खगोल

अप्रैल 2025 No. 136

IUCAA
ISSN 0972-7647

त्रैमासिक पत्रिका
अंतर–विश्वविद्यालय केंद्र : खगोलविज्ञान और खगोलभौतिकी
(विश्वविद्यालय अनुदान आयोग का स्वायत्त संस्थान)

संपादक : दीपांजन मुखर्जी (dipanjan@iucaa.in)
सहायक संपादक : हेमंत कुमार साहू (hksahu@iucaa.in)
अनुवादक : प्रज्ञा ढेरे (pradnya.dhere@iucaa.in)

यह पत्रिका http://publication.iucaa.in/index.php/khagol **पर ऑनलाइन उपलब्ध है ।**

हमें हमारे फेसबुक पृष्ठ पर फॉलो करें : https://www.facebook.com/iucaapune/

विषय-सूची....

राष्ट्रीय विज्ञान दिवस	1 to 6
अनुसंधानात्मक विशेषताएँ	
- मेज़बान आकाशगंगाओं के साथ सापेक्षिक जेट की अन्योन्यक्रिया *- डॉ. दीपांजन मुखर्जी*	7 to 10
- तारों में गतिशील संक्रमण- डाटा संचालित दृष्टिकोण *- डॉ. जी. अंबिका*	10 to 12
पूर्व कार्यक्रमों का प्रतिवेदन	12 to 18
अभिवादन / स्वस्ति / औपचारिक वार्तालाप एवं संगोष्ठियाँ	19
श्रेष्ठतम सार्वजनिक गतिविधियाँ	20 to 27
शिक्षकों हेतु खगोलविज्ञान केंद्र	27 to 28
लाइगो-इंडिया एज्युकेशन एंड पब्लिक आउटरीच (एलआई-ईपीओ)	28 to 31
अभ्यागत	32

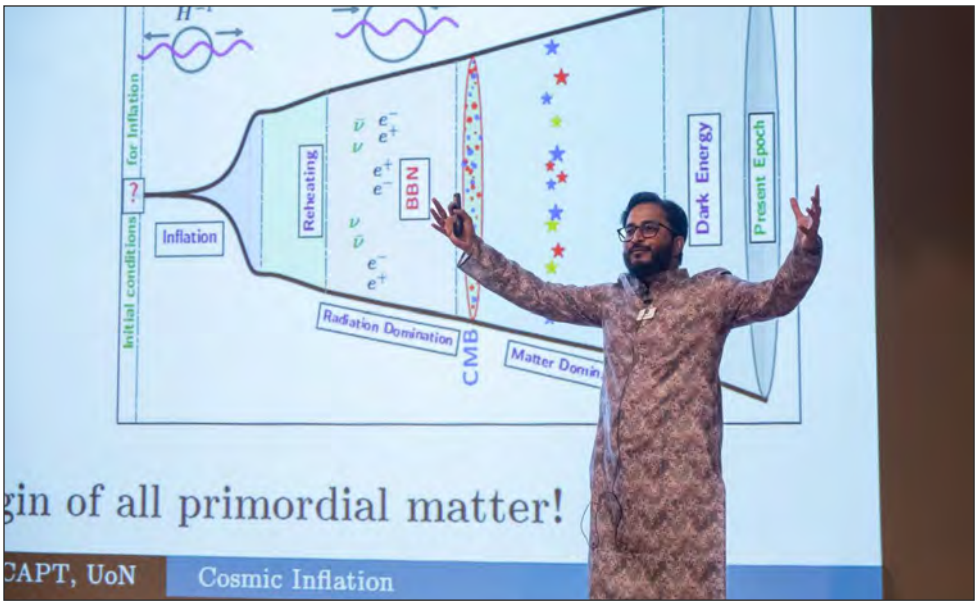
राष्ट्रीय विज्ञान दिवस 2025

राष्ट्रीय विज्ञान दिवस 2025 के अवसर पर जोशपूर्ण विज्ञान एवं जन सहभागिता समारोह मनाया गया। संस्थान द्वारा संपूर्ण फरवरी माह में विभिन्न शैक्षिक एवं परस्परात्मक संवादात्मक कार्यक्रमों का आयोजन किया गया जिसका समापन 28 फरवरी को भव्य मुक्त प्रवेश दिवस (ओपन कैम्पस डे) के रूप में किया गया। समारोह का विषय "आयुका में विज्ञान एवं नवोन्मेष" था, जिसने संपूर्ण महाराष्ट्र से सभी आयु के लगभग 7,000 से भी अधिक अभ्यागतों को अपनी ओर आकृष्ट किया। महीने तक चलने वाली गतिविधियों में विशेष मुक्त प्रवेश दिवस (ओपन कैम्पस डे) जिसके दौरान आयुका के प्रवेशद्वार आम जनता के लिए खोले गए थे, और जिसने अपने वैज्ञानिक वातावरण की झलक प्रस्तुत की। परिसर के विभिन्न स्थानों में लाइव प्रदर्शन, सक्रिय सहभागिता वाली प्रदर्शनी एवं सार्वजनिक व्याख्यान आदि का आयोजन किया गया था, इन सभी गतिविधियों का रूपांकन खगोलविज्ञान और खगोलभौतिकी के आश्चर्यों से अभ्यागतों को परिचित कराने की दृष्टि से किया गया।

आर्यभट्ट एवं कुंड परिसर में, उपस्थित लोगों ने फुकोल्ट पेंडुलम, प्रख्यात वैज्ञानिकों की मूर्तियों एवं सूर्य के वास्तविक समय दर्शन कराने वाले सौर दूरबीनों का अन्वेषण किया। विशेष रूप से छोटे उम्र के अभ्यागतों के लिए माधव खरे द्वारा संचालित विशेष एरोमॉडलिंग प्रदर्शन मुख्य आकर्षण था। भास्कर व्याख्यान कक्ष के परिसर में लाइगो- इंडिया, गुरुत्वाकर्षण तरंगे एवं आदित्य-एल1 सौर मिशन आदि विषयों पर संवादात्मक प्रदर्शनियाँ तथा उनके साथ- साथ क्वांटम विज्ञान संकल्पनाओं एवं एस्ट्रोसैट के प्रतिमानों के प्रदर्शनों का आयोजन अनूठा रहा।

चंद्रशेखर प्रेक्षागृह में संपूर्ण दिवस सार्वजनिक व्याख्यानों का आयोजन किया गया। व्याख्यानों की श्रृंखलाओं का प्रारंभ जन्मेजय सरकार द्वारा सौर अध्ययन पर सत्र के साथ हुआ और श्रृंखला का समापन अनंदिता बनर्जी,

सीडैक, द्वारा क्वांटम उलझन विषय पर व्याख्यान देने से हुआ। वक्ताओं में सौरव दास, सुस्मिता दास, परिसी शिर्के, सूरज धिवर, स्वागत मिश्रा, सुवास चौधरी एवं अथर्व पाठक शामिल थे। विज्ञान दिवस की विशेषताओं में शामिल था, परस्पर संवादात्मक सत्र " वैज्ञानिकों के साथ सवाल- जवाब' ' और जयंत नार्लीकर द्वारा संचालित कहानी सुनाना और पहेली गतिविधि। व्यापक सुलभता को सुनिश्चित करने के लिए व्याख्यान अंग्रेजी, मराठी एवं हिंदी भाषाओं में दिए गए। मुक्तांगण विज्ञान शोधिका परिसर विद्यालयीन स्तर के खगोलविज्ञान प्रदर्शनियाँ, प्रायोगिक प्रदर्शन, शौकियाँ रेडियो खगोलविज्ञान एवं सार्वजनिक गतिविधियों से संबंधित परियोजनाओं के प्रदर्शनों के लिए समर्पित था। विद्यालयीन छात्रों द्वारा किए गए प्रतिमान प्रदर्शन मुख्यत: ध्यान आकर्षित करने वाले थे, जिन्होंने युवा विचारों को अपनी रचनात्मकता एवं विज्ञान की अपनी समझ को प्रदर्शित करने के लिए मंच प्रदान किया।



संध्या के समय, आयुका ने सावित्रीबाई फुले पुणे विश्वविद्यालय के खेल के मैदान पर सार्वजनिक आकाश दर्शन कार्यक्रम का आयोजन किया था। सायं 7.00 बजे से रात 10.00 बजे तक अभ्यागतों ने खगोलीय वस्तुओं का मार्गदर्शित दूरबीन प्रेक्षणों का आनंद उठाया, इस

गतिविधि ने बड़ी मात्रा में लोगों को अपनी ओर खींचा।

मुक्त प्रवेश दिवस से पहले, आयुका द्वारा छात्र-केंद्रीत कई सार्वजनिक गतिविधियों का आयोजन किया गया। 1 फरवरी 2025 को आंबेगाँव तालुका के ग्रामीण विद्यालयों के छात्रों के लिए विज्ञान प्रश्नोत्तरी, निबंध लेखन एवं चित्रकला जैसी प्रतियोगिताओं का आयोजन किया गया। इन प्रतियोगिताओं का आयोजन गवर्नमेंट पॉलिटेक्निक, अवसरी, में सौरभ मागरे, सुधीर घोलप, स्नेहिल पांड्ये एवं सौमिल साहू के समन्वय से किया गया जिसमें निलेश पोखरकर एवं साइंस पॉप टीम का सहयोग प्राप्त हुआ। पंद्रह ग्रामीण विद्यालय के छात्रों ने उत्साहपूर्वक तरीके से इन प्रतियोगिताओं में सहभाग लिया।

और एक अंतर-विद्यालयीन प्रतियोगिता का आयोजन 22 फरवरी 2025 को पुणे शहर के छात्रों के लिए किया गया। इस कार्यक्रम में आठवीं से दसवीं तक की कक्षाओं के लिए चित्रकला, निबंध लेखन, प्रतिमान-निर्माण एवं विज्ञान प्रश्नोत्तरी जैसी प्रतियोगिताएँ शामिल थीं, जिसमें छत्तीस विद्यालयों के लगभग 180 छात्रों ने अपनी सहभागिता दर्शायी। इन गतिविधियों का समन्वयन राजेश्वरी दत्ता, अनुप्रीता मोरे, संजीत मित्रा एवं स्नेहिल पांड्ये द्वारा किया गया। छात्रों के साथ आए शिक्षकों के लिए इमैनुएल रोलिंडे (सीवाई सेर्गी पेरिस यूनिवर्सिटी) और सुहृद मोरे द्वारा "ह्युमन ऑररी "नामक विशेष प्रदर्शन का आयोजन किया गया। ग्रामीण एवं शहरी दोनों प्रकार के विद्यालयीन प्रतियोगिताओं के विजेताओं को आयुका के निदेशक द्वारा पुरस्कृत किया गया।

महीने भर चलने वाले समारोह ने वैज्ञानिक समुदाय एवं आम जनता के बीच की दूरी को सफलतापूर्वक कम किया और विभिन्न दर्शकों के बीच उत्सुकता, रचनात्मकता एवं विज्ञान के प्रति गहरी समझ को बढ़ावा दिया।

राष्ट्रीय विज्ञान दिवस प्रतियोगिताएँ-2025 के विजेता

ग्रामीण विद्यालय:

A) प्रश्नोत्तरी प्रतियोगिता

प्रथम पुरस्कार:
आयुष भोर, तन्मय भोर, निरज खेडकर
(श्री भैरवनाथ विद्यालय, अवसरी खुर्द)

द्वितीय पुरस्कार:
तनिष्का पडवळ, तरुण पाटिल, यश वाकचौरे
(न्यु इंग्लिश स्कूल, लांडेवाडी)

तृतीय पुरस्कार:
ओम वाळूंज, ऋषि निघुत, नैतिक लांडे
(शिवाजीराव डी. आढाळरव पाटिल विद्यालय, लांडेवाडी)

B) निबंध प्रतियोगिता

प्रथम पुरस्कार:
सृष्टि वायकर
(श्री भैरवनाथ विद्यालय, अवसरी खुर्द)

द्वितीय पुरस्कार:
अनुष्का जाधव
(न्यु इंग्लिश स्कूल, लांडेवाडी)

तृतीय पुरस्कार:
क्षमा लांडे
(शिवाजीराव डी. आढाळराव पाटील विद्यालय, लांडेवाडी)

प्रशंसात्मक उल्लेखनीय प्रदर्शन:
वैभवी गेंगाजे
(महात्मा गाँधी विद्यालय, मंचर)

C) चित्रकला प्रतियोगिता

प्रथम पुरस्कार:
संचिती पवळे
(शिवाजीराव डी. आढाळराव पाटिल विद्यालय, लांडेवाडी)

द्वितीय पुरस्कार:
वेदिका ताव्हरे
(पंडित जवाहराला नेहरु विद्यालय, निरगुडसर)

तृतीय पुरस्कार:
लावण्या आनंदराव
(महात्मा गाँधी विद्यालय, चाँदोली बु.)

प्रशंसात्मक उल्लेखनीय प्रदर्शन:
अर्थव साळवे
(हिरकणी विद्यालय, गावडेवाडी)

D) प्रतिमान-निर्माण प्रतियोगिता

प्रथम पुरस्कार:
श्लोक शेटे, वेदांत भोर
(न्यु इंग्लिश स्कूल, लांडेवाडी)

द्वितीय पुरस्कार:
पृथ्वीराज खोस,ओम बोऱ्हाडे
(न्यु इंग्लिश मीडियम स्कूल, धोडेगाँव)

तृतीय पुरस्कार:
सिद्धार्थ काळे, प्रज्वल भोसले
(यशवंतराव चव्हाण विद्यालय, आंबेगाँव वसाहत)

प्रशंसात्मक उल्लेखनीय प्रदर्शन:
वेद भोर, देवांशिष चास्कर
(संत ज्ञानेश्वर विद्यालय, चास)

पुणे शहर के विद्यालय:

A) प्रश्नोत्तरी प्रतियोगिता

प्रथम पुरस्कार:
दिविज टिकू, स्वर्णिमा गर्ग, मानस गुप्ता
(दिल्ली पब्लिक स्कूल)

द्वितीय पुरस्कार:
आकाश खुराना, आर्यन देसाई, मैथिली शिरसाट
(सिटी प्राइड स्कूल, मोशी)

तृतीय पुरस्कार:
अरविंद चिंधे, प्रबोध शेजवळकर, सयूज्य स्वामी
(अक्षरनंदन)

B) निबंध प्रतियोगिता

प्रथम पुरस्कार:
अंग्रेजी निबंध: लक्षण्या मिश्रा (आर्मी पब्लिक स्कल)
मराठी निबंध: चिन्मयी शेटे (महिलाश्रम हाईस्कूल)

द्वितीय पुरस्कार:
अंग्रेजी निबंध: ईरा कुलकर्णी (न्यु इंडिया स्कूल)
मराठी निबंध: मानस जोशी (बीवीबी परांजपे हाईस्कूल)

तृतीय पुरस्कार :
मराठी निबंध:
श्रावणी भालेकर
(ज्ञान प्रबोधिनी नवनगर विद्यालय)

C) चित्रकला प्रतियोगिता

प्रथम पुरस्कार:
भावेश चौधरी
(विद्यानंद भवन हाईस्कूल, निगडी)

द्वितीय पुरस्कार:
सान्वी कुलकर्णी
(एअरफोर्स स्कूल, चंदननगर)

तृतीय पुरस्कार:
सरिषा दरबस्तवार
(डी.ई.एस. सेकंडरी स्कूल)

D) प्रतिमान-निर्माण प्रतियोगिता

प्रथम पुरस्कार:
सत्यज हेडन
(सिटी प्राइड स्कूल, निगडी)

द्वितीय पुरस्कार:
अंश सिंह, हर्ष यादव
(एअर फोर्स स्कूल, चंदननगर)

तृतीय पुरस्कार:
आयुष वाडेकर, गौरांग माने
(बीवीबी परांजपे विद्यामंदिर, कोथरूड)

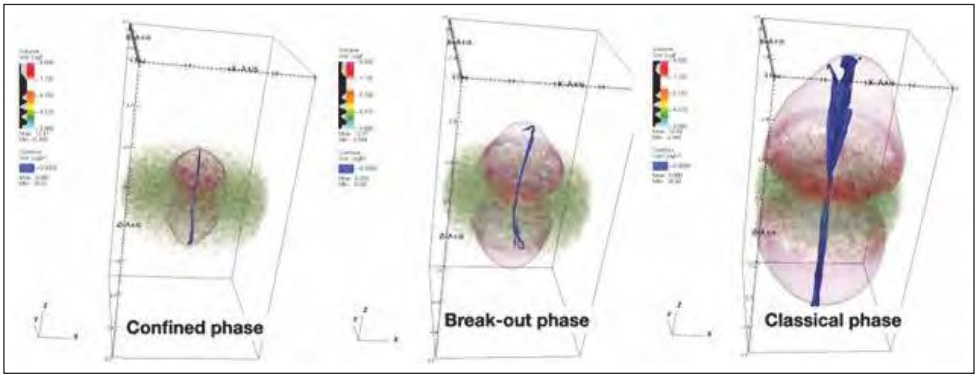
अनुसंधानात्मक विशेषताएँ

मेज़बान आकाशगंगाओं के साथ सापेक्षिक जेट की अन्योन्यक्रिया

प्रारंभिक प्रकार की विशाल आकाशगंगाओं में महाकाय कृष्णविवरों (एसएमबीएच) के साथ होने वाली अन्योन्यक्रिया को आकाशगंगा विकास के प्रमुख प्रभावक के रूप में प्रमुखता से स्थापित किया गया है। ऐतिहासिक दृष्टिकोण से, गांगेय (क्लस्टर) पर्यावरण में ब्रेम्सस्ट्रॉलंग- परिचालित गैस के शीतलन होने से शीतलन प्रवाहों का निर्माण होता है, जिसे 1970 (Fabian et al. 1977) के दशक के अंत में देखा गया था। हालाँकि एक्स-रे उत्सर्जी तापमानों (≤ 1-2 keV) के नीचे शीतित गैस का अंतिम परिणाम भिन्न प्रेक्षणात्मक संकेतों की कमी के कारण अनिश्चित ही रहा है। (Peterson et al. 2001)। इसने किसी प्रकार की क्रियाविधि द्वारा गैस के पुन: तापन के सोच-विचारों को प्रस्तुत किया, जिसमें सक्रिय गांगेय नाभिक (एजीएन) के साथ की अन्योन्यक्रिया को व्यवहार्य स्रोत माना गया। एजीएन अन्योन्यक्रिया के पारंपारिक विचार को महाकाय आकाशगंगा के जीवनकाल पर दोहरे प्रकार का प्रभाव माना जाता है: ए) क्वासार/स्थापना प्रकार: एजीएन-परिचालित बहिर्वाह गैस के अंश को नियंत्रित करता है, उसके बाद एसएमबीएच एवं आकाशगंगा द्रव्यमान को नियंत्रित करता है। SMBH के निवेशन एवं अन्योन्यक्रिया के बीच के संबंध से प्रेक्षित कृष्णविवर एवं उभार द्रव्यमान सहसंबंधन को स्थापित करने के लिए पूर्वानुमान लगाया गया है। बी) रेडियो/रखरखाव प्रकार: बड़े पैमाने के रेडियो जेट्स परिवेश पर्यावरण को ऊष्म बनाते हैं,शीतन प्रवाहों को प्रतिबंधित करते हैं और केंद्रीय क्षेत्रों की ओर गैस की आपूर्ति को सीमित करते हैं, इस प्रकार से द्रव्यामन को नियंत्रित करना शुरु होता है। इस दोहरी प्रणाली के परिदृश्यों में, सापेक्षिक जेट्स की भूमिका बड़ी मात्रा में अतिरिक्त गांगेय गैस पर अपने प्रभाव तक ही सीमित रही है। यद्यपि, हाल के वर्षों में अध्ययन करने वाले बड़े समूह ने सिद्धांत एवं प्रेक्षणों से यह प्रदर्शित किया है कि जेट्स महत्त्वपूर्ण रूप से मेज़बान आकाशगंगा के आईएसएम को प्रभावित करता है। यह कुछ मामलों में प्रारंभिक दोहरी प्रणाली के अंतर/भेद को संदिग्ध बनाता है, जिससे पारंपारिक परिभाषाओं पर पुन: सोच विचार करना आवश्यक बनता है (अधिक तकनीकी सुझाव/निष्कर्षों के लिए हैरिसन और रामोस अल्मेडा 2024 और मुखर्जी 2025 द्वारा लिखित विस्तृत समीक्षा देखें।)

1970 के दशक के मध्य एवं अंतिम दौर में, अतिरिक्त गांगेय सापेक्षिक जेट्स की गतिकी तथा उससे होने वाले उत्सर्जन को स्पष्ट करने के लिए सैद्धांतिकी प्रतिमानों का विभिन्न रूप से मौलिक विकास हुआ जैसे कि `ट्विन-एग्जॉस्ट' एवं बीम प्रतिमान, B-Z जेट-प्रक्षेपण तंत्र, विसरणशील प्रघात त्वरण प्रतिमान, जिसने भविष्य में जेट्स एवं गैर- तापीय उत्सर्जन के अध्ययन को परिभाषित किया(ब्लैंडफ़ोर्ड और रीस 1974, शेउर 1974, ब्लैंडफ़ोर्ड और ऑस्ट्रिकर 1978)। अतिध्वनिक जेट बीम्स एवं उनकी संरचनाओं के संचरण का पहला विस्तृत 2D अनुरुपण 1982 में प्रस्तुत किया गया (नॉर्मन एवं अन्य. 1982) उसके बाद से सापेक्षिक जेट्स की गतिकी के अध्ययन के अनुरूपणों में परिष्कृत रूप से वृद्धि हुई। जब कि प्रारंभिक अनुरुपण मुख्यत: इन जेट्स के मैग्नेटोहाइड्रोडाइनैमिक्स (एमएचडी) पर केंद्रीत थे, बाद में परिपूर्ण प्रतिमानों ने उन यथार्थ परक अनुरुपण व्यवस्थाओं का अन्वेषण किया जिन्होंने अपने मेज़बान के व्यापक अंतरतारकीय माध्यम (आईएसएम) के जरिए इस प्रकार के जेट्स के वेधन के प्रभाव की खोज की।

मध्यवर्ती गैस बादलों के साथ जेट्स की अन्योन्यक्रिया के प्रारंभिक सुझाव Cen A के जेट में प्रेक्षित गति की इकाई को स्पष्ट करने के लिए वर्ष1979 की शुरुआत में दिए गए थे (ब्लैंडफोर्ड और कोनिगल 1979)। परिवेश गैस पर जेट्स के प्रभाव के प्रत्यक्ष प्रेक्षणात्मक प्रमाण 1980 के दशक के शुरुआती दौर में रेडियो जेट्स एवं आयनीकृत गैस बहिर्वाह के संयुक्त प्रेक्षणों से प्राप्त हुए (उदा. बुचर एवं अन्य 1980, हेकमैन एवं अन्य 1982, हेकमैन एवं अन्य 1984 और अन्य)। इस प्रकार के विचारों की अगली खोज भी रेडियो स्रोतों की श्रेणी की खोज द्वारा प्रेरित हुई, जिनकी विशेषता अपने रेडियो स्पेक्ट्रम में टर्नओवर है, जिन्हें जीपीएस (गीगाहर्ट्ज-पीक्ड स्पेक्ट्रम) और सीएसएस (कॉम्पैक्ट स्टीप स्पेक्ट्रम) रेडियो आकाशगंगा कहा जाता है। इस प्रकार की आकाशगंगाओं को अक्सर उच्च घूर्णन मापन एवं न्यूनतम ध्रुवीकरण के साथ गैस से समृद्ध पाया जाता था, ये जेट की सुसंहिति के संभाव्य कारण के रूप में जेट-गैस अन्योन्यक्रिया दर्शाते थे। असमांगी आईएसएम के साथ अन्योन्यक्रिया करने वाले जेट्स के प्रारंभिक अनुरुपण 1990 के दशक में प्रस्तुत किए गए (डी यंग एवं अन्य. 1990), जिन्होंने गोलाकार बादलों के यादृच्छिक वितरण के माध्यम से विचलन होने वाले जेट्स के 2D अनुरुपण प्रस्तुत किए। तद्पश्चात, इन प्रकार के अनुरुपणों में बादलों के अधिक यथार्थ परक आंशिक विवरण बनाए गए (सैक्सटन एवं अन्य. 2005, सदरलैंड और बिकनेल एवं अन्य. 2007)। बाद में सापेक्षिक समाधानकर्ताओं (सॉल्वर) एवं विभिन्न प्रकार के



चित्र 1: सघन किलोपार्सेक पैमाने की गैस चक्रिका (मुखर्जी एवं अन्य 2018b, के अनुरुपण बी से) के माध्यम से जेट का विकास दर्शाया गया है जिसमें विकास के तीन चरणों को चित्रित किया गया है। 3D दृश्य प्रस्तुति गैस के तापमान एवं नीले रंग में जेट अनुरेखक को दर्शाती है। लाल रंग से चिन्हांकित समोच्च रेखा आईएसएम (ISM) में प्रसरण होने वाले तप्त गैस के कोकून का संकेत देती है। ब्रेक-आउट के बाद, यह तप्त दाबीकृत कोकून ISM में फैल जाता है और उसका ऊपर और नीचे की दिशाओं से परिग्रहण करता है।

भौतिकी प्रतिमानों (वैगनर एवं अन्य. 2011, 2012, मुखर्जी एवं अन्य. 2016, 2017, 2018बी) समेत अधिक विस्तृत 3डी अनुरुपणों द्वारा इनमें सुधार किया गया।

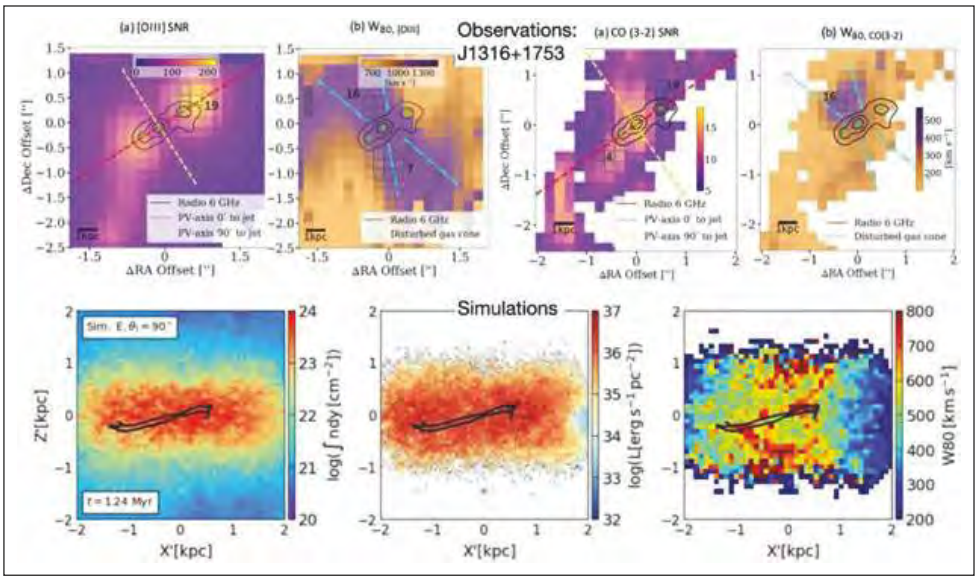
हालाँकि विभिन्न अनुरुपणों में प्रयुक्त विभिन्न मापदंडों के कारण परिणाम स्वतंत्र रूप से भिन्न-भिन्न हो सकते हैं, सभी अध्ययन कुछ सामान्य निष्कर्षों की श्रृंखला प्रदर्शित करते हैं। जेट का विकास मेज़बान आकाशगंगा के ISM के माध्यम से कुछ विकासपूरक चरणों के अनुसार कार्य करता है (जैसा कि चित्र 1 में दिखाया गया है)। पहला चरण 'सीमित/बद्ध अवस्था' (confined phase) है, जिसमें जेट द्वारा सघन गैस बादलों के साथ प्रबलता से अन्योन्यक्रिया करने के कारण वो ISM के भीतर फंसा रहता है। इस दौरान जेट-प्लाज़्मा को बादलों के माध्यम से निम्न घनत्व वाली चैनलों की ओर मोड़ा जाता है, जिससे वह ISM में प्रसारित होते हैं, जिसके परिणामस्वरूप 'फ्लड-चैनल' (Flood-Channel) विकास का निर्माण होता है। यह स्थिति आकाशगंगा पर जेट द्वारा संचालित AGN अन्योन्यक्रिया के स्थानीय

प्रभाव की दृष्टि से सबसे महत्त्वपूर्ण होती है। फंसा हुआ जेट परिवेश की गैस पर प्रघात करता है, जिससे बहु-चरणीय (multi-phase) बहिर्वाह संचालित होते हैं और प्रक्षोभ अंत:क्षेपी होते हैं। इसके परिणाम स्वरूप गैस के शुद्धगतिकी में तीव्र विक्षोभ उत्पन्न होता है, जिसकी पुष्टि जेट-ISM अन्योन्यक्रिया के दिगीय रूप से हल किए गए प्रेक्षणों से की गई है (देखें चित्र 2)। इस चरण के दौरान, यद्यपि जेट की प्रगति धीमी हो जाती है, अग्र प्रघात प्रसारी होता रहता है क्योंकि जेट की ऊर्जा जेट-बीम से परे क्षेत्रों में निर्देशित हो जाती है। इसके परिणाम स्वरूप अर्ध-गोलाकार ऊर्जा बुलबुला बनता है, जो ISM के माध्यम से फैलते हुए स्थानीय बहिर्वाह एवं प्रघातों का निर्माण करता है।

इस प्रकार के बहिर्वाह मेज़बान आकाशगंगा के विभव में उपलब्ध गैस की मात्रा को नियंत्रित करते हैं, जिससे तारों का निर्माण हो सकता है। AGN/जेट गतिविधि के कई चरणों के कारण ' गांगेय फव्वारा (galactic fountain)' जैसी स्थिति उत्पन्न होने की संभावना व्यक्त की गई है, जहाँ गैस को अंश तारा निर्माण प्रक्रिया में वर्जित किया जाता है, भले ही वह पूरी तरह से आकाशगंगा की गुरुत्वाकर्षण सीमा से बाहर न निकले। प्रेरित प्रक्षोभ से तारा निर्माण दर में गिरावट होने की अपेक्षा की जाती है, अथवा कम से कम, तारा निर्माण के कार्य में कमी होती है (मंडल एवं अन्य 2021)। सीमित/बद्ध अवस्था के बाद, जेट सघन गैस से बाहर निकलता है — ('ब्रेक-आउट अवस्था') और परिवेशी कम घनत्व वाले पृष्ठभूमिक में फैलता है। ब्रेक-आउट के बाद भी, उच्च-दाब वाला कोकून ISM को घेरते हुए उस पर प्रभाव डालता रहता है, जिससे प्रघात उत्पन्न होते हैं और गैस संपीडित होती है, यह प्रभाव जेट की प्रत्यक्ष सीमा से परे तक विस्तारित होता है। इसके बाद, अबाधित जेट अधिक शंकुरूप अग्र प्रघात के साथ तेज़ी से आगे बढ़ता है — (चिरसम्मत अवस्था)।

इन अनुरुपणों को जेट-ISM अन्योन्यक्रिया के दिगीय प्रेक्षणों से उपयुक्त समर्थन प्राप्त हुआ है। कुछ विशिष्ट स्रोतों के लिए, अनुरुपणों से प्राप्त गुणात्मक पूर्वानुमानों की विस्तृत तुलना प्रेक्षित परिणामों के साथ गई है, जैसे कि IC 5063 (मुखर्जी एवं अन्य 2018a), 4C 31.04 (ज़ोवारो एवं अन्य. 2019), B2 0258+35 (मुर्ति एवं अन्य. 2022), 2MASSX J23453269-044925 (नेस्वाड्बा एवं अन्य 2021), और टी-कप गैलेक्सी (ऑडिबर्ट एवं अन्य. 2023) आदि। गैस शुद्धगतिकी के दिगीय समाधित परिवर्तनों को प्रदान करने के लिए पर्याप्त विभेदन के साथ बड़े पैमाने की अंतरराष्ट्रीय प्रेक्षणात्मक सुविधाओं (जैसे VLT, ALMA, JWST आदि) की सहज उपलब्धता ने इस प्रकार के अध्ययनों को क्रांतिकारी रूप से परिवर्तित किया है।

हालाँकि प्रेक्षणात्मक सुविधा के लिए प्रारंभ में ये अध्ययन केवल कुछ चयनित स्रोतों तक ही सीमित थे, हाल के वर्षों में बड़े पैमाने पर सर्वेक्षणों का प्रारंभ किया



शीर्ष: चित्र 5 और 6 (गिरधर एवं अन्य 2022) के ऊपरी दो पैनलों का वर्णन, J1316+1753 के आयनित और आणविक गैस की शुद्धगतिकी में हुई वृद्धि को दर्शाता है जो यह स्रोत जेट-ISM अन्योन्यक्रिया के बहु-चरणीय प्रेक्षणों का मूल है। ***नीचे:*** मीनाक्षी एवं अन्य 2022 के चित्र 8 के मध्य पैनल का वर्णन, जेट-ISM अन्योन्यक्रिया के अनुरुपणों से प्राप्त पूर्वानुमानित [OIII] उत्सर्जन एवं रेखा की चौड़ाई (W80) को दर्शाता है, जिसमें जेट की दिशा के लंबरूप रेखा की चौड़ाई में वृद्धि देखी जाती है, जैसा कि ऊपर के पैनल जैसे बहु-चरणीय प्रेक्षणों में भी देखा गया है।"

गया हैं, जैसे कि QSFeedS (जार्विस एवं अन्य. 2021), QSOFEED (रामोस अल्मेडा एवं अन्य 2022), GATOS (गार्सिया-बुरिलो एवं अन्य. 2021), इनका उद्देश्य सामान्य रूप से एजीएन और विशेष रूप से रेडियो जेट के अपनी मेज़बान आकाशगंगाओं पर होने वाले प्रभाव को पहचानना है। ऐसे प्रेक्षणात्मक प्रयासों की और अधिक विस्तृत सूची के लिए पाठक मुखर्जी (2025) की नवीनतम समीक्षा देख सकते हैं।

इस प्रकार अनुरुपणों एवं प्रेक्षणों के संयुक्त प्रयासों से यह स्पष्ट रूप से स्थापित होता है कि जेट द्वारा संचालित स्थानीय अन्योन्यक्रिया प्रबलता से मेज़बान आकाशगंगा को प्रभावित कर सकती है, जो एजीएन की अन्योन्यक्रिया के परिदृश्य में जेट्स की दोहरी भूमिका की पुष्टि करती है। जब कि शीतलन बहिर्वाहों को ऑफ्सेट करने हेतु बड़े पैमाने के रेडियो/रखरखाव पद्धति की अन्योन्यक्रिया का संचालन करने के लिए जेट्स की आवश्यकता होती है, वे स्थानीय आईएसएम को प्रभावित करके क्वासार/स्थापना पद्धति में भी योगदान देते हैं, जिसे अब तक उपेक्षित किया गय था। यह जेट्स के स्थानीय प्रभाव पर पहले किए जाने वाले संदेह के विपरित है। हालांकि, अब इस प्रकार की विचारों में परिवर्तन हो रहे हैं। जेट्स का मेज़बान आकाशगंगा पर होने वाले प्रभाव से संबंधित मुख्य चिंता यह थी कि क्या इस प्रकार की आकाशगंगाओं में पर्याप्त मात्रा में गैस मौजूद है जिस पर जेट्स प्रभाव डाल सकें। पारंपरिक दृष्टिकोण यह था कि निकटवर्ती ब्रह्मांड में शक्तिशाली रेडियो जेट्स आमतौर पर उन प्रारंभिक प्रकार की आकाशगंगाओं (Early Type Galaxies - ETG) में पाए जाते हैं, जिनमें गैस की कमी होती थी। हालांकि, पिछले दशक में ऐसी प्रणालियों के सुव्यवस्थित सर्वेक्षणों से महत्त्वपूर्ण अंश (~34% Tadhunter et al. 2024) पाया गया है जिसमें लगभग 107-107 M⊙. की मात्रा में सघन गैस है। साथ ही, सघन गैस की मेज़बानी करने वाले रेडियो- लाउड गैलेक्सी (आरएलजी) अंश में भी रेड-शिफ्ट के साथ वृद्धि पाई गई है(ऑडिबर्ट एवं अन्य 2022)। इस प्रकार आरएलजी (RLG) के महत्त्वपूर्ण अंश में सघन गैस है और यह अपेक्षित होता है कि वे उपरोक्त उल्लिखित अन्योन्यक्रिया से संबंधित प्रक्रियाओं से गुजरेंगे। जेट्स की भूमिका के विरुद्ध एक अन्य बिंदु यह था कि प्रारंभिक आकाशगंगा सर्वेक्षणों (~10-30%) में RLG का न्यूनतम अंश था, जो यह दर्शाता था कि रेडियो-लाउड अवस्था में आकाशगंगा के जीवनकाल का केवल एक छोटा हिस्सा शामिल है। हालांकि, अब हाल ही में LOFAR जैसे उन्नत उपकरणों द्वारा किए गए गहरे सर्वेक्षणों ने इस धारणा को बदल दिया है, और सामान्यतः इस प्रकार स्रोतों के उच्चतर अंश पाए गए, जिससे यह संकेत मिलता है कि सभी आकाशगंगाएँ किसी न किसी स्तर पर निम्न ज्योति/प्रकाश वाली रेडियो-AGN गतिविधि प्रदर्शित करती हैं (सबाटर एवं अन्य 2019)।

हालाँकि इन प्रगतियों के बावजूद भी, यह क्षेत्र अभी भी पूर्ण रूप से विकसित नहीं है। अधिकतर प्रेक्षणात्मक एवं यहाँ तक की अनुरुपण आकाशगंगा की विकासपरक कार्यप्रणाली के दौरान उसका संक्षिप्त विवरण/दृष्टि प्रदान करते हैं। गैस एवं सितारे दोनों के विकास पर इस प्रकार की गतिविधियों के दीर्घकालिक प्रभाव का प्रेक्षणों एवं

सिद्धांत दोनों में पर्याप्त रूप से अध्ययन नहीं किया गया है। हाल ही में कुछ बड़े पैमाने के सर्वेक्षणों ने इस दिशा में प्रयास किया है, जैसे कि आणविक गैस पर जेट के व्यापक प्रभाव की पहचान करना (जैसे कि Molyneux एवं अन्य 2023) अथवा गैस शुद्धगतिकी में बड़े पैमाने पर विक्षोभ की मौजूदगी (कुकरेती एवं अन्य 2023)। इनके व्यापक परिणाम यह हैं कि हालाँकि आयनीकृत बहिर्वाह (ionised outflows) RLGs के बड़े अंश में पाए जाते हैं, फिर भी सघन गैस की शुद्धगतिकी पर व्यापक रूप से प्रभाव नहीं देखा गया। यद्यपि, सभी तंत्रों में केंद्रीय कुछ किलोपार्सेक (kpc) क्षेत्र स्पष्ट रूप से प्रभावित होता है। इससे यह सूचित होता है कि जेट्स आकाशगंगाओं के नाभिकीय क्षेत्र के गुणधर्मों को निश्चित ही प्रभावित करते हैं, और बड़े पैमाने के क्षेत्र क्षणिक प्रभावों को दर्शा सकते हैं। SKA, NgVLA, TMT जैसी आगामी दूरबीनों के साथ इस विषय पर अधिक विस्तृत अध्ययन सर्वसम्मति प्रदान करने में सहायता कर सके हैं।

संदर्भ

- फेबियन, ए.सी.; नुल्सन, पी.ई.जे. सबसोनिक अक्रीशन ऑफ कूलिंग गैस इन क्लस्टर्स ऑफ गैलेक्सीज. MNRAS 1977, 180, 479–484.
- पीटरसन, जे.आर.; पेरेल्स, एफ.बी.एस. एवं अन्य. एक्स-रे इमेजिंग-स्पेक्ट्रोस्कोपी ऑफ Abell 1835. A&A 2001, 365, L104–L10.
- क्रोटन, डी.जे.; स्प्रिंगेल,वी. एवं अन्य द मेनी लाइव्ज ऑफ ॲक्टिव गैलेक्टिक न्युक्लिआई: कूलिंग फ्लोज, ब्लैक होल्स एंड द ल्युमिनोसिटिज एंड कलर्स ऑफ गैलेक्सीज. MNRAS 2006, 801 365, 11–28.
- हैरिसन, सी.एम.; रामोस अल्मेडा, सी. ऑब्जर्वेशनल टेस्ट्स ऑफ ॲक्टिव गैलेक्टिक न्युक्लिआई फीडबैक: ॲन ओवरव्यू ऑफ अप्रोचेस एंड इंटरप्रिटेशन. Galaxies 2024, 12, 17.
- मुखर्जी, डी. सिम्युलेटिंग जेट फीडबैक ऑन kpc सेल्स: ए रिव्यू, सबमिटेड टू गैलेक्सीज
- ब्लैंडफोर्ड, आर.डी.; रीस, एम.जे. ए " ट्विन-इग्ज़ॉस्ट" मॉडल फॉर डबल रेडियो सोर्सेस.MNRAS 1974, 169, 395–415.
- स्क्यूअर, पी.ए.जी. मॉडल्स ऑफ एक्स्ट्रागैलेक्टिक रेडियो सोर्सेस विद ए कन्टिन्युअस एनर्जी सप्लाय फ्रॉम ए सेंट्रल ऑब्जेक्ट. MNRAS 1974, 166, 513.
- ब्लैंडफ़ोर्ड, आर.डी.; ऑस्ट्राइकर, जे.पी. पार्टिकल ऐक्सेलरेशन बाय एस्ट्रोफिजिकल शॉक्स. ApJL 1978, 221, L29–L32.
- नॉर्मन, एम.एल.; विंकलर, के.एच.ए.; एवं अन्य. स्ट्रक्चर एंड डाइनैमिक्स ऑफ सुपरसोनिक जेट्स.A&A 1982, 113, 285–302.
- ब्लैंडफोर्ड, आर.डी.; कोनिगल, ए. रिलेटिविस्टिक जेट्स ॲज कॉम्पैक्ट रेडियो सोर्सेस.ApJ 1979, 232, 34–48.
- बुचर एच.आर.; वैन ब्रुगेल, डब्ल्यू.; माइली, जी.के. ऑप्टिकल ऑब्जर्वेशन्स ऑफ रेडियो जेट्स. ApJ 1980, 235, 749–754.
- हेकमैन, टी.एम.; माइली, जी.के.; बालिक, बी.; वैन ब्रुगेल, डब्ल्यू.जे.एम.; बुचर, एच.आर.ॲन ऑप्टिकल एंड रेडियो इन्वेस्टिगेशन ऑफ द रेडियो गैलेक्सी 3C 305. ApJ 1982, 262, 529–553.
- हेकमैन, टी.एम.; वैन ब्रुगेल, डब्ल्यू.जे.एम.; माइली, जी.के. इमिशन-लाइन गैस एसोसिएटेड विद द रेडियो लोब्ज ऑफ द हाई-ल्युमिनोसिटी रेडियो सोर्स 3C 171. ApJ 1984, 286, 509–51
- डीयंग, डी.एस. एफ-आर I एंड एफ-आर II रेडियो गैलेक्सीज.ApJ1993, 405, L13.
- सैक्सटन, सी.जे.; बिकनेल, जी.वी.; एवं अन्य. इंटरैक्शन्स ऑफ जेट्स विद इनहोमोजिनियस क्लाउडी मीडिया. MNRAS 2005, 359, 781–800.
- सदरलैंड, आर.एस.; बिकनेल, जी.वी. इंटरैक्शन्स ऑफ लाइट हाइपरसोनिक जेट विद ननयूनिफॉर्म इंटरस्टेलर मीडियम. ApJS 2007, 173, 37.
- वैगनर, ए.वाई.; बिकनेल, जी.वी. रिलेटिविस्टिक जेट फीडबैक इन इवोल्विंग गैलेक्सीज. ApJ 2011, 728, 29.
- वैगनर, ए.वाई.; बिकनेल, जी.वी.; उमेमुरा, एम. ड्राइविंग आउटफ्लो विद रिलेटिविस्टिक जेट्स एंड द डिपेंडन्स ऑफ ॲक्टिव गैलेक्टिक 1173 न्युक्लिअस फीडबैक इफियन्सी ऑन इंटरस्टेलर मीडियम इनहोमोजेनेटी.ApJ 2012, 757, 136.
- मुखर्जी, डी.; बिकनेल, जी.वी.; एवं अन्य. रिलेटिविस्टिक जेट फीडबैक इन हाई-रेडशिफ्ट गैलेक्सीज-I. Dynamics. MNRAS 2016, 461, 967–983.
- बिकनेल, जी.वी., मुखर्जी, डी.; एवं अन्य. रिलेटिविस्टिक जेट फीडबैक-II. रिलेशनशिप टू गिगा- हर्ट्ज पीक स्पेक्ट्रम एंड कॉम्पैक्ट स्टीप स्पेक्ट्रम रेडियो गैलेक्सीज.MNRAS 2018, 475, 3493–3501 ,
- मुखर्जी, डी.; वैगनर, ए.वाई.; एवं अन्य. द जेट-आईएसएम इंटरैक्शन्स1189 इन IC 5063. MNRAS 2018 (a), 476, 80–95.
- मुखर्जी, डी.; बिकनेल, जी.वी.; वैगनर, ए.वाई.; सदरलैंड, आर.एस.; सिल्क, जे. रिलेटिविस्टिक जेट फीडबैक-III. फीडबैक ऑन गैस डिस्क.1136 MNRAS 2018 (b), 479, 5544–5566.
- मंडल, ए.; मुखर्जी, डी.; एवं अन्य. इम्पैक्ट ऑफ रिलेटिविस्टिक 1196 जेट्स ऑन द स्टार फॉर्मेशन रेट: ए टर्ब्युलन्स - रेग्यलेटेड फ्रेमवर्क. MNRAS 2021, 508, 4738–4757.
- मीनाक्षी, एम; मुखर्जी, डी; एवं अन्य. मॉडलिंग ऑब्जर्वेबल सिग्नेचर ऑफ जेट- आईएसएम इंटरैक्शन: थर्मल इमिशन एंड गैस किनेमैटिक्स.MNRAS 2022, 1210 516, 766–786.
- गिरधर, ए., हैरिसन, सी.एम.; एवं अन्य क्वासार फीडबैक सर्वे; मल्टीफेज आउटफ्लोज, टर्ब्युलन्स एंड इविडन्स फॉर फीडबैक कॉज्ड बाय लो पॉवर रेडियो जेट्स इन्क्लाइंड इनटू द गैलेक्सी डिस्क.MNRAS 2022, 512, 1608–1628.
- ज़ोवारो, एच.आर.एम.; शार्प, आर.; एवं अन्य. जेट्स ब्लोइंग बबल्स इन द यंग रेडियो गैलेक्सी 4C 31.04. MNRAS 2019, 484, 3393–3409.
- मुर्ति,एस; मोर्गंटी, आर; एवं अन्य. कोल्ड गैस रिमूवल फ्रॉम द सेंटर ऑफ ए गैलेक्सी बाय ए लो-ल्युमिनोसिटी जेट. नेचर एस्ट्रोनॉमी 2022, 6, 488–495.
- नेस्वदबा, एन.पी.एच.; वैगनर, ए.वाई.; एवं अन्य. जेट.ड्रिवन एजीएन फीडबैक ऑन मोलीक्युलर गैस एंड लो स्टार-फॉर्मेशन इफिशियन्सी इन ए मैसिव लोकल स्पाइरल गैलेक्सी विद ए ब्राइट एक्स-रे हॅलो. A&A 2021, 654, A8.
- ऑडिबर्ट, ए.; रामोस अल्मेडा, सी.; एवं अन्य. जेट-इंड्युस्ड मोलीक्युलर गैस एक्साइटेशन एंड टर्ब्युलन्स इन द टीकप.A&A 2023, 671, L12.
- जार्विस, एम.ई.; हैरिसन, सी.एम.; एवं अन्य. द क्वासार फीडबैक सर्वे: डिस्कवरिंग हिडन रेडियो-एजीएन एंड देअर कनेक्शन टू द होस्ट गैलेक्सी आयोनाइज्ड गैस MNRAS 2021, 503, 1780–1797.
- रामोस अल्मेडा, सी.; बिशेट्टी, एम.; एवं अन्य. द डाइवर्स कोल्ड मोलीक्युलर गैस कंटेन्ट्स, मॉर्फोलॉजी एंड किनेमैटिक्स ऑफ टाइप- 2 क्वासार्स ॲज सीन ALMA. A&A 2022, 658, A155.
- गार्सिया-बुरिलो, एस.; अलोंसो-हेरेरो, ए.; द गैलेक्सी ॲक्टिवीटी, टोरस एंड आउटफ्लो सर्वे (GATOS). I. ALMA इमेजेस ऑफ डस्टी मोलीक्युलर टोरी इन Seyfert गैलेक्सी. A&A 2021, 652, A98.
- टैडहंटर, सी.; ओस्टरलू, टी. एवं. अन्य. ॲन ALMA CO(1-0) सर्वे ऑफ 2Jy सैम्पल: लार्ज एंड मैसिव मोलीक्युलर डिस्क्स इन रेडियो AGN होस्ट गैलेक्सीज. MNRAS 2024, 532, 4463–4485.

- ऑडिबर्ट, ए.; दास्यरा, के.एम.; एवं अन्य. CO इन द ALMA रेडियो-सोर्स कैटलॉग (ARC) : द मोलीक्युलर गैस कंटेंट ऑफ रेडियो गैलक्सीज ॲज ए फंक्शन ऑफ रेडशिफ्ट. A&A 2022, 668, A67.
- सबाटर, जे.; बेस्ट, पी.एन.; एवं अन्य. द LoTSS व्यू ऑफ रेडियो एजीएन इन द लोकल यूनिवर्स. द मोस्ट मैसिव गैलेक्सिज आर ऑल्वेज स्विच्ड ऑन A&A 2019, 622, A17.
- मोलिनेक्स, एस.जे.; कैलिस्ट्रो रिवेरा, जी.; एवं अन्य. द क्वासार फीडबैक सर्वे: कैरेक्टराइजिंग CO एक्साइटेशन इन क्वासार होस्ट गैलेक्सीज. M N R A S 2024, 527, 4420–4439.
- कुकरेती, पी.; मोर्गन्ति, आर.; टैडहंटर, सी.; सैंटोरो, एफ. आयोनाइज्ड गैस आउटफ्लोज ओवर द रेडियो एजीएन लाइफ साइकल.A&A 2023, 674, A198.

डॉ. दीपांजन मुखर्जी आयुका में सहयोगी प्रोफेसर हैं। प्रोफेसर मुखर्जी की शोध रुचि मुख्यत: अभिकलनीय खगोलभौतिकी विषय में है, जिसमें संहति पिंडों के पास तरल प्रवाह से लेकर आकाशगंगा विकास और सापेक्ष जेट के भौतिकी तक के अनुप्रयोग का व्यापक क्षेत्र शामिल है।

तारों में गतिशील संक्रमण- डाटा संचालित दृष्टिकोण

वर्तमान में सभी स्तरों पर किया जाने वाला अनुसंधान अत्यधिक रूप से डिजिटल डाटा पर आधारित हो गया है, फिर चाहे वो प्रायोगिक हो अथवा प्रेक्षणात्मक हो, इसके साथ ही बड़ी मात्रा में इस प्रकार के डाटा सेट्स की उपलब्धता में होने वाली वृद्धि के कारण इससे बहुत अपेक्षाएँ रखी गई हैं। यह विशेषत: खगोलविज्ञान एवं खगोभौतिकी के क्षेत्र में होता है जहाँ डाटा का निर्माण करने वाले खगोलभौतिकीय स्रोतों एवं घटनाओं को समझने के लिए बड़ी संख्या में प्रेक्षणात्मक डाटा विश्लेषण करने के लिए प्रतीक्षारत होता है। इसलिए आज ऐसे संगणनात्मक रुप से कुशल एवं विश्वसनीय कलन विधि की आवश्यकता है जो डाटा से जानकारी प्राप्त कर सके।

अक्सर, गतिशील प्रक्रियाएँ तारों जैसे स्रोतों के विकास के बारे में मार्गदर्शन करती है क्योंकि उनके बारे में अभी तक पूर्ण जानकारी प्राप्त नहीं हुई है। हमें तारों की गतिशीलता से निर्माण होने वाले प्रेक्षणात्मक डाटा पर निर्धारित रहना पड़ता है जिससे उनके अध्ययन में डाटा संचालित दृष्टिकोण की आवश्यकता का निर्माण होता है। इस मामले में, अरैखिक समय श्रृंखला विश्लेषण इस प्रकार के डाटा में ऐसी जटिल/महत्त्वपूर्ण संरचनाओं की खोज करने के लिए सशक्त पद्धतियों को प्रदान करता है जो आधारभूत गतिकी की प्रकृति को सूचित करेंगी। हम यह देखेंगे कि तारों के प्रकाश वक्रों से लेकर गतिकी पुनर्निर्माण तक के प्रेक्षणात्मक डाटा के लिए ये तकनीकें किस प्रकार लागू की जा सकती है।

चलिए हम उस अनियमित परिवर्तनशील तारे के स्पंदन होने का परिचित उदाहरण से आरंभ करते है, जिसके लिए तारकीय स्पंदन के परिणामस्वरूप अनियमित प्रकाश वक्र बनते हैं। नीचे चर्चा की गई पुनर्निर्माण तकनीकें इस बात का प्रमाण देती हैं कि R UMi, RS Cyg, UX Dra, SX Her, W Vir, R Scuti आदि जैसे कई परिवर्तनशील तारों के प्रकाश वक्र एक निम्न-विमीय अस्तव्यस्त स्पंदनात्मक गतिकी द्वारा उत्पन्न होते हैं। [1,2]

तारे की गतिकी का उसके प्रकाश वर्क अथवा प्रबलता डाटा से पुनर्निर्माण के लिए विलंब अंत:स्थापित करने की पद्धति का उपयोग किया जाता है, इस प्रक्रिया में प्रावस्था अंतरिक्ष के विस्तार M पर विलंब सदिश (delay vectors) को निम्नलिखित रूप में परिभाषित किया जाता है:

$$\bar{X} = [x(i), x(i+\tau), x(i+2\tau), \ldots . x(i\,(M-1)\tau]$$

यहाँ t विलंब समय है और M पुर्ननिर्मित प्रावस्था अंतरिक्ष का अंत:स्थापित करने वाला विस्तार है। t का आकलन करने की विभिन्न पद्धतियों में से एक है जब स्वसहसंबंध C(τ) का 1/e of C(0) तक घट जाता है। M के लिए फॉल्स निअरेस्ट नेबर्स [3] पद्धति है। पुनर्निमित गतिकी की पेचिदा गतिशील संरचना को फिर M- विमीय प्रावस्था अंतरिक्ष में उसके प्रपथ बिंदुओं के पुनरावृत्ति प्रतिरूप से प्रतिबिंबित किया जाता है। इसके लिए, पुनरावृत्ति को उन बिंदुओं के रूप में परिभाषित किया जाता है जो निर्धारित सीमा के भीतर एक-दूसरे के समीप होते हैं, उनमें से e एवं 2-d रिकरन्स प्लॉट (आरपी) उत्पन्न होते हैं, जो सभी पुनरावृत्त बिंदुओं को प्रदर्शित करते हैं।

हम आरपी (RP) पर परिभाषित दो महत्त्वपूर्ण मापों का उल्लेख करते हैं, निर्धारणवाद (डीईटी), जो विकर्ण रेखा खंडों के वितरण से आता है और लेमिनेरिटी(LAM) जो ऊर्ध्वाधर रेखा खंडों से आता है । ये गतिशीलता की प्रकृति को दर्शाते हैं और इसलिए आवर्ती, अस्तव्यस्त और रव गतिशीलता में अंतर कर सकते हैं।

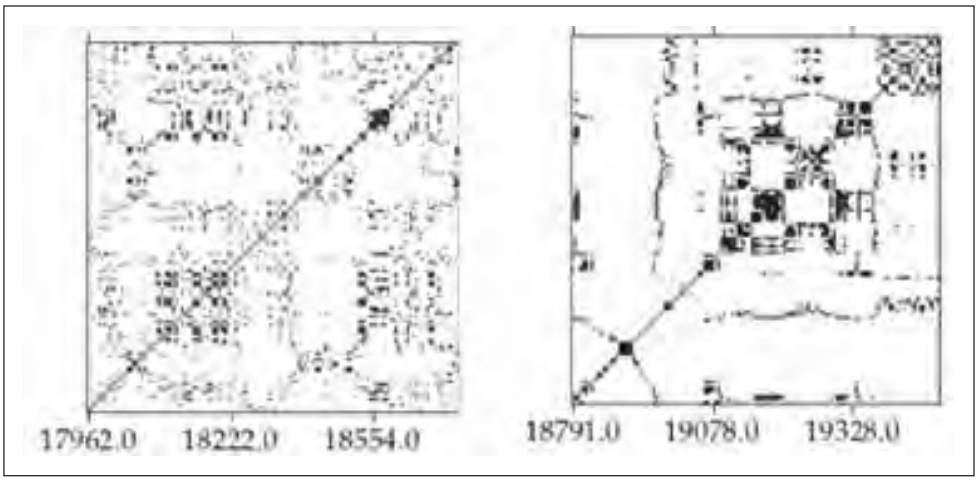
गतिकी में अचानक होने वाले परिवर्तन प्राचल में होने वाले छोटे बदलाव के साथ हो सकता है अथवा वे प्रसंभाव्य प्रभावों द्वारा उत्पन्न हो सकते है। गतिकी में होने वाले इस प्रकार के परिवर्तनों को क्रांतिक संक्रमण कहा जाता है, ये संक्रमण से पहले प्रावस्था अंतरिक्ष संरचना में बदलाव का कारण बनते हैं और इस प्रकार विशिष्ट समयावधि में गतिकी के पुनर्निर्माण द्वारा इन परिवर्तनों की खोज की जा सकती है और उन्हें मापा जा सकता है, जो डाटा पर स्थानांतरित हुए है। पुनरावृत्ति के प्रतिरूप में होने वाले अनुरुप परिवर्तनों को DET एवं LAM का उपयोग करके विशिष्ट अवधि में विश्लेषित किया जा सकता है, और परिकलित किया जा सकता है। उसके बाद गतिकी में होने वाले संक्रमण इन मापनों में महत्त्वपूर्ण परिवर्तनों के रूप में प्रमाण बनेंगे। उन्हें गतिकी में आगामी संक्रमण अथवा बड़ें परिवर्तनों के पूर्वानुमान के लिए अनुरुप भी बनाया जा सकता है। हमारे हालिया अनुसंधान में, Betelgeuse से प्राप्त डेटा पर यह प्रक्रिया

लागू कर इसकी प्रभावशीलता को प्रदर्शित किया गया है।

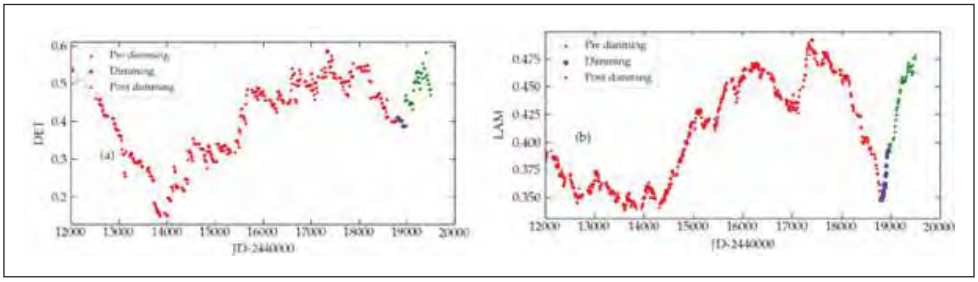
बेटेल्गेयूज़ [α Orionis, HD 39801, M1-M2Ia-Ibe, V = 0.2 to 1.3] यह विशेष रूप से चमकीला, लाल रंग का महादानव तारा है, जिसकी प्रबलता, परिवर्तनशीलता उसे अर्धनियमित परिवर्तनशील तारा बनाती है, जो अपने जीवन चक्र के मुख्य अनुक्रम चरण को छोड़ चुका है। वर्ष 2019 के अंत में इस तारे में होने वाली रुचि एकाएक बढ़ी, जिसका कारण था इसकी चमक कम होना और उसके बाद तेज़ी से बढ़ना, यह घटना 2019-2020 दौरान घटी। इस ऐतिहासिक घटना को ग्रेट डिमिंग कहा जाता है। इस घटना ने दुनियाभर के खगोलविदों और आम लोगों का ध्यान अपनी ओर खींचा। इस दिप्ति मंद होने के कारणों को समझाने के लिए कई अवधारणाएँ प्रस्तुत की गईं; जिनमें धूल बादल का बनना, प्रकाशमंडल में परिवर्तन, तारे की सतह पर धब्बों की उपस्थिति और संवहनीय कोशिकाओं में ठंडक शामिल थीं, लेकिन बाद के अध्ययनों से इन सिद्धांतों की पुष्टि नहीं हो सकी।

हमने यह जाँच की कि क्या 2019–20 में घटित हुई दिप्ति मंद होने एवं प्रभासन की घटना का कारण बेटेल्गेयूज़ के स्पंदन गतिकी में होने वाला महत्त्वपूर्ण संक्रमण हो सकता है। इसके लिए हमने AAVSO अंतर्राष्ट्रीय डाटाबेस से संक्रमण से पूर्व की प्रकाश वक्र की विशेषताओं का अध्ययन किया। इसके लिए, बेटेल्गेयूज़ की प्रकाश वक्र को दस-दिवसीय अंतरालों में विभाजित किया गया ताकि डेटा में दीर्घकालिक प्रवृत्तियों की जाँच की जा सके। परिमाणक DET और LAM, की गणना 300 बिंदुओं की चल विंडो में की गई, जिसमें हर बार एक बिंदु आगे बढ़ाया गया। प्रत्येक समयावधि/ विंडो के लिए संबंधित पुनरावृत्ति आलेख (Recurrence Plots - RPs) बनाए गए और समय के साथ उनका ग्राफ तैयार किया गया ताकि यह देखा जा सके कि समय के साथ इन परिमाणकों में कोई महत्वपूर्ण परिवर्तन हो रहा है या नहीं।(Fig1)

हमने पाया कि गतिशील संक्रमण का संकेत देने वाली दिप्ति मंद होने की घटना जैसे ही निकट आती है वैसे ही DET एवं LAM दोनों में व्यवस्थित ढंग से वृद्धि होती है। हमने इस विश्लेषण को विभिन्न बहुतरंगदैर्ध्य डेटा तक विस्तारित किया, जो विंग फोटोमेट्री (IR/near-IR) और वसाटॉनिक वेधशाला (V-band) से प्राप्त फोटोमेट्री डेटा से लिया गया था। हमने देखा कि सभी तरंगदैर्ध्य में परिवर्तन एक साथ हुए, जिसका अर्थ है कि यह दिप्ति मंद होना केवल सतही घटना नहीं थी। इसे पूरे तारे को प्रभावित करने वाली किसी गतिकीय प्रक्रिया से संबंधित होना चाहिए, जिसमें उसके स्पंदन गतिकी में परिवर्तन हुआ। कुछ समय बाद किए गए अध्ययनों में यह भी पाया गया कि दिप्ति मंद होने के बाद ~180 दिनों की



चित्र 1: दिप्ति मंद होने से पहले (बायाँ) और दौरान (दायाँ) बेटेल्गेयूज़ के प्रकाश वर्क से परिकालित पुनरावृत्ति आरेख



चित्र 2: पुनरावृत्ति माप (ए) निर्धारणवाद (डीईटी) और (बी) लेमिनारिटी (एलएएम) दिप्ति मंद होने से पहले (लाल), मंद होने के दौरान (नीला), और मंद होने के बाद (हरा)।

आवधिकता अधिक प्रमुख हो गई, जो हमारे निष्कर्षों का समर्थन करता है।

इस प्रकार, तारे की प्रकाश वक्र की गतिकीय संरचना में आने वाले परिवर्तनों को दर्शाने वाले पुनरावृत्ति मापन में होने वाले परिवर्तनों से अंतर्निहित गतिकी में आने वाले बदलाव के संकेत पहले से देखे जा सकते हैं।

गतिकी की प्रकृति के बारे में अंतदृष्टि प्राप्त करने के अतिरिक्त, डेटा से गतिकी के पुनर्निर्माण की पद्धति, जिसके बाद उसके पुनरावृत्ति प्रतिरूपों से मापनों का विश्लेषण करना गतिकी में संक्रमणों को समझने में सहायता कर सकता है। हम खगोलभौतिकीय डेटा विश्लेषण में स्रोतों को उनकी गतिकी की प्रकृति के आधार पर वर्गीकृत करने में, संक्रमणों के स्वरूप में समझने और सर्वाधिक महत्त्वपूर्ण होने वाले संक्रमण का पूर्वानुमान लगाने वाले मापनों को पहचानने में कई अनुप्रयोग देखते हैं।

संदर्भ:

1. जी. अंबिका, एम. ताकेउटी और ए.के. केम्भवी - केओटिक पल्सेशन इन इरेग्युलर वेरिअबल्स-2003, " मास लूजिंग पल्सेटिंग स्टार्स एंड देअर सर्कमस्टेलर मैटर"-eds. Y Nakada, M Honma & M Seki- Kluwer Aca. Pub- p-95.
2. बुचलर, जे.आर., कोलाथ, ज़ोल्टन और कैडमस, आर. 2004, "इविडन्स फॉर लो-डाइमेन्शियल केऑस इन सेमिरेग्युलर वेरिअबल स्टार्स, एस्ट्रोफिजिकल जर्नल, 613 532 DOI 10.1086/422903.
3. अंबिका, जी. एवं हरिकृष्णन, के.पी. मेथड्स ऑफ नॉनलिनिअर टाइम सिरीज अनैलिसिस एंड ऍप्लिकेशन्स: ए रिव्यू. 2020, ए. मुखोपाध्याय, एस. सेन, डी. एन. बसु और एस. मंडल (Eds.), डाइनैमिक्स एंड कंट्रोल ऑफ एनर्जी सिस्टम्स (pp. 9-27). Springer. doi:10.1007/978-981-15-0536-2_2.
4. संदीप वी जॉर्ज, स्नेहा कच्छारा, रंजीव मिश्रा, और जी अंबिका. अर्ली वॉर्निंग सिग्नलस इंडिकेट ए क्रिटिकल ट्रैन्जिशन इन बेटेल्गेयूज़, 2020, Astronomy & Astrophysics, 640, L21; https://doi.org/10.1051/0004-6361/202038785.
5. कच्छारा, एस., जॉर्ज, एस.वी., मिश्रा, आर., और अंबिका, जी. इविडन्स फॉर डाइनैमिकल चेंजेस इन बेटेल्गेयूज़ यूजिंग मल्टी-वेवलेन्थ डेटा.2023, The Sixteenth Marcel Grossmann Meeting, pp. 3485-3493. DOI: 10.1142/9789811269776_0288.

प्रो. जी. अंबिका सैद्धांतिकीय भौतिकविद् है, इनकी विशेषज्ञता अरैखिक गतिकी, जटिल प्रणालियाँ एवं समय श्रृंखला विश्लेषण के क्षेत्र में है। वर्तमान ने वे भारतीय विज्ञान शिक्षा एवं अनुसंधान संस्थान तिरुवनंतपुरम के स्कूल ऑफ भौतिकी में प्रोफेसर (सम्माननीय) के रूप में कार्यरत है एवं आयुका पुणे, की अभ्यागत सहयोगी है। वह वर्तमान में फिलॉसॉफिकल ट्रांजेक्शन ऑफ द रॉयल सोसाइटी ए, लंदन और द यूरोपियन फिजिकल जर्नल स्पेशल टॉपिक्स (ईपीजेएसटी) की संपादकीय बोर्ड सदस्य हैं, और सोसाइटी फॉर नॉनलाइनियर एंड कॉम्प्लेक्स सिस्टम्स (एसओएनसीओएस), भारत की उपाध्यक्ष हैं।

प्रोफेसर जी. अंबिका की विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग के अंतर्गत महिला-केंद्रित योजनाओं और कार्यक्रमों में सक्रिय सहभागिता है। वे WISE PhD और WISE PDF में विषय विशेषज्ञ समिति (SEC) की अध्यक्ष हैं और CURIE और WIDUSHI के अंतर्गत कार्यक्रम सलाहकार समिति (PAC) की सदस्य हैं। उन्हें पेंटिंग और कला का शौक है और वे वैज्ञानिक विषयों से प्रेरित होकर तेल चित्र बनाती हैं।

आयुका में आयोजित होने वाले कार्यक्रम

दूसरी दक्ष कार्यशाला: इंडियन आईज ऑन ट्रैन्शन्ट स्काईज

दूसरी दक्ष विज्ञान कार्यशाला का आयोजन अंतर-विश्वविद्यालय केंद्र: खगोलविज्ञान और खगोलभौतिकी (आयुका), पुणे, में 29-31 मार्च 2025 के दौरान हाइब्रिड पद्धति से किया गया। कार्यशाला ने सफलतापूर्वक बड़ी मात्रा में दर्शकों को एकत्रित लाया जिसमें सत्तर प्रतिभागियों ने व्यक्तिगत रूप से कार्यशाला में उपस्थित दर्शायी जब कि सौ से भी अधिक प्रतिभागी ऑनलाइन (आभासी) रूप से कार्यशाला में शामिल हुए। कार्यशाला के प्रति वैज्ञानिक समुदाय द्वारा काफी उत्साहभरी प्रतिक्रिया प्राप्त हुई। कार्यशाला द्वारा दक्ष मिशन से संबंधित निरंतर चलने वाले अनुसंधान एवं विचारों के आदान प्रदान के लिए महत्त्वपूर्ण मंच प्रदान किया गया।

कार्यशाला की विशेषता दक्ष मिशन के लिए सर्वाधिक महत्त्वपूर्ण होने वाले प्रमुख वैज्ञानिक विषयों पर केंद्रीत व्याख्यानों तथा चर्चाओं की श्रृंखला थी। विषयों में गामा -रे प्रस्फोट (GRBs), गुरुत्वाकर्षण तरंग (EMGW) के स्रोतों के विद्युतचुंबकीय समकक्ष, सौर घटना, स्थलीय गामा- रे क्षणदीप्ति एवं बहु- तरंगदैर्ध्य प्रेक्षणात्मक योजनाएँ शामिल थीं। कार्यशाला के सत्रों ने अनुसंधानकर्ताओं, छात्रों एवं क्षेत्र विशेषज्ञों के बीच सहकारिता को प्रेरित किया, उच्च-ऊर्जा खगोलभौतिकी की गहरी समझ को बढ़ावा दिया और दक्ष उपक्रम के वैज्ञानिक उद्दिष्टों को उन्नत किया। कार्यशाला का सन्वयन गुलाब देवांगन (आयुका) एवं वरूण भालेराव (आईआईटी, मुंबई) द्वारा किया गया।

एआई/एमएल ॲप्लिकेशन्स टू एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स (एएमएए) पर आयुका कार्यशाला

एआई/ एमएल इन एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स (एमएए) पर आयुका कार्यशाला का आयोजन 6-10 जनवरी 2025 के दौरान किया गया। अजित केंभवी (आयुका) एवं आरिफ बाबुल (विक्टोरिया विश्वविद्यालय, कनाडा) द्वारा संयुक्त रूप से इसका आयोजन किया गया। कार्यशाला का मुख्य लक्ष्य खगोलविज्ञान, खगोलभौतिकी एवं संबंधित क्षेत्रों में तेज़ गति से विकसित हो रहे मशीन लर्निंग ॲप्लिकेशन्स के क्षेत्र में भारत और विदेशों में कार्य करने वाले अनुसंधानकर्ताओं के बीच सहकार्यता को बढ़ावा देना था।

शैक्षिक कार्यक्रम में आमंत्रित व्याख्यान एवं योगदानात्मक (कॉन्ट्रिब्युटेड) व्याख्यान , पॅनल चर्चाएँ/विचार-विमर्श, एवं प्रायोगिक प्रदर्शनी सत्र प्रमुख थे। कार्यशाला में एआई/एमएल तकनीकों की संपूर्ण श्रृंखला का समावेश किया गया था, जिसमें पारंपारिक मशीन अधिगम, गहन अधिगम, जनरेटिव एआई, प्राकृतिक भाषा प्रसंस्करण एवं बड़े भाषा मॉडल शामिल थे। खगोलविज्ञान एवं खगोलभौतिकी के अनुप्रयोगों में ब्रह्मांडिकीय आकाशगंगा निर्माण अनुरुपण, गुरुत्वाकर्षण तरंगे, आकाशगंगा आकृति विज्ञान, तारकीय, आकाशगंगा का वर्णक्रमीय वर्गीकरण एवं एजीएन स्पेक्ट्रा, सौर खगोलविज्ञान और समय-क्षेत्र खगोलविज्ञान शामिल थे।

कार्यशाला की मेज़बानी दस प्रमुख अंतर्राष्ट्रीय विशेषज्ञों द्वारा की गई थी और इसमें भारत के संकाय सदस्यों तथा युवा अनुसंधानकर्ताओं समेत सौ प्रतिभागियों ने प्रत्यक्ष रूप से उपस्थिति दर्शायी। इसके अलावा, लगभग सौ प्रतिभागी ऑनलाइन रूप से शामिल हुए। इस कार्यक्रम ने अनुसंधानकर्ताओं को जानकारी का आदान-प्रदान करने, नवीनतम प्रगतियों के बारे में चर्चा करने एवं खगोलविज्ञान तथा खगोलभौतिकी के लिए एआई/एमएल के अनुप्रयोग में सहकारिता की संभावना की जाँच करने के लिए मंच प्रदान किया। कार्यशाला का समन्वयन आरिफ बाबुल (विक्टोरिया विश्वविद्यालय, कनाडा) एवं अजित केंभवी (आयुका) द्वारा किया गया।

आयुका से बाहर आयोजित किए गए कार्यक्रम

नैशनल कॉन्फरन्स ऑन डेटा साइंस इन्वेशन्स इन एस्ट्रोनॉमी (एनसीडीएसआईए)

द नैशनल कॉन्फरन्स ऑन डेटा साइंस इनोवेशन्स इन एस्ट्रोनॉमी (एनसीडीएसआईए) का सफलतापूर्वक आयोजन अमिटी विश्वविद्यालय, कोलकाता में 3-4 जनवरी 2025 को किया गया। इस कार्यक्रम ने डेटा साइंस एवं खगोलविज्ञान के एकत्रीकरण की संभावना की जाँच करने के लिए विशेषज्ञों तथा अनुसंधानकर्ताओं को एक साथ लाया गया। अमिटी विश्वविद्यालय कोलकाता एवं आईकार्ड कोलकाता के सहयोग से आयोजित इस सम्मेलन को आयुका पुणे द्वारा प्रायोजित किया गया था। सम्मेलन में लगभग सत्तर प्रतिभागी उपस्थित थे। कार्यक्रम में अंतदृष्टि प्रदान करने वाले सत्र, प्रमुख भाषण एवं पोस्टर प्रस्तुतीकरणों की श्रृंखला शामिल थी। उद्घाटन सत्र में असिस कुमार चट्टोपाध्याय एवं संजीव धुरंधर जैसे प्रतिष्ठित वक्ताओं द्वारा संबोधित किया गया, जिन्होंने ब्रह्मांड की अपनी समझ को बढ़ाने

में डेटा विज्ञान की महत्त्वपूर्ण भूमिका को रेखांकित किया।

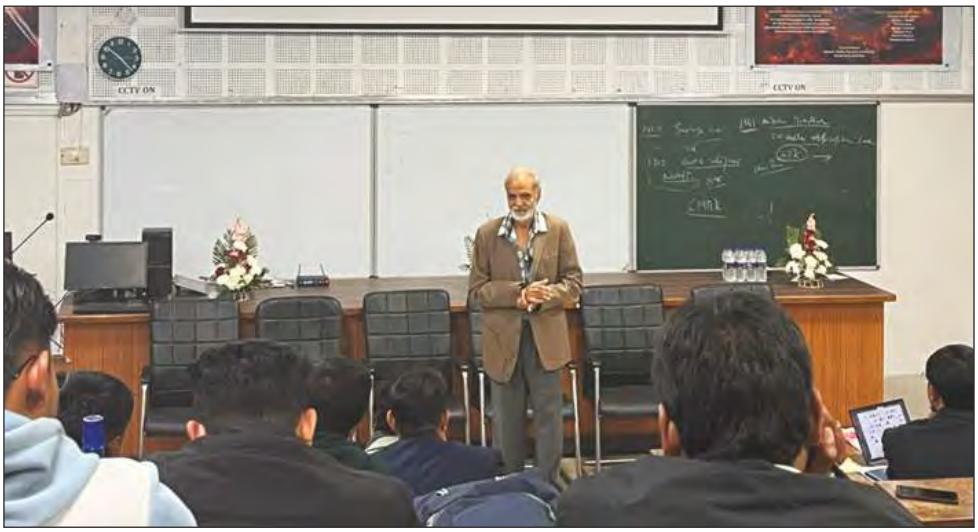
स्वर्गीय तनुका चट्टोपाध्याय को समर्पित विशेष स्मृति सत्र के तहत खगोल सांख्यिकी के क्षेत्र में उनके अमूल्य योगदान को याद किया गया। इस सत्र में, असिस कुमार चट्टोपाध्याय एवं डिडिएर फ्रैक्स-बर्नेट जैसे तनुका चट्टोपाध्याय के आजीवन सहयोगियों ने उनके साथ किए गए अपने अंतिम सहयोगात्मक कार्य को प्रस्तुत किया।

सम्मेलन के पहले दिन का समापन सौर खगोलभौतिकी पर तकनीकी प्रस्तुतीकरणों और रोचक पोस्टर सत्र के साथ हुआ, जिसमें छात्रों तथा अनुसंधान के प्रारंभिक चरण में कार्यरत अनुसंधानकर्ताओं को अपने नवपरिवर्तनकारी अध्ययनों को प्रदर्शित करने के लिए मंच प्रदान किया गया।

सम्मेलन के दूसरे दिन प्रख्यात विशेषज्ञों की अध्यक्षता में तकनीकी सत्रों की श्रृंखला को जारी रखा गया। ये सत्र मुख्यत: खगोलभौतिकी में उन्नत अभिकलनात्मक (कंप्युटेशनल) पद्धतियाँ, गुरुत्वाकर्षण तरंग संसूचन में आर्टिफिशियल इंटेलिजन्स का अनुप्रयोग एवं ब्रह्मांडीय सूक्ष्मतरंग पृष्ठभूमिक विश्लेषण के लिए सांख्यिकीय प्रतिमान पर केंद्रीत थे। उस दिन की विशेषता पोस्टर प्रतियोगिता थी, जहाँ युवा अनुसंधानकर्ताओं ने अपने कार्य को प्रस्तुत किया। श्रद्धा बिस्वास (भारतीय अंतरिक्ष भौतिकी केंद्र) ने प्रथम स्थान प्राप्त किया जबकि अश्वत्थ एस. (प्रोविडेंस महिला कॉलेज, कालीकट विश्वविद्यालय) ने द्वितीय स्थान प्राप्त किया। सम्मेलन का समापन अबिसा सिन्हा अधिकारी, सम्मेलन समन्वयक, के नेतृत्व में समापन सत्र के साथ हुआ, जिसमें उन्होंने प्रायजकों एवं प्रतिभागियों के प्रति आभार व्यक्त किया। सम्मेलन में की गई अभूतपूर्व चचाओं तथा प्रस्तुत किए गए नवोन्मेषों का भविष्य के संदर्भ के लिए दस्तावेजीकरण सुनिश्चित करने के लिए सेमिनार से प्राप्त आलेखों को IAPQR ट्रैन्ज़ैक्शन्ज़ के विशेष समाचारों में प्रकाशन के लिए जमा करने हेतु प्रेरित किया गया। सम्मेलन का समन्वयन अबिसा सिन्हा (अमिटी विश्वविद्यालय) एवं असिस के. चट्टोपाध्याय (कलकत्ता विश्वविद्यालय) द्वारा किया गया।

ब्रह्मांडविज्ञान और गुरुत्वाकर्षण पर केंद्रीत/अध्ययनशील बैठक

ब्रह्मांडविज्ञान एवं गुरुत्वाकर्षण पर केंद्रीत / अध्ययनशील बैठक का आयोजन 8-10 जनवरी 2025 के दौरान भौतिकी विभाग, गुवाहाटी विश्वविद्यालय, असम, में आयुका, पुणे की सहयोगिता में किया गया। बैठक का मुख्य उद्देश्य 1922 और 1924 के बीच फ्रीडमैन द्वारा पहले सापेक्षिक विस्तारित ब्रह्मांडिकीय प्रतिमान के प्रकाशन के बाद से ब्रह्मांड विज्ञान में हुए विकास की शताब्दी का स्मरण करना था। कार्यक्रम में गुरुत्वाकर्षण एवं ब्रह्मांडविज्ञान के क्षेत्र में होने वाली वर्तमानीय चुनौतियों तथा विकासों पर ध्यान केंद्रीत करते हुए संबंधित क्षेत्रों के विशेषज्ञों एवं अनुसंधानकर्ताओं को एकत्रित लाया गया था। बैठक में लक्षित दर्शकों में शामिल थे, ब्रह्मांडविज्ञान तथा गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र में कार्यरत पीएचडी छात्र, पोस्ट-डॉक्टोरल अध्येता एवं संकाय सदस्य। बैठक का उद्घाटन उत्पाल शर्मा (कुलसचिव, गौहाटी विश्वविद्यालय) द्वारा किया गया, जिन्होंने प्रतिभागियों का स्वागत किया और चर्चाओं की रूपरेखा तैयार की। उद्घाटन भाषण नरेश दधीच (पूर्व निदेशक एवं एमेरिटस प्रोफेसर, आयुका) द्वारा दिया गया, जिन्होंने ब्रह्मांडविज्ञान के ऐतिहासिक विकास पर चर्चा की। इसके साथ ही उन्होंने सामान्य सापेक्षता के भौतिकीय पहलुओं एवं गुरुत्वीय निपात



वस्तुओं की प्रकृति पर भी व्याख्यान प्रस्तुत किए। नरेश दधीच ने सामान्य सापेक्षता के वैचारिक विकास पर विशेष व्याख्यान देते हुए लोगों को आकृष्ट किया। कनक साहा (आयुका) ने ब्रह्मांडीय पुन:आयनीकरण इतिहास पर ध्यान केंद्रीत करते हुए उच्च अवरक्त (रेडशिफ्ट) एवं JWST प्रेक्षणों की खगोलभौतिकी पर व्याख्यान देते हुए चर्चाओं में योगदान दिया। प्रवाबती चिंगंगबाम (आईआईए) ने प्रेक्षणों के माध्यम से ब्रह्मांडीय तत्वों के परीक्षण के बारे में बाते की , जब कि शादब आलम (टीआईएफआर) ने बड़ें पैमानों की संरचनाओं के प्रेक्षण द्वारा सामान्य सापेक्षता, अदीप्त ऊर्जा भौतिकी एवं संशोधित गुरुत्वीय सिद्धांतों के परीक्षण के लिए विभिन्न पद्धतियों पर चर्चा की। उमानंद देव गोस्वामी (दिब्रुगढ़ विश्वविद्यालय) ने टाइप Ia सुपरानोवा के प्रेक्षणों का उपयोग करके संशोधित गुरुत्वीय सिद्धांतों के परीक्षण की संभावनियता के बारे में चर्चा की।

इस बैठक ने गुरुत्वाकर्षण एवं ब्रह्मांडविज्ञान की सीमा रेखा पर गहन चर्चाओं के लिए मंच प्रदान किया, प्रतिभागियों को नवीनतम अनुसंधान से जुड़ने का अवसर दिया। आयुका और दक्षिण पूर्व एशियाई अध्ययन केंद्र, गुवाहाटी विश्वविद्यालय द्वारा प्रायोजित इस कार्यक्रम में तीस प्रतिभागी उपस्थित थे, जिसमें शामिल अनुसंधानकर्ताओं एवं छात्रों ने सत्रों में सक्रिय सहभागिता दर्शायी। ब्रह्मांडविज्ञान एवं गुरुत्वाकर्षण की वर्तमान स्थिति पर अर्थपूर्ण वैज्ञानिक चर्चाओं को बढ़ावा देते हुए इस अध्ययनशील बैठक में फ्राइडमन के

कार्य की शताब्दी का सफलतापूर्वक सम्मान किया गया। बैठक का समन्वयन संजीव कालिता (आईकार्ड समन्वयक, गौहाटी विश्वविद्यालय) एवं कनक साहा (आयुका) द्वारा किया गया।

रेडियो एस्ट्रोनॉमी स्कूल

रेडियो एस्ट्रोनॉमी स्कूल 2025 का आयोजन फर्ग्युसन कॉलेज, पुणे में 17-24 फरवरी 2025 के दौरान खगोलविज्ञान अनुसंधान एवं विकास के लिए आयुका केंद्र (आईकार्ड) के तत्वावधान में किया गया। राका दाभाडे के मार्गदर्शन में स्कूल का समन्वयन मनिष एस. हिरय एवं गजानन डी. हारळे द्वारा किया गया। इस कार्यक्रम हेतु अठहत्तर आवेदकों से आवेदन प्राप्त हुए थे जिनमें से संपूर्ण महाराष्ट्र के सात संस्थनों से चुने गए चालीस पूर्वस्नातक तथा स्नातकोत्तर छात्रों को एकत्रित लाया गया।

प्रतिभागियों में तेईस पुरुष एवं सत्रह महीलाएँ छात्र शामिल थीं। इस सप्ताहभर चलने वाले कार्यक्रम की विशेषता थी-आयुका, एनसीआर एवं आरआरआई के वैज्ञानिकों द्वारा दिए गए व्याख्यानों के साथ-साथ तीन प्रायोगिक सत्र। ऋता काले ने रेडियो खगोलविज्ञान के मूलभूत तत्वों से परिचित कराया, जिसके बाद एकल डिश रेडियो दूरबीनें विषय पर अविनाश देशपांडे, रेडियो इंटरफेरोमीटर विषय पर धरम वीर लाल, सौर रेडियो उत्सर्जन विषय पर दिव्या ओबेरॉय और आकाशगंगा अध्ययनों में 21-सीएम हाइड्रोजन रेखा विषय पर राजेश्वरी दत्ता द्वारा सत्रों का आयोजन किया गया। प्रायोगिक प्रशिक्षण में जमीर मनुर के नेतृत्व में हॉर्न एन्टिना के साथ 21-सीएम हाईड्रोजन रेखा प्रेक्षण शामिल था। CASA सॉफ्टेवयर का उपयोग करके रेडियो डेटा विश्लेषण कार्यशाला का संचालन समीर साळुंखे द्वारा पीएचडी छात्र के सहयोग से किया गया। प्रतिभागियों ने सिद्धांत एवं अभ्यास के सम्मिश्रण की सराहना की और विख्यात वैज्ञानिकों के साथ संवादात्मक चर्चा करने के लिए उन्हें प्राप्त हुए अवसर को मूल्यवान माना। इस स्कूल ने सफलतापूर्वक छात्रों को रेडियो खगोलविज्ञान में निहित नई तकनीकों से परिचित कराया और साथ ही इस क्षेत्र में उनकी रुचि को अधिक प्रेरित किया।

प्रदर्शनी: ऑन द शोल्डर्स ऑफ जाएंट्स

आईकार्ड गतिविधियों के भाग के रूप में फर्ग्युसन कॉलेज, पुणे में 15-16 जनवरी 2025 के दौरान '*ऑन द शोल्डर्स ऑफ जाएंट्स*' नामक दो दिवसीय प्रदर्शनी का आयोजन किया गया। प्रदर्शनी का समन्वयन राका दाभाडे द्वारा किया गया । प्रदर्शनी की संकल्पना एवं उसका कार्यान्वयन संपूर्ण रूप से भौतिकी विभाग के पूर्वस्नातक छात्रों द्वारा किया गया। प्रदर्शनी का उद्घाटन भूतपूर्व छात्रा हम्सा पद्मनाभन द्वारा किया गया और प्रदर्शनीय वस्तुओं का मूल्यांकन आईआईएसईआर पुणे के पीएमआरएफ विद्वान- सुप्रिथा भोव्मिक, निपुण भावे, एवं दीप मुजुमदार (बाद में दो फर्ग्युसन के भूतपूर्व छात्र शामिल हुए) द्वारा किया गया। सर्वोत्कृष्ट तीन टीमों को विशेष प्रमाणपत्र देकर सम्मानित किया गया। जनता के लिए खुले इस कार्यक्रम में 800 से भी अधिक पंजीकृत अभ्यागतों ने उपस्थिति दर्शायी, जिसमें विद्यालयीन समूह, अभिभावक एवं हितचिंतक शामिल थे। प्रदर्शनी में दस विषय क्षेत्र संबंधी समूहों की संरचना करते हुए, इसमें प्रारंभिक प्राकृतिक दर्शन-शास्त्र से लेकर आधुनिक

ब्रह्मांडविज्ञान तक भौतिकी के विकास को रेखांकित किया गया। प्रत्येक समूह का नेतृत्व तृतीय वर्ष के बी.एससी. छात्र ने किया जिसमें उन्हें कनिष्ठ वर्ष के छात्रों से सहायता प्राप्त हुई, जिससे सहकर्मी अधिगम एवं सामूहिक कार्य की भावना को बढ़ावा दिया गया। इसमें निहित विषयों में कोपरनिकस, आर्यभट्ट, मैक्सवेल, टेस्ला, क्यूरी, बोहर, श्रोडिंगर, हाइजेनबर्ग, रमन, हॉकिंग, चंद्रशेखर, हबल और रुबिन जैसे विचारकों के योगदान शामिल थे, जो विद्युत चुंबकत्व, क्वांटम सिद्धांत, परमाणु भौतिकी, ब्रह्मांड विज्ञान और डार्क मैटर जैसे क्षेत्रों के महत्त्वपूर्ण विकास पर प्रकाश डालते थे। इसमें लगभग साठ स्नातक छात्रों ने भाग लिया, जिन्होनें पोस्टर, मॉडल और हेलियोसेंट्रिक मॉडल, टेस्ला कॉइल, डबल स्लिट प्रयोग, परमाणु मॉडल, रमन स्पेक्ट्रोग्राफ और गांगेय घूर्णन दृश्यसामग्री जैसे कई

हस्तनिर्मित प्रदर्शन बनाए थे।

प्रदर्शनी ने दर्शकों को केवल आकर्षित नहीं किया बल्कि छात्रों को विज्ञान संचार, सामूहिक कार्य, कार्यक्रम व्यवस्थापन एवं जनसमुदाय की सहभागिता में प्रायोगिक अनुभव भी प्रदान किया। इस प्रदर्शनी ने प्रतिभागियों एवं अभ्यागतों दोनों में भौतिकी विषय के बारे में गहरी समझ एवं उत्सुकता को बढ़ावा दिया।

दसवीं दक्षिणी क्षेत्रीय खगोलविज्ञान बैठक: खगोलविज्ञान अनुसंधान-अवसर एवं चुनौतियाँ

खगोलविज्ञान अनुसंधान: अवसर एवं चुनौतियाँ नामक दसवीं दक्षिणी क्षेत्रीय खगोलविज्ञान बैठक का आयोजन 31 जनवरी से 2 फरवरी 2025 के दौरान भौतिकी विभाग, कोचीन विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय (CUSAT), कोची, केरल में किया गया। इस बैठक ने दक्षिणी भारत के अनुसंधानकर्ताओं को संपर्क स्थापित करने, अपने विचारों को साझा करने एवं अपने कार्य को प्रस्तुत करने के साथ क्षेत्रीय खगोलविज्ञान समुदाय के साथ सहकार्यता को बढ़ावा देने के लिए महत्त्वपूर्ण मंच प्रदान किया। बैठक का उद्घाटन जुनैद बुशरि (कुलपति, कोचिन विश्वविद्यालय) द्वारा किया गया। स्वागतीय भाषण एल्ड्रिन एंटनी (अध्यक्ष, भौतिकी विभाग) द्वारा दिया गया तथा आभार ज्ञापन का कार्य बैठक के समन्वयकों में से एक चार्ल्स जोस द्वारा किया गया।

तीन दिनों के इस पाठ्यक्रम में, तैंतालीस अनुसंधानकर्ताओं एवं नौ संकाय सदस्यों ने प्रेक्षणात्मक खगोलविज्ञान (ग्रह, तारे, अंतरामंदाकिनीय माध्यम एवं आकाशगंगाएँ), सक्रिय गांगेय नाभिक, सूर्य एवं सौर प्रणाली, बाह्यग्रह (एक्स्प्लोनेट्स), अदीप्त पदार्थ, सापेक्षिक खगोलभौतिकी एवं ब्रह्मांडविज्ञान जैसे विभिन्न विषयों पर अपना कार्य प्रस्तुत किया। कार्यक्रम की विशेषता अजित केंभवी (आयुका), ईश्वर चंद्रा (एनसीआर), एवं ए.एन. रामप्रकाश द्वारा दिए गए तीन परिपूर्ण व्याख्यान थे। सत्रों की अध्यक्षता टिटस के. मैथ्यू (CUSAT), के. इंदुलेखा (एम जी विश्वविद्यालय), सी.डी. रविकुमार (कालिकट विश्वविद्यालय), निनान साजीथ फिलिप (AIRIIS4D), नसीर इक्बाल (कश्मीर

विश्वविद्यालय), विनु विक्रमन (सेंट्रल विश्वविद्यालय, कासरगोड), ब्लेसन मैथ्यू (क्रिस्ट विश्वविद्यालय), मिनु जॉय (अल्फान्सो कॉलेज), देबिजॉय भट्टाचार्य (मणिपाल विश्वविद्यायल) एवं काजुयुची फ़ारूचि (मणिपाल विश्वविद्यालय) जैसे प्रख्यात विशेषज्ञों द्वारा की गई। विशेष पोस्टर सत्र भी बैठक का हिस्सा था, जिसके अंतर्गत प्रतिभागियों ने अपने अनुसंधान को प्रदर्शित किया था।

नसीर इक्बाल के नेतृत्व में बैठक के पहले दिन की संध्या के समय खगोलभौतिकी में कैरियर के अवसरों पर चर्चा की गई। 1 फरवरी को वी.सी.कुरियाकोस की स्मृति में विशेष सत्र का आयोजन किया गया, जहाँ बाबू जोसेफ, अजित केंभवी एवं अन्य विशेषज्ञों ने उनके द्वारा क्षेत्रीय बैठक तथा व्यापक खगोलविज्ञान समुदाय के लिए दिए गए महत्त्वपूर्ण योगदान पर प्रकाश डाला। बैठक में ज्ञान को साझा करने एवं अनुसंधानात्मक सहकार्यता को बढ़ावा देने की अपनी परंपरा को कायम रखा गया तथा विभिन्न क्षेत्रों के युवा शोधकर्ताओं और विशेषज्ञों को एक साथ लाया गया। इस बैठक ने संबंधित क्षेत्र में खगोलविज्ञान अनुसंधान को अधिक मज़बूत करने, नेटवर्किंग एवं चर्चाओं के लिए मूल्यवान मंच प्रदान किया। बैठक का समन्वय रंजीव मिश्रा (आयुका), चार्ल्स जोस (CUSAT) एवं जो जेकब (आईकार्ड, न्युमैन कॉलेज, थोडुपुझा) द्वारा किया गया।

प्रकाशीय खगोलविज्ञान पर कार्यशाला

28 फरवरी से 02 मार्च, 2025 तक, सेंट थॉमस कॉलेज, रान्नी के भौतिकी विभाग द्वारा आईकार्ड (न्यूमैन कॉलेज, थोडुपुझा) और CHRIST (डिम्ड टू बी यूनिवर्सिटी), बेंगलुरु के खगोलविज्ञान और खगोलभौतिकी में उत्कृष्टता के केंद्र के सहयोग से प्रकाशीय खगोलविज्ञान पर तीन दिवसीय कार्यशाला आयोजित की गई। इस कार्यशाला में पंद्रह कॉलेजों से कुल 39 स्नातक छात्र शामिल हुए, जिनमें से पाँच केरल के बाहर के थे। कार्यशाला का उद्घाटन निनान साजीथ फिलिप (वरिष्ठ आयुका सहकर्मी एवं अधिष्ठाता एवं निदेशक, AIRIS4D, थेल्लियूर, केरल) ने किया। स्वागत भाषण भौतिकी विभाग की प्रमुख अंजु जोसेफ ने दिया, और सत्र की अध्यक्षता स्नेहा एल्सी जैकोब (प्रधानाचार्य, सेंट थॉमस कॉलेज) ने की। श्रीजा एस. कार्था और जो जैकब द्वारा शुभकामनाएँ प्रस्तुत की गई और मैरीकुट्टी जेम्स द्वारा धन्यवाद ज्ञापन दिया गया।

कार्यशाला की शुरुआत जो जैकोब और श्रीजा एस. कार्था द्वारा खगोलविज्ञान पर परिचयात्मक व्याख्यान से हुई, जिसके बाद प्रायोगिक प्रशिक्षण सत्र हुए। अखिल कृष्ण आर. (अनुसंधान विद्वान, CHRIST यूनिवर्सिटी) ने FITS छवि प्राप्त करना और प्रोसेसिंग करने पर सत्र आयोजित किया।

जबकि अरुण रॉय (पोस्ट-डॉक्टोरल अध्येता, आईआईए) ने खगोलीय अनुप्रयोगों के लिए पाइथन प्रोग्रामिंग पर सत्र संचालित किया। दूसरे दिन आयुका के निदेशक आर. श्रीआनंद ने प्रारंभिक ब्रह्मांड में आकाशगंगा निर्माण की चुनौतियों पर व्याख्यान दिया। इसके बाद श्रीजा एस. कार्था ने तारकीय समूहों पर एक सत्र और निधि एस. साबू (क्राइस्ट यूनिवर्सिटी) ने CLEA और TOPCAT का उपयोग कर तारकीय समूहों के विश्लेषण पर प्रायोगिक गतिविधियाँ कराई। दिन का समापन तारकीय स्पेक्ट्रा विश्लेषण पर एस्ट्रोपी आधारित प्रायोगिक सत्र के साथ हुआ, जिसे निधि एस. साबू और अरुण रॉय ने संयुक्त रूप से संचालित किया, इसके बाद प्रतिभागियों के साथ संवादात्मक चर्चा हुई।

अंतिम दिन की शुरुआत आयुका निदेशक आर.श्रीआनंद के दूसरे व्याख्यान से हुई, जिसमें उन्होंने भारत की आने वाली मेगा-साइंस परियोजनाओं पर ध्यान केंद्रित किया। इसके बाद अखिल कृष्ण आर. और अरुण रॉय ने खगोलीय डेटा प्रबंध एवं पाइथन के माध्यम से आकाशगंगा रेडशिफ्ट अनुमान पर उन्नत सत्र आयोजित किए। कार्यशाला का समापन प्रतिभागी प्रतिक्रियाओं और विचारों के साथ एक समापन सत्र के माध्यम से हुआ। समापन धन्यवाद श्रीवल्सा के. (सेंट थॉमस कॉलेज) ने प्रस्तुत किया। यह कार्यशाला सैद्धांतिक ज्ञान एवं प्रायोगिक प्रशिक्षण का सफल संयोजन थी, जिसने प्रतिभागियों में प्रकाशीय खगोलविज्ञान के प्रति गहरी रुचि पैदा की। इसका समन्वय श्रीजा एस. कार्था (आयुका एसोसिएट और एसोसिएट प्रोफेसर, क्राइस्ट यूनिवर्सिटी), जो जैकोब (समन्वयकर्ता, आईकार्ड, न्यूमैन कॉलेज, थोडुपुझा) और रंजीव मिश्रा (आयुका) द्वारा किया गया था।

टेंशन्स एंड अनामलीज़ ऑन द स्काई: क्वेस्ट फॉर न्यू फिज़िक्स ऑट कॉस्मोलॉजिकल स्केल्स

'आकाश में तनाव एवं विसंगतियाँ ब्रह्मांडीय पैमानों पर नई भौतिकी की खोज' शीर्षक तीन दिवसीय कार्यशाला 6 से 8 मार्च 2025 तक जामिया मिलिया इस्लामिया के सैद्धांतिक भौतिकी केंद्र में आयोजित की गई। इस कार्यक्रम का समर्थन खगोलविज्ञान के अनुसंधान एवं विकास के लिए आयुका केंद्र (आईकार्ड) और अनुसंधान राष्ट्रीय शोध प्रतिष्ठान (ANRF) द्वारा किया गया। इस कार्यशाला में भारत के विभिन्न संस्थानों और विश्वविद्यालयों से कुल सैंतालीस प्रतिभागी शामिल हुए। इनमें से तेरह प्रतिष्ठित प्रमुख वक्ता थे, जो अशोका विश्वविद्यालय,बीआईटीएस पिलानी, IISc बेंगलुरु, IISER कोलकाता, IMSc चेन्नई ISI कोलकाता, आयुका, जामिया मिलिया इस्लामिया, NCRA-TIFR, पुणे, SGT विश्वविद्यालय TIFR मुंबई और विश्वभारती जैसे प्रमुख संस्थानों को प्रतिनिधित्व कर रहे थे। प्रमुख व्याख्यानों के अलावा, कार्यक्रम में पीएचडी छात्र एवं पोस्टडॉक्टोरल अनुसंधानकर्ताओं द्वारा दस शोध प्रस्तुतियों के साथ-साथ शोध विद्वानों द्वारा नौ पोस्टर प्रस्तुतियाँ शामिल थीं।

यह कार्यक्रम ब्रह्मांडीय अवलोकनों में उभरते तनावों एवं विसंगतियों पर वैज्ञानिक समुदाय के बीच उत्साहपूर्ण चर्चा को प्रोत्साहित करने एवं सहयोगात्मक प्रयासों को बढ़ावा देने का सफल मंच साबित हुआ। कार्यशाला ने ब्रह्मांडीय पैमानों पर नई भौतिकी की खोज संबंधी विदवत्तापूर्ण संवादात्मक चर्चा को आगे बढ़ाने में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाई। इस कार्यशाला का समन्वय अंजन आनंद सेन (जामिया मिलिया इस्लामिया) और अनुपम भारद्वाज (आयुका) द्वारा किया गया था।

स्टेलर इवोल्यूशन एंड पल्सेशन मॉडलिंग पर कार्यशाला

आयुका, पुणे के सहयोग से भौतिकी विभाग, डी.डी.यू. गोरखपुर विश्वविद्यालय, उत्तर प्रदेश द्वारा आयोजित तारकीय विकास एवं स्पंदन मॉडलिंग पर दो दिवसीय कार्यशाला 24 से 25 मार्च, 2025 तक आयोजित की गई। इस कार्यशाला ने छात्रों एवं अनुसंधानकर्ताओं को व्याख्यानों, चर्चाओं एवं प्रायोगिक प्रशिक्षण के माध्यम से तारकीय खगोलभौतिकी के क्षेत्र का अन्वेषण करने के लिए एक मंच प्रदान किया। लगभग पचास प्रतिभागियों ने प्रायोगिक सत्रों में भाग लिया, जबकि पच्चीस प्रतिभागियों ने व्याख्यानों के साथ-साथ प्रायोगिक प्रशिक्षण में भी सक्रिय रुप से भाग लिया। आयुका और बीएचयू के प्रतिष्ठित वैज्ञानिक इस कार्यशाला में विशेषज्ञों के रूप में शामिल हुए एवं विभिन्न विषयों पर व्यावहारिक व्याख्यान दिए। अनुपम भारद्वाज (आयुका) ने तारकीय विकास और स्पंदन मॉडलिंग पर सैद्धांतिक पहलुओं और संगणनात्मक तकनीकों के साथ विस्तृत चर्चा की। प्रशांत बेरा (बीएचयू) ने लेट-टाइप अपभ्रष्ट तारों पर व्याख्यान दिया, जिसमें उन तारों के भौतिकीय गुणधर्म एवं उनके क्रम विकास संबंधी मार्गों पर ध्यान केंद्रीत किया गया। राज प्रिंस (बीएचयू) ने सक्रिय गांगेय नाभिक (एजीएन) पर एक आकर्षक व्याख्यान प्रस्तुत किया, जिसमें आकाशगंगा के विकास और उच्च-ऊर्जा खगोलभौतिकी में उनकी भूमिका पर चर्चा की गई। इस

कार्यशाला का एक प्रमुख आकर्षण प्रायोगिक सत्र था, जहां छात्रों ने एमईएसए (मॉड्यूल्स फॉर एक्सपेरिमेंट्स इन स्टेलर एस्ट्रोफिजिक्स) के साथ प्रायोगिक अनुभव प्राप्त किया। उन्होंने विभिन्न द्रव्यमान श्रेणियों में तारों के जीवन चक्रों का सफलतापूर्वक पता लगाया, जिससे उनकी संगणनात्मक खगोल भौतिकी कौशल में उल्लेखनीय वृद्धि हुई।

प्रथम दिन सभी वक्ताओं ने परिचयात्मक व्याख्यान प्रस्तुत किए, जो कार्यशाला के दौरान क्रमशः उन्नत संकल्पनाओं/ अवधाराणाओं की ओर अग्रसर हुए। अंतिम सत्र में खुले प्रश्नोत्तर सत्र, मूल खगोल भौतिकी पर चर्चाएं, और समापन टिप्पणी आयोजित की गई। कार्यशाला पूर्ण होने के उपरांत प्रतिभागियों को प्रमाण पत्र प्रदान किए गए। इस सत्र की अध्यक्षता शांतनु रस्तोगी (आईकार्ड समन्वयक, गोरखपुर) ने की। यह आयोजन एक मूल्यवान और समृद्ध अनुभव रहा, जिसमें प्रायोगिक अनुप्रयोगों के साथ सैद्धांतिक अंतर्दृष्टि शामिल थी, जो प्रतिभागियों को तारकीय खगोलभौतिकी के क्षेत्र में और अधिक पता लगाने के लिए प्रेरित करती थी। कार्यशाला का समन्वय अपारा त्रिपाठी (डीडीयूजीयू), प्रभुनाथ प्रसाद (डीडीयूजीयू) और अनुपम भारद्वाज (आयुका) द्वारा किया गया।

स्वस्ति...

तथागत घोष, विक्रम केशरी प्रधान एवं **पार्थ प्रतिम डेका,** वरिष्ठ अनुसंधान अध्येता, इन्होंने अपना कार्यकाल समाप्त होने के परिणामस्वरुप आयुका में अपने पद से इस्तीफा दे दिया।

औपचारिक वार्तालाप

30.02.2025 प्रो.संतोष वडावले-विषय- ***द अल्फा पार्टिकल एक्स-रे स्पेक्ट्रोमीटर (एपीएक्सएस) ऑनबोर्ड प्रज्ञान रोवर ऑफ द चंद्रयान-३ मिशन – ऍन इनक्रेडिबल जर्नी।***

20.02.2025 प्रो.शुभदीप डे-विषय- ***इन्स्ट्रूमेंटेशन फॉर सेंसिंग विथ अनप्रेसीडेण्टेड एक्युरेसी।***

27.02.2025 प्रो.देबारति चटर्जी-विषय- ***अन्रैवेलिंग द इंटीरियर ऑफ न्यूट्रॉन स्टार्स विथ ग्रैविटेशनल वेव्स।***

3.03.2025 प्रो. ज्ञानदेव महाराणा-विषय- ***एन ऑड स्टोरी।***20.03.2025प्रो. वैदेही पालिया-विषय- ***हाई एनर्जी एमिशन फ्रॉम कॉस्मिक बीकन्स।***

संगोष्ठियाँ

02.01.2025 डॉ. दिव्या रावत-विषय- ***एवोलूशन ऑफ द कॉम्प्टनाइजिंग मीडियम ऑफ द ब्लैक-होल कैंडिडेट स्विफ्ट J1727.8–1613 अलॉन्ग द एक्रीशन स्टेट ट्रांजिशन यूज़िंग NICER***

14.01.2025 डॉ. अल्बर्टो रोपर पोल-विषय- ***ग्रैविटेशनल वेव्स फ्रॉम टर्बुलेंस इन द अर्ली यूनिवर्स।***

16.01.2025 डॉ. स्वागत सौरभ मिश्रा-विषय- ***इन्फ्लेशनरी ग्रैविटेशनल वेव्स ऐज़ ए प्रोब ऑफ द अननोन एक्सपैंशन हिस्ट्री ऑफ द अर्ली यूनिवर्स।***

23.01.2025 कौस्तव कश्यप दास-विषय- ***द फेंट एंड द फ्यूरियस: व्हाट आर द लोवेस्ट मास स्टार्स दैट एक्सप्लोड ऐज़ कोर-कोलैप्स सुपरनोवे?***

28.01.2025 डॉ. तन्मय चट्टोपाध्याय-विषय- ***डेवलपमेंट ऑफ फास्ट, लो नॉइज़ एक्स-रे डिटेक्टर्स फॉर द नेक्स्ट जेनरेशन एस्ट्रोनॉमिकल ऑब्ज़रवेटरीज।***

04.02.2025 डॉ. श्वेता भागवत-विषय- ***लर्निंग अबाउट नेचर ऑफ ग्रैविटी एंड ब्लैक होल्स यूज़िंग ग्रैविटेशनल वेव ऑब्ज़र्वेशन्स।***

13.02.2025 डॉ. यश भार्गव-विषय- ***डेल्विंग डीपर इन्टू द एनीग्माज़ ऑफ हाइली अक्रेटिंग न्यूट्रॉन स्टार एक्स-रे बायनरी।***

18.02.2025 डॉ. अरु बेरी-विषय- ***अन्रैवेलिंग अक्रीशन एंड मैग्नेटिक फील्ड कॉन्फिगरेशन्स इन एक्स-रे पल्सर्स।***

25.02.2025 डॉ. अर्घजीत जाना-विषय- ***ऑपर्च्युनिटीज़ एंड चैलेंजेज़ इन डिकोडिंग चेंजिंग-लुक AGNs विथ मल्टीवेवलेंग्थ ऑब्ज़र्वेशन।***

06.03.2025 डॉ.वैभव तिवारी-विषय- ***ए रैपिड एडवांस इन आवर अंडरस्टैंडिंग ऑफ बाइनरी ब्लैक होल पॉप्युलेशन।***

11.03.2025 डॉ. स्वागत सौरभ मिश्रा-विषय- ***न्यू फ्रन्टियर्स इन प्रीहीटिंग: द गेटवे फ्रॉम इन्फ्लेशन टू द हॉट बिग बैंग इन द अर्ली यूनिवर्स।***

18.03.2025 डॉ.सुमन बाला-विषय- ***कॉस्मिक फायरवर्क्स: अनलॉकिंग द मिस्ट्रीज़ ऑफ़ गामा रे बर्स्ट्स।***

25.03.2025 डॉ. डिंपल पांचाल-विषय- ***कॉम्पैक्ट बाइनरी मर्ज़र्स: GRBs, GWs एंड द डॉन ऑफ़ मल्टीमेसेंजर एस्ट्रोफिज़िक्स।***

श्रेष्ठतम सार्वजनिक गतिविधियाँ

आयुका सदस्यों के लिए आंतरिक गतिविधियाँ

2 जनवरी 2025 को आयुका पोस्ट- डॉक्टोरल अध्येताओं के लिए विशेष सत्र का आयोजन किया गया। इस सत्र में सार्वजनिक गतिविधियों पर संवादात्मक चर्चा के बाद आकाश निरीक्षण सत्र को शामिल किया गया था, जिसका उद्देश्य अपने अनुसंधान कार्य के प्रारंभिक चरण में कार्यरत अनुसंधानकर्ताओं को अधिक से अधिक लोगों में विज्ञान संचार को बढ़ाने हेतु प्रोत्साहित करना था।

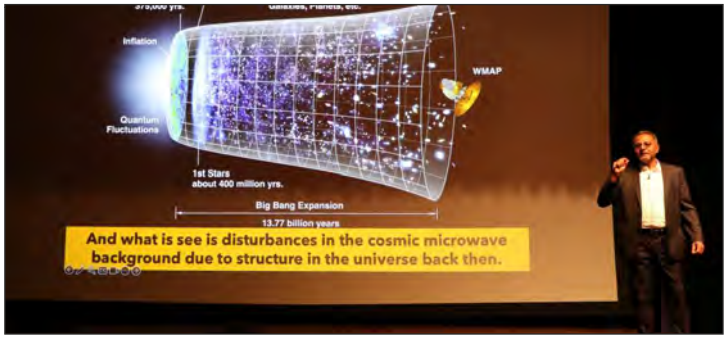
सहयोगियों एवं आईकार्ड्स के लिए सार्वजनिक गतिविधियाँ

सहयोगियों एवं आईकार्ड्स को अपनी सार्वजनिक गतिविधियों का सहयोग देने के भाग के रूप में आयुका ने देश भर में कई शैक्षिक उपक्रमों को सुविधाजनक बनाया:

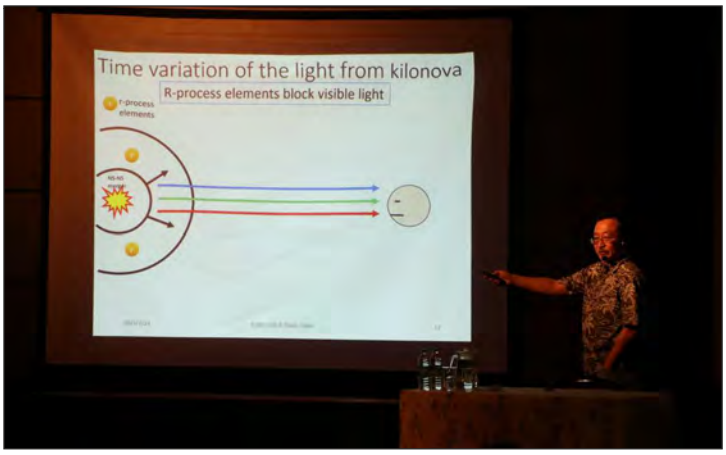
- सेंट क्लैरेट पीयू कॉलेज, बेंगलुरु में 11 से 12 जनवरी 2025 के दौरान बेसिक एस्ट्रोनॉमी एंड टेलिस्कोप मेकिंग वर्कशॉप का आयोजन किया गया। कार्यशाला को एस.बी.गुडेन्नवार (आईकार्ड, क्राइस्ट विश्वविद्यालय) द्वारा प्रस्तावित किया गया और समीर धुर्डे तथा तुषार पुरोहित द्वारा उसे संचालित किया गया। कार्यशाला में 70 छात्रों एवं 10 शिक्षकों ने सहभागिता दर्शायी और सफलतापूर्वक 23 दूरबीनों के निर्माण से कार्यशाला का समापन हुआ।
- आनंद सेनगुप्ता द्वारा IIT गाँधीनगर में आयोजित किए गए एस्ट्रोवीक के दौरान समीर धुर्डे ने व्याख्यान दिया एवं शैकिया खगोलविज्ञान गतिविधियों का नेतृत्व किया जिसके अंतर्गत सार्वजनिक आकाश निरीक्षण का आयोजन किया गया। इसमें लगभग 200 प्रतिभागी उपस्थित थे।
- प्रो. हेमवती नंदन (एचएनबी गरव्हाल विश्वविद्यालय) द्वारा 19-21 मार्च 2025 के दौरान दूरबीन-बनाने की कार्यशाला का आयोजन किया गया। महारुद्र मते एवं तुषार पुरोहित ने सत्रों का संचालन करते हुए चार दूरबीनों के निर्माण एवं उसके परीक्षण में 63 छात्रों तथा 5 शिक्षकों का मार्गदर्शन किया।

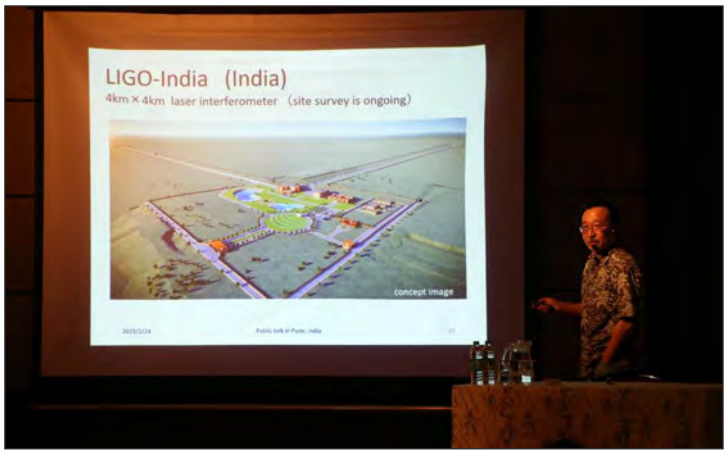
चंद्रा सार्वजनिक व्याख्यान

आयुका के सार्वजनिक सहभागिता उपक्रमों के हिस्से के रूप में, दो चंद्रा सार्वजनिक व्याख्यानों का आयोजन किया गया:



आरिफ बाबुल (विक्टोरिया विश्वविद्यालय, कनाडा) द्वारा *"हाउ डिड द यूनिवर्स कम टू लूक द वे इट डज?"* नामक व्याख्यान प्रस्तुत किया गया।

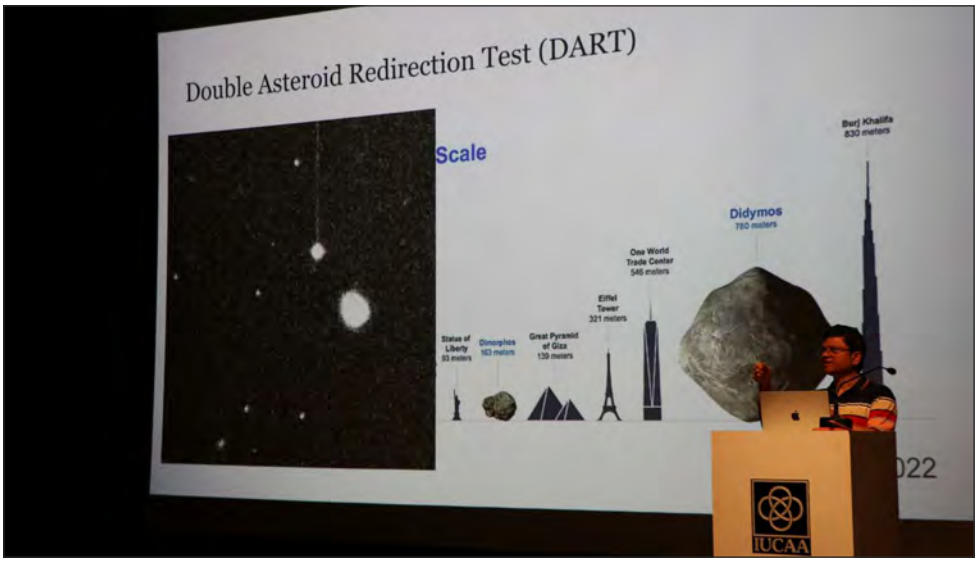




मिचिटोशी योशिदा (जापान की राष्ट्रीय खगोलीय वेधशाला के उप महानिदेशक) द्वारा
'स्ट्राइकिंग गोल्ड विद ग्रैविटेशनल वेव्ज' नामक व्याख्यान दिया गया।

प्रत्येक दूसरे शनिवार होने वाले व्याख्यान एवं प्रदर्शन

आयुका ने मासिक रूप से प्रत्येक दूसरे शनिवार को निम्नलिखित व्याख्यानों एवं प्रदर्शनों के साथ सार्वजनिक सहभागिता की श्रृंखला का आयोजन करना जारी रखा है:



आशिष महाबल (कैल्टेक, यूएसए) ने
'एस्ट्रोनॉमी, आर्टिफिशियल इंटेलिजन्स एंड द फ्युचर'
विषय पर व्याख्यान दिया।

माधव खरे (संस्थापन एवं ट्रस्टी, शास्त्रवाहिनी, पुणे) ने *'द साइंस ऑफ फ्लाइट'* विषय पर प्रदर्शन प्रस्तुत किया।

नियमित कार्यशालाएँ, यात्राएँ, एवं सार्वजनिक कार्यक्रम

1. खगोलविज्ञान कार्यशाला एवं आकाश निरीक्षण

सी.टी. बोरा कॉलेज ऑफ आर्ट्स, कॉमर्स एंड साइंस, शिरुर (2 जनवरी) 500 छात्र एवं शिक्षक उपस्थित थे।

2. खगोलविज्ञान, प्रकाशीय एवं विज्ञान के खिलौनों का सत्र

एस.पी.एस कॉलेज ऑफ एज्युकेशन, सांगली (9 जनवरी)
50 छात्र उपस्थित थे।

3. आकाश निरीक्षण सत्र

टी.सी. कॉलेज, बारामति (10 जनवरी)
550 छात्र एवं शिक्षक उपस्थित थे।

4. आकाश निरीक्षण सत्र

रत्नाई महिला महाविद्यालय, राजगुरु नगर (11 जनवरी)
85 छात्र एवं शिक्षक उपस्थित थे।

5. खगोलविज्ञान एवं दूरबीन सत्र

शिबुमी स्कूल, बैंगलुरु (13 जनवरी)
80 छात्र एवं 4 शिक्षक उपस्थित थे।

6. ग्रामीण शिक्षक प्रशिक्षण कार्यशाला (खगोलविज्ञान एवं STEM)

अण्णासाहेब आवटे कॉलेज, मंचर (17-18 जनवरी)
40 शिक्षक उपस्थित थे।

7. **STEM एवं खगोलविज्ञान लैब प्रशिक्षण कार्यशाला**

एसवीएस हाई, स्कूल खड़की (22 जनवरी)
25 शिक्षक उपस्थित थे।

8. आकाश निरीक्षण सत्र

विज्ञान शिक्षा एवं संचार केंद्र (सावित्रीबाई फुले पुणे विश्वविद्यालय) की सहयोगिता में सत्र का आयोजन (24 जनवरी)
आम जनता से 500 लोग उपस्थित थे।

9. आकाश निरीक्षण सत्र

अवसरा अकादमी, पुणे (24 जनवरी)
90 छात्र एवं शिक्षक उपस्थित थे।

10. दूरबीन बनाने की कार्यशाला एवं आकाश निरीक्षण सत्र

KTHM साइंस कॉलेज, नाशिक (27-28 जनवरी)
140 शिक्षक उपस्थित थे।

11. विद्यालयों के लिए आकाश निरीक्षण सत्र

पंचायत समिति, वाई (3 फरवरी)
600 छात्रों एवं शिक्षकों ने उपस्थिति दर्शायी

12. आकाश निरीक्षण सत्र

V.P.'s विनोदकुमार गुजर बाल विकास मंदिर, बारामती (3 फरवरी)
950 छात्र एवं शिक्षक उपस्थित थे।

13. एडुकॉन्क्लेव 2.0 में आयुका शिक्षा एवं सार्वजनिक गतिविधियाँ विषय पर प्रस्तुतीकरण

पुणे नॉलेज क्लस्टर द्वारा आयोजित (5 फरवरी)
35 शिक्षक उपस्थित थे।

14. लाइगो-इंडिया स्टारफेस्ट एंड टीचर्स वर्कशॉप

हिंगोली (5 फरवरी)
35 शिक्षक उपस्थित थे।

15. आकाश निरीक्षण सत्र

पोतदार इंटरनैशनल स्कूल, कोल्हापूर (8 फरवरी)
2,500 छात्र एवं शिक्षक उपस्थित थे।

16. खगोलविज्ञान कार्यशाला एवं सूर्य के धब्बों का निरीक्षण

पालघर जिले के DIET शिक्षकों के लिए (4 मार्च)
25 शिक्षक उपस्थित थे।

17. आयुका में अनुसंधान विषय पर व्याख्यान

अण्णासाहेब आवटे महाविद्यालय, मंचर (4 मार्च)

18. वैज्ञानिक खिलौनों की कार्यशाला एवं आकाश निरीक्षण सत्र

राज्य रिजर्व पुलिस बल (एसआरपीएफ), दौंड (8 मार्च)
500 लोग उपस्थित थे।

19. खगोलविज्ञान कार्यशाला

सातारा जिले के DIET शिक्षकों के लिए (17 मार्च)
37 शिक्षक उपस्थित थे।

20. खगोलविज्ञान कार्यशाला

छत्रपति संभाजीनगर जिले के DIET शिक्षकों के लिए (19 मार्च)
25 शिक्षक उपस्थित थे।

21. खगोलविज्ञान कार्यशाला

नांदेड जिले के DIET शिक्षकों के लिए- बैच I (19 मार्च)
72 शिक्षक उपस्थित थे।

22. खगोलविज्ञान एवं प्रकाशिकी कार्यशाला

जिला परिषद स्कूल के छात्रों के लिए, धाराशिव (24 मार्च) /
67 छात्र एवं 5 शिक्षक उपस्थित थे।

23. खगोलविज्ञान कार्यशाला

नांदेड जिले के DIET शिक्षकों के लिए- बैच II (25 मार्च)
72 शिक्षक उपस्थित थे।

24. दूरबीन बनाने की कार्यशाला एवं आकाश निरीक्षण सत्र

राजीव गाँधी ई-लर्निंग अकादमी (26-27 मार्च)
10 छात्र एवं 2 शिक्षक उपस्थित थे।

25. मेसियर मैरेथॉन

पारूत गाँव, महाबलेश्वर (28 मार्च)
10 शौकीन खगोलज्ञ उपस्थित थे।

आईएयू-से संबंधित सार्वजनिक गतिविधियाँ

भारतीय खगोलीय संघ (IAU) की सह-राष्ट्रीय जनसंपर्क समन्वयक (co-NOC) टीम के सदस्य के रूप में, समीर धुर्डे ने 20 मार्च 2025 को आयोजित अंतरराष्ट्रीय "समान दिवस" (Equal Day) के प्रायोगिक (पायलट) कार्यक्रमों में योगदान दिया। IAU के खगोल शिक्षा कार्यालय (Office of Astronomy for Education) द्वारा समर्थित इस वैश्विक उपक्रम के तहत विश्वभर में कुल 135 कार्यक्रमों का पंजीकरण हुआ। इसे खगोल शिक्षा एवं सार्वजनिक सहभागिता को बढ़ावा देने में महत्त्वपूर्ण सफलता प्राप्त हुई।

IAU से संबद्ध एक अन्य सार्वजनिक उपक्रम के अंतर्गत, समीर धुर्डे ने "नक्षत्र सभा" नामक खगोल-पर्यटन कार्यक्रम में भाग लिया, जहाँ उन्होंने "डार्क स्काई कान्सर्वेशन : करंट वर्ल्डवाइड एफर्ट्स एंड चैलन्जस" विषय पर व्याख्यान प्रस्तुत किया। इस सत्र में अंधेरे आकाश के संरक्षण से जुड़े वैश्विक प्रयासों और उनके समक्ष आने वाली चुनौतियों को रेखांकित किया गया, जिसमें प्रकाश प्रदूषण और चिरस्थायी आकाश निरीक्षण के अभ्यास पर विशेष ध्यान दिया गया।

शिक्षकों हेतु खगोलविज्ञान केंद्र

मालवीय मिशन शिक्षक प्रशिक्षण केंद्र

खगोलविज्ञान, विज्ञान और समाज विषय पर कार्यशाला

महाराष्ट्र राज्य फैकल्टी डेवलपमेंट अकादमी (MSFDA), पुणे और आयुका के शिक्षकों हेतु खगोलविज्ञान केंद्र (ACE) द्वारा संयुक्त रूप से 20-21 फरवरी, 2025 को जी.एच. रायसोनी अंतर्राष्ट्रीय कौशल टेक विश्वविद्यालय, पुणे में खगोलविज्ञान, विज्ञान और समाज विषय पर दो दिवसीय कार्यशाला आयोजित की गई। यह पुनरावृत्त कार्यक्रम महाराष्ट्र के विभिन्न क्षेत्रों में वर्ष में अक्सर आयोजित किया जाता है एवं उच्च शिक्षा संस्थानों में सभी शैक्षणिक विषयों—विज्ञान, कला, मानविकी और व्यावसायिक पाठ्यक्रमों के संकाय सदस्यों के लिए डिज़ाइन किया गया है।

फरवरी संस्करण ने वर्ष के पहले कार्यक्रम को चिह्नित किया, जिसमें लगभग 40 संकाय सदस्य महाराष्ट्र भर से शामिल हुए। कार्यशाला का उद्देश्य विशेषज्ञ प्रस्तुतियों, परस्पर संवादात्मक सत्रों और रात के आकाश के अवलोकन के माध्यम से खगोलविज्ञान के वैज्ञानिक और सामाजिक पहलुओं की खोज करना था। कार्यक्रम की शुरुआत जमीर मनुर द्वारा रात के आकाश और आकाशीय वस्तुओं पर एक परिचयात्मक सत्र से हुई। प्रतिभागियों को यह बताया गया कि ब्रह्मांड विद्युतचुम्बकीय स्पेक्ट्रम की विभिन्न तरंग दैर्ध्य में देखने पर अलग-अलग विशेषताएं प्रकट करता है। इसे स्पष्ट करने के लिए ऋता काले (NCRA) ने ब्रह्मांड के रेडियो दृश्य प्रस्तुत किए, जबकि वैदेही एस. पालिया (IUCAA) ने उच्च ऊर्जा दृष्टिकोण पर चर्चा की। प्रकाश अरुमुगासामी ने खगोलीय खोजों पर एक समयरेखा- आधारित प्रश्नोत्तरी आयोजित की, जिसमें ऐसी कई ब्रह्मांडीय घटनाओं पर जोर दिया गया जिनका स्वरूप समझने में कठिन है और खगोलीय मापों से जुड़े विशाल संख्यात्मक पैमानों को समझने की तकनीकों से परिचित कराया गया। पहला दिन जमीर मनुर और तुषार

पुरोहित द्वारा आयोजित छत पर निशाकाश के अवलोकन और दूरबीन के माध्यम से देखने के सत्र के साथ समाप्त हुआ।

दूसरे दिन, स्नेहा पंडित ने सूर्य पर व्याख्यान दिया, जिसमें आधुनिक जीवन में इसके महत्त्व और ग्रह प्रणाली में जीवन की संभावनाओं से इसके संबंध को उजागर किया। इसके बाद राजेश्वरी दत्ता ने अंतरातारकीय माध्यम पर गहन प्रस्तुति दी, जिसमें इसके संघटन, प्रक्रियाएं और अवलोकन के तरीके बताए गए। दोपहर में, ध्रुबा सैकिया ने समावेशी वैज्ञानिक समुदायों के महत्त्व पर व्याख्यान प्रस्तुत किया, जिसमें सभी सुख-सुविधाओं से वंचित वैज्ञानिकों की कहानियों को साझा किया गया एवं उनके सफर के व्यापक सामाजिक प्रभावों पर विचार किया गया। कार्यशाला का समापन डी.जे. सैकिया द्वारा संचालित संवादात्मक प्रश्नोत्तर सत्र के साथ हुआ।

कार्यशाला की महत्त्वपूर्ण विशेषता पक्षी दर्शन के तीन लघु सत्रों का समावेश था। इन सत्रों के दौरान, प्रतिभागियों ने 14 पक्षी प्रजातियों को सूचीबद्ध किया, जिसमें सिम्बायोसिस इंटरनेशनल यूनिवर्सिटी के

प्रतिभागी द्वारा पृष्ठभूमि में चंद्रमा के साथ छायांकन किए गए एशियाई ग्रीन बी-ईटर पक्षी को देखना शामिल था। इन सत्रों के परिणामस्वरूप, जी.एच. रायसोनी इंटरनेशनल स्किल टेक यूनिवर्सिटी को eBird.org पर प्रतिबंधित-प्रवेश पक्षी-देखने का हॉटस्पॉट के रूप में पंजीकृत किया गया, जिसमें 15–20 प्रतिभागी सक्रिय रूप से इस गतिविधि में योगदान दे रहे हैं।

इस कार्यशाला का समन्वय सूरजकुमार बाबर, भार्गव वलांजू, और ऋतुजा तांबे (MSFDA) ने आयुका की टीम एसीई के सहयोग से किया। इस कार्यक्रम ने वैज्ञानिक अन्वेषण को अंतरविषयक सहभागिता के साथ प्रभावी ढंग से जोड़ा, जिससे प्रतिभागियों को खगोलविज्ञान और इसके समाज से जुड़े महत्त्व की व्यापक समझ प्रस्तुत की गई।

लाइगो-इंडिया शिक्षा एवं सार्वजनिक गतिविधियाँ (LI-EPO)

लाइगो-इंडिया भारत में आगामी गुरुत्वाकर्षण तरंग संसूचक है, जो विश्वभर के गुरुत्वाकर्षण तरंग वेधशालाओं के नेटवर्क में शामिल होगा, जिनमें LIGO (अमेरिका), Virgo (यूरोप), और KAGRA (जापान) शामिल हैं। यह मेगा-साइंस पहल महाराष्ट्र के हिंगोली जिले के औंधा-नागनाथ तालुका में 4 किलोमीटर × 4 किलोमीटर के "एल" आकार के इंटरफेरोमीटर का निर्माण करने का लक्ष्य रखती है। यह परियोजना विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग (DST) एवं परमाणु ऊर्जा विभाग (DAE), भारत सरकार के तत्वावधान में, राष्ट्रीय विज्ञान फाउंडेशन (NSF), अमेरिका के साथ समझौता ज्ञापन के तहत विकसित की जा रही है।

लाइगो-इंडिया परियोजना में मुख्य रूप से चार संस्थान शामिल हैं: अंतर-विश्वविद्यालय केंद्र:खगोलविज्ञान और खगोलभौतिकी (आयुका), पुणे; निर्माण, सेवा और संपदा प्रबंधन निदेशालय (DCSEM), मुंबई; प्लाज्मा अनुसंधान संस्थान (आईपीआर), गांधीनगर; और राजा रमन्ना प्रगत प्रौद्योगिकी केंद्र (आरआरसीएटी), इंदौर।

लाइगो-इंडिया शिक्षा एवं सार्वजनिक गतिविधियाँ (LI-EPO) कार्यक्रम गुरुत्वाकर्षण तरंग विज्ञान के अंतरविषयक क्षेत्र में रुचि रखने वाले युवाओं का सक्रिय समुदाय का निर्माण करने के लिए प्रतिबद्ध है। इसका प्रमुख उद्देश्य STEM क्षेत्रों के छात्रों को इस उभरते हुए क्षेत्र में कैरियर के अवसरों के बारे में जानकारी देना है। LI-EPO वैज्ञानिकों एवं आम जनता के बीच संवाद स्थापित करता है, जिसमें परस्पर संवादात्मक वार्ता, सार्वजनिक कार्यक्रम और राष्ट्रीय विज्ञान महोत्सवों में भागीदारी शामिल है। इसके अलावा, यह कार्यक्रम हिंगोली के स्थानीय निवासियों के साथ सक्रिय रूप से जुड़ता है, जहाँ संसूचक बनाया जा रहा है, ताकि जागरूकता बढ़ाई जा सके एवं स्थानीय भागीदारी सुनिश्चित की जा सके। साथ ही, यह परियोजना की महत्ता को नीति निर्धारकों एवं संबंधित पक्षों तक पहुँचाने का भी कार्य करता है।

सार्वजनिक कार्यक्रमों की श्रेणियाँ

लाइगो-भारत की श्रेष्ठतम गतिविधियों को चार मुख्य श्रेणियों में वर्गीकृत किया गया है:

- **राष्ट्रीय कार्यक्रम:** देशभर में गुरुत्वाकर्षण तरंग खगोलविज्ञान और लाइगो- इंडिया के प्रति जागरूकता बढ़ाना तथा छात्रों को इस क्षेत्र में कैरियर बनाने के लिए प्रोत्साहित करना।
- **हिंगोली कार्यक्रम:** स्थानीय हिंगोली समुदाय के साथ सशक्त संबंध स्थापित करना एवं उन्हें परियोजना की प्रगति से निरंतर अवगत रखना।
- **सोशल मीडिया आउटरीच:** सूचना का प्रसार करने एवं युवाओं को कैरियर के अवसरों को उजागर करने के लिए ऑनलाइन प्लेटफॉर्म का उपयोग करना।
- **अंतरराष्ट्रीय कार्यक्रम:** गुरुत्वाकर्षण तरंग वेधशालाओं के वैश्विक नेटवर्क के भाग के रूप में, LIGO-इंडिया LVK-EPO समूहों के साथ सहयोग करके संयुक्त कार्यक्रम योजनाएं बनाता है।

प्रमुख सार्वजनिक गतिविधियाँ

लाइगो-लिविंगस्टन वर्चुअल टूर

गौरव वरटकर (पीएच.डी. शोधार्थी, IIT बॉम्बे), श्रीजित जाधव (पोस्टडॉक्टोरल अनुसंधानकर्ता, स्विनबर्न इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी), और विलियम काट्ज़मैन (लाइगो साइंस एजुकेशन सेंटर) के योगदान से लाइगो-लिविंगस्टन सुविधा का मराठी भाषा में आभासी निर्देशित दौरा विकसित किया गया। विशेष रूप से हिंगोली के दर्शकों के लिए तैयार यह वीडियो दिखाता है कि आने वाला संसूचक कैसा दिखेगा। जनवरी 2025 में लाइगो - इंडिया के यूट्यूब और सोशल मीडिया प्लेटफॉर्म्स पर जारी यह वीडियो हिंगोली में कई श्रेष्ठतम कार्यक्रमों एवं राष्ट्रीय विज्ञान महोत्सवों में प्रदर्शित किया गया है।

हिंगोली ग्रामीण विद्यालय गतिविधियाँ

मेगा-विज्ञान परियोजनाओं के भविष्य को आकार देने में युवा मस्तिष्कों की महत्त्वपूर्ण भूमिका को पहचानते हुए, LI-EPO ने जनवरी 2025 से हिंगोली में दो विद्यालयीन श्रेष्ठतम सार्वजनिक कार्यक्रम आयोजित किए। टीम ने ज़िला परिषद स्कूल के APJ अब्दुल कलाम लैब और एक अन्य ग्रामीण ज़िला परिषद स्कूल का दौरा किया। इन संवादात्मक सत्रों में छात्रों को लाइगो- इंडिया परियोजना, गुरुत्वाकर्षण तरंग विज्ञान के बारे में जानकारी दी गई और उन्हें प्रश्न पूछने का अवसर मिला। ये प्रयास क्षेत्र के ग्रामीण स्कूलों को जोड़ने की परंपरा को जारी रखते हैं।

हिंगोली तारा उत्सव

5 फरवरी को LI-EPO ने हिंगोली में तारों का उत्सव आयोजित किया, जिसमें 150 से अधिक शिक्षकों एवं खगोलविज्ञान के प्रति उत्साही लोगों ने भाग लिया। इस कार्यक्रम ने हिंगोली के प्रत्येक तालुका में खगोल मंच (शौकिया खगोल समूह) बनाने का समर्थन किया, जो नियमित रूप से खगोलविज्ञान कार्यक्रम आयोजित करेंगे और दान किए गए दूरबीन का उपयोग करेंगे। जिला कलेक्टर एवं हिंगोली के सीईओ की उपस्थिति में, एक न्यूटोनियन दूरबीन (न्यूटन-भाभा फंड्स के माध्यम से दान), दो रिफ्रैक्टर दूरबीन, और मराठी में '*लिसनिंग टू द यनिवर्स*' पॉप-अप बुक प्रत्येक खगोल मंच को वितरित की गई। इस उत्सव में आयुका के GW वैज्ञानिक सुधीर घोलप और देबारति चटर्जी के साथ प्रश्नोत्तर सत्र, खगोलविज्ञान व्याख्यान, टेलीस्कोप हैंडलिंग के प्रायोगिक सत्र, और सितारों को देखने का कार्यक्रम शामिल था, जिसके कारण उपस्थितों के लिए निशाकाश जिवंत हो उठा।

फर्ग्यूसन कॉलेज की गतिविधियाँ

देबारति चटर्जी (आयुका) और सौरभ साळुंखे (आयुका) को 12 फरवरी को पुणे के फर्ग्यूसन कॉलेज में आयोजित फ्रंटियर्स इन फिजिक्स सम्मेलन में लाइगो-इंडिया और इसकी श्रेष्ठतम गतिविधियों पर विशेष सत्र प्रस्तुत करने के लिए आमंत्रित किया गया। उनके संवादात्मक व्याख्यानों में गुरुत्वाकर्षण तरंग विज्ञान के मूल सिद्धांतों और लाइगो-इंडिया परियोजना के माध्यम से उपलब्ध विविध कैरियर अवसरों पर चर्चा की गई।

आयुका में राष्ट्रीय विज्ञान दिवस

28 फरवरी को आयुका में राष्ट्रीय विज्ञान दिवस मनाया गया, जिसमें डॉ सी.वी. रमन के विज्ञान में योगदान को सम्मानित किया गया। LI-EPO टीम ने गुरुत्वाकर्षण तरंग विज्ञान पर केंद्रित एक आकर्षक बूथ लगाया। कई मॉडल और प्रदर्शन प्रस्तुत किए गए, जिनमें शामिल:

- न्यूटनियन और आइंस्टीनियन गुरुत्वाकर्षण के बीच के अंतर को स्पष्ट करने के लिए बुध का पेरिहेलियन शिफ्ट मॉडल।
- लाइगो-इंडिया डिटेक्टर का स्केल-डाउन मॉडल
- सघन पिंडों के विलय का अनुकरण करने वाला गुरुत्वाकर्षण तरंग जनरेटर
- गुरुत्वाकर्षण और गुरुत्वाकर्षण तरंगों की व्याख्या करने वाला दिक्-काल (स्पेस-टाइम) फैब्रिक मॉडल
- बच्चों के लिए एक गुरुत्वाकर्षण तरंग गतिविधि किट
- लाइगो द्वारा गुरुत्वाकर्षण तरंगों का पता लगाने की प्रक्रिया को दर्शाने वाला माइकलसन इंटरफेरोमीटर मॉडल

इन मॉडलों ने जटिल वैज्ञानिक अवधारणाओं को विभिन्न दर्शकों के लिए सरल बनाया और युवा अभ्यागतों के बीच उत्सुकता जगाई।

शिक्षकों के लिए मराठी संस्करण
ऐका ब्रह्मांड काय म्हणते पुस्तका को प्रस्तुत
करते हुए जिलाधिकारी एवं देबारति

दूरबीन वितरण

इंटरफेरोमीटर मॉडल

दूरबीन सत्र

अभ्यागत

(जनवरी - मार्च 2025)

Hemani Acharya; Sanath Kumar S Adiga; Sushmita Agarwal; Sajad Ahmad Ahanger; Shahzada Akhter; Somi Aktar; Kewal Anand; G.C. Anupama; Kanishka Arora; Anuraag Arya; Arit Bala; Suman Bala; Arunima Banerjee; Dipankar Banerjee; Srimanta Banerjee; Sudhanshu Barway; Prasad Basu; Aru Beri; Manthan Bhagat; Swetha Bhagwat; Varun Bhalerao; Daneshwar Bhandari; Priya Bharali; Yash Bhargava; Naseer Iqbal Bhat; Pratyush Bhatnagar; Debadri Bhattacharjee; Dipankar Bhattacharya; Mahasweta Bhattacharya; Soumya Bhattacharya; Sree Bhattacherjee; Soumadip Rabindranath Bhowmick; Gautam Bhuyan; Federica Bianco; Smita Bidani; Promila Biswas; Ritabrata Biswas; Hritwik Bora; Mary Bosco; Mukhil C.; Siddharth Chaini; Soumya Chakrabarti; Chandrachur Chakraborty; Manoneeta Chakraborty; Nand Kumar Chakradhari; Hum Chand; Krishan Chand; Chandravanshi Chandra Kuma; Amom Lanchenbi Chanu; Pradip Kumar Chattopadhyay; Suchismito Chattopadhyay; Surajit Chattopadhyay; Tanmoy Chattopadhyay; Shivani Chaudhary; Suraj Kumar Chaurasia; Navin Chaurasiya; Anupama Choudhary; Bikramarka Choudhury; Madhurima Choudhury; Phanindra D.V.S.; Pravat Dangal; Kaustav Kashyap Das; Rimo Das; Rishita Das; Ujjal Debnath; Ashwin Devaraj; Laishram Saroda Devi; Ruchika Dhaka; Shashi Kumar Dhiman; Payaswinee Hoke; Mamoru Doi; Aman Dube; Broja Gopal Dutta; Sreeraj E.; Clara Froment; Jerin M. George; Tuhina Ghorui; Rohit Ghosh; Shubhrangshu Ghosh; Suprovo Ghosh; Sushant G. Ghosh; Yash Gondhalekar; Koushik Ballav Goswami; Goyal; Labanya Kumar Guha; Anshika Gupta; Soumya Gupta; Sandip Haldar; Soumyadeep Halder; Mubashir Hamid; Shravan Hansoge; Priya Hasan; Anikul Islam; Jeril George Jacob; Swaraj Rahul Jadhav; Drishty Bharat Jadia; Chetana Jain; Dhruv Jain; Arghajit Jana; Akhila K.; Avinash Kale; Vishal Kale; Naga Satyanarayana Kalidindi; Sammi Kamal; Debalina Kar; Rahul Kashyap; Ekjot Kaur; Jaskirat Kaur; Arun Kenath; Gopala Krishna; Harshit Krishna; Rajesh Kumar; Ravi Kumar; Ritish Kumar; Sahit Kumar; Sanjay Kumar; Sayan Kundu; Badam Singh Kushvah; Ofer Lahav; D. Lakshmanan; H. Lalthantluanga; Jeremie Lasue; Ashish Mahabal; Suddhasatta Mahapatra; Jnanadeva Maharana; Ritanjali Maharana; Yashrajsinh Mahida; Soumak Maitra; Joysankar Majumdar; Subhabrata Majumdar; Prajjwal Majumder; Sukanya Mallik; Sanidhya S Mallya; Ankush Mandal; Ashish Mandal; Prajakta Mane; Bari Maqbool; Sujay Vivek Mate; Sakshi Maurya; Poonam Mehta; Jay Rajesh Mestry; Preetish Kumar Mishra; Swagat Mishra; Satoshi Miyazaki; Meenakshi Mohan; Abhisek Mohapatra; Aditya Sow Mondal; Rakesh Mote; Sajal Mukherjee; Suvodip Mukherjee; Banibrata Mukhopadhyay; Mithun N.P.S.; Joe Philip Ninan; Amitesh Omar; Sreebala P.S.; Rishin P.V.; Hamsa Padmanabhan; Mayukh Pahari; Archana Pai; Main Pal; Satyajit Pal; Kanik Palodhi; Dimple Panchal; Divya Pandey; Sanjay Pandey; Brandon Panos; Mayank Pathak; Utkarsh Pathak; K.D. Patil; Rohan Pattnaik; B.C. Paul; Devraj Pawar; Ninan Sajeeth Philip; Alberto Roper Pol; Arbind Pradhan; Kumar Pranshu; Harikrishnan R.; Shyamala Bertina R.; Rohan Raha; Anisur Rahaman; Farook Rahaman; Suvendu Rakshit; M.C. Ramadevi; Dhananjay Raman; Gayathri Raman; Divya Rana; Vikram Rana; Arvind C. Ranade; A.R. Rao; Ajay Ratheesh; Divya Rawat; Zairemmawia Renthlei; Ketan Rikame; Emmanuel Rollinde; Kinjal Roy; Prabir Rudra; Krishnamurthy S; Nagabhushana S.; Namitha S.; Suhas S.S.; Sonali Sachdeva; Pradyumn Sadhu; Biju Saha; Pragati Sahu; Kavya Saravanan; Alphesunny Sarkar; Banashree Sen; Snigdha Sen; Rikpratik Sengupta; Shiv Sethi; Mohd Shahalam; Kalpana Sharma; Paryag Sharma; Pranav Sharma; Rohit Sharma; Subah Sharma; Vaibhav Sharma; Amit Shukla; Ashutosh Singh; Ramanshu P. Singh; Abisa Sinha; T. Sivarani; Chetan Sonthalia; S. Sridhar; Subham Srimani; C.S. Stalin; Hitesh Tanenia; Arun Thampan; Sarat Thomas; Neeraj Tiwari; Vaibhav Tiwari; Anshuman Tripathy; Garima Tyagi; Vishal Upendran; Thanya Uppal; Jithesh V.; Santosh Vadawale; Esther Vanlalramchhani; Vinu Vikraman; Francisco Villaescusa; M. Vivek; Nishron W.; Digvijay Wadekar; Gaurav Waratkar; Kanak Wasnik; Sarvesh Yadav; Michitoshi Yoshida; Andrzej Antoni Zdziarski; Rushikesh ; Shanmugam ; Sonali ; Sourav ; Stanzin ; Thouheeda ; Vaishnav.

टिप्पणी : किसी भी कानूनी व्याख्या के लिए केवल अंग्रेजी रूप ही मान्य होगा।

खगोल (खगोल-मंडल)
त्रैमासिक पत्रिका

IUCAA

आप अपने सुझाव हमें निम्नलिखित पते पर भेज सकते हैं :

आयुका (IUCAA), पोस्ट बॅग 4, गणेशखिंड, पुणे 411 007, भारत.
फोन : (020) 2569 1414; 2560 4100 **फॅक्स :** (020) 2560 4699
ई-मेल : publ@iucaa.in **वेब पेज :** http://www.iucaa.in/

matchstickds@gmail.com