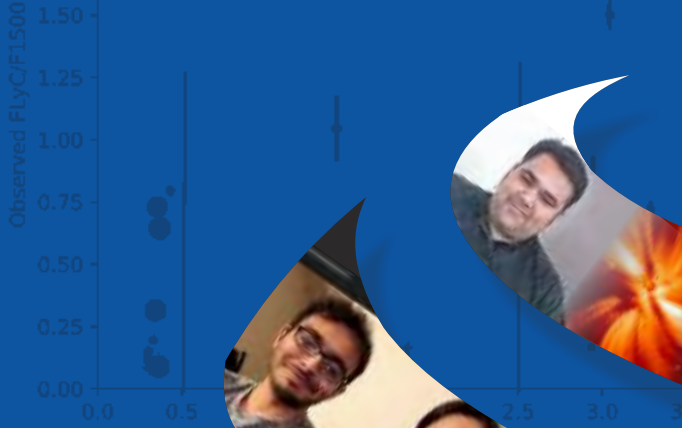
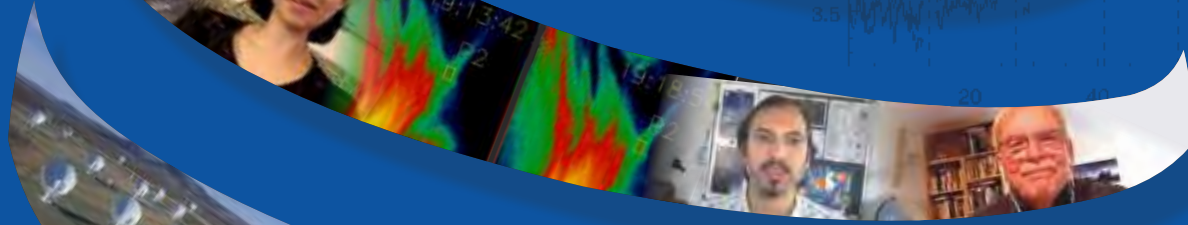


After AstroSat

- Izotov+16ab,18ab
- Steidel+18
- ★ this work



33^{वाँ}
वार्षिक प्रतिवेदन
2020-21



Testi... with 4 day history and 3 day delay. End date for each batch is mentioned below



2015-12-16 2016-03-25 2016-11-19 2016-11-20 2017-12-23 2018-05-24 2018-06-19 2018-07-03 2018-10-11 2012-03-28 2012-04-23 2011-03-01 2012-10-23 2013-11-17 2013-03-05 2014-03-26 2015-01-28 2015-01-03 2015-11-08



अंतर-विश्वविद्यालय केंद्र :
खगोलविज्ञान और खगोलभौतिकी
(विश्वविद्यालय अनुदान आयोग का स्वायत्त संस्थान)

INTER-UNIVERSITY CENTRE FOR
ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS
(An Autonomous Institution of the University Grants Commission)



33^{वाँ}
वार्षिक प्रतिवेदन
2020-21



अंतर-विश्वविद्यालय केंद्र :
खगोलविज्ञान और खगोलभौतिकी
(विश्वविद्यालय अनुदान आयोग का स्वायत्त संस्थान)

INTER-UNIVERSITY CENTRE FOR
ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS
(An Autonomous Institution of the University Grants Commission)



संपादक

असीम परांजपे

ईमेल: aseem@iucaa.in

संपादकीय सहायक

मंजिरी महाबल

ईमेल: mam@iucaa.in

अनुक्रमणिका

परिषद एवं शासी मंडल (गवर्निंग बोर्ड) _____	01	शिक्षणशास्त्र _____	102
सांविधिक समितियाँ (स्टेच्यूटरी कमेटीज़) _____	03	वैज्ञानिक बैठकें एवं अन्य कार्यक्रम _____	124
आयुका के सदस्य _____	04	श्रेष्ठतम सार्वजनिक गतिविधियाँ _____	128
अभ्यागत सहकर्मी (विजिटिंग असोसिएट्स) _____	07	आयुका- एनसीआरए स्नातक स्कूल _____	147
शैक्षणिक कार्यक्रमों की संगठनात्मक संरचना _____	12	आयुका में सुविधाएँ _____	157
निदेशकीय प्रतिवेदन _____	13	ACE-RPL – गतिविधियाँ _____	165
आयुका- संख्यात्मक विवरण _____	16	आयुका के बाहर प्रायोजित बैठकें एवं कार्यक्रम _____	171
सुखियों में आयुका _____	23	अभ्यागत सहकर्मियों द्वारा किए गए अनुसंधान _____	175
आयुका शैक्षिक कैलेंडर _____	29	अभ्यागत सहकर्मियों द्वारा प्रकाशित शोध पत्र _____	225
पुरस्कार एवं सम्मान _____	31	खगोलशास्त्र के अनुसंधान एवं विकास के लिए आयुका केंद्र (आईकाईर्स) _____	260
अनुसंधान, अनुदान एवं अध्येतावृत्ति _____	32	तुलनपत्र _____	282
आयुका में अनुसंधान _____	34		
आयुका सदस्यों द्वारा प्रकाशित शोधपत्र _____	85		

परिषद एवं शासी मंडल (गवर्निंग बोर्ड)

परिषद (31 मार्च 2021 तक)

अध्यक्ष

प्रो. डी.पी.सिंह,
अध्यक्ष,
विश्वविद्यालय अनुदान आयोग,
नई दिल्ली.

उपाध्यक्ष

प्रो. भूषण पटवर्धन,
उपाध्यक्ष,
विश्वविद्यालय अनुदान आयोग,
नई दिल्ली.

सदस्य

प्रो. दीपांकर भट्टाचार्य,
वरिष्ठ प्रोफेसर,
आयुका, पुणे.

प्रो. विरेंदर एस. चौहान,
अंतरराष्ट्रीय आनुवंशिक अभियांत्रिकी एवं
जैव प्रौद्योगिकी केंद्र,
नई दिल्ली.

प्रो. के.एन. गणेश,
निदेशक,
भारतीय विज्ञान शिक्षा एवं अनुसंधान संस्थान,
तिरुपति, आंध्रप्रदेश.

रूपमंजरी घोष
कुलपति,
शिव नादर विश्वविद्यालय,
ग्रेटर नोएडा, उत्तर प्रदेश.

यशवंत गुप्ता,
केंद्र निदेशक,
राष्ट्रीय खगोल भौतिकी केंद्र,
पुणे, महाराष्ट्र.

प्रो. रजनीश जैन,
सचिव,
विश्वविद्यालय अनुदान आयोग,
नई दिल्ली.

प्रो. वी.के.जैन,
कुलपति,
तेजपुर विश्वविद्यालय, असम.

प्रो. नितिन करमळकर,
कुलपति,
सावित्रीबाई फुले पुणे विश्वविद्यालय,
पुणे, महाराष्ट्र.

के. कस्तूरीरंगन,
(सभापति, शासी मंडल)
रमन अनुसंधान संस्थान,
बेंगलुरु, कर्नाटक.

प्रो. अविनाश खरे,
कुलपति,
सिक्किम विश्वविद्यालय,
गंगटोक

प्रो. आर.सी.कुहाड़,
कुलपति,
हरियाणा केंद्रीय विश्वविद्यालय जनत-पाली,
महेंद्रगढ़, हरियाणा

प्रो. राज कुमार,
कुलपति,
पंजाब विश्वविद्यालय,
चंडीगढ़, पंजाब.

डॉ. शेखर मांडे,
महानिदेशक,
वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान परिषद,
नई दिल्ली.

प्रो. ए. सी. पाण्डेय,
निदेशक,
अंतर विश्वविद्यालय केंद्र,
नई दिल्ली.

प्रो. एस. के. पाण्डेय,
पूर्व कुलपति,
पं. रविशंकर शुक्ल विश्वविद्यालय,
रायपुर, मध्यप्रदेश.



प्रो. आशुतोष शर्मा,
सचिव,
विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग,
नई दिल्ली.

प्रो. एस. के. सिंह,
पूर्व कुलपति,
हेमवती नंदन बहुगुणा गढ़वाल
विश्वविद्यालय,
श्रीनगर, जिला गढ़वाल.

डॉ. के. सिवन,
सभापति,
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान
संगठन, बेंगलुरु.

के.आर.वेणुगोपाल,
कुलपति,
बेंगलोर विश्वविद्यालय,
बेंगलुरु, कर्नाटक.

सदस्य सचिव

प्रो. सोमक रायचौधुरी,
निदेशक,
आयुका, पुणे.

विशिष्ट आमंत्रिती

श्रीमती मंजु सिंह,
संयुक्त सचिव,
विश्वविद्यालय अनुदान आयोग,
नई दिल्ली.

निम्नलिखित सदस्यों ने
लगभग पूरे वर्ष परिषद को
अपनी सेवाएँ प्रदान कीं।

वीर सिंह

शासी मंडल (गवर्निंग बोर्ड) (31 मार्च 2021 तक)

अध्यक्ष

के. कस्तूरीरंगन

सदस्य

प्रो. दीपांकर भट्टाचार्य

प्रो. विरेंद्र एस. चौहान

प्रो. यशवंत गुप्ता

प्रो. रजनीश जैन

प्रो. नितिन करमलकर

प्रो. आर.सी. कुहाड़

प्रो. राज कुमार

प्रो. ए.सी. पाण्डेय

प्रो. के.आर. वेणुगोपाल

सदस्य सचिव

प्रो. सोमक रायचौधुरी

विशिष्ट आमंत्रिती

श्रीमती मंजु सिंह



33^{वाँ}
वार्षिक प्रतिवेदन
2020-21

सांविधिक समितियाँ (स्टेच्यूटरी कमेटीज़)

(31 मार्च 2021 तक)

शैक्षणिक योजना समिति

सोमक रायचौधुरी (सभापति)
दीपांकर भट्टाचार्य (संयोजक)
सुकांता बोस
देबारति चटर्जी
शुभादीप डे
गुलाब सी. देवांगन
नीरज गुप्ता
रंजीव मिश्रा
संजित मित्रा
सुहृद एस.मोरे
दीपांजन मुखर्जी
सौगात मुज़ाहिद
टी. पद्मनाभन
असीम एस.परांजपे
ए.एन.रामप्रकाश
कनक साहा
वरुण साहनी
निशांत के. सिंह
रघुनाथन श्रीआनंद
कंदस्वामी सुब्रमण्यम
दुर्गेश त्रिपाठी

प्रशासन के लिए स्थायी समिति

सोमक रायचौधुरी
(सभापति)

निरंजन वी. अभ्यंकर
(सदस्य सचिव)

दीपांकर भट्टाचार्य
कंदस्वामी सुब्रमण्यम

वित्त समिति

के. कस्तूरीरंगन
(सभापति)

निरंजन वी. अभ्यंकर
(गैर-सदस्य सचिव)

दीपांकर भट्टाचार्य
यशवंत गुप्ता
रजनीश जैन
सोमक रायचौधुरी
पी.के.ठाकुर





आयुका सदस्य



33^{वाँ}
वार्षिक प्रतिवेदन
2020-21

शैक्षिक

सोमक रायचौधुरी (निदेशक)

दीपांकर भट्टाचार्य (डीन, मूल शैक्षणिक कार्यक्रम)

कंदस्वामी सुब्रमण्यम (डीन, अभ्यागत शैक्षणिक कार्यक्रम)

सुकांता बोस

देबारति चटर्जी

शुभादीप डे

गुलाब सी.देवांगन

नीरज गुप्ता

रंजीव मिश्रा

संजित मित्रा

सुहृद एस. मोरे

दीपांजन मुखर्जी

सौगात मुजाहिद

टी. पद्मनाभन

असीम एस. परांजपे

ए.एन.रामप्रकाश

कनक साहा

वरुण साहनी

निशांत के. सिंह

तरुण सौरदीप (प्रतिनियुक्ति पर)

रघुनाथन श्रीआनंद

दुर्गेश त्रिपाठी

ससम्मान सेवामुक्त आचार्य (एमेरिटस प्रोफेसर)

नरेश के. दधीच

संजीव वी.धुरंधर

अजित के. केंभवी

जयंत वी. नार्लीकर

श्याम एन.टंडन

वैज्ञानिक एवं तकनीकी

दीपक एन. बनकर

प्रफुल्ल एस. बाराथे

निरुपमा यु. बावडेकर

रानी एस.भंडारे

संतोष एस. भुजबल

महेश पी. बुरसे

कल्पेश एस. चिल्लाल

प्रवीण कुमार ए. चोरडिया

हिल्लोल के. दास

हितेश पी. देशमुख

समिर ए. धुर्डे

सुरेश दोरावरी

गजानन बी. गायकवाड

अप्रतिम गांगुली

संतोष बी. जागडे

भूषण एस. जोशी

शिवराज कंदस्वामी

रवि केशरवानी

प्रवीण वी. खोदाडे

अभय ए. कोहोक

शंकर माझी

विलास बी. मेस्त्री

आशीष ए. म्हस्के





शशिकांत जी. मिरकुट
दीपा मोदी
अनुप्रीता एस.मोरे
एन. नागेस्वरन
नितिन डी. ओहोल
निलेश डी. पोखरकर
स्वप्निल एम. प्रभुदेसाई
सुजित पी. पुन्नडी
विजय कुमार एम.राय
चैतन्य वी. राजर्षि
हेमंत के. साहू
टी. आर. सरवनन
हर्षद एल. सावंत
सागर सी. शहा
साक्या सिन्हा
योगेश आर. ठाकरे
मानसदेवी प्रियम्वधा तिरुज्ञानसम्बन्धम
अजय एम. विभूते

प्रशासन एवं सहायता

निरंजन वी. अभ्यंकर
(वरिष्ठ प्रशासनिक अधिकारी)

विजय पी. बर्वे
सविता के. दलवी
राहुल एस. गायकवाड
संदीप एल. गायकवाड
भगीराम आर. गोरख
भिमपुरी एस. गोस्वामी
प्रशांत एस. जाधव
संदीप एम. जोगलेकर
निलेश डी. कदम
स्वाती डी. काकडे
संतोष एन. खाडिलकर
मुरली एन. कृष्णन

नीलिमा एस. मगदुम
मंजिरी ए. महाबल
कुमार बी. मुनुस्वामी
राजेश डी. परदेशी
राजेश वी. परमार
मुकुंद एस. सहस्रबुद्धे
व्यंकटेश ए. सामक
सेनिथ एस. सैम्युएल
बालाजी वी. सावंत
रोहन के. शेलार
दीपक आर. शिंदे
साहिश के. सुकाले
वर्षा आर. सुर्वे
दीपिका एम. सुसैनाथन
शशांक एस. तरफे
शंकर के. वाघेला
कालिदास पी. वाव्हल

पोस्ट- डॉक्टरल अध्येता

टेक पी. अधिकारी
मो. शाह आलम
रम्या एम. आन्वे
संकल्पा बनर्जी
राहुल बासू
अभिजित बी. बेंद्रे
सायंतानी बेरा
बरी मकबूल भट
कृष्णकांत भट्टाचार्य
सौरदीप भट्टाचार्य
सूरज धिवर
सावित्री एच. इहीकोड
अव्यर्थना घोष
सौमावो घोष
शबनम एस. अय्यानी
अन्नु जेकोब

सौम्यारंजन झनकर
वदकुमथानी जितेश
रेजु सॅम जॉन
स्टॅन्ली जोन्सन
सुषमा कुरापति
प्रीतिश के. मिश्रा
साजल मुखर्जी
फातेमेह नौरी
श्रीजित पडिनहत्तेरी
ईशा पाह्ला
कनक आर. पंडिरी
अभिषेक पासवान
प्रमोद पवार
प्रियांका रानी
अशिफ रेझा
जयश्री रॉय
रूपक रॉय
संतोष रॉय
टी.आर. सरवनन
जहीर ए. शाह
रामकिशोर शर्मा
सृष्टि तिवारी

शोध छात्र

देबब्रता अडक
दीपाली अगरवाल
पी. अरोमल
भास्कर आर्या
सुमन एम. बाला
ईशिता बनर्जी
यश डी. भार्गव
राजेंद्र पी. भट्ट
भास्कर बिसवास
राजर्षि एस. चंद्रा
नवीन एल. चौरासिया



सोरभ छाब्रा
सुनिल चौधरी
सायक जी. दत्ता
पार्थ पी. डेका
सायक दत्ता
पियाली गांगुली
शलाभ गौतम
प्रियांका गावडे
सुप्रोवो घोष
तथगता घोष
किशोरी गोपालकृष्णन
लबन्या के. गुहा
श्रीजित पी. जाधव
मनीष कटारिया
अमित कुमार
श्रावनी कुमार
कविता कुमारी
सिद्धार्थ महाराना
मौसुमी महातो
सौमक मैत्रा
बिस्वनाथ मालाकेर
सुकन्या मल्लिक
अंकुश मंडल
सौमिल मौलिक
एम. मीनाक्षी
अनुज मिश्रा
स्वागत एस. मिश्रा
समन्वया मुखर्जी
जॉन ए. पाइस
पुष्पक पाण्डेय
निलाद्री पॉल
बिकराम के. प्रधान
वैशाक प्रसाद
वी. प्रेमविजय
अभिषेक राजहंस
सुजाता रामकृष्णन
दिव्या राणा

सौम्या रॉय
देबज्योति सरकार
रुचिका सेठ
ऐश्वन्य शर्मा
विदुषी शर्मा
परिसी शिर्के
स्वर्णिम एस. शिर्के
गितिका पी. शुक्ला
कंचन सोनी
प्रकाश त्रिपाठी
विशाल उपेंद्रन
शिव रामा कृष्णा यासा

अस्थायी/परियोजना/संविदा

आकाश अनुमारलापुडी
प्रकाश अरुमुगासामी
जॉयदीप बाग्ची
अंकित वी. भंडारी
स्नेहा डी. भोगले
सागर जे. भोसले
प्रज्ञा भोये
नीलम एस. भुजबल
धनराज बोरागांवकर
वी. चेलाथुराई
मनोजेंदू चौधुरी
प्रतीक दाभाडे
मालथी दीनदयालन
ऋषीकेश देवगाँवकर
अविनाश देशपांडे
शरद जी. गाँवकर
रामचंद्र एन. गोहाड
अंशु गुप्ता
रंजन गुप्ता
शिवोम गुप्ता
सौम्या गुप्ता

विभा झा
अनिकेत पी. कडू
तसनीम एम. कांचवाला
अक्षय पी. कुलकर्णी
रूपेश पी. लबडे
नम्रता एस. माली
मधुसुदन डी. मालवे
राहुल माने
जमीर मनुज
श्रीराम वी. मुळ्ये
माधुरी पाचरणे
विशाखा परदेशी
अथर्व यू. पाठक
कादिर जी. पठाण
ज्योर्तिमय पॉल
शिवानी एस. पेठे
रोहिणी एस. पोकरे
साराह पोत्राथम
अथर्व ए. पोरे
टी. एस. राघवेंद्र
हर्षदा रोंदाल
ध्रुवा जे सैकिआ
वैभव एन. सावंत
विठ्ठल एस. सावसकर
पल्लवी वी. सावंत
राजश्री शिंदे
एस.सुधागर
सोनल के. थोरवे



अभ्यागत सहकर्मी (विजिटिंग असोसिएट्स)

1. शीलू अब्राहम, भौतिकी विभाग, मार थोमा कॉलेज, चुंगाथुरा केरला.
2. गाझी ए. अहमद, भौतिकी विभाग, तेजपुर विश्वविद्यालय, असम
3. जी. अंबिका, भौतिकी विभाग, आई.आई.एस.ई.आर., तिरुपति.
4. रिझवान यू. अन्सारी, भौतिकी विभाग, मौलाना आझाद राष्ट्रीय उर्दू विश्वविद्यालय, हैद्राबाद.
5. बिजन के. बाग्वी, भौतिकी विभाग, शिव नादर विश्वविद्यालय, नोएडा.
6. तन्वी बंडोपाध्याय, गणित विभाग, अदानी इन्स्टिट्यूट ऑफ इन्फ्रास्ट्रक्चर इंजीनियरिंग, अहमदाबाद.
7. अरुनिमा बनर्जी, भौतिकी विभाग, आई.आई.एस.ई.आर., तिरुपति.
8. श्यामल के बनर्जी, स्कूल ऑफ बेसिक साइन्स एंड रिसर्च, शारदा विश्वविद्यालय, नोएडा.
9. शर्मिष्ठा बनिक, भौतिकी विभाग, बीआईटीएस- पिलानी, हैद्राबाद.
10. प्रसाद बासू, भौतिकी विज्ञान, कॉटन विश्वविद्यालय, गुवाहाटी.
11. अरु बेरी, भौतिकी विज्ञान, आई.आई.एस.ई.आर., मोहाली.
12. पियाली भार, गणित विभाग, गवर्नमेंट जनरल डिग्री कॉलेज, हुगली.
13. रश्मि भारद्वाज, स्कूल ऑफ बेसिक एंड अप्लाइड साइन्स, गुरु गोबिंद सिंह इंद्रप्रस्थ विश्वविद्यालय, दिल्ली.
14. प्रिया भारली, भौतिकी विभाग, महात्ता गांधी गवर्नमेंट आर्ट्स कॉलेज, माहे, पोडीचेरी
15. नसीत आई.भट, भौतिकी विभाग, कश्मीर विश्वविद्यालय, श्रीनगर.
16. श्रीजित भट्टाचार्यजी, भौतिकी विभाग, आई.आई.आई.टी., इलाहाबाद.
17. देबिजॉय भट्टाचार्य, भौतिकी विभाग, मणिपाल सेंटर फॉर नैचुरल साइन्स, मणिपाल विश्वविद्यालय.
18. सुभ्रा भट्टाचार्य, गणित विभाग, प्रेसिडेन्सी विश्वविद्यालय, कोलकाता.
19. के.जी.बिजू, भौतिकी विभाग, डब्ल्यू.एम.ओ. आर्ट्स एंड साइन्स कॉलेज, मुत्तिल, वायनाड.
20. रिताब्राता बिसवास, गणित विभाग, बुर्दवान विश्वविद्यालय.
21. देबाशीष बोराह, भौतिकी विभाग, आई.आई.टी., गुवाहाटी.
22. कौशिक चक्रवर्ती, पश्चिम बंगाल एज्युकेशनल सर्विस, बुर्दवान.
23. सुबेनाय चक्रवर्ती, गणित विभाग, जादवपुर विश्वविद्यालय, कोलकाता.
24. नंद कुमार चक्रधारी, भौतिकी एवं खगोलभौतिकी अध्ययन शाला,, पं. रविशंकर शुल्क विश्वविद्यालय, रायपुर.
25. हुम चंद, भौतिकी एवं खगोल विज्ञान विभाग, केंद्रीय विश्वविद्यालय हिमाचल प्रदेश, धर्मशाला (हि.प्र)
26. रमेश चंद्रा, भौतिकी विभाग, कुमाऊँ विश्वविद्यालय, नैनीताल.
27. सुरेश चंद्रा, एमिटी सेंटर फॉर ऐस्ट्रोनोमी एंड ऐस्ट्रोफिजिक्स, एमिटी युनिवर्सिटी कैम्पस, नोएडा.
28. अयान चटर्जी, भौतिकी एवं खगोलीय विज्ञान विभाग, हिमाचल प्रदेश केंद्रीय विश्वविद्यालय, धर्मशाला.
29. रिताबन चटर्जी, भौतिकी विभाग, प्रेसिडेन्सी विश्वविद्यालय, कोलकाता.
30. सुचेतना चटर्जी, भौतिकी विभाग, प्रेसिडेन्सी विश्वविद्यालय, कोलकाता.
31. असिस के. चटोपाध्याय, सांख्यिकी (स्टैटिस्टिक्स) विभाग, कलकत्ता विश्वविद्यालय, कोलकाता.
32. सुरजित चटोपाध्याय, गणित विभाग, एमिटी विश्वविद्यालय, कोलकाता.
33. तनुका चटोपाध्याय, अनुप्रयुक्त गणित (अप्लाइड मैथमैटिक्स) विभाग, कलकत्ता विश्वविद्यालय, कोलकाता.
34. राघवेंद्र चौबे, डी.एस.टी. सेंटर फॉर इंटरडिसिप्लिनरी एंड मैथमैटिकल साइन्स, बनारस हिंदू विश्वविद्यालय, वाराणसी.
35. भाग सी. चौहान, भौतिकी एवं खगोलीय विज्ञान विभाग, हिमाचल प्रदेश केंद्रीय विश्वविद्यालय, धर्मशाला.





36. लक्ष्मीकांत चवरे, मूल विज्ञान केंद्र, पं. रविशंकर शुक्ल विश्वविद्यालय, रायपुर.
37. राका वी. दाभाडे, भौतिकी विभाग, फर्ग्युसन कॉलेज, पुणे.
38. ममता दहिया, भौतिकी एवं इलेक्ट्रॉनिक्स विभाग, एस.जी.टी.बी. खालसा कॉलेज, दिल्ली.
39. हिमाद्री एस.दास, भौतिकी विभाग, असम विश्वविद्यालय, सिल्चर.
40. श्याम दास, भौतिकी विभाग, मलदा कॉलेज.
41. सुदीप्ता दास, भौतिकी विभाग, विश्व-भारती विश्वविद्यालय, शांतिनिकेतन.
42. अभिरूप दत्ता, डिसप्लिन ऑफ एस्ट्रोनोमी, ऐसट्रोफिज़िक्स एंड स्पेस इंजीनियरिंग, आई.आई.टी., इंदौर.
43. धुरजती पी. दत्ता, गणित विभाग, उत्तर बंगाल विश्वविद्यालय, सिलीगुड़ी.
44. कानन के. दत्ता, भौतिकी विभाग, प्रेसिडेन्सी विश्वविद्यालय, कोलकाता.
45. सुकांता देब, भौतिकी विभाग, कॉटन विश्वविद्यालय, गुवाहाटी.
46. उज्जल देबनाथ, गणित विभाग, इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ इंजीनियरिंग साइन्स एंड टेक्नोलजी, हावड़ा.
47. शंतनु देसाई, भौतिकी विभाग, आई.आई.टी., हैद्राबाद.
48. शांति पी. देवरापिल्लई, खगोलशास्त्र विभाग, ओस्मानिया विश्वविद्यालय, हैद्राबाद.
49. औबम एस.देवी, भौतिकी विभाग, असम विश्वविद्यालय, सिल्चर.
50. मून एम.देवी, भौतिकी विभाग, तेजपुर विश्वविद्यालय, असम.
51. विजयकुमार एच. दोड्डामानी, भौतिकी विभाग, बेंगलूर विश्वविद्यालय, बेंगलुरु.
52. ब्रोजा जी. दत्ता, भौतिकी विभाग, ऋषि बंकिम चंद्र कॉलेज, पूर्व कंतलपारा, नैहाटी.
53. जिबतेश दत्ता, बुनियादी विज्ञान और सामाजिक विज्ञान विभाग, पूर्वोत्तर पर्वतीय विश्वविद्यालय, शिलांग.
54. सुकांता दत्ता, भौतिकी विभाग, एस.जी.टी.बी., खालसा कॉलेज, दिल्ली.
55. गुरुदत्त गौर, सेंटर फॉर इंजीनियरिंग एंड एंटरप्राइज, इन्स्टिट्यूट ऑफ एडवान्स्ड रिसर्च, गांधीनगर.
56. अभिक घोष, भौतिकी विभाग, बनवारीलाल भालोटिया कॉलेज, आसनसोल.
57. सुमन घोष, भौतिकी विभाग, इंदिरा गांधी ट्राइबल विश्वविद्यालय, अमरकंटक.
58. सुशांत जी. घोष, सेंटर फॉर थीअरेटिकल फिज़िक्स, जामिया मिल्लिया इस्लामिया दिल्ली.
59. सुदिप्ता घोष, भौतिकी विभाग, टाकी गवर्नमेंट कॉलेज, कोलकाता.
60. तुहिन घोष, स्कूल ऑफ फिजिकल साइन्स, एन.आई.एस.ई.आर., खुर्द, भुवनेश्वर.
61. अंकुर गोगोई, भौतिकी विभाग, जगन्नाथ बरुआ कॉलेज, जोरहाट.
62. रूपज्योति गोगोई, भौतिकी विभाग, तेजपुर विश्वविद्यालय, असम.
63. गौरव गोस्वामी, स्कूल ऑफ इंजीनियरिंग एंड अप्लाइड साइन्स, अहमदाबाद विश्वविद्यालय.
64. उमानन्द देव गोस्वामी, भौतिकी विभाग, डिब्रूगढ़ विश्वविद्यालय.
65. अरुणा गोवडा, कंप्यूटर इंजीनियरिंग विभाग, गवर्नमेंट पालिटेक्निक, दमन.
66. शिवाप्पा बी. गुडेन्नवार, भौतिकी विभाग, क्रिस्ट विश्वविद्यालय
67. शर्बरी गुहा, भौतिकी विभाग, सेंट जेवियर्स कॉलेज, कोलकाता.
68. ममता गुलाटी, स्कूल ऑफ मैथमैटिक्स, थापर इन्स्टिट्यूट ऑफ इंजीनियरिंग एंड टेक्नालजी, पटियाला.
69. के.पी. हरिकृष्णन, भौतिकी विभाग, द कोचिन कॉलेज, कोची.
70. प्रिया हसन, भौतिकी विभाग, मौलाना आजाद नैशनल उर्दू विश्वविद्यालय, हैद्राबाद.
71. एम.हनी., भौतिकी विभाग, एस.ए.आर.बी.टी.एम. गवर्नमेंट, कॉलेज, कोयिलैंडी कोडिकोड.
72. के. इंदुलेखा, स्कूल ऑफ प्युअर एंड अप्लाइड फिज़िक्स, महात्मा गाँधी विश्वविद्यालय, कोट्टयम.
73. जो जैकोब, भौतिकी विभाग, न्युमैन कॉलेज, थोडुपुझा.
74. रिकु जैकोब, बेसिक साइन्स एंड ह्यूमैनिटीज़ विभाग, राजगिरी स्कूल ऑफ इंजीनियरिंग एंड टेक्नालजी, काक्कनाड.
75. दीपक जैन, भौतिकी विभाग, दीन दयाल उपाध्याय कॉलेज, नई दिल्ली.
76. राजीव के.जैन, भौतिकी विभाग, आई.आई.एस.सी., बेंगलुरु.
77. के.जीना, भौतिकी विभाग, प्रोविडेन्स महिला कॉलेज, कोडिकोड.
78. चार्ल्स जोस, भौतिकी विभाग, कोचीन विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, कोची.
79. जेस्सी जोस, भौतिकी विभाग, आई.आई.एस.ई.आर., तिरुपति.
80. मिनु जॉय, भौतिकी विभाग, अल्फान्सा कॉलेज, पाला.
81. मो.मेहेदी कलाम, भौतिकी विभाग, आलिया विश्वविद्यालय, कोलकाता.
82. नंदिता एल.कालिता, भौतिकी विभाग, गिरिजानंद चौधुरी इन्स्टिट्यूट ऑफ मैनेजमेंट एंड टेक्नालजी, गुवाहाटी.
83. संजीव कालिता, भौतिकी विभाग, गुवाहाटी विश्वविद्यालय.
84. निशिकांत खंडई, स्कूल ऑफ फिजिकल साइन्स, एन.आई.एस.ई.आर. खुर्द, भुवनेश्वर.



85. राम किशोर, गणित विभाग, राजस्थान केंद्रीय विश्वविद्यालय, अजमेर.
86. अरुण वी. कुलकर्णी, भौतिकी विभाग, बीआईटीएस-पिलानी, गोवा.
87. नागेंद्र कुमार, गणित विभाग, एम.एम.एच. कॉलेज, गाजियाबाद.
88. संजय कुमार, भौतिकी पी.जी. विभाग, पटना विश्वविद्यालय.
89. आर.के.सुनिल कुमार, सूचना प्रौद्योगिकी विभाग, कन्नूर विश्वविद्यालय.
90. एस.सुनिल कुमार, भौतिकी विभाग, आई.आई.एस.ई.आर., तिरुपति.
91. सुरेश कुमार, गणित विभाग, इंदिरा गांधी विश्वविद्यालय, मीरपुर.
92. विंजनमपाटी मधुरिमा, भौतिकी विभाग, तमिलनाडु केंद्रीय विश्वविद्यालय, तिरुवारूर.
93. स्मृति महाजन, भौतिकी विभाग, आई.आई.एस.ई.आर., मोहाली.
94. लिटन मजुमदार, भौतिकी विभाग, एन.आई.एस.ई.आर., भुवनेश्वर.
95. शिवा के. मालापाका, भौतिकी विभाग, आई.आई.आई.टी., बेंगलुरु.
96. मंजूर ए. मलिक, भौतिकी विभाग, कश्मीर केंद्रीय विश्वविद्यालय, श्रीनगर.
97. सोमा मंडल, भौतिकी विभाग, गवर्नमेंट गर्ल्स जनरल डिग्री कॉलेज, कोलकाता.
98. टिटस के. मैथ्यू, भौतिकी विभाग, कोचीन विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, कोची.
99. राम.अजोर मोर्य, भौतिकी विभाग, एन.आई.टी.-कैलिकट, कोड़िकोड.
100. इरोम ए.मेईतेई, भौतिकी विभाग, मॉडर्न कॉलेज, इफाल.
101. हमीदा एन. मीर, भौतिकी विभाग, गवर्नमेंट डिग्री कॉलेज, टंगमार्ग, जम्मू और कश्मीर.
102. मुबाशिर एच.मिर, भौतिकी विभाग, गवर्नमेंट डिग्री कॉलेज, बंडीपोरा.
103. भुदत्ता मिश्रा, गणित विभाग, बीआईटीएस-पिलान, हैद्राबाद.
104. सौरव मित्रा, भौतिकी विभाग, सुरेंद्रनाथ कॉलेज, कोलकाता.
105. कामाक्ष्या प्रसाद मोदक, भौतिकी विभाग, ब्रह्मानंद केशव चंद्र कॉलेज, कोलकाता.
106. आदित्य एस.मंडल, भौतिकी विभाग, विश्व-भारती विश्वविद्यालय, शांतिनिकेतन.
107. सप्तर्षि मंडल, भौतिकी विभाग, बेथ्यून कॉलेज, कोलकाता.
108. सौमन मंडल, भौतिकी विभाग, जादवपुर विश्वविद्यालय, कोलकाता.
109. प्रदीप मुखर्जी, भौतिकी विभाग, बरसात गवर्नमेंट कॉलेज, कोलकाता.
110. हेमवती नंदन, भौतिकी विभाग, गुरुकुल काँगड़ी विश्वविद्यालय, हरिद्वार.
111. दिबेंदु नंदी, सेंटर ऑफ एक्सलन्स इन स्पेस साइन्सेस, आई.आई.एस.ई.आर., कोलकाता.
112. कमल के. नंदी, गणित विभाग, उत्तर बंगाल विश्वविद्यालय, सिलीगुड़ी.
113. राजेश के. नायक, भौतिक विज्ञान विभाग, आई.आई.एस.ई.आर., कोलकाता.
114. बरुन के. पाल, भौतिकी विभाग, नेताजी नगर कॉलेज फॉर वुमन, कोलकाता.
115. बिस्वजित पांडे, भौतिकी विभाग, विश्व-भारती विश्वविद्यालय, शांतिनिकेतन.
116. संजय के.पाण्डेय, गणित विभाग, श्री एल.बी.एस. डिग्री कालेज, गोण्डा.
117. महदेव बी.पांडे, भौतिकी विभाग, दयानंद साइन्स कॉलेज, लातूर.
118. उमा पाप्नोई, भौतिकी विभाग, कनोरिया पीजी महिला महाविद्यालय, जयपुर.
119. अमित पाठक, भौतिकी विभाग, बनारस हिंदू विश्वविद्यालय, वाराणसी.
120. किशोर डी.पाटील, गणित विभाग, विवेकानंद साइन्स कॉलेज, बुलढाणा.
121. माधव के. पाटील, स्कूल ऑफ फिजिकल साइन्स, स्वामी रामानंद तीर्थ मराठवाडा विश्वविद्यालय, नांदेड.
122. बिकाश चंद्र पॉल, भौतिकी विभाग, उत्तर बंगाल विश्वविद्यालय, सिलीगुड़ी.
123. सुरजित पॉल, भौतिकी विभाग, सावित्रीबाई फुले पुणे विश्वविद्यालय, पुणे.
124. देवराज डी. पवार, भौतिकी विभाग, आर.जे. कॉलेज, मुंबई.
125. निनान एस. फिलिप, आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस रिसर्च एंड इंटेलिजेंट सिस्टम्स, थैलियूर, केरला.
126. अनंत सी. प्रधान, भौतिकी एवं खगोलशास्त्र विभाग, एन.आई.टी., रोऊरकेला.
127. अनिरुद्ध प्रधान, गणित विभाग, जी.एल.ए. विश्वविद्यालय, मथुरा.
128. रामप्रसाद प्रजापति, स्कूल ऑफ फिजिकल साइन्स, जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय, नई दिल्ली.
129. पी.आर.प्रिन्स, भौतिकी विभाग, विश्वविद्यालय कॉलेज, तिरुवनंतपुरम.
130. अनिसुर रहमान, भौतिकी विभाग, हूगली मोहसिन कॉलेज, चिन्सुराह.
131. फारुक रहमान, गणित विभाग, जादवपुर विश्वविद्यालय, कोलकाता.
132. एस.आर. राजेश, भौतिकी विभाग, एस.डी. कॉलेज, आलाप्पुड़ा.
133. आर. राखी, भौतिकी विभाग, एन.एस.एस. कॉलेज, पन्डलम.



134. छाया रणजित, गणित विभाग, इग्रा एसएसबी कॉलेज, पूर्व, मेदिनीपुर.
135. शान्तनु रस्तोगी, भौतिकी विभाग, डी.डी.यू. गोरखपुर.
136. सी.डी. रविकुमार, भौतिकी विभाग, कालिकट विश्वविद्यालय, कोषिकोड.
137. शैवाळ राय, भौतिकी विभाग, गवर्नमेंट कॉलेज ऑफ इंजीनियरिंग एंड सिरैमिक टेक्नॉलजी, कोलकाता.
138. बिप्लब रायचौधुरी, भौतिकी विभाग, विश्व-भारती विश्वविद्यालय, शांतिनिकेतन.
139. प्रबीर रुद्र, गणित विभाग, आशुतोष कॉलेज, कोलकाता.
140. अनर्बिन साहा, भौतिकी विभाग, पश्चिम बंगाल राज्य विश्वविद्यालय, कोलकाता.
141. संजय के. सहाय, कंप्यूटर साइन्स एंड इन्फॉर्मेशन सिस्टम्स, बीआईटीएस-पिलानी, गोवा.
142. संदिप सहीजपाल, भौतिकी विभाग, पंजाब विश्वविद्यालय, चंडीगढ़.
143. गौरांग सी. समंता, गणित पीजी विभाग, फकीर मोहन विश्वविद्यालय, बालासोर.
144. प्रशांत समंत्रय, भौतिकी विभाग, बीआईटीएस-पिलानी, हैद्राबाद.
145. सौम्यदीप सामुई, भौतिकी विभाग, प्रेसिडेन्सी विश्वविद्यालय, कोलकाता.
146. विप्लव सरकार, अप्लाइड साइन्सेस विभाग, स्कूल ऑफ इंजिनियरिंग, तेजपुर विश्वविद्यालय.
147. सुदिप्ता सरकार, भौतिकी विभाग, आई.आई.टी., गांधीनगर.
148. तमल सरकार, हाई एनर्जी एंड कोस्मिक रे रिसर्च सेंटर, उत्तर बंगाल विश्वविद्यालय, सिलीगुड़ी.
149. के. सत्यनारायणन, भौतिकी विभाग, कोचीन कॉलेज, कोची.
150. अंजन ए. सेन, सेंटर फॉर थीअरेटिकल फिजिक्स, जामिया मिल्लिया इस्लामिया, नई दिल्ली.
151. अशोक के. सेन, भौतिकी विभाग, असम विश्वविद्यालय, सिल्चर.
152. सोमश्री सेन, भौतिकी विभाग, जामिया मिल्लिया इस्लामिया, नई दिल्ली.
153. आनंद सेनगुप्ता, भौतिकी विभाग, आई.आई.टी., गांधीनगर.
154. टी.आर.शेषाद्रि, भौतिकी एवं खगोल भौतिकी विभाग, दिल्ली विश्वविद्यालय.
155. रंजन शर्मा, भौतिकी विभाग, कूच बिहार पंचानन बर्मा विश्वविद्यालय.
156. रथिन शर्मा, भौतिकी विभाग, रवींद्रनाथ टैगोर विश्वविद्यालय, होजई.
157. उमेश शर्मा, गणित विभाग, जी.एल.ए. विश्वविद्यालय, मथुरा.
158. अलकेंद्र सिंह, भौतिकी विभाग, इन्स्टिट्यूट ऑफ साइन्स, बनारस हिंदू विश्वविद्यालय, वाराणसी.
159. ज्ञान पी.सिंह, गणित विभाग, विश्वेश्वरैया नैशनल इन्स्टिट्यूट ऑफ टेक्नॉलजी, नागपूर.
160. हरिंदर पी.सिंह, भौतिकी एवं खगोल भौतिकी विभाग, दिल्ली विश्वविद्यालय.
161. हेईसनम एस. सिंह, भौतिकी विभाग, राजीव गांधी विश्वविद्यालय, इटानगर.
162. मोनिका सिन्हा, भौतिकी विभाग, आई.आई.टी., जोधपूर.
163. सुरेंद्र एन. सोमाला, सिविल इंजीनियरिंग विभाग, आई.आई.टी., हैद्राबाद.
164. विक्रम सोनी, सेंटर फॉर थीअरेटिकल फिजिक्स, जामिया मिल्लिया इस्लामिया, दिल्ली.
165. के. श्रीराम, खगोलशास्त्र विभाग, युनिवर्सिटी कॉलेज ऑफ साइन्स, ओसमानिया विश्वविद्यालय, हैद्राबाद.
166. एल. श्रीरामकुमार, भौतिकी विभाग, आई.आई.टी.-मद्रास, चेन्नई.
167. पारिजात ठाकुर, शुद्ध और अनुप्रयुक्त भौतिकी विभाग, गुरु घासीदास विश्वविद्यालय (केंद्रीय विश्वविद्यालय), बिलासपुर (छ.ग.).
168. अरुण वी.तंपान, भौतिकी विभाग, सेंट जोसेफ कॉलेज, बेंगलुरु.
169. सुनिल के.त्रिपाठी, भौतिकी विभाग, इंदिरा गांधी प्रौद्योगिकी संस्थान, ढेंकनाल.
170. प्रांजल त्रिवेदी, भौतिकी विभाग, श्री वेंकटेश्वरा कॉलेज, दिल्ली.
171. वितुता तुम्माला, अनुप्रयुक्त गणित (अप्लाइड मैथमैटिक्स) विभाग, आंध्र विश्वविद्यालय, विशाखापट्टनम.
172. रश्मी उनियल, भौतिकी विभाग, गवर्नमेंट डिग्री कॉलेज, नरेंद्रनगर.
173. सनील उन्नीकृष्णनन, भौतिकी विभाग, सेंट स्टीफन्स कॉलेज, दिल्ली.
174. सुधाकर उपाध्याय, भौतिकी विभाग, के.एल.एस. कॉलेज, नवादा.
175. अनिसुल ए. उस्मानी, भौतिकी विभाग, अलीगढ़ मुस्लिम विश्वविद्यालय.
176. निलकंठ डी. वागशेटी, भौतिकी एवं इलेक्ट्रानिक्स विभाग, महाराष्ट्र उदयगिरी महाविद्यालय, उदगीर.
177. दीपक वैद, भौतिकी विभाग, एन.आई.टी. सूरतकाल.
178. भार्गव पी.वैद्य, खगोलशास्त्र, खगोल भौतिकी एवं अंतरिक्ष इंजीनियरिंग शाखा, आई.आई.टी., इंदौर.
179. मुरली एम.वर्मा, भौतिकी विभाग, लखनऊ विश्वविद्यालय.
180. जसवंत के. यादव, भौतिकी विभाग, हरियाणा केंद्रीय विश्वविद्यालय, महेंद्रगढ़ .
181. लालथाकिमी झाडेंग, भौतिकी विभाग, मिजोरम विश्वविद्यालय, ऐज़वाल.



इकतीसवीं बैठ के निम्नलिखित अभ्यागत सहकर्मियों (विजिटिंग असोसिएट्स) का 1 अगस्त 2020 से आगे के तीन वर्षों तक कार्यकाल बढ़ा दिया गया था।



प्रिया भराली



रश्मी भारद्वाज



श्रीजित भट्टाचार्यजी



शुभ्रा भट्टाचार्य



हुम चंद



राका वसंत दाभाडे



श्याम दास



अभिक घोष



एम.हनी



आर. के. सुनील कुमार



एस. सुनील कुमार



संजय कुमार



लिटोन मजुमदार



राम अजोर मौर्य



के. सत्यनारायणन



आर. राखी



गौरांग चरण समंता



उमेश कुमार शर्मा

अठ्ठाईसवीं बैठ के निम्नलिखित अभ्यागत सहकर्मियों (विजिटिंग असोसिएट्स) की नियुक्ति अगस्त 2020 से आगे तीन वर्षों तक बढ़ा दी गई थी।

बिजन के. बागची, अरुनिमा बॅनर्जी, शर्मिष्ठा बनिक, नासीर इकबाल भट, नंद कुमार चक्रधारी, रमेश चंद्रा, सुरेश चंद्रा, अयान चटर्जी, रिताबन चटर्जी, सुचेतना चटर्जी, सुरजित चटोपाध्याय, असिस कुमार चटोपाध्याय, तनुका चटोपाध्याय, सुदीप्ता दास, उज्जल देबनाथ, शंतनु देसाई, धुरजति प्रसाद दत्ता, गौरव गोस्वामी, नंदिता कालिता, अरुण वेंकटशे कुलकर्णी, सुरेश कुमार, स्मृति महाजन, मंजूर ए. मलिक, सोमा मंडल, टिटस मैथ्यू, इरोम अब्लू मेईतेई, हमीदा मीर, सप्तर्षि मंडल, प्रदिप मुखर्जी, दिबेंदु नंदी, महादेव बाबुराव पंडगे, किशोर ज्ञानदेव पाटील, सुरजित पॉल, निनान साजित फिलिप, शान्तनु रस्तोगी, शैवाळ राय, प्रबिर रुद्र, सौम्यदीप सामुई, आनंद सेनगुप्ता, टी.आर.शेषाद्री, हेईसनम संजित सिंह, ज्ञान प्रकाश सिंह, मोनिका सिन्हा, विक्रम सोनी, के. श्रीराम, अरुण तंपान, सुनिल कुमार त्रिपाठी, विनुता तुम्माला, रश्मि उनियाल, एवं दीपक वैद



शैक्षणिक कार्यक्रमों की संगठनात्मक संरचना



33^{वाँ}
वार्षिक प्रतिवेदन
2020-21

(31 मार्च 2021 तक)



निदेशक
सोमक रायचौधुरी



डीन, प्रमुख शैक्षिक कार्यक्रम
दीपांकर भट्टाचार्य



डीन, अभ्यागत, शैक्षिक कार्यक्रम
कंदस्वामी सुब्रमण्यम



दीपांकर भट्टाचार्य,
प्रमुख, संगणकीय सुविधाएँ विभाग



आर. श्रीआनंद,
प्रमुख, अवलोकन कार्यक्रम
(आई.जी.ओ एवं एस.ए.एल.टी. में आयोजित)



असीम परांजपे, प्रमुख,
प्रकाशन विभाग



रंजीव मिश्रा,
प्रमुख, वैज्ञानिक बैठकें



ए.एन.रामप्रकाश, प्रमुख,
उपकरण विभाग



रंजीव मिश्रा,
प्रमुख, आईकाइर्स



गुलाब देवांगन, प्रमुख,
शैक्षिक कार्यक्रम



सुहद मोरे,
प्रमुख, सार्वजनिक जनसंपर्क गतिविधियाँ



दुर्गेश त्रिपाठी, प्रमुख,
पुस्तकालय विभाग



सोमक रायचौधुरी,
प्रमुख, आधारभूत संरचनात्मक सुविधाएँ



कंदस्वामी सुब्रमण्यम,
प्रमुख, शिकायत प्रकोष्ठ



निदेशकीय प्रतिवेदन



33^{वाँ}
वार्षिक प्रतिवेदन
2020-21

तीन दशकों पूर्व अपनी स्थापना के बाद से ही, आयुका के मुख्य उद्देश्यों में से एक उद्देश्य भारतीय विश्वविद्यालयों के बीच अनुसंधान एवं प्रशिक्षण केंद्र बनने के साथ ही साथ अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी से संबंधित विषयों में उत्कृष्ट अनुसंधान कार्यक्रमों का आयोजन करना रहा है। भारतीय विश्वविद्यालयों/महाविद्यालयों के भीतर खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी के सक्रिय समूहों के केंद्रीकरण और विकास को बढ़ावा देने के लिए एवं फील्ड स्टेशन और संसाधन केंद्र के रूप में कार्य करने के लिए आयुका की स्थापना की गई। आयुका की स्थापना का और एक उद्देश्य रहा है और वो है, भारत तथा पड़ोसी देशों में खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी गतिविधियों के लिए सामान्य रूप से मार्गदर्शन और सहायता प्रदान करना। इन उद्देश्यों की प्राप्ति के लिए आयुका ने हमेशा से ही सर्वोत्तम प्रयास किए हैं। आयुका ने खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी के लगभग सभी क्षेत्रों में मौलिक अनुसंधान एवं नवप्रवर्तनशील अध्यापन के महत्त्व को बनाए रखा है। भारतीय विश्वविद्यालयों/महाविद्यालयों में अध्यापन और अनुसंधान को बढ़ावा देने के लिए पूरे देश में खगोल विज्ञान अनुसंधान और विकास के लिए आयुका केंद्र (ICARDs) इस नई शाखा का स्थापना की गई है।



पिछले दशक से आयुका ने राष्ट्रीय दृष्टि से महत्वपूर्ण बड़ी परियोजनाओं में प्रमुख भूमिका निभाई है, जिसमें लाइगो-इंडिया, थर्टी मीटर टेलिस्कोप शामिल हैं। ये स्क्रैयर किलोमीटर अरे और इसरो की विभिन्न अंतरिक्ष परियोजनाओं में महत्वपूर्ण सहायक के रूप में कार्यरत हैं, जिसमें एस्ट्रोसैट और भविष्य में आने वाला अदित्य-एल1 शामिल हैं। इसरो द्वारा प्राप्त होने वाली वित्तीय सहायता के कारण एस्ट्रोसैट साइंस सपोर्ट सेल बहुत अच्छी तरह से कार्य कर रहा है। इसके माध्यम से आयुका के सदस्य एवं बड़ी संख्या में अभ्यागत सहकर्मी डेटा एकत्रित करते हुए उसका विश्लेषण कर सकते हैं और कई शोध पत्र प्रकाशित कर सकते हैं।

आयुका आने वाले शैक्षणिक वर्ष से सावित्रीबाई फुले पुणे विश्वविद्यालय के साथ मिलकर खगोल भौतिकी के साथ भौतिक विज्ञान में एमएस.सी. पाठ्यक्रम शुरू करने जा रहा है। इस वर्ष के दौरान, डी.एस.टी. के राष्ट्रव्यापी क्वॉंटम उपक्रम QUEST के हिस्से के रूप में आयुका में प्रिसिजन और क्वॉंटम मापन प्रयोगशाला की स्थापना की गई है। इस प्रयोगशाला में इलेक्ट्रोडायनेमिक ट्रैप में सिमित ट्रैप और लेजर कूल्ड सिंगल येटरबियम आयन (171Yb^+) पर आधारित अत्याधुनिक प्रायोगिक सुविधाएँ विकसित की जाएँगी। यह सुविधा 467 nm के तरंग दैर्ध्य पर सबसे संवेदनशील ऑप्टिकल परमाणु घड़ियों में से एक घड़ी बनाने का प्रयास करती है। यह सुविधा लाइगो-इंडिया के अंतर्गत की जाने वाली लेजर संबंधित गतिविधियों के लिए विभिन्न युवा अनुसंधानकर्ताओं को प्रशिक्षण में सहायता प्रदान करेगी।

वर्तमान समय में आयुका में 27 प्रमुख संकाय और ससम्मान सेवामुक्त आचार्य (एमेरिटस प्रोफेसर), 38 पोस्ट-डॉक्टरल अध्येता, तथा 60 पीएच.डी. शोध छात्र हैं। उन्होंने सामूहिक रूप से 5.79 के औसत प्रभाव कारक के साथ 153 सहकर्मी-समीक्षित पत्र प्रकाशित किए हैं। हमें इस बात पर बहुत गर्व है, चूँकि हमारे सहकर्मी केवल गुणवत्तापूर्ण अनुसंधान करने में ही सक्षम नहीं हैं अपितु वे राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर प्रचुर मात्रा में इस विषय पर प्रभाव डाल रहे हैं। इससे भी अधिक संतोषजनक बात यह है कि आयुका के 181 अभ्यागत सहकर्मियों को आयुका द्वारा उनके अपने अनुसंधान में सहयोग मिला। ये सभी भारतीय विश्वविद्यालयों और महाविद्यालयों के संकाय सदस्य हैं इसी दौरान अभ्यागत सहकर्मियों ने 4.21 के औसत प्रभाव कारक के साथ 416 सहकर्मी-समीक्षित पत्र प्रकाशित किए। पिछले कुछ वर्षों से इसकी संख्या में वृद्धि हो रही है जो स्पष्ट रूप से दर्शाती है कि आयुका ने प्रभावपूर्ण तरीके से पूरे देश में उच्च शैक्षणिक संस्थानों में खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी के अनुसंधान को बढ़ावा दिया है और उसे विकसित किया है। सहयोगियों के समुदाय के सदस्यों और राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय समुदायों के बीच सक्रिय सहयोग को विकसित करने के लिए आयुका ने सभी सुविधाएँ और पोषक वातावरण प्रदान किया है। हालाँकि, इस वर्ष के दौरान, देश में निर्माण हुई महामारी की स्थिति के कारण आगंतुक कार्यक्रमों को रद्द किया गया। इस वर्ष के दौरान, आयुका के तीन छात्रों ने पीएच.डी. की उपाधि प्राप्त की। महामारी के प्रतिबंधों के कारण सामान्य रूप से उपाधि प्राप्त करने वालों की संख्या की तुलना में यह संख्या काफी कम है।



इस वर्ष लीडेन वेधशाला, नीदरलैंड से आकर आयुका के साथ जुड़े हमारे नए प्रमुख संकाय सदस्य सौगात मुजाहिद जी का हमने अभिवादन किया। ये मल्टी-युनिट स्पेक्ट्रोस्कोपिक एक्सप्लोरर (MUSE) कॉन्सर्टियम के सक्रिय सदस्य रह चुके हैं। अनुसंधान में इनका मुख्य रूप से ध्यान पराबैंगनी/ऑप्टिकल स्पेक्ट्रोस्कोपी का उपयोग करते हुए आकाशगंगाओं के निर्माण एवं विकास में विसरित गैस की भूमिका को समझने में है। हमारे वरिष्ठ प्रमुख संकाय सदस्यों में से एक वरुण साहनी मार्च 2021 में सेवानिवृत्त हुए। उन्हें ससम्मान सेवामुक्त आचार्य पद प्रदान किया गया है। मैं तीव्र शोक और खेद के साथ डॉ. श्रीकुमार बनर्जी वे शासी मंडल के अध्यक्ष के रूप में दो बार अपना कार्यकाल पूरा कर चुके थे, प्रोफेसर एस.एम.चित्रे, प्रोफेसर अरुण निगवेकर और प्रोफेसर गोविंद स्वरूप जी को श्रद्धांजलि समर्पित करता हूँ। ये सभी लंबे समय तक आयुका के मार्गदर्शक एवं आधार स्तम्भ रहे थे। आयुका परिवार के साथ, मैं शोकांत परिवार और दोस्तों के प्रति अपनी हार्दिक संवेदना व्यक्त करता हूँ। उन्हें हमेशा ही आयुका के इतिहास में याद किया जाएगा।

32 वाँ स्थापना दिवस व्याख्यान, मंगलवार, 29 दिसंबर 2020 को प्रोफेसर राघवेंद्र गडकर जी द्वारा दिया गया। ये भारतीय विज्ञान संस्थान बंगलुरु, के इकोलोजिकल विज्ञान केंद्र में डीएसटी ईयर साइंस चेअर प्रोफेसर के रूप में कार्यरत हैं। चल रही पाबंदियों के कारण, व्याख्यान पूर्णतः ऑनलाइन रूप से आयोजित किया गया था। जिसने लाइव यूट्यूब स्ट्रीम पर सैकड़ों दर्शकों को आकृष्ट किया इसके साथ-साथ ज़ूम पर भी दर्शकों का प्रतिसाद प्राप्त हुआ। प्रोफेसर गडकर पशु व्यवहार, परिस्थितिकी और विकास के विशेषज्ञ हैं। उनका जानवरों में विशेषतः चींटियों, मधुमखियों और ततैय जैसे सामाजिक कीटकों में सहयोग की उत्पत्ति और विकास पर मुख्य रूप से ध्यान केंद्रित कर अध्ययन करने का तीन दशकों से भी अधिक समय का अनुभव रहा है। 'युद्ध और शांति: व्यक्तियों के बीच श्रम के जटिल विभाजन में संघर्ष एवं सहयोग' नामक उनके व्याख्यान में प्रोफेसर गडकर जी ने विशेष रूप से उष्ण कटिबंधीय कीट समाज, भारतीय कागज ततैया 'रोपलिडिया मार्जिनेटा' के कामकाज को समझने का प्रयास करने वाले अवलोकनों और प्रयोगों के उदाहरण प्रस्तुत किए। रेकॉर्डेड व्याख्यान यूट्यूब के निम्नलिखित लिंक पर उपलब्ध है: <https://www.youtube.com/watch?v=sHI0-xuQTc8>.

आयुका के सदस्यों में से संजीव वी.धुरंधर को गुरुत्वीय तरंग की खोज के सैद्धांतिक आधार के लिए मूलभूत योगदान हेतु, विशेष रूप से डेटा विश्लेषण तकनीकों में एवं लाइगो-इंडिया को शुरू करने वाले भारतीय गुरुत्वीय तरंग समुदाय के विकास हेतु अमेरिकन फिजिकल सोसाइटी के अध्यक्षता के रूप में चुना गया है। समीर धुर्डे ने खगोल विज्ञान एवं संबद्ध क्षेत्रों में सार्वजनिक गतिविधियों एवं शिक्षा के लिए ऐस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया का जुबिन केंभवी पुरस्कार, विवेक मोंटेरो के साथ साझा किया। नीरज गुप्ता (एवं टीम) को 'ए सिंगल फास्ट रेडियो बर्स्ट लोकलाइज्ड टू ए मैसिव गैलेक्सी अँट काज़मलाजिकल डिस्टेंस', नामक शोध पत्र के लिए एएएस (AAAS) न्यूकोम्ब क्लीवलैंड पुरस्कार प्राप्त हुआ। जयंत वी. नालीकर जी ने 94 वें अखिल भारतीय मराठी साहित्य सम्मेलन (94 वाँ अखिल भारतीय मराठी साहित्य सम्मेलन) के अध्यक्ष पद को विभूषित किया और उन्हें राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी, भारत द्वारा कृष्णा जी मेडल (व्याख्यान पुरस्कार) प्रदान किया गया। टी. पद्मनाभन को ग्रेविटी रिसर्च फाउंडेशन निबंध प्रतियोगिता में 'प्रिंसिपल ऑफ इन्क्विजलन्स एट प्लैंक स्केल्स एंड द ज़िरो-पॉइंट लेन्थ ऑफ स्पेसटाइम: ए सिनर्जिस्टिक डिस्क्रिप्शन ऑफ क्वांटम मैटर एंड जीओमेट्री' के लिए पाँचवाँ पुरस्कार प्राप्त हुआ। कनक साहा, श्याम एन. टंडन (और उनकी टीम) को ऐस्ट्रोसैट का उपयोग करके, $a = 1.42$ आकाशगंगा से लाइमैन कन्टिन्चुअम उत्सर्जन की खोज करने के उनके कार्य के लिए, ऐस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया द्वारा न्यू डिस्कवरी पुरस्कार से सम्मानित किया गया है।

मानव संसाधन विकास मंत्रालय, भारत सरकार द्वारा वित्त पोषित पंडित मदन मोहन मालवीय राष्ट्रीय शिक्षक और शिक्षण मिशन (PMMMNMTT) योजना के तहत आयुका में शिक्षकों के लिए खगोल विज्ञान केंद्र का आयोजन किया गया जिसमें शामिल खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी के लिए राष्ट्रीय अनुसंधान





केंद्र और शिक्षक अधिगम केंद्र ने अध्यापन में वार्षिक पुनश्चर्या कार्यक्रम (ARPIT) के लिए ऑनलाइन खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी पाठ्यक्रम विकसित किए हैं। ये ऑनलाइन व्याख्यान पाठ्यक्रम विश्वविद्यालयों/महाविद्यालयों के शिक्षकों के लिए 'स्वयं' के मंच पर उपलब्ध है। ऐसे शिक्षकों ने बड़ी संख्या में इन पाठ्यक्रमों का लाभ उठाया है।

हाई स्कूल के छात्रों और आम जनता के बीच विज्ञान को लोकप्रिय बनाने और सार्वजनिक गतिविधियों के आयोजन में आयुका सबसे आगे रहा है। स्थानीय स्कूली छात्रों के लिए व्याख्यान/प्रदर्शन कार्यक्रम नियमित रूप से आयोजित किए गए। ये बहुत ही लोकप्रिय साबित हुए। इस वर्ष के दौरान, महामारी के प्रतिबंधों में बंधे होने के कारण हम इन सभी गतिविधियों को ऑनलाइन के माध्यम से करने में सक्षम हुए और इस प्रक्रिया में पूरे देश में बड़ी संख्या में लोगों तक पहुँच रहे हैं। राष्ट्रीय विज्ञान दिवस कार्यक्रमों में स्कूली छात्रों के लिए विभिन्न प्रतियोगिताएँ, प्रदर्शन, व्याख्यान, पोस्टर और मॉडल प्रस्तुतियाँ निशाकाश अवलोकन आदि कार्यक्रम 28 और 29 फरवरी 2021 के दौरान दो दिनों के लिए आयोजित किए गए थे। सार्वजनिक गतिविधियों में व्याख्यान/प्रदर्शन/शामिल थे। महाराष्ट्र के विभिन्न हिस्सों और अन्य जगहों पर आयोजित कार्यशालाएँ—इसमें हिंगोली जिले में लाइगो-इंडिया साइट के आसपास और आयुका की अपनी गिरवली वेधशाला के आसपास के हमारे ग्रामीण सार्वजनिक कार्यक्रम शामिल थे। इन सभी गतिविधियों में आयुका के हमारे प्रतिभाशाली कर्मचारियों (स्थायी और संविदात्मक) द्वारा की गई कड़ी मेहनत का बड़ा योगदान रहा है। मैं उनमें से प्रत्येक के प्रति अपना हार्दिक धन्यवाद व्यक्त करना चाहता हूँ।

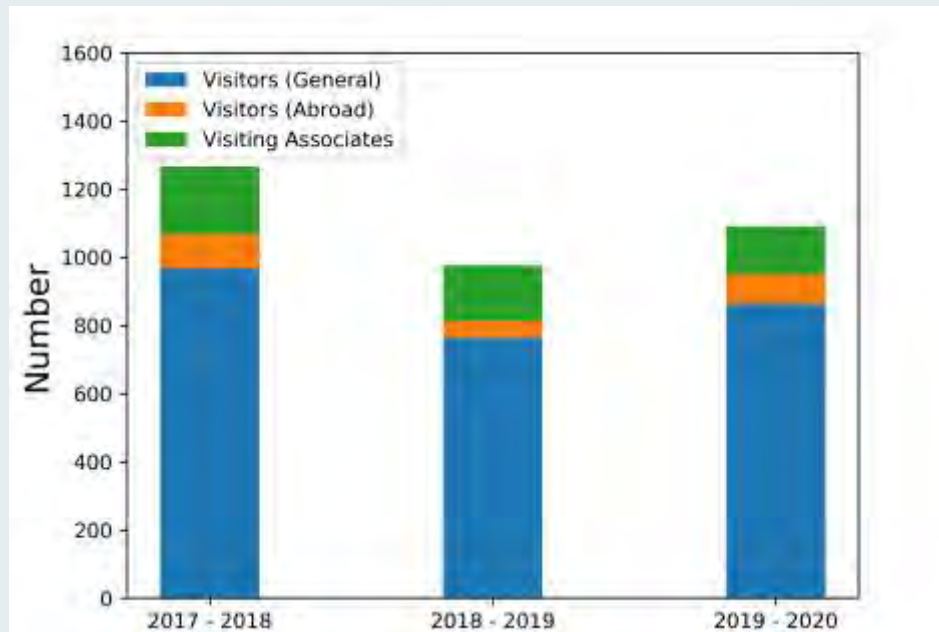
मैं अपने परामर्शदाताओं, शासी मंडल के अध्यक्ष के रूप में डॉ. के. कस्तूरीरंगन और यू.जी.सी. के अध्यक्ष डॉ. धीरेंद्र पी. सिंह की अध्यक्षता में हमारी परिषद के प्रति भी अपनी गहरी कृतज्ञता व्यक्त करना चाहता हूँ। हम विश्वविद्यालय अनुदान आयोग और उसके अधिकारियों और कर्मचारियों एवं भारत सरकार के शिक्षा मंत्रालय (पूर्व मानव संसाधन विकास मंत्रालय) से मिलने वाली सहायता, सलाह और सहयोग के लिए हृदय से आभार व्यक्त करते हैं।

सोमक रायचौधुरी
निदेशक, आयुका



आयुका - संख्यात्मक विवरण

आयुका के आगंतुक



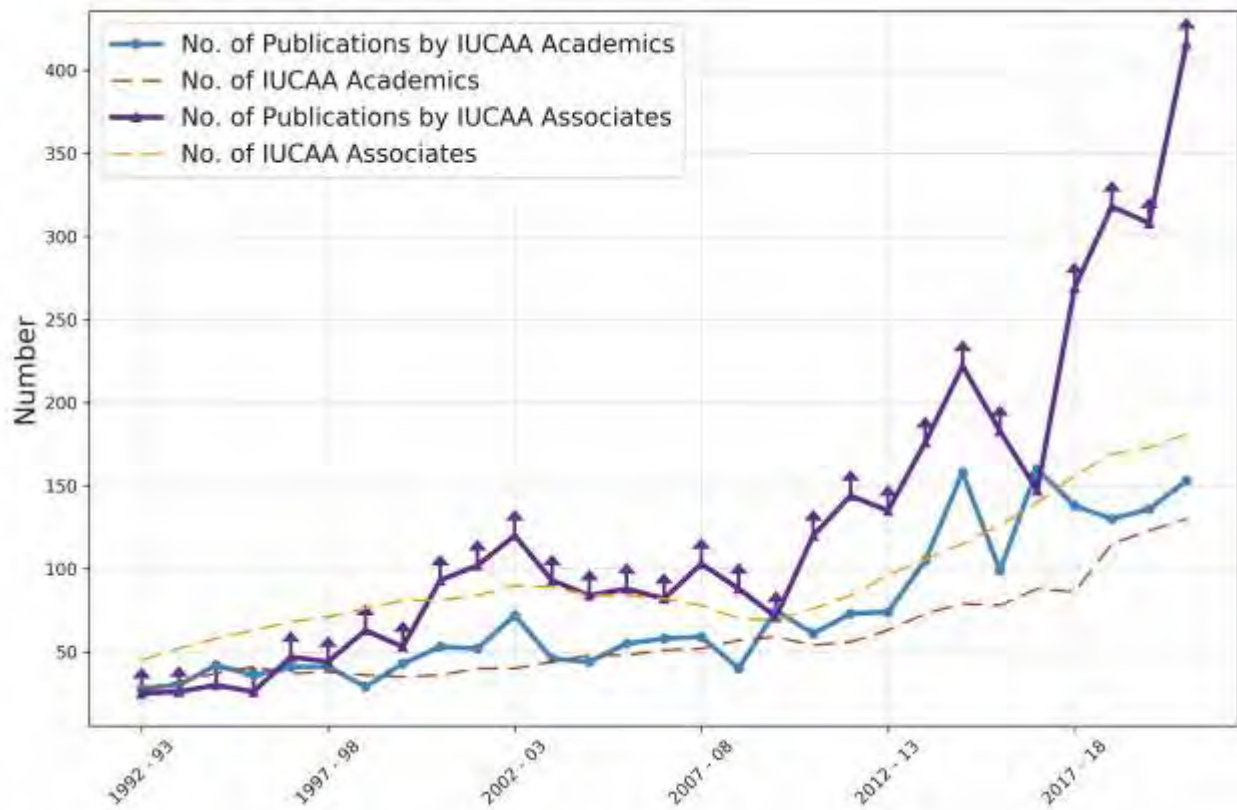
आयुका ने अपनी स्थापना के बाद से अभ्यागत सहकर्मियों (विजिटिंग एसोसिएट्स) के परिवार में समय-समय पर अनवरत वृद्धि होते हुए देखा है, जिनकी संख्या आज इसकी मूल संख्या से लगभग तीन गुना है।

संपूर्ण वर्ष में आयुका परिवार





संपूर्ण वर्ष में प्रकाशित शोध-पत्र

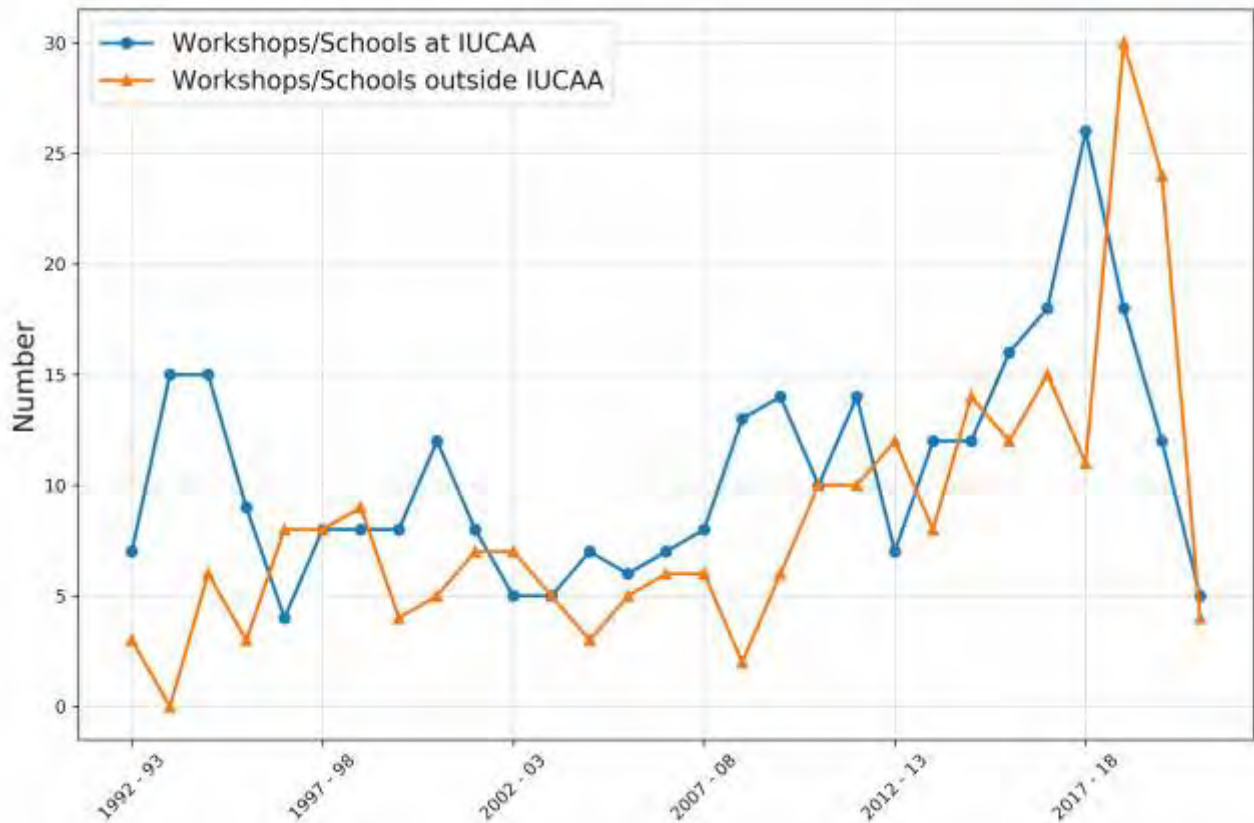


आयुका के अभ्यागत सहकर्मियों (विजिटिंग एसोसिएट्स) द्वारा प्रकाशित शोध पत्रों की संख्या को कम करके आँका जाता है।

वैज्ञानिक रूप से प्रकाशित शोध-पत्रों में होने वाली वृद्धि के अनुरूप शैक्षणिक शक्ति में भी वृद्धि हुई है।



आयुका परिसर में और आयुका परिसर के बाहर आयोजित कार्यशालाएँ/स्कूल

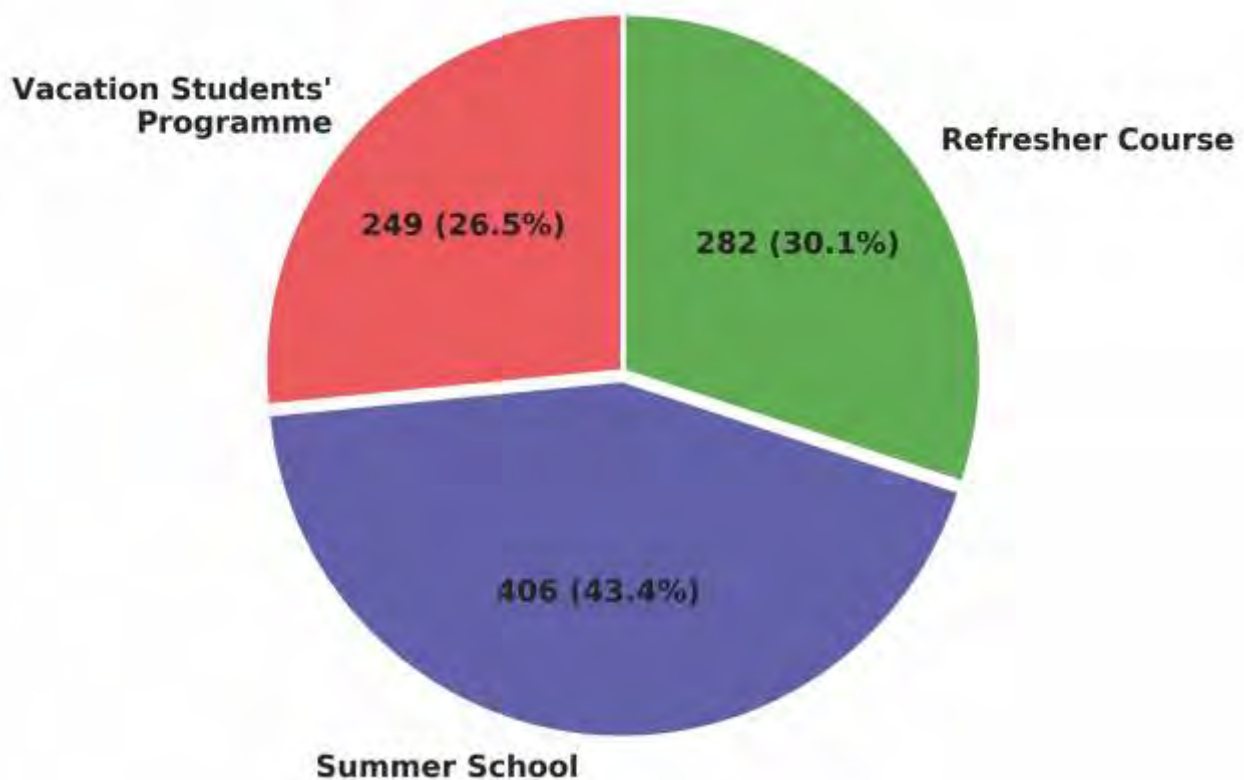


आयुका, विश्वविद्यालयों में खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी को बढ़ावा देने के लिए प्रतिबद्ध है।
इसके लिए मुख्य रूप से आयुका के अंदर और आयुका से बाहर दोनों जगहों पर आयोजित
कार्यशालाओं और स्कूलों की आवृत्ति को बढ़ाया जा रहा है।



आयुका में ग्रीष्मकालीन कार्यक्रम

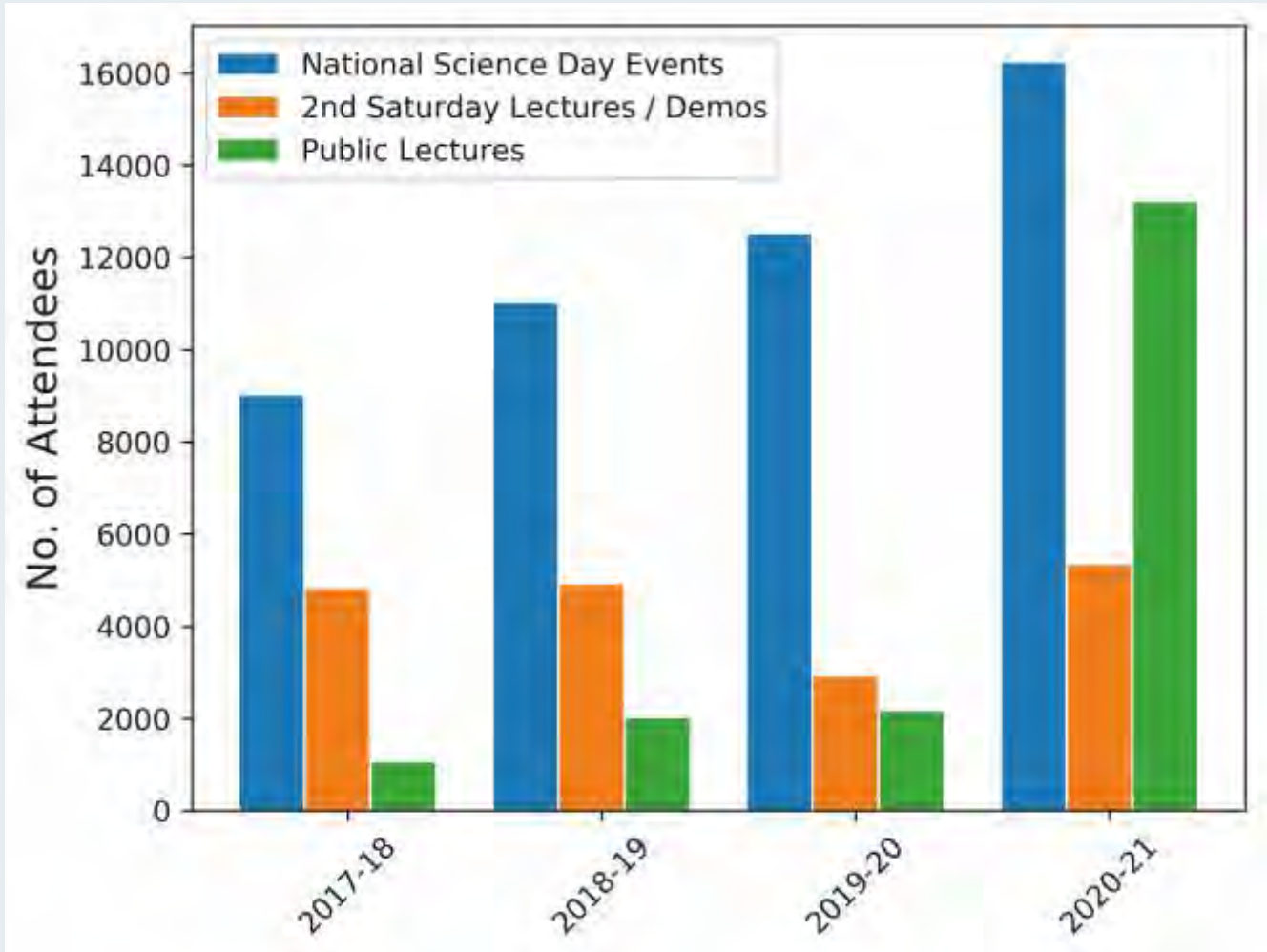
आयुका साल भर में कई सार्वजनिक गतिविधियों और कार्यक्रमों के साथ-साथ स्कूली छात्रों के ग्रीष्मकालीन कार्यक्रम और खगोल विज्ञान शिविर के माध्यम से प्रति वर्ष लगभग 200 छात्रों तक पहुँचता है।



आयुका का ग्रीष्मकालीन कार्यक्रम, ग्रीष्मकालीन स्कूल और विद्यार्थी अवकाश कालीन कार्यक्रमों के माध्यम से पूर्व-स्नातक और स्नातकोत्तर स्तर पर नवोदित शोधकर्ताओं के साथ-साथ रिफ्रेशर कोर्सेस के माध्यम से अनुभवी शिक्षकों को खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में संक्षिप्त, गहन क्रैश-कोर्स प्रदान करता है।



आयुका में सार्वजनिक जनसंपर्क गतिविधियाँ



आयुका विभिन्न सार्वजनिक जनसंपर्क गतिविधियों के माध्यम से हर साल हजारों सामान्य नागरिकों के जीवन को प्रभावित करता है।



अनुसंधान की मुख्य विशेषताएँ 2020-2021



MeerKAT array (South Africa)

MALS
MEERKAT ABSORPTION LINE SURVEY

MeerKAT अवशोषण रेखा सर्वेक्षण (MALS) का वास्तविकता से मेल !

आकाशगंगाओं के गहन सर्वेक्षणों से यह पता चला है कि ब्रह्मांड के वैश्विक तारक निर्माण दर (एस.एफ.आर.) का घनत्व $1 \leq Z \leq 2$ के दौरान शिखर पर है और वर्तमान ($Z = 0$) की तरफ ते μ जी से घट रहा है। परंतु इस विकास को प्रभावित करनेवाली अंतर्निहित प्रक्रियाओं का चित्र उभरना अभी बाकी है। इन प्रक्रियाओं में ठंडे परमाणुओं (~ 100 K) के विकास को समझना अत्यंत आवश्यक है। इस लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए, 2010 में आयुका के अनुसंधानकर्ता एन. गुप्ता और आर. श्रीआनंद के नेतृत्व में MALS टीम को मीरकैट रेडियो टेलिस्कोप से एक बड़े सर्वेक्षण को कार्यान्वित करने की जिम्मेदारी मिली।

मीरकैट दक्षिण अफ्रीका में स्थित है और इस समय विश्व का सबसे संवेदनशील टेलिस्कोप है। MALS से मीरकैट से किए जाने वाले दस बड़े सर्वेक्षणों से एक सर्वेक्षण में पहचान मिली है।

दक्षिण अफ्रीकी रेडियो खगोल विज्ञान वेधशाला से जुड़े इंजीनियर और एम.ए.एल.एस. टीम के खगोलविदों के कठिन एवं सफल टेलिस्कोप कमिश्निंग और विज्ञान सत्यापन चरण के पश्चात आखिरकार एम.ए.एल.एस. सर्वेक्षण जून 2020 से शुरू हुआ। MALS 1.5 पेटाबाइट डेटा का उत्पादन करेगा! इस डेटा को पारंपारिक संसाधन तरीकों से संसाधित करना मुमकिन नहीं है। इस बड़ी चुनौती को दूर करने के लिए आयुका ने एक खास संसाधन सुविधा को स्थापित किया है।

MALS के द्वारा अब तक के सबसे अधिक संवेदनशील स्पेक्ट्रा को अर्जित कर रहे हैं। प्रारंभिक विज्ञान डेटा से मिले नए रोमांचक परिणामों का विवरण इस रिपोर्ट की “रिसर्च ऐट आयुका” खंड में वर्णित किया गया है।

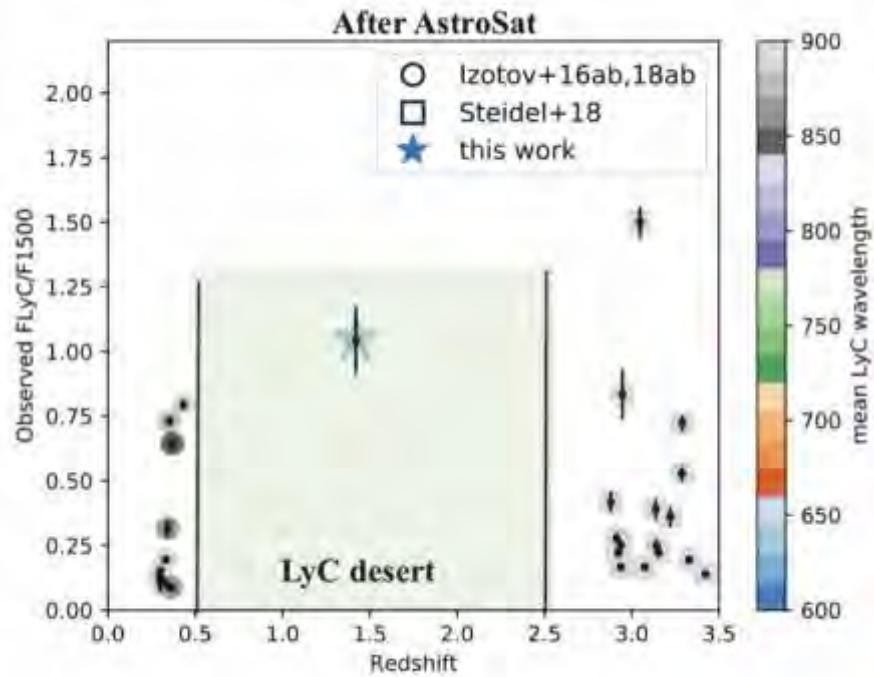
भविष्य में MALS से प्राप्त अवशोषकों के बड़े नमूने भौतिकी के मूलभूत स्थिरांकों पर प्रकाश डालेंगे तथा आकाशगंगाओं में चुंबकीय क्षेत्रों की जाँच-पड़ताल भी करेंगे। अत्यंत संवेदनशील और वाइडबैंड स्पेक्ट्रो-पोलरिमेट्री की बदौलत MALS H I/OH की उत्सर्जक रेखाओं का एक उपयोगी सर्वेक्षक भी है। MALS के द्वारा अर्जित जानकारी, स्केअर किलोमीटर अरे (SKA) से संबंधित विज्ञान विषयों की श्रंखला को आगे बढ़ाने में उपयोगी सिद्ध होगी।



एस्ट्रोसैट यू.वी. डीप फिल्ड से लाइमैन- कॉन्टिनम उत्सर्जक आकाशगंगाएँ

वर्तमान में ब्रह्मांड विज्ञान के अवलोकन संबंधी प्रश्नों में से एक महत्वपूर्ण प्रश्न है— हमारे ब्रह्मांड के पुर्नआयनन के लिए उत्तरदायी मूल स्रोतों के स्वरूप को समझना। संभवतः यह स्रोत प्रारंभिक आकाशगंगाएँ हैं, जो PopIII श्रेणी के सितारों से बनी हैं। इनका निर्माण कॉस्मिक डार्क एज या ब्रह्मांड के अन्धकार युग के बाद हुआ। अत्यंत दूर स्थित इन पुर्नआयनन स्रोतों को प्रत्यक्ष रूप से देख पाना वास्तव में अव्यावहारिक है। इसका कारण है इंटरगैलेक्टिक मीडियम (IGM) (आकाशगंगाओं के बीच का माध्यम) में अंतर (जिसे खगोलीय अभिरक्त विस्थापन या redshift $> (z)$ द्वारा मापा जाता है) के बढ़ने के साथ उसकी अपारदर्शिता (opacity) में तीव्र वृद्धि।

पिछले पाँच वर्षों में इस क्षेत्र में, विशेषतः कम अंतर या redshift पर स्थित इस प्रकार की आकाशगंगाओं के अनुरूपों की खोज में काफी प्रगति हुई है। उदाहरण के तौर पर, हरे मटर के दानों जैसी शृंखलाबद्ध $z < 0.5$ पर स्थित, कॉम्पैक्ट स्टारबर्स्ट आकाशगंगाओं को 900Å रेस्ट-फ्रेम पर लाइमैन कॉन्टिनम (LyC) (पराबैंगनी प्रकाश का एक प्रकार) उत्सर्जित करते हुए देखा गया है। यह खोज हबल स्पेस टेलिस्कोप (HST) के कॉस्मिक ओरिजिन्स स्पेक्ट्रोग्राफ द्वारा किए गए अवलोकनों से संभव हुई है। 2.5 से 3.5 रेडशिफ्ट की सभी में ऐसा ही कुछ कॉम्पैक्ट LyC आकाशगंगाओं की खोज हुई। लेकिन redshift सीमा 0.5–2.5 में पहली बार ऐसी उत्सर्जक आकाशगंगाओं की खोज हाल ही में की गई है। एस्ट्रोसैट अल्ट्रा वायोलेट डीप फिल्ड (AUDF) के अवलोकन डेटा के आधार पर आयुका के डॉ. कनक साहा और उनके सहकर्मियों ने $z = 1.42$ के इस 'LyC रेगिस्तान' कहे जाने वाले युग में इन्हें ढूँढ़ने में सफलता पाई है (Saha et al. NatAst, 2020)। इस स्रोत को AUDFs01 यह नाम दिया गया है।



आकृति 1 : LyC रेगिस्तान में नए रूप से खोजी गई AUDFs01 आकाशगंगा

एस्ट्रोसैट भारत की पहली अंतरिक्ष स्थित वेधशाला या स्पेस दूरबीन है। एस्ट्रोसैट पर लगे अल्ट्रावाइलेट इमेजिंग टेलिस्कोप (UVIT) द्वारा लिए गए अवलोकनों के आधार पर AUDF को बनाया गया है। इस पहले संस्करण के लिए निरंतर दो वर्षों के प्रयास लगे। UVIT के दो फिल्टर्स द्वारा ली गई छवियों की सटीक खगोलमिति, कक्षीय विश्लेषण, डेटा पाइपलाइन के विभिन्न संस्करणों को चलाना और बेंचमार्क करना आदि कार्य इसमें शामिल हैं। यह सब परिश्रमपूर्ण कार्य आयुका के डॉ. कनक साहा के नेतृत्व में किए गए। वर्तमान में AUDF के अंतर्गत सबसे दूर तक का अवलोकित पराबैंगनी प्रकाश तथा रेस्ट फ्रेम में दूरस्थ आकाशगंगाओं से देखा गया एक्स्ट्रीम-यू.वी. विकीरण (EUV) भी शामिल है। दूसरे शब्दों में, AUDF खगोल अध्ययनकर्ता को दूरतम और अस्पष्ट स्रोतों का अध्ययन संभव कराता है। AUDFs01 की यह खोज रेस्ट-फ्रेम में ई.यू.वी. प्रकाश के पता लगाने का पहला उदाहरण है। फिलहाल उसी शोध दल द्वारा इस क्षेत्र में ब्रह्मांड के विविध युगों के मल्टी-इपोक फार-यू.वी. अवलोकनों की विश्लेषण प्रक्रिया जारी है।



Hindustan Times

Iucaa-led team sees light... from 9.3bn light years away

Dheeraj Bhatnagar

PUNE: A team of international astronomers led by the scientists from the Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics (IUCAA) in Pune has laid claim to the discovery of UV light emanating from a galaxy called AUDFs01, which, according to Iucaa, is 9.3 billion light-years away from Earth.

The light was seen using "AstroSat", India's first multi-wavelength satellite. The multi-wavelength satellite has five unique X-ray and ultraviolet telescopes working in tandem. AstroSat was launched on September 28, 2015, by the Indian Space Research Organisation (ISRO) and has onboard the UltraViolet Imaging Telescope (UVIT).

The discovery was made by a team, led by Dr Kanak Saha, associate professor at Iucaa and the paper has been published on Monday by Nature Astronomy.

The team comprises scientists from Switzerland, France, USA, Japan and the Netherlands, apart from India. Saha and his team observed the galaxy which is located in the "Hubble Extreme Deep field", through AstroSat. These observations lasted for 20 hours in October 2016, but it took two years since then to carefully analyse the data to ascertain that the emission is indeed from the said galaxy. Since UV radiation is absorbed by Earth's atmosphere, it is detected from space.



• The light was seen using "AstroSat" (right), India wavelength satellite. Nasa's Hubble Space Telescope significantly larger than AstroSat, has not detected emission from this galaxy because it is too faint.



This discovery of AUDFs01 by AstroSat establishes that there is hope and perhaps, this is the beginning.

DR KANAK SAHA, associate professor at Iucaa

the background noise in the UVIT detector is much less than the one seen by Hubble.

PuneMirror

5th June 2021 | BANGALORE EDITION | BANGALORE MIRROR

Home Pune Entertainment Columns News Sports Photos Videos Live TV

Pune-Speaks Crime Story Crime Crime Others Campus

HOME / PUNE / IUCAA TO BUILD QUANTUM LABORATORY ON PREMISES

IUCAA to build quantum laboratory on premises

PuneMirror | 5th June 2021 | 6:02 PM

Facebook Twitter LinkedIn

Its optical atomic clock will give most-accurate calculations

Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics (IUCAA), Pune, has joined hands with Union government's initiative on quantum technologies. Taking it ahead, it will establish precision and quantum measurement laboratory (PQM-lab) on the campus. This facility will develop an optical atomic clock for the most-accurate calculations.

Professor Subhadeep De, who is leading the project, said, "This is a unique new addition to IUCAA's existing instrumentation facilities, which concentrate on advanced astronomical instrumentation — such as adaptive optics, imagers and spectrographs for ground-based and space observatories."

Apart from contributing to nation's quantum research, this laboratory will help IUCAA in studying fundamental sciences. Furthermore, the technological outcomes from the PQM-lab will lead to products that can be commercialised. This will help foster technology-driven economic growth in India by import substitution and self-reliance. Other national mega-science initiatives are expected to reap benefits from the developed technologies at the PQM-lab.

ANNULAR SOLAR ECLIPSE ON JUNE 21

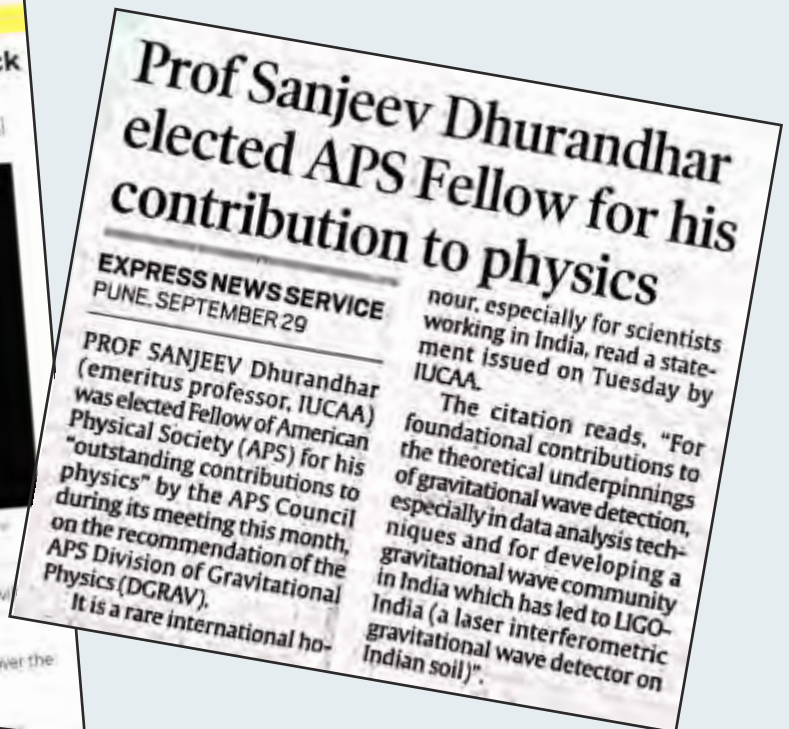
IUCAA to hold online sessions on solar eclipse

Pune: As the annular solar eclipse, which will be seen in parts of north India on June 21, draws near, the Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics in Pune will hold a series of interactive sessions on its YouTube channel (IUCAA SciPOP) on solar eclipses.

In Pune, the eclipse will begin at 10.02 am and is expected to reach its maximum phase at 11.40 am. It will end at 1.30 pm here. Across India, however, different phases of it should be visible between 10 am and 2 pm, depending on the longitude.

The hour-long IUCAA SciPOP

sessions will be held on June 18 and 19, in English and Marathi respectively. On June 21, the live online session will combine feeds from all over the country and host an array of experts from IUCAA and the scientific community on eclipses, astronomy and related fields. **ENS**




THE TIMES OF INDIA

THIS STORY IS FROM AUGUST 13, 2020.

Pune Knowledge Cluster to take up projects on ecology, health in region gets underway

TNN / Updated: Aug 13, 2020, 10:50 IST

ARTICLES



I have been working
on the...
project...
...
...

75% of PMH's home isolation Covid cases from PMC limits

Apollo Tyres-
KONAMI team up
to launch eSports
tournament, in...



CLUE TO UNDERSTANDING HOW 'DARK AGE' OF UNIVERSE ENDED

Global team of scientists discovers one

EXRESS NEWS SERVICE
PUNE AUGUST 24

GLOBAL team of scientists has discovered that the 'dark age' of the universe ended when the first stars began to shine, a discovery that could help scientists understand the early universe.

The team, led by a group of scientists from the University of California, Berkeley, used a new technique to study the light from the first stars. They found that the light from the first stars was much brighter than previously thought, and that it was able to ionize the surrounding gas.

This discovery is important because it helps scientists understand the early universe. The 'dark age' of the universe is the period between the end of the Big Bang and the formation of the first stars. During this time, the universe was filled with a dense gas of hydrogen and helium, and it was completely dark.

The discovery that the first stars were able to ionize the surrounding gas means that the 'dark age' of the universe ended much earlier than previously thought. This discovery could help scientists understand the early universe and the formation of the first stars.

EXPRESS NEWS SERVICE
PUNE, AUGUST 24

A GLOBAL team led by scientists from the Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics (IUCAA) in Pune has discovered one of the earliest galaxies in our universe by using AstroSat, India's first multi-wavelength satellite.

The team, which comprises scientists from India, Switzerland, France, the US, Japan and The Netherlands, used AstroSat, which has five unique X-ray and ultraviolet telescopes working in tandem, to detect ex-

treme-ultraviolet light emanating from galaxy AUDFs01 located 9.3 billion light-years away from Earth.

Dr Kanak Saha, associate professor of astronomy at IUCAA, who led the team, told *The Indian Express* that the team observed the galaxy which is located in the Hubble Extreme Deep field, through AstroSat. The findings were published on August 24 by *Nature Astronomy*.

A statement issued by IUCAA explained that after the Big Bang, the universe was a hot soup of particles (protons, neutrons, and electrons). As the universe started to cool, the protons and

neutrons began combining into ionized atoms of hydrogen, and eventually, some helium. These ionized atoms of hydrogen and helium attracted electrons, turning them into neutral atoms — which allowed light to travel freely for the first time, since this light was no longer scattering off free electrons. But there were no stars, and no galaxies, and the universe was dark.

According to the statement perhaps a few hundred million years after the Big Bang, the "dark ages" ended when the first stars and galaxies formed and the energy pouring out from them ionized the hydrogen and

helium, splitting the atoms back again in protons and electrons — the epoch of reionization, the statement said.

Astronomers have been looking for sources that reionized the early universe.

Raychaudhury said this was a very important discovery to understand how the "dark ages" of the universe ended and there was light in the universe. "We need to know when this started, but it has been very hard to find the earliest sources of light," Raychaudhury said.

"We knew it would be an uphill task to convince the in-

The ga
square
light y

ternat
UVIT (C
Teleso

ऑप्टिकल आणि वैद्यकीय घड्याळाद्वारे
आयुका, आयसर यांची जोडणी

लोकसत्ता प्रतिनिधी

पुणे : भारतीय विज्ञान शिक्षण आणि
 संशोधन संस्था (आइएमएस पुणे)
 आणि आंतरराष्ट्रीय हार्मोनी
 स्वच्छतावाक आणि स्वच्छतावाक के
 डे (सायुका) या संस्था आता
 जैवचिकल अवशेष घट्टावळी
 गोडल्या जाणार आहेत. केंद्राच्या
 प्रकल्पांसाठी आर्थिक दान
 प्राप्त होत आहे. विविध
 संस्थांमार्फत जैवचिकल अवशेष
 गोळा करून आर्थिक फायदा

एकदाच चुकत असेल

पञ्चाङ्गानि अयुक्ता अस्वाधारण
जाते, त्वातीत एकाग्रता ठोका
सिखावे तव (१३८ अक्षर तव)
असंख्येय धारणा कर्तव्या
सकलस्य सुखस्य आनन्दस्य, अस्य
आयुष्मन्तुल्य साधनयात आले

अध्यात्मिक जीवनस्य स्थापनं
 त्वं गणपते, एतत् आधिकारं
 जायते पदस्य कार्यतः असेल
 वायस आनि आध्यात्मिक
 कर्म चेतनं त्वं संस्थापक
 प्रयोगशालायां दिनेन प्रकाशक



Global team of scientists discovers one of the earliest galaxies using India's AstroSat

AstroSat discovers one of the earliest galaxies in extreme ultraviolet light

By: Express News Service | Pune
Updated: August 25, 2020 11:02:28 am



In a major breakthrough, a global team led by scientists of the Inter University Centre for Astronomy and Astrophysics (IUCAA) has discovered one of the earliest galaxies in extreme ultraviolet light. AstroSat, India's first multi-wavelength satellite that has five unique X-ray and ultraviolet telescopes working in tandem, has detected extreme UV light from a galaxy called AUDFs01, 9.3 billion light-years away from Earth.

The discovery was made by a team, led by Dr Kanak Saha, associate professor at IUCAA and the paper has been published on Monday by Nature Astronomy.

Hindustan Times

Monday, Jan 17, 2022 New Delhi 11°C

Home / Science / Astronomers led by Iucaa team detect UV light from galaxy 9.3 billion light-years away from Earth

The discovery was made by a team, led by Dr Kanak Saha, associate professor at Iucaa and the paper has been published on Monday by Nature Astronomy.



Light from young galaxy born in baby universe spotted

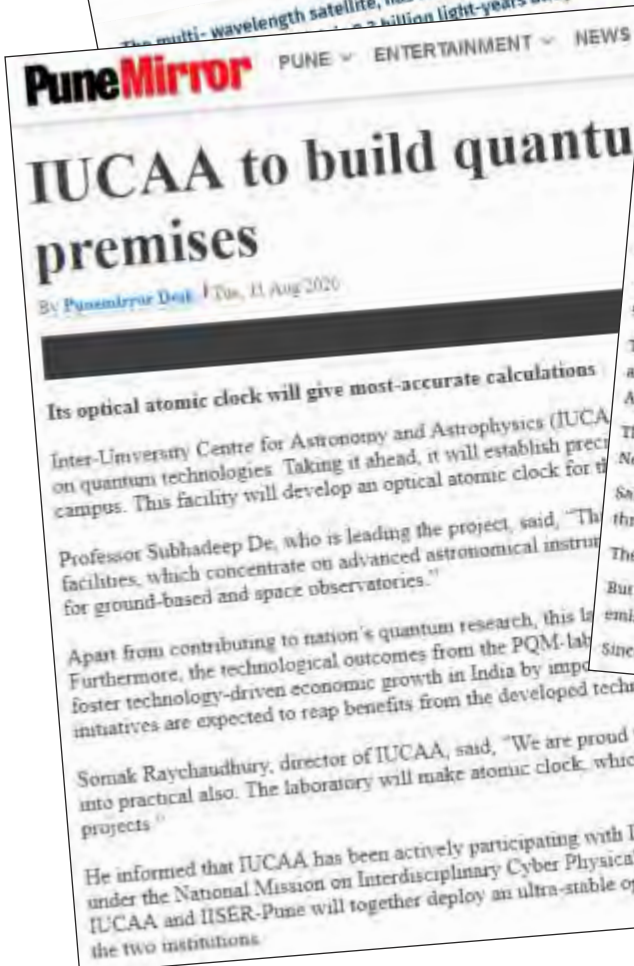
Kalyan Ray, DHNS, AUG 26 2020, 23:34 IST | UPDATED: AUG 25 2020, 19:44 IST



Representative image: iStock Photo

Using India's very own space observatory Astrosat, a bunch of Indian researchers in collaboration with their partners from the USA, Europe and Japan on Monday reported spotting the signatures of one of the first galaxies that were born when the universe was only one-third of its age.

The discovery opens up a new window to look at the universe at a time when light came into being after the Cosmic Dark Age.





CLUE TO UNDERSTANDING HOW 'DARK AGE' OF UNIVERSE ENDED

Global team of scientists discovers one

EXPRESS NEWS SERVICE
PUNE, AUGUST 24

A GLOBAL team led by scientists from the Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics (IUCAA) in Pune has discovered one of the earliest galaxies in our universe by using AstroSat, India's first multi-wavelength satellite.

The team, which comprises scientists from India, Switzerland, France, the US, Japan and The Netherlands, used AstroSat, which has five X-ray and ultraviolet

extreme-ultraviolet light emanating from galaxy AUDFs01 located 9.3 billion light-years away from Earth.

Dr Kanak Saha, associate professor of astronomy at IUCAA who led the team, told *The Indian Express* that the team observed the galaxy which is located in the Hubble Extreme Deep field, through AstroSat. The findings were published on August 24 by *Nature Astronomy*.

A statement issued by the team explained that

neutrons began combining into ionized atoms of hydrogen, and eventually, some helium. These ionized atoms of hydrogen and helium attracted electrons, turning them into neutral atoms — which allowed light to travel freely for the first time, since this light was no longer scattering off free electrons. But there were no stars, and no galaxies, and the universe was dark.

According to the statement, a few hundred million years after the Big Bang, the "dark age" ended when the first galaxies formed and began pouring out from the hydrogen and

helium, splitting the atoms back again in protons and electrons — the epoch of reionization, the statement said.

Astronomers have been looking for sources that reionized the early universe.

IUCAA director Dr Somak Raychaudhury said this was a very important discovery to understand how the "dark ages" of the universe ended and there was light in the universe. "We need to know when this started, but it has been very hard to find the earliest sources of light," Raychaudhury said.

"We knew it would be an uphill task to convince the in-



The galaxy discovered by the team

ternational team of scientists using the Ultraviolet Imaging Telescope (UVIT) on the AstroSat

PuneMirror
5th Sep 2021 11:00 AM PUNE MIRROR - INDIA'S FIRST DIGITAL NEWS PAPER

Home Pune Entertainment Columns News Sports Photos Videos Live TV
Pune-Sharekhan, Covid-19, Crime, CMG, Others, Campus

YOU ARE HERE: PUNE MIRROR > PUNE > IUCAA TO BUILD QUANTUM LABORATORY ON PREMISES

IUCAA to build quantum laboratory on premises

Pune Mirror | 5th Sep 2021 11:00 AM

Its optical atomic clock will give most-accurate calculations

Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics (IUCAA), Pune, has joined hands with Union government's initiative on quantum technologies. Taking it ahead, it will establish precision and quantum measurement laboratory (PQM-lab) on the campus. This facility will develop an optical atomic clock for the most-accurate calculations.

Professor Subhadeep De, who is leading the project, said, "This is a unique new addition to IUCAA's existing instrumentation facilities, which concentrate on advanced astronomical instrumentation — such as adaptive optics, imagers and spectrographs on ground-based and space observatories."

Apart from contributing to nation's quantum research, this laboratory will help in studying fundamental sciences. Furthermore, the technological outcomes from PQM-lab will lead to products that can be commercialised. This will help in technology-driven economic growth in India by import substitution and so on. Other national mega-science initiatives are expected to reap benefits from developed technologies at the PQM-lab.

Somak Raychaudhury, director of IUCAA, said, "We are proud that IUCAA is able to transform from theoretical projects into practical also. The laboratory's optical atomic clock, which is accurate, and will also be helped in various other projects."

He informed that IUCAA has been actively participating with ISRO's approved Technology Innovation Hub under the National Mission on Inter-Space Cyber Physical Systems programme, which will develop quantum technologies. IUCAA and ISIRI-Pune will together deploy an ultra-stable optical fibre link (quantum channel) between two atomic clocks at the two institutions.

Prof Sanjeev Dhurandhar elected APS Fellow for his contribution to physics

EXPRESS NEWS SERVICE
PUNE, SEPTEMBER 29

PROF SANJEEV Dhurandhar (emeritus professor, IUCAA) was elected Fellow of American Physical Society (APS) for his "outstanding contributions to physics" by the APS Council during its meeting this month, on the recommendation of the APS Division of Gravitational Physics (DGRAV).

It is a rare international honour, especially for scientists working in India, read a statement issued on Tuesday by IUCAA.

The citation reads, "For foundational contributions to the theoretical underpinnings of gravitational wave detection, especially in data analysis techniques and for developing a gravitational wave community in India which has led to LIGO-India (a laser interferometric gravitational wave detector on Indian soil)".



आयुका शैक्षिक कैलेंडर

(सभी कार्यक्रमों का आयोजन ऑनलाइन रूप से किया गया था।)



33^{वाँ}
वार्षिक प्रतिवेदन
2020-21

आयुका में वार्षिक समारोह

2020

11 मई से 12 जून

खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी पर परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर
(कॉलेज एवं विश्वविद्यालय के छात्रों/छात्राओं के लिए)

और

खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी पर पुनश्चर्या पाठ्यक्रम
(कॉलेज एवं विश्वविद्यालय के अध्यापकों के लिए)

28 दिसंबर से 9 जनवरी

आयुका-एन.सी.आर.ए. रेडियो खगोलविज्ञान विंटर स्कूल

संयोजक: डी.जे.सैकिया / जमीर मनुर। शुभाशिष रॉय। ऋता काले

29 दिसंबर

स्थापना दिवस

2021

28 फरवरी

राष्ट्रीय विज्ञान दिवस





आयुका में होने वाले कार्यक्रम

2020

जुलाई से सितंबर

ऑप्टिकल एवं अवरक्त व्यतिकरणमिति (इन्फ्रारेड इंटेरिफेरोमेट्री) से परिचय

संयोजक: प्रकाश अरुमुगासामी

2021

5 जनवरी से 1 अप्रैल

पल्सर खगोल भौतिकी पर उन्नत (एडव्हान्स) पाठ्यक्रम

संयोजक: प्रकाश अरुमुगासामी

27 जनवरी से 9 अप्रैल

खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी पर परिचयात्मक पाठ्यक्रम

संयोजक: गाजी अहमद। रुपज्योति गोगई। धुबा जे. सैकिया

आयुका से बाहर होने वाले कार्यक्रम

2020

10 से 13 नवंबर

खगोलविदों की उत्तर-पूर्वी बैठक (NEMA – VI)

संयोजक: आई.आई.टी., गुवाहाटी

5 से 7 दिसंबर

अल्ट्रावाइलेट खगोलविज्ञान पर कार्यशाला

आयोजित स्थान: महात्मा गांधी विश्वविद्यालय, कोट्टायम

संयोजक: के. इंदुलेखा, के. साहा

2021

फरवरी से मार्च

सामान्य सापेक्षता पर पाठ्यक्रम

आयोजित स्थान: उन्नत अनुसंधान संस्थान, गांधीनगर Coordinators: G. Gauri | R. Misra

संयोजक: जी.गौरी, आर. मिश्रा

18 से 21 फरवरी

अल्ट्रावाइलेट स्पेस अस्ट्रानमी: यू.वी.आई.टी. एंड बियॉन्ड विषय पर कार्यशाला

आयोजित स्थान: ए.एस.आई. की 39 वीं बैठक

सह-आयोजक: महेश्वर गोपीनाथन, ++ कनक साहा



पुरस्कार एवं सम्मान

संजीव वी. धुरंधर

अध्येता, अमेरिकन फिजिकल सोसाइटी, गुरुत्वीय तरंग की खोज के सैद्धांतिक आधार के लिए मूलभूत योगदान हेतु, विशेष रूप से डेटा विश्लेषण तकनीकों में एवं लाईगो-इंडिया को शुरू करने वाले भारतीय गुरुत्वीय तरंग समुदाय के विकास हेतु सम्मानित, सितंबर 2020।

समीर धुर्डे

समीर धुर्डे ने खगोल विज्ञान एवं संबद्ध क्षेत्रों में सार्वजनिक जनसंपर्क गतिविधियों एवं शिक्षा के लिए ऐस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया का जुबिन केंभवी पुरस्कार, विवेक मोटोरो के साथ साझा किया।



नीरज गुप्ता एवं टीम

कीथ डब्ल्यू. बैनिस्टर, एडम टी. डेलर, क्रिस फिलिप्स, जीन-पियरे मैक्कार्ट,..... नीरज गुप्ता, एवं आदि (2019), ए सिंगल फास्ट रेडियो बस्ट लोकलाइज्ड टू ए मैसिव गैलेक्सी अट काज्मलाजिकल डिस्टन्स, Sci, **365**, 565, के लिए **AAAS न्यूकोम्ब क्लीवलैंड पुरस्कार (2021)**
[<https://www.aaas.org/awards/newcomb-cleveland-prize/about>].

जयंत वी. नार्लीकर

- जयंत वी. नार्लीकर जी ने **94 वें अखिल भारतीय मराठी साहित्य सम्मेलन के अध्यक्ष पद** को विभूषित किया। (94 वाँ अखिल भारतीय मराठी साहित्य सम्मेलन)।
- **कृष्णा जी मेडल** (व्याख्यान पुरस्कार), राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी, भारत।

टी. पद्मनाभन

टी. पद्मनाभन ने **गुरुत्वाकर्षण निबंध प्रतियोगिता में पाँचवाँ पुरस्कार** प्राप्त किया (ग्रेविटी रिसर्च फाउंडेशन, यूएसए, द्वारा सम्मानित), 2021

कनक साहा, श्याम एन. टंडन एवं टीम

ऐस्ट्रोसैट का उपयोग करके, $a_z = 1.42$ आकाशगंगा से लाइमैन कन्टिन्युअम उत्सर्जन की खोज करने के उनके कार्य के लिए, **न्यू डिस्कवरी पुरस्कार**।



अनुसंधान अनुदान एवं अध्येतावृत्ति

दीपांकर भट्टाचार्य

- एस्ट्रोसैट साइन्स सपोर्ट सेल (ए.एस.एस.सी.) स्थापित करने के लिए इस्रो का अनुदान

शुभादीप डे

- अंतर्विषयक साइबर भौतिक प्रणालियों के आयन-ट्रेप एवं ऑप्टिकल-जालक उपकरणों के साथ क्वांटम सूचना प्रौद्योगिकी-परियोजना के लिए डी.एस.टी. से अनुदान

संजीव धुरंधर

- एन.ए.एस.आई. वरिष्ठ वैज्ञानिक प्लैटिनम जुबली अध्येतावृत्ति

शबनम अय्यानी

- डी.एस.टी.-इंस्पायर संकाय अध्येतावृत्ति

अजित केंभवी

- पूना नॉलेज क्लस्टर के लिए अनुदान

संजीत मित्रा

- भू-आधारित संसूचकों के नेटवर्क के साथ गुरुत्वीय तरंग खगोल विज्ञान- परियोजना के लिए डी.एस.टी. स्वर्ण जयंती अध्येतावृत्ति

टी.पद्मनाभन

- डी.एस.टी. जे.सी.बोस (द्वितीय) अध्येतावृत्ति

ईशा पाह्ला

- डी.एस.टी.-इंस्पायर संकाय अध्येतावृत्ति

ए.एन.रामप्रकाश

- तीस मीटर टेलिस्कोप परियोजना में सहभागिता अनुदान
- आदित्य-एल1 मिशन के लिए अल्ट्रावाइलट इमेजिंग टेलीस्कोप पेलोड के अभिकल्प, विकास, संयोजन, परीक्षण, अंशांकन के लिए इस्रो अनुदान
- रिसर्जेंट कैलटेक के लिए इन्फोसिस फाउंडेशन का अनुदान- उन्नत उपकरण विकास एवं वैज्ञानिक खोजों के लिए आयुका को सहयोग
- इस्रो-आई.एस.ए.सी. अनुदान



कनक साहा

- पिछले 8 अरब वर्षों में चक्रिका(डिस्क) आकाशगंगाओं के संयोजन का इतिहास- परियोजना के लिए सी.ई.एफ.आई.पी.आर.ए. अनुदान
- एस्ट्रोसैट-यूवर डीप फिल्ड में लाइमन कॉन्टिनम उत्सर्जक स्रोतों के प्रकृति की खोज- परियोजना के लिए अनुदान

वरुण साहनी

- डी.एस.टी. जे.सी. बोस अध्येतावृत्ति

दुर्गेश त्रिपाठी

- सौर वायुमंडलीय परियोजना के युग्मन एवं गतिशीलता के लिए इंडो-जर्मन (डी.एस.टी.- मैक्स प्लैंक सोसाइटी) पार्टनर ग्रुप द्वारा रिसर्च अनुदान

आयुका को अन्य अनुदान

- शिक्षक एवं शिक्षण पर पंडित मदन मोहन मालवीय राष्ट्रीय मिशन(PMMMMNMTT) के तहत परियोजना के लिए शिक्षण अध्ययन केंद्र (टी.एल.सी.) अनुदान
- PMMMMNMTT के अंतर्गत परियोजना के लिए खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी के लिए राष्ट्रीय संसाधन केंद्र (एन.आर.सी.)
- PMMMMNMTT के अंतर्गत खगोलविज्ञान एवं खगोल भौतिकी अनुदान के लिए वार्षिक पुनश्चर्या कार्यक्रम इन टिचिंग (अर्पित)
- गुरुत्वीय तरंगों की खोज के लिए तकनीकी विकास एवं क्षमता निर्माण हेतु डी.एस.टी.-डी.ए.ई. अनुदान
- लाइगो-इंडिया सीड के लिए डी.एस.टी.-डी.ए.ई. अनुदान



आयुका में अनुसंधान

इस खंड में वर्ष 2020-2021 के दौरान खगोलविज्ञान, खगोलभौतिकी और संबद्ध क्षेत्रों में आयुका के वैज्ञानिकों द्वारा शुरू किए गए अनुसंधानों को सम्मिलित किया गया है। अधिक जानकारी के लिए कृपया अंग्रेजी संस्करण देखें।

Cosmology and Structure Formation

Curing inflationary degeneracies using reheating predictions and relic gravitational waves

There has been a remarkable progress in our understanding of the early universe over the past three decades, fostered by new theoretical insights and reinforced by a plethora of precision cosmological missions, ranging from Cosmic Microwave Background (CMB) to large scale structure (LSS) observations. As a result, the inflationary paradigm has emerged as a key scenario for describing the early universe and for setting initial conditions for the hot big bang phase of expansion. One of the key predictions of the inflationary scenario is the quantum-mechanical production of primordial tensor fluctuations which give rise to a stochastic background of relic gravitational waves. The reason for this lies in the fact that unlike other massless fields, such as photons and massless neutrinos which couple conformally to gravity and whose production is, therefore, suppressed in the conformally flat Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker (FLRW) universe, gravitational waves couple minimally to gravity, which results in their non-adiabatic production in an expanding universe. While several distinct predictions of the single field slow-roll scenario of inflation have received spectacular observational confirmation, both from CMB as well as LSS observations, the detection of primordial tensor fluctuations, both in the form of CMB B-mode polarization on large angular scales as well as a spectrum of relic gravitational waves (GWs), remains one of the major challenges confronting observational cosmology in the coming decade.

It is well known that GWs provide us with important information about the nature of the inflaton field and its potential. Of equal importance is the fact that their spectrum, $\Omega_{\text{GW}}(k)$, and spectral index $n_{\text{GW}} = \frac{d \log \Omega_g}{d \log k}$, can serve as a key probe to physical processes occurring after inflation. The spectrum of relic gravitational radiation is exceedingly sensitive to the post-inflationary equation of state (EoS), w . In fact the GW spectrum has distinctly different properties for stiff/soft EoS. For a stiff EoS, $w > 1/3$, the GW spectrum shows a blue tilt: $n_g > 0$, which increases the GW amplitude on small scales. Softer EoS, $w < 1/3$, on the other hand, lead to a red tilt, whereas the radiative EoS, $w = 1/3$, results in a flat spectrum with $n_g \simeq 0$.

Another key aspect of inflationary cosmology, namely the epoch of ‘reheating’, also remains observationally inaccessible at present, despite a profusion of theoretical progress in this direction. It is well known that the post-inflationary universe passed through a series of physical epochs, each of which can be characterized by an EoS, w_i . Of these, the most recent ones are: the radiative stage with $w_r \simeq 1/3$, the matter dominated stage with $w_m \simeq 0$, and the present stage of accelerated expansion with $w_{\text{de}} < -1/3$. However, after the end of inflation and before the commencement of

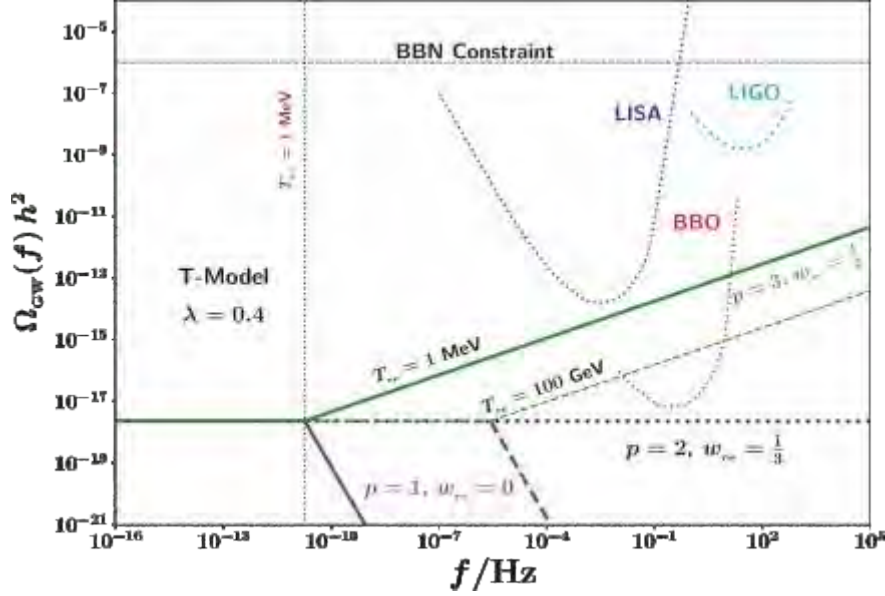


Figure 1: The spectrum of relic gravitational waves is shown for the T-model α -attractor potential $V(\phi) = V_0 \tanh^{2p}(\lambda\phi/m_p)$; $p = 1, 2, 3, \dots$, for $\lambda = 0.4$. The dotted black curve corresponds to $p = 2$ for which the post-inflationary EoS is radiation-like, with $w_{\text{re}} = \langle w_\phi \rangle = 1/3$, where $\langle w_\phi \rangle = \frac{p-1}{p+1}$, and the GW spectrum is flat. The solid and dashed green curves correspond to $p = 3$ and reheating temperatures $T_{\text{re}} = 1 \text{ MeV}$ and 100 GeV respectively, for which the post-inflationary EoS is $w_{\text{re}} = \langle w_\phi \rangle = 1/2$ and the resulting GW spectrum has a blue tilt. One finds that in this case relic gravity waves can be detected by future GW observatories such as BBO, for a range of reheating temperature $T_{\text{re}} \leq 10^6 \text{ GeV}$. The solid and dashed purple curves correspond to reheating temperatures $T_{\text{re}} = 1 \text{ MeV}$ and 100 GeV respectively, and to a matter-like post inflationary EoS $w_{\text{re}} = \langle w_\phi \rangle = 0$, which arises for $p = 1$. Note that in this case, GWs have a red tilt and their amplitude is suppressed relative to $p = 2, 3$.

the radiative stage, the universe went through a pre-radiative epoch of reheating, during which the energy contained in the inflaton field was transferred to the other matter/radiative degrees of freedom present in the universe. The nature of the pre-radiative epoch, including its duration, N_{re} and EoS, w_{re} depends crucially upon how the inflaton couples with (and hence, releases its energy into) the other matter fields in the universe. If this process is slow then reheating takes place perturbatively and the scalar field oscillates for a very long time, gradually releasing its energy into matter/radiation. In this case, the EoS during the oscillatory regime is determined primarily by the shape of the inflaton potential near its minimum value, about which the inflaton oscillates. Perturbative reheating is expected to occur if the inflaton decays primarily into Fermions (which soon decay into the standard model fields), its decay into Bosons being strongly suppressed.

On the other hand, if the inflaton decays into Bosons, χ , through a coupling



$g^2\phi^2\chi^2$ with $g \gg 10^{-3}$, then oscillations of ϕ can lead to a parametric resonance, during which quanta of the field χ are produced in copious amounts. This stage is usually referred to as pre-heating. The backreaction of χ on ϕ ends the resonance and the subsequent decay of excitations of the ϕ and χ fields into standard model (SM) fields gives rise to reheating and the subsequent thermalization of the universe at a temperature T_{re} . The duration of the pre-radiative epoch, which includes the end of inflation, the parametric resonance, the decay of the inflaton into Bosons ($\phi \rightarrow \chi\chi$) and Fermions ($\phi \rightarrow \psi\psi$) and thermalization can be quite long, and it is convenient to encode its physics by means of an effective EoS parameter w_{re} . Since w_{re} influences the spectrum of relic gravitational waves, observations of the GW spectrum can shed light on the complex, non-linear and out of equilibrium physics which operates during the reheating epoch.

In addition to primordial tensor fluctuations which result in the GW background, a key prediction of inflationary cosmology is the generation of primordial scalar fluctuations which later grow to form the LSS of the universe. Scalar and tensor perturbations generated during inflation create an imprint in the CMB, which can be used to deduce the scalar spectral index n_s , and the tensor to scalar ratio r – two important observables which can be used to rule out competing inflationary models. However, it is well known that inflationary models often display degeneracies, with two (or more) models predicting essentially the same values of $\{n_s, r\}$. This leads to so called ‘cosmological attractors’ or ‘universality classes’ of the inflationary scenario. This degeneracy makes it difficult for CMB observations alone to constitute a unique probe of inflationary cosmology.

Swagat Mishra, Varun Sahni, and Russian physicist Alexei Starobinsky have shown that reheating predictions including the reheating duration N_{re} , temperature T_{re} and particularly the EoS w_{re} , can help break degeneracies in inflationary scenarios, in which identical values of $\{n_s, r\}$ can correspond to different w_{re} . Since the gravitational wave spectrum $\Omega_{\text{GW}}(k)$ is sensitive to the value of w_{re} , observations of $\Omega_{\text{GW}}(k)$ by space-based GW observatories can shed valuable light both on the dynamics of reheating as well as on the parameters of the inflationary potential as shown in Figure 1.

Multi-wavelength mock galaxy catalogues of the low-redshift universe

Aseem Paranjape, Tirthankar R. Choudhury, and Ravi K. Sheth have presented an updated empirical algorithm for generating mock galaxy catalogues using $z = 0$ outputs of gravity-only N-body simulations, painting in galaxies whose properties match observed abundances and clustering at $z \lesssim 0.1$ of optically selected SDSS and HI-selected ALFALFA galaxies. The mock central and satellite galaxies are assigned realistic values of r-band luminosities, optical colours, stellar mass, and for a fraction of galaxies, neutral hydrogen (HI) mass. Additionally, the host halos of central galaxies are baryonified with realistic spatial distributions of stars, cold gas, hot ionised gas, and gas affected by feedback, with a dark matter profile that responds to the presence of these baryons according to a quasi-adiabatic relaxation process fit to hydrodynamical simulations. This novel combination of modelling ingredients



allows each mock central to be assigned a realistic rotation curve. These mocks facilitate novel tests of the galaxy-dark matter connection in the Λ CDM framework, which they have explored in other work.

The radial acceleration relation in a Λ CDM universe

The mock catalogues described above allow to study the Λ CDM prediction for the radial acceleration relation (RAR) between the total and baryonic centripetal accelerations of rotationally supported galaxies, which has been performed by **Aseem Paranjape**, and Ravi K. Sheth. The baryonification scheme further leads to analytical insights, which clarify many observed trends in the shape and scatter of the RAR, along with their dependence on galaxy properties. A particularly striking result, which has been overlooked in the literature so far, is that the RAR is closely linked to the physics of quasi-adiabatic relaxation mentioned above. In particular, the shape and scatter of the RAR at baryonic accelerations $\gtrsim 10^{-10} \text{ m s}^{-2}$ is a strong function of the amount of angular momentum loss during the formation of the galactic disk. This motivates a deeper study of this relaxation mechanism in hydrodynamical simulations and its relation to galaxy and halo properties.

Distribution of HI velocity profiles in a Λ CDM universe

The HI-bearing central galaxies in the mock catalogues described above can be observed in the simulation by modelling the Doppler-shifted 21 cm line emission of HI of their differentially rotating disks. The resulting distribution of velocity profiles constitutes a prediction of Λ CDM and is potentially a novel probe of the baryon-dark matter connection. **Aseem Paranjape**, **Raghunathan Srianand**, Tirthankar R. Choudhury, and Ravi K. Sheth have explored this distribution as it would be inferred from surveys such as ALFALFA. The resulting comparison with the observed ALFALFA velocity width function shows good agreement for the sample produced using a minimal, default set of assumptions about the baryon-dark matter connection, and the mock catalogues allow an exploration of the sensitivity of the width function to changing these assumptions. The authors also propose the excess kurtosis of the velocity profiles, and its relation with the velocity width, as a novel probe of the physics of the turbulent HI disk.

Halo assembly bias: Calibrations and mocks

Halo assembly bias is a potential source of systematic uncertainty for cosmological inference from upcoming large-volume galaxy surveys, as well as being a possible channel for enhancing understanding of galaxy formation and evolution. The aim has been to develop accurate calibrations of the dependence of halo bias on one of the primary beyond halo mass variables responsible for assembly bias, namely, the tidal anisotropy of the local cosmic web environment of haloes. Here, **Sujatha Ramakrishnan**, and **Aseem Paranjape** used the Separate Universe (SU) technique to calibrate the dependence of linear and quadratic bias b_1 and b_2 , respectively, on

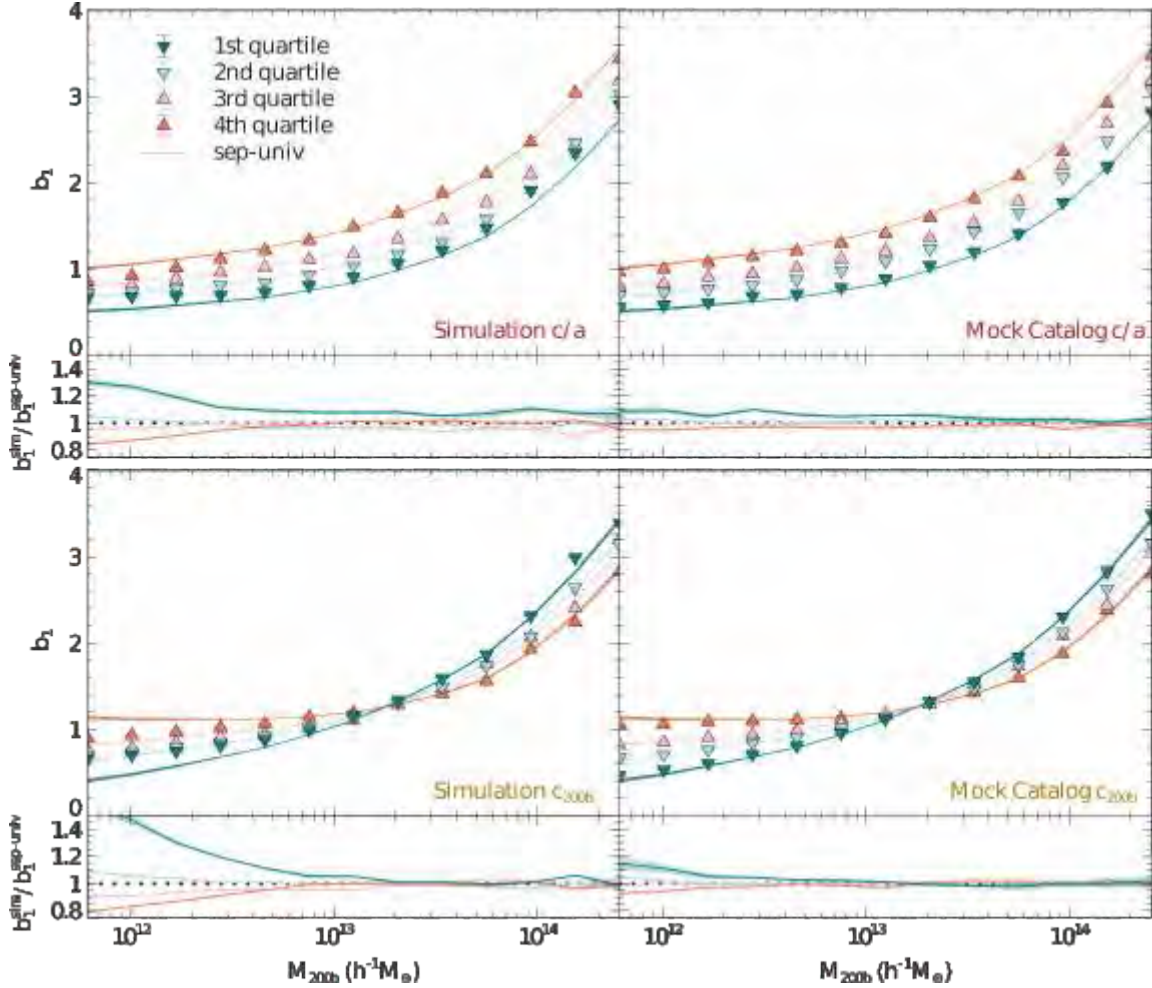


Figure 2: Halo assembly bias with respect to halo shape and concentration. The solid lines show the Separate Universe calibrations corresponding to four quartiles of a halo property. The data markers in the left panel show comparison with the simulation, while the right panel shows comparison with mocks. Low-mass haloes resolved with < 300 particles (halo masses $4.6 \times 10^{12} h^{-1} M_{\odot}$) in the simulation (left hand panels) fail to reproduce the full strength of assembly bias, while corresponding haloes in the mock catalogues (right hand panels) perform much better down to a 30 particle threshold.



halo mass, redshift and tidal anisotropy. An example use of this calibration to further calibrate the dependence of bias on other secondary properties is shown by solid lines in Figure 2.

In another work, **Sujatha Ramakrishnan**, **Aseem Paranjape**, and Ravi K. Sheth demonstrated that the large and small-scale halo clustering in a halo sub-population (selected by a particular halo property) remains invariant under a random shuffling operation of halos within bins of mass and halo environment. Fitting functions are provided for five halo properties as a function of halo mass and halo environment. These will be useful for large-volume/approximate method simulations, since most of them to accurately reproduce the mass function and cosmic web structure, but not the internal properties of the halo. They demonstrate that this is indeed the case for large-volume and low resolution N-body simulations and apply the fitting functions to increase the accessible dynamic range (see data markers in Figure 2).

Astrobiology

The astrobiology experiment by **Jayant V. Narlikar**, and collaborators is making progress on the front of instrumentation. The progress is slow because of problems with COVID-19. At present checks are being made under the auspices of Physical Research Laboratory, Ahmedabad on the instrument for measuring the Carbon isotope ratios at the microbial level.

Observational Cosmology and Extragalactic Astronomy

Inference of H_0 from binary black hole-galaxy cross-correlations

The discovery of gravitational waves (GW) has opened up a new window to probe the universe, and provides a direct measurement of the luminosity distance to the source. If the redshift of the source can be determined either through direct electromagnetic observations of the source or its host galaxy, then these observations can be used to constrain the Hubble constant. Although, there are many GW events observed so far, an electromagnetic counterpart has been observed, thus far only for a single merger event of binary neutron stars. A substantial number of events are a result of the merger of binary black holes which are not expected to emit any electromagnetic radiation.

Surhud More, and collaborators have shown how the angular clustering between GW standard sirens and galaxies with known redshifts allow an inference of the Hubble constant regardless of whether the host galaxies of any of these sirens are present in the galaxy catalogue. Such possible inference has been demonstrated for the first time with realistic simulations of GW signals from binary black holes in a three-detector network with Advanced LIGO and Advanced Virgo sensitivities. With such a network, the cross-correlation technique can be used to infer the Hubble



parameter with a precision of less than 10% (2%) at 90% confidence with 50 (500) sources, even with a 100% incomplete catalogue, which does not contain the hosts of any of the GW events. The method has been also compared with the current state-of-the-art techniques used for the inference of the Hubble parameter from real data and it has been argued that, if the clustering information is not used explicitly, the inference of H_0 from real data is expected to be dominated by implicit priors.

Observing correlations between dark matter accretion and galaxy growth

The correlation between fresh gas accretion on to halos and galaxy star formation is critical to understand galaxy formation. Different theoretical models have predicted different correlation strengths between halo accretion rates and galaxy star formation rates, ranging from strong positive correlations to little or no correlation. **Surhud More**, and collaborators have presented a technique to observationally measure this correlation strength for isolated Milky Way-mass galaxies with $z < 0.123$. This technique is based on correlations between dark matter accretion rates and the projected density profile of neighbouring galaxies; and these correlations also underlie past work with splashback radii. This new technique has been applied to both observed galaxies in the Sloan Digital Sky Survey as well as simulated galaxies in the UNIVERSEMACHINE, a simulated universe, where tests of any desired correlation strength could be carried out. The results showed that positive correlations between dark matter accretion and recent star formation activity have been ruled out with greater than 85 per cent confidence. These results suggest that star formation activity may not be correlated with fresh accretion for isolated Milky Way-mass galaxies at $z = 0$, and that other processes, such as gas recycling, dominate further galaxy growth.

Survey of gravitationally lensed objects in HSC imaging

Anton T. Jaelani, Cristian E. Rusu, Issha Kayo, **Anupreeta More**, Alassandro Sonnenfeld, et al. present spectroscopic confirmation of three new two-image gravitationally lensed quasars, compiled from existing strong lens and X-ray catalogues. Images of HSC~J091843.27-022007.5 show a red galaxy with two blue point sources at either side, separated by 2.26 arcsec. This system has a source and a lens redshifts $z_s = 0.804$ and $z_l = 0.459$, respectively, as obtained by our follow-up spectroscopic data. CXCO J100201.50+020330.0 shows two point sources separated by 0.85 arcsec on either side of an early-type galaxy. The follow-up spectroscopic data confirm the fainter quasar which has the same redshift with the brighter quasar from the SDSS fibre spectrum at $z_s = 2.016$. The deflecting foreground galaxy is a typical early-type galaxy at a redshift of $z_l = 0.439$. SDSS J135944.21+012809.8 has two point sources with quasar spectra at the same redshift $z_s = 1.096$, separated by 1.05 arcsec, and fits to the HSC images confirm the presence of a galaxy between these. These discoveries demonstrate the power of the Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program (HSC-SSP)'s deep imaging and wide sky coverage. Combined with existing X-ray source catalogues and follow-up spectroscopy, the HSC-SSP pro-



vides us unique opportunities to find multiple-image quasars lensed by a foreground galaxy.

Extragalactic Astronomy

Three-and two-point spatial correlations of IGM at $z \sim 2$

Matter distribution in the intergalactic medium (IGM) is well probed by the Ly α forest absorption seen in the spectra of quasars. Clustering studies of Ly α absorption is an important tool in this regards. In particular, studying the higher order statistics is very important to probe the non-Gaussianity in the matter distribution (primordial and those introduced by the non-linear evolution of gravitational clustering) and to understand the evolution of matter beyond the linear approximation. The first significant order beyond the two point correlation function (or power spectrum in the Fourier space) is the three point correlation function (or bi-spectrum in the Fourier space). It has also been pointed out that one will be able to lift the degeneracy between different cosmological parameters (like bias and σ_8) by simultaneous usage of two- and three-point correlation functions. Till date, considerable work has been done on three-point correlation function of galaxies from large surveys.

Traditionally, the three-point correlation is quantified using the dimension less “Q” parameter called the “reduced three-point correlation”. The typical Q value is found to be ~ 1.3 with a moderate dependence on the shape of the matter power spectrum and shape of the triangle (i.e., configuration). The dependence of Q on the shape of the triangle is used to quantify the nature of the structure probed at different scales. While compact spherically symmetric structures (probed by equilateral configurations) dominate at small scales, the filamentary structures dominate at large scales (probed by linear configurations). It has been found that more luminous and massive galaxies (having high stellar mass) clustered strongly compared to less luminous and less massive (having low stellar mass). It has been also found that three point correlation function exhibits stronger dependence on both galaxy luminosity and stellar mass than Q. No significant redshift evolution is found for the angular dependence of Q at small scales. The redshift evolution noticed for the larger scales (i.e., > 15 Mpc) are consistent with the expectations of growth structures at low- z .

As far as the higher order correlation studies of IGM is concerned, very little work has been done with three-point statistics. Most of the earlier studies focus on obtaining 1D bi-spectrum of Ly α forest considering three points along a single sightline. This statistics with inherently weak signals due to Ly α being in mildly non-linear regime, will be largely affected by the spectral signal to noise and thermal broadening effects at small scales. So, working with closely spaced quasar triplets to probe the transverse clustering will provide us with a better insight into the non-Gaussianity involved with the matter distribution at such scales. Three-point correlation (or bi-spectrum) studies of transmitted flux can be extended to even higher redshifts, where the density fields are more linear and can be helpful in placing stronger constraints on the nature of the dark matter. It will also be helpful in studying the effect of fluctuating ionizing field during He II reionization.



Ly α forest absorption spectra decomposed into multiple Voigt profile components (clouds) allow us to study clustering of IGM as a function of H I column density (N_{HI}). Recently, **Soumak Maitra, Raghunathan Srianand, Aseem Paranjape**, and collaborators (Prakash Gaikwad, Tirthankar R. Choudhury, et al.) explored the transverse three-point correlation (ζ) of Ly α clouds using mock triplet spectra from simulations at $z \sim 2$ on scales of $1-5 h^{-1}\text{cMpc}$. They find ζ to depend strongly on N_{HI} , and scale and weakly on angle of the triplet configuration. They show that the "hierarchical ansatz" is applicable for scales $\geq 3h^{-1}\text{cMpc}$, and obtain a median reduced three-point correlation (Q) in the range 0.2-0.7. They show that ζ is influenced strongly by the thermal and ionization state of the gas. As in the case of galaxies, the influence of physical parameters on Q is weaker compared to that on ζ . They also show that difference in ζ and Q between different simulations are minimized if they use appropriate N_{HI} cut-offs corresponding to a given baryon over-density (Δ) using the N_{HI} vs Δ relationship obtained from simulations. They study the effect of pressure broadening on ζ using a model with artificially boosted heating rates. However, for models with realistic thermal and ionization histories, the effect of pressure broadening on ζ is sub-dominant compared to other local effects. They find the strong redshift evolution shown by ζ , mainly originating from the redshift evolution of thermal and ionization state of the IGM. They also estimated the observational requirements for the detection of three-point correlation, specifically, in small intervals of configuration parameters and redshift.

Optically thin C III absorbers

Metallicity and physical state can be probed by the ionization modelling of metals in the IGM. **Raghunathan Srianand**, and his collaborators (Abhisek Mohapatra, and Ananta C. Pradhan) have presented a detailed analysis of 99 optically thin C III absorption systems at redshift $0.2 \leq z \leq 0.9$, associated with neutral hydrogen column densities in the range $15 \leq \log N(\text{HI})(\text{cm}^{-2}) \leq 16.2$. Using photoionization models constructed using CLOUDY, they infer the number density (n_{H}), C-abundance ($[\text{C}/\text{H}]$), and line-of-sight thickness (L) of these systems in the ranges $-3.4 \leq \log n_{\text{H}}(\text{cm}^{-3}) \leq -1.6$, $-1.6 \leq [\text{C}/\text{H}] \leq 0.4$, and $1.3 \text{ pc} \leq L \leq 10 \text{ kpc}$, respectively, with most of the systems having sub-kpc scale thickness. They combine the low- z and previously reported high- z ($2.1 \leq z \leq 3.3$) optically thin C III systems to study the redshift evolution and various correlations between the derived physical parameters. They find a significant redshift evolution in n_{H} , $[\text{C}/\text{H}]$, and L , and compare the redshift evolution of metallicity in C III systems with those of various types of absorption systems. The slope of $[\text{C}/\text{H}]$ versus z for C III absorbers is steeper compared to the redshift evolution of cosmic metallicity of the damped Ly α sample but consistent with that of sub-DLAs. The existence of strong anti-correlation between L and $[\text{C}/\text{H}]$ for the combined sample with a significance level of 8.39σ . They presented the evidence for the occurrence of two distinct $[\text{C}/\text{H}]$ branch C III populations (low- $[\text{C}/\text{H}]$ branch, $[\text{C}/\text{H}] \leq -1.2$, and high- $[\text{C}/\text{H}]$ branch, $[\text{C}/\text{H}] > -1.2$) in the combined C III sample when divided appropriately in the L versus $N(\text{C III})$ plane. Further studies of C III absorbers in the redshift range $1.0 \leq z \leq 2.0$ are im-



portant to map the redshift evolution of these absorbers and gain insights into the time evolution physical conditions of the circumgalactic medium.

uGMRT search for cold gas at $z \sim 1.0 - 1.4$ towards red quasars

Raghunathan Srianand, Neeraj Gupta, and collaborators (Rajeshwari Dutta, and Ravi Joshi) have presented results of their search for H I 21-cm and OH 18-cm absorption at $z \sim 1.0 - 1.4$ towards red quasars showing strong Mg II absorption using upgraded Giant Metrewave Radio Telescope (uGMRT). The quasars J1501+1822 and J1521 + 5508 show multiple strong associated Mg II absorption at $z \sim 1.1$ and signature of reddening in their optical spectra. They reported the detection of H I 21-cm absorption towards J1521+5508 at the systemic redshift of the quasar, with $N(\text{H I}) = (1.2 \pm 0.2) \times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$ for spin temperature of 100 K and unit covering factor. The H I 21-cm absorption is offset from the blueshifted strong Mg II absorbers by $\geq 1500 \text{ km s}^{-1}$. They do not detect H I 21-cm absorption at the redshift of the associated Mg II absorption and at the systemic redshift towards J1501+1822. They argue that lack of one-to-one correspondence between Mg II and H I 21-cm absorption could be related with clumpiness of the neutral gas and the radio and optical sightlines probing different volume of the gas. The presence of strong associated Mg II absorption and reddening in the optical spectra of the quasars lead to an increased detection rate of associated H I 21-cm absorption at $z \geq 1$. They also report non-detection of intervening OH absorption ($[\text{OH}]/[\text{H I}] \leq (1 - 4) \times 10^{-8}$) at $z = 1.3$ towards two red quasars, J0850+5159 and J0852+3435, which show strong metal and H I 21-cm absorption and the 2175 *Angstrom* dust extinction bump.

Ly α emission from a powerful radio galaxy M151304.72-252439.7 at $z = 3.132$

Traditionally, studies of the CGM and IGM have been carried out using absorption lines detected against bright background sources, typically bright quasars. The one-dimensional nature of absorption line studies, however, is not ideal for probing the spatial distribution of the gas surrounding individual galaxies. Despite several studies dedicated to understand the complex interactions between gas surrounding the host galaxies and the galaxies themselves, very little progress has been made to date. In order to fully characterise the physical and kinematic properties of this gas, it is important to combine absorption and emission studies. In particular, detection of extended Ly α emission around AGNs allows one to probe environments of the AGNs.

Recently, **Gitika Shukla, Raghunathan Srianand, Neeraj Gupta**, and collaborators (Patrick Petitjean, Andrew J. Baker, et al.) reported the detection of a large ($\sim 90 \text{ kpc}$) and luminous Ly α nebula [$L_{\text{Ly}\alpha} = (6.80 \pm 0.08) \times 10^{44} \text{ erg s}^{-1}$] around an optically faint ($r > 23 \text{ mag}$) radio galaxy M1513-2524 at $z_{\text{em}} = 3.132$ (see Figure 3). The double-lobed radio emission has an extent of 184 kpc, but the radio core, i.e., emission associated with the AGN itself is barely detected. This object was found as part of the survey to identify high- z quasars based on Wide-field Infrared Survey Explorer (WISE) colours. The optical spectrum has revealed Ly α , N V, C IV, and

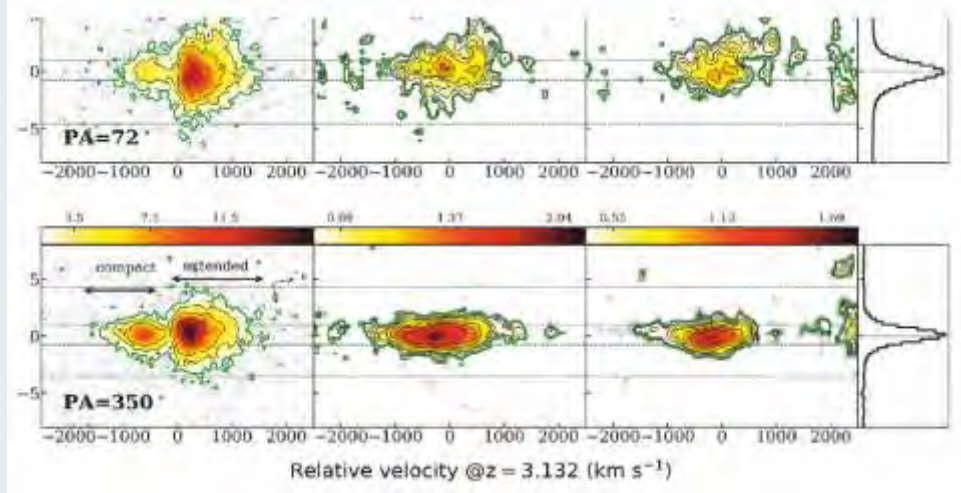


Figure 3: 2D spectra of M1513-2524 obtained with long-slit oriented along 2 PAs. The upper panel corresponds to PA=72°, and the lower to PA=350°. In both rows, the first, second and third columns are for, C IV and He II emission, respectively. The fourth column is the normalized SPSF corresponding to each PA.

He II emission lines with a very weak continuum. Based on long-slit spectroscopy and narrow band imaging centred on the Ly α emission, they identify two spatial components: a “compact component” with high velocity dispersion ($\sim 1500 \text{ km s}^{-1}$) seen in all three lines, and an “extended component”, having low velocity dispersion (i.e., $700\text{-}1000 \text{ km s}^{-1}$). The emission line ratios are consistent with the compact component being in photoionization equilibrium with an AGN. They also detect spatially extended associated Ly α absorption, which is blueshifted within $250\text{-}400 \text{ km s}^{-1}$ of the Ly α peak. The probability of Ly α absorption detection in such large radio sources is found to be low ($\sim 10\%$) in the literature. M1513-2524 belongs to the top a few per cent of the population in terms of Ly α and radio luminosities. Deep integral field spectroscopy is essential for probing this interesting source and its surroundings in more detail.

Multiphase quasar outflows in $z = 2.631$ quasar J001514+184212

Raghunathan Srianand, Neeraj Gupta, and collaborators (Pasquier Noterdaeme, Sergey A. Balashev, Jens-Kristian Krogager, et al.) have presented ultraviolet to near infrared spectroscopic observations of the quasar SDSS J001514+184212 and its proximate molecular absorber at $z = 2.631$. The [O III] emission line of the quasar is composed of a broad (FWHM $\sim 1600 \text{ km s}^{-1}$), spatially unresolved component, blueshifted by about 600 km s^{-1} from a narrow, spatially-resolved component (FWHM $\sim 650 \text{ km s}^{-1}$). The wide, blueshifted, unresolved component is consistent



with the presence of outflowing gas in the nuclear region. The narrow component can be further decomposed into a blue and a red blob with a velocity width of several hundred km s^{-1} each, seen ~ 5 pkpc on opposite spatial locations from the nuclear continuum emission, indicating outflows on galactic scales. The presence of ionised gas on kpc scales is also seen from a weak C IV emission component, detected in the trough of a saturated C IV absorption that removes the strong nuclear emission from the quasar. They observe absorption lines from atomic species in various ionisation and excitation stages and confirm the presence of strong H₂ lines originally detected in the SDSS spectrum. The overall absorption profile is very wide, spread over $\sim 600 \text{ km s}^{-1}$, and it roughly matches the velocities of the narrow blue [O III] blob. From a detailed investigation of the chemical and physical conditions in the absorbing gas, they infer densities of about $n_{\text{H}} \sim 10^4 - 10^5 \text{ cm}^{-3}$ in the cold ($T \sim 100 \text{ K}$) H₂-bearing gas, which they find to be located at ~ 10 kpc distances from the central UV source. They are witnessing different manifestations of a same AGN-driven multi-phase outflow, where approaching gas is intercepted by the line of sight to the nucleus. They corroborate this picture by modelling the scattering of Ly α photons from the central source through the outflowing gas, reproducing the peculiar Ly α absorption-emission profile, with a damped Ly α absorption in which red-peaked, spatially offset, and extended Ly α emission is seen. Their observations open up a new way to investigate quasar outflows at high redshift and shed light on the complex issue of AGN feedback.

Host galaxy of the $z = 3.0091$ DLA

While DLAs are thought to arise from the disks of distant galaxies, it is always difficult to detect the DLA host galaxies. This is mainly because of the faintness of the host galaxies that are expected to be present at a very low impact parameter to the bright quasar sightlines. Recently, **Raghunathan Srianand**, and his collaborators (Ravi Joshi, Michele Fumagalli, Pasquier Noterdaeme, Patrick Petitjean, et al.) have reported the detection of the host galaxy of a DLA with $\log N(\text{H I}) [\text{cm}^{-2}] = 21.0 \pm 0.10$ at $z = 3.0091$ toward the background quasar SDSS J011852+040644 using the Palomar Cosmic Web Imager at the Hale (P200) telescope. They detect Ly α emission in the dark core of the DLA trough at a 3.3σ confidence level, with Ly α luminosity of $L_{\text{Ly}\alpha} = (3.8 \pm 0.8) \times 10^{42} \text{ erg s}^{-1}$, corresponding to a star formation rate of $\geq 2 M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ (considering a lower limit on Ly α escape fraction $f_{\text{Ly}\alpha}^{\text{esc}} \sim 2\%$) as typical for Lyman break galaxies at these redshifts. The Ly α emission is blueshifted with respect to the systemic redshift derived from metal absorption lines by $281 \pm 43 \text{ km s}^{-1}$. The associated galaxy is at very small impact parameter of ≤ 12 kpc from the background quasar, which is in line with the observed anti-correlation between column density and impact parameter in spectroscopic searches tracing the large-scale environments of DLA host galaxies.

High pressure and strong UV field in the DLA towards Q0528-250

Raghunathan Srianand, Neeraj Gupta, and collaborators (Sergey A. Balashev, Cedric Ledoux, Pasquier Noterdaeme, et al.) have revisited the well known asso-



ciated DLA at $z_{abs} = 2.811$ DLA towards Q0528-250 using a very high spectral resolution and high SNR spectra. The enhanced SNR of the spectrum allowed them to detect absorption from the excited fine-structure energy levels of singly ionized silicon (Si II*) and neutral carbon (C I) associated with this H₂ bearing DLA. This absorber has an apparent relative velocity that is inconsistent with the Hubble flow indicating motion along the line-of-sight towards the quasar (i.e., $z_{abs} > z_{em}$). The measured metallicity of this systems is $[Zn/H] = -0.68 \pm 0.02$. Using the relative populations of the fine-structure levels of Si II and C I, as well as the populations of H₂ rotational levels, they constrain the physical conditions of the gas. They derive hydrogen number densities of $n_H = 190^{+70}_{-50} \text{ cm}^{-3}$ and $260^{+30}_{-20} \text{ cm}^{-3}$ in two velocity components where both C I and H₂ are detected. Taking into account the kinetic temperature in each component, ~ 150 K, they infer high values of thermal pressure in the cold neutral medium probed by the observations. The strengths of the UV field in Draine's unit are $I_{UV} = 10^{+5}_{-3}$ and 14^{+3}_{-3} in each of these two components, respectively. Such enhanced UV fluxes and thermal pressure compared to intervening DLAs are likely due to the proximity of the quasar. The typical size of the absorber is ~ 104 au. Assuming the UV flux is dominated by the quasar, they constrain the distance between the quasar and the absorber to be ~ 150 -200 kpc. This favours a scenario where the absorption occurs in a companion galaxy located in the group where the quasar-host galaxy resides. This is in line with studies in emission that revealed the presence of several galaxies around the quasar.

Estimation of CMBR temperature at high- z

The linear increase of the cosmic microwave background (CMB) temperature with cosmological redshift, $T_{CMB} = T_0(1+z)$, is a prediction of the standard cosmological Λ CDM model. There are, currently, two methods to measure this dependence at redshift $z > 0$. The first method is based on the Sunyaev-Zeldovich (SZ) effect for a galaxy cluster. However, at present, this method is limited to redshifts $z \leq 1$, and only the deviations from the standard relation can be measured with it. In the second method, one uses atomic or molecular excitations. It is now well established by the early work of **Raghunathan Srianand**, and collaborators (Vladimir V. Klimenko, Alexandre V. Ivanchik, Patrick Petitjean, and Pasquier Noterdaeme) that rotational level population of CO molecules at high- z (i.e., $z > 1.5$) DLAs are effective tracers of the temperature of the CMB. Recently, they have presented a new estimates of $T_{CMB}(z)$ in the redshift range $1.7 \leq z \leq 3.3$ based on the analysis of excitation of the CO rotational levels and C I fine-structure levels in 15 absorption systems. They have carefully taken into account collisional excitation of CO and C I with hydrogen atoms and H₂ molecules and radiative pumping of C I by the interstellar ultraviolet radiation. Applying this corrections leads to a systematic decrease in the previously obtained estimates of $T_{CMB}(z)$ (for some systems the magnitude of the effect is 10%). Combining these with the measurements of $T_{CMB}(z)$ in galaxy clusters, they have obtained a constraint on the parameter $\beta = +0.01 \pm 0.013$, which characterizes the deviation of the CMB temperature from the standard relation, $T_{CMB} = T_0(1+z)^{1-\beta}$, and an independent estimate of the CMB temperature

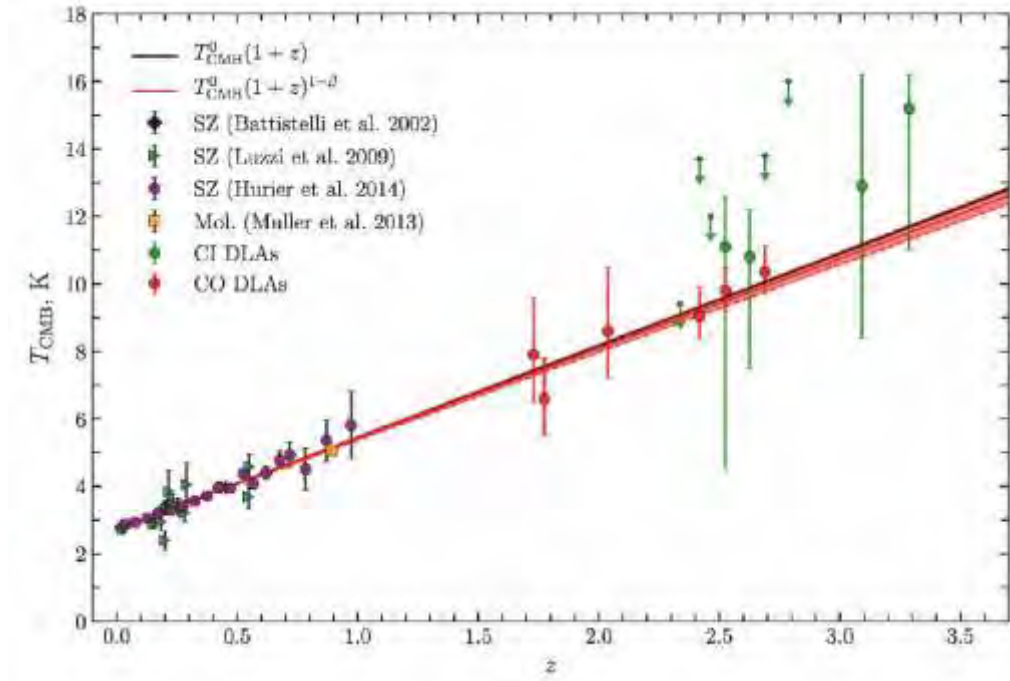


Figure 4: Measurements of the T_{CMB} as a function of z . The green triangles, violet circles, and black diamonds indicate the measurements based on the analysis of the Sunyaev-Zeldovich effect for galaxy clusters (Luzzi, et al. 2009; Hurier, et al. 2014; Battistelli, et al. 2002). The orange square represents the measurements using molecules in a galaxy at $z = 0.89$ (Muller, et al. 2013). The green and red circles represent the measurements in the C I and CO absorption systems in the spectra of quasars. The black solid line indicates the change in CMB temperature according to the standard Λ CDM model. The red dashed line and the shaded region indicate the change in $T_{\text{CMB}}(z)$ with z for an alternative cosmological model $T_0(1+z)^{1-\beta}$ for the parameter $\beta = 0.010 \pm 0.013$.



at the present epoch, $T_0 = 2.719 \pm 0.009$ K, which agrees well with the estimate from CMBR measurements, $T_0 = 2.7255 \pm 0.0006$ K (see Figure 4). This independent estimate is very important because it has been obtained using cosmological data, in contrast to satellite measurements, which are obtained “here” and “now”.

A carbon enhanced absorber: Signature of pop-III stars?

Metal enrichment studies of high- z absorbers provide important insight into the early chemical evolution in the universe. Recently, **Raghunathan Srianand**, and collaborators (Siwei Zou, Patrick Petitjean, Pasquier Noterdaeme, Cedric Ledoux, et al.) have studied an unique high column density absorber at $z_{\text{abs}} = 1.5441$ towards J134122.50+185213.9 observed with VLT X-shooter. This is a very peculiar system with strong C I absorption seen associated with a neutral hydrogen column density of $\log N(\text{H I}) (\text{cm}^{-2}) = 18.10$, too small to shield the gas from any external UV flux. The low-ionization absorption lines exhibit a simple kinematic structure consistent with a single component. Using CLOUDY models to correct for ionization, they find that the ionization parameter of the gas is in the range $-4.5 < \log U < -4.2$ and the gas density $-1.5 < \log n(\text{H}) (\text{cm}^{-3}) < -1.2$. The models suggest that carbon is over abundant relative to iron, $[\text{C}/\text{Fe}] > +2.2$ at $[\text{Fe}/\text{H}] = -1.6$. Such a metal abundance pattern is reminiscent of carbon-enhanced metal-poor stars detected in the galaxy halo. Metal enrichment by the first generation of supernovae provide a plausible explanation for the inferred abundance pattern in this system.

Detection of a Lyman continuum emitting galaxy at $z=1.4$

One of the outstanding problems of current observational cosmology is to understand the nature of sources that produced the bulk of the ionizing radiation after the Cosmic Dark Age. Direct detection of these reionization sources is practically infeasible at high redshift (z) due to the steep decline of intergalactic medium transmission. However, a number of low- z analogues emitting Lyman continuum (LyC) at 900 Angstrom restframe are now detected at $z < 0.4$, and there are also detections in the range $2.5 < z < 3.5$. The redshift range $0.5 < z < 2.5$ has remained barren and has been termed as the LyC desert (See Figure 5). **Kanak Saha**, and collaborators show the first observational detection of a LyC emitting galaxy at redshift $z = 1.42$ by the Ultraviolet Imaging Telescope on board AstroSat. This detection of extreme ultraviolet radiation from a distant galaxy at a restframe wavelength of 600 Angstrom opens up a new window to constrain the shape of the ionization spectrum.

Quasars, AGN and Absorption Systems

Multi-phase medium in the centre of Centaurus A

Multi-wavelength observations of environment of several galaxies have shown the coexistence of multi-temperature region (i.e., the co-spatial existence of hot and cold gas). Theoretically, it is often argued that the presence of multi-phase medium is a natural consequence of phenomenon called Thermal Instability (TI), which operates

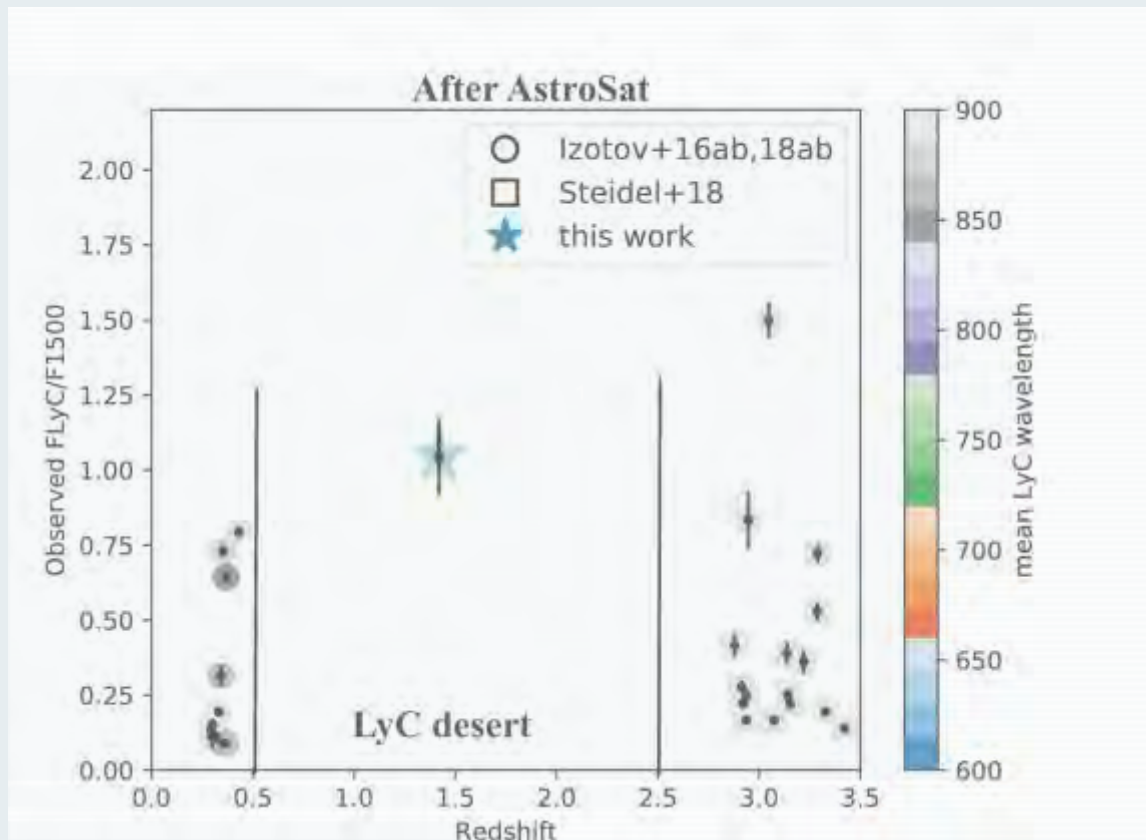


Figure 5: AUDFS01 is the newly discovered galaxy in the LyC desert.

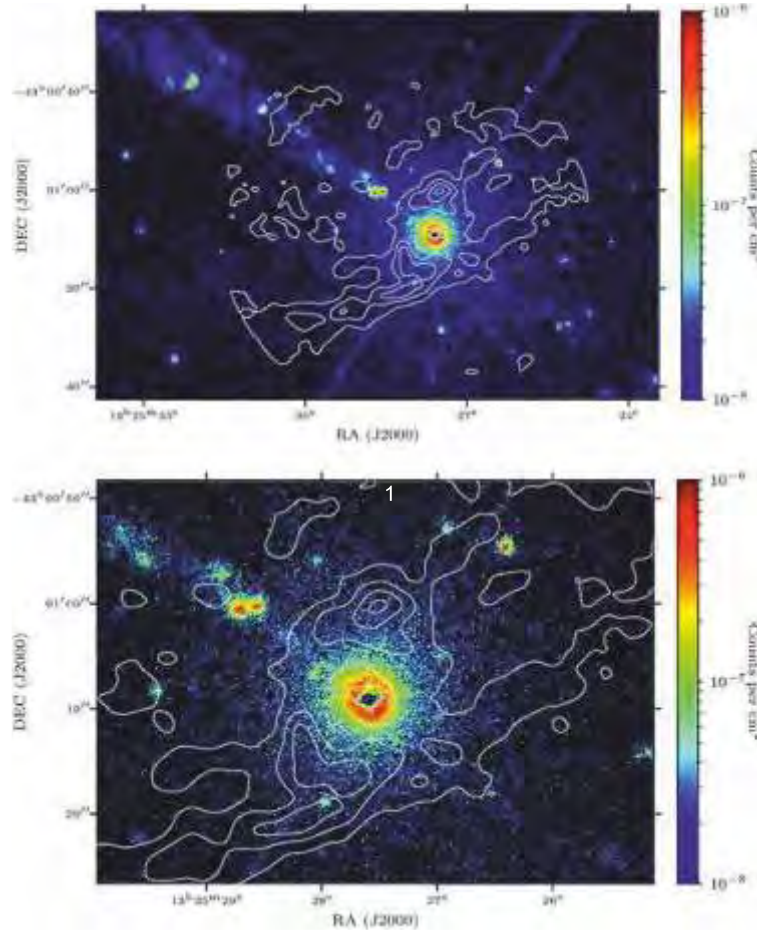


Figure 6: Chandra X-ray images together with *ALMA* contours. The top image shows the central 1 kpc of Cen A in *X-rays*, with overlaid integrated CO (1-0) flux density contours from the *ALMA* main array. The bottom image shows the same, but focused on the central 200 pc region of interest

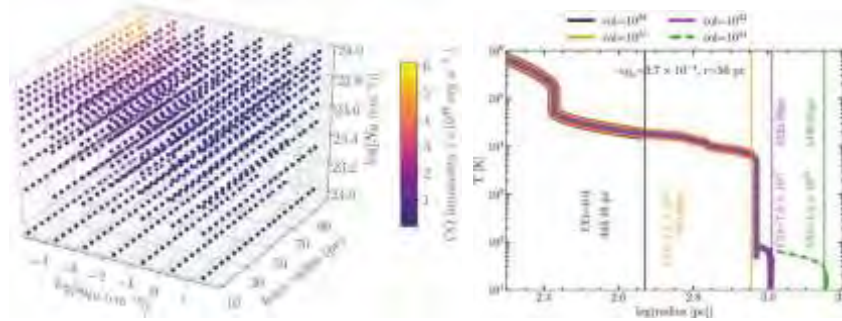


Figure 7: **Left panel:** 3D plot of CO (1-0) line emission derived from photoionization computations as a function of gas density, inner radius, and the column density. It is clear from the figure that the low density - high column dusty gas model favours the observed CO (1-0) emission measured from ALMA. **Right panel:** Length scales of CO (1-0) emission for various column densities are given in the panel box. The model is computed for a gas density $3.7 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-3}$ located at the inner radius of 10 pc. For each case of cloud thickness, the outer radius is marked by a vertical line. The resulting cloud sizes and CO (1-0) line luminosities are displayed near each vertical line. It is found that in order to reproduce the observed CO line emissivity, the thickness of dusty material should be about 420 pc (22 arcsec), located around 1000 pc (55 arcsec).

when the radiation field from the centre of galaxy interacts with the ambient gas and dust. **Tek P. Adhikari**, and collaborators (Abhijeet Borkar, Agata Rozanska, Alex G. Markowitz, Peter Boorman, et al.) investigated the multi-temperature medium in the vicinity of the AGN Centaurus A (Cen A) by using combined high-resolution observations with the *ALMA* telescope and *Chandra X-ray* observatory. The analysis and comparison of the radio and X-ray images obtained from these observations indicates that the hot X-ray emitting plasma is co-spatial with the warm and cold media in Cen A (Figure 6). The authors utilized the photoionization calculations and verified that the TI is indeed able to generate the multi-phase medium in Cen A, where the hot X-ray phase with temperature $> 10^6 \text{ K}$ stays in pressure equilibrium with the partially ionized gas of temperature 10^4 K that emits the $\text{H}\alpha$ spectral line. They demonstrate that cold gas clouds can co-exist in the mutual contact with hot plasma, but even colder dusty molecular clouds have to be distanced by several hundred pc from the central hot region. Finally, the authors propose a 3D model of the appearance of the hot plasma and the CO line-emitting regions consistent with the Chandra image, and derive the emissivity in specific molecular lines observed by *ALMA* from this model (Figure 7 (left)). To reproduce the observed images and the CO line luminosity, the dusty shell has to be 420 pc thick and located at 1000 pc from the center of Cen A (Figure 7 (right)).

Compact steep-spectrum and peaked-spectrum radio sources

Compact steep-spectrum (CSS) and peaked-spectrum (PS) radio sources are powerful extragalactic radio sources associated with galaxies and quasars. These are all $< 20 \text{ kpc}$ in size with the PS sources being smaller, usually $< \text{few kpc}$. There are three

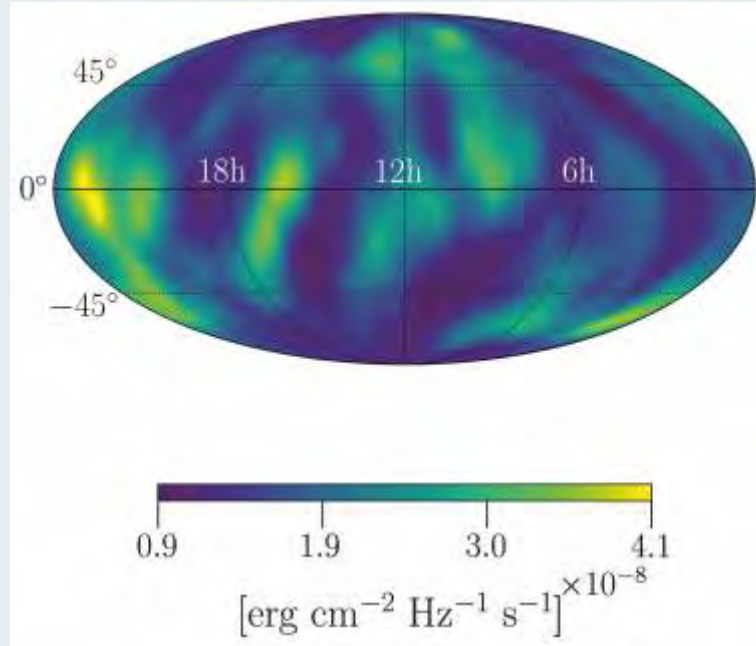


Figure 8: Sky map showing the 95% Credible Level upper limits on gravitational wave energy flux from different directions in the sky for a signal model consisting of mergers of binary black holes and binary neutron stars.

main hypotheses for the nature of PS and CSS sources. (i) The PS sources might be very young radio galaxies which will evolve into CSS sources on their way to becoming large radio galaxies. (ii) The PS and CSS sources might be compact, because these are confined (and enhanced in radio power) by interaction with dense gas in their environments. (iii) Alternately, these sources might be transient or intermittent sources. Each of these hypotheses may apply to individual objects. On an invitation from the Astronomy and Astrophysics Review, Christopher P. O’Dea, and **Dhruba J. Saikia** have reviewed the multi-wavelength properties of these sources, suggested likely scenarios and discussed open questions and prospects for future work.

Gravitational Waves

Search for anisotropies in the gravitational wave backgrounds

One of the major goals of LIGO-Virgo-KAGRA (LVK) gravitational wave (GW) detector network is to detect GW background, which is expected to arise from the superposition of GW signals from many unresolved astrophysical and/or cosmological sources. Generally, these different GW backgrounds are expected to have different frequency dependence, and hence, we might be able to distinguish between them. Apart from the frequency dependence, they can also have spatial features on the sky. For example, since the universe has structures, such as galaxies and galaxy clusters, we expect the sources of GW signals to preferably reside in regions of the sky that contain these structures, giving rise to anisotropies (direction-dependent features) in



the observed GW backgrounds. These anisotropies, if detected, would give us insights into the history of the early universe, and also explain how matter is distributed in the nearby universe. Using data from recently concluded observing runs (O3) of LIGO and Virgo detectors, we searched for anisotropies in the GW background. We did not find any significant evidence in such a background. However, we were able to set stringent upper limits on the strength of GW signals from different directions on the sky (see Figure 8). The team, consisting of members from various institutions in the LVK collaboration, was led by **Shivraj Kandhasamy, Sanjit Mitra, Sanjeev V. Dhurandhar, Sukanta Bose**, and their students and postdocs played key roles over the past two decades in development and advancement of the primary algorithm (the radiometer) used for the search. The new analysis algorithm and the corresponding software (PyStoch) used for most part of the current analysis were primarily developed by the present and past IUCAA researchers under the guidance of **Sanjit Mitra**. Once the LIGO-India detector comes online, these searches will get a significant sensitivity boost and they might be able to detect the anisotropies in GW background.

Unified mapmaking for an anisotropic stochastic gravitational wave background

The LIGO-Virgo collaboration have been putting upper-limits on the anisotropic stochastic gravitational wave backgrounds using data from all past observation runs of the LIGO detectors using the “radiometer algorithm, that uses cross-correlation of data from pairs of detectors with appropriate time dependent phase delays to construct a map of the sky. These upper-limits were being put in the pixel and spherical harmonic bases separately. **Sanjit Mitra** with collaborators (Jishnu Suresh, and Anirban Ain) showed that the results derived in one basis are transformable to the other, as one would expect. They incorporated the spherical harmonic basis analysis in the highly efficient PyStoch pipeline, which they had originally developed for the pixel basis. Moreover, they introduce techniques for fast implementation of the analysis in the spherical harmonic basis, which is useful to derive the Fisher information matrix in that basis necessary for putting upper-limits and showed that the results numerically agree to the conventional method to better than 0.1%. Thus, one unified pipeline will now be able to perform all the standard searches for the stochastic background in an efficient way and enabling comprehensive cross-validation of the results.

Probing hyperons in neutron stars using GWs from f-mode oscillations

Multi-messenger observations (gravitational wave, multi-wavelength electromagnetic observations) of neutron stars (NS) provide us with information rich in physics under extreme conditions. At the ultra-high densities in the NS interior, strangeness-containing matter (e.g., hyperons), which are briefly seen in heavy-ion collision reactions, could appear as stable components of matter. The presence of strange matter will influence the equation of state (EoS) and consequently the observable properties of NSs. Quasi-normal modes, such as f-modes, may be excited in isolated NSs or

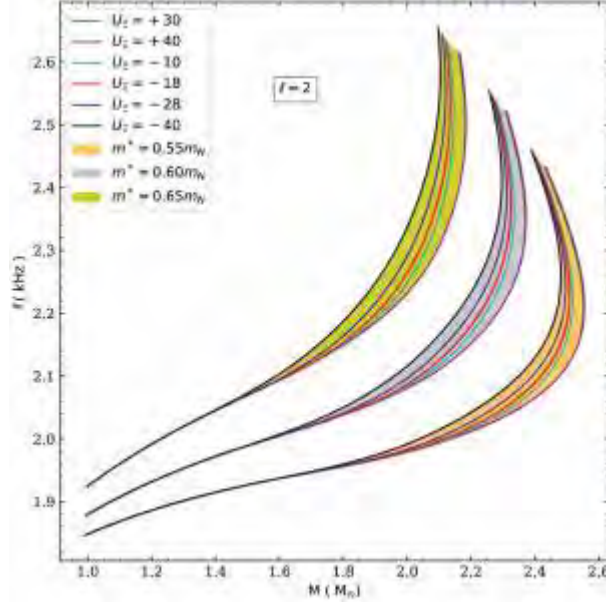


Figure 9: f-mode frequencies as a function of NS mass. Curves with same colour correspond to same Ξ -hyperon potential (hyperon potential with largest uncertainty) in MeV. Set of curves within a shaded area correspond to a fixed value of effective nucleon mass (dominant uncertainty among nuclear saturation parameters).

NS mergers, producing copious amounts of gravitational waves (GW). The frequency and damping times of such modes contain information about the NS core composition. Detection of f-modes would then allow us to invert semi-empirical relations in asteroseismology and impose constraints on the NS EoS.

During his graduate project under the supervision of **Debarati Chatterjee**, **Bikram K. Pradhan** investigated the influence of the appearance of hyperons on f-mode oscillation frequencies, and therefore, on the emission of GWs. They extended a recent sensitivity study of the role of underlying nuclear saturation parameters and their uncertainties (obtained from state-of-the-art nuclear experiments) to include hyperonic degrees of freedom. Their investigation also discussed whether a future detection of f-mode frequencies could provide a possibility of probing the presence of hyperons in the neutron star core. (See Figures 9 and 10).

Gravitational lensing of gravitational waves: Effect of microlens population in lensing galaxies

With increasing sensitivities of the current ground-based gravitational wave (GW) detectors, the prospects of detecting a strongly lensed GW signal are high in the coming years. When such a lensed signal passes through an intervening galaxy or a galaxy cluster, it encounters the embedded stellar-mass microlenses, causing time delays to range from milliseconds to microseconds. These time delays lead to interference patterns that change the GW waveforms morphology and may leave observable signatures. Under the supervision of **Sukanta Bose** and **Anupreeta More**, **Anuj**

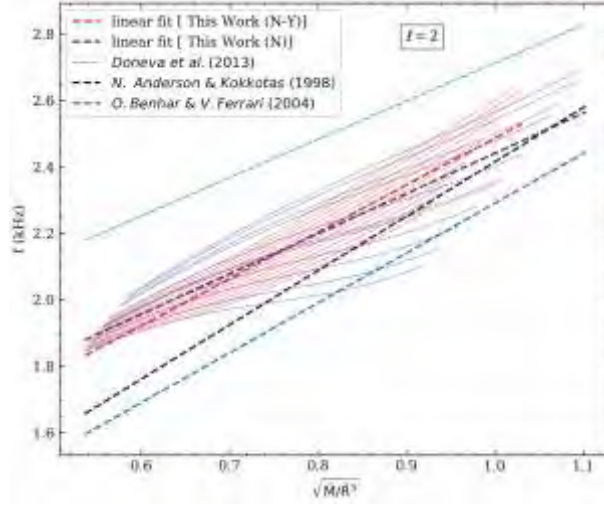


Figure 10: Frequencies for $l = 2$ mode as a function of the average density of the star, for variation in both effective mass and Ξ -hyperon potential. Red solid lines correspond to stars with nucleon-hyperon core and blue solid lines to stars with only nucleonic core. Linear fit relations from this work and other works are shown with dashed lines.

Mishra has conducted an extensive study of how such strongly lensed signals in the LIGO/Virgo frequency range ($10 - 10^4 Hz$) can be affected when microlensed. The methodologies for simulating amplification curves for both minima and saddle images are discussed. A wide range of strong lensing (macro) magnifications and the corresponding surface densities of the microlens population found in lensing galaxies are considered, which are then used to generate realisations of the amplification factor. Effects of parameters like macro-magnifications, stellar densities, the initial mass function (IMF), types of images, and microlens distribution around the source on microlensing are also studied. In general, with increasing macro-magnification values, the effects of microlensing become increasingly significant regardless of other parameters. These investigations, in typical galaxy-scale lens environments, have been carried out for the first time. Mismatch analysis between the lensed and the unlensed GW waveforms suggests that microlensing cannot be neglected for macro-magnification higher than 15. Whereas, for extremely high macro-magnifications > 100 , the effect can be so drastic that we might even miss such signals.

Time-delay interferometry for LISA

With the updated Laser Interferometric Space Antenna (LISA), our current experience with real data from ground-based detectors has shown why it is vital to adopt an approach in which the statistics for performing the data analysis are free from singularities. The algebraic-geometric approach described in the article is inherently singularity free. A seemingly different approach to TDI using matrices has been proposed by other researchers. One of these approaches is termed as TDI-infinity. We have found that it is nothing but the matrix representation of TDI observables - a ring homomorphism - so in principle is no different from the original one. Currently,



Sanjeev V. Dhurandhar, Massimo Tinto, and Prasanna Joshi are investigating the advantages/disadvantages of this approach of using matrix representations.

An optimal chi-square discriminators against noise transients in searches for binary black-hole mergers

The traditional chi-square veto has been applied to the gravitational wave data with fair amount of success. However, this test is ad hoc and is not guaranteed to be optimal. Prasanna Joshi, Rahul Dhurkunde, **Sanjeev V. Dhurandhar**, and **Sukanta Bose** construct an optimal chi-square test for glitches in the data, which can be modelled as sine-Gaussians, because such glitches are ubiquitous in the data. The method for constructing any chi-square has been fully discussed in our previous work. The parameter space of sine-Gaussians is adequately sampled and a vector space spanned by these sampled glitches is obtained. However, this space is very high dimensional and difficult to deal with from the computational point of view. By applying singular value decomposition techniques, it is possible to whittle down this space to a much lower dimensional subspace which best approximates the glitches. This procedure eventually leads to the required optimal chi-square for sine-Gaussian glitches.

Hierarchical search for detecting gravitational waves from compact coalescing binaries (CBC).

Standard searches are currently restricted to the parameter space which assumes aligned spins. A larger parameter space allowing precession will entail far more number of templates escalating the computational cost. **Kanchan Soni**, **Sanjit Mitra**, and **Sanjeev V. Dhurandhar** have implemented a hierarchical strategy to search for CBCs on real data from the science runs O1 and O2. In the first step, a search with a coarse bank at low sampling rate is carried out with a relatively low threshold and then the candidate triggers are followed up with a fine search with the sufficiently high threshold. This method of search is more efficient. They demonstrate a computational advantage of about 20 over the usual search in real data. This saving in the computational cost will allow us to free up computational resources and time.

Cosmic Magnetic Fields

Properties of polarized synchrotron emission from fluctuation-dynamo action - I. Application to galaxy clusters

Using magnetohydrodynamic simulations of fluctuation dynamos, Sharanya Sur, Aritra Basu, and **Kandaswamy Subramanian** perform broad-bandwidth synthetic observations to investigate the properties of polarized synchrotron emission and the role that Faraday rotation plays in inferring the polarized structures in the intracluster medium (ICM) of galaxy clusters. In the saturated state of the dynamo, they find a Faraday depth (FD) dispersion $\sigma_{FD} \approx 100 \text{ rad m}^{-2}$, in agreement with observed



values in the ICM. Remarkably, the FD power spectrum is qualitatively similar to $M(k)/k$, where $M(k)$ is the magnetic spectrum and k the wavenumber. However, this similarity is broken at high k when FD is obtained by applying rotation measure (RM) synthesis to polarized emission from the ICM due to poor resolution and complexities of spectrum in FD space. Unlike the Gaussian probability distribution function (PDF) obtained for FD, the PDF of the synchrotron intensity is lognormal. A relatively large σ_{FD} in the ICM gives rise to strong frequency-dependent variations of the pixel-wise mean and peak polarized intensities at low frequencies (≤ 1.5 GHz). The mean fractional polarization $\langle p \rangle$ obtained at the resolution of the simulations increases from $\langle 0.1$ at 0.5 GHz to its intrinsic value of ~ 0.3 at 6 GHz. Beam smoothing significantly affects the polarization properties below 1.5GHz, reducing $\langle p \rangle$ to ≤ 0.01 at 0.5 GHz. At frequencies greater than 5 GHz, polarization remains largely unaffected, even when recovered using RM synthesis. Thus, their results underline the need for high-frequency (> 5 GHz) observations with future radio telescopes to effectively probe the properties of polarized emission in the ICM.

Small-scale dynamo in supernova-driven interstellar turbulence

Magnetic fields grow quickly even at early cosmological times, suggesting the action of a small-scale dynamo (SSD) in the interstellar medium of galaxies. Many studies have focused on idealized turbulent driving of the SSD. Frederick A. Gent, Mordecai Mark M. Low, Maarit J. Kaplya, and **Nishant K. Singh** simulate more realistic supernova-driven turbulence to determine whether it can drive an SSD, which acts at small eddy scales of turbulence, driving magnetic field growth at correspondingly short timescales. The large-scale dynamo (LSD) with much longer turnover times generates magnetic fields ordered on kiloparsec scales. Hence, capturing LSD alongside the faster growing modes of SSD in simulations is computationally challenging. However, interaction between SSD and LSD modes likely fundamentally determines the evolution and structure of the magnetic field.

They found that the magnetic field growth occurring in their model appears inconsistent with simple tangling of magnetic fields, but consistent with SSD action. Across the modelled range of 0.5 - 4 pc resolution, they found that the SSD saturates at about 5% of kinetic energy equipartition, independent of growth rate. Thus, through the most extensive resolution and parameter study to date, they demonstrated that SSD likely occurs easily in the ISM.

Mean field dynamo action in shearing flows. II: Fluctuating kinetic helicity with zero mean

Naveen Jingade, and **Nishant K. Singh** explored the role of temporal fluctuations in kinetic helicity on the generation of large-scale magnetic fields in the presence of a background linear shear flow. Their model, which includes memory effects and the influence of shear also on the stochastic flow in a self-consistent manner, is successful in predicting a linear scaling (seen in earlier numerical experiments) for the dynamo growth rate with shear at small values of shear rates, purely by temporal fluctuations in the kinetic helicity that are weak enough to avoid any negative turbulent diffusion.



Another important prediction, which appears to be a reasonable expectation, is that the dynamo is quenched when shear becomes too strong. This work is expected to play an important role in understanding the origin of coherent magnetic fields in those systems where the standard alpha-effect is subcritical.

High Energy Astrophysics

Spectropolarimetric analysis of prompt emission of GRB 160325A

The study by **Vidushi Sharma, Shabnam Iyyani, Dipankar Bhattacharya, Tanmoy Chattopadhyay, Santosh V. Vadawale, et al.** of the spectroscopy of GRB 160325A with the Fermi satellite and concurrent polarimetry with the AstroSat-CZTI instrument has revealed that, of the two pulses in this burst, the first one has a mixture of thermal photospheric emission and non-thermal synchrotron emission, while the second one is generated entirely by optically thin synchrotron emission in an ordered magnetic field.

Identifying black hole central engine in gamma ray bursts

The central engine of a gamma ray burst may either be a fast-spinning, strongly magnetized neutron star called a magnetar, or a spinning, accreting, stellar mass black hole. Analysis of the energetics of a large sample of gamma ray bursts has led to the identification of at least eight events in which the total emitted radiative energy exceeds what could be maximally available from a magnetar. These are clear cases of black-hole powered bursts. It was also found that the X-ray light curve of these cases do not exhibit the plateau phase that is often attributed to magnetar-powered emission. This study has been done by **Vidushi Sharma, Shabnam Iyyani, and Dipankar Bhattacharya.**

Time evolution of cyclotron line of Her X-1

AstroSat observations of the X-ray pulsar Her X-1, along with historical observations from multiple missions spanning three decades were used to determine the temporal evolution of its cyclotron line energy, and hence, the apparent magnetic field strength. **Suman Bala, Dipankar Bhattacharya, Ruediger Staubert and Chandreyee Maitra** found that the line energy of the source exhibited a steady decline during 1995-2008 and has been steady since then, indicating a possible equilibrium height achieved by the mound of accretion matter accumulated at the polar cap of the neutron star. This is the first such system where such an analysis has been possible.

Detection of a new cyclotron feature in 4 μ 1700 - 37

In-depth spectroscopic and timing study of a high-mass X-ray binary system 4U1700-37 was carried out by **Suman Bala, Jayashree Roy, and Dipankar Bhattacharya,** using data from AstroSat and NuSTAR missions. A search for periodicity



in the light curve showed no significant detection, while in the energy spectrum a rare Nickel K-alpha emission line was detected at 7.6 keV and the hint of a cyclotron resonance scattering feature was found near 16 keV.

AstroSat observations of the first galactic ULX pulsar

The first ultraluminous X-ray pulsar detected in the Milky Way galaxy, Swift J0243.6+612, was observed with AstroSat during its 2017-2018 outburst. The data revealed pulsations at 9.85 sec period at energies up to 150 keV, with the pulsed fraction increasing towards higher energies. The spectrum observed by Aru Beri, Sachindra Naik, Kuliner P. Singh, **Dipankar Bhattacharya**, **Gulab C. Dewangan**, et al. showed strong evidence of optically thick outflows.

Accretion disks around super-massive black holes

Powering enormous luminosity of Active Galactic Nuclei (AGNs) is thought to be the most efficient and stable engines known in the Universe. The inner regions of accretion disks in AGN are not well understood. **Gulab C. Dewangan**, **Prakash Tripathi**, I.E. Papadakis, and Kulinder P. Singh used the Indian multi-wavelength AstroSat observatory to study a powerful Seyfert 1 galaxy IC 4329A. The Ultra-Violet Imaging Telescope (UVIT) onboard the AstroSat mission provided the highest resolution and deepest images of acquired to date in the far and near UV bands. These data allowed them to accurately separate the extended emission from the host galaxy and the AGN emission, and enabled to derive the intrinsic AGN flux after correcting for the galactic and internal reddening, as well as for the contribution of emission lines from the broad and narrow line regions. The intrinsic UV continuum emission showed a marked deficit compared to that expected from the “standard” models of the accretion disk around an estimated black hole mass of $1 - 2 \times 10^8 M_{\odot}$ when the disk extends to the innermost stable circular orbit. The intrinsic UV continuum is found to be fully consistent with the standard disk models, but only if the disk emits from distances larger than $\sim 80 - 150$ gravitational radii.

AstroSat observation of 2016 burst of H \sim 1743-322

Swadesh Chand, Vivek K. Agrawal, **Gulab C. Dewangan**, **Prakash Tripathi**, and Parijat Thakur detected type C quasi-periodic oscillation (QPO) along with upper harmonic at respective frequencies of ~ 0.6 Hz and ~ 1.2 Hz in a single AstroSat observation taken during the 2016 outburst of the low-mass black hole X-ray binary H \sim 1743-322. These frequencies are found to be shifted by ~ 0.4 Hz for the QPO and ~ 0.8 Hz for the upper harmonic with respect to that found in the simultaneous XMM-Newton and NuSTAR observations taken five days later than the AstroSat observation, indicating a certain geometrical change in the system. However, the centroid frequency of the QPO and the upper harmonic does not change with energy, indicating the energy-independent nature. The decreasing trend in the fractional rms of the QPO with energy is consistent with the previous results for this source in the low/hard state. The photon index of about 1.7 also indicates that the source



was in the low/hard state during this particular observation. In addition, a hard lag of 21 ms in the frequency range of 15 Hz is found similar to the XMM-Newton observations during the same outburst. The log-linear trend between the averaged time lag and energy indicates the propagation of fluctuations in the mass accretion rate from outer part of the accretion disk to the inner hot regions.

Evidence of disc reflection in the X-ray spectrum

Aditya Mondal, Biplab Raychaudhuri, and **Gulab C. Dewangan** studied the broadband X-ray spectrum of the atoll source 4U 1636-536 using NuSTAR observations. The source was found to be in a low-luminosity state during this observation with 3-79 keV X-ray luminosity of $1e37$ erg/s, assuming a distance of 6 kpc. The continuum is well described by a thermal Comptonization model *nthcomp* with photon index of 1.9, electron temperature of 28 keV, and seed photon temperature of about 0.9 keV. The NuSTAR data revealed a clear signature of disc reflection, a significantly broad Fe-K emission line (around 5-8 keV), and the corresponding reflection hump (around 15-30 keV). These reflection features prefer truncated inner disc radii prior to the ISCO. They find that the inner disc is truncated with an inner radius of $R_{in} = 3.2-4.7$ RISCO (16 - 24 gravitation radii or 36 - 54 km). This inner disc radius suggests that the neutron star magnetic field strength is less than about $2e10^9 G$.

UV nuclei or a compact star forming region

Partha P. Deka, **Gulab C. Dewangan**, Kulinder P. Singh, and Joseph Postma reported the discovery of a bright, compact ultraviolet source at a projected separation of 1.1 kpc from the known active galactic nucleus (AGN) in Mrk~766 based on AstroSat/UVIT observations. They performed radial profile analysis and derive the UV flux almost free from the nearby contaminating sources. The new source is about 2.5 and 5.6 times fainter than the AGN in the far and near UV bands. The two sources appear as a pair of nuclei in Mrk~766 and highly unlikely to be another accreting supermassive black hole in Mrk~766 as it lacks X-ray emission. They investigated the nature based on the UV flux ratio, X-ray and optical emission. It is found that the UV/Optical flux measured at four different bands closely follow the shape of the template spectrum of starburst galaxies. Thus, the new source is most likely a compact star-forming region.

Unveiling the broadband spectral and temporal properties of PKS 0903-57 during its brightest flare

Blazars are subclass of active galactic nuclei (AGNs) with powerful relativistic jet pointing close to the line of sight of the observer, which results in extreme properties in the blazar emission. **Zahir A. Shah**, Vadakkumthani Jithesh, Sunder Sahayanathan, and Naseer I. Bhat carried a detailed spectral and temporal study of blazar, PKS 0903-57 using the *Fermi*-LAT and *Swift*-XRT/UVOT observations, during its brightest flaring period MJD 58931-58970. The source reached a maximum daily averaged γ -ray flux of 9.42×10^{-6} ph cm $^{-2}$ s $^{-1}$ in the energy range 0.1-500 GeV



on MJD 58951.5. This is the highest γ -ray flux detected. The authors found that several high-energy (HE) photons (> 10 GeV) were consistent with the source location at high probability ($> 99\%$). They also found that the γ -ray lightcurve in the active state has multiple substructures with asymmetric profile. In order to understand the possible physical scenario responsible for the flux enhancement, the authors carried a detailed broadband spectral study by choosing different flux states from the active period of the source. Neglecting the multi-band variability in each of the selected time intervals, the authors reproduce their averaged broadband SEDs with a one-zone leptonic model whose parameters were derived with a χ^2 -fit. It is found that the broadband SED during different flux states can be reproduced by the synchrotron, synchrotron-self-Compton (SSC), and External-Compton (EC) processes. The seed photons for EC process from BLR or IR torus provide acceptable fits to the GeV spectrum in all the flux states; however, the detection of HE photons together with the equipartition condition suggests that the EC/IR process is a more likely scenario. Further, a detailed comparison between the fit parameters shows that the flux enhancement from quiescent-state to the flaring-state is mostly related to increase in the bulk Lorentz factor of the emission region and change in the break energy of the source spectrum

AstroSat observation of the HBL 1ES 1959+650

Zahir A. Shah, Savithri H. Ezhikode, Ranjeev Misra, and T. R. Rajalakshmi carried a detailed study of X-ray flaring activity of 1ES 1959+650 during October 25-26, 2017 using the AstroSat observations. A maximum X-ray flux of $1.7 \times 10^{-9} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ was observed. For the first time, a delay between the particle spectral shape and particle density is revealed. The authors investigate the evolution of X-ray spectral properties during the AstroSat observations of the source using the method of time-resolved spectroscopy. They divided the total observation period into time segments of 5 ks, and created SXT and LAXPC spectra for each segment. Each time-resolved spectra were then fitted with a broken power-law convolved with the Synconv model. They found a weak anti-correlation between the index and particle density at zero time lag, a general feature observed in blazars. However, at time delay of about 60 ks, they observed a stronger positive correlation between these parameters. The amplitude of the normalised particle density variation $|\Delta n(\gamma)/n(\gamma)| \sim 0.1$ was found to be less than that of the index $|\Delta \Gamma \sim 0.5|$. The authors model the amplitudes and the time delay in a scenario where the particle acceleration time-scale varies on a time-scale comparable to itself. In this framework, the rest frame acceleration time-scale is estimated to be $\sim 1.97 \times 10^5$ secs and the emission region size to be $\sim 6.73 \times 10^{15}$ cms.



Computational Astrophysics

Simulations of relativistic jet driven feedback

Relativistic jets from supermassive black holes are considered to be an important driver of galaxy evolution. Synchrotron radiation from such jets has been observed in radio frequencies. In order to better understand the dependence of the observed emission on the properties and dynamics of the fluid inside such jets, **Dipanjan Mukherjee**, and his collaborators have performed a set of novel simulations of relativistic jets evolving into the circum-galactic environment. The simulations have used a newly developed numerical module in the PLUTO astrophysical code, that follows the energetics of relativistic non-thermal electrons that emit synchrotron radiation. The simulations cover the dynamics of jets of sizes of ~ 10 kpc, which represent the evolution of young jets that have been freshly triggered by the central super-massive black holes, as shown in Figure 11. The work primarily explores the dynamical

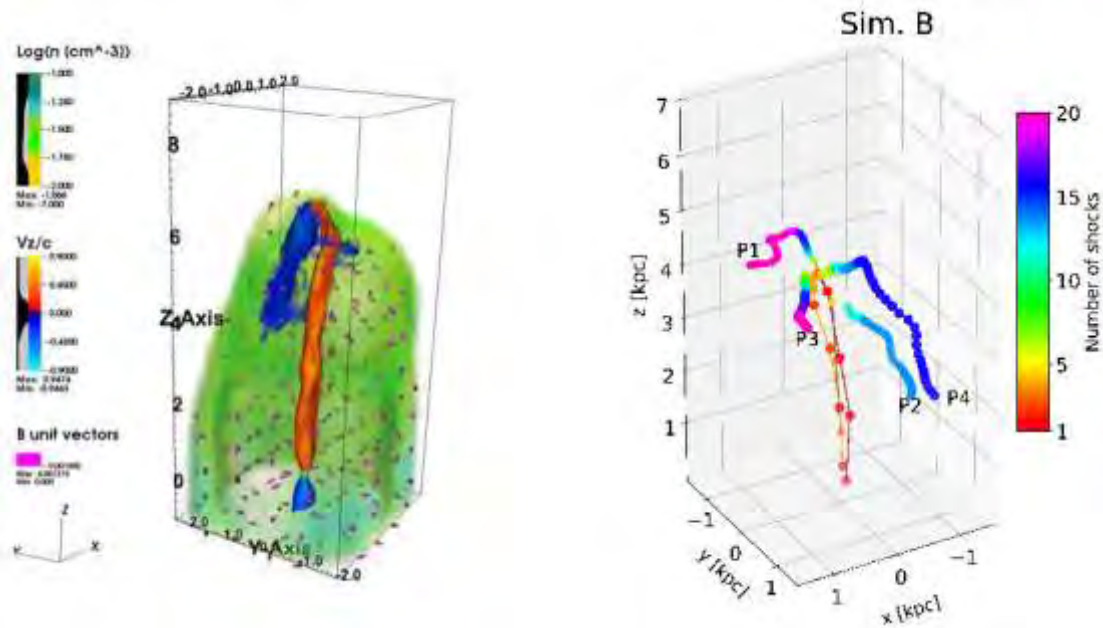


Figure 11: **Left:** 3D volume rendering of a simulation of a relativistic jet. The low-power jet ($P \sim 10^{44} \text{ erg s}^{-1}$), shows kink instability, demonstrated by strong bending of the jet-head. The cocoon bubble is depicted in green. The red and blue contours in the central regions denote the jet velocity. The vectors in purple represent the local magnetic field. **Right:** Shows the tracks of a few non-thermal macro-particles, each of which represents a collection of relativistic electrons, with an energy distribution defined by their spectrum. The colour of the particles denotes the number of shocks encountered up till the given point in the trajectory. The particles get accelerated at the complex shock near the jet-head and stream downwards with the back-flow.

implications of different MHD instabilities, on the evolution of the jet, and what are their implications for the evolution of non-thermal cosmic ray electrons inside such jets. They have shown how such instabilities can result in internal turbulence in the cocoon, or complex shock structures at the jet-head, which can re-accelerate

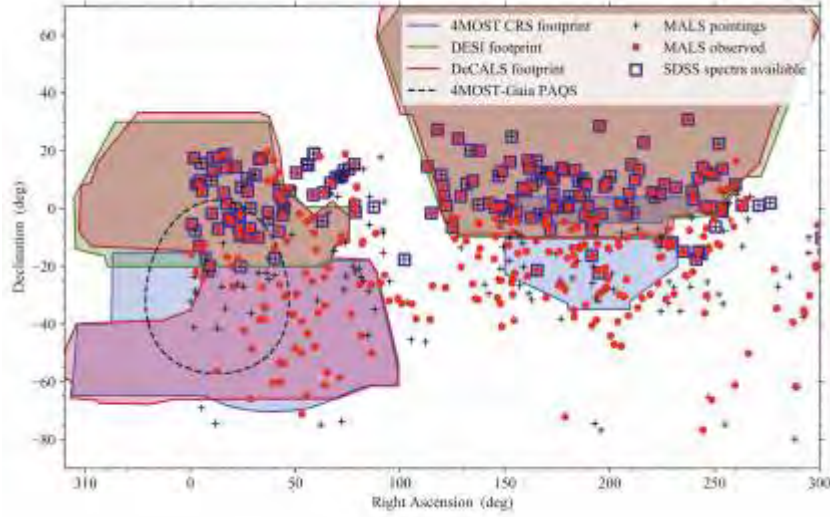


Figure 12: .

cooling electrons. This has significant effect on interpreting the radiative ages of such systems from observations of synchrotron radiation.

The MeerKAT Absorption Line Survey (MALS) gets real !

The MeerKAT Absorption Line Survey (MALS) is one of the ten large surveys being carried out with the MeerKAT radio telescope in South Africa. The MeerKAT array consists of 64 dishes of 13.5m, designed to achieve high sensitivity and imaging dynamic range. Until the Square Kilometer Array (SKA) phase-I is completed, MeerKAT will be the most sensitive telescope at cm wavelengths. Eventually, MeerKAT will be incorporated into SKA phase-I.

MALS consists of 1,655 hrs of MeerKAT time (anticipated raw data ~ 1.7 PB) to carry out the most sensitive search of HI and OH absorption lines at $0 < z < 2$, the redshift range over which most of the evolution in the star formation rate density takes place.

Already, ~ 400 MALS pointings have been observed. The 500 TB of raw visibility data corresponding to these have been transferred to IUCAA. These data are being processed at the specialized data processing and archiving facility set up at IUCAA and released to the survey team in August 2020, and is regularly updated to meet the requirements of the project. The setup consists of Automated Radio Telescope Imaging Pipeline - ARTIP specifically developed for MALS.

ARTIP follows a stage driven architecture, in which outputs from previous stages are used by subsequent stages. At the highest level, it is split into the following four components: ARTIP-CAL, ARTIP-CUBE, ARTIP-CONT, and ARTIP-Diagnostic, which are responsible for calibration, spectral line imaging, continuum imaging, and generating various diagnostic plots and statistics, respectively. The pipeline has been rigorously tested using wideband data from uGMRT, VLA and MeerKAT.

The first uGMRT wideband spectrum is shown in the following figure. Based



on this pilot survey, **Neeraj Gupta, Raghunathan Srianand**, and collaborators estimate the numbers of HI and OH absorbers per unit redshift to be $n_{21}(z \sim 0.18) < 0.14$ and $n_{OH}(z \sim 0.40) < 0.12$, respectively, and constrain the cold gas covering factor of galaxies at large impact parameters ($50 \text{ kpc} < \rho < 150 \text{ kpc}$) to be less than 0.022. Due to the small redshift path, $\Delta z \sim 13$ for H I with column density $> 5.4 \times 10^{19} \text{ cm}^{-2}$, the survey has probed only the outskirts of star-forming galaxies at $\rho > 30 \text{ kpc}$. MALS with the expected $\Delta z \sim 10^{3-4}$ will overcome this limitation and provide stringent constraints on the cold gas fraction of galaxies in diverse environments over $0 < z < 1.5$.

The initial MALS science verification observations of the distant gravitationally lensed quasar, PKS1830-211 ($z = 2.51$) have led to the highest redshift detection of OH satellite lines at $z = 0.89$. The previous detection was at $z = 0.25$. The total OH 1720 MHz emission line luminosity is $6,100 L_{\odot}$. This is the most luminous known 1,720 MHz maser line and is also among the most luminous of the OH main line megamasers.

They perform detailed modelling of HI and OH lines detected towards PKS1830-211, and show that while the OH main line ratios are in local thermodynamic equilibrium, the satellite lines require an additional non-thermal component and show conjugate behaviour. Using a lens galaxy model derived from an N-body hydrodynamical simulation, with a morphology similar to its optical HST image, it is shown that the resulting absorption lines depend mainly on the background continuum and the radial distribution of the gas surface density for each atomic and molecular species. It is possible to reproduce the observations assuming a realistic spiral galaxy disk without invoking any central gas outflows. However, there are distinct and faint high-velocity features in the ALMA millimeter absorption spectra that most likely originate from high-velocity clouds or tidal features. These clouds may contribute to the broadening of the H I and OH absorption profiles.

The OH lines can be used as an excellent tracer of diffuse molecular gas as well as dusty/high star forming regions of the Universe. In coming years, MALS will provide an unbiased census of these in the Milky Way halo and external galaxies at $z < 2$. Besides carrying out a sensitive search for intervening HI and OH absorbers, MALS will also provide an unbiased census of intrinsic HI and OH absorbers, that is, cold gas associated with powerful AGNs (radio power $> 1024 \text{ WHz} - 1$) at $0 < z < 2$, and will simultaneously deliver a blind HI and OH emission line survey and a full-polarization radio continuum survey. The images and catalogues corresponding to these will be released to the MALS team and wider astronomy community through the data processing and archiving setup described above.

Stars, Interstellar Medium and Planetary Studies

Laboratory studies of regoliths – Porosity effects

Numerous atmosphereless minor bodies of our solar system are covered by layers of loosely bound dust particles, which are called regoliths. Light scattered by regolith surfaces is a function of their bulk porosity, their sizes, shapes, structures and

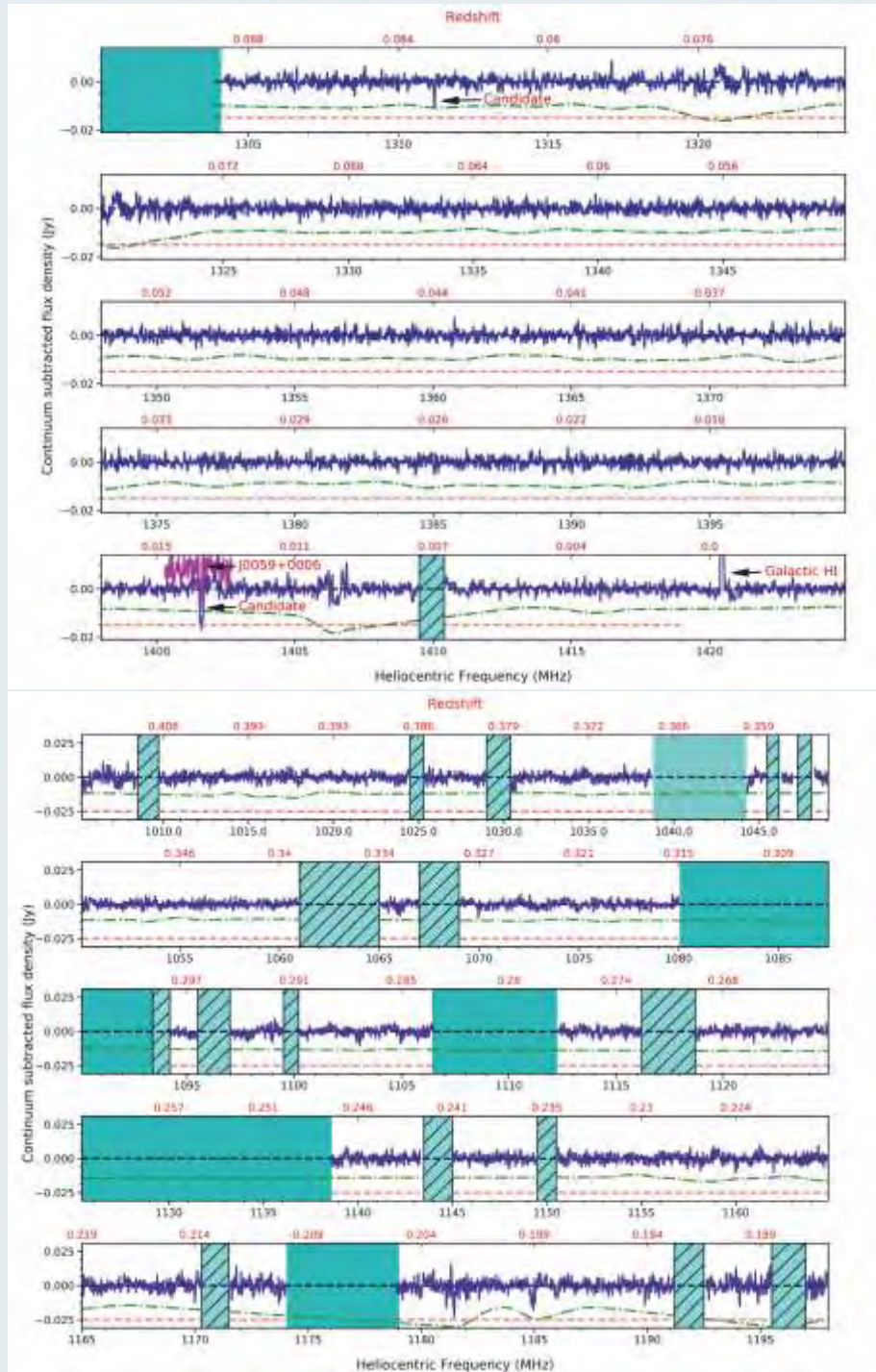


Figure 13: .

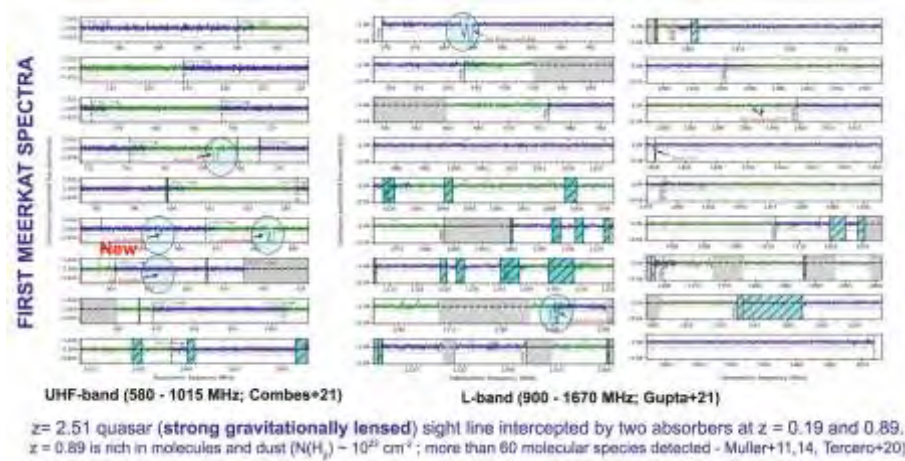


Figure 14: .

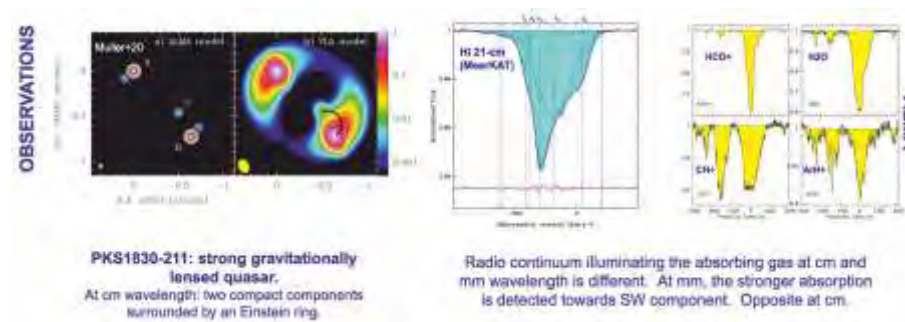


Figure 15: .

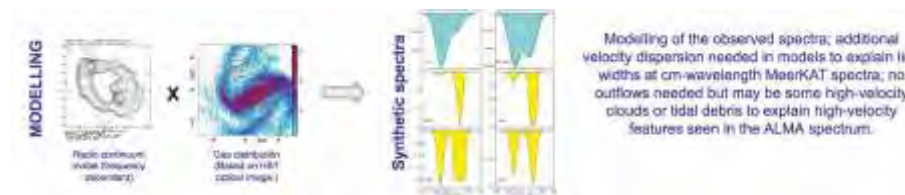


Figure 16: .

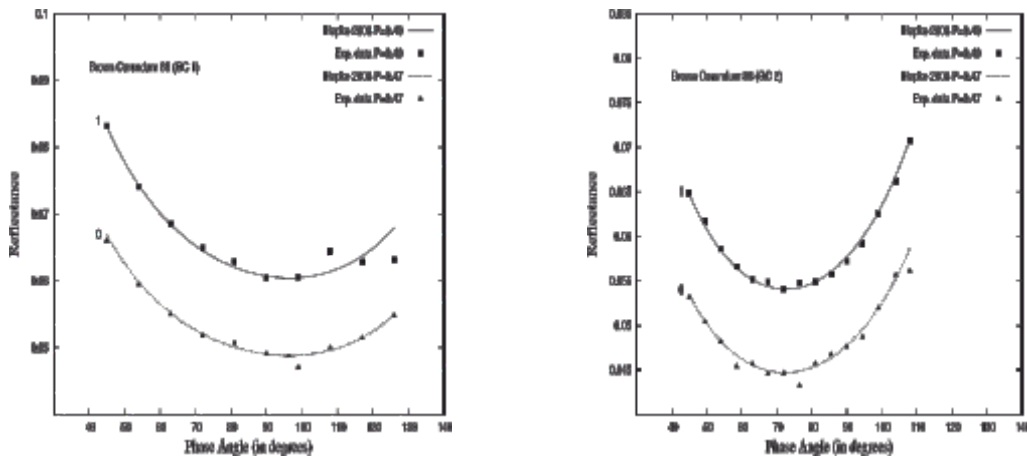


Figure 17: Reflectance of light scattered from rough surface containing $88\ \mu\text{m}$ brown corundum powder having porosity 0.40 and 0.47 under geometrical configurations 1 (left) and 2 (right) are shown as a function of phase angle. The \blacksquare and \blacktriangle represent laboratory data points and solid line represents Hapke's model curve.

compositions of the constituent particles. Laboratory studies of such regoliths have been going on for more than a decade by Asoke K. Sen and his students along with **Ranjan Gupta** using a goniometer developed under IUCAA collaboration.

A set of eight samples including three with industrial origin (brown corundum with three different sizes, silicon carbide and boron carbide) and four with natural origin (olivine, basalt, Martian JSC1 simulant, and Oman desert sand) were considered for the studies as analogues for the regolith surfaces of the minor bodies in the solar system.

The four Figures 17, 18, 19, and 20 show that the Hapke's model could fit the experimental phase curves very well. Among the parameters, the single particle scattering albedo can be deduced, the porosity being a free parameter. These laboratory studies clearly provided a technique through which one can remotely infer the different physical properties of the solar system regoliths, which is very useful for future landing missions on different minor bodies.

The variation of albedo with particle size (and also porosity) can be studied in future by investigating different types of analogues as found on the terrestrial surface, meteorite powder, and even from the dust collected from return space missions. It is to be noted that our experiment is the only one of its kind in the country and only a few such experiments are conducted around the world.

Si IV line ratios in an emerging flux region

Line ratios are considered to be one of the best parameters for diagnosing the physical conditions in astrophysical plasma. The two lines of Si IV ion, formed at 1394 Angstrom and 1403 Angstrom, are observed by the Interface Region Imaging Spectrometer (IRIS). These lines play an important role in characterizing the physical state of the plasma in different features observed in transition region. Under optically thin condition, the ratio of these two lines (1394 Angstrom/1403 Angstrom)

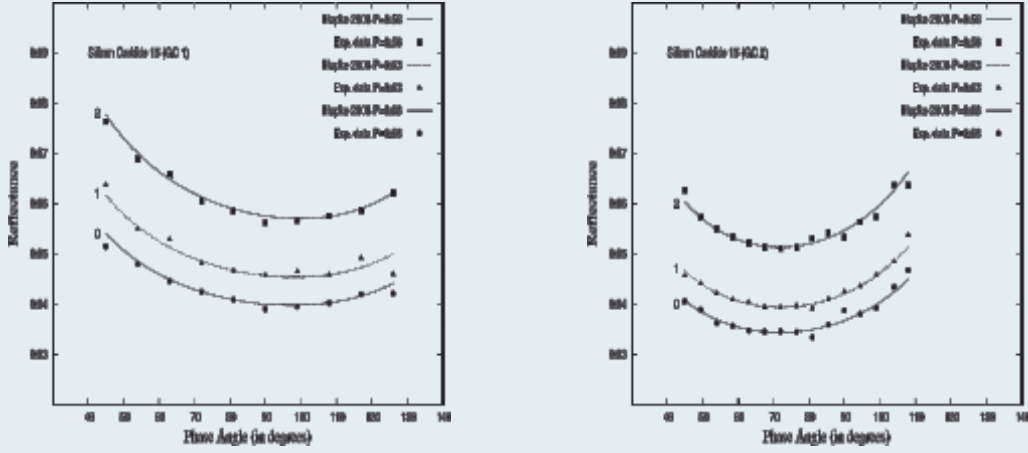


Figure 18: Reflectance of light scattered from rough surface containing 15 μm silicon carbide powder having porosity 0.56, 0.63 and 0.68 under geometrical configurations 1 (left) and 2(right) are shown as a function of phase angle. The \blacksquare and \blacktriangle represent laboratory data points and solid line represents Hapke's model curve.

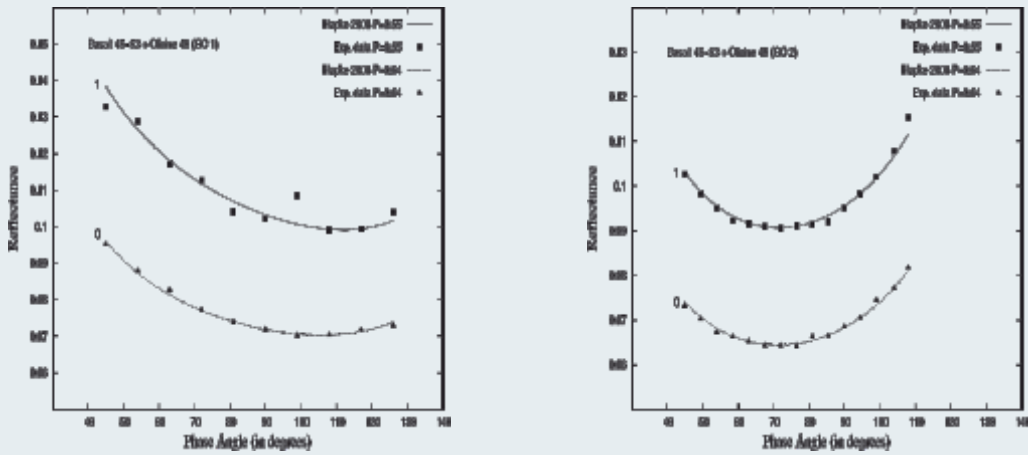


Figure 19: Reflectance of light scattered from rough surface containing 45-53 μm basalt and 49 μm olivine powder (mixed together) having porosity 0.64 and 0.55 under geometrical configurations 1 (left) and 2 (right) are shown as a function of phase angle. The \blacksquare and \blacktriangle represent laboratory data points and solid line represents Hapke's model curve.

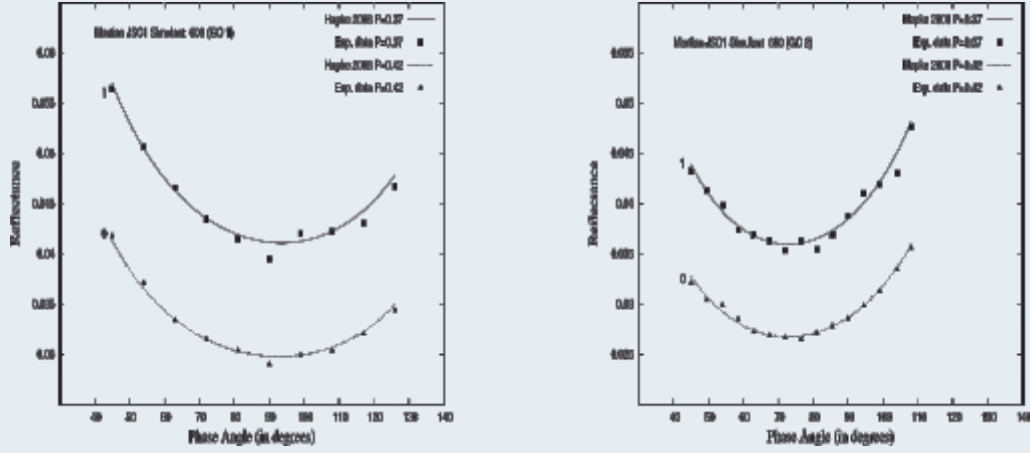


Figure 20: Reflectance of light scattered from rough surface containing Martian JSC1 simulant with size $\sim 600 \mu\text{m}$ powder having porosity 0.37 and 0.42 under geometrical configuration 1 (left) and 2 (right) are shown as a function of phase angle. The \blacksquare and \blacktriangle represent laboratory data points and solid line represents Hapke's model curve.

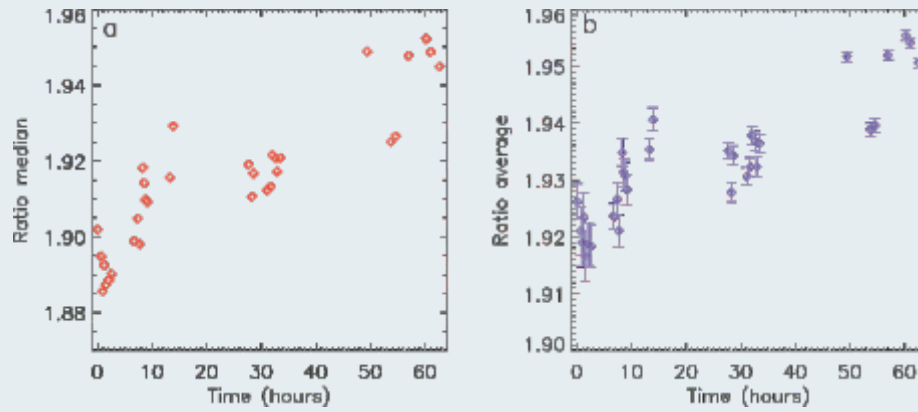


Figure 21: Time evolution of the median and mean of the intensity ratios.



is predicted to be two. Therefore, any departure from this value will suggest that the physics of optically thin plasma cannot be applied. In this work, **Durgesh Tripathi**, and colleagues have studied the emergence and evolution of an active region and studied the time evolution of the ratio of these two lines. Moreover, this ratio has been compared with those obtained for quiet Sun regions. It was found that during the early phase of the development, majority of the regions show ratios smaller than two, and then changes to two as the active region evolves further (see Figure 21). They also found that there were significant amount of regions within the active region that showed ratios larger than 2, which were mostly located within the core of the active region. These findings suggest that the physics of optically thin plasma cannot be applied in the emerging flux regions while studying Si IV lines as they show opacity effects. These results have important implications for the modelling of the solar atmosphere.

Prediction of solar wind speed using deep learning

In order to study the space-weather and its impact, an accurate forecasting of solar wind is of paramount importance. **Vishal Upendran**, and colleagues have used deep learning to forecast solar wind speed as measured near-Earth (L1 point) given solar coronal intensity as seen in extreme-ultraviolet wavelengths. This end-to-end forecasting scheme, based purely on deep learning, outperforms baseline auto-regressive and the standard 27-day persistence model on various metrics (the best-performing correlation was ≈ 0.55). A image showing the observed wind speed (blue), and forecasted wind speed (orange) is given in Figure 22. The vertical bars indicate sudden enhancements in the wind speed.

On investigating the machine learning forecast of “fast” and “slow” winds, the machine was found to “look” at the dark coronal holes 3-4 days prior to forecasting, which is as expected from physics. For the slow wind, the model seems to look at active regions (as expected from the physics), but much closer to the day of forecast. These trends bear an uncanny similarity to the influence of regions potentially being the sources of fast and slow wind, as reported in literature. This suggests that the proposed deep learning model is able to learn some of the salient associations between coronal and solar wind structure without built-in physics knowledge. Such an approach may help discover hitherto unknown relationships in heliophysics data sets.

Untwisting magnetic field in an emerging flux region

Magnetic flux on the Sun emerge at various spatio-temporal scales. In fact, active regions form due to the emergence of magnetic flux. Most of the active regions (about 75%) have certain specific characteristics based on hemispheric helicity rules, and on the solar hemisphere in which they are located. However, why the remaining 25% do not follow such pattern is not well understood. It has been speculated that these 25% active regions are probably in their early phase of emergence. **C. R. Sangeetha**, and **Durgesh Tripathi** with collaborators performed a detailed study of a small emerging bipolar regions. They used space based observations recorded

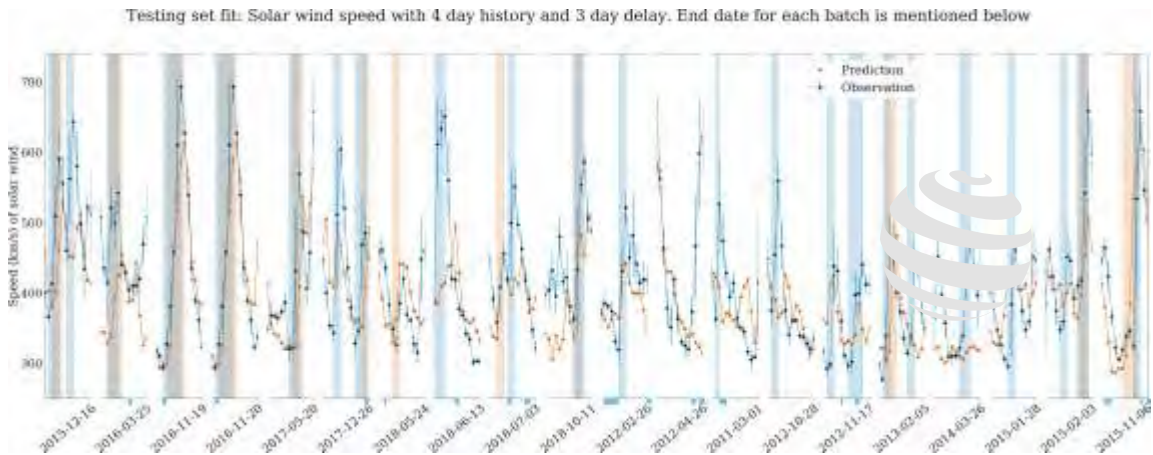


Figure 22: Solar wind speed with 4 day history and 3 day delay. End date for each batch is mentioned on X-axis. Blue colour is observation, and forecasted speed is shown in orange.

from the Helioseismic and Magnetic Imager (HMI) on board the Solar Dynamics Observatory (SDO). To study the flows – both speed and direction – they employed local correlation tracking technique. The results show that during the early phase of the emergence the two magnetic polarities swirl in opposite directions.

In the top panel of Figure 23, the vertical vorticity for leading polarity (black) and trailing polarity (blue) are shown. The plot shows that the leading polarity has negative vorticity (according to the hemispheric rule), whereas the trailing polarity does not. The bottom panel shows the evolution of the unsigned average of the vertical vorticity. These results are indicative of an unwinding of the pre-emergence twist in the magnetic field. They demonstrate the presence of pre-emergence twists in an emerging magnetic field that is important in the context of the hemispheric helicity rule warranting a detailed statistical study in this context. Moreover, the results suggests the possibility of the generation of torsional waves in emerging flux regions due to the untwisting magnetic field with implications for upward energy transport to the corona.

Wave amplitude modulation in fan loops as observed by AIA/SDO

Aishawannya Sharma, Durgesh Tripathi, and collaborators perform a detailed analysis to understand the nature and evolution dynamics of intensity disturbances propagating along fan loops anchored in an isolated sunspot region (see Figure 24). The study carried out using AIA on board SDO shows an increase and decrease in the amplitude of propagating 3-min oscillations over time. Fourier analysis indicates significant power in oscillations within 2-3 minutes, along with many other smaller peaks between 2-4 minutes. Wavelet analysis shows an increase and decrease of 3 min oscillating power simultaneous to the amplitude variations with time, with a mean modulation period in the range of 20-30 minutes (see Figure 25). These results present the viability of occurrence of phenomenon like "Beat" in the solar atmosphere giving rise to the amplitude modulations over time. The observations provide valuable insights into understanding the behaviour and possible coupling of

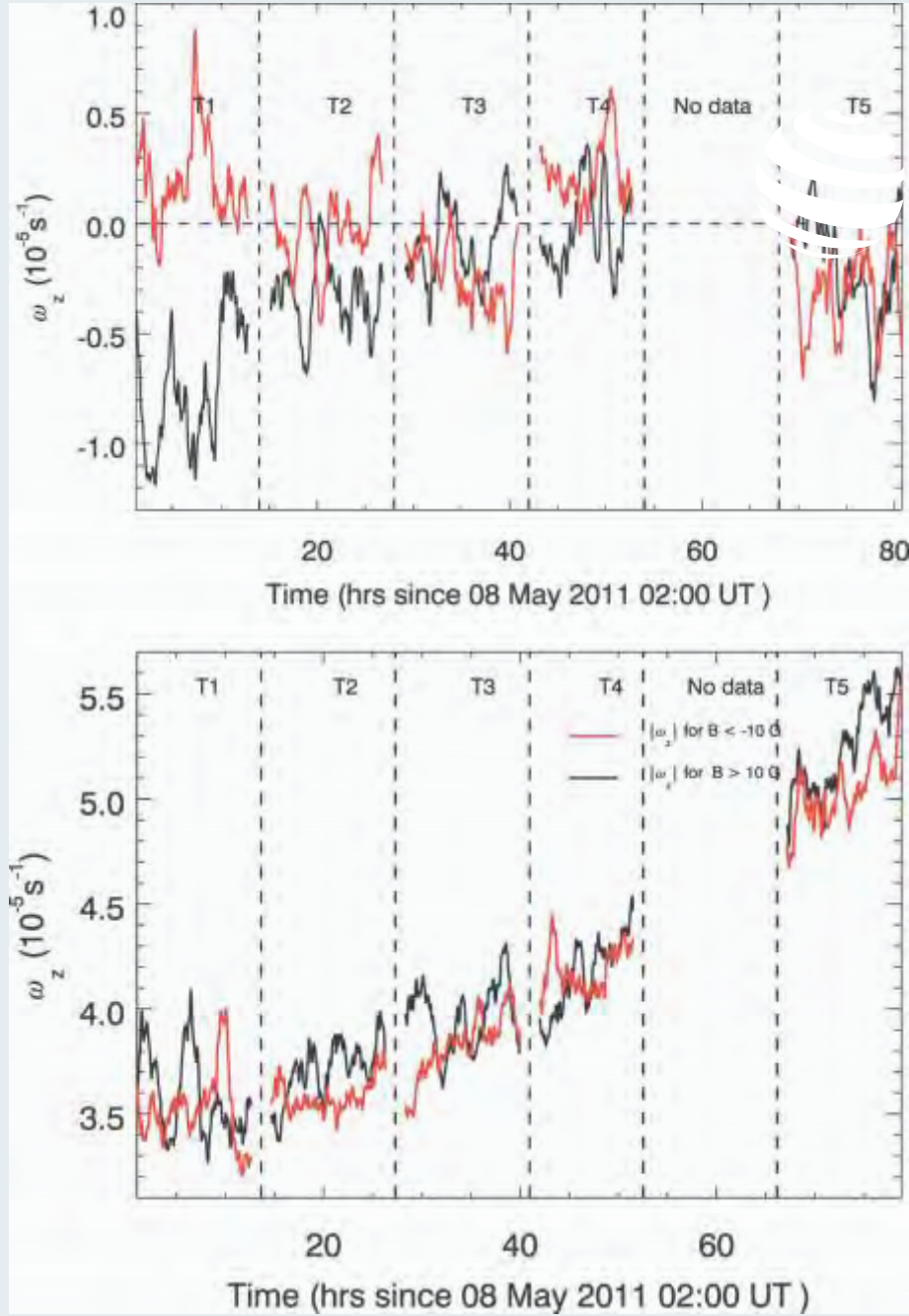


Figure 23: **Top panel:** Evolution of vertical vorticity (spatially signed averaged) for five different sets of observations as labeled for magnetic regions ($\text{abs } (B_{LOS}) > 10 \text{ G}$). The black and red curves show the evolution of signed vorticity for positive and negative magnetic flux, respectively. **Bottom panel:** Evolution of unsigned averaged vertical vorticity.

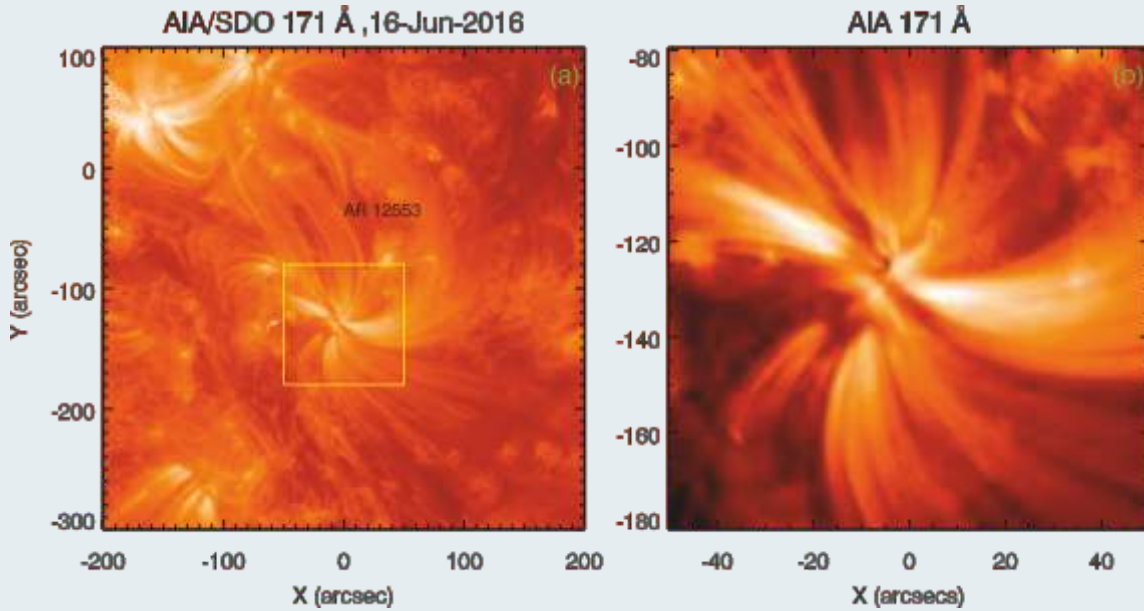


Figure 24: **Left panel:** AIA 171 Angstrom image showing the sunspot and the associated active region. The fan loops are enclosed by the yellow box, which is the region studied. **Right panel:** Zoomed-in image corresponding to the yellow box shown in the left panel.

slow-magnetoacoustic waves propagating along fan loops.

Formation and dynamics of trans-equatorial loops

The solar corona is full of loop structures evolving at various spatio-temporal scales. **Avyarthana Ghosh**, and **Durgesh Tripathi** have studied the dynamical evolution of trans-equatorial loops (TELs) using simultaneous imaging and spectroscopy. The observations are recorded by the Atmospheric Imaging Assembly (AIA) and the Helioseismic Magnetic Imager (HMI) on board the Solar Dynamics Observatory (SDO), in unison with spectroscopic observations taken from the Extreme-Ultraviolet Imaging Spectrometer (EIS) on board Hinode. The imaging data from the AIA 193 Angstrom channel show that TELs are formed between the pre-existing AR 12230 and a newly emerging AR 12234, evolving between 10 - 14 December 2014. The time-distance plots for 12 December 2014, also obtained using AIA 193 Angstrom data, reveal signatures of inflow and outflow towards an X-region (see Figure 26). This is accompanied by recurrent intensity enhancements in close proximity to the X-region (P2), as derived from high-cadence AIA images. At the X-point, the spectral lines that are formed at $\log T[K] = 6.20$ are seen to have higher intensities, whereas the spectral lines at higher temperatures show voids. The electron densities and temperatures in the X-region (and P2) are maintained steadily at $\log Ne = 8.5\text{--}8.7 \text{ cm}^{-3}$ and $\log T[K] = 6.20$, respectively. These observations show the direct interaction of loops and possibly magnetic reconnection within them.

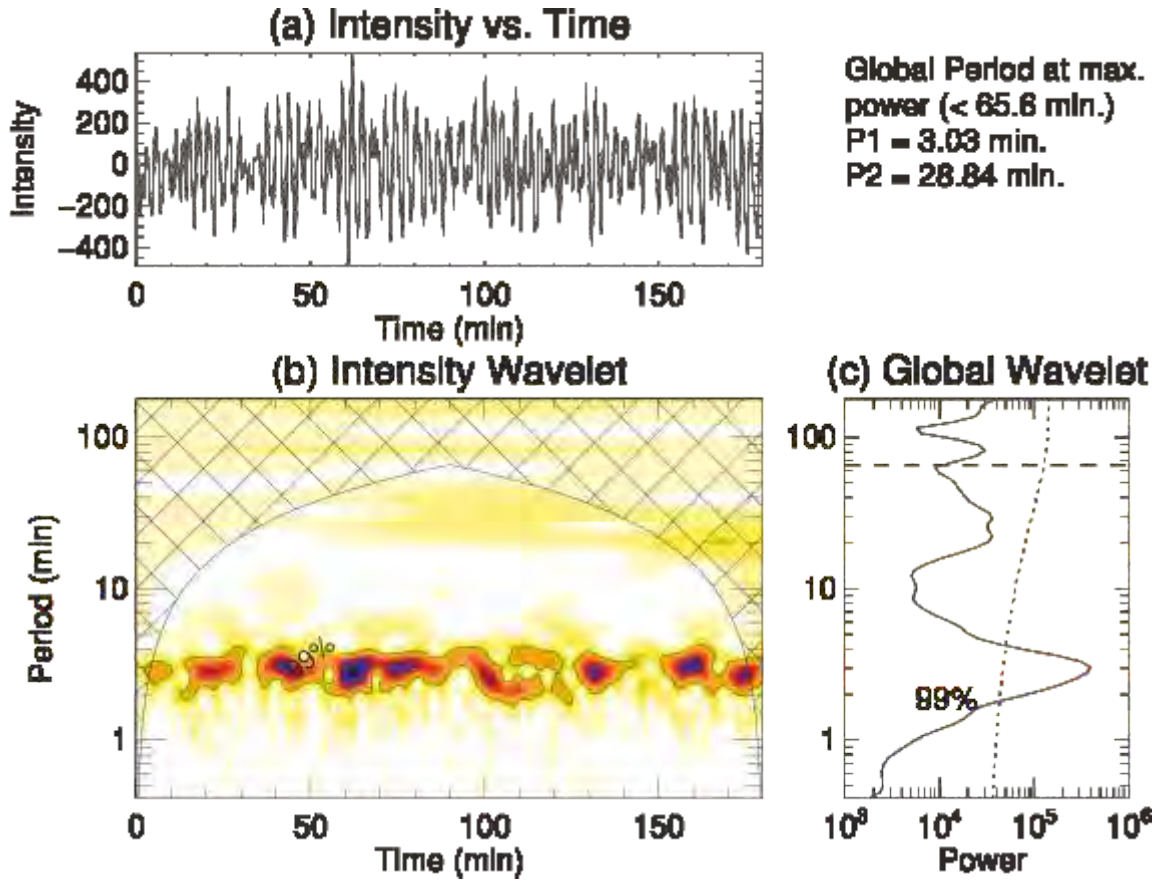


Figure 25: Wavelet analysis results for a detrended light curve obtained at a location on a fan loop. **Top:** The detrended light curve. **Bottom left:** Wavelet spectrum. **Bottom right:** Global wavelet power spectrum. The dashed lines indicate the maximum period detectable from wavelet analysis due to cone-of-influence, whereas the dotted line indicates 99% confidence level curve. Periods P1 and P2 of the first two global power peaks are printed at the top right.

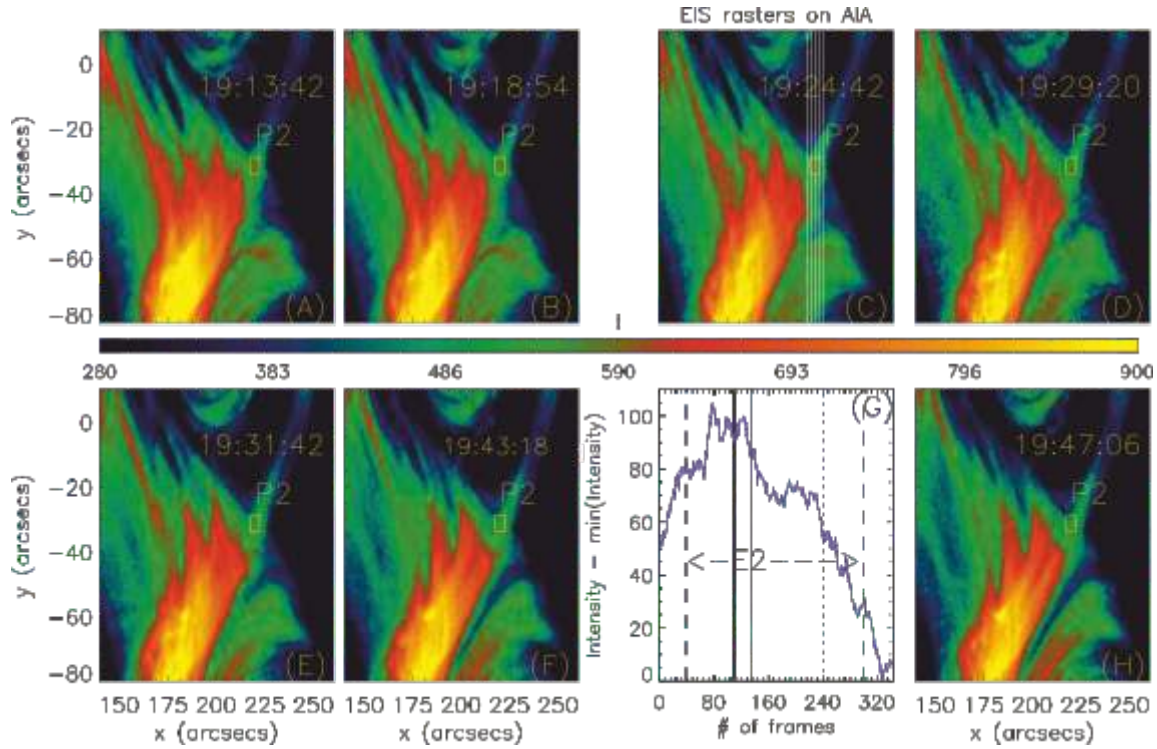


Figure 26: **Panels (A)-(F) and (H):** AIA ~193~Angstrom intensity images at different instants which are roughly co-temporal with an EIS observation period (E2). 'P2' (highlighted by the yellow box) marks the location for recurrent brightenings. The white vertical lines in panel (C) represent four EIS exposures, which cover at the location of this brightening. **Panel (G):** Corresponding light curve in box 'P2'. The dashed vertical black lines represent the exact duration of E2. The black bold lines show the increase in intensity in 'P2', which correspond to the EIS exposures shown with white lines in panel (C).



Dynamics of sunspot shock waves in the chromosphere and transition region

Using the observations recorded from IRIS, **Durgesh Tripathi**, and collaborators perform a detailed study of the dynamics of shock waves observed in a sunspot umbra. The shocks are identified by the deformation of spectral line profiles of Mg II, C II, and Si IV ions. The deformation is such that the C II 1335.71 Angstrom and Si IV 1393.75 Angstrom show double-peaked profiles that change to a single peak later on. However, in the beginning, a flat top profile is observed for Mg II h 2803.53 Angstrom, that changes into double peaks followed by the single peak. By a detailed analysis, it was found that in Mg II, shock exhibited both acceleration and deceleration phases. However, only deceleration phase was observed in C II 1335.71 Angstrom and Si IV 1393.75 Angstrom. Moreover, a positive (negative) correlation was found between intensities contributed by the shocks in Mg II and C II (Si IV), which suggested that the shocks may have first amplified in C II, and declined later on in the height range corresponding to Si IV. These results indicate that the dissipation of shocks occurs above the formation height of C II, hence, suggesting an important roles of such shocks in the dynamics of the upper chromosphere and transition region above sunspots.

A unified scenario for coronal heating in quiet Sun and coronal holes and solar wind formation

When observed in coronal images, coronal holes (CHs) are darker than the quiet Sun (QS). While the heating of the solar corona and the acceleration of the solar wind are the two most challenging problems in solar physics, the height of solar wind origin is not known. **Durgesh Tripathi**, and colleagues study the differences and similarities in CHs and QS regions in Si~IV~1394~Angstrom line that forms in the solar transition region. They have used the observations recorded by the Interface Region Imaging Spectrograph (IRIS). For the first time, they have considered the distribution of magnetic field measured by the Helioseismic and Magnetic Imager (HMI) on board the Solar Dynamics Observatory (SDO). The observations show that for regions with identical magnetic flux densities, Si~IV intensities obtained in CHs are lower than those obtained in QS. Moreover, with the increasing flux densities, the difference in intensities increases and QS line profiles are more redshifted than those measured in CHs. It was further observed that, unlike in the QS, the blueshifts measured in CHs showed an increase in magnetic flux density. Although, there is no significant difference in the non-thermal velocities in QS and CHs, it does increase. These results can be explained by a unified model for the heating of the corona in the QS and in CHs and the formation of solar wind. Furthermore, the scenario given by them provides avenues to explain the origin of switchbacks in the magnetic field in the heliosphere, recently observed by the Parker Solar Probe.



Transient formation of loops in the core of an active region

Durgesh Tripathi studies the formation of transient loops in the core of the active region 11890, by using the observations recorded by AIA, HMI and IRIS. The simultaneous observations of the transient in all the UV and EUV channels of AIA and IRIS suggested the multi-thermal nature of the transient, that consisted of short loops (at the base of the transient) and long loops. The multi-thermal nature was further confirmed with a more detailed differential emission measure analysis, which further showed the clumpy structure in the transient. It was found that the transient at its base could achieve a temperature of $\log T = 6.65 - 6.95$. Similar temperature was noted in the long loop too. These results allowed to the conclusion that magnetic reconnection was the primary cause behind the transient. He further proposed that the physics of the formation of these transients may be similar to those of typical coronal jets, albeit in different topological configurations. Such multi-wavelength observations shed light on the formation of hot plasma in the solar corona and provide further essential constraints on modelling the thermodynamics of such transients.

Instrumentation and Calibration

The Ultra-Violet Imaging Telescope (UVIT) onboard AstroSat

AstroSat is India's first UV/X-ray astronomy satellite. The Ultra-Violet Imaging Telescope (UVIT) onboard AstroSat carries two gratings in the FUV channel and a single grating in the NUV channel. These gratings are useful for low resolution, slit-less spectroscopy in the far and near UV bands of a variety of cosmic sources such as hot stars, interacting binaries, active galactic nuclei, etc. **Gulab C. Dewangan** performed the calibration of these gratings using observations of UV standards NGC40 and HZ4, and derived effective areas for different grating orders. The peak effective areas are 18.7cm^2 at 2325 Angstrom for the -1 order of NUV-Grating, 4.5cm^2 at 1390 Angstrom for the -2 order of FUV-Grating1, and 4.3cm^2 at 1500 Angstrom for the -2 order of FUV-Grating2. The FWHM spectral resolution of the FUV gratings is 14.6 Angstrom in the -2 order. The -1 order of NUV grating has an FWHM resolution of 33 Angstrom. There is an excellent agreement in flux measurements between the FUV/NUV gratings and all broadband filters. He has also generated spectral responses of the UVIT gratings and broadband filters that can directly be used in the spectral fitting packages such as XSPEC, Sherpa, and ISIS, thus allowing spectral analysis of UVIT data either separately or jointly with X-ray data from AstroSat or other missions.

SIMULATOR (Speckle Imager via Multi Layer Turbulence Object Reconstruction) is a lab-based instrument designed to mimic a large scale telescope upto 28 m in a small table of size 1 m x 0.5 m. The aim of this experiment is to obtain short time exposed accurate speckle images through the multi-layer 3D atmospheric model. The main purpose of this instrument is to test for alternative techniques to Adaptive Optics, which has been used over the last 70 years, is a complex and very expensive technique in terms of money and resources. **Sorabh Chhabra, A.N.**

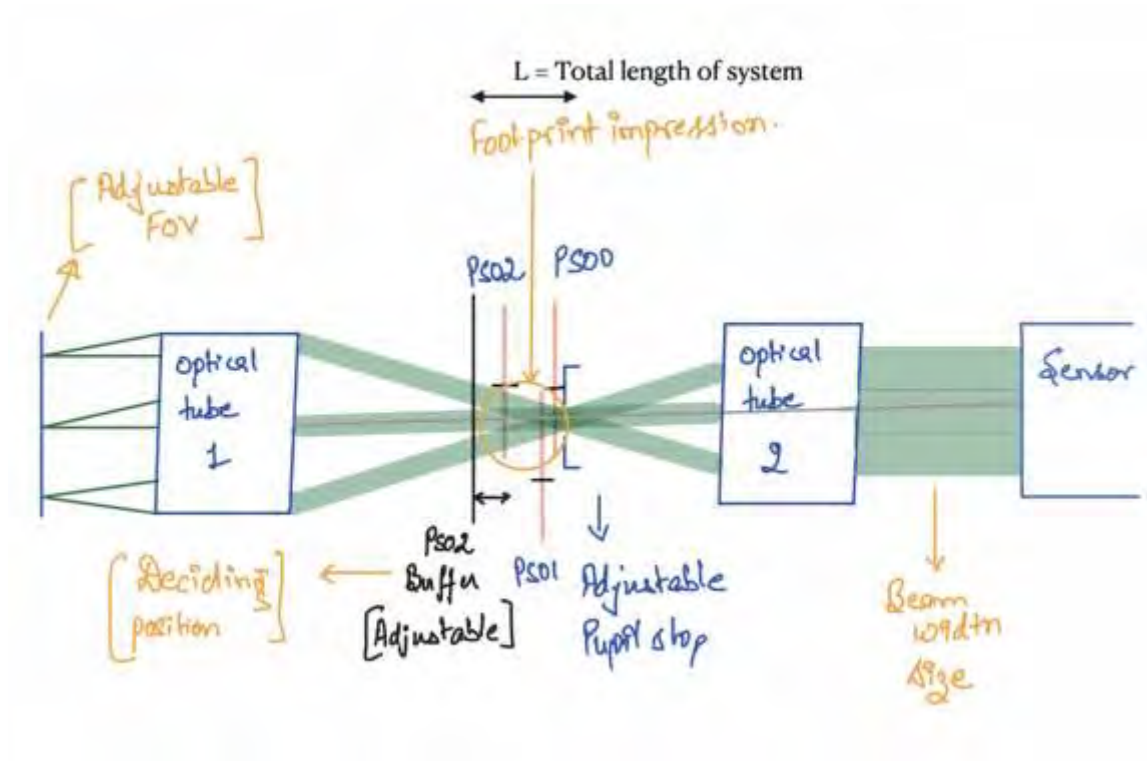


Figure 27: Proposed free hand diagram of SIMULATOR

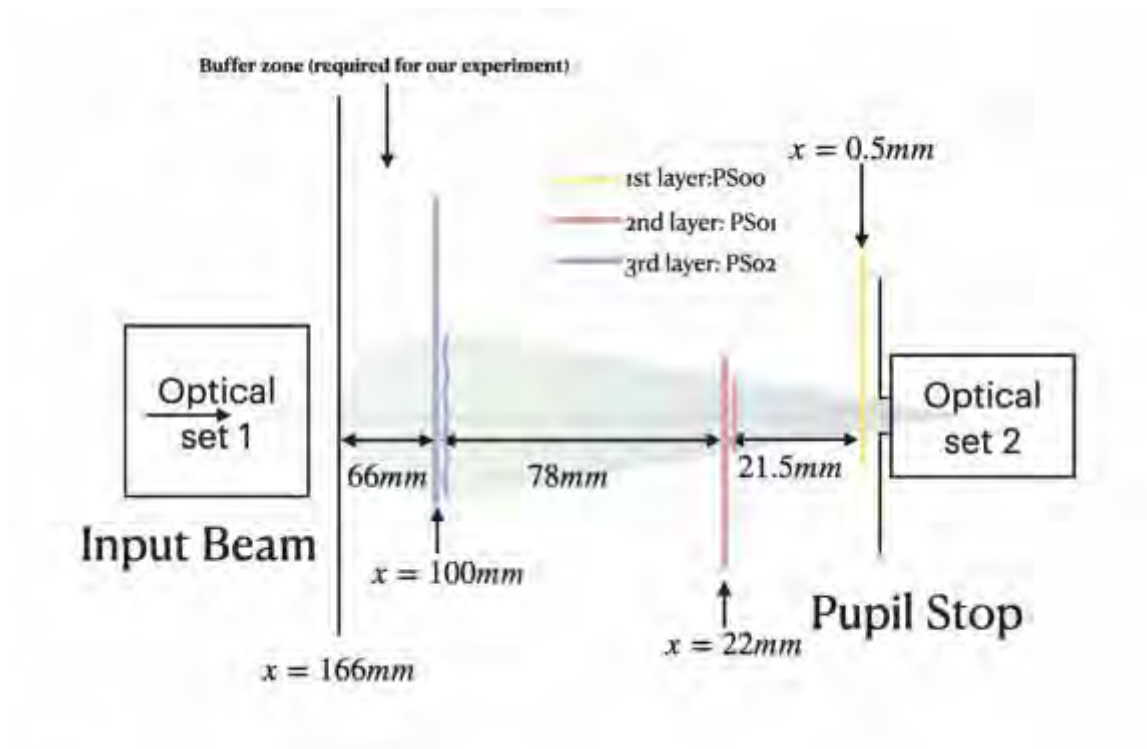


Figure 28: Turbulence phase screen location adjacent to three different layers of the atmosphere.

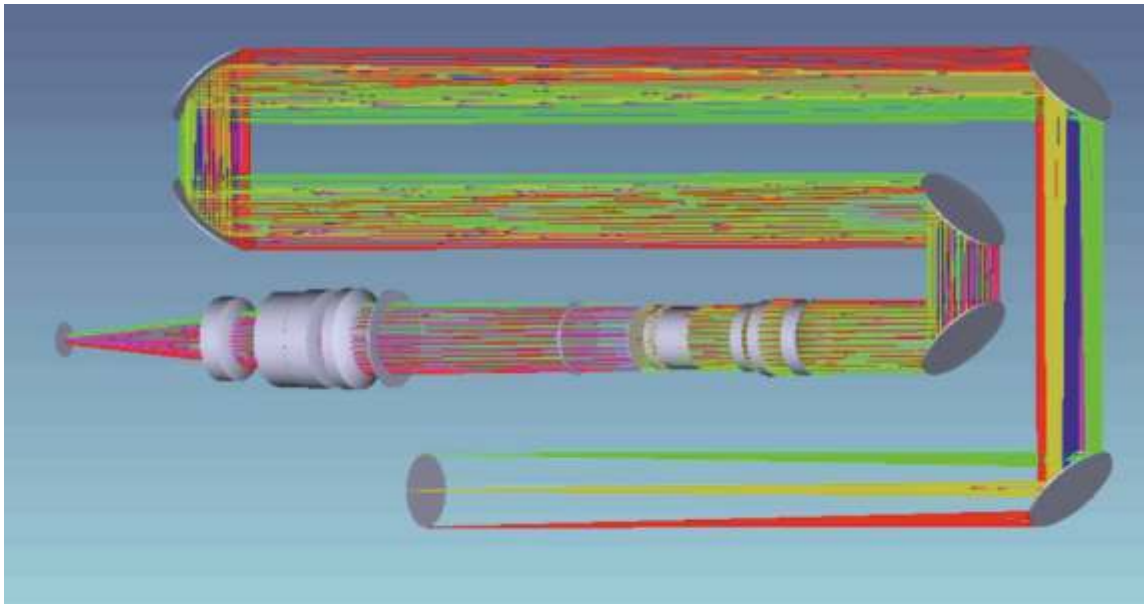


Figure 29: Complete diagram of SIMULATOR from object to camera plane

Ramaprakash, Abhay Kohok, Bhushan Joshi, and Chaitanya V. Rajarshi found out in their simulation a potential method to replace this technique with a much efficient and easy to do approach. (See Figures 27, 28, and 29).

Quantum Technologies

Precision and Quantum Measurement laboratory

The Precision and Quantum Measurement laboratory (<https://pqmlab.iucaa.in/>) at IUCAA is establishing a state-of-the-art experiment based on trapped and laser cooled single ytterbium-ion ($^{171}\text{Yb}^+$) confined in an electrodynamic trap. The highly forbidden $4f146s2S1/2|F=0, mF=0\rangle \rightarrow 4f136s22F7/2|F=3, mF=0\rangle$ octupole (E3) transition of $^{171}\text{Yb}^+$ offers to build one of the most sensitive optical atomic clocks at the 467 nm wavelength. The excited state of this E3-transition has the highest known sensitivity to measure possible breaking of the fundamental symmetries and constancy of the dimensionless fundamental constants. Experimental investigations on these allow to test hypothesis associated with open fundamental questions like, the existence of dark matter and dark energy, matter and anti-matter asymmetry, and many more, which are important to investigate for possible extension of the known standard model and step forward towards grand unification of the four known fundamental forces through a single quantum theory. PQM-lab shall conduct precision measurements for experimental verification of these open fundamental questions, pursue quantum metrology such as geodesy and accurate levelling using optical clocks and develop sophisticated technologies based on quantum phenomena such as chip ion-trap, highly accurate long-distance optical referencing and so on. In order to develop the complex experiment, the main challenge is, the optical

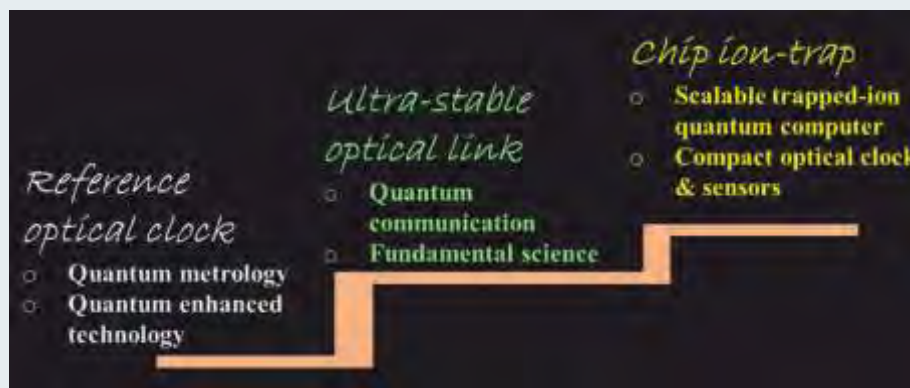


Figure 30: Technologies those are planned to be developed at the Precision and Quantum Measurement laboratory (PQM-lab) shall fulfil its own science goals and shall support to develop a wide variety of sophisticated technologies those are featured under the nationwide quantum missions.

atomic clock and its associated technologies, which need to be built from scratch, that involve complete indigenization of the peripheral technologies. PQM-lab plans to work on three major inter-connecting areas (see Figure 30), which are: (i) establishing lab-based reference optical clock, (ii) establishing ultra-stable optical links to network among distant optical clocks, and (iii) developing chip ion-trap, which in future, can be used to build compact optical clocks and serves as the processor for trapped-ion quantum computing. Even though the instrument is named clock, it measures frequency of the E3-clock transition at 642 121 496 772 645.15 Hz, with an unprecedented accuracy of few tens of mHz.

The ions are confined using oscillating electric fields in a Paul trap. Though trapped, the ions are energetic, which is reduced by laser cooling to a sub-mK temperature. This is 100,000 times lower than they are at room temperature. Upon producing the cold sample confined in their respective traps, the clock transition is probed using light from an ultra-stable and narrow line-width laser, and occurrence of the excitation is ensured by detection of the fluorescence produced in this process. Production of the ultra-stable and narrow line-width laser is another state-of-the-art technology, which uses an ultra-stable reference optical resonator, namely a Fabry-Prot (FP) cavity. Essentially, the stability of this external optical resonator is imprinted on the laser and only a certain optical frequency sustains while oscillating round-trip inside the FP-cavity.

Normal optical fiber communication does work for this, but it involves complex technology to stabilize the length of a long optical fiber to an atomic length scale. This is called phase stabilization of the optical fiber for dissemination of the reference optical photons without losing its phase information and introducing noise to it.

End cap Ion-trap

An ion-trap with end-cap geometry will be employed in our experiment to confine a single ion in a nearly pure quadrupole potential created by it. For this purpose,

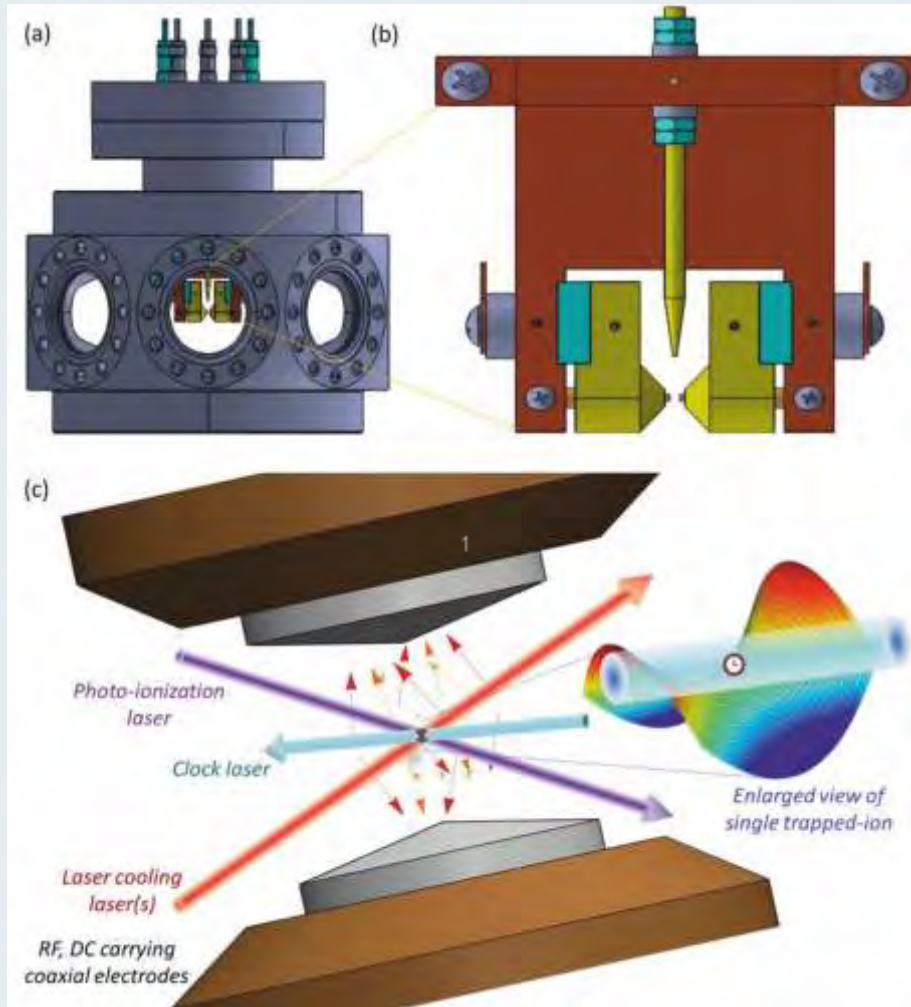


Figure 31: Designs of the (a) ultra-high vacuum housing of the ion trap, (b) end-cap type precision ion trap that to be used to trap single ytterbium-ion to build optical clock, and (c) graphical representation of the single ion confined in an oscillating quadrupole potential and the ion is interacting with multiple lasers for photo-ionization, laser cooling and excitation of the clock transition.

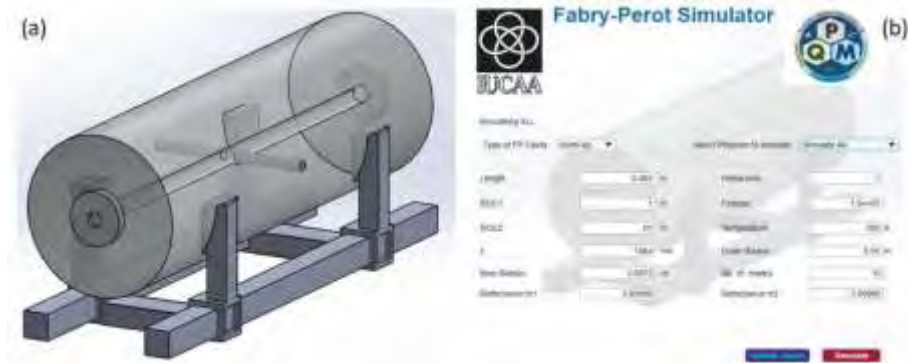


Figure 32: (a) Optimized design of the ultra-stable Fabry-Prot cavity, and (b) the graphical user interface of the developed software that simulates relevant optical parameters those signify quality of a FP-cavity corresponding to a users specified geometry.

elaborate simulations have been performed to identify the most suitable geometric parameter, material selections and thereby minimum systematics induced by the trap itself. Precision machining of the ion-trap and custom design of its ultra-high vacuum (UHV) container, as shown in Figure 31(a,b) are required to meet the critical design parameters. This work is being carried out in collaboration with the team led by Sadiq Rangawala at RRI, Bengaluru to meet the requisites from both our research groups and possibly to a wider community.

Ultra-stable Fabry-Prot (FP) cavity

The above end-cap trap contains a pair of AC carrying electrodes, and each of them is surrounded by DC carrying electrodes made of molybdenum, which are facing towards each other. The ion will be trapped at the centre of the free space available between two AC electrodes. The primary design suggests 0.8 mm diameter rod for the AC electrodes with 1 mm mutual separation between the two opposite ones. The coaxial DC electrode tubes are having 1.4 mm inner and 2 mm outer diameters. For firm mounting of these electrodes inside of an UHV, we have designed a set of holders made of OFHC copper separated by fused silica insulating spacer. The selection of metals depends on good electrical and thermal conductivities, which will lead to desired electric field generation and heat dissipation, respectively. We choose an insulating material having low dielectric loss tangent to reduce the absorption and RF heating of the entire trap assembly, which results in a lower black body radiation shift of the clock transition. Additional to this, a pair of compensation electrodes integrated in the assembly make it more compact and user friendly to mount, which will help us to compensate for the stray electric fields at the centre of the trap. These electrodes are placed at a distance of ~ 5 mm from the RF null that is considered as the centre of the trap. The trap is designed to be assembled on a custom feedthrough with high purity 4 mm diameter copper pins. The whole assembly, that is, the feed through mounted ion trap system will be assembled inside of a commercially available high quality octagonal shaped vacuum chamber having 150 mm outer diameter, through a reducer to match the RF null to the centre of

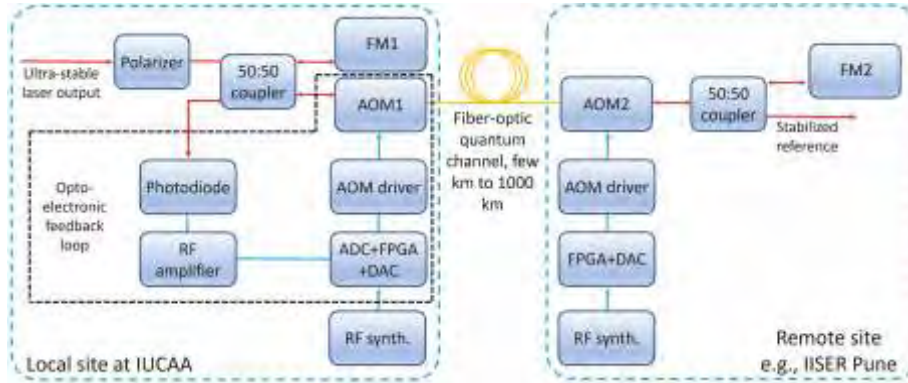


Figure 33: Schematic of the fiber phase stabilization system connecting the optical clocks between two distant locations. AOM1 and AOM2 - acousto-optic modulators, FM1 and FM2 - Faraday mirrors, ADC Analog to digital converter, FPGA Field-programmable gate array, DAC Digital to analog converter, RF synth. Radio-frequency synthesizer.

the chamber. The windows on the octagonal UHV chamber will be closed by anti-reflection coated vacuum compatible sapphire windows except for the one which will be used to connect with the pumping station to reach ~ 10 - 12 mbar inside pressure. A re-entrant view port will be mounted from the bottom of the chamber with a separation of about 20 mm from the RF null, and this view port will be used for high-resolution imaging the single ion. For visualization, an illustration of the single trapped and laser cooled ion is shown in Figure 31(c).

FP-cavity is an essential requirement of the optical clock experiment to produce ultra-stable narrow line width clock laser by transferring stability of the external optical resonator using the Pound-Drever-Hall (PDH) method to the laser. The goal is to achieve a clock laser frequency stability approximately 10^{-17} at 1 s and laser line width on the order of a few hundred mHz.

Subhadeep De, and collaborators have theoretically worked out thermal, gravitational, pressure, vibrational, thermo-mechanical instabilities with different combinations of potential materials for the mirror, spacer, and support that affect the system, as shown in Figure 32(a). They have performed finite element analysis to simulate the thermo-mechanical and gravitational instabilities and currently trying to optimise the parameters to obtain the best design to meet the set goals. Thus, they have developed a software that simulates optical parameters like, mode filtration, mode spacing, mode structure, Brownian noise, etc. of the FP-cavities of different configurations as per the users choice of geometries. This programme will let the users to enter the parameters like length, diameter, radius of curvature of the mirrors, materials properties, etc. into a user-friendly graphical user interface (GUI), as shown in Figure 32(b), which is very useful to select the most optimized choice of a cavity. This work is being pursued in collaboration with the mechanical engineering research group at IIT Goa led by Sandip Haldar.



Phase stabilized optical fiber

Optical clocks are being continuously refined for fractional frequency instabilities of few parts in 10^{18} and lower. The ultra-high accurate comparison of optical clocks separated over long distances uses two way optical fiber time transfer (TWOFTT) technique using phase stabilized optical fibers at the communication wavelength. In the standard optical communication, the fibers suffer from random changes in their length, primarily due to temperature fluctuations, stress and vibration. Such length fluctuations prohibit the photons from being transmitted at a constant phase over the fiber and accumulates phase noise while transmission. This induced phase noise results infrequency broadening of the transmitted light, and hence, cannot be used for precision frequency comparison. Thus, the optical clock comparison requires real-time measurement and cancellation of the random fiber length fluctuations and stabilizing the phase of light transmitted through it. In order to compare two distant optical clocks, the light from an optical clock at the local site (say located at IUCAA) is transmitted over an optical fiber to a remotely located second optical clock (say at IISER Pune). As shown in Figure 33, acousto-optic modulators AOM1 and AOM2 are used to shift the optical frequency by a desired amount. Using Faraday mirror FM2, a portion of the light is reflected to the local site over the same optical fiber via two way communication method. Phases of this light is compared with the light reflected from FM1 at the local site. Any frequency changes in the returning light are representative of the length fluctuations along the optical link. These frequency changes are then corrected in real-time using an opto-electronic feedback loop and a feedback signal is given to the AOM1. The best phase stabilized fiber-optic link exhibits fractional frequency instabilities of 1×10^{-19} , which is an order of magnitude lower than the instability of the clock signal it carries. Therefore, such phase stabilized optical links are able to transmit clock signals over long distances with high fidelity. **Sankalpa Banerjee, Soumyaranjan Jhankar, Stanley Johnson, Ashif Reza, Sankar Majhi, and Subhadeep De** are in the process of developing the requisite technique and the knowledge will be used to build such a fiber phase stabilized link, to serve as a prototype for future optical links for accurate dissemination of optical clock signals in the pan-India.



आयुका सदस्यों द्वारा प्रकाशित शोधपत्र

(अ) जर्नल्स

1. देबाब्रता अडक, तुहिन घोष, फ्रॉन्सा बुलॉन्जर, उरमस हाउद, पीटर कालबेर्ला एवं अन्य (2020) डस्ट पोलराइजेशन मोडलिंग अँट लार्ज स्केल ओवर द नौर्थन गैलेक्टिक कैप यूजिंग *EBHIS* एंड *Planck*, A&A, **640**, A100..
2. अभिजित बोरकर, टेक पी. अधिकारी, अगाता रोझान्सका, अलेक्स जी.मार्कोविट्झ, पीटर बूरमन, एवं अन्य (2021) द मल्टिफेज इन्वाइरमन्ट इन द सेंटर ऑफ सेंटौरस A, MNRAS, **500**, 3536
3. मोहम्मद एस. मिराखोर, स्टीफन ए. वॉल्केर, जॉयदीप बागची,..., प्रतीक दाभाडे, एवं महादेव बी. पांडगे (2021) एक्सप्लोरिंग द हॉट गैसियस हैलो अराउंड अँन एक्स्ट्रीमली मैसिव एंड रिलेटिविस्टिक जेट लॉन्चिंग स्पाइरल गैलेक्सी विथ *XMM-Newton*, MNRAS, **500**, 2503.
4. सुमन एम.बाला, जयश्री रॉय एंड दीपांकर भट्टाचार्य (2020) पोसिबल डिटेक्शन ऑफ ए न्यू साइक्लोट्रॉन फीचर इन *4U 1700-37*, MNRAS, **493**, 3045.
5. सुमन एम. बाला, दीपांकर भट्टाचार्य, रुडिगर. स्टुबर्ट एंड चंद्रेयी मैत्रा (2020) टाईम इवोल्यूशन ऑफ साइक्लोट्रॉन लाइन ऑफ हर X-1: ए डिटेल्ड स्टैटिस्टिकल अनैलिसिस इन्क्लूडिंग न्यू एस्ट्रोसैट डेटा, MNRAS, **497**, 1029.
6. रिचेल हम्बर्ग,, शीलू अब्राहम, दीपक एन. बनकर, अंकित वी. भंडारी, सुकांता बोस, मालती दीनदयालन, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, श्रीजित पी. जाधव, शिवराज कंदस्वामी, आशीष ए. म्हस्के, संजित मित्रा, साराह पोन्नाथानम, संतोष रॉय, टी.आर. सरवनन, वैभव एन.सावंत, तरुण सौरदीप एस.सुधागर, मानसदेवी पी. तिरुज्ञानसम्बन्धम एवं अन्य (2020) ए जाएंट फर्मी-जी.बी.एम. एंड लाइगो/वर्गो अनैलिसिस ऑफ कॉम्पैक्ट बाइनरी मर्जर फ्रॉम द फर्स्ट एंड सेकंड ग्रैविटेशनल वेव आब्जर्विंग रन्स, ApJ, **893**, 100.
7. रिच एबॉट,, शीलू अब्राहम, दीपक एन. बनकर, अंकित वी. भंडारी, सुकांता बोस, मालती दीनदयालन, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, श्रीजित पी. जाधव, शिवराज कंदस्वामी, आशीष ए. म्हस्के, संजित मित्रा, साराह पोन्नाथानम, संतोष रॉय, टी.आर. सरवनन, वैभव एन.सावंत, तरुण सौरदीप एस.सुधागर, मानसदेवी पी. तिरुज्ञानसम्बन्धम एवं अन्य (2020) GW190814: ग्रैविटेशनल वेव फ्रॉम द कोअलेसन्स ऑफ ए 23 सोलर मास ब्लैक होल विथ ए 2.6 सोलर मास कॉम्पैक्ट ऑब्जेक्ट, ApJ, **896**, L44.
8. रिच एबॉट,, शीलू अब्राहम, दीपक एन. बनकर, अंकित वी. भंडारी, सुकांता बोस, मालती दीनदयालन, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, श्रीजित पी. जाधव, शिवराज कंदस्वामी, आशीष ए. म्हस्के, संजित मित्रा, साराह पोन्नाथानम, संतोष रॉय, टी.आर. सरवनन, वैभव एन.सावंत, तरुण सौरदीप एस.सुधागर, मानसदेवी पी. तिरुज्ञानसम्बन्धम एवं अन्य (2020) प्रॉपर्टिज एंड एस्ट्रोफिजिकल इम्प्लिकेशन्स ऑफ द 150 M_{sun} बाइनरी ब्लैक होल मर्जर GW190521, ApJ, **900**, L13
9. रिच एबॉट,, शीलू अब्राहम, दीपक एन. बनकर, अंकित वी. भंडारी, सुकांता बोस, मालती दीनदयालन, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, श्रीजित पी. जाधव, शिवराज कंदस्वामी, आशीष ए. म्हस्के, संजित मित्रा, साराह पोन्नाथानम, संतोष रॉय, टी.आर. सरवनन, वैभव एन.सावंत, तरुण सौरदीप, एस.सुधागर, मानसदेवी पी. तिरुज्ञानसम्बन्धम एवं अन्य (2020) ग्रैविटेशनल वेव कन्स्ट्रेंट ऑन द ईकॉटॉरीअल इलिप्टिसिटी ऑफ मिलिसेकन्ड पल्सर, ApJ, **902**, L21.



10. रिच एबॉट,....., शीलू अब्राहम, दीपक एन. बनकर, अंकित वी. भंडारी, सुकांता बोस, मालती दीनदयालन, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, श्रीजित पी. जाधव, शिवराज कंदस्वामी, आशीष ए. म्हस्के, संजित मित्रा, साराह पोन्नाथानम, संतोष रॉय, टी.आर. सरवनन, वैभव एन.सावंत, तरुण सौरदीप, एस.सुधागर, मानसदेवी पी. तिरुज्ञानसम्बन्धम एवं अन्य (2020) GW190412:ऑब्जर्वेशन ऑफ़ ए बाइनरी-ब्लैक-होल कोअलेसन्स विथ एसमेट्रिक मासेस, PhRvD, **102**, 043015.
11. रिच एबॉट,....., शीलू अब्राहम, दीपक एन. बनकर, अंकित वी. भंडारी, सुकांता बोस, मालती दीनदयालन, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, श्रीजित पी. जाधव, शिवराज कंदस्वामी, आशीष ए. म्हस्के, संजित मित्रा, अनुप्रीता मोरे, साराह पोन्नाथानम, संतोष रॉय, टी.आर. सरवनन, वैभव एन.सावंत, तरुण सौरदीप, एस.सुधागर, मानसदेवी पी. तिरुज्ञानसम्बन्धम एवं अन्य (2020) ऑल-स्काय सर्च इन अलर्गी O3 LIGO डेटा फॉर कन्टिन्यूअस ग्रेविटेशनल वेव सिग्नल्स फ्रॉम अन्नोन न्यूट्रोन स्टार्स इन बाइनरी सिस्टम्स, PhRvD, **103**, 064017.
12. रिच एबॉट,....., शीलू अब्राहम, दीपक एन. बनकर, अंकित वी. भंडारी, सुकांता बोस, मालती दीनदयालन, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, श्रीजित पी. जाधव, शिवराज कंदस्वामी, आशीष ए. म्हस्के, संजित मित्रा, साराह पोन्नाथानम, संतोष रॉय, टी.आर. सरवनन, वैभव एन.सावंत, तरुण सौरदीप, एस.सुधागर, मानसदेवी पी. तिरुज्ञानसम्बन्धम एवं अन्य (2020) GW190521:ए बाइनरी ब्लैक होल मर्जर विथ ए टोटल मास ऑफ़ 150 M_{\odot} , PhRvL, **125**, 101102.
13. रिच एबॉट,....., शीलू अब्राहम, दीपक एन. बनकर, अंकित वी. भंडारी, सुकांता बोस, मालती दीनदयालन, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, श्रीजित पी. जाधव, शिवराज कंदस्वामी, आशीष ए. म्हस्के, संजित मित्रा, साराह पोन्नाथानम, संतोष रॉय, टी.आर. सरवनन, वैभव एन.सावंत, तरुण सौरदीप, एस.सुधागर, मानसदेवी पी. तिरुज्ञानसम्बन्धम एवं अन्य (2021) ओपन डेटा फ्रॉम द फर्स्ट एंड सेकंड ऑब्जर्विंग रन्स ऑफ़ एडवान्सड लाइगो एंड एडवान्सड वर्गो, SoftX, **13**, 100658.
14. रिच एबॉट,....., शीलू अब्राहम, दीपक एन. बनकर, अंकित वी. भंडारी, सुकांता बोस, मालती दीनदयालन, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, श्रीजित पी. जाधव, शिवराज कंदस्वामी, आशीष ए. म्हस्के, संजित मित्रा, अनुप्रीता मोरे, साराह पोन्नाथानम, संतोष रॉय, टी.आर. सरवनन, वैभव एन.सावंत, तरुण सौरदीप, एस.सुधागर, मानसदेवी पी. तिरुज्ञानसम्बन्धम एवं अन्य (2021) अप्पर लिमिट्स ऑन द आइसट्रापिक ग्रेविटेशनल वेव बैकग्राउन्ड फ्रॉम एडवान्सड लाइगोज़ एंड एडवान्सड वर्गोज़ थर्ड ऑब्जर्विंग रन, PhRvD, **104**, 022004.
15. रिच एबॉट,....., शीलू अब्राहम, दीपक एन. बनकर, अंकित वी. भंडारी, सुकांता बोस, मालती दीनदयालन, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, श्रीजित पी. जाधव, शिवराज कंदस्वामी, आशीष ए. म्हस्के, संजित मित्रा, अनुप्रीता मोरे, साराह पोन्नाथानम, संतोष रॉय, टी.आर. सरवनन, वैभव एन.सावंत, तरुण सौरदीप, एस.सुधागर, मानसदेवी पी. तिरुज्ञानसम्बन्धम एवं अन्य (2021) सर्च फॉर, एनिस्ट्रोपिक ग्रेविटेशनल वेव बैकग्राउन्ड्स यूजिंग डेटा फ्रॉम एडवान्सड लाइगोज़ एंड एडवान्सड वर्गोज़ फर्स्ट थ्री ऑब्जर्विंग रन्स, PhRvD, **104**, 022005.
16. सायंतानीबेरा, दिव्या राणा, सुहृद मोरे एवं सुकांता बोस (2020) इनकम्पलीटनेस मैटर्स नोट: इन्फेरन्स ऑफ़ क0फ्रॉम बाइनरी ब्लैक होल-गैलेक्सी क्रॉस- कोरिलेशन्स ApJ, **902**, 79.
17. के.जी.अनुश्री, दीपंकर भट्टाचार्य, ए.आर.राव, संतोष वी. वडावले,....., अजय एम. विभूते (2021) एस्ट्रोसैट- CZTI अँज ए हार्ड एक्स-रे पल्सर मोनिटर, JApA, **42**, 63.



18. अरु बेरी, सचिंद्र नाईक, कुलिंदर पी. सिंह,, दीपांकर भट्टाचार्य, गुलाब सी. देवांगन, एवं अन्य (2021) एस्ट्रोसैट आब्जर्वेन्स ऑफ़ द फ़र्स्ट गैलेक्टिक *ULX* पल्सर स्विफ्ट J0243.6+6124, *MNRAS*, **500**, 565.
19. बेन्जामिन पी.एबॉट,....., शीलू अब्राहम, सुकांता बोस, मालती दीनदयालन, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, शिवराज कंदस्वामी, संजित मित्रा, साराह पोन्नाथानम, तरुण सौरदीप एवं अन्य (2020) ए ग्रैविटेशनल वेव मेशर्मन्ट ऑफ़ द हबल कान्स्टन्ट फालोइंग द सेकंड आब्जर्विंग रन ऑफ़ एडवान्स्ड लाइगो एंड वर्गो, *Virgo, ApJ*, **909**, 218.
20. बेन्जामिन पी.एबॉट,....., शीलू अब्राहम, सुकांता बोस, मालती दीनदयालन, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, शिवराज कंदस्वामी, संजित मित्रा, साराह पोन्नाथानम, तरुण सौरदीप एवं अन्य (2020) ऑप्टिकल टार्गेटेड सर्च फॉर ग्रैविटेशनल वेव इमिटेड बाय कोर-कोलैप्स सूपर्नोव ड्यूरिंग द फ़र्स्ट एंड सेकंड आब्जर्विंग रन ऑफ़ एडवान्स्ड लाइगो एंड एडवान्स्ड वर्गो, *PhRvD*, **101**, 084002.
21. बेन्जामिन पी.एबॉट,....., शीलू अब्राहम, सुकांता बोस, मालती दीनदयालन, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, श्रीजित पी. जाधव, शिवराज कंदस्वामी, संजित मित्रा, साराह पोन्नाथानम, तरुण सौरदीप, एवं अन्य (2020) प्रोस्पेक्ट्स फॉर ऑब्जर्विंग एंड लोकलाइजिंग ग्रैविटेशनल वेव ट्रैन्शन्ट विथ एडवान्स्ड लाइगो, एडवान्स्ड वर्गो एंड *KAGRA*, *LRR*, **23**, 3.
22. फ्रांसिस्को एच. विवानको, पॉल डी. लस्की, एरिक थ्रेन,, देवारति चटर्जी, शर्मिष्ठा बनिक, एवं अन्य (2021) टेम्प्रेचर डिपेंडन्ट अपिरन्स ऑफ़ एक्झोटिक मैटर मेक नैसन्ट न्यूट्रॉन स्टार्स स्पिन फास्टर, *PhRvD*[arXiv:2101.04782]
23. प्रतीक दाभाडे, मौसुमी महतो, जॉयदीप बागची, धुबा जे.सैकिया,, सौमक रायचौधुरी एवं अन्य (2020) सर्च एंड अनैलिसिस ऑफ़ जाएंट रेडियो गैलेक्सीज विथ एसोसिएटेड न्यूक्लिआइ (*SAGAN*) I न्यू सैम्पल एंड मल्टी-वेवलेन्थ स्टडीज, *A&A*, **642**, A153.
24. प्रतीक दाभाडे, फ्रॉन्से कोम्ब्स, फिलिप.सॅलोम, जॉयदीप.बागची एंड मौसुमी महतो (2020) सर्च एंड अनैलिसिस ऑफ़ जाएंट रेडियो गैलेक्सीज विथ एसोसिएटेड न्यूक्लिआइ (*SAGAN*) II. मोलिक्यूलर गैस कंटेंट ऑफ़ जाएंट रेडियो गैलेक्सीज *A&A*, **643**, A111
25. चिआरा स्टुअर्टी, शाने.पी.ओफ़सुलिवॅन, ए. बोनाफेड, एम.बुगेन, प्रतीक दाभाडे, सी.होरलोक, आर. मोरगंटी, ई. कारेटी, जी. हेल्ड, एम.इकोबेल्ली एंड वी. वाक्का (2020) द लॉफ़र व्यू ऑफ़ इंटरगैलेक्टिक मैग्नेटिक फिल्ड्स विथ जाएंट रेडियो गैलेक्सीज *A&A*, **638**, A48.
26. नरेश के.दधीच (2020) बुचदहल कॉम्पैक्टनेस लिमिट एंड ग्रैविटेशनल फिल्ड एनर्जी, *JCAP*, **04**, 035.
27. नरेश के.दधीच (2020) ऑन कैज्युअल स्ट्रक्चर ऑफ़ 4D-आइनस्टाइन-गॉस-बोनेटब्लैक होल, *EPJC*, **80**, 832.
28. नरेश के. दधीच (2020) द इंडियन कॉन्ट्रिब्युशन टू द फिजिक्स ऑफ़ ब्लैक होल्स, 2020 नोबेल प्राइज, *CSci*, **119**, 2030.
29. संजर श्यामतोव, नरेश के.दधीच, बोबोमुरॅटहमीडोव और मुबाशेर जमील (2020) फाइव-डाइमेंशनल चाजर्डरोटेटिंग मिनिमली गेज्ड सुपरग्रैविटी ब्लैक होल केन नोट बी ओवर-स्पन एंड/ऑर ओवर-चाजर्ड इन नॉन-लाइनर अक्रीशन, *EPJC*, **80**, 481.
30. जॉन डी. बारो एंड नरेश के. दधीच (2020) मैक्झिमम फोर्स इन मोडिफाइड ग्रैविटी थेअरीज, *PhRvD*, **102**, 064018.



31. सुमंता चक्रबोर्ती, **नरेश के.दधीच** (2020)लिमिट्स ऑन स्टेलर स्ट्रक्चर इन लवलॉक थेअरीज ऑफ ग्रैविटी, PDU, **30**, 100658.
32. डॅनियल मालफारनिया, बॉबिर तोशामाटोवाब, **नरेश के.दधीच**(2020)डस्ट कोलॅप्स इन 4D-आइनस्टाइन-गॉस- बोनेटग्रैविटी, PDU, **30**, 100598.
33. संजर श्यामतोव, **नरेश के.दधीच**(2020)ऑन ओवरस्पाइनिंग ऑफ ब्लैक होल्स इन हाइयर डाइमेंशन्स, PDU, **31**, 100758.
34. अरमान तुरसुनोव,दिनेकस्टुचिल्क, मार्टिन कोलोस, **नरेश के.दधीच** एंड बोबोमुर्त हमी डोव (2020) सुपरमॅसिव ब्लैक होल अँज पोसिबल सोर्सस ऑफ अल्ट्राहाई-एनर्जी कॉस्मिक रे, ApJ, **895**, 14.
35. रंजन शर्मा, **नरेश के. दधीच**, श्याम दास, सुनील डी.महाराज (2021) अँन इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक एक्सटेंशन ऑफ द श्वरशिल्ड इंटेरियर सोल्यूशन एंड द करसपाँडिंग बुचदहल लिमिट, EPJC, **81**, 79.
36. चेतन विश्वकर्मा, **शुभदीप डे** एवं उमाकांत डी. रापोल (2020) ए ब्रिफ इंद्रोडक्शन टू ऑप्टिकल अंटोमिक क्लॉक्स, भौतिकी समाचार, **50**, 32.
37. लक्ष्मी शर्मा, अतिश रॉय, सुभाशीष पंजा एंड **शुभदीप डे** (2020)अँन इझी टू कन्स्ट्रक्ट सब-माइक्रोन रिजोल्यूशन इमेजिनिंग सिस्टम, NatSR, **10**, 21796.
38. लकी शर्मा, हरीशराठोड, शुभम उत्तरेजा, नीलम यादव,.....,**शुभदीप डे** एवं अन्य (2020) ऑप्टिकल एटोमिक क्लॉक्स फॉर रिडिफाईनिंग एसआई युनिट्स ऑफ टाइम एंड फ्रिक्वेन्सी, MAPAN - J. Met. Soc. Ind., **35**, 531.
39. **पार्थ पी. डेका, गुलाब सी. देवांगन**, कुलिंदर पी. सिंह, एंड जोसेफ पोस्टमा (2021) ए पेयर ऑफ गत न्युक्लिआई ऑर ए काम्पैक्ट स्टार फॉर्मिंग रिजन निअर द एक्टिव न्युक्लिअस इन *Mrk 766?*, JApA, **42**, 46.
40. विनीत ओझा, हुंम चंद, **गुलाब चंद देवांगन** एंड सुवेंदु रक्षित (2020) ए कम्पॅरिजन ऑफ द- रे फोटोन इंडिसेज अमाँग द नैरो - एंड ब्रॉड लाइन स्पेफर्ट 1 गैलेक्सी, ApJ, **896**, 95.
41. आदित्य एस.मंडल,बिप्लब रायचौधुरी, एवं **गुलाब सी. देवांगन** (2021) इविडन्स ऑफ डिस्क रिफ्लेक्शन इन द एक्स-रे स्पेक्ट्रम ऑफ द न्यूट्रॉन स्टार लो-मास एक्स -रे बाइनरी *4U 1636-536*, MNRAS, **504**, 1331.
42. सुदीप भट्टाचार्य, कुलिंदर पी. सिंह, गॉर्डन स्टीवर्ट, सुनील चंद्रा, **गुलाब सी. देवांगन** एवं अन्य (2021) साइन्स विथ द एस्ट्रोसैट सॉफ्ट एक्स-रे टेलीस्कोप:अँन ओवरव्यू, JApA, **42**, 17.
43. स्वदेश चंद, विवेक के. अगरवाल, गुलाब सी. देवांगन, **प्रकाश त्रिपाठी**, एवं पारिजात ठाकूर (2021) एस्ट्रोसैट आब्जर्वेशन 2016 ऑफ आउटबर्स्ट ऑफ *H 1743-322*, JApA, **42**, 38.
44. कुलिंदर पी. सिंह, गॉर्डन स्टीवर्ट, सुनील चंद्रा, **गुलाब सी. देवांगन**, सुदीप भट्टाचार्य, एवं अन्य (2021) आब्जर्वैशन्स ऑफ ब्राइट स्टार्स विथ एस्ट्रोसैट सॉफ्ट एक्स-रे टेलीस्कोप, JApA, **42**, 77.
45. माइन पाल, नीरज कुमारी,....., **गुलाब सी. देवांगन, प्रकाश त्रिपाठी**,....., एवं हेमवती नंदन, एवं अन्य (2021) स्पेक्ट्रो-टाइमिंग अनैलिसिस ऑफ ए हाइली वेरिएबल नैरो-लाइन सेफर्ट 1 गैलेक्सी *NGC 4748* विथ एस्ट्रोसैट एंड *XMM*-न्यूटन, JApA, **42**, 81.



46. मास्सिमो टिटो एंड संजीव वी. धुरंधर (2021) टाइम डिले इंटरफेरोमेट्री, LRR, **24**, 1.
47. प्रसन्न जोशी, राहुल धुरकुंडे, संजीव वी. धुरंधर एंड सुकांता बोस (2021) ऑन ऑप्टिमल ची-स्क्रेअर डिसक्रिमिनेटर अगेंस्ट मॉडल नॉइज-ट्रैन्सिजेंट इन इंटरफेरोमेट्रिक डेटा इन सर्वेस फॉर बाइनरी ब्लैक- होल मर्जस ,PhRvD, **103**, 044035.
48. संजीव वी. धुरंधर (2021) हिडन ट्रेजर्स ऑफ द पास्ट, CSci, **120**, 1107.
49. अर्पणा बिष्ट, मिरको प्रिजातेलज, जोनाथन लिऑन्ग, ईमिल क्रिबेर,....., सुरेश. डोरावरी, एवं अन्य (2020) मॉड्युलेटेड डिफ्रैक्शियल वेबफ्रंट सेन्सिंग: अलाइनमेंट स्कीम फॉर बिम्स विथ लार्ज हाईयर ऑर्डर मोड कंटेन्ट, Galax, **8**, 81.
50. सावित्री एच. इहिकोड, गुलाब सी.देवांगन, रंजीव मिश्रा एंड निनान संजीत फिलिप (2020) कोरिलेशन बिटविन रिलेटिविस्टिक रिफ्लेक्शन फ्रैक्शन एंड फोटोन इंडेक्स इन *NuSTAR* सॅम्पल ऑफ स्येफर्ट 1 AGN, MNRAS, **495**, 3373.
51. सावित्री एच. इहिकोड, गुलाब सी.देवांगन एंड रंजीव मिश्रा (2021) एस्ट्रोसैट व्यू ऑफ द *NLS1* गैलेक्सी Mrk 335, JApA, **42**, 51.
52. अव्यर्थना घोष एवं दुर्गेश त्रिपाठी (2020) फॉर्मेशन एंड डाइनेमिक्स ऑफ ट्रान्स-इक्वेटोरियल लूप्स, A&A, **640**, A3.
53. सौमावो घोष, कनक साहा, पाओला दी मटेओ एवं फ्रॅन्सवाज कोम्बज (2021) फेट ऑफ स्टेलर बार्स इन माइनर मर्जर ऑफ गैलेक्सीज, MNRAS, **502**, 3085.
54. मुकुल म्हस्के, सुरजित पॉल, नीरज गुप्ता, दीपांजन मुखर्जी, एवं गोपाल-कृष्णा (2020) uGMRT HI 21-cm आब्जर्वेशनस ऑफ टू एक्सट्रीमली इन्वर्टेड स्पेक्ट्रम सोर्सस, A&A, **643**, A174.
55. डेविड मैककोनेल, कैथरिन एल. हैल, इमिल लेन्स, ज्युलि के. बैनफिल्ड,....., नीरज गुप्ता, एवं अन्य (2020) द रॅपिड ASKAP कन्टिन्युअम सर्वे I: डिजाइन एंड फर्स्ट रिजल्ट्स, PASA, **37**, 48.
56. नीरज गुप्ता, प्रेशांथ जगन्नाथन, रघुनाथन श्रीआनंद, एस. भटनागर, पॅस्कर नोटरडेम एवं अन्य (2021) ब्लाइंड *H I* एंड *OH* अब्जॉर्प्शन लाइन सर्च: फर्स्ट रिजल्ट्स विथ *MALS* एंड *uGMRT* प्रोसेस्ड यूजिंग *ARTIP*, ApJ, **907**, 11.
57. सर्गेई ए. बालाशेव, नीरज गुप्ता, एवं डारिया एन. कोसेन्को (2021) *OH* इन द डिफयजु इंटरस्टेलर मीडियम: फिजिकल मॉडलिंग एंड प्रोस्पेक्ट्स विथ अपकर्मिंग *SKA* प्रिकसर/पाथफाइंडर सर्वेज, MNRAS, **504**, 3797.
58. ऐडन डब्ल्यू. होट्टन,, जॉन डी.बंटोन, आरोन पी.चिप्पेन्डले, मैथ्यू टी. व्हिंटींग,....., नीरज. गुप्ता, एवं अन्य (2021) ऑस्ट्रेलियन स्क्रैयर किलोमीटर अरै पाथफाइंडर : I. सिस्टम डिस्क्रिप्शन, PASA, **38**, 9.
59. फ्रॉन्सेकोम्ब्स, नीरज गुप्ता, सेबास्टियन म्यूलर, सर्गेई ए.बालाशेव,....., रघुनाथन श्रीआनंद, एवं अन्य (2021) पीकेएस 1830-211: *OH* एंड *H i* $z = 0.89$ एंड द फर्स्ट मीरकैट यूएचएफ स्पेक्ट्रम A&A, **648**, A116.
60. ईमिली आर.कुह, बेंजामिन आर.बी.सालिवांछिक, मेईल हैरिस, मौमिता ऐच,....., नीरज गुप्ता, एवं अन्य (2021) डिजाइन एंड इम्प्लेमेंटेशन ऑफ ए नॉइज टेम्प्रेचर मजे रमेन्ट सिस्टम फॉर द हाईड्रोजन इंटेंसिटी एंड रियल- टाइम अनैलिसिस एक्सपेरिमेंट [arXiv:2101.06337]



61. एम.पवना, आशीष राज, टेरी बोल्सेन, जी.सी.अनुपमा, **रंजन गुप्ता** एवं अन्य (2020) स्पेक्ट्रोस्कोपिक एंड जिओमेट्रिकल इव्होल्यूशन ऑफ़ द इजेक्टा ऑफ़ द क्लासिकल नोवा ASASSN-18fv, MNRAS, **495**, 2075.
62. कौशल शर्मा, हरिंदर पी.सिंह, **रंजन गुप्ता**, **अजित केंभवी**, कौस्तुभ वाघमारे, एवं अन्य (2020) स्टेलर स्पेक्टरल इंटरपोलेशन, यूजिंग मशिन लर्निंग, MNRAS, **496**, 5002.
63. अमृताक्ष कर, अशोक के. सेन एवं **रंजन गुप्ता** (2021) लैबोरेटरी फोटोमेट्री ऑफ़ रिगोलिथ एनालोग: इफ़ेक्ट ऑफ़ पोरोसिटी – II, Icar, **358**, 114211.
64. **श्रीजित पी. जाधव**, निखिल मुकुंद, भूषण यू. गद्रे, **संजित मित्रा**, और शीलू अब्राहम (2020) इम्प्रूविंग सिग्निफिकन्स ऑफ़ बाइनरी ब्लैक होल मर्जर इन एडव्हान्स्ड लाइगो डेटा यूजिंग डीप लर्निंग: कान्फर्मेशन ऑफ़ GW 151216 [arXiv:2010.08584]
65. **वडकुमथानी जितेश**, सी. अंजना एवं **रंजीव मिश्रा** (2020) ब्रॉडबैंड एक्स-रे स्पेक्ट्रल स्टडी ऑफ़ अल्ट्राव्युमिनियस एक्स-रे सोर्स M81 X-6, MNRAS, **494**, 4026.
66. हाकून यू....., ली मैक्युलर, मैगी टेसी, **शिवराज कंदस्वामी**,....., टी.आर. सरवनन, एवं अन्य (2020) क्रांटम कोरिलेशन बिटविन लाइट एंड द किलोग्राम-मास मिरर्स ऑफ़ लाइगो Natur, **583**, 43.
67. एरॉन बुइकेमा, क्रिज केहिल्लेन, जॉर्ज एल.मैनसेल,....., **शिवराज कंदस्वामी**,....., टी.आर. सरवनन, एवं अन्य (2020) सेन्सिटिविटी एंड परफॉर्मन्स ऑफ़ द एडव्हान्स्ड लाइगो डिटेक्टर्स इन द थर्ड आब्जर्विंग रन, PhRvD, **102**, 062003.
68. सिद्धार्थ सोनी, कोरेय ऑस्टिन, अनामारिया इफ़िलर, **शिवराज कंदस्वामी**,....., टी.आर. सरवनन, एवं अन्य (2020) रिड्यूसिंग स्कॉर्टेड लाइट इन लाइगोज थर्ड आब्जर्विंग रन, CQGra, **38**, 025016.
69. ईयल. शॉर्ट्ज , अरनौड पेल, जिम वॉर्नर,, **शिवराज कंदस्वामी**,....., टी.आर. सरवनन, एवं अन्य (2020) इम्प्रूविंग द रोबस्टनेस ऑफ़ द एडव्हान्स्ड लाइगो डिटेक्टर्स टू अर्थक्रेक, CQGra, **37**, 235007.
70. लिंग सुन, इवैन गोएट्ज़, जेफ्री एस. किस्सेल, जोसेफ बेट्सवाइजर,....., **शिवराज कंदस्वामी**,...., एवं अन्य (2020) कैरक्टराइजेशन ऑफ़ सिस्टमैटिक एरर इन एडव्हान्स्ड लाइगो कैलिब्रेशन, CQGra, **37**, 225008.
71. द्रिप्ता भट्टाचार्यजी, यान्निक के. लेकोयूश, सुदर्शन कार्की, जोसेफ.बेटस्विसर, वी. बोसिलकोव, **शिवराज कंदस्वामी**, ई.पेन एवं अन्य (2020) फिडूशल डिसप्लेसमेंट्स विथ इम्प्रूव्ड अक्युरसी फॉर द ग्लोबल नेटवर्क ऑफ़ ग्रैविटेशनल वेव डिटेक्टर्स, CQGra, **38**, 015009.
72. शाश्वत जे. कपाडिया, कन्हैया लाल पाण्डेय, तेरुअकी सुयामा, **शिवराज कंदस्वामी** एवं परमेश्वरन अजित (2021) सर्च फॉर द स्टॉकैस्टिक ग्रैविटेशनल –वेव बैकग्राउंड इंज्यूस्ड बाई प्राइमॉर्डिअल कर्वचर पर्टर्बेशन इन लाइगोज सेकंड आब्जर्विंग रन, ApJ, **910**, L4.
73. ब्लेसन जॉर्ज, अंशुल असैया, रोबिन जे. रॉय, **अजित केंभवी**,....., एवं निनान एस.फिलिप (2021) CASSPER इज ए सिमेटिक सेगमेंटशेन-बेस्ड पार्टिकल पिकिंग अल्गोरिथम फॉर सिंगल-पार्टिकल क्रेयो-इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी, NatCoBio, **4**, 200.



74. सिद्धार्थ महाराणा, जॉन ए. किप्रिओटाकिस, ए.एन. रामप्रकाश, चैतन्य वी.राजर्षि, रम्या एम. आन्वे, एवं अन्य (2021) WALOP- साऊथ: ए फोर-कैमेरा वन-शॉट इमेजिंग पोलैरिमीटर फॉर PASIPHAE सर्वे. पेपर ख -ऑप्टिकल डिजाइन, JATIS, 7, 014004.
75. सौमक मैत्रा, रघुनाथान श्रीआनंद, प्रकाश गायकवाड, तीर्थकर रॉय चौधुरी, असीम परांजपे एवं अन्य (2020) थ्री-एंड-टू-पॉइंट स्पेशल कोरिलेशन ऑफ IGM at $z \sim 2$: क्लाउड-बेस्ड अनैलिसिस यूजिंग सिम्युलेशन, MNRAS, 498, 6100.
76. संदीप वी जॉर्ज, स्नेहा कच्छारा, रंजीव मिश्रा एवं गौरी अंबिका (2020) अर्ली वॉर्निंग सिग्नल्स इंडिकेट ए क्रिटिकल ट्रान्जिशन इन बेटल्जुज, A&A, 640, L21.
77. आकाश गर्ग, रंजीव मिश्रा एवं सोमश्री सेन (2020) आइडेंटिफाइंग द रेडिएटिव कॉम्पोनेन्ट्स रिसर्पोन्सिबल फॉर क्रासी-पेरिओडिक आसलेशन ऑफ ब्लैक होल सिस्टम्स, MNRAS, 498, 2757.
78. स्नेहा प्रकाश मुदांबी, ए.राव, एस.बी.गुड्डेनवार, रंजीव मिश्रा एवं एस.जी.बबली (2020) एस्टमेशन ऑफ द ब्लैक होल स्पिन इन LMC X-1 यूजिंग एस्ट्रोसैट, MNRAS, 498, 4404.
79. होंगघ्वी लू, लॉन्ग जी, कॉसिमो बाम्बी, पंकज जैन, रंजीव मिश्रा, एवं अन्य (2021) टेस्टिंग इव्होल्यूशन ऑफ LFQPOs विथ मास अक्रीशन रेट इन GRS 1915+105 विथ Insight-HXMT, ApJ, 909, L63.
80. जिशू सुरेशा, अर्निबन ऐन एवं संजीत मित्रा (2021) युनिफाइड मॉपमेकिंग फॉर अँन एनिस्ट्रोपिक स्टोकैस्टिक ग्रैविटेशनल वेब बैकग्राउंड, PhRvD, 103, 083024.
81. एंटोन टी. जेलनी, क्रिस्टॅइन ई. रुसु, ईशा कायो, अनुप्रीता मोरे, एलसंड्रो सोन्नेफेल्ड एवं अन्य (2021) सर्वे ऑफ ग्रेविटेशनली लेंसड ऑब्जेक्ट्स इन HSC इमेजिंग (SuGOHI) - VII. डिस्कवरी एंड कन्फर्मर्शन ऑफ थ्री स्ट्रॉन्गली लेन्सड क्लेसार्स, MNRAS, 502, 1487.
82. हंग-यू-जिआन, लिह्वाई लिन, यूसेई कोयामा, इची तनाका....., सुहृद मोरे, एवं अन्य (2020) रेडशिफ्ट इव्होल्यूशन ऑफ ग्रीन वेली गैलेक्सीज इन डिफ्रंट इन्वाइरमन्ट फ्रॉम द हाइपर सुप्रिम-कैम सर्वे, ApJ, 894, 125./
83. तोमोमी सुनयमा, योंगसू पार्क, मसाहिरो तकाडा, योस्की कोबायाशी....., सुहृद मोरे, एवं अन्य (2020) द इम्पैक्ट ऑफ प्रोजेक्शन इफेक्ट्स ऑन क्लस्टर अब्जर्वल्स: स्टैकड लेन्सिंग एंड प्रोजेक्टेड क्लस्टरिंग, MNRAS, 496, 4468.
84. वेंटिंग वेंग, मसाहिरो तकाडा, कियांगचॉन्ग लि, स्कॉट कार्लस्टेन,....., सुहृद मोरे, एवं अन्य (2020) ए कम्परेटिव स्टडी ऑफ सॅटलाइट गैलेक्सीज इन मिलकी वे-लाइक गैलेक्सीज फ्रॉम HSC, DECaLS, एंड SDSS, MNRAS, 500, 3776.
85. रेयोमा मुराटा, तोमोमी सुनयमा, मासामुने ओगुरी, सुहृद मोरे, असुशी जे. निशाइजवा, (2020) द स्प्लॅशबैक रेडियस ऑफ ऑप्टिकली सिलेक्टेड क्लस्टरस विथ सुबारु HSC सेकंड पब्लिक डेटा रिलिज, PASP, 72, 64.
86. क्रिस्टिन ओ' डोनल, पीटर बेहरुझी एवं सुहृद मोरे (2021) अब्जर्विंग कोरिलेशनस बिटविन डार्क मैटर अक्रीशन एंड गैलेक्सी ग्रोथ-खरिसंट स्टार फॉर्मेशन एक्टिविटी इन आइसोलेटेड मिलकी वे- मास गैलेक्सीज, MNRAS, 501, 1253.
87. क्रिस्टिना नाईलैंड, डिल्लोन जेड. डॉन्ग, पल्लवी पाटील, मार्क लेसी,...., दीपांजन मुखर्जी, एवं अन्य (2020) क्लासार्स दॅट हॅव ट्रैन्जिशन फ्रॉम रेडियो-क्रिट टू रेडियो-लाउड डिक्वैडल टाइमस्केलसर्वल्ड बाय VLASS एंड FIRST, ApJ, 905, 74.



88. **दीपांजन मुखर्जी**, जिआल्युईगी बोडो, अँन्ड्रा मिग्नोन, पोला रोस्सी, एंड भार्गव वैद्य (2020) सिम्युलेटिंग द डाइनैमिक्स एंड नॉन-थर्मल इमिशन ऑफ रिलेटिविस्टिक मैग्नेटोनाइज्ड जेट्स I. डाइनैमिक्स MNRAS, **499**, 681.
89. हेनरी आर.एम.जोवारो, रोबर्ट शार्प, निकोल पी.एच.नेसवाइबा, लिसा केव्ली,.....,**दीपांजन मुखर्जी** एवं अन्य (2020) अनरिवेलिंग द एनिमैटिक ISM कंडिशनस इन मिन्कोवस्कीज ऑब्जेक्ट, MNRAS, **499**, 4940.
90. पी.डोमिन्गुज-फर्नांडिज, मार्कस बुगेन, फ्रैंको वज्जा, डब्ल्यु.ई. बंडा-बारैगन,....,**दीपांजन मुखर्जी**, एवं अन्य (2020)मॉर्फोलजी ऑफ रेडियो रेलिक्स- I वॉट कॉज द सबस्ट्रक्चर ऑफ सिंक्रोट्रॉन इमिशन ?, MNRAS, **500**, 795.
91. मिरांडा ई.जार्विस्, क्रिस्टोफर एम. हैरिसन, विन्सेजो मैनिएरी, एफ.एरिगोनी बट्टाईया,.....,**दीपांजन मुखर्जी**, एवं अन्य (2021) द क्रासार फीडबैक सर्वे: डिस्कवरिंग हिडन रेडियो- AGN एंड देअर कनेक्शन टू द होस्ट गैलक्सी आयोनाइज्ड गैस, MNRAS, **503**, 1780.
92. निखिल बोरसे, स्त्रियास्त्रिती आचार्य, भार्गव वैद्य, दीपांजन मुखर्जी, गिअनल्युगी बोडो, एवं अन्य (2021) न्युमेरिकल स्टडी ऑफ केल्विन-हेल्महोल्ट्ज इन्स्टेबिलिटी एंड इट्स इम्पैक्ट ऑन सिंथेटिक इमिशन फ्रॉम मैग्नेटाइज्ड जेट्स, A&A, **649**, A150.
93. **सजल मुखर्जी, संजित मित्रा**, एवं सौरव चटर्जी (2020) डिटेक्टबिलिटी ऑफ हाइपरबोलिक एन्काउंटर्स ऑफ कॉम्पैक्ट स्टार्स विथ ग्राउंड-बेस्ड ग्रैविटेशनल वेव डिटेक्टर्स [arXiv:2010.00916].
94. राचेल मार्रा, क्रिस्टोफर डब्ल्यु.चरचिल्ल, ग्लेन्न जी.काकप्रजाक, राचेल वी. विलिएट,...., **सौगात मुजाहिद**, एवं अन्य (2021) स्पेशल डिस्ट्रीब्युशन ऑफ O VI कवरिंग फ्रैक्शनस इन द सिम्युलेटेड सर्कम-गैलेक्टिक मीडियम, ApJ, **907**, 8.
95. समीर, जेन सी.चार्लटोन, जैक्सन एम.नोरिस, मैथ्यू गेबार्डट,....., **सौगात मुजाहिद**, एवं अन्य (2021) क्लाउड-बाय-क्लाउड, मल्टीफेज, बायसेन मोडलिंग:एप्लिकेशन टू फोर विक, लो आयोनाइजेशन एक्सॉर्बर, MNRAS, **501**, 2112.
96. मार्टिन वेंड्ट, निकोलस एफ. बुके, जोहान्स जाब्ली, इलान स्क्रोएटर, एवं **सौगात मुजाहिद** (2021) *MusE GAs FLOW* एंड *Wind V*. द डस्ट/मेटालिसिटी एनिसोट्रोपी ऑफ द सर्कम-गैलेक्टिक मीडियम, MNRAS, **502**, 3733.
97. प्रत्युश अंशुल, आनंद नारायनन, **सौगात मुजाहिद**, अलेक्जेंडर बेकेट, एवं सिमॉन एल.मॉरिस (2021) पेअर लाइन्स ऑफ साइट आब्जर्वेशनस ऑफ मल्टी-फेज गैस बिअरिंग O VI इन ए गैलेक्सीज इन्वाइरन्मेंट, MNRAS, **503**, 3243.
98. **जयंत वी. नार्लीकर** (2020) बेथम्स ट्रैन्गल, मैथ. Gaz., **104**, 327.
99. **जयंत वी. नार्लीकर** (2020) द नेचर ऑफ टाइम, रिजोनन्स, **25**, 1083.
100. **टी. पद्मनाभन** (2020) जियोडेसिक डिस्टन्स: ए डिस्क्रीप्टर ऑफ जिओमेट्री एंड कोरिलेटर ऑफ प्रीजिओमेट्रिक डेन्सिटी ऑफ स्पेसटाइम इवेंट्स, MPLA, **35**, 2030008.
101. **टी. पद्मनाभन** (2020) प्रिंसिपल ऑफ इक्वीवेलन्स अँट प्लांक स्केल्स एंड द जिरो-पॉइंट लेन्थ ऑफ स्पेसटाइम: ए सिनेरजिस्टिक डिस्क्रीप्शन ऑफ क्रांटम मीटर एंड जिओमेट्री [पाँचवा पुरस्कार प्राप्त निबंध; गुरुत्व अनुसंधान संस्थान निबंध प्रतियोगिता, 2020], IJMPD, **29**, 2042005.



102. **टी. पद्मनाभन** (2020) प्लांक लेन्थ: लॉस्ट + फाउंड , PLB, **809**, 135774.
103. **टी. पद्मनाभन** (2020) प्रिंसिपल ऑफ इक्वीवेलन्स अँट प्लांक स्केल्स, QG इन लोकली इनशरल फ्रेम्स एंड द जिरो-पॉइंट-लेन्थ ऑफ स्पेसटाइम, GReGr, **52**, 90.
104. **टी. पद्मनाभन** (2020) प्रोबिंग द प्लैंक स्केल: द मोडिफिकेशन ऑफ द इवोल्यूशन ओपरेटर ड्यु टू द क्वांटम स्ट्रक्चर ऑफ स्पेस टाइम, JHEP, **2020**, 013.
105. **टी. पद्मनाभन** (2020) ए क्लास ऑफ $QFTs$ विथ हाइयर डेरिवेटिव फिल्ड इन्क्रेशन्स लिडिंग टू स्टैंडर्ड डिस्पर्सन रिलेशन फॉर द पार्टिकल एक्साइटेशन, PLB, **811**, 135912.
106. **टी. पद्मनाभन** (2020) ग्रेविटेशनल इफेक्टिव अॅक्शन अँट मेजोस्कोपिक स्केल्स फ्रॉम द क्वांटम माइक्रोस्ट्रक्चर ऑफ स्पेसटाइम, PLB, **814**, 136109.
107. कार्तिक राजीव, एवं **टी. पद्मनाभन** (2020) एक्सप्लोरिंग द रिंडलर वैक्यूम एंड द यूक्लिडियन प्लेन, JMP, **61**, 062302./
108. **टी. पद्मनाभन** (2021) वर्ल्ड-लाइन पाथ इंटेग्रल फॉर द प्रोपेगटर एक्सप्रेसड अँज अँ ऑर्डिनरी इंटेग्रल: कन्सेप्ट एंड एप्लिकेशन्स, FoPh, **51**, 35.
109. सुमंता चक्रबोर्ती, **टी. पद्मनाभन** (2021) एडिंटन ग्रेविटी विथ मैटर: अँ इमर्जेंट पर्सपेक्टिव, PhRvD, **103**, 064033.
110. **असीम परांजपे** एवं शदाब आलम (2020) वीरोनाई वोल्यूम फंक्शन: ए न्यू प्रोब ऑफ कोस्मोलोजी एंड गैलेक्सी इव्होल्यूशन, MNRAS, **495**, 3233.
111. तीर्थकर राँय चौधुरी, **असीम परांजपे** एवं सारा ई.आई बोसमन (2020) स्टडिंग द लाइमन ए ऑप्टिकल डेप्थ फलक्चुरेशन्स अँट $z \sim 5.5$ यूजिंग फास्ट सेमी-न्युमेरिकल मेथड्स, MNRAS, **501**, 5782.
112. **असीम परांजपे** (2021) अनैलिटिकल हैलो मोडल्स ऑफ कॉस्मिक टाइडल फिल्ड्स, MNRAS, **502**, 5210.
113. **असीम परांजपे**, तीर्थकर आर. चौधुरी, एवं रवि के. सेठ (2021) मल्टी-वेवलेन्थ मॉक गैलेक्सी कैटलॉग ऑफ द लो-रेडशिफ्ट यूनिवर्स, MNRAS, **503**, 4147.
114. जोलंटा ज्युपा, **असीम परांजपे**, ओलिवर हैन एवं रुडिगेर पाकमोर (2021) ए सी ऑफ टाइड्स: स्टार फॉर्मेशन एंड द सेंट्रल-सैटलाइट डिकोटोमी इन ए कन्टिन्युअम ऑफ टाइडल इन्वाइरमन्ट, MNRAS[arXiv:2009.03329].
115. पायस्विनी ढोके, **असीम परांजपे**, (2021) मास अक्रीशन रेट्स एंड मल्टी-स्केल हैलो इन्वाइरमन्ट इन कोल्ड एंड वार्म डार्क मैटर कॉस्मोलोजिस, MNRAS [arXiv:2101.01198].
116. **अभिषेक पासवान**, **कनक साहा** एवं **सुरज दहिवर** (2021) SDSS-IV MaNGA: ब्ल्यूबेरी कै डिडेट्स एसोसिएटेड विथ LSB गैलेक्सीज-मर्जर ऑर टाइडल डॉर्फ सिस्टम्स, ApJ [arXiv:2102.08240].
117. विक्रम के. प्रधान एंड **देबारति चटर्जी** (2021) इफेक्ट ऑफ हाईपरॉन्स ऑन f- मोड ऑसलेशन्स इन न्यूट्रॉन स्टार्स, PhRvC, **103**, 035810.



118. **सुजाता रामकृष्णन** एवं **असीम परांजपे** (2020) सेपरेट युनिवर्स कैलिब्रेशन ऑफ द डिपेडन्स ऑफ हैलो बायस ऑन कॉस्मिक वेब एनिसोट्रोपी, *MNRAS*, **499**, 4418.
119. **सुजाता रामकृष्णन**, **असीम परांजपे**, एवं रवि के. सेठ (2021) मॉक हैलो कैटलोग: असाइनिंग अनरिजोल्व्ड हैलो प्रॉपर्टीज यूजिंग कोरिलेशनस विथ लोकल हैलो, *इन्वाइरमन्ट*, *MNRAS*, **503**, 2053.
120. दिमित्री ब्लिनोव, सेबास्टियन केहिलमन, वासिलिकी पालिडोउ,....., ए.एन.रामप्रकाश, एवं अन्य (2021) *RoboPol: AGN* पोलेरिमेट्रिक मोनिटरिंग डेटा, *MNRAS*, **501**, 3715.
121. जयश्री रॉय, प्रल्हाद सी.अग्रवाल बैभव सिंगारी, एवं **रंजीव मिश्रा** (2020) एस्ट्रोसैट आब्जर्वेशन ऑफ द बी/एक्स-रे बाइनरी पल्सर 3A0726-260 (4U 0728-25), *RAA*, **20**, 155.
122. **कनक साहा**, **श्याम एन.टंडन**, शार्लोट सिमंड्स, अँन वर्हाम, **अभिषेक पासवान**, एवं अन्य (2020) एस्ट्रोसैट डिटेक्शन ऑफ लीमन कन्टिन्यूअम इमिशन फ्रॉम $a z = 1.42$ गैलेक्सी, *NatAs*, **4**, 1185.
123. चैत्रा ए. नारायण, रॉल्फ-जुर्गन-डेटमार एवं **कनक साहा** (2020) वाब्ली डिस्क-कॉर्रेशनस सी इन द डस्ट लेन्स ऑफ एज-ऑन गैलेक्सीज, *MNRAS*, **495**, 3705.
124. **कनक साहा**, **सुरज दहिवर**, सुधांशु बर्वे, चैत्रा ए. नारायण एवं **श्याम एन.टंडन** (2021) द सेंट्रल रिजन ऑफ द एनिमैटिक मलिन, *JApA*, **42**, 59.
125. अमिरा ए. तौफीक, **कनक साहा**, कौस्तुभ वाघमारे, **अजित के. केंभवी**, अली टाक्ये, एवं अन्य (2021) ग्रैविटेशनल इंटरैक्शन सिग्नेचर इन आइसोलेटेड गैलेक्सी ट्रिप्लेट सिस्टम्स: ए फोटोमेट्रिक अनैलिसिस, *NewA*, **87**, 101603.
126. एरियाना कोर्टेसी, **कनक साहा**, फैब्रिको फेरारी, गेफर्सन लुकाटेली,....., **सूरज दहिवर** एवं अन्य (2021) *SPLUS: लेंटिक्युलर* गैलेक्सीज इन स्ट्रिप82 [arXiv:2102.03365].
127. क्रिस्टोफर पी. ओ'डिओ एवं **धुबा जे.सैकिया** (2021) कॉम्पेक्ट स्टेप-स्पेक्ट्रम एंड पिक्ड-स्पेक्ट्रम रेडियो सोर्सेस, *A&ARv*, **29**, 3.
128. **रुचिका सेठ**, एवं **सौमक रायचौधुरी** (2020) इवोल्यूशन ऑफ गैलेक्सीज इन गुप्स इन द कोमा सुपरक्लस्टर, *MNRAS*, **497**, 466.
129. महादेव बी. पांडगे, बिनी सिबेस्टियन, **रुचिका सेठ**, एवं **सौमक रायचौधुरी** (2021) ए डिटेल्ड स्टडी ऑफ एक्स-रे कैविटीज इन द इन्वाइरमन्ट ऑफ द कूल कोर क्लस्टर Abell 3017, *MNRAS*, **504**, 1644.
130. **जहीर ए. शाह**, **रंजीव मिश्रा** एवं अत्रेयी सिन्हा (2020) ऑन द डिटरमिनेशन ऑफ लॉग-नॉर्मल फलक्स डिस्ट्रिब्युशन्स फॉर एस्ट्रोफिजिकल सिस्टम्स, *MNRAS*, **496**, 3348.
131. जहीर ए. शाह, वडकुमथानी जितेश, सुंदर सहायानाथन एवं नासीर आई. भट (2021) अन्वेलिंग द ब्रॉड-बैंड स्पेक्ट्रल एंड टेम्पोरल प्रॉपर्टीज ऑफ *PKS 0903-57* ड्यूरिंग इट्स ब्राइटेस्ट फ्लेअर, *MNRAS*, **504**, 416.
132. ऐशवन्या शर्मा, **दुर्गेश त्रिपाठी**, रॉबर्ट्स एरदेलाई, गिरजेश आर. गुप्ता एवं गाझी ए. अहमद (2020) वेब ऐम्प्लिट्यूड मोड्युलेशन इन फैन लूप्स अँज ऑब्जर्व्ड बाय *AIA/SDO*, *A&A*, **638**, A6.



133. विदुषी शर्मा, शबनम इय्यानी, दीपांकर भट्टाचार्य, तन्मोय चटोपाध्याय, संतोष वी. वडावले एवं अन्य (2020) स्पेक्ट्रोपोलीरीमेट्रिक अनैलिसिस ऑफ प्रॉम्प्ट इमिशन ऑफ जीआरबी 160325A: जेट विथ इव्होल्विंग इन्वाइरन्मेंट ऑफ इंटरनल शॉक्स, *MNRAS*, **493**, 5218.
134. विदुषी शर्मा, शबनम इय्यानी, दीपांकर भट्टाचार्य, (2021) आइडेन्टिफाइंग ब्लैक होल सेंट्रल इंजिन्स इन गामा-रे ब्रस्ट्स *ApJ*, **908**, L2.
135. गीतिका शुक्ला, रघुनाथन श्रीआनंद, नीरज गुप्ता, पॅट्रिक पेटिजिन, अँड्रयू जे. बकेर, एवं अन्य (2021) लाइमन- α इमिशन फ्रॉम *WISE*-सिलेक्टेड ऑप्टिकली फैंट पॉवरफुल गैलक्सी M151304.72-252439.7 at $z = 3.132$, *MNRAS*, **501**, 5362.
136. मारित जे. कॅप्युला, जेवियर अल्वारेसी विज्ञासो, मतिअस न्हाइनहाट, अँक्सल ब्राइंडेनबर्ग एवं निशांत के. सिंह (2020) ऑन द एक्झिसटन्स ऑफ शिअर-करंट इफेक्ट्स इन मैग्नेटाइज्ड बर्गुलन्स, *ApJ*, **905**, 179.
137. नवीन जिगाडे एवं निशांत के. सिंह (2020) मीन फील्ड डाइनमो अँक्शन इन शिअर फ्लोज: I: फिक्स्ड काइनेटिक हेलिसिटी, *MNRAS*, **495**, 4557.
138. नवीन जिगाडे, एवं निशांत के. सिंह (2021) मीन फील्ड डाइनमो अँक्शन इन शीर फ्लोज. II: फलक्च्युएटिंग काइनेटिक हेलिसिटी विथ ज़िरो मीन, *MNRAS* [arXiv:2103.12599].
139. फ्रेड्रिक ए. जेंट, मोर्डिकल-मार्क एम. लो, मारित जे, कपिला एवं निशांत के. सिंह (2021) स्मॉल-स्केल डाइनमो इन सुपर्नोव-ड्रिवन इंटरस्टेलर टर्बुलन्स, *ApJL*, **910**, L15.
140. वाल्दिमीर वी. क्लिमेन्को, एलेक्जेंडर वी. इवान्चिक, पॅट्रिक पेटिजिन, पॅस्क्वेर नोटरडेम एवं रघुनाथन श्रीआनंद (2020) एस्टिमेशन ऑफ द कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड टेम्प्रेचर फ्रॉम एटोमिक C I एंड मोलिक्यूलर CO लाइन्स इन द इंटरस्टेलर मिडियम ऑफ अल्लो गैलेक्सीज, *AstL*, **46**, 715.
141. सिवी झू1, पॅट्रिक पेटिजिन, पॅस्क्वेर नोटरडेम, सेड्रॅक लेड्यूक्स, रघुनाथन श्रीआनंद, एवं अन्य (2020) ए कार्बन इनहैन्सड लाइमन लिमिट सिस्टम: सिग्नेचर ऑफ द फर्स्ट जनरेशन ऑफ स्टार्स ?, *ApJ*, **901**, 105.
142. सर्गेई ए. बालाशेव, सेड्रॅक लेड्यू, पॅस्क्वेर नोटरडेम, रघुनाथन श्रीआनंद,, एवं नीरज गुप्ता (2020) नेचर ऑफ द *DLA* टूवर्ड्स *Q 0528-250*: हाई प्रेशर एंड स्ट्रॉन्ग गैट फिल्ड रिविल्ड बाय एक्साइटेशन ऑफ C I, H2, एंड Si II, 2020, *MNRAS*, **497**, 1946.
143. अभिषेक मोहपात्रा, रघुनाथन श्रीआनंद एवं अनंता सी. प्रधान (2021) फिजिकल कंडिशनस एंड रेडशिफ्ट इव्होल्यूशन ऑफ ऑप्टिकली थिन C III अब्जॉर्बर: लो $-z$ सैम्पल, *MNRAS*, **501**, 5424.
144. रवि जोशी, मिशेल फ्यूमागाली, रघुनाथन श्रीआनंद, पॅस्क्वेर नोटरडेम, पॅट्रिक पेटिजिन एवं अन्य (2021) डिस्कवरी ऑफ ए डैम्प्ड लाया गैलेक्सी अट $z \sim 3$ टूवर्ड द क्रासार *SDSS J011852+040644*, *ApJ*, **908**, 129.
145. पॅस्क्वेर नोटरडेम, सर्गेई ए. बालाशेव, जेन्स क्रिस्टियन क्रोगेजर,, रघुनाथन श्रीआनंद, एन. गुप्ता, एवं अन्य (2021) डाउन-द-बॅरल आब्जर्वेशनस ऑफ ए मल्टि-फेज क्रासार आउटफ्लो अट हाई रेडशिफ्ट *VLT/X* शूटर स्पेक्ट्रोस्कोपी ऑफ द प्रॉक्झिमेट मोलिक्यूलर अब्जॉर्बर अट $z = 2.631$ टूवर्ड्स *SDSS J001514+184212*, *A&A*, **646**, A108.>
146. डी.एन. कोसेन्को, सर्गेई ए. बालाशेव, पॅस्क्वेर नोटरडेम, जेन्स-क्रिस्टियन क्रोगेजर, रघुनाथन श्रीआनंद, एवं अन्य (2021) *HD* मोलिक्यूलस अट हाई रेडशिफ्ट: कॉस्मिक-रे आयोनाइजेशन रेट इन द डिफ्युज इंटरस्टेलर मीडियम, *MNRAS*, **505**, 3810.



147. शरण्या सूर, अरित्रा बासू, एवं कंदस्वामी सुब्रमण्यम (2021) प्रॉपर्टीज ऑफ पोलराइज्ड सिंक्रोटोन एमिशन फ्रॉम फ्लक्चुएशन-डाइनमो एक्शन- I. ऑप्लिकेशन टू गैलेक्सी क्लस्टर, MNRAS, **501**, 3332.
148. दुर्गेश त्रिपाठी, वी.एन.निवेद, हिरोकी इसोबे, एवं जी. जेराई डॉयल (2020) ऑन द रेशो ऑफ S/IV लाइन्स ($\lambda 1394/\lambda 1403$) इन अर्नै इमरजिंग फलक्स रिजन, ApJ, **894**, 128.
149. सी.आर.संगीता, दुर्गेश त्रिपाठी, एवं एस.पॉल राजगुरु (2020) सिग्नेचर ऑफ अनट्विस्टिंग मैग्नेटिक फिल्ड इन ए स्मॉल इमरजिंग बाइपोल इन द सोलर फोटोस्फियर, ApJ, **895**, 67.
150. प्रदीप कश्यप, दुर्गेश त्रिपाठी, पेद्रू जेनलेक (2020) डाइनैमिक्स ऑफ सनस्पॉट शॉक वेव्स इन द क्रोमोस्फीयर एंड ट्रान्जिशन रिजन, ApJ, **906**, 121
151. दुर्गेश त्रिपाठी, वी.एन. निवेद, सामी के. सोलंकी (2021) कोरोनल हिटिंग एंड सोलर विंड फॉर्मेशन इन क्राइट सन एंड कोरोनल होल्स: ए यूनिफाइड सिनेरियो, ApJ, **908**, 28.
152. दुर्गेश त्रिपाठी, (2021) ट्रैन्शन्ट फॉर्मेशन ऑफ लूप्स इन द कोर ऑफ अर्नै अक्टिव रिजन, ApJ, **909**, 105.
153. विशाल उपेंद्रन, मार्क सी.एम.चुंग, श्रवण हनसोगे एवं गणपति कृष्णमुर्ति (2020) सोलर विंड प्रेडिक्शन यूजिंग डीप लर्निंग, SpWea, **18**, e2020SW002478.

(ब) कार्यवाही

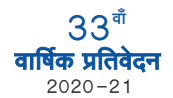
1. सोरभ छाब्रा, ज्योतिर्मय पॉल, ए.एन.रामप्रकाश, अविनाश सुरेंद्रन (2020) गेशियन फेज ऑटोकोरिलेशन अंज अर्नै अक्चुरेट कम्पेन्सेटर फॉर FFT- बेस्ड अटमोस्फेरिक फेज स्क्रीन सिम्युलेशन, SPIE Procds., Vol. **11448**: अडेप्टैव ऑप्टिक्स सिस्टम्स VII, एडिटर(र्स): लौरा श्राइबर, डर्क शमैड्ट, एलिसा वेराना
2. नीलम, हरिष राठोड, लक्ष्मी शर्मा, अतिश रॉय,....., शुभदीप डे एवं अन्य, (2020) क्लॉक कम्पेरिजन विथ अर्नै अल्ट्रा-स्टेबल ऑप्टिकल फाइबर लिंक युटिलाइजिंग व्हाइट रॅबिट नेटवर्क, अंतर्राष्ट्रीय रेडियो विज्ञान संघ की तेतीसवीं महासभा एवं वैज्ञानिक संगोष्ठी.
3. नीलम यादव, एम.पी.ओलानिया, शुभदीप.डे, एवं सुभाशीष पंजा, (2020) क्लॉक कम्पेरिजन विथ अर्नै अल्ट्रा-स्टेबल ऑप्टिकल फाइबर लिंक युटिलाइजिंग व्हाइट रॅबिट नेटवर्क, URSI GASS, रोम, इटली, 29 अगस्त-5 सितंबर 2020 रोम, इटली.
4. नीलम यादव, एम.पी.ओलानिलिया शुभदीप.डे, एवं सुभाशीष पंजा, (2020) इफेक्ट ऑफ टेम्प्रेचर वेरिएशन ऑन द स्टैबिलिटी ऑफ अर्नै ऑप्टिकल फाइबर बेस्ड टाइम ट्रान्सफर लिंक, ITSF-2020, डसलडॉर्फ, जर्मनी, 02-05 नवंबर 2020.
5. संजीव वी.धुरंधर ब्लैक होल्स इन डाइपर्स, सी.वी.विश्वेश्वरा के सम्मान में, आई.आई.टी. गांधीनगर द्वारा ऑनलाइन आयोजित 'भारतीय सामान्य सापेक्षता एवं गुरुत्वाकर्षण संघ (इंडियन एसोसिएशन ऑफ जनरल रिलेटिविटी एंड ग्रेविटेशन)' की 31 वीं बैठक.



6. सिद्धार्थ महाराणा,....., ए.एन.रामप्रकाश, प्रवीण वी. खोदाडे, चैतन्य वी. राजर्षि, भूषण एस.जोशी, प्रवीणकुमार ए. चोरडिया, रम्या एम. आन्चे,....., तुहिन घोष, एवं अन्य (2020) *WALOP*-साक़ुथ: ए वाइड-फिल्ड वन-शॉट लिनीअर ऑप्टिकल पोलैरिमीटर फॉर *PASIPHAE* सर्वे, *SPIE Procds.*, Vol.11447.
7. स्नेहा पी. मुदांबी, शिवप्पा बी. गुड्डेनवार, **रंजीव मिश्रा** एवं एस.जी.बबली (2021) स्पेक्ट्रल केरक्टरिस्टिक्स ऑफ़ द ब्लैक होल एक्स-रे बाइनरी *4U 1957+115* यूजिंग एस्ट्रोसैट एंड *SWIFT*, *Procds. ASI* की 39 वीं बैठक, 18-23 फरवरी, 2021.
8. नील टी. थॉमस, शिवप्पा बी. गुड्डेनवार, **रंजीव मिश्रा** एवं एस.जी.बबली (2021) एस्ट्रोसैट्स व्यू ऑफ़ द न्यूली डिस्कवर्ड सॉफ़्ट एक्स-रे ट्रान्ज़िन्ट: *MAXI J0637-430*, *Procds.* 43वीं COSPAR साइंटिफिक असेम्बली, सिडनी, ऑस्ट्रेलिया, 28 जनवरी - 4 फरवरी 2021 .
9. शिवप्पा बी. गुड्डेनवार, नील टी. थॉमस, **रंजीव मिश्रा** एवं एस.जी.बबली (2021) स्पेक्ट्रो-टेम्पोरल वेरिबिलिटी स्टडीज ऑफ़ *GX 340+0* यूजिंग एस्ट्रोसैट, *Procds.* 43 वीं COSPAR साइंटिफिक असेम्बली, सिडनी, ऑस्ट्रेलिया, 28 जनवरी - 4 फरवरी 2021.
10. **कंदस्वामी सुब्रमण्यम** (2020) ओरिजिन्स ऑफ़ कॉस्मिक मैग्नेटिज़्म, अंतर्राष्ट्रीय खगोलीय संघ की कार्यवाही-2018, केंद्र-बिंदु में खगोल विज्ञान (संगोष्ठी **A30**), 291.

(क) परिपत्र एवं टेलीग्राम

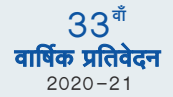
1. ए. मराठे, वेदांत शेनॉय, वरुण भालेराव, **दीपांकर भट्टाचार्य**, संतोष वडावले एवं अन्य (2020) *SGR 1935+2154*: एस्ट्रोसैट *CZTI* डिटेक्शन, *GCN* परिपत्र क्रमांक 27664.
2. वेदांत शेनॉय, वरुण भालेराव, ईगोर एन्ड्रोनी, मानसी कासलीवाल, **दीपांकर भट्टाचार्य**, एवं अन्य (2020) *ZTF20abtxwfx/AT2020sev*: एस्ट्रो सैट *CZTI* नॉन- डिटेक्शन ऑफ़ ए ट्रैन्शन्ट, *GCN* परिपत्र क्रमांक 28355.
3. **सौम्या गुप्ता**, विदुषी शर्मा, **दीपांकर भट्टाचार्य**, वरुण भालेराव, ए.आर.राव, एवं अन्य (2020) *GRB 200403* अ: एस्ट्रोसैट *CZTI* डिटेक्शन, *GCN* परिपत्र क्रमांक 27492.
4. **सौम्या गुप्ता**, विदुषी शर्मा, अजय एम. विभूते, **दीपांकर भट्टाचार्य**, वरुण भालेराव, एवं अन्य (2020) *GRB 200412* इ: एस्ट्रोसैट *CZTI* डिटेक्शन, *GCN* परिपत्र क्रमांक 27563.
5. **सौम्या गुप्ता**, विदुषी शर्मा, **दीपांकर भट्टाचार्य**, वरुण भालेराव, ए.आर.राव, एवं अन्य (2020) *GRB 200412* अ: एस्ट्रोसैट *CZTI* डिटेक्शन, *GCN* परिपत्र क्रमांक 27588.
6. **सौम्या गुप्ता**, विदुषी शर्मा, अजय एम. विभूते, **दीपांकर भट्टाचार्य**, वरुण भालेराव, एवं अन्य (2020) *GRB 200422 A*: एस्ट्रोसैट *CZTI* डिटेक्शन, *GCN* परिपत्र क्रमांक 27630.
7. **सौम्या गुप्ता**, विदुषी शर्मा, **दीपांकर भट्टाचार्य**, वरुण भालेराव, ए.आर.राव, एवं अन्य (2020) *GRB 200424* अ: एस्ट्रोसैट *CZTI* डिटेक्शन, *GCN* परिपत्र क्रमांक 27642.



- 98



- 99





50. द्विशिका नॅडेला,....., अजय एम. विभूते, सौम्या गुप्ता, पल्लवी वी. सावंत, दीपांकर भट्टाचार्य एवं अन्य (2021) GRB 210104A: एस्ट्रोसैट CZTI डिटेक्शन, GCN परिपत्र क्रमांक 29299.
51. द्विशिका नॅडेला,....., अजय एम. विभूते, सौम्या गुप्ता, पल्लवी वी. सावंत, दीपांकर भट्टाचार्य एवं अन्य (2021) GRB 210116A: एस्ट्रोसैट CZTI डिटेक्शन, GCN परिपत्र क्रमांक 29342.
52. द्विशिका नॅडेला,....., अजय एम. विभूते, सौम्या गुप्ता, पल्लवी वी. सावंत, दीपांकर भट्टाचार्य एवं अन्य (2021) GRB 210123A: एस्ट्रोसैट CZTI डिटेक्शन, GCN परिपत्र क्रमांक 29366.
53. द्विशिका नॅडेला,....., अजय एम. विभूते, सौम्या गुप्ता, पल्लवी वी. सावंत, दीपांकर भट्टाचार्य एवं अन्य (2021) GRB 210124B: एस्ट्रोसैट CZTI डिटेक्शन, GCN परिपत्र क्रमांक 29367.
54. द्विशिका नॅडेला,....., अजय एम. विभूते, सौम्या गुप्ता, पल्लवी वी. सावंत, दीपांकर भट्टाचार्य एवं अन्य (2021) GRB 210126A: एस्ट्रोसैट CZTI डिटेक्शन, GCN परिपत्र क्रमांक 29368.
55. गौरव वाराटकर,....., अजय एम. विभूते, सौम्या गुप्ता, पल्लवी वी. सावंत, दीपांकर भट्टाचार्य एवं अन्य (2021) GRB 210204A: एस्ट्रोसैट CZTI डिटेक्शन, GCN परिपत्र क्रमांक 29410.
56. गौरव वाराटकर,....., अजय एम. विभूते, सौम्या गुप्ता, पल्लवी वी. सावंत, दीपांकर भट्टाचार्य एवं अन्य (2021) GRB 210207B: एस्ट्रोसैट CZTI डिटेक्शन, GCN परिपत्र क्रमांक 29437.

(ड) लोकप्रिय आलेख

प्रतीक दाभाडे और मौसुमी महतो

- जाएंट रेडियो गैलेक्सीज: द कॉस्मिक बहीमथ, नेचर अस्ट्रानमी कम्युनिटी
[<https://astronomycommunity.nature.com/posts/giant-radio-galaxies-the-cosmicbehemoths>].

जयंत नालीकर

- प्रसिद्ध वैज्ञानिक, फ्रंटलाइन, मई 22, 2020.
- गोविंदस्वरूप को श्रद्धांजलि, टाइम्स ऑफ इंडिया, सितंबर 9, 2020
- राष्ट्रीय एकता, विज्ञान और हिंदी भाषा (हिंदी में) (राष्ट्रीय एकीकरण, विज्ञान और हिंदी भाषा), व्योम, सितंबर अंक, 3, 2020.
- गोविंदस्वरूप (हिंदी में), व्योम, अंक 17, सितंबर 2020.
- पृथ्वी पलीकडील सजीव सृष्टि ? (मराठी में) (अलौकिक जीवन ?), अक्षरगंध, दिवाली अंक, 10, 2020.
- पृथ्वीवर येणारे सुक्ष्मजीव ?, (पृथ्वीपर आने वाले सुक्ष्मजीव ?), भवताल, दिवाली अंक, 30, 2020.



(a) आयुका-एनसीआरए स्नातक स्कूल

देबारति चटर्जी

क्रांटम एंव सांख्यिकीय यांत्रिकी II (14 व्याख्यान) (दिसंबर 2020-फरवरी 2021)

गुलाब सी. देवांगन

खगोलीय तकनीकें I (14 व्याख्यान)(मार्च-अप्रैल 2021)

रंजीव मिश्रा

विद्युत गतिकी एवं विकिरण क्रिया II (14 व्याख्यान) (दिसंबर 2020-फरवरी 2021)

संजित मित्रा

गणितीय भौतिकी की पद्धतियाँ II (14 व्याख्यान) (दिसंबर 2020-फरवरी 2021)

दीपांजन मुखर्जी

विद्युत गतिकी एवं विकिरण क्रिया I (15 व्याख्यान) (अक्टूबर-दिसंबर 2020)

सोमक रायचौधुरी

खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी से परिचय I (21 व्याख्यान) (अक्टूबर-दिसंबर 2020)

अनुसंधान की पद्धतियाँ एवं सांख्यिकीय तकनीकें (7 व्याख्यान) (मार्च-अप्रैल 2021)

कनक साहा

निहारिकार्यें: संरचना, गतिकी एवं विकास (21 व्याख्यान)(मार्च-अप्रैल 2021)

निशांत के. सिंह

गणितीय भौतिकी की पद्धतियाँ I (21 व्याख्यान) और संख्यात्मक त्रुटियाँ (1 व्याख्यान) (अक्टूबर-दिसंबर 2020)

रघुनाथन श्रीआनंद

इंटरस्टेलर मीडियम (14 व्याख्यान) (मार्च-मई 2021)

दुर्गेश त्रिपाठी

अनुसंधान की पद्धतियाँ एवं सांख्यिकीय तकनीकें (7 व्याख्यान) (मार्च-अप्रैल 2021)



(b) सावित्रीबाई फुले पुणे विश्वविद्यालय एमएससी व्याख्यान
(भौतिकी विभाग एवं अंतरिक्ष विज्ञान विभाग)

नीरज गुप्ता

रेडियो अस्ट्रानमी (सिद्धांत 4 व्याख्यान), और संबंधित प्रयोग

रंजन गुप्ता

खगोलविज्ञान एवं खगोल भौतिकी प्रयोगशाला पाठ्यक्रम (सिद्धांत 10 व्याख्यान), एवं प्रेक्षणात्मक खगोलविज्ञान से संबंधित (10 व्याख्यान एवं रात के प्रयोग)

सुहृद मोरे

खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी – II काज़्मालजी (24 व्याख्यान) (जनवरी-अप्रैल 2021)

धुबा.जे.सैकिया

खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी – I, परिचयात्मक खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी (40 व्याख्यान), (अगस्त-दिसंबर 2020)

कंदस्वामी सुब्रमण्यम

खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी – II, सामान्य सापेक्षता (17 व्याख्यान), (जनवरी-अप्रैल 2021)

(c) शोध प्रबंध का पर्यवेक्षण
(उपाधि प्रदान की गई)

दीपांकर भट्टाचार्य

शीर्षक: ऐस्ट्रोसैट के साथ गामा रे प्रस्फोट
छात्रा: विदूषी शर्मा (आयुका)

शीर्षक: खगोलविज्ञान में अप्रत्यक्ष प्रतिबिंबन
छात्र: अजय एम. विभूते (सावित्रीबाई फुले पुणे विश्वविद्यालय)

सौमक रायचौधुरी

शीर्षक: द इवोल्यूशन ऑफ गैलेक्सीज ऑन द काज़्मिक वेब
छात्रा: रुचिका सेठ (आयुका)

तरुण सौरदीप

शीर्षक: स्टडी ऑफ सीएमबी स्पेक्ट्रल डिस्टॉर्शन्स
छात्र: देबज्योति सरकार (आयुका)



(d) शोध प्रबंध का पर्यवेक्षण
(आयुका में शोधरत उपाधि)

दीपांकर भट्टाचार्य

शीर्षक: अक्रीशन-इन्ड्रस्ट ईवोलूशन ऑफ न्यूट्रॉन स्टार मैग्नेटिक फील्ड.
छात्रा: सुमन बाला (आयुका)

एवं **रंजीव मिश्रा** (सह-पर्यवेक्षण)

शीर्षक: स्पेक्ट्रो-टाइमिंग स्टडी ऑफ अक्रीशन डिस्क.
छात्र: यश भार्गव (आयुका)

एवं **दीपांजन मुखर्जी** (सह-पर्यवेक्षण)

शीर्षक: अन इनवेस्टीगेशन ऑफ पोलराइज्ड इमिशन फ्रॉम अक्रिटिंग बाइनरी एक्स-रे पल्सर.
छात्र: परीसी शिर्के (आयुका)

सुकांता बोस

शीर्षक: कन्स्ट्रैनिंग द इक्वेशन ऑफ स्टेट ऑफ न्यूट्रॉन स्टार विथ ग्रैविटैशनल वेव आब्जर्वेशन
छात्र: भास्कर बिसवास (आयुका)

शीर्षक: इम्प्रूव्ड मेथड्स फॉर डिस्क्रीमिनेटिंग ग्रैविटैशनल वेव सिग्नल्स ऑफ कॉम्पैक्ट बाइनरी कोअलेसन्स फ्रॉम नॉइज़ ट्रैन्शनट
छात्र: सुनील चौधरी (आयुका)

शीर्षक: स्पेसटाइम मैपिंग.
छात्र: सायक जी. दत्ता (आयुका)

शीर्षक: न्यूमेरिकल स्टडी ऑफ वेव प्रापगेशन इन जनरल रिलेटिविटी.
छात्र: शलभ गौतम (आयुका)

शीर्षक: मेज़रिंग काज़मलाजिकल पैरामीटर्स विद ग्रैविटैशनल-वेव आब्जर्वैशन्स
छात्रा: तथागता घोष

एवं **अनुप्रीता मोरे** (सह-पर्यवेक्षण)

शीर्षक: यूजिंग ग्रैविटैशनल वेव फ्रॉम कॉम्पैक्ट बाइनरी कोअलेसन्स टू प्रोब ग्रैविटैशनल लेन्सिंग (स्ट्रॉन्ग एंड माइक्रो) एंड द मैग्नेटिक पेन्रोज प्रोसेस
छात्र: अनुज मिश्रा (आयुका)

शीर्षक: केरिक्टराइजिंग द प्रॉपर्टीज एंड कान्स्ट्रिक्शन्स ऑफ कॉम्पैक्ट ऑब्जेक्ट्स इन ग्रैविटैशनल-वेव बाइनरीज़.
छात्रा: समन्वया मुखर्जी (आयुका)

शीर्षक: द फिज़िक्स एंड ऐस्ट्रोफिज़िक्स ऑफ बाइनरी ब्लैक होल मर्ज एंड देयर ग्रैविटैशनल रेडिएशन.
छात्र: वैशाक प्रसाद (आयुका)



देवारति चटर्जी

शीर्षक: ट्रान्सपोर्ट प्रॉपर्टीज इन न्यूट्रॉन स्टार्स एंड देअर रोल इन ग्रैविटेशनल वेव इमिशन
छात्र: सुर्पावो घोष (आयुका)

शीर्षक: स्टडी ऑफ द रोल ऑफ न्यूट्रॉन स्टार काम्पज़िशन ऑन ग्रैविटेशनल-वेव इमिशन.
छात्र: विक्रम के. प्रधान (आयुका)

शुभदीप डे (सह-पर्यवेक्षण)

शीर्षक: इन्स्ट्रुमेंटेशन ऑफ आप्टिकल क्लॉक एंड इट्स सिग्नल डिस्ट्रीब्यूशन
छात्र: हरिश राठौड़ (AcSIR, CSIR – NPL, नई दिल्ली)

शीर्षक: डिवेलपमेंट ऑफ द आप्टिकल सेट-अप फॉर इटर्बीअम आयन आप्टिकल फ्रीक्वेंसी स्टैन्डर्ड
छात्रा: लकी शर्मा (AcSIR, CSIR – NPL, नई दिल्ली)

शीर्षक: मॉड्युलेशन एंड स्टैबलज़ेशन ऑफ आप्टिकल फ्रीक्वेंसी फॉर लेज कूलिंग ऑफ 171 धल आयन्स
छात्र: शुभम उत्तरेजा (AcSIR, CSIR – NPL, नई दिल्ली)

शीर्षक: ऑटमेशन, सिग्नल प्रोसेसिंग एंड प्रिसिशन फ्रीक्वेंसी ट्रान्सफर
छात्रा: नीलम यादव (AcSIR, CSIR – NPL, नई दिल्ली)

गुलाब सी. देवांगन

शीर्षक: ऐक्टिव गैलेक्टिक न्यूक्लियर एंड ब्राइट यू वी सोर्सस इन द एस्ट्रोसैट / यूवीआईटी फील्ड
छात्र: पियाली गांगुली (आयुका)

शीर्षक: एस्ट्रोसैट व्यू ऑफ अक्रिशन डिस्क इन ऐक्टिव गैलेक्टिक न्यूक्लियर।
छात्रा: श्रावनी कुमार (आयुका)

शीर्षक: अक्रिशन डिस्क-कोरोना इंटरप्ले इन ऐक्टिव गैलेक्टिक न्यूक्लियर
छात्रा: कविता कुमारी (आयुका)

शीर्षक: सॉफ्ट एक्स-रे एक्सेस एंड अक्रिशन डिस्क/कोरोना इमिशन फ्रॉम ऐक्टिव गैलेक्टिक न्यूक्लियर।
छात्र: प्रकाश त्रिपाठी (आयुका)

नीरज गुप्ता

शीर्षक: ऑन अन्बायस्ड व्यू ऑफ कोल्ड अटॉमिक गैस असोसिएटेड विथ रेडियो-लाउड AGNs.
छात्र: पार्थ पी. डेका (आयुका)

संजित मित्रा

शीर्षक: मेथड्स एंड साइंटिफिक पटेन्शल स्टोकैस्टिक ग्रैविटेशनल-वेव बैकग्राउंड अनैलिसिस.
छात्रा: दीपाली अग्रवाल (आयुका)



शीर्षक: ऐलगरिदम फॉर ग्रैविटैशनल-वेव डेटा अनैलिसिस एंड डिटेक्टर कंट्रोलस बेस्ड ऑन मॉडर्न टेक्नीक्स.
छात्र: श्रीजित जाधव (आयुका)

शीर्षक: इफिशन्ट सर्चस फॉर कॉम्पैक्ट बाइनरी कोअलेसन्स एंड साइन्स इन द लाइगो-इंडिया एरा.
छात्र: कांचन सोनी (आयुका)

सुहृद मोरे

शीर्षक: ग्रैविटैशनल लेन्सिंग प्रोब्स ऑफ डार्क मैटर
छात्र: प्रियांका गावडे (आयुका)

शीर्षक: ग्रैविटैशनल लेन्सिंग इन गैलेक्सी क्लस्टर्स
छात्र: अमित कुमार (आयुका)

शीर्षक: प्रोबिंग काज़मलाजि विद लार्ज स्केल स्ट्रक्चर कोरिलेशन्स
छात्र: दिव्या राणा (आयुका)

एवं अनुप्रीता मोरे (सह-पर्यवेक्षण)

शीर्षक: ग्रैविटैशनल लेन्सिंग: गैलेक्सी डार्क मैटर कनेक्शन एंड काज़मालजी
छात्र: नविन चौरासिया (आयुका)

दीपांजन मुखर्जी

शीर्षक: मॉडलिंग द इम्पैक्ट ऑफ AGN ड्रिवन आउटफ्लो ऑन द स्टार फॉर्मेशन ऐक्टिविटी इन गैलेक्सीज.
छात्र: अंकुश मंडल (आयुका)

शीर्षक: सिम्युलेटिंग इफेक्ट्स ऑफ AGN-ड्रिवन आउटफ्लो ऑन गैलेक्टिक स्केल्स एंड प्रिडिक्टींग देअर अब्जर्वबल सिग्नचर्स.
छात्र: एम. मीनाक्षी (आयुका)

असीम परांजपे

शीर्षक: एक्सप्लोरिंग द नेचर ऑफ डार्क मैटर यूजिंग एस्ट्रोफिजिकल एंड काज़मालाजिकल प्रोब्स.
छात्र: भास्कर आर्या (आयुका)

शीर्षक: इंटरप्ले ऑफ गैलेक्सी फॉर्मेशन एंड द एवोल्यूशन ऑफ डार्क मैटर हेलो इन द काज़्मिक वेब.
छात्र: वी. प्रेम विजय (आयुका)

शीर्षक: हेलो डाइनैमिक्स एंड किनमैटिक्स: ऐप्लिकेशन टू लार्ज-स्केल स्ट्रक्चर एंड काज़मालजी
छात्र: सुजाता रामकृष्णन (आयुका)

ए.एन.रामप्रकाश

शीर्षक: ऑल्टर्नेटिव टेक्निक्स फॉर अडैप्टिव ऑप्टिक्स फॉर फ्यूचर लार्ज टेलीस्कोप्स.
छात्र: सौरभ छाब्रा (आयुका)



शीर्षक: डिज़ाइन एंड डिवेलपमेंट ऑफ वाइड-फील्ड पोलैरीमीटर (WALOP) फॉर स्किनाकास (Skinakas) आब्ज़र्वेटरी फॉर PASIPHAE सर्वे (सह-पर्यवेक्षण)

छात्र: जॉन किप्रियोटाकिस (क्रेते विश्वविद्यालय, ग्रीस)

शीर्षक: डिज़ाइन एंड डिवेलपमेंट ऑफ वाइड फील्ड ऑप्टिकल पोलरिमीटर (WALOP) फॉर डस्ट क्लाउड टोमोग्राफी.

छात्र: सिद्धार्थ महाराणा (आयुका)

शीर्षक: प्रोबिंग मैग्नेटिक फील्ड्स यूजिंग स्टेलर पोलराइजेशन (सह-पर्यवेक्षण)

छात्र: श्रीष (एनआईएसईआर, भुवनेश्वर)

शीर्षक: डिवेलपमेंट ऑफ यूवी डिटेक्टर्स फॉर सोलर अस्ट्रानमी (सह-पर्यवेक्षण)

छात्र: मनोज वर्मा (आई आई ए, बेंगलुरु)

वरुण साहनी

शीर्षक: डार्क मैटर, डार्क एनर्जी एंड द अल्टी यूनिवर्स.

छात्र: स्वागत एस. मिश्रा (आयुका)

निशांत के. सिंह

शीर्षक: ऐस्पेक्ट ऑफ टर्बलन्ट कन्वेक्शन: इम्प्लिकेशन्स फॉर सोलर डिफरेंशियल रोटेशन एंड स्मॉल-स्केल डाइनमो.

छात्र: किशोर गोपालकृष्णन (आयुका)

शीर्षक: डाइनमो एक्शन इन रोटेटिंग एंड शिअरिंग फ्लोज (सह-पर्यवेक्षण)

छात्र: नवीन जिगाडे (आई आई एस सी, बेंगलुरु)

शीर्षक: टूवर्ड्स कन्स्ट्रैनिंग द सोलर डाइनमो विथ आब्ज़र्वेशनल स्टडीज ऑफ द सन मैग्नेटिक फील्ड (सह-पर्यवेक्षण)

छात्र: अमेय प्रभू (मैक्स प्लांक इन्स्टिट्यूट फॉर सोलर सिस्टम रिसर्च, जर्मनी)

तरुण सौरदीप

शीर्षक: फिज़िक्स बियॉन्ड स्टैटिस्टिकल आइसोट्रोपी एट लेट यूनिवर्स

छात्र: देबाब्रता अडक (आयुका)

रघुनाथन श्रीआनंद

शीर्षक: प्रोबिंग द अल्ट्रा-फास्ट आऊटफ्लो इन BAL क्रासार यूजिंग मल्टि-इपोक स्पेक्ट्रोस्कोपी.

छात्र: पी. अरोमल (आयुका)

शीर्षक: प्रोबिंग द नेचर, इन्वाइरन्मन्ट एंड एवोल्यूशन ऑफ अल्ट्रा स्ट्रॉन्ग Mg II अब्ज़ॉर्प्शन सिस्टम्स.

छात्रा: लबन्या कुमार गुहा (आयुका)

शीर्षक: प्रोबिंग द फिजिकल स्टेट ऑफ द इन्टर्गैलेक्टिक मीडियम एंड क्रासार इन्वॉयरमेन्ट (सह-पर्यवेक्षण)

छात्रा: प्रियांका जालान (ARIES, नैनिताल)



शीर्षक: प्रोबिंग द एस्ट्रोफिजिकल एंड काज़मलाजिकल ऐस्पेक्ट ऑफ इन्टर्गलैक्टिक मीडियम यूजिंग क्रासार स्पेक्ट्रा.
छात्र: सोमक मैत्रा (आयुका)

शीर्षक: एक्सप्लोरिंग द मेटल्स इन द इन्टर्गलैक्टिक मीडियम
छात्रा: सुकन्या मल्लिक (आयुका)

शीर्षक: प्रोबिंग द सर्कमगैलेक्टिक मीडियम विद क्रासार अब्जॉप्शन लाइन्स (सह-पर्यवेक्षण)
छात्र: अभिषेक मोहपात्रा (NIT, रोऊरकेला)

शीर्षक: प्रोबिंग इन्वाइरन्मन्ट ऑफ हाई रेडशिफ्ट क्रासार यूजिंग डिफ्यूज़ लाइमन- α इमिशन.
छात्रा: गितिका पी शुक्ला (आयुका)

दुर्गेश त्रिपाठी

शीर्षक: एनर्जेटिक्स ऑफ द सोलर ऐट्मस्फिर.
छात्र: अभिषेक राजहंस (आयुका)

शीर्षक: डाइनेमिक्स ऑफ द लोअर सोलर ऐट्मस्फिर.
छात्रा: सौम्या राय (आयुका)

शीर्षक: हीटिंग एंड डाइनेमिक्स ऑफ द सोलर ऐट्मस्फिर.
छात्र: विशाल उपेंद्रन (आयुका)

(e) परियोजनाओं का पर्यवेक्षण

देबारति चटर्जी

राधिका अग्रवाल (आईआईटी गांधीनगर), स्टडी ऑफ कोरिलेशन्स बिट्वीन न्यूक्लियर एंड ऐस्ट्रोफिजिकल अब्जर्वबल.

सुकृत जैसवाल (आईआईएसईआर, पुणे) कन्स्ट्रैनिंग डेन्स मैटर फिज़िक्स यूजिंग f - मोड आसलैशन इन न्यूट्रॉन स्टार्स

आयुश साहू (सीबीएस, पं. रविशंकर शुक्ल विश्वविद्यालय, रायपुर) रोल ऑफ प्राइर इन बायेसिन अनैलिसिस ऑफ न्यूट्रॉन स्टार इन्क्रेशन ऑफ स्टेट.

सोरभ छात्रा

क्रिति बावेजा (दिल्ली विश्वविद्यालय) डिवालेपिंग डिफ्रैक्शन लिमिटेड इमेजिंग सिस्टम्स.
एल.एस.नमिता (हैदराबाद विश्वविद्यालय) सिम्युलेटिंग ऐट्मस्फेरिक फेज स्क्रीन.

रणजित ए. पाल (एनआईएसईआर, कोलकता) आबटेनिंग डिफ्रैक्शन लिमिटेड आब्जेक्ट फ्रॉम स्पेकल इमेज टेक्नीक

गुलाब सी.देवांगन

पार्थ पी. डेका (आयुका) सर्चिंग फॉर ड्युएल न्यूक्लियर इन गैलेक्सीज यूजिंग एस्ट्रोसैट यूवीआईटी.



कविता कुमारी (आयुका) कैरेक्टराइजिंग एजीएन वेरिबिलिटी विद फ्रैक्शनल वेरिबिलिटी एम्प्लिट्यूड स्पेक्ट्रम.

संजीव वी. धुरंधर

प्रसन्ना जोशी (आईआईएसईआर, पुणे) ऑप्टिमल ची-स्केअर वेटो फॉर साइन-गैसियन ग्लिचेस.

अधिश्री लाहिरी एवं अभिषेक कुलकर्णी (फर्ग्युसन कॉलेज, पुणे) स्पेशल एंड जनरल रिलेटिविटी एंड इट्स ऐप्लिकेशन्स.

प्रांजल उपाध्याय (आईआईएसईआर, पुणे) इम्पुविंग द रेडियोमेट्रिक सर्च फॉर द स्टोकेस्टिक ग्रैविटेशनल वेव बैकग्राउंड यूजिंग ए नैचुरल सेट ऑफ बेसिस फंक्शन.

सुरेश दोरावरी

रिचल अभंग (लाइगो-इंडिया) मोनेलिथिक फोल्डेड-पेन्ड्युलम साइज़मोमीटर.

निनाद भागवत (लाइगो-इंडिया) डिज़ाइन एंड फैब्रिकेशन ऑफ ए साइज़मिक आइसोलेशन प्लैटफॉर्म यूजिंग रोबर्ट्स लिंकेज.

प्रचित कांबळे (लाइगो-इंडिया) डिज़ाइन ऑफ वर्टिकल साइज़मिक आइसोलेटर बेस्ड ऑन जिओमेट्रिक एन्टी-स्प्रिंग.

आदित्य विधाते (लाइगो-इंडिया) प्रिडिक्टिंग सेन्सॉर एंड ऐक्ट्यूएटर सिग्नल्स इन GW डिटेक्टर्स फ्रॉम द डार्क पोर्ट वीडियो स्ट्रीम यूजिंग न्यूरल नेटवर्क्स.

संजित मित्रा

अनन्या बंदोपाध्याय (आईआईएसईआर पुणे) जॉइंट एस्टीमेशन ऑफ बाइनरी पोप्युलेशन पैरामीटर्स फ्रॉम द आब्जर्वेशन ऑफ ग्रैविटेशनल वेव फ्रॉम इन्डविजुअल मर्जर एंड द स्टोकेस्टिक बैकग्राउन्ड.

अनुप्रीता मोरे

श्रीजा घुगाल (आईआईएसईआर पुणे) ए टूल टू आइडेंटिफाई क्राइपल लेन्सड क्रासार इमेजिस.

दिव्यम कालरा (पंजाब इंजिनियरिंग कॉलेज, चंडीगढ़) न्यूरल नेटवर्क बेस्ड-सर्च फॉर डबली लेन्सड क्रासार.

चात्रिक एस. मंगत (बीआईटीएस-पिलानी, हैदराबाद) काज़मलाजिकल कन्स्ट्रेंट यूजिंग ए डबल सोर्स प्लेन लेन्स सिस्टम.

रिषभ वंजारी (आईआईएसईआर पुणे) अनसुपरवाइज्ड ML ऑन बिको डेटा.

सुहृद मोरे

सौरदीप भट्टाचार्य (प्रेसिडन्सी विश्वविद्यालय, कोलकाता) द सिग्रेचर ऑफ सेल्फ-इंटरैक्टिंग डार्क मैटर एंड सुभालो डिस्पेशन ऑन क्लस्टर सबस्ट्रक्चर

मानव चोरडिया (कंप्यूटर प्रौद्योगिकी संस्थान, पुणे) मशीन लर्निंग टू इम्प्रुव डिफ्रन्स इमेजिंग इन अस्ट्रानमी.

शेफाली नागी (पंजाबी विश्वविद्यालय, पटियाला) डिफ्रन्स इमेजिंग ऐप्लिकेशन्स इन ऐस्ट्रोफिज़िक्स.



सूरज पाटिल (सावित्रीबाई फुले पुणे विश्वविद्यालय) सर्चिंग फॉर बाइनरी सिस्टम्स विद इनविजिबल काउंटरपार्ट्स इन GAIA डेटा.

अरिंदम शर्मा (आईआईएसईआर, पुणे) काज़मलाजी फ्रॉम गैलेक्सी क्लस्टर्स.

दीपांजन मुखर्जी

अमेय नागदेव (सीईबीएस, बॉम्बे विश्वविद्यालय, मुंबई) सेमि-रिलेटिविस्टिक मैग्नेटोहाइड्रोडायनेमिक सोल्वर.

असीम परांजपे

पायस्विनी ढोके (एम. पी. देव मेमोरियल कॉलेज, नागपुर) इन्वाइरमेन्टल इफेक्ट्स ऑन मास स्क्रीशन इन वार्म डार्क मैटर काज़मलाजी.

ए.एन.रामप्रकाश

कादंबरी भुजबल (वीआईटी, वेल्होर) एटोमेशन ऑफ WALOP CCD एंड IDSAC इलेक्ट्रॉनिक्स कैरेक्टराइजेशन एंड अनैलिसिस.

कनक साहा

शाश्वत शर्मा (सेंट जेवियर्स कॉलेज, मुंबई) आर्बिटल स्टडीज इन ए मिल्की वे लाइक पोटेन्शनल.

धुबा जे. सैकिया

ऋषिकेश एन. भुतकर (सावित्रीबाई फुले पुणे विश्वविद्यालय, पुणे) कॉम्पेक्ट स्टीप-स्पेक्ट्रम रेडियो सोर्सेस एंड यूनिफिकेशन स्कीम. (योगेश चंदोला द्वारा सह-पर्यवेक्षण.)

राहुल मुसले (सावित्रीबाई फुले पुणे विश्वविद्यालय, पुणे) कॉम्पेक्ट स्टीप-स्पेक्ट्रम रेडियो सोर्सेस एंड सिमेट्री पैरामीटर्स. (योगेश चंदोला द्वारा सह-पर्यवेक्षण.)

निशांत के. सिंह

किशोर गोपालकृष्णन (आयुका) एस्टीमेशन ऑफ द एक्सटेन्ट ऑफ कन्वेक्टिव पेनिट्रेशन इन टू सबडाईबेटिक लेअर्स.

रघुनाथन श्रीआनंद

सुकन्या मल्लिक (आयुका) एक्सप्लोरिंग मेटल्स इन IGM.

कदंस्वामी सुब्रमणियन

अंकिता गुरव (सावित्रीबाई फुले पुणे विश्वविद्यालय) गैलेक्सी फॉर्मेशन.



(f) संगोष्ठियाँ, औपचारिक वार्तालाप एवं व्याख्यान (ऑनलाइन)

दीपांकर भट्टाचार्य

एस्ट्रोसैट/ CZTI, इमेजर CalTech, यूएसए, आयोजित दिनांक 17 अगस्त 2020.

पोलराइज्ड हाई एनर्जी इमिशन फ्रॉम ऐस्ट्रोफिजिकल सोर्सस, आरआरआई, बैंगलुरु, आयोजित दिनांक 25 अगस्त 2020.

मैटर एट एक्स्ट्रीम डेन्सिटी- न्यूट्रॉन सितारे हमसे क्या कहते हैं?, खगोल भौतिकी एवं ब्रह्मांडिकी पर परिचयात्मक संगोष्ठी, आईकार्ड, उत्तर बंगाल विश्वविद्यालय, सिलिगुड़ी, आयोजित दिनांक 16 सितंबर 2020.

द मैग्नेटिक फील्ड ऑफ न्यूट्रॉन स्टार्स, आयुका, आयोजित दिनांक 05 नवंबर 2020.

स्टडींग पोलराइज्ड हाई एनर्जी इमिशन विथ एस्ट्रोसैट CZTI इमेजर, उच्च ऊर्जा खगोलभौतिकीय पर भारत-चीन कार्यशाला आयोजित दिनांक 16 नवंबर 2020.

स्पिन-पावर्ड मिलिसेकंड पल्सर: पाथवे टू फॉर्मेशन, 43 वें COSPAR वैज्ञानिक असेम्बली, सिडनी, ऑस्ट्रेलिया, आयोजित दिनांक 29 जनवरी 2021. (ऑनलाइन)

पल्सर, प्रेक्षणात्मक खगोलविज्ञान में विंटर स्कूल, आईआईटी, इंदौर, आयोजित दिनांक 09 फरवरी 2021. (ऑनलाइन)

एस्ट्रोसैट – द फर्स्ट फाइव ईयर्स, आईआईटी गुवाहाटी, आयोजित दिनांक 16 मार्च 2021. (ऑनलाइन)

देबारति चटर्जी

प्रोबिंग न्यूट्रॉन स्टार्स विद ग्रैविटेशनल वेव, लाइगो-इंडिया GW@ होम, आयुका, लेक्चर सिरीज, 8 मई, 2020

कन्स्ट्रैनिंग डेन्स मैटर फिजिक्स यूजिंग एफ-मोड आसलेशन इन न्यूट्रॉन स्टार्स, आयुका, आयोजित दिनांक 30 जुलाई 2020.

यूजिंग न्यूट्रॉन स्टार्स आसलेशन टू कन्स्ट्रेन डेन्स मैटर फिजिक्स, कॉम्पेक्ट स्टार्स एवं QCD, ICTS, बैंगलुरु, आयोजित दिनांक 19 अगस्त 2020.

पल्सर अँज प्रोब्स ऑफ एक्सट्रीम मैटर, आईआईटी, खड़गपुर, आयोजित दिनांक 15 सितंबर 2020.

न्यूट्रॉन स्टार आसलेशन अँज प्रोब्स ऑफ डेन्स न्युक्लियर मैटर, न्युक्लियर थिअरी ग्रुप्स ऑफ युनिवर्सिटी ऑफ होस्टन, और इलिनोइस विश्वविद्यालय, अर्बाना शैम्पेन, 9 अक्टूबर 2020.

पल्सर, रेडियो अस्ट्रानमी विंटर स्कूल आयुका और एनसीआरए-टीआईएफआर, पुणे, 5 जनवरी 2021

ग्रैविटेशनल वेव्स अँज ए टूल टू प्रोब एक्सट्रीम फिजिक्स, आई.आई.टी. गांधीनगर, आयोजित दिनांक 14 मार्च 2021.

प्रतीक दाभाडे

प्रोजेक्ट SAGAN- सर्च एंड अनैलिसिस ऑफ जाएंट रेडियो गैलेक्सीज विथ एसोसिएटेड न्यूक्लिआई, ऐस्ट्रोनाॅमिकल इन्स्टिट्यूट ऑफ द चेक अकैडमी ऑफ साइन्स, प्राग, आयोजित दिनांक 18 सितंबर, 2020.



जाएंट रेडियो गैलेक्सीज एंड देअर प्रॉपर्टीज, आब्जर्वेटाइर द पॅरिस, फ्रान्स, आयोजित दिनांक 25 नवंबर 2020.

शुभदीप डे

एटोमिक क्लॉक एंड देअर एप्लिकेशन्स, जी.एन.डी.यु. अमृतसर, आयोजित दिनांक 18 मई 2020.

प्रोबिंग फंडामेंटल साइन्स यूजिंग आप्टिकल एटोमिक क्लॉक, आयुका, आयोजित दिनांक 02 जुलाई 2020.

ऐक्यरट मेजरमेंट ऑफ टाइम फॉर सिंक्रोनाइजिंग द डिटेक्टर्स, GW@ Home, EPO, लाइगो-इंडिया, आयुका, आयोजित दिनांक 20 जुलाई 2020.

आप्टिकल एटोमिक क्लॉक एंड क्वांटम मिट्रालजी, सुरक्षित क्वांटम-संचार के साथ-साथ क्वांटम सेन्सिंग एवं मिट्रालजी के अंतर्गत आधुनिक प्रवाह एवं विकास, आरआरआई बैंगलुरु, आयोजित दिनांक 17-18 अगस्त 2020.

एटोमिक क्लॉक: दॅट स्लिप 1 एस ओवर द एज ऑफ द यूनिवर्स, सिंबायोसिस इंटरनैशनल स्कूल, पुणे, आयोजित दिनांक 18 सितंबर 2020.

आप्टिकल एटोमिक क्लॉक टू प्रोब फंडामेंटल साइन्स, एसआई की 39 वीं बैठक, आयोजित दिनांक 18-23 फरवरी 2021.

सन्डाइअल टू ऑन एटोमिक क्लॉक फॉर ऐक्यरट टाइमकीपिंग एंड फंडामेंटल साइन्स, राष्ट्रीय विज्ञान दिवस, आयुका, आयोजित दिनांक 28 फरवरी 2021.

गुलाब चंद देवांगन

X-ray/UV इमिशन फ्रॉम ऐक्टिव गैलेक्टिक न्यूक्लिआइ, एडव्हान्सड रिसर्च इन फिजिक्स पर अंतरराष्ट्रीय संगोष्ठी, बैंगलोर विश्वविद्यालय, बैंगलुरु, आयोजित दिनांक 27-31 जुलाई 2020. (ऑनलाइन)

ऐक्टिव गैलेक्टिक न्यूक्लिआइ, खगोल भौतिकी और ब्रह्मांडिकी पर परिचयात्मक सम्मेलन, आईकार्ड, भौतिकी विभाग, उत्तर बंगाल विश्वविद्यालय, आयोजित दिनांक 16 सितंबर 2020; और खगोल भौतिकी के लिए पाँचवाँ अरब स्कूल, द नैशनल रिसर्च इन्स्टिट्यूट ऑफ अस्ट्रानमी एंड जीओफिजिक्स (NRIAG), कैरो, आयोजित दिनांक 16 अक्टूबर से 23 अक्टूबर 2020.

एस्ट्रोसैट कैलिब्रेशन स्टेटस/इश्यू, 2020 इंटरनैशनल एस्ट्रोफिजिकल कन्सॉर्टिअम फॉर हाई एनर्जी कैलिब्रेशन (IACHEC) MIT, कैंब्रिज, यूएसए, आयोजित दिनांक 23-24 नवंबर 2020.

मल्टि-वेवलेंथ स्पेक्ट्रोस्कोपी विथ एस्ट्रोसैट पर फाइव डेयर्स ऑफ UVIT मीटिंग, आई.आई.ए., बैंगलुरु, आयोजित दिनांक 2 दिसंबर 2020. (ऑनलाइन)

मल्टि-वेवलेंथ स्टडी ऑफ AGNs विथ एस्ट्रोसैट एस्ट्रोसैट फाइव डेयर्स बैठक, इसरो, बैंगलुरु, आयोजित दिनांक 19-21 जनवरी 2021.

(i) मल्टि-वेवलेंथ आब्जर्वेशन ऑफ कॉम्पैक्ट ऑब्जेक्ट विथ एस्ट्रोसैट, और (ii) UV/X-ray कनेक्शन इन AGN, 43 वीं COSPAR साइंटिफिक असेम्बली, सिडनी, ऑस्ट्रेलिया, आयोजित दिनांक 28 जनवरी-4 फरवरी 2021.

प्रोबिंग अक्रीशन डिस्क ऑफ कॉम्पैक्ट ऑब्जेक्ट विथ UVIT स्पेक्ट्रोस्कोपी, अल्ट्रावायॉलेट स्पेस अस्ट्रानमी: UVIT एंड बियाँड (WS2) पर कार्यशाला, ASI की 39 वीं बैठक, 18 से 23 फरवरी 2021.



संजीव वी. धुरंधर

एक्सट्रैक्टिंग ग्रैविटेशनल वेव सिग्नल्स फ्रॉम डिटेक्टर नॉइज, आयुका, आयोजित दिनांक 17 अप्रैल 2020.

ग्रैविटेशनल वेव एंड ओवरव्यू, परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन स्कूल, और खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, 20 मई 2020.

ग्रैविटेशनल वेव: फ्रॉम डिस्कवरी टू अस्ट्रानमी, भौतिकी विभाग, गोवा विश्वविद्यालय, आयोजित दिनांक 3 अक्टूबर 2020.

ब्लैक होल्स इन डाइपर्ज, सी.वी.विश्वेश्वरा के सम्मान में आयोजित विशेष सत्र, आईएजीआरजी की 31 वीं बैठक, आईआईटी, गांधीनगर, 19-20 दिसंबर 2020

रिलेटिविटी स्पेशल एंड जनरल, ब्लैक होल्स एंड ग्रैविटेशनल वेव, यूजी एंड पीजी स्टुडअंट, ईपीओ, लाइगो-इंडिया, आयुका, 25 जनवरी 2021

सुरेश दोरावरी

इंट्रोडक्शन टू लेन्थ सेन्सिंग इन एडव्हान्स्ड लाइगो, खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर और पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, आयोजित दिनांक 12 जून 2020.

ए ट्रिस्ट विथ इंटरफेरोमेट्री, इंटरनैशनल एसोसिएशन ऑफ फिज़िक्स स्टुडअंट, दिल्ली, आयोजित दिनांक 11 अक्टूबर 2020.

फ्युचर GW डिटेक्टर्स एंड आपर्टूनिटी विथ लाइगो-इंडिया ग्रैविटेशनल वेव साइन्स कम्युनिकेटर्स, प्रोग्राम, आयुका आयोजित दिनांक 31 जनवरी 2021.

नीरज गुप्ता

लार्ज सर्वे विथ SALT : रेडियो ब्राइट क्रासर फॉर द मीरकैट अब्जर्वेशन लाइन सर्वे, इंडो- साऊथ अफ्रिका बाइलैटरल साइन्स कार्यशाला, आयुका, आयोजित दिनांक 12 जनवरी 2021

मीरकैट अब्जर्वेशन लाइन सर्वे: एवोल्यूशन ऑफ कोल्ड गैस इन गैलेक्सीज, ASI की 39 वीं बैठक, 20 फरवरी 2021; और SKA विज्ञान बैठक (SKA आकाश का पूर्ववर्ती दृश्य), मैचेंस्टर, यूके, आयोजित दिनांक 16 मार्च 2021.

रंजन गुप्ता

इंडियाज मेगा प्रोजेक्ट इन अस्ट्रानमी, भौतिकी विभाग, दिग्बोई कॉलेज, आयोजित दिनांक, 24 जुलाई 2020.

शिवराज कंदस्वामी

अपडेट ऑन एलवीके स्टोकेस्टिक ग्रैविटेशनल वेव ग्रुप एक्टिविटीज, LIGO-VIRGO-KAGRA सहयोगिता बैठक, ग्लासगो विश्वविद्यालय, यूके, आयोजित दिनांक 16 सितंबर 2020

रंजीव मिश्रा

ब्लैक होल्स इन द यूनिवर्स, खगोलविज्ञान में पाँचवा अरब स्कूल, कैरो, आयोजित दिनांक अक्टूबर 2020.



आइडेन्टिफाइंग द QPO फ्रीक्वेंसी ऑफ GRS 1915+105 अँज जनरल रिलेटिविस्टिक डाइनेमिक वन्स, रिलेटिविस्टिक एस्ट्रोफिज़िक्स, थेअरी एंड आब्ज़र्वेशनल पर्सपेक्टिव वारसॉ, पोलंड, मार्च 2021.

संजित मित्रा

(I) सरफिंग ग्रैविटेशनल वेव्स, 1 अप्रैल 2020; और (ii) टू सर्च फॉर अननोन सोर्सेस ऑफ ग्रैविटेशनल वेव्स, 22 अप्रैल 2020, आयुका, GW@Home.

पाइस्टोच एंड स्फिरिकल हार्मोनिक सर्च, स्टोकेस्टिक ग्रुप F2F, लाइगो-वर्गो-कागरा सहयोगिता बैठक, ग्लासगो, 15 सितंबर 2020

अपडेट्स ऑन द ऑल स्काई ऑल फ्रीक्वेंसी, स्टोकेस्टिक ग्रुप F2F, लाइगो-वर्गो-कागरा सहयोगिता बैठक, मिल्बकी, 16 मार्च 2021.

अनुप्रीता मोरे

स्ट्रॉन्ग ग्रैविटेशनल लेन्सिंग, परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन स्कूल, और खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, 28 मई 2020.

ग्रैविटेशनली लेन्सड SNe, ILMT कार्यशाला, नैनीताल, 20 जून 2020.

सर्चेंस ऑफ लेन्सड ट्रैन्शन्ट एंड वेरिएबल्स, टाइम डोमेन काज़्मलाजी विद स्ट्रॉन्ग लेन्सिंग कार्यशाला, कावली IPMU, टोक्यो विश्वविद्यालय, 25 जनवरी 2021.

सुहृद मोरे

एस्ट्रोफिज़िक्स एक्सपेरिमेंटल फिज़िक्स एंड काज़्मलाजी, कावली IPMU, टोक्यो विश्वविद्यालय, 27 अगस्त 2020.

फेनो, IISc, बेंगलुरु, 7 अक्टूबर 2020.

सौगत मुजाहिद

MUSEQuBES एंड MEGAFLOW : MUSE सर्वे ऑन द सर्कमगैलेक्टिक मीडियम, आयुका, जनवरी 2021.

जयंत वी. नार्लीकर

भास्कर एंड लीलावती, IIIT, कुरुनूल, 21 नवंबर 2020.

सर्चेंस फॉर एक्स्ट्रटरेस्ट्रीअल माइक्रो-लाईफ, कृष्णाजी मेमोरियल व्याख्यान, NASI, आईआईएसईआर, पुणे, 25 फरवरी 2021.

टी.पद्मनाभन

द फ्लूड वी कॉल स्पेसटाइम, मिस्ट्रीज ऑफ द यूनिवर्स, आईआईटी रुड़की, आयोजित दिनांक 20 मार्च 2021.

असीम परांजपे

काज़्मिक टाइड एंड स्ट्रक्चर फार्मेशन, ICTP-EAIFR, बेंगलुरु, आयोजित दिनांक 25 सितंबर 2020.



ए.एन.रामप्रकाश

मैग्नेटिक फील्ड्स टोमोग्राफी ऑफ़ मिल्की वे, दक्षिण क्षेत्रीय खगोलविज्ञान बैठक, डब्ल्यूएमओ कॉलेज, मुत्तिल, वायनाड; और न्यूमैन कॉलेज, थोडुपुझा, 9 जुलाई 2020.

नेक्स्ट जनरेशन चैलेंजर्स इन एस्ट्रोटेक्नोलजी, राजागिरी स्कूल ऑफ़ इंजीनियरिंग एंड टेक्नोलजी, काक्कनाड, 12 अगस्त 2020.
सीईंग द स्टार्स, आब्ज़र्वेशनल एस्ट्रोनमी पर विंटर स्कूल, उज्जैन प्लैनेटेरियम, डोंगला, 4 फरवरी 2021.

WALOP/PASIPHAE, इंडो-फ्रेंच CEFIPRA खगोलविज्ञान बैठक, IIA, बेंगलुरु, 25 मार्च 2021.

कनक साहा

एस्ट्रोसैट द्वारा चरम-यूवी प्रकाश में एक दूर की आकाशगंगा की खोज, हिंदी दिवस समारोह आयुका, 14 सितंबर 2020.

एस्ट्रोसैट डिटैक्ड्स $a z=1.42$ गैलेक्सी इमिटिंग लाइमन कन्टिन्युअम फोटोन्स, आयुका, आयोजित दिनांक 17 सितंबर 2020; एस्ट्रोसैट फाइव ईयर्स स्पेशल मीटिंग, इसरो, बेंगलुरु, 28 सितंबर 2020; और फाइव ईयर्स ऑफ़ एस्ट्रोसैट मीटिंग, इसरो, बेंगलुरु, 12 फरवरी 2021.

एस्ट्रोसैट डिटैक्शन ऑफ़ एक्सट्रीम-यूवी लाइट फ्रॉम ए डिस्टन्ट गैलेक्सी, भौतिकी विभाग, न्यूमैन कॉलेज, थोडुपुझा, 26 सितंबर 2020; भौतिकी विभाग, गुवाहाटी विश्वविद्यालय, गुवाहाटी, 17 अक्टूबर 2020; और खगोलविदों की उत्तर पूर्व बैठक, आईआईटी, गुवाहाटी, 10 नवंबर 2020.

एस्ट्रोसैट डिटैक्शन ऑफ़ $a z=1.42$ गैलेक्सी इमिटिंग एक्सट्रीम-UV फोटोन्स, भौतिकी विभाग, आईआईएससी, बेंगलुरु, 9 अक्टूबर 2020.

द डिस्कवरी ऑफ़ ए फार अवे गैलेक्सी यूजिंग द इंडियन स्पेस आब्ज़र्वेटरी- एस्ट्रोसैट, ICFAI विश्वविद्यालय, त्रिपुरा, आयोजित दिनांक 14 अक्टूबर 2020.

UV प्रॉपर्टीज ऑफ़ स्टार-फॉर्मिंग गैलेक्सीज, अल्ट्रावाइलेट कार्यशाला, महात्मा गाँधी विश्वविद्यालय, कोट्टयम, आयोजित दिनांक 7 दिसंबर 2020.

गैलेक्सी एवोल्यूशन: सिम्युलेशन, आब्ज़र्वेशन एंड डेटा अनैलिसिस, साऊथ अफ्रीका-इंडिया बाईलैटरल साइन्स कार्यशाला, आयोजित दिनांक 12 जनवरी 2021

एस्ट्रोसैट डिटैक्शन ऑफ़ लाइमन कन्टिन्युअम फोटोन्स फ्रॉम ए गैलेक्सी, TIFR, मुंबई, 8 दिसंबर 2020; और ASI की 39 वीं बैठक, आयोजित दिनांक 23 फरवरी 2021.

लोपसाइडनेस इन माइनर मर्जर, डबल-पीक इमिशन लाइन गैलेक्सीज, ऑब्ज़र्वेटॉइर दे पैरिस, आयोजित दिनांक 24 फरवरी 2021

एस्ट्रोसैट डिटैक्शन ऑफ़ ए डिस्टन्ट गैलेक्सी इन एक्सट्रीम-UV लाइट, रिसेंट अडव्हान्सेस इन ऐस्ट्रोफिज़िक्स एंड काज़्मालजी पर राष्ट्रीय सम्मेलन, उत्तर बंगाल विश्वविद्यालय, सिलिगुड़ी, आयोजित दिनांक 24 मार्च 2021.

ध्रुवा जे. सैकिया

द रेडियो यूनिवर्स, रेडियो अस्ट्रानमी विंटर स्कूल, आयुका, एंड NCRA-TIFR, पुणे, 28 दिसंबर 2020.

एक्सट्रैक्टिंग एनर्जी फ्रॉम ग्रैविटी, फ्रंटियर्स इन फिज़िक्स- XIV, फर्ग्युसन कॉलेज पुणे, आयोजित दिनांक 24 मार्च 2021.



वैभव एन.सावंत

लाइगो-इंडिया: एज्युकेशन एंड पब्लिक आऊटरीच एफर्ट्स, ग्लोबल हैंड्स-ऑन यूनिवर्स सम्मेलन, आयुका, आयोजित दिनांक 27 अगस्त 2020.

निशांत के. सिंह

मैग्नेटिक फील्ड्स इन यूनिवर्स: गैलेक्सीज टू हेलियोसिस्मोलॉजी-- करंट ट्रेन्ड्स इन रिसर्च एंड करिअर स्कोप, करंट ट्रेन्ड्स इन फिज़िक्स, हीरक जयंती वर्ष समारोह, एस.डी. कॉलेज, अलाप्पुझा, आयोजित दिनांक 21 नवंबर 2020.

पोटेन्शाल रोल ऑफ सोलर f - मोड इन स्पेस वेदर फोरकास्टिंग, SUIT साइन्स बैठक, आयुका, 11-13 जनवरी 2021.

- (i) कम्प्यूटेशनल ऐस्ट्रोफिज़िक्स: अँन इमर्जिंग एवेन्यू फॉर इंडियन अस्ट्रानॉमी कम्युनिटी, आयोजित दिनांक 18 फरवरी 2021; और
- (ii) सन एंड सोलर सिस्टम, आयोजित दिनांक 21 फरवरी 2021; ASI की 39 वीं बैठक

सेल्फ-कन्सिस्टेंट फॉर्मेशन ऑफ सनस्पॉट-लाइक मैग्नेटिक फल्क्स कॉन्स्ट्रेंशन्स, अडव्हान्स्ड इन ऑब्जर्वेशन्स एंड मोडलिंग ऑफ सोलर मैग्नेटिज़म एंड वेरिबिलिटी पर सम्मेलन, आईआईए, बैंगलुरु, आयोजित दिनांक 01-04 मार्च 2021.

कंदस्वामी सुब्रमण्यम

चैलन्जिस: द ओरिजिन ऑफ काज़्मिक मैग्नेटिज़म, नॉर्थ ईस्ट मीट ऑफ अस्ट्रॉनामर्स, आईआईटी, गुवाहाटी, आयोजित दिनांक 10-13 नवंबर 2020

मनसादेवी पी.तिरुज्ञानसम्बन्धम

फोल्डेड इंटरफेरोमीटर्स फॉर ग्रैविटेशनल वेव डिटेक्शन, परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, तथा खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, 12 जून 2020.

दुर्गेश त्रिपाठी

कपलिंग एंड डाइनेमिक्स ऑफ वेव्स इन सोलर ऐट्मोस्फियर, SP²RC, भौतिकी विभाग, शेफील्ड विश्वविद्यालय, यूके, आयोजित दिनांक 8 मई 2020.

द आदित्य - एल 1 मिशन ऑफ इंडियन स्पेस रिसर्च आग्रनाइजेशन, SP²RC, भौतिकी विभाग, शेफील्ड विश्वविद्यालय, यूके, आयोजित दिनांक 3 जुलाई 2020; और खगोल विज्ञान विभाग न्यू मेक्सिको स्टेट विश्वविद्यालय, यूएसए, 12 फरवरी 2021.

जीओ इफेक्टिवनेस ऑफ सोलर स्ट्रोम्स, NASA - SETI फ्रंटियर डिवलेपमन्ट लैब, SETI इन्स्टिट्यूट, माउंट व्यू, कैलिफोर्निया, और नासा एम्स रिसर्च सेंटर, कैलिफोर्निया. आयोजित दिनांक 14 अगस्त 2020.

हाइड्रोडाइनेमिक्स ऑफ Hi-C ब्राइटनिंग्स, यूरोपियन सोलर फिज़िक्स सम्मेलन, रोजलैंड सेंटर फॉर सोलर फिज़िक्स, नॉर्वे, आयोजित दिनांक 24 सितंबर 2020.

इसरोज फर्स्ट सोलर अब्जर्वेटॉरी इन स्पेस: द आदित्य-एल 1 मिशन, अमेरिकन जीओफिज़िकल, यूएसए आयोजित दिनांक 1-7 दिसंबर 2020.



सोलर प्रोमिनन्स एंड फ्लेर: वॉट न्यू आदित्य-एल 1 मिशन कैन टेल अस, , 2 रीं आदित्य विज्ञान बैठक, बेंगलुरु, आयोजित दिनांक 17 दिसंबर 2020.

(i) सन-क्लाइमेट स्टडीज विथ द सोलर अल्ट्रावाइअलिट इमेजिंग टेली-स्कोप ऑन बोर्ड आदित्य-एल 1, और (ii) हेलियोफिजिक्स पब्लिक आउटरीच इन इंडिया, 43वीं वैज्ञानिक असेम्बली, सिडनी, ऑस्ट्रेलिया, आयोजित दिनांक 28 जनवरी- 04 फरवरी 2021.

अब्जर्विंग द सन, आब्जर्वेशनल अस्ट्रानमी में विंटर स्कूल, वराहमिहिर अस्ट्रॉनामिकल आब्जर्वटॉरी, डोंगला; एवं उज्जैन प्लानेटोरियम, आयोजित दिनांक 01-12 फरवरी 2021.

(i) ए यूनिफाइड सिनेरिओ फॉर द हिटिंग ऑफ द कोरोना इन क्राइट सन, कोरोनाल होल्स एंड फॉर्मेशन ऑफ सोलर विंड, और, (ii) क्राइट सन कोरोनाल हिटिंग बाय नैनोफलेर्स अस्ट्रॉनामिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया की 39 वीं बैठक, आयोजित दिनांक 18-23 फरवरी 2021.

मल्टि-हाईट आब्जर्वेन्स ऑफ वेव इन द सोलर ऐट्मोस्फियर यूजिंग SUIT ऑन बोर्ड आदित्य- एल 1, मल्टि-पेलोड एंड मल्टि-अब्जर्वटॉरी साइन्स विथ आदित्य-एल 1 पर ASI कार्यशाला, बेंगलुरु, आयोजित दिनांक 19 फरवरी 2021

आदित्य-एल 1 मिशन, राष्ट्रीय विज्ञान दिवस, VIT, भोपाल, आयोजित दिनांक 28 फरवरी 2021

द सोलर अल्ट्रावाइअलिट इमेजिंग टेलीस्कोप ऑन बोर्ड आदित्य- एल 1, एडव्हान्स इन आब्जर्वेन्स एंड मोडलिंग ऑफ सोलर मैग्नेटिज़म एंड वेरिअबिलिटी, आईआईए, बेंगलुरु, आयोजित दिनांक 01-04 मार्च 2021.

(g) व्याख्यान शृंखला (ऑनलाइन)

जॉयदीप बागची

सुपरमैसिव ब्लैक होल्स एंड रिलेटिविस्टिक जेट्स (2 व्याख्यान), परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, और खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, आयोजित दिनांक 10, 11 जून 2020.

दीपांकर भट्टाचार्य

कम्प्यूटेशनल मेथड्स इन अस्ट्रानमी (4 व्याख्यान), टोपिकल पाठ्यक्रम, आयुका, आयोजित दिनांक अप्रैल-मई 2020.

रेडिएटिव प्रोसेस (4 व्याख्यान), परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, तथा खगोलविज्ञान और खगोलभौतिकी पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयोजित दिनांक 11, 12, 13, 14 मई 2020.

स्टेलर थेअरी (3 व्याख्यान), कॉम्पैक्ट स्टार्स एंड QCD 2020 पर बैठक, ICTS, बेंगलुरु, आयोजित दिनांक 17-19 अगस्त 2020.

रेडिएटिव प्रोसेस इन ऐस्ट्रोफिजिक्स (2 व्याख्यान), रेडियो अस्ट्रॉनमी विंटर स्कूल, आयुका, और NCRA – TIFR, पुणे आयोजित दिनांक 31 दिसंबर 2020- 01 जनवरी 2021.

एन एडव्हान्सड कोर्स ऑन पल्सर ऐस्ट्रोफिजिक्स (20 रेकॉर्डेड व्याख्यान एवं 10 लाइव कॉन्टैक्ट अवर्स) शिक्षकों हेतु खगोल विज्ञान केंद्र, आयुका, 1 फरवरी- 5 अप्रैल 2021.



सुकांता बोस

जनरल रिलेटिविटी (3 व्याख्यान), परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, एवं खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, 18, 19 मई 2020.

देबारति चटर्जी

कॉम्पैक्ट एस्ट्रोफिजिक्स ऑब्जेक्ट्स (2 व्याख्यान), परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, एवं खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, 2, 3, जून 2020.

शुभदीप डे

एटोमिक कलॉक्स एंड फंडामेंटल फिजिक्स (2 व्याख्यान), परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, एवं खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, आयोजित दिनांक 04-05 जून 2020

अविनाश देशपांडे

रेडियो अस्ट्रानमी बेसिक्स, एंड SWAN/Radio पल्सर (2 व्याख्यान,) परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, एवं खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, आयोजित दिनांक 5, 8, जून 2020.

गुलाब सी. देवांगन

एक्स-रे अस्ट्रानमी एंड ऐक्टिव गैलेक्टिक न्यूक्लियाइ (2 व्याख्यान) परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, एवं खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, आयोजित दिनांक 1, 3, जून 2020

नीरज गुप्ता

रेडियो अस्ट्रानमी: करंट एंड नेक्स्ट जनरेशन टेलीस्कोप (3 व्याख्यान), परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, एवं खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, आयोजित दिनांक 1, 3, 5, जून 2020.

रंजन गुप्ता

फोटोमेट्री एंड स्पेक्ट्रोस्कोपी (2 व्याख्यान), परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, एवं खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, आयोजित दिनांक 14, 15, मई 2020.

इंट्रोडक्शन टू स्पेक्ट्रोस्कोपी एंड इन्स्ट्रुमेंटेशन (2 व्याख्यान), Voxels' (IFAS6) में स्पेक्ट्रोस्कोपी -ट्रेजर्स पर छठीं इंडो-फ्रेंच अस्ट्रानमी स्कूल, ल्यों, फ्रान्स, 9-17 जुलाई 2020.

अजित के. केम्भवी

बिग डेटा एंड मशीन लर्निंग+ प्रिसिजन मेज़रमेन्ट्स इन अस्ट्रानमी (3 व्याख्यान), परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, एवं खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, आयोजित दिनांक 9, 10, 11 जून 2020.



रंजीव मिश्रा

आब्जर्वेशनल इविडन्स फॉर ब्लैक होल्स (2 व्याख्यान), परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, एवं खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, आयोजित दिनांक 1,2, जून 2020.

संजित मित्रा

ग्रेविटेशनल वेव एंड लाइगो (3 व्याख्यान), परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, एवं खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, आयोजित दिनांक 21,22 मई और 4 जून 2020.

दीपांजन मुखर्जी

न्युमेरिकल मोडलिंग एस्ट्रोफिजिकल फ्लोज (2 व्याख्यान), परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, एवं खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, आयोजित दिनांक 29 मई 2020.

सुहृद मोरे

इंट्रोडक्शन टू ग्रेविटेशनल लेन्सिंग/वीक लेन्सिंग (2 व्याख्यान), परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, एवं खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, आयोजित दिनांक 27,29 मई 2020.

असीम परांजपे

काज्मालजी (4 व्याख्यान), परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, एवं खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, आयोजित दिनांक 20,21,22 मई 2020.

जनरेटिंग मोक कैटलोग्स (3 व्याख्यान और प्रायोगिक अभ्यास), ASI की 39 वीं बैठक, 19 फरवरी 2021.

ए.एन.रामप्रकाश

अस्ट्रानमिकल इन्स्ट्रुमेंटेशन एंड थर्टी मीटर टेलिस्कोप (2 व्याख्यान), परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, एवं खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, आयोजित दिनांक 8,9 जून 2020.

सोमक रायचौधुरी

(i) इंट्रोडक्शन टू अस्ट्रानमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स (4 व्याख्यान), 11,12,13,14,मई 2020; और (ii) गैलेक्सी क्लस्टर (2 व्याख्यान) 2,4, जून 2020, परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, एवं खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका.

कनक साहा

कम्प्यूटेशनल मेथड्स इन अस्ट्रानमी: डिस्क्रीट पार्टिकल डाइनेमिक्स एंड डाइरेक्ट इमेजिंग मेथड (6 व्याख्यान), आयुका, आयोजित दिनांक 20-27 अप्रैल एवं 30 अप्रैल 2020.

गैलेक्सीज एंड गैलेक्टिक डाइनेमिक्स (3 व्याख्यान), परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, एवं खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, आयोजित दिनांक 26,27,28,मई 2020.



एस्ट्रोफिज़िक्स एंड एस्ट्रोनोमिकल मेज़रमेन्ट (12 व्याख्यान), एमएससी क्लास, कूच बिहार पंचानन बर्मा विश्वविद्यालय, जून-जुलाई 2020

इंड्रोक्शन टू यूवी स्पेक्ट्रोस्कोपी (12 व्याख्यान), Voxels' (IFAS6) में स्पेक्ट्रोस्कोपी –ट्रेजर्स पर छठीं इंडो-फ्रेंच अस्ट्रानमी स्कूल, ल्यों, फ्रान्स, 9-17 जुलाई 2020.

एस्ट्रोफिज़िक्स (24 व्याख्यान), एमएससी क्लास, सेंट जेवियर्स कॉलेज, मुंबई, सितंबर-नवंबर 2020.

वरुण साहनी

डार्क मैटर एंड डार्क एनर्जी (2 व्याख्यान), परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, एवं खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, आयोजित दिनांक 8,9 जून 2020.

ध्रुवा जे. सैकिया

ऐक्टिव गैलेक्सीज (2 व्याख्यान), परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, एवं खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, आयोजित दिनांक 10-11 जून 2020.

(i) मल्टि-मेसेंजर अस्ट्रानमी (3 व्याख्यान), आयोजित दिनांक 27-30 जनवरी, 2021; (ii) गैलेक्सीज: अॉन ओवरव्यू (2 व्याख्यान), आयोजित दिनांक 4-6 मार्च, 2021; और (iii) ऐक्टिव गैलेक्सीज (3 व्याख्यान), आयोजित दिनांक 16-20 मार्च, 2021, कॉलेज अध्यापकों के लिए खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में परिचयात्मक पाठ्यक्रम, टीएलसी, आयुका.

निशांत के. सिंह

फ्लयुइड्स एंड प्लाज़्मा फिज़िक्स (3 व्याख्यान), परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, एवं खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, आयोजित दिनांक 19,20,21 मई 2020.

रघुनाथन श्रीआनंद

स्टेलर स्ट्रक्चर एंड ISM (3 व्याख्यान), परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, एवं खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, आयोजित दिनांक 13,15 मई 2020.

कंदस्वामी सुब्रमण्यम

स्ट्रक्चर फॉर्मेशन इन द यूनिवर्स (3 व्याख्यान), परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, एवं खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, आयोजित दिनांक 26,27,28 मई 2020.

दुर्गेश त्रिपाठी

सोलर फिज़िक्स (2 व्याख्यान), परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर, एवं खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम, आयुका, आयोजित दिनांक, 18 मई 2020.



(h) लोकप्रिय/सार्वजनिक व्याख्यान (ऑनलाइन)

दीपांकर भट्टाचार्य

इलेक्ट्रोमैग्नेटिक व्यू ऑफ कॉस्मिक एक्सप्लोजन, कृत्तिका, आईआईटी बॉम्बे, मुंबई, आयोजित दिनांक 18 दिसंबर 2020.

अस्ट्रानमी फ्रॉम स्पेस – द इंडिया स्टोरी, विज्ञान यात्रा, भारतीय अंतरराष्ट्रीय विज्ञान समारोह, NIPGR, नई दिल्ली, आयोजित दिनांक 21 दिसंबर 2020.

फ्रॉम बिग बैंग टू क्रॉस-एक्सप्लोरिंग द यूनिवर्स फ्रॉम स्पेस, फाइव इयर्स ऑफ एस्ट्रोसैट पर आंतरराष्ट्रीय सम्मेलन, इसरो, बेंगलुरु, आयोजित दिनांक 20 जनवरी 2021.

सिंक्रोट्रॉन रेडिएशन इन द यूनिवर्स, राष्ट्रीय विज्ञान दिवस कार्यशाला, बार्क, मुंबई, आयोजित दिनांक 25 फरवरी 2021.

वैडिंग द इन्विजिबल: प्रोफिलिंग द सेंट्रल ब्लैक होल इन द मिल्की वे, राष्ट्रीय विज्ञान दिवस, आयुका, आयोजित दिनांक 28 फरवरी 2021.

देबारति चटर्जी

फ्रॉम न्यूक्लिआइ टू न्यूट्रॉन स्टार्स: प्रोबिंग न्यूक्लियर मैटर, होरिज़ोन अस्ट्रानमी क्लब, आईआईटी मद्रास, चेन्नई, आयोजित दिनांक 13 सितंबर 2020.

फ्युचर आपर्टूनटी फॉर इंडियन गर्ल स्टुडेंट इन मेगा-साइन्स प्रोजेक्ट: लाइगो-इंडिया, नेहरु साइन्स सेंटर, मुंबई, आयोजित दिनांक 3 मार्च 2021.

प्रतीक दाभाडे

ट्युनिंग टू मिस्टिरियस ऑफ द यूनिवर्स, अंतरिक्ष: अस्ट्रो क्लब, VIT पुणे, आयोजित दिनांक 6 जून 2020.

संजीव वी. धुरंधर

गुरुत्वीय लहरेंचे अद्भुत विश्व, (मराठी) प्रभानी अस्ट्रानमिकल सोसाइटी, आयोजित दिनांक 22 नवंबर 2020.

शिवराज कंदस्वामी

ग्रेविटेशनल वेव्स: ए न्यू विंडो टू द यूनिवर्स, विद्या गिरी कॉलेज ऑफ आर्ट्स एंड साइन्स, काराईकुडी, आयोजित दिनांक 27 मई 2020. (ऑनलाइन)

अकाम्लिश द इम्पॉसिबल: डिटेक्शन ऑफ ग्रेविटेशनल वेव्स, अंतरिक्ष, अस्ट्रानमी क्लब, वीआईटी, पुणे, आयोजित दिनांक 1 अगस्त 2020.

नीरज गुप्ता

स्क्वेयर किलोमीटर अरै (ड्युअर): द लार्जस्ट रेडियो टेलीस्कोप, राष्ट्रीय विज्ञान दिवस, आयुका, आयोजित दिनांक 29 फरवरी 2021.



रंजीव मिश्रा

द नोबल रोड टू ऑब्जर्विंग ब्लैक होल सिस्टम्स, IAR, गांधी नगर, आयोजित दिनांक अक्टूबर 2020.

संजित मित्रा

रिपल्स इन स्पेस-टाइम, लाइव एंड क्यू एंड ए सत्र, अस्ट्रो केरला, आयोजित दिनांक 21 अगस्त 2020.

ग्रेविटेशनल वेव अस्ट्रॉनमी द ग्रैन्ड बिगनिंग एंड फ्युचर प्रोस्पेक्ट्स, आकाशगंगा अस्ट्रो वीक, आईआईएसईआर पुणे, आयोजित दिनांक 3 मार्च 2021.

अनुप्रीता मोरे

बिऑन्ड द अर्थ, सीएम इंटरनैशनल स्कूल, पुणे, 11 जुलाई 2020.

अनरिलेविंग द डार्क साइड ऑफ द यूनिवर्स विथ ग्रेविटेशनल लेन्सिंग, लॉन्चपैड, पुणे, आयोजित दिनांक 26 जुलाई 2020.

डार्क मैटर डे, पैनल डिस्कशन, आयुका, 31 अक्टूबर 2020.

असीम परांजपे

डार्क मैटर डे, पैनल डिस्कशन, आयुका, 31 अक्टूबर 2020.

धुबा जे. सैकिया

ए फ्यु थॉट्स ऑन एज्युकेशन एंड ट्राइबल डिवलपमेंट, उत्तर-पूर्वी भारत: त्रिपुरा के विशेष संदर्भ के साथ अभिनव जनजातीय विकास योजनाएँ, सामाजिक एवं मानवीय उन्नति संघ और ICFAI विश्वविद्यालय, त्रिपुरा, आयोजित दिनांक 30 जून 2020.

साइंटिफिक टेम्पर एंड सोसाइटी, कोकराझार गवर्नमेंट कॉलेज एंड असम कॉलेज लाइब्रेरियन एसोसिएशन, आयोजित दिनांक 7 अगस्त 2020.

ऑन द इम्पोर्टन्स ऑफ रीडिंग लिटरेचर, ओरिएन्टेशन प्रोग्राम, अंग्रेजी विभाग, तेजपुर विश्वविद्यालय, आयोजित दिनांक 3 नवंबर 2020.

लिबरल एज्युकेशन एंड द चैलेंज ऑफ इन्स्टिट्यूशन बिल्डिंग, राष्ट्रीय शिक्षा नीति पर कार्यशाला, आईआईटी बॉम्बे, मुंबई, आयोजित दिनांक 10 नवंबर 2020.

निशांत के. सिंह

मैग्नेटिक फील्ड्स इन यूनिवर्स: गैलेक्सीज टू हेलियोसिस्मोलॉजी-- करंट ट्रेन्ड्स इन रिसर्च एंड करिअर स्कोप, करंट ट्रेन्ड्स इन फिज़िक्स, हीरक जयंती वर्ष, भौतिकी विभाग, एस.डी. कॉलेज, अलाप्पुझा, आयोजित दिनांक 21 नवंबर 2020.



(I) रेडियो/टीवी कार्यक्रम

देबारति चटर्जी

फेम दे साइन्सेस, फ्रेंच समाचारपत्र “Paris-Normandie” द्वारा साक्षात्कार लिया गया, पॉडकास्ट, (फ्रेंच में) आयोजित दिनांक 7 सितंबर 2020.

लिसनिंग टू द कॉसमॉस, आंतरराष्ट्रीय GW वैज्ञानिकों के साक्षात्कार(4), LI-EPO Podcast का लॉन्च, आयोजित दिनांक 31 दिसंबर 2020, <https://www.ligo-india.in/podcasts/>

अनुप्रीता मोरे

‘सखी सहेली’ साक्षात्कार, विविध भारती पुणे, आयोजित दिनांक 24 मार्च 2020.

जयंत वी. नालीकर

माझी वसुंधरा (माय अर्थ), महाराष्ट्र पर्यावरण व वातावरणीय बदल विभाग द्वारा @majhivasundhara एवं @MitiGroup फेसबुक पर आयोजित कार्यक्रम, आयोजित दिनांक, 4 फरवरी 2021.



वैज्ञानिक बैठकें एवं अन्य कार्यक्रम

परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर तथा खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम

आयुका द्वारा 11 मई 2020 से 12 जून 2020 के दौरान, परिचयात्मक ग्रीष्मकालीन शिविर एवं खगोल विज्ञान तथा खगोल भौतिकी में पुनश्चर्या पाठ्यक्रम का आयोजन किया गया। सुहृद मोरे, असीम परांजपे एवं निशांत सिंह संकाय संचालक थे। व्याख्यानों की शृंखला <https://tinyurl.com/issa2020-playlist> पर ऑनलाइन देखी जा सकती है।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 123, जुलाई 2020 देखें।)

इंडो-फ्रेंच खगोल विज्ञान शिविर

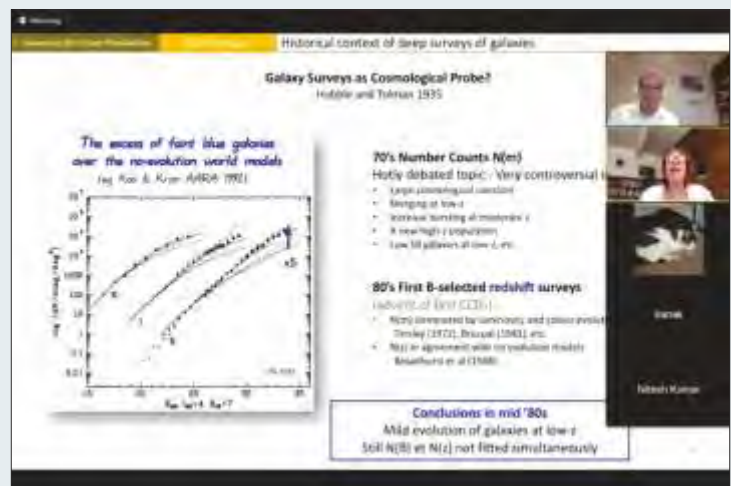


इंडो-फ्रेंच खगोल विज्ञान शिविर का आयोजन सीआरएलए, एलआईओ, एवं आयुका की सहायता से 9- 17 जुलाई 2020 के दौरान

पूर्ण रूप से ऑनलाइन पद्धति से किया गया। शिविर के निदेशक: फिलिप प्रुगनियल (सीआरएआई, फ्रान्स) एवं कनक साहा (आयुका) थे।

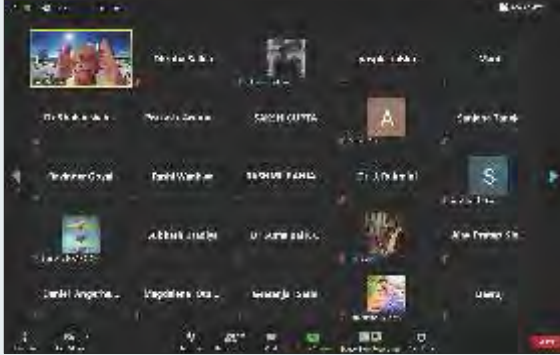
IFAS-7 की योजना प्रयोगात्मक रूप से 29 जुलाई-26 अगस्त 2021 के दौरान आयुका में बनाई गई।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 124, अक्टूबर 2020 देखें।)





शिक्षकों के लिए खगोल विज्ञान केंद्र



शिक्षण अधिगम केंद्र एवं राष्ट्रीय संसाधन केंद्र

ऑप्टिकल एवं अवरक्त इंटरफेरोमेट्री का परिचय

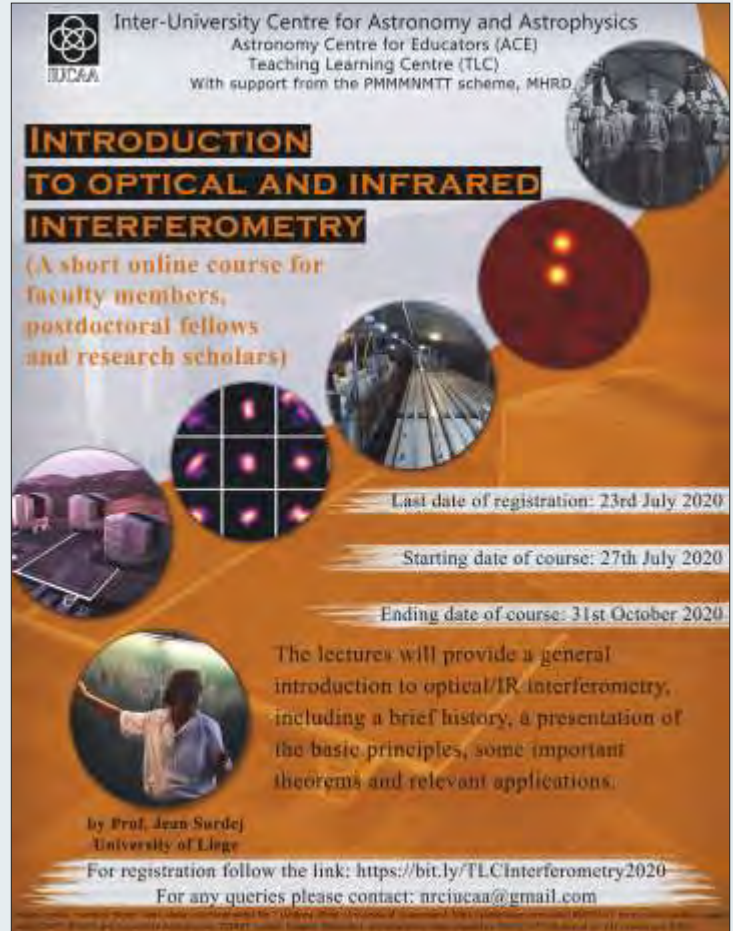
ऑप्टिकल एवं अवरक्त इंटरफेरोमेट्री का परिचय नामक ऑनलाइन पाठ्यक्रम का आयोजन, शिक्षकों के लिए खगोल विज्ञान केंद्र के शिक्षण

अधिगम केंद्र, आयुका द्वारा जुलाई 2020 से सितंबर 2020 के अंत तक किया गया। इस पाठ्यक्रम में जीन सुरदेज (माननीय निदेशक,

एक्सट्रागैलेक्टिक एस्ट्रोफिजिक्स एंड स्पेस आब्जर्वेटरीज ग्रुप, लीज विश्वविद्यालय, बेल्जियम) ने प्रशिक्षक के रूप में अपना कार्यभार

संभाला था। इस पाठ्यक्रम का संचालन प्रकाश अरुमुगासामी (आयुका) द्वारा किया गया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 124, अक्टूबर 2020 देखें।)



बत्तीसवें स्थापना दिवस पर व्याख्यान

वार एंड पीस: कान्फ्लिक्ट एंड कोआपरेशन इन अँड इन्सेक्ट सोसाइटी





आयुका के 32 वें स्थापना दिवस के अवसर पर मंगलवार, 29 दिसंबर 2020 को प्रोफेसर राघवेंद्र गडगकर, भारतीय विज्ञान संस्थान बेंगलुरु (सेंटर फॉर इकोलॉजिकल साइंसेज) के डीएसटी वर्ष के अध्यक्ष प्रोफेसर द्वारा व्याख्यान दिया गया था। वर्तमान में चल रही महामारी के कारण, इस व्याख्यान को पूर्णतः एक लाइव यूट्यूब स्ट्रीम के साथ आयोजित किया गया था, जिसने यूट्यूब पर लगभग 370 दर्शकों के साथ-साथ जूम पर भी एक सौ से संवादात्मक दर्शक समूह को अपनी ओर खूब आकर्षित किया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 125, जनवरी 2020 देखें।)

शिक्षकों के लिए खगोल विज्ञान केंद्र

शिक्षण अधिगम केंद्र एवं राष्ट्रीय संसाधन केंद्र शीतकालीन खगोल विज्ञान स्कूल

तेरहवें शीतकालीन रेडियो खगोल विज्ञान स्कूल (RAWS - 2020) का आयोजन आयुका एवं एनसीआरए-टीआईएफआर द्वारा संयुक्त रूप से 28, दिसंबर 2020- 9, जनवरी 2020 के दौरान ऑनलाइन पद्धति से किया गया था। मुख्य आयोजन समूह में आशिष म्हस्के, अविनाश देशपांडे, ध्रुवा जे. सैकिया, जमीर मुनिर एवं प्रकाश अरुमुगासामी (सभी आयुका से) एवं ऋता काले और शुभाशिष रॉय (दोनों एनसीआरए-टीआईएफआर) शामिल थे।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 125, जनवरी 2020 देखें।)



शिक्षण हेतु वार्षिक पुनश्चर्या कार्यक्रम: ARPIT-2020



सितारों एवं तारकीय विकास के विभिन्न पहलुओं पर 10 मॉड्यूल में विभाजित किए गए 36 वीडियो प्रस्तुतियों से युक्त सितारों एवं तारकीय प्रणालियों पर एक पाठ्यक्रम ARPIT-2019 के लिए आयुका के एनआरसी द्वारा बनाया गया था। 31 दिसंबर 2019 की अंतिम तिथि से पहले कुल 732 प्रतिभागियों ने इस पाठ्यक्रम में सहभागी होने के लिए पंजीकरण किया। पाठ्यक्रम का संचालन ध्रुवा जे. सैकिया (आयुका) द्वारा किया गया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 125, जनवरी 2020 देखें।)



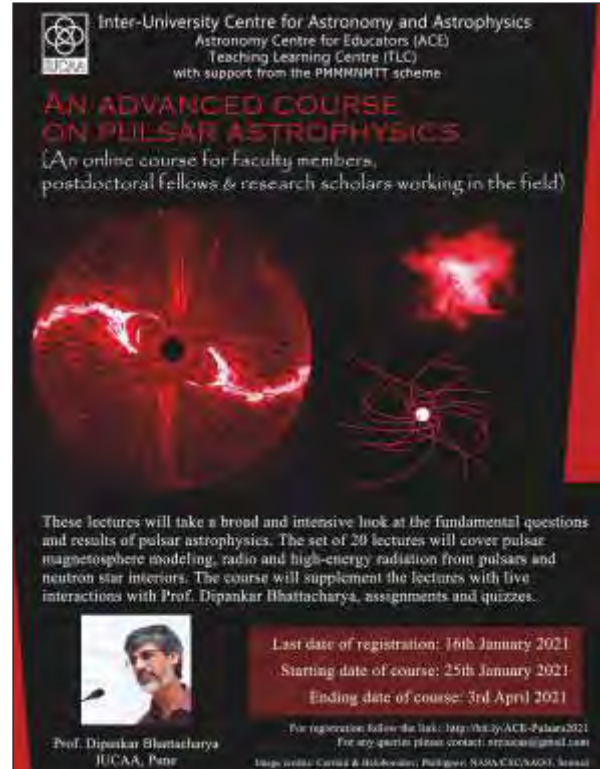
शिक्षकों के लिए खगोल विज्ञान केंद्र

शिक्षण अधिगम केंद्र एवं राष्ट्रीय संसाधन केंद्र
पल्सर खगोल भौतिकी पर उन्नत पाठ्यक्रम



पल्सर खगोल भौतिकी पर एक ऑनलाइन उन्नत पाठ्यक्रम का आयोजन 25 जनवरी से 10 अप्रैल 2021 के दौरान संबंधित क्षेत्र में कार्यरत संकाय सदस्यों, पोस्ट-डॉक्टरल अध्येता एवं शोध छात्रों के लिए किया गया। पाठ्यक्रम का संचालन प्रकाश अरुमुगासामी (आयुका) द्वारा किया गया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 126, अप्रैल 2020 देखें।)



ARPIT 2020 प्रतिभागियों के साथ (आभासी) वार्ता

ARPIT 2020 के प्रतिभागियों का विशेषज्ञों के साथ (आभासी) वार्ता करने के सत्र का आयोजन मार्च 2021 के प्रत्येक रविवार को किया गया था।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 126, अप्रैल 2020 देखें।)



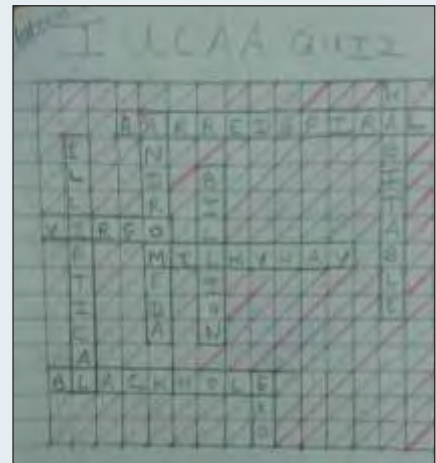
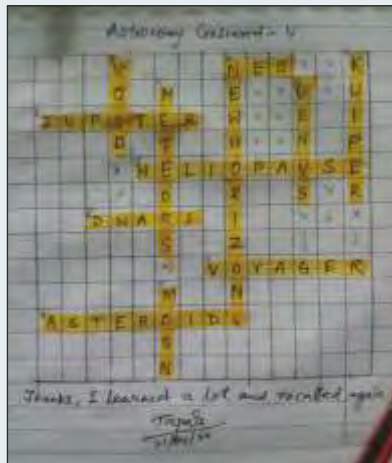


श्रेष्ठतम सार्वजनिक गतिविधियाँ

खगोल विज्ञान शब्द पहेली

अप्रैल 2020 के मध्य से मई 2020 के पहले सप्ताह में खगोल विज्ञान विषय से संबंधित शब्द पहेली, अंग्रेजी एवं मराठी भाषाओं में डिज़ाइन की गई एवं सप्ताह में एक बार आम जनता के साथ विभिन्न सोशल प्लेटफॉर्म जैसे कि फेसबुक, ट्विटर, एवं वॉट्स अप के माध्यम से साझा की गई। इस गतिविधि का डिज़ाइन एवं संचालन सोनल थोरवे (आयुका) द्वारा किया गया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 123, जुलाई 2020 देखें।)



खिलौने के साथ विज्ञान की कहानी



अप्रैल से जून 2020 के दौरान 20 वैज्ञानिकों की कहानियों की शृंखला प्रकाशित की गई। जिसमें प्रत्येक कहानी को एक साधारण खिलौने के साथ विज्ञान से संबंधित किसी संकल्पना द्वारा बताया गया। इस गतिविधि का निर्माण एवं संचालन शिवानी पेठे (आयुका) द्वारा किया गया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 123, जुलाई 2020 देखें।)



मून चैलन्ज

लॉकडाउन के दौरान आम जनता को आकाश से संबंधित गतिविधियों में व्यस्त रखने के लिए हमने उनके लिए 'मून चैलन्ज' प्रस्तुत किया, जिसमें उन्हें प्रतिदिन कम से कम एक बार चाँद को देखना था, चंद्रमा की कलाओं का एक संपूर्ण चक्र समाप्त होने पर अर्थात अमावस्या से पूर्णिमा तक। SciPOP टीम ने भी उसी समय ऐसा किया। 23 अप्रैल 2020 से इस गतिविधि में काफी लोग शामिल हुए और चंद्रमा की कलाओं के चक्र के माध्यम से हमारे साथ बने रहने का प्रयास किया। इस कार्यक्रम को समीर धुई द्वारा अर्थव पाठक की सहायता से आयोजित किया गया और इस कार्यक्रम में शौकिया खगोलविद रेवती डोखे, अनिरुद्ध ठाकर और प्रभाकरन कुट्टि द्वारा नियमित रूप से दूरबीनों द्वारा चंद्रमा के लिए गए चित्रों की काफी मदद हुई।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 123, जुलाई 2020 देखें।)

शून्य छाया दिवस

शून्य छाया दिवस को राष्ट्रव्यापी उत्सव बनाने के लिए इसकी संकल्पना को मराठी और अंग्रेजी में स्पष्ट करनेवाले लघु ऑनिमेटेड वीडियो को मई 2020 के शुरुआत में प्रकाशित किया गया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 123, जुलाई 2020 देखें।)





खगोल विज्ञान और खगोल भौतिकी का परिचय करवाने और करिअर्स के लिए व्याख्यान

विभिन्न स्कूलों और कॉलेजों में खगोल विज्ञान वेबिनारों का आयोजन किया गया, जिनमें सोनल थोरवे को अतिथि वक्ता के रूप में आमंत्रित किया गया। 3 मई 2020 को स्कूल के छात्रों के लिए टीच फॉर इंडिया, अहमदाबाद द्वारा एक व्याख्यान का आयोजन किया गया। 17 मई और 24 मई 2020 को नूतन महाराष्ट्र इन्स्टिट्यूट ऑफ इंजीनियरिंग और टेक्नालजी, तळेगाँव और दिल्ली विश्वविद्यालय द्वारा क्रमशः इंजीनियरिंग और विज्ञान के छात्रों के लिए व्याख्यानों का आयोजन किया गया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 123, जुलाई 2020 देखें।)

ऑनलाइन ग्रीष्मकालीन खगोल विज्ञान शिविर

स्कूल के छात्रों के खगोल विज्ञान शिविर का आयोजन 1 जून से 6 जून 2020 के दौरान ऑनलाइन पद्धति से किया गया। व्यावहारिक खगोल विज्ञान परियोजनाओं के परिचय के साथ आगामी सूर्य ग्रहण का परिचय और उसे किस प्रकार सुरक्षित रूप से देखा जाए इसकी जानकारी शिविर में दी गई। शिविर का संचालन सोनल थोरवे द्वारा किया गया और यह शिविर लगभग 1000 छात्रों और खगोल विज्ञान प्रेमियों तक पहुँचने में सफल रहा।

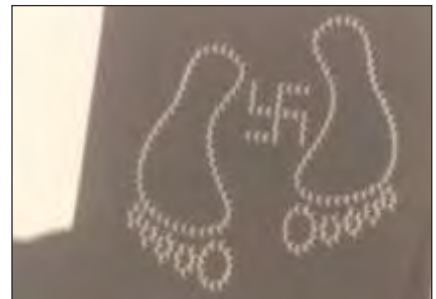
(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 123, जुलाई 2020 देखें।)

वलयाकार सूर्य ग्रहण पर जागरूकता सत्र

आकर्षक खगोलीय घटना अर्थात 21 जून 2020 के वलयाकार सूर्य ग्रहण, जिसे भारत के सभी हिस्सों से देखा जा सकता था, उसके बारे में जागरूकता का प्रसार करने के लिए विज्ञान प्रसार, नई दिल्ली की मदद से आयुका IUCAA SciPOP द्वारा 5 जून से 17 जून 2020 के दौरान वेबिनार के सत्रों का आयोजन किया गया था। तुषार पुरोहित (आयुका) को विशेषज्ञ के रूप में आमंत्रित किया गया था।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 123, जुलाई 2020 देखें।)





वल्याकार सूर्य ग्रहण

आयुका परिसर के निवासियों ने 21 जून 2020 के वल्याकार सूर्य ग्रहण के क्षणों का आनंद उठाया और आयुका SciPOP तथा ASI-POEC द्वारा सहयोगात्मक रूप से एकसाथ ऑनलाइन कार्यक्रम का भी आनंद उठाया। इस कार्यक्रम के लिए टीम के रूप में आयुका से ईशान शिंदे और अर्थव पाठक ने कार्य किया, जबकि कोर टीम से सोनल थोरेवे और अंकित भंडारी ने शेष SciPOP टीम के साथ अपने-अपने घरों से कार्य किया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 123, जुलाई 2020 देखें।)





Sci-Fi एंटरप्राइज

आयुका SciPOP टीम ने 'Sci-Fi एंटरप्राइज: लॉकडाउन में ऑनलाइन विज्ञान कथा और कविता प्रतियोगिता' का आयोजन किया जो कि विज्ञान और खगोल विज्ञान में लोगों की रुचि को प्रवृत्त करने के लिए एक नई और अद्वितीय पहल थी। कार्यक्रम की रूपरेखा और समन्वयन सोनल थोरवे (आयुका) द्वारा किया गया।

इसके बाद हमने उस सप्ताह के लिए 7 विजेताओं और उनकी सर्जनात्मकता को विशिष्ट रूप से दर्शाया और इसके लिए भी हमें दर्शकों से बहुत अच्छा प्रतिसाद प्राप्त हुआ। कार्यक्रम की रूपरेखा और संचालन समीर धुर्डे और शिवम गुप्ता (दोनों आयुका से) ने किया गया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 123, जुलाई 2020 देखें।)

निशाकाश (नाईट स्काई) का परिचय

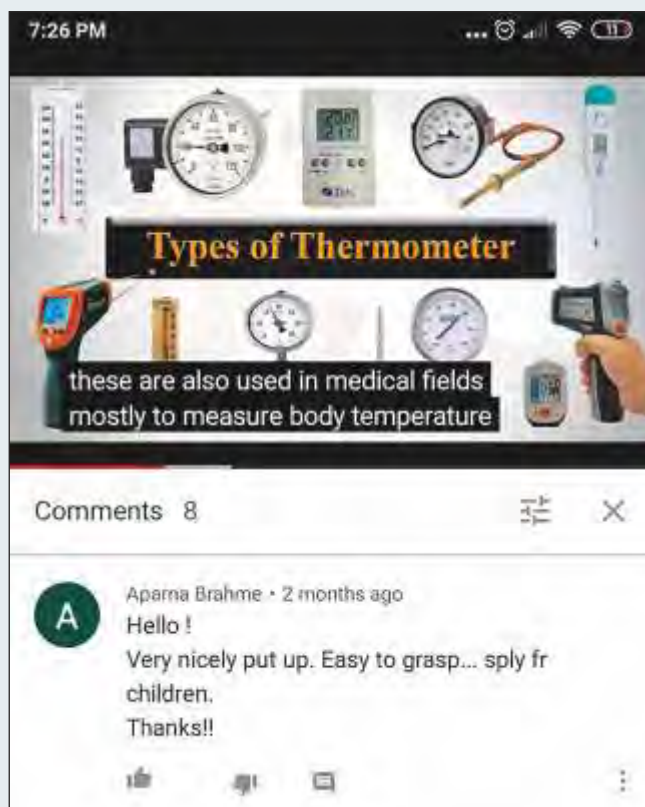
एक्सप्लोरर्स ट्रेकिंग क्लब, पुणे द्वारा 27 से 28 जून 2020 के दौरान निशाकाश का परिचय के फेसबुक लाइव सत्र का आयोजन किया गया। तुषार पुरोहित को विशेषज्ञ के रूप आमंत्रित किया गया था।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 123, जुलाई 2020 देखें।)

बेसिक मेजरिंग इन्स्ट्रुमेंट का परिचय

22 जुलाई से 23 सितंबर 2020 तक शृंखला में वीडियो को प्रत्येक बुधवार को प्रसारित किया गया। इस गतिविधि का डिज़ाइन और संचालन शिवानी पेठे (आयुका) द्वारा किया गया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 124, अक्टूबर 2020 देखें।)





वेबिनार

विभिन्न संस्थाओं में अलग-अलग विषयों पर निम्नलिखित खगोल विज्ञान वेबिनार का आयोजन किया गया जिनमें Sci POP विशेषज्ञ अतिथि वक्ता के रूप शामिल थे।

16 जुलाई 2020: खगोल विज्ञान और भविष्य में करिअर अवसर पर सोनल थोरवे द्वारा व्याख्यान आयोजित स्थान- ए. बी. एच. ए. वी. फाउंडेशन, छत्तीसगढ़।

23 और 26 जुलाई 2020: अगस्त्य इंटरनैशनल फाउंडेशन और डी. आई. ई. टी., पुणे द्वारा संयुक्त रूप से आयोजित शिक्षक प्रशिक्षण के अंतर्गत विज्ञान शिक्षा में वैज्ञानिक खिलौने पर रूपेश लबडे द्वारा वार्ता।

26 जुलाई 2020: जेन्सोना इन्स्टिट्यूट ऑफ टेक्नॉलजी, कोयंबटूर और गैलिलिओ साइंस क्लब, तामिलनाडु द्वारा संयुक्त रूप से आयोजित 'द स्पेस साइंटिस्ट' व्याख्यान शृंखला के हिस्से के रूप में 'अस्ट्रानमी-एक्स्प्लोरिंग टाइम एंड स्पेस' पर सोनल थोरवे द्वारा व्याख्यान।

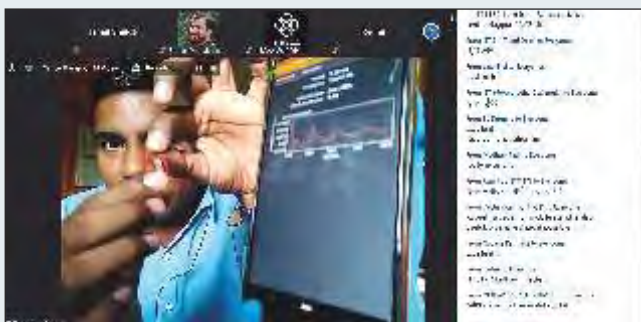
26 सितंबर 2020: विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग, राजस्थान में इंटरनैशनल आब्ज़र्व मून नाइट 2020 के अवसर पर समीर धुर्डे द्वारा मून चैलन्ज: ए क्लोज-अप व्यू पर व्याख्यान।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 124, अक्टूबर 2020 देखें।)

ऑनलाइन शिक्षक प्रशिक्षण

राज्य स्तर पर शिक्षक प्रशिक्षण का आयोजन 8 और 9 अगस्त 2020 के दौरान किया गया। प्रशिक्षण का संचालन रूपेश लबडे तथा सोनल थोरवे द्वारा किया गया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 124, अक्टूबर 2020 देखें।)



ग्लोबल हैंड्स-ऑन यूनिवर्स सम्मेलन

ग्लोबल हैंड्स-ऑन यूनिवर्स सम्मेलन का मुख्य उद्देश्य, विज्ञान शिक्षा तथा अंतर्राष्ट्रीय वैज्ञानिक परियोजनाओं में छात्रों सहभागिता बढ़ाने के लिए आधुनिक संसाधनों एवं स्रोतों के उपयोग के बारे में शिक्षकों को प्रशिक्षित करना था। इसका आयोजन 22 से 28 अगस्त 2020 के दौरान ऑनलाइन रूप से किया गया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 124, अक्टूबर 2020 देखें।)





लाइव संवादात्मक सत्र के साथ दूसरे शनिवार व्याख्यान प्रदर्शन का पुनः प्रदर्शन

‘रिविजिटिंग आयुका लेक्चर विथ लाइव क्रेश्चन एंड अन्सर विथ द स्पीकर’ नामक शृंखला की शुरुआत हुई। इस शृंखला में निम्नलिखित विषयों पर पुनः चर्चा की गई:

12 सितंबर 2020: खगोलीय अनुसंधान में कृत्रिम बुद्धिमत्ता पर कौस्तुभ वाघमारे (अंग्रेजी में) तथा कौशल शर्मा (हिंदी में) द्वारा वार्ता की गई। कौशल शर्मा ने दर्शकों से लाइव चर्चा करते हुए उनके प्रश्नों के उत्तर दिए।

26 सितंबर 2020: इंटरनैशनल आब्जर्व द मून नाइट के अवसर का लाभ उठाते हुए समीर धुर्डे द्वारा ‘चंद्रमा और उसका गैर-रॉकेट विज्ञान’ पर वार्ता की गई। यह वार्ता लाइव बातचीत के ज़रिये की गई।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 124, अक्टूबर 2020 देखें।)

MViSa

शौकिया खगोल विज्ञान की सहायता करने के लिए आयुका द्वारा किए जा रहे प्रयासों के हिस्से के रूप में व्याख्यानों की पाक्षिक शृंखला का आयोजन किया जा रहा है। प्रयासों का समन्वयन समीर धुर्डे द्वारा किया जा रहा है।

पहला व्याख्यान 27 सितंबर 2020 को हुआ जो कि PANOPTES (पैनोप्टिक अस्ट्रानॉमिकल नेटवर्क ऑफ़ ए पब्लिक ट्रेनिंग एक्सोप्लैनेट सर्वे) – नागरिक विज्ञान परियोजना के बारे में था, जिसका मुख्य उद्देश्य किसी के लिए भी कम कीमत में रोबोटिक टेलिस्कोप बनाना है, जिसका उपयोग ट्रांजिटिंग एक्सोप्लैनेट का पता लगाने के लिए किया जाएगा।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 124, अक्टूबर 2020 देखें।)



आयुका सदस्यों द्वारा सार्वजनिक व्याख्यानों की सूची

16 मई 2020 : आदिम ब्लैक होल: बिग बैंग से ब्लैक होल्स विषय पर स्वागत मिश्रा द्वारा व्याख्यान।

23 मई 2020: ‘एस्ट्रोफोटोग्राफी का परिचय’, पर जमीर मनुर द्वारा व्याख्यान।

6 जून 2020: ‘ट्यूनिंग टू मिस्ट्री ऑफ़ द यूनिवर्स’, पर प्रतीक दाभाडे द्वारा व्याख्यान।

18 जुलाई 2020: ‘डू यूवर ओन: फन विथ वेरिअबल्स एंड ट्रांजिन्ट्स’ पर आशिष महाबल द्वारा व्याख्यान।

26 जुलाई 2020: ‘अनरिवेलिंग द डार्क साइड ऑफ़ द यूनिवर्स विथ ग्रैविटेशनल लेन्सिंग’ पर अनुप्रीता मोरे द्वारा व्याख्यान।

1 अगस्त 2020: ‘अकाम्प्लिशिंग द इम्पॉसिबल: डिटेक्शन ऑफ़ ग्रैविटेशनल वेव’ पर शिवराज कंदसामी द्वारा वार्ता।

ये वार्ताएँ अंतरिक्ष एस्ट्रो क्लब, वीआईटी, पुणे द्वारा आयोजित की गई थी और ये आयुका समवेत विभिन्न प्रसिद्ध संस्थानों से खगोल भौतिकविदों द्वारा ऑनलाइन खगोल विज्ञान वार्ताओं की शृंखला का हिस्सा थीं।

24 अगस्त 2020: ‘इन्फ्लेशन, क्वांटम फ्लक्चुएशन एंड प्रिमाॉर्डियल ब्लैक होल्स’ पर स्वागत मिश्रा द्वारा अस्ट्रानमी क्लब, एन आई एस ई आर, भुवनेश्वर के लिए वार्ता आयोजित की गई।

30 अगस्त 2020: ‘एक्सप्लोरिंग इन्फ्लेशनरी कॉज़मॉलजी’ पर स्वागत मिश्रा द्वारा Naxxatra साइंस, इंडिया के लिए वार्ता।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 124, अक्टूबर 2020 देखें।)



लाइगो-भारत शिक्षा एवं सार्वजनिक जनसंपर्क (LIEPO) गतिविधियाँ

लाइगो-भारत ऑनलाइन लाइव वीडियो व्याख्यान शृंखला के साथ जीडब्ल्यू @ होम

LIEPO टीम वो पहली टीम थी जिसने लॉकडाउन शुरू होने के बाद “GW@Home with LIGO—India”- 32 वार्ताओं की एक ऑनलाइन लाइव वीडियो व्याख्यान शृंखला की संकल्पना बनाई और उसे लागू किया। पहली शृंखला 1 अप्रैल 2020 से शुरू हुई और उसका आयोजन लाइगो-इंडिया एज्युकेशन एंड पब्लिक आउटरीच यू ट्यूब चैनल पर किया गया। दूसरी शृंखला “GW@Home-2 विथ लाइगो-इंडिया” का आयोजन 1 जुलाई-28 अगस्त 2020 के दौरान किया गया। वक्ताओं को संजित मित्रा (आयुका) द्वारा आयोजित किया गया और वार्ताओं के सीधे प्रसारण के लिए गतिविधि का संचालन वैभव सावंत (आयुका) ने समीर धुर्डे (आयुका) की सहायता से किया गया।

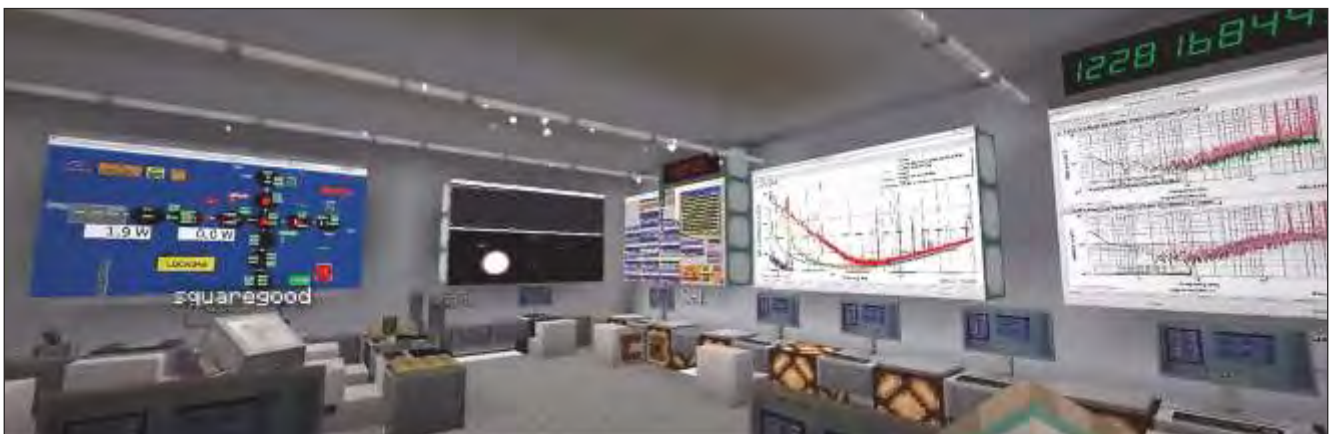
(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 124, अक्टूबर 2020 देखें।)



माइनक्राफ्ट में लाइगो की आभासी यात्रा

लाइगो द्वारा पहले गुरुत्वीय- तरंग संसूचक GW150914 की पाँचवीं वर्षगांठ के अवसर पर, LIEPO और ARC सेंटर ऑफ़ एक्सलन्स फॉर ग्रेविटेशनल वेव डिस्कवरी (OzGrav) ने संयुक्त रूप से माइनक्राफ्ट- ब्लॉक रखने के संदर्भ में सैंडबॉक्स वीडियो गेम में लाइगो की रोचक लाइव आभासी यात्रा का आयोजन 15 सितंबर 2020 को किया। इस गतिविधि का संचालन एवं आयोजन वैभव सावंत तथा OzGrav सहयोगियों द्वारा किया गया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 124, अक्टूबर 2020 देखें।)





प्रवेगा

प्रवेगा के हिस्से के रूप में इंडियन इंस्टिट्यूट ऑफ साइंस एन्युअल टेकफिस्ट, सोमक रायचौधुरी (आयुका निदेशक) और वरुण भालेराव (असिस्टेंट प्रोफेसर, आई आई टी- बॉम्बे, मुंबई) ने क्रमशः पैराडाइम और कोहेरन्स व्याख्यान शृंखला में आमंत्रित व्याख्यान दिया। व्याख्यानों का संचालन अंकित भंडारी द्वारा किया गया तथा उनका आयोजन प्रवेगा सहयोगियों द्वारा किया गया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 124, अक्टूबर 2020 देखें।)



ग्रेविटी मैटर्स: छात्रों का ब्लॉग

14 सितंबर 2020 को GW150914 की पहली प्रत्यक्ष संसूचकों की पाँचवीं वर्षगांठ के अवसर पर 'ग्रेविटी मैटर्स' नामक गुरुत्वाकर्षण तरंगों से संबंधित छात्र ब्लॉग के शुभारंभ की घोषणा की गई। देबारती चटर्जी (आयुका) द्वारा इस गतिविधि का संचालन किया जा रहा है।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 124, अक्टूबर 2020 देखें।)

विश्व अंतरिक्ष सप्ताह

विश्व अंतरिक्ष सप्ताह 2020 के अवसर पर सैटलाइट्स इम्प्रूव लाइफ नामक एक जागरूकता कार्यक्रम का आयोजन किया गया जिसके अंतर्गत आयुका SciPOP ने सोशल मीडिया प्लेटफॉर्म पर पोस्टर की एक शृंखला जारी की, जिसमें WSW-2020 को प्रोत्साहन देने हेतु दैनिक पोस्टर श्रेणी का उपयोग किया गया, जिसमें हमारे जीवन को बेहतर बनाने के लिए विभिन्न उपग्रह अनुप्रयोगों (संक्षेप में) की व्याख्या की गई। इस गतिविधि का समन्वयन एवं डिज़ाइन सोनल थोरवे द्वारा किया गया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 125, जनवरी 2021 देखें।)

राष्ट्रीय स्तर पर ऑनलाइन शिक्षक प्रशिक्षण

विश्व अंतरिक्ष सप्ताह 2020 के उत्सव का शुभारंभ करते हुए 03 से 04 अक्टूबर के दौरान राष्ट्रीय स्तर के ऑनलाइन शिक्षक प्रशिक्षण का आयोजन किया गया। इस गतिविधि का डिजाइन एवं संचालन रुपेश लबडे (आयुका) द्वारा किया गया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 125, जनवरी 2021 देखें।)

अखिल भारतीय क्षुद्रग्रह खोज कार्यक्रम

अखिल भारतीय क्षुद्रग्रह खोज कार्यक्रम का आयोजन 09 अक्टूबर से 3 नवंबर 2020 के दौरान विज्ञान प्रसार, भारत सरकार और आयुका साईंफॉप के सहयोग से इग्राइटेड माइंड्स-एस.के.वाई.ए.सी. सप्तर्षि भारत क्षुद्रग्रह खोज अभियान द्वारा किया गया। इस ऑनलाइन कार्यक्रम के लिए तुषार पुरोहित (आयुका) ने परामर्शदाता की भूमिका अदा की। इस कार्यक्रम में दर्ज अभियान रिकॉर्ड्स के अनुसार कुल 89 प्रारंभिक खोजें की गई हैं।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 125, जनवरी 2021 देखें।)



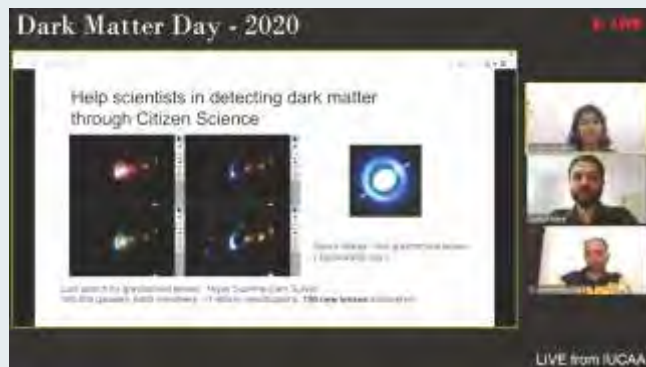
साओ (SAAO) खगोल-महोत्सव

दक्षिण अफ्रीकी खगोलीय वेधशाला ने 20 से 30 अक्टूबर 2020 के दौरान अपनी 200 वीं वर्षगांठ मनायी और पहले दिन वेधशाला का राष्ट्रीय विरासत स्थल के रूप में उद्घाटन किया गया। समीर धुर्डे (आयुका) ने सोनल थोरवे के साथ 22 अक्टूबर को मास्टरिंग अस्ट्रानमी पर कार्यशाला का आयोजन किया था।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 125, जनवरी 2021 देखें।)



श्याम पदार्थ दिवस



श्याम पदार्थ दिवस (डार्क मैटर डे), एक अंतरराष्ट्रीय कार्यक्रम है, जिसका मुख्य उद्देश्य श्याम पदार्थ की गूढ़ता पर प्रकाश डालना है। 2020 से 31 अक्टूबर को इसे दुनिया भर में श्याम पदार्थ दिवस के रूप में मनाया जाता है, जो वैज्ञानिकों द्वारा काले पदार्थ की खोज के कई आकर्षक तरीकों के बारे में दिलचस्प बातें बताता है तथा इस लौकिक पहेली को सुलझाने हेतु वैज्ञानिक संसाधनों को समर्पित करने का महत्त्व प्रचारित करता है।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 125, जनवरी 2021 देखें।)

पुलस्त्य विज्ञान महोत्सव

स्वर्गीय पी.एल.देशपांडे और उनकी पत्नी, स्वर्गीय श्रीमती सुनीताबाई देशपांडे एवं आयुका के मध्य जो संबंध है, उसे संचित करने हेतु, पुलस्त्य विज्ञान महोत्सव प्रतिवर्ष आयोजित किया जाता है। इस वर्ष 7 से 8 नवंबर 2020 के दौरान आभासी रूप से यह महोत्सव मनाया गया। कार्यक्रम का आयोजन एवं संचालन सोनल थोरवे ने किया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 125, जनवरी 2021 देखें।)





दिवाली विशेष वीडियो शृंखला

दीपोत्सव के अवसर पर 16 – 20 नवंबर 2020 के दौरान दिवाली विशेष वीडियो शृंखला प्रकाशित की गई। इस गतिविधि का डिज़ाइन एवं समन्वयन रूपेश लबडे द्वारा किया गया था।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 125, जनवरी 2021 देखें।)



मैत्री भूगोलाशी



जिला शिक्षा एवं प्रशिक्षण संस्थान, ठाणे, महाराष्ट्र के सहायोग से, आयुका SciPOP द्वारा 18 और 20 नवंबर 2020 को एक ऑनलाइन शिक्षक प्रशिक्षण का आयोजन किया गया। विशेषज्ञ के रूप में डी. आई. ई. टी. ठाणे की सहायता से, इस कार्यक्रम का डिज़ाइन एवं समन्वयन सोनल थोरवे द्वारा किया गया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 125, जनवरी 2021 देखें।)

शिक्षण विज्ञान एवं खगोल विज्ञान पर कार्यशाला



आयुका SciPOP के साथ मिलकर खगोल विज्ञान क्लब, विज्ञान शिक्षा विभाग, समतसे शिक्षा कॉलेज, भूटान, ने शिक्षण विज्ञान और खगोल विज्ञान पर 7 दिसंबर 2020 को शिक्षकों के लिए एक कार्यशाला का आयोजन किया था। कार्यशाला में समीर धुर्डे और सोनल थोरवे विशेषज्ञ के रूप में शामिल थे और पहले इनके द्वारा कार्यशाला को समन्वित किया गया था।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 125, जनवरी 2021 देखें।)



SciFun ज़ोन

SciFun नेपथ नामक एक ऑनलाइन लाइव संवाद (इंटरैक्शन) गतिविधि की शुरुआत 8 दिसंबर 2020 से हुई थी। 10 सप्ताह तक चलने वाली यह 'टॉय स्टोरी विद साइंस' गतिविधि फरवरी 2021 के अंत तक चलती रही। गतिविधि में 5 वीं और 9 वीं कक्षा के लगभग 400 छात्रों ने अपने घरों से सहभागिता दर्शायी। शिवानी पेठे द्वारा इस गतिविधि का समन्वयन किया गया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 125, जनवरी 2021 देखें।)

IAUS367: खगोल विज्ञान में विशाल आँकड़ों के युग में शिक्षा और विरासत



8 से 12 दिसंबर 2020 के दौरान आयोजित अंतर्राष्ट्रीय खगोलीय संघ संगोष्ठी 367 (IAUS 367) का प्राथमिक लक्ष्य आई. ए. यू. के लक्ष्यों की परिधि में शिक्षा और विरासत के लिए वैश्विक दृष्टि प्रदान करना था।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 125, जनवरी 2021 देखें।)





दूरबीन बनाना सीखने के संदर्भ में कार्यशाला का आयोजन

महाराष्ट्र में जिला परिषद स्कूल तेर्नानगर, उस्मानाबाद और लातूर विज्ञान केंद्र द्वारा जेड. पी. स्कूल के शिक्षकों के लिए दूरबीन बनाना सीखने के संदर्भ में कार्यशाला का आयोजन कसबे, तासा, वाला उस्मानाबाद में 18 दिसंबर 2020 को किया गया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 125, जनवरी 2021 देखें।)



खगोल विज्ञान और दूरबीन का प्रयोग संबंधी कार्यशाला



महाराष्ट्र में डिस्कवरी विज्ञान केंद्र, केरवाडी, परभणी; शासकीय आश्रम शाळा, उस्मानाबाद; और शासकीय आश्रम शाळा, जितूर द्वारा विभिन्न क्षेत्रों में अलग-अलग एस सी ग्रैविटी हूल्स में छोटे-छोटे विज्ञान केंद्र स्थापित किए गए हैं। उन्होंने 23 दिसंबर 2020 को आश्रम शाळा, उस्मानाबाद में और 24 दिसंबर 2020 को आश्रम शाळा, अकाली, जितूर में शिक्षक प्रशिक्षण कार्यक्रमों का आयोजन किया। तुषार पुरोहित को खगोल विज्ञान और दूरबीन का प्रयोग संबंधी कार्यशाला का आयोजन करने के लिए आमंत्रित किया गया था।

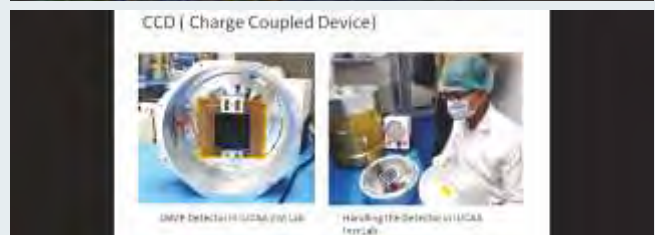
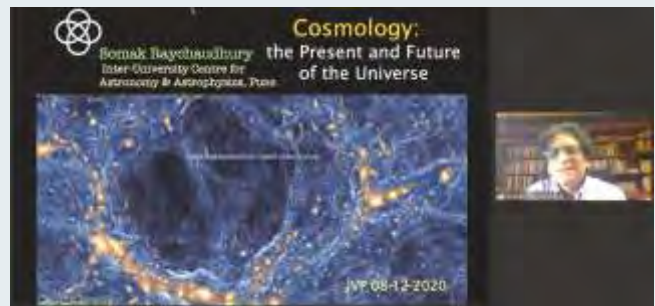
(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 125, जनवरी 2021 देखें।)

वेबिनार

आयुका कर्मियों द्वारा क्रियात्मक खगोल विज्ञान में एक बुनियादी पाठ्यक्रम के अंश के रूप में ज्योतिर्विद्या परिसंस्था, पुणे में 3 से 9 दिसंबर 2020 के दौरान निम्नलिखित व्याख्यान आयोजित किए गए :

8 अक्टूबर 2020- भौतिकी में नोबल पुरस्कार 2020, एम एस एस हाई स्कूल, चिंचवड, पुणे

8 अक्टूबर 2020- विश्व अंतरिक्ष सप्ताह समारोह के हिस्से के रूप में कायलन प्रादेशिक लोक विज्ञान केंद्र, भावनगर, गुजरात में दूरबीन के इतिहास पर तुषार पुरोहित ने जानकारी साझा की।

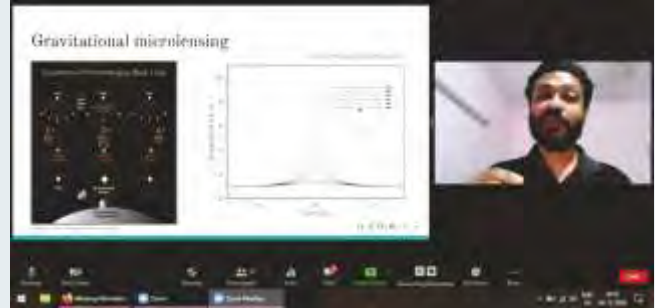




10 अक्टूबर 2020- विश्व अंतरिक्ष साप्ताहिक समारोह के सहभागी के रूप में स्मार्ट सर्किट इनोवेशन चंडीगढ़ में ऑब्जर्विंग मेट्योर शावर पर तुषार पुरोहित द्वारा परिचर्चा।

17 दिसंबर 2020- समीर धुर्डे ने ग्रह विज्ञान को स्वयं समझें शीर्षक के अंतर्गत परिचर्चा की।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 125, जनवरी 2021 देखें।)



लाइव संवादात्मक सत्र के साथ दूसरे शनिवार व्याख्यान प्रदर्शन का पुनः प्रदर्शन

10 अक्टूबर 2020- सुहृद मोरे, नौवे ग्रह की तलाश (हंटिंग फॉर प्लैनेट 9, अंग्रेजी में) इस सत्र के तहत उन्होंने दर्शकों के साथ बातचीत की और उनके सवालों के जवाब भी दिए।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 125, जनवरी 2021 देखें।)



MViSa वार्ता



1 नवंबर 2020- चेंसिंग शैडोज़ पर टेड ब्लैक (इंटरनेशनल ऑक्युलेशन टाइमिंग एसोसिएशन) : ग्रहण अभिलेखन (ऑक्युलेशन रिकॉर्डिंग) में नागरिक विज्ञान के अवर्स।

6 दिसंबर 2020- कार्ल एंटियर (अंतर्राष्ट्रीय उल्का संगठन) उल्काओं के साथ सौर प्रणाली पर शोध।

6 दिसंबर 2020- अरविंद परांजपे (नेहरू तारामंडल, मुंबई) रिकॉर्डिंग मेट्योर शावर पर: जीवंत अनुरूपण (लाइव सिमुलेशन) और प्रशिक्षण।

13 दिसंबर 2020- पीटर जेनिस्केन्स (सभी आकाशीय उल्का अवलोकन परियोजना के लिए कैमरों के प्रधान अन्वेषक SETI संस्थान, NASA, USA) आज रात्रि जेमिनीइस एवं भारत पर अन्य उल्का होने वाले वर्षा के संदर्भ में।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 125, जनवरी 2021 देखें।)





लाइगो-भारत शिक्षा एवं सार्वजनिक जनसंपर्क (LIEPO) गतिविधियाँ

लिसनिंग टू द कॉसमॉस: पॉडकास्ट शृंखला

लाइगो-इंडिया द्वारा ग्रैविटी मैटर्स ब्लॉग के एक भाग के रूप में 2 अक्टूबर 2020 को लिसनिंग टू द कॉसमॉस नामक पॉडकास्ट शृंखला को लॉन्च किया गया। गतिविधि का समन्वयन प्रो. देबारती चटर्जी (आयुका) द्वारा किया जा रहा है।

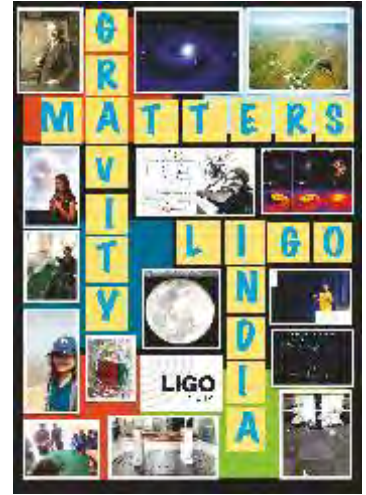
(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 125, जनवरी 2021 देखें।)



ग्रैविटी मैटर्स: गुरुत्वीय तरंगों पर ब्लॉग

31 दिसंबर 2020 को नव वर्ष की पूर्व संध्या पर LIEPO ने अपनी वेबसाइट (www.ligo-india.in/gravitymatters/) पर (GW) "ग्रैविटी मैटर्स" नामक गुरुत्वाकर्षण तरंगों के संदर्भ में बहुप्रतीक्षित ब्लॉग का लोकार्पण किया। इस गतिविधि का समन्वयन प्रो. देबारती चटर्जी द्वारा किया जा रहा है।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 125, जनवरी 2021 देखें।)



अंतर्राष्ट्रीय भौतिकी छात्र संघ वेबिनार

सुरेश दोरवरी (आयुका) ने भारत में गुरुत्वाकर्षण तरंग संसूचकों से संबंधित प्रायोगिक अवसरों पर एक वेबिनार का संचालन किया, जिसका आयोजन अंतर्राष्ट्रीय भौतिकी छात्र संघ की दिल्ली स्थानिक समिति द्वारा 11 अक्टूबर 2020 किया गया। इस गतिविधि का समन्वयन वैभव सावंत (आयुका) द्वारा किया गया।

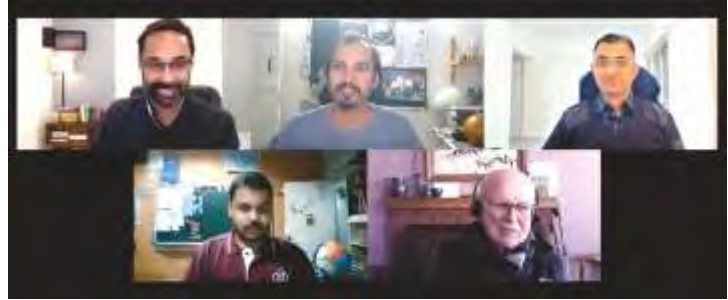
(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 125, जनवरी 2021 देखें।)





प्रोफेसर रेनर वेइस द्वारा दिया गया साक्षात्कार

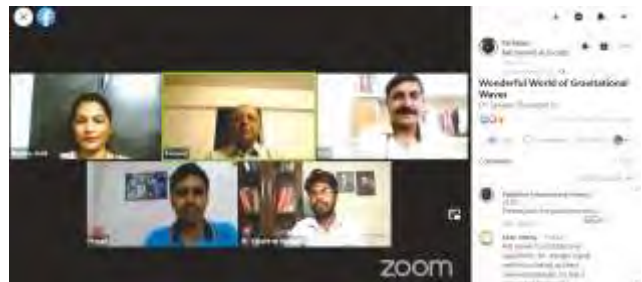
नोबेल पुरस्कार विजेता प्रो. मैरी क्यूरी एवं सर सी. वी. रमन की जयंती के सुअवसर पर, लाइगो-भारत द्वारा अपने यूट्यूब चैनल पर 2017 के भौतिकी में नोबेल पुरस्कार विजेता-प्रो. रेनर वेइस (भौतिकी के प्रोफेसर एमेरिटस एम आई टी, यू एस ए) के साथ एक अनोखे साक्षात्कार का आयोजन किया गया था। वैभव सावंत द्वारा इस गतिविधि का समन्वयन किया गया।



(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 125, जनवरी 2021 देखें।)

रोज़गार के नए विकल्प

LIEPO और परभणी एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी ने संयुक्त रूप से संजीव धुरंधर द्वारा 22 नवंबर 2020 को एक ऑनलाइन व्याख्यान का आयोजन किया। यह व्याख्यान ऑनलाइन व्याख्यान शृंखला: 'रोज़गार के नए विकल्प' (करियरच्या नव्या वाटा) के हिस्से के रूप में आयोजित किया गया था, जिसकी शुरुआत क्षेत्रीय छात्रों के लिए की गई। इस गतिविधि का संचालन अंकित भंडारी द्वारा किया गया।



(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 125, जनवरी 2021 देखें।)



SciFun ज़ोन

यह ऑनलाइन गतिविधि 8 दिसंबर 2020 से शुरू होकर, राष्ट्रीय विज्ञान दिवस - 28 फरवरी 2021 तक जारी रही, जिसका आयोजन गोवा स्थित स्कूलों के ही सहयोग से किया गया था। इस गतिविधि का समन्वय एवं संचालन शिवानी पेठे (आयुका) द्वारा किया गया था।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक, 126, अप्रैल 2021)

विज्ञान केंद्रों द्वारा शिक्षकों के लिए प्रशिक्षण कार्यक्रम

दिनांक 18 जनवरी 2021 को केरवाड़ी, परभणी में स्थित विज्ञान खोज केंद्र (डिस्कवरी साइंस सेंटर) तथा नांदेड़ के पास नायगांव में सरकारी आश्रम पाठशाला ने क्षेत्रों के विभिन्न स्कूलों में छोटे विज्ञान केंद्र स्थापित किए और नायगांव के सरकारी आश्रम पाठशाला में पाठशाला के शिक्षकों के लिए एक दिवसीय प्रशिक्षण कार्यक्रम का आयोजन किया गया।

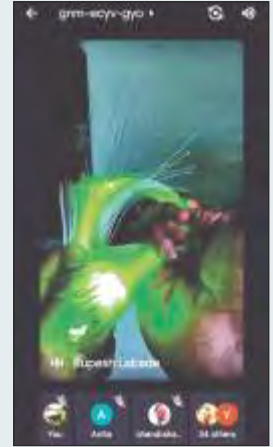
साथ ही 19 जनवरी 2021 को ड्रीमलैंड स्कूल, केरवाड़ी में शिक्षकों के लिए एक दिवसीय प्रशिक्षण कार्यक्रम भी आयोजित किया गया। इस प्रशिक्षण में बीस शिक्षकों ने अपनी सहभागिता दर्शायी। दोनों प्रशिक्षण कार्यक्रमों का तथा खगोल विज्ञान एवं टेलिस्कोप के प्रयोग को लेकर कुछ मूल बातें सिखाने के सत्र का आयोजन तुषार पुरोहित (आयुका) द्वारा किया गया।

(विस्तृत जानकारी के लिए खगोल, अंक 126 अप्रैल 2021 देखें।)



शिक्षकों के लिए प्रशिक्षण कार्यक्रम

- (I) 14 फरवरी 2021 को एम.ई.एस. रानी लक्ष्मी बाई मुलींची सैनिकी शाळा, पिरंगुट, पुणे में विज्ञान और खगोल विज्ञान शिक्षण विधियों पर शिक्षकों के लिए एक प्रशिक्षण कार्यक्रम का आयोजन किया गया था। रूपेश लबडे एवं सोनल थोरवे (आयुका) ने कार्यशाला का आयोजन किया था।
- (ii) अगस्त्य अंतरराष्ट्रीय फाउंडेशन द्वारा 12 मार्च 2021 को बारामती ज़िले के शिक्षकों के लिए एक प्रशिक्षण कार्यक्रम का एवं 22 मार्च 2021 को अहमदनगर क्षेत्र के शिक्षकों के लिए उसी प्रकार के एक कार्यक्रम का आयोजन किया गया। समन्वयक एवं विशेषज्ञ के रूप में रूपेश लबडे थे।



(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 126, अप्रैल 2021 देखें।)

विज्ञान खिलौनों पर कार्यशालाएँ



- 27 जनवरी 2021 को खेल खेल में नामक कार्यक्रम के अंतर्गत विज्ञान आश्रम, पाबळ में एक कार्यक्रम आयोजित किया गया, जो विज्ञान आश्रम, पाबळ और मुक्तांगण अन्वेषी, पुणे के तहत संचालित की जाने वाली एक योजना है।
- 25 फरवरी 2021 को वीपी के विनोद कुमार गुजर बाल विकास मंदिर में विज्ञान खिलौनों से संबंधित कार्यक्रम का आयोजन किया गया, जिसमें 8 वीं कक्षा के लगभग 80 छात्र शामिल हुए थे।
- 26 जनवरी 2021 को टिळक महाराष्ट्र विद्यालय, टिळक रोड, पुणे में विज्ञान खिलौनों के संबंध में एक और कार्यक्रम आयोजित किया गया। इस कार्यक्रम में 1 से 5 वीं कक्षा के 150 छात्र सहभागी हुए थे।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 126, अप्रैल 2021 देखें।)

राष्ट्रीय विज्ञान दिवस पर प्रतियोगिताएँ

इस वर्ष कोविड - 19 महामारी के कारण आयुका में 20 फरवरी 2021 को स्कूली छात्रों के लिए राष्ट्रीय विज्ञान दिवस की प्रतियोगिताओं का आयोजन ऑनलाइन पद्धति से किया गया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 126, अप्रैल 2021 देखें।)

राष्ट्रीय विज्ञान दिवस समारोह

महामारी के कारण राष्ट्रीय विज्ञान दिवस समारोह का आयोजन 28 फरवरी 2021 को ऑनलाइन रूप से किया गया था। आयुका की पूरी टीम ने हर साल की तरह इस दिन को उत्साह से मनाने में कोई कमी नहीं आने दी।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 126, अप्रैल 2021 देखें।)



राष्ट्रीय विज्ञान दिवस व्यावहारिक सत्र

राष्ट्रीय विज्ञान दिवस के अवसर पर जैनसन्स इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, कोयंबटूर और गैलीलियो साइंस क्लब, तामिलनाडु द्वारा संयुक्त रूप से 28 फरवरी 2021 को शिक्षकों एवं छात्रों के लिए एक ऑनलाइन व्यावहारिक सत्र का आयोजन किया गया। इस सत्र में 200 से भी अधिक प्रतिभागियों ने भाग लिया। तुषार पुरोहित ने मौलिक खगोल विज्ञान पर व्याख्यान दिया तथा सत्र के दौरान व्यावहारिक गतिविधियों का संचालन भी किया।



(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 126, अप्रैल 2021 देखें।)

राष्ट्रीय विज्ञान दिवस साप्ताहिक समारोह

प्रत्येक वर्ष की ही तरह वास्तविक समारोह की कमी को पूरा करने के लिए राष्ट्रीय विज्ञान दिवस के बाद 6 दिनों तक चलने वाली एक वीडियो शृंखला शुरू की गई थी।

1 मार्च 2021: विज्ञान खिलौनों का प्रदर्शन: ये गोवा के विभिन्न स्कूली छात्रों द्वारा प्रदर्शित किए गए। इस कार्यक्रम का संचालन शिवानी पेटे ने किया।

2 मार्च 2021: आयुका शेयर साइंस ड्राइव रेफरन्स: इस पहल का उद्देश्य स्कूलों की मदद से भारत की सभी संभावित क्षेत्रीय भाषाओं में विज्ञान संबंधी लघु वीडियो बनाना और विज्ञान को सभी के लिए दिलचस्प बनाने का प्रयास करना था। इस पहल का समन्वय सोनल थोरेवे द्वारा किया गया था।

3 मार्च 2021: पुरस्कार प्राप्त चित्रकारी के पीछे छिपी कल्पनाएँ (अंतर-विद्यालय प्रतियोगिताएँ): 3 सर्वश्रेष्ठ चित्रों को प्रदर्शित किया गया और पुरस्कार प्राप्त विजेताओं ने अपने चित्रकारी के पीछे जो विचार थे, उन्हें साझा किया।

4 मार्च 2021: पुरस्कार हासिल करने वाले निबंधों के पीछे छिपे उद्देश्य (अंतर-विद्यालय प्रतियोगिताएँ): 3 श्रेष्ठ निबंध प्रदर्शित किए गए और इसमें जिन प्रतिभागियों ने पुरस्कार प्राप्त किया, उन्होंने अपने निबंधों के पीछे जो विचार थे, उन्हें साझा किया।

5 मार्च 2021: पुरस्कार प्राप्त कविताओं के पीछे छिपी कल्पनाएँ (अंतर-विद्यालय प्रतियोगिताएँ): 3 सर्वश्रेष्ठ कविताएँ प्रदर्शित की गईं, और पुरस्कार विजेताओं ने अपनी कविताओं के पीछे जो विचार थे, उन्हें साझा किया।

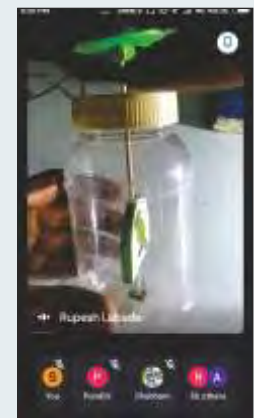
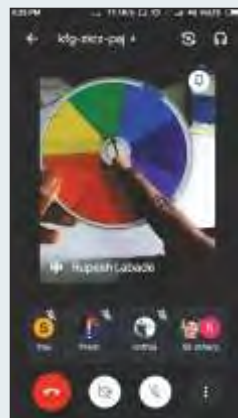
6 मार्च 2021: कला के माध्यम से भारत में विज्ञान-प्रौद्योगिकी-नवप्रवर्तन का भविष्य व्यक्त किया गया: आयुका के साथ राष्ट्रीय विज्ञान दिवस समारोह में भाग लेने के लिए जनता को सार्वजनिक आह्वान किया गया था, उसके जवाब के रूप में भेजे गए विभिन्न भारतीय क्षेत्रीय भाषाओं में चुनिंदा चित्र और कविताओं को दिखाया गया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 126, अप्रैल 2021 देखें।)

वैज्ञानिक अवधारणाओं पर प्रायोगिक प्रदर्शन

अगस्त्य इंटरनेशनल फाउंडेशन द्वारा 1 मार्च 2021 को वैज्ञानिक अवधारणाओं पर प्रायोगिक प्रदर्शनों हेतु एक विशेष सत्र का आयोजन किया गया। इस सत्र में 8 वीं कक्षा के नब्बे छात्रों ने भाग लिया। इस सत्र के दौरान ध्वनि एवं प्रकाश जैसे विषयों को सम्मिलित किया गया। रूपेश लबडे ने सत्र का संचालन किया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 126, अप्रैल 2021 देखें।)





खगोल विज्ञान और शून्य छाया दिवस पर कार्यशाला

स्वामी विवेकानंद युवा आंदोलन, मैसूर ने विज्ञान प्रसार, नोएडा और आयुका साईपॉप के सहयोग से धारवाड़ कर्नाटक में 24 से 27 मार्च 2021 के दौरान खगोल विज्ञान एवं शून्य छाया दिवस पर कार्यशाला आयोजन किया। विशेषज्ञ के रूप में तुषार पुरोहित ने व्याख्यान दिया और कार्यशाला में व्यावहारिक गतिविधियों का संचालन भी किया।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 126, अप्रैल 2021 देखें।)



साईपॉप टीम द्वारा प्रस्तुत की गई वार्ता

13 जनवरी 2021: सोनल थोरवे द्वारा होमी भाभा बालवैज्ञानिक, कणकवली में हमारे ब्रह्मांड को जानें।

5 फरवरी 2021: तुषार पुरोहित द्वारा मॉडर्न कॉलेज, गणेशखिंड, पुणे में टेलिस्कोप का इतिहास।

23 फरवरी 2021: तुषार पुरोहित द्वारा सी.टी.बोरा कॉलेज, शिरूर में आकाशीय पर्यवेक्षण एवं खगोल विज्ञान।

28 फरवरी 2021: तुषार पुरोहित द्वारा भास्कर एस्ट्रो एसोसिएशन के लिए आकाशीय पर्यवेक्षण।

28 फरवरी 2021: विज्ञान प्रसार, नोएडा द्वारा खगोलविज्ञान में नागरिक वैज्ञानिक विषय से संबंधित वार्ता और तुषार पुरोहित द्वारा सप्तर्षि भारत क्षुद्रग्रह खोज शिविर से संबंधित वार्ता।

5 मार्च 2021: रूपेश लबडे द्वारा विज्ञान शिक्षा में खिलौनों का प्रयोग, आयोजित स्थान- एच.एच.सी.पी.हुजुरपागा गर्ल्स हाई स्कूल, लक्ष्मी रोड पुणे।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 126, अप्रैल 2021 देखें।)

लाइव साक्षात्कार के साथ दूसरे शनिवार के व्याख्यान प्रदर्शन कार्यक्रम का पुनरीक्षण

13 फरवरी 2021: खगोल विज्ञान का अध्ययन क्यों करें ? जयंत नार्लीकर (अंग्रेज़ी) द्वारा।

27 मार्च 2021: अंतरिक्ष में हमारा स्थान, सोमक रायचौधुरी (अंग्रेज़ी) द्वारा।

प्रत्येक व्याख्यान-प्रस्तुति के उपरान्त दोनों वक्ताओं ने श्रोताओं से बातचीत की और उनके सवालों के जवाब।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 126, अप्रैल 2021 देखें।)

आयुका द्वारा खगोल विज्ञान प्रेमियों के लिए बेहतरीन वार्ता-क्रंखला

21 फरवरी 2021: संजय लिमये और टीम रॉबर्टसन द्वारा शौकिया ग्रहों का अवलोकन एवं योगदान, जिसका समन्वयन समीर धुर्डे और अथर्व पाठक द्वारा किया गया था।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 126, अप्रैल 2021 देखें।)



आयुका-एनसीआरए स्नातक स्कूल

पीएच.डी. कार्यक्रम

इस प्रतिवेदन के वर्ष के दौरान, आयुका के **देबज्योति सरकार** (मार्गदर्शक: तरुण सौरदीप), **रुचिका सेठ** (मार्गदर्शक: सौमिक रायचौधुरी), **विदूषी शर्मा** (दीपांकर भट्टाचार्य) नामक शोधकर्ताओं ने अपने शोध प्रबंध को कड़ी मेहनत और लगन से पूर्ण किया। जवाहरलाल नेहरू विश्वविद्यालय, दिल्ली द्वारा उन्हें पीएच.डी. की उपाधि से सम्मानित किया गया। उनके शोध प्रबंध का सारांश निम्नानुसार है:

देबज्योति सरकार

स्टडी ऑफ सी.एम.बी. स्पेक्ट्रल डिस्टॉर्शन

In this thesis we present study of the Cosmic Microwave Background(CMB) spectral distortion and implication of measurement of spectral distortion on our understandings on the physics of the early universe. Among the various sources of spectral distortion, we mainly focus on the Cosmological Recombination. Precision measurement of the cosmological recombination spectrum can provide an entire new window to look at the early universe. We aim to quantify the information hidden in the cosmological recombination spectrum. For this purpose we have developed a new code following the effective conductance algorithm. Our code is closely based on the COSMOSPEC code. We find, using Fisher information matrix and assuming that the foregrounds can be subtracted by using higher or lower frequency channels and spatial information, that going beyond the detection will need an experiment with sensitivity $25\times$ better compared to the proposed experiment PIXIE. Such an experiment will be able to measure the cosmological parameters with a precision that is competitive with the CMB anisotropy experiments. The best constrained parameter is baryon energy density Ω_b which can be nailed down with incredible precision in principle. We also show that the shape of the hydrogen lines is connected to the speed of the Hydrogen recombination, with the peaks of the recombination lines coinciding with the peak of the recombination rate. In general, the shape of the lines encodes information about the rate of recombination as a function of redshift. We also presented a brief report on two ongoing projects: *i*) putting constraint on dark matter annihilation using cosmological recombination spectrum and *ii*) effect of Triple Compton process on the CMB spectral distortion.



रुचिका सेठ



द एवोलूशन ऑफ गैलेक्सीज़ ऑन द काज़्मिक वेब

Evolution of galaxies on the cosmic web deals with the story of the galaxies' life-cycle, particularly the shared relationship between their position on the cosmic web and their evolutionary state. Studying the overall evolutionary trend of a population of galaxies in a diverse and continuous range of environments is crucial for understanding the cause and effect of the interaction of galaxies among themselves as well as with the gas in the surrounding medium.

The galaxy-gas interactions can be essentially divided into two broad parts. The first part discusses the influence of the environment on the galaxies. The second part emphasises the role of feedback from a subset of galaxies affecting the surrounding medium. Various interaction phases of these systems involve physical mechanisms like ram-pressure stripping, tidal interactions, AGN-feedback etc.

Observations from the ground-based GMRT, Sloan Foundation 2.5m Telescope at Apache Point Observatory, and space-based Chandra, Spitzer, GALEX and WISE were employed to infer the activity of galaxies and studying the physical parameters of the hot gaseous content of the intergalactic medium (IGM).

Data from large-scale optical spectroscopic surveys such as Sloan Digital Sky Survey (SDSS), Dark Energy Camera Legacy Survey (DECaLS), and Arizona Cluster Redshift Survey (ACReS) are also employed, along with multiwavelength datasets of the LoCuSS survey, including wide-field imaging data from UKIRT/WFCAM to characterise the galaxy population in terms of their star formation, AGN activity, quenching, and optical morphology.

Galactic environment is characterised by the ambient IGM present in galaxy groups and clusters, physical parameters like temperature, pressure, shock fronts, cavities etc. offer dynamical insight of the various mechanical interactions disturbing the smooth gaseous morphology, while the overdensity of the underlying galaxy population characterises the underlying galactic environment. Particle content of radio plasma and AGN relics throws light on the AGN activity and at times the state of IGM. Interaction of radio plasma with turbulent IGM results in the phenomenon of AGN Pheonix/ relics in these systems.

Previous studies estimating the impact of the environment on galaxy evolution characterised the environment primarily from a unidimensional viewpoint. For example, some studies used the surface density parameter (Baldry et al.), overdensity parameter (Peng et al.), or group vs non-group (Wetzel et al.), group-centric distance or KDE (Haines et al.). Unlike other galaxy physical parameters (e.g., stellar mass, SFR, colour or AGN fraction) galaxy environment is a complex quantity to measure. Various parametrisation gives a different perspective on the environment. We employed a multi-dimensional view on the environment. In particular, we used a combination of KDE and group/non-group environment to characterise the Coma supercluster environment and study its dependence on other galaxy physical parameters. To achieve this, we take a spectroscopically complete sample from the SDSS spanning the entire



Coma supercluster. The environment is characterised using the (Yang et al. 2007) group catalogue, which is an optically-selected, volume-limited group catalogue which is based on the SDSS DR7 galaxy catalogue, and the large-scale environment is estimated using a kernel density estimator (KDE) algorithm, which is a non-parametric technique to calculate a probability density estimator.

We inspect the galactic population's impact on the environment particularly accessing the role of non-central radio galaxies towards the energetics of the IGM of rich galaxy clusters. The role of AGN in the central cluster ellipticals (BCGs) in heating the intergalactic medium has been well established. The powerful radio jets emanating from these galaxies are physically capable of displacing the IGM, carving a depression in the X-ray surface-brightness. For the first time, we inspect the role of the sub-powerful non-central galaxies present elsewhere in the cluster system, which might unanimously contribute towards feedback in such systems. We performed a statistical study of radio populations, especially those that were resolved and set upper limits for the unresolved ones; the total radio output in terms of the population's combined bolometric luminosity was also computed. The radio jet power is also computed from the extended sources and compared to their respective radio emissions. Although AGN feedback from the central galaxies seems to be a popular solution to the classical cooling flow problem, it fails to account for the efficient thermal conduction to the entire IGM. On the other hand, a sizeable radio-active galaxy population ($\sim 5\%$) is estimated to be present in the cluster of which many spheroids are known to be present within the cooling core. These spheroids can very well serve as secondary sources contributing towards more isotropic heating to the IGM. In this way, it would be a more convenient way to transfer energy to the IGM.

We also study an exclusive merger driven cluster system with detected cavities in the X-ray emission. The central hot gas in many cool-core systems is not distributed uniformly, but is displaced by forming cavities approximately coincident with lobes of extended radio emission. Such X-ray cavities have been detected in $\sim 70\%$ of the cool-core clusters, and this number could well be underestimated due to the limitation of cavity detectability.



विदूषी शर्मा



प्रोबिंग द सेंट्रल इंजिन एंड अल्टी इमिशन ऑफ गामा-रे बस्टर्स

Gamma-Ray Bursts (GRBs) are the most energetic and distant sources in the cosmos. The initial brief (\sim a few seconds) and intense flashes of gamma-rays outshine every other extreme energy source in the sky. These gamma-ray flashes originate close to the burst site and are known as prompt emission. Subsequently, the burst ejecta collide with the external ambient medium and radiate in all wavelengths (radio to gamma rays), known as afterglow emission. The duration of GRB prompt emission is characterized by the ' T_{90} '¹ parameter. Based on its value, GRBs are classified into 'short' (< 2 s) and 'long' (> 2 s) variants. Short GRBs (sGRBs) are thought to be produced by the merger of compact objects, like neutron star-neutron star (NS-NS) and neutron star-black hole (NS-BH), whereas long GRBs (lGRBs) are produced from the core collapse of massive stars. Both the variants result in the formation of a new black hole or a magnetar, and both can eject material in the form of relativistic jets.

In high energy astrophysics, some of the fascinating problems related to the nature of relativistic jets are: (a) How is the jet produced and accelerated to such high velocities? (b) What is the jet composition, is it a baryon-dominated or Poynting-flux-dominated outflow? (c) Where and how does the energy dissipation occur in the outflow, is it via internal shocks or magnetic reconnections? (d) Is the underlying emission process that gives rise to observed radiation, synchrotron or inverse Compton scattering? The powerful nature of GRBs makes them a very suitable candidate for probing the physics of relativistic jets. Therefore, it is also imperative to understand the nature of the central engine of the GRBs.

With the first coincident detection of gravitational waves with electromagnetic (EM) signals from GRB 170817A, the era of 'multi-messenger' astronomy has begun. It has also posed several key questions regarding: (a) The nature of post-merger remnant or central engine of GRBs; and (b) The jet profile of GRBs, or cocoon as an alternate model in case of faint GRBs detected in the nearby universe. In the case of sGRBs, produced by the NS-NS mergers, the total mass of the remnant/central engine is useful for ruling out some of the equations of state (EoS) in NS. Studying the radiation (EM) of sGRBs can play an important role to probe the above questions.

This thesis comprises of nine chapters and is broadly divided into two parts. A chapter-wise summary is presented as follows:



- The introductory part of the thesis contains two chapters.
 - In [Chapter 1](#), the physics of GRBs is briefly reviewed.
 - [Chapter 2](#) presents a basic overview of *AstroSat*/Cadmium Zinc Telluride imager (CZTI), *Fermi* Gamma-ray Space Telescope and Neil Gehrels *Swift* Observatories, and data from these have been used in the thesis.
- The first part of the thesis addresses questions concerning the nature of the jet and of the underlying radiation mechanism in the prompt phase.
 - [Chapter 3](#) reviews various models for early emission mechanism of GRBs.
 - [Chapter 4](#) examines the radiation mechanism in a bright GRB 160821A using remarkable polarisation measurements made by the *AstroSat*/CZTI along with simultaneous observations from *Fermi*.
 - In [Chapter 5](#), the emission mechanism in GRB 160325A is inferred using the spectrum and polarisation measurements along with afterglow observations.
- In the second part, the thesis focuses on understanding the nature of the central engine and its properties for both long and short GRBs.
 - In [Chapter 6](#), possible models of the central engine and their mechanisms are discussed.
 - [Chapter 7](#) discusses a search carried out to identify GRBs with black holes as central engines and presents its results.
 - [Chapter 8](#) describes an attempt to understand the central engine of sGRBs based on prompt emission spectrum.
- The concluding [Chapter 9](#) summarizes the results of the thesis, their implications and the outlook for the future.

A brief summary of part I and II of the thesis is presented below.

Part I: Emission Mechanism

The knowledge of temporal and spectral properties of GRBs has been enhanced significantly with the launch of dedicated space-based observatories like Neil Gehrels *Swift* and *Fermi*. Prompt and afterglow phases are being detected in multiple wavebands (X-rays and UV) via Burst Alert Telescope (BAT), X-Ray Telescope (XRT) & UltraViolet and Optical Telescope (UVOT) instruments on board Neil Gehrels *Swift* Observatory since 2004. BAT observes the source in the narrow energy band restricted to 15-150 keV. The *Fermi* mission, on the other hand, provides an energy coverage from 8 keV to ~ 300 GeV via onboard instruments, the Gamma-ray Burst Monitor (GBM) and the Large Area Telescope (LAT). Traditionally, the prompt emission spectra of GRBs are fitted with an empirical function, known as **Band** function, representing non-thermal emission. However, in some GRBs, deviation from the **Band** function has been observed. An additional or distinct component like a **blackbody** function (thermal



emission) or powerlaw or cutoff-powerlaw or smoothly broken-powerlaw with one or two breaks is found to improve the fit statistics significantly. Also, physical models of synchrotron and photospheric emission are directly found to fit the data. Currently, it is found that sometimes the same data can be fitted with different spectral models which provide equally good statistics. The spectroscopic study of prompt gamma-ray emission of GRBs provides valuable information, yet, it alone is inadequate to fully discriminate between various emission models. Therefore, there is a dire need for more constraining observables like polarisation. Different degrees of polarisation are expected from synchrotron radiation originating from magnetic field structures ordered on different scales and depending upon the viewing geometry of the jet. For inverse Compton and photospheric emission, a meagre polarisation fraction is predicted, except when the jet is viewed off-axis. Generally, some asymmetry in the emitting region or viewing geometry results in linearly polarised emission. Hence, the measurement of polarisation simultaneously with spectroscopy can break the degeneracy between various spectral models. Further, the variation of polarisation with time is an important tool for understanding the temporal dynamics of the jet.

The measurement of polarisation in X-ray astronomy is highly challenging for transient events like the prompt emission of GRBs mainly because of the scarcity of incident photons and the brevity of the event. Thus, to date, polarisation measurements have been attempted only for a handful of cases by the Reuven Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager (RHESSI), INTErnational Gamma-Ray Astrophysics Laboratory (INTEGRAL), GAMMA-ray burst Polarimeter (GAP), the Cadmium Zinc Telluride Imager (CZTI) and POLAR, and most of the results have limited statistical significance. The CZTI, onboard *AstroSat*, is actively detecting GRBs in hard X-rays since its launch in September 2015. Currently, *AstroSat*/CZTI is the only space observatory, capable of measuring linear polarisation in the 100-400 keV energy band. For bright bursts with a significant number of Compton-scattered events in the detector, the linear polarisation measurements are promising. Therefore, the statistically significant polarisation measurements from *AstroSat*, along with simultaneous spectroscopic measurements, can be beneficial in the advancement of GRB physics.

Observations of the afterglows of GRB events can complement the spectro-polarimetric analysis by providing crucial information regarding radiative efficiency and the opening angle of the jet. Therefore, integrating all the information from prompt and afterglow phases using multi-mission data can help to build a comprehensive physical picture of the burst.

In [Chapter 3](#), a review on the various physical models for emission mechanisms in GRBs is presented. Distinct signatures in polarisation and spectral observations as predicted by different theoretical models are discussed. We describe how the measurements of polarisation simultaneously with spectroscopy can resolve the existing enigma of underlying radiation mechanism, composition, and the viewing geometry of the GRB outflow.

In [Chapter 4](#), the study of the time-resolved spectro-polarimetric analysis of the third most luminous gamma-ray burst, GRB 160821A, in the history of *Fermi* detections, is presented. Owing to its bright nature, the main episode of the burst observed by *AstroSat*/CZTI, recorded



the highest number of Compton events in the first two years of its operation. Analysis of polarimetric data from *AstroSat* and spectroscopic data from *Fermi* revealed that during the main emission episode of the burst, the position angle of the observed polarisation flipped orthogonally twice along with concurrent changes in the spectrum. The total emission exhibited a low polarisation fraction, $21^{+24}_{-19}\%$, due to the presence of the angle flips. However, the time-resolved emission showed a high linear polarisation. Thus, by taking into account the change in polarisation angle, we estimated an average linear polarisation fraction of $66^{+26}_{-27}\%$ across the burst. The spectrum of the burst was found to be best modelled using a combination of **blackbody + Band \times Highecut** models. The high energy part of the spectrum was found to display significant variation with time. It was concluded that the observed emission is synchrotron radiation produced in ordered magnetic fields based on the following: (a) the large energy content of the burst implied that the jet was viewed on-axis, (b) a concurrent change in polarisation and high energy spectrum, (c) a high degree of linear polarisation, and (d) flipping of polarisation angle twice during a single emission episode (only such observation to date). Inverse Compton scattering and synchrotron emission produced in random magnetic fields were ruled out, as they would have produced a very weakly polarised emission for an on-axis observer. The chapter also presents the analysis of the precursor and afterglow emission, completing the observed properties of the burst.

In [Chapter 5](#), spectro-polarimetric analysis and physical modelling of the long bright GRB 160325A is presented, which is the only gamma-ray burst observed in the primary field of view of *AstroSat*/CZTI to date. It was also detected by Neil Gehrels *Swift* Observatory and *Fermi* Gamma-ray Space Telescope. The prompt emission of the burst consists of two distinct emission episodes separated by a quiescent/mild activity period. A Joint time-resolved spectral analysis performed on the first episode provides **blackbody (BB) + Cutoff-powerlaw (Cp1)** as the best-fit model. The Cp1 photon index (α) is found to increase with time and is greater than the line of death of synchrotron emission. This is in contrast to the classical fireball model, where the presence of a thermal component results in a softening of α with time. On the other hand, the second emission episode is best fitted with just a Cp1 model. The spectral index is found to be consistent with slow-cooling synchrotron emission. The time-integrated polarisation measurement of each emission episode shows that the first episode is un- or weakly polarised (polarisation fraction $< 37\%$). During the second episode, however, a strong polarisation is detected with polarisation $> 43\%$. The flux lightcurve of the afterglow obtained by the XRT shows the presence of a flare and a jet break, the latter being supported also by the UVOT lightcurve. The jet opening angle is estimated to be $\sim 1.2^\circ$, and a low radiation efficiency of $\sim 11\%$ is found. Our analysis reveals that (i) a transition in the spectrum from a combination of thermal and non-thermal to a completely non-thermal emission, and (ii) a simultaneous change in polarisation from a lower to a higher degree. The energy flux lightcurve observed during the afterglow indicates that the jet is viewed on-axis by the observer. Based on this, a consistent physical picture is presented in this chapter. Using the composite modelling of the spectrum, polarisation and afterglow observations, it is inferred that the outflow is baryon dominated with mild magnetisation. The emission during the first episode is from the photosphere with sub-photospheric dissipation of the kinetic energy of the jet. These energetic electrons up-scatter the thermal radiation coming from regions close to the central engine. This



produces a quasi-thermal Comptonised spectrum, which gives rise to the observed non-thermal component. The second episode, on the other hand, is produced by synchrotron emission by electrons energised in the internal shocks occurring in the optically thin region beyond the photosphere, in the backdrop of ordered magnetic fields originating from the central engine.

Part II: Central Engine

The two types of possible central engines of GRBs are: (i) a hyper-accreting stellar-mass ‘black hole’, and (ii) a rapidly spinning and highly magnetised neutron star, called as ‘magnetar’. Several comprehensive studies have been done on the lightcurve properties of the early afterglows observed by *Swift*/XRT. The lightcurve features like late X-ray flares and plateau features indicate that central engine activities last longer than the duration of the prompt phase. The X-ray flares are perceived as the late time activity of the central engine. The observed X-ray plateau can be accounted for by the spin-down of magnetars, late time fallback of surrounding matter onto the black hole, or an external forward shock. But the X-ray plateau with a rapid drop at the end can possibly be explained by the magnetar model. Hence, the investigation of the observed lightcurve properties is useful for understanding the possible central engine.

In [Chapter 6](#), possible central engines in GRBs and their mechanisms for launching the relativistic jets are reviewed. The important discriminators like limits on the energetics, duration, etc., in the magnetar model, are presented in this chapter for ruling them out as central engine. For example, the maximum energy budget for a newly born millisecond magnetar is $\sim 10^{52}$ erg, which is estimated when the entire rotational energy gets converted into radiation. Hence, such constraints are useful for identifying the type of central engine.

In [Chapter 7](#), the upper limit on the energetics of the magnetar model is applied to rule them out as a central engine in some of the GRBs. To carry out this study, a sample of 135 *Fermi* detected GRBs is selected with known redshift information. The isotropic equivalent energy in γ -rays is computed using the bolometric fluence derived from *Fermi* data. Bursts with isotropic equivalent energy greater than 10^{52} erg are selected to form a sample of 105 hyper-energetic long GRBs. Due to the collimated nature of GRB jets, the beam-corrected energy, $E_{\gamma,beam}$ is the true energy of the burst to be used for further analysis. For this, the jet opening angles, θ_j are either adopted from the existing literature or estimated where required. Applying the condition $E_{\gamma,beam} > 10^{52}$ erg, we identify the central engines in 9 GRBs as black hole candidates. The estimated mass ranges up to $10 M_{\odot}$ for these black hole candidates, which are likely produced by the core-collapse of massive stars. The XRT lightcurves for these events show the presence of flares and multiple breaks. But, in none of the cases, plateau and steep decay are observed. In the black hole model, such X-ray flares can be explained by either fragmentation of the accretion disk into clumps at a large radius or by magnetic barriers also seen in magnetohydrodynamic simulations.

The observations of the Binary Neutron Star merger event GRB 170817A have confirmed some key aspects: (i) the presence of a relativistic jet, (ii) that the jet has some structure beyond the jet opening angle, and (iii) that the jet has been viewed off-axis. This indicates



that the observed prompt emission spectrum has a strong dependence on the viewing geometry of the jet. The **Band** function fits performed on the sGRBs spectrum reveals that for a significant number of bursts; (a) the low energy powerlaw indices are $\geq -2/3$, the line of death of synchrotron emission, and (b) the high energy powerlaw indices are found to be steep. These spectral features imply a narrow spectral shape and hence, suggest radiation from a non-dissipative photosphere.

In [Chapter 8](#), a sample of short GRBs is analysed using the spectral model of **multi-colour blackbody**, which is interpreted as the emission from a non-dissipative photosphere of a jetted outflow possessing an angle-dependent decreasing (powerlaw) Lorentz factor profile. About $\sim 67\%$ and $\sim 26\%$ of the sample are found to be consistent with **multi-colour blackbody** and a pure **blackbody** model, respectively. The opening angle (θ_j) of the GRB jet is also estimated using the traditional jet break that is observed in the afterglow. In cases where the jet break is not observed, the condition of jet confinement due to surrounding cocoon is used. The most probable value of θ_j is found to be $2^\circ \pm 1^\circ$, and median is estimated to be 6° . The powerlaw index of the low energy part of the mBB spectrum, along with the detection of a jet break in the afterglow, enables one to identify if the GRB is viewed within or outside the jet cone. Our interpretation of the sGRB spectra of the current sample within this spectral model shows that the probability of sGRBs observed within (or along the edge of) the jet cone is $\sim 56\%$ (18%). On further analysis of the outflow dynamics of the sGRBs observed on-axis, the average Lorentz factor (Γ) at the photosphere is found to be ~ 125 . The intrinsic luminosity of the sGRBs is found to lie in the range $10^{48} - 10^{53}$ erg/s. No correlation is observed between the mBB temperature and total isotropic energy of the bursts. The power law index of the decreasing Lorentz factor profile of the jet structure is found to be $1.4 - 2.3$. Several recent studies have shown that the physical model of synchrotron emission can produce reasonably good spectral fits to the GRB prompt emission spectra with even hard α values. However, we note that the synchrotron emission with hard α values can be obtained by: (a) a steep powerlaw electron energy distribution² (> 2.5), which may be physically unreasonable, and (b) a Maxwellian distribution, but it provides much wider spectra than the observed narrow spectra in our sample. In addition, the synchrotron self-absorption frequency can allow the slope to be as hard as the Rayleigh-Jeans index. But, it requires extremely high Lorentz factor of $\sim 10^4$ for observing the absorption frequency in the hard X-ray regime. Thus, it is difficult to explain the hard and narrow GRB spectra using synchrotron emission model. Our study finds that $\geq 92\%$ of the sample is consistent with the spectra expected from a non-dissipative photospheric emission of a structured jet. This suggests that the sGRB outflow is not Poynting-flux dominated, which in turn indicates that the central engine is unlikely to be a magnetar.

Gamma ray bursts, apart from being among the brightest explosions in the universe, are events that provide an avenue to explore several fields of astrophysics as well as other branches of physics. Despite several decades of extensive research in both observation and theory, the process of radiation giving rise to the observed gamma ray emission as well as the nature of the central engine powering these powerful events have still remained elusive. This thesis represents an attempt to resolve these mysteries by using an innovative approach of combining

²The common value of the powerlaw index of the energy distribution of relativistic electrons is $p \sim 2.2$.



both spectral and polarimetric information and associated physical modelling with all available constraints.

The thesis is based on the following papers:

1. Vidushi Sharma, Shabnam Iyyani, and Dipankar Bhattacharya, et al. ‘Time-varying polarised Gamma-Rays from GRB 160821A: Evidence for Ordered Magnetic Fields’, *ApJL* **882**,01, L10 (2019) [arXiv:1908.10885](#).
2. Vidushi Sharma, Shabnam Iyyani, and Dipankar Bhattacharya, et al., ‘Spectropolarimetric analysis of prompt emission of GRB 160325A: Jet with evolving environment of internal shocks’, *MNRAS* **493**, 01, 5218-5232 (2020) [arXiv:2003.02284](#).
3. Vidushi Sharma, Shabnam Iyyani, and Dipankar Bhattacharya, ‘Identifying black hole central engines in gamma-ray bursts’, *To be submitted*.
4. Shabnam Iyyani, and Vidushi Sharma, ‘Prompt emission of short gamma ray bursts: Clue to the view geometry and the post merger remnant’, *Submitted in ApJS*, [arXiv:2007.00020](#).



आयुका में सुविधाएँ

संगणन सुविधा

आयुका संगणन सुविधा, आयुका सदस्यों, सहकर्मियों एवं अभ्यागतों के लिए आधुनिकतम संगणन हार्डवेयर एवं तकनीकी दृष्टि से समृद्ध मोबाइल कार्य-स्थान प्रदान करती है। आयुका, शैक्षणिक सुमदाय को उनके अनुसंधान के लिए विशेषीकृत उच्च क्षमता संगणन (एचपीसी) कार्य क्षेत्र की विस्तृत शृंखला भी प्रदान करती है।

वर्तमान समय में संगणन सुविधा द्वारा प्रबंधित किए जाने वाले हार्डवेयर एवं उपकरणों में 340 सर्वर एवं डेस्कटॉप्स, 90 लैपटॉप, 80 प्रिंटर एवं स्कैनर, तीन बड़े एचपीसी सिस्टम और 7 से भी अधिक पेटाबाइट स्टोरेज शामिल हैं। इसके अतिरिक्त व्यापक, उच्च प्रवाह क्षमता के तारयुक्त एवं वायरलेस कम्पास-वाइडनेटवर्क के लिए विभिन्न उपकरणों का प्रभावी ढंग से इस्तेमाल किया जाता है। पंजीकृत वाई-फाई उपकरणों की संख्या 900 से भी अधिक है, एवं संगणन सुविधा द्वारा प्रदान किए जाने वाले ई-मेल अकाउंट्स की संख्या लगभग 600 है।

“iucaa.in” के नाम से आयुका का अपना पंजीकृत डोमेन है। WAN सेवाएँ, टाटा VSNL से 50 Mbps लाइन पर फॉलबैक व्यवस्था के साथ 1 Gbps फाइबर कनेक्टिविटी पर नैशनल नॉलेज नेटवर्क द्वारा प्रदान की जाती है।

वर्ष के दौरान निम्नलिखित गतिविधियों के कार्यान्वयन पर ज़ोर दिया गया:

1) उच्च कार्यक्षमतायुक्त संगणन क्लस्टर (पेगासस) विस्तार

HPC क्लस्टर स्टोरेज की माँग लगातार बढ़ रही है। पर्सियस क्लस्टर का स्टोरेज उसके संचालन के 18 महिनो के भीतर ही लगभग 85% भर गया। इसलिए, संगणन आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए, हमने पेगासस क्लस्टर से जुड़े हुए स्टोरेज को 1 PB (पी.बी.) तक बढ़ाया है।

2) उच्च कार्यक्षमता संगणन क्लस्टर (सारथी) स्टोरेज विस्तार

वर्तमान में लाइगो-इंडिया फंड से क्लस्टर में 30 Gbps राइट एवं रीड (1:1) प्रवाह क्षमता के साथ 2 PiB PFS स्टोरेज को जोड़ा गया है। इससे आयुका में लाइगो-विर्गो-कागरा डिटेक्टर नेटवर्क से अधिकांश डेटा को बनाए रखने में मदद होगी।

3) उच्च निष्पादन संगणन क्लस्टर (ब्रूम) स्टोरेज विस्तार

आयुका के वैज्ञानिकों के नेतृत्व में किया जाने वाला मीरकैट अवशोषण रेखा सर्वेक्षण (एम.ए.एल.एस.), यह दक्षिण अफ्रीका में मीरकैट टेलिस्कोप के साथ किए जा रहे दस सबसे व्यापक सर्वेक्षणों में से एक है। आयुका में डेटा प्रक्रमण के लिए चALS समूह द्वारा परिवहनीय साधनों (टेप्स एवं डिस्क) के माध्यम से डेटा को दक्षिण अफ्रीका से आयुका में स्थानांतरित किया जा रहा है। वर्तमान में MALS क्लस्टर प्रयोग करने योग्य स्टोरेज के साथ सुसज्जित था। फिर भी, पिछले कुछ महिनो में डेटा प्रक्रमण में लगभग 90% स्टोरेज प्रयोग में लाया गया। इसलिए, बाधारहित डेटा प्रक्रमण को जारी रखने के लिए, हमने MALS स्टोरेज को 1.5 PB तक बढ़ाया है।

4) आवासी कॉलोनी में वाईड LAN संयोजकता

लॉकडाउन के दौरान, आवासी कॉलोनी में अधिकतर संकाय, छात्र एवं कर्मचारी वर्ग घर से ही अपना नियत कार्य कर रहे हैं। इसे सुविधाजनक बनाने हेतु, हमने आवासी कॉलोनी में वाईड LAN संयोजकता के प्रसारण क्षेत्र को बढ़ाया है। इस परियोजना में हमने



टाइप-4 D क्राटर्स (आकाशगंगा 14-25), तक्षशिला फ्लैट लेट्स (T13-T24) एवं चित्तरंजन (C1-C5) को कनेक्टिविटी प्रदान की।

5) UPS बैटरी को बदलना

आयुका में दो अलग-अलग डेटा केंद्र हैं, दोनों ही केंद्र महत्वपूर्ण सेवाएँ प्रदान करते हैं। बाधारहित सेवाएँ प्रदान करने के लिए इन डेटा केंद्रों को UPS के माध्यम से बिजली की आपूर्ति की जाती है। एक डेटा केंद्र के लिए हमारे पास 280 KVA ABB UPS है, तो वहीं दूसरे डेटा केंद्र के लिए हमारे पास 120 KVA Vertiv UPS है। इन UPS की बैटरी लगभग चार वर्ष पुरानी थी। इसलिए, हमने दोनों UPS प्रणालियों की बैटरी को बदल दिया है।

6) तंत्र प्रशासक के लिए ऑल इन वन पीसी

तंत्र प्रशासक समूह द्वारा उपयोग किए जाने वाले मौजूदा ऑल-इन-वन डेस्कटॉप्स लगभग 8 वर्ष पुराने थे, और इनकी वारंटी भी समाप्त हो चुकी थी। इन प्रणालियों पर सॉफ्टवेयर/पैकेजस के नवीनतम संस्करणों का परीक्षण करना अत्यधिक कठिन हो गया था। इसलिए, पुराने ऑल-इन-वन डेस्कटॉप को बदलकर उनकी जगह पर नए ऑल-इन-वन डेस्कटॉप लाने का कार्य प्रगति पर है।

7) ऑनलाइन व्याख्यानों की सुविधा

महामारी के कारण, जूम एवं गुगल क्लासरूम का उपयोग करते हुए लाइव व्याख्यानों का आयोजन करने हेतु, वीडियो कॉन्फ्रेंसिंग प्रणाली खरीदी गई एवं उसे स्थापित किया गया। इसके अतिरिक्त, छात्रों को व्याख्यानों में उपस्थित रहने हेतु मदद के लिए लैपटॉप भी प्रदान किए गए।

8) सीसीटीवी सुरक्षा व्यवस्था को क्रियान्वित करना

हमने कंप्यूटर हार्डवेयर, डेटा सेंटर गैर-आई.टी. उपकरण पर निगरानी रखने एवं उनकी सुरक्षा के लिए क्लोज्ड-सर्किट टेलिविजन कैमरा (सीसीटीवी) स्थापित किए हैं। वर्तमान में, लाइब्ररी ओपन ऑफिस, टीवी कक्ष (अभ्यागतों के लिए आवंटित), कंप्यूटर सेंटर कॉरिडोर, न्यू डेटा सेंटर कॉरिडोर एवं बीएमएस टेरेस क्षेत्र CCTV निगरानी में हैं।

घर से काम करने को सुविधाजनक बनाने हेतु, WiFi प्रसारण क्षेत्र बढ़ाने एवं आयुका परिसर में कनेक्टिविटी के स्थायित्व में सुधार लाने हेतु, हमने रुकुस R720 (7), रुकुस H320 (10) इनडोर वायरलेस अक्सेस पॉइंट, और रुकुस T610 (7) आउटडोर वायरलेस अक्सेस पॉइंट स्थापित किए और बेहतर प्रसारण क्षेत्र के लिए मौजूदा अक्सेस पॉइंट्स का भी स्थान परिवर्तन किया।

हमने एचपी लेजरजेट कलर M775 प्रिंटर (1), एचपी लेजरजेट 436 DN (2), एचपी इलाइट डेस्कटॉप 800 G3 विथ मॉनिटर (20), एचपी प्रोबुक 440 G7 लैपटॉप (10), एचपी प्रोबुक 440 G6 लैपटॉप एवं मैकबुक प्रो (4) को अकादमिक समूह, अभ्यागतों एवं प्रशासनिक अधिकारियों के लिए ले लिया है।

कंप्यूटर केंद्र आयुका सहकर्मियों, परियोजना छात्रों के साथ-साथ भारत एवं विदेशों के विश्वविद्यालयों एवं संस्थानों के अभ्यागतों को तकनीकी सहयोग प्रदान करता रहता है।



संगणन सुविधा में 8 कर्मचारी कार्यरत हैं, जिनके दैनिक कार्यों में निम्नलिखित कार्य शामिल हैं:

1. आयुका के लिए आवश्यक समस्त आई.टी. समाधान/ तकनीकी तैयार करना, और कंप्यूटर उपयोगकर्ता समिति को उनकी सम्मति के लिए प्रस्तुत करना।
2. कंप्यूटर उपयोगकर्ता समिति सदस्यों के साथ विचार-विमर्श करके योजना दस्तावेज़ तैयार करना एवं उन्हें अंतिम रूप देना।
3. आयुका आई.टी. के लिए जो खरीदा जाना आवश्यक है, ऐसे RfP (प्रस्ताव के लिए अनुरोध) निविदा दस्तावेज़ के लिए विशिष्ट विवरण तैयार करना, खरीद संबंधी पूरी प्रक्रिया का निरीक्षण करना एवं अनुवर्ती कार्रवाई करना।
4. परिसर में स्थित आई.टी. हार्डवेयर का रखरखाव। जिसमें सर्वर्स, डेस्कटॉप, मोबाइल, संगणन उपकरण, प्रिंटर आदि शामिल हैं।
5. ऐडमिनिस्ट्रेटिव ऑफिस ऑटमेशन सॉफ्टवेयर (iOAS) एवं आयुका वेबसाइट के लिए आंतरिक डिज़ाइन, विकास एवं रखरखाव के लिए सहायता प्रदान करना। (ऐसे वेब पोर्टल्स तैयार किए गए हैं, जिसमें विभिन्न कार्यशालाओं के लिए ऑनलाइन एप्लिकेशन मोड्यूल शामिल हैं।)
6. आयुका में उपलब्ध कराई गई जिब्रा ईमेल सर्विस एवं मिरर साइट्स की देखरेख करना और उनका दैनिक संचालन करना।
7. डेटा बैकअप की संरचना एवं प्रबंधन।
8. नेटवर्क सांस्थितिकी एवं फायरवाल नियमों को बनाना, उनका प्रबंधन करना एवं संचालन करना।
9. संपूर्ण कार्यालय के साथ-साथ आवासीय परिसर को शामिल करते हुए रुकुस वाइरलेस नेटवर्क का संचालन करना। अंतिम उपयोगकर्ता को लैपटॉप, मोबाइल उपकरणों जैसे वाई-फाई उपकरणों के लिए सहायता प्रदान करना।
10. VM doo आधारिक संरचना का एवं AD, आदि जैसे संचालन पूरा करने वाले विभिन्न सर्विस का दैनिक संचालन करना।
11. वीडियो कान्फ्रेंसिंग उपकरण एवं अंतिम उपयोगकर्ता सहायता को बनाए रखना।
12. कंप्यूटर केंद्र की उपभोग्य वस्तुएँ एवं परिसंपत्तियाँ और फर्नीचर की वस्तु सूची का प्रबंधन करना एवं उस पर ध्यान रखना।
13. आयुका में समस्त संबद्ध वेब सर्वर्स के लिए एसएसएल प्रमाणपत्र एवं सॉफ्टवेयर को खरीदना।
14. प्रशासनिक कर्मचारी, अकादमिक सदस्य, अभ्यागत एवं सहकर्मियों के लिए अंतिम उपयोगकर्ता सेवा सहायता प्रदान करना।
15. बिग डेटा, एस्ट्रोसॉट, लाइगो, एम.ए.एल.एस., एस.यू.आई.टी. जैसी आई.टी. की व्यापक परियोजनाओं के लिए आधारिक संरचना, प्रबंधन एवं कोडिंग सहायता प्रदान करना।
16. आयुका उपयोगकर्ताओं एवं क्लस्टर उपयोगकर्ताओं को ध्यान में रखते हुए, मेटलैब, IDL, मैथेमैटिका, जैसे गणितीय सॉफ्टवेयर को खरीदना, अधिष्ठापन करना एवं आवधिक उन्नतीकरण करना।



17. आयुका में OEM के सहयोग के साथ क्लस्टर के हार्डवेयर का रखरखाव एवं सामान्य प्रणाली का संचालन करना।
18. डेटा केंद्र प्रबंधन गतिविधियों के साथ संपदा विभाग की सहायता करना।
19. परिचालन संबंधी ज़रूरतों को पूरा करने के लिए नए हार्डवेयर समाधान तैयार करना।

उच्च कार्यक्षमता संगणन

वर्तमान में, आयुका में तीन बड़े स्वतंत्र एचपीसी क्लस्टर हैं, जो पेगासस, सारथी एवं ब्रुम जैसे विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए विकसित किए गए हैं।

पेगासस क्लस्टर आयुका के साथ संबद्ध खगोल विज्ञान समुदाय की सामान्य संगणन आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए है। इसमें 60 कंप्यूट नोड हैं, प्रत्येक नोड में 32 कोर एवं 384 GB रैम है। इसमें इंटर-कनेक्ट के रूप में इन्फिबैंड EDR (100Gbps) का और जॉब शेड्यूलर के रूप में पोर्टेबल बैच सिस्टम (PBS) का उपयोग किया जाता है। मानसिक चित्रण के उद्देश्य के लिए, NVIDIA Tesla P100 GPU कार्ड्स के साथ दो ग्राफिक नोड्स विकसित किए गए हैं। क्लस्टर 2 PB पैरेलल फाइल सिस्टम (लस्टर) से जोड़ा गया है, जो 15GBps प्रवाह क्षमता को वितरित करने के लिए सक्षम है। पेगासस क्लस्टर की सैद्धांतिक संगणन गति 100 TF है। पेगासस क्लस्टर का उपयोग आयुका एवं विभिन्न भारतीय विश्वविद्यालयों से लगभग 50 हाई वॉल्यूम यूजर्स द्वारा उपयोग किया गया है, आणविक प्रकीर्णन, आणविक गतिकी, तारकीय गतिकी, गुरुत्वीय N-Body अनुरूपण, ब्रह्मांडीय सूक्ष्मतंत्र पृष्ठभूमि विकास, द्रव यांत्रिकी, चुंबक द्रव गतिकी, प्लाज्मा भौतिकी एवं विविध खगोलीय डेटा का विश्लेषण के लिए अनुप्रयोगों को चलाया जाता है।

सारथी क्लस्टर का उपयोग मुख्य रूप से गुरुत्वीय तरंग अनुसंधान के लिए किया जाता है और अधिकतर इसका उपयोग लाइगो वैज्ञानिक सहकार्यता (एलएससी) के राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय सदस्यों द्वारा किया जाता है, जिसमें आयुका के कई सदस्य एवं सहकर्मी शामिल हैं। क्लस्टर में हेटरजीनीअस कंप्यूट सर्वर समाविष्ट हैं। इसे तीन चरणों में बनाया गया है। क्लस्टर में 8000 से भी अधिक भौतिक कोर हैं। क्लस्टर के कंप्यूट नोट सीपीयू का सैद्धांतिक शिखर निष्पादन (थीअरेटिकल पीक पफॉर्मन्स) 530 TF के आसपास है। क्लस्टर में 30Gbps रीड एंड राइट (1:1) प्रवाह क्षमता के साथ 2PiB PFS स्टोरेज है।

ब्रुम क्लस्टर का उपयोग केवल मीरकैट अवशोषण रेखा सर्वेक्षण (MALS) के लिए किया जाता है। इस क्लस्टर में 16 कंप्यूट नोड्स हैं, जो 25 TF संगणन गति प्रदान करते हैं। इसमें 2.5 PB की प्रयोग करने योग्य क्षमता की समानांतर फाइल प्रणाली (DDN) जुड़ी हुई है।

भारत में सर्वश्रेष्ठ सुपरकंप्यूटरों में एचपीसी क्लस्टर सूचीबद्ध हैं।

31 जनवरी 2021 को प्रकाशित भारत के सर्वश्रेष्ठ सुपरकंप्यूटरों की सूची में सारथी क्लस्टर फेज III, पेगासस क्लस्टर एवं सारथी क्लस्टर फेज II को क्रमशः 22 वें, 32 वें और 35 वें स्थान पर सूचीबद्ध किया है। सूची को सीडैक टेरास्केल सुपरकंप्यूटिंग फॅसिलिटी, (CTSF) सीडैक, बेंगलुरु के सहयोग से बनाया गया है।

सूची <http://topsc.cdac.in/jsps/jan2021/index.html> पर उपलब्ध है।



आयुका डेटा केंद्र में संगणन सुविधा के प्रमुख के साथ संगणन सुविधा के कर्मचारियों का उपवर्ग
(उच्च निष्पादन संगणन क्लस्टर को पीछे देखे जा सकते हैं।)



आयुका उच्च निष्पादन संगणन क्लस्टर, पर्सियस, पेगासस और सारथी



आयुका डेटा केंद्र के लिए चिलर प्लांट असेंबली



आयुका डेटा केंद्र के लिए यूपीएस, बैटरी बैंक्स एवं कंट्रोल पैनल्स के साथ पॉवर कंडिशनिंग कक्ष
(सभी चित्रों का श्रेय शशांक तर्पे, आयुका को जाता है)



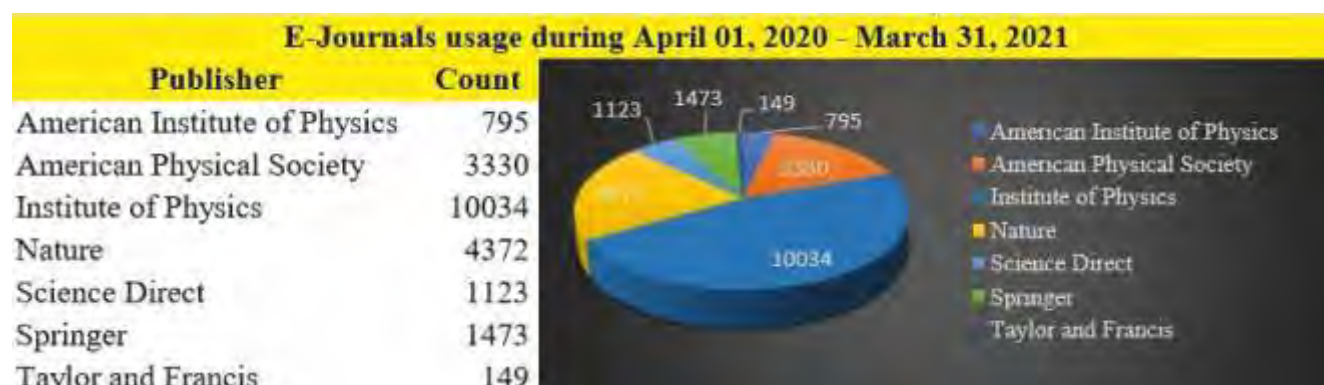
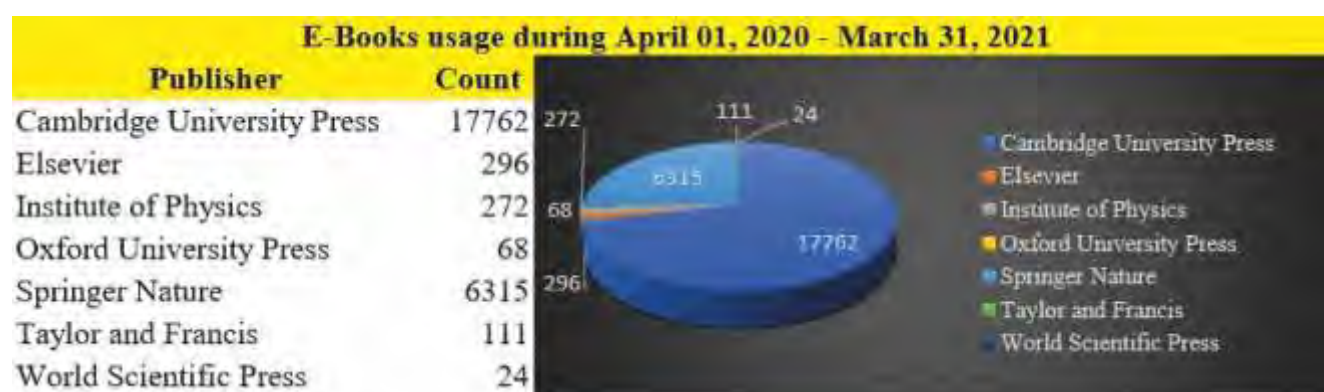
ग्रंथालय

आयुका ग्रंथालय खगोलविज्ञान, खगोल भौतिकी एवं संबंधित क्षेत्रों के पुस्तकों एवं पत्रिकाओं के व्यापक संग्रह को प्रयोग में लाने का अवसर प्रदान करता है। ग्रंथालय ने 2020-2021 के लिए स्प्रिंगर फिज़िक्स एवं अस्ट्रोनमी ई-बुक्स के संग्रह को शामिल किया है, जिसमें 388 ई-बुक्स शामिल हैं, और ग्रामरली प्रीमियम और ओवरलीफ प्रीमियम सॉफ्टवेय के लिए अपनी सदस्यता को नवीनीकृत किया है। इसके अलावा, ग्रंथालय ने पूरे वर्ष के लिए 79 पत्रिकाओं के लिए अपनी सदस्यता का नवीकरण किया है।

ई-पत्रिकाओं की सदस्यता के अलावा, ग्रंथालय ने निम्नलिखित सात ई-संसाधन शिष्टाचार भेंट में प्राप्त किए। ग्रंथालय ने ई-शोध सिंधू कंसोर्टियम फॉर हायर एज्युकेशन इलेक्ट्रॉनिक रिसोर्सेज, एमएचआरडी भारत सरकार के लिए अक्सेस प्रदान करना जारी रखा है।

- अमेरिकन इन्स्टिट्यूट ऑफ फिज़िक्स
- अमेरिकन फिज़िकल सोसायटी
- इन्स्टिट्यूट फॉर स्टडीज इन इंडस्ट्रीअल डिवेलपमेंट डेटाबेस।
- जे गेट प्लस
- स्प्रिंगर लिंक एंड नेचर
- टेलर एंड फ्रांसिस
- वेब ऑफ साइन्स

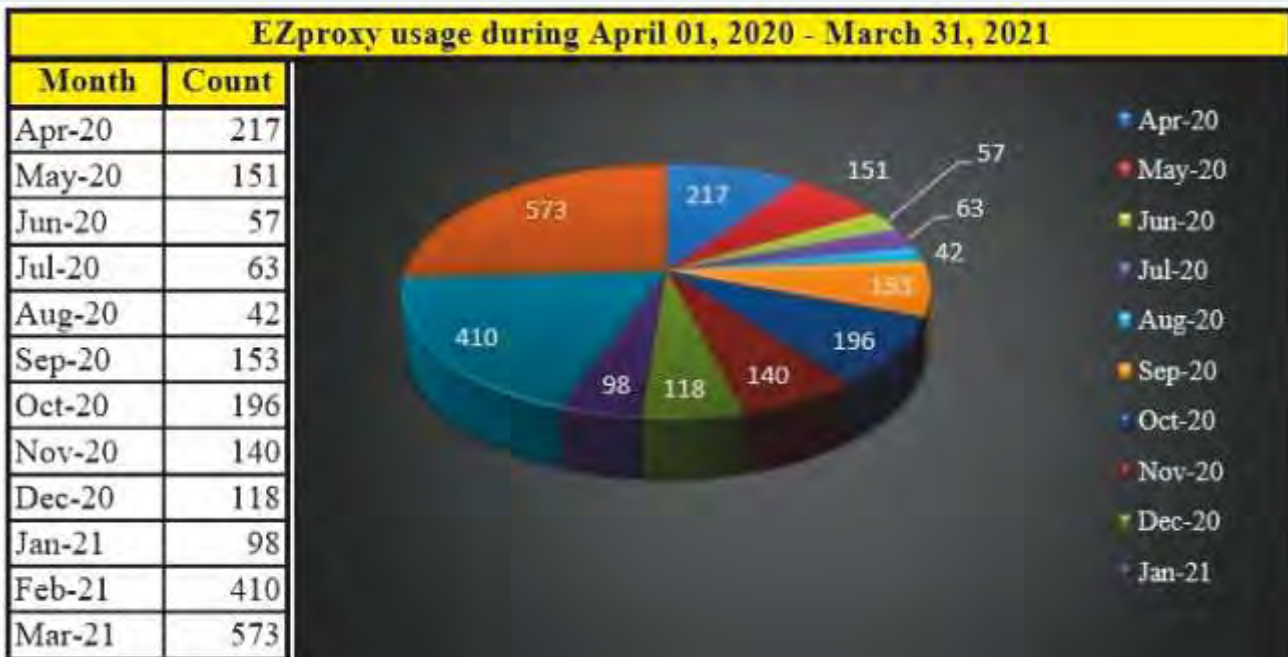
वर्ष के दौरान ई-बुक्स एवं ई-पत्रिकाओं का किया गया उपयोग नीचे चित्रित किया है:





ग्रंथालय द्वारा अभिदत्त समस्त ई-संसाधनों के आयुका-परिसर के बाहर भी सुविधाजनक एक्सेस हेतु ग्रंथालय द्वारा EZproxy एक्सेस एवं प्रमाणीकरण सॉफ्टवेयर का प्रभावी तरीके प्रयोग किया गया है। निम्नलिखित ई-संसाधनों को उपयोगकर्ताओं द्वारा एक्सेस किया जाता है। इसमें आयुका के अभ्यागत सहकर्मियों का EZproxy का प्रयोग करना शामिल है।

- अमेरिकन एसोसिएशन ऑफ फिज़िक्स टीचर्स
- अमेरिकन इन्स्टिट्यूट ऑफ फिज़िक्स
- अमेरिकन फिज़िकल सोसायटी
- अमेरिकन साइअन्टिस्ट
- ऐन्यूअल रिव्यू ऑफ अस्ट्रोनमी एंड ऐस्ट्रोफिज़िक्स
- अप्लाइड आर्टिक्स
- कैम्ब्रिज यूनिवर्सिटी प्रेस
- ईडीपी साइन्स
- इन्स्टिट्यूट ऑफ फिज़िक्स
- आयुका इन्स्टिट्यूशनल रिपॉज़िटरी
- नेचर
- न्यू साइंटिस्ट
- फिज़िक्स टूडे
- फिज़िक्स एज्युकेशन
- पाप्यलर साइन्स
- साइन्स डाइरेक्ट
- स्प्रिंगर नेचर
- टेलर एंड फ्रॉन्सिस
- वेब ऑफ साइन्स
- वर्ल्ड साइंटिफिक



सामान्य ग्रंथालय कार्य के अलावा, पाँच प्रोफेशनल एवं एक ग्रंथालय प्रशिक्षणार्थी इन सब की एक टीम निम्नलिखित गतिविधियाँ एवं सेवाएँ प्रदान की है:

1. लेखों के लिए दस्तावेज़ वितरण सेवा- 131 उपयोगकर्ताओं से आए 251 लेख अनुरोधों को पूर्ण किया।
2. ग्रंथालय ने 15 प्रकाशन शुल्क अनुरोधों को तैयार किया।
3. ग्रंथालय ने अनुसंधान संबंधी कागज़ातों के लिए उरकुंड का उपयोग करते हुए साहित्यिक चोरी की रिपोर्ट प्रदान की।
4. ग्रंथालय YouTube चैनल में 206 वीडियो का संग्रह है। वर्तमान में सबस्क्राइबर है 5,452, और कुल मिलाकर 96,317 बार देखा गया है।
5. पुस्तकालय के कर्मचारियों ने 2020-2021 के वार्षिक प्रतिवेदन के लिए आयुका अकादमिक एवं अभ्यागत सहकर्मियों के प्रकाशनों की सूची तैयार करने में प्रकाशन विभाग की सहायता की।

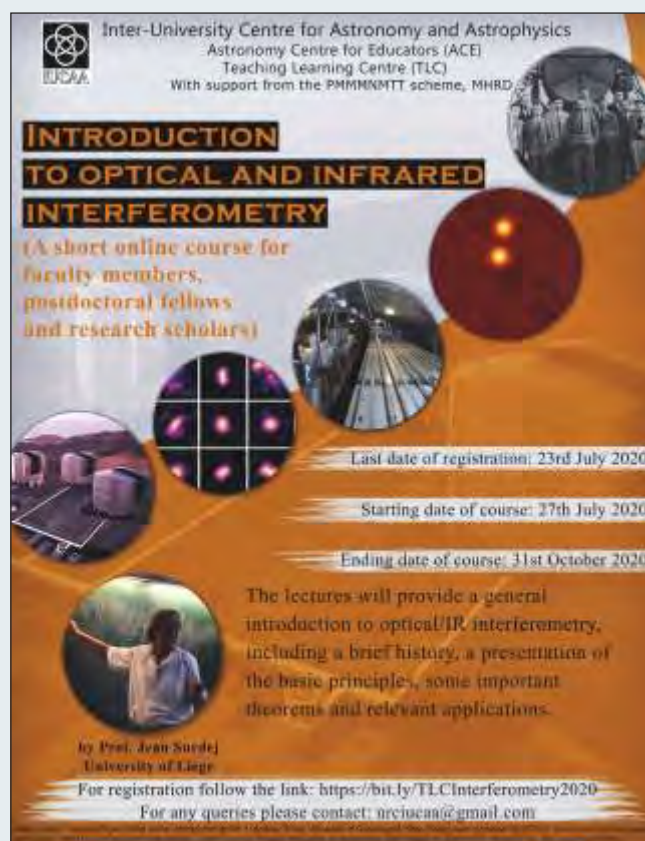
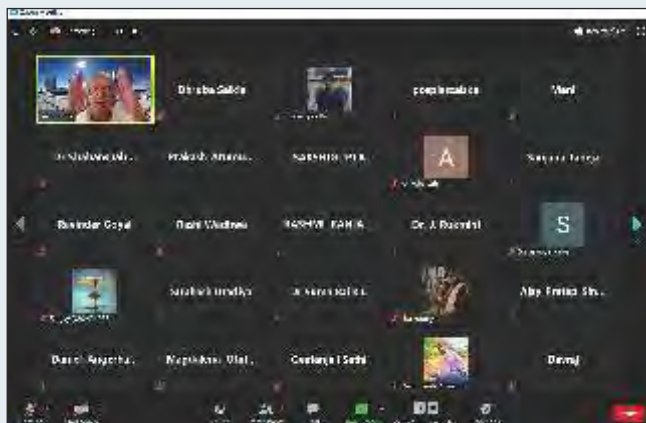


ACE-RPL – गतिविधियाँ

ऑप्टिकल एवं अवरक्त इंटरफेरोमेट्री का परिचय

ऑप्टिकल एवं अवरक्त इंटरफेरोमेट्री का परिचय, नामक ऑनलाइन पाठ्यक्रम का आयोजन आयुका के शिक्षकों हेतु खगोल विज्ञान केंद्र के शिक्षण अधिगम केंद्र द्वारा जुलाई 2020 से सितंबर 2020 के अंत तक किया गया। इस पाठ्यक्रम में जीन सुरदेज (माननीय निदेशक, एक्सट्रागैलेक्टिक एस्ट्रोफिजिक्स एंड स्पेस आब्जर्वेटरीज ग्रुप, लीज विश्वविद्यालय, बेल्जियम) ने प्रशिक्षक के रूप में अपना कार्यभार संभाला था। अविनाश देशपांडे (आयुका) ने फूरियर ट्रान्सफॉर्म पर चार व्याख्यानों की शृंखला भी प्रदान की। यह बातचीत ज़ूम द्वारा की गई थी, जबकि लर्निंग मैनेजमेंट सिस्टम मूडल की स्थापना की गई, जहाँ सभी वीडियो, प्रस्तुतीकरण, प्रश्नोत्तरी, असाइनमेंट्स आदि उपलब्ध थे। लगभग सौ से भी अधिक प्रतिभागियों ने इस पाठ्यक्रम के लिए पंजीकरण किया था,

जिनमें बड़े पैमाने पर भारते के कॉलेज एवं विश्वविद्यालयों के संकाय सदस्यों के साथ साथ कुछ विदेशी सदस्य भी थे। इस पाठ्यक्रम का संचालन प्रकाश अरुमुगासामी (आयुका) द्वारा किया गया था।



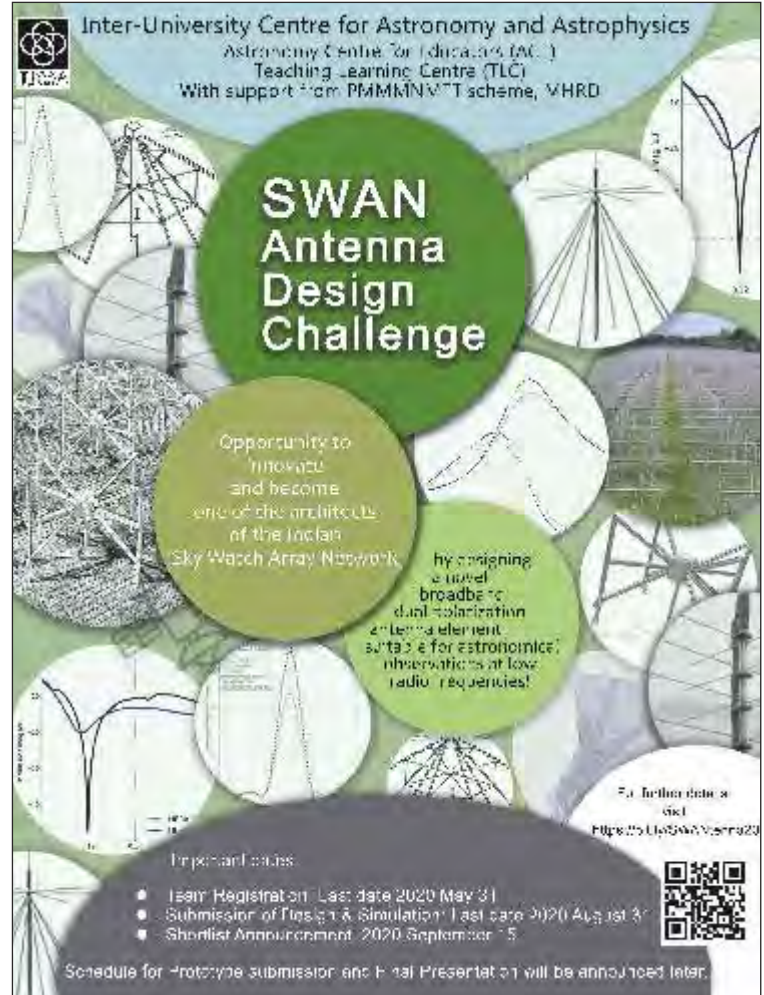
एंटीना डिजाइन प्रतियोगिता: स्वनेन्टना (SWANtenna) – 2020

इस महामारी के दौरान शिक्षकों के लिए खगोल विज्ञान केंद्र के शिक्षण अधिगम केंद्र, आयुका द्वारा भी प्रयास किए जा रहे थे जिनमें उपकरण डिज़ाइन करना एवं तदुपश्चात उसका निर्माण करना या फिर उपकरण और / या सॉफ्टवेयर के साथ परीक्षण करना शामिल था, जो प्रतिभागियों को आसानी से मिल सकें या जो उनके घरों में उपलब्ध हो। रेडियो अस्ट्रानमिकल अवलोकनों के लिए लो-फ्रीक्वेंसी एंटीना का डिज़ाइन बनाना, यह भी स्काय वॉच अरे नेटवर्क (SWAN) के हिस्से के रूप में शुरू किया हुआ एक उपक्रम था, जिसका प्रारंभ अविनाश देशपांडे (IUCAA) द्वारा रमन रिसर्च इन्स्टिट्यूट में किया गया था। SWANten पर 2020 नामक इस प्रतियोगिता को मई 2020 में घोषित किया गया था, यह अंतर-संस्थागत सहकार्यता को बढ़ावा देने के लिए संस्थानों के अंतर्गत समूह बनाने की संभावना के साथ-साथ देश भर के संकाय सदस्यों एवं छात्रों के समूहों के लिए खुला था। प्रतियोगिता के लिए अत्यधिक मात्रा में प्राप्त प्रतिसाद के अंतर्गत, 35 से भी अधिक समूह थे, जिनमें लगभग 70 संकाय सदस्य शामिल थे, वे सलाहकार थे। इस प्रतियोगिता के लिए देश भर से 300 से भी अधिक छात्रों ने पंजीकरण किया एवं जून से सितंबर 2020 के इन चार महिनों के दौरान वांछित विनिर्दिष्टों के साथ एंटीना का डिज़ाइन तैयार करने की दिशा में काम किया। WIPL-D यह एक सर्बियन कंपनी है, जो विद्युत चुंबकत्व क्षेत्र के अंतर्गत ईएम सिमुलेशन एवं सॉफ्टवेयर में विशेषज्ञता रखती है, इसने उदारतापूर्वक सभी प्रतिभागियों के लिए अपने सॉफ्टवेयर पैकेज का निःशुल्क एक्सेस प्रदान किया। 18 समूहों से



आई हुई प्रविष्टियों में 150 से भी अधिक प्रतिभागियों ने अपने पूरे हुए एंटिना डिज़ाइन एवं सिम्युलेशन से होनेवाले प्रदर्शनों की विशेषताओं के मूल्यांकन विवरणों को सूचित किया। संबंधित विवरण 30 सितंबर 2020 की बढ़ाई हुई अंतिम तिथि तक प्राप्त हुए।

देश के प्रसिद्ध एंटिना विशेषज्ञों की निर्णायक समिति द्वारा उन्हें जज किया गया, जिसमें रघुनाथन शेगांवकर (पूर्व निदेशक, आईआईटी, दिल्ली एवं वर्तमान में कुलपति, बनेट विश्वविद्यालय) सुब्रमणियम अनंतकृष्णन (पूर्व डीन, एनसीआरए-टीआईएफआर, पुणे, वर्तमान में सावित्रीबाई फुले पुणे विश्वविद्यालय में) अजित टी. कालघटगी (पूर्व निदेशक, आर एंड डी, बीईएल) शिवन कौल (ससम्मान सेवामुक्त प्राध्यापक, सेंटर फॉर अप्लाइड रिसर्च इन इलेक्ट्रॉनिक्स, आईआईटी, दिल्ली) सुरेंद्र पाल (प्रोफेसर सतिश धवन प्रोफेसर एंड वरिष्ठ सलाहाकार, सैटलाइट नेविगेशन सेंटर, इसरो) एवं के.पी.राय (डीन, डाआईएटी) प्रमुख थे। प्रोटो-टाइप फैब्रिकेशन और परीक्षणों के लिए उच्च गुणवत्तापूर्ण डिज़ाइनों की शृंखला की संक्षिप्त सूची बनाई गई। SWANten पर प्रतियोगिता का संचालन अविनाश देशपांडे एवं टीएलसी के अन्य सहकर्मियों द्वारा किया गया था।



रेडियो अस्ट्रानमी विंटर स्कूल

तेरहवें रेडियो अस्ट्रानमी विंटर स्कूल का आयोजन 28 दिसंबर 2020 से 9 जनवरी 2021 के दौरान, आयुका एवं एनसीआरए-टीआईएफआर द्वारा संयुक्त रूप से ऑनलाइन पद्धति से किया गया। इसमें 600 आवेदक सम्मिलित हुए जिनमें से 50 आवेदकों का जूम द्वारा सहभागी होने के लिए चयन किया गया जबकि शेष सभी आवेदक यूट्यूब के माध्यम से कार्यक्रम को सुन सकते थे। रेडियो खगोलविज्ञान से संबंधित विभिन्न विषयों पर प्रस्तुतीकरण एवं ट्यूटोरियल्स एवं चर्चा सत्र देर रात तक चलते रहे, इसके अलावा वहाँ सावधानीपूर्वक डिज़ाइन किए गए प्रयोग थे, जिन्हें प्रतिभागियों ने अपने घरों में संचालित किया था। प्रयोगों को 10 समूहों द्वारा किया गया। प्रत्येक समूह में 5 सदस्य थे। देश के विभिन्न विश्वविद्यालयों एवं कॉलेज से आए हुए एक-एक शिक्षक उपदेशक प्रत्येक समूह में थे। इन प्रयोगों में कुछ ऐसे प्रयोग शामिल थे जिनमें रेडियो तरंग के ट्रान्समिटर एवं रिसीवर के रूप में मोबाइल फोन्स एवं लैपटॉप का उपयोग किया गया। प्रतिभागियों ने दूरी के साथ सिग्नल की विभिन्नता एवं उसके पथ के साथ क्षीणन के परिणामों की जाँच की। उन्होंने प्राप्त रेडियो सिग्नल्स पर प्लेन एवं कॉर्नर परावर्तकों का उपयोग करके होनेवाले प्रभावों का भी अन्वेषण किया।

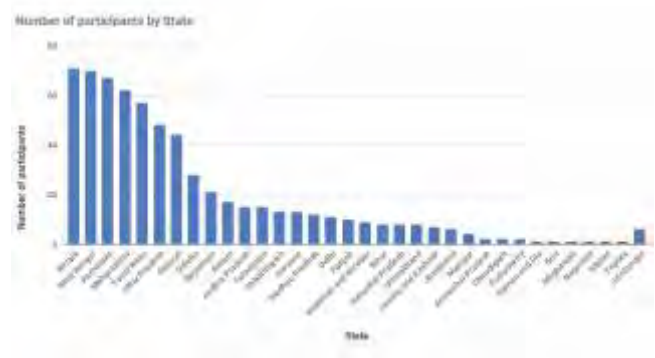
उन्होंने प्रत्यक्ष रूप से प्राप्त रेडियो सिग्नल्स के व्यतिकरण पर एवं मेटल/अल्युमिनियम परावर्तक के टकराने पर भी एक रोचक प्रयोग किया। ऑस्ट्रेलिया में 1940 के दौरान बनाए गए शुरुआती सी-क्लिफ रेडियो व्यतिकरणमापी का यह अनुकरण था। इसके अतिरिक्त, कार्यक्रम में



रेडियोमीटर के मूलभूत तत्व पर कार्यपत्रक थे एवं प्रयोगों में ऊटी रेडियो टेलीस्कोप, और जाएंट मीटरवेव रेडियो टेलीस्कोप दोनों से प्राप्त डेटा का विश्लेषण शामिल था। हालाँकि, एक ही भौगोलिक स्थान पर स्कूल और प्रतिभागी दोनों के एकसाथ होने के अपने फायदे होते हैं, ऑनलाइन प्रारूप ने ब्राजील एवं बांग्लादेश से प्रतिभागी को भारत में उनके समूह द्वारा किए गए कार्य का प्रस्तुतीकरण करने के लिए संभावनाओं के द्वार खोल दिए, सभी प्रतिभागी एकसाथ काम कर रहे थे और वेब के माध्यम से बातचीत कर रहे थे। शिक्षक उपदेशक, छात्र प्रतिभागियों के साथ ध्यानपूर्वक काम कर रहे थे। स्कूल के अंतिम दो दिनों में समूहों द्वारा किए गए प्रयोगों पर प्रस्तुतीकरणों के अलावा, खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी में कैरियर के अवसरों पर चर्चा की गई, साथ ही साथ अलग-अलग समूहों में प्रश्नोत्तरी का आयोजन किया गया। स्कूल में आयुका एवं एनसीआरए-टीआईएफआर से अठारह विशेषज्ञों ने भाग लिया। मुख्य आयोजन समूह में आशिष म्हस्के, अविनाश देशपांडे, ध्रुवा जे. सैकिया, जमीर मनुर एवं प्रकाश अरुमुगासामी (सभी आयुका से) और ऋता काले एवं शुभाशिष रॉय (दोनों एनसीआरए-टीआईएफआर) शामिल थे।

शिक्षण हेतु वार्षिक पुनश्चर्या कार्यक्रम: ARPIT 2020

ARPIT - 2019 के लिए आयुका के एनआरसी द्वारा सितारे एवं तारकीय प्रणाली पर एक पाठ्यक्रम तैयार किया गया, जिसमें सितारे एवं तारकीय प्रणाली के विकास के विभिन्न पहलूओं पर 10 मॉड्यूल में विभाजित 36 वीडियो का प्रस्तुतीकरण किया गया। सरिता विग (आईआईएसटी, तिरुअनंतपुरम) द्वारा सितारे एवं तारकीय विकास, सुकांता देब (कॉटन विश्वविद्यालय, गुवाहाटी) द्वारा तारकीय परिवर्तनशीलता, शिवरानी तिरुपति (आईआईए, बैंगलुरु) द्वारा सितारे एवं ब्रह्मांड विज्ञान, राम सागर एवं मनोज पुरावणकर (टीआईएफआर, मुंबई) द्वारा स्टार क्लस्टर एवं सितारों का निर्माण, दीपांकर भट्टाचार्य (आयुका) द्वारा सघन पिंड, सुशान कोनार (आयुका) द्वारा न्यूट्रॉन सितारों की खगोल भौतिकी, सुदिप भट्टाचार्य (टीआईएफआर, मुंबई) द्वारा युग्मक तारकीय प्रणाली, दिबेंदू नंदी (आईआईएसईआर, कोलकाता) द्वारा सूर्य (द सन), दुर्गेश त्रिपाठी (आयुका), दिव्या ओबेरॉय (एनसीआरए-टीआईएफआर), श्रवन हनासोगे द्वारा (टीआईएफआर, मुंबई) हेलिओ-एंड ऐस्ट्रो-साइजमालजी और अन्वेष मजुमदार (एचबीसीएसई, टीआईएफआर, मुंबई) द्वारा एक्स्ट्रासोलर प्लैनेट आदि पर मॉड्यूल बनाए हैं। 2020 में,





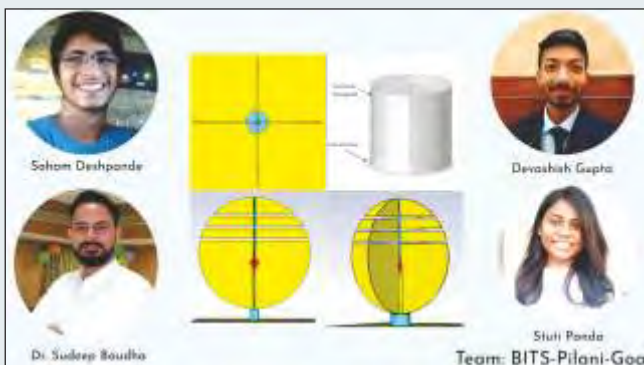
महामारी के कारण इस पाठ्यक्रम को पुनः प्रस्तुत किया गया। 31 दिसंबर 2019 की अंतिम तिथि से पहले ही कुल मिलाकर 732 प्रतिभागियों ने इस पाठ्यक्रम के लिए पंजीकरण किया था, जिनमें से आधे से भी अधिक प्रतिभागी कॉलेज एवं विश्वविद्यालयों के संकाय सदस्य थे। पंजीकृत प्रतिभागी देश के लगभग सभी हिस्सों से आए हुए थे, तो कुछ प्रतिभागी विदेशों से सहभागी हुए थे। आँकड़े विशेषज्ञों एवं प्रतिभागियों का राज्यानुसार वितरण दर्शाते हैं। ध्रुवा जे. सैकिया (आयुका) द्वारा पाठ्यक्रम का संचालन किया गया।

स्वनेन्टना (SWANtenna) 2020 प्रतियोगिता का परिणाम

जैसे कि खगोल के अक्टूबर 2020 के अंक में सूचित किया गया था, स्काय वॉच अरे नेटवर्क के लिए एंटीना के भाग का डिज़ाइन करने हेतु देश भर में से अठराह समूहों ने 30 सितंबर 2020 की अंतिम तिथि तक अपनी प्रविष्टियाँ जमा की। देश के प्रख्यात एंटीना विशेषज्ञों की निर्णायक समिति द्वारा विस्तृत आंकलन पर आधारित प्रस्तुतिकरण करने के लिए पाँच



समूहों को आमंत्रित किया गया था। निर्णायक समिति के प्रमुख रघुनाथन शेगांवकर (पूर्व निदेशक, आईआईटी, दिल्ली एवं वर्तमान में कुलपति, बेनेट विश्वविद्यालय) थे। समिति में सुब्रमणियम अनंतकृष्णन (पूर्व डीन, एनसीआरए-टीआईएफआर, पुणे, वर्तमान में सावित्रीबाई फुले पुणे विश्वविद्यालय में) अजित टी. कालघटगी (पूर्व निदेशक, आर एंड डी, बीईएल) शिवन कौल (ससम्मान सेवामुक्त प्राध्यापक, सेंटर फॉर अप्लाइड रिसर्च इन इलेक्ट्रॉनिक्स, आईआईटी, दिल्ली) सुरेंद्र पाल (सतिश धवन प्रोफेसर एंड वरिष्ठ सलाहाकार, सैटलाइट नेविगेशन सेंटर, इसरो) एवं के.पी.राय (डीन, डाआईटी) शामिल थे। उन्होंने उन तीन समूहों की सिफारिश की, जिनके एंटीना का डिज़ाइन प्रोटोटाइप का हो सकता है। बीआईटीएस-पिलानी, गोवा; फर्ग्युसन कॉलेज (स्वायत्त संस्था), पुणे; एवं थापर इन्स्टिट्यूट ऑफ इंजिनियरिंग एंड टेक्नॉलजी, पटियाला से अपने डिज़ाइन किए हुए एंटीना के साथ यहाँ तीनों समूहों को दर्शाया गया है। शिक्षकों हेतु खगोल विज्ञान केंद्र द्वारा SWANten पर-2020 प्रतियोगिता का संचालन किया गया।





पल्सर खगोल भौतिकी पर उन्नत पाठ्यक्रम



पल्सर खगोल भौतिकी पर एक ऑनलाइन उन्नत पाठ्यक्रम का आयोजन 25 जनवरी से 10 अप्रैल 2021 के दौरान संबंधित क्षेत्र में कार्यरत संकाय सदस्यों, पोस्ट-डॉक्टरल अध्येता एवं शोध छात्रों के लिए किया गया। दीपांकर भट्टाचार्य (आयुका) ने 20 व्याख्यानों की शृंखला के माध्यम से पल्सर खगोलभौतिकी के परिणामों पर विचार मंथन किया। इस शृंखला में पल्सर चुंबकीय मंडल प्रतिरूपण, पल्सर से रेडियो एवं उच्च-ऊर्जा विकिरण, न्यूट्रॉन स्टार आंतरिक, एवं स्थिति के समीकरण आदि विषय शामिल थे। पहले से रिकॉर्ड किए हुए वीडियो को सुनने के अलावा, दीपांकर

भट्टाचार्य के साथ सामान्य बातचीत भी की गई। नियमित रूप से असाइनमेंट दी गईं एवं प्रश्नोत्तरी का आयोजन किया गया। पाठ्यक्रम में देश भर के विभिन्न संस्थानों से लगभग 50 प्रतिभागी सम्मिलित हुए थे। पाठ्यक्रम का संचालन प्रकाश अरुमुगासामी (आयुका) द्वारा किया गया।



खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी पर परिचयात्मक पाठ्यक्रम

कॉलेज अध्यापकों के लिए खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी पर एक ऑनलाइन परिचयात्मक पाठ्यक्रम का आयोजन किया गया, जिसमें उत्तर-पूर्व के शिक्षकों पर विशेष ध्यान दिया गया। इस पाठ्यक्रम का आयोजन शिक्षण अधिगम केंद्र, आयुका एवं तेजपुर विश्वविद्यालय के खगोल शास्त्र के अनुसंधान एवं विकास के लिए आयुका केंद्र (ICARD) द्वारा संयुक्त रूप से किया गया। 27 जनवरी से 8 अप्रैल 2021 के



दौरान यह पाठ्यक्रम आयोजित किया गया। पाठ्यक्रम में खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी के उस पाठ्यचर्या को शामिल किया गया, जिसकी शुरुआत हाल ही में गुवाहटी विश्वविद्यालय एवं असम विश्वविद्यालय में पूर्व स्नातक स्तर पर की गई, एवं पाठ्यक्रम के अंतर्गत संबंधित क्षेत्र की आवश्यक मूलभूत शिक्षा के साथ-साथ हो रहे आधुनिक विकास को विशिष्ट रूप से दर्शाया गया। पाठ्यक्रम में सम्मिलित किए गए विषयों में मल्टि-मेसेंजर खगोलविज्ञान, सितारे एवं तारकीय विकास, आकाशगंगा एवं आकाशगंगा क्लस्टर, एवं



खगोलीय तकनीकें आदि विषय शामिल थे। विशेषज्ञों के रूप में बिमन नाथ (रमन रिसर्च इन्स्टिट्यूट, बेंगलुरु), बिमन मेधी (गुवाहाटी विश्वविद्यालय, गुवाहाटी) एवं सोमक रायचौधुरी एवं ध्रुवा जे.सैकिया(दोनों भी आयुका से) शामिल हुए। प्रतिभागियों को रात में आकाश का अन्वेषण करने हेतु स्टैलिग्रियम, ओपन सोर्स प्लैनेटोरियम फॉर कंप्यूटर, से परिचय करवा के दिया गया और उस पर प्रकाश अरुमुगासामी(आयुका) द्वारा एक टूटोरियल का आयोजन किया गया। पाठ्यक्रम के भाग के रूप में दो ऑनलाइन प्रश्नोत्तरी का आयोजन किया गया। देश भर से लगभग 40 प्रतिभागियों ने अपनी सहभागिता दर्शायी, जिनमें कई सारे प्रतिभागी उत्तर-पूर्व विभाग से आए थे। पाठ्यक्रम का संचालन गाजी अहमद एवं रुपज्योति गोगई (दोनों तेजपुर विश्वविद्यालय से) और ध्रुवा जे. सैकिया द्वारा किया गया।

ARPIT 2020 प्रतिभागियों के साथ (आभासी) वार्ता

ARPIT पाठ्यक्रम में शामिल किए गए सितारे एवं तारकीय प्रणाली नामक पाठ्यक्रम के अंतर्गत किसी भी विषय से संबंधित प्रश्न पूछने, एवं उस पर चर्चा करने के लिए मार्च 2021 के प्रत्येक रविवार को ARPIT 2020 प्रतिभागियों का विशेषज्ञों के साथ बातचीत के सत्र का आयोजन किया गया। परिचयात्मक खगोलविज्ञान एवं खगोलभौतिकी पाठ्यक्रम के प्रतिभागियों को भी इस पाठ्यक्रम में सहभागी होने के लिए आमंत्रित किया गया। इन सत्रों के कारण पाठ्यक्रम में शामिल किए गए विषयों पर काफी रोचक चर्चा हुई, जिसकी सहायता से बहुत सारी शंकाएँ दूर हुई। आकृतियाँ दो अलग-अलग चल रहे सत्रों को दर्शाती हैं।





आयुका के बाहर प्रायोजित बैठकें एवं कार्यक्रम



33^{वाँ}
वार्षिक प्रतिवेदन
2020-21

खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी पर कार्यशाला



असम विश्वविद्यालय द्वारा पूर्व स्नातक स्तर पर शुरू किए जा रहे नए पाठ्यक्रम के संबंध में 22-28 जनवरी 2020 के दौरान श्री किशन सारदा कॉलेज, हैलाकांडी, असम में खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी विषय में एक कार्यशाला का आयोजन किया गया था। कार्यशाला का संचालन रूपम सेन (श्री किशन सारदा कॉलेज), एवं डी.जे.सैकिया द्वारा किया गया था।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 123, जुलाई 2020 देखें।)



खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी पर अध्ययन सत्र



एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया की 38वीं बैठक के अवसर पर 14 फरवरी 2020 को आईआईएसईआर, तिरुपति में खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी विषय में अध्यापन पर उत्साहपूर्ण एवं सूचनाप्रद सत्र का आयोजन किया गया, जिसमें इससे संबंधित अनुभवों को साझा किया गया एवं इसे आगे बढ़ाने पर चर्चा की गई।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 123, जुलाई 2020 देखें)

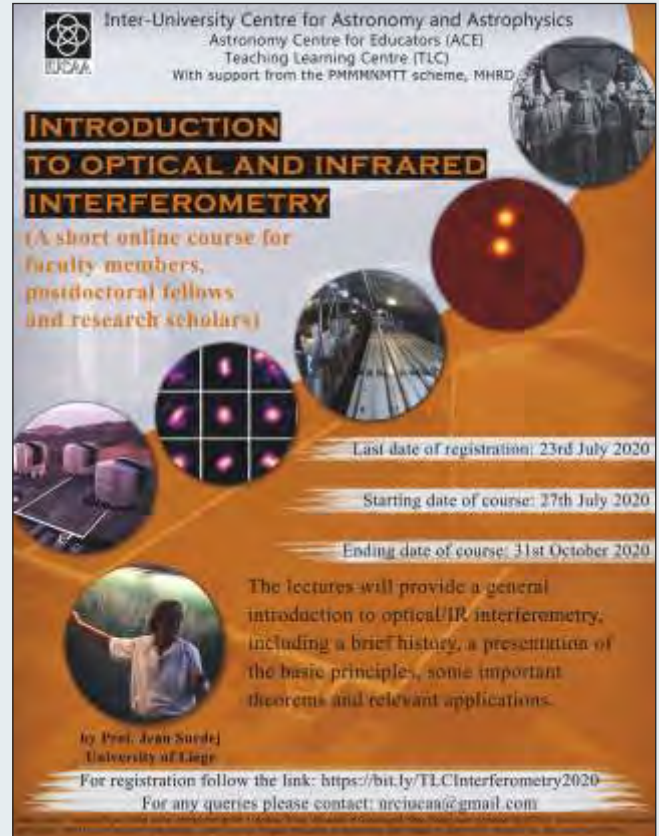
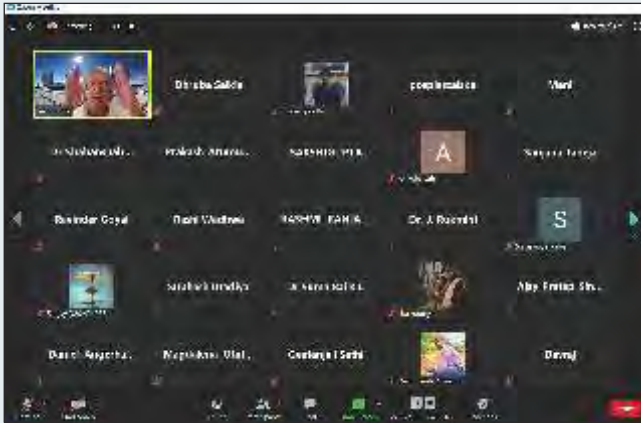




ऑप्टिकल एवं अवरक्त इंटरफेरोमेट्री का परिचय

शिक्षकों के लिए खगोलविज्ञान केंद्र के शिक्षण अधिगम केंद्र, आयुका द्वारा जुलाई 2020 से सितंबर 2020 के अंत तक ऑप्टिकल एवं अवरक्त इंटरफेरोमेट्री का परिचय नामक एक ऑनलाइन पाठ्यक्रम का आयोजन किया गया। इस पाठ्यक्रम में जीन सुरदेज (माननीय निदेशक, एक्सट्रागैलेक्टिक एस्ट्रोफिज़िक्स एंड स्पेस आब्ज़र्वेटरीज ग्रुप, लीज विश्वविद्यालय, बेल्जियम) ने प्रशिक्षक के रूप में अपना कार्यभार संभाला था, इस पाठ्यक्रम का संचालन प्रकाश अरुमुगासामी (आयुका) द्वारा किया गया था।

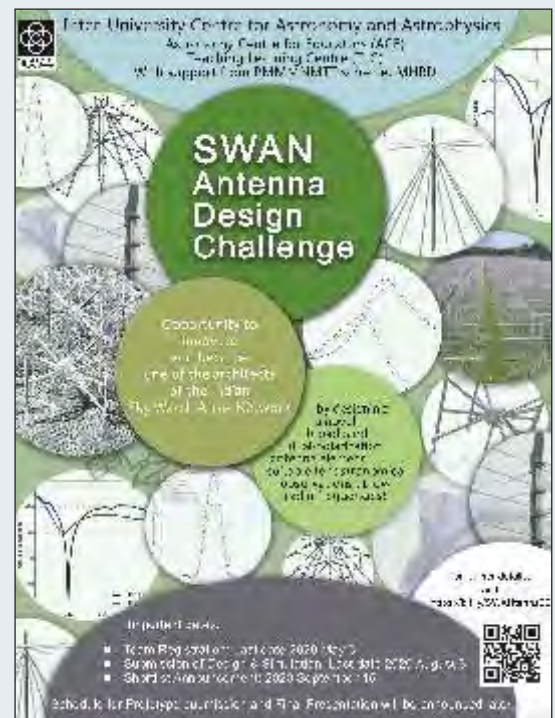
(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 124, अक्टूबर 2020 देखें।)



एंटीना डिज़ाइन प्रतियोगिता: SWANtenna – 2020

इस महामारी के दौरान शिक्षकों के लिए खगोल विज्ञान केंद्र के शिक्षण अधिगम केंद्र, आयुका द्वारा भी प्रयास किए जा रहे थे जिनमें उपकरण का डिज़ाइन करना एवं तदुपश्चात उसका निर्माण करना या फिर उपकरण और / या सॉफ्टवेयर के साथ परीक्षण करना शामिल था, जो प्रतिभागियों को आसानी से मिल सकें या जो उनके घरों में उपलब्ध हो। स्काय वॉच अरे नेटवर्क (SWAN) के हिस्से के रूप में रेडियो अस्ट्रानमिकल अवलोकनों के लिए लो-फ्रीक्वेंसी एंटीना का डिज़ाइन, यह भी एक उपक्रम था, जिसका प्रारंभ अविनाश देशपांडे (IUCAA) द्वारा रमन रिसर्च इन्स्टिट्यूट में किया गया था। SWANten पर 2020 नामक इस प्रतियोगिता को मई 2020 में घोषित किया गया था। SWANten पर प्रतियोगिता का संचालन अविनाश देशपांडे एवं टीएसी के अन्य सहकर्मियों द्वारा किया गया था।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 124, अक्टूबर 2020 देखें।)

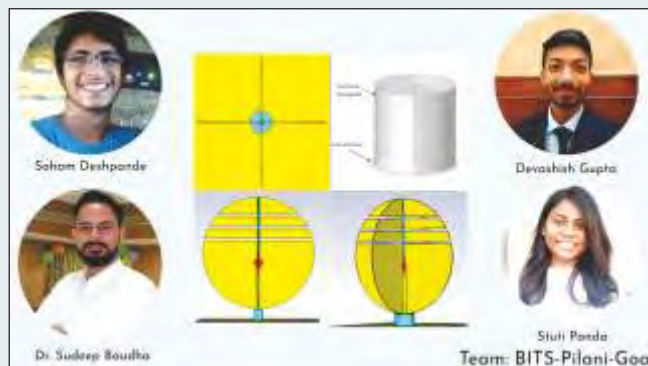




SWANtenna 2020 प्रतियोगिता के परिणाम

जैसे कि खगोल के अक्टूबर 2020 के अंक में सूचित किया गया था, स्काय वॉच अरे नेटवर्क के लिए एंटीना के भाग का डिज़ाइन करने हेतु देश भर में से अठराह समूहों ने 30 सितंबर 2020 की अंतिम तिथि तक अपनी प्रविष्टियाँ जमा की। देश के प्रख्यात एंटीना विशेषज्ञों की निर्णायक समिति द्वारा विस्तृत आंकलन पर आधारित प्रस्तुतिकरण करने के लिए पाँच समूहों को आमंत्रित किया गया था। SWANten पर-2020 प्रतियोगिता का संचालन शिक्षकों हेतु खगोलविज्ञान केंद्र द्वारा किया गया था।

(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल, अंक 125, अक्टूबर 2021 देखें।)





खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी पर परिचयात्मक पाठ्यक्रम

कॉलेज अध्यापकों के लिए खगोल विज्ञान एवं खगोल भौतिकी पर एक ऑनलाइन परिचयात्मक पाठ्यक्रम का आयोजन किया गया जिसमें उत्तर-पूर्व के शिक्षकों की ओर विशेष ध्यान दिया गया। इस पाठ्यक्रम का आयोजन शिक्षण अधिगम केंद्र, आयुका एवं तेजपुर विश्वविद्यालय के खगोल शास्त्र के अनुसंधान एवं विकास के लिए आयुका केंद्र (ICARD) द्वारा संयुक्त रूप से किया गया। 27 जनवरी से 8 अप्रैल 2021 के दौरान यह पाठ्यक्रम आयोजित किया गया। पाठ्यक्रम का संचालन गाजी अहमद एवं रुपज्योति गोगई (दोनों तेजपुर विश्वविद्यालय से) और धुबा जे. सैकिया द्वारा किया गया।



(विस्तृत विवरणों के लिए खगोल अंक 126, अप्रैल 2021 देखें।)



अभ्यागत सहकर्मियों द्वारा किए गए अनुसंधान

इस खंड में वर्ष 2020-2021 के दौरान खगोलविज्ञान, खगोलभौतिकी और संबद्ध क्षेत्रों में अभ्यागत सहयोगियों द्वारा शुरू किए गए अनुसंधानों को सम्मिलित किया गया है। अधिक जानकारी के लिए कृपया अंग्रेजी संस्करण देखें।

RESEARCH BY VISITING ASSOCIATES

Sheelu Abraham

A machine learning approach for GRB detection in AstroSat CZTI data

We present a machine learning (ML) based method for automated detection of Gamma-Ray Burst (GRB) candidate events in the range 60 keV - 250 keV from the *AstroSat* Cadmium Zinc Telluride Imager data. We use density-based spatial clustering to detect excess power and carry out an unsupervised hierarchical clustering across all such events to identify the different light curves present in the data. This representation helps to understand the instrument's sensitivity to the various GRB populations and identify the major non-astrophysical noise artefacts present in the data. We use Dynamic Time Warping (DTW) to carry out template matching, which ensures the morphological similarity of the detected events with known typical GRB light curves. DTW alleviates the need for a dense template repository often required in matched filtering like searches. The use of a similarity metric facilitates outlier detection suitable for capturing previously unmodelled events. We briefly discuss the characteristics of 35 long GRB candidates detected using the pipeline and show that with minor modifications such as adaptive binning, the method is also sensitive to short GRB events. Augmenting the existing data analysis pipeline with such ML capabilities alleviates the need for extensive manual inspection, enabling quicker response to alerts received from other observatories such as the gravitational-wave detectors. This work has been done in collaboration with Nikhil Mukund, Ajay M. Vibhute, Vidushi Sharma, Shabnam Iyyani, et al.

Gouri Ambika

Early warning signals indicate a critical transition in Betelgeuse

Critical transitions occur in complex dynamical systems when the system dynamics undergoes a regime shift. These can often occur with a little change in the mean amplitude of the system

response prior to the actual time of transition. The recent dimming and brightening event in Betelgeuse occurred as a sudden shift in the brightness and has been the subject of much debate. Internal changes or an external dust cloud have been suggested as reasons for this change in variability. We examine whether the dimming and brightening event of 2019-20 could be due to a critical transition in the pulsation dynamics of Betelgeuse by studying the characteristics of the light curve prior to transition. We calculated the quantifiers hypothesized to rise prior to a critical transition for the light curve up to the dimming event. These included the auto-correlation at lag-1, variance, and the spectral coefficient calculated from detrended fluctuation analysis, in addition to two measures that quantify the recurrence properties of the light curve. Significant rises are confirmed using the Mann-Kendall trend test. We see a significant increase in all quantifiers ($p < 0.05$) prior to the dimming event. This suggests that the event was a critical transition related to the underlying nonlinear dynamics of the star. Together with results that suggest a minimal change in Te and IR flux, a critical transition in the pulsation dynamics might be a reason for the unprecedented dimming of Betelgeuse. The rise in the quantifiers we studied prior to the dimming event supports this possibility. This work has been in collaboration with Sandip V. George, Sneha Kachhara, and Ranjeev Misra.

Multiplex recurrence networks from multi-lead ECG data

We present an integrated approach to analyze the multi-lead electrocardiogram (ECG) data using the framework of multiplex recurrence networks (MRNs). We explore how their intralayer and interlayer topological features can capture the subtle variations in the recurrence patterns of the underlying spatio-temporal dynamics of the cardiac system. We find that MRNs from ECG data of healthy cases are significantly more coherent with high mutual information and less divergence between respective degree distributions. In cases of diseases, significant differences in specific measures of similarity between layers are seen. The coherence is affected most in the cases of diseases associated with localized abnormality



such as bundle branch block. We note that it is important to do a comprehensive analysis using all the measures to arrive at disease-specific patterns. Our approach is very general and as such can be applied in any other domain where multivariate or multi-channel data are available from highly complex systems. This work has been done in collaboration with Sneha Kachhara .

Bijan K. Bagchi

Ermakov-Pinney equation for time-varying mass systems

We extend Fring-Tenney approach of constructing invariants of constant mass time-dependent systems to the case of a time-dependent mass particle. From a coupled set of equations described in terms of guiding parameter functions, we track down a modified Ermakov-Pinney equation involving a time-dependent mass function. As a concrete example, we focus on an exponential choice of the mass function. This work has been done in collaboration with Achal Vinod.

Qualitative analysis of a classical double oscillator model

A classical double oscillator model, that includes in certain parameter limits, the standard harmonic oscillator and the inverse oscillator, is interpreted as a dynamical system. We study its essential features and make a qualitative analysis of orbits around the equilibrium points, period-doubling bifurcation, time series curves, surfaces of section and Poincare maps. An interesting outcome of our findings is the emergence of chaotic behaviour when the system is confronted with a periodic force term like $f \cos \omega t$. This work has been done in collaboration with Dibyendu Ghosh, and Lal M. Saha.

Tanwi Bandyopadhyay

Bouncing cosmology for entropy corrected models in Hořava-Lifshitz gravity and fractal universe

The modified field equations are written in logarithmic and power law versions of entropy corrected models in Einstein's gravity in the background of FRW universe. In one section, a brief review of the Hořava-Lifshitz gravity is discussed and the modified field equations in logarithmic and power law versions of entropy corrected models in Hořava-Lifshitz gravity are formulated. The stability analysis for these

models are performed by describing the dynamical system. In another section, a brief review of the fractal universe is presented and the modified field equations in logarithmic and power law versions of entropy corrected models in fractal universe are formulated. The stability analysis for the dynamical system for these models in the framework of fractal universe are described. Furthermore, the bouncing scenarios of the universe in Hořava-Lifshitz gravity and fractal model for both logarithmic and power law entropy corrected versions in $k = 0, +1, -1$ separately are analyzed. For different cases, the validity of null energy condition (NEC) at the time of bounce is examined and the behaviours of the physical quantities are depicted through diagrams. Finally, the modifications in Newton's law of gravitation is discussed for the chosen models. This work has been done in collaboration with Ujjal Debnath.

Arunima Banerjee

Determination of the relative inclination and the viewing angle of an interacting pair of galaxies using convolutional neural networks

Constructing dynamical models for interacting galaxies constrained by their observed structure and kinematics crucially depends on the correct choice of the values of their relative inclination (i), and viewing angle (θ) (the angle between the line of sight and the normal to the plane of their orbital motion). We construct Deep Convolutional Neural Network (DCNN) models to determine the i and θ of interacting galaxy pairs, using N-body + Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) simulation data from the GALMER database for training. GalMer simulates only a discrete set of i values ($0^\circ, 45^\circ, 75^\circ$ and 90°) and almost all possible values of θ values in the range, $[-90^\circ, 90^\circ]$. Therefore, we have used classification for i parameter and regression for θ . In order to classify galaxy pairs based on their i values only, we first construct DCNN models for (i) 2-class ($i = 0^\circ, 45^\circ$) (ii) 3-class ($i = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$) classification, obtaining F_1 scores of 99% and 98% respectively. Further, for a classification based on both i and θ values, we develop a DCNN model for a 9-class classification using different possible combinations of i and θ , and the F_1 score is 97%. To estimate θ alone, we have used regression, and obtained a mean squared error value of 0.12. Finally, we also tested our DCNN model on real data from



Sloan Digital Sky Survey. Our DCNN models could be extended to determine additional dynamical parameters, currently determined by trial and error method. This work has been done in collaboration with Prem Prakash, and Pavan K. Perepu.

Dynamical modelling of disc vertical structure in superthin galaxy ‘UGC 7321’ in braneworld gravity: An MCMC study

Low surface brightness (LSBs) superthins constitute classic examples of very late-type galaxies, with their disc dynamics strongly regulated by their dark matter halos. We consider a gravitational origin of dark matter in the brane world scenario, where the higher dimensional Weyl stress term projected onto the 3-brane acts as the source of dark matter. In the context of the braneworld model, this dark matter is referred to as the ‘dark mass’. This model has been successful in reproducing the rotation curves of several low surface brightness and high surface brightness galaxies. Therefore, it is interesting to study the prospect of this model in explaining the vertical structure of galaxies which has not been explored in the literature so far. Using our 2-component model of gravitationally-coupled stars and gas in the external force field of this dark mass, we fit the observed scale heights of stellar and atomic hydrogen (HI) gas of superthin galaxy ‘UGC7321’ using the Markov Chain Monte Carlo approach. We find that the observed scale heights of ‘UGC7321’ can be successfully modelled in the context of the braneworld scenario. In addition, the model predicted rotation curve, also matches the observed one. The implications on the model parameters are discussed. This work has been done in collaboration with Aditya Komanduri, Indrani Banerjee, and Soumitra Sengupta.

Sarmistha Banik

New equation of state involving Bose-Einstein condensate of antikaon for supernova and neutron star merger simulations

We have studied an X-ray transient source, 4U 1901+03 which has been classified as a Be-X-ray binary based on its X-ray timing properties. We compute a new equation of state table including Bose-Einstein condensate of K^- mesons for core collapse supernova and neutron star merger simulations. Nuclei and interacting nucleons in

non-uniform matter is described in an extended version of the nuclear statistical equilibrium model including excluded volume effects, whereas the uniform matter at higher densities is treated in the relativistic hadron field theory with density dependent couplings. The equation of state table is generated for a wide range of density (10^{-12} to $\sim 1 \text{ fm}^{-3}$), positive charge fraction (0.01 to 0.60) and temperature (0.1 to 158.48 MeV). The impact of antikaon condensate is investigated on different thermodynamic quantities, for example, free energy per baryon, entropy per baryon, pressure as well as compositions of matter. Furthermore, critical temperatures of antikaon condensation and the phase diagram of matter are also studied. This work has been done in collaboration with Tuhin Malik, and Debades Bandyopadhyay.

Prasad Basu

An improved approach to find the height of the accretion disk

We propose an improved approach to find the height of the accretion disks around Kerr black holes. The vertical structure of the disk is obtained using a relativistic continuity equation and finally, the result is expressed in terms of the accretion rate and flow parameters. For different models of thin and slim disks, the expressions of the vertical height of the accretion disk are also been reviewed chronologically. We further discuss the basic assumptions, merits, and demerits of these models. Compared to existing approaches, our analysis is more self-consistent and less axiomatic. Further, we find that disk height is directly proportional to accretion rate, which could be important to find out the vertical structure of the accretion disk in different black hole accretion states in a hysteresis cycle. This work has been done in collaboration with Sangita Chatterjee, and Soumen Mondal.

Aru Beri

Evolution of timing and spectral characteristics of 4U 1901+03 during its 2019 outburst using the Swift and NuSTAR observatories

In 2019, the X-ray transient source 4U 1901+03 underwent a very bright (with peak X-ray flux of $\sim 8 \times 10^{-9} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$) and long (duration of 6 months) Type-II outburst. During this outburst, several multi-wavelength observations



were performed as part of Simultaneous Multiwavelength Astronomy Research in Transients NETwork (SmartNet) and 4U 1901+03 was observed four times with Nuclear Spectroscopic Telescope Array (NuSTAR), and several Swift observations were made. In our work, we have used Swift and NuSTAR observations. We performed broadband spectroscopy in the 1-70 keV energy band using four observations made with Swift and NuSTAR at different intensity levels. Our timing results reveal the presence of highly variable pulse profiles dependent on both luminosity and energy. Our spectroscopy results showed the presence of CRSF at 30 keV, which is highly luminosity and pulse-phase dependent. Phase-averaged spectra during the last two observations, made close to the declining phase of the outburst showed the presence of this feature at around 30 keV. We also found that 30 keV feature was significantly detected in the pulse-phase resolved spectra of observations made at relatively high luminosities. Non-detection of CRSF at certain pulse phases is explained as a result of large gradient of the magnetic field strength over the visible column height or latitudes on the stellar surface. Moreover, all spectral fit parameters showed a strong pulse phase dependence. In line with the previous findings, an absorption feature at around 10 keV is significantly observed in the phase-averaged X-ray spectra of all observations and also showed a strong pulse phase dependence. This work has been done in collaboration with Tinku Girdhar, Nirmal K. Iyer, and Chandreyee Maitra.

AstroSat observations of the first galactic ULX pulsar Swift J0243.6+6124

Ultra-luminous X-ray sources (ULXs) are non-nuclear point-like objects with apparent luminosities exceeding 10^{39} erg s⁻¹. Coherent X-ray pulsations were discovered from a ULX in M82, thanks to the fast timing capability of NuSTAR, making it the first ULX pulsar (ULP). Currently, only a handful of ULPs are known. Swift J0243.6+6124 is the first Galactic ULP, and was observed with *AstroSat* during its 2017-2018 outburst at both sub- and super-Eddington levels of accretion with X-ray luminosities of $L_X \sim 7 \times 10^{37}$ and 6×10^{38} erg s⁻¹, respectively. Our broadband timing and spectral observations show that X-ray pulsations at ~ 9.85 s

have been detected up to 150 keV when the source was accreting at the super-Eddington level. The pulse profiles are a strong function of both energy and source luminosity, showing a double-peaked profile with pulse fraction increasing from $\sim 10\%$ at 1.65 keV to 40–80 % at 70 keV. The continuum X-ray spectra are well-modeled with a high energy cut-off power law ($\gamma \sim 0.6 - 0.7$) and one or two blackbody components with temperatures of ~ 0.35 keV and 1.2 keV, depending on the accretion level. No iron line emission is observed at sub-Eddington level, while a broad emission feature at around 6.9 keV is observed at the super-Eddington level, along with a blackbody radius (121–142 km) that indicates the presence of optically thick outflows. This work has been done in collaboration with Sachindra Naik, Kulider P. Singh, Dipankar Bhattacharyya, Gulab C Dewangan, et al.

Piyali Bhar

Study on anisotropic stars in the framework of Rastall gravity

We investigate the existence of high dense compact objects in the light of Rastall gravity theory. The material content is driven by an imperfect fluid distribution and the inner geometry is described by the Tolman-Kuchowicz spacetime. The validity of the obtained model is checked by studying the main salient features, such as energy, density, radial and tangential pressures, and anisotropy factor. Since Einstein gravity theory shares the same vacuum solution with Rastall gravity theory, the interior geometry is joining in a smoothly way with the exterior Schwarzschild's solution. The equilibrium of the model under different gradients is analyzed by using the modified hydrostatic equilibrium equation, containing the so called Rastall gradient. The compact structure has a positive anisotropy factor which enhances the balance and stability mechanisms. To check the potentially stable behaviour, we employ Abreu's and adiabatic index criterion. It was found that the model is completely stable. The incidence of the Rastall's parameter γ on all the physical quantities that characterize the model is described by the help of graphical analysis. Concerning the γ spectrum, we have considered $0.3142 \leq \gamma \leq 0.3157$. All the results are compared with the general relativity case. This work has been done in collaboration with Francisco Tello-Ortiz,



Ángel Rincón, and Y. Gomez-Leyton.

Charged strange star with Krori-Barua potential in $f(R, T)$ gravity admitting Chaplygin equation of state

A new compact star model in $f(R, T)$ gravity is obtained, where R and T denote the Ricci scalar and the trace of energy momentum tensor $T_{\mu\nu}$, respectively. To develop the model, we consider the spherically symmetric spacetime along with anisotropic fluid distribution in the presence of electric field with $f(R, T) = R + 2\gamma T$, where γ is a small positive constant. We have used the Chaplygin equation of state to explore the stellar model. The field equations for $f(R, T)$ gravity have been solved by employing the Krori-Barua ansatz. The exterior spacetime is described by Reissner-Nordström line element for smooth matching at the boundary. It is worth while to mention here that the values of all the constants involved with this model have been calculated for the strange stars 4U 1538-52 for different values of γ with the help of matching conditions. The acceptability of the model is discussed in detail both analytically and graphically by studying the physical attributes of matter density, pressures, anisotropy factor, stability, etc. We have also obtained the numerical values for central density, surface density, central pressure and central adiabatic index for different values of γ . The solutions of the field equations in Einstein gravity can be regained by putting $\gamma = 0$ to our solution. Moreover, the proposed model is shown to be physically admissible and corroborate with experimental observations on strange star candidates such as 4U 1538-52.

Naseer I. Bhat

Unveiling the broadband spectral and temporal properties of PKS 0903-57 during its brightest flare

We carried a detailed spectral and temporal study of blazar, PKS 0903-57 using the Fermi-LAT and Swift-XRT/UVOT observations, during its brightest flaring period MJD 58931-58970. During this period, the maximum daily averaged γ -ray flux $F_{0.1-500\text{GeV}}$ of $9.42 \times 10^{-6} \text{phcm}^{-2}\text{s}^{-1}$ is observed on MJD 58951.5, the highest γ -ray flux detected from PKS 0903-57 till now. Several high-energy (HE) photons ($> 10\text{GeV}$) consistent with the source location at high probability ($>99\%$)

are detected, and the γ -ray light curve in the active state shows multiple substructures with asymmetric profile. Neglecting the multi-band variability in each of the selected time intervals, we could reproduce their averaged broadband SEDs with a one-zone leptonic model whose parameters were derived with a χ^2 - fit. We found that the broadband SED during different flux states can be reproduced by the synchrotron, synchrotron-self-Compton (SSC), and External Compton (EC) processes. The seed photons for EC process from BLR or IR torus provide acceptable fits to the GeV spectrum in all the flux states; however, the detection of HE photons together with the equi-partition condition suggest that the EC/IR process is a more likely scenario. Further, a detailed comparison between the fit parameters shows that the flux enhancement from quiescent-state to the flaring-state is mostly related to increase in the bulk Lorentz factor of the emission region and change in the break energy of the source spectrum. This work has been done in collaboration with Zahir A. Shah, Vadakkumthani Jithesh, and Sunder Sahayanathan.

Srijit Bhattacharjee

Displacement memory effect near the horizon of black holes

We study the displacement memory effect and its connection with the extended-BMS symmetries near the horizon of black holes. There is a permanent shift in the geodesic deviation vector relating two nearby timelike geodesics placed close to the horizon of black holes, upon the passage of gravitational waves. We also relate this memory effect with the asymptotic symmetries near the horizon of asymptotic black hole spacetimes. The shift of the relative position of the detectors is shown to be induced by a combination of BMS generators near the horizon. The displacement memory effect near the horizon possesses similarities to the same obtained in the far region. This work has been done in collaboration with Shilesh Kumar, and Arpan Bhattacharyya.

Scalar perturbations of black holes in Jackiw-Teitelboim gravity

We study linear scalar perturbations of black holes in two-dimensional (2D) gravity models



with a particular emphasis on Jackiw-Teitelboim (JT) gravity. We obtain an exact expression of the quasi-normal mode frequencies for single horizon black holes in JT gravity, and then verify it numerically using the Horowitz-Hubeny method. For a 2D Reissner-Nordström like solution, we find that the massless scalar wave equation reduces to the confluent Heun equation, using which we calculate the Hawking spectra. Finally, we consider the dimensionally reduced Baados-Teitelboim-Zanelli (BTZ) black hole and obtain the exterior and interior quasi-normal modes. The dynamics of a scalar field near the Cauchy horizon mimics the behaviour of the same for the usual BTZ black hole, indicating a possible violation of the strong cosmic censorship conjecture in the near extreme limit. However, quantum effects seem to rescue strong cosmic censorship. This work has been done in collaboration with Subhdeep Sarkar, and Arpan Bhattacharyya.

Debbijoy Bhattacharya

Multiwavelength study of different flaring and low-activity states of blazar 4C+21.35

Blazars, a class of active galactic nuclei, emit over the entire accessible electromagnetic spectrum, and modelling of their broad-band spectral energy distribution (SED) is the key to constrain the underlying emission mechanisms. Here, we report the results on the one-zone leptonic emission modelling carried out on the blazar 4C+21.35 using multiwavelength data spanning over the period 2008-2018. Broad-band SED modelling using γ -ray data from Fermi-Large Area Telescope, X-ray data from Swift-XRT and AstroSat, and UV-optical data from Swift-UVOT, AstroSat, and Catalina Real-Time Transient Survey was carried out at seven different epochs, including three γ -ray flaring episodes and four quiescent periods (three long-term averaged ones and one during AstroSat observing period). Our SED modelling suggests that two compact emission regions originating at a different time outside the broad-line region and moving away from the core with variation primarily in the jet electron spectra can explain the emission from the high-, moderate-, and low-activity periods. The emissions from high- and first low-activity states are likely to have originated in the first region. The moderate- and second low-activity states are likely due to

the second emission region with fresh particle acceleration/injection at a later time. This work has been done in collaboration with Krishna Mohan, Subir Bhattacharyya, Nilay Bhatt, and C. S. Stalin.

Multiwavelength monitoring of NGC 1275 over a decade: evidence of a shift in synchrotron peak frequency and long-term multiband flux increase

We carried out a detailed study of the temporal and broad-band spectral behaviour of one of the brightest misaligned active galaxies in γ -rays, NGC 1275, utilizing 11 years of Fermi data and the available Swift and AstroSat observations. Based on the cumulative flux distribution of the γ -ray light curve, we identified four distinct activity states and noticed an increase in the baseline flux during the first three states. A similar nature of increase in the average flux was also noticed in the X-ray and UV bands. Strong flaring activity in γ -rays was noticed in the fourth state. The source was observed twice by AstroSat for shorter intervals (\sim days) during longer observing (\sim years) states 3 and 4. During the AstroSat observing periods, the source γ -ray flux was higher than the average flux observed during longer duration states. The increase in average baseline flux from state 1 to state 3 can be explained by considering a corresponding increase of jet particle normalization. The inverse Comptonization of synchrotron photons explained the average X-ray and γ -ray emission by jet electrons during the first three longer duration states. However, during the shorter duration AstroSat observing periods, a shift of synchrotron peak frequency was noticed, and the synchrotron emission of jet electrons explained the observed X-ray flux well. This work has been done in collaboration with Sanna Gulati, Subir Bhattacharyya, Nilay Bhatt, C. S. Stalin, et al.

Ritabrata Biswas

Repulsive gravitational force and quintessence field in $f(T)$ gravity: How anisotropic compact stars in strong energy condition behave

Recently literature is found to be enriched with studies related to anisotropic behaviours of different compact stars in the background of $f(T)$ gravity in different energy conditions. Quintessence field, as local impacts of cosmic acceleration upon the compact stars, is also very interesting in



recent studies. The quintessential field effects on the compact stars (mainly on the neutron stars with an wide range of mass distributions), repulsive gravitational effects inside the compact stars due to dark matter distribution in them, charge distribution inside them in strong energy condition, etc. are studied. All required equations of motion using anisotropic property and concept of Massachusetts Institute of Technology bag model are acquired. Black holes surrounded by quintessential matters which satisfy the additive and linearity conditions, with the form of energy tensors were proposed and the corresponding metric was derived by Kiselev, V.V. The metric, described by Krori, K. D. and Barua, J. with Reissner-Nordstrom metric is compared to find out the different numerical values of unknown parameters. The numerical values are derived and some important parameters like anisotropic stress, adiabatic constant, surface redshift, electric intensity, compactness factor, stability, etc. are analysed deeply to get a clear idea for further study on these types of stars and to understand their nature. This work has been done in collaboration with Mayukh Bandyopadhyay.

Posing constraints on the free parameters of a new model of dark energy EoS : Responses through cosmological behaviours

Since the late 1990s, observations of type Ia supernova, our universe is predicted to experience a late time cosmic acceleration. Theoretical support to this observations was intended to be built via proposition of a hypothetical fluid which staying inside the universe, and exerts negative pressure. In this alley, a popular method is to choose time dependent equation of state parameter $\omega = \frac{p}{\rho}$ and to parametrize it as a function of redshift. Again, some common families of such parametrizations are constructed, among which different members justify different properties of observed universe. Mainly, these were model dependent studies which comprise free parameters to be constrained, by different observations. In this work, a new expression for redshift parametrization is considered, and we have constrain its free parameters for two Hubble parameter vs redshift data sets. These data sets are obtained depending on two basic methodologies known as different ages method and baryonic acoustic oscillation method. Different confidence contours for our

model are located under the constraints of said data sets. Besides, different thermodynamic parameters related to the evolution of our universe are analysed. It is notified that our model indicates towards a delayed dark matter model which mimics $EoS = -1(\Lambda)$ phenomena at the present epoch. It is noticed that a possibility of future deceleration may occur for this new model. Outcomes for both the data sets are compared with each other. This work has been done in collaboration with Promila Biswas, and Parthajit Roy.

Subenoy Chakraborty

Does emergent scenario in Hořava-Lifshitz gravity demand a ghost field?

The non-singular model of the universe, i.e., emergent scenario is now very well known in cosmology. In Einstein gravity, such type of singularity free solution is possible in the context of non-equilibrium thermodynamical prescription (both in first and second order theory) with particle creation mechanism. Also, there are various models of emergent scenario in different gravity, theories. The present work is a twofold attempt namely : (i) it has been examined whether it is possible to have singularity free solution in Hořava-Lifshitz modified gravity theory, and (ii) if such singularity free solution exists then whether such solution is thermodynamically viable. It is found that perfect fluid matter distribution with phantom nature can generate such type of solution for closed and flat model. Finally thermodynamical analysis has been studied both at the apparent horizon and at any arbitrary horizon. This work has been done in collaboration with Akash Bose.

Quantum cosmology with symmetry analysis for quintom dark energy model

Quantum cosmology with quintom dark energy model has been investigated in the present work using symmetry analysis of the underlying physical system. In the background of the flat FLRW model, quintom cosmological model has been studied using Noether symmetry, and appropriate conserved charge is obtained. The Wheeler-DeWitt (WD) equation is constructed on the minisuperspace and solutions are obtained using conserved charge. This work has been done in collaboration with Sourav Dutta, and Muthusamy Lakshmanan.



Hum Chand

Intra-night optical variability of γ -ray detected narrow-line Seyfert1 galaxies

We report the first attempt to systematically characterise intra-night optical variability (INOV) of the rare and enigmatic subset of Narrow-Line Seyfert1 galaxies (NLSy1s), which is marked by detection in the γ -ray band and is, therefore, endowed with Doppler boosted relativistic jets, like blazars. However, the central engines in these two types of AGN are thought to operate in different regimes of accretion rate. Our INOV search in a fairly large and unbiased sample of 15 γ -ray NLSy1s was conducted in 36 monitoring sessions, each lasting ≥ 3 hrs. In our analysis, special care has been taken to address the possible effect on the differential light curves, of any variation in the seeing disc during the session, since that might lead to spurious claims of INOV from such AGN due to the possibility of a significant contribution from the host galaxy to the total optical emission. A duty cycle (DC) of INOV detection in the γ -ray NLSy1s is estimated to be around 25% - 30%, which is comparable to that known for blazars. This estimate of DC will probably need an upward revision, once it becomes possible to correct for the dilution of the AGN's non-thermal optical emission by the (much steadier) optical emission contributed not only by the host galaxy but also the nuclear accretion disc in these high Eddington rate accretors. Finally, we also draw attention to the possibility that sharp optical flux changes on sub-hour time scale are less rare for γ -ray NLSy1s, in comparison to blazars. This work has been done in collaboration with Vineet Ojha, and Gopal-Krishna.

A comparison of X-ray photon indices among the narrow- and broad-line Seyfert 1 galaxies

We present a detailed comparative systematic study using a sample of 221 narrow-line Seyfert 1 (NLSy1) galaxies in comparison to a redshift matched sample of 154 broad-line Seyfert 1 (BLSy1) galaxies based on their observations using *ROSAT* and/or *XMM-Newton* telescopes in soft X-ray band (0.1-2.0 keV). A homogeneous analysis is carried out to estimate their soft X-ray photon indices (Γ_X^s) and its correlations with other parameters of nuclear activities such as Eddington ratios (R_{Edd}), bolometric luminosities (L_{bol}), black

hole masses (M_{BH}) and the widths of the broad component of H β lines (FWHM(H β)). We found clear evidence of the difference in the Γ_X^s and R_{Edd} distributions among NLSy1 and BLSy1 galaxies, with steeper Γ_X^s and higher R_{Edd} for the former. Such a difference also exists in the spectral indices distribution in hard X-ray (Γ_X^h), based on the analysis of 53 NLSy1 and 46 BLSy1 galaxies in the 2-10 keV energy band. The difference in R_{Edd} distributions does exist even after applying the average correction for the difference in the inclination angle of NLSy1 and BLSy1 galaxies. We also estimated R_{Edd} , based on SED fitting of 34 NLSy1 and 30 BLSy1 galaxies over the 0.3-10 keV energy band and found that results are still consistent with R_{Edd} estimates based on the optical bolometric luminosity. Our analysis suggests that the higher R_{Edd} in NLSy1 is responsible for its steeper X-ray spectral slope compared to the BLSy1, consistent with the disc-corona model as proposed for the luminous AGNs. These observations have been done in collaboration with Vineet Ojha, Gulab C. Dewangan, and Suvendu Rakshit.

Ramesh Chandra

Variation of chromospheric features as a function of latitude and time using Ca-K spectroheliograms for solar cycles 15 - 23: Implications for meridional flow

We have analyzed the Ca-K images obtained at Kodaikanal Observatory as a function of latitude and time for the period of 1913 - 2004 covering solar cycles 15 to 23. We have classified the chromospheric activity into plage, Enhanced Network (EN), Active Network (AN), and Quiet Network (QN) areas to differentiate between large strong active and small weak active regions. The strong active regions represent toroidal and weak active regions poloidal component of the magnetic field. We find that plage areas mostly up to 50° latitude belt vary with about 11-year solar cycle. We also find that a weak activity represented by EN, AN and QN varies with about 11-year with significant amplitude up to about 50° latitude in both hemispheres. The amplitude of the variation is minimum around 50° latitude and again increases by a small amount in the polar region. In addition, the plots of plages, EN, AN and QN as functions of time indicate the



maximum of activity at different latitude occur at different epoch. To determine the phase difference for the different latitude belts, we have computed the cross-correlation coefficients of other latitude belts with the 35° latitude belt. We find that the activity shifts from mid-latitude belts towards equatorial belts at high speed at the beginning of a solar cycle and at lower speed as the cycle progresses. The speed of the shift varies between ≈ 19 and 3 (ms^{-1}) considering all the data for the observed period. This speed can be linked with the speed of meridional flows, believed to occur between convection zone and the surface of the Sun. This work has been done in collaboration with Pooja Devi, Jagdev Singh, Muthu Priyal, and Reetika Joshi.

Observations of a eruption and loop contraction

Prominence eruptions provide key observations to understand the launch of coronal mass ejections as their cold plasma traces a part of the unstable magnetic configuration. We select a well observed case to derive observational constraints for eruption models. We analyze the prominence eruption and loop expansion and contraction observed on 02 March 2015 associated with a GOES M3.7 class flare (SOL2015-03-02T15:27) using the data from Atmospheric Imaging Assembly (AIA) and the Reuven Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager (RHESSI). The source region is a decaying bipolar active region where magnetic flux cancellation is present for several days before the eruption. AIA observations locate the erupting prominence within a flux rope viewed along its local axis direction. We identify and quantify the motion of loops in contraction and expansion located on the side of the erupting flux rope. Finally, RHESSI hard X-ray observations identify the loop top and two foot-point sources. Both AIA and RHESSI observations support the standard model of eruptive flares. The contraction occurs 19 min after the start of the prominence eruption indicating that this contraction is not associated with the eruption driver. Rather, this prominence eruption is compatible with an unstable flux rope, where the contraction and expansion of the lateral loop is the consequence of a side vortex developing after the flux rope is launched. These observations have been done in collaboration with Pooja Devi, Pascal Demoulin, Reetika Joshi, Brigitte Schmieder, et al.

Suresh Chandra

Investigation of hydrogen peroxide (H_2O_2) in the interstellar medium

In view of the important role of hydrogen peroxide (H_2O_2) in the chemistry of ozone layer in troposphere, and as an oxidizer on the planet Mars, its investigation has been carried out from time to time. It has been detected in the cold environment of a star-forming region towards ρ Oph A. Following the selection rules, in the ground vibrational state, its ro-torsional levels may be classified into four distinct groups. Using the spectroscopic information (rotational and centrifugal distortion constants, and electric dipole moment), we have calculated energies of the lower 50 levels of each group, and the radiative transition probabilities for the transitions between the levels. Using these radiative transition probabilities along with the collisional rate coefficients (obtained with the help of a scaling law) we have solved, for each group, a set of 50 statistical equilibrium equations coupled with the equations of radiative transfer and have found 16 lines showing anomalous absorption. In addition to 4 detected lines, 24 lines are found to show emission feature. All these lines may play a significant role for the identification of H_2O_2 in the interstellar medium.

Suggestion for the search of diisocyanomethane ($CNCH_2NC$) in the cosmic object: Potential spectral lines

Finding several molecules having cyanide group ($-C\equiv N$) and isocyanide group ($-N\equiv C$), scientists searching for life in the universe, are interested in the molecules having two cyanide or isocyanide groups. Diisocyanomethane ($CNCH_2NC$) having two isocyanide groups is an interesting candidate for the astronomers, though it has not been detected in any cosmic object. However, three organic isocyanides (HNC , CH_3NC , $HCCNC$) have been found in the interstellar medium (ISM). Submillimeter wave spectrum of $CNCH_2NC$ is analyzed by spectroscopists, so that it could be searched in the ISM. For searching $CNCH_2NC$ in a cosmic object, information about its strong spectral lines is essential. The rotational levels of $CNCH_2NC$ can be classified into two species. The energies of lower 250 rotational levels up to 108 cm^{-1} , in the ground vibrational state, and the radiative transition probabilities for rotational



transitions in each species are calculated by using the values of rotational and centrifugal distortion constants along with the electric dipole moment. A set of statistical equilibrium equations coupled with the equations of radiative transfer is solved by using the radiative transition probabilities and the scaled values of collisional rate coefficients as input data. For each species, we have found two transitions showing emission feature and four transitions showing anomalous absorption. These 12 transitions may help in the detection of CNCH₂NC in a cosmic object.

Ayan Chatterjee

Marginally trapped surfaces in spherical gravitational collapse

This work deals with a detailed study of horizons during the gravitational collapse of dust and viscous fluids, under the assumptions of spherical symmetry. The formation and time evolution of collapsing shells, spherically symmetric marginally trapped tubes, as well as the event horizon are determined and compared through analytical and numerical techniques. Using different density profiles of matter, we analyze how the nature of these marginally trapped surfaces modify as we change the energy-momentum tensor. These studies reveal that depending on the mass function and the mass profile, it is possible to envisage situations where dynamical horizons, timelike tubes, or isolated horizons arise. This work has been done in collaboration with Amit Ghosh, and Suresh C. Jaryal.

Exponential corrections to black hole entropy

Using the quasi-local properties alone we show that the area spectrum of a black hole horizon must be discrete, independent of any specific quantum theory of gravity. The area spectrum is found to be half-integer spaced with values $8\gamma\ell_P^2 j$, where $j \in N/2$. We argue that if microstate counting is carried out for quantum states residing on the horizon only, correction of $\exp(-\mathcal{A}/4\ell_P^2)$ over the Bekenstein-Hawking area law must arise in black hole entropy. This work has been done in collaboration with Amit Ghosh.

Ritaban Chatterjee

Blazar variability: A study of non-stationarity and the flux-RMS relation

We analyze X-ray light curves of the blazars Mrk 421, PKS 2155-304, and 3C 273 using observations by the Soft X-ray Telescope on board AstroSat and archival XMM-Newton data. We use light curves of length 30-90 ks each from 3-4 epochs for all three blazars. We apply the auto-regressive integrated moving average (ARIMA) model, which indicates the variability is consistent with short memory processes for most of the epochs. We show that the power spectral density (PSD) of the X-ray variability of the individual blazars are consistent within uncertainties across the epochs. This implies that the construction of broadband PSD using light curves from different epochs is accurate. However, using certain properties of the variance of the light curves and its segments, we show that the blazars exhibit hints of non-stationarity beyond that due to their characteristic red noise nature in some of those observations. We find a linear relationship between the root-mean-squared amplitude of variability at shorter time scales and the mean flux level at longer time scales for light curves of Mrk 421 across epochs separated by decades as well as light curves spanning 5 days and ~ 10 yr. The presence of flux-rms relation over very different time scales may imply that, similar to the X-ray binaries and Seyfert galaxies, longer and shorter time scale variability are connected in blazars. This study has been done in collaboration with Souradip Bhattacharyya, Ritesh Ghosh, and Nabanita Das.

Surajit Chattopadhyay

Reconstructed $f(R)$ gravity and its cosmological consequences in chameleon scalar field with a scale factor describing the pre-bounce ekpyrotic contraction

The present study reports a reconstruction scheme for $f(R)$ gravity with the scale factor $a(t) \propto (t_* - t)^{\frac{2}{c^2}}$, describing the pre-bounce ekpyrotic contraction, where t_* is the big crunch time. The reconstructed $f(R)$ is used to derive expressions for density and pressure contributions and the equation of state parameter resulting from this reconstruction is found to behave like "quintom". It has also been observed that



the reconstructed $f(R)$ has satisfied a sufficient condition for a realistic model. In the subsequent phase, the reconstructed $f(R)$ is applied to the model of chameleon scalar field and the scalar field ϕ and the potential $V(\phi)$ are tested for quasi-exponential expansion. It has been observed that although the reconstructed $f(R)$ satisfies one of the sufficient conditions for realistic model, the quasi-exponential expansion is not available due to this reconstruction. Finally, the consequences pre-bounce ekpyrotic inflation in $f(R)$ gravity are compared to the background solution for $f(R)$ matter bounce. This work has been done in collaboration with Soumyodipta Karmakar, Kairat Myrzakulov, and Ratbay Myrzakulov.

Cosmology of Tsallis holographic scalar field models in Chern-Simons modified gravity and optimization of model parameters through χ^2 minimization

The present study reports reconstruction schemes for tachyon, k-essence and dilaton scalar field model of Dark Energy (DE) through Tsallis holographic dark fluid under the framework of Chern-Simons modified gravity. Reproducing the conservation equation for a coupled model with interaction term $Q = 3Hb^2\rho_m$, we have reconstructed the different scalar fields and the corresponding potentials. In the case of tachyon, Λ CDM fixed point is attained under this cosmological settings. Considering k-essence in this interacting situation we have derived some constraints on the interaction term as well as Tsallis holographic dark energy parameter. Reconstructing dilaton scalar field we have studied the behaviour of scalar field and potential. In all these cases, the reconstructed Equation of State (EoS) parameters have been plotted and when computed for current universe $z = 0$ are found to be consistent with various observational data including *Planck* + *WP* + *BAO*. The only exception is a particular case of reconstructed k-essence model where phantom behaviour is apparent, but its numerical value is deviated from the bounce set by the observations. Finally, we have developed a functional relationship between Hubble parameter and redshift and optimized the parameter values through χ^2 minimization using the observed Hubble parameter values from Hai Yu, et al. 2018, *ApJ*, **856**, 3. This work has been done in collaboration with Gargee Chakraborty.

Tanuka Chattopadhyay

A study on the formation of field, binary or multiple stars: A 2D approach through dynamical system

A dynamical model has been developed to envisage the star formation scenario in filamentary molecular clouds. In the present work, a double well potential has been considered to find the number of stable stationary points as the origin of field star, binary stars or stellar associations. It is found that low density structure can lead to the formation of field stars while an intermediate density structure is favourable for formation of binary stars. Stellar associations are generally prevalent in dense filamentary molecular clouds. This work has been done in collaboration with Ashok Mondal, and Anisha Sen.

Exploration of the origin of galactic and extragalactic star clusters through simulated H-R diagrams

This work explores the origin of the formation of star clusters in our Galaxy and in the Small Magellanic Cloud (SMC) through simulated H-R diagrams and compare those with observed star clusters. The simulation study produces synthetic H-R diagrams through the Markov Chain Monte Carlo (MCMC) technique using the star formation history (SFH), luminosity function (LF), abundance of heavy metal (Z), and a big library of isochrones as basic inputs and compares them with observed H-R diagrams of various star clusters. The distance-based comparison between those two diagrams is carried out through two-dimensional matching of points in the colour-magnitude diagram (CMD) after the optimal choice of bin size and appropriate distance function. It is found that in a poor medium of heavy elements ($Z = 0.0004$), the Gaia LF along with a mixture of multiple Gaussian distributions of the SFH may be the origin of formation of globular clusters (GCs). On the contrary, an enriched medium ($Z = 0.019$) is generally favoured with the Gaia LF along with a double power law or Beta-type (i.e., unimodal) SFH, for the formation of globular clusters. For SMC clusters, the choice of an exponential LF and exponential SFH is the proper combination for a poor medium, whereas the Gaia LF with a Beta-type SFH is preferred for the formation of star clusters in an enriched



medium. This work has been carried out with Sreerup Mondal, Suman Paul, Subhadip Maji, and Asis Chattopadhyay.

Himadri S. Das

The Umov effect in cosmic dust analogue fluffy aggregates

We investigate the effect of porosity in the Umov effect for the first time using the aggregate dust model. Three different types of fractal aggregates: ballistic agglomeration (BA), ballistic agglomeration with one migration (BAM1), and ballistic agglomeration with two migrations (BAM2) having porosities 0.87, 0.74 and 0.64, respectively (which have the same characteristic radius $\sim 1\mu m$) are considered in our simulations. Using the multi-sphere T-matrix (MSTM) code, maximum positive polarization (P_{max}) and geometric albedo (A) are calculated for three different fractal aggregated structures considering amorphous silicate composition. Then P_{max} and A are plotted against each other in logarithmic scale, which shows a linear inverse correlation and a strong porosity dependence. Further, we explore the effect of aggregate size parameter and the effect of composition in the Umov diagram for particles larger than the wavelength of incident radiation. This work has been done in collaboration with Ayesha M. Mazarbhuiya, and Prithish Halder.

Shyam Das

Modeling of compact stars: An anisotropic approach

We present a new class of singularity free interior solutions relevant for the description of realistic anisotropic compact stellar objects with spherically symmetric matter distribution. In this geometric approach, specific choices of one of the metric functions and a selective anisotropic profile allow us to develop a stellar model by solving Einstein Field equations. The interior solutions, thus, obtained are matched with the Schwarzschild exterior metric over the bounding surface of a compact star. These matching conditions together with the condition that the radial pressure vanishes at the boundary are used to fix the model parameters. The different physical features for the developed model explicitly studied from

the aspect of the pulsar 4U1820 – 30 with its current estimated data (mass = $1.58 M_{\odot}$ and radius = 9.1 km). Analysis has shown that all the physical aspects are acceptable demanded for a physically admissible star and satisfy all the required physical conditions. The stability of the model is also explored in the context of causality conditions, adiabatic index, generalized Tolman-Oppenheimer-Volkov (TOV) equation, Buchdahl Condition and Herrera Cracking Method. To show that the developed model is compatible with a wide range of recently observed pulsars, various relevant physical variables are also highlighted in tabular form. Assuming a particular surface density ($7.5 \times 10^{14} \text{ gm cm}^{-3}$), the mass-radius ($M - b$) relationship and the radius-central density relationship ($b - \rho(0)$) of the compact stellar object are analyzed for this model. Additionally, comparing the results with a slow rotating configuration, we have also discussed moment of inertia and the time period using Bejger-Haensel idea. This work has been done in collaboration with Ksh. Newton Singh, Lipi Baskey, Farook Rahaman, and Anil K. Aria.

Anisotropic compact stellar model of embedding class-I satisfying Karmarkar's condition in Vaidya and Tikekar spheroidal geometry

Making use of the Vaidya and Tikekar (VT) metric ansatz for one of the metric functions g_{rr} , we obtain the unknown metric function g_{tt} by utilizing the Karmakar's embedding condition. The model parameters are fixed by using the matching conditions of the interior spacetime and the exterior Schwarzschild spacetime at the boundary of the star where the radial pressure vanishes. The closed-form interior solution of the Einstein field equations, thus, obtained is shown to be capable of describing observed pulsars like 4U1820 – 30. The current estimated masses and radii of some other pulsars are also utilized to show that the developed model meets all the requirements of a realistic star. The dependence of the curvature parameter K of the VT model, which characterizes a departure from homogeneous spherical distribution, is investigated in the context of the mass-radius relationship of a compact star. This work has been done in collaboration with Ranjan Sharma, Koushik Chakraborty, and Lipi Baskey.



Ujjal Debnath

Thermodynamics of FRW universe: Heat engine

We assume the cosmological horizon as a inner trapping horizon, which is treated as dynamical apparent horizon of FRW universe. We write the dynamical apparent horizon, radius and temperature on the apparent horizon. We assume that the fluid pressure as thermodynamical pressure of the system. Using Hayward's unified first law, Clausius relation and Friedmann equations with cosmological constant, we obtain the entropy on the apparent horizon. We assume that the cosmological constant provides the thermodynamic pressure of the system. We obtain the entropy, surface area, volume, temperature, Gibb's Helmholtz's free energies, specific heat capacity of the FRW universe due to the thermodynamic system. We study the Joule-Thomson expansion, and by evaluating the positive sign of Joule-Thomson coefficient, we determine that the FRW universe obeys the cooling nature. We also find the inversion temperature and inversion pressure. For Carnot cycle, we obtain the work done and the maximum efficiency. Also for new engine, we study the work done and its efficiency.

Constraining the parameters of modified Chaplygin gas in Brans-Dicke theory

We have explored the modified Chaplygin gas (MCG) in the background of Brans-Dicke theory in presence of radiation and dark matter. We have assumed that the MCG, radiation and dark matter are conserved separately. To investigate the fitting observational data, we constrain the model using current observations and then compare with Λ CDM model in Einstein's gravity and in BD theory using the information criteria (AIC and BIC). We have used the JLA sample of SNIa observation, Planck 2015 data of CMB observation, BAO data and Hubble constant H_0 measurement. The best fit parameters for Λ CDM model and MCG model in BD theory are obtained by SNIa+CMB+BAO+ H_0 joint data analysis. Also, the minimum values of χ^2 function have been calculated. We have plotted the contour figures for different confidence levels 66%, 90% and 99% in Λ CDM model and MCG model separately. Finally, we have analyzed Δ AIC and Δ BIC for Λ CDM and MCG models in Einstein's gravity and in BD

theory.

Shantanu Desai

Constraints on the variation of fine structure constant from joint SPT-SZ and XMM-Newton observations

We search for a variation of the electromagnetic fine structure constant ($\alpha \equiv e^2/\hbar c$) using a sample of 58 SZ selected clusters in the redshift range ($0.2 < z < 1.5$) detected by the South Pole Telescope, along with X-ray measurements using the XMM-Newton observatory. We use the ratio of the integrated SZ Compton-ionization to its X-ray counterpart as our observable for this search. We first obtain a model-independent constraint on α of about 0.7%, using the fact that the aforementioned ratio is constant as function of redshift. We then look for logarithmic dependence of α as a function of redshift: $\Delta\alpha/\alpha = -\gamma \ln(1+z)$, as this is predicted by runaway dilaton models. We find that $\gamma = -0.046 \pm 0.1$, which indicates that there is no logarithmic variation of α as a function of redshift. We also search for a dipole variation of the fine structure constant using the same cluster sample. We do not find any evidence for such a spatial variation. This evaluation has been done in collaboration with Kamal Bora.

Yet another test of radial acceleration relation for galaxy clusters

We carry out a test of the radial acceleration relation (RAR) for galaxy clusters from two different catalogues compiled in literature, as an independent cross-check of two recent analyses, which reached opposite conclusions. The datasets we considered include a Chandra sample of 12 clusters and the X-COP sample of 12 clusters. For both the samples, we find that the residual scatter is small (0.11-0.14 dex), although the best-fit values for the Chandra sample have large error bars. Therefore, we argue that at least one of these cluster samples (X-COP) obeys the radial acceleration relation. However, since the best-fit parameters are discrepant with each other as well as the previous estimates, we argue that the RAR is not universal. For both the catalogues, the acceleration scale, which we obtain is about an order of magnitude larger than that obtained for galaxies, and is agreement with both the recent estimates. This work has been done in



collaboration with S. Pradyumnaa, Sajal Gupta, and Sowmya Seerama.

Shanti P. Devarapalli

Photometric investigation of eight ultra-short period eclipsing binaries from OGLE

We performed a detailed photometric analysis of eight ultra-short period eclipsing binaries (USPEBs) using the Wilson-Devinney method. We presented the modelled light curves and derived photometric solutions. The USPEBs with period (P) ≤ 0.21 d considered in our study belong to W-subtype having - shallow contact factor (f) $< \sim 20\%$, high mass ratios (q) $> \sim 0.7$, and later spectral types. The absolute parameters for these short-period binaries were derived using empirical relations. We discussed the evolutionary stage of these USPEBs using the mass-radius, colour-density, and period-colour diagrams. The objects showed poor metallicities, and some objects were even found to be existing around fully convective limits. The period distribution of USPEBs exhibited a sharp cut-off at 0.22 days; however, we observed significant deficits for our objects in the literature. We examined the statistics of USPEBs studied to date (in terms of the distribution of period, mass ratio, and component temperatures of USPEBs), and observed that a dominant distribution of component temperatures of these USPEBs was towards lower temperatures. This work has been done in collaboration with P. Ravi Raja, Rukmini Jagirdar, M. Raghu Prasad, and Vinit Thomas.

Moon M. Devi

DIREXENO-An apparatus for measuring correlated scintillation signatures in liquid xenon

We present a detector apparatus, DIREXENO (DIREctional XENOn), designed to measure the spatial and temporal properties of scintillation in liquid xenon to very high accuracy. The properties of scintillation are of primary importance for dark matter and neutrinoless double beta decay experiments; however, the complicated microphysics involved limits theoretical predictions. We explore the possibility that scintillation emission exhibits spatial correlations such as super-radiance, which manifests in temporal and spatial structure, depending on the

interaction type. Such properties of scintillation light may open a new window for background rejection as well as directionality measurements. We present the apparatus' technical design and the concepts driving it. We demonstrate that for an energy deposition of ~ 2.5 keV (~ 7.5 keV) electron (nuclear) recoil the detector is sensitive to an anisotropy fraction of as little as $\sim 20\%$ of the total photons emitted over a solid angle of ~ 0.85 steradian or less. We show results from commissioning runs in which the detector operated with 17 PMTs for over 44 days in stable conditions. The time resolution for individual photons in different PMTs was measured to be ≤ 1.4 ns full-width at half-maximum. This work has been done in collaboration with Ran Itay, P.Z. Szabo, G. Koltman, M. Shutman, et al.

Supernova model discrimination with Hyper-Kamiokande; HK collaboration

Core-collapse supernovae are among the most magnificent events in the observable universe. They produce many of the chemical elements necessary for life to exist and their remnants – neutron stars and black holes – are interesting astrophysical objects in their own right. However, despite millennia of observations and almost a century of astrophysical study, the explosion mechanism of core-collapse supernovae is not yet well understood. Hyper-Kamiokande is a next-generation neutrino detector that will be able to observe the neutrino flux from the next galactic core-collapse supernova in unprecedented detail. We focus on the first 500 ms of the neutrino burst, corresponding to the accretion phase, and use a newly-developed, high-precision supernova event generator to simulate Hyper-Kamiokande's response to five different supernova models. We show that Hyper-Kamiokande will be able to distinguish between these models with high accuracy for a supernova at a distance of up to 100 kpc. Once the next galactic supernova happens, this ability will be a powerful tool for guiding simulations towards a precise reproduction of the explosion mechanism observed in nature.

Vijayakumar H. Doddamani

A study of magnetic imprints of solar flares

We made a systematic analysis of flare related changes of photospheric magnetic properties



during 12 flares using the high cadence of 135 s vector-magnetogram data obtained from Helioseismic Magnetic Imager on-board Solar Dynamics Observatory. We observed the change of Lorentz force implied by the rapid step-wise enhancement of the horizontal component of magnetic field during all flares in the sample. The integrated change of fields and total change of Lorentz force over an area signifying the strength of magnetic imprints are well correlated with the flare strength and the CME momentum. It is found that the strength of magnetic imprints are not stronger for eruptive flares in comparison with non-eruptive flares. Further, the temporal evolution of magnetic energy of the source active regions exhibit the nearly step-wise decrease of magnetic free energy during the flares. The amount of decrease in free energy during the flares has a strong positive correlation (0.8) with downward impulse resulted from the total change of Lorentz force indicating that the part of energy released during flares would penetrate into the photosphere. These results strongly favour the idea of significant feedback from corona on the photospheric magnetic field during flares. On contrary to these results, we observed the simultaneous step-wise increase and decrease of horizontal magnetic field during flares led to the cancellation of impulsive Lorentz force, thought to provide the CME momentum. These contradictions indicate that present understanding of flare associated magnetic field changes is limited and hints the need of further improvement of coronal implosion model. This study has been done in collaboration with N. Vasantharaju, P. Vemareddy, and B. Ravindra.

UV Spectroscopic study of PG 1634+706 and PG 1241+176 using IUE Data

We present our results on the UV continuum variability studies of two QSOs PG 1241 + 176 ($z = 1.27$), and PG 1634 + 706 ($z = 1.33$) using the final archival data. In PG 1241+176, we have found the values of R_{max} and F_{var} to 1.23, 1.12, 1.14, 1.11, and 7 %, 4 %, 6 %, and 4 % respectively corresponding to the UV continuum windows 1050-1100 Å, 1170-1190 Å, 1280-1300 Å, 1320-1340 Å, and 1360-1380 Å. The decrease in variability amplitude with increasing wavelength resembles the similar variability pattern observed in many actives galaxies such as NGC 4151, NGC 7469 and NGC 5548 observed by IUE in UV region,

optical region by many ground based telescopes and in X-rays by space bound observatories like ROSAT and GINGA. In PG 1634+706, the values of R_{max} and F_{var} have been found to be 1.5, 2.6, 1.8, and 2.1, and 10 %, 29 %, 13 % and 29 % for the UV continua at 1075 Å, 1180 Å, 1290 Å, 1330 Å, and 1370 Å respectively. PG 1634+706 has exhibited non-trendy continuum variability pattern in R_{max} and F_{var} parameters. A detailed discussion on the UV data, analysis and the significance results on high redshift UV observations are presented in this paper. This study has been done in collaboration with Bryan R. Miranda, and P. Vedavathi.

Broja G. Dutta

Time-domain variability properties of XTE J1650500 during its 2001 outburst: Evidence of discjet connection

The evolution of variability properties of galactic transient sources is a diagnostic tool to understand various regimes of the accretion flow and its dynamics close to the central black hole. In this work, we concentrate on the variability properties of the X-ray transient XTE J1650500, and investigate the evolution of viscous delay, time lag, quasi-periodic oscillation (QPO) frequency, and their energy dependence throughout the rising phase as observed by Rossi X-ray Timing Explorer (RXTE) during its outburst in 2001. Our analysis reveals, (i) a delay of 12 ± 1 d between 1 d-averaged hard (512 keV) and soft (1.53 keV) photon light curves as observed by RXTE/ASM; (ii) QPOs with high rms values are observed in lower energy (48 keV) range; (iii) the QPO frequencies and associated time lags were anticorrelated during the initial days of the rising phase, and later on, they were found to be correlated; and (iv) the time lags of Fe-line photons with respect to hard and soft photons remained almost constant during the initial days of hard state and the lag magnitude increased during the state transition. We perform comparative studies with outbursts of GX 3394 and XTE J1550564. We find the evolution of time lags associated with the QPO characteristics during the outburst stronger QPOs at low energy and constant lags of broad Fe-line photons present a unique nature of outburst profile in XTE J1650500. The possible cause of such variabilities is explained by considering discjet geometry closer to the central black hole. This work has been done in



collaboration with Arka Chatterjee, Prantik Nandi, and Sandip K. Chakrabarti .

Jibitesh Dutta

Cosmological solutions and growth index of matter perturbations in $f(Q)$ gravity

We study one of Einstein's alternative formulations based on the non-metricity scalar Q generalized as $f(Q)$ theory. More specifically, we consider the power-law form of $f(Q)$ gravity, i.e., $f(Q) = Q + \alpha Q^n$. Here, we analyze the behaviour of the cosmological model at the background and perturbation level. At the background level, the effective evolution of the model is the same as that of the Λ CDM for $|n| < 1$. Interestingly, the geometric component of the theory solely determined the late-time acceleration of the universe. We also examine the integrability of the model by employing the method of singularity analysis. In particular, we find the conditions under which field equations pass the Painlevé test, and hence, possess the Painlevé property. While the equations pass the Painlevé test in the presence of dust for any value of n , the test is valid after the addition of radiation fluid only for $n < 1$. Finally, at the perturbation level, the behaviour of matter growth index signifies a deviation of the model from the Λ CDM even for $|n| < 1$. This study has been done in collaboration with Wompherdeiki Khylllep, and Andronikos Paliathanasis.

Cosmological dynamics and bifurcation analysis of the general non-minimally coupled scalar field models

Non-minimally coupled scalar field models are well-known for providing interesting cosmological features. These include a late time dark energy behaviour, a phantom dark energy evolution without singularity, an early time inflationary universe, scaling solutions, convergence to the standard Λ CDM, etc. While the usual stability analysis helps us determine the evolution of a model geometrically, bifurcation theory allows us to precisely locate the parameters' values describing the global dynamics without a fine-tuning of initial conditions. Using the centre manifold theory and bifurcation analysis, we show that the general model undergoes a transcritical bifurcation, which predicts us to tune our models to have certain desired dynamics. We obtained a class of models

and a range of parameters capable of describing a cosmic evolution from an early radiation era towards a late time dark energy era over a wide range of initial conditions. There is also a possible scenario of crossing the phantom divide line. We also find a class of models where the late time attractor mechanism is indistinguishable from that of a structurally stable general relativity based model; thus, we can elude the big rip singularity generically. Therefore, bifurcation theory allows us to select models that are viable with cosmological observations. This study has been done in collaboration with Wompherdeiki Khylllep.

Abhik Ghosh

Demonstrating the Tapered Gridded Estimator (TGE) for the cosmological HI 21-cm power spectrum using 150 MHz GMRT observations

We apply the Tapered Gridded Estimator (TGE) for estimating the cosmological 21-cm power spectrum from 150MHz GMRT observations which corresponds to the neutral hydrogen (HI) at redshift $z = 8.28$. Here, TGE is used to measure the Multi-frequency Angular Power Spectrum (MAPS) $C_\ell(\Delta\nu)$ first, from which we estimate the 21-cm power spectrum $P(k_\perp, k_\parallel)$. The data here, are much too small for a detection, and the aim is to demonstrate the capabilities of the estimator. We find that the estimated power spectrum is consistent with the expected foreground and noise behaviour. This demonstrates that this estimator correctly estimates the noise bias, and subtracts this out to yield an unbiased estimate of the power spectrum. More than 47% of the frequency channels had to be discarded from the data owing to radio-frequency interference, however, the estimated power spectrum does not show any artifacts due to missing channels. Finally, we show that it is possible to suppress the foreground contribution by tapering the sky response at large angular separations from the phase centre. We combine the k modes within a rectangular region in the 'EoR window' to obtain the spherically binned averaged dimensionless power spectra $\Delta^2(k)$ along with the statistical error σ associated with the measured $\Delta^2(k)$. The lowest k -bin yields $\Delta^2(k) = (61.47)^2 \text{ K}^2$ at $k = 1.59 \text{ Mpc}^{-1}$, with $\sigma = (27.40)^2 \text{ K}^2$. We obtain a 2σ upper limit of $(72.66)^2 \text{ K}^2$ on the mean squared HI 21-cm brightness temperature



fluctuations at $k = 1.59 \text{ Mpc}^{-1}$. This work has been done in collaboration with Srijita Pal, Somnath Bharadwaj, and Samir Choudhuri.

Tight constraints on the excess radio background at $z = 9.1$ from LOFAR

The ARCADE2 and LWA1 experiments have claimed an excess over the Cosmic Microwave Background (CMB) at low radio frequencies. If the cosmological high-redshift contribution to this radio background is between 0.1% and 22% of the CMB at 1.42 GHz, it could explain the tentative EDGES low-band detection of the anomalously deep absorption in the 21-cm signal of neutral hydrogen. We use the upper limit on the 21-cm signal from the epoch of reionization ($z = 9.1$) based on 141 hours of observations with LOFAR to evaluate the contribution of the high redshift Universe to the detected radio background. Marginalizing over astrophysical properties of star-forming halos, we find (at 95% C.L.) that the cosmological radio background can be at most 9.6% of the CMB at 1.42 GHz. This limit rules out strong contribution of the high-redshift Universe to the ARCADE2 and LWA1 measurements. Even though LOFAR places limit on the extra radio background, excess of 0.1 – 9.6% over the CMB (at 1.42 GHz) is still allowed and could explain the EDGES Low-Band detection. We also constrain the thermal and ionization state of the gas at $z = 9.1$, and put limits on the properties of the first star-forming objects. We find that, in agreement with the limits from EDGES high-band data, LOFAR data constrain scenarios with inefficient X-ray sources, and cases where the Universe was ionized by stars in massive halos only. This work has been done in collaboration with Rittik Mondal, Anastasia Fialkov, C. Fling, and Ilian. T. Iliev, et al.

Suman Ghosh

Particle creation by a massless spin- $\frac{1}{2}$ field in a warped cosmological braneworld scenario

Energy momentum tensor, of a quantised massless bulk spin- $\frac{1}{2}$ field in five dimensional warped cosmological spacetimes is studied. The four dimensional part of our model represents a warped cosmological thick brane and the scale of the extra dimension is time-dependent. We use a simple ansatz to solve the Dirac equation in the bulk

that helps us to compare our results with the known four dimensional case. Renormalisation of the components of the energy momentum tensor is achieved using adiabatic regularization method. We compute the leading order finite contribution to the stress-energy tensor, which is of adiabatic order six. The resulting energy and pressure densities explicitly show the effects of the so-called warping factor and the dynamic extra dimension on the created matter. We show how the energy density produced is localised to form 3-branes along the extra dimension.

Sushant G. Ghosh

Parameters estimation and strong gravitational lensing of non-singular Kerr-Sen black holes

The recent time witnessed a surge of interest in strong gravitational lensing by black holes, and is due to the Event Horizon Telescope (EHT) results, which suggest comparing the black hole lensing in both general relativity and heterotic string theory. That may help us to assess the phenomenological differences between these models. Motivated by this, we consider gravitational lensing by the non-singular Kerr-Sen black holes, which encompass Kerr black holes as a particular case, to calculate the light deflection coefficients in strong-field limits p and q , while the former increases with increasing parameters b and charge k , later decrease. We also find a decrease in the light deflection angle α_D , angular position θ_∞ decreases more slowly, and impact parameter for photon orbits u_m more quickly, but angular separation s increases more rapidly with parameters b and k . We compare our results with those for Kerr black holes, and also the formalism is applied to discuss the astrophysical consequences in the case of the supermassive black holes NGC 4649, NGC 1332, Sgr A*, and M87*. In turn, we also investigate the shadows of the non-singular Kerr-Sen black holes, and show that they are smaller and more distorted than the corresponding Kerr black holes and non-singular Kerr black holes shadows. The inferred circularity deviation $\Delta C \leq 0.10$, for the M87* black hole shadow, put constraints on the non-singular Kerr-Sen black hole parameters (a, k) and (a, b) . The maximum shadow angular diameter for $b = 0.30M$ and $k = 0.30M$ are respectively, $\theta_d = 35.346 \mu\text{as}$ and $\theta_d = 35.3355 \mu\text{as}$. We also estimate the parameters



associated with non-singular Kerr–Sen black holes using the shadow observables. This work has been done in collaboration with Rahul Kumar, and shafqat ul Islam.

Testing rotating regular metrics as candidates for astrophysical black holes

The Event Horizon Telescope, a global sub-millimeter wavelength very long baseline interferometry array, produced the first image of supermassive black hole M87* showing a ring of diameter $\theta_d = 42 \pm 3 \mu\text{as}$, inferred a black hole mass of $M = (6.5 \pm 0.7) \times 10^9 M_\odot$ and allowed us to investigate the nature of strong-field gravity. The observed image is consistent with the shadow of a Kerr black hole, which according to the Kerr hypothesis describes the background spacetimes of all astrophysical black holes. The hypothesis, a strong-field prediction of general relativity, may be violated in the modified theories of gravity that admit non-Kerr black holes. Here, we use the black hole shadow to investigate the constraints when rotating regular black holes (non-Kerr) can be considered as astrophysical black hole candidates, paying attention to three leading regular black hole models with additional parameters g related to non-linear electrodynamics charge. Our interesting results based on the systematic bias analysis are that rotating regular black holes shadows may or may not capture Kerr black hole shadows, depending on the values of the parameter g . Indeed, the shadows of Bardeen black holes ($g \lesssim 0.26M$), Hayward black holes ($g \lesssim 0.65M$), and non-singular black holes ($g \lesssim 0.25M$) are indistinguishable from Kerr black hole shadows within the current observational uncertainties, and thereby they can be strong viable candidates for the astrophysical black holes. Whereas Bardeen black holes ($g \leq 0.30182M$), Hayward black holes ($g \leq 0.73627M$), and non-singular black holes ($g \leq 0.30461M$), within the 1σ region for $\theta_d = 39 \mu\text{as}$, are consistent with the observed angular diameter of M87*. This work has been done in collaboration with Rahul Kumar, and Amit Kumar.

Tuhin Ghosh

Detection of WHIM in the Planck data using Stack First approach

In this work, we detect the diffuse thermal Sunyaev-Zeldovich (tSZ) effect from the gas filaments between the Luminous Red Galaxy (LRG) pairs using a new approach relying on stacking the individual frequency maps. We apply and demonstrate our method on $\sim 88,000$ LRG pairs in the SDSS DR12 catalogue selected with an improved selection criterion that ensures minimal contamination by the Galactic CO emission as well as the tSZ signal from the clusters of galaxies. We first stack the Planck channel maps, and then perform the Internal Linear Combination method to extract the diffuse y_{sz} signal. Our Stack First approach makes the component separation a lot easier as the stacking greatly suppresses the noise and CMB contributions, while the dust foreground becomes homogeneous in spectral-domain across the stacked patch. Thus one component, the CMB, is removed while the rest of the foregrounds are made simpler even before component separation algorithm is applied. We obtain the WHIM signal of $y_{\text{whim}} = (3.78 \pm 0.37) \times 10^{-8}$ in the gas filaments, accounting for the electron overdensity of ~ 13 . We estimate the detection significance to be $\geq 10.2\sigma$. This excess y_{sz} signal is tracing the warm-hot intergalactic medium and it could account for most of the missing baryons of the Universe. We show that the Stack First approach is more robust to systematics, and produces a cleaner signal compared to the methods relying on stacking the y -maps to detect weak tSZ signal currently being used by the cosmology community. This work has been done in collaboration with Baibhav Sharma, and Rishi Khatri.

Dust polarization modeling at large-scale over the northern Galactic cap using EBHIS and Planck data

The primary source of systematic uncertainty in the quest for the B -mode polarization of the Cosmic Microwave Background (CMB) introduced by primordial gravitational waves is polarized thermal emission from Galactic dust. Therefore, accurate characterization and separation of the polarized thermal dust emission is an essential step in distinguishing such a faint CMB B -mode signal. We provide a modelling framework to simulate



polarized thermal dust emission based on the model described in Ghosh, et al. (2017), making use of both the Planck dust and Effelsberg-Bonn HI surveys over the northern Galactic cap. Our seven-parameter dust model, incorporating both HI gas in three different column density templates as a proxy for spatially variable dust intensity and a phenomenological model of Galactic magnetic field, is able to reproduce both 1- and 2-point statistics of the observed dust polarization maps seen by Planck at 353 GHz over a selected low-column density region in the northern Galactic cap. This work has important applications in assessing the accuracy of component separation methods and in quantifying the confidence level of separating polarized Galactic emission and the CMB B-mode signal, as is needed for ongoing and future CMB missions. This work has been done in collaboration with Debabrata Adak, Francois Boulanger, Urmaz Haud, Peter Kalberla, et al.

Umananda D. Goswami

A new $f(R)$ gravity model and properties of gravitational waves in it

In this work, we have introduced a new $f(R)$ gravity model as an attempt to have a model with more parametric control, so that the model can be used to explain the existing problems as well as to explore new directions in physics of gravity, by properly constraining it with recent observational data. In $f(R)$ gravity metric formalism, the model shows the existence of scalar degree of freedom as like other $f(R)$ gravity models. Due to this reason, there are two extra scalar modes of polarization of GWs present in the theory. These two extra polarization modes present in a mixed state, out of which one is transverse massless breathing mode with non-vanishing trace and the other is massive longitudinal mode. The longitudinal mode being massive, travels at speed less than the usual tensor modes found in General Relativity (GR). Moreover, for a better understanding of the model, we have studied the potential and mass of scalar graviton in both Jordan and Einstein Frames. This model can pass the solar system tests and can explain primordial and present dark energy. It is found that the correlation function for massive longitudinal mode of polarization under certain mass scale predicted by the model agrees well with the recent data of Pulsar Timing Arrays. It seems that

this new model would be useful in dealing with different existing issues in the areas of astrophysics and cosmology. This work has been done in collaboration with Dhruba J. Gogoi.

Radial oscillations and gravitational wave echoes of strange stars for various equations of state

We study the radial oscillations of non-rotating strange stars (SSs) and their characteristic echo frequencies for three equations of state (EoS), viz., MIT Bag model, linear, and polytropic. The frequencies of radial oscillations of these compact stars are computed for these EoSs. In total, 22 lowest radial frequencies for each of these three EoSs have been computed. First, for each EoS, we have integrated Tolman-Oppenheimer-Volkoff equations numerically to calculate the radial and pressure perturbations of SSs. Next, the mass-radius relationships for these stars are obtained using these three EoSs. Our numerical results show that the radial frequencies and also echo frequencies vastly depend on the model and on the value of the model parameter. Our results also show that the radial frequencies of strange stars are maximum for polytropic EoS in comparison to MIT Bag model EoS and linear EoS. Moreover, SSs with MIT Bag model EoS and linear EoS are found to emit gravitational wave echoes. Whereas, SSs with polytropic EoS are not emitting gravitational wave echoes. This work has been done in collaboration with Jyatsnasree Bora .

Shivappa B. Gudennavar

Estimation of the black hole spin in LMC X-1 using AstroSat

In this work, we report the results of simultaneous broadband spectral studies of LMC X-1 carried out using the data from Soft X-ray Telescope and Large Area X-ray Proportional Counter aboard *AstroSat*, observed on 2016 November 26, 2016 and 2017 August 28. The combined spectrum was modelled with a multi-colour blackbody emission (*diskbb*) along with a Comptonization component (*simpl*) in the energy range 0.7–30.0 keV. The spectral analysis revealed that the source was in its high soft state ($\Gamma = 2.67^{+0.24}_{-0.24}$ and $\Gamma = 2.12^{+0.19}_{-0.20}$) with a hot disc ($kT_{in} = 0.86^{+0.01}_{-0.01}$ and $kT_{in} = 0.87^{+0.02}_{-0.02}$). Thermal disc emission was fit with a relativistic model (*kerrbb*) and the spin of the black hole was estimated to be $0.93^{+0.01}_{-0.01}$ and $0.93^{+0.04}_{-0.03}$.



(statistical errors) for the two epochs through X-ray continuum-fitting, which agrees with the previous results. This work has been done in collaboration with Sneha P. Mudambi, Anjali Rao, Ranjeev Misra, and S.G. Bubbly

Sarbari Guha

On the gravitational entropy of accelerating black holes

In this study, we have examined the validity of a proposed definition of gravitational entropy in the context of accelerating black hole solutions of the Einstein field equations. We have adopted a phenomenological approach proposed in Rudjord, et al. [*Phys. Scr.* **77**, 055901 (2008)] and expanded by Romero, et al. [*Int. J. Theor. Phys.* **51**, 925 (2012)], in which the Weyl curvature hypothesis is tested against the expressions for the gravitational entropy. Considering the C-metric for the accelerating black holes, we have evaluated the gravitational entropy and the corresponding entropy density for four different types of black holes, namely, non-rotating black hole, non-rotating charged black hole, rotating black hole and rotating charged black hole. Finally, we discuss the merits of such an analysis, and the possible reason of failure in the particular case of rotating charged black hole and comment on the possible resolution of the problem. This study has been done in collaboration with Samarjit Chakraborty.

Axial gravitational waves in Bianchi I universe

In Regge-Wheeler gauge, there are only two non-zero components of $h_{\mu\nu}$ in the case of axial waves: $h_0(t, r)$ and $h_1(t, r)$. The field equations in absence of matter have been derived both for the unperturbed as well as axially perturbed metric. These field equations are solved simultaneously by assuming the expansion scalar Θ to be proportional to the shear scalar σ (so that $a = b^n$, where a, b , are the metric coefficients, and n is an arbitrary constant), and the wave equation for the perturbation parameter $h_0(t, r)$ has been derived. We used the method of separation of variables to solve for this parameter, and have subsequently determined $h_1(t, r)$. We find that the anisotropy of the background spacetime is responsible for the damping of the gravitational waves as they propagate. The perturbations depend on the values

of the angular momentum l . The field equations in the presence of matter reveal that the axially perturbed spacetime leads to perturbations only in the azimuthal velocity of the fluid leaving the matter field undisturbed. This work has been done in collaboration with Sucheta Datta.

Priya Hasan

Membership of stars in open clusters using random Forest with Gaia data

In this study, we used the published membership data of nine open star clusters as a training set to find new members from Gaia DR2 data using a supervised random Forest model with a precision of around 90%. The number of new members found is often double the published number. Membership probability of a larger sample of stars in clusters is a major benefit in determination of cluster parameters like distance, extinction and mass functions. We also found members in the outer regions of the cluster and found sub-structures in the clusters studied. The colour magnitude diagrams are more populated and enriched by the addition of new members making their study more promising. This study has been done in collaboration with Md. Mahmudunnobe, Mudasir Raja, and Syed N. Hasan.

The system of open star clusters revisited

The system of open clusters is an excellent probe of the structure and evolution of the galactic disk. Their spatial, size, age and mass distributions provide valuable information on the cluster formation process. This study is based on available catalogues, both homogeneous and inhomogeneous, to provide some useful insights on the evolutionary history of the system of open clusters and consequently, the galaxy. We find that the optimum size of a cluster for its survival is 3-4 pc. We also find that there exists a simple linear relationship between the age and the mean linear diameters of clusters and also with normalised reddening. Using Gaia DR2 and other catalogues, we find that the system of open clusters provides valuable clues to our understanding of the evolution of the galaxy. This system can be partitioned by k-means to get clusters in a statistical sense, which indicates possible cluster formation in the galaxy at different galacto-centric distances and with different parameters. These



suggests a combination of the scenarios of overall halo collapse and accretion to explain the formation of the disk of the galaxy. This method is proposed to be used for the study of external galaxies using catalogues of extragalactic clusters as it works well with the clusters of the Milky Way. This study has been done in collaboration with Syed N. Hasan.

Deepak Jain

Constraining cosmological and galaxy parameters using strong gravitational lensing systems

Strong gravitational lensing along with the distance sum rule method can constrain both cosmological parameters as well as density profiles of galaxies without assuming any fiducial cosmological model. To constrain galaxy parameters and cosmic curvature (Ω_{k0}), we use the distance ratio data from a recently compiled database of 161 galactic scale strong lensing systems. We use databases of supernovae type-Ia (Pantheon) and Gamma Ray Bursts (GRBs) for calculating the luminosity distance. To study the model of the lens galaxy, we consider a general lens model namely, the Extended Power-Law. Further, we take into account two different parameterisations of the mass density power-law index (γ) to study the dependence of (γ) on redshift. The best value of Ω_{k0} suggests a closed universe, though a flat universe is accommodated at 68% confidence level. We find that parameterisations of (γ) have a negligible impact on the best fit value of the cosmic curvature parameter. Furthermore, measurement of time delay can be a promising cosmographic probe via "time delay distance" that includes the ratio of distances between the observer, the lens and the source. We again use the distance sum rule method with time-delay distance dataset of H0LiCOW to put constraints on the Cosmic Distance Duality Relation (CDDR) and the cosmic curvature parameter (Ω_{k0}). For this we consider two different redshift-dependent parameterisations of the distance duality parameter (η). The best fit value of Ω_{k0} clearly indicates an open universe. However, a flat universe can be accommodated at 95% confidence level, at which, no violation of CDDR is observed. We believe that a larger sample of strong gravitational lensing systems is needed in order to improve the constraints on the cosmic curvature and distance duality parameter. This work has been done in collaboration with Darshan

Kumar, Shobhit Mahajan, Amitabha Mukherjee, and Nisha Rani

Deepak Jain and T. R. Seshadri

Impact of magnetic field on the gas mass fraction of galaxy clusters

Magnetic fields have been observed in galaxy clusters with strengths of the order of $\sim \mu\text{G}$. The non-thermal pressure exerted by magnetic fields also contributes to the total pressure in galaxy clusters and can in turn affect the estimates of the gas mass fraction, f_{gas} . In this work, we have considered a central magnetic field strength of $5 \mu\text{G}$, motivated by observations and simulations of galaxy clusters. The profile of the magnetic field has also been taken from the results obtained from simulations and observations. The role of magnetic field has been taken into account in inferring the gas density distribution through the hydrostatic equilibrium condition (HSE) by including the magnetic pressure. We have found that the resultant gas mass fraction is smaller with magnetic field as compared to that without magnetic field. However, this decrease is dependent on the strength and the profile of the magnetic field. We have also determined the total mass using the NFW profile to check for the dependency of f_{gas} estimates on total mass estimators. From our analysis, we conclude that for the magnetic field strength that galaxy clusters seem to possess, the non-thermal pressure from magnetic fields has an impact of $\approx 1\%$ on the gas mass fraction of galaxy clusters. However, with upcoming facilities like Square Kilometre Array (SKA), it can be further expected to improve with more precise observations of the magnetic field strength and profile in galaxy clusters, particularly in the interior region. This work has been done in collaboration with Sandhya Jagannathan, and Sunil Malik.

Jessy Jose

Testing the role of environmental effects on the initial mass function of low-mass stars

In the star formation process, the vital impact of environmental factors such as feedback from massive stars and stellar density on the form of the initial mass function (IMF) at low-mass end is yet to be understood. Hence, a systematic highly sensitive observational analysis of a sample



of regions under diverse environmental conditions is essential. We analyse the IMF of eight young clusters (<5 Myr), namely IC1848-West, IC1848-East, NGC 1893, NGC 2244, NGC 2362, NGC 6611, Stock 8 and Cygnus OB2, which are located at the galacto-centric distance (R_g) range ~ 6 -12 kpc along with nearby cluster IC348 using deep near-IR photometry and Gaia DR2. These clusters are embedded in massive stellar environments of radiation strength $\log(L_{FUV}/L_\odot) \sim 2.6$ to 6.8, $\log(L_{EUV}) \sim 42.2$ to 50.85 photons/s, with stellar density in the range of ~ 170 - 1220 stars/pc². After structural analysis and field decontamination, we obtain an unbiased, uniformly sensitive sample of pre-main-sequence members of the clusters down to brown-dwarf regime. The lognormal fit to the IMF of clusters give the mean characteristic mass (m_c) and σ of $0.32 \pm 0.02 M_\odot$ and 0.47 ± 0.02 , respectively. We compare the IMF with that of low- and high-mass clusters across the Milky Way. We also check for any systematic variation with respect to the radiation field strength, stellar density as well with R_g . We conclude that there is no strong evidence for environmental effect in the underlying form of the IMF of these clusters. This work has been done in collaboration with Belinda Damian, Manash R. Samal, Estella Mouraux, Swagat R. Das, et al.

Testing the star formation scaling relations in the clumps of the North American and Pelican nebulae cloud complex

We test various star formation scaling relations, such as the Kennicutt-Schmidt relation, the volumetric star formation relation, the orbital time model, the crossing time model and the multi free-fall time-scale model, towards the North American Nebula and Pelican Nebula and in the cold clumps associated with them. Measuring stellar mass from young stellar objects and gaseous mass from CO measurements, we estimate the mean Σ_{SFR} , the star formation rate per free-fall time and the star formation efficiency for clumps to be $1.5 M_\odot \text{ yr}^{-1} \text{ kpc}^{-2}$, 0.009 and 2.0 per cent respectively, while for the whole region covered by both nebulae (which we call the 'NAN' complex) the values are $0.6 M_\odot \text{ yr}^{-1} \text{ kpc}^{-2}$, 0.0003 and 1.6 per cent respectively. For the clumps, we notice that the observed properties are in line with the correlation obtained between Σ_{SFR} and Σ_{gas} , and between Σ_{SFR} and Σ_{gas} per free-fall time and

orbital time for Galactic clouds. At the same time, we do not observe any correlation with Σ_{gas} per crossing time and multi free-fall time. Even though we see correlations in the former cases, however, all models agree with each other within a factor of 0.5 dex. It is not possible to discriminate between these models because of the current uncertainties in the input observables. We also test the variation of Σ_{SFR} with the dense gas but, because of low statistics, a weak correlation is seen in our analysis. This work has been done in collaboration with Swagat R. Das, Manash R. Samal, Shaobo Zhang, and Neelam Panwar.

Mehedi Kalam

Does dark matter admixed pulsar exist ?

We have considered a two-fluid model assuming that the pulsars are made of ordinary matter admixed with dark matter. Contribution of dark matter comes from the fitting of the rotation curves of the SPARC sample of galaxies. We have investigated the dark matter based on the singular isothermal sphere (SIS) dark matter density profile in the galactic halo region. Considering this two-fluid model, we have studied the physical features of the pulsars present in different galaxy in details. Here, we compute the probable radii, compactness (u) and surface red-shift (Z_s) of the four pulsars namely: PSR J1748-2021B in NGC 6440B galaxy, PSR J1911-5958A in NGC 6752 galaxy, PSR B1802-07 in NGC 6539 galaxy, and PSR J1750-37A in NGC 6441 galaxy. This work has been done in collaboration with Sajahan Molla, and Bidisha Ghosh.

Possible existence of dark matter admixed pulsar

We have discussed the possible existence of the dark matter admixed pulsars, based on singular isothermal sphere density profile, located in dwarf as well as in massive spiral galaxies. We use the universal rotational curve dark matter density profile to get similar results for the pulsars in the Milky Way galaxy. These findings may be treated as a useful complement to the earlier findings. Hence, we may conclude that there is a high possibility of the existence of dark matter admixed pulsars in most of the galaxies. This work has been done in collaboration with Nilofar Rahman, and Sajahan Molla.



Sanjeev Kalita

Scalaron gravity near Sagittarius A: Investigation of spin of the black hole and observing requirements*

We apply the scalaron gravity field and corresponding Yukawa coupling (derived by Kalita from the consideration of quantum vacuum fluctuations with UV and IR scales) to examine the scales of stellar orbits near the Galactic Center black hole, which can be probed by upcoming astrometric facilities for constraining modified gravity. Through the assumption that the pericenter shift of stellar orbits becomes the order of spin and quadrupole moment effects of the black hole, it is found that for semi-major axes bounded below by time scales of gravitational wave emission and stellar age and above by S-2 like orbits ($a = 990$ au) the black hole spin with $0.1 \leq \chi \leq 0.980$ is eligible to probe scalaron masses within $(10^{-20} - 10^{-18})$ eV and also the scalaron coupling, $\alpha = 2.73 \times 10^{-4}$ derived earlier from quantum vacuum fluctuations. The orbital eccentricities are considered as $e = 0.1, 0.5$, and 0.9 . Astrometric categories with $\alpha = 10, 50$, and $100 \mu\text{as}$ are used to probe the time scales, and number of observing campaigns required for simultaneously constraining scalaron mass and black hole spin. It is found that extraction of black hole spin is possible within $a = (74-433)$ au through $10 \mu\text{as}$ facilities. The present analysis is realized to be an independent opportunity to simultaneously constrain scalaron coupling, black hole spin, and tidal charge, and hence to reveal the true nature of the spacetime structure of our nearest supermassive black hole.

The galactic centre black hole, Sgr A, as a probe of new gravitational physics with the scalaron fifth force*

The galactic centre black hole (Sgr A*) provides an ideal laboratory for astronomical tests of new gravitational physics. This work reports that curvature correction $f(R)$ to quantum vacuum fluctuations naturally yields a Yukawa-type scalar fifth force with potential $\exp(M_\psi r)/r$ where M_ψ is the mass of the $f(R)$ scalarons. Estimating the UV and IR cutoff scales of vacuum fluctuations, the Yukawa coupling strength is connected to the scalaron field amplitude. Whereas, recently constrained Yukawa coupling and range correspond to light scalarons with $M_\psi = (1.37 \times 10^{-21} - 5.49 \times 10^{-20})$ eV, vacuum fluctuations yield a massive

scalaron with $M_\psi = 10^{16}$ eV. Scalaron-induced periastron shift of stellar orbits near Sgr A* has been studied with respect to the semi-major axis in the range $a = 10-1,000$ au. It is found that the scalarons resulting from quantum fluctuations affect the precession of orbits with $a = 128-256$ Rs. The possibility of future constraints on massive scalarons in observations near Sgr A* is discussed. This is a new and independent effort to express a prototype quantum gravity effect in terms of astronomically accessible quantities.

Nishikanta Khandai

The distribution of neutral hydrogen in the colour-magnitude plane of galaxies

We present the conditional HI (neutral hydrogen) Mass Function (HIMF) conditioned on observed optical properties, M_r (r -band absolute magnitude) and C_{ur} ($u-r$ colour), for a sample of 7,709 galaxies from ALFALFA (40% data release - $\alpha.40$) which overlaps with a common volume in SDSS DR7. Based on the conditional HIMF, we find that the luminous red, luminous blue and faint blue populations dominate the total HIMF at the high-mass end, knee and the low-mass end respectively. We use the conditional HIMF to derive the underlying distribution function of Ω_{HI} (HI density parameter), $p(\Omega_{\text{HI}})$, in the colour-magnitude plane of galaxies. The distribution, $p(\Omega_{\text{HI}})$, peaks in the blue cloud at $M_r^{\text{max}} = -19.25$, $C_{ur}^{\text{max}} = 1.44$ but is skewed. It has a long tail towards faint blue galaxies and luminous red galaxies. We argue that $p(\Omega_{\text{HI}})$ can be used to reveal the underlying relation between cold gas, stellar mass, and the star formation rate (SFR) in an unbiased way; that is, the derived relation does not suffer from survey or sample selection. This work has been done in collaboration with Saili Dutta.

Ram Kishor

Effect of Moon perturbation on the energy curves and equilibrium points in the Sun-Earth-Moon system

In this work, we have considered that the Moon motion around the Earth is a source of a perturbation for the infinitesimal body motion in the Sun-Earth system. The perturbation effect is analyzed by using the Sun-Earth-Moon bicircular



model (BCM). We have determined the effect of this perturbation on the Lagrangian points and zero velocity curves. We have obtained the motion of infinitesimal body in the neighbourhood of the equivalent equilibria of the triangular equilibrium points. Moreover, to know the nature of the trajectory, we have estimated the first order Lyapunov characteristic exponents of the trajectory emanating from the vicinity of the triangular equilibrium point in the proposed system. It is noticed that due to the generated perturbation by the Moon motion, the results are affected significantly, and the Jacobian constant is fluctuated periodically as the Moon is moving around the Earth. Finally, we emphasize that this model could be applicable to send either satellite or telescope for deep space exploration. This work has been done in collaboration with Ashok K. Pal, and Elbaz I. Abouelmagd.

Nagendra Kumar

Mode conversion and damping of MHD waves in stratified viscous solar atmosphere

Acoustic waves generated by the convective motions in the solar convection zone undergo the mode conversion when they reach the height where the sound speed equals the Alfvén speed. Stratification-induced mode conversion depends on the strength of magnetic structures and so usually occurs in the upper atmosphere and chromosphere. We study the mode conversion and damping of MHD waves in a gravitationally stratified low- β to high- β isothermal atmosphere of the Sun permeated by a uniform vertical magnetic field. We solve the MHD equations by MacCormack method to examine the effect of viscosity on amplitudes of physical quantities such as velocity, mass density, gas pressure and magnetic field before and after the $\beta \approx 1$ layer. It is found that mode conversion occurs at the point $z \approx 1.8$ Mm in $\beta \approx 1$ layer and viscosity does not influence the mode conversion phenomenon. In the presence of viscosity, the amplitudes of vertical and horizontal velocity components, horizontal and vertical magnetic field components, gas pressure and mass density decrease, and decay of amplitude is stronger for higher values of viscosity. In the low β plasma, damping length decreases with the increase in viscosity but remains almost unchanged in the high β plasma. When the driving

frequency increases, conversion from slow to fast mode decreases. This work has been done in collaboration with Anil Kumar.

Sanjay Kumar

Magnetohydrodynamic simulation of magnetic null-point reconnections and coronal dimmings during the X2.1 flare in NOAA AR 11283

The magnetohydrodynamics of active region NOAA 11283 is simulated using an initial non-force-free magnetic field extrapolated from its photospheric vector magnetogram. We focus on the magnetic reconnections at a magnetic null point that participated in the X2.1 flare on 2011 September 6 around 22:21 UT (SOL2011-09-06T22:21X2.1) followed by the appearance of circular flare ribbons and coronal dimmings. The initial magnetic field from extrapolation displays a three-dimensional (3D) null topology overlying a sheared arcade. Prior to the flare, magnetic loops rise due to the initial Lorentz force, and reconnect at the 3D null, leading to expansion and loss of confined plasma that produce the observed pre-flare coronal dimmings. Further, the simulated dynamics documents the transfer of twist from the arcade to the overlying loops through reconnections, developing a flux rope. The non-parallel field lines comprising the rope and lower-lying arcades form an X-type geometry. Importantly, the simultaneous reconnections at the 3D null and the X-type geometry can explain the observed circular and parallel flare ribbons. Reconnections at the 3D null transform closed inner spine field lines into open field lines of the outer spine. The footpoints of these open field lines correspond to a ring-shaped coronal dimming region, tracing the dome. Further, the flux rope bifurcates because of these reconnections, which also results in the generation of open magnetic field lines. The plasma loss along the open field lines can potentially explain the observed coronal dimming. This work has been done in collaboration with Avijeet Prasad, Karin Dissauer, Qiang Hu, Ramit Bhattacharyya, et al.

Magnetic reconnections in the presence of three-dimensional magnetic nulls and quasi-separatrix layers

Three-dimensional (3D) magnetohydrodynamic simulations are carried out to explore magnetic



reconnections in the presence of 3D magnetic nulls and quasi-separatrix layers (QSLs). The initial magnetic fields are created by superposing uniform vertical magnetic fields of two different magnitudes on a linear force-free field. The interior of the numerical box contains two 3D nulls with separatrix domes separated by a quasi-separator (or hyperbolic flux tube) with QSLs. In the first simulation, the uniform vertical field is so large that the nulls are located at low heights and the domes are separate. Initially unbalanced Lorentz forces drive rotational flows that form strong electric currents and strong torsional fan reconnection at the 3D nulls and weak QSL reconnection at the hyperbolic flux tube. Flipping or slipping of field lines is observed in both cases. In the second simulation, with a weaker vertical field and larger domes, the separatrix surfaces meet at the central quasi-separator and their rotation drives stronger QSL reconnection than before. This work has been done in collaboration with Sushree S. Nayak, Avijeet Prasad, and Ramit Bhattacharyya.

R. K. Sunil Kumar

Linguistically involved data-driven approach for Malayalam phoneme-to-viseme mapping

Knowledge about the phonemes and visemes in the language is a vital component in the speech-based applications. A phoneme is the nuclear sound unit necessary to symbolize all words in that speech. The Present definition of viseme is a visual language unit that describes the state of different speech articulators. This article discusses the primary task of the identification of visemes and the number of frames required to encode the temporal evolution of vowel and consonant phonemes. For this work, an audio-visual Malayalam speech database is created from 23 native speakers of Kerala (18 females and five males). The tongue plays a vital role in the utterance of Malayalam, regarding flexibility and speed, which makes it distinct from other languages. The appearance of teeth and oral cavity and the shape of the lips can be modelled using geometric features of lips obtained from HSV colour space, and the deformation in the appearance of lips and tongue can be modelled using Discrete Cosine Transform (DCT) feature. A linguistically involved data-driven approach can make valuable individual perception modelling from a linguistic

approach and the computational easiness out of a data-driven approach. The visual speech attributes are then clustered to identify the visual equivalent of the phoneme employing K-means cluster and Gap statistic. To study the temporal variation, three phoneme-to-viseme mappings were analyzed, and are compared with the linguistic mapping and visual speech duration. This work has been done in collaboration with K. T. Bibish Kumar, Sunil John and K. M. Muraleedharan.

Data pre-processing techniques for handling time series data for environmental science studies

The errors or noises due to electronic sensor fault, fault in the communication channel, etc. are considered here. Such errors or glitches that occur during the data acquisition or transmission phases need to be eliminated before it is fed to the forecasting or classification, systems. Computationally, simple and efficient techniques, are discussed here so that they can even be adopted for a hard real time system environment. While adopting these techniques, we may also end up with some of the real genuine values which may consider as an outlier. A special indicator function, the moving Inter Quartile Range (MIQR) algorithm is proposed to overcome such special cases This work has been done in collaboration with Ebin Anthony, N.S. Sreekanth, and T. Nishanth.

S. Sunil Kumar

Evaporation of inclined drops: Formation of asymmetric ring patterns

Evaporation of colloidal drops on horizontal surfaces deposits the contained particles at the drop-edge producing radially symmetric ring-like stains. The symmetry in the particle deposition is broken when the drop is placed on a tilted surface due to the influence of gravity on the suspended particles and the drop itself. Using extremely small drops generated by electrospray, we explore cases where different mechanisms of particle transport dominate. We show that the asymmetric residues are formed as the gravity-induced effects compete with the capillary flow. Our results give a broad insight into the pattern formation of evaporating inclined drops. This work has been done in collaboration with Maheshwar Gopu, Sachin Rathod, Uma Namangalam, Ravi K. Pujala, et al.



Theoretical investigation of a vital step in the gas-phase formation of interstellar ammonia
 $NH_2^+ + H_2 \rightarrow NH_3^+ + H$

A crucial step in the gas-phase formation of ammonia in the interstellar medium (ISM) is the reaction of NH_2^+ with molecular hydrogen. Understanding the electronic structure of the participating species in this reaction, and the evaluation of the rate coefficients at interstellar temperatures are, therefore, critical to gain new insights into the mechanisms of formation of interstellar ammonia. We present the first theoretical results of the rate coefficients of this reaction as a function of temperatures relevant to the ISM, computed using transition-state theory. The results are in reasonable agreement with recent experimental data. This exothermic reaction features a tiny barrier, which is primarily a consequence of zero-point energy corrections. The results demonstrate that quantum mechanical tunneling and core-electron correlations play significant roles in determining the rate of the reaction. The noteworthy failure of popular density functionals to describe this reaction is also highlighted. This work has been done in collaboration with Salvi Mohandas, and Raghunath O. Ramabhardran.

Suresh Kumar

Measurements of H_0 and reconstruction of the dark energy properties from a model-independent joint analysis

Gaussian processes (GP) provide an elegant and model-independent method for extracting cosmological information from the observational data. In this work, we employ GP to perform a joint analysis by using the geometrical cosmological probes such as Supernova Type Ia (SN), Cosmic Chronometers (CC), Baryon Acoustic Oscillations (BAO), and the H0LiCOW lenses sample to constrain the Hubble constant H_0 , and reconstruct some properties of dark energy (DE), viz., the equation of state parameter w , the sound speed of DE perturbations c_s^2 , and the ratio of DE density evolution $X = \rho_{de}/\rho_{de,0}$. From the joint analysis SN+CC+BAO+H0LiCOW, we find that H_0 is constrained at 1.1% precision with $H_0 = 73.78 \pm 0.84 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$, which is in agreement with SH0ES and H0LiCOW estimates, but in $\sim 6.2\sigma$ tension with the current CMB measurements

of H_0 . With regard to the DE parameters, we find $c_s^2 < 0$ at $\sim 2\sigma$ at high z , and the possibility of X to become negative for $z > 1.5$. We compare our results with the ones obtained in the literature, and discuss the consequences of our main results on the DE theoretical framework. This work has been done in collaboration with Alexander Bonilla, and Rafael C. Nunes.

Rastall gravity extension of the standard Λ CDM model: Theoretical features and observational constraints

We review the model for two simultaneous modifications of different nature in the Friedmann equation due to the Rastall gravity: The new contributions of the material (actual) sources (considered as effective source), and the altered evolution of the material sources. We discuss the role/behaviour of these modifications with regard to some low redshift tensions, including the so-called H_0 tension, prevailing within the standard Λ CDM. We constrain the model at the level of linear perturbations, and obtain the first constraints through a robust and accurate analysis using the latest full Planck Cosmic Microwave Background (CMB) data, with and without including Baryon Acoustic Oscillations (BAO) data. We find that the Rastall parameter ϵ (null for general relativity) is consistent with zero at 68% CL (with a tendency towards positive values, $-0.0001 < \epsilon < 0.0007$ (CMB+BAO) at 68% CL), which in turn implies no significant statistical evidence for deviation from general relativity, and also a precision of $\mathcal{O}(10^{-4})$ for the coefficient $-1/2$ of the term $g_{\mu\nu}R$ in the Einstein field equations of general relativity (guaranteeing the local energy-momentum conservation). We explore the consequences led by the Rastall gravity on the cosmological parameters in the light of the observational analyses. It turns out that the effective source, with a present-day density parameter $\Omega_{X0} = -0.0010 \pm 0.0013$ (CMB+BAO, 68% CL), dynamically screens the usual vacuum energy at high redshifts, but this mechanism barely works due to the opposition by the altered evolution of cold dark matter. Consequently, two simultaneous modifications of different nature in the Friedmann equation by the Rastall gravity act against each other, and do not help to considerably relax the low redshift tensions, including the so-called H_0 tension. Our results may offer a



guide for the research community that studies the Rastall gravity in various aspects of gravitation and cosmology. This work has been done in collaboration with Ozgur Akarsu, Nihan Kairci, Suresh Kumar, Rafael C. Nunes, et al.

Smriti Mahajan

Age and metallicity of galaxies in different environments of the Coma supercluster

We analyse luminosity-weighted ages and metallicity (Z) of galaxies in a continuous range of environments, i.e., clusters, filaments and voids prevalent in the Coma supercluster ($\sim 100h^{-1}$ Mpc). Specifically, we employ two absorption line indices, $H\beta$ and $\langle Fe \rangle$ as tracers of age and metallicity of galaxies. We find that the stellar-phase metallicity of galaxies declines with increasing age as a function of stellar mass (M^*) as well as environment. On the filaments, metallicity of galaxies varies as a function of their distance from the spine of the filament, such that galaxies closer to the centre of the filaments have lower metallicity relative to their counterparts 1 Mpc away from it. The mean age of intermediate mass galaxies ($10^{10} < M^*/M_\odot < 10^{10.5}$) is statistically significantly different in different environments such that, the galaxies in clusters are older than the filament galaxies by 1-1.5 Gyr, while their counterparts in the voids are younger than filament galaxies by ~ 1 Gyr. The massive galaxies ($M^*/M_\odot > 10^{10.5}$), on the other hand, show no such difference for the galaxies in clusters and filaments, but their counterparts in voids are found to be younger by ~ 0.5 Gyr. At fixed age, however, (Z) of galaxies is independent of their M^* in all environments, except the most massive ($M^*/M_\odot \gtrsim 10^{10.7}$), oldest galaxies ($\gtrsim 9$ Gyr), which show a sharp decline in their (Z) with M^* . Our results support a scenario where galaxies in the nearby Universe have grown by accreting smaller galaxies or primordial gas from the large-scale cosmic web. This work has been done in collaboration with Juhi Tiwari, and Kulinder P. Singh.

Study of galaxies on large-scale filaments in simulations

We use the data from the Evolution and Assembly of GaLaxies in their Environment (EAGLE) cosmological simulation to study properties of

galaxies in the cosmic web. Galaxies become more redder and form stars at a lower rate relative to their counterparts further away from the cylindrical axis of the large-scale filaments. These trends are particularly strong for galaxies with $M^*/M_\odot \lesssim 10^{10}$. We also find that at distances < 0.5 Mpc from the spine of the filaments, the median gas and stellar mass fraction in filament galaxies rises sharply with decreasing distance from the spine of the filament. These results, together with matching trends in the SFR/M_* and the $g-r$ colour of filament galaxies suggest that (i) the intrafilamentary gas condenses into the filament galaxies, thus, fuelling star formation in them, and (ii) increased number density of galaxies closer to the central axis of the filament enhances the rate of gravitational interactions among filament galaxies closer to the spine. This work has been done in collaboration with Ankit Singh, and Jasjeet S. Bagla.

Manzoor A. Malik

X-ray study of galaxy clusters

We present a detailed study of the excess entropy profiles along with feedback energy profiles, and discuss the effect of non-thermal pressure and clumping on our estimates with the XMM-Newton cluster outskirts project (X-COP), so as to understand the physical conditions in the outer regions of galaxy clusters ($R > R_{500}$). X-COP targets a sample of massive nearby clusters selected on the basis of their high signal-to-noise ratio (SNR) in the Planck all-sky survey of Sunyaev-Zeldovich sources. In the recent years, the progress achieved in the sensitivity of SZ instruments has allowed the extension of the measurements of the pressure profile of galaxy clusters out to the virial radius and beyond. The high SNR in the Planck survey ensures a detection of the SZ effect from targets well beyond R_{500} . X-COP provides a uniform 25 ks mapping of these clusters out to R_{200} and beyond, with the aim of combining high-quality X-ray and SZ imaging throughout the entire volume of these systems. Our objective is to study the entropy as a function of gas mass. In order to calculate the initial entropy profile as a function of gas mass, we use the initial radial entropy profile, in conjunction with the assumption of hydrostatic equilibrium. While non-thermal pressure is small in the inner



region, its relative importance steadily increases with radius, becoming a significant fraction of the total pressure in the outer region. It has been found from both observations and simulations that m_{500} is underestimated by about 10–20 per cent, if one uses the hydrostatic equation without non-thermal pressure. This work has been done in collaboration with Subha Majumdar, and Shahnawaz Malik .

Generation, propagation and detection of atmospheric gravity waves

On a different plane, we have detected some interesting ionospheric phenomena that include (i) Medium Scale Travelling Ionospheric Disturbance (MSTID), (ii) Field aligned plasma irregularities, (iii) Concentric ring like gravity waves, and (iv) Influences of subtropical mesospheric gravity waves on F-region Ionosphere and related phenomena like propagation and other space phenomena.

I. Ablu Meitei

Quantum radiation of Kerr black hole in de Sitter background

We investigate the tunneling of vector Boson particles across the event horizon of Kerr-de Sitter black hole by using Hamilton-Jacobi ansatz to Proca equation and WKB approximation. The surface gravity of KdS black hole has been recovered by using direct calculation and Proca equation. These two different methods give the same Hawking temperature at the event horizon. This work has been done in collaboration with T. Ibungochouba Singh, Y. Kenedy Meitei, and K. Yugindro Singh.

GUP effects on Hawking temperature in Riemann spacetime

The modified Hawking temperature of a static Riemann space-time is studied using the generalized Klein-Gordon equation and the generalized Dirac equation. Applying the Kerner-Mann quantum tunneling method, the modified Hawking temperatures for scalar particles and Fermions that cross the event horizon of the black hole have been derived. We observe that the quantum gravity effects reduce the rise of thermal radiation temperature of the black hole. This work has been done in collaboration with Y. Kenedy Meitei, and T. Ibungochouba Singh.

Hameeda Mir

Partition function and coherent states for the quantum multiverse

Motivated by a wider acceptance of the quantum cosmology and the idea of multiverse, we follow the second and third quantization formalism for the conceptual comprehension of quantum multiverse. The other motivating feature to pursue the present study is that at the different levels of quantization, the equation of quantum state is similar to that of harmonic oscillator, which encourages us to give a glancing taste of the coherent states in the domain of quantum cosmology. Third quantization enables one to model the universe as a particle in a quantum field theory of the mini-superspace, and the wave description prompts one to recognize interactions among the universes of the multiverse. This picture of the system further instigates us to investigate the partition function and the thermodynamic equations of the system. The path integral formalism with proper mathematical extensions are employed to find the partition function followed by the usual techniques of statistical mechanics to examine the thermodynamic properties. This work has been done in collaboration with Mario C. Rocca, and Aram B. Brzo.

Two approaches that prove divergence free nature of non-local gravity

This work is an attempt to study the thermodynamics of the structure formation in the large scale universe in the non-local gravity using Boltzmann statistics and the Tsallis statistics. The partition function is obtained in both the approaches, and the corresponding thermodynamics properties are evaluated. The important thing is that we surprisingly get the divergence free integrals, and thus, stress upon the fact that the non-local gravity is the singularity free model of gravity. This study has been done in collaboration with Behnan Pourhassan, and Mario C. Rocca.

Bivudutta Mishra

Stability analysis of two-fluid dark energy models

We have studied the stability of the cosmological models with dark energy, and combination of matter fields and dark energy in an anisotropic



space time. The pressure anisotropy along the spatial directions are derived and its stability in each direction has been examined. The four models presented here, show its stability on certain spatial direction. The role of matter field on the stability analysis has been obtained. The positive and negative value of cosmic string completely changed the stability behaviour of the model. The presence of a magnetic field disturbs the stability aspects of the models at least in an early epoch. This work has been done in collaboration with Fakhreh Md Esmaeili, Pratik P. Ray, and Sunil K. Tripathy.

Cosmological models with squared trace in modified gravity.

In this work, we present a few simple cosmological models under the modified theory of gravity in the particular form of $f(R, T) = R + 2f(T)$, where R is the Ricci scalar and T is the trace of the energy momentum tensor. Two special cosmological models are studied with (i) hyperbolic scale factor, and (ii) specific form of the Hubble parameter. The models are observed to predict relevant cosmological parameters closer to the observational values. Both the models reduce to overlap with the Λ CDM model at late times. We have discussed some interesting results related to wormhole solutions as evolved. The possible occurrence of Big Trip in wormholes for the models are also discussed. This work has been done in collaboration with Sunil K. Tripathy, and Saibal Ray.

Sourav Mitra

Dark matter annihilation in ω Centauri: Astrophysical implications derived from the MWA radio data

We present an analysis of Murchison Widefield Array radio telescope data from ω Cen, possibly a stripped dwarf spheroidal galaxy core captured by our Galaxy. Recent interpretations of Fermi-LAT γ -ray data by Brown, et al. (2019) and Reynoso-Cordova, et al. (2019) suggest that ω Cen may contain significant dark matter. We utilize their best-fit dark matter annihilation models, and an estimate of the magnetic field strength in ω Cen, to calculate the expected radio synchrotron signal from annihilation, and show that one can usefully rule out significant parts of the magnetic field diffusion coefficient plane using our

current observational limits on the radio emission. Improvement by a factor of 10-100 on these limits could constrain the models even more tightly. This work has been done in collaboration with Arpan Kar, Biswarup Mukhopadhyaya, Steven Tingay, Ben McKinley, et al.

Hybrid analytic and machine-learned baryonic property insertion into galactic dark matter haloes

While cosmological dark matter-only simulations relying solely on gravitational effects are comparably fast to compute, baryonic properties in simulated galaxies require complex hydrodynamic simulations that are computationally costly to run. We explore the merging of an extended version of the equilibrium model, an analytic formalism describing the evolution of the stellar, gas, and metal content of galaxies, into a machine learning framework. In doing so, we are able to recover more properties than the analytic formalism alone can provide, creating a high-speed hydrodynamic simulation emulator that populates galactic dark matter haloes in N-body simulations with baryonic properties. While, there exists a trade-off between the reached accuracy and the speed advantage, this approach offers, our results outperform an approach using only machine learning for a subset of baryonic properties. We demonstrate that this novel hybrid system enables the fast completion of dark matter-only information by mimicking the properties of a full hydrodynamic suite to a reasonable degree, and discuss the advantages and disadvantages of hybrid versus machine learning-only frameworks. In doing so, we offer an acceleration of commonly deployed simulations in cosmology. This work has been done in collaboration with Ben Moews, Romeel Dave, Sultan Hassan, and Weiguang Cui.

Aditya S. Mondal and Biplab Raychaudhuri

On the disc reflection spectroscopy of NS LMXB Serpens X-1: Analysis of a recent nustar observation

We present nustar observation of the atoll type neutron star (NS) low-mass X-ray binary (LMXB) Serpens X-1 (Ser X-1) performed on 17 February 2018. We observed Ser X-1 in a soft X-ray spectral state with 3 – 79 keV luminosity of $L_X \sim 0.4 \times 10^{38}$ erg s⁻¹ ($\sim 23\%$ of the Eddington luminosity),



assuming a distance of 7.7 kpc. A positive correlation between intensity and hardness ratio suggests that the source was in the banana branch during this observation. The broadband 3 – 30 keV *nustar* energy spectrum can be well described either by a three-component continuum model consisting of a disk blackbody, a single temperature blackbody and a power-law or by a two-component continuum model consisting of a disk blackbody and a Comptonization component. A broad iron line $\sim 5 - 8$ keV and the Compton back-scattering hump peaking at $\sim 10 - 20$ keV band are clearly detected in the X-ray spectrum. These features are best interpreted by a self-consistent relativistic reflection model. Fits with relativistically blurred disc reflection model suggests that the inner disc radius R_{in} is truncated prior to the ISCO at $(1.9 - 2.5) R_{ISCO}$ ($\simeq 11.4 - 15 R_g$ or $26 - 34$ km) and the accretion disc is viewed at an low inclination of $i \simeq 16^\circ - 20^\circ$. The disc is likely to be truncated either by a boundary layer or by the magnetosphere. Based on the measured flux and the mass accretion rate, the maximum radial extension for the boundary layer is estimated to be $\sim 6.4 R_g$ from the NS surface. The truncated inner disc in association with pressure from a magnetic field sets an upper limit of $B \leq 1.9 \times 10^9$ G. This observation has been done in collaboration with Gulab C. Dewangan

Evidence of disc reflection in the X-ray spectrum of the neutron star low-mass X-ray binary 4U 1636-536

We present a broadband spectral analysis of the atoll source 4U 1636-536 observed for ~ 92 ks with *nustar*. The source was found to be in a low-luminosity state during this observation with 3 – 79 keV X-ray luminosity of $L_{3-79\text{keV}} = (1.03 \pm 0.01) \times 10^{37}$ ergs/s, assuming a distance of 6 kpc. We have identified and removed twelve type-I X-ray bursts during this observation to study the persistent emission. The continuum is well described by a thermal Comptonization model `nthcomp` with $\Gamma \sim 1.9$, $kT_e \sim 28\text{keV}$, and $kT_s \sim 0.9\text{keV}$. The NuSTAR data reveal a clear signature of disc reflection, a significantly broad Fe-K emission line (around 5 – 8 keV), and the corresponding reflection hump (around 15 – 30 keV). We have modelled the data with two relativistically blurred reflection models. Both families of reflection models prefer truncated inner

disc radii prior to the ISCO. We find that the inner disc is truncated with an inner radius of $R_{in} = (3.2 - 4.7) R_{ISCO}$ ($\simeq 16 - 24 R_g$ or $36 - 54$ km). This inner disc radius suggests that the neutron star magnetic field strength is $B \leq 2.0 \times 10^9$ G. This observation has been done in collaboration with Gulab C. Dewangan

Soumen Mondal and Prasad Basu

On the properties of dissipative shocks in the relativistic accretion flows

In this work, we study the properties of dissipative shocks for fully relativistic accretion flows around spinning black holes. In an accretion flow harbouring a dissipative shock (formally known as radiative shock), a significant portion of the thermal energy may get released from the post-shock corona. A stellar-mass black hole may therefore emit hard X-rays from the inner edge of the disc. If the bulk energy loss is significant, post-shock pressure drops, and shock moves forward towards the black hole compressing the size of the post-shock corona, resulting an enhancement of the corona temperature and compression ratio. The dynamical properties of the radiative shocks are therefore systematically investigated to understand accurately the radiative loss processes, temporal variations, and the spectral properties. We notice that the range of flow parameters (e.g. energy and angular momentum) responsible for the formation of shocks in accretion (SA) is identical for both the cases of standing and dissipative shocks. The spin of the black hole enhances the dissipation further. We estimate the maximum energy release, which is observed close to 100 per cent in the extreme cases. This could be useful in explaining various observed phenomena namely the formation and the systematic evolution of quasi-periodic oscillations, and the time lags in between hard and soft X-ray photons (e.g. XTE J1550-564, GRO J1655-40, etc.) during their outbursts.

Soumen Mondal

FIRST winged radio galaxies with X and Z symmetry

X-shaped radio galaxies (XRGs) are a subclass of radio sources that exhibit a pair of secondary low surface brightness radio lobes oriented at



an angle to the primary high surface brightness lobes. Sometimes, they emerge from the edges of the primary high brightened lobes and form a Z-symmetric morphology. We present a systematical search result for XRGs and Z-shaped radio galaxies (ZRGs) from the VLA faint images of the radio sky at twenty-centimeters (VLA FIRST) survey at 1.4 GHz. Our search yields a total of 296 radio sources, out of which 161 are XRGs and 135 are ZRGs. We have also made optical identification of these sources from the different available literature. J1124+4325 and J1319+0502 are the farthest known XRG and ZRG, respectively. We have estimated spectral index and radio luminosity of these radio sources and made a comparative study with previously detected XRGs and ZRGs. The average value of luminosities for XRGs is higher than that of ZRGs. With the help of a large sample size of the newly discovered XRGs and ZRGs, various statistical properties of these sources are studied. Out of 161 XRGs presented, 70% (113) are FR II radio galaxies and 13% (20) are FR I radio galaxies. For 28 XRGs, the morphology is complex and could not be classified. For XRGs, the statistical studies are done on the angle between the major and minor axes and the relative size of these axes. For the ZRGs, a statistical study is done on the angular size. This work has been done in collaboration with Soumen Bera, Sabyasachi Pal, and Tapan K. Sasmal.

Hemwati Nandan

Particle collisions near static spherically symmetric black holes

It has been shown by Bañados, Silk and West (BSW) that the centre of mass energy (E_{cm}) of test particles starting from rest at infinity, and colliding near the horizon of a Schwarzschild black hole is always finite. In this note, we extend the BSW scenario and study two particles with different energies colliding near the horizon of a static spherically symmetric black hole. Interestingly, we find that even for the static spherically symmetric (i.e., Schwarzschild like) black holes, it is possible to obtain an arbitrarily high E_{cm} from the two test particles colliding near but outside of the horizon of a black hole, if one fine-tunes the parameters of geodesic motion. This work has been done in collaboration with Eva Hackmann, and Pankaj

Sheoran.

Schwarzschild black hole surrounded by quintessential matter field as an accelerator for spinning particles

We study the collision of two massive particles with non-zero intrinsic spin moving in the equatorial plane in the background of a Schwarzschild black hole surrounded by quintessential matter field (SBHQ). For the quintessential matter equation of state (EOS) parameter, we assume three different values. It is shown that for collisions outside the event horizon, but very close to it, the centre-of-mass energy (E_{cm}) can grow without bound if exactly one of the colliding particles is what we call near-critical, i.e., if its constants of motion are fine tuned such that the time component of its four-momentum becomes very small at the horizon. In all other cases, E_{cm} only diverges behind the horizon if we respect the Møller limit on the spin of the particles. We also discuss radial turning points and constraints resulting from the requirement of sub-luminal motion of the spinning particles. This work has been done in collaboration with Pankaj Sheoran, Eva Hackmann, Ulises Nucamendi, and Amare Abebe.

Rajesh K. Nayak

Implementation of the dual foliation generalized harmonic gauge formulation with application to spherical black hole excision

The formalism promises to give greater freedom in the choice of coordinates that can be used in numerical relativity. As a specific application, we focus on the treatment of black holes in spherical symmetry. Existing approaches to black hole excision in numerical relativity are susceptible to failure if the boundary fails to remain outflow. Our approach relies on carefully choosing coordinates in which the coordinate light speeds are under strict control so that the excision boundary must remain outflow. These coordinates are then combined with the DF-GHG formulation. After performing a set of validation tests in a simple setting, we study the accretion of large pulses of scalar field matter on to a spherical black hole. We compare the results of DF-excision with a naive setup. DF-excision proves reliable even when the previous approach fails. This work has been done in collaboration



with Maitraya K. Bhattacharyya, David Hilditch, Sarah Renkhoff, Hannes R. Ruter, et al.

Analytical and numerical treatment of perturbed black holes in horizon-penetrating coordinates

The deviations of non-linear perturbations of black holes from the linear case are important in the context of ringdown signals with large signal-to-noise ratio. To facilitate a comparison between the two, we derive several results of linear perturbation theory in coordinates which may be adopted in numerical work. Specifically, our results are derived in Kerr-Schild coordinates adjusted by a general height function. In the first part, we address the questions: For an initial configuration of a massless scalar field, what is the amplitude of the excited quasinormal mode (QNM) for any observer outside the event horizon, and furthermore, what is the resulting tail contribution? This is done by constructing the full Greens function for the problem with exact solutions of the confluent Heun equation satisfying appropriate boundary conditions. In the second part, we detail new developments to our pseudo-spectral numerical relativity code bumps to handle scalar fields. In the linear regime, we employ precisely the Kerr-Schild coordinates treated by our previous analysis. In particular, we evolve pure QNM type initial data along with several other types of initial data and report on the presence of overtone modes in the signal. This work has been done in collaboration with Maitraya K. Bhattacharyya, David Hilditch, Hannes R. Ruter, and Bernd Bruggmann.

Biswajit Pandey

Do galactic bars depend on environment?: An information theoretic analysis of Galaxy Zoo 2

We use an information theoretic framework to analyze data from the Galaxy Zoo 2 project and study if there are any statistically significant correlations between the presence of bars in spiral galaxies and their environment. We measure the mutual information between the barredness of galaxies and their environments in a volume limited sample ($M_r \leq -21$), and compare it with the same in datasets where (i) the bar/unbar classifications are randomized, and (ii) the spatial distribution of galaxies are shuffled on different length scales. We assess the statistical significance

of the differences in the mutual information using a t-test, and find that both randomization of morphological classifications and shuffling of spatial distribution do not alter the mutual information in a statistically significant way. The non-zero mutual information between barredness and environment arises due to the finite and discrete nature of the dataset, which can be entirely explained by mock Poisson distributions. We also separately compare the cumulative distribution functions of the barred and unbarred galaxies as a function of their local density. Using a Kolmogorov-Smirnov test, we find that the null hypothesis can not be rejected even at 75% confidence level. Our analysis indicates that environments do not play a significant role in the formation of a bar, which is largely determined by the internal processes of the host galaxy. This study has been done in collaboration with Suman Sarkar, and Snehasish Bhattacharjee.

A method for classification of red, blue and green galaxies using fuzzy set theory

The red and blue galaxies are traditionally classified using some specific cuts in colour or other galaxy properties, which are supported by empirical arguments. The vagueness associated with such cuts are likely to introduce a significant contamination in these samples. Fuzzy sets are vague boundary, which can efficiently capture the classification uncertainty in the absence of any precise boundary. We propose a method for classification of galaxies according to their colours using fuzzy set theory. We use data from the SDSS to construct a fuzzy set for red galaxies with its members having different degrees of 'redness'. We show that the fuzzy sets for the blue and green galaxies can be obtained from it using different fuzzy operations. We also explore the possibility of using fuzzy relation to study the relationship between different galaxy properties and discuss its strengths and limitations.

Mahadev B. Pandge

Exploring the hot gaseous halo around an extremely massive and relativistic jet launching spiral galaxy with XMM-Newton

We present a deep XMM-Newton observation of the extremely massive, rapidly rotating, relativistic-jet-launching spiral galaxy 2MASX



J23453268-0449256. Diffuse X-ray emission from the hot gaseous halo around the galaxy is robustly detected out to a radius of 160 kpc, corresponding roughly to 35 per cent of the virial radius (450 kpc). We fit the X-ray emission with the standard isothermal β model, and it is found that the enclosed gas mass within 160 kpc is $1.15^{+0.22}_{-0.24} \times 10^{11} M_{\odot}$. Extrapolating the gas mass profile out to the virial radius, the estimated gas mass is $8.25^{+1.62}_{-1.77} \times 10^{11} M_{\odot}$, which makes up roughly 65 per cent of the total baryon mass content of the galaxy. When the stellar mass is considered and accounting for the statistical and systematic uncertainties, the baryon mass fraction within the virial radius is $0.121^{+0.043}_{-0.043}$, in agreement with the universal baryon fraction. The baryon mass fraction is consistent with all baryons falling within r_{200} , or with only half of the baryons falling within r_{200} . Similar to the massive spiral galaxies NGC 1961 and NGC 6753, we find a low value for the metal abundance of $0.1 M_{\odot}$, which appears uniform with radius. We also detect diffuse X-ray emission associated with the northern and southern lobes, possibly attributed to inverse Compton scattering of Cosmic Microwave Background photons. The estimated energy densities of the electrons and magnetic field in these radio lobes suggest that they are electron-dominated by a factor of 10-200, depending on the choice of the lower cut-off energy of the electron spectrum. This work has been done in collaboration with Mohammad S. Mirakhor, Stephen A. Walker, Joydeep Bagchi, Pratik Dabhade, et al.

A detailed study of X-ray cavities in the intracluster environment of the cool core cluster Abell 3017

We present a detailed analysis of a cool-core galaxy cluster Abell 3017, at a redshift of $z = 0.219$, which has been identified to be merging with its companion cluster Abell 3016. This study has made use of X-ray (*Chandra*), UV (*GALEX*), optical (*ESO/VLT*), mid-infrared (*WISE*) and radio uGMRT observations. Using various image processing techniques, such as unsharp masking, 2-d fits using Beta models, contour binning and the use of surface brightness profiles, we show the existence of a pair of X-ray cavities, at a projected distance of ~ 20 arcsec (70 kpc) and ~ 16 arcsec (57 kpc), respectively from the core of Abell 3017. We also detect an excess of X-ray emission located at 25 arcsec (~ 88 kpc) south of the centre of

Abell 3017, is likely due to the bulk motions in the ICM, either by gas sloshing or ram-pressure striping due to a merger. We find that the radio lobes are responsible for the observed X-ray cavities detected in this system. The lower values of mid-IR WISE colour [W1-W2] and [W2-W3] imply that the central BCG of Abell 3017 is a star-forming galaxy. The current star formation rate of the central BCG, estimated from the $H\alpha$ and *GALEX* FUV luminosities, are equal to be $\sim 5.06 \pm 0.78 M_{\odot} \text{yr}^{-1}$ and $\sim 9.20 \pm 0.81 M_{\odot} \text{yr}^{-1}$, respectively. We detect, for the first time, a radio phoenix ~ 150 kpc away from the radio core, with a spectral index of ($\alpha \leq -1.8$). We also report the detection of Pa_{α} emission in this cluster using ESO VLT SINFONI imaging data. This work has been done in collaboration with Biny Sebastian, Ruchika Seth, and Somak Raychaudhury.

Uma Papnoi

Thermodynamics from field equations for charged radiating rotating black hole near horizon

It is well known that near horizon black hole spacetimes, show a resemblance to thermodynamic systems, it is easy to associate the thermodynamic parameters like temperature and entropy with them. We study the connection between gravitational dynamics of the horizon and thermodynamics for the case of charged radiating rotating axially symmetric black holes. It is shown that Einstein field equation near apparent horizon can be interpreted in the form of thermodynamic law, i.e., $TdS = dM(v) - \Omega_H dJ - \Phi dQ(v)$. This work has been done in collaboration with Sushant G. Ghosh.

Amit Pathak

Synthesis, structural and vibrational spectroscopic investigation of molecules: N-n-butyl, S-2-nitro-1-phenylethyl dithiocarbamate and N-n-butyl, S-2-nitro-1-(4-urophenyl) ethyl dithiocarbamate

This work deals with the synthesis as well as molecular modelling and vibrational spectroscopic analysis of two biorelevant molecules, namely N-n-butyl, S-2-nitro-1-phenylethyl dithiocarbamate and N-n-butyl, S-2-nitro-1-(4-fluorophenyl) ethyldithiocarbamate in gas phase. The optimization of the molecular



structures of these compounds was performed at Density Functional Theory with exchange functional B3LYP and Hartree-Fock theory. The customary basis set 6-31++G(d,p) was employed during computations at both the level. The experimental FTIR spectra of both the compounds were recorded in range 4,000-400 cm^{-1} to correlate with the calculated spectra of the compounds. The normal coordinate analysis (NCA) method was used for the calculation of potential energy distributions. Most of the DFT calculated frequencies were found to agree with the experimental FTIR frequencies. To ensure the stability of electronic structures of these compounds, the natural bond orbital analysis (NBO) for each compound was also performed and the analysis revealed that the intra-molecular interactions resulting from overlapping of bonding and anti-bonding orbitals provoke the intra-molecular charge transfer (ICT) causing stabilization of the system. The frontier bond orbital analysis was also performed to study the interaction profile of the compounds. This work has been done in collaboration with Tarun Yadav, Goutam Brahmachari, Indrajit Karmakar, Priyanka Yadav, et al.

Structural confirmation of biorelevant molecule N-iso-butyl, S-2-nitro-1-phenylethyl dithiocarbamate in gas phase and effect of fluorination

We have found a total of five low lying energy structures of N-iso-butyl, S-2-nitro-1-phenylethyl dithiocarbamate in the present investigation. All the theoretical computations were done at DFT/B3LYP/6-31++G(d,p) level. The FTIR spectrum of this molecule was recorded in the spectral range of 4,000-400 cm^{-1} , and this correlates well with the theoretical spectra of energetically most preferred conformer. The effect of fluorination on the structural parameters and vibrational frequencies of the most stable conformer is also investigated. The normal coordinate analysis was employed to calculate the potential energy distributions of the most stable conformer and the fluorinated structure. Moreover, we have also performed the natural bond orbital analysis (NBO) for the most stable conformer and the fluorinated structure to corroborate the stability of the electronic structure of both the molecules. The different thermodynamical quantities viz entropy,

specific heat, free energy and thermal energy are also investigated. This investigation has been done in collaboration with Tarun Yadav, Goutam Brahmachari, Indrajit Karmakar, Priyanka Yadav, et al.

Bikash C. Paul

Renyi holographic dark energy in higher dimension Cosmology

It is found that the non-interacting cosmological model naturally leads to the late accelerated universe, unlike the standard Holographic Dark Energy models in the usual 4-dimensions, however, it requires interaction to accommodate the late-time acceleration of the universe. The interacting model produces an accelerating universe at late time albeit failing to attain the estimated present value of the deceleration parameter. The evolution of different cosmological parameters have been estimated. We consider two diagnostic tests namely, state-finder and Om diagnostics proposed by Sahni to study the non-interacting model, which is more favoured in the light of recent cosmological observations. Classical stability of the cosmological models are also discussed. This work has been done in collaboration Arindam Saha, Souvik Ghose, and Anirban Chanda.

Bouncing scenario with causal cosmology

The cosmological model of a bouncing universe with causal fluid in the universe is presented. The dissipative effects of the causal cosmic fluid is described by the truncated, and full Israel-Stewart theory. The following classes of non-vanishing scale factors of bouncing cosmological solutions are considered in the presence of viscous fluid: (i) the power-law bouncing model, (ii) the exponential bouncing model, and (iii) the matter bouncing model in the Einstein gravity to study the dynamics of the early universe. The cosmological parameters namely, the Hubble parameter, deceleration parameter, jerk parameter in addition to the energy density and bulk viscous pressure of the universe are determined to construct realistic cosmologies. The observational constraints of the parameters of bouncing cosmological models are estimated making use of the observed cosmological data. The physical and geometrical aspects of the cosmological models based on the imposed



constraints are also estimated. This work has been done in collaboration with Partha S. Debnath.

Surajit Paul

uGMRT HI 21-cm absorption observations of two extremely inverted spectrum sources

We report the detection of HI 21-cm absorption in a member of the rare and recently discovered class of compact radio sources, 'Extremely Inverted Spectrum Extragalactic Radio Sources (EISERS)'. EISERS conceivably form a special sub-class of the inverted spectrum radio galaxies since the spectral index of the optically thick part of the spectrum for these sources crosses the synchrotron self absorption limit of $\alpha = +2.5$ ($S(\nu) \propto \nu^\alpha$). We have searched for HI absorption in two EISERS using the recently upgraded Giant Metrewave Radio Telescope (uGMRT) and detected an absorption feature in one of them. The strong associated HI absorption detected against the source J12092032 ($z=0.4040$) implies an optical depth of 0.178 ± 0.02 corresponding to an HI column density of $34.8 \pm 2.9 \times 10^{20} \text{ cm}^{-2}$, for an assumed HI spin temperature of 100 K and covering factor of 1. This is among the highest known optical depth and HI column densities found for compact radio sources of GPC/CSS type and supports the free-free absorption model for the steeply inverted radio spectrum of this source. For the other source, J1549+5038 ($z = 2.171$), no HI absorption was detected in our observations. This work has been done in collaboration with Mukul Mhaskey, Neeraj Gupta, Dipanjan Mukherjee, and Gopal-Krishna

Ninan S. Philip

Deconvolution of astronomical images

Ground based telescope images gets distorted by fluctuations in the atmosphere. Two possibilities exist to somewhat resolve this situation (i) Use machine learning tools to learn how a ground based image of a celestial object should be modified to look like its space telescope image. Once learned, the tool will be able to do similar transformation on all images taken in similar settings by ground based telescopes. (ii) Design an Adaptive Optics (AO) algorithm that can synchronise the mirror orientations with the atmospheric fluctuations so as to nullify the effect of the atmosphere. We have been working on a deep learning model

using Generative Adversarial Networks (GAN) for mapping ground based images taken by ZTF survey to space telescope images taken by Hubble. The deep learning AO algorithm is desired to perform faster than existing methods to control the actuators used in large AO driven telescopes. The first phase of development used noise free sky simulation and the performance of the algorithm was exceptional. However, when random Poison noise was added, the performance degraded drastically. We are trying to quantify the SNR to which similar methods might perform better than existing methods for AO. This work has been done in collaboration with Ajit K. Kembhavi, Kaushal Sharma, A. N. Ramaprabhakar, Sorabh Chhabra, et al.

NLP for fake domain identification

Natural Language Processing (NLP) finds lot of application in the bigdata era. However, the challenges are also not negligible. When information is on the network, validating genuine sources becomes a real challenge. There are a set of tools commonly known as Domain Generation Algorithms (DGA) that fake real domain names with hacker controlled sites. Detecting and isolating such fake sources is a big challenge. We at airis4D have developed an NLP algorithm that could detect and alert users by training a machine learning algorithm on known DGA and non-DGA domain names. DGA names are usually generated by software, and hence, are mostly combinations of random words or letters. This was the key identification criteria used by the algorithm. This work has been done in collaboration with Ann Mathew.

Ananta C. Pradhan

Ultraviolet Imaging Telescope (UVIT) observation of the galactic globular cluster NGC 7492

We present detailed photometric observations of the galactic globular cluster NGC 7492 using the data obtained with two far-ultraviolet (FUV: 1300 - 1800 Å), and three near-ultraviolet (NUV: 2000 - 3000 Å) filters of Ultraviolet Imaging Telescope (UVIT) on-board the *AstroSat* satellite. We confirmed the cluster membership of the extracted sources using GAIA data release 2 (Gaia DR2) proper motion data. We have used colour-magnitude diagrams (CMDs) using



UVIT and GAIA filters to separate out different evolutionary stages of the stars present in the cluster. We have identified a new extreme horizontal branch (EHB) star at the core of the cluster using UV and UV-optical CMDs. The estimated distance-modulus of the cluster is 16.95 ± 0.05 obtained by fitting BaSTI isochrones with cluster parameters, $[Fe/H] = -1.8$ dex and age = 12.0 Gyr on the $V - I$ vs V CMD. Interestingly, only the EHB star and blue horizontal branch stars (BHBs) among the UV-bright hot sources are detected in FUV filters of UVIT. We have derived the effective temperature of BHBs using colour-temperature relation and spectral energy distributions (SEDs) of multi-band filters, which are in the range from 8,000 K to 10,500 K. We find a variation of He abundance of BHBs by fitting the BaSTI ZAHB. The range in the He abundance of the BHBs corresponding to the best fit isochrones is 0.247 to 0.350. We have studied the radial distribution of all the sources of the cluster detected in UVIT. The sources detected in FUV filters extend beyond the half light radius ($1.15'$) of the cluster, whereas the sources detected in NUV filters extend beyond the tidal radius ($9.2'$) of the cluster. This work has been carried out in collaboration with Ranjan Kumar, Abhisek Mohapatra, Ayush Maharana, Devendra K. Ojha, et al.

Study of galactic structure using UVIT/AstroSat star counts

The structure of our Galaxy has been studied from ultraviolet (UV) star counts obtained with the Ultra-Violet Imaging Telescope (UVIT) on board the *AstroSat* satellite, in Far-UV (FUV) and Near-UV (NUV) bands. The F154W (BaF2) and N263M (NUVB4) filters were used in the FUV and NUV bands, respectively. The point sources are separated from the extra-galactic sources of UVIT observations using infrared (IR) colour cut method. The observed UVIT star counts match well with the simulations obtained from the Besançon model of stellar population synthesis towards several galactic directions. We also estimated the scale length and scale height of the thick disc and the scale height of the thin disc using the space density function and the exponential density law for the stars of intermediate galactic latitudes. The scale length of the thick disc ranges from 3.11 to 5.40 kpc, whereas the scale height ranges from 530 ± 32 pc to 630 ± 29 pc. The scale height of the thin disc

comes out to be in the range of 230 ± 20 pc to 330 ± 11 pc. This work is done in collaboration with Ranjan Kumar, Devendra K. Ojha, Sonika piridi, Tapas Baug, et al.

Anirudh Pradhan

Friedmann-Robertson-Walker accelerating Universe with interactive dark energy

We have presented an FLRW universe containing two-fluids (baryonic and dark energy), by assuming the deceleration parameter as a linear function of the Hubble function. This results in a time-dependent deceleration parameter (DP) having a transition from past decelerating to the present accelerating universe. In this model, dark energy (DE) interacts with dust to produce a new law for the density. As per our model, our universe is at present in a phantom phase after passing through a quintessence phase in the past. The physical importance of the two-fluid scenario is described in various aspects. The model is shown to satisfy current observational constraints such as recent Planck results. Various cosmological parameters relating to the history of the universe have been investigated. This work has been done in collaboration with Gopi K. Goswami, Aroonkumar Beesham, and Archana Dixit.

Barrow HDE model for Statefinder diagnostic in FLRW universe

We have analyzed the Barrow holographic dark energy (BHDE) in the framework of the flat FLRW universe by considering the various estimations of Barrow exponent Δ . Here, we define BHDE, by applying the usual holographic principle at a cosmological system, for utilizing the Barrow entropy rather than the standard Bekenstein-Hawking. To understand the recent accelerated expansion of the universe, we have considered the Hubble horizon as the IR cut-off. The cosmological parameters, especially the density parameter (Ω_D), the equation of the state parameter (ω_D), energy density (ρ_D), and the deceleration parameter (q) are studied, and found the satisfactory behaviours. Moreover, we additionally focus on the two geometric diagnostics, the Statefinder (r, s) and $O_m(z)$ to discriminant BHDE model from the Λ CDM model. We have determined and plotted the trajectories of evolution for Statefinder (r, s), (r, q) and $O_m(z)$



diagnostic plane to understand the geometrical behaviour by utilizing Planck 2018 observational information. Finally, we have explored the new Barrow exponent Δ , which strongly affect the dark energy equation of state that can lead it to lie in the quintessence regime, phantom regime, and exhibits the phantom-divide line during the cosmological evolution. This work has been done in collaboration with Archana Dixit, and Vinod K. Bhardwaj.

Ramprasad Prajapati

Gravitational instability with dust charge gradient and ion drag forces in unmagnetized dusty plasma

The influence of dust charge gradient force and ion drag force on the fragmentation of unmagnetized, self-gravitating dust cloud has been studied. The thermal electrons satisfy the Boltzmann relation, while inertialess ions are affected by the ion-neutral collisions. The dynamics of dusty fluid are modified by ion drag, charge gradient, and gravitational forces. The onset criterion of pinching instability and gravitational instability is derived. The pinching instability depends upon the critical ion drag coefficient and dust charge variation parameter. In the laboratory, complex plasma, with finite dust charge variations, the ion drag coefficient larger than the critical value causes pinching instability. This results in the fragmentation of the dusty cloud, which is affected due to the dust charge variations. The ion drag coefficient has destabilizing, while the dust charge variation parameter has stabilizing influence on the growth rate of the linear gravitational instability. The results have been discussed to understand the dust cloud collapse in the astrophysical system. This work has been done in collaboration with Bivash Dolai.

Effects of dust-charge gradient and polarization forces on the waves and Jeans instability in strongly coupled dusty plasma

The effects of dust charge gradient (DCG) force and polarization force have been investigated on the properties of dust acoustic wave (DAW) and linear Jeans instability in strongly coupled dusty plasma. In the kinetic regime, DCG and polarization forces modify the DAW mode and couple with compressional viscoelastic wave mode. The Jeans instability criterion and critical wave

number have been modified due to DCG force, polarization force, and strong coupling effects. The results have been discussed in the warm photo-disassociation region and in the laboratory complex plasmas. The strong correlation effect and the charge variation parameter stabilize the growth rate of Jeans instability. But, the polarization parameter stabilize the growth rate for positively charged dust grains and destabilize for negatively charged dust grains. The implications of charge gradient and polarization parameters are discussed for lower and higher charges in the laboratory complex plasma, which decreases the growth of the propagating DAW. This work has been done in collaboration with Bivash Dolai .

Farook Rahaman

Colour-flavour locked quark stars in energy-momentum squared gravity

Several attempts have been made in the past decades to search for the true ground state of the dense matter at sufficiently large densities and low temperatures via compact astrophysical objects. Focusing on strange stars, we derive the hydrostatic equilibrium assuming a maximally symmetric phase of homogeneous super-conducting quark matter called the *colour-flavour-locked* (CFL) phase in the background of energy-momentum squared gravity (EMSG). Theoretical and experimental investigations show that strange quark matter (SQM) in a CFL state can be the true ground state of hadronic matter at least for asymptotic densities, and even if the unequal quark masses. Motivated by these theoretical models, we explore the structure of stellar objects in recently proposed EMSG, which allows a correction term $T_{\mu\nu}T_{\mu\nu}$ in the action functional of the theory. Interestingly, EMSG may be effective to resolve the problems at high energy densities, e.g., relevant to the early universe and dense compact astrophysical objects without invoking some new forms of fluid stress, such as bulk viscosity or scalar fields. Finally, we solve the complicated field equations numerically to obtain the mass-radius relations for strange stars in CFL equation of state. This work has been done in collaboration with Ksh. Newton Singh, Ayan Banerje, and Sunil K. Maurya.



Conformally symmetric traversable wormholes in modified teleparallel gravity

We consider wormhole geometries in the context of teleparallel equivalent of general relativity (TEGR) as well as $f(T)$ gravity. The TEGR is an alternative geometrical formulation of Einstein's general relativity, where modified teleparallel gravity or $f(T)$ gravity has been invoked as an alternative approach for explaining an accelerated expansion of the universe. We present the analytical solutions under the assumption of spherical symmetry, and the existence of a conformal Killing vectors to proceed a more systematic approach in searching for exact wormhole solutions. More precisely, the existence of a conformal symmetry places restrictions on the model. Considering the field equations with a diagonal tetrad and anisotropic distribution of the fluid, we study the properties of traversable wormholes in TEGR that violates the weak and the null energy conditions at the throat and its vicinity. In the second part, wormhole solutions are constructed in the framework of $f(T)$ gravity, where T represents torsion scalar. As a consistency check, we also discuss the behaviour of energy conditions with a viable power-law $f(T)$ model and the corresponding shape functions. In addition, a wide variety of solutions are deduced by considering a linear equation of state relating the density and pressure, for the isotropic and anisotropic pressure, independently of the shape functions, and various phantom wormhole geometries are explored. This work has been done in collaboration with Ksh. Newton Singh, Ayan Banerjee, and Mahmood K. Jasim.

Chayan Ranjit

Constraints on energy momentum squared gravity from cosmic chronometers and supernovae Type Ia data

We perform an observational data analysis on the energy momentum squared gravity model. Possible solutions for matter density are obtained from the model and their cosmological implications are studied. Some recent observational data is used to constrain model parameters using statistical techniques. We have used the cosmic chronometer and SNe Type-Ia Riess (292) $H(z)-z$ data-sets, We have also used baryon acoustic oscillation (BAO) peak parameter and cosmic microwave background (CMB) peak parameter to obtain bounds on the

model parameters. For the statistical analysis, we have used the minimization technique of the χ^2 statistic. Confidence contours have been generated for the predicted values of the free parameters at the 66%, 90% and 99% confidence levels. Finally, we have compared our analysis with the union2 data sample presented by Amanullah, et al. 2010, and the recently published Pantheon data sample. A multi-component model is investigated by adding dust to a general cosmological fluid with equation of state $w = -1/3$. The density parameters were studied and their values were found to comply with the observational results. This work has been done in collaboration with Prabir Rudra, and Sujata Kundu.

Compact stellar models in modified gravity

We have considered that the compact objects are following a spherically symmetric static metric and obtained the Einstein field equations in the spacetime of $f(T, \mathcal{T})$. To make the Einstein equations solvable, we employ the methodology of conformal Killing vectors. Thereafter, by using the MIT Bag equation of state to the compact stars, considering that the stars are formed by strange quark, we find the solutions set. The solutions are examined via several physical testings which exhibit viability of the model. This work has been done in collaboration with Ines G. Salako, Maxim Khlopov, Saibal Ray, and Utpal Mukhopadhyay.

Shantanu Rastogi

Detection of PAH and nbL features in planetary nebulae NGC 7027 and BD +30° 3639 with TIRCAM2 instrument on 3.6 m DOT

High resolution infrared imaging observations of the young Planetary Nebulae NGC 7027 and BD +30° 3639, taken with the newly installed TIFR Infrared Camera-II (TIRCAM2) on 3.6m Devasthal Optical Telescope (DOT), ARIES, Nainital, are being reported. The images are acquired in J, H, K, polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) and narrow-band L (nbL) filters. The observations show emission from warm dust and PAHs in the circumstellar shells. The imaging of the two objects are among the first observations in PAH and nbL bands using TIRCAM2 on DOT. The NGC 7027 images in all bands show similar elliptical morphology with $\sim 6''.7$ and $\sim 4''.5$ semi-major and semi-minor axes. Considering size up to



10% of peak value, the nebula extends upto 8" from the central star revealing a multi-polar evolution. The relatively cooler BD +30° 3639 shows a rectangular-ring shaped nebula. In J and H bands, it shows an angular diameter of $\sim 8''$, while a smaller $\sim 6''$ size is observed in K, PAH and nBL bands. The $3.28 \mu\text{m}$ emission indicates presence of PAHs at about 6,000 and 5,000 AU from the central stars in NGC 7027, and BD +30° 3639 respectively. Analysis suggests domination of neutral PAHs in BD +30° 3639, while in NGC 7027 there is higher ionization and more processed PAH population. This work has been done in collaboration with Rahul K. Anand, Brijesh Kumar, Arpan Ghosh, Saurabh Sharma, et al.

Response of ambient BC concentration across the Indian region to the nation-wide lockdown: Results from the ARFINET measurements of ISRO-GBP

We assess the response of ambient aerosol black carbon (BC) mass concentrations and spectral absorption properties across Indian mainland during the nation-wide lockdown (LD) in connection with the Corona virus Disease 19 (COVID-19) pandemic. The LD had brought near to total cut-off of emissions from industrial, traffic (road, railways, marine, and air) and energy sectors, though the domestic emissions remained fairly unaltered. This provided a unique opportunity to delineate the impact of fossil fuel combustion sources on atmospheric BC characteristics. In this context, the primary data of BC measured at the national network of aerosol observatories (ARFINET) under ISRO-GBP are examined to assess the response to the seizure of emissions over distinct geographic parts of the country. Results indicate that average BC concentrations over the Indian mainland are curbed down significantly (10-40%) from prelockdown observations during the first and most intense phase of lockdown. This decline is significant with respect to the long-term (2015-2019) averaged (climatological mean) values. The drop in BC is most pronounced over the Indo-Gangetic Plain ($> 60\%$) and north-eastern India ($> 30\%$) during the second phase of lockdown, while significant reduction is seen during LD1 (16-60%) over central and peninsular Indian as well as Himalayan and sub-Himalayan regions. Despite such a large reduction, the absolute magnitude of BC remained higher over the IGP and north-eastern sites

compared to other parts of India. Notably, the spectral absorption index of aerosols changed very little over most of the locations, indicating the still persisting contribution of fossil-fuel emissions over most of the locations. This work has been done in collaboration with Mukunda M. Gogoi, S.Suresh Babu, B. S. Arun, K. Krishna Moorthy, et al.

C. D. Ravikumar

Central intensity ratio of early-type galaxies in low-density environment

We have extended the study of Central Intensity Ratio (CIR) by selecting a sample of 52 early-type galaxies from low density environment to be negatively observed with high resolution optical observation from Hubble Space Telescope, and reported significant correlations with the mass of the central super-massive black hole, central velocity dispersion, absolute B-band magnitude, stellar bulge mass, and central Mg 2 index of the host galaxy. The study proposes the use of CIR as a simple, fast, and efficient photometric tool for exploring the co-evolution scenario existing in galaxies, and has been done in collaboration with K. Sruthi

Heavy quarkonium properties at finite temperature in strongly coupled quark gluon plasma

We have tried to understand the heavy quarkonium properties at finite temperature by solving the N-dimensional radial Schrödinger equation using the Analytical Exact Iteration method. The two body potential in strongly coupled quark gluon plasma was used. The energy eigen values were estimated in the N-dimensional space for any state (n, l). The variations of binding energy and mass spectra with temperature were explored in the N-dimensional space, and estimations for dissociation temperatures for different states of quarkonia were calculated. This work has been done in collaboration with K. T. Rethika, and V. M. Bannur.

Saibal Ray

Decoupling gravitational sources in $f(R, T)$ gravity under class I spacetime

We have presented a simple and effective new methodology to build up self-gravitating structures



driven by an imperfect fluid distributions. This approach is developed within the framework of $f(R, T)$ gravity theory by combining two geometrical schemes, the gravitational decoupling by means of minimal geometric deformation and the embedding technique, specifically the class I grasp. The former, allows to introduce extra matter fields into the system, modifying the energy momentum tensor, as well as new degrees of freedom altering the mass function and its associated metric potential, i.e., the g_{rr} component. On the other hand the class I focusing, provides precious and useful mathematical information to determine the full geometrical description of the internal spacetime. Furthermore, to obtain the final form of the modified material content, the so-called mimic constraint procedure is employed. To check the mathematical, physical and astrophysical viability of the present proposal, the authors have framed a detailed discussion on the matching condition process and studied the effects introduced by the mimic constraint approach on the mass function. Finally, to support the feasibility of the results a thorough graphical analysis is performed. This has been studied in collaboration with Sunil K. Maurya, and Francisco Tello-Ortiz.

N. R. Sen : Father of Indian applied mathematics

Nikhil Ranjan Sen (1894 - 1963), popularly known as N.R. Sen, is known as the Father of Applied Mathematics, and founder of the Calcutta School of Relativity Theory. He did Ph.D. in Berlin under the Nobel Laureate Max von Laue. In Berlin, he came in contact with renowned physicists like Max Planck, Albert Einstein and their contemporaries. This article is based on the primary sources, discusses the lesser known facts of his life, like the beginning of scientific career, background of his D.Sc. as well as Ph.D. theses, and detailed summary of his scientific works. This article is written collaboration with Utpal Mukhopadhyay, and Ranjinder Singh.

Prabir Rudra

Thermodynamics in $f(R, \mathcal{L})$ theories: Apparent horizon in the FLRW spacetime

The uniqueness of these theories lies in the fact that the spacetime curvature is coupled to the baryonic matter instead of exotic matter (in

the form of scalar field). We investigate the viability of these theories from the point of view of the thermodynamic stability of the models. To be more precise here, we are concerned with the thermodynamics of the apparent horizon of Friedmann-Lemaitre-Robertson-Walker (FLRW) spacetime in the background of the $f(R, \mathcal{L})$ theory. We consider several models of $f(R, \mathcal{L})$ theories, where both minimal and non-minimal coupling has been considered. Various thermodynamic quantities like entropy, enthalpy, internal energy, Gibbs free energy, etc. are computed, and using their allowed ranges, various model parameters are constrained. This work has been done in collaboration with Behnam Pourhassan.

Note on the thermodynamic stability of a black ring at quantum scales

The thermodynamic properties of a thin black ring in AdS spacetime is explored when the size of the ring is comparable to quantum scales. The angular momentum to mass ratio of this system has an upper limit, which is the cosmological radius of the black ring. It is found that the small black ring will be thermodynamically stable due to the effects introduced by thermal fluctuations. However, we find that the black ring is less stable than thermal AdS. Thermodynamic analysis indicates that there is no critical point, but there is Hawking-Page transition to radiation, which is confirmed by the Gibbs free energy analysis. This work has been done in collaboration with Robert B. Mann, and Behnam Pourhassan.

Sanjay K. Sahay

DRLDO: A novel DRL based de-obfuscation system for defense against Metamorphic malware

We propose a novel mechanism to normalize metamorphic and obfuscated malware down at the opcode level and hence create an advanced metamorphic malware de-obfuscation and defense system. With the inclusion of the DRLDO as a sub-component, an existing intrusion detection system could be augmented with defensive capabilities against 'zero-day' attacks from obfuscated and metamorphic variants of existing malware. This gains importance, not only because there exists no system to date that uses advanced DRL to intelligently and automatically normalize obfuscation down even to



the opcode level, but also because the DRLDO system does not mandate any changes to the existing IDS. The DRLDO system does not even mandate the IDS' classifier to be retrained with any new dataset containing obfuscated samples. Hence, DRLDO could be easily retrofitted into any existing IDS deployment. Experimental results prove that DRLDO was able to successfully make the otherwise un-detectable obfuscated variants of the malware detectable by an existing pre-trained malware classifier. Further, the de-obfuscated variants generated by DRLDO achieved a very high correlation (of 0.99) with the base malware. This observation validates that the DRLDO system is actually learning to de-obfuscate and not exploiting a trivial trick. This work has been done in collaboration with Mohit Sewak, and Hemant Rathore

Privacy-preserving mutual authentication and key agreement scheme for multi-server healthcare system

The usage of different technologies and smart devices help to get medical services remotely for multiple benefits. Thus, critical and sensitive data is exchanged between a user and a doctor. When health data is transmitted over a common channel, it becomes essential to preserve various privacy and security properties in the system. Further, the number of users for remote services is increasing day-by-day exponentially, and thus, it is not adequate to deal with all users using the one server due to the verification overhead, server failure, and scalability issues. Thus, researchers proposed various authentication protocols for multi-server architecture, but most of them are vulnerable to different security attacks and require high computational resources during the implementation. To tackle privacy and security issues using less computational resources, we propose a privacy-preserving mutual authentication and key agreement protocol for a multi-server healthcare system. We discuss the proposed schemes security analysis and performance results to understand its security strengths and the computational resource requirement. Further, we do the comparison of security and performance results with recent relevant authentication protocols. This work has been done in collaboration with Trupil Limbasiya, and Bharath Sridharan.

Sandeep Sahijpal

Thermodynamics of dust condensation around the dimming Betelgeuse

Betelgeuse is one of the brightest red super-giant (RSG) stars, because of its proximity to the solar system. This makes it important when deducing the features and evolutionary phases of RSG stars. Betelgeuse has always been a well-observed target, especially during the past year, because of the reduction in its brightness. It has been speculated that the star is in its last evolutionary stage(s), and that, it is soon going to explode. However, in recent work, it has been proposed that the episodic mass loss and dust condensation around the star are major reasons for the reduction in its brightness. We have performed detailed thermodynamical equilibrium and non-equilibrium calculations of the condensation of dust grains around the cooling envelope of Betelgeuse. Based on the deduced chemical composition, we have ventured to determine the nature of dust that could condense in the stellar winds. The dust grains are essentially found to be oxides of Al, Ca and Ti, and silicates of Al, Ca, Mg and Fe-metal. Further, we have determined the normalized masses of the dust grains of various compositions that could be present around the star and could be causing the reduction in its brightness. This work has been done in collaboration with Anuj Gupta.

Gauranga C. Samanta

Gravitational lensing effect in traversable wormholes

We study the effect of strong gravitational lensing in the context of charged wormhole. The conditions determining the existence of photon spheres at and outside the throat are obtained. The necessary and sufficient conditions for the existence of photon spheres at or outside the throat of the charged wormhole are derived. Furthermore, photon spheres are investigated in three cases for three different forms of redshift function. These three cases include the existence of effective photon spheres (i) at the throat, (ii) outside the throat and (iii) both at and outside the throat. Consequently, these provide the information about the formation of infinite number of concentric rings and may lead to the detection of wormhole geometries. This work has been done in collaboration with Nisha Godani.



Cosmological dynamics in R^2 gravity with logarithmic trace term

A novel function for modified gravity is proposed, $f(R, T) = R + \lambda R^2 + 2\beta \ln(T)$, with constants λ and β , scalar curvature R , and the trace of stress energy tensor T , satisfying $T = \rho - 3p > 0$. Subsequently, two equations of state (EoS) parameters, namely ω and a parametric form of the Hubble parameter H , are employed in order to study the accelerated expansion and initial cosmological bounce of the corresponding universe. Hubble telescope experimental data for redshift z within the range $0.07 \leq z \leq 2.34$ are used to compare the theoretical and observational values of the Hubble parameter. Moreover, it is observed that all the energy conditions are fulfilled within a neighbourhood of the bouncing point $t = 0$, which shows that the necessary condition for violation of the null energy condition, within a neighbourhood of the bouncing point in general relativity, could be avoided by modifying the theory in a reasonable way. Furthermore, a large amount of negative pressure is found, which helps to understand the late time accelerated expansion phase of the universe. This work has been done in collaboration with Emilio Elizaldo, and Nisha Godani.

Rathin Sarma and Amit Pathak

NuSTAR observation of Ark 564 reveals the variation of coronal temperature with flux

Earlier we studied spectral variability of X-ray bright AGN Ark 564 using NuSTAR observation. We performed flux-resolved spectroscopy for NuSTAR data of Ark 564 and found an evidence of Compton up-scattering process occurs in the corona. We extended similar works to another AGN ES0103-035 since using NUSTAR data. Buisson, et al. found a low temperature corona in the source. Interestingly ES0103-035 exhibits completely opposite behaviour in comparison to Ark 564. The coronal temperature is found to increase with flux. The results may be understood in a framework where AGN variability is either dominated by coronal heating variation leading to correlated increase of temperature with flux, and the opposite effect being seen when the variability is dominated by changes in the seed photon flux. In order to study the variability of a source in different energy ranges, the fractional variability is a very useful tool. We have tried to develop a simple

method that can predict the fractional variability for highly variable NLS1 galaxy. Initially we have checked our result for different observations of MRK335 and found satisfactory result. This work has been done in collaboration with Samuzal Barua, Ranjeev Misra, and Biman J. Medhi.

Anjan A. Sen

Is there an early Universe solution to Hubble tension?

We consider a low redshift ($z < 0.7$) cosmological data set comprising megamasers, cosmic chronometers, type Ia SNe and BAO, which we bin according to their redshift. For each bin, we read the value of H_0 by fitting directly to the flat Λ CDM model. Doing so, we find that H_0 descends with redshift, allowing one to fit a line with a non-zero slope of statistical significance 2.1σ . Our analysis rests on the use of cosmic chronometers to break a degeneracy in BAO data, and it will be imperative to revisit this feature as data improves. Nevertheless, our results provide the first independent indication of the descending trend reported by the H0LiCOW collaboration. If substantiated going forward, early Universe solutions to the Hubble tension will struggle explaining this trend. This work is done in collaboration with Chethan Krishnan, Eoin O. Colgain, Ruchika Koushik, M.M. Sheikh-Jabbari, et al.

A study on cubic Galileon gravity using N-body simulations

We use N-body simulation to study the structure formation in the cubic Galileon gravity model, where along with the usual kinetic and potential term, we also have a higher derivative self-interaction term. We find that the large scale structure provides a unique constraining power for this model. The matter power spectrum, halo mass function, galaxy-galaxy weak lensing signal, marked density power spectrum as well as count in cell are measured. The simulations show that there are less massive halos in the cubic Galileon gravity model than corresponding Λ CDM model, and the marked density power spectrum in these two models are different by more than 10%. Furthermore, this model shows significant differences in voids compared to Λ CDM. The number of low density cells is far higher than



that in the Λ CDM model. Therefore, it would be interesting to put constraints on this model using future large scale structure observations, especially in void regions. This work is done in collaboration with Jiajun Zhang, Bikash R. Dinda, Md. Wali Hossain, and Wentao Luo.

Asoke K. Sen

Change in the direction of polarization vector and redshift of an incoming light ray as observed from a rotating frame

The change in the direction of the polarization vector calculated here is only due to the effect of the non-inertial rotating frame, considering that the light source is at a distance, and it is emitting plane-polarized light. The metric tensors for a rotating observer have been collected from existing literature. Accordingly, the electric displacement and magnetic induction values as applicable for a rotating observer have been calculated. These values are used to calculate the change in the orientation of the electric vector of an incoming plane-polarized light ray. Earth has been taken as an example of a rotating frame and the calculated amount of change in the direction of the polarization vector has been found to be dependent on the azimuthal and polar coordinates of the rotating frame. We also discuss the redshift as observed by a rotating observer, and the value of the redshift has been calculated for an observer sitting on a rotating earth. This work has been done in collaboration with Tanay Ghosh.

Comparison of light scattering properties of porous dust particle with connected or unconnected dipoles

We propose a comparative study of optical properties in the visual spectral regime of porous dust particles having porosities ranging from 0% (compact particle) to 50% (as much matter as void in a same particle), generated using two different models considering particle as an ensemble of dipoles much smaller than wavelength. One of the models (the touching-dipoles model, named: TD model) considers a homogeneous structure made up of touching dipoles (that is neighbouring); the dipoles are removed randomly one by one from a compact structure in such a way that the remaining structure is left connected. The other model (the non-touching-dipoles model, named: non-TD model) generates porous particles by

randomly removing dipoles without constraining the ensemble of dipoles to remain connected. The computations of the optical properties of these disordered particles are performed using Discrete Dipole Approximation (DDA) code. Linear polarization profiles and colour (i.e., the ratio between the intensities of the light scattered by particles in the comet at 0.485 m and 0.684 μm wavelengths expressed in log scale) curves are shown vs. the scattering angle, and compared for the two models at different porosities. The variation of scattering efficiency factor as a function of the size parameter (X) is also studied to point out sensitivity of light scattering to different pore structures (shape and size), comparing data from particles of same porosity but generated through different processes. The results are compared with Mie results where the effective refractive index for each porosity is calculated using Bruggemann mixing rule. It is observed that light scattering properties of the TD model is not much different from the EMT-Mie model, but the non-TD model differs significantly. These difference could be due to the fact that non-TD model contains a higher number of non-Rayleigh inclusions, as compared to the TD model. This work has been done in collaboration with Naznin R. Choudhury, Rosario Vilaplana, and Robert Botet.

Somasri Sen

Identifying the radiative components responsible for quasi-periodic oscillations of black hole systems

While the dynamical origin of the variability observed in galactic black hole systems, such as quasi-periodic oscillations (QPOs), it is still a matter of debate, and insight into the radiative components responsible for such behaviour can be obtained by studying their energy-dependent temporal behaviour. In particular, one needs to ascertain which variations of the parameters of the best-fitting time-averaged spectral components reproduce the observed energy-dependent fractional rms and time-lags. However, to obtain meaningful interpretation, the standard spectral component parameters have to be recast to physically relevant ones. Then, the energy-dependent temporal variations that their fluctuations will cause, needs to be predicted and compared with observations. We describe a generic method to do this and apply the technique to the



$\sim 3\text{-}4$ Hz QPOs observed in the black hole system GRS 1915+105 as observed by AstroSat, where the time-averaged spectra can be represented by emission from a truncated disc and hot thermal Comptonizing coronae in the inner regions. We find that the QPOs and their harmonic can be explained in terms of correlated local accretion rate variations in the disc, the truncated disc radius, the optical depth and the heating rate of the coronae with time-delays between them. We highlight the potential of such techniques to unravel the radiative process responsible for variability using high-quality spectral and temporal data from AstroSat and NICER. This work has been done in collaboration with Akash Garg, and Ranjeev Misra.

Ranjan Sharma

An electromagnetic extension of the Schwarzschild interior solution and the corresponding Buchdahl limit

We construct a model for charged star as a generalization of the uniform density Schwarzschild interior solution. We employ the Vaidya and Tikekar ansatz for one of the metric potentials and electric field is chosen in such a way that when it is switched off the metric reduces to the Schwarzschild. This relates charge distribution to the Vaidya-Tikekar parameter, k , indicating deviation from sphericity of three dimensional space when embedded into four dimensional Euclidean space. The model is examined against all the physical conditions required for a relativistic charged fluid sphere as an interior to a charged star. We also obtain and discuss charged analogue of the Buchdahl compactness bound. This work is done in collaboration with Naresh Dadhich, Shyam Das, and Sunil D. Maharaj

Electromagnetic and anisotropic generalization of a plethora of well-known solutions describing relativistic compact objects

We demonstrate a technique to generate new class of exact solutions to the Einstein-Maxwell system describing a static spherically symmetric relativistic star with anisotropic matter distribution. An interesting feature of the new class of solutions is that one can easily switch off the electric and/or anisotropic effects in this formulation. Consequently, we show that

a plethora of well known stellar solutions can be identified as sub-class of our class of solutions. We demonstrate that it is possible to express our class of solutions in a simple closed form so as to examine its physical viability for the studies of relativistic compact stars. This work is done in collaboration with Kalikkudy Komathiraj.

Umesh K. Sharma

Barrow agegraphic dark energy

We propose a new dark energy model by applying the Barrow entropy and the holographic principle, with a time scale as IR cut off. Analysing the conformal time as well as universe's age as infrared cut-offs, we explore the cosmological importance of the suggested dark energy models and examine the universe evolution filled with the proposed DE applicants and a pressure-less matter. We observe that the equation of state, deceleration, the density parameters can present adequate nature, and these models may also explain the late-time acceleration though, the proposed models are unstable except some values of Barrow exponent Δ . Furthermore, we mention the consequences of the presence of interaction among the universe sectors. This work is done in collaboration with Gunjan Varshney, and Vipin C. Dubey.

Reconstruction of quintessence field for the THDE with swampland correspondence in $f(R, T)$ gravity

We construct the Tsallis holographic quintessence model of dark energy in $f(R, T)$ gravity with Hubble horizon as infrared (IR) cutoff. In a flat Friedmann-Robertson-Walker (FRW) background, the correspondence among the energy density of the quintessence model with the Tsallis holographic density permits the reconstruction of the dynamics and the potentials for the quintessence field. The suggested Hubble horizon IR cut-off for the Tsallis holographic dark energy (THDE) density acts for two specific cases: (i) THDE 1, and (ii) THDE 2. We have reconstructed the Tsallis holographic quintessence model in the region $\omega_\Lambda > -1$ for the EoS parameter for both the cases. We investigate the behaviour of several well-known Statefinder quantities, like the deceleration parameter, the jerk, and the parameter s . In addition, the quintessence phase of the THDE models is analyzed with swampland conjecture to describe the accelerated expansion of the universe.



Gyan P. Singh

Study of particle creation with quadratic equation of state in higher derivative theory

We investigate the effect of particle creation in flat Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker (FLRW) spacetime under the higher derivative theory composition. The exact solution of the field equation in higher derivative theory obtained by considering the quadratic equation of state, $p = \omega\rho^2 - \rho$, and different forms of deceleration parameter. The physical acceptance and stability of the models are explored by discussing energy conditions and squared sound speed. In addition to that, the statefinder diagnostic pair $\{r, s\}$ also scrutinized to measure the deviation of considered models from Λ cold dark matter (Λ CDM) model. This work has been done in collaboration with Ashwini R. Lalke, and Nikhil Hulke.

Some Bianchi I dark energy models in Brans-Dicke theory

This work deals with the study of interacting and non-interacting dark energy and dark matter in the spatially homogeneous and anisotropic Bianchi I spacetime within the framework of Brans-Dicke scalar-tensor theory of gravitation. As the set of field equations is not closed, exact solutions are obtained using power-law relation and assuming a linearly varying deceleration parameter. The physical acceptability and stability of the obtained model are scrutinized using energy conditions and square sound speed. The statefinder diagnostic method is adopted to discuss and measure the deviation of the considered model from the Λ cold dark matter (Λ CDM) model. This work has been done in collaboration with Ashwini R. Lalke, and Nikhil Hulke.

Harinder P. Singh

APOGEE discovery of a chemically atypical star disrupted from NGC 6723 and captured by the Milky Way bulge

The central ('bulge') region of the Milky Way is teeming with a significant fraction of mildly metal-deficient stars with atmospheres that are strongly enriched in cyanogen ($^{12}\text{C}^{14}\text{N}$). Some of these objects, which are also known as nitrogen-enhanced stars, are hypothesised to be relics of the ancient assembly history

of the Milky Way. Although the chemical similarity of nitrogen-enhanced stars to the unique chemical patterns observed in globular clusters has been observed, a direct connection between field stars and globular clusters has not yet been proven. In this work, we report on high-resolution, near-infrared spectroscopic observations of the bulge globular cluster NGC 6723, and the serendipitous discovery of a star, 2M18594405-3651518, located outside the cluster (near the tidal radius) but moving on a similar orbit, providing the first clear piece of evidence of a star that was very likely once a cluster member and has recently been ejected. Its nitrogen abundance ratio ($[\text{N}/\text{Fe}] \gtrsim +0.94$) is well above the typical Galactic field-star levels, and it exhibits noticeable enrichment in the heavy s -process elements (Ce, Nd, and Yb), along with moderate carbon enrichment; all characteristics are known examples in globular clusters. This result suggests that some of the nitrogen-enhanced stars in the bulge likely originated from the tidal disruption of globular clusters. This work has been done in collaboration with Jose G. Fernandez-Trincado, Timothy C. Beers, Dante Minniti, and Leticia Carigi, et al.

RR Lyrae variables in Messier 53: Near-infrared period-luminosity relations and the calibration using Gaia early data release 3

We present new near-infrared, JHK_s , period-luminosity relations (PLRs) for RR Lyrae variables in the Messier 53 (M53 or NGC 5024) globular cluster. Multi-epoch JHK_s observations, obtained with the WIRCam instrument on the 3.6-m Canada-France Hawaii Telescope, are used for the first time to estimate precise mean-magnitudes for 63 RR Lyrae stars in M53 including 29 fundamental-mode (RRab) and 34 first-overtone mode (RRc) variables. The JHK_s -band PLRs for RR Lyrae stars are best constrained for RRab types with a minimal scatter of 22, 23, and 19 mmag, respectively. The combined sample of RR Lyrae is used to derive the K_s -band PLR, $K_s = -2.303(0.063) \log P + 15.212(0.016)$ exhibiting a 1σ dispersion of only 0.027 mag. Theoretical period-luminosity-metallicity (PLZ) relations are used to predict parallaxes for 400 Galactic RR Lyrae resulting in a median parallax zero-point offset of $-7 \pm 3 \mu\text{as}$ in *Gaia*



early data release 3 (EDR3), which increases to $22 \pm 2 \mu\text{as}$ if the parallax corrections are applied. We also estimate a robust distance modulus, $\mu_{\text{M53}} = 16.403 \pm 0.024$ (statistical) ± 0.033 (systematic) mag, to M53 based on theoretical calibrations. Homogeneous and precise mean-magnitudes for RR Lyrae in M53 together with similar literature data for M3, M4, M5 and ω Cen are used to empirically calibrate a new RR Lyrae PLZ $_{K_s}$ relation, $K_s = -0.848(0.007) - 2.320(0.006) \log P + 0.166(0.011)[\text{Fe}/\text{H}]$, anchored with *Gaia* EDR3 distances and theoretically predicted relations, and simultaneously estimate precise RR Lyrae based distances to these globular clusters. This work has been done in collaboration with Anupam Bhardwaj, Marina Rejkuba, Richard de Grijs, and Soung-Chul Yang, et al.

Monika Sinha

Dense matter equation of state of massive neutron star with antikaon condensation

Recent measurements of neutron star mass from several candidates (PSR J1614–2230, PSR J0348+0432, MSP J0740+6620) set the lower bound on the maximum possible mass for this class of compact objects $\sim 2 M_\odot$. Existence of stars with high mass brings the possibility of existence of exotic matter (hyperons, meson condensates) at the core region of the objects. We investigate the (anti)kaon (K^- , \bar{K}^0) condensation in β -equilibrated nuclear matter within the framework of covariant density functional theory. The functionals in the kaonic sector are constrained by the experimental studies on K^- atomic, kaon-nucleon scattering data fits. We find that the equation of state softens with the inclusion of (anti)kaon condensates, which lowers the maximum mass of neutron star. In one of the density-independent coupling cases, the K^- condensation is through a first-order phase transition type, which produces a $2 M_\odot$ neutron star. The first-order phase transition results in mixed phase region in the inner core of the stars. While \bar{K}^0 condensation appears via second-order phase transition for all the models we consider here. This work has been done in collaboration with Vivek B. Thapa.

Massive Δ -resonance admixed hypernuclear stars with antikaon condensations

We study the effect of (anti)kaon condensation on the properties of compact stars that develop hyper-nuclear cores with and without an admixture of Δ -resonances. We work within the covariant density functional theory with the parameters adjusted to K -atomic and kaon-nucleon scattering data in the kaonic sector. The density-dependent parameters in the hyperonic sector are adjusted to the data on Λ and Ξ^- hyper-nuclei data. The Δ -resonance couplings are tuned to the data obtained from their scattering off nuclei and heavy-ion collision experiments. We find that (anti)kaon condensate leads to a softening of the equation of state (EoS) and lower maximum masses of compact stars than in the absence of the condensate. Both the K^- and \bar{K}^0 -condensations occur through a second-order phase transition, which implies no mixed-phase formation. For large values of (anti)kaon and Δ -resonance potentials in symmetric nuclear matter, we observe that condensation leads to an extinction of $\Xi^{-,0}$ hyperons. We also investigate the influence of inclusion of additional hidden-strangeness σ^* meson in the functional, and find that it leads to a substantial softening of the equation of state and delay in the onset of (anti)kaons. This work has been done in collaboration with Vivek B. Thapa, Jia J. Li, and Armen Sedrakian.

L. Sriramkumar

Generating primordial features at large scales in two-field models of inflation:

We investigate the generation of features at large scales in the primordial power spectrum when inflation is driven by two scalar fields. In canonical single field models of inflation, these features are often generated due to deviations from the slow-roll regime. While deviations from slow-roll can be naturally achieved in two-field models due to a sharp turn in the trajectory in the field space, features at the largest scales of the types suggested by CMB temperature anisotropies are more difficult to achieve in models involving two canonical scalar fields due to the presence of isocurvature fluctuations. We show, instead, that a coupling between the kinetic terms of the scalar fields can easily produce such features. We discuss models whose theoretical predictions are



consistent with current observations and highlight the implications of our results. This work is done in collaboration with Matteo Braglia, Dhiraj K. Hazra, and Fabio Finelli,

Generating PBHs and small-scale GWs in two-field models of inflation

Primordial black holes (PBHs) generated by gravitational collapse of large primordial over densities can be a fraction of the observed dark matter. We introduce a mechanism to produce a large peak in the primordial power spectrum in two-field inflationary models characterized by two stages of inflation based on a large non-canonical kinetic coupling. This mechanism is generic to several two-field inflationary models, due to a temporary tachyonic instability of the isocurvature perturbations at the transition between the two stages of inflation. We numerically compute the primordial perturbations from largest scales to the small scales corresponding to that of PBHs using an extension of BINGO (BI-spectra and Non-Gaussianity Operator). Moreover We numerically compute the stochastic background of gravitational waves produced by second order scalar perturbations within frequencies ranging from nano-Hz to KHz that covers the observational scales corresponding to Pulsar Timing Arrays, Square Kilometer Array to that of Einstein telescope. We discuss the prospect of its detection by these proposed and upcoming gravitational waves experiments. This work is done in collaboration with Matteo Braglia, Dhiraj K. Hazra, Fabio Finelli, and George F. Smoot, et al.

Parijat Thakur

Probing transit timing variation and its possible origin with twelve new transits of TrES-3b

We have been working in the field of close-in transiting extra-solar planetary systems. We have observed total twelve transit observations of this system, which include six transits from the 2-m Himalayan Chandra Telescope (HCT), IAO, Hanle, five from the 1.3-m Devasthal telescope, ARIES, Nainital, and one transit from the 1.25-m AZT-11 telescope at the Crimean Astrophysical Observatory (CrAO), Crimea. In order to have the refine estimation of transit ephemeris and the precise TTV analysis, apart from our twelve new transit observations, seventy one more transit

data of this system were also considered from the literature. All these eighty three transit light curves were analyzed with uniform procedure through Transit Analysis package (TAP). By fitting a linear ephemeris model to mid-transit time data, we have derived a new linear ephemeris and obtained the timing residuals that suggests the possibility of TTV in the TrES-3 system. This analysis shows that the possible TTV is unlikely to be periodic, indicating the absence of an additional body in this system. It was theoretically predicted that the possible TTV may be due to the orbital decay and apsidal precession, induced by tidal interaction between the TrES-3b and its parent star. The orbital decay study shows decreasing period of TrES-3b with the decay rate equals to $-4.1 \pm 3.1 \text{ ms yr}^{-1}$. Corresponding to this decay rate, the estimated modified stellar tidal quality factor of $Q'_* \sim 1.11 \times 10^5$ is consistent with the theoretically predicted values for the stars hosting the hot-Jupiters. The shift in the transit arrival time of TrES-3b after 11 years is expected to be $T_{\text{shift}} \sim 69.55 \text{ s}$, which is consistent with the rms of the timing residuals. In addition to this, the estimated remaining lifetime of TrES-3b was found to be $\sim 24 \text{ Myr}$. From the apsidal precession study, the precession rate of the orbit of TrES-3 system was found to be $0.000472 \pm 0.000320 \text{ rad epoch}^{-1}$. Corresponding to this precession rate, the estimated planetary tidal Love number(k_p) of 1.15 ± 0.32 was found to be larger than that of Jupiter. This work has been done in collaboration with Vineet K. Mannaday, Img-Guey Jiang, Devendra K. Sahu, and Yogesh C. Joshi, et. al.

2016 Outburst of H 1743-322: XMM-Newton and NuSTAR View

We report the detection of a type C quasi-periodic oscillation (QPO) along with the upper harmonic in the commensurate ratio of 1:2 at the frequency of $\sim 1 \text{ Hz}$ and $\sim 2 \text{ Hz}$, respectively. We find a shift in the centroid frequency of the QPO and upper harmonic of the second observation with respect to the first one. The hardness intensity diagram implies that in contrast to the 2008 and 2014 failed outbursts, the 2016 outburst was a successful one. The shape of the power density spectra, the nature of the characteristic frequencies and the fractional rms amplitude of the timing features together imply that the source stayed in the low/hard



state during these observations. In addition, the photon index and the other spectral parameters also indicate the low/hard state behavior of the source. Apart from this, they also find hard time lags of 0.40 ± 0.15 s and 0.32 ± 0.07 s in the 0.07–0.4 Hz frequency range in the two observations during the 2016 outburst. The correlation between the photon index and the centroid frequency of the QPO implies the origin of the timing features from the coronal region. We find the energy spectrum to be dominated by a strong Comptonized fraction with a weak thermal component, which in turn also indicates that the QPO is being modulated by the Comptonization process. This work has been done in collaboration with Swadesh Chand, Vivek K. Agrawal, Gulab C. Dewangan, and Prakash Tripathi.

Sunil K. Tripathy

Gravastar in the framework of braneworld gravity

Gravastars have been considered as a serious alternative to black holes in the past couple of decades. Stable models of gravastar have been constructed in many of the alternate gravity models besides standard general relativity (GR). The Randall-Sundrum (RS) braneworld model has been a popular alternative to GR, especially in the cosmological and astrophysical context. Here, we consider a gravastar model in RS brane gravity. The mathematical solutions in different regions have been obtained with calculation of matching conditions. Various important physical parameters for the shell have been calculated and plotted to note their variation with radial distance. We also calculate and plot the surface redshift to provide a very cursory check on the stability of the gravastar within the purview of RS brane gravity. This work is done in collaboration with Rikpratik Sengupta, Shounak Ghosh, Saibal Ray, and Bivudutta Mishra.

Investigating the physical and geometrical parameters of the cosmological models with anisotropic background

We have investigated some accelerating cosmological models at the backdrop of an anisotropic metric in an extended gravity theory. Two viable cosmological models one with a little rip behaviour and the other with a hyperbolic form of Hubble parameter have been constructed.

The dynamical aspects of the models along with some physical and geometrical parameters are analysed. Both the models presented evolve in the phantom-like region and overlap with Λ CDM model at late times. We carried out a geometrical diagnosis of the model to show the viability of the models. This work is done in collaboration with Bivudutta Mishra

Vinutha Tummala

Dynamics of bianchi cosmological model in R^n gravity

The LRS Bianchi-I spatially homogeneous and anisotropic perfect fluid cosmological model is studied in $f(R, T)$ theory by specific choice of $f(R, T) = R + \alpha R^n + \lambda T$. To get the deceleration parameter as a function of time (t), the scale factor is considered as an increasing function of time. By using scale factor and the proportionality of shear scalar (σ) of the spacetime with expansion scalar (θ), the solution of the field equations is obtained, also to explain the accelerating expansion of the universe, the constant n plays a key role. It is observed that, for $n = 2, 2.5, 3, 3.5, 4$, the pressure and energy density are negative and positive respectively. For the remaining values of n , the pressure is positive, and the energy density is negative. Also, it is observed that, all energy conditions, NEC, DEC's are satisfied, while infringement of SEC accelerates the expansion of the universe. Moreover, it observed that $n = 2$ is the best fit for the present model, and for various values of ν , the $r - q$ and $r - s$ planes have been studied. Finally, the LRS Bianchi type-I cosmological model obtained, and is compatible with the recent cosmological observational data. This study has been done in collaboration with K. Sri Kavya.

Viscous string anisotropic cosmological model in scalar tensor theory

We investigate the spatially homogeneous and anisotropic Kantowski-Sachs spacetime in the presence of viscous string and new holographic dark energy cosmological model in Saez-Ballester scalar tensor theory. It is found that the density (ρ) of new holographic dark energy is positive, and pressure (p) of the new holographic dark energy is negative. The EoS parameter (ω) shows phantom behaviour. The physical and geometrical



aspects of the statefinder parameters (r, s) and $\omega - \omega'$ plane are also discussed. This work is done in collaboration with V. Uma Maheswara Rao, Gebresilessic Behela, and K. Sri Kavya.

Rashmi Uniyal

Deflection of light by a rotating black hole surrounded by quintessence

We present a detailed analysis of a rotating black hole surrounded by “quintessence”. This solution represents a fluid with a constant equation of state w , which can, for example, describe an effective warm dark matter fluid around a black hole. We clarify the conditions for the existence of such a solution and study its structure by analyzing the existence of horizons as well as the extremal case. We show that the deflection angle produced by the black hole depends on the parameters (c, w) , which need to obey the condition $cw < 0$, because of the weak energy condition, where c is an additional parameter describing the hair of the black hole. In this context, we found that for $w \simeq 0.1$ (consistent with warm dark matter) and $c < 0$, the deviation angle is larger than that in the Kerr spacetime for direct and retrograde orbits. We also derive an exact solution in the case of $w = -1/3$. This work done is in collaboration with Prateek Sharma, Hemwati Nandan Radouane Gannouji, and Amare Abebe.

Sudhaker Upadhyay

Soft-collinear effective theory: BRST formulation

We provide a BRST formalism for the soft collinear effective theory describing interactions of soft and collinear degrees of freedom in the presence of a hard interaction. In particular, we develop a BRST symmetry transformation for SCET theory. We further generalize the BRST formulation by making the transformation parameter field dependent. This establishes a mapping between several SCET actions consistently when defined in different gauge conditions. In fact, a definite structure of gauge-fixed actions corresponding to any particular gauge condition can be generated for SCET theory using this formulation. This work is done in collaboration with Bhabani P. Mandal.

Time dependent dark energy and the thermodynamics of many-body systems

We study the thermodynamics and statistics of the galaxies clustering affected by the dynamical dark energy. We consider two important dark energy models based on time dependent equation of state, to evaluate the gravitational partition function. In the first model, we consider barotropic dark energy with time dependent equation of state. However, in the second model, we consider various kinds of Chaplygin gas equation of state, which originally introduced by string theory. We calculate, analytically and numerically, the thermodynamic quantities in canonical and grand canonical ensembles. We investigate the validity of the second law of thermodynamics for the total system of clustering of galaxies and dynamical dark energy. We finally evaluate the galaxy-galaxy correlation function and compare our model with Peebles power law, and find that the model based on generalized Chaplygin gas may yields to more agreement with observations. This work is done in collaboration with Behnam Pourhassan.

Anisul Ain Usmani

Study of nuclear matter properties for hybrid EoS

We study the nuclear matter properties like symmetry energy, slope parameter, curvature, skewness and incompressibility for hybrid EoS. The hybrid EoS is constructed by combining the hadron phase with the quark phase. For the hadron phase, we use the recently proposed effective-field-theory motivated relativistic mean-field model (E-RMF) with different parameter sets. For the quark phase, we employ the simple Massachusetts Institute of Technology Bag model with different Bag constants. The mixed phase formed by the hadronquark phase transition is studied using the Gibbs construction. The nuclear matter properties for hybrid EoS are calculated and their variation with the Bag constant is determined. Star matter properties like mass and radius are also calculated for the obtained EoS. This work is done in collaboration with Ishfaq A. Rather, and Suresh K. Patra.

Effect of inner crust EoS on neutron star properties

The neutron star maximum mass, and the radius are investigated within the framework of the



relativistic mean-field (RMF) model. The variation in the radius at the canonical mass, $R_{1.4}$, using different inner crust equation of state (EoS) with different symmetry energy slope parameter is studied. It is found that although the NS maximum mass, and the corresponding radius do not vary much with different inner crust EoSs, the radius and the tidal deformability at $1.4M_{\odot}$ vary with the different choice of crust EoS, and variation of about 1-2 km is seen in the radius at the canonical mass. For non-unified EoSs, the crust with a low symmetry energy slope parameter produces a low NS radius at the canonical mass. The properties of maximally rotating neutron stars are also studied. The variation in the radius of rotating star at the canonical mass $1.4M_{\odot}$ is also seen with the slope parameter. Similar to the static neutron star, the radius at $1.4M_{\odot}$ of rotating neutron star is affected by slope parameter of the inner crust. Other important quantities like moment of inertia, frequency, rotational kinetic energy to gravitational energy ratio are also calculated. The variation in these quantities with the crust slope parameter is found to be more proportional to the mass and the radius of NS. This work is done in collaboration with Ishfaq A. Rather, and Suresh K. Patra.

Nilkanth D. Vagshette and Madhav K. Patil

Imaging and photometric studies of NGC 1316 (Fornax A) using Astrosat/UVIT

Imaging and photometric studies of the radio galaxy NGC 1316 (Fornax A) using high spatial resolution near-ultraviolet (NUV) and far-ultraviolet (FUV) imaging telescopes of the first Indian multi-wavelength space observatory *AstroSat* has been presented. The residual maps of UV emission obtained from the subtraction of smooth models witness peculiar features within the central few kpc (1-2 kpc) region. The spatial correspondence between the radio emission maps and FUV imaging study reveal that the UV emitting sources are displaced away from the centre by the AGN outburst (radio jet). The presence of rims and clumpy structures in the outskirts of this galaxy delineate that the galaxy has acquired a large fraction of gas through merger-like events and is still in the process of settling. The estimates of the star formation rates (SFR) using FUV and NUV luminosities are found to be $0.15 M_{\odot} \text{yr}^{-1}$ and

$0.36 M_{\odot} \text{yr}^{-1}$, respectively, and provide the lower limit due to the screen effect. The estimated lower rates of SFR in this galaxy probably represent its quenching due to the AGN driven outflows emanating from the central engine of NGC 1316. This work is done in collaboration with Sachindra Naik, and Neeraj Kumari.

Murli M. Verma

Light deflection angle through velocity profile of galaxies in $f(R)$ model

We explore a new realisation of the galactic scale dynamics via gravitational lensing phenomenon in power-law $f(R)$ gravity theory of the type $f(R) \propto R^{1+\delta}$ with $\delta \ll 1$ for interpreting the clustered dark matter effects. We utilize the single effective point like potential (Newtonian potential + $f(R)$ background potential) obtained under the weak field limit to study the combined observations of galaxy rotation curve beyond the optical disk size and their lensing profile in $f(R)$ frame work. We calculate the magnitude of light deflection angle with the characteristic length scale (because of Noether symmetry in $f(R)$ theories) appearing in the effective $f(R)$ rotational velocity profile of a typical galaxy with the model parameter, $\delta \approx, O(10^{-6})$ constrained in previous work. For instance, we work with the two nearby controversial galaxies NGC 5533 and NGC 4138 and explore their galactic features by analysing the lensing angle profiles in $f(R)$ background. We also contrast the magnitudes of $f(R)$ lensing angle profiles and the relevant parameters of such galaxies with the generalised pseudo-isothermal galaxy halo model and find consistency. This work is done in collaboration with Bipin K. Sharma, and Bal K. Yadav.



अभ्यागत सहयोगियों द्वारा प्रकाशित शोध पत्र

1. श्रीजित पी. जाधव, निखिल मुकुंद, भूषण यू. गद्रे, संजित मित्रा, और **शीलू अब्राहम** (2020) इम्प्रूविंग सिग्निफिकन्स ऑफ बाइनरी ब्लैक होल मर्जर इन एडव्हान्सड लाइगो डेटा यूजिंग डीप लर्निंग: कान्फर्मेशन ऑफ GW 151216 [arXiv:2010.08584]
2. रिचेल हम्बर्ग,, **शीलू अब्राहम**, दीपक एन. बनकर, अंकित वी. भंडारी, सुकांता बोस, मालती दीनदयाल संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, श्रीजित पी. जाधव, शिवराज कंदस्वामी, आशीष ए. म्हस्के, संजित मित्रा, साराह पोन्नाथानम, संतोष रॉय, टी.आर. सारावनन, वैभव एन.सावंत, तरुण सौरदीप एस.सुधागर, मानसदेवी पी. तिरुज्ञानसम्बन्धम एवं अन्य (2020) ए जाएंट फर्मी-जी.बी.एम. एंड लाइगो/वर्गो अनैलिसिस ऑफ कॉम्पैक्ट बाइनरी मर्जर फ्रॉम द फर्स्ट एंड सेकंड ग्रेविटेशनल वेव आब्जर्विंग रन्स, ApJ, **893**, 100.
3. रिच एबॉट,....., **शीलू अब्राहम**, दीपक एन. बनकर, अंकित वी. भंडारी, सुकांता बोस, मालती दीनदयाल, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, श्रीजित पी. जाधव, शिवराज कंदस्वामी, आशीष ए. म्हस्के, संजित मित्रा, साराह पोन्नाथानम, संतोष रॉय, टी.आर. सारावनन, वैभव एन.सावंत, तरुण सौरदीप एस.सुधागर, मानसदेवी पी. तिरुज्ञानसम्बन्धम एवं अन्य (2020) GW190814: ग्रेविटेशनल वेव फ्रॉम द कोअलेसन्स ऑफ ए 23 सोलर मास ब्लैक होल विथ ए 2.6 सोलर मास कॉम्पैक्ट ऑब्जेक्ट, ApJ, **896**, L44.
4. रिच एबॉट,....., **शीलू अब्राहम**, दीपक एन. बनकर, अंकित वी. भंडारी, सुकांता बोस, मालती दीनदयाल, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, श्रीजित पी. जाधव, शिवराज कंदस्वामी, आशीष ए. म्हस्के, संजित मित्रा, साराह पोन्नाथान, संतोष रॉय, टी.आर. सारावनन, वैभव एन.सावंत, तरुण सौरदीप एस.सुधागर, मानसदेवी पी. तिरुज्ञानसम्बन्धम एवं अन्य (2020) प्रॉपर्टिज एंड एस्ट्रोफिजिकल इम्प्लिकेशन्स ऑफ द 150Msun बाइनरी ब्लैक होल मर्जर GW190521, ApJ, **900**, L13.
5. रिच एबॉट,....., **शीलू अब्राहम**, दीपक एन. बनकर, अंकित वी. भंडारी, सुकांता बोस, मालती दीनदयाल, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, श्रीजित पी. जाधव, शिवराज कंदस्वामी, आशीष ए. म्हस्के, संजित मित्रा, साराह पोन्नाथानम, संतोष रॉय, टी.आर. सारावनन, वैभव एन.सावंत, तरुण सौरदीप, एस.सुधागर, मानसदेवी पी. तिरुज्ञानसम्बन्धम एवं अन्य (2020) ग्रेविटेशनल वेव कन्स्ट्रेंट ऑन द ईक्वेटॉरियल इलिप्टिसिटी ऑफ मिलिसेकन्ड पल्सर, ApJ, **902**, L21.
6. बेन्जामिन पी.एबॉट,....., **शीलू अब्राहम**, सुकांता बोस, मालती दीनदयाल, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, शिवराज कंदस्वामी, संजित मित्रा, साराह पोन्नाथानम, तरुण सौरदीप एवं अन्य (2020) ए ग्रेविटेशनल वेव मेजरमेंट ऑफ द हबल कान्स्टन्ट फालोइंग द सेकंड आब्जर्विंग रन ऑफ एडवान्सड लाइगो एंड वर्गो, तळीसे, ApJ, **909**, 218.
7. बेन्जामिन पी.एबॉट,....., **शीलू अब्राहम**, सुकांता बोस, मालती दीनदयाल, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, शिवराज कंदस्वामी, संजित मित्रा, साराह पोन्नाथानम, तरुण सौरदीप एवं अन्य (2020) ऑप्टिकल टारगेटेड सर्च फॉर ग्रेविटेशनल वेव इमिटेड बाय कोर-कोलैप्स सूपरनोव ज्युरिंग द फर्स्ट एंड सेकंड आब्जर्विंग रन ऑफ एडवान्सड लाइगो एंड एडवान्सड वर्गो, PhRvD, **101**, 084002.
8. रिच एबॉट,....., **शीलू अब्राहम**, दीपक एन. बनकर, अंकित वी. भंडारी, सुकांता बोस, मालती दीनदयाल, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, श्रीजित पी. जाधव, शिवराज कंदस्वामी, आशीष ए. म्हस्के, संजित मित्रा, साराह पोन्नाथानम, संतोष रॉय, टी.आर. सारावनन, वैभव एन.सावंत, तरुण सौरदीप, एस.सुधागर, मानसदेवी पी. तिरुज्ञानसम्बन्धम एवं अन्य (2020) GW190412: ऑब्जर्वेशन ऑफ ए बाइनरी-ब्लैक-होल कोअलेसन्स विथ एसमेट्रिक मासेस, PhRvD, **102**, 043015.
9. रिच एबॉट,....., **शीलू अब्राहम**, दीपक एन. बनकर, अंकित वी. भंडारी, सुकांता बोस, मालती दीनदयाल, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, श्रीजित पी. जाधव, शिवराज कंदस्वामी, आशीष ए. म्हस्के, संजित मित्रा, अनुप्रीता मोरे, साराह पोन्नाथानम, संतोष रॉय, टी.आर. सारावनन, वैभव एन.सावंत, तरुण सौरदीप, एस.सुधागर, मानसदेवी पी. तिरुज्ञानसम्बन्धम एवं



अन्य (2020) ऑल-स्काय सर्च इन अर्ली O3 LIGO डेटा फॉर कन्टिन्यूअस ग्रैविटेशनल वेव सिग्नल्स फ्रॉम अन्नोन न्यूट्रोन स्टार्स इन बाइनरी सिस्टम्स, PhRvD, **103**, 064017.

10. रिच एबॉट,....., **शीलू अब्राहम**, दीपक एन. बनकर, अंकित वी. भंडारी, सुकांता बोस, मालती दीनदयाल, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, श्रीजित पी. जाधव, शिवराज कंदस्वामी, आशीष ए. म्हस्के, संजित मित्रा, साराह पोन्नाथानम, संतोष रॉय, टी.आर. सारावनन, वैभव एन.सावंत, तरुण सौरदीप, एस.सुधागर, मानसदेवी पी. तिरुज्ञानसम्बन्धम एवं अन्य (2020) GW190521: ए बाइनरी ब्लैक होल मर्जर विथ ए टोटल मास ऑफ $150 M_{\odot}$, PhRvL, **125**, 101102.
11. बेन्जामिन पी.एबॉट,....., **शीलू अब्राहम**, सुकांता बोस, मालती दीनदयाल, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, श्रीजित पी. जाधव, शिवराज कंदस्वामी, संजित मित्रा, साराह पोन्नाथानम, तरुण सौरदीप, एवं अन्य (2020) प्रोस्पेक्ट्स फॉर ऑब्जर्विंग एंड लोकलाइजिंग ग्रैविटेशनल वेव ट्रैन्शन्ट विथ एडवान्सड लाइगो, एडवान्सड वर्गो एंड KAGRA, LRR, **23**, 3.
12. रिच एबॉट,....., **शीलू अब्राहम**, दीपक एन. बनकर, अंकित वी. भंडारी, सुकांता बोस, मालती दीनदयाल, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, श्रीजित पी. जाधव, शिवराज कंदस्वामी, आशीष ए. म्हस्के, संजित मित्रा, साराह पोन्नाथानम, संतोष रॉय, टी.आर. सारावनन, वैभव एन.सावंत, तरुण सौरदीप, एस.सुधागर, मानसदेवी पी. तिरुज्ञानसम्बन्धम एवं अन्य (2021) ओपन डेटा फ्रॉम द फर्स्ट एंड सेकंड ऑब्जर्विंग रन्स ऑफ एडवान्सड लाइगो एंड एडवान्सड वर्गो, SoftX, **13**, 100658.
13. रिच एबॉट,....., **शीलू अब्राहम**, दीपक एन. बनकर, अंकित वी. भंडारी, सुकांता बोस, मालती दीनदयाल, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, श्रीजित पी. जाधव, शिवराज कंदस्वामी, आशीष ए. म्हस्के, संजित मित्रा, अनुप्रीता मोरे, साराह पोन्नाथानम, संतोष रॉय, टी.आर. सारावनन, वैभव एन.सावंत, तरुण सौरदीप, एस.सुधागर, मानसदेवी पी. तिरुज्ञानसम्बन्धम एवं अन्य (2021) अप्पर लिमिट्स ऑन द आइसट्रापिक ग्रैविटेशनल वेव बैकग्राउण्ड फ्रॉम एडवान्सड लाइगोज एंड एंड एडवान्सड वर्गोज थर्ड ऑब्जर्विंग रन, PhRvD, **104**, 022004.
14. रिच एबॉट,....., **शीलू अब्राहम**, दीपक एन. बनकर, अंकित वी. भंडारी, सुकांता बोस, मालती दीनदयाल, संजीव वी. धुरंधर, सुरेश दोरावरी, शरद जी.गाँवकर, श्रीजित पी. जाधव, शिवराज कंदस्वामी, आशीष ए. म्हस्के, संजित मित्रा, अनुप्रीता मोरे, साराह पोन्नाथानम, संतोष रॉय, टी.आर. सारावनन, वैभव एन.सावंत, तरुण सौरदीप, एस.सुधागर, मानसदेवी पी. तिरुज्ञानसम्बन्धम एवं अन्य (2021) सर्च फॉर ,एनिस्ट्रोपिक ग्रैविटेशनल वेव बैकग्राउण्ड्स यूजिंग डेटा फ्रॉम एडवान्सड लाइगोज एंड एडवान्सड वर्गोज फर्स्ट थ्री ऑब्जर्विंग रन्स, PhRvD, **104**, 022005.
15. ऐश्वर्या शर्मा, दुर्गेश त्रिपाठी, रॉबर्ट्स अर्देलयी, गिरजेश आर. गुप्ता एवं **गाझी ए. अहमद** (2020) वेव ऐम्प्लिट्यूड मोड्युलेशन इन फैन लूप्स अज ऑब्जर्व्ड बाय AIA/SDO, A&A, **638**, अ6.
16. उमेश के. वर्मा, एंड **गौरी अंबिका** (2020) ऐम्प्लिट्यूड काइमेरा एंड काइमेरा डेथ इन्ड्रस्ट बाय एक्सटर्नल एजंट्स इन टू-लेयर नेटवर्क्स, Chaos **30**, 043104.
17. स्नेहा कछारा, और **गौरी अंबिका** (2020) मल्टिप्लेक्स रिकरन्स नेटवर्क्स फ्रॉम मल्टी-लीड ECG $S > oQ > m$, Chaos, **30**, 123106
18. संदीप वी.जॉर्ज, स्नेहा कछारा, रंजीव मिस्त्रा और **गौरी अंबिका** (2020) अर्ली वॉर्निंग सिग्नल्स इंडिकेट ए क्रिटिकल ट्रान्जिशन इन बीटल्जूज, A&A, **640**, L21.
19. **बिजन बागची**, रूपमंजरी घोष, एवं अविनाश खरे (2020) ए पेडिस्ट्रीयन इंट्रोडक्शन टू कोहिरन्ट एंड स्क्रीज्ड स्टेट्स, IJMPA, **35**, 2030011.



20. **तन्वी बंदोपाध्याय**, एवं **उज्जल देबनाथ** (2020) बाउन्सिंग कॉज़मालजी फॉर एन्ट्रोपी करेक्टेड मोडल्स इन Horava–Lifshitz ग्रेविटी एंड फ़ैक्टल यूनिवर्स, EPJP, **135**, 613.
21. प्रेम प्रकाश, **अरुनिमा बॅनर्जी**, एवं पवन के. पेरीषू (2020) डिटरमिनेशन ऑफ़ द रिलेटिव इन्क्लनेशन एंड द व्यूइंग एंजल ऑफ़ अँन इंटरैक्टिंग पेअर ऑफ़ गैलेक्सीज यूजिंग कॉन्वल्यूशनल न्युरल नेटवर्क्स, MNRAS, **497**, 3323.
22. आदित्य कोमंदुरी, इंद्राणी बॅनर्जी, **अरुनिमा बॅनर्जी**, एवं सौमित्र सेनगुप्ता (2020) डाइनेमिकल मोडलिंग ऑफ़ डिस्क वर्टिकल स्ट्रक्चर इन सुपरथिन गैलेक्सी UGC 7321 इन ब्रेनवर्ल्ड ग्रेविटी: अँन MCMC स्टडी, MNRAS, **499**, 5690.
23. आदित्य कोमंदुरी, एवं **अरुनिमा बॅनर्जी**, (2021) हाउ 'कोल्ड' आर द स्टेलर डिस्क ऑफ़ सुपरथिन गैलेक्सीज? MNRAS, **502**, 5049.
24. तुहिन मलिक, **शर्मिष्ठा बनिक**, एंड देबदेस बंदोपाध्याय (2021) न्यू इक्वेशन ऑफ़ स्टेट इन्वॉल्विंग बोस–आइंस्टाइन कान्डन्सेशन ऑफ़ एन्टीकाओं फॉर सुपरनॉव एंड न्यूट्रॉन स्टार्ट मर्जर सिम्युलेशन्स, EPJST [arXiv: 2012:10127
25. फ्रांसिस्को एच. विवानको, पॉल डी. लस्की, एरिक थ्रेन,....., देबारती चॅटर्जी, **शर्मिष्ठा बनिक**, एवं अन्य (2021) टेम्प्रेचर डिपेंडेंट अपिरन्स ऑफ़ एक्झोटिक मैटर मेक नैसन्ट न्यूट्रॉन स्टार्स स्पिन फास्टर, PhRvD [arXiv:2101.04782
26. **अरु बेरी**, सच्चिद्र नाईक, कुलिनंद पी. सिंह,, दीपांकर भट्टाचार्य, गुलाब सी. देवांगन, एवं अन्य (2021) एस्ट्रोसैट आब्ज़र्वेशन्स ऑफ़ द फर्स्ट गैलेक्टिक अल्ट्रा–ल्युमिनस एक्स–रे पल्सर स्विफ्ट J0243.6+6124, MNRAS, **500**, 565.
27. **अरु बेरी**, टिंकु गिरधर, निर्मल के. अय्यर, एवं चंद्रेयी मैत्रा (2021) इवोल्यूशन ऑफ़ टाइमिंग एंड स्पेक्ट्रल केरक्टरिस्टिक्स ऑफ़ 4U 1901+03 ड्यूरिंग इट्स 2019 आउटबर्स्ट यूजिंग स्विफ्ट एंड NuSTAR आब्ज़र्वेटोरी, MNRAS, **500**, 1350.
28. **पियाली भार** (2020) चार्ज्ड स्ट्रेंज स्टार विथ क्रोरी–बरुआ पटेन्शल इन $f(R, T)$ ग्रेविटी एडमिटिंग चॅप्लिगन इक्वेशन ऑफ़ स्टेट, EPJP, **135**, 757.
29. **पियाली भार**, फ्रान्सिस्को टेल्लो–ऑर्टिज़ो, एंजल रिनकोन एवं युविनेज़ा गोमेज़–लेयटन (2020) स्टडी ऑन एनिस्ट्रोपिक स्टार्स इन फ्रेमवर्क ऑफ़ रेस्टॉल ग्रेविटी, Ap&SS, **365**, 145.
30. **पियाली भार**, तुहीन मन्ना, **फारुख रहमान**, **सैबल राय** एवं गोवर्धन एस.खोडेकर (2020) चार्ज्ड पर्फेक्ट फ्लुइड स्फीयर इन हाईयर–डाइमेन्शियल स्पेस टाइम, InJPh, **94**, 1679.
31. फ्रान्सिस्को टेल्लो–ऑर्टिज़ो, एंजल रिनकोन, **पियाली भार** एवं युविनेज़ा गोमेज़–लेयटन (2020) दुर्गपाल मोडल कन्सिडरिंग द मिनिमल द जीओमेट्रीक डीफॉर्मेशन अप्रोच, ChPhC, **44**, 105102.
32. क्ष. न्यूटन सिंह, सुनील के. मयुरा, **पियाली भार**, एवं **फारुख रहमान** (2020) एनिस्ट्रोपिक स्टार्स विथ ए मोडिफाइड पोलिट्रोपिक इक्वेशन ऑफ़ स्टेट, PhyS, **95**, 115301.
33. **पियाली भार** (2021) ए न्यू अनचार्ज्ड कॉम्पैक्ट स्टार मॉडल इन प्रेज़न्स ऑफ़ एनिस्ट्रोपी, IJGMMP, 18 [doi:10.1142/S0219887821500973.
34. मोहम्मद जुबेर, अल्लाह दिता, एर्टन गुडेक्ली, **पियाली भार** एवं हिना अज़मत (2021) एनिस्ट्रोपिक कॉम्पैक्ट स्टार मोडल्स इन $f(T)$ ग्रेविटी विथ टॉल्मन–कुचोविज़ स्पेसटाइम, IJGMMP, **18**, 2150060.



35. जहीर ए. शाह, वडकुमथानी जितेश, सुंदर सहायानाथन एवं नासीर आई. भट (2021) अन्वेलिंग द ब्रॉड-बैंड स्पेक्ट्रल एंड टेम्पोरल प्रॉपर्टिज ऑफ PKS 0903-57 ड्यूरिंग इट्स ब्राइटस्ट फ्लेअर, MNRAS, **504**, 416.
36. श्रीजित भट्टाचारजी, शैलेश कुमार एवं अर्पण भट्टाचार्य (2021) डिसप्लेसमेंट मेमरी इफेक्ट निअर द होरिजोन ऑफ ब्लैक होल्स, JHEP, **3**, 134.
37. श्रीजित भट्टाचारजी, शुभोदीप सरकार, एवं अर्पण भट्टाचार्य (2021) स्केलर पर्टर्बेशन ऑफ ब्लैक होल्स इन जैकिव-टिटेलबोईम ग्रैविटी, PhRvD, **103**, 024008.
38. दिब्बीजॉय भट्टाचार्य, कृष्णा मोहना, सुबिर भट्टाचार्य, निलय भट, सी.एस. स्टेलिन (2021) मल्टीवेवलेन्थ स्टडी ऑफ डिफ्रैक्ट फ्लेरिंग एंड लो-एक्टिविटी स्टेट्स ऑफ ब्लाजर 4C+21.35, MNRAS, **500**, 1127.
39. सना गुलाटी, दिब्बीजॉय भट्टाचार्य, सुबिर भट्टाचार्य, निलय भट, सी.एस. स्टेलिन एवं अन्य (2021) मल्टीवेवलेन्थ मॉनिटरिंग ऑफ NGC 1275 ओवर ए डिकेड: इविडन्स ऑफ ए शिफ्ट इन सिंक्रोटोन पीक फ्रीक्वेंसी एंड लॉन्ग-टर्म मल्टीबैंड फ्लक्स इन्क्रीज, MNRAS, **503**, 446.
40. प्रोमिला बिसवास, पार्थजित रॉय, एवं रिताब्रता बिसवास (2021) पोजिंग कन्स्ट्रेंट ऑन द फ्री पैरामीटर्स ऑफ ए न्यु मॉडल ऑफ डार्क एनर्जी ऐड: रिसपॉन्सेस थ्रु कॉज़्मलॉजिकल बिहेवियर्स, Ap&SS, **365**, 177.
41. मयुख बंडोपाध्याय, एवं रिताब्रता बिसवास (2021) रिपलिसिव ग्रैविटेशनल फोर्स एंड क्रिन्टेसन्स फिल्ड इन $f(T)$ ग्रैविटी: हाउ एनिस्ट्रोपिक कॉम्पैक्ट स्टार्स इन स्ट्रॉन्ग एनर्जी कंडिशन बिहेव, MPLA, **36**, 2150044.
42. आकाश बोस, एवं सुबेनाय चक्रवर्ती (2020) कॉस्मिक इवोल्यूशन इन $f(T)$ ग्रैविटी थिअरी, MPLA, **35**, 2050296.
43. आकाश बोस, एवं सुबेनाय चक्रवर्ती (2020) डज इर्मजन्ट सिनेरिओ इन Hořava-Lifshitz ग्रैविटी डिमांड ए घोस्ट फिल्ड?, PDU, **30**, 100740.
44. सौम्या चक्रवर्ती, सुदिप मिश्रा, एवं सुबेनाय चक्रवर्ती (2020) डार्इनेमिकल सिस्टम अनैलिसिस ऑफ थ्री- फॉर्म डार्क एनर्जी मॉडल विथ बेरयोनिक मैटर, EPJC, **80**, 852.
45. जाफर इक्बाल, जॉयदीप सेनगुप्ता, एवं सुबेनाय चक्रवर्ती (2020) मैग्नेटिक ट्रजेक्टरी करसपॉइंडिंग टू किलिंग मैग्नेटिक फिल्ड्स इन ए 3- डाइमेन्शनल वॉर्प्ट प्रोडक्ट, IJGMMP, **17**, 2050212.
46. सुप्रिया पान, वाईकियांग यांग, एलोनोरा डी. वैलेंटिनो, अरमान शफीलू, एवं सुबेनाय चक्रवर्ती (2020) रिकन्सिलिंग H0 टेन्शन इन ए सिक्स पैरामीटर स्पेस?, JCAP, **2006**, 062.
47. संजुक्ता चक्रवर्ती, आकाश बोस, एवं सुबेनाय चक्रवर्ती (2021) कोलेप्स जीओमेट्री इन इनहोमोजीनिअस FRW मॉडल, IJGMMP, **18**, 2150019.
48. बिकराम घोष, सौगता मित्रा, एवं सुबेनाय चक्रवर्ती (2021) सम स्पेसिफिक वर्महॉल सोल्यूशन्स इन $f(R)$ मोडिफाइड ग्रैविटी थिअरी, MPLA, **36**, 2150024.
49. बिकराम घोष, सौरव दत्ता, सुदेशना मुखर्जी, एवं सुबेनाय चक्रवर्ती (2021) स्टैटिक स्फेरिकली सिमेट्रिक वर्महॉल विथ क्राइटाटिक शेप फंक्शन एंड पार्सल ट्रजेक्टरी अराउंड इट, IJMPA, **36**, 2150046.



50. सौरव दत्ता, मुथुसामी लक्ष्मनन, एवं **सुबेनाय चक्रवर्ती** (2021) क्रांटम कॉज़्मालजी विथ सिमेट्री अनैलिसिस फॉर किंटोम डार्क एनर्जी मोडल, PDU, **32**, 100795.
51. विनीत ओझा, **हुम चंद**, गुलाब सी. देवांगन, एवं सुवेंदु रक्षित (2020) ए कम्पेरिजन ऑफ़ एक्स-रे फोटोनन इन्डसिज़ अमाना द नैरो एंड ब्रॉड लाइन सेफ़्टर्स 1 गैलेक्सीज, ApJ, **896**, 95.
52. विवेक के. झा, **हुम चंद**, एवं विनीत ओझा (2020) प्रॉपर्टिज ऑफ़ ब्रॉड एंड नैरो लाइन सेफ़्टर्स गैलेक्सीज सिलेक्टेड फ्रॉम SDSS, CoBAO, **67**, 219J.
53. विनीत ओझा, **हुम चंद**, गोपाल-कृष्णा, सपना मिश्रा, एवं कृष्णन चांद (2020) कम्पैरेटिव इंट्रा-नाईट ऑप्टिकल वेरिबिलिटी ऑफ़ एक्स-रे एंड γ (वाई)-रे- डिटेक्टेड नैरो-लाइन सेफ़्टर्स 1 गैलेक्सीज, MNRAS, **493**, 3642.
54. विनीत ओझा, **हुम चंद**, गोपाल-कृष्णा (2021) इंट्रो-नाईट ऑप्टिकल वेरिबिलिटी ऑफ़ γ (वाई)-रे डिटेक्टेड नैरो-लाइन सेफ़्टर्स 1 गैलेक्सीज, MNRAS, **501**, 4110.
55. रितिका जोशी, **रमेश चंद्रा**, ब्रिजट शमीदर, फर्नांडो मोरेनो-इन्सर्टिज, गिलौम औलानियर एवं अन्य (2020) केस स्टडी ऑफ़ मल्टी-टेम्प्रेचर कोरोनल जेट्स फॉर इमरजिंग फलक्स MHD मोडल्स, A&A, **639**, A22.
56. रितिका जोशी, ब्रिजट शमीदर, गिलौम औलानियर, वेरोनिक बॉमियरे, एवं **रमेश चंद्रा**, (2020) द रोल ऑफ़ स्मॉल-स्केल सरफेस मोशनस इन द ट्रान्सफर ऑफ़ ट्विस्ट टू ए सोलर जेट फ्रॉम ए रिमोट स्टैबल फलक्स रोप, ?, A&A, **642**, A169.
57. रितिका जोशी, यूमिंग वँग, **रमेश चंद्रा**, क्रॅनाहो झँग, लिजुआन ल्यु, एवं अन्य (2020) कॉज़ एंड किनमैटिक्स ऑफ़ ए जेट लाइक CME, ApJ, **901**, 94.
58. प्रबीर के. मित्रा, भुवन जोशी, अस्त्रिद एम. वेरोनिग, **रमेश चंद्रा**, करिन डिसोएर, एवं अन्य (2020) इरप्टिव इम्पल्सिव हमालगस m - क्लास फलेअर्स एसोसिएटेड विथ डबल-डेकर फलक्स रोप कन्फिग्यरेशन इन मिनि सिग्मॉइड ऑफ़ NOAA 12673, ApJ, **900**, 23.
59. पूजा देवी, भुवन जोशी, **रमेश चंद्रा**, प्रबीर के. मित्रा, अस्त्रिद एम. वेरोनिग, एवं अन्य (2020) डिवलप्मन्ट ऑफ़ ए कन्फाइड सक्थुलर-कम-पॅरलल रिबॉन फलेअर एंड एसोसिएटेड प्री-फलेअर एक्टिविटी, SoPh, **295**, 75.
60. रितिका जोशी, ब्रिजट शमीदर, अकिको तेई, गिलौम औलानियर,, **रमेश चंद्रा**, एवं अन्य (2021) मल्टी-थर्मल, ऐट्मस्फिर ऑफ़ ए मिनी-सोलर फलेअर ड्युरिंग मैग्नेटिक रिकनेक्शन आब्ज़र्व्ड विथ IRIS, A&A, **645**, A80.
61. पूजा देवी, पास्कल देमोलिन, **रमेश चंद्रा**, रितिका जोशी, ब्रिजट शमीदर, एवं अन्य (2021) आब्ज़र्वेशन ऑफ़ ए प्रोमिनन्स इरप्शन एंड लूप कॉन्ट्रैक्शन, A&A, **647**, A85.
62. आभा मोंगा, राहुल शर्मा, जीआजीआ लियू कॉन्सुइलो साइड,, **रमेश चंद्रा**, एवं अन्य (2021) ऑन द पार्शल इरप्शन ऑफ़ ए बिफर्केंट सोलर फिलामेन्ट स्ट्रक्चर, MNRAS, **500**, 684.
63. पूजा देवी, जगदेव सिंह, **रमेश चंद्रा**, मुथु प्रियल, एवं रितिका जोशी (2021) वेरिएशन ऑफ़ क्रोमोस्फियर फीचर्स अँज ए फंक्शन ऑफ़ लेटिट्यूड एंड टाइम यूजिंग Ca-K स्पेक्ट्रो-हेलिओग्राम्स फॉर सोलर साइकल 15 - 23: इम्प्लिकेशनस फॉर मेरिडिओनल फ्लो, SoPh, **296**, 49.



64. **सुरेश चंद्रा**, एवं मोहित के. शर्मा (2020) एप्लिकेशन ऑफ जनरलाइज्ड लॉरेंज़ियन (कप्पा) डिस्ट्रीब्यूशन फंक्शन इन प्रोपेगेशन ऑफ इलेक्ट्रॉन साइक्लोट्रॉन वेव इन मैग्नेटोस्फिरिक प्लाज़्मा m ऑफ अँन आउटर प्लैनेट, *Optik*, **207**, 164387.
65. **सुरेश चंद्रा**, एवं मोहित के. शर्मा (2020) अबाउट इलेक्ट्रॉन साइक्लोट्रॉन वेव इन प्लाज़्मा इन मैग्नेटोस्फिरिक प्लाज़्मा ऑफ आउटर प्लैनेट्स हैविंग पॅरलल अउ इलेक्ट्रीक फिल्ड, *Optik*, **208**, 164084.
66. **सुरेश चंद्रा**, एवं मोहित के. शर्मा (2020) एप्लिकेशन ऑफ सबट्रैक्टेड बाय-मैक्सवेलियन डिस्ट्रीब्यूशन फंक्शन इन प्रोपेगेशन ऑफ इलेक्ट्रॉन साइक्लोट्रॉन वेव इन मैग्नेटोस्फिरिक प्लाज़्मा ऑफ अँन आउटर प्लैनेट, *Optik*, **219**, 164269.
67. **सुरेश चंद्रा**, एवं मोहित के. शर्मा (2020) इंटरैक्शन ऑफ अँन इलेक्ट्रॉन बीम विथ विस्तर वेव इन मैग्नेटोप्लाज़्मा-रि इन्वेस्टिगेटेड, *Optik*, **220**, 165043.
68. मोहित के. शर्मा एवं **सुरेश चंद्रा** (2020) अनामलस अब्ज़ॉर्प्शन ऑफ हाइड्रोजन पेरॉक्साइड (H_2O_2) रोटेशनल ट्रैन्ज़िशन, *JQSRT*, **251**, 107085.
69. मोहित के. शर्मा, मोनिका शर्मा, एवं **सुरेश चंद्रा** (2020) सजेशन फॉर सर्च ऑफ मलोनोनाइट्राइल ($CH_2(CN)_2$) इन ए कॉज़्मिक ऑब्जेक्ट: पटेन्शल स्पेक्ट्रल लाइन्स, *ARep*, **64**, 769.
70. **अयान चटर्जी**, अमित घोष, एवं सुरेश सी.जरयाल (2020) मार्जनली ट्रैण्ड सरफेस इन स्फेरिकल ग्रैविटेशनल कोलेप्स, *PhRvD*, **102**, 064048.
71. **अयान चटर्जी**, एवं अमित घोष (2020) एकस्पोज़ेशनल करेक्शन्स टू ब्लैक होल एन्ट्रॉपी, *PhRvL*, **125**, 041302.
72. **अयान चटर्जी**, एवं अमित घोष (2021) डाइनेमिकल होरिज़न एंड सुपर-ट्रान्सलेशन ऑफ द होरिज़ोन, *PhRvD*, **103**, 024046.
73. सुरेश सी.जरयाल एवं **अयान चटर्जी** (2021) ग्रैविटेशनली कलैप्सिंग स्टार्स इन $f(R)$ ग्रैविटी, *EPJC*, **81**, 273.
74. सौरदिप भट्टाचार्य, रितेश घोष, **रिताबन चटर्जी**, एवं नबानिता दास (2020) ब्लेज़र वेरिबिलिटी: ए स्टडी ऑफ नॉन-स्टेशनरिटी एंड द फलक्स- RMS रिलेशन, *ApJ*, **897**, 25.
75. रुद्राणी के. चौधुरी, सौम्या रॉय, **सुचेतना चटर्जी**, निशिकांत खांदई, क्रेग एल. सराजिन, एवं अन्य (2021) सिम्युलेटेड एक्स-रे इमिशन इन गैलेक्सी क्लस्टर विथ फीडबैक फ्रॉम एक्टिव गैलेक्टिक न्यूक्लिआई, *AN*, **342**, 164.
76. **सुरजित चट्टोपाध्याय**, एंटोनियो पासका, अब्देल नासिर तौफिक, एवं रातबे मिर्ज़कुलोव (2020) कॉज़्मालजी ऑफ ए जनरलाइज्ड वर्जन ऑफ होलोग्राफिक डार्क एनर्जी एंड रीकंस्ट्रक्शन ऑफ डिफ्रंट स्केलर फिल्ड मोडल्स, *PhyS*, **95**, 085005.
77. **सुरजित चट्टोपाध्याय**, मार्टिरोस खुर्शुदियान, के. मिर्ज़कुलोव, एंटोनियो पासका, एवं रातबे मिर्ज़कुलोव (2020) कॉज़्मालजी ऑफ द जनरलाइज्ड मोडल ऑफ LQG, *MPLA*, **35**, 2050247.
78. सौम्योदिता करमरकर, **सुरजित चट्टोपाध्याय**, एवं इरिना रेडिंची (2020) ए होलोग्राफीक रिकंस्ट्रक्शन स्कीम फॉर $f(R)$ ग्रैविटी एंड द स्टडी ऑफ स्टैबिलिटी एंड थर्मोडाइनेमिक कान्सिस्टेन्सेस, *NewA*, **76**, 101321.



79. गार्गी चक्रवर्ती, एवं **सुरजित चट्टोपाध्याय** चट्टोपाध्याय (2020) मोडिफाइड होलोग्राफिक एनर्जी डेन्सिटी-ड्रिवन इन्फ्लेशन एंड सम कॉज़मलोजिकल आउटकम्स, IJGMMP, **17**, 2050066.
80. गार्गी चक्रवर्ती, एवं **सुरजित चट्टोपाध्याय** (2020) इन्वेस्टिगेटिंग इन्फ्लेशन ड्रिवन बाय DBI- इसेन्स स्केलर फिल्ड, IJMPD, **29**, 2050087.
81. गौतमी चट्टोपाध्याय, एवं **सुरजित चट्टोपाध्याय** (2020) स्पेक्ट्रल अनैलिसिस अप्रोच टू स्टडी द एसोसिएशन बिटविन टोअल ओज़ोन कान्सट्रेशन एंड सरफेस टेम्प्रेचर, IJEST, **17**, 4353.
82. संघति साहा, एवं **सुरजित चट्टोपाध्याय** (2020) एक्सप्लोरिंग ऑफ द समर मान्सून रेनफॉल अराउंड द हिमालयाज इन टाइम डोमेन थ्रु मैकजीमाइजेशन ऑफ शेन्नॉन एन्ट्रोपी, ThApC, **141**, 133.
83. सौम्योदिता करमरकर, कैरत मिर्जकुलोव, **सुरजित चट्टोपाध्याय** एवं रातबे मिर्जकुलोव (2020) रिकन्स्ट्रक्टेड $f(R)$ ग्रैविटी एंट इट्स कॉज़मलॉजिकल कॉन्सिक्वेन्सेस इन द कमीलिअन स्केलर फिल्ड विथ ए स्केल फैक्टर डिस्क्राइबिंग द प्री-बाउन्स इक्वायरॉटिक कॉन्ट्रैक्शन, सिमेट्री, **12**, 1559.
84. सृष्टि पाल, श्रुतिनिल दत्ता, तमन्ना नसरीन, एवं **सुरजित चट्टोपाध्याय** (2020) हर्स्ट एक्स्पोनन्ट एप्रोच थ्रु रिस्केल्ड रेंज अनैलिसिस टू स्टडी द टाइम सीरिज ऑफ समर मान्सून रेनफॉल ओवर नॉर्थेस्ट इंडिया, ThApC, **142**, 581.
85. **सुरजित चट्टोपाध्याय**, एवं गार्गी चक्रवर्ती (2021) ए रिकन्स्ट्रक्शन स्कीम फॉर $f(T)$ ग्रैविटी: वेरिबल जनरलाइज्ड चॉल्लिगन डार्क एनर्जी गैस फॉर्म, AN, **342**, 103.
86. गार्गी चक्रवर्ती, **सुरजित चट्टोपाध्याय** (2021) कॉज़मलजी ऑफ सालिअस होलोग्राफिक स्केलर फिल्ड मोडल्स इन चर्न-साइमन मोडिफाइड ग्रैविटी एवं ऑप्टिमाइजेशन ऑफ मोडल पैरामीटर्स थ्रु χ^2 मिनिमाइजेशन, ZNatA, **76**, 43.
87. गार्गी चक्रवर्ती, **सुरजित चट्टोपाध्याय**, एरटन गुडेक्ली एवं इरिना रेडिंची (2021) थर्मोडाइनेमिक्स ऑफ बेरो होलोग्राफीक डार्क एनर्जी विथ स्पेसिफिक कट ऑफ, सिमेट्री, **13**, 562.
88. सोम्बित चक्रवर्ती, **सुरजित चट्टोपाध्याय** (2021) ए टाइम-डोमेन एप्रोच टू द टोअल ओज़ोन टाइम सीरिज एंड ए टेस्ट ऑफ इट्स प्रीडिक्टीबिलिटी विथइन ए यूनिवेरिएत फ्रेमवर्क, RemSL, **12**, 20.
89. समयिता एन. राय एवं **सुरजित चट्टोपाध्याय** (2021) अनैलाइजिंग सरफेस एअर टेम्प्रेचर एंड रेनफॉल इन यूनिवेरिएत फ्रेमवर्क क्वांटिफाइंग अनसर्टिनीटी थ्रु शेन्नॉन एन्ट्रोपी एंड प्रीडिक्शन थ्रु आर्टिफिशल न्युरल नेटवर्क, EScIn, **14**, 485.
90. गौतमी चट्टोपाध्याय, सुब्रता के. मिद्या, एवं **सुरजित चट्टोपाध्याय** (2021) इन्फॉर्मेशन थीअरेटिक स्टडी ऑफ द ग्राउंड लेवल ओज़ोन एंड इट्स प्रीकर्सस ओवर कोलकाता, इंडिया, ड्यूरिंग द समर मान्सून, IrJST, **45**, 201.
91. समयिता एन. राय, संगीता बोस, एवं **सुरजित चट्टोपाध्याय** (2021) ए मार्कोव एप्रोच टू द प्रीडिक्टीबिलिटी ऑफ सरफेस टेम्प्रेचर ओवर द नॉर्थ ईस्टर्न पार्ट ऑफ इंडिया, ThApC, **143**, 861.
92. **तनुका चट्टोपाध्याय**, श्रीरूप मंडल, सुमन पॉल, शुभदीप माज़ी, एवं **असिस के. चट्टोपाध्याय** (2021) एक्सप्लोरेशन ऑफ द ओरिजिन ऑफ गैलेक्टिक एंड एक्स्ट्रागैलेक्टिक स्टार क्लस्टर थ्रु सिमुलेटेड H-R डाइग्रैम, ApJ, **911**, 22.



93. अशोक मंडल, **तनुका चट्टोपाध्याय**, एवं अनिषा सेन (2021) ए स्टडी ऑन द फॉर्मेशन ऑफ फिल्ड, बाइनरी और मल्टीपल स्टार्स: अ 2D एप्रोच थ्रु डाइनेमिकल सिस्टम, *Ap&SS*, **366**, 23.
94. आयेशा एम. मज़ारभुया, **हिमाद्री एस.दास**, एवं प्रितिश हलदर (2021) उमोव इफेक्ट इन कॉज़्मिक डस्ट एनलॉग फल्यूफी एग्रीगेट्स, *MNRAS*, **502**, 2536.
95. **श्याम दास**, नयन सरकार, मोनिमला मंडल एवं **फारुख रहमान** (2020) ए न्यू मोडल फॉर डार्क मैटर फल्यूड स्फीर, *MPLA*, **35**, 2050280.
96. **श्याम दास**, रंजन शर्मा, **कौशिक चक्रवर्ती**, एवं लिपि बास्की (2020) एनिस्ट्रोपिक कॉम्पैक्ट स्टेलर मोडल ऑफ एम्बेडिंग क्लास-I सैटिसफाइंग करमरकर्स कंडिशन इन वैद्य एवं टिकेकर स्फिरोडियल जोमेट्री, *GReGr*, **52**, 101.
97. **श्याम दास**, क्ष.न्युटन सिंह, लिपि बास्की, **फारुख रहमान**, अनिल के. अरिया (2021) मॉडलिंग ऑफ कॉम्पैक्ट स्टार्स: अँन एनिस्ट्रोपिक एप्रोच, *GReGr*, **53**, 25.
98. **श्याम दास**, बिकाश सी. पॉल, एंड रंजन शर्मा (2021) ग्रैविटेशनल कोलैप्स ऑफ एनिस्ट्रोपिक स्टार्स, *InJPh* [arXiv:2012.14084].
99. लिपि बास्की, **श्याम दास**, एंड **फारुख रहमान** (2021) अँन अनैलिटिकल एनिस्ट्रोपिक कम्पॅस्टेलर मोडल ऑफ एम्बेडिंग क्लास I, *MPLA*, **36**, 2150028.
100. **उज्जल देबनाथ** (2020) थर्मोडाइनेमिक्स ब्लैक होल विथ मोडिफाइड चॅप्लिन गैस अँज ए हिट इंजिन, *EPJP*, **135**, 424.
101. **उज्जल देबनाथ** (2020) थर्मोडाइनेमिक्स ऑफ FRW यूनिवर्स: हिट इंजिन, *PhLB*, **810**, 135807.
102. **उज्जल देबनाथ** (2020) कन्स्ट्रक्शन्स ऑफ $f(R, G, T)$ $f(R, G,)$ ग्रैविटी फ्रॉम सम एक्सपान्शन्स ऑफ द यूनिवर्स, *IJMPA*, **35**, 2050203.
103. **उज्जल देबनाथ**, एवं सौम्यदिप्ता बासक (2020) नेचर ऑफ हाइयर डाइमेंशनल वॉर्महोल मास ड्यु टू अक्रीशन ऑफ एन्ट्रोपी करेक्टेड होलोग्राफिक एंड न्यु एजग्राफिक डार्क एनर्जी, *GrCo*, **26**, 285.
104. सयानी मैत्य, एवं **उज्जल देबनाथ** (2020) स्टडी ऑफ सालिअस रैन्गी एंड शर्मा-मित्तल होलोग्राफिक डार्क एनर्जीज फॉर करेक्टेड मोडिफाइड फिल्ड इन्क्रेशन्स इन होरावा लिफशिट्ज़ ग्रैविटी, *IJGMMP*, **17**, 2050170.
105. सयानी मैत्य, महाश्वेता बिसवास एंड **उज्जल देबनाथ** (2020) अनैलिसिस ऑफ एन्ट्रोपी करेक्टेड होलोग्राफिक एंड न्यु एजग्राफिक डार्क एनर्जी मोडल्स इन जनरलाइज्डरैस्टल ग्रैविटी, *IJMPA*, **35**, 2050175.
106. **उज्जल देबनाथ** (2021) मोशन एवं कोलिशन ऑफ पार्टिकल्स निअर प्लेबंस्की-डिमेन्स्की ब्लैक होल: शैडो एंड ग्रैविटेशनल लेन्सिंग, *ChJPh*, **70**, 213.
107. **उज्जल देबनाथ** (2021) कॉन्स्ट्रेनिंग द पैरामीटर्स ऑफ मोडिफाइड चॅप्लिन गैस इन ब्रान्स-डिके थिअरी, *PDU*, **31**, 100764.



108. तालि खाइन, ज्युलिएट सी. बेकर, हजिंग डब्ल्यू. लिन, डेविड डब्ल्यू. गाड्स,, **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) डाइनैमिकल क्लासिफिकेशन ऑफ ट्रान्स-नेचुनिअन ऑब्जेक्ट्स डिटेक्टेड बाय द डार्क एनर्जी सर्वे, *AJ*, **159**, 133.
109. केनथ हर्नर, जेम्स अँनिस, डिलन ब्राऊट, मारेल सोरे-सैंटोज़,, **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) ऑप्टिकल फोलो-अप ऑफ ग्रैविटेशनल वेव ट्रिगर्स विथ DECAM ड्यूरिंग द फर्स्ट टू LIGO/VIRGO आब्जर्विंग रन्स, *A&C*, **33**, 100425.
110. जोशवा डी. सिमोन, टिंग एस. ली, डेनिस एरकल, अँड्रयु बी. पेस,, **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) बड्स ऑफ ए फीदर? मैग्लेन/IMACS स्पेक्ट्रोस्कोपी ऑफ द अल्ट्रा-फैंट सैंटेलाइट्स Grus II, Tuca पर खत, एंड Tuca पर त, *ApJ*, **892**, 137.
111. अँलेक्स ड्रॅलिका-वैगनर, किथ बेकटोल, सिद माउ, एम. मैक्नाना,, **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) मिल्की वे सैंटेलाइट सेन्सस I. द ऑब्जर्वेशनल सिलेक्शन फंक्शन फॉर मिल्की वे सैंटेलाइट्स इन DES Y3 एंड pan-STARRS DR1, *ApJ*, **893**, 47.
112. एथन ओ. नादलर, रिसा एच. विचस्टर, किथ बेकटोल, याव-युआन-माओ,, **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) मिल्की वे सैंटेलाइट सेन्सस II. गैलेक्सी-हैलो कनेक्शन कन्स्ट्रेंट इन्क्लूडिंग द इम्पैक्ट ऑफ द लार्ज मैगलैनिन क्लाउड, *ApJ*, **893**, 48.
113. कॉलिन जे. बर्क, विवि एन एफ. बालादासार, शिन (झनि) ल्यू, रेयान जे. फोल्ये,, **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) द क्युरियस केस ऑफ PHL 293B: ए लॉन्ग-लाइव्ड ट्रैन्शन्ट इन ए मेटल-पूअर ब्ल्यू कॉम्पैक्ट ड्वॉर्फ गैलेक्सी, *ApJL*, **894**, L5.
114. डान स्कॉलनेक, मैरॉन ए. स्मिथ, ए. मॅसिया, फिलिप वाइसमैन,, **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) सूपर्नोव सिबलिंग: असेसिंग द कन्सिस्टन्सी ऑफ प्रॉपर्टीज ऑफ टाइप सूपर्नोव दॅट शेयर द सेम पैरेंट गैलेक्सीज *ApJL*, **896**, L13.
115. टेरेस टी., हैनसन, जेनिफर एल. मार्शेल, जोशुवा डी. सिमॉन, टिंग एस. ली,, **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) केमिकल अनैलिसिस ऑफ द अल्ट्राफैंट ड्वॉर्फ गैलेक्सी गुज II. सिग्रेचर ऑफ हाई-मास स्टेलर न्यूक्लियोसिंथेसिस, *ApJ*, **897**, 183.
116. एंटेनेल्ला पाल्मेस, जुआन दे. विसैंट, मारिया ई.एस. परेरा, जेम्स अन्निस,, **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) ए स्टैटिस्टिकल स्टैन्डर्ड सिरिएन मेशमन्ट ऑफ द हबल कॉस्टंट फ्रॉम द लाइगो/वर्गो ग्रैविटेशनल वेव कॉम्पैक्ट ऑब्जेक्ट मर्जर GW190814 एंड डार्क एनर्जी सर्वे गैलेक्सीज, *ApJL*, **900**, L33.
117. किआन यांग, यू शेन, शिन (झनि) ल्यू, मिशेल एग्युना,, **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) डस्ट रिवर्बेशन मैपिंग इन डिस्टंट क्लासार्स फ्रॉम ऑप्टिकल एंड मिड-इन्फ्रारेड इमेजिंग सर्वे, *ApJ*, **900**, 58.
118. रॉबर्ट मॉर्गन, मारेल सोरे-सैंटोज़, जेम्स अन्निस, केनिथ हर्नर,, **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) कन्स्ट्रेंट्स ऑन द फिजिकल प्रॉपर्टीज ऑफ GW190814 थ्रु सिम्युलेशनस बेस्ड ऑन DECAM फोलो-अप ऑब्जर्वेशनस बाय द डार्क एनर्जी सर्वे, *ApJ*, **901**, 83.
119. अल्फोंसो ए. गार्सिया, रॉबर्ट मॉर्गन, केनिथ हर्नर, एंटेनेल्ला पाल्मेस, **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) ए DES GW सर्वे फॉर द इलेक्ट्रोमैग्नेटिक काउंटरपार्ट टू द लाइगो/वर्गो ग्रैविटेशनल वेव बाइनरी न्यूट्रॉन स्टार मर्जर कैडिडेट S190510g, *ApJ*, **903**, 75.
120. एंटेनेल्ला पाल्मेस, जेम्स अन्निस, जेफोर्ड बर्गडि, आर्या फराही,, **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) स्टेलर मास अँज ए गैलेक्सी क्लस्टर मास प्रोक्सी: एप्लिकेशन टू द डार्क एनर्जी सर्वे रेड MaPPer क्लस्टरर्स, *MNRAS*, **493**, 4591.



121. बेन मॉडस्ले, डेविड जे. बाकोन, चिया-फेंग चांग, पीटर मेलचियोर,....., **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) डार्क एनर्जी सर्वे इयर 1 रिजल्ट्स: वाइड-फिल्ड मास मैप्स वाया फोरवर्ड फिटिंग इन हामोनिक स्पेस, MNRAS, **493**, 5662.
122. किआन यांग, यू शेन, यू-चिंग शेन, शिन ल्यू,, **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) स्पेक्ट्रल वेरिबिलिटी ऑफ ए सैम्पल ऑफ एक्स्ट्रीम वेरिबिलिटी क्वासार्स एंड इम्प्लिकेशन्स फॉर द Mg II ब्रॉड-लाइन रिजन, MNRAS, **493**, 5773.
123. निखिल गुप्ता, मौरालिओ पन्नेला, जोसेफ जे. मोहर, मथिअस क्लेइन,....., **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) कन्स्ट्रैनिंग रेडियो मोड फीडबैक इन गैलेक्सी क्लस्टरर्स विथ द क्लस्टर रेडियो AGNs प्रॉपर्टीज टू ~ 1 , MNRAS, **494**, 1705.
124. कैमरॉन ए. लिमोन, मैथ्यू डब्ल्यू. एम्युर, रिचर्ड जी. मैकमोहन, टिमो एम्युटा,....., **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) द स्ट्रॉन्ब लेन्सिंग इनसाइट्स इन टू द डार्क एनर्जी सर्वे (STRIDES) 2017/2018 फोलो-अप कैम्पेन: डिस्कवरी ऑफ 10 लेन्सड क्वासार्स एंड 10 क्वासार्स पेअर्स, MNRAS, **494**, 3491.
125. मैरॉन ए. स्मिथ, मार्क सुल्लिवन, फिलिप वाइजमेन, रिचर्ड केस्सलर,....., **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) फर्स्ट कॉज़मालजी रिजल्ट यूजिंग टाइप खर सुपरनोव फ्रॉम द डार्क एनर्जी सर्वे: द इफेक्ट ऑफ होस्ट गैलेक्सी प्रॉपर्टीज ऑन सुपरनोव ल्युमिनोसिटी, MNRAS, **494**, 4426.
126. जेसिका मुइर, गैरी एम.बर्नस्टेइन, ड्रैगन हटर, फ्रैंक इल्सनेर,....., **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) ब्लाइंडिंग मल्टीप्रोब कॉज़मलॉजिकल एक्सपेरिमेंट, MNRAS, **494**, 4454.
127. मिका परसिआइनेन, क्लाउडिया पी. गुटेइरेज़, फिलिप वाइजमैन, माइकल जे. चिल्ड्रेस,....., **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) द मिस्ट्री ऑफ फोटोमेट्रिक ट्विन्स DES17X1लेक्ष एंड DES16E2bjy, MNRAS, **494**, 5576.
128. अन्वर जे. शाजिब, सिमॉन बेरर, टोमासो ट्रेऊ, अद्रिआनो एग्नेल्लो,....., **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) STRIDES: अ 3.9 परसेंट मेशमन्ट ऑफ हबल कॉन्स्टन्ट फ्रॉम द स्ट्रॉन्ग लेन्स सिस्टम DESJ0408-5354, MNRAS, **494**, 6072.
129. अल्फ्रेडो जेंटैनो, डेनयल हर्नांडेज़-लॉग, मथिअस क्लिअन, सी. वर्गारा सेर्वटेस,....., **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) ए जॉइंट SZ-X-ray-ऑप्टिकल अनैलिसिस ऑफ द डाइनेमिकल स्टेट ऑफ 288 मैसिव गैलेक्सी क्लस्टरर्स, MNRAS, **495**, 705.
130. फिलिप वाइजमैन, मैरॉन ए. स्मिथ, माइकल जे. चिल्ड्रेस, लिसा केल्लिस,....., **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) सूपर्नोव होस्ट गैलेक्सीज इन द डार्क एनर्जी सर्वे: I. डीप कोइस, फोटोमेट्री, एंड स्टेलर मासेस, MNRAS, **495**, 4040.
131. थॉमस द एगर, ल्यूइस गलबने, सैंटियागो गोंज़ालेज़-गेटान, रिचर्ड केस्सलर,....., **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) स्टडींग टाइप II सूपर्नोव अँज कॉज़मलॉजिकल स्टैन्डर्ड कैडल्स यूजिंग द डार्क एनर्जी सर्वे, MNRAS, **495**, 4860.
132. क्लोडिआ पी. ग्युटीएरेज़, मार्क सुल्लिवन, ल्यूइस एम. मार्टिनेज़, मेलिना सी. बस्टेन,....., **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) DES16C3cj: ए लो-ल्युमिनोसिटी, लॉन्ग-लाइव सूपर्नोव, MNRAS, **496**, 95.
133. हेन्शाव ग्वो, कोलिन जे. बर्क, शिन ल्यू, केदार ए. फडके,....., **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) डार्क एनर्जी सर्वे आइडेंटिफिकेशन ऑफ ए लो-मास एक्टिव गैलेक्टिक न्युक्लिअस ऐट रेडशिफ्ट 0.823 फ्रॉम ऑप्टिकल वेरिबिलिटी, MNRAS, **496**, 3636.
134. एडवर्ड मैकोली, डेविड जे. बेकोन, रॉबर्ट सी. निकोल, टामरा एम. डेविस,....., **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) वीक लेन्सिंग ऑफ टाइप खर सूपर्नोव फ्रॉम द डार्क एनर्जी सर्वे, MNRAS, **496**, 4051.



135. विलियम जी. हार्टले, चिआ-फेंग चांग, सोमायेह समानी, ए. कारनेरो रोसेल,....., **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) द इम्पैक्ट ऑफ स्पेक्ट्रोस्कोपिक इनकम्प्लिटनेस इन डाइरेक्ट कैलिब्रेशन ऑफ रेडशिफ्ट डिस्ट्रीब्युशन फॉर वीक लेन्सिंग सर्वे, MNRAS, **496**, 4769.
136. अद्रिआनो पेरिस, लिओ गिराद्री, एडुआर्डो बालबिन्टो, बासिलिओ सैंटिआगो,....., **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) मोडलिंग द मिलकी वे- I मेथड एंड फर्स्ट रिजल्ट्स फिटिंग द थिक डिस्क एंड हैलो विथ DES-Y3 डेटा, MNRAS, **497**, 1547.
137. कैथलिन डी.एकर्ट, गैरी एम. बर्नस्टेइन, अँडम आमरा, एलेक्जेंड्रा एमन,....., **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) नॉइज फ्रॉम अनडिटेक्टेड सोर्सेस इन डार्क एनर्जी सर्वे इमेजस, MNRAS, **497**, 2529.
138. सेबस्टियन ग्रैंडिस, मथिअस क्लेइन, जोसेफ जे. मोहर, सेबास्टियन बॉकवेट,, **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) वैलिडेशन ऑफ सिलेक्शन फंक्शन, सैम्पल कन्टामिनेशन एंड मास कैलिब्रेशन इन गैलेक्सी क्लस्टर सैम्पल्स, MNRAS, **498**, 771.
139. एलिजाबेथ जे. बक्ले-गीर, हावशिआंग लिन, क्रिस्टियन ई.रुसु, जेसन पोह,....., **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) STRIDES: स्पेक्ट्रोस्कोपिक एंड फोटोमेट्रिक कैरेक्टराइजेशन ऑफ द इन्वायरनमेंट एंड इफेक्ट्स ऑफ मास अलॉन्ग द लाइन ऑफ साइट टू द ग्रैविटेशनल लेन्सेस DES J0408-5354 एंड WGD 2038-4008, MNRAS, **498**, 3241.
140. मार्को गत्ती, चिआ-फेंग चेंग, ओलिवर फ्रीडरिच, भुवनेश जैन,....., **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) डार्क एनर्जी सर्वे इयर 3 रिजल्ट्स: कॉज़्मालजी विथ मूवमेंट्स ऑफ वीक लेन्सिंग मास मैप्स-वैलिडेशन ऑन सिम्युलेशन्स, MNRAS, **498**, 4060.
141. मारिया ई.एस. परेरा, एंटेनेल्ला पाल्मेस, तमस एन. वर्गा, थॉमस मैक क्लिनॉटक,....., **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) μ मासेस: वीक लेन्सिंग कैलिब्रेशन ऑफ द डार्क एनर्जी सर्वे इयर 1 रेड MaPPer क्लस्टर यूजिंग स्टेलर मासेस, MNRAS, **498**, 5450.
142. यू-चिंग चैन, शिन ल्यू, वें-टिंग लिआ, ए.मिग्युएल होलगाडो,....., **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) कैंडिडेट पिरिओडिकली वेरिबल क्वासार्स फ्रॉम द डार्क एनर्जी सर्वे एंड द स्लोअन डिजिटल स्काय सर्वे, MNRAS, **499**, 2245.
143. टोमस कैचपजाक, जॉर्ज हर्बल, एन्ड्रीना निकोल, राफेल एसजीएर, **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) मॉन्टे कार्लो कंट्रोल लूप्स फॉर कॉज़्मिक शीयर कॉज़्मालजी विथ DES B \cap a 1 डेटा, PhRvD, **101**, 082003.
144. टिम एम.सी. एबोट्ट, मिशेल एग्युना अल्लेक्स अल्लरकॉन, सहर अल्लम,....., **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) डार्क एनर्जी सर्वे इयर 1 रिजल्ट्स: कॉज़्मलॉजिकल कॉन्स्ट्रेंट्स फ्रॉम क्लस्टर एब्युडन्सेस एंड वीक लेन्सिंग, PhRvD, **102**, 023509.
145. सुजित पांडये, एलिजाबेथ क्राउज, भुवनेश जैन, निआली मैकक्रेन,....., **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) पर्टर्बेशन थिअरी फॉर मोडलिंग गैलेक्सी बायस: वैलिडेशन विथ सिम्युलेशन्स ऑफ द डार्क एनर्जी सर्वे, PhRvD, **102**, 123522.
146. साजल गुप्ता, एवं **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) गैलेक्सी क्लस्टर हाइड्रोस्टैटिक मासेस यूजिंग टोलमन-ओपनहाईमर-वॉल्कोफ इक्वेशन, PDU, **28**, 100499.
147. के. गोपिका, एवं **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) स्केलिंग रिलेशन्स फॉर डार्क मैटर कोर डेन्सिटी एंड रेडियस फ्रॉम चंद्र एक्स-रे क्लस्टर सैम्पल, PDU, **30**, 100707.
148. अदिती कृषक, **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2020) मॉडल कम्पैरिजन टेस्ट ऑफ मोडिफाइड ग्रैविटी फ्रॉम द Eot-Wash एक्सपेरिमेंट, JCAP, **07**, 006.



149. हविश सिंगरिकोंडा, शंतनु देसाई, एवं अन्य (2020) मॉडल कम्पैरिजन ऑफ CDM vs $R_h = ct$ यूजिंग कॉज़्मिक क्रोनोमीटर्स, EPJC, **80**, 694.
150. गौतम गुरुराजना, शंतनु देसाई, एवं अन्य (2020) जनरलाइज्ड Lomb–Scargle अनैलिसिस ऑफ 123I एंड 99mTc डीके रेट मेशमन्ट्स, EPJC, **80**, 1071.
151. अदिती कृषक, शंतनु देसाई, एवं अन्य (2020) ऑन इंडिपेंडेंट सर्च फॉर एन्युअल मोड्युलेशन एंड इट्स सिग्निफिकन्स इन ANAIS-112 डेटा, PTEP, **2020**, 093F01.
152. डेमित्रोइस टॅनोलिडिस, अलेक्स ड्रेलिका-वैगनर, कुआंग वेई, टिंग एस.ली,....., शंतनु देसाई, एवं अन्य (2021) शैडो इन द डार्क: लो – सरफेस-ब्राइटनेस गैलेक्सीज डिस्कवर इन द डार्क एनर्जी सर्वे, ApJS, **252**, 18.
153. पॉलिन ई. वेइलड्युफ, अलेक्झांडर कोवैक्स, यू. डिमेरबोजान, पाब्लो फोसल्बा,....., शंतनु देसाई, एवं अन्य (2021) डार्क एनर्जी सर्वे इयर 1 रिजल्ट्स: द लेन्सिंग इम्प्रिंट ऑफ कॉज़्मिक वाइड ऑन द कॉज़्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड, MNRAS, **500**, 464.
154. वी.टिंग लिओ, यू-चिंग चैन, शिन ल्यू, ए. मिंग्युल होल्गादो,....., शंतनु देसाई, एवं अन्य (2021) डिस्कवरी ऑफ ए कैंडीडेट बाइनरी सुपरमैसिव ब्लैक होल इन ए पिरिओडिक क्रासार फ्रॉम सर्कम-बाइनरी अक्रीशन वेरिबिलिटी, MNRAS, **500**, 4025.
155. मैट जे. जारविस, गैरी एम.बर्नस्टेइन, अलेक्जेंड्रा अमोन, क्रिस्टोफर ई. डेविस,....., शंतनु देसाई, एवं अन्य (2021) डार्क एनर्जी सर्वे इयर 3 रिजल्ट्स: पॉइंट्स स्प्रेड फंक्शन मोडलिंग, MNRAS, **501**, 1282.
156. अन्वर जे. शाजिब, सिमोन बेरर, टोमासो ट्रेउ, मैथ्यू डब्ल्यू.एगर,....., शंतनु देसाई, एवं अन्य (2021) Erratum: इज एवरीथिंग स्ट्रॉन्ग लेन्स मोडन अनहैप्पी इन इट्स ओन वे? यूनिफॉर्म मोडलिंग ऑफ ए सैम्पल ऑफ 13 क्वाड्रप्लाइ + इमेज्ड क्रासार्स, MNRAS, **501**, 2833.
157. लिसा केल्ली, मार्क सुल्लिवेन, मैरॉन ए. स्मिथ, फिलिप वाइजमैन,....., शंतनु देसाई, एवं अन्य (2021) द इफेक्ट ऑफ इन्वायरन्मेंट ऑन टाइप सूपरनोव इन द डार्क एनर्जी सर्वे थ्री-ईयर कॉज़्मालॉजिकल सैम्पल, MNRAS, **501**, 4861.
158. सिबेस्टियन ग्रैन्डिस, जोसेफ जे. मोहर, माटेओ कॉस्टन्झी, अलेक्झेंड्रो सारो,....., शंतनु देसाई, एवं अन्य (2021) एक्सप्लोरिंग द कन्टामिनेशन ऑफ द DES-Y1 क्लस्टर सैम्पल विथ SPT-SZ सिलेक्टेड क्लस्टर्स, MNRAS, **504**, 1253.
159. जिजस वेगा-फेराओ, एच.डोमिनग्युएज सैंचेझ, मारीएंजला बर्नाडी, मार्क हार्टेस-कंपनी,....., शंतनु देसाई, एवं अन्य (2021) पुशिंग एटोमेटेड मॉर्फोलॉजिकल क्लासिफिकेशन्स टू देअर लिमिटेड विथ द डार्क एनर्जी सर्वे, MNRAS, **506**, 1957.
160. बेंजामिन हिंगेस, ओफेर लाहाव, डेविड डब्ल्यू. गेर्देस, इन-टीझू लिन,....., शंतनु देसाई, एवं अन्य (2021) मशीन लर्निंग फॉर सर्चिंग द डार्क एनर्जी सर्वे फॉर ट्रान्स-नेप्युनियन ऑब्जेक्ट्स, PASP, **133**, 014501.
161. जेसिका मुर, एरिक जे. बैक्सटर, विविएन मिरांडा, सिरिल डु, शंतनु देसाई, एवं अन्य (2021) DES Y1 रिजल्ट्स: स्प्लिटिंग ग्रोथ एंड जोमेट्री टू टेस्ट Λ CDM, PhRvD, **103**, 023528.
162. अन्ना पोर्डन, मार्टिन क्रोची, पॉब्लो फॉसल्बा, जैक एल्विन पूल,....., शंतनु देसाई, एवं अन्य (2021) डार्क एनर्जी सर्वे इयर 3 रिजल्ट्स: ऑप्टिमाइजिंग द लेन्स सैम्पल इन ए कम्बाइन्ड गैलेक्सी क्लस्टरिंग एंड गैलेक्सी-गैलेक्सी लेन्सिंग अनैलिसिस, PhRvD, **103**, 043503.



163. मटेओ कोस्टन्जी, अलेक्जेंद्रो सारो, सेबस्टियन बोक्केट, टिम एम.सी.एबोट्ट,....., **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2021) कॉज़मलाजिकल कन्स्ट्रेंट्स फ्रॉम DES Y1 क्लस्टर एब्युडन्सेस एंड SPT मल्टीवेवलेन्थ डेटा, PhRvD, **103**, 043522.
164. एथन ओ. नाडलर, अलेक्स ड्रिलिका-वेंगर, कीथ बैकटोल, सिद माउ,....., **शंतनु देसाई**, एवं अन्य (2021) कान्स्ट्रेंट्स ऑन डार्क मैटर प्रॉपर्टीज फ्रॉम आब्ज़र्वेशन्स ऑफ़ मिल्की वे सैटलाइट गैलेक्सीज, PhRvL, **126**, 091101.
165. एस. प्रद्युम्न, साजल गुप्ता, सौम्या सीराम. एवं **शंतनु देसाई** (2021) येट अनादर टेस्ट ऑफ़ रेडियल एक्सेलरेशन रिलेशन फॉर गैलेक्सी क्लस्टर, PDU, **31**, 100765.
166. कमल बोरा, एवं **शंतनु देसाई** (2021) कान्स्ट्रेंट्स ऑन द वेरिएशन ऑफ़ फाइन स्ट्रक्चर कॉन्स्टन्ट फ्रॉम जाएंट SPT-SZ एंड XMM- न्यूटॉन ऑब्ज़र्वेशन्स, JCPA, **02**, 012.
167. **शांति पी. देवरापल्ली**, पी. रवि राजा, रुख्मिणी जाहगीरदार, एम. रघु प्रसाद, एवं विनीत एस. थॉमस (2020) फोटोमेट्रिक इन्वेस्टिगेशन ऑफ़ एट अल्ट्रा-शॉर्ट पिरिअड इलिक्ट्रिफ़िंग बाइनरी फ्रॉम OGLE, RAA, **20(8)**, 113.
168. रॅन इटे, पी.जेड. झाबो,जी. कोल्टमन, **मून एम.देवी**, एम. शूटमन, एवं अन्य (2020) DIREXENO- ऑन ऐपरैटस फॉर मेजरिंग कोरिलेटेड सिन्टलेशन सिग्नैचर्स इन लिक्विड ज़ेनन, JInst, **15**, T06001.
169. एच.सी. मंजुनाथ, जी. आर. श्रीधर, पी.एस.दामोदर गुप्ता, एच.बी. रामलिंगम, एवं **विजयकुमार एच. दोड्डामणि** (2020) पॉकेट फॉर्म्युला फॉर अल्फा डिके एनर्जीस एंड हाफ-लाइव्स ऑफ़ एक्टिनाइड न्यूक्लाइड, ZNatA, **75**, 501.
170. ब्रायन आर. मिरांडा, पी.वेदवती, एवं **विजयकुमार एच. दोड्डामणि** (2021) लॉन्ग UV टर्म कन्टिन्युअम एंड लाइन वेरिबिलिटी इन NGC 1275, Mapana J.Sci., **20(1)**, 63.
171. अर्क चॅटर्जी, **ब्रोजा जी. दत्ता**, प्रांतिक नंदी एवं संदीप के. चक्रवर्ती (2020) टाइम-डोमेन वेरिबिलिटी प्रॉपर्टीज ऑफ़ XTE J1650-500 ड्यूरिंग इट्स 2001 आउटबर्स्ट एविडन्स ऑफ़ डिस्क-जेट कनेक्शन, MNRAS, **497**, 4222.
172. प्रांतिक नंदी, अर्क चॅटर्जी, संदीप के. चक्रवर्ती एवं **ब्रोजा जी. दत्ता** (2021) लॉन्ग टर्म एक्स-रे ऑब्ज़र्वेशन्स ऑफ़ सेफर्ट 1 गैलेक्सी अर्क 120: ऑन द ओरिजिन ऑफ़ सॉफ्ट-एक्सेस, MNRAS, **506**, 3111.
173. **जिबतेश दत्ता**, लॉर जारी, वॉम्पर्डेकी खिलप एवं सुलेर टोक्के (2020) फ्रॉम इन्फ्लेशन टू डार्क एनर्जी इन स्केलर-टेन्सॉर कॉज़मालजी [arXiv:2007.06601].
174. वॉम्पर्डेकी खिलप एवं **जिबतेश दत्ता**, (2021) काज़मलाजिकल डाइनेमिक्स एंड बिफर्केशन अनैलिसिस ऑफ़ द जनरल नॉन-मिनिमली कपल्ड स्केलर फिल्ड मोडल्स, EPJC, **81**, 774.
175. वॉम्पर्डेकी खिलप, एन्ड्रोनिकोस पालायथिनसिस, एवं **जिबतेश दत्ता** (2021) कॉज़मलाजिकल सोल्यूशन्स एंड ग्रोथ इंडेक्स ऑफ़ मैटर पट्युर्बेशन्स इन $f(Q)$ ग्रेविटी, PhRvD, **103**, 103521.
176. रितिक मॉडल, एनेस्टेझिया फियाकोव, सी. फिलिंग, इलियन टी. इलिव,....., **अभिक घोष** एवं अन्य (2020) टाइट कान्स्ट्रेंट्स ऑन द एक्सेस रेडियो बैकग्राउंड अट $z = 9.1$ from LOFAR, MNRAS, **498**, 4178.
177. इआन होथी, ईम्मा चैपमन, जोनाथन आर. प्रिचार्ड, फ्लोरंट जी. मर्टन्स,....., **अभिक घोष** एवं अन्य (2020) कम्पेरिंग फोरग्राउंड रीमूवल टेक्नीक्स फॉर रिकवरी ऑफ़ द LOFAR-EoR 21 ला पावर स्पेक्ट्रम MNRAS, **500**, 2264.



178. श्रीजिता पाल, सोमनाथ भारद्वाज, **अभिक घोष**, एवं समीर चौधुरी (2021) डेमोनस्ट्रेटिंग द टेपर्ड ग्रीडेड एस्टिमेटर (TGE) फॉर द कॉज़्मलाजिकल HI 21-ला पावर स्पेक्ट्रम यूजिंग 150-MHz GMRT आब्जर्वेशन्स, MNRAS, **501**, 3378.
179. ब्रेंडली ग्रीग, अँड्री मेसेंजर, लियोन वी. ई.कूपमैन्स, बेनेडेट्टा सियार्डी,....., **अभिक घोष** एवं अन्य (2020) इंटरप्रीटिंग LOFAR 21-ला सिग्नल अप्पर लिमिट्स अट $z \approx 9.1$ इन द कॉन्टेक्स्ट ऑफ हाइ z गैलेक्सी एंड रियायोजनाइजेशन ऑब्जर्वेशन्स, MNRAS, **501**, 1.
180. **सुमन घोष** (2020) पार्टिकल क्रिएशन बाय ए मासलस स्पिन-1/2 फिल्ड इन ए ब्रॅण्ड कॉज़्मलाजिकल ब्रेनवर्ल्ड सिनेरियो, JCAP, **08**, 040.
181. **सुशांत जी. घोष**, एवं राहुल कुमार (2020) जनरेटिंग ब्लैक होल्स इन 4D आइनस्टाइन-गॉस-बोनट ग्रेविटी, CQGra, **37**, 245008.
182. **सुशांत जी. घोष**, राहुल कुमार, लंचकोर्न टैन्नुकीज, एवं पिटायूथ वॉंगजून (2020) रोटेटिंग ब्लैक स्ट्रिंग्स इन द राम-गबडाजे-टोली मैसिव ग्रेविटी, PhRvD, **101**, 104042.
183. **सुशांत जी. घोष**, अरुण कुमार एवं धरम वी. सिंह (2020) अँटि-डे सिट्टर हेवर्ड ब्लैक होल्स इन आइनस्टाइन-गॉस-बोनट ग्रेविटी, PDU, **30**, 100660.
184. **सुशांत जी. घोष**, एवं सुनील डी. महाराज (2020) रेडिएटिंग ब्लैक होल्स इन द नोवल 4D आइनस्टाइन-गॉस-बोनट ग्रेविटी, PDU, **30**, 100687.
185. **सुशांत जी. घोष**, मोहम्मद अमिर, एवं सुनील डी. महाराज (2020) एगोस्फियर एंड शैडो ऑफ ए रोटेटिंग रेग्युलर ब्लैक होल, NuPhB, **957**, 115088.
186. राहुल कुमार, **सुशांत जी. घोष**, एवं अँनजॉन्ना वॅन्ना (2020) ग्रेविटेशनल डिफ्लेक्शन ऑफ लाइट एंड शैडो कास्ट बाय रोटेटिंग काल्ब-रेमंड ब्लैक होल्स, PhRvD, **101**, 104001.
187. म. साबिर अली, **सुशांत जी. घोष**, सुनील डी. महाराज (2020) इफेक्टिव थर्मोडाइनेमिक्स एंड क्रिटिकल फिनोमेना ऑफ रोटेटिंग रेग्युलर द सिट्टर ब्लैक होल्स, CQGra, **37**, 185003.
188. अरुण कुमार, धरम वी. सिंह, एवं **सुशांत जी. घोष** (2020) हेवर्ड ब्लैक होल्स इन आइनस्टाइन-गॉस-बोनट ग्रेविटी, AnPhy, **419**, 168214.
189. राहुल कुमार, बालेंद्र पी. सिंह, एवं **सुशांत जी. घोष** (2020) शैडो एंड डिफ्लेक्शन एंजल ऑफ रोटेटिंग ब्लैक होल इन ऐसिम्प्टोटिकली सेफ ग्रेविटी, AnPhy, **420**, 168252.
190. राहुल कुमार, एवं **सुशांत जी. घोष** (2020) रोटेटिंग ब्लैक होल्स इन 4D आइनस्टाइन-गॉस-बोनट ग्रेविटी एंड इट्स शैडो, JCAP, **2007**, 053.
191. शफाकत अल इस्लाम, राहुल कुमार, एवं **सुशांत जी. घोष** (2020) ग्रेविटेशनल लेन्सिंग बाय ब्लैक होल्स इन द 4D आइनस्टाइन-गॉस-बोनट ग्रेविटी JCAP, **2009**, 030.
192. अरुण कुमार, **सुशांत जी. घोष** एवं सुनील डी. महाराज (2020) नॉन-सिंग्युलर ब्लैक होल केमिस्ट्री, PDU, **30**, 100634.



193. धरम वी. सिंह, **सुशांत जी. घोष** एवं सुनील डी. महाराज (2020) क्लाउड्स ऑफ स्ट्रिंग्स इन 4D आइनस्टाइन-गॉस-बोनट ब्लैक होल्स, PDU, **30**, 100730.
194. राहुल कुमार, शफाकत अल इस्लाम, एवं **सुशांत जी. घोष** (2020) ग्रैविटेशनल लेन्सिंग बाय चार्ज्ड ब्लैक होल इन रेग्युलराइज्ड 4D आइनस्टाइन-गॉस-बोनट ग्रैविटी, EPJC, **80**, 1128.
195. किमेट जुसुफी, अयान बॅनर्जी, एवं **सुशांत जी. घोष** (2020) वर्महोल्स इन 4D आइनस्टाइन-गॉस-बोनट ग्रैविटी, EPJC, **80**, 698.
196. राहुल कुमार, अमित कुमार, एवं **सुशांत जी. घोष** (2020) टेस्टिंग रोटेटिंग मेट्रिक्स अँड कैन्डिडेट्स फॉर एस्ट्रोफिजिकल ब्लैक होल्स, ApJ, **896**, 89.
197. **सुशांत जी. घोष**, धरम वी. सिंह, राहुल कुमार, एवं सुनील डी. महाराज (2021) फेज ट्रांजिशन ऑफ अवड ब्लैक होल्स इन 4D EGB ग्रैविटी कपल्ड टू नॉन-लाइनर इलेक्ट्रोडायनेमिक्स, AnPhy, **424**, 168347.
198. **सुशांत जी. घोष**, राहुल कुमार, एवं शफाकत अल इस्लाम, (2021) पैरामीटर्स एस्टीमेशन एंड स्ट्रॉन्ग ग्रैविटेशनल लेन्सिंग ऑफ नॉन-सिंग्युलर केर-सेन ब्लैक होल्स, JCAP, **2103**, 056.
199. **सुशांत जी. घोष**, एवं सुनील डी. महाराज (2021) नॉन-कम्युटेटिव इन्स्पाइर्ड ब्लैक होल्स इन रेग्युलराइज्ड 4D आइनस्टाइन-गॉस-बोनट थिअरी, PDU, **31**, 100793.
200. राहुल कुमार, एवं **सुशांत जी. घोष**, (2021) फोटोन रिंग स्ट्रक्चर ऑफ रोटेटिंग रेग्युलर ब्लैक होल्स एंड नो-होरिजन स्पेसटाइम्स, CQGra, **38**, 085010.
201. देबाब्रता अडक, **तुहिन घोष**, फ्रॉन्सा बुलॉन्जर, उरमस हौद, पीटर कालबेर्ला एवं अन्य (2020) डस्ट पोलराइजेशन मोडलिंग अँट लार्ज स्केल ओवर द नॉर्थन गैलेक्टिक कैप यूजिंग EBHIS एंड Planck, A&A, **640**, A100.
202. वैभव सिंगारी, **तुहिन घोष**, एवं ऋषि खात्री (2020) डिटेक्शन ऑफ इन द प्लैंक डेटा यूजिंग स्टैक फर्स्ट एप्रोच, JCAP, **08**, 028.
203. एकता शर्मा, महेश्वर गोपीनाथन, अर्चना सोअम, चांग डब्ल्यू.ली,....., **तुहिन घोष** एवं अन्य (2020) डिस्टेंस, मैग्नेटिक फिल्ड एंड किनेमैटिक्स ऑफ ए फिलामेन्ट्री क्लाउड LDN 1157, A&A, **639**, A133.
204. अन्ना मांगिली, जॉनथन ओमेंट, आदित्य रोड्री, फ्रॉन्सा बुलॉन्जर **तुहिन घोष** एवं अन्य (2021) डस्ट मोमेन्ट्स: टूवर्ड्स ए न्यू मोडलिंग ऑफ द गैलेक्टिक डस्ट इमिशन फॉर CMBB- मोड्स अनैलिसिस, A&A **647**, A52.
205. ध्रुवा जे. गोगई, एवं **उमानंदा डी. गोस्वामी** (2020) ए न्यू $f(R)$ ग्रैविटी मोडल एंड प्रॉपर्टीज ऑफ ग्रैविटेशनल वेव्स इन इट EPJC, **80**, 1101.
206. जयश्री बोरा, **उमानंदा डी. गोस्वामी** (2020) रेडियल आसलेशनस एंड ग्रैविटेशनल वेव इकोज ऑफ स्ट्रेन्ज स्टार्स फॉर वेरियस इक्वेशन्स ऑफ स्टेट, MNRAS, **502**, 1557.
207. ध्रुवा जे. गोगई, एवं **उमानंदा डी. गोस्वामी** (2021) ग्रैविटेशनल वेव्स इन $f(R)$ ग्रैविटी पॉवर लो मोडल, InJPh [arXiv:1901.11277.



208. स्नेहा पी.मुदांबी, अंजली राव, **शिवप्पा बी. गुडेन्नवार**, रंजीव मिस्त्रा, एवं एस.जी. बबली (2020) एस्टिमेशन ऑफ़ द ब्लैक होल स्पिन इन LMC द-1 यूजिंग, *AstroSat, MNRAS*, **498**, 4404.
209. सनी क्लीआ, अरुण केनथ, सी. सिवाराम, एवं **शिवप्पा बी. गुडेन्नवार**, (2020) इफेक्ट्स ऑफ़ डार्क मैटर इन रेड जाएंट्स, *PDU*, **30**, 100727.
210. **सरबरी गुहा**, एवं सुचेता दत्ता (2020) ऐक्सीअल ग्रैविटेशनल वेज इन Bianchi I यूनिवर्स, *IJMPD*, **29**, 2050116.
211. **सरबरी गुहा**, एवं समरजित चक्रवर्ती (2020) ऑन द ग्रैविटेशनल एन्ट्रोपी ऑफ़ अक्सलरेटिंग ब्लैक होल्स, *IJMPD*, **29**, 2050034.
212. **सरबरी गुहा**, एवं उत्तरन घोष (2021) डाइनैमिकल कंडिशनस एंड कैज्युअल ट्रान्सपोर्ट ऑफ़ डिसिपेटिव स्फिरिकल कोलैप्स इन $f(R, T)$ ग्रैविटी, *EPJP*, **136**, 460.
213. समरजित चक्रवर्ती, **सरबरी गुहा**, एवं रितुपर्णो गोस्वामी (2021) ऑन इन्वेस्टिगेशन ऑन ग्रैविटेशनल एन्ट्रोपी ऑफ़ कॉज़्मलाजिकल मोडल्स, *IJMPD*, **30**, 2150051.
214. **प्रिया हसन** (2020) विल बीटाग्लुज एक्सप्लाड ? रिसॉनन्स, **25**, 1185.
215. **प्रिया हसन** (2021) द फोस्फेन कॉन्ट्रोवर्सी, *AsBioNews.*, **14**, 4.
216. मो. महमूदुल्लाह **प्रिया हसन**, मुदसिर राजा, एवं सईद एन. हसन (2021) मेंबरशिप ऑफ़ स्टार्स इन ओपन क्लस्टरस यूजिंग रैन्डम फोरेस्ट विथ Gaia डेटा, *EPJST*, **54**, 9.
217. दर्शन कुमार, **दीपक जैन**, शोभित महाजन, अमिताभ मुखर्जी एवं निशा राणी (2021) कॉन्स्ट्रैनिंग कॉज़्मलाजिकल एंड गैलेक्सी पैरामीटर्स यूजिंग स्ट्रॉन्ग ग्रैविटेशनल लेन्सिंग सिस्टम्स, *PhRvD*, **103**, 063511.
218. संध्या जगन्नाथन, सुनील मलिक, **दीपक जैन**, एवं टी.आर. शेषाद्री (2021) इम्पैक्ट ऑफ़ मैग्नेटिक फिल्ड ऑन द गैस मास फ्रैक्शन ऑफ़ गैलेक्सी क्लस्टरस, *NewA*, **84**, 101531.
219. स्वागत आर. दास, **जेस्सी जोस**, मनाश आर. सामल, शाबू झंग, एवं नीलम पँवार (2021) टेस्टिंग द स्टार फॉर्मेशन स्केलिंग रिलेशनस इन द कलम्प्स ऑफ़ द नॉर्थ अमेरिकन एंड पेलिकैन नेब्युले क्लाउड कॉम्प्लेक्स, *MNRAS*, **500**, 3123.
220. बेलिंडा दामियाँ, **जेस्सी जोस**, मनाश आर. सामल, एस्टैला मौराक्स, स्वागत आर. दास एवं अन्य (2021) टेस्टिंग द रोल ऑफ़ इन्वॉयरमेंटल इफेक्ट्स ऑन द इनिशियल मास फंक्शन ऑफ़ लो मास स्टार्स, *MNRAS*, **504**, 2557.
221. सजहान मोल्ला, एवं **मेहेदी कलाम** (2020) डज डार्क मैटर एडमिक्स्ट पल्सर एक्झिस्ट ? *EPJP*, **135**, 362.
222. निलोफर रहमान, सजहान मोल्ला, एवं **मेहेदी कलाम** (2020) पॉसिबल एक्झिस्टन्स ऑफ़ डार्क मैटर एडमिक्स्ट पल्सर, *EPJP*, **135**, 637.
223. सजहान मोल्ला, बिदिशा घोष, एवं **मेहेदी कलाम** (2020) अनैलिटिकल मोडल ऑफ़ मिलिसेकंड पल्सर PSR J0514-4002A, *EPJP*, **135**, 819.



224. **संजीव कालिता** (2020) द गैलेक्टिक सेंटर ब्लैक होल, Sgr A*, अंज ए प्रोब ऑफ न्यू ग्रैविटेशनल फिज़िक्स विथ द स्केलरॉन फिफथ फोर्स, ApJ, **893**, 31.
225. **संजीव कालिता** (2021) स्कॅलरन ग्रैविटी निअर Sagittarius A*: इन्वेस्टिगेशन ऑफ स्पिन ऑफ द ब्लैक होल एंड ऑब्ज़र्विंग रिक्वायरमेंट्स, ApJ, **909**, 189.
226. पी.सी.लालरेमृआति, एवं **संजीव कालिता** (2021) पेरिस्ट्रोन शिफ्ट ऑफ कॉम्पैक्ट स्टेलर ऑर्बिट्स फ्रॉम जनरल रिलेटिविस्टिक एंड टाइडल डिस्टोर्शन इफेक्ट्स निअर Sgr A*, MNRAS, **502**, 3761.
227. सायली दत्ता, एवं **निशिकांता खांडई** (2020) द डिस्ट्रीब्युशन ऑफ न्यूट्रल हाइड्रोजन इन द कलर-मैग्रीट्युड प्लेन ऑफ गैलेक्सीज, MNRAS, **500**, L37.
228. अशोक के. पाल, एल्बाज़ आई. अब्युएमैग्ड, एवं **राम किशोर** (2021) इफेक्ट ऑफ मून पर्टर्बेशन ऑन द एनर्जी कर्व एंड इक्रिलिब्रियम पॉइंट्स इन द सन-अर्थ-मून सिस्टम, NewA, **84**, 101505.
229. **नागेंद्र कुमार**, एवं अनिल कुमार (2020) मोड कन्वर्शन एंड डैम्पिंग ऑफ MHD वेव इन स्ट्रैटफाइड विस्कस ऐटमस्फिर, Ap&SS, **365**, 73.
230. अविजीत प्रसाद, कैरिन डिसॉवर, किआंग हु, रमित भट्टाचार्य,....., **संजय कुमार**, एवं अन्य (2020) मैग्नेटोहाइड्रोडायनेमिक सिम्युलेशन ऑफ मैग्नेटिक नल-पॉइंट रिकनेक्शन्स एंड कोरोनल डिमिंग्स ड्युरिंग X X2.1 फ्लेर इन NOAA AR 11283, ApJ, **903**, 129.
231. **संजय कुमार**, सुश्री एस. नायक, अविजीत प्रसाद, एवं रमित भट्टाचार्य (2021) मैग्नेटिक रिकनेक्शन्स इन द प्रेजन्स ऑफ थी-डाइमेन्शियल मैग्नेटिक नल्स एंड क्वासी-सेपरेट्रिक्स लेयर्स, SoPh, **296**, 26.
232. सुश्री एस. नायक, रमित भट्टाचार्य एवं **संजय कुमार** (2021) मैग्नेटो-हाइड्रोडायनेमिक्स मोडल ऑफ अँन एक्स-क्लास फ्लेर इन NOAA एक्टिव रिजन 12017 इनिशिएटेड विथ नॉन-फोर्स-फ्री एक्स्ट्रापोलेशन, PhPI, **28**, 024502.
233. एबन एंटोनी, एन.एस. श्रीकांत, **आर.के. सुनील कुमार**, एवं टी. निशांत (2021) डेटा-प्री प्रोसेसिंग टेक्निक्स फॉर हैंडलिंग टाइम सिरीज डेटा फॉर इन्वाइरमेंटल साइन्स स्टडीज, IJETT, **69**, 196.
234. सालवी मोहनदास, रघुनाथ ओ. रमाभद्रण, एवं **एस.सुनील कुमार** (2020) थिओरेटिकल इन्वेस्टिगेशन ऑफ ए वाइटल स्टेप इन द गैस-फेज फॉर्मेशन ऑफ इंटरस्टेलर अमोनिया NH₂+H₂ NH₃+H, JPCA, **124**, 8373.
235. महेश्वर गोपु, सचिन राठोड, उमा नमानगलम, रवि के. पुजाला, **एस.सुनील कुमार** एवं अन्य (2020) इवैपरेशन ऑफ इन्क्लाइन्ड ड्रॉप्स: फॉर्मेशन ऑफ एसिमेट्रिक रिंग पैटर्न्स, Langm, **36**, 8137.
236. ओजगुर अकरसु, निहान कैरसी, **सुरेश कुमार**, राफाएल सी. न्युनेस, बुक्यु ओजट्रक, एवं अन्य (2020) रिस्टॉल ग्रैविटी एक्सटेन्शन ऑफ द स्टैंडर्ड Λ CDM मोडल: थिओरेटिकल फीचर्स एंड आब्ज़र्वेशनल कान्स्ट्रेंट्स, EPJC, **80**, 1050.
237. अलेक्झांडर बोनिज़ा, **सुरेश कुमार** एवं राफाएल सी. न्युनेस (2021) मेजरमेंट ऑफ एंड रिकन्स्ट्रक्शन ऑफ द डार्क एनर्जी प्रॉपर्टीज फ्रॉम ए मोडल-इंडिपेंडेंट जाएंट अनैलिसिस, EPJC, **81**, 127.



238. जुही तिवारी, **स्मृति महाजन**, एवं कुल्लिंदन पी. सिंह (2020) एज एंड मेटालिसिटी ऑफ गैलेक्सीज इन डिफ्रंट इन्वाइरमेन्ट ऑफ द कोमा सुपरक्लस्टर NewA, **81**, 101417.
239. अंकित सिंह, **स्मृति महाजन**, एवं जसजित एस. बागला (2020) स्टडी ऑफ गैलेक्सीज ऑन लार्ज-स्केल फिलामेंट्स इन सिम्युलेशन्स, MNRAS, **497**, 2265.
240. टी. इबंगोचौबा सिंह,वाई. केन्नडी मेईतेई, **आई. अबुल मेईतेई**, एवं के. युगिंद्रो सिंह (2020) क्रांटम रेडिएशन ऑफ केर ब्लैक होल इन द सिट्टर बैकग्राउंड, InJPh, **94**, 2061.
241. वाई. केन्नडी मेईतेई, टी. इबंगोचौबा सिंह, एवं **आई. अबुल मेईतेई** (2020) GUP इफेक्ट्स ऑन हॉकिंग टेम्प्रेचर इन रिमैन स्पेसटाइम, TJPh, **44**, 373.
242. **हमीदा मिर**, एंजेलो प्लास्टिनो, एवं मारियो सी. रोक्का (2021) जनरलाइज्ड पॉइजन डिस्ट्रीब्युशन फॉर सिस्टम्स विथ टू-पार्टिकल इंटरैक्शन्स, IOP SciNotes, **2**, 015003.
243. **हमीदा मिर**, बेहनाम पोरहैसन, मारियो सी. रोक्का एवं अरम बी. ब्रजो (2021) टू एप्रोचेस टैट प्रूव डिक्लरेशन्स फ्री नेचर ऑफ नौन-लोकल ग्रैविटी, EPJC, **81**, 146.
244. हमीदा मिर, मारियो सी. रोक्का एवं अरम बी. ब्रजो (2021) पार्टिशन फंक्शन एंड कोहेरेंट स्टेट्स फॉर द क्रांटम मल्टीवस, PDU, **31**, 100767.
245. **हमीदा मिर**, बेहनाम पोरहैसन, मारियो सी. रोक्का एवं मिर फैज़ल (2021) फाइनाइट सालिस ग्रैविटेशनल पार्टिशन फंक्शन फॉर ए सिस्टम ऑफ गैलेक्सीज, GReGr, **53**, 41.
246. **हमीदा मिर**, एंजेलो प्लास्टिनो, एवं मारियो सी. रोक्का (2021) गैलेक्सीज क्लस्टरिंग जनरलाइज्ड थिअरी, PDU, **32**, 100816.
247. साल्वाटोर कॅपोजिएल्लो, मिर फैज़ल, **हमीदा मिर**, बेहनाम पोरहैसन एवं विनसेन्जो साल्जानो (2021) लोगैरिथमिक करेक्शन्स टू न्यूटोनियन ग्रैविटी एंड लार्ज स्केल स्ट्रक्चर, EPJC, **81**, 352.
248. **बिबुदत्ता मिश्रा**, एवं **सुनील के. त्रिपाठी** (2020) इन्वेस्टिंग द फिजिकल एंड जोमेट्रिकल पैरामीटर्स ऑफ द कॉज़्मलाजिकल मोडल्स विथ एनिस्ट्रोपिक बैकग्राउंड्स, PhyS, **95**, 095004.
249. **बिबुदत्ता मिश्रा**, **सुनील के. त्रिपाठी** एवं **सैबल राय** (2020) कॉज़्मलाजिकल मोडल्स विथ स्क्वेअर्ड ट्रेस इन मोडिफाइड ग्रैविटी, IJMPD, **29**, 2050100.
250. संकर्सन ताराई, फकीरह मो. ईस्माइली, **बिबुदत्ता मिश्रा**, एवं **सुनील के. त्रिपाठी** (2020) मैग्नेटिनाइज्ड कॉज़्मलाजिकल मोडल विथ वेरिअबल डिसेलरेशन पैरामीटर, IJMPD, **29**, 2050091.
251. **बिबुदत्ता मिश्रा**, फकीरह मो. ईस्माइली, प्रतीक पी. राय, एवं **सुनील के. त्रिपाठी** (2021) स्टेबिलिटी अनैलिसिस ऑफ टू-फ्ल्यूइड डार्क एनर्जी मोडल्स, PhyS, **96**, 045006.
252. **बिबुदत्ता मिश्रा**, **सुनील के. त्रिपाठी** एवं संकर्सन ताराई (2021) ऐक्सेलरैटिंग मोडल विथ ए हाइब्रिड स्केल फैक्टर इन इक्स्टेन्डड ग्रैविटी, JApA, **42**, 2.



253. गोपी के. गोस्वामी, अनिल के. यादव, **बिवुदत्ता मिश्रा**, एवं **सुनील के. त्रिपाठी** (2021) मोडलिंग ऑफ़ ऐक्सेलरैटिंग यूनिवर्स विथ बल्क विस्कस फ्ल्यूड इन Bianchi V स्पेसटाइम, ForPh, **2021**, 2100007.
254. अल्फ्रेड वाई. शेख, एवं **बिवुदत्ता मिश्रा** (2021) बाउन्सिंग सिनेरियो ऑफ़ जनरल रिलेटिविस्टिक हाइड्रोडाइनेमिक्स इन एक्सटेंडेड, CoTPh, **73**, 025401.
255. अर्पण कर, बिस्वरूप मुखोपाध्याय, स्टीवन टिंगे, बेन मैककिन्ले,....., **सौरव मित्रा**, एवं अन्य (2020) डार्क मैटर अनाइअलैशन इन सेंचुरी: एस्ट्रोफिजिकल इम्प्लिकेशन डिस्टेंड फ्रॉम द MWA रेडिया डेटा, PDU, **30**, 100689.
256. बेन मोव्ज, रोमिल दवे, **सौरव मित्रा**, सुल्तान हसन, एवं वाइंग्युएंग सुई (2021) हैब्रिड अनैलिसिस एंड मशीन लर्निंग बेरियोनिक प्रॉपर्टीज इन्सेशन इन टू गैलेक्टिक डार्क मैटर हेलोज, MNRAS, **504**, 4024.
257. **आदित्य एस.मंडल**, **बिप्लब रायचौधुरी**, एवं गुलाब सी. देवांगन (2021) इविडन्स ऑफ़ डिस्क रिफ्लेक्शन इन द एक्स-रे स्पेक्ट्रम ऑफ़ द न्यूट्रॉन स्टार लो-मास एक्स -रे बाइनरी 4U 1636-536, MNRAS, **504**, 1331.
258. **सौमन मंडल**, एवं **प्रसाद बासु** (2020) ऑन द प्रॉपर्टीज ऑफ़ डिस्सिपेटिव शॉक्स इन द रिलेटिविस्टिक अक्रीशन फ्लो, MNRAS, **497**, 2119.
259. सौमेन बेरा, साब्यसाची पाल, तपन के.सासमल एवं **सौमन मंडल** (2020) फर्स्ट विंग्ड रेडियो गैलेक्सीज विथ द एंड न सिमेट्री, ApJS, **251**, 9.
260. शुभम काला, **हेमवती नंदन**, एंड प्रतीक शर्मा (2020) डिफ्लेक्शन ऑफ़ लाइट अराउंड ए रोटेटिंग BTZ ब्लैक होल, MPLA, **35**, 2050323.
261. शुभम काला, सौरभ, **हेमवती नंदन**, एंड प्रतीक शर्मा (2020) डिफ्लेक्शन ऑफ़ लाइट एंड शैडो कास्ट बाय ए ड्युएल-चार्ज्ड स्ट्रिंग्स ब्लैक होल, IJMPA, **35**, 2050177.
262. पंकज शेरॉन, **हेमवती नंदन**, इवा हैकमन, उलिसस न्युकमेंडी, एवं अमेरा अबेबे (2020) स्क्वार्जस्चिल्ड ब्लैक होल सराउंडेड बाय क्रिन्टिसेन्शल मैटर फिल्ड अँज अँन ऐक्सेलरेटर फॉर स्पाइनिंग पार्टिकल्स PhRvD, **102**, 064046.
263. इवा हैकमन, **हेमवती नंदन**, एवं पंकज शेरॉन पार्टिकल (2020) कोलिजन्स निअर स्टैटिक स्फिरिकली सिमेट्रिक ब्लैक होल्स PhLB, **810**, 135850.
264. माइन पाल, नीरज कुमारी,....., गुलाब सी. देवांगन, प्रकाश त्रिपाठी,....., एवं **हेमवती नंदन**, एवं अन्य (2021) स्पेक्ट्रो-टाइमिंग अनैलिसिस ऑफ़ ए हाइली वेरिएबल नैरो-लाइन सेफर्ट 1 गैलेक्सी NGC 4748 विथ एस्ट्रोसैट एंड XMM - न्यूटन, JApA, **42**, 81.
265. मैत्रया के. भट्टाचार्य, डेविड हिल्डिट्च, **राजेश के. नायक**, हैन्स आर. रूटर, एवं बर्न्ड ब्रुगमन्न (2020) अनैलिटिकल एंड न्युमेरिकल ट्रिटमेंट ऑफ़ पर्टर्ब्ड ब्लैक होल्स इन होरिज़ोन-पेनेट्रेटिंग कोर्डिनेट्स, PhRvD, **102**, 024039.
266. मैत्रया के. भट्टाचार्य, डेविड हिल्डिट्च, **राजेश के. नायक**, साराह रेनखोफ़, हैन्स आर. रूटर, एवं अन्य (2021) इम्प्लिमेंटेशन ऑफ़ द ड्युएल फोलिएशन जनरलाइज्ड हार्मोनिक गैज फॉर्म्युलेशन विथ एप्लिकेशन टू स्फिरिकल ब्लैक होल इक्सिशन, PhRvD, **103**, 064072.



267. **बिसवजित पाण्डेय** (2020) ए मेथड फॉर क्लासिफिकेशन ऑफ रेड, ब्ल्यू एंड ग्रीन गैलेक्सीज यूजिंग फज़ी सेट थिअरी, MNRASL, **499**, L31.
268. **बिसवजित पाण्डेय**, एवं सुमन सरकार (2020) एक्सप्लोरिंग गैलेक्सी कलर इन डिफ्रंट इन्वायरमेंट ऑफ द कॉज़्मिक वेब विथ SDSS, MNRAS, **498**, 6069.
269. सुमन सरकार एवं **बिसवजित पाण्डेय** (2020) ए स्टडी ऑन द स्टैटिस्टिकल सिग्नफिकन्स ऑफ म्युचल इन्फॉर्मेशन बिटविन मॉर्फोलजी ऑफ ए गैलेक्सी एंड इट्स लार्ज-स्केल इन्वाइरमन्ट, MNRAS, **497**, 4077.
270. स्नेहाशिष भट्टाचार्यजी, **बिसवजित पाण्डेय**, एवं सुमन सरकार (2020) कैन ए कन्डिशनिंग ऑन स्टेलर मास एक्सप्लेन द म्युचल इन्फॉर्मेशन बिटविन मॉर्फोलजी एंड इन्वाइरमन्ट?, JCAP, **09**, 039.
271. **बिसवजित पाण्डेय**, (2021) रेनी एन्ट्रोपी अँज ए मेजर ऑफ कॉज़्मिक होमोजिनेटी, JCAP, **02**, 023.
272. बिसवजित दास, **बिसवजित पाण्डेय**, (2021) कैन वी कन्स्ट्रेन द इवोल्यूशन HI ऑफ बायस यूजिंग कन्फिगरेशन एन्ट्रोपी? RAA, **21**, 35.
273. सुमन सरकार, **बिसवजित पाण्डेय**, एवं स्नेहाशिष भट्टाचार्यजी (2021) डू गैलेक्टिक बार्स डिपेंड ऑन इन्वाइरमन्ट?: अँन इन्फॉर्मेशन थिओरेटिक अनैलिसिस ऑफ गैलेक्सी Oy2, MNRAS, **501**, 994.
274. **महादेव बी. पांडगे**, बिनी सिबेस्टियन, रुचिका सेठ, एवं सोम रायचौधुरी (2021) ए डिटेल्ड स्टडी ऑफ एक्स-रे कैविटीज इन द इन्वाइरमन्ट ऑफ द कूल कोर क्लस्टर Abell 3017, MNRAS, **504**, 1644.
275. मोहम्मद एस. मिराखोर, स्टीफन ए. वॉल्केर, जॉयदीप बागची, ..., प्रतिक दाभाडे, एवं **महादेव बी. पांडगे** (2021) एक्सप्लोरिंग द हॉट गैसियस हैलो अरांड अँन एक्स्ट्रीमली मैसिव एंड रिलेटिविस्टिक जेट लॉन्चिंग स्पाइरल गैलेक्सी विथ XMM- न्यूटन, MNRAS, **500**, 2503.
276. **उमा पाप्नोई**, एवं **सुशांत जी. घोष** (2020) थर्मोडाइनेमिक्स फ्रॉम फिल्ड इक्वेशन्स फॉर चार्ज्ड रेडिएटिंग रोटेटिंग ब्लैक होल नियर होरिज़ोन, IJMPA, **35**, 2050092.
277. तरुन यादव, गौतम ब्रह्मचारी, इंद्रजित करमरकर, प्रियांका यादव, ..., **अमित पाठक**, एवं अन्य (2020) सिंथेसिस, स्ट्रक्चरल एंड वाइब्रेशन स्पेक्ट्रोस्कोपिक इन्वेस्टिगेशन ऑफ मोलिक्युलस: N-n-butyl, S-2-nitro-1-phenylethyl dithiocarbamate E§S> N-n-butyl, S-2-nitro-1-(4-uophenyl) ethyl dithiocarba mate, Vib Spectrosc, **111**, **103151**.
278. तरुन यादव, गौतम ब्रह्मचारी, इंद्रजित करमरकर, प्रियांका यादव, ..., **अमित पाठक**, एवं अन्य (2021) स्ट्रक्चरल कन्फर्मेशन ऑफ बायोरिलेवन्ट मोलिक्युल N-iso-butyl, S-2-nitro-1-phenylethyl dithiocar bamate इन गैस फेज एंड इफेक्ट ऑफ फ्लोरिनेशन, CPL, **762**, 138124.
279. श्रीकांत मोहराणा, तरुन यादव, परवेज ए.अल्वी, **अमित पाठक**, एवं राम एन. महालिंग (2021) इनहैन्सड डिइलेक्ट्रीक एंड इलेक्ट्रिकल प्रॉपर्टीज ऑफ ट्री-फेज पकोलेटिव कार्बन ब्लैक (CB) कम्पोजिट फिल्म, JMSME, **32**, 6038.
280. पार्थ एस. देबनाथ, एवं **बिकाश सी. पॉल** (2020) ऑब्ज़र्वेशनल कान्स्ट्रेंट्स ऑफ इमरजन्ट यूनिवर्स इन $f(R, T)$ ग्रैविटी विथ बल्क विस्कोसिटी, IJGMMP, **17**, 2050102.



281. पार्थ एस. देबनाथ, एवं **बिकाश सी. पॉल** (2021) बाउन्सिंग सिनेरियो विथ कैज्युअल कॉज़मालजी, *Ap&SS*, **366**, 32.
282. प्रगति प्रधान, बिसवजित पॉल, एन्रिको बोझो, चांद्रेयी मैत्रा, एवं **बिकाश सी. पॉल** (2021) कॉम्प्रेहेन्सिव ब्रॉडबैंड स्टडी ऑफ अक्रीटिंग न्यूट्रॉन स्टार्स विथ सुजाकु: इज देअर ए बिमोडेलिटी इन द एक्स-रे स्पेक्ट्रम?, *MNRAS*, **502**, 1163.
283. सागर डे, अर्निबन चंदा, एवं **बिकाश सी. पॉल** (2021) कॉम्पैक्ट ऑब्जेक्ट्स इन ग्रैविटी विथ फिच-स्किया जोमेट्री, *EPJP*, **136**, 228.
284. अरिंदम साहा, सौविक घोष, अर्निबन चंदा, एवं **बिकाश सी. पॉल** (2021) रेनी होलोग्राफिक डार्क एनर्जी इन हाइयर डाइमेंशन कॉज़मालजी, *AnPhy*, **426**, 168403.
285. मुकुल म्हस्के, **सुरजित पॉल**, नीरज गुप्ता, दीपांजन मुखर्जी एवं गोपाल-कृष्णा (2020) uGMRT HI 21-ला अब्ज़ॉर्प्शन आब्ज़र्वेशन ऑफ टू एक्सट्रीमली इन्वर्टेड स्पेक्ट्रम सोर्सस, *A&A*, **643**, A174.
286. सावित्री एच.इझीकोड, गुलाब सी. देवांगन, रंजीव मिश्रा, एवं **निनान एस. फिलिप** (2020) कोरिलेशन बिटविन रिलेटिविस्टिक रिफ्लेक्शन फ्रैक्शन एंड फोटोन इंडेक्स इन NuSTAR सैम्पल ऑफ सेफर्ट 1 AGN, *MNRAS*, **495**, 3373.
287. ब्लेसन जॉर्ज, अंशुल असैया, रोबिन जे. रॉय, अजित केंभवी,....., एवं **निनान एस. फिलिप** (2021) इज ए सिमेंटिक सेगमेंटेशन-बेस्ड पार्टिकल पिकिंग अल्गोरिथम फॉर सिंगल-पार्टिकल क्रेयो-इलेक्ट्रोन माइक्रोस्कोपी, *NatCoBio*, **4**, 200
288. रंजन कुमार, **अनंता सी. प्रधान**, देवेंद्र के. ओझा, सोनिका पिरिडी, तपस बाग, एवं अन्य (2020) स्टडी ऑफ गैलेक्टिक स्ट्रक्चर यूजिंग UVIT/एस्ट्रोसैट स्टार काउंट्स, *JAA*, **42**, 42.
289. रंजन कुमार, **अनंता सी. प्रधान**, मदुबा पार्थसारथी, देवेंद्र के. ओझा, अभिषेक मोहपात्रा, एवं अन्य (2020) UVIT स्टडी ऑफ ब्राइट स्टार्स इन द ग्लोब्युलर क्लस्टर NGC 4147, *JAA* [arXiv:2012.07318].
290. अभिषेक मोहपात्रा, रघुनाथन श्रीआनंद, एवं **अनंता सी. प्रधान**, (2021) फिजिकल कंडिशनस एंड रेडशिफ्ट इव्होल्यूशन ऑफ ऑप्टिकली थिन C III अब्ज़ॉर्बर: लो- सैम्पल, *MNRAS*, **501**, 5424.
291. रंजन कुमार, **अनंता सी. प्रधान**, अभिषेक मोहपात्रा, आयुष मोहराणा, देवेंद्र के. ओझा, एवं अन्य (2021) अल्ट्रावाइलेट इमेजिंग टेलिस्कोप (UVIT) ऑब्ज़र्वेशन ऑफ गैलेक्टिक ग्लोब्युलर क्लस्टर, NGC 7492, *MNRAS*, **502**, 313.
292. **अनिरुद्ध प्रधान**, विपिन सी. दुबे, एवं उमेश के. शर्मा (2020) ए न्यु क्लास ऑफ होलोग्राफिक डार्क एनर्जी मोडल्स इन कौनहामोनिकली फ्लैट स्पेस स्पेस टाइम, *NewA*, **77**, 101360.
293. **अनिरुद्ध प्रधान**, गोपी के. गोस्वामी, अरुणकुमार बीशम, एवं अर्चना दिक्षित (2020) ऑन FLRW इंटरैक्टिंग डार्क एनर्जी मोडल ऑफ द यूनिवर्स, *NewA*, **78**, 101368.
294. नासर अहमद, एवं **अनिरुद्ध प्रधान** (2020) क्रोसिंग द फैन्टोम डिवाइड लाइन इन यूनिवर्सल एक्स्ट्रा डाइमेंशनस, *NewA*, **80**, 101406.
295. प्रियांका गर्ग, **अनिरुद्ध प्रधान**, रशिद झिआ एंड मो. झेयुद्दिन (2020) डिसेलरैटिंग टू ऐक्सलरैटिंग सिनरियो फॉर बिनाची टाइप-II स्ट्रिंग यूनिवर्स इन $f(R, T)$, *IJGMMP*, **17**, 2050108.



296. अर्चना दिक्षित, एवं **अनिरुद्ध प्रधान** (2020) स्टैबिलिटी, डार्क एनर्जी पैरामीटराइजेशन एंड स्वैम्पलैंड एस्पेक्ट ऑफ बिनाची VI h कॉज़मलोजिकल मोडल्स विथ $f(R, T)$ ग्रेविटी, IJGMMP, **17**, 2050213.
297. अर्चना दिक्षित, विनोद के. भारद्वाज एवं **अनिरुद्ध प्रधान** (2020) RHDE मोडल इन FRW यूनिवर्स विथ टू कट-ऑफ विथ रेडशिफ्ट पैरामीटराइजेशन, EPJP, **135**, 831.
298. गोपी के. गोस्वामी, मीना मिश्रा, अनिल के. यादव एवं **अनिरुद्ध प्रधान** (2020) टू फ्ल्यूड सिनेरिओ इन बिनाची टाइप-I यूनिवर्स, MPLA, **35**, 2050086.
299. **अनिरुद्ध प्रधान**, अर्चना दिक्षित एवं विनोद के. भारद्वाज (2021) बैरो HDE मोडल फॉर स्टेटफाइंडर डाइग्नोस्टिक इन FLRW यूनिवर्स, IJMPA, **36**, 2150030
300. विनोद के. भारद्वाज, **अनिरुद्ध प्रधान** एवं अर्चना दिक्षित (2021) कोम्पैटिबिलिटी बिटविन द स्केलर फिल्ड मोडल्स ऑफ tachyon, k-essence एंड quintessence, NewA, **83**, 101478.
301. अर्चना दिक्षित, चंचल चावला एवं **अनिरुद्ध प्रधान** (2021) ट्रैवर्सिबल व्मर्होल्स विथ लोर्गेरिथमिक शोप फंक्शन इन $f(R, T)$ ग्रेविटी, IJGMMP, **18**, 2150064.
302. बिबश दोलाई, एवं **रामप्रसाद प्रजापति** (2020) इफेक्ट्स ऑफ डस्ट चार्ज ग्रेडिएंट एंड पोलराइजेशन फोर्सेस ऑन द वेव एंड जीन्स इन्स्टैबिलिटी इन स्ट्रॉन्गली कपल्ड डस्टी प्लाज़्मा, PhLA, **384**, 126462.
303. बिबश दोलाई, एवं **रामप्रसाद प्रजापति** (2021) ग्रेविटेशनल इन्स्टैबिलिटी विथ डस्ट चार्ज ग्रेडिएंट एंड आयन ड्रैग फोर्सेस इन अनमैग्नेटिनाइज्ड डस्टी प्लाज़्मा, PhyS, **96**, 025601.
304. क्ष. न्यूटन सिंह, अयान बॅनर्जी, **फारुख रहमान**, एवं मोहम्मद के. जसिम (2020) कन्फर्मली सिमेट्रिक ट्रैवर्सिबल व्मर्होल्स इन मोडिफाइड टेलिपैरलल ग्रेविटी, PhRvD, **101**, 084012.
305. मन्सूर रहेमान, क्ष. न्यूटन सिंह, अब्देलघानी एराहिमी, **फारुख रहमान**, एवं मोहम्मद दाऊदी (2020) एनिस्ट्रोपिक करमरकर स्टार्स इन $f(R, T)$ ग्रेविटी, EPJC, **80**, 272.
306. क्ष. न्यूटन सिंह, अम्ना अली, **फारुख रहमान**, एवं रहमान सालाह नास्री (2020) कॉम्पैक्ट स्टार्स विथ एक्ज़ोटिक मैटर, PDU, **29**, 100575.
307. क्ष. न्यूटन सिंह, सुनील के. मौर्या, अब्देलघानी एराहिमी, **फारुख रहमान** एवं मोहम्मद दाऊदी (2020) फिजिकल प्रॉपर्टीज ऑफ क्लास कॉम्पैक्ट स्टार मोडल फॉर लाइनर एंड स्टारोबिन्स्की $f(R, T)$ फंक्शन्स, PDU, **30**, 100620.
308. क्ष. न्यूटन सिंह, सुशिमता सरकार, एवं **फारुख रहमान** (2020) टोल्मन फ्लूड स्फिर इन बिग्रेविटी, EPJP, **135**, 484.
309. क्ष. न्यूटन सिंह, अब्देलघानी एराहिमी, **फारुख रहमान** एवं मोहम्मद दाऊदी (2020) एक्सप्लोरिंग फिजिकल प्रॉपर्टीज ऑफ कॉम्पैक्ट स्टार्स इन $f(R, T)$ ग्रेविटी: ऑन एम्बेडिंग अप्रोच, ChPhC, **44**, 105106.
310. मोनिमल मंडल, पार्थप्रतिम प्रधान, **फारुख रहमान** एवं इंद्राणी करार (2020) जिओडेसिक स्टैबिलिटी एंड क्रासी नॉर्मल मोड्स वाया Lyapunov एक्स्पॉनंट फॉर Hayward ब्लैक होल, MPLA, **35**, 2050249.



311. अम्ना अली, सबिरुद्दिन मोल्ला, **फारुख रहमान**, राहुल अमिन,....., सैबल राय (2020) डिलटन एक्झॉन ब्लैक होल अंडर द सोलर सिस्टम टेस्ट, NewA, **83**, 101494.
312. अयान बॅनर्जी, j. न्यूटन सिंह, मोहम्मद के. जासिम, एवं **फारुख रहमान**, (2020) कन्फर्मली सिमेट्रिक ट्रैवर्सिबल वर्महोल्स इन $f(R, T)$ ग्रेविटी, AnPhy, **422**, 168295.
313. निलोफर रहमान, मासूम मुर्शिद, **फारुख रहमान**, एवं **मेहेदी कलाम** (2020) ए थिरोटिकल कन्स्ट्रक्शन ऑफ थिन शेल वर्महोल फ्रॉम रेग्युलर चार्ज्ड ब्लैक होल्स, IJMPA, **35**, 2050136.
314. सुशमिता सरकार, नयन सरकार, एवं **फारुख रहमान** (2020) ट्रैवर्सिबल वर्महोल इन द ब्लग ऑफ मिल्की वे गैलेक्सी विथ ग्लोबल मोनोपोल चार्ज, EPJC, **80**, 882.
315. मोनिमला मंडल, **फारुख रहमान** एवं क्ष. न्यूटन सिंह (2021) लाइपुनोव एक्स्पॉनंट, ISCO एवं Kolmogorov-Senai एन्ट्रोपी फॉर Kerr-Kiselev ब्लैक होल, EPJC, **81**, 84.
316. नयन सरकार, सुशमिता सरकार, **फारुख रहमान** एवं सफिकल इस्लाम (2021) वर्महोल सोल्यूशन्स इन एम्बेडिंग क्लास 1 स्पेसटाइम, IJMPA, **36**, 2150015.
317. क्ष. न्यूटन सिंह, अयान बॅनर्जी, सुनील के. मौर्या, **फारुख रहमान** एवं **अनिरुद्ध प्रधान** (2021) कलर-फ्लेवर लॉक्ड क्वार्क स्टार्स इन एनर्जी मोमेंटम स्काल्ड ग्रेविटी, PDU, **31**, 100774.
318. **चयन रंजित**, **प्रवीर रुद्रा**, एवं सुजाता कुंदु (2021) कान्स्ट्रेंट्स ऑन एनर्जी-मोमेंटम स्काल्ड ग्रेविटी फ्रॉम काज़्मिक क्रोनोमीटर्स एवं सुपर्नोव टाइप 1a डेटा, AnPhy, **428**, 168432.
319. राहुल के. आनंद, **शंतनु रस्तोगी**, ब्रिजेश कुमार अर्पण घोष, सौरभ शर्मा, एवं अन्य (2020) डिटेक्शन ऑफ PAH एंड nbL फीचर्स इन प्लैनेटरी नेब्युल NGC 7027 एंड BD+30 3639 विथ TIRCAM2 इंस्ट्रुमेंट ऑन 3.6 m DOT, JApA, **41**, 27.
320. मुकुंद एम. गोगई, सुरेश बाबू, बी.एस.अरुण, के. कृष्ण मूर्ति,....., **शंतनु रस्तोगी**, एवं अन्य (2021) रिसर्च ऑफ एम्बीअन्ट BC कॉन्स्ट्रिक्शन अक्रॉस द इंडियन रिजन टू द नेशन-वाइड लॉकडाऊन: रिजल्ट्स फ्रॉम द ARFINET मेशमर्न्ट ऑफ ISRO-GBP, CSci, **120**, 341.
321. के. श्रुति, एवं **सी.डी. रविकुमार** (2021) स्टडी ऑफ सेंट्रल इन्टेसिटी रेशो ऑफ अर्ली-टाइप गैलेक्सीज फ्रॉम लो-डेन्सिटी इन्वायरन्मेंट, MNRAS, **500**, 1343.
322. के. टी. रितिका, **सी.डी. रविकुमार** एवं विष्णु एम. बन्नुर (2021) हेवी क्वारकोनियम प्रॉपर्टीज अट फनाइट टेम्प्रेचर इन स्ट्रॉन्ली कपल्ड क्वार्क ग्लुओन प्लाज़्मा, FBS, **62**, 10.
323. सैबल राय, अनिल के. यादव, फारुख रहमान एवं उज्जल देबनाथ (2020) नॉन-सिंग्युलर सोल्यूशन विथ एनिस्ट्रोपिक फ्लूइड इन मिनि बैंग कॉज़्मालजी, IJPMD, **29**, 2050118.
324. इनेस जी. सालाको, मॅक्सिम खलोपव, **सैबल राय**, मॅक्सिम जेड अरुको,....., एवं **उज्जल देबनाथ** (2020) स्टडी ऑन एनिस्ट्रोपिक स्ट्रेन्ज स्टार्स इन $f(T, T)$ ग्रेविटी, Univ, **6**, 167.



325. रिकप्रतिक सेनगुप्ता, शौनक घोष, **सैबल राय**, बिबुदत्ता मिश्रा एवं सुनील के. त्रिपाठी (2020) ग्रैवस्टर इन द फ्रेमवर्क ऑफ ब्रेनवर्ल्ड ग्रैविटी, *PhRvD*, **102**, 024037.
326. मॅक्सम खलोपव, बिप्लब पाईक, एवं **सैबल राय**, (2020) रिविजिटिंग प्रीमोर्डियल ब्लैक होल इव्होल्यूशन, *Axioms*, **9**, 71.
327. **सैबल राय**, तपस के. भट्टाचार्य, विवेक के. सिंह, देबाब्रता देब, शौनक घोष, एवं अन्य (2021) नॉन-आइसोथर्मल डीकम्पोजिशन काइनेटिक्स ऑफ नैनो-स्केल CaCO_3 अँज ए फंक्शन ऑफ पार्टिकल साइज वेरिएशन, *Cera Int*, **47**, 858.
328. **सैबल राय**, उत्पल मुखोपाध्याय, एवं राजिंदर सिंह (2021) एन.आर. सेन: फादर ऑफ इंडियन एप्लाइड मेथेमेटिक्स, *EPJH*, **46**, 1.
329. महमूद के. जासिम, सुनील के. मयुरा, **सैबल राय**, दिबेंदु शी,....., एवं **फारूख रहमान**(2021) चार्ज्ड स्ट्रेन्ज स्टेलर मोडल डिस्क्रीब बाय टोलमन त मेट्रिक, *ResPh*, **20**, 103648.
330. **सैबल राय**, दिबेंदु शी, देबाब्रता देब, सुनील के. मौर्या, एवं महमूद के. जासिम (2021) चार्ज्ड स्ट्रेन्ज स्टेलर मोडल विथ टोलमन त मेट्रिक पोटेन्शियल इन द आइनस्टाइन-मैक्सवेल स्पेसटाइम [arXiv:2004.10480].
331. सुपर्णा बिसवास, देबाब्रता देब, **सैबल राय**, एवं बिचित्रा के. गुहा (2021) एनिस्ट्रोपिक चार्ज्ड स्ट्रेन्ज स्टार्स इन Krori-Barua स्पेसटाइम ग्रैविटी, *AnPhy*, **428**, 168429.
332. सुनील के. मौर्या, सुनील फ्रान्सिस्को टेल्लो-ऑर्टिज़ो, एवं **सैबल राय**, (2021) डीकपलिंग ग्रैविटेशनल सोर्सस इन $f(R, T)$ ग्रैविटी अंडर क्लास I स्पेसटाइम, *PDU*, **31**, 100753.
333. रोबर्ट बी.मन, बेहनाम पोरहैसन, **प्रवीर रुद्रा** (2021) नोट ऑन द थर्मोडाइनेमिक्स स्टैबिलिटी ऑफ ए ब्लैक रिंग अट क्वांटम स्केल्स, *PhRvD*, **103**, 066015.
334. मोहित सेवक, **संजय के. सहाय**, एवं हेमंत राठोड (2021) DRLDO: ए नोवल DRL बेस्ड डी- आब्फस्कैशन सिस्टम फॉर डिफेन्स अगेंस्ट मेटामॉर्फिक मालवेअर, *DSJ*, **71**, 55.
335. अनुज गुप्ता, एवं **संदिप साहिजपाल** (2020) थर्मोडाइनेमिक्स ऑफ डस्ट कन्डेसेशनल अराउंड द डिमिंग बेटेलग्यूज. *MNRAS*, **496**, L122.
336. **गौरांग सी. समंता**, निशा गोडानी, एवं काञ्चुहारु बम्बा (2020) ट्रैवर्सिबल वर्महोल्स विथ एक्सपोनेन्शियल शेप फंक्शन इन मोडिफाइड ग्रैविटी एवं जनरल रिलेटिविटी: ए कम्पैरेटिव स्टडी, *IJMPD*, **29**, 2050068.
337. निशा गोडानी, **गौरांग सी. समंता** (2020) ट्रैवर्सिबल वर्महोल्स इन ग्रैविटी विथ कॉन्स्टेंट एंड वेरिएबल रेडशिफ्ट, *NewA*, **80**, 101399.
338. निशा गोडानी, **गौरांग सी. समंता** (2020) वर्महोल मोडलिंग R2 इन ग्रैविटी विथ लाइनर ट्रेस टर्म, *IJMPA*, **35**, 2050045.
339. पार्थ शाह, एवं **गौरांग सी. समंता** (2020) कॉज़्मलाजिकल डाइनेमिक्स ऑफ मोडल्स इन डाइनेमिकल सिस्टम अनैलिसिस, *IJMPA*, **35**, 2050124.



340. निशा गोडानी, **गौरांग सी. समंता** (2020) वर्महॉल मोडलिंग इन $f(R, T)$ ग्रेविटी विथ मिनिमली-कपल्ड मासलेस स्केलर फिल्ड, *IJMPA*, **35**, 2050186.
341. निशा गोडानी, एवं **गौरांग सी. समंता** (2020) एस्टिमेशन ऑफ काज़मलाजिकल पैरामीटर्स, स्टैबिलिटी अनैलिसिस एंड एनर्जी कंडिशनस इन वाइअबल मोडिफाइड ग्रेविटी, *ChJPh*, **66**, 787.
342. एमिलिओ एलिजल्डी, निशा गोडानी, एवं **गौरांग सी. समंता** (2020) काज़मलाजिकल डाइनैमिक्स इन R^2 ग्रेविटी विथ लोगारिथमिक ट्रेस टर्म, *PDU*, **30**, 100618.
343. निशा गोडानी, एवं **गौरांग सी. समंता** (2020) ट्रैवर्सिबल वर्महॉल्स सपोर्टेड बाय नॉन-एक्सोटिक मैटर इन जनरल रिलेटिविटी, *NewA*, **84**, 101534.
344. निशा गोडानी, एवं **गौरांग सी. समंता** (2021) वर्महॉल सोल्यूशन्स विथ स्केलर फिल्ड एंड इलेक्ट्रिक चार्ज इन मोडिफाइड ग्रेविटी, *PhyS*, **96**, 015303.
345. पायल सरकार, प्रसंता के. दास, एवं **गौरांग सी. समंता** (2021) इन्फ्लेनेशरी काज़मलजी- ए न्यु अप्रोच यूजिंग नॉन-लाइनर इलेक्ट्रोडाइनैमिक्स, *PhyS*, **96**, 065305.
346. निशा गोडानी, एवं **गौरांग सी. समंता** (2021) चार्ज्ड ट्रैवर्सिबल वर्महॉल्स इन $f(R)$ ग्रेविटी *IJGMM*, **18**, 215098.
347. कौशिक दत्ता, रुचिका कौशिक, अर्निबन रॉय, **अंजन ए. सेन**, एवं एम. एम. शेख-जब्बारी (2020) बीऑन्ड विथ लो एंड हाई रेडशिफ्ट डेटा इम्प्लिकेशनस फॉर डार्क एनर्जी, *GRGr*, **52**, 2.
348. जियाजन झॅन्ग, बिकाश आर. डिंडा, मो. वाली होस्सेन, **अंजन ए. सेन**, एवं वेन्टो लुओ (2020) स्टडी ऑफ क्युबिक गैलीलीयोन ग्रेविटी यूजिंग N -बोडी सिम्युलेशनस, *PhRvD*, **102**, 043510.
349. चेतन कृष्णन, इयोन ओ. कोलगैन, रुचिका कौशिक, **अंजन ए. सेन**, एम. एम. शेख-जब्बारी एवं अन्य (2020) इज देअर अँन अल्टी यूनिवर्स सोल्यूशन टू द हबल टेन्शन?, *PhRvD*, **102**, 103525.
350. जे. अलबर्टो वाजक्रेज, डेविड टमायो, **अंजन ए. सेन**, एवं इज़रिल क्क्रोज (2021) बायसैन मोडल सिलेक्शन ऑन स्केलर ϵ -फिल्ड डार्क एनर्जी, *PhRvD*, **103**, 043506.
351. एलोनोरा डी वैलेन्टिनो, अनकन मुखर्जी, एवं **अंजन ए. सेन** (2021) डार्क एनर्जी विथ फैटोम क्रोसिंग एंड द H_0 टेन्शन, *एन्ट्रो*, **23**, 404.
352. तनय घोष, एवं **अशोक के. सेन** (2020) चेंज इन द डाइरेक्शन ऑफ पोलराइजेशन वेक्टर एवं रेडशिफ्ट ऑफ अँन इन्कमिंग लाइट रे अँज ऑब्ज़र्व्ड फ्रॉम ए रोटेटिंग फ्रेम, **98**, 433.
353. नाज़निन आर. चौधुरी, रोज़रिओ आई. विलाप्लाना, रोबर्ट बोटेट एवं **अशोक के. सेन** (2020) कम्पैरिजन ऑफ लाइट स्कैटरिंग प्रॉपर्टिज ऑफ पोरस डस्ट पार्टिकल विथ कनेक्टेड ऑर अनकनेक्टेड डाइपोल्स, *P&SS*, **190**, 104974.
354. अमृताक्ष कर, **अशोक के. सेन** एवं रंजन गुप्ता (2021) लैबोरेटरी फोटोमेट्री ऑफ रिगोलिथ एनालोग: इफ़ेक्ट ऑफ पोरसिटी-II, *Icar*, **358**, 114211.



355. आकाश गर्ग, रंजीव मिश्रा, एवं **सोमश्री सेन** (2020) आइडेंटिफाइंग द रेडिएटिव कोम्पोनन्ट्स रिसपॉन्सिबल फॉर क्रासी-पेरिओडिक आसलेशन ऑफ ब्लैक होल सिस्टम्स, *MNRAS*, **498**, 2757.
356. एस. थिरुक्कानेश, **रंजन शर्मा**, एवं **श्याम दास** (2020) मोडल ऑफ ए स्टैटिक स्फिरिकली सिमेट्रीक एनिस्ट्रोपिक फ्ल्यूइड डिस्ट्रीब्यूशन इन पराबोलोइडल स्पेसटाइम एडमिटिंग ए पोलिट्रोपिक इन्केशन ऑफ स्टेट, *EPJP*, **135**, 629.
357. कलिकुडी कोमतिराज, एवं **रंजन शर्मा** (2020) इग्जैक्ट सोल्यूशन फॉर ऑन एनिस्ट्रोपिक स्टार एडमिटिंग द MIT Bag मोडल इन्केशन ऑफ J.Sci.-FAS-SEUSL, **1(01)**, 22.
358. कलिकुडी कोमतिराज, एवं **रंजन शर्मा** (2020) इलेक्ट्रोमैग्नेटिक एंड एनिस्ट्रोपिक एक्सटेन्शन ऑफ ए प्लिथोरा ऑफ वेल-नोन सोल्यूशन्स डिस्क्राइबिंग रिलेटिविस्टिक कॉम्पैक्ट ऑब्जेक्ट्स, *Ap&SS*, **365**, 181.
359. **रंजन शर्मा**, नरेश दधीच, **श्याम दास**, एवं सुनील डी. महाराज (2021) ऑन इलेक्ट्रोमैग्नेटिक एक्सटेन्शन ऑफ द स्क्वार्जस्चिल्ड इंटेरियर सोल्यूशन एंड द करस्पोंडिंग बुचदहल लिमिट, *EPJC*, **81**, 79.
360. कलिकुडी कोमतिराज, एवं **रंजन शर्मा** (2021) जनरेटिंग न्यू क्लास ऑफ एग्जैक्ट सोल्यूशन्स टू द आइनस्टाइन-मैक्सवेल सिस्टम, *EPJP*, **136**, 352.
361. **उमेश के. शर्मा**, एवं विपिन सी. दुबे (2020) एक्स्प्लोरिंग द शर्मा-मित्तल HDE मोडल्स विथ डिफ्रंट डाइग्नोस्टिक टूल्स, *EPJP*, **135**, 391.
362. **उमेश के. शर्मा**, शिखा श्रीवास्तव, एवं अरुण कुमार बीशम (2020) स्वेम्पलैंड क्राइटेरिआ एवं काज़्मलाजिकल बिहेवियर ऑफ सैलिस होलोग्राफिक डार्क एनर्जी इन बिनाची-III यूनिवर्स, *IJGMMP*, **17**, 2050098.
363. **उमेश के. शर्मा**, एवं विपिन सी. दुबे (2020) स्टेटफाइंडर डाइग्नोस्टिक फॉर द Rényi होलोग्राफिक डार्क एनर्जी, *NewA*, **80**, 101419.
364. **उमेश के. शर्मा**, एवं शिखा श्रीवास्तव (2020) द काज़्मलाजिकल बिहेवियर एंड द स्टेटफाइंडर डाइग्नोस्टिक ऑफ द New Tsallis ऐजग्राफिक डार्क एनर्जी, *MPLA*, **35**, 2050318.
365. **उमेश के. शर्मा**, एवं विपिन सी. दुबे (2020) Renyi होलोग्राफीक डार्क एनर्जी इन द Brans – Dicke काज़्मालजी, *MPLA*, **35**, 2050281.
366. वंदना श्रीवास्तव, एवं **उमेश के. शर्मा**, (2020) स्टेटफाइंडर हाइअराकी फॉर Tsallis होलोग्राफिक डार्क एनर्जी, *NewA*, **78**, 101380.
367. विपिन सी. दुबे, अम्बुज के. मिश्रा, एवं **उमेश के. शर्मा**, (2020) डाइग्नोजिंग द Rényi होलोग्राफिक डार्क एनर्जी मोडल इन ए फ्लैट यूनिवर्स, *Ap&SS*, **365**, 129.
368. गुंजन वार्ष्णेय, **उमेश के. शर्मा**, एवं **अनिरुद्ध प्रधान** (2020) रिकन्स्ट्रक्शन ऑफ $k-$ इसेन्स एंड डाइलेशन फिल्ड मोडल्स ऑफ $XTHDEBZ f(R, T)$ ग्रैविटी, *EPJP*, **135**, 541.
369. श्वेता, अम्बुज के. मिश्रा एवं **उमेश के. शर्मा** (2020) ट्रैवर्सिबल वमर्होल मोडलिंग विथ एक्सपोनेन्शल एंड हाइपरबोलिक शेप फंक्शन्स इन $f(R, T)$ फ्रेमवर्क, *IJMPA*, **35**, 2050149.



370. वंदना श्रीवास्तव, एवं **उमेश के. शर्मा**, (2020) Tsallis होलोग्राफिक डार्क एनर्जी विथ हाइब्रिड एक्सपान्शन लॉ, IJGMMP, **17**, 2050144.
371. अम्बुज के. मिश्रा, विपिन सी. दुबे, एवं **उमेश के. शर्मा**, (2020) टू डिफ्रंट शेप फंक्शन्स फॉर वर्महोल इन $f(R)$ थिअरी विथ नॉन-कम्युटेटिव जोमेट्री एंड Lorentzian डिस्ट्रीब्यूशन, IJGMMP, **17**, 2050155.
372. **उमेश के. शर्मा** (2021) रिकन्स्ट्रक्शन ऑफ क्रिन्टेसन्स फिल्ड फॉर द THDE विथ स्वैम्पलैंड कॉरस्पान्डन्स इन $f(R, T)$ ग्रैविटी, IJGMMP, **18**, 2150031.
373. **उमेश के. शर्मा**, गुंजन वार्ष्णेय, एवं विपिन सी. दुबे (2021) बैरो ऐजग्राफिक डार्क एनर्जी, IJMPD, **30**, 2150021.
374. शिखा श्रीवास्तव, एवं **उमेश के. शर्मा** (2021) बैरो होलोग्राफिक डार्क एनर्जी विथ हबल होरिज़ोन ऑफ़ IR cut off, IJGMMP, **18**, 2150014.
375. विपिन सी. दुबे, **उमेश के. शर्मा** एवं **अनिरुद्ध प्रधान** (2021) शर्मा-मित्तल होलोग्राफिक डार्क एनर्जी मोडल इन कोन-हार्मोनिकली फ्लैट स्पेसटाइम, IJGMMP, **18**, 2150002.
376. विपिन सी. दुबे, **उमेश के. शर्मा** एवं अब्दुल्ला अल मेनन (2021) इंटरैक्टिंग Rényi होलोग्राफिक डार्क एनर्जी इन द Brans – Dicke थिअरी AdHEP, **2021**, 6658862.
377. **ग्यान पी. सिंह**, अश्विनी आर. लालके, एवं निखिल हुलके (2020) स्टडी ऑफ़ पार्टिकल क्रिएशन विथ इन्क्रेशन ऑफ़ स्टेट इन हाईयर डेरिवेटिव थिअरी, BrJPh, **50**, 725.
378. **ग्यान पी. सिंह**, अश्विनी आर. लालके, एवं निखिल हुलके (2020) सम Bianchi I डार्क एनर्जी मोडल्स इन डीरपी – Dicke थिअरी, Prama, **94**, 147.
379. कौशल शर्मा, **हरिंदर पी. सिंह**, रंजन गुप्ता, अजित केम्भवी, कौस्तुभ वाघमारे, एवं अन्य (2020) स्टेलर स्पेक्ट्रल इंटरपोलेशन यूजिंग मशिन लर्निंग, MNRAS, **496**, 5002.
380. अनुपम भारद्वाज, मारिना रेजकुबा, रिचर्ड द ग्रिजिस, ग्रेगरी जे. हर्कशेज, **हरिंदर पी. सिंह**, एवं अन्य (2020) निअर-इन्फ्रारेड सेन्सस ऑफ़ RR Lyrae वेरिएबल्स इन द Messier 3 ग्लोब्युलर क्लस्टर एंड द पिरिअड-ल्यूमिनिओसिटी रिलेशनस, AJ, **160**, 220
381. रिचा कुंदु, कैमिला नवरेड्डी, जोसे जी.फर्नांडीज-ट्रिंकेडो, डेंटे-मिन्निटी, **हरिंदर पी. सिंह**, एवं अन्य (2021) एक्स्ट्राटिडल स्टार कैंडिडेट्स अराउंड गैलेक्टिक ग्लोब्युलर क्लस्टर NGC 2808, NGC 6266, एंड NGC 6397 विथ Gaia DR2 astrometry, A&A, **645**, A116.
382. सुशमिता दास, शशि एम.कंबुर, रेडोस्लोव स्मोलेक, अनुपम भारद्वाज, **हरिंदर पी. सिंह**, एवं अन्य (2021) ए थिरोटिकल फ्रेमवर्क फॉर BL Her स्टार्स I इफेक्ट ऑफ़ मेटैलेसिटी एंड कन्वेक्शन पैरामीटर्स ऑन पिरिअड-ल्यूमिनोसिटी एंड पिरिअड-रेडियस रिलेशनस, MNRAS, **501**, 875.
383. जोसे जी.फर्नांडीज-ट्रिंकेडो, टिमोथी सी. बीअर्स, डेंटे-मिन्निटी, लेटिसिआ केरिगी,....., **हरिंदर पी. सिंह**, एवं अन्य (2021) डिस्कवरी ऑफ़ ए केमिकली ए टिपिकल स्टार डिस्पिटिड फ्रॉम एंड कैप्चर्ड बाय द मिलकी वे बल्ज A&A, **647**, A64.



384. अनुपम भारद्वाज, मारिना रेजकुबा, रिचर्ड द ग्रिजिस, सोंग-चाल-यांग,....., **हरिंदर पी. सिंह**, एवं अन्य (2021) RR Lyrae वेरिबल्स इन Messier 53: निअर-इन्फ्रारेड पिरिअड-ल्युमिनोसिटी रिलेशन्स एंड द कैलिब्रेशन यूजिंग Gaia अर्ली डेटा रिलिज, **3, ApJ, 909, 200.**
385. विवेक बी. थापा, एवं **मोनिका सिन्हा** (2020) डेन्स मैटर इक्वेशन ऑफ स्टेट ऑफ ए मैसिव न्यूट्रॉन स्टार विथ एंटिकाओं कन्डेन्सेशन, **PhRvD, 102, 123007.**
386. विवेक बी. थापा, **मोनिका सिन्हा**, जिया जि ली, एवं अर्मेन सेर्दाकियान (2020) इक्वेशन ऑफ स्टेट ऑफ स्ट्रॉन्गली मैग्नेटाइज्ड मैटर विथ हाइपरॉन्स एंड Δ - रेज़नन्सेस, **पार्टिकल्स, 3, 660.**
387. विवेक बी. थापा, **मोनिका सिन्हा**, जिया जि ली, एवं अर्मेन सेर्दाकियान (2021) मैसिव Δ - रेज़नन्स एडमिक्स्ड हाइपर-न्यूक्लियर स्टार्स विथ एंटिकाओं कन्डेन्सेशन, **PhRvD, 103, 063004.**
388. माटेओ ब्राग्लिया, धीरज के. हजार, **एल. श्रीरामकुमार**, एवं फैबिओ फिनेल (2020) जनरेटिंग प्रिमार्डिअल फीचर्स अट लार्ज स्केल्स इन टू-फिल्ड मोडल्स ऑफ इन्फ्लेशन, **JCAP, 08, 025.**
389. माटेओ ब्राग्लिया, धीरज के. हजार, फैबिओ फिनेल, जॉर्ज एफ. स्मूट, **एल. श्रीरामकुमार**, एवं अन्य (2020) जनरेटिंग एंड स्मॉल-स्केल इन टू-फिल्ड मोडल्स ऑफ इन्फ्लेशन, **JCAP, 08, 001.**
390. पंकज साहा, संपूर्ण आनंद, एवं **एल. श्रीरामकुमार**, (2020) अकाउंटिंग फॉर द टाइम इव्होल्यूशन ऑफ द इक्वेशन ऑफ स्टेट पैरामीटर ड्यूरिंग रिहिटिंग, **PhRvD, 102, 103511.**
391. विनीत के. मन्नडे, **पारिजात ठाकुर**, इंग-गी जिआंग, देवेन्द्र के. साहू, योगेश सी. जोशी, एवं अन्य (2020) प्रोबिंग ट्रान्जिट टाइमिंग वेरिएशन एंड इट्स पॉसिबल ओरिजिन विथ ट्वेल्ह न्यू ट्रान्जिटऑफ TrES-3b, **AJ, 160, 47.**
392. स्वदेश चांद, विवेक के. अगरवाल, गुलाब सी. देवांगन, प्रकाश त्रिपाठी, एवं **पारिजात ठाकुर** (2021) एस्ट्रोसैट आब्ज़र्वेशन 2016 ऑफ आउटबर्स्ट ऑफ H 1743-322, **JApA, 42, 38.**
393. ली-सीन-सू, इंग-गी जिआंग, देवेश पी. सारिया, चिआओ-यू-ली,....., **पारिजात ठाकुर** एवं अन्य (2021) आर देअर ट्रान्जिट टाइमिंग वेरिएशन फॉर द एक्सोप्लेनेट Qatar-1b?, **AJ, 161, 108.**
394. देवेश पी. सारिया, इंग-गी जिआंग, ली-सीन-सू, लि-चिन येह,....., **पारिजात ठाकुर** एवं अन्य (2021) नॉन-साइनसॉइडल ट्रान्जिट टाइमिंग वेरिएशन फॉर द एक्सोप्लेनेट HAT-P-12b, **RAA, 21, 97.**
395. **सुनील के. त्रिपाठी**, सुशमिता के. प्रधान, प्रियाब्रता परिदा, दीपांजली बेहेरा,....., एवं **बिवुदत्ता मिश्रा** (2020) काज़्मिक ट्रान्जिट मोडल्स इन अँन एक्सटेंडेड ग्रैविटी थिअरी, **PhyS, 95, 115001.**
396. **सुनील के. त्रिपाठी**, सुशमिता के. प्रधान, ज़श्मीर नाईक, दीपांजली बेहेरा,....., एवं **बिवुदत्ता मिश्रा** (2020) यूनिफाइड डार्क फ्ल्यूइड एंड काज़्मिक ट्रान्जिट मोडल्स इन Brans-Dicke (Waar, PDU, **30, 100722.**
397. **सुनील के. त्रिपाठी**, (2020) मोडलिंग कासिमिर वम्हॉल इन एक्सटेंडेड ग्रैविटी, **PDU, 31, 100757.**



398. **सुनील के. त्रिपाठी, बिबुदत्ता मिश्रा, सैबल राय** एवं रिकप्रतिक सेनगुप्ता (2021) बाउन्सिंग यूनिवर्स मोडल्स इन अँन एक्सटेंडेड ग्रैविटी थिअरी, ChJPh, **71**, 610.
399. अमरकुमार एस. अगरवाल, **सुनील के. त्रिपाठी, एवं बिबुदत्ता मिश्रा**, (2021) ग्रैविटेशनल बैरियोजिनेसिस मोडल्स कम्पैरिजन इन $f(R)$ gravity, ChJPh, **71**, 333.
400. **विनुता तुम्माला**, एवं के. श्री. काव्या (2020) डाइनैमिक्स ऑफ टाइप Kaluza – Klein MHRDE H ज़मलाजिकल मोडल इन सेल्फ- क्रिएशन थिअरी, J. Dy. Sys. Geo. Th., **18**, 111.
401. **विनुता तुम्माला**, वी. उमा महेश्वरा राव, गेब्रेसिलेसिक बेहेले, एवं के. श्री काव्या (2020) विस्कोस स्ट्रिंग एनिस्ट्रोपिक काज़मलाजिकल मोडल इन स्केलर-टेन्सॉर थिअरी, InJPh, **95**, 1933.
402. **विनुता तुम्माला**, एवं के. श्री काव्या (2021) डाइनैमिक्स ऑफ Bianchi काज़मलाजिकल मोडल इन R_n ग्रैविटी ResPh, **23**, 103863.
403. **विनुता तुम्माला**, वी. उमा महेश्वरा राव, एवं मोल्ला मंगेशा (2021) एनिस्ट्रोपिक डार्क एनर्जी काज़मलाजिकल मोडल विथ काज़मिक स्ट्रिंग्स, CaJPh, **99**, 3.
404. आर.एल नायडू, येरमसेट्टी आदित्य, के. डैनियल राजू, **विनुता तुम्माला**, एव डी. आर. के. रेड्डी (2021) Kaluza – Klein FRW डार्क एनर्जी मोडल्स इन Saez – Ballester थिअरी ऑफ ग्रैविटेशन, NewA, **85**, 101564.
405. बेहनाम पोरहैसन, एवं **सुधाकर उपाध्याय** (2020) टाइम डिपेंडेंट डार्क एनर्जी एंड द थर्मोडाइनेमिक्स ऑफ मेनी-बोडी सिस्टम्स, PDU, **29**, 100596.
406. येवर एच. खान, प्रिन्स ए गनायी, एवं **सुधाकर उपाध्याय** (2020) स्टेबल रिमेंट्स एवं क्रांटम ग्रैविटी इफेक्ट्स इन नॉन-लाइनर इलेक्ट्रिक सोर्स ब्लैक होल, EPJP, **135**, 338.
407. येवर एच. खान, प्रिन्स ए गनायी, एवं **सुधाकर उपाध्याय** (2020) क्रांटम-करेक्टेड थर्मोडाइनेमिक्स एंड P-V क्रिटिकैलिटी ऑफ सेल्फ-ग्रैविटेटिंग ब्लैक होल्स, PTEP, **2020**, 103B06.
408. **सुधाकर उपाध्याय**, एवं भबानी पी. मंडल (2021) सॉफ्ट-कलिनीअर इफेक्टिव थिअरी: BRST फॉर्म्युलेशन, EPJC, **81**, 279.
409. बेहनाम पोरहैसन, एवं **सुधाकर उपाध्याय** (2021) पर्टर्ब्ड थर्मोडाइनेमिक्स ऑफ चार्ज्ड ब्लैक होल सोल्यूशन इन Rastall थिअरी, EPJP, **136**, 279.
410. बेहनाम पोरहैसन, होडा फराहानी, एवं **सुधाकर उपाध्याय** (2021) साउंड स्पीड एक्सटेंडेड फ्ल्यूड, NewA, **86**, 101569.
411. यूसूफ रहमान, मोहम्मद ईकरम, मो. इम्रान, एवं **अनिसुल ए. उसमानी** (2020) ए स्टडी ऑफ न्यूक्लिअर radii एंड न्यूट्रॉन स्किन थिकनेस ऑफ न्यूट्रॉन – रिच न्यूक्लिआई निअर द न्यूट्रॉन ड्रिप लाइन, IJMPE, **29**, 2050076.
412. इशफ़ाक ए. राथर, अंकित कुमार, हरिष सी. दास, मो. इम्रान, **अनिसुल ए. उसमानी** एवं अन्य (2020) कन्स्ट्रैनिंग बैंगज़ कान्सन्ट फॉर हैब्रिड न्यूट्रॉन स्टार्स, IJMPE, **29**, 2050044.



413. इशफ़ाक ए. राथर, **अनिसुल ए. उसमानी** एवं सुरेश के. पात्रा (2020) स्टडी ऑफ न्यूक्लियर मैटर प्रॉपर्टीज फॉर हैब्रिड, ऐड, JPhG, **47**, 105104.
414. इशफ़ाक ए. राथर, **अनिसुल ए. उसमानी** एवं सुरेश के. पात्रा (2021) इफेक्ट ऑफ इनर क्रस्ट ऐड ऑन न्यूट्रॉन स्टार प्रॉपर्टीज, NuPhA, **1010**, 122189.
415. **निळकंठ डी.** वागशेट्टी, सछिंद्र नाईक, नीरज कुमारी, एवं **महादेव के. पाटील** (2021) इमेजिंग एंड फोटोमेट्रिक स्टडीज ऑफ NGC 1316 (Fornax A) यूजिंग एस्ट्रोसैट / UVIT, JApA, **42**, 34.
416. विपिन के. शर्मा, बाल के. यादव, एवं **मुरली एम. वर्मा** (2021) लाइट डिफ्लेक्शन ऐंगल थ्रु वेलोसिटी प्रोफाइल ऑफ गैलेक्सीज BZ f (R) मोडल EPJC, **81**, 109.

(ल) कार्यवाही

1. स्नेहा कछारा, एवं **गौरी अंबिका** (2020) कार्डिआक डाइनैमिक्स फ्रॉम ECG: ए मल्टिप्लेक्स रिकॉरन्स नेटवर्क्स एप्रोच, इंटरनैशनल कान्फरन्स ऑन काम्प्लेक्स सिस्टम्स (CCS 2020) काम्प्लेक्स सिस्टम्स सोसाइटी, 7-11 दिसंबर 2020
2. डेरेक सी. गोमेस, एवं **गौरी अंबिका** (2021) फ्रिक्वेन्सी लॉकिंग, क्रासी पिरिओडिसिटी एंड केआस ड्यू टू स्पेशल रिलेटिविस्टिक इफेक्ट्स, NODYCON2021, 16-19 फरवरी 2021
3. **श्याम दास**, बिकराम के. पारिदा, **सैबल राय** एवं श्यामल के. पाल (2021) रोल ऑफ एनिस्ट्रोपिक ऑन द टाइडल डिफॉर्मैबिलिटी ऑफ कॉम्पैक्ट स्टेरर ऑब्जेक्ट, 1st इलेक्ट्रॉनिक्स कान्फरन्स ऑन यूनिवर्स, Sciforum, MDPI, 2021.
4. ब्रायन आर. मिरांडा, पी.वेदवती, एवं **विजयकुमार एच. दोड्डामणि** (2020) लॉन्ग टर्म UV स्पेक्ट्रोस्कोपिक स्टडी ऑफ NGC 3516, अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान कथा ऑनलाइन सम्मेलन, बेंगलुरु विश्वविद्यालय एवं इंडियन एसोसिएशन फॉर साइन्स फिक्शन स्टडीज, बेंगलुरु, 7-9 दिसंबर 2020.
5. ब्रायन आर. मिरांडा, पी.वेदवती, एवं **विजयकुमार एच. दोड्डामणि** (2020) UV स्पेक्ट्रोस्कोपिक स्टडी ऑफ PG 1634+706 एंड PG 1241+176 यूजिंग IUE डेटा, अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान कथा ऑनलाइन सम्मेलन, बेंगलुरु विश्वविद्यालय एवं इंडियन एसोसिएशन फॉर साइन्स फिक्शन स्टडीज, बेंगलुरु, 7-9 दिसंबर 2020.
6. मीनाक्षी पुरंदरदास, अरुण गोस्वामी, एवं **विजयकुमार एच. दोड्डामणि** (2020) कार्बन आइसोटोपिक रेशो $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ अँज ए मिक्सिंग डाइग्नोस्टिक: ए केस स्टडी फार द CEMP-r/s स्टार CD-28 108219, अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान कथा ऑनलाइन सम्मेलन, बेंगलुरु विश्वविद्यालय एवं इंडियन एसोसिएशन फॉर साइन्स फिक्शन स्टडीज, बेंगलुरु, 7-9 दिसंबर 2020.
7. पी.वेदवती, ब्रायन आर. मिरांडा, एवं **विजयकुमार एच. दोड्डामणि** (2020) लॉन्ग टर्म UV वेरिबिलिटी स्टडी ऑफ Mrk 279 यूजिंग IUE डेटा फ्रॉम 1978 - 1991, अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान कथा ऑनलाइन सम्मेलन, बेंगलुरु विश्वविद्यालय एवं इंडियन एसोसिएशन फॉर साइन्स फिक्शन स्टडीज, बेंगलुरु, 7-9 दिसंबर 2020.
8. ब्रायन आर. मिरांडा, पी.वेदवती, एवं **विजयकुमार एच. दोड्डामणि** एवं जी. सात्यकी (2020) UV कन्टिन्युअम वेरिबिलिटी स्टडी इन 3C 273 विथ IUE ऑब्ज़र्वेशन्स इन 1987, अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान कथा ऑनलाइन सम्मेलन, बेंगलुरु विश्वविद्यालय एवं इंडियन एसोसिएशन फॉर साइन्स फिक्शन स्टडीज, बेंगलुरु, 7-9 दिसंबर 2020.



9. एन. वसंतराजू, पी. वेमारेड्डी, बी. रविंद्रम, एवं **विजयकुमार एच. दोड्डामणि** (2020) ए स्टडी ऑफ मैग्नेटिक इम्प्रिंट्स ऑफ सोलर फ्लेअर, अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान कथा ऑनलाइन सम्मेलन, बेंगलुरु विश्वविद्यालय एवं इंडियन एसोसिएशन फॉर साइन्स फिक्शन स्टडीज, बेंगलुरु, 7-9 दिसंबर 2020.
10. के.एन.श्रीधर, एल. सीनप्पा, एच. सी. मंजुनाथ, के. एल. शैलजा,....., एवं **विजयकुमार एच. दोड्डामणि** (2020) दोसिमेट्रिक पैरामीटर्स ऑफ डाइग्नोस्टिक एक्स-रेज इन डिफ्रंट टिश्यूज ऑफ ह्यूमन ऑर्गन्स, अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान कथा ऑनलाइन सम्मेलन, बेंगलुरु विश्वविद्यालय एवं इंडियन एसोसिएशन फॉर साइन्स फिक्शन स्टडीज, बेंगलुरु, 7-9 दिसंबर 2020.
11. के. वी. सतिश, एच. सी. मंजुनाथ, एल. सीनप्पा, के.एन.श्रीधर,....., एवं **विजयकुमार एच. दोड्डामणि** (2020) एक्स-रे एंड गैमा रेडिएशन शील्डिंग पैरामीटर्स ऑफ सिलिकॉन बोरोन एलॉइ, अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान कथा ऑनलाइन सम्मेलन, बेंगलुरु विश्वविद्यालय एवं इंडियन एसोसिएशन फॉर साइन्स फिक्शन स्टडीज, बेंगलुरु, 7-9 दिसंबर 2020.
12. एल. सीनप्पा, एच. सी. मंजुनाथ, के. एन. श्रीधर, एन. नागराजा, एवं **विजयकुमार एच. दोड्डामणि** (2020) ए स्टडी ऑफ दोसिमेट्रिक पैरामीटर्स ऑफ न्यू बॉर्न टिश्यू एंड अडल्ट टिश्यू ऑफ सम ऑर्गन्स, अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान कथा ऑनलाइन सम्मेलन, बेंगलुरु विश्वविद्यालय एवं इंडियन एसोसिएशन फॉर साइन्स फिक्शन स्टडीज, बेंगलुरु, 7-9 दिसंबर 2020.
13. ए. एम. नागराजा, एन. सौम्या, एच. सी. मंजुनाथ, पी.एस. दामोदर गुप्ता,....., एवं **विजयकुमार एच. दोड्डामणि** (2020) अल्फा अकम्पनीड कोल्ड टर्नरी फिशन ऑफ फर्मिअम ऑफ $242 \leq A \leq 260$, अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान कथा ऑनलाइन सम्मेलन, बेंगलुरु विश्वविद्यालय एवं इंडियन एसोसिएशन फॉर साइन्स फिक्शन स्टडीज, बेंगलुरु, 7-9 दिसंबर 2020.
14. एन.मंजुनाथ, एच. सी. मंजुनाथ, एल. सीनप्पाल, के. एन. श्रीधर,, एवं **विजयकुमार एच. दोड्डामणि** (2020) सेमी-इम्पिरिकल रिलेशन बिटविन मास अटेन्यूएशन कोअफिशिएंट एंड मास एनर्जी अब्जॉर्प्शन कोअफिशिएंट फॉर लैन्थनाइड, अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान कथा ऑनलाइन सम्मेलन, बेंगलुरु विश्वविद्यालय एवं इंडियन एसोसिएशन फॉर साइन्स फिक्शन स्टडीज, बेंगलुरु, 7-9 दिसंबर 2020.
15. एन. नागराजा, एच. सी. मंजुनाथ, एल. सीनप्पा, के. एन. श्रीधर,, एवं **विजयकुमार एच. दोड्डामणि** (2020) ए स्टडी ऑफ रिलेटिव डोस एंड एनर्जी इन सिलिकॉन पॉलिमर्स, अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान कथा ऑनलाइन सम्मेलन, बेंगलुरु, विश्वविद्यालय एवं इंडियन एसोसिएशन फॉर साइन्स फिक्शन स्टडीज, बेंगलुरु, 7-9 दिसंबर 2020.
16. एन. वसंतराजू, पी. वेमारेड्डी, बी. रविंद्रम, एवं **विजयकुमार एच. दोड्डामणि** (2020) रीविजिट ऑफ मैग्नेटिक इम्प्रिंट्स ऑफ सोलर फ्लेअर: अंन आब्ज़र्वेशनल स्टडी, ASI की 39 वीं बैठक, 18-23 फरवरी 2021.
17. सिद्धार्थ महाराणा,....., ए.एन.रामप्रकाश, प्रविण वी. खोदाडे, चैतन्य वी. राजर्षि, भूषण एस.जोशी, प्रविणकुमार ए. चोरडिया, रम्या एम. आन्चे,....., **तुहिन घोष**, एवं अन्य (2020) WALOP-साऊथ: ए वाइड-फिल्ड वन-शॉट लिनीअर ऑप्टिकल पोलैरिमीटर फॉर PASIPHAE सर्वे, SPIE Procds., Vol. **11447**.
18. नील टी. थॉमस, **शिवप्पा बी. गुड्डेनवार**, रंजीव मिश्रा एवं एस.जी.बबली (2021) एस्ट्रोसैट्स व्यू ऑफ द न्यूली डिस्कवर्ड सॉफ्ट एक्स-रे ट्रान्ज़िन्ट: MAXI J0637-430, Procds. 43वीं COSPAR साइंटिफिक असेम्बली, सिडनी, ऑस्ट्रेलिया, 28 जनवरी - 4 फरवरी 2021
19. **शिवप्पा बी. गुड्डेनवार**, नील टी. थॉमस, रंजीव मिश्रा एवं एस.जी.बबली (2021) स्पेक्ट्रो-टेम्पोरल वेरिबिलिटी स्टडीज ऑफ GX 340+0 यूजिंग एस्ट्रोसैट, Procds. 43 वीं COSPAR साइंटिफिक असेम्बली, सिडनी, ऑस्ट्रेलिया, 28 जनवरी - 4 फरवरी 2021



20. स्नेहा पी. मुदांबी, शिवप्पा बी. गुड्डेनवार, रंजीव मिश्रा एवं एस.जी.बबली (2021) स्पेक्ट्रल केरक्टरिस्टिक्स ऑफ़ द ब्लैक होल एक्स-रे बाइनरी 4U 1957+115 यूजिंग एस्ट्रोसैट एंड SWIFT, ASI की 39 वीं बैठक, 18-23 फरवरी, 2021
21. **सर्बरी गुहा** (2020) प्रोपगेशन ऑफ़ ऐक्सीअल ग्रेविटेशनल वेव इन Bianchi I यूनिवर्स, IAGRG की 31 वीं बैठक, आई.आई.टी., गांधीनगर, दिसंबर 2020.
22. **सर्बरी गुहा** (2020) ऑन द ग्रेविटेशनल एन्ट्रोपी ऑफ़ ट्रैवर्सिबल वर्महॉल, रिसेंट एडव्हान्सेस इन एस्ट्रोफिज़िक्स एंड कॉज़्मालजी पर राष्ट्रीय संगोष्ठी, उत्तर बंगाल विश्वविद्यालय, सिलिगुड़ी, 24 मार्च 2021.
23. **प्रिया हसन**, एवं सईद एन. हसन (2020) द सिस्टम ऑफ़ ओपन स्टार क्लस्टर रिविजिटेड, मोडलिंग, मशिन लर्निंग एंड अस्ट्रानमी, () एस. साहा, एन. नागराज, एवं एस. त्रिपाठी, Co. Comp. Info. Sci., **1290** [https://doi.org/10.1007/978-981-33-6463-9_11].
24. **प्रिया हसन**, एवं सईद एन. हसन (2021) एज्युकेशन एंड हेरिटेज इन द एरा ऑफ़ बिग डेटा इन अस्ट्रानमी, Procds. IAU Symp., No. **367**, (Eds.) आर.एम.गार्सिया, एस.गुलबर्ग, जे. मोल्डोन, एंड पी.रोजो (स्वीकृत)
25. संगीता चॅटर्जी, **सौमन मंडल** एवं **प्रसाद बासु** (2020) ऑन इम्पुल्स एप्रोच टू फाइंड द हाइट ऑफ़ द अक्रीशन डिस्क, फ्रंटीयर्स इन मॉडर्न फिज़िक्स पर 2 रा राष्ट्रीय सम्मेलन, JPh. Conf. Series, **1579**, 012008.
26. तपन के. सुसमल, सौमी बेरा, साब्यसाची पाल, एवं **सौमन मंडल** (2020) डिस्कवरी ऑफ़ फोर मिसलेनीअस रेडियो गैलेक्सीज फ्रॉम LoTSSDR1, फ्रंटीयर्स इन मॉडर्न फिज़िक्स पर 2 रा राष्ट्रीय सम्मेलन, JPh. Conf. Series, **1579**, 012021.
27. सौमी बेरा, साब्यसाची पाल, तपन के. सुसमल, **सौमन मंडल** एवं दुसमंता पात्रा (2020) MRG : द मिसलेनीअस रेडियो गैलेक्सीज फ्रॉम द FIRST सर्वे, फ्रंटीयर्स इन मॉडर्न फिज़िक्स पर 2 रा राष्ट्रीय सम्मेलन, JPh. Conf. Series, **1579**, 012023.
28. श्रीया टी.पी. गुप्ता, एवं **संजय के. सहाय** (2020) ए नोवल स्पेशल-स्पेक्ट्रल फ्रेमवर्क फॉर द क्लासिफिकेशन ऑफ़ हाइपस्पेक्ट्रल सैटलाइट इमेजरी, अंतर्राष्ट्रीय न्यूरल नेटवर्क्स सोसाइटी, Procds. 21 वीं इंजीनियरिंग एप्लीकेशन्स ऑफ़ न्यूरल नेटवर्क्स, **2**, 227.
29. मोहित सेवक, **संजय के. सहाय** एवं हेमंत राठोड (2020) वैल्यू अप्राक्समेशन बेस्ड डीप रिइन्फोर्समन्ट लर्निंग टेकनीक्स: ऑन ओवरव्यू, IEEE, कम्प्यूटिंग कन्फ़रेंस एंड अटोमेशन पर 5 वाँ अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन
30. मोहित सेवक, **संजय के. सहाय** एवं हेमंत राठोड (2020) असेसमन्ट ऑफ़ द रिलेटिव इम्पोर्टन्स ऑफ़ डिफ्रंट हाइपर-पैरामीटर्स ऑफ़ LSTM फॉर ऑन IDS, IEEE, TENCON, 414.
31. मोहित सेवक, **संजय के. सहाय** एवं हेमंत राठोड (2020) डीप इन्टेन्ट: इम्प्लिसिट इन्टेन्ट बेस्ड एन्ड्रॉइड IDS विथ E2E डीप लर्निंग आर्किटेक्चर, IEEE, पर्सनल, इंडोर एंड मोबाइल रेडियो कन्फ़रेंस, पर 31 वीं वार्षिक अंतर्राष्ट्रीय संगोष्ठी. 1.
32. मोहित सेवक, **संजय के. सहाय** एवं हेमंत राठोड (2020) DOOM: ए नोवल ऐडवर्सरीअल DRL- बेस्ड op-code लेवल मेटामोर्फिक मालवेर आबफ़स्केटर फॉर द इन्हैन्समन्ट ऑफ़ IDS, ACM, Procds. पर्वेसिव एंड यूबिक्रिटस पर अंतर्राष्ट्रीय जाएंट सम्मेलन, 131.



33. हेमंत राठोड, **संजय के. सहाय** एंड मोहित सेवक (2020) हाऊ रोबस्ट आर मालवेर डिटेक्शन मोडल्स फॉर एन्ड्रॉइड स्मार्टफोन्स अगेन्स्ट ऐडवर्सरीअल अटैक्स ?, ACM, एम्बेडिड नेटवर्क सेन्सॉर सिस्टम्स पर Procds. 18 वां सम्मेलन, 683.
34. हेमंत राठोड, **संजय के. सहाय**, शिविन थुकरल, एवं मोहित सेवक (2020) डिटेक्शन ऑफ मालशियस एन्ड्रॉइड एप्लिकेशन्स: क्लासिकल मशीन लर्निंग बनाम डीप न्यूरल नेटवर्क इंटीग्रेटेड विथ क्लस्टरिंग, LNICST, **355**, 109, Procds. BROADNETS.
35. हेमंत राठोड, **संजय के. सहाय**, रित्विक राजवंशी, एवं मोहित सेवक (2020) आइडेंटिफिकेशन ऑफ सिग्निफिकेंट पर्मिशन्स फॉर इफिशियन्ट एन्ड्रॉइड मालवेर डिटेक्शन, LNICST, **355**, 33, Procd. BROADNETS.
36. हेमंत राठोड, **संजय के. सहाय**, पियुष निकम एवं मोहित सेवक (2020) रोबस्ट एन्ड्रॉइड मालवेर डिटेक्शन सिस्टम अगेन्स्ट ऐडवर्सरीअल अटैक्स यूजिंग क्यू-लर्निंग,

[<https://doi.org/10.1007/s10796-020-10083-8>].
37. टुपिल लिंबासिया, **संजय के. सहाय**, एवं भारत श्रीधरन (2021) प्राइवसी प्रिजर्विंग म्युचल ऑथेंटिकेशन एंड की अग्रीमन्ट स्कीम फॉल मल्टी-सर्वर हेल्थकेअर सिस्टम, , [<https://doi.org/10.1007/s10796-021-10115-x>].
38. विशाल गोयाल, एवं **संदीप सहिजपाल** (2021) रोल ऑफ इम्पैक्ट-इंड्युस्ड हिटिंग इन अलर्ली ल्युनर-कोर फॉर्मेशन, इंडियन प्लैनेटरी साइन्स कॉन्फरन्स, PRL, अहमदाबाद, 25-26 फरवरी 2021
39. अनुज गुप्ता एवं **संदीप सहिजपाल** (2021) द इव्होल्यूशन ऑफ द गैलेक्टिक डस्ट इन द सोलर नेबरहुड, इंडियन प्लैनेटरी साइन्स कॉन्फरन्स, PRL, अहमदाबाद, 25-26 फरवरी 2021
40. तेजप्रीत कौर, एवं **संदीप सहिजपाल** (2021) शॉर्ट लाइव्ड रेडिओन्यूक्लिआइड्स (SLRs) इन द अलर्ली सोलर सिस्टम, इंडियन प्लैनेटरी साइन्स कॉन्फरन्स, PRL, अहमदाबाद, 25-26 फरवरी 2021
41. एच.वी.रागवेंद्र, देविका चौधुरी, एवं **एल. श्रीकुमार** (2020) यूनिक कॉन्ट्रिब्यूशन्स टू द स्केलर बायस्पेक्ट्रम इन मजस्ट इन 'इन्फ्लेशन', Procds. फ्रंटियर्स इप हाई एनर्जी फिजिक्स पर कार्यशाला, हैदराबाद विश्वविद्यालय, 14-17 अक्टूबर 2019, (Eds.) ए. गिरी, एवं आर. मोहंता (Springer, Singapore), 39 [arXiv:1906.03942].
42. विनीत के. मन्नाडे, एवं **पारिजात ठाकुर** (2020) एक्सप्लोरिंग द इजिस्टन्स ऑफ ऑन एडिशनल प्लैनेट इन द हॉट-ज्युपिटर एक्स्ट्रा-सोलर प्लैनेटरी सिस्टम TrES-5, एक्सोप्लैनेट पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन, प्राकृतिक एवं कृषि विज्ञान, रिवरसाइड, सी.ए., यू.एस.ए., 14-15 सितंबर 2020.
43. विनीत के. मन्नाडे, एवं **पारिजात ठाकुर** (2020) एक्सप्लोरिंग ट्रान्जिट टाइमिंग वेरिएशन ऑफ एक्स्ट्रा-सोलर प्लैनेट TrES-5b थ्रु फोलो-अप आब्जर्वेशन्स यूजिंग द 2.0m HCT, HCT20 विज्ञान पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन, आई.आई.ए., बेंगलुरु, 29-30 सितंबर 2020
44. स्वदेश चांद, एवं **पारिजात ठाकुर** (2020) एस्ट्रोसैट आब्जर्वेशन ऑफ 2016 आउटबर्स्ट ऑफ क 1743-322 : स्पेक्ट्रल एंड टाइमिंग रिजल्ट्स, फाइव इयर्स ऑफ एस्ट्रोसैट, पर आंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन, इस्रो, बेंगलुरु, 19-21 जनवरी 2021



(व) पेटेंट

बी. सरकार, एवं **अनिरुद्ध प्रधान** (2020) आर्टिफिशल इंटेलिजन्स बेस्ड ऑटमैटिड स्टीरियोटैक्टिक रेडियो थेरपी एंड रेडियोसर्जरी ट्रीटमन्ट प्लान, ऑफिशियल जे. पेटेंट ऑफिस, इश्यू क्र. 43, 54257.

(व) पुस्तकें

मोहित के. शर्मा, एवं **सुरेश चंद्रा** (2020) न्युमेरिकल मेथड्स एंड डेटा अनैलिसिस, आई.के. अंतर्राष्ट्रीय प्रा. लि., नई दिल्ली (ISBN: 978-93-86768-51-3).

के. टी. बिबिश कुमार, सुनील जॉन, के. एम. मुरलीधरन, एवं **आर.के.सुनील कुमार** (2021) लिंगविस्टिकली इन्वाल्ड डेटा-ड्रिवन अप्रोच फॉर Malayalam Phoneme-to-Viseme मैपिंग (Chapter 6), अप्लाइड स्पीच प्रोसेसिंग: ऐलगरिदम एंड केस स्टडीज, (एव.) निलांजन डे, 117. ऐकडेमिक प्रेस

फारुख रहमान (2021) द जनरल थिअरी ऑफ रिलेटिविटी: ए मैथेमेटिकल अप्रोच, कैम्ब्रिज विश्वविद्यालय प्रेस (ISBN: 9781108936903)

(श) पुरस्कार एवं सम्मान

अरु बेरी

रॉयल सोसाइटी न्यूटन अंतर्राष्ट्रीय अलन्माइ अध्येतावृत्ति, अक्टूबर 2020.

मेहेदी कलाम

सदस्य, अंतर्राष्ट्रीय खगोलीय संघ.

स्मृति महाजन

डीएसटीज ऑगमेंटिंग राईटिंग स्किल्स फॉर आर्टिक्युलेटिंग रिसर्च (AWSAR), 2020 (पोस्ट-डॉक्टरल श्रेणी)

बिवुदत्ता मिश्रा

अध्येता, गणित और अनुप्रयोग संस्थान, यूके.

अनिरुद्ध प्रधान

परमाणु और कण भौतिकी में मेंडेली साइंटिफिक आर्गनाइजेशन (स्टैनफोर्ड विश्वविद्यालय, यू.एस.ए.) 2020 द्वारा किए गए सर्वेक्षण पर आधारित दुनिया के सर्वश्रेष्ठ 2% वैज्ञानिक में स्थान (i) विश्व में 3014 वें स्थान (ii) भारत में 56 वें स्थान पर स्थित हैं।



फारूख रहमान

न्यूक्लियर और कण भौतिकी में मेंडेली साइंटिफिक आर्गनाइजेशन (स्टैनफोर्ड विश्वविद्यालय, यू.एस.ए.) 2020 द्वारा किए गए सर्वेक्षण पर आधारित दुनिया के सर्वश्रेष्ठ 2% वैज्ञानिक में स्थान प्राप्त किया।

उमेश के. शर्मा

युवा वैज्ञानिक, फोरम फॉर इंटरडिसिप्लिनरी रिसर्च इन मैथमैटिकल साइंसेज, 2020.

मुरली एम. वर्मा

अभ्यागत वैज्ञानिक, सैधान्तिकी विभाग, CERN

निम्नलिखित के लिए आईएयु के भीतर सदस्यता संबद्धता: विभाग सी: शिक्षा, आउटरीच और हेरिटेज, विभाग डी: उच्च उर्जा घटना और मूलभूत भौतिकी; विभाग जे: अकाशगंगा और ब्रह्मांड विज्ञान; कमीशन कमीशन सी1: खगोलविज्ञान शिक्षा एवं विकास; कमीशन सी2: जनता के साथ खगोल विज्ञान संचारण; कमीशन सी4: विश्व विरासत और खगोलविज्ञान; कमीशन डी1: गुरुत्वीय तरंग खगोल भौतिकी; इंटर कमीशन C1-C3-C4 कार्यकारी समूह: संस्कृति में पुरातत्व खगोल विज्ञान और खगोल विज्ञान और विभाग डी कार्यकारी समूह: सूपर्नोव



भौतिकी विभाग, कूच बिहार पंचानन बर्मा विश्वविद्यालय, कूच बिहार (संयोजक-रंजन शर्मा)

अनुसंधान के क्षेत्र

- सैद्धांतिक खगोल भौतिकी एवं ब्रम्हांडिकी
- गुरुत्वीय भौतिकी

वर्तमान में दो संकाय सदस्य एवं दस अनुसंधान विद्वान खगोल भौतिकी एवं ब्रम्हांडिकी के कई सामयिक मुद्दों की सैद्धांतिक जाँच करने में लगे हुए हैं। यह बात उल्लेखनीय है कि विभाग के वर्तमान स्नातकोत्तर पाठ्यक्रम में सामान्य सापेक्षता पाठ्यक्रम (2.5 क्रेडिट) को वैकल्पिक प्रश्नपत्रों में से एक के रूप में शामिल किया गया है। विभाग अपने चौथे सेमिस्टर के पीजी छात्रों को विशेष पेपर के रूप में खगोल भौतिकी एवं ब्रम्हांडिकी (15 क्रेडिट) पाठ्यक्रम भी प्रदान करता है। कनक साहा (आयुका) को सीबीपीबीयू (CBPBU) के भौतिकी विभाग, आईकाई में, अभ्यागत आचार्य के रूप में नियुक्त किया गया है और वे खगोल भौतिकी एवं ब्रम्हांडिकी पाठ्यक्रमों पर व्याख्यान दे रहे हैं।

आईकाई सुविधाओं का उपयोग करनेवाले प्रकाशन

- सुंथरालिंगम थिरुक्कानेश, रंजन शर्मा और श्याम दास (2020) मॉडल ऑफ स्टैटिक स्फिरिकली सिमेट्रिक अंनिसोट्रोपिक फ्ल्यूइड डिस्ट्रिब्यूशन इन पॅराबोलॉयडल स्पेस टाइम अडमिटिंग ए पॉलिट्रोपिक इक्वीशन ऑफ स्टेट, EPJP, 135, 629.
- श्याम दास, रंजन शर्मा, कौशिक चक्रबोर्ती, एवं लिपिबास्की (2020) अंनिसोट्रोपिक कॉम्पेक्ट स्टेलर मॉडल ऑफ एम्बेडिंग क्लास-I सॉटिसफाइंग करमरकर्स कंडिशन इन वैद्य एंव टिकेकर स्फिरॉइडल जीओमेट्री, GReGr, 52, 101.
- कलिकुड्डी कोमतिराज, एवं रंजन शर्मा (2020) इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक एंड अंनिसोट्रोपिक जनरलाइजेशन ऑफ ए प्लीथोरा ऑफ वेल-नोन सोल्यूशन्स डिस्क्राइबिंग रिलेटिविस्टिक कॉम्पेक्ट ऑब्जेक्ट्स, Ap&SS, 365, 181.
- कलिकुड्डी कोमतिराज, एवं रंजन शर्मा (2020) एक्ज़ॉट सोल्यूशन फॉर अंनिसोट्रोपिक स्टार अंडमिटिंग द MIT बैंग मॉडल इक्वीशन ऑफ स्टेट, J. Sci.-FAS-SEUSL, 01(01), 22 [ISSN:2738-2184].
- कौशिक बी. गोस्वामी, अर्निबन साहा, एवं प्रदिप के. चट्टोपाध्याय (2020) न्यू क्लास ऑफ रिलेटिविस्टिक अंनिसोट्रोपिक स्ट्रेंज स्टार इन वैद्य-टिकेकर मॉडल, Ap&SS, 365, 141.
- रंजन शर्मा, नरेश के. दधिच, श्याम दास एवं सुनिल डी. महाराज (2021) अंनिसोट्रोपिक एक्सटेन्शन ऑफ द स्क्वार्जचाइल्ड इंटेरियर सोल्यूशन एंड द करसपॉइंडिंग बुचदहल लिमिट, EPJC, 81, 79.



- श्याम दास, बिकाश सी. पॉल, एवं रंजन शर्मा (2021) ग्रैविटेशनल कोलैप्स ऑफ अॅनिसोट्रोपिक स्टार्स, InJPh[arXiv: 2012.14084].
- कलिकुड्डी कोमतिराज, एवं रंजन शर्मा (2021) जनरेटिंग न्यू क्लास ऑफ एक्झॅट सोल्यूशन्स टू द आइनस्टाइन-मॅक्सवेल सिस्टम, EPJP, 136, 352..
- कुणाल लाबर, अमित शंकर, महेश राम, अमेल लॉरेफ, एवं रंजन शर्मा (2021) नॉवल हाफ-मेटॅलिसिटी इन Y- टाइप इक्वायटोमिक क्वाटरनरी ह्यूसलर $\text{Amcm}^{\circ}\text{BgXFeCrAl}$ (X = Rh, Pd, and Pt), JPCS, 156, 110119.

आऊटरीच कार्यक्रम

- रंजन शर्मा, और प्रदिप के. चट्टोपाध्याय ने 8 जुलाई 2020 को पश्चिम बंगाल के अलीपुरद्वार कॉलेज के भौतिकी विभाग द्वारा आयोजित अधिकारिक रूप से अनुमति प्राप्त विषय 'प्लाज्मा विज्ञान और खगोल भौतिकी में अभिनव तरक्की' के अंतरराष्ट्रीय वेबिनार में आमंत्रित वक्ताओं के रूप में सहभाग लिया।
- प्रदिप के. चट्टोपाध्याय ने प्राग, चेक गणराज्य में 25 अगस्त 2020 को ऑनलाइन आयोजित उच्च ऊर्जा भौतिकी 2020 विषय पर 40वें अंतरराष्ट्रीय सम्मेलन में भाग लिया और भाषण दिया।



भौतिकी और खगोल भौतिकी विभाग, दिल्ली विश्वविद्यालय (संयोजक- टी.आर.शेषाद्रि)

अनुसंधान के क्षेत्र

- खगोलभौतिकीय एवं ब्रम्हांड संबंधी चुंबकीय क्षेत्र
- तेज रेडियो प्रस्फोट (Fast Radio Bursts)
- गुरुत्वाकर्षण के संशोधित सिद्धांत और उनके ब्रम्हांड संबंधी निहितार्थ
- बाद के समय में ब्रम्हांड का त्वरण
- मध्य हिमालय के वायुमंडल में कार्बनमय वायुवाहित कणों का अध्ययन

एक गैर-मानक बैरियोन डार्क मैटर की पारस्परिक क्रिया के संयुक्त प्रभाव की जाँच की गई है। यह दिखाया गया है कि सीएमबी के वाई-पैरामीटर को इन दोनों प्रभावों की उपस्थिति में महत्वपूर्ण ढंग से बढ़ाया जा सकता है। (अरुण के. पांड्ये, सुनिल मलिक, एवं टी.आर. शेषाद्रि)

वीएलए के लिए अवलोकनात्मक प्रस्ताव के माध्यम से जो डेटा प्राप्त किया गया, क्लस्टर चुंबकीय क्षेत्रों के अध्ययन करने के लिए जारी रखा जा रहा है। (सुनिल मलिक, वेंकटेश रामकृष्णन, ऋतु काले, हम चांद, बिदिशा बंडोपाध्याय, एवं टी.आर.शेषाद्रि)

यह दिखाया गया है कि कुंडलिनी चुंबकीय क्षेत्रों की उपस्थिति के कारण बैरियोन तापमान का एवं आयनन अंश का विकास संशोधित हो जाता है। बदले में ये सीएमबी तापमान और ध्रुवीकरण विषमदैशिकता में संशोधन की ओर ले जाते हैं (संध्या जगन्नाथन, रामकिशोर शर्मा, एवं टी.आर. शेषाद्रि)।

आकाशगंगा के मापदंडों और ब्रह्मांडीय वक्रता को बाधित करने के लिए, 161 गांगेय (galactic) स्केल मजबूत लेंसिंग सिस्टम के हाल ही में संकलित डेटाबेस से दूरी अनुपात डेटा का उपयोग एक विस्तारित शक्ति-नियम के रूप में किया गया है। इसके अलावा, समय-विलंब माप और दूरी योग नियम का उपयोग करते हुए वक्रता मापदंडों पर प्रतिबंध लगाए गए हैं (दर्शन कुमार, दीपक जैन, शोभित महाजन, अमिताभ मुखर्जी, एवं निशा रानी)।

विभिन्न श्रेणियों से संबंधित एफआरबी (FRBs) के साथ जुड़ी हुई विभिन्न भौतिक मात्राओं के बीच के सहसंबंधों का अध्ययन करने के लिए क्रमबद्ध सांख्यिकीय विश्लेषण किया गया है (निधि सैनि, एवं पेट्रिक डी.गुप्ता)

ब्रह्मांड के त्वरित विस्तार को दिखाने के लिए एफ (आर) मॉडल की संभावना की जाँच की जा रही है। विशेष रूप से, ऐसे मॉडलों का उपयोग करके बाउन्स के साथ ब्रह्मांड विज्ञान की पीढ़ी का अध्ययन किया जा रहा है (मनजीत कौर, देबज्योती चौधुरी, और टी.आर.शेषाद्रि)।



वायुमंडल में प्रकाश से ब्लैक कार्बन एरोसॉल सांद्रता का मास अवशोषण क्रॉस-सेक्शन (मैक) एक महत्वपूर्ण पैरामीटर है। स्थान विशिष्ट मैक मूल्य का उपयोग करने के महत्व की जाँच की गई है और यह देखा गया है कि अन्यथा वातावरण में विकिरण बल में 24 प्रतिशत तक की त्रुटि हो सकती है।

व्याख्यान/वार्ता

अनु क्र.	तारीख	वक्ता	संबंधन	शीर्षक
1	27-04-2020	सुप्रित सिंह	यूएनबी, कनाडा, और आईआईटी, दिल्ली	अबाऊट प्रोसेसस-नैचुरल एंड आर्टिफिशियल
2	28-04-2020	राहुल शर्मा	दिल्ली विश्वविद्यालय	द एनर्जी स्पेक्ट्रम ऑफ न्यूट्रॉन स्टार एक्स-रे बाइनरीज
3	04-05-2020	अर्पण दास		एमयूएसई-इंगसुपरमैसिव ब्लैक होल्स इन न्यूक्लियर स्टार क्लस्टर
4	11-05-2020	सुनिल मलिक	दिल्ली विश्वविद्यालय	प्रोबिंग मैग्नेटिक फिल्ड्स इन हाई-गैलेक्सीज यूजिंग रोटेशन मेजर ऑफ क्रासार्स
5	12-05-2020	शंतनु रस्तोगी	डीडीयू गोरखपुर विश्वविद्यालय	मोलिक्युलर ऐस्ट्रोफिज़िक्स
6	18-05-2020	पारुल जनगल	आईआईटी, इंदौर	सब-पल्स ड्रिफ्टिंग इन पल्सर्स
7	19-05-2020	दीपक टी. नायर	क्षेत्रीय जैव प्रौद्योगिकी केंद्र, फरीदाबाद	अन ओवरव्यू ऑफ द कोविड-19 पैडेमिक
8	25-05-2020	प्रांजल त्रिवेदी	हैम्बर्ग विश्वविद्यालय, जर्मनी	प्राइमर्डियल मैग्नेटिक फिल्ड्स एंड द अल्टी यूनिवर्स डाइनेमो
9	26-05-2020	निस्सिम कानेकर	एनसीआरए, पुणे	कोल्ड गैस अट हाई रेडशिफ्ट्स



10	01-06-2020	सपना मिश्रा	एआरआईएस, नैनिताल	ए डिटेल्ड स्टडी ऑफ ब्रॉड अब्जॉर्प्शन लाईन क्रासार्स
11	08-06-2020	राया	एआरआईएस, नैनिताल	द पॉसिबल असोसिएशन बिटविन फास्ट रेडियो बस्टर्स एंड सुपर लुमिनस सुपरनोवाय
12	09-06-2020	सलोनी दीपक	दिल्ली विश्वविद्यालय	मैग्नेटिक फिल्ड ऑफ द मिलकी वे फ्रॉम फाराडे रोटेशन ऑफ पल्सर सिग्नल्स
13	15-06-2020	अदिती अग्रवाल	आरआरआई, बँगलुरु	ब्लेजर्स थु मल्टी-वेवलेन्थ आईज
14	16-06-2020	दीपांकर बॅनर्जी	एआरआईएस, नैनिताल	लॉन्ग टर्म स्टडी ऑफ द सन यूजिंग कोडाईकनाल डिजिटाइज्ड आर्चिव
15	21-06-2020	सुब्रमणियन अन्नपुर्णी	आईआईए, बँगलुरु	यूवीआईटी एंड बिऑन्ड I : ब्ल्यू स्ट्रगलर स्टार्स- अंडस्टैंडिंग देअर फॉर्मेशन यूजिंग यूवीआईटी
16	29-06-2020	बुद्धचंद्र खुंद्रकपम	मैकगिल विश्वविद्यालय, कनाडा	अंडस्टैंडिंग ब्रेन डेवलपमेंट: इम्प्लीकेशनस फॉर न्युरो-डेवलमेंटल डिसऑर्डर्स
17	06-07-2020	रामकिशोर शर्मा	आयुका	इन्फ्लेशनरी मैग्नेटोजेनेसिस
18	14-07-2020	एन. पंचपकेसान	पूर्व में दिल्ली विश्वविद्यालय से	सम रिसेंट न्यूज इन अस्ट्रोफिज़िक्स एंड कॉस्मोलजी
19	20-07-2020	अक्षय राणा	दिल्ली विश्वविद्यालय	स्टैटिस्टिकल इन्वेस्टिगेशन ऑफ कॉस्मोलजीकल असम्पन्ज एंड आउटकम्स
20	26-07-2020	शलभ गौतम	आयुका	द हाईपर बोलाइडल न्यूमेरिकल इव्होल्यूशन ऑफ ए गुड-बैंड-अग्ली वेव इन्क्रेशन



21	04-08-2020	प्रियांका जालान	एआरआईईएस, नैनिताल	प्रोबिंग द इन्वाइरमेंट ऑफ हाई- क्रासार्स यूजिंग द प्रॉक्सिमिटी इफेक्ट इन प्रोजेक्टेड क्रासार पेअर्स
22	10-08-2020	विदुषी शर्मा	आयुका	प्रोबिंग द इमिशन मेकेनिज्म ऑफ गामा-रे बस्टर्स
23	24-08-2020	प्रियांका श्रीवास्तव	एआरआईईएस, नैनिताल	टाइनी कार्बन बॉम्ब्स इन द अॅटमोस्फियर: अॅन इनसाइट इनटू द वर्ल्ड ऑफ कार्बोनेसियस ऐरोसॉल
24	31-08-2020	अनुष्का कपाटिया	आईआईए, बेंगलुरु	प्रोस्पेक्ट्स ऑफ कन्स्ट्रेंनिंग द इपोक ऑफ रियायोजनाइजेशन यूजिंग मॉर्फोलॉजिकल डिस्क्रीप्टर्स
25	07-09-2020	प्रियांका जालान	एआरआईईएस, नैनिताल	क्रासार साइटलाइट्स: मोर द मेरिअर!
26	14-09-2020	प्रिया गोयल	आईआईए, बेंगलुरु	विक ग्रेविटेशनल लेन्सिंग इफेक्ट्स ऑन द सीएमबी
27	21-09-2020	समुद्रजित थापा	पॉट्सडैम विश्वविद्यालय, जर्मनी	डिसायफिरिंग डिफ्यूशन यूजिंग बायेसियन इन्फेरन्स एंड लार्ज डीवीएशन थेअरी
28	29-09-2020	अभिषेक पासवान	आयुका	द डिटेक्शन लीमन कन्टिन्यूअम एमिटर्स विथ यूवीआईटी अॅस्ट्रोसॅट एंड अदर यूवी सॅटेलाइट्स
29	05-10-2020	निधि साईनी	दिल्ली विश्वविद्यालय	फास्ट रेडियो बस्टर्स एंड देअर मिस्ट्रीज
30	06-10-2020	जसजती बागला	आईआईएसईआर, मोहाली	एटोमिक हाइड्रोजन कंटेन्ट ऑफ गैलेक्सीज अॅट हाई रेडशिफ्ट्स
31	13-10-2020	पी. श्रीकुमार	इस्रो, बेंगलुरु	ऑप्टिचुनिटी इन स्पेस अॅस्ट्रोनोमी रिसर्च



32	19-10-2020	प्रेमा राणा	आईआईए, बँगलुरु	ए जिओमेट्रिक ओरिजिन फॉर टेम्पोरल प्रॉपर्टीज ऑफ ब्लैक होल सिस्टम्स
33	27-01-2021	अमित सेठ	ऑस्ट्रेलियन नैशनल यूनिवर्सिटी	मैग्नेटिक फिल्ड्स इन इलिप्टिकल गैलेक्सीज
34	10-03-2021	ए. गोपाकुमार	टीआईएफआर, मुंबई	ब्लेजर OJ287 एंड इट्स नैनो- Hertz GW इमिटिंग मैसिव BH बाइनरी सेंट्रल इंजिन
35	24-03-2021	आनंद सेनगुप्ता	आईआईटी, गांधीनगर	अनविलिंग द स्पेक्ट्रम ऑफ इन्स्पायरलिंग बाइनरी ब्लैक होल्स

आईकार्ड सुविधाओं का उपयोग करनेवाले प्रकाशन

- दर्शन कुमार, दीपक जैन, शोभित महाजन, अमिताभ मुखर्जी, एवं निशा राणी (2021) कन्स्ट्रैनिंग कॉस्मोलोजिकल एंड गैलेक्सी पैरामीटर्स यूजिंग स्ट्रॉन्ग ग्रेविटेशनल लेन्सिंग सिस्टम्स, PhRvD, 103, 063511.
- अरुण के. पांड्ये, सुनिल मलिक, एवं टी.आर. शेषाद्री (2021) इम्प्लिकेशन ऑफ बैरॉन-डार्क मैटर इंटरैक्शन ऑन आईजीएम टेम्प्रेचर एंडीङ्ग इफेक्ट विथ मैग्नेटिक फिल्ड, MNRAS, 500, 643.
- संध्या जगन्नाथन, रामकिशोर शर्मा एवं टी.आर. शेषाद्री (2021) इम्प्रिंट्स ऑफ द पोस्ट-रिकॉम्बिनेशन डिसिपेशन ऑफ हेलिकल मैग्नेटिक फिल्ड ऑन द कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड रेडिएशन, IJMPD, 30, 2050122.



भौतिकी विभाग, डीडीयू गोरखपुर विश्वविद्यालय (संयोजक: शंतनु रस्तोगी)

अनुसंधान के क्षेत्र

- सितारों का अवरक्त (इन्फ्रारेड) अवलोकन
- परितारकीय (सर्कमस्टेलर) एवं अंतरतारकीय (इंटरस्टेलर) माध्यम
- खगोल भौतिकीय महत्त्व होनेवाले अणु
- स्टार क्लस्टर
- वायुमंडलीय वायुवाहित कण
- ग्रहीय वातावरण में गैसों का पता लगाना

सदस्यों ने (अमित पाठक, बीएचयू एवं शंतनु रस्तोगी, डीडीयूजीयू) खगोल भौतिकीय मध्य अवरक्त उत्सर्जन विशेषताओं एवं संभाव्य वाहक पॉलिसाइक्लिक एरोमैटिक हाइड्रोकार्बन (PAH) अणुओं के विभिन्न पहलुओं का अध्ययन किया है। देवस्थल ऑप्टिकल टेलीस्कोप, एआरआईईएस, नैनिताल (शंतनु रस्तोगी एवं ब्रिजेश कुमार, एआरआईईएस, नैनिताल) का उपयोग करके लेट टाईप स्टार का नजदीकी से अवरक्त (नीअर-आईआर) अवलोकन किया जाता है। आंतरतारकीय माध्यम में प्री-बायोटिक अणुओं के निर्माण के लिए रासायनिक मार्गों का सैद्धांतिक अध्ययन किया जा रहा है (अल्का मिश्रा, एलयू)। एस्ट्रोसैट के अवलोकनों के विश्लेषण के लिए संख्यात्मक कोड विकसित किए गए हैं (संजय पाण्डेय, एलबीएस (पीजी) कॉलेज, गोंडा)। गोरखपुर में वायुमंडलीय वायुवाहित कणों पर निरंतर ध्यान दिया जा रहा है (शंतनु रस्तोगी)।

औपचारिक वार्तालाप/ व्याख्यान (ऑनलाइन)

- शंतनु रस्तोगी द्वारा मोलिक्युलर ऐस्ट्रोफिज़िक्स पर वार्तालाप, 12 मई 2020 (आईकार्ड, दिल्ली के सहयोग से)
- अजित केंभवी द्वारा ब्लैक होल्स: द 2020 नोबल प्राइज इन फिज़िक्स, पर विशेष व्याख्यान, 23 अक्टूबर 2020

आईकार्ड सुविधाओं का उपयोग करनेवाले प्रकाशन

- गौरी देवी, मृदुस्मिता बुरागोहाईना, एवं अमित पाठक (2020) डीएफटी स्टडी ऑफ फाइव मेंमबर्ड रिंग PAHs, P&SS, 183, 104593.



- राहुल के. आनंद, शंतनु रस्तोगी, ब्रिजेश कुमार, अर्पण घोष, सौरभ शर्मा, और अन्य (2020) डिटेक्शन ऑफ PAH एंड nbL फीचर्स इन प्लैनेटरी नेब्युल NGC 7027 and BD +30° 3639 विथ TIRCAM2 इन्स्ट्रुमेंट ऑन 3.6 m DOT, JApA, 41, 27.
- राहुल के. सिंह, पूनम टंडन, अल्का मिश्रा, शिवानी, मनिषा यादव, और अन्य (2021) क्वांटम केमिकल स्टडी ऑन द फार्मेशन ऑफ आइसोप्रोपल साइनाइड एंड इट्स लीनिअर आइसोमर इन द इंटरस्टेलर मीडियम, IJAsB, 20(1), 62.
- मुकुंद एम. गोगई, एस. सुरेश कुमार, बी.एस.अरुण, के. कृष्ण मुर्ति,..... शंतनु रस्तोगी, और अन्य (2021) रिसर्चिंग ऐम्बीअन्ट इउ कॉन्स्ट्रेंशन अक्रॉस द इंडियन रिजन टू द नेशन-वाइड लॉकडाउन: रिजल्ट्स फ्रॉम द ARFINET मेजरमेंट्स ऑफ ISRO-GBP, CSci, 120, 341.

आउटरीच कार्यक्रम

- संजय के. पांड्ये (हिंदी में अनुवाद, लाइगो विज्ञान का अधिकारिक सारांश
<https://www.ligo.org/science/Publication-O3aCatalog/translations/science-summary-hindi.pdf>, पर
एवं <https://www.ligo.org/science/outreach.php>. पर भी उपलब्ध)
- 21 जून 2020 को डीडीयूजीयू में ऐन्यलर सोलर इक्लिप्स को देखने का आयोजन किया गया। ग्रहण को फिल्टर, टेलीस्कोप, रिफ्लेक्टिंग पिन-होल कैमेरा आदि के माध्यम से देखा गया।



भौतिकी विभाग, गुरुकुल काँगड़ी विश्वविद्यालय, हरिद्वार (संयोजक: हेमवती नंदन)

अनुसंधान के क्षेत्र

- शास्त्रीय गुरुत्वाकर्षण
- ब्रम्हांडिकी

बानाडोस, सिल्क एवं वेस्ट (BSW) परिदृश्य की संकल्पना के अनुसार, गोलाकार रूप से सममिति ब्लैक होल के क्षितिज के पास टकराने वाले विभिन्न ऊर्जाओं वाले दो कणों की भौतिकी का अन्वेषण किया गया है। आश्चर्यजनक रूप से हमने यह भी देखा है कि यदि कोई भूमितिक गति के मापदंडों को ठीक करता है तो एक स्थिर गोलाकार सममिति (जैसे कि श्वार्जस्चिल्ड) ब्लैक होल के लिए भी, ब्लैक होल के क्षितिज के पास टकराने वाले दो परीक्षण कणों से द्रव्यमान ऊर्जा का एक मनमाने ढंग से उच्च केंद्र प्राप्त करना संभव है।

आवेशित विकिरणित अक्षीय सममितीय ब्लैक होल के संदर्भ में क्षितिज एवं ऊष्मागतिकी के गुरुत्वाकर्षण गतिकी के बीच के संबंध का विस्तार से अध्ययन किया गया है, और यह देखा गया है कि आभासी क्षितिज के पास आइन्स्टाइन क्षेत्र के समीकरणों की व्याख्या ऊष्मागतिकी के नियमों के रूप में की जा सकती है।

व्याख्यान

- अरविंद रानडे द्वारा आदित्य मिशन, भारत सरकार, (विज्ञान प्रसार, नई दिल्ली).
- टी.आर. शेषाद्री द्वारा द फिज़िक्स ऑफ स्टार्स, (दिल्ली विश्वविद्यालय)
- पेट्रिक डी. गुप्ता द्वारा द अल्टिमेट कॉस्मिक चक्रव्यूह: ब्लैक होल्स, (दिल्ली विश्वविद्यालय)
- पद्मश्री प्रोफेसर एच.सी.वर्मा द्वारा, ग्रेविटेशनल इंटरैक्शन इन डेली लाइफ सिचूएशन्स, (पूर्व में आईआईटी, कानपुर से)
- एम. सामी द्वारा रिसेंट डिस्कवरी इन ग्रेविटी एंड कॉस्मोलजी, (सीटीपी, जेएमआई, नई दिल्ली)

आईकार्ड सुविधाओं का उपयोग करनेवाले प्रकाशन

- इव्हा हैकमैन, हेमवती नंदन, एवं पंकज शेरॉन (2020) पार्टिकल कोलिजन्स निअर स्टेटिक स्फिरिकली सिमेट्रिक ब्लैक होल्स, PhLB, 810, 135850.



- ऊमा पाप्नोई, एवं सुशांत जी. घोष (2020) थर्मोडाइनेमिक्स फ्रॉम फ़िल्ड इक्विशन्स फॉर चार्ज्ड रोटेटिंग ब्लैक होल निअर होरिजोन, IJMPA 35(19), 2050092.

पुरस्कार/ गौरव/ सम्मान/

हेमवती नंदन को 24 जून 2020 से अगले तीन वर्षों के लिए भौतिक एवं पदार्थ विज्ञान स्कूल, हिमाचल प्रदेश केंद्रीय विश्वविद्यालय के बोर्ड सदस्य के रूप में नियुक्त किया गया है।



भौतिकी विभाग, कोचीन विज्ञान और प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, कोची

(संयोजक: टिटस के. मैथ्यू, एवं सह-संयोजक- चार्ल्स जोस)

अनुसंधान के क्षेत्र

- डार्क एनर्जी मॉडल्स
- आकस्मिक गुरुत्वाकर्षण प्रतिमान
- ब्रह्मांडसंबंधी संरचना निर्माण

होलोग्राफिक रिक्की डार्क एनर्जी का डार्क मैटर के साथ अपनी पारस्परिकक्रिया के माध्यम से विकसित होना, क्रियाशीलनिर्वात ऊर्जा मॉडल के लिए एक प्राकृतिक विकल्प है। हमने एसएनआईए (SNIa), सीएमबी (CMB), बीएओ (BAO) एवं हबल डेटा सेट्स के प्रकाश में बायेसियन इन्फेरन्स विधि का उपयोग करके इस मॉडल के दो संस्करणों के सापेक्ष महत्व का विश्लेषण किया है। पहला, मॉडल 1 जो रनिंग होलोग्राफिक रिक्की डार्क एनर्जी (rhrde) है, जिसके घनत्व के रूप में स्थिर योगात्मक पद है, और दूसरा है, मॉडल 2, जिसमें कोई योगात्मक स्थिरांक नहीं है, इसके बजाय डार्क मैटर के साथ हीवश की पारस्परिकक्रिया को फेनोमेनोलॉजिकल कपलिंग टर्म के माध्यम से देखा जाता है। मानक Λ CDM की तुलना में इन मॉडलों का बेयस कारक चार अलग-अलग डेटा संयोजनों के लिए प्रत्येक मॉडल की संभावना की गणना करके प्राप्त किया गया है, SNIa (307)+CMB+BAO, SNIa (307)+CMB+BAO+Hubble data, SNIa (580)+CMB+BAO, and SNIa (580)+CMB+BAO+Hubble data। दोनों मामलों में संभावना की गणना के लिए मॉडल मापदंडों के लिए उपयुक्त फ्लैट प्राइअर्सको माना गया है। हमारे विश्लेषण से पता चलता है कि जेफ्रीस स्केल के अनुसार, दोनों के बजाय Λ CDM के समर्थन में बहुत पुष्ट प्रमाण है, क्योंकि दोनों मॉडलों के बेज कारक सभी डेटा संयोजनों के लिए एक से काफी कम है।

ब्रह्मांड के विशेष विस्तार को होलोग्राफिक समविभाजन को संतुष्ट करने की प्रवृत्ति के रूप में वर्णित किया जा सकता है, जो अनिवार्य रूप से डार्क एनर्जी की उपस्थिति की माँग करता है। हम यह पता लगाते हैं कि क्या पद्मनाभन द्वारा प्रस्तावित यह अनूठा विचार डार्क एनर्जी की प्रकृति में कोई अतिरिक्त अंतर्दृष्टि देता है। विशेष रूप से हम स्थिति प्राचल, ω के समीकरण पर उद्भव के नियम द्वारा लगाए गए व्यवरोधों को प्राप्त करते हैं। हम ω पर प्राप्त व्यवरोधों के लिए ऊष्मा गतिकी प्रेरणा भी प्राप्त करते हैं। इसके अलावा, हम उद्भव के नियम के माध्यम से एक गतिशील डार्क एनर्जी मॉडल का वर्णन करने की व्यवहार्यता को स्पष्ट रूप से साबित करते हैं। दिलचस्प बात यह है कि होलोग्राफिक समविभाजन और एंट्रॉपी अधिकतमकरण ये दोनों ही शुद्ध ब्रह्मांड संबंधी स्थिरांक के बजाय $\omega \geq -1$ के साथ उपगामी डी सिटर ब्रह्मांड की माँग करते हैं।

संरचना निर्माण यह ब्रह्मांड विज्ञान में अभी भी अनुसंधान का एक सक्रिय क्षेत्र है और इस क्षेत्र में काफी प्रगति हुई है।

आईकार्ड सुविधाओं का उपयोग करनेवाले प्रकाशन

- पी.बी.कृष्णा, एवं टिटस के. मैथ्यू (2020) डज होलोग्राफिक इक्वीपार्टिशन डिमांड ए प्युअर कॉस्मोलोजिकल कान्सटन्ट?, MPLA, 35(40), 2050334.



आऊटरीच कार्यक्रम

आईकार्ड (ICARD) ने एक आकाश अवलोकन केंद्र की स्थापना की है जिसमें नए रूप से 10 इंच की खगोलीय दूरबीन को स्थापित किया गया है। दूरबीन में एक स्वचलित ट्रैकिंग प्रणाली है। सीयूएसएटी से आए छात्र एवं केरल से आए छात्र और आम जनता भी रात में आकाश को देखने और अध्ययन करने के लिए इस नई अधिग्रहीत सुविधा का उपयोग करने में सक्षम रही।



भौतिकी विभाग, कालिकत विश्वविद्यालय, कोझीकोड (संयोजक: सी.डी. रविकुमार)

अनुसंधान के क्षेत्र

- आकाशगंगा निर्माण एवं विकास
- सघन पिंड

संगोष्ठी (ऑनलाइन)

- के. श्रुति द्वारा क्रेन्चिंग ऑफ स्टार फार्मेशन इन नियरबाय फिल्ड अर्ली-टाइप गैलेक्सीज, आयोजित दिनांक 19 अगस्त 2020.
- के.टी. विनोद द्वारा स्टडी ऑफ सेंट्रल इन्टेन्सिटी रेशो इन निअरबाय सेफ़्टर्स गैलेक्सीज, आयोजित दिनांक 26 अगस्त 2020.
- सिता के. जगन द्वारा जेट पावर एस्टीमेशन ऑफ PKS 2155-304 यूजिंग द मिनिमम इमिटेड इलेक्ट्रॉन एनर्जी, आयोजित दिनांक 30 सितंबर 2020.
- सी. बहीजा द्वारा डज रेडिएटिव लॉस डिसाइड द कैरेक्टरिस्टिक इमिशन ऑफ ब्लेजर MKN 421?, आयोजित दिनांक 28 अक्टूबर 2020.
- के.के.हबीब रेहमान, ब्लेजर स्पेक्ट्रल मोडलिंग, आयोजित दिनांक 18 नवंबर 2020.

आईकार्ड सुविधाओं का उपयोग करनेवाले प्रकाशन

- के.टी.रितिका, सी.डी. रविकुमार, एवं विष्णू एम. बन्नूर (2021) हेवी क्रारकोनियम प्रॉपर्टीज अँट फाइनाइट टेम्प्रेचर इन स्ट्रॉन्गली कपल्ड क्वार्क ग्लुओन प्लाज्मा, FBS, 62(1), 10 [doi:10.1007/s00601-021-01592-6].
- के.श्रुति, एवं सी.डी.कुमार (2021) स्टडी ऑफ सेंट्रल इन्टेन्सिटी रेशो ऑफ अर्ली-टाइप गैलेक्सीज फ्रॉम लो-डेनसिटी इन्वाइरमेंट, MNRAS, 500, 1343 [doi:10.1093/mnras/staa3334].



भौतिक विज्ञान स्कूल, स्वामी रामानंद तीर्थ मराठवाड़ा विश्वविद्यालय, नांदेड (संयोजक: माधव के.पाटील)

अनुसंधान के क्षेत्र

- आकाशगंगा क्लस्टर में एजीएन फील्ड्स
- टाइप 1 एजीएन (AGNs) से सॉफ्ट एक्स-रे अधि उत्सर्जन
- एजीएन (AGNs) की एक्स-रे बनाम ऑप्टिकल/यूवी परिवर्तनशीलता के बीच संबंध
- एक्स-रे द्विआधारी स्रोत (XRBs)
- प्रारंभिक आकाशगंगाओं में धूल का विलोपन एवं मल्टीफेज़ ISM

एसआरटीएमयूके अनुसंधानकर्ता कोष के वित्तकार्य का मापन करके आईसीएम में रेडियो जेट्स द्वारा अंतःक्षिप्त की गई शक्ति की जाँच एवं मात्रा निर्धारित करने में शामिल हैं, और रेडियो जेट का अध्ययन करके उस मात्रा के साथ उनके संतुलन की जाँच कर रहे हैं। इस अध्ययन में चंद्रा एक्स-रे टेलीस्कोप से उच्च विभेदन एवं एक्स-रे डेटा EduGMRT का उपयोग करके प्राप्त बहु-आवृत्ति रेडियो डेटा का विश्लेषण शामिल है। इस अध्ययन में सहयोगी सोमक रायचौधुरी (आयुका), धरम वी.लाल (जीएमआरटी), ईश्वर चंद्रा (एनसीआरए), एवं सचिंद्र नाईक (पीआएल) हैं।

चंद्रा तथा एक्सएमएम-न्यूटन जैसी सर्वाधिक उन्नत अवलोकन सुविधाओं की सहायता से किए गए क्रमबद्ध अध्ययन से यह ज्ञात हुआ है कि मंद अधि-उत्सर्जन, उत्सर्जन/अवशोषण का मिश्रण न होकर अपितु एक सहज सातत्य घटक है।

जाहिर सी बात है कि डिस्क एवं कोरोना उत्सर्जन के बीच युग्मन जरूर होना चाहिए। एसआरटीएमयू के अनुसंधानकर्ता, रंजीव मिश्रा एवं गुलाब सी. देवांगन (दोनों ही आयुका से) के साथ, एस्ट्रोसैट, एक्सएमएम-न्यूटन एवं स्विफ्ट जैसे अंतरिक्ष-जनित दूरबीनों के ऑप्टिकल/यूवी और एक्स-रे तरंग दैर्घ्य में एकसाथ अवलोकन क्षमताओं का उपयोग करके एजीएन के अन्तःपट्टिका (inter-band) परिवर्तनशीलता गुणों की जाँच करने में शामिल हैं।

आईकार्ड- एसआरटीएमयू तारा बनानेवाली आकाशगंगाओं में एक्सआरबीजनसंख्या के अध्ययन में शामिल है। यह अध्ययन एस्ट्रोसैट के एलएएक्सपीसी ऑनबोर्ड का उपयोग करके प्राप्त हुए डेटा पर आधारित है, और इसे रंजीव मिश्रा एवं गुलाब सी. देवांगन के सहयोग से किया जाता है।

स्कूल, एस के पांड्ये (पीआरएसयू, रायपुर) के सहयोग से प्रारंभिक प्रकार की आकाशगंगाओं में मल्टीफेज़ आईएसएम के अध्ययन में भी शामिल है। यह अध्ययन विभिन्न वातावरणों से चुनी गई प्रारंभिक प्रकार की आकाशगंगाओं के बहु-आवृत्ति अवलोकनों पर आधारित है।



आईकार्ड सुविधाओं का उपयोग करनेवाले प्रकाशन

- निलकंठ डी. वागशेटी, सचिंद्र नाईक, नीरज कुमारी, एवं माधव के. पाटील (2021) इमेजिंग एंड फोटोमेट्रिक स्टडीज ऑफ NGC 1316 (Fornax A) यूजिंग AstroSat/UVIT, JApA, 42, 34 [arXiv: 2101.05190].

आऊटरीच कार्यक्रम

माधव के. पाटील द्वारा सार्वजनिक व्याख्यान

- आंशिक सूर्य ग्रहण के अवसर पर योगेश्वरी महाविद्यालय, अंबेजोगाई द्वारा आयोजित, सोलर इक्लिप्स एंड इट्स इम्प्लिकेशन्स (ऑनलाइन), आयोजित दिनांक 21 जून 2020.
- एसआरटीएमयू विश्वविद्यालय एवं एनएसबी साइन्स कॉलेज, नांदेड द्वारा संयुक्त रूप से आयोजित पूर्व स्नातक छात्रों के लिए एक माह के देशव्यापी राष्ट्रीय विज्ञान छात्र विकास कार्यक्रम के अवसर पर उद्घाटन भाषण, 27 जुलाई- 26 अगस्त 2020 के दौरान आयोजन.
- भौतिक विज्ञान स्कूल, एसआरटीएम विश्वविद्यालय एवं यशवंत महाविद्यालय, नांदेड द्वारा संयुक्त रूप से आयोजित बीएससी तृतीय वर्ष सीबीसीएस पाठ्यचर्या विकास के संशोधन पर कार्यशाला में मुख्य भाषण, आयोजित दिनांक 27 जनवरी 2021.
- एमपीसीएसटी, आईआईटी, इंदौर, एवं आईआईए, बेंगलुरु द्वारा आयोजित आब्जर्वेशनल अस्ट्रानमी में द्वितीय विंटर स्कूल में ऑप्टिकल अस्ट्रानमी-डेटा अनालिसिस, आयोजित दिनांक 8 फरवरी 2021.
- परभणी एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी के राष्ट्रीय विज्ञान दिवस समारोह के भाग के रूप में, ताच्यांचे विश्व- सितारों की दुनिया (मराठी में), आयोजित दिनांक 27 फरवरी 2021.
- शिवाजी साइन्स कॉलेज, बारशी द्वारा आयोजित डीएसटी-स्टार कॉलेज कार्यक्रमों के अंतर्गत, सितारों की दुनिया (ऑनलाइन), आयोजित दिनांक 23 मार्च 2021.



भौतिकी और खगोल भौतिकी में अध्ययन के स्कूल, पं. रविशंकर शुक्ल विश्वविद्यालय, रायपुर (संयोजक: नंद के. चक्रधारी)

अनुसंधान के क्षेत्र

- सुपरनोवा
- एक्स- रे युग्मक (X-ray binary)
- निहारिकायें (Galaxies)
- परिवर्तनीय तारे

सुपरनोवा का यूवी-ऑप्टिकल फोटोमेट्रिक एवं स्पेक्ट्रोस्कोपिक अध्ययन नंद के. चक्रधारी, एवं श्रीतिका तिवारी (प्रबंध कार्य) द्वारा किया जा रहा है। यह अध्ययन जी.सी.अनुपमा, देवेन्द्र के. साहू (दोनों ही आईआईए, बेंगलुरु से) एवं कुंतल मिश्रा (एआरआईईएस, नैनिताल) के सहयोग से किया जा रहा है।

संतोष जोशी (एआरआईईएस, नैनिताल) के सहयोग से रासायनिक रूप से अजीबोगरीब तारों/परिवर्तनीय तारों का अध्ययन किया जा रहा है।

लेंटिक्युलर आकाशगंगाओं के मध्य क्षेत्र का अध्ययन एस.के.पांड्ये, महेंद्र वर्मा (प्रबंध कार्य) एवं सुधांशु बर्वे (आईआईए बेंगलुरु) द्वारा किया जा रहा है।

नंद के. चक्रधारी (i) विशाल ओ-टाइप और डब्ल्यूआर सितारे, भारती अरोरा का जीवन सी. पांड्ये (एआरआईईएस, नैनिताल) के साथ प्रबंध कार्य एवं (ii) जीआरबी का अध्ययन, अंकुर घोष का अमिष ओमर एवं कुंतल मिश्रा (दोनों ही एआरआईईएस, नैनिताल से) के साथ प्रबंध कार्य इन दोनों के सह-पर्यवेक्षण में शामिल हैं।

आऊटरीच कार्यक्रम

आमंत्रित/ सार्वजनिक व्याख्यान

- भौतिकी विभाग, आर्या विद्यापीठ कॉलेज, गुवाहटी द्वारा आयोजित राष्ट्रीय वेबिनार में अन्डस्टैंडिंग द लाइफ ऑफ ए स्टार, आयोजित दिनांक 22 जुलाई 2020



- सेठ फूल चंद अग्रवाल कॉलेज, नवापारा, राजिम द्वारा आयोजित ब्रह्मांड के रहस्यों पर राष्ट्रीय वेबीनार में लूकिंग इन टू स्टार्स जर्नी, आयोजित दिनांक 23 जुलाई 2020.
- हिमालयन चंद्रा टेलीस्कोप बैठक के 20 वर्ष पूरे होने पर, आब्जर्वेशनल स्टडीज ऑफ SNeIa विथ HCT, 29-30 सितंबर 2020 के दौरान आयोजन.
- छत्तीसगढ़ विज्ञान सभा, रायपुर द्वारा आयोजित टाइम, सिजन्स एंड ऐस्ट्रोफिज़िक्स, आयोजित दिनांक 12 दिसंबर 2020.
- बृहस्पति शनि युति के आयोजन की तैयारी हेतु छत्तीसगढ़ विज्ञान सभा, रायपुर द्वारा आयोजित कार्यशाला में, अन्डर्स्टैंडिंग द स्काय एंड हाउ टू आब्ज़र्व, 19-20 दिसंबर 2020 के दौरान आयोजन.
- धामनगांव कॉलेज, अमरावती में कान्स्टलेशन, टाइम एंड सिजन इन ऐस्ट्रोफिज़िक्स, आयोजित दिनांक 23 दिसंबर 2020.
- एएसआई 2021 की बैठक में, पीआरएसयू में, एक्सपेरिमेंटल कोम्पोनन्ट ऑफ अस्ट्रानमी टिचिंग, 18-23 फरवरी 2021 के दौरान आयोजन.

आकाश दर्शन कार्यक्रम

- पार्शल सोलर इक्लिप्स, आयोजित दिनांक 21 जून 2020 (उत्तर भारत में कुंडलाकार).
- ज्युपिटर सैटर्न कन्जंगक्शन, आयोजित दिनांक 21 दिसंबर 2020.

टेलीविजन कार्यक्रम

- पार्शल सोलर इक्लिप्स, आयोजित दिनांक 21 जून 2020.
- ज्युपिटर सैटर्न कन्जंगक्शन के अवसर पर साक्षात्कारों का सीधा प्रसारण किया गया था, आयोजित दिनांक 21 दिसंबर 2020.

पुरस्कार/ गौरव/ सम्मान, आदि

नंद के. चक्रधारी को आईएनएसए अभ्यगत वैज्ञानिक अध्येतावृत्ति 2020-2021 (विस्तारित) के लिए चुना गया है।



भौतिकी विभाग, उत्तरबंगाल विश्वविद्यालय, सिलीगुड़ी (संयोजक: बिकाश सी. पॉल)

अनुसंधान के क्षेत्र

- सापेक्षिक खगोल भौतिकी
- सघन पिंड (Compact Objects)
- एक्स- रे स्रोतों का डेटा विश्लेषण
- पल्सर
- अ-रैखिक गतिकी
- ब्रह्मांडिकी

डेटा सेंटर के कंप्यूटरों का उपयोग विभाग के अनुसंधान विद्वानों एवं काजीरंगा विश्वविद्यालय के छात्रों द्वारा किया जाता है।

संगोष्ठी (ऑनलाइन)

- इंट्रोडक्टरी ऐस्ट्रोफिज़िक्स एंड कॉज़्मॉलजी, आयोजित दिनांक 16 सितंबर 2020.
- सुशांत जी. घोष द्वारा ब्लैक होल शैडो, सीटीपी, जामिया मिल्लिया इस्लामिया, नई दिल्ली, आयोजित दिनांक 23 मार्च 2021.
- रिसेंट एडवान्स्ड इन ऐस्ट्रोफिज़िक्स, 24-25 मार्च 2021 के दौरान आयोजन.

आईकार्ड सुविधाओं का उपयोग करने वाले प्रकाशन

- पार्थ एस. देबनाथ, एंड बिकाश सी. पॉल (2020) आब्ज़र्वेशनल कन्स्ट्रेंट ऑफ़ इमर्जेंट यूनिवर्स $f(R, T)$ इन ग्रेविटी विथ बल्क विस्कसेसिटी, IJGMM, 17, 2050102.



- प्रगति प्रधान, बिस्वजित पॉल, एनरिको बोज़ो, चंद्रेयी मैत्रा एवं बिकाश सी. पॉल (2021) काम्प्रिहेन्सिव ब्रॉडबैंड स्टडी ऑफ अक्रिटिंग न्युट्रोन स्टार्स विथ सुझाकु: इज देअर ए बाय-मोडैलिटी इन द एक्स-रे स्पेक्ट्रम ?, MNRAS, 502(1), 1163.
- अरिंदम साहा, सौविक घोष, अर्निबन चंदा, एवं बिकाश सी. पॉल (2021) रेनी होलोग्राफिक डार्क एनर्जी इन हाईयर डाइमेंशन कॉज़्मॉलजी, AnPhy, 426, 168403.
- सागर डे, अर्निबन चंदा, एवं बिकाश सी. पॉल (2021) काम्पैक्ट ऑब्जेक्ट्स इन $f(R, T)$ ग्रेविटी विथ फिच-स्किया जिओमेट्री, EPJP, 136, 228.
- पार्थ एस. देबनाथ, एंड बिकाश सी. पॉल (2021) बाउन्सिंग सिनेरियो विथ कैज्युअल कॉज़्मॉलजी, Ap&SS, 366, 32.
- श्याम दास, बिकाश सी. पॉल एवं रंजन शर्मा (2021) ग्रेविटेशनल कलैप्स ऑफ एनिसोट्रोपिक स्टार, InJPh [arXiv: 2012.14084].



भौतिकी विभाग,
तेजपुर विश्वविद्यालय
(संयोजक: रूपज्योति गोगई)

अनुसंधान के क्षेत्र

- खगोलीय अवलोकन
- डेटा विश्लेषण

वेबिनार/ स्कूल

- एक्सप्लोरिंग द लाईफ एंड टाइम्स ऑफ कॉस्मिक डस्ट इन अवर लोकल यूनिवर्स, आयोजित दिनांक 5 नवंबर 2020.
- फैनटैस्टिक ब्लैक होल्स एंड वेअर टू फाइंड देम, आयोजित दिनांक 9 नवंबर 2020.
- इंट्रोडक्टरी अस्ट्रानमी एंड ऐस्ट्रोफिज़िक्स (ऑनलाइन), 27 जनवरी-9 अप्रैल 2021 के दौरान आयोजन.



भौतिकी विभाग, न्युमैन कॉलेज, थोडुपुझा (संयोजक: जे जैकोब)

अनुसंधान के क्षेत्र

- रेडियो खगोलशास्त्र
- एक्स-रे खगोलशास्त्र
- मशीन लर्निंग

विभाग में चार अनुसंधान विद्वान, अनुसंधान करने के लिए आईकार्ड (ICARD) सुविधाओं का उपयोग कर रहे हैं।

कार्यशाला

- रिसर्च इन अस्ट्रानमी-आपर्टनिटी एंड चैलेंज, 9-10 जुलाई 2020 के दौरान आयोजन।

आऊटरीच कार्यक्रम

- द लैंडमार्क डिस्कवरी ऑफ ए फार अवे गैलक्सी यूजिंग द इंडियन अस्ट्रो सॅट स्पेस अब्जर्वेटोरी (राष्ट्रीय वेबिनार), आयोजित दिनांक 28 सितंबर 2020। यह आईकार्ड एवं पुणे नॉलेज क्लस्टर का संयुक्त उद्यम था।

ICARD
INDIAN CENTRE FOR ASTRONOMICAL RESEARCH AND DEVELOPMENT (ICARD)
NEWMAN COLLEGE, THODUPUZZA

DEPARTMENT OF PHYSICS
NEWMAN COLLEGE, THODUPUZZA

NATIONAL WEBINAR
ON

"THE LANDMARK DISCOVERY
OF A FAR AWAY GALAXY
USING THE
INDIAN ASTROSAT SPACE OBSERVATORY"

2020 SEPT 28
10:45 AM

DR. KANAK SAHA

ICARD DEPARTMENT OF PHYSICS, NEWMAN COLLEGE, THODUPUZZA

THE DEPARTMENT OF PHYSICS, NEWMAN COLLEGE was approved as an ICARD Centre for Astronomical Research and Development (ICARD) in 2016, with an aim to act as a model center for promoting astronomy research and popularization activities in the region. Over the span of 4 yrs, the centre has conducted many astronomy-themed workshops and research programmes for students in co-operation with the department. The Department of Physics has been offering IC programmes as a platform for the last thirty seven years and it is a programme for the last twenty six years. It is also a research centre of the Newman College University from 2019 onwards. These ICARD have been awarded from the Department and last research scholars are working towards their degrees. The department has a checked history of promoting scientific temper and attitude in the region.

WITH SUPPORT FROM

PUNE KNOWLEDGE CLUSTER

The PKC has been established by the Office of the Principal, Scientific Advisor to the Government of India. The aim is to bring together academic, R&D institutions and the industry at Pune and its surrounding regions to address the challenging problems of the region through innovative means, using scientific knowledge and engaging highly skilled human resources. The PKC will also help in capacity building and provide advanced skills development. All relevant organizations and experts will be partners and consulted to identify sustainable solutions to the problems of the city and improve its liveability and prosperity.

Funds & Liabilities		PROPERTY & ASSETS	
Rs.	Rs.	Rs.	Rs.
Trusts Funds or Corpus :-		Immovable Properties :- (At Cost)	
Balance as per last Balance Sheet	0	Balance as per last Balance Sheet	75,26,03,406
Adjustment during the year (give details)	0	Additions during the year	14,41,30,864
Schedule No. 6		Less : Sales during the year	
		Depreciation up to date	21,28,43,663
	2,10,40,313	Schedule No. 11	68,38,90,608
Other Earmarked Funds :-		Investments :-	
(Created under the provisions of the trust deed or scheme or out of the income)		Note : The market value of the above investment is Rs.	55,80,86,407
	9,03,21,070	Schedule No. 12	
Balance as per last Balance Sheet	Opening Balance	Furniture & Fixtures :-	
Grant in Aid - 2 MTR (CAPITAL)	11,90,80,000	Balance as per last Balance Sheet	3,13,52,031
Grant in Aid BUILDING	11,97,49,000	Additions during the year	1,72,040
Capital Grant to the extent of Depreciation Additions during the year	(1,25,19,01,411)	Less : Sales during the year	0
	(15,35,18,709)	Depreciation up to date	31,45,049
Grant in Aid General (Capital) from UGC	2,23,97,47,253	Schedule No. 11	2,83,79,022
Additions during the year	16,78,24,047		
Less : Subtraction/reversed	10,73,96,321	Loans (Secured or Unsecured) :	
Schedule No. 7		Good/doubtful	
		Loans Scholarships	
		Other Loans	
Any Other Fund - Project Grants		Advances :-	
Schedule No. 8		To Trustees	
	32,95,63,752	To Employees and other	
		To Suppliers/Security Deposits/Prepaid Exp.	
		To Lawyers	
		To Project and Other Receivables	
		Schedule No. 13	
Loans (Secured or Unsecured) :-		Income Outstanding :-	
From Trustees	0	Rent	
From Others	0	Interest	
		Other Income	
Liabilities :-		Cash and Bank Balances :-	
For Expenses and other liabilities	10,27,73,875	(a) In Savings Account with -	
For Projects and Other Payables	10,90,07,044	Bank of Baroda	
For Rent & Other Deposits, duties and taxes	12,51,860	In Fixed Deposit Account with -	
For Sundry Credit Balances	25,50,098	(b) With the Trustee	
Schedule No. 10 & 10 A		(c) With Our Manager	
		Schedule No. 13	
Income and Expenditure Account :-		Income and Expenditure Account :-	
Balance as per last Balance Sheet	(45,70,55,270)	Balance as per Balance Sheet	
Less : Appropriation, if any	(2,78,27,715)	Less : Appropriation, if any	
		Add : Deficit as per Income and	
Add : Deficit as per Income and	0	Less : Surplus Expenditure Account	
Less : Surplus Expenditure Account	(1,26,37,118)		
Schedule No. 14			
Total Rs.	1,61,88,46,004	Total Rs.	1,61,88,46,004



As per our report of even date,
For A.H. JOSHI & CO.
Chartered Accountants
FRN: 112396W

Place : Pune
Dated : 30.06.2021

CA. S. A. Joshi
(Partner)

Membership No. 037772

UDIN: 21037772AAAAWM4853

M. S. Sahasrabudhe
Admin. Officer (Accounts)

N. V. Ashyskar
(Sr. Admin. Officer)

For Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics

Prof. Sonali Raychaudhary
Director / Trustee

Chairperson/Trustee
Governing Board

"This Balance Sheet is as per BPT Format and Charity Commissioner's Instructions"



IAUS367: खगोल विज्ञान के अंतर्गत बिग डेटा के युग में शिक्षा और विरासत

8 से 12 दिसंबर 2020 के दौरान ऑनलाइन रूप से आयोजित किए गए अंतर्राष्ट्रीय खगोलीय संघ संगोष्ठी 367 (IAUS 367) का मुख्य उद्देश्य शिक्षा और विरासत का वह दृष्टिकोण प्रदान करना था, जो IAU के उद्देश्यों में शामिल है।

2020-2030 की योजना बनाते समय इस उद्देश्य को ध्यान में रखा गया था

और इसे 'अगले चरणों' के दिशा निर्देशों का प्रस्ताव देने के लिए लिया गया था।

यह अतीत से प्राप्त शिक्षा का सम्मान करते समय आने वाले दशकों के लिए वैश्विक खगोल विज्ञान शिक्षा की कार्यसूची है।



आयुका, पोस्ट बॉक्स 4, गणेशखिंड, पुणे 411007, भारत.

स्थान : मेघनाद साहा मार्ग, एस.पी. पुणे विश्वविद्यालय परिसर, गणेशखिंड, पुणे 411007, भारत.

फोन : (91) (20) 2560 4100 फैक्स : (91) (20) 2560 4699

ई-मेल : publ@iucaa.in

यूनिवर्सल रिसोर्स लोकेटर (URL) : <http://www.iucaa.in>