दी कॉईल-स्ट्रेच हिस्टरेसिस
सुरजीत धर यूनिवर्सिटी ऑफ हैदराबाद, हैदराबाद	टोपोलॉजिकल डिफेक्ट मीडिएटेड सेल्फ-असेम्ब्ली एंड स्ट्रक्चरल ट्रांजीशन ऑफ लिक्विड क्रिस्टल कोलाइड्स
स्निग्धा ठाकुर इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, भोपाल	बायोमिमेटिक बिहेवियर ऑफ सिंथेटिक पार्टिकल्स
अभ्रजीत लश्कर इंस्टीट्यूट ऑफ मेथमेटिकल साइंसेस, चेन्नई और राज कुमार मण्णा इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, मद्रास	फ्लो-इंड्यूस्ड प्रोपल्सन, एग्रीगेशन, एंड सेल्फ-असेम्ब्ली इन चैन्स मेड ऑफ एक्टिव कोलाइड्स
20 **जुलाई** 2015	
डेविड पाइन न्यूयार्क यूनिवर्सिटी, यूएसए	रेन्डम ऑर्गेनाइजेशन: रिवर्सिबिलिटी इन नॉन-ब्राउनियन सस्पेंशंस
राजेश गणपती जवाहरलाल नेहरू सेंटर फॉर एड्वांस्ड साइंटिफिक रिसर्च, बेंगलूरू	इनसाइट्स इनटू दी स्ट्रक्चरल ग्लास ट्रांजीशन फ्रॉम न्यू कोलाइड्स एक्सपेरिमेंट्स
गुरूस्वामी कुमारस्वामी नेशनल केमिकल लेबोरेटरी, पुणे	मैक्रो-असेम्बलीज फ्रॉम बोंडिंग कोलाइड्स
अम्बरीश घोष इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलूरू	मैग्नेटिक नैनो-स्विमर्स
रेमा कृष्णस्वामी इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलूरू	यील्डिंग ऑफ ए डेंस पॉलिडिस्पर्स 2डी सस्पेंशन अंडर पीरियडिक शियर
21 **जुलाई** 2015	
डेविड पाइन न्यूयार्क यूनिवर्सिटी, यूएसए	कोलाइडल सर्फर्स
श्रीराम रामस्वामी टीआईएफआर सेंटर फॉर इंटरडिसीप्लीनरी सांसेस, हैदराबाद	एक्टिव कोलाइड्स

प्रेरणा शर्मा इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस, बेंगलूरू	किरेलिटी इंड्यूस्ड असेम्ब्ली ऑफ क्रेनेलेटेड कोलाइडल मेम्ब्रेन्स
अयान बैनर्जी इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, कोलकाता	दी मेजिक ऑफ दी ट्रांसिएंट: माइक्रोबबल्स इन ऑप्टिकल ट्वीजर्स
सौम्यजीत रॉय इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, कोलकाता	सॉफ्ट-ऑक्सोमेटालेट्स (SOMS): वॉट आर दे ? व्हेयर आर वी ?

आरआरआई विज्ञान मंच

क्र.सं.	द्वारा चर्चा	चर्चित पेपर	दिनांक
1	अविनाश ए देशपाण्डे और कुमार रविरंजन	डिटेक्शन ऑफ ऑफ–पल्स रेडियो एमिशन फ्रॉम पल्सर्स: ए स्टेटस रिपोर्ट	09 अप्रैल 2015
2	अरूण रॉय	टोपोलॉजी एंड डायनामिक्स ऑफ एक्टिव निमेटिक वेसिल्स	14 मई 2015
3	रंजिनी बंद्योपाध्याय और संजय कुमार बेहरा	ग्लास-ग्लास ट्रांजीशन ड्यूरिंग एजिंग ऑफ ए कोलाइडल क्ले	28 मई 2015
4	यशोधन हट्वाल्ने	हाइपरबोलिक इंटरफेसेस	25 जून 2015
5	ए रघुनाथन	अनरेवलिंग दी मिस्ट्री ऑफ इलेक्ट्रोमेग्नेटिज्म	23 जुलाई 2015
6	उर्बशी सिन्हा और सूर्य नारायण साहू	केन पास्ट बी इरेज्ड ? इज इट ए मैटर ऑफ चॉइस ?	13 अगस्त 2015
7	जोसफ सेमुअल और अनिरूद्ध रेड्डी	ए सेल्फ इंटरफियरिंग क्लॉक एज़ ए "विच पाथ" विटनेस	10 सितम्बर 2015
8	प्रमोद पुलर्कट और सुशील दुबे	डिफ्यूजिबल क्रॉसलिंकर्स जनरेट डायरेक्टेड फोर्सेस इन माइक्रोट्यूबल नेटवर्क	24 सितम्बर 2015
9	अंदल नारायणन और जे अय्यप्पन	लोंग-लिव्ड क्वासीस्टेशनरी कोहेरेंसेस इन ए V-टाइप सिस्टम ड्रिवेन बाय इनकोहेरेंट लाइट	8 अक्टूबर 2015
10	सौरव दत्ता	कोलीजनल कूलिंग ऑफ लाइट आयन्स बाय को-ट्रेप्ड हैवी एटम्स	12 नवम्बर 2015
11	सुपूर्णा सिन्हा	रिजोल्यूशन ऑफ दी अब्राहम-मिनकोव्स्की कंट्रोवर्सी	26 नवम्बर 2015
12	अनिल कुमार	कंट्रोलिंग वेलोसिटी ऑफ लाइट इन केविटी-ऑप्टोमिकेनिक्स	10 दिसम्बर 2015
13	नुपुर बिश्वास	नैनोपोर ट्रांस्लोकेशन फॉर सिंगल मॉलेक्यूल डिटेक्शन	11 फरवरी 2016

आगंतुक

आगंतुक का नाम / संबंध	अवधि
आशा के कुवेम्पु विश्वविद्यालय, शिमोगा	31 मार्च – 31 मई 2015 2 – 7 जुलाई 2015 22 – 24 अगस्त 2015 5 – 27 अक्टूबर 2015
आशिफ अहंगर कश्मीर विश्वविद्यालय, श्रीनगर	1 अप्रैल – 31 मई 2015
फ्रेंकोस बोचेट इंस्टीट्यूट दे एस्ट्रोफिजिक दे पेरिस, फ्रांस	6 – 7 अप्रैल 2015 23 – 24 जून 2015
अरिजीत शर्मा राष्ट्रीय विश्वविद्यालय सिंगापोर, सिंगापोर	10 अप्रैल 2015
अभिषेक कुमार बीजिंग इंस्टीट्यूट फॅर कम्प्यूटेशन रिसर्च, चीन	14 अप्रैल – 14 जून 2015
दीपांजन भट्टाचार्य राष्ट्रीय विश्वविद्यालय सिंगापोर, सिंगापोर सिंगापोर-एमआईटी एलायंस फॅर रिसर्च एंड टेक्नोलॉजी सेंटर, सिंगापोर	23 अप्रैल – 1 मई 2015
ई कृष्णकुमार टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान, मुम्बई	26 – 27 अप्रैल 2015
चिरा आर भट्टाचार्जी असम विश्वविद्यालय, सिल्चर	30 अप्रैल – 10 मई 2015
वू शूइन जिआन येल-एनयूएस कॉलेज, सिंगापोर	11 मई – 31 जुलाई 2015
सुधि ओबेरॉय हरीश-चन्द्र अनुसंधान संस्थान, इलाहाबाद	15 मई – 15 जून 2015
उद्दीप्त चटर्जी भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, बॉम्बे	19 – 20 मई 2015
प्रताप रायचौधुरी टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान, मुम्बई	27 – 28 मई 2015
गोविन्द स्वरूप राष्ट्रीय रेडियो ताराभौतिकी केन्द्र, पुणे	29 – 30 मई 2015
हम्सा पद्मनाभन खगोलिकी एवं ताराभौतिकी अंतरविश्वविद्यालय केन्द्र, पुणे	1 – 5 जून 2015

विक्रम व्यास सेंट स्टीफन कॉलेज, दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली	1 – 26 जून 2015
एल श्रीरामकुमार भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान मद्रास, चेन्नई	6 – 10 जून 2015
रवि पी राउ लूसियाना स्टेट यूनिवर्सिटी, यूएसए	7 – 14 जून 2015
मानस कांति बिश्वास शाजालाल यूनिवर्सिटी ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी, बांग्लादेश	7 – 14 जून 2015
मो. इनामुल हक् शाजालाल यूनिवर्सिटी ऑफ साइंस एंड टेक्नोलॉजी, बांग्लादेश	7 – 14 जून 2015
कोयल दास विहीर इंटरेक्टिव प्राइवेट लिमिटेड, कोलकाता	8 – 12 जून 2015
नैरीत दास भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, खड़गपुर	8 जून – 9 जुलाई 2015 1 – 31 दिसम्बर 2015
नुपुर बिश्वास भारतीय विज्ञान संस्थान, बेंगलूर	9 जून 2015
टी नित्यानंदन अरिजोना स्टेट यूनिवर्सिटी, यूएसए	12 -13 जून 2015 1 – 4 जुलाई 2015
चिरग कलेल्कर भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, खड़गपुर	14 जून – 5 जुलाई 2015
सुदीप्तो मुहुरी सावित्रीबाई फूले पुणे विश्वविद्यालय, पुणे	19 जून 2015
तुषारा पिल्लई मैक्स-प्लांक इंस्टीट्यूट फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी, जर्मनी	19 जून 2015
जेन्स कॉफमन मैक्स-प्लांक इंस्टीट्यूट फॉर रेडियो एस्ट्रोनॉमी, जर्मनी	19 जून 2015
संदीप राणा भारतीय विज्ञान शिक्षा और अनुसंधान संस्थान, मोहाली	19 – 28 जून 2015
जशजीत बाग्ले भारतीय विज्ञान शिक्षा और अनुसंधान संस्थान, मोहाली	21 – 29 जून 2015
सुधा राजामणी भारतीय विज्ञान शिक्षा और अनुसंधान संस्थान, पुणे	20 – 23 जून 2015
स्टीव ग्रेनिक आईबीएस सेंटर फॉर सॉफ्ट एंड लिविंग मैटर, साउथ कोरिया	6 – 10 जुलाई 2015
चित्रा रंगन यूनिवर्सिटी ऑफ विंडसर, कनाड़ा	6 जुलाई – 14 अगस्त 2015

वनीषा मणिपाल विश्वविद्यालय, मणिपाल	10 – 20 जुलाई 2015
दीपांजन मित्रा राष्ट्रीय रेडियो ताराभौतिकी केन्द्र, पुणे	15 – 17 जुलाई 2015
तृप्ता भाटिया यूनिवर्सिटी ऑफ साउथर्न डेनमार्क, डेनमार्क	18 – 26 जुलाई 2015
वसीम राजा कॉटन कॉलेज स्टेट यूनिवर्सिटी, गुवाहाटी	22 जुलाई – 5 अगस्त 2015
संदीप कृष्णा राष्ट्रीय जैविक विज्ञान केन्द्र, बेंगलूर	24 जुलाई 2015
उत्कर्ष मिश्रा हरीश-चन्द्र अनुसंधान संस्थान, इलाहाबाद	22 – 25 जुलाई 2015
जयलक्ष्मी कोचीन विज्ञान और प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, कोचीन	28 – 29 जुलाई 2015
रामकृष्ण पोडिला क्लेमसन यूनिवर्सिटी, यूएसए	3 – 6 अगस्त 2015
रवि ए कुमार प्लाज्मा अनुसंधान संस्थान, गांधीनगर	6 – 7 अगस्त 2015
जिहाद आर तौमा अमेरिकन यूनिवर्सिटी ऑफ बीरट, लंदन	7 – 22 अगस्त 2015 7 – 23 जनवरी 2016
रोस्लिट और जोआना भारतिदासन विश्वविद्यालय, तिरूचिरापल्ली	13 – 14 अगस्त 2015
गोविन्द मेनन ब्राउन यूनिवर्सिटी, यूएसए	13 – 31 अगस्त 2015
जयंत नीलकंठ सायराक्यूज यूनिवर्सिटी, यूएसए	14 अगस्त 2015
दीप्तो चक्रबर्ती मेस्साचुसेट्स इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, यूएसए	17 – 18 अगस्त 2015
सोवन चक्रबर्ती मैक्स प्लांक इंस्टीट्यूट फॉर फिजिक्स, मनिक	19 – 22 अगस्त 2015
अंबुमोझी अंगायरकण्णी इंदिरा गांधी परमाणु अनुसंधान केन्द्र, कलपक्कम	2 – 5 सितम्बर 2015
तुहिन घोष इंस्टीट्यूट दी एस्ट्रोफिजिक स्पेटियल, फ्रांस	3 – 4 सितम्बर 2015
के के अनूप यूनिवर्सिटी ऑफ नेप्लेस फेडरिको II, इटली	23 – 24 सितम्बर 2015

धीरज डेढ़िया टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान, मुम्बई	23 – 29 सितम्बर 2015
प्रगति प्रधान नॉर्थ बंगाल विश्वविद्यालय, सिलीगुरी सेंट जोसेफ कॉलेज, दार्जिलिंग	25 सितम्बर – 31 अक्टूबर 2015 1 जनवरी – 21 फरवरी 2016
काव्या एच राव यूनिवर्सिटी ऑफ ग्रिफ्थ, ऑस्ट्रेलिया	2 अक्टूबर – 13 नवम्बर 2015
स्मिजेश नादराजन आचार्य यूनिवर्सिटी ऑफ ग्रिफ्थ, ऑस्ट्रेलिया	2 अक्टूबर – 13 नवम्बर 2015
शंकर घोष टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान, मुम्बई	6 अक्टूबर 2015
रूता काले राष्ट्रीय रेडियो ताराभौतिकी केन्द्र, पुणे	6 – 10 अक्टूबर 2015
अरविंदन एम वारियर मेक्कवायर यूनिवर्सिटी, ऑस्ट्रेलिया	12 – 14 अक्टूबर 2015
जयंत दत्ता इंटर यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे	26 अक्टूबर – 15 दिसम्बर 2015
अशोक सिंघल भौतिक अनुसंधान वेधशाला, अहमदाबाद	29 अक्टूबर 2015
सरोज कुमार नंदी मैक्स-प्लांक-इंस्टीट्यूट फॉर फिजिक कॉम्पलेक्स सिस्टम, जर्मनी	3 – 5 नवम्बर 2015
निमिषा जी कांतरिया राष्ट्रीय रेडियो ताराभौतिकी केन्द्र, पुणे	13 – 14 नवम्बर 2015
मंजूर मलिक कश्मीर विश्वविद्यालय, जम्मू एवं कश्मीर	13 – 15 नवम्बर 2015
सुरेश भट राष्ट्रीय रासायनिक प्रयोगशाला, पुणे	15 – 18 नवम्बर 2015
अरिजीत कुंदु टेकनियॉन, इज़रायल	17 – 20 नवम्बर 2015
निमेष पटेल हार्वर्ड-स्मिथसोनियन सेंटर फॉर एस्ट्रोफिजिक्स, यूएसए	22 -25 नवम्बर 2015
निषांत के सिंह नोर्डिक इंस्टीट्यूट फॉर थियोरेटिकल फिजिक्स, स्वीडन	23 – 24 नवम्बर 2015
आदित्य रोट्टी फ्लोरिडा स्टेट यूनिवर्सिटी, यूएसए	27 नवम्बर 2015

गिनसन पी जोसेफ सेंट थॉमस कॉलेज, केरल	02 – 03 दिसम्बर 2015 19 – 23 दिसम्बर 2015 03 – 05 मार्च 2016
फेबियन ब्रिटेनेकर सीएनआरएस लेबोरेटरी एमे कॉटन, फ्रांस	07 – 21 दिसम्गर 2015
श्री वी लिन लेबोरेटरी एमे कॉटन, फ्रांस	11 – 18 दिसम्बर 2015
मेरी यूडे लेबोरेटरी एमे कॉटन, फ्रांस	11 – 18 दिसम्बर 2015
एटिने ब्रायन लेबोरेटरी एमे कॉटन, फ्रांस	11 – 18 दिसम्बर 2015
वैभव मधोक यूनिवर्सिटी ऑफ ब्रिटिश कोलम्बिया, कनाड़ा	13 – 16 दिसम्बर 2015
सौगतो बोस यूनिवर्सिटी कॉलेज लंदन, यूनाइटेड किंग्डम	28 दिसम्बर 2015 – 1 जनवरी 2016
दीपांकर होम बोस संस्थान, कोलकाता	28 दिसम्बर 2015 – 01 जनवरी 2016 07 – 12 फरवरी 2016
राफेल सॉर्किन पेरीमीटर इंस्टीट्यूट फॉर थियोरेटिकल फिजिक्स, कनाड़ा	01 जनवरी 2016 – 14 फरवरी 2016
यू असाटो यूनिवर्सिटी ऑफ केलिफोर्निया, यूएसए	01 – 11 जनवरी 2016
हेनरी विल्क्स इम्पीरियल कॉलेज, यूनाइटेड किंग्डम	02 – 15 जनवरी 2016
इयान जब इम्पीरियल कॉलेज, यूनाइटेड किंग्डम	02 – 15 जनवरी 2016
रजिबुल इस्लाम एमआईटी-हार्वर्ड सेंटर फॉर अल्ट्राकोल्ड एटम्स, यूएसए	03 – 04 जनवरी 2016
क्रिस्टल सेन्को एमआईटी-हार्वर्ड सेंटर फॉर अल्ट्राकोल्ड एटम्स, यूएसए	03 – 04 जनवरी 2016
संदीप गोयल यूनिवर्सिटी ऑफ केलगरी, कनाड़ा	03 – 06 जनवरी 2016
फेय डोवकर इम्पीरियल कॉलेज, यूनाइटेड किंग्डम	03 – 09 जनवरी 2016
लीसा ग्लेसर दी यूनिवर्सिटी ऑफ नोट्टिंघम, यूनाइटेड किंग्डम	03 – 09 जनवरी 2016

डेविड रीडाउट यूनिवर्सिटी ऑफ केलिफोर्निया, यूएसए	03 – 14 जनवरी 2016
नोसिफिवो ज्वेन पेरीमीटर इंस्टीट्यूट फॉर थियोरेटिकल फिजिक्स, कनाड़ा	03 – 17 जनवरी 2016
यसमान याज़दी पेरीमीटर इंस्टीट्यूट फॉर थियोरेटिकल फिजिक्स, कनाड़ा	03 – 17 जनवरी 2016
पेट्रोस वॉलदेन यूनिवर्सिटी ऑफ एडिनबर्ग, यूनाइटेड किंग्डम	04 – 14 जनवरी 2016
विल कनिंघम नॉर्थ ईस्टर्न यूनिवर्सिटी, यूएसए	05 – 13 जनवरी 2016
अरूण के नंदी इंडियन असोसिएशन फॉर दी कल्टीवेशन ऑफ साइंस, कोलकाता	06 – 07 जनवरी 2016
डेविड एच रॉबर्ट्स ब्रांडीस यूनिवर्सिटी, यूएसए	11 – 30 जनवरी 2016
सी ट्रेगर-कोवन यूनिवर्सिटी ऑफ स्ट्रेथक्लाइड, यूनाइटेड किंग्डम	14 जनवरी 2016
एन पी धन्या के के टी एम शासकीय महाविद्यालय, त्रिचूर	15 जनवरी – 15 फरवरी 2016
निपांजना पात्रा यूनिवर्सिटी ऑफ बर्केली, यूएसए	18 – 21 जनवरी 2016
जीन-फ्रेंकोस टेसिन यूनिवर्सिटी दू मैने, इंस्टीट्यूट देस मॉलेक्यूल्स एट मटेरियक्स दू मेन्स, फ्रांस	19 जनवरी 2016
सोनाली सचदेवा इंटर यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे	21 जनवरी 2016
जियॉर्जियो इम्मीर्ज़ी (पूर्व में) यूनिवर्सिटी ऑफ पेरूगिया एंड आईएनएफएन पेरूगिया, इटली	29 जनवरी – 23 फरवरी 2016
सुजय माते भारतीय विज्ञान शिक्षा और अनुसंधान संस्थान, पुणे	1 फरवरी – 15 मार्च 2016
एली बरकई बर-इलान यूनिवर्सिटी, इज़रायल	4 फरवरी 2016
अलेक्ज़ेंडर माट्ज़किन यूनिवर्सिटी ऑफ केर्गी-पोंटोईस, फ्रांस	8 – 12 फरवरी 2016
गिरीश कुलकर्णी इंस्टीट्यूट ऑफ एस्ट्रोनॉमी, यूनाइटेड किंग्डम	17 – 19 फरवरी 2016
ए आर युवराज यूनिवर्सिटी ऑफ मलेशिया पहांग, मलेशिया	22 फरवरी 2016

फेबीन्ने गोल्डफ्रेब लेबोरेटरी एमे कॉटन, फ्रांस	24 – 29 फरवरी 2016
जयराम एन चेंगालूर राष्ट्रीय रेडिया ताराभौतिकी केन्द्र, पुणे	7 – 9 मार्च 2016
टी आर शेषाद्री दिल्ली विश्वविद्यालय, नई दिल्ली	8 – 10 मार्च 2016
निर्मल अय्यर इंटर यूनिवर्सिटी सेंटर फॉर एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स, पुणे	30 -31 मार्च 2016

आगंतुक छात्र कार्यक्रम

क्र. सं.	छात्र का नाम	सलाहकार
1	अथीरा हेगड़े	देशपाण्डे ए ए
2	अभिषेक सोम	देशपाण्डे ए ए
3	अभिषेक त्रिपाठी	संदीप कुमार
4	अदिति नेथ्वेवाला	अरूण रॉय
5	अद्वैत पी सूरतकर	गौतम सोनी
6	अल्का भट	प्रमोद पुलर्कट
7	अनिरूद्ध एम	श्रीवाणी के एस
8	अनिरूद्ध उपाध्ये	प्रमोद पुलर्कट
9	अनिरूद्ध ए पीस	हेमा रामचन्द्रन
10	अंजली शर्मा	प्रतिभा आर
11	अंजन कुमार	हेमा रामचन्द्रन
12	अंजना कुदवा	देशपाण्डे ए ए
13	अनुराग साहा रॉय	उर्बशी सिन्हा
14	अनुष्का झा	रंजिनी बंद्योपाध्याय
15	अपर्णा कुमारी	देशपाण्डे ए ए
16	अरूणिता कुमारी	देशपाण्डे ए ए
17	अरविन्द कुमार	गौतम सोनी
18	अश्विनी जी	गौतम सोनी
19	अश्वनी आई सी	हेमा रामचन्द्रन
20	अश्वती शशिधरन	रघुनाथन ए
21	अतिशय दीक्षित	संदीप कुमार
22	अविनाश	शिव सेठी
23	अविनाश नरगुंड	श्रीवाणी के एस/ गिरीश बी एस
24	बसव गौडा एच एस	रमेश बी
25	भाग्यश्री देवरू भट	अरूण रॉय
26	भरत कृष्णन	रमेश बी
27	बृन्दा के करिअप्पा	हेमा रामचन्द्रन
28	चन्द्रशेखर एम	रमेश बी

29	देबप्रिया पाल	हेमा रामचन्द्रन
30	धनुष बी के	गिरीश बी एस
31	दिव्या जयशंकर	रघुनाथन ए
32	एलिजाबेथ जोसेफ	अरूण रॉय
33	ईशिता पॉल	गौतम सोनी
34	गायत्री पटेल	देशपाण्डे ए ए
35	गिरीश हेमराज	रूकमोंगथन टी एन
36	हरीकृष्णन ए	अंदल एन
37	हरिणी देशिराजु	जोसेफ सेमुअल
38	हरीता एम	रेजी फिलिप
39	ईशा कोटेछा	सुमती सूर्या
40	इशिका पालित	देशपाण्डे ए ए
41	जेनित जॉय	रवि सुब्रह्मण्यन
42	जयंत जे	अंदल एन
43	जूही तिवारी	शिव सेठी
44	कार्तिक तलम्बेती	रवि सुब्रह्मण्यन
45	किरण नारायण हेगडे	सोमशेखर आर
46	कृष्णप्रसाद सी	लक्ष्मी सरीपल्ली
47	कृष्णेन्दु रे	सुमती सूर्या
48	क्षमा के जिंगाडे	द्वारकानाथ के एस
49	क्षितिज अगरवाल	रवि सुब्रह्मण्यन
50	लक्ष्य खुराना	हेमा रामचन्द्रन
51	लीजिन रोज बेबी	प्रतिभा आर
52	मधुरिमा चौधुरी	देशपाण्डे ए ए
53	मधुवंती जी अठानी	शिव सेठी
54	मनसा मंजुनाथ	सुमती सूर्या
55	मणी कुमार टी	हेमा रामचन्द्रन
56	मणिकान्दन के	गौतम सोनी और हेमा रामचन्द्रन
57	मनीष कुमार	संदीप कुमार
58	मंजुनाथ ए एस	विजयराघवन डी
59	मीनु मुरली	प्रतिभा आर
60	मेघा घोष	अंदल एन
61	मोहम्मद अब्दुल मजीद	अंदल एन
62	मोहन कुमार एस	श्रीवाणी के एस

63	मौमिता अधिकारी	गौतम सोनी
64	नैमहमद नेसरगी	रमेश बी
65	नंदिनी एस जी	उर्बशी सिन्हा
66	नवीन कुमार त्रिपाठी	देशपाण्डे ए ए
67	नीमा प्रकाश	सप्तऋषि चौधुरी
68	नेहा रूची	गौतम सोनी
69	पंकज सतपती	गौतम सोनी
70	फाल्गुनी माथुर	रमेश बी
71	पूजिता सी जी	विजयराघवन डी
72	प्रदीप सिंह	श्रीवाणी के एस
73	प्रशांत कुमार एस	रघुनाथन ए
74	पृथ्वीराज यू	उर्बशी सिन्हा
75	प्रवीण एम एन	रमेश बी
76	प्रेम जे	रमेश बी
77	प्रियंका भट्ट	सादिक रंगवाला
78	प्रियंका मोहनदास	देशपाण्डे ए ए
79	पुलकित गुप्ता	रघुनाथन ए
80	पुष्पिता दास	बिमन नाथ
81	राहुल एस किंगर	देशपाण्डे ए ए
82	रमन रेड्डी आर	हेमा रामचन्द्रन
83	रेशमा रवि	हेमा रामचन्द्रन
84	रितेश सोनी	गौतम सोनी
85	रोहित के ए	रमेश बी
86	रोहित प्रसाद भट्ट	हेमा रामचन्द्रन
87	रोज मार्टीना पी ए	हेमा रामचन्द्रन
88	सनल वी	हेमा रामचन्द्रन
89	सानिया हेबा	उर्बशी सिन्हा
90	संतोष हरीश	उदय शंकर एन
91	सिराज उद्दीन अंसारी	हेमा रामचन्द्रन
92	शलका वार्शनी	संदीप कुमार
93	शंकर एम जे	हेमा रामचन्द्रन
94	शरण्य ए	गौतम सोनी
95	शिवम अरोड़ा	देशपाण्डे ए ए
96	शिवी शेट्ठी	सादिक रंगवाला

97	श्रीमाला दयाल	संदीप कुमार
98	श्रुति एल एस	रिशिन पी वी
99	शुभागता भौमिक	अंदल एन
100	सिमरन सिंह	सुमती सूर्या
101	सिंधना सेल्वी पी एस	सुपूर्णा सिन्हा
102	शिवा प्रद्युम्न	उर्बशी सिन्हा
103	स्मृति रेखा एम	प्रतिभा आर
104	सोहम कुमार दत्ता	अरूण रॉय
105	सौरभ टी टी	गौतम सोनी
106	स्पूर्ति पी	सोमशेखर आर
107	श्रीदेवी एम एन	नयनतारा गुप्ता
108	श्रीलक्ष्मी चन्द्रबोस	रेजी फिलिप
109	सुधी ओबेरॉय	उर्बशी सिन्हा
110	सुजय माते	बिश्वजीत पॉल
111	सुजीत नारायणन	प्रमोद पुलर्कट
112	सुनील कुमार	रघनाथन ए
113	स्वप्निल नारके	रमेश बी
114	स्वाती कौशिक	गौतम सोनी
115	स्वेता जी एस एम	हेमा रामचन्द्रन
116	तेजकिरण पी जे	लक्ष्मीनारायणन वी
117	वैश्णवी बी एम	गिरीश बी एस
118	वेंकटेश आर	रंजिनी बंद्योपाध्याय
119	विष्णु पुनीत रेड्डी	श्रीवाणी के एस
120	विट्टल	हेमा रामचन्द्रन
121	विवेक डी	श्रीवाणी के एस
122	वृजुपान भट्टाचार्या	नयनतारा गुप्ता



