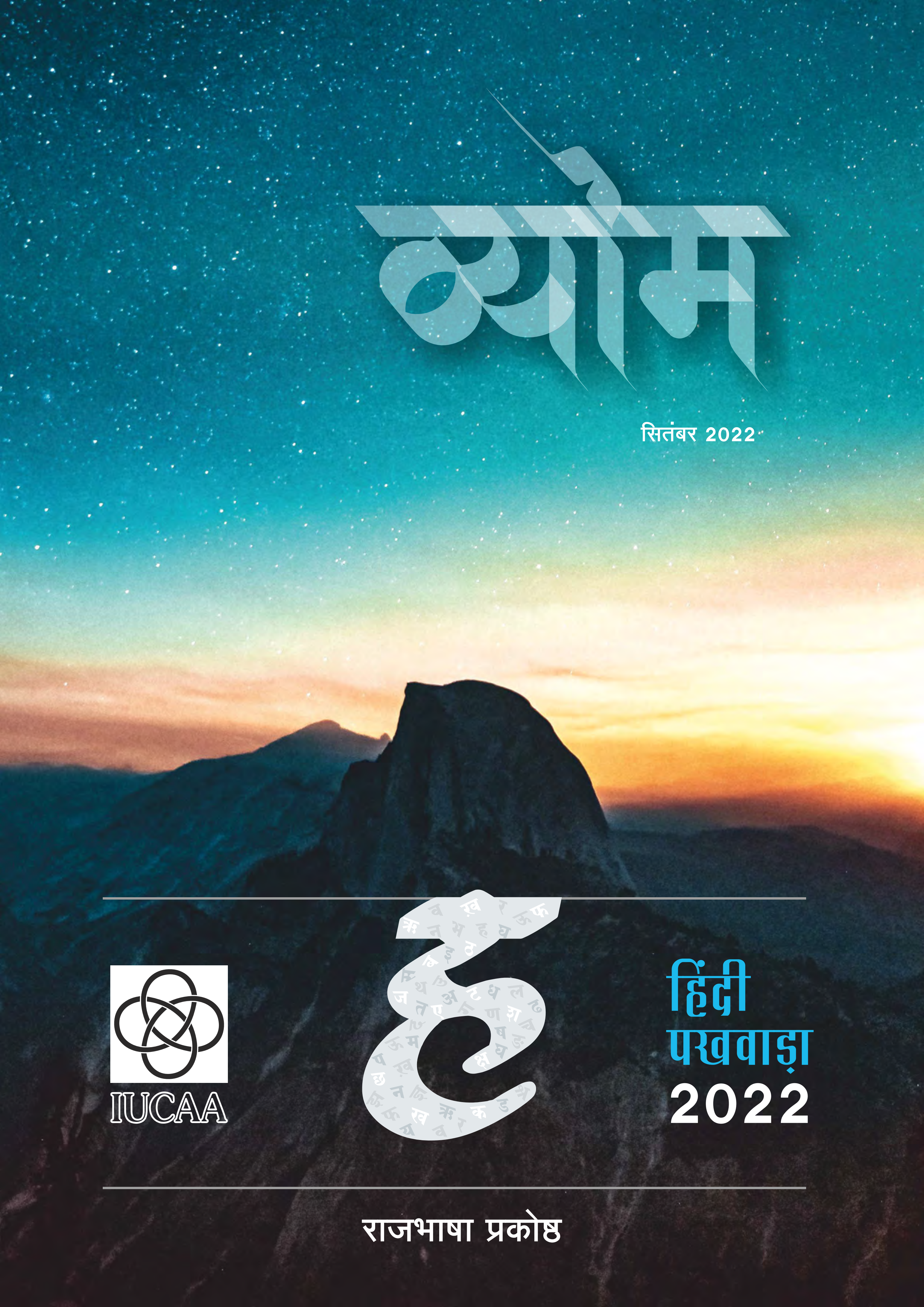


व्योम

सितंबर 2022

IUCAA

हिंदी पखवाड़ा 2022

राजभाषा प्रकोष्ठ

संपादकीय विभाग

संरक्षक

प्रो. रघुनाथन श्रीआनंद, निदेशक (स्थानापन्न), आयुका

प्रो. सोमक रायचौधुरी, पूर्व निदेशक, आयुका

प्रधान संपादक

प्रो. दुर्गेश त्रिपाठी

उप संपादक

श्रीमती मंजिरी महाबल

श्रीयुत व्यंकटेश सामक

संपादन सहयोग

श्रीमती प्रज्ञा ढेरे

श्रीयुत प्रफुल्ल काम्बले

(rajbhasha@iucaa.in)

टिप्पणी:
व्योम पत्रिका में प्रकाशित रचनाओं में व्यक्त विचार एवं दृष्टिकोण संबंधित लेखक के निजी विचार हैं, सम्पादक अथवा राजभाषा विभाग का उनसे सहमत होना आवश्यक नहीं है।

अनुक्रमणिका

अनु क्र.	रचना एवं रचनाकार का नाम	पृष्ठ संख्या
1	**निदेशकीय** – प्रो. रघुनाथन श्रीआनंद, निदेशक (स्थानापन्न), आयुका प्रो. सोमक रायचौधुरी, पूर्व निदेशक, आयुका	2
2	**कृष्ण विवर** – प्रो. जयंत नार्लीकर	3
3	**सुटिंगअप आदित्य** – प्रो. दुर्गेश त्रिपाठी और प्रो. ए. एन. रामप्रकाश	7
4	**एस्ट्रोसैट** – युवा शोधकर्ताओं के लिए नए द्वार खोल रहा है। – प्रो. कनक साहा	10
5	**यदि मैं अंतरिक्ष यात्री बन जाऊँ तो.....** – सुश्री सुब्रता प्रवीण खोडदे	12
6	**क्वांटम प्रौद्योगिकी (प्रिसिशन और क्वांटम मापन प्रयोगशाला)** – प्रो. शुभदीप डे और श्रीयुत अमन गंगवार	13
7	**सक्रिय दीर्घिका नाभिक का बहु तरंगदैर्ध्य अध्ययन** – श्रीयुत प्रकाश त्रिपाठी	19
8	**ब्रह्मांड की सबसे शक्तिशाली आकाशगंगाएँ** – प्रो. वैदेही पालिया	20
9	**एस्ट्रोसैट साइन्स सपोर्ट सेल** – श्रीयुत आकाश गर्ग	22
10	**अंतरतारिय माध्यम एवं खगोलरसायन** – प्रो.शांतनु रस्तोगी	23
11	**विशाल सौर चुंबकीय घटनाएँ और परिणामी अंतरिक्ष मौसम** – डॉ. वागीश मिश्रा	24
12	**सौर वायुमंडल का ऊर्जा विज्ञान** – श्रीयुत अभिषेक राजहंस	24
13	**मैं गिरवली हूँ......** – श्रीयुत चैतन्य विज्ञान राजर्षि	25
14	**ओ सूरज......** – श्रीयुत चैतन्य विज्ञान राजर्षि	27
15	**अबोध नाव** – श्रीयुत आकाश गर्ग	28
16	**समय** – श्रीयुत राजेंद्र भट	29
17	**अंतरिक्ष यात्री** – श्रीयुत अनुराग भैसरे	मलपृष्ठ

निदेशकीय

सदियों से, आम जनता आकाश में घटित होने वाली महत्त्वपूर्ण विभिन्न घटनाओं के प्रति अत्यधिक उत्सुक रहती हैं (ग्रहण, उल्का और धूमकेतु आदि)। युवा छात्र, चाहे उनकी विशेषज्ञता का विषय कुछ भी हो, वे हमेशा ही खगोलविज्ञान की ओर आकर्षित होते हैं। दूसरी ओर ब्रह्मांड, उसकी उत्पत्ति एवं विकास के साथ-साथ सूर्य से लेकर सबसे दूर की आकाशगंगाओं तक अलग-अलग वस्तुओं की गतिविधियों को किस भौतिक विज्ञान द्वारा नियंत्रित किया जाता है, इन सब बातों को अब हम अधिक से अधिक अच्छी तरह से समझने लगे हैं। यह मुख्य रूप से अवलोकन की सुविधाओं एवं संगणकीय सुविधाओं में हुई तकनीकी प्रगति के कारण ही संभव हो पाया है। यही तकनीकी प्रगति, हम जो देखते हैं, उसके उचित अर्थ समझने में हमें सक्षम बनाती हैं। जब कोई प्रक्रिया बेहद जटिल होती है और उसमें उच्च स्तरीय विशेषज्ञता की आवश्यकता होती है तब वैज्ञानिक समुदाय के लिए यह अत्यधिक महत्त्वपूर्ण होता है कि वे अपनी उत्तेजना को आम जनता के साथ आसानी से साझा करें। इसके लिए अपनी मातृभाषा में शैक्षणिक तरीके से इस प्रकार की जानकारी (बातों और आलेखों के माध्यम से)का प्रसार करने से बेहतर, कोई अन्य तरीका नहीं है। आयुका की दूरदर्शिता इसमें है कि वो विभिन्न कार्यक्रमों के जरिए आम जनता में सहजता के साथ खगोलविज्ञान और खगोलभौतिकी विषय को लोकप्रिय बनाना चाहती है। विशेष रूप से व्याख्यानों एवं विस्तृत आलेखों के माध्यम से उत्तेजनाभरी भावनाओं को हिंदी में व्यक्त करने के लिए प्रयास किए जाते हैं। इस संदर्भ में आयुका के व्योम (तीसरे संस्करण) के नवीनतम संस्करण को आप सभी के सम्मुख प्रस्तुत करते हुए मुझे अत्यधिक खुशी हो रही है। इसमें आयुका शोधकर्ताओं द्वारा लिखे गए छह आलेख हैं। इसके साथ-साथ आयुका द्वारा राजभाषा हिंदी के कारगर रूप से कार्यान्वयन हेतु किए जा रहे प्रयासों में से एक के रूप में हिंदी दिवस समरोह में आयोजित व्याख्यानों के सारांश तथा हिंदी पखवाड़े के विजेताओं की रचनाओं को भी इसमें सम्मिलित किया गया है। आशा है कि इन सभी रचनाओं को पढ़कर आप आनंद की अनुभूति प्राप्त करेंगे!

प्रो. सोमक रायचौधुरी,
पूर्व निदेशक, आयुका
(कार्यकाल- 31 दिसंबर 2022 तक)

प्रो. रघुनाथन श्रीआनंद,
निदेशक (स्थानापन्न), आयुका
(कार्यकाल- 1 जनवरी 2023 से आरंभ)

कृष्ण विवर

– प्रो. जयंत नार्लीकर

''यह कम्प्यूटर तो बहुत ही परेशान कर रहा है यार!'' कॉफी के प्याले में चम्मच चलाते हुए, प्रकाश बड़ी झल्लाहट से बोला! ''पिछले हफ्ते से कम से कम पचास बार पूछ चुका हूँ। पर, वह एक ही जवाब पर अड़ा हुआ है।''

''क्या कहता है। तुम्हारा कम्प्यूटर?'' संजय ने भोला बनते हुए पूछा ! वह शुद्ध गणित का विद्यार्थी था। अत: कम्प्यूटर को कुछ तुच्छ भाव से देखता था। कोई चित्रकार किसी पुताई करने वाले को जिस प्रकार से देखता है, बस वैसे ही।

''कम्प्यूटर कहता है कि मेरे मूल सिद्धांत ही गलत है। मैंने सोचा था कि ''प्रॉफ'' द्वारा दिया गया डेटा कम्प्यूटर के सुपुर्द कर दूँगा और सारा दिन हाइकिंग टूर पर निकल जाऊँगा। पर 'मैंने प्रपोजेज एन्ड कंप्यूटर डिसपोजेज यही सत्य है।'

यर्किस वेधशाला से गुरु ग्रह के बारे में मिली नई जानकारी, कंप्यूटर में जाँच कराने के लिए, प्रकाश के पास आई थी।

''तुमने जोड़–बाकी में गड़बड़ कर दी होगी।'' यूँ भी फिजिक्स वालों का गणित कच्चा ही होता है। प्रत्येक गणित वाले की यही धारणा होती है, उसी बात को बड़े विश्वास से संजय ने कह डाला।

'' देखो मेरे जोड़–बाकी का सवाल ही नहीं उठता! यदि गलती होगी भी तो न्यूटन तथा आइन्सटीन की समझो। ग्रहों की गति उन्हीं के सिद्धांतों पर तय की जाती है। यह बात तुम जैसे अल्पज्ञानी को पता होनी चाहिए और यह कम्प्यूटर कहता है कि यह जानकारी सिद्धांतों के अनुसार नहीं है। प्रॉफ को विश्वास है कि डेटा गलत नहीं है। पता नहीं गड़बड़ कहाँ है?'' प्रकाश शिकायत भरे स्वर में बोला।

मेरे विचार से तुम खगोल शास्त्र के दशावतारों का जाप करो, ताकि तुम्हें प्रेरणा मिल सके! मजाक में संजय का मंत्र शुरु हो गया। '' बोले, न्यूटनाय नम:, हैल्य नम:, हर्शलाय नम:, एडम्साय नम:, एडिंग्टनाय नम:......,''

''एडम्स..... क्या पते की बात कही यार। बालादपि सुभाषितं ग्राह्यम''। संजय की पीठ पर धौल जमा कर, कॉफी वहीं छोड़कर प्रकाश तेजी से निकल गया।

संजय ठगा सा देखता रहा, इंस्ट्टिट्यूट में घनचक्कर बने रहने का हक सिर्फ गणित वालों का था। प्रकाश का पागलपन उसे रास नहीं आया।

इंस्ट्टिट्यूट में खगोलशास्त्र के प्रोफेसर रमेश अग्रवाल ही 'प्रॉफ' हैं। ग्रहों तथा उपग्रहों के भ्रमण के गणित 'सेलेस्टियल मैकेनिक्स' में वे दुनिया के जाने–माने व्यक्ति थे। इक्कीसवीं सदी के आरंभ में इस विषय में अनुसंधान करने वाले, बहुत कम वैज्ञानिक थे। यदि इस विषय में कोई गंभीर प्रश्न सामने आता तब उससे संबंधित खगोलशास्त्री, अग्रवाल जी के पास दौड़ जाते । इसीलिए गुरू ग्रह के बारे में प्राप्त नई जानकारी उनके पास भेज दी गई थी।

प्रकाश पावटे उनका प्रिय विद्यार्थी था। नई जानकारी का निरीक्षण करने के पश्चात् अधिक जाँच हेतु उन्होंने उसे प्रकाश के पास भेज दिया था। ' अंतिम निष्कर्ष निकालने से पहले मुझसे न मिलना' ऐसी हिदायत उनसे देने की जरूरत भी नहीं थी।

इस बात को एक हफ्ता गुजर गया और प्रकाश का कोई पता नहीं। इस बात से वे आश्चर्य में डूब गए। उन्हें खुद उससे जा कर मिलना होगा, ऐसा वे सोच ही रहे थे कि वही दौड़ता हुआ उनके कमरे में दाखिल हुआ। कंप्यूटर द्वारा दिए गए जवाबों का सारा पुलिंदा उसने टेलब पर पटका और जल्दी–जल्दी कुछ बताने लगा। उसकी एक भी बात प्रोफेसर साहब की समझ में नहीं आई। इससे पहले उन्होंने प्रकाश को कभी इतना उत्तेजित नहीं देखा था।

''आराम से ! आराम से अपनी बात कहो। प्रति मिनट सिर्फ एक ही वाक्य बोलो, तब ही मैं कुछ समझ पाऊँगा।'' वे शांति से बोले।

''सर! सन् 1846 के आस–पास एडम्स ने यूरेनस ग्रह की गति में अनियमितता पा कर यूरेनस के निकट रहे नेपच्यून ग्रह

को, खोज निकाला। मुझे विश्वास है कि गुरू के निकट किसी ग्रह जैसी ही कोई वस्तु आ गई है। कंप्यूटर के जवाब, इसी बात की पुष्टि कर रहे हैं।''

बिना सबूत ऐसी घोषणा न करने के नियम का पालन, प्रोफेसर साहब तथा उनके विद्यार्थी अवश्य करते थे। फिर भी प्रकाश का कथन इस कदर अनपेक्षित था कि उन्होंने स्वयं ही, इसकी जाँच करने का निर्णय किया। अगले दस दिन वे दोनों इसी काम में जी जान से जुटे रहे और खगोलशास्त्रीय पद्धतियों के सहारे इस कथन की सत्यता की पुष्टि की।

लंदन से प्रकाशित होने वाली साप्ताहिक विज्ञान पत्रिका 'नेचर' में अग्रवाल एवं प्रकाश पावटे का लेख प्रकाशित हुआ और खगोल वैज्ञानिकों के बीच खलबली मच गई। गुरू की गति में उत्पन्न अनियमितता का कारण उसके निकट मौजूद नई वस्तु ही है। यही उस लेख का सारांश था।

उस नवीन वस्तु का अस्थायी संबोधन 'क्ष' तय हुआ। उसका घनत्व, गति, गुरू से दूरी आदि की उस लेख में जानकारी दी गई थी। 'क्ष' को लेकर अनेक तर्क किए जाने लगे। किसी के अनुसार मंगल तथा गुरू के दरम्यान घूमने वाले अनेक एस्टराइड्स में से कुछ इकट्ठा आए होंगे। दुनिया की तमाम वेधशालाओं में 'क्ष' को प्रत्यक्ष रूप से देखने की जैसे होड़ लग गई।

परन्तु कुछ भी दिखाई नहीं दिया।

इस बात को तीन साल हो गए। 'क्ष' कहीं दिखाई नहीं दिया पर उसके अस्तित्व के प्रति वैज्ञानिकों को दृढ़ विश्वास था। अत: अब 'क्ष' की ओर से एक आकाशयान भेजने की बात तय हो गई। यह बात इसलिए महत्त्वपूर्ण थी, क्योंकि सदियों से मान्यता प्राप्त गुरूत्वाकर्षण के सिद्धांतों का भाविष्य ही इस खोज पर निर्भर था। 'क्ष' को भारतीय वैज्ञानिकों ने खोजा था। इसलिए आकाशयान की उड़ान के लिए भारत के 'श्रीहरीकोट्टा' बेस को चुना गया और उस यान पर प्रवासी वैज्ञानिक के तौर पर जाने का सम्मान प्रकाश पावटे को मिला। उनके साथ एकमात्र सहप्रवासी के रूप में अंतरिक्ष यान के अमरीकन कैप्टन जान फाकनर को चुना गया। वर्ल्ड स्पेस आर्गनाइजेशन (wso) के भारत से, गुरू की आरे जाने वाला यह दसवाँ यान था। इसीलिए उसका सांकेतिक नंबर डब्ल्यू–आई–जे–10 था। प्रस्थान के लिए उचित दिन तय करने के पश्चात डब्ल्यू आई जे 10 की उड़ान की तैयारियाँ होने लगीं।

तीन वर्ष की इस अवधि के दरम्यान प्रकाश पावटे तथा संजय जोशी ने पीएच.डी. हासिल की तथा अपने ही इंस्ट्टियूट में फेलो बन गए। संजय की शादी हुए एक साल बीत गया। प्रकाश अभी तक कुँवारा ही था पर दोनों की गहरी दोस्ती पहले जैसी ही बनी रही। गपशप, दिल्लगी होती रहती। अंतरिक्ष की उड़ान के एक हफ्ते पहले संजय की नवजात बेटी का नामकरण समारोह था। बालिका के लिए एक, बड़ा सा खिलौना, टेडीबियर लेकर प्रकाश, संजय के घर पहुँचा।

''भाभी जी, क्या नाम रखा बेटी का?'' टेडीबियर को देते हुए उसने पूछा।

'' अनुपमा! गोद में लेंगे क्या इसे?''

'' ना बाबा ! दूर से ठीक है। शिशुओं को हाथों में लेने से डरता हूँ मैं।''

'' तब दूर से बताएँ, किस पर गई है हमारी बेटी?''

'' आप दोनों पर!'' प्रकाश ने डिप्लोमैटिक जवाब दिया। '' बड़ी प्यारी है बच्ची, अट्ठारह–बीस साल बाद देखना कितने रोमियो आगे–पीछे घूमेंगे इसके''

''आप ही रूक जाइए अट्ठारह–बीस साल । हम आपको ही दामाद चुन लेंगे।''

अनुपमा की माँ ने दामाद को खोजना आरंभ कर दिया। पर, शादी की बात छिड़ते ही, फिर चाहे अट्ठारह सालों के बाद की बात क्यों न हो, प्रकाश शरमा जाता। उसने आनन–फानन में वहाँ से बिदा ली और नौ दो ग्यारह हो गया।

'' तुमने तो बेकार ही डरा दिया ब्रह्मचारी महाराज को!'' संजय पत्नी से बोला !

डब्ल्यू–आई–जे–10 की यात्रा नियत समय पर आरंभ हो गई। पृथ्वी पर बने अनेक स्टेशनों से यान का संपर्क बना रहा। संदेशों का आदान–प्रदान नियमित रूप से हो रहा था, परंतु अंतरिक्ष में गुरू के आस–पास पहुँचने पर, परिस्थिति में काफी बदलाव नजर आए। प्रकाश ने मिशन कंट्रोल की ओर निम्नलिखित संदेश भेजा।

'' लगता है 'क्ष' के परिक्षेत्र में पहुँच गया हूँ। पर, अभी तक कुछ भी दिखाई नहीं दिया। हाँ 'क्ष' की दिशा में अनेक वस्तुएँ जैसे मीटिओराइट, एस्टराइड आदि बड़ी गति से जाती हुई दिखाई दे रही हैं। यदि 'क्ष' में चमक होती तो शायद यह कहता मैं कि भगवद्गीता में दीये की लौ पर निछावर होने वाले पतंगों के वर्णन–''

''ठीक है। ठीक है, यूँ कवि कल्पनाओं में मत उलझो। तुम्हारा अगला कदम क्या होगा?'' कंट्रोल ने टोका।

''अजी नाभिक विस्फोट को देखकर ओपेनहायमर को गीता का स्मरण हो आया था परंतु मझे यहाँ जो दिखाई दे रहा है या जो दिखाई नहीं दे रहा, वह ऐसे विस्फोट से अधिक विचित्र है। मैं इसे पास से देखना चाहता हूँ। '' प्रकाश का संदेश था।

''स्वीकृति है पर यदि खतरा महसूस हो तो तुरंत लौट आना होगा।''

''अवश्य! मैं डब्ल्यू–आई–जे–10 का पूरा ध्यान रखूँगा।'' प्रकाश द्वारा कंट्रोल को भेजा गया यह आखिरी संदेश था।

प्रकाश की आज्ञानुसार कैप्टन जॉन ने यान को 'क्ष' की दिशा में मोड़ दिया। धीरे–धीरे यान की गति तेज होती गई। '' कैप्टन इतनी तेजी से मत चलो। हमें उसके अधिक निकट नहीं जाना है।'' प्रकाश ने सचेत किया।

''मैंने तो इंजन कब से बंद कर रखा है। पता नहीं गति तेज क्यों हो गई?'' गतिमापक की ओर चिंता से देखते हुए जॉन ने जवाब दिया। गतिमापक की सुई निरंतर आगे बढ़ रही थी।

प्रकाश के दिमाग में एक विचार बिजली की तरह कौंध गया। वह यान में स्थित कम्प्यूटर की ओर दौड़ गया। अभी तक उपयोग में न लाया हुआ एक प्रोग्राम उसने कंप्यूटर में डाला। उस पर लेबल लगा था.........'कृष्णविवर' ।

यान की वेगवृद्धि की जानकारी को पंच करने के बाद कंप्यूटर में डाला। पल भर में कंप्यूटर ने छपा हुआ जवाब प्रस्तुत कर दिया। उसे पढ़ते ही प्रकाश तेजी से जॉन के निकट पहुँचा।

''जॉन, जॉन, 'क्ष' के बारे में जानकारी मिल गई है। मेरे हिसाब से अब बड़ी देर हो गई है। 'क्ष' तो कृष्ण विवर है। और हम, बड़ी तेजी से उसके करीब पहुँच रहे हैं।''

कृष्ण विवर यानी एक बहुत की आकुंचित वस्तु है जिसका गुरुत्वाकर्षण इतना अधिक होता है कि उसमें से प्रकाश बाहर की ओर निकल ही नहीं पाता और इसीलिए 'क्ष' पृथ्वी पर बसी वेधशालाओं को, या उसके निकट पहुँचे जॉन एवं प्रकाश को भी दिखाई नहीं दिया। आइन्स्टाईन का गुरुत्वाकर्षण का सिद्धांत कृष्णविवर की पुष्टि करता था पर बहुत ही थोड़े वैज्ञानिकों को इनकी जानकारी हो पाई थी। अत: बहुत ही थोड़े वैज्ञानिकों ने 'क्ष' को कृष्णविवर माना था पर इस विचार को अन्य सभी वैज्ञानिकों ने अनदेखा कर दिया।

जवाब क्या है, यह जानते हुए भी जॉन ने पूछा,''अब आगे क्या होगा? शायद हम 'क्ष' के जबड़े में जा गिरेंगे। आशा की एक धुंधली सी किरण बाकी है। हमारी यात्रा का मार्ग 'क्ष' के केंद्रबिंदु से न होकर उसके बाहरी घेरे पर निश्चित किया गया है। कम्प्यूटर निश्चित रूप से बता नहीं पाएगा पर मैं उसे चलाता हूँ। तब तक तुम कन्ट्रोल से संपर्क बनाओ।

जॉन ने कन्ट्रोल को संदेश भेजने के प्रयत्न किए पर कोई फायदा नहीं हुआ। कंट्रोल की ओर से तेज़ गति से उच्चारित शब्द आ रहे थे जिन्हें समझ पाना मुश्किल था, तभी प्रकाश वहाँ आया। उसके चेहरे पर हवाईयाँ उड़ रही थीं।

''जॉन कम्प्यूटर ने हमारी मृत्यु की बात कही है। उसके अनुसार हम 'क्ष' के पास पहुँचकर करीब दस लाख परिक्रमाएँ करेंगे और फिर अंदर गिर जाएँगे। कंट्रोल से क्या संदेश आया है?'' जॉन ने उसे अपना अनुभव कहा। कंट्रोल से संपर्क टूट चुका था सो अब सभी निर्णय स्वयं ही लेने होंगे, यह प्रकाश की समझ में आया।

तब प्रकाश बोला, ''आशा की एक छोटी किरण बाकी है। कृष्णविवर के नजदीक अस्थिर गोलाकार कक्ष के निकट से, हम गुजरने वाले हैं। उस मार्ग की अस्थिरता का हमें लाभ लेना होगा। उचित समय पर एक रॉकेट के फायर करने पर आसपास निर्मित अस्थिरता की वजह से शायद हमारा यान बाहर फेंका जा सकेगा। यह एक संभावना मात्र है। यदि ऐसा घटित होता है। तो अच्छा ही है वर्ना दुनिया को राम–राम कहने का समय आ गया है। अब हमें शीत कक्ष में प्रवेश करना होगा।''

''शीत कक्ष में प्रवेश? किसलिए'' जॉन ने पूछा.

'' देखो, जैसे–जैसे हम 'क्ष' के निकट होते जाएँगे। उसके गुरुत्वाकर्षण की टाइडल पावर हमें अधिकाधिक प्रतीत होगी। इसी टाइडल पावर की वजह से चंद्र का गुरुत्वाकर्षण पृथ्वी पर समुद्र में ज्वार–भाटे के समय प्रतीत होता है।

''अब कल्पना करो कि 'क्ष' की ओर जाते समय तुम्हारा सिर 'क्ष' के निकट है और पैर दूरी पर है। ऐसी स्थिति में 'क्ष' के गुरुत्वाकर्षण का जितना प्रभाव तुम्हारे सिर पर होगा उतना पैरों पर नहीं। तब क्या होगा।'' अब जॉन की बुद्धि काम करने लगी थी। '' मेरा शरीर सिर से लेकर पैरों तक खींचा जाएगा।'' जॉन ने कहा।

''बिल्कुल ठीक ! और यह खिंचाव इतना अधिक होगा की हम उसे सह ना पाएँगे। अब यदि हम शीत में जमे होंगे तब शायद हमारा शरीर उसे सह लेगा।'' प्रकाश ने समझाया।

तुम आकाशयान को स्वयंचलित स्थिति में रख देना ताकि कंप्यूटर उसे पृथ्वी की दिशा दिखा सकेगा। यदि हमारा नसीब बलवान होगा तब बेस पर मौजूद लोग हमें जगा देंगे। सारी तैयारी कर

लेने के पश्चात् शीत कक्ष में प्रवेश करने से पहले दोनों ने आकाश का दर्शन किया। तारों का समूह, विशेष तेजोमय हो चमक रहा है, ऐसा उन्हें लगा।

क्या उनके लिए दुनिया का यही अंतिम दर्शन था?

जब श्रीहरिकोट्टा बेस पर डब्ल्यू–आई–जे–10 नामक आकाशयान उतरा तब वहाँ उपस्थित सभी वैज्ञानिक चकित रह गए। इस नाम के किसी यान का उन्हें स्मरण तक न था। खास बात तो यह थी कि इस यान के आने की पूर्वसूचना भी न मिली थी। इस अचानक आए अनिमंत्रित यान की गहरी जाँच की गई। अन्दर गहरी नींद में डूबे दोनों कुंभकर्णों को बाहर निकाला गया। उन्हें मेक्सिमम सिक्युरिटी मेडिकल सेक्शन (एम.एस.एम.एस.) में भेज दिया गया। बेस पर मौजूद सभी लोग इन दोनों के नाम तथा चेहरों से पूर्णतया अनभिज्ञ थे।

'' जरा आराम से। डॉक्टर साहब ने आपको हिलने–डुलने तथा सोच–विचार करने की मनाही की है। एम.एस.एम.एस. की परिचारिका अनुपमा, प्रकाश से ह रही थी। यहाँ के प्रमुख वैज्ञानिक जल्दी ही आप से भेंट करेंगे। उन्हीं से कह दीजिए सारा कुछ!''

'' मेरे अपने एक–दो मित्रों को कम से कम फोन तो करने दीजिए। मैं कुशल हूँ इतना तो कहने दें। देखिए, मेरी यह आटोमैटिक घड़ी बता रही है कि मैं पूरे तीन साल बाद लौटा हूँ। वे लोग चिंता में पड़ गए होंगे कि मैं कहाँ गायब हो गया।''

''तीन साल?'' प्रकाश की बात सुनकर बेस के प्रमुख वैज्ञानिक डॉ. रामास्वामी ने पूछा जो कमरे में आ रहे थे। '' तीन वर्षों के पहले, यहाँ से कोई मानव वाले यान, नहीं भेजे गए। बल्कि पाँच साल से हम स्वयंचलित यंत्रों वाले मानव रहित यान ही भेज रहे हैं।''

'' बिल्कुल असंभव ! आप अपने रिकॉर्ड की जाँच करें।'' प्रकाश आश्चर्य से चीखा। मेरी घड़ी के अनुसार मैं तथा जॉन फाकनर, ठीक तीन वर्ष पंद्रह दिनों पहले गुरु की दिशा में निकल पड़े थे। जॉन से पूछें अथवा प्रोफेसर रमेश अग्रवालजी से संपर्क करें ताकि आपको यकीन हो जाए।''

''प्रोफेसर साहब तो अब रिटायर हो गए हैं। पर, हम उनसे संपर्क स्थापित करने की कोशिश करेंगे।'' रामास्वामी बोले।

प्रकाश का दिमाग चकरा गया। जिस समय वह डब्ल्यू–आई–जे–10 से प्रवास हेतु निकला था तब अग्रवालजी चालीस की कगार पर थे। उसने डरते–डरते पूछा, ''कौन सा सन् चल रहा है?''

इसके जवाब में रामास्वामीजी ने उसके हाथ में उसी दिन का अखबार थमा दिया। उस पर लिखी तारीख को पढ़कर उसे गश आ गया। वह पूरे बीस वर्षों के बाद पृथ्वी पर लौटा था।

प्रकाश को सामान्य होने में करीब दो हफ्ते लगे। इस कार्य में नर्स अनुपमा बहुत सहायक सिद्ध हुई और उस ब्रह्मचारी की विकेट डाउन होने के आसार नजर आने लगे। प्रेम की इस आँखमिचौली में अंतरिक्ष–यात्रा का नाम भी न निकले, डॉ. द्वारा दी गई सख्त हिदायत का अनुपमा ने पूरे मनोयोग से पालन किया। प्रकाश के स्वस्थ्य होते ही रामास्वामीजी ने उसकी अग्रवालजी से भेंट करवाई। तब अग्रवालजी ने सर्वप्रथम प्रकाश के सकुशल लौटने के लिए उसे बधाई दी तथा उसे अनुकूल वधू के मिलने की भी बधाई दी। फिर उन्होंने कालहरण का खुलासा किया। कृष्णविवर के प्रखर गुरुत्वाकर्षण का ही सारा असर था। निद्रावस्था में कृष्णविवर के चारों ओर चक्कर लगाते समय कालमापन के अनुसार एक सेकंड की अवधि ही पर्याप्त थी क्योंकि गुरुत्वाकर्षण ने उनके काल की गति को करीब–करीब शून्य कर दिया था। उस एक सेकंड की अवधि में बाकी की दुनिया सत्रह साल आगे निकल गई। जॉन तथा प्रकाश की बीस वर्षीय तरूणाई वैसी ही बनी रही। आइन्स्टाईन की रिलेटिविटी के जीते–जागते उदाहरण ये दोनों थे।

'' तब संजय कहाँ है? मुझे देखकर उसे जबरदस्त झटका लगेगा।''

''संजय......कौन संजय?'' अनुपमा ने पूछा।

'' संजय जोशी मेरा परम मित्र। हम दोनों एक ही इंस्टिट्यूट में अनुसंधान का काम कर रहे थे। कई बार मेरा उसका विवाद....... अरे ! रो क्यों रही हो?''

'' वे मेरे पिता थे। उनका तथा माँ का विमान दुर्घटना में देहान्त हो गया.... और मैं अनाथ हो गई।'' अनुपमा ने सुबकते हुए कहा।

अनुपमा की माँ द्वारा किया गया ''दामाद अनुसंधान'' सफल हो गया था..... कृष्णविवर की कृपा से।

लेखक की टिप्पणी – विज्ञान कथा विज्ञान के प्रसार के लिए महत्त्वपूर्ण माध्यम है। मैंने यह विज्ञान कथा 1974 में लिखी थी। उस समय ऐसी विज्ञान कथाओं का हिंदी/मराठी भाषाओं में बहुत ही कम प्रसार था। इसलिए जब ये विज्ञान कथा एक प्रतियोगिता के लिए भेजी गई तो उसे प्रथम पारितोषिक मिला। इसके अलावा साहित्य के कई धुरियों (दुर्गा भागवत, श्री. पु. भागवत, मुकुंदराव किर्लोसकर आदि) ने विज्ञान कथा की आवश्यकता पर जोर दिया।

सुटिंग अप आदित्य: भारत के प्रथम सौर अंतरिक्ष मिशन पर यह उपकरण किस प्रकार सूर्य विज्ञान को आगे बढ़ाएगा।

– प्रो. दुर्गेश त्रिपाठी और प्रो. ए. एन. रामप्रकाश

आदित्य–एल1 सूर्य का अध्ययन करने वाला भारत का पहला अंतरिक्ष–आधारित मिशन है। और यह उम्मीद की जाती है कि वर्ष 2023 में यह मिशन उड़ान भरेगा।

अंतरिक्ष में बहु–तरंग दैर्ध्य सौर वेधशाला सूर्य –पृथ्वी प्रणाली से 15 लाख किलोमीटर की दूरी पर स्थित होगी। यह सूर्य –पृथ्वी प्रणाली के लैग्रैंगियन बिंदु 1 के चारों ओर प्रभामंडल कक्षा में होगी। इसका उद्देश्य प्रकाश के विभिन्न तरंग दैर्ध्य में सूर्य के वातावरण की निरंतर विस्तृत जानकारी प्रदान करना है। यह मिशन पाँच साल या उससे अधिक चलने की संभावना है।

सूर्य की व्यापक तस्वीर प्राप्त करने में सात पेलोड्स वैज्ञानिकों की सहायता करेंगे। ये सात पेलोड्स अंतरिक्ष यान पर स्थित होंगे। सौर पराबैंगनी प्रतिबिंबन दूरबीन (एस.यू.आई.टी.) प्रमुख पेलोड में से एक है।

इस दूरबीन को मुख्य रूप से अंतर–विश्वविद्यालय केंद्र: खगोलविज्ञान और खगोलभौतिकी (IUCAA, पुणे) में विकसित किया गया है।

सहयोगी संस्थानों में भारतीय विज्ञान शिक्षा एवं अनुसंधान संस्थान (कोलकाता), भारतीय ताराभौतिकी संस्थान (बैंगलुरु), भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला (अहमदाबाद), मणिपाल सेन्टर फार नैचुरल साइंसेज के साथ–साथ भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) शामिल हैं।

एस.यू.आई.टी. 200–400 नैनोमीटर के निकट पैराबैंगनी तरंग–दैर्ध्य सीमा में सूर्य द्वारा उत्सर्जित विकिरण का अध्ययन करेगा । यह फोटोस्फियर और क्रोमोस्फियर नामक सौर वातावरण की निचली और मध्य परतों का सहकालिक अवलोकन प्रदान करेगा।

सूर्य के बारे में अधिक जानने के लिए यह एक नई, अभूतपूर्व शुरुआत होगी क्योंकि अभी तक अंतरिक्ष से इस तरंग–दैर्ध्य सीमा में हमारे तारे की संपूर्ण छवियाँ नहीं ली गई हैं।

एस.यू.आई.टी. की पिछले महीने ही बैंगलुरु के यू आर राव सैटेलाइट सेंटर (URSC) में सावधानी से जाँच की गई थी। स्वराज, एस.यू.आई.टी. के प्रमुख जाँचकर्ताओं अर्थात प्रोफेसर ए.एन.रामप्रकाश (IUCAA) और प्रोफेसर दुर्गेश त्रिपाठी (IUCAA) के पास पहुँचा, और उनसे आदित्य एल–1 के निर्माण, उसकी प्रगति और वैज्ञानिक संभावनाओं के बारे में जानने की कोशिश की।

(**प्रश्न**) आप 9 अगस्त को बैंगलुरु में (यू.आर.एस.सी.में) यू.आर.एस.सी. के निदेशक एवं इसरो के अध्यक्ष के साथ एस.यू.आई.टी. के प्रगति की समीक्षा कर रहे थे। क्या एस.यू.आई.टी. के संदर्भ में ऐसा कुछ खास था जिसकी विशेष रूप से समीक्षा की जा रही थी? और बैठक के बाद सर्वसम्मति से उस पर क्या राय बनी?

(**उत्तर**) निश्चित ही एस.यू.आई.टी. की संपूर्ण टीम बैंगलुरु में थी। दरअसल, एस.यू.आई.टी. की अधिकांश टीम चौबीसों घंटे काम करने के लिए नियुक्त की गई है, क्योंकि पेलोड समकालन और परीक्षण के अंतिम चरण से गुजर रहा है।

वह दिन विशेष था क्योंकि अध्यक्ष संकलित पेलोड को देखना चाहते थे। यह किसी भी प्रकार की समीक्षा से संबंधित नहीं था। दरअसल अध्यक्ष किसी काम के लिए आई एस आई टी ई के परिसर में आए थे, इसलिए वे केवल व्यक्तिगत तौर पर उसे देखना चाहते थे और संपूर्ण टीम को प्रोत्साहन एवं समर्थन देना चाहते थे।

(**प्रश्न**) शुरु में, एस.यू.आई.टी. को विकसित करने और उसे नियंत्रित करने में 'मिशन टाइमलाइन' एक गंभीर बाधा थी। किंतु प्रेक्षण की तारीख वर्षों से आगे बढ़ रही थीं तो यदि कुछ प्रारंभिक बाधाएँ थीं तो समय की कमी ने उनको किस प्रकार से प्रभावित किया?

(**उत्तर**) हमें नहीं लगता कि इस विषय को स्थापित करने का यह उचित तरीका है। हमें इस बात को ध्यान में रखना चहिए कि

हम एक ऐसा पेलोड विकसित कर रहे हैं जो L1 बिंदु तक उड़ान भरेगा, जो पृथ्वी से 15 लाख किलोमीटर की दूरी पर है। इसका उद्देश्य कम से कम पाँच वर्ष या उससे भी अधिक समय के लिए सूर्य का 24X7 अध्ययन करना होगा। यह पहली बार है जब इस तरह का पेलोड वैश्विक रूप से विकसित किया जा रहा है।

हमें याद रखना चाहिए कि अंतरिक्ष बहुत ही अक्षमाशील है। योजना बनाने के किसी चरण में कोई गलत निर्णय या फिर निर्माण कार्य और परीक्षण में किसी भी प्रकार की त्रुटि का विनाशकारी प्रभाव पड़ सकता है। इसलिए, अंतरिक्ष के लिए एस.यू.आई.टी. जैसा अद्वितीय पेलोड चुनते समय परीक्षण एवं प्रतिपरीक्षण की कठोर प्रक्रिया का पालन करना पड़ता है।

पेलोड से जुड़े प्रत्येक घटक को यह सुनिश्चित करने के लिए विभिन्न प्रक्रियाओं से गुजरना पड़ता है कि वे अंतरिक्ष के कठोर वातावरण में बने रहें। जहाँ पेलोड का समकालन और परीक्षण किया जा रहा है, वहाँ विशिष्ट अल्ट्रा–क्लीन रूम की सुविधाओं का निर्माण करना ज़रुरी था। हम इसरो के शुक्रगुजार हैं कि उन्होंने हमें अभूतपूर्व सहयोग दिया।

(**प्रश्न**) क्या एस.यू.आई.टी. को विकसित करना अभियांत्रिकी (इंजिनियरिंग) के दृष्टि से चुनौतीपूर्ण था? उदाहरण के तौर पर थर्मल फिल्टर को विकसित करने के बारे में बताएं।

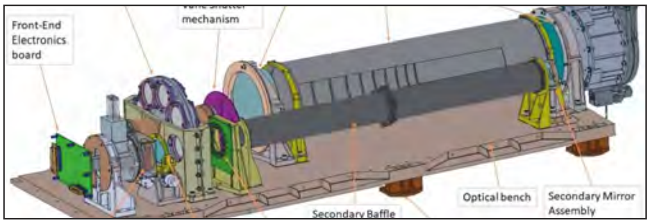
(**उत्तर**) दरअसल, जो कुछ भी पहली बार किया जाता है, उसकी अपनी चुनौतियाँ होती हैं। एस.यू.आई.टी. की भी अपनी चुनौतियाँ थीं।

जैसा कि आपने बताया है, थर्मल फिल्टर पेलोड के अत्यधिक महत्त्वपूर्ण भागों में से एक है। ये अनावश्यक प्रकाश एवं उष्णता को पेलोड में प्रवेश करने से प्रतिबंधित करता है। हमने लुमा ऑप्टिक्स के सहयोग से इसे पूरी तरह से स्वदेशी रूप से विकसित किया है।

इसके अलावा, यदि आपको याद हो, एस.यू.आई.टी. 200–400 नैनोमीटर की दूरी से सूर्य का निरीक्षण करेगा। इस पासबैंड में सौर फ्लक्स 18–20 के कारक से बदल जाता है। हमारे पास पासबैंड में 11 अलग–अलग फिल्टर हैं। प्रत्येक फिल्टर के लिए 11 अलग–अलग दूरबीन होना अच्छा होता है किंतु इस प्रकार की परियोजना के लिए कितनी धनराशि लगेगी इसकी आप कल्पना कर सकते हैं।

हमारे पास एकल दूरबीन पर 11 फिल्टर हैं। उन पर पूर्वनिर्धारित गतिशील रेंज के साथ एकल संसूचक हैं। इसलिए, संसूचक की गतिशील रेंज के भीतर प्रत्येक फिल्टर से फ्लक्स प्राप्त करना एक प्रकार की चुनौती रही है। हमारे पास दूरबीन के द्वारा खोलने और बंद करने, फ़ोकसन करने और विफ़ोकसन करने, अनावरण नियंत्रण आदि के लिए कई परिचालन तंत्र भी हैं।

इसके अलावा, सौर संस्फुर की खोज करने के लिए हमारे पास अंतर्निहित आसूचना प्रणाली है। इस बात पर ध्यान दें कि सौर संस्फुर का अध्ययन करना यह एस.यू.आई.टी. के प्राथमिक लक्ष्यों में से एक है। हालाँकि, हम इस बात का अनुमान नहीं लगा सकते कि सूर्य की सतह पर कब और कहाँ सौर संस्फुर घटित होगा। इसलिए, दूरबीन पर आसूचना प्रणाली विकसित करना आवश्यक था। एक ऐसी प्रणाली जो सूर्य का किसी माध्यम से निरंतर निरीक्षण करती है, जो स्वचलित रूप से सौर संस्फुर की खोज करती है और सौर संस्फुर होने पर अवलोकन के फ्लेयर मोड में जाती है।



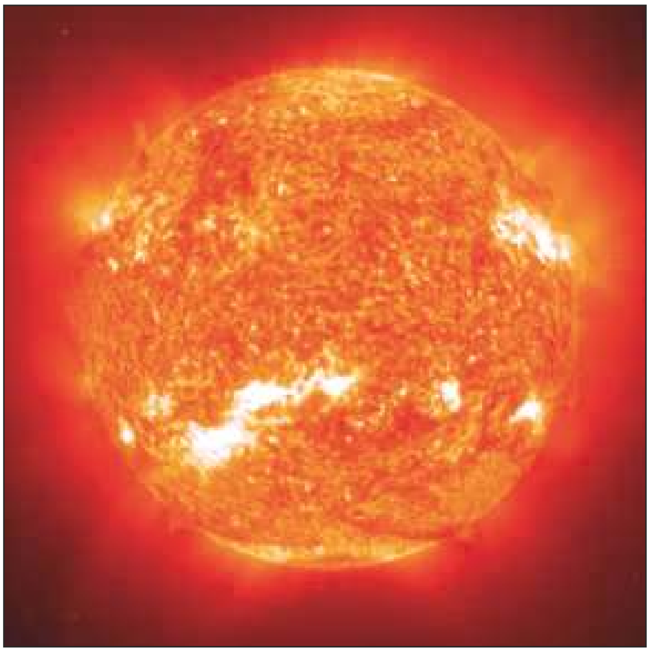
(**प्रश्न**) सूर्य को बेहतर ढंग से समझने के लिए हम आशा करते हैं कि आदित्य अगले वर्ष की शुरुआत में अपने नए घर में जाएगा। उसके बाद एस.यू.आई.टी. हमारे लिए कौन–कौन सी संभावनाओं का निर्माण करेगा?

(**उत्तर**) एस.यू.आई.टी. 200–400 नैनोमीटर की तरंग–दैर्ध्य में सूर्य का अवलोकना करेगा। यह यू.वी. में सूर्य के फोटोस्फीयर और क्रोमोस्फीयर के अवलोकन प्रदान करता है। अंतरिक्ष से अब तक ऐसा नहीं किया गया है। अतीत में कुछ प्रयास हुए हैं, किंतु तरंग दैर्ध्य की सीमा सीमित थी और सौर डिस्क के केवल छोटे से क्षेत्र का अध्ययन किया गया था। एस.यू.आई.टी. संपूर्ण डिस्क का अध्ययन करेगा। एस.यू.आई.टी. की यह खूबी है कि वो एक तीर से दो निशान लगाता है।

यह चुंबकीय सौर वातावरण के गतिशील युग्मन को समझने के लिए महत्त्वपूर्ण जानकारी प्रदान करता है। यह सौर वातावरण में द्रव्यमान एवं ऊर्जा प्रवाह का अध्ययन करने के लिए नए द्वार खोलता है। यह एनयूवी (निकट–पराबैंगनी) में स्थान की दृष्टि से हल किए गए सौर स्पेक्ट्रमी किरणनता का मापन एवं निरीक्षण करने में हमारी सहायता करेगा। ये पृथ्वी के जलवायू एवं सूर्य के बीच के संबंधों को समझने के लिए ज़रुरी है।

(**प्रश्न**) क्या ऐसे अन्य सौर मानवरहित अंतरिक्ष यान हैं, जो एस.यू.आई.टी. के साथ मिलकर अच्छी तरह से हमारे संम्मुख विस्तृत चित्र प्रस्तुत करें?

(**उत्तर**) दरअसल, ऐसे कई मिशन हैं; उदाहरण के तौर पर नासा के सोलर डाइनैमिक अब्ज़र्वटोरी (एस डी ओ) पर



एटमोस्फेरिक इमेजिंग असेम्ब्ली (ए आई ए) और हेलिओस्फेरिक मैग्नेटिक इमेजर (एच एम आई), द इंटरफेस रीजन्स इमेजिंग स्पेक्ट्रोमीटर (आई आर आई एस) और सोलर ऑर्बिटर। एस.यू.आई.टी. तरंगदैर्ध्य सीमा में उस जानकारी को भी प्रदान करेगा जिसे ये मानवरहित अंतरिक्ष यान पूर्ण रूप से प्रदान नहीं कर पाएं।

(प्रश्न) विशेषज्ञता और अनुसंधान में विविधता लाने के लिए हम दुनिया भर के संभावित सहयोगियों के लिए एस.यू.आई.टी. डेटा उपलब्ध करवा कर देने की किस प्रकार की योजना बना रहे हैं?

(उत्तर) इसरो डेटा नीति दस्तावेज़ तैयार कर रहा है। हालाँकि, किसी भी वैज्ञानिक के साथ सहयोग हमेशा प्रमुख अन्वेषक के माध्यम से संभव होता है।

(प्रश्न) चूँकि हम सौर चक्र 25 के अधिकतम समीप पहुँच रहे हैं इसलिए क्या एस.यू.आई.टी.को इस समय प्रक्षेपित करने से लाभ होगा? या फिर क्या यह साइकल फेज–ॲग्नोस्टिक है?

(उत्तर) निश्चित ही यह सहायक साबित होगा। जैसे कि हमने पहले ही उल्लिखित किया है, हमारे लक्ष्यों में से एक सूर्य के प्रत्येक क्षेत्र पर सौर स्पेक्ट्रमी किरणनता का मापन एवं निरीक्षण करना है। इसलिए यह महत्त्वपूर्ण है कि हम कम से कम आधे चक्र का निरीक्षण कर सकें।

(प्रश्न) आपको बुसान, कोरिया में IAUGA 2022 संगोष्ठी में आमंत्रित किया गया था जहाँ आपके दो व्याख्यान हुए– क्या आप संक्षेप में अपने व्याख्यानों का सार या फिर उसका संदेश बता सकते हैं?

(उत्तर) हाँ, IAUGA संगोष्ठी में मैंने ''द एरा ऑफ मल्टी–मैसेंजर सोलर फिजिक्स'' विषय पर एक व्याख्यान दिया और दूसरा व्याख्यान सोलर और हेलिओस्फेरिक फिजिक्स के डिवीजन डे पर दिया। ये व्याख्यान केवल एस.यू.आई.टी.पर ही नहीं बल्कि आदित्य–एल1 मिशन विज्ञान पर थे।

दोनों व्याख्यानों को दर्शकों ने रोचकता से सुना। अंतर्राष्ट्रीय समुदाय को डेटा प्रदान करने की समय–सीमा से संबंधित प्रश्न पूछे गए। उन प्रश्नों से इस बात का पता चल रहा था कि अंतर्राष्ट्रीय सुमदाय को आदित्य–एल1 मिशन पर स्थित पेलोड द्वारा प्रदान किए जाने वाले डेटा एवं स्थिति विषयक जानकारी में बहुत रुचि है।

(प्रश्न) आपने कहा कि व्याख्यानों ने ''आश्चर्यजनक रुचि निर्माण की''। किस बात ने वैश्विक सौर समुदाय की रुचि और बढ़ाई?

(उत्तर) आदित्य – एल 1 निरीक्षणों की अद्वितीय शृंखला प्रदान करेगा। एस.यू.आई.टी. द्वारा स्पेक्ट्रम और कालगत रिपोर्ट एवं अवलोकन समय का अद्वितीय संयोजन प्रदान किया जाएगा। ये संयोजन सौर वायुमंडलीय ऊर्जा गतिशीलता पर वस्तुत: एक नया विज्ञान बनाएगा।

(प्रश्न) तो, क्या एस.यू.आई.टी. 2023 में प्रक्षेपित होने वाले आदित्य–एल1 के लिए अच्छा प्रदर्शन करने के लिए तैयार है?

(उत्तर) अवश्य, अब तक तो सब कुछ ठीक है। फिर भी ध्यान में रखें कि इस पेलोड का निर्माण करना अत्यधिक चुनौतीपूर्ण रहा है, किंतु एक अत्यधिक प्रतिभाशाली टीम के साथ मिलकर हम इसे अपने निहीत कार्य के लिए भेजेंगे।

टिप्पणी– प्रस्तुत आलेख इससे पहले अंग्रेजी भाषा में प्रकाशित किया गया है। अंग्रेजी संस्करण पढ़ने के लिए आप निम्नलिखित लिंक का उपयोग कर सकते हैं। https://swarajyamag.com/science/suiting-up-aditya-how-this-payload-on-indias-maiden-solar-space-mission-will-advance-sun-science

एस्ट्रोसैट – युवा शोधकर्ताओं के लिए नए द्वार खोल रहा है।

– प्रो. कनक साहा

आकाशगंगाएँ ब्रह्मांड के बुनियादी निर्माण खंड हैं– वे सभी आकारों में आती हैं। हमारी आकाशगंगा,मंदाकिनी,अरबों सितारों वाली विशाल आकाशगंगाओं में से एक है, लेकिन वर्तमान में उसमें कम मात्रा में सितारों का निर्माण होता है। हमारी जैसी विशाल आकाशगंगाएँ लगभग दस बौनी आकाशगंगाओं से घिरी हुई हैं– जो आकार में अनियमित हैं और जिनमें अक्सर सितरों का निर्माण होता है। यदि हम समय के साथ पिछे जाकर देखें तो हम पाते हैं कि उस वक्त आकाशगंगाएँ छोटी और आकार में अधिक अनियमित थीं (अगर कोई आकाशगंगा तीन अरब प्रकाश वर्ष की दूरी पर है तो उसका मतबल है कि हमारा ब्रह्मांड तब तीन अरब वर्ष छोटा था। ये इसलिए क्योंकि प्रकाश को भी एक स्थान से दूसरे स्थान में जाने के लिए समय लगता है।) किस प्रकार ये बौनी और विशाल आकाशगंगाएँ अपने सितारों को इकट्ठा करती हैं और आधुनिक आकाशगंगाओं में विकसित होती हैं, यह अभी भी एक प्रमुख पहेली बनी हुई है। जैसी कि हमारी अपनी आकाशगंगा।

एस्ट्रोसैट (भारत की पहली समर्पित बहु–तरंग दैर्ध्य अंतरिक्ष वेधशाला) का उपयोग करने वाले वैज्ञानिकों की एक टीम द्वारा हाल ही में किए गए अध्ययन से पता चला है कि किस प्रकार बौनी आकाशगंगा के बाह्य क्षेत्र में सितारें निर्माण करने वाले समूह केंद्रीय क्षेत्र की ओर स्थानांतरण करते हैं और पिंड एवं प्रकाश संबंधित विकास में योगदान देते हैं। इस प्रक्रिया को अब कई बौनी आकाशगंगाओं में देखा गया है। यह आकाशगंगा की उत्पत्ति और विकास को समझने के लिए महत्त्वपूर्ण कड़ी है।

अंशुमन बोरगोहन, तेजपुर विश्वविद्यालय, असम के एक युवा शोधकर्ता हैं । वे तेजपुर विश्वविद्यालय, असम, में कार्यरत प्रोफेसर रूपज्योति गोगई (पर्यवेक्षक), और अंतर–विश्वविद्यालय केंद्र: खगोलविज्ञान और खगोलभौतिकी, पुणे में खगोलविज्ञान के प्रोफेसर के पद पर कार्यरत कनक साहा (सह–पर्यवेक्षक) के मार्गदर्शन में शोध कार्य कर रहे हैं। इसके साथ–साथ भारत, यूएसए और फ्रान्स के खगोलविदों की अंतर्राष्ट्रीय टीम के साथ काम कर रहे हैं। इन्होंने प्रोफेसर साहा के नेतृत्व में कम द्रव्यमानवाली आकाशगंगाओं के क्षेत्र में महत्त्वपूर्ण योगदान दिया है। इन आकाशगंगाओं को ब्लू कौम्पेक्ट ड्वार्फ गैलेक्सी (BCDs) के नाम से भी जाना जाता है। इन बीसीडी में तरूण तारों के विशालकाय समूह होते हैं। अंशुमन बोरगोहन के निष्कर्ष, जो उनकी पीएच.डी. का हिस्सा हैं दिखाते हैं कि किस प्रकार बौनी आकाशगंगा के बाह्य क्षेत्र में सितारें निर्माण करने वाले समूह केंद्रीय क्षेत्र की ओर स्थानांतरण करते हैं और पिंड एवं प्रकाश संबंधित विकास में योगदान करते हैं।

यह आलेख 20 जुलाई 2022 को नेचर पत्रिका में प्रकाशित किया गया। नेचर यह विश्व की महत्त्वपूर्ण बहु–विषयक विज्ञान पत्रिका है। ''वास्तव में यह अविश्वसनीय है'' इन शब्दों में युवा खगोलशास्त्री ने अपनी भावनाओं को व्यक्त किया। इनके द्वारा किए गए प्रयासों को वैज्ञानिक समुदाय द्वारा मान्यता दी गई है। उन्होंने यह भी कहा कि ''बौनी आकाशगंगाओं में संयोजन की प्रक्रिया को रिकॉर्ड करना आकाशगंगा की उत्पत्ति और विकास की तस्वीर को पूरा करने के लिए महत्त्वपूर्ण कड़ियों में से एक है। एस्ट्रोसैट/यूवीआईटी आज तक यूवी वेधशालाओं की सूची में एक उल्लेखनीय वेधशाला रही है और इसने आकाशगंगा संयोजन प्रक्रिया को अच्छी तरह से समझने के लिए आशा के नए द्वार खोल दिए हैं।''

इस शोध की संकल्पना करने वाले प्रोफेसर कनक साहा ने अपना प्राथमिक शोध इस बात पर केंद्रित किया कि किस प्रकार प्रारंभिक ब्रह्मांड में आकाशगंगाएँ बनीं और वर्तमान में वे किस प्रकार से विकसित होती हैं। उन्होंने भारत की पहली अंतरिक्ष वेधशाला, एस्ट्रोसैट का उपयोग करते हुए गहन अवलोकनों द्वारा उच्च रेडशिफ्ट पर मंद (फेंट) आकाशगंगा की सफल खोज की है। इस खोज के लिए उन्हें भौतिक विज्ञान श्रेणी में विज्ञान और प्रौद्योगिकी के लिए शांति स्वरूप भटनागर पुरस्कार से सम्मानित किया गया था। वर्तमान में उनके द्वारा किया जाने वाला कार्य दीर्घकालिक घुमावदार संरचनाओं के निर्माण एवं आकाशगंगाओं की गतिशीलता पर प्रकाश डालता है।

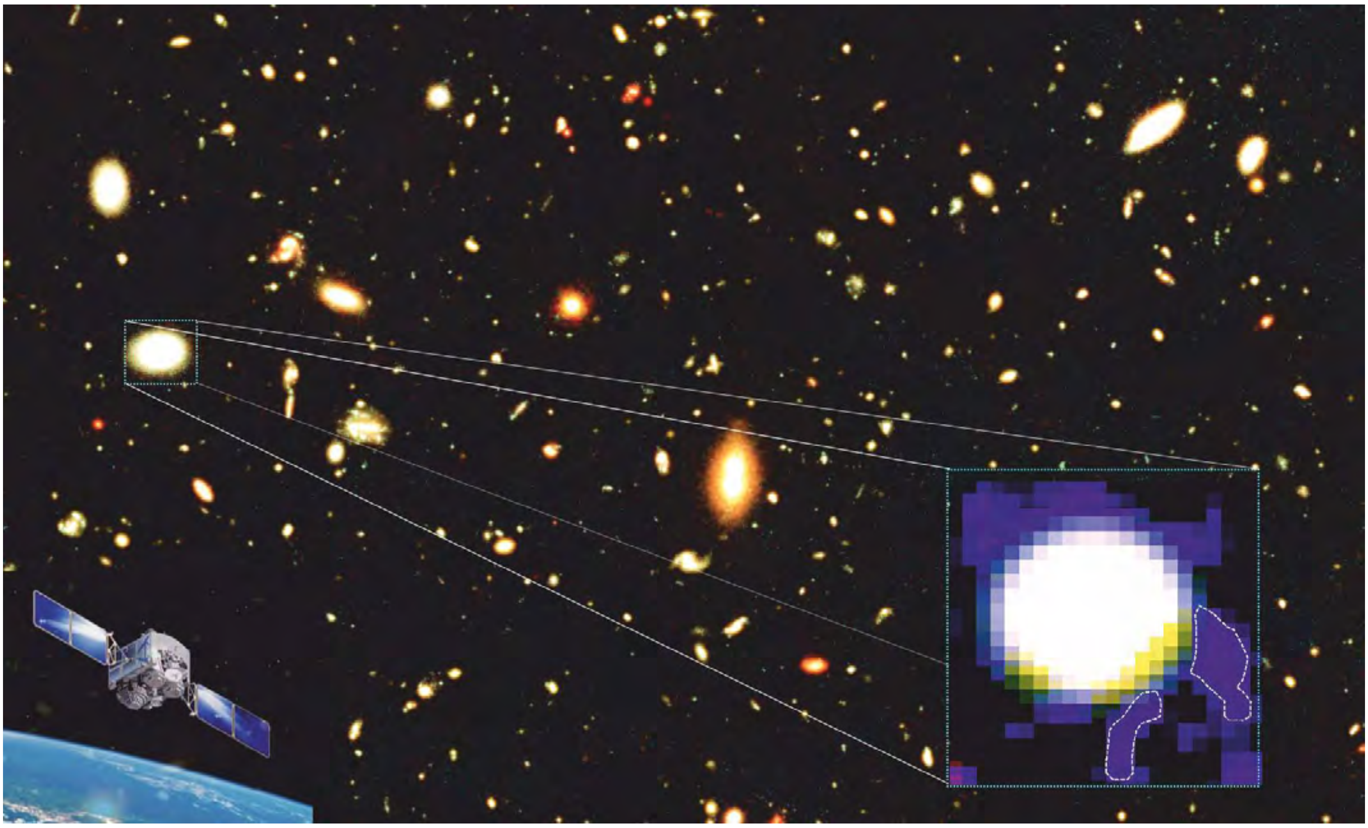
तेजपुर विश्वविद्यालय, असम, के प्रोफेसर रूपज्योति गोगई आयुका के सहकारिता कार्यक्रम (एसोसिएटशिप प्रोग्राम) के सहयोगी हैं। वे अवलोकनों से प्राप्त डेटा से मिल्की वे और आस–पास की आकाशगंगाओं में अंतरतारकीय धूल का अध्ययन करती हैं। वे परागांगेय खगोलविज्ञान पर भी काम करती हैं, जहाँ वे अन्य आकाशगंगाओं की संरचना और विकास का अध्ययन करती हैं। वे आयुका में सहकारिता कार्यक्रम (एसोसिएटशिप प्रोग्राम) के अंतर्गत शोधकर्ताओं के सहयोग के साथ ब्लाज़ार की परिवर्तनशीलता का अध्ययन, अंतरतारकीय धूल का अध्ययन, अंतरतारकीय धूल के लुप्त होने का अध्ययन और एजीएन एवं एक्स–रे स्रोतों के अध्ययन पर काम कर रही हैं।

यह एक ऐसा कार्यक्रम है जिसमें पूरे देश के शोधकर्ता अपने शोधकार्य को जारी रखने के लिए आयुका में उपलब्ध मूलभूत आवश्यक सुविधाओं का लाभ उठा सकते हैं। इस दौरान वे अपने मूल संस्थान के साथ अपनी संबद्धता को कायम रख पाते हैं। वो सहयोगी जो या तो किसी भारतीय विश्वविद्यालय का संकाय सदस्य है या किसी महाविद्यालय में स्नातकोत्तर विभाग में है, वो निर्धारित की गई छोटी और लंबी अवधि के लिए आयुका को भेंट देने के साथ–साथ अपने संस्थान में शोधकार्य को जारी रखता है और संस्थान के वैज्ञानिकों के साथ सहयोग करता है। यह देश के सुदूर क्षेत्रों के शोधार्थियों को अत्याधुनिक शोध में योगदान करने और इस क्षेत्र में सर्वोत्कृष्टता के साथ काम करने में सहायता करता है।

प्रोफेसर गोगई ने अपने विचार प्रस्तुत करते हुए कहा कि ''वर्तमान कार्य देश के युवा शोधकर्ताओं के लिए प्रेरणादायी है क्योंकि यह भारत के स्वदेशी उपग्रह एस्ट्रोसैट के डेटा का उपयोग करता है। इसके साथ–साथ यह कार्य आयुका और विश्वविद्यालय के यशस्वी सहकार्यता को भी प्रदर्शित करता है, जो निश्चित रूप से भारतीय विश्वविद्यालयों में काम करने वाले शोधकर्ताओं को प्रेरित करेगा। हम आयुका और तेजपुर विश्वविद्यालय के बीच इस प्रकार के सहयोगात्मक प्रयास को बढ़ाने की उम्मीद करते हैं।''

तरूण तारें (यंग स्टार) इन बौनी आकाशगंगाओं की सीमा से परे सितारें निर्माण करने वाले समूहों या गुच्छों के रूप में पाएँ जाते हैं। ये शीत गैस के असामान्य उच्च संघनन को दर्शाते हैं। यह एक रहस्य रहा है कि इनकी तरह छोटी आकाशगंगाओं में इस प्रकार का सितारों का निर्माण सक्रिय रूप में कैसे हो सकता है। इन अवलोकनों से पता चलता है कि दूर बाहरी हिस्सों में गैस बढ़ रही है जिसे विशाल गैस और तारकीय समूहों द्वारा काम में लाए गए आंतरिक टॉर्क के कारण केंद्र की ओर बलपूर्वक बढ़ाया जा सकता है। यह स्थानांतरण आकाशगंगाओं में आजीवन केंद्रीय घनत्व का निर्माण करता है।

एस्ट्रोसैट पर पराबैंगनी (यूवी) इमेजिंग टेलिस्कोप का उपयोग 12 बीसीडी की बाह्य क्षेत्र से विस्तारित यूवी उत्सर्जन का पता लगाने के लिए किया गया था। ये आकाशगंगाएँ 1.5–3.9



बिलियन प्रकाश वर्ष दूर हैं। इस प्रकार के दूर–पराबैंगनी उत्सर्जन उन तरूण तारों को सूचित करता है जो अब इन आकाशगंगाओं की बाहरी सतह पर निर्माण होते हुए दिखाई दे रहे हैं जहाँ पहले 150 मिलियन वर्ष से अधिक पुराने किसी भी तारे को नहीं देखा गया था।

प्रोफेसर कनक साहा ने बताया कि ''यूवीआईटी की विश्लेषण करने की शक्ति और डीप फिल्ड इमेजिंग तकनीक तरूण तारें (यंग स्टार), बड़े सितारों के समूहों को खोजने के लिए अत्यधिक सहायक होती है। ये तरूण तारें, बड़े सितारों के समूह, इन आकाशगंगाओं को विकसित करने के लिए न्यूनतम ब्रह्मांडीय समय के भीतर दृश्य परिसीमा के अंदर चले जाते हैं। हम इन दूरवर्ती बौनी आकाशगंगाओं के प्रत्यक्ष रूप से होने वाले निर्माण के साक्षी हैं! इस कार्य की मुख्य चुनौती मिलियन सौर द्रव्यमान (सोलर मास) के साथ इन मंद (फेंट), अत्यधिक नीले सितारों के समूहों की खोज करना रही है। थोड़ी और दूरी पर यूवीआईटी इन आकाशगंगाओं के बारे में विश्लेषण नहीं करेगा और हमारे पास किसी भी वर्तमान बौनी आकाशगंगाओं के भीतर यूवी में देखी गई विस्तारित डिस्क का उदाहरण नहीं है। इन 12 बौनी आकाशगंगाओं की रेडशिफ्ट उनके बाह्य क्षेत्र में इन नीली, भारी और भद्दी संरचनाओं का अनुसंधान करने के लिए सर्वोत्कृष्ट रही है।''

यह खोज हमें सिखाती है कि अपेक्षाकृत अपरिवर्तित न्यून–धातुता गैस में सितारों का निर्माण किस प्रकार आश्चर्यजनक रूप हो सकता है। भले ही इन बौनी आकाशगंगाओं पर डार्क मैटर का प्रभुत्व होना चाहिए फिर भी ये बाहरी डिस्क विखंडन की दिशा में अस्थिर हैं।

आयुका (IUCAA), पुणे के निदेशक प्रोफेसर सोमक रायचौधुरी बताते हैं कि आयुका में यूजीसी के अभ्यागत सहकारिता (विजिटिंग एसोसिएटशिप) कार्यक्रम के लिए यह और एक बड़ी सफलता की कहानी हैं: वर्तमान में 200 ऐसे सहयोगी हैं जो समय–समय पर अपने छात्रों के साथ आयुका (IUCAA) में आते हैं, अक्सर एक–दूसरे के साथ ऑनलाइन बातचीत करते हैं, इसके साथ–साथ कई राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय परियोजनाओं पर एक साथ कार्य करते हैं, फिर चाहे आयुका के संकाय साथ में हो अथवा न हो। इस प्रकार प्रमुख राष्ट्रीय सुविधाएँ शिक्षकों और छात्रों से जुड़ती है जो भारत में बड़ी संख्या में शोधकर्ताओं का निर्माण करती हैं। आयुका (IUCAA) में हम उनमें से कई लोगों को इसरो के एस्ट्रोसैट जैसी सुविधाओं का उपयोग करने के लिए प्रशिक्षित करते हैं, और विश्व स्तरीय अनुसंधान के लिए आवश्यक संसाधनों तक पहुँचने में सक्षम बनाते हैं।''

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन से प्राप्त हुई इस प्रकार की अत्याधुनिक अवलोकन सुविधा के लिए शोधकर्ता अपने आपको सौभाग्यशाली मानते हैं। इसी सुविधा के कारण यह महत्त्वपूर्ण खोज की जा सकी। इस प्रकार की सुविधाओं का निर्माण करने के लिए भविष्य में किए जाने वाले मौलिक प्रयास महत्वकांक्षी युवाओं के लिए सुनिश्चित रूप से ही वैज्ञानिक उत्कृष्टता एवं अवसर प्रदान करेंगे। जिससे वे अपनी जिज्ञासा विकसित कर सकें और इसके साथ–साथ विज्ञान एवं विकास में अपना महत्त्वपूर्ण योगदान दे सकें। युवा अनुसंधानकर्ताओं के लिए अत्याधुनिक तकनीक उपलब्ध होने के कारण संपूर्ण ब्रह्मांड को अधिक अच्छे तरीके से जानने के लिए विज्ञान के विकास में युवाओं की सहभागिता बढ़ गई है।

यदि मैं अंतरिक्ष यात्री बन जाऊँ तो.....

– सुश्री सुब्रता प्रवीण खोडदे

मेरा एक सपना है कि मुझे अंतरिक्ष यात्री बनना है। मैंने अंतरिक्ष पर बहुत सारी किताबें पढ़ी है। यदि मैं अंतरिक्ष यात्री बन जाऊँ तो मुझे बहुत ख़ुशी होगी। बचपन से ही मुझे चाँद बहुत पसंद है। हर रात मैं उसे देखती रहती हूँ। अंतरिक्ष यात्री बनने के बाद, मैं, सबसे पहले चाँद पर जाऊँगी, बहुत खेलूँगी और मजे भी करूँगी। हो जाए तो अपना घर भी चाँद पर बनाऊँगी। आज के ज़माने में ये संभव है। अगर मैं अंतरिक्ष यात्री बन जाऊँ तो मैं अंतरिक्ष यान में बैठकर पूरे अंतरिक्ष का सफर करूँगी। अनेक ग्रह और तारों की जानकारी प्राप्त करूँगी। मैंने हमारे पृथ्वी के बारे में बहुत पढ़ा है। सुना है कि अंतरिक्ष से वह बहुत सुंदर दिखती है। इसलिए यदि मैं अंतरिक्ष यात्री बन जाऊँ तो, हमारे सुंदर भव्य पृथ्वी को अंतरिक्ष से देखना पसंद करूँगी। मुझे बड़ा होकर अंतरिक्ष यात्री ही बनना है। मैं, मन लगाकर पढ़ूँगी और मेरा यह सपना पूरा करूँगी।

क्वांटम प्रौद्योगिकी

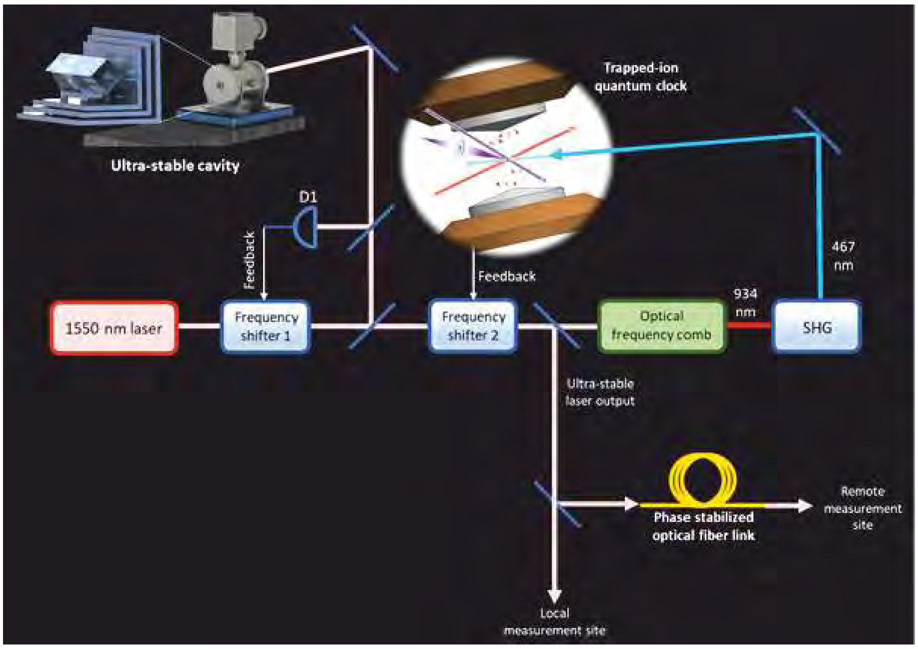
प्रो. शुभदीप डे और श्रीयुत अमन गंगवार

PQM Lab (https://pqmlab.iucaa.in/)

चित्र 1: आयुका (IUCAA) में अक्टूबर 2022 से प्रिसिशन और क्वांटम मापन प्रयोगशाला (पीक्यूएम– प्रयोगशाला)।

प्रिसिशन और क्वांटम मापन प्रयोगशाला की अनुसंधानिक गतिविधियाँ निम्नलिखित बिंदुओं पर केंद्रित हैं (प्रयोगशाला की चित्र 1. में दिखाई गई है): (i) **क्वांटम माप–विद्या**, (ii) **यथार्थ मापन**, और (iii) **क्वांटम भौतिकी पर आधारित** सेंसर/तकनीक विकसित करना। प्रायोगिक सेटअप का केंद्र बिंदू ट्रैप्ड की हुई यटरबियम–आयन–आधारित क्वांटम घडी है। इसके लिए एकल यटरबियम–आयन को स्वदेशी रूप से विकसित सटीक आयन ट्रैप में फसाया (trapped) जाएगा। और आयन को लेजर कूलिंग तकनीक का उपयोग करके मिली केल्विन तापमान तक ठंडा किया जाएगा। इसके बाद लेज़र–कूल्ड और टैप्ड यटरबियम–आयन का उपयोग 642 121 496 772 645.15 Hz पर इसके अत्यधिक वर्जित इलेक्ट्रिक ऑक्टोपोल (E3) क्लॉक ट्रांज़िशन की जाँच के लिए किया जाएगा। इसमें कुछ दसियों मिली हर्ट्ज सटीकता होगी। क्लॉक ट्रांज़िशन को उत्तेजित करने के लिए, 467 नैनो मीटर तरंग दैर्ध्य पर सब–हर्ट्ज लाइनविड्थ वाले अल्ट्रा–स्टेबल लेजर की आवश्यकता होगी। यह व्यावसायिक (commercial) लेजर को स्वदेशी रूप से विकसित किए गए ऑप्टिकल रेज़ोनेटर (फैब्री–पेरोट कैविटी) का संदर्भ लेकर तैयार किया जाएगा। पीक्यूएम–प्रयोगशाला के प्रयोग को उपयोगी बनाने के लिए तथा ऑप्टिकल घड़ियों के नेटवर्क स्थापित करने एवं अंतर–तुलना के लिए अत्यंत स्थिर (ultra-stable) लगभग मोनोक्रोमैटिक फोटोन को देश के भीतर और बाहर भौगोलिक रूप से वितरित स्थानों पर प्रसारित करने की आवश्यकता है। उसके लिए, हम संचार तरंग दैर्ध्य–1550 नैनो मीटर पर लेज़रों का उपयोग करेंगे और ऑप्टिकल फाइबर का उपयोग करके उन्हें संचारित करेंगे। हालाँकि, यह मानक ऑप्टिकल संचार से अलग है क्योंकि फोटॉन की आवृत्ति और फेज को स्वयं विशिष्ट और अल्ट्रा–स्थिर (संकीर्ण रेखा– चौड़ाई के साथ– साथ उनके फेज और आवृत्ति में दीर्घकालिक स्थिरता) होने की आवश्यकता होती है। संचार की उपरोक्त आवश्यकता को पूरा करने के लिए, ऑप्टिकल फाइबर की लंबाई को स्थिर करके सक्रिय फेज नॉइज़ कैन्सेलेशन किया जाएगा। ये पीक्यूएम– प्रयोगशाला में विकास के तहत एक महत्त्वपूर्ण तकनीक है। 1550 नैनो मीटर तरंग दैर्ध्य पर संचार लेजर के पूर्ण संदर्भ के लिए, इसे एक मध्यवर्ती ऑप्टिकल आवृत्ति कंघी (फ्रीक्वेन्सी कोम्ब) के माध्यम से ऑप्टिकल घड़ी के साथ संदर्भित किया जाएगा।

ऑप्टिकल घड़ी, संदर्भित कैविटी (cavity), संचार लेजर, और स्थिर फाइबर लिंक की व्यवस्था को चित्र 2 में योजनाबद्ध रूप से दिखाया गया है, और इन बिल्डिंग ब्लॉक की वर्तमान विकास स्थिति निम्नलिखित अनुभागों में वर्णित है।



चित्र2: योजनाबद्ध प्रयोगात्मक सेटअप जिसमें तीन प्रमुख परिष्कृत प्रौद्योगिकियाँ शामिल हैं: यटरबियम–आयन–आधारित ऑप्टिकल घड़ी, उप–हर्ट्ज लाइनविड्थ और अल्ट्रास्टेबल लेजर का निर्माण और ऑप्टिकल फाइबर का फेज स्टैबिलाइजेशन

जटिल प्रयोग को विकसित करने के लिए मुख्य चुनौती ऑप्टिकल परमाणु घड़ी और उससे जुड़ी प्रौद्योगिकियों को स्वदेशी बनाना है। उसके लिए हमें लेजर और ऑप्टिक्स, इंस्ट्रुमेंटेशन, इलेक्ट्रॉनिक्स और अल्ट्रा–हाई वैक्यूम, मैकेनिकल और सॉफ्टवेयर इंजीनियरों के क्षेत्र से विशेषज्ञों को साथ लाने की ज़रूरत है। विज्ञान के विशिष्ट ध्येय को पूरा करने हेतु प्रयोग को अनुकूलित करने के लिए उन सभी को भौतिकविदों के साथ मिलकर काम करना होगा। पीक्यूएम–प्रयोगशाला की दीर्घकालिक योजना तीन प्रमुख आपस में जुड़े हुए क्षेत्रों पर काम करने की है। ये क्षेत्र निम्नानुसार हैं:

(I) प्रयोगशाला आधारित संदर्भ ऑप्टिकल घड़ी की स्थापना

(ii) दूर स्थित ऑप्टिकल घड़ियों के बीच नेटवर्क के लिए अत्यंत–स्थिर ऑप्टिकल लिंक और

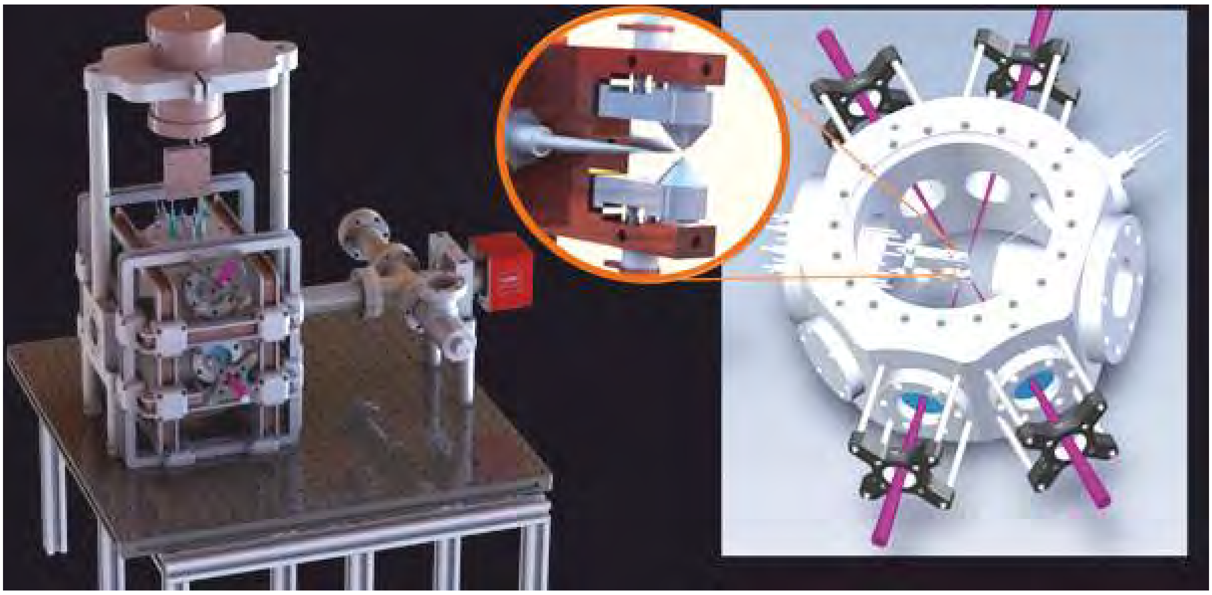
(iii) चिप आयन–ट्रैप विकसित करना।

हमारे पीक्यूएम–प्रयोगशाला के प्रयोग का केंद्र बिंदू ट्रैप्ड आयान ऑप्टिकल परमाणु घड़ी है। भले ही उपकरण को ''घड़ी'' नाम दिया गया हो, लेकिन यह ए3– घड़ी संक्रमण की ''आवृत्ति'' को 642 121 496 772 645.15 हर्ट्ज पर मापती है। यह कार्य वो कुछ दसियों मिलीहर्ट्ज की अभूतपूर्व सटीकता के साथ करती है। आयन अपनी अवशिष्ट गतिज ऊर्जाओं के कारण मुक्त रूप से गतिमान कण हैं, इसलिए एक निश्चित दिशा के साथ यात्रा करने वाले लेजर प्रकाश के साथ अंत:क्रिया करने की उनकी संभावना न्युनतम है। इसलिए, अत्यधिक नियंत्रित वातावरण का निर्माण जिसमें प्रयोग करने वाले आयन (ओं) को सीमित किया जा सकता है और जहाँ अविशिष्ट विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र जैसे अन्य सभी पैरामीटर या तो निरस्त कर दिए गए हैं या सटीक मात्रा में हैं, ऐसे अत्यधिक सटीक मापनों के लिए आवश्यक है। इसे प्राप्त करने के लिए पॉल ट्रैप में दोलन विद्युत क्षेत्रों का उपयोग करके आयनों को सीमित किया जाता है। हालाँकि ट्रैप्ड होने के बावजूद भी आयन अभी भी ऊर्जावान हैं, जो लेजर कूलिंग द्वारा मिलिकेल्विन तापमान तक कम हो जाते हैं। यह कमरे के तापमान से 100000 गुना कम है। अपने संबंधित ट्रैप में आयन को ठंडा करने के उपरांत एक अल्ट्रा–स्थिर और संकीर्ण रेखा–चौड़ाई वाले लेजर से प्रकाश का उपयोग करके घड़ी संक्रमण उत्तेजित होता है। उत्तेजना की घटना इस प्रक्रिया में उत्पादित प्रतिदीप्ति का पता लगाने से सुनिश्चित होती है। उप–हर्ट्ज लाइन–चौड़ाई लेजर का उत्पादन एक अन्य अत्याधुनिक तकनीक है। ये अल्ट्रा–स्थिर निर्देश (संदर्भ) ऑप्टिकल रेज़ोनेटर अर्थात फैब्री–पेरोट (एफपी) कैविटी का उपयोग करता है। वास्तविक रूप से इस बाहरी ऑप्टिकल रेज़ोनेटर यंत्र की स्थिरता लेजर पर अंकित होती है और एफपी– कैविटी के अंदर राउंड–ट्रिप दोलन करते समय केवल निश्चित ऑप्टिकल आवृत्ति बनी रहती है। इस प्रकार यह फेज नॉइज़ में कमी के साथ मिलकर संकीर्ण बैंड–पास ऑप्टिकल फिल्टर के रूप में कार्य करता है। जिसके परिणामस्वरूप लेज़र की लाइन–विड्थ कम हो जाती है। अल्ट्रा–स्थिर ऑप्टिकल रेज़ोनेटर पूर्ण ऑप्टिकल संदर्भ के फ्लाईव्हील ऑसीलेटर के रूप में कार्य करता है जो घड़ी संक्रमण की बहुत सटीक जाँच से आता है। एक अन्य महत्त्वपूर्ण उपकरण–

ऑप्टिकल फ्रीक्वेंसी कोम्ब, का उपयोग ऑप्टिकल क्लॉक ट्रांज़िशन फ्रीक्वेन्सी को गणनीय बनाने के लिए किया जाता है। फ्रीक्वेंसी कोम्ब विस्तृत बैंड पर समान रूप से दूरी वाली अलग–अलग ऑप्टिकल आवृत्तियों की सारणी का आऊटपुट देती है और घड़ी संक्रमण की जाँच करने वाली लेजर की विशेष आवृत्ति कंघी (फ्रीक्वेन्सी कोम्ब) के सभी अलग–अलग आउटपुट आवृत्तियों को लॉक करता है और घड़ी संक्रमण आवृत्ति से दूर ऑप्टिकल आवृत्तियों को घड़ी संक्रमण के साथ फेज में लॉक करता है। यह घड़ी के संक्रमण और फाइबर ऑप्टिक दूरसंचार आवृत्तियों के बीच के अंतर को कम करने के लिए एक उपयोगी उपकरण है। इसका उपयोग इसके स्थिर अलग–अलग ऑप्टिकल आवृत्तियों की परस्पर तुलना करके अल्ट्रास्टेबल माइक्रोवेव उत्पन्न करने के लिए भी किया जाता है। टाइम डोमेन में, ऑप्टिकल क्लॉक ट्रांज़िशन के साथ लॉक की गई फ्रीक्वेन्सी कोम्ब, क्लॉक ट्रांज़िशन की समान अल्ट्रा–लो अनिश्चितता के साथ आवधिक ऑप्टिकल दलों का उत्पादन करती है। ऑप्टिकल परमाणु घड़ी और उससे जुड़ी प्रौद्योगिकियों का उपयोग करके अल्ट्रा–स्थिर निर्देश (संदर्भ) ऑप्टिकल आवृत्ति का उत्पादन करने के बाद, सभी व्यावहारिक उद्देश्यों के लिए इन संदर्भ फोटॉनों को दूर स्थान पर प्रसारित करना आवश्यक है। इन व्यावहारिक उद्देश्यों में मौलिक विज्ञान का अध्ययन करने के लिए विभिन्न ऑप्टिकल परमाणु घड़ियों के बीच दीर्घकालिक आवृत्ति तुलना करना, दूरस्थ स्थान के लिए संदर्भ ऑप्टिकल आवृत्तियों को खोज योग्य बनाना आदि शामिल हैं। सामान्य ऑप्टिकल फाइबर संचार इसके लिए काम नहीं करता क्योंकि इसमें एक लंबे ऑप्टिकल फाइबर की लंबाई को परमाणु लंबाई के पैमाने पर स्थिर करने के लिए जटिल तकनीक शामिल है। इसे ऑप्टिकल फाइबर का फेज स्टेबिलाइजेशन कहा जाता है। इसमें ऑप्टिकल फोटोन्स की केस जानकारी खोए बिना और अतिरिक्त नॉइज़ को इसमें शामिल किए बिना संदर्भ ऑप्टिकल फोटोन्स का प्रसार किया जाता है। पीक्यूएम–प्रयोगशाला, शुरुआत में एक सटीक आयन–ट्रैप, अल्ट्रास्टेबल एफपी– कैविटी, और ऑप्टिकल फाइबर के फेज स्टेबिलाइजेशन को विकसित करने पर केंद्रित है। हम नीचे के अनुभागों में इन पर हुई प्रगति का संक्षेप में वर्णन करेंगे।

(ए) विज्ञान कक्ष:

हमारे प्रयोग में एकल आयन को उसके द्वारा निर्मित क्वाड्रुपल विभव में प्रतिबंधित (फसाने) करने के लिए एंड– कैप ज्यामिति के साथ आयन ट्रैप का इस्तेमाल किया जाएगा। इसके लिए सबसे उपयुक्त ज्यामितीय पैरामीटर को खोजने, मटेरियल के चुनाव और इस तरह स्वयं ट्रैप द्वारा प्रेरित न्यूनतम क्रमबद्ध त्रुटि की पहचान करने के लिए विस्तृत सिमुलेशन का प्रदर्शन किया गया है। जैसा कि चित्र 3 में दिखाया गया है, आयन ट्रैप की सटीक मशीनिंग और इसके अल्ट्र–हाई वैक्यूम (यूएचवी) कंटेनर के कस्टम डिज़ाइन, प्रयोगात्मक आवश्यकता को पूरा करने के लिए आवश्यक हैं। कॉम्पैक्ट विज्ञान कक्ष डिज़ाइन में ट्रैप, यटरबियम एटॉमिक ओवन, हेलिकल रेज़ोनेटर, सिंगल–आयन इमेजिंग सिस्टम और तीनों दिशाओं में चुंबकीय (मैग्नेटिक) कॉइल शामिल हैं। महत्त्वपूर्ण डिज़ाइन मानकों को पूरा करने वाले सटीक आयन ट्रैप का विकास आरआरआई बैंगलोर में सादिक रंगावाला के नेतृत्व में टीम के सहयोग से किया जा रहा है ताकि हमारे शोध समूहों और संभवत: देश में व्यापक समुदाय दोनों की आवश्यकताओं को पूरा किया जा सके।

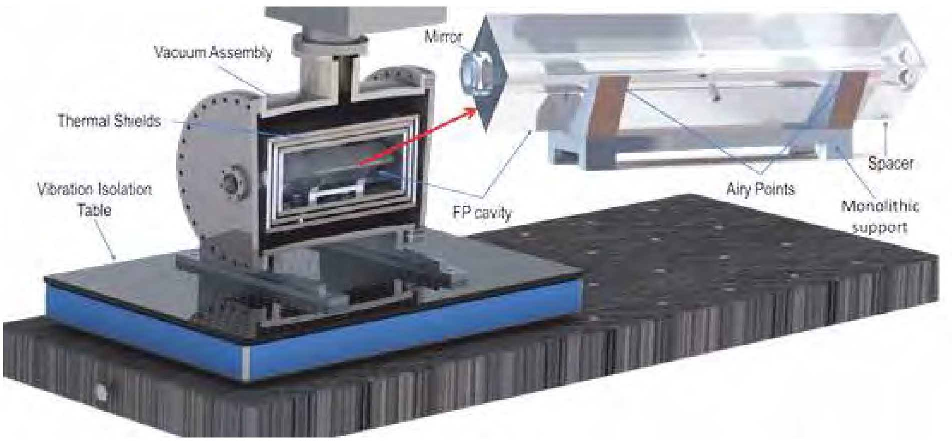


चित्र 3: विज्ञान कक्ष का डिज़ाइन जिसमें अल्ट्रा–हाई वैक्यूम कंटेनर, तीनों दिशाओं के साथ चुंबकीय (मैग्नेटिक) कॉइल, हेलिकल रेज़ोनेटर और उच्च–रिज़ॉल्यूशन इमेजिंग सिस्टम शामिल हैं।

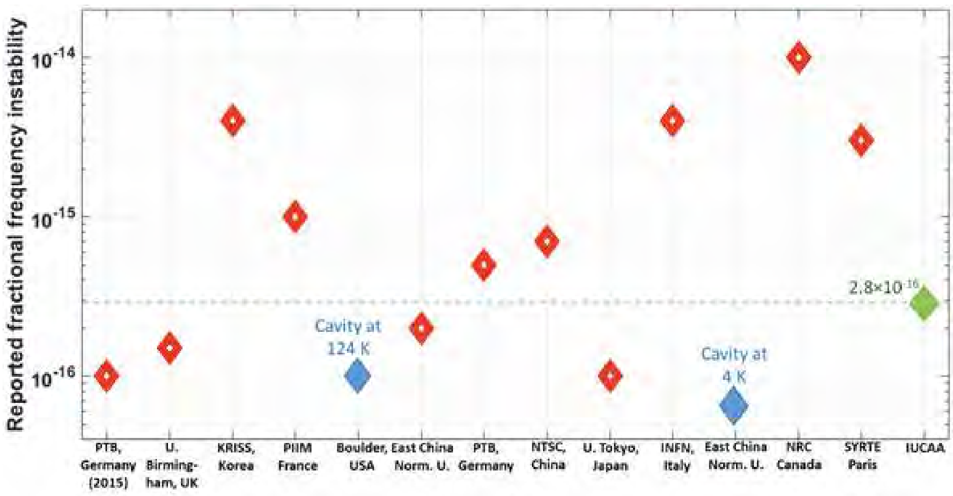
(बी) संदर्भ ऑप्टिकल रेज़ोनेटर:

फैब्री–पेरोट (एफपी) कैविटी में मजबूत स्पेसर द्वारा अलग किए गए दो अत्यधिक परावर्तक दर्पण होते हैं। चूँकि इसके भीतर आदर्श रूप से केवल कुछ समान फोटॉन कई राउंड ट्रिप ($\sim 10^5$) के बाद बने रहते हैं, इसलिए ये ऑप्टिकल रेज़ोनेटर के रूप में कार्य करता है। अल्ट्रा–स्थिर एफपी कैविटी के निर्माण पर, इसकी लंबाई स्थिरता को पाउंड–ड्रेवर–हॉल (पीडीएच) तकनीक का उपयोग करके इसकी आवृत्ति को लॉक करने के लिए दूसरे लेजर में स्थानांतरित किया जा सकता है। हम इसे अत्यंत–संकीर्ण लाइनविड्थ (सब–हर्ट्ज) और अल्ट्रा–स्टेबल ($\sim 10^{-16}$ एक सेकंड में) लेजर का उत्पादन करने के लिए कार्यान्वित कर रहे हैं। इसका उपयोग क्लॉक ट्रांजिशन की जाँच के लिए किया जाएगा।

संदर्भ एफपी– कैविटी एक अत्याधुनिक तकनीक है जिसें हम अपनी प्रयोगशाला में स्वदेशी बना रहे हैं। हमने एफपी कैविटी को प्रभावित करने वाली अस्थिरताओं के हर पहलू का अध्ययन किया है जैसे कि ऑप्टिकल हायर ऑर्डर मोड(एचओएम) का प्रभाव, स्व–वजन के कारण विकृति, तापमान परिवर्तन, भूकंपीय कंपन, थर्मल नॉइज, आदि। विश्लेषण कार्य आईआईटी, गोवा में संदीप हलदर की टीम के सहयोग से किया गया है। विभिन्न भौतिक गुणों का विश्लेषण करने पर हमने स्पेसर के लिए मटेरियल अल्ट्रा–लो एक्सपेंशन (यूएलई) ग्लास और मिरर के लिए फ्यूज्ड सिलिका का उपयोग करने का निर्णय लिया है। संपूर्ण असेंबली यूएचवी के अंदर होगी, जैसा कि चित्र 4 में दिखाया गया है। सिमुलेशन के द्वारा हमारे अनुकूलित एफपी–कैविटी के लिए 1 सेकंड के एकीकरण समय पर 2.8×10^{-16} की आंशिक आवृत्ति अस्थिरता प्राप्त की गई है। इसकी अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर अन्य कैविटियों से तुलना की गई है जिसकी जानकारी चित्र 5 में दी है।



चित्र 4 Fabry-Pérot Cavity को एक अति उच्च निर्वात कक्ष और थर्मल शील्ड की तीन परतों में रखा गया है। संपूर्ण असेंबली को एक सक्रिय कंपन अलगाव तालिका पर रखा गया है।

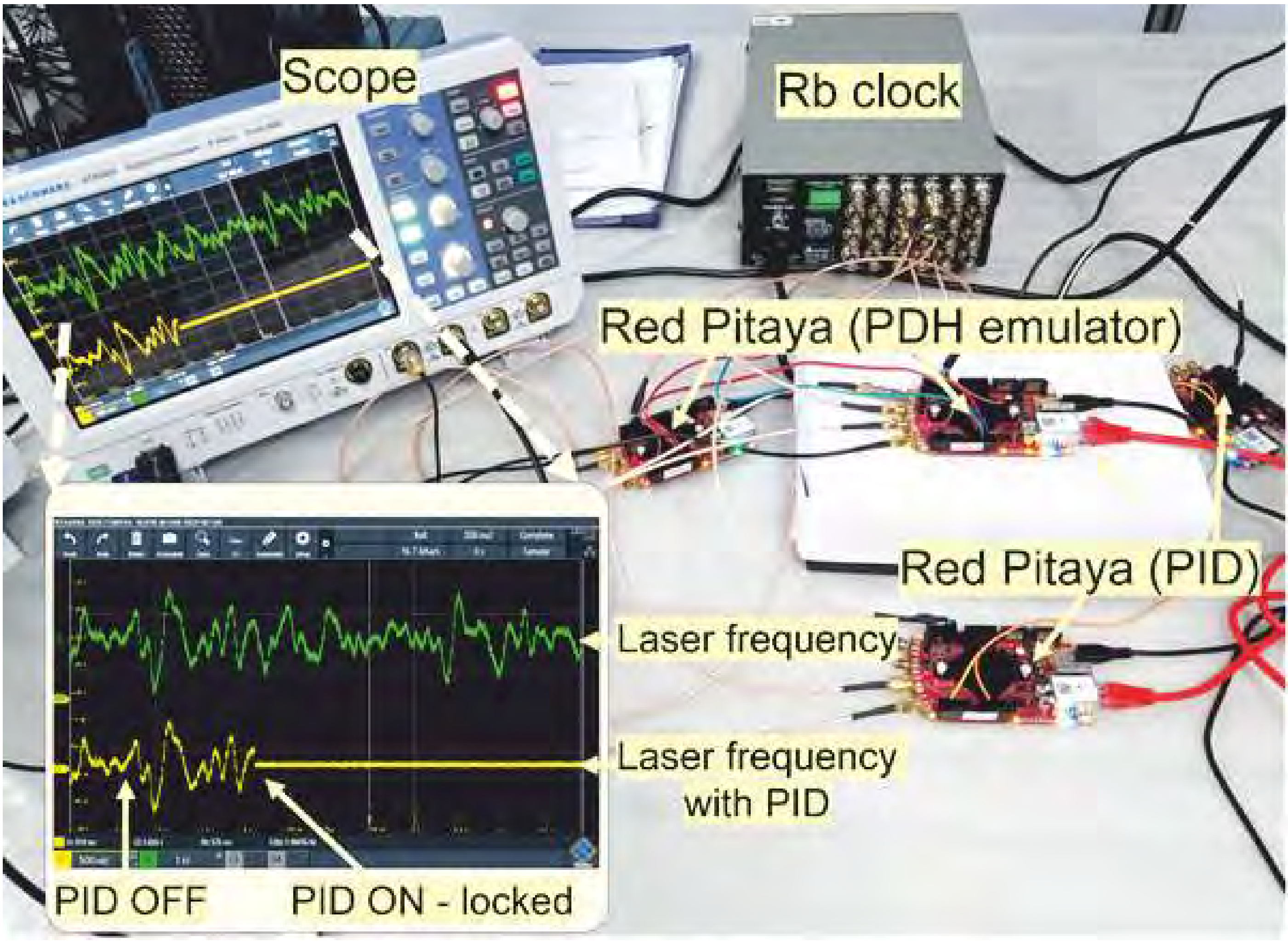


चित्र 5. कमरे के तापमान (लाल), क्रायोजेनिक (नीला) पर दुनिया भर में एफपी कैविटियों की रिपोर्ट की गई स्थिरता और इसकी तुलना हमारे परिणाम (हरा) से की जाती है।

(सी) लो–नॉइज़ वाले लेजर लॉकिंग इलेक्ट्रॉनिक हार्डवेयर का विकास:

हमने बहुत कम नॉइज़ वाला एफपीजीए–आधारित इलेक्ट्रॉनिक हार्डवेयर बनाया है। इसका उपयोग अल्ट्रास्टेबल एफपी– कैविटी के संबंध में लेजर के पीडीएच लॉकिंग के लिए किया जाएगा। विकसित लॉकिंग हार्डवेयर के प्रदर्शन का परीक्षण करने के लिए, हमने एफपीजीए आधारित एमुलेटर विकसित किया। जिसमें लेजर, संदर्भ कैविटी और डिटेक्टर शामिल हैं। इसका उपयोग एफपीजीए–आधारित आनुपातिक–अभिन्न–व्युत्पन्न (पीआईडी) नियंत्रक के लिए एनालॉग सिग्नल उत्पन्न करने के लिए किया तथा इम्युलेटेड रैंडमाइज्ड लेजर फ्रीक्वेन्सी को लॉक करने के लिए एम्युलेटर को इसका आउटपुट फीड किया।

हम लॉकिंग हार्डवेयर के लिए दो एफपीजीए बोर्डों का उपयोग करते हैं। दोनों को एक ही रूबिडियम घड़ी से क्लॉक किया जाता है। ये पीडीएच एमुलेटर से इस तरह से जुड़े हुए हैं, जैसे कि कोई वास्तविक पीडीएच सेटअप से जुड़ा हो, जैसा कि चित्र 6 में दिखाया गया है। इस एमुलेटर का उपयोग करके हमने पीआईडी कंट्रोलर चालू होने पर अर्थात आवृत्ति लॉकिंग सक्रिय होन पर लेजर आवृत्ति नॉइज़ में 200 गुना कमी का प्रदर्शन किया है। हम एफपीजीए डिज़ाइन में त्रुटियों की सावधानीपूर्वक खोज करके, उन्हें हटाकर तथा कम शोर वाली बिजली आपूर्ति का उपयोग करके लॉकिंग शोर को और कम करने के लिए काम कर रहे हैं। आगे के संशोधनों के साथ हम ऑप्टिकल फाइबर से गुज़रने वाले प्रकाश से प्रेरित डॉपलर आवृत्ति बदलाव को रद्द करने के लिए पीआईडी डिज़ाइन का उपयोग करने की योजना बना रहे हैं जिससे लंबी दूरी पर ऑप्टिकल घड़ी संकेतों के प्रसार को सक्षम किया जा सके।



चित्र 6. एक FPGA–आधारित PID नियंत्रक का उपयोग करके एक अल्ट्रा–स्थिर कैविटी में लेज़र के नकली लॉकिंग को प्रदर्शित करने वाला प्रयोग का सेटअप। इनसेट में पीआईडी चालू होने पर स्थिर/लॉक की गई लेजर आवृत्ति पर ध्यान दें।

II. अन्य योगदान

(अ) प्रकाशित शोधपत्र

क) एससीआई जर्नल्स

(1) ''लूप–स्टैबिलाइज्ड इम्प्रुव्ड ट्रान्सफर कैविटी बेस्ड लेसर फ्रीक्वेन्सी स्टैबिलाइजेशन'', ए. रॉय, एल. शर्मा, एस. पंजा, और **एस. डे,** आईईईई जर्नल ऑफ क्वांटम इलेक्ट्रॉनिक्स 58, 6 (2022)

(2) ''ए नोवल टेक्नीक फॉर रिअल–टाइम एस्टिमेशन एंड कम्पेन्सेशन ऑफ फेज–ड्रिफ्ट ऑफ आरएफ सिग्नल्स ट्रान्समिटिंग थ्रु कोऐक्जिअल केबल्स'', एच.के.राठोड, ए.रॉय, नीलम, एस.उतरेजा, लकी शर्मा, **एस.डे,** और एस. पंजा, आईईईई माइक्रोवेव एंड वाइरलेस कॉम्पोनन्ट्स लेट.31, 1319 (2021).

(3) ''प्रिसाइज टाइम सिंक्रोनाइजेशन एंड क्लॉक कम्पॅरिजन थ्रु ए वाइट रॅबिट नेटवर्क–बेस्ड ऑप्टिकल फाइबर लिंक'', नीलम, एम.पी. ओलानिया, एच.राठोड, एल.शर्मा, ए.रॉय, **एस.डे,** और एस. पंजा, रेडियो साइंस 56, e2020RS007232 (2021).

(4) ''ए कॉम्पैक्ट डिवाइस फॉर प्रिसाइज डिस्ट्रीब्युशन ऑफ टाइम एंड फ्रीक्वेन्सी सिग्नल'', हरिश राठोड, नीलम, लकी शर्मा, अतिश रॉय, शुभम उतरेजा, **एस.डे,** एस. पंजा, MAPAN-J. Metrol. Soc. India, DOI: 10.1007/s12647-021-00460-2 (2021).

(5) ''स्टडी ऑन टेम्प्रेचर सेन्सिटिवीटी ऑफ ए वाइट रॅबिट नेटवर्क बेस्ड टाइम ट्रान्सफर लिंक'', नीलम, एच. राठोड, एल. शर्मा, ए. रॉय, एम.पी. ओलानिया, **एस.डे,** एस. पंजा, MAPAN-J. Metrol. Soc. India, DOI: 10.1007/s12647-021-00461-1 (2021).

ख) कार्यवाही

(1) ''ओवरव्यू ऑफ द यटरबियम–आयन ऑप्टिकल क्लॉक डिवलेपमेन्ट ऍट आयुका, इंडिया'', स्टेन्ली जॉन्सन, संकल्पा बनर्जी, इशिता चटर्जी, प्रभात मन्ना, सुजया दास गुप्ता, शुभदीप डे, द स्कूल ऑन फ्रॉम बेसिक्स टू एप्लिकेशन ऑफ फाइबर लिंक्स एंड फ्रिक्वेन्सी कॉम्ब्ज, लेस हौचस , फ्रान्स, 18–22 अप्रैल 2022.

(2) ''ऐनालिसिस ऑफ आयन–ट्रैप्स rf–हिटिंग: ए रिक्विसाइट फॉर प्रिसिशन मेज़रमन्ट्स'', इशिता चटर्जी, संकल्पा बनर्जी, स्टेन्ली जॉन्सन, प्रभात मन्ना, आनंद प्रकाश, अखिल अय्यदेवरा, एस.ए.रंग्वाला और शुभदीप डे, QuEST राष्ट्रीय संगोष्ठी, आईआईटी हैद्राबाद, हैद्राबाद, 11–13 अप्रैल 2022.

(3) ''डिजाइनिंग ऑफ एन अल्ट्रा–स्टेबल फैब्री–पेरोट कैविटी मिनिमली कपल्ड टू द अकूस्टिक वाइब्रेशन'', संकल्पा बनर्जी, स्टेन्ली जॉन्सन, यूतिबेन वाघसिया, दर्श नाईक, इशिता चटर्जी, प्रभात मन्ना, संदिप हालदार और शुभदीप डे, QuEST राष्ट्रीय संगोष्ठी, आईआईटी हैद्राबाद, हैद्राबाद, 11–13 अप्रैल 2022.

(4) ''प्रिसिशन आयन ट्रैप फॉर क्वांटम इंटरैक्शन एंड ऑप्टिकल क्लॉक एक्सपेरिमेन्टस'', आनंद प्रकाश, अखिल अय्यादेवरा, इशिता चटर्जी, ई.कृष्णकुमार, एम. इब्राहिम, सायन पात्रा, शुभदीप डे, एस.ए. रंग्वाला, QuEST राष्ट्रीय संगोष्ठी, आईआईटी हैद्राबाद, हैद्राबाद, 11–13 अप्रैल 2022.

(5) ''प्रोग्रेस ऑन आयुका ऑप्टिकल एटोमिक क्लॉक'',शुभदीप डे, स्टेन्ली जॉन्सन, संकल्पा बनर्जी, इशिता चटर्जी, और प्रभात मन्ना, QuEST राष्ट्रीय संगोष्ठी, आईआईटी हैद्राबाद, हैद्राबाद, 11–13 अप्रैल 2022.

(6) ए न्युमेरिकल स्टडी ऑफ स्टैबिलिटी ऑफ ऑप्टिकल कैविटी अंडर थर्मोमैकेनिकल लोड्स, दर्श नाईक, यूतिबेन वाघसिया, कनक राजू पांदिरी, शुभदीप डे, और संदीप हालदार, कंप्यूटेशनल मैकेनिक्स और सिमुलेशन पर 8वीं अंतर्राष्ट्रीय कांग्रेस (आईसीसीएमएस 2021), आईआईटी इंदौर.

(7) ''फिनाइट एलिमेन्ट एनेलिसिस टू डिजाइन एन अल्ट्रा–स्टेबल फैब्री–पेरोट कैविटी'', संकल्पा बनर्जी, यूतिबेन वाघसिया, दर्श नाईक, स्टेन्ली जॉन्सन, संदिप हालदार और शुभदीप डे,

फ्रंटियर्स इन ऑप्टिक्स+ लेजर साइंस 2021 टेक्नीकल डाइजेस्ट सिरीज, वाशिंग्टन, डीसी यूनाइटेड स्टेट्स, 1–4 नवंबर 2021.

(आ) शैक्षणिक गतिविधियाँ

ग) निम्नलिखित पी.एच.डी छात्रों के पर्यवेक्षक

1. लकी शर्मा– ''डिवलपमेन्ट ऑफ द ऑप्टिकल सेट–अप फॉर यटरबियम आयन ऑप्टिकल फ्रीक्वेन्सी स्टैन्डर्ड'' पीएचडी पूर्ण (2021)

(इ) कार्यशालाओं या अन्य संस्थानों में व्याख्यान

क) आमंत्रित सेमिनार

1. ''एप्लिकेशन्स ऑफ द ऑप्टिकल एटोमिक क्लॉक एज ए क्वांटम सेन्सर'', एसवीएनआईटी, सूरत, 14 मार्च 2022.
2. ''ऑप्टिकल एटोमिक क्लॉक: ए क्वांटम सेन्सर टू इन्वेस्टिगेट फंडामेन्टल साइंस'', सीएसआईआर–एनपीएल, नई दिल्ली, 04 मार्च 2022.
3. ''आयुकाज ऑप्टिकल एटोमिक क्लॉक एमिंग फॉर क्वांटम मेट्रोलॉजी'', आईआईटी दिल्ली, दिल्ली, 03 मार्च 2022 /
4. ''क्वांटम सेन्सिंग यूजिंग एटोमिक क्लॉक्स'', आयुका राष्ट्रीय विज्ञान दिवस 27 फरवरी 2022. /

ख) लेक्चर कोर्स

1. ''एटोमिक क्लॉक्स'', द इंट्रोडक्टरी समर स्कूल इन एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स (आईएसएसएए) एंड रिफ्रेशर कोर्स इन एस्ट्रोनॉमी एंड एस्ट्रोफिजिक्स (आरसीएए), 2021

(ई) बाहरी रूप से वित्तपोषित परियोजना

1. ''सिंक्रोनाइजेशन ऑफ द ऑप्टिकल एटोमिक क्लॉक लोकेटेड एट आयुका एंड आईआईएसईआर पुणे बाय अल्ट्रा–स्टेबल फाइबर ऑप्टिक चैनल, इस परियोजना के अंतर्गत चाणक्य डॉक्टरल फलोशिप (2022–27)
2. ''सब–माइक्रोन रिजोल्यूशन इमेजिंग सिस्टम टू डिक्टेड इंडिविज्यूअल आयन्स/एटोम्स'' डीएई–बीआरएनएस, भारत द्वारा वित्तपोषित (2021–24
3. डीएसटी के ''क्वांटम एनेबल्ड साइंस एंड टेक्नोलॉजी (QuEST)'' मिशन मोड परियोजना के अंतर्गत ''ऑप्टिकल क्लॉक बेस्ड एक्युरेट टाइम स्टैम्पिंग इन क्वांटम कम्युनिकेशन'' (2020–23) अवधि के लिए 970 लाख अनुमोदित निधि.

सक्रिय दीर्घिका नाभिक का बहु तरंगदैर्ध्य अध्ययन

– श्रीयुत प्रकाश त्रिपाठी

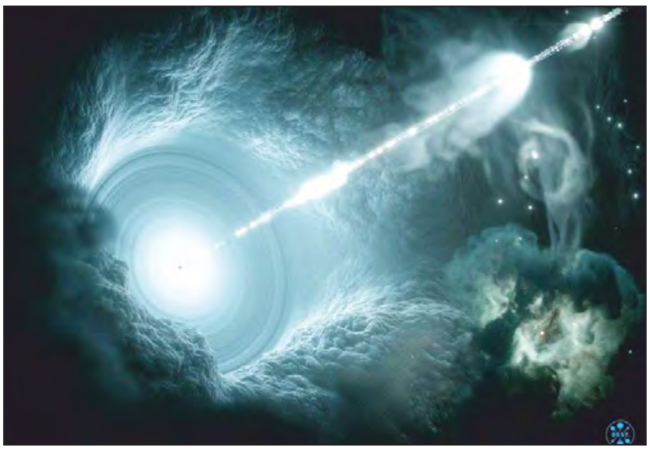
सक्रिय दीर्घिका नाभिक ब्रह्मांड में सबसे ऊर्जावान स्रोतों में से हैं, जिनकी बोलोमेट्रिक चमक ~10^41 से ~10^47 एर्ग प्रति सेकंड तक होती है। इस चमक का एक बड़ा हिस्सा दृश्य/पराबैंगनी क्षेत्र में अभिवृद्धि डिस्क से तथा एक्स–रे के रूप में गर्म कोरोना से उत्पन्न हो सकता है। अभिवृद्धि डिस्क और कोरोना के बीच परस्पर क्रिया के परिणाम स्वरूप जटिल वर्णक्रमीय आकृति और परिवर्तनशीलता हो सकती है। सक्रिय दीर्घिका नाभिक को पूर्णतया समझने के लिए इसका बहु–तरंगदैर्ध्य अध्ययन आवश्यक है। मैं इस व्याख्यान में सक्रिय दीर्घिका नाभिक के एक बहु – तरंगदैर्घ्यिक परिदृश्य पर प्रकाश डालूँगा तथा अंतरिक्ष उपग्रहों द्वारा लिए गए प्रेक्षणों के आधार पर सक्रिय दीर्घिका नाभिकों आईसी 4329 ए व एनजीसी 1566 के दृश्य, पराबैंगनी व एक्स–रे ऊर्जाओं में वर्णक्रमीय परिवर्तनशीलता पर चर्चा करूँगा।

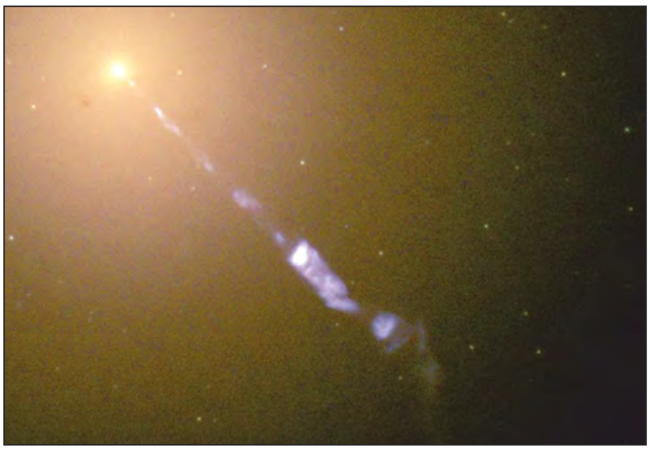
ब्रह्मांड की सबसे शक्तिशाली आकाशगंगाएँ

– प्रो. वैदेही पालिया

ब्रह्मांड एक शहर की तरह है। एक शहर में कई घर होते हैं। इसी तरह, ब्रह्मांड आकाशगंगाओं से भरा है। एक शहर में, कुछ घर बड़े होते हैं, कुछ छोटे होते हैं, और अलग–अलग आकार के होते हैं। उसी तरह ब्रह्मांड में कुछ आकाशगंगाएँ सर्पिल हैं, कुछ अण्डकार हैं, और कुछ बौने हैं जिनका कोई नियमित आकार नहीं है। अब यह माना जाता है कि हमारी आकाशगंगा सहित हर बड़ी आकाशगंगा अपने केंद्र में एक विशाल ब्लैक होल की मेजबानी करती है। ब्लैक होल अत्यंत सघन वस्तु है। उदाहरण के लिए, सूर्य (त्रिज्या ~ 100,000 किमी) को एक ब्लैक होल बनाने के लिए, हमें इसे केवल 3 किमी के दाये की एक गेंद तक संपीड़ित करना होगा। आकाशगंगाओं के केंद्र में रहने वाले ब्लैक होल का द्रव्यमान सूर्य के द्रव्यमान से एक अरब गुना अधिक हो सकता है। ये ब्लैक होल ऐसी 90% से अधिक आकाशगंगाओं में निष्क्रिय हैं, यानी, वे बस चुपचाप बैठते हैं और कुछ भी नहीं करते हैं क्योंकि उनके पास निगलने के लिए पर्याप्त पदार्थ नहीं हैं। हालाँकि, लगभग 10% आकाशगंगाओं में सक्रिय ब्लैक होल होते हैं जहाँ आसपास के क्षेत्र में उन्हें खिलाने के लिए पर्याप्त पदार्थ होते हैं। गिरने वाले पदार्थ एक डिस्क के आकार की संरचना बनाता है (जैसे हम रसोई के सिंक में पानी फेंकते समय देखते हैं।) गिरने वाले पदार्थ के उच्च वेग और विभिन्न परतों के बीच घर्षण के कारण डिस्क का तापमान लगभग दस लाख डिग्री केल्विन तक पहुँच जाता है। इतने उच्च तापमान पर, डिस्क बहुत चमकीली हो जाती है और बहुत अधिक विकिरण उत्सर्जित करती है। वे आकाशगंगाएँ जहाँ यह प्रक्रिया होती है, सक्रिय आकाशगंगाएँ कहलाती हैं। सक्रिय आकाशगंगाओं के मध्य क्षेत्रों को सक्रिय गांगेय नाभिक कहा जाता है।

प्रौद्योगिकी के आगमन के साथ, यह पहली बार रेडियो तरंग दैर्ध्य में पाया गया है कि इनमें से कुछ सक्रिय गांगेय नाभिक प्लाज्मा के जेट फेंकते हैं। एक जेट पानी के फव्वारे की तरह है जिसे हम पार्कों में देखते हैं। वैज्ञानिकों का मानना है कि जेट की उत्पत्ति किसी तरह ब्लैक होल और गिरने वाले पदार्थ से जुड़ी हुई है। दूसरे शब्दों में, ब्लैक होल एक यंत्र की तरह कार्य करता है। जेट के प्लाज्मा में अत्यधिक ऊर्जावान कण होते हैं, जैसे, इलेक्ट्रॉन और प्रोटॉन, जो लगभग प्रकाश की गति से चलते हैं। एक मजबूत चुंबकीय क्षेत्र की उपस्थिति में, ये आवेशित कण विद्युत चुंबकीय वर्णक्रम में बहुत अधिक विकिरण उत्सर्जित करते हैं, अर्थात बहुत कम ऊर्जा वाली रेडियो तरंगों से लेकर बहुत अधिक ऊर्जा वाली गामा किरणों तक। एक आकाशगंगा केंद्र से बाहर आने वाले जेट की एक छायाचित्र (बाएं) और जो हबल अंतरिक्ष दूरबीन से ली गई (दाएं) नीचे दिखाई गई है।





चित्र: डेसी संचार लैब NASA, ESA और हबल हेरिटेज टीम

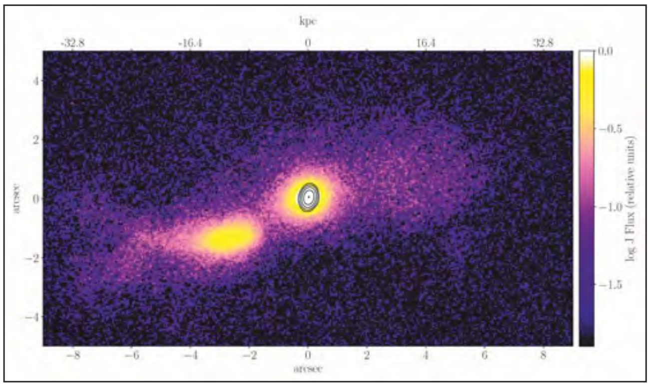
कुछ आकाशगंगाओं में ये जेट सीधे पृथ्वी की ओर लक्षित होते हैं। ऐसी आकाशगंगाओं को ब्लेज़र्स कहा जाता है। प्लाज़्मा के अत्यधिक उच्च वेग के साथ जेट का विशेष कोण जेट को किसी अन्य दिशा में इंगित करने की तुलना में बहुत अधिक चमकीला बनाता है। अंतरिक्ष–आधारित गामा–रे दूरबीन, जैसे फर्मी गामा–रे अंतरिक्ष दूरबीन से अवलोकन करके, वैज्ञानिकों ने खुलासा किया है कि ब्लेज़र गामा–रे विकिरण उत्सर्जित करते हैं, जो ऊर्जा का उच्चतम रूप है। ब्लेज़र ब्रह्मांड में विकिरण के कुछ सबसे शक्तिशाली स्रोतों में से एक हैं। एक उदाहरण देने के लिए, सूर्य द्वारा लगभग 10 अरब वर्षों के लिए अपने पूर जीवन में विकिरण की गई ऊर्जा एक शक्तिशाली ब्लेज़र जेट से हर सेकंड निकलने वाली ऊर्जा की तुलना में कम है। यही कारण है कि ब्लेज़र को ब्रह्मांड का दैत्य भी कहा जा सकता है। वे ब्रह्मांड में सबसे शक्तिशाली आकाशगंगा हैं।

हालाँकि, सबसे पेचीदा सवाल यह है कि इन ब्रह्मांडीय राक्षसों का जन्म कैसा हुआ। इस गतिविधि के लिए पदार्थ सबसे पहले आकाशगंगा के केंद्र में कैसे पहुँचता है? एक सिद्धांत यह है कि ऐसी गतिविधियाँ आकाशगंगाओं के हिंसक टकराव से प्रेरित होती हैं (हाँ, आकाशगंगाएँ टकराती हैं!) इस परिदृश्य में, जब दो आकाशगंगाएँ विलीन हो जाती हैं, तो टकराव आकाशगंओं के नाभिक में पदार्थ भरता है, जिससे आकाशगंगा केंद्र जगमगाते हैं और ऊर्जावान जेट लॉन्च करते हैं। आकाशगंगा की टक्कर के उदाहरण को दर्शाने वाला चित्र नीचे दिखाया गया है।

चित्र: NASA, ESA और हबल हेरिटेज टीम

हम इस सिद्धांत का परीक्षण कैसे कर सकते हैं? आकाशगंगा टकरावों को पूरा होने में अरबों साल लगते हैं, इसलिए किसी एक को वास्तविक समय में देखना कोई विकल्प नहीं है क्योंकि औसत मानव जीवन एक सौ वर्ष भी नहीं है। लेकिन अगर हम आकाशगंगाओं को देखते हैं जो अभी टकरा रही हैं और उनके पास एक नवजात जेट है, तो यह इस बात का पुख्ता सबूत देगा कि जेट का जन्म आकाशगंगा के टकराव से संबंधित है।

वैज्ञानिकों ने हाल ही में एक ऐसी आकाशगंगा टक्कर का पता लगाया है, जिसका नाम TXS 2116–077 है। यह ब्लेजर एक युवा गामा–किरण उत्सर्जक जेट की मेजबानी करता है जिसकी आयु 15,000 वर्ष से कम है। हवाई द्वीप में सुबारु दूरबीन से ली गई एक उच्च गुणवत्ता वाली तस्वीर में यह आकाशगंगा निकट की एक अन्य आकाशगंगा से टकराती हुई दिखाई दे रही है। आकाशगंगा का चित्र नीचे दिखाया गया है।



बाद के दूरबीन अवलोकनों ने आगे खुलासा किया कि आकाशगंगा विलय की प्रक्रिया पिछले एक अरब वर्षों से चल रही है और अब अपने चरमोत्कर्ष पर पहुँच रही है। विलय के अंतिम चरण में एक नवजात जेट की उपस्थिति यह भी इंगित करती है कि जेट आकाशगंगा विलय के अंतिम चरण के दौरान उत्पन्न होते हैं।

सारांश: ब्रह्मांड रहस्यों से भरा है और ब्लेज़र उनमें से एक है। वैज्ञानिक यह समझने के लिए ब्लेज़र का उपयोग कर रहे हैं कि आकाशगंगाएँ अपना जीवन कैसे जीती हैं और कैसे विकसित होती हैं और जेट आकाशगंगाओं को कैसे प्रभावित करती हैं। प्रौद्योगिकी में प्रगति वैज्ञानिकों को अगली पीढ़ी की महान वेधशालाएँ बनाने में सक्षम बना रही है, जैसे, 30–मीटर दूरबीन और हाल ही में लॉन्च किया गया जेम्स वेब बंतरिक्ष दूरबीन। ये अवलोकन सुविधाएँ ब्रह्मांड की हमारी वर्तमान समझ में क्रांतिकारी बदलाव लाएगी। वे खगोलविदों को ब्लेज़र, ब्लैक होल और अंतत: ब्रह्मांड की उत्पत्ति के बारे में निश्चित उत्तरों की खोज करने में सक्षम बनाएँगे।

एस्ट्रोसैट साइन्स सपोर्ट सेल

– श्रीयुत आकाश गर्ग

एस्ट्रोसैट भारत की पहली समर्पित बहु–तरंग दैर्ध्य अंतरिक्ष वेधशाला है। इसे भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) द्वारा 28 सितंबर 2015 को प्रक्षेपित किया गया। वेधशाला के प्रक्षेपण के बाद इसरो और अंतर–विश्वविद्यालय केंद्र : खगोलविज्ञान और खगोलभौतिकी (आयुका) ने संयुक्त रूप से एस्ट्रोसैट साइन्स सपोर्ट सेल (एएसएससी) नामक उपक्रम की स्थापना की। इसका मुख्य उद्देश्य एस्ट्रोसैट के अभिलेखीय डेटा का उपयोग एवं डेटा के लिए अवलोकनात्मक प्रस्ताव की प्रक्रिया को अधिक सुविधाजनक बनाना था। इन गतिविधियों में उपयोगकर्ताओं को प्रशिक्षित करने के लिए एएसएससी बैठकों का, कार्यशालाओं का एवं वेबिनार्स का आयोजन करता है, उपयोगकर्ताओं के प्रश्नों को हल करने के लिए हेल्प डेस्क चलाता है, उन्हें उपयोगिता उपकरण प्रदान करता है और समेकित वेब पोर्टल के माध्यम से विश्लेषण सॉफ्टवेयर को प्रसारित करता है। यह आईएसएसडीसी में व्यवस्थापित एस्ट्रोसैट प्रपोजल प्रोसेसिंग सिस्टम (एपीपीएस)का भी रखरखाव करता है। एस्ट्रोसैट संचालन के कार्यप्रवाह के प्रबंधन के लिए एपीपीएस एक सॉफ्टवेयर प्लैटफॉर्म है।

एएसएससी वेब एस्ट्रोसैट प्रपोजलर और डेटा उपयोग से संबंधित समस्त सॉफ्टवेयर, नवीनतम जानकारी, प्रस्ताव आवेदन का पुन: प्रसारण , प्रकाशित आलेख और विभिन्न वेब पेजों की लिंक के संग्राहक के रूप में कार्य करता है। एएसएससी का एक केंद्रीकृत वेब पोर्टल है जो एस्ट्रोसैट के उपयोगकर्ताओं को इसरो, पेलोड ऑपरेशन सेंटर्स (पीओसी) द्वारा विकसित उपकरणों के लिंक प्रदान करता है। साथ–साथ वैज्ञानिक विश्लेषण के लिए उपयोगी दस्तावेज़/उपकरण को भी पोर्टल पर पाया जा सकता है। वेब पेज के प्रस्तावक पृष्ठ पर दस्तावेज़ अनुभाग उपयोगकर्ता को प्रस्तावक मार्गदर्शिका का उपयोग करने की अनुमति देता है। इस मार्गदर्शिका में एस्ट्रोसैट के प्रस्ताव की तैयारी और एपीपीएस सॉफ्टवेयर का उपयोग करके प्रस्ताव जमा करने की प्रक्रिया का विवरण दिया गया है। यह मार्गदर्शिका एपीपीएस सॉफ्टवेयर के नियम–पुस्तिका के रूप में भी कार्य करती है। दस्तावेज़ अनुभाग में 'रेड बुक' पुस्तक उपलब्ध है। यह पुस्तक सभी स्वीकृत एओ (अनाउंसमेंट ऑफ ऑपुर्टनिटी) और जीटी प्रस्तावों और उनके सार का विवरण प्रदान करती है।

वेब पोर्टल का होम पेज ''एस्ट्रोसैट समय–सारणी व्यूअर लिंक'' प्रदान करता है। जिससे प्रस्तावित किए गए अवलोकनों की स्थिति या फिर योजनाबद्ध अवलोकनों की स्थिति की जाँच की जा सके।

उपयोगकर्ताओं की सहायता के लिए, एएसएससी वेब पोर्टल एस्ट्रोसैट अवलोकनों के प्रस्ताव से संबंधित अद्यतन जानकारी और ऑनलाइन उपकरणों का रखरखाव करता है।

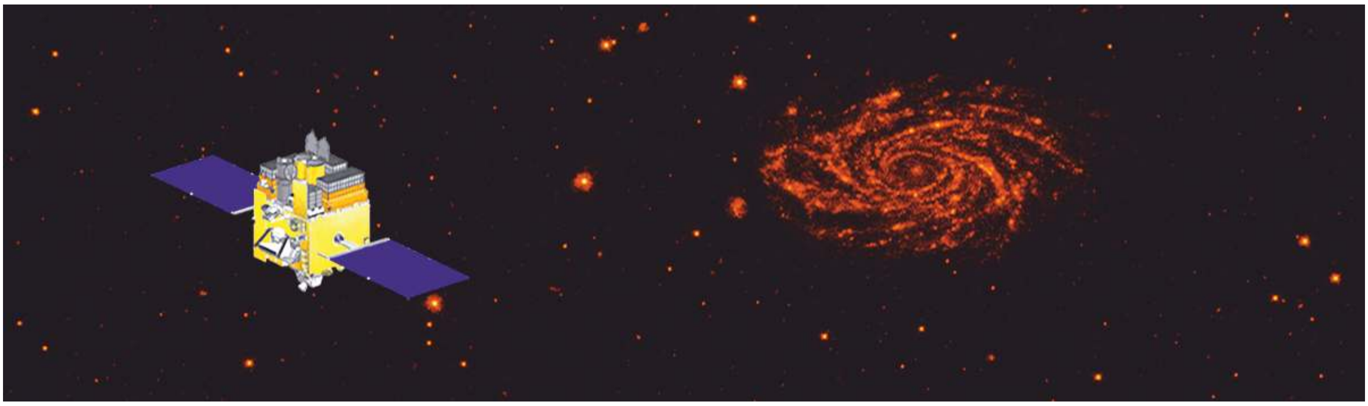
एएसएससी ने उन्नत वैज्ञानिक उपकरण भी विकसित किए हैं जैसे कि एलएएक्सपीसी डेटा से बारंबारता और ऊर्जा–निर्भर समय अंतराल की गणना करना। वेब पेज के दाएँ भाग में स्थित ''रिसेंट अपडेट्स'' नामक पॅनल सभी उपयोगकर्ताओं को एस्ट्रोसैट से संबंधित अद्यतन जानकरी और निवेदन प्रदान करता है। जैसे कि सॉफ्टवेयर के अद्यतनीकरण, प्रस्ताव पुन: प्रसारण की समय सीमा, उपकरण की उपयुक्तता आदि। वेब पेज का होम पेज सभी उपकरणों से प्राप्त एस्ट्रोसैट डेटा पर आधारित सभी प्रकाशित आलेखों को प्रदर्शित करता है। होम पेज समय–समय पर इसरो द्वारा विज्ञापित एओ (अनाउंसमेंट ऑफ ऑपुर्टनिटी) से संबंधित निवेदनों को प्रदर्शित करता है। एएसएससी वेब पेज एस्ट्रोसैट परिणामों के आधार पर महीने की छायाचित्र भी प्रदर्शित करता है, जिसे नियमित रूप से अद्यतन किया जाता है।

आयुका में एएसएससी टीम एस्ट्रोसैट हेल्प–डेस्क का प्रबंधन करती है। ताकि वो एस्ट्रोसैट उपयोगकर्ताओं के प्रस्ताव(प्रपोजल) तैयार करने, सॉफ्टवेयर अधिष्ठापन और उपयोग एवं डेटा विश्लेषण से संबंधित बड़ी संख्या में आने वाले प्रश्नों को हल कर सके।

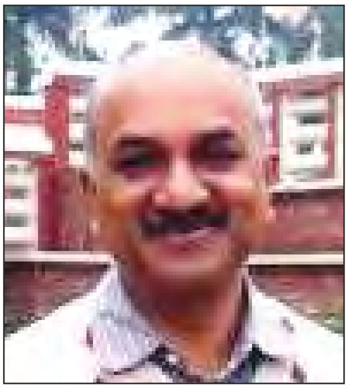
एएसएसी जुलाई 2016 से संपूर्ण भारत के विभिन्न स्थानों पर राष्ट्रीय कार्यशालाओं और बैठकों का आयोजन करता आया है।

इन कार्यशालाओं में व्यापक तौर पर प्रदर्शन सत्रों की शृंखला का आयोजन किया जाता है। इन सत्रों में प्रतिभागियों को वैज्ञानिक शोध के परिणामों को उपयुक्त बनाने के संदर्भ में एस्ट्रोसैट के अवलोकनों के लिए किस प्रकार से योजना प्रस्तुत की जाए, प्रत्येक उपकरण को कार्यानुरुप (कन्फिगर) करने के लिए विशेष रूप से कैसे चुना जाए, उद्भासन काल, फिल्टर्स आदि के संदर्भ में शिक्षित किया जाता है।

एस्ट्रोसैट का बहुत सारा डेटा सार्वजनिक कर दिया गया है। उम्मीद है कि भविष्य में इस प्रकार का और भी डेटा आता रहेगा। जिसके कारण एएसएससी वैज्ञानिक समुदाय को एस्ट्रोसैट डेटा के विशिष्ट उपयोग में भाग लेने का अवसर और उसके लिए साधन प्रदान करने में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाएगा।



श्रेय– एएसएससी वेब पेज



अंतरतारिय माध्यम एवं खगोलरसायन

– प्रो. शांतनु रस्तोगी

आकाशगंगा में तारों के मध्य पूर्ण निर्वात नहीं है, अपितु विरल माध्यम है। कई खगोलीय प्रेक्षणों से इस माध्यम के संबंध में वैज्ञानिक जानकारियाँ प्राप्त हो रही हैं। विभिन्न विद्युत–चुंबकीय तरंगों के प्रेक्षण से इस अंतरतारिय माध्यम के संबंध में विस्तृत ज्ञान प्राप्त हैं। स्पेक्ट्रोस्कोपीय अध्ययनों से अंतरतारिय माध्यम में अणुओं की उपस्थिति का भी ज्ञान होता है। यह अणु सितारों और आकाशगंगाओं के निर्माण और विकास में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। ये अणु विभिन्न खगोलीय वातावरणों के भौतिक और रासायनिक गुणों के अध्ययन एवं जाँच में भी उपयोगी हैं। अंतरतारिय माध्यम का पता लगाने और उसमें पाए गए प्रथम अणुओं का एक संक्षिप्त ऐतिहासिक पूर्वावलोकन इस वक्तव्य में प्रदान किया जाएगा। खगोल रसायन के कुछ पहलूओं पर चर्चा की जाएगी जो हमें विभिन्न परिवेशों में अणुओं के निर्माण और विकास को समझने में सक्षम बनाते हैं। बड़े अणुओं, जैसे पालीसाइक्लिक अरोमैटिक हाइड्रोकार्बन अणु का पता लगाना और अंतरतारिय अणुओं के अध्ययन द्वारा लंबे समय से चली आ रही खगोलीय समस्याओं के समाधान की दिशा में संकेत भी प्रस्तुत किए जाएंगे।

विशाल सौर चुंबकीय घटनाएँ और परिणामी अंतरिक्ष मौसम

– डॉ. वागीश मिश्रा

सूर्य से विशाल चुंबकीय प्लाज्मा के निष्कासन को कोरोनल द्रव्यमान उत्सर्जन कहते हैं। कोरोनल द्रव्यमान उत्सर्जन (सीएमई) पृथ्वी के निकट अंतरिक्ष वातावरण में परिवर्तनशीलता, जिसे अंतरिक्ष मौसम कहा जाता है, के लिए उत्तरदायी हो सकते हैं। सीएमई के हेलिओस्फेरिक विकास और परिणामी अंतरिक्ष मौसम को समझने का प्रयास पिछले पाँच दशकों से हो रहा है। हालाँकि, आज भी सौर–स्थलीय वैज्ञानिकों को सीएमई के गति और उसके तापगतिकी के बारे में समुचित जानकारी प्राप्त करना काफी चुनौतिपूर्ण है। इसी कारण आज भी सीएमई के क्रमिक विकास और उसके पृथ्वी पर आगमन के समय का सटीक आकलन करना संभव नहीं हो पाया है। व्याख्यान की शुरुआत में, मैंने इस शोध क्षेत्र के वर्तमान स्थिति और सीएमई के सूर्य और पृथ्वी के बीच में क्रमिक विकास को बेहतर ढंग से समझने में रोक रही चुनौतियों पर चर्चा की। मैंने यह भी बताया कि कुछ ऐसी विधियाँ विकसित की जा चुकी हैं, जो सीएमई के त्रि–आयामी संरचना और गति के बेहतर मापन हेतु प्रयोग की जा सकती हैं। ऐसी विधियों को सीएमई के प्रेक्षणों पर लगा कर सीएमई के धरती पर आगमन के समय का कुछ हद तक सही निर्धारण हो सकता है। हमने यह भी दिखाया कि सीएमई और सौर पवन के बीच परस्पर संवेग स्थानांतरण के कारण सीएमई के गति में महत्त्वपूर्ण बदलाव हो सकता है। इस पर भी चर्चा की गई कि कैसे सीएमई के प्रारंभिक वेग और ऊर्जा को अन्य सैद्धांतिक मॉडल में उपयोग करके सीएमई प्लाज्मा के भौतिक अवस्थाओं की जानकारी प्राप्त की जा सकती है। व्याख्यान के अंतिम भाग में यह भी दिखाया गया कि सूर्य पर होने वाले सीएमई और सौर पवन की गति पिछले दो दशकों में काफी बदली है और उनके द्वारा सूर्य से होने वाला द्रव्यमान क्षय दर भी पिछले दो सौर चक्रों में बदला है। व्याख्यान में यह भी दिखाया गया कि सीएमई की पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र से परस्पर क्रिया अंतरिक्ष मौसम में व्यापक बदलाव ला सकता है, जो पृथ्वी तथा अंतरिक्ष में उपस्थित तकनीकी उपक्रमों पर अत्यंत अवांछित प्रभाव डाल सकता है। इस क्षेत्र में हमारे अध्ययन से सीखे गए सबक, सूर्य को बेहतर ढंग से समझने के लिए अति आवश्यक है। ऐसे अध्ययन के ज़रिए सूर्य जैसे दूसरे तारों पर होने वाले चुंबकीय गतिविधियाँ और दूसरे ग्रहों पर उनके प्रभाव को भी कुछ हद तक समझा जा सकता है।

सौर वायुमंडल का ऊर्जा विज्ञान

– श्रीयुत अभिषेक राजहंस

सूर्य के ऊपरी वायुमंडल कोरोना कहलाने वाले हिस्से का तापमान उसकी सतह के तापमान से लगभग 2000 गुणा अधिक होता है। यह एक विचित्र प्रक्रिया है क्योंकि वायुमंडल का तापमान आमतौर पर सतह से कम होना चाहिए। इस प्रक्रिया को कोरोनल हीटिंग कहा जाता है। इसमें चुंबकीय क्षेत्र की महत्त्वपूर्ण भूमिका होती है। सूर्य की सतह पर होने वाले प्रवाह की वजह से इन चुंबकीय क्षेत्रों से संबंधित ऊर्जा का कुछ अंश वायुमंडल को ऊष्मा प्रदान करता है। ऊष्मा प्रदान करने वाली ये घटनाएँ विभिन्न मात्रा में ऊर्जा प्रदान करती है। इस व्याख्यान में हम इन विभिन्न ऊर्जात्मक घटनाओं के वितरण के बारे में जानेंगे। साथ ही हम सूर्य के वातावरण के ट्रान्जिशन रीजन कहलाने वाले क्षेत्र पर इन ऊर्जात्मक घटनाओं के प्रभाव के बारे में भी जानेंगे।

मैं गिरवली हूँ......

– श्रीयुत चैतन्य विज्ञान राजर्षि

1500 करोड़ वर्ष पूर्व हुआ महाविस्फोट, जिससे जन्मा ये ब्रह्मांड। कई तप्त गोले तैयार हुए जो अपनी और सूर्य जैसे तारों की इर्द–गिर्द घुम रहे थे। आज के मुकाबले उनकी गति बड़ी ही तेज थी। उन सबकी गति धीमी होने में और तापमान कम होने के लिए लाखों–करोड़ो वर्षों का समय लगा। इसमें से एक था हमारा पृथ्वी ग्रह जो 450 करोड़ वर्ष पहले बना। लेकिन तब भी यह गोला शांत नहीं था। इस पर बार–बार उथल–पुथल हुआ करती थी, कई हजारो भूकंप आएँ, ज्वालामुखी फटने से निकले लावारस से कई पर्वत बनें। करीब 10 करोड़ वर्ष पूर्व एक पर्वत की माला की रचना हुई जिसे दुनिया पश्चिम घाटी के नाम से जानती है। भारतवर्ष नाम के देश के पश्चिमी हिस्से की वजह से इसे यह नाम मिला। इसी देश के पर्वतों से भरपूर महाराष्ट्र राज्य स्थित सह्याद्री पर्वतमाला का मैं एक हिस्सा हूँ– **मैं गिरवली हूँ**। समुद्र सतह से मेरी ऊँचाई लगभग 1000 मीटर हैं।

लाखों वर्ष लग गए मुझ पर जीवन पनपने को। इनमें कई वनस्पतियाँ, पेड़ और पौधों ने जन्म लिया। मेरे विस्तीर्ण पठार पर घास और रंगबिरंगे बनफूलों का मैदान छा गया। इन बनफूलों पर मधुमक्खियाँ, तितलियाँ और अनगिनत प्रकार के कीटक मंडराते हुए आज नजर आते हैं। इन्ही कीटकों पर अपना पेट भरने वाले कई पक्षियों का विकास हुआ। इन वनस्पतियों और पक्षियों को आहार बनाने वाले कई जानवरों का भी विकास हुआ। यह सब मुझ पर निर्भर थे, अब यही मेरा खुद का एक परिवार था।

मैं और मेरे साथी पर्वतों ने लाखों वर्षों तक दूर अंतरिक्ष में टिमटिमाते तारे देखें। हमने कई धूमकेतुओं को इस पृथ्वी के करीब से गुजरते हुए देखा। छोटे–बड़े लघु ग्रहों के आघात भी होते हुए देखें। लाखों बार हमने उल्का वर्षाव होते हुए देखा हैं, और अब भी देख रहे हैं। सोचता था कि कितना अनोखा है ये ब्रह्मांड–

कितने कोटी सूर्य यहाँ, कितने है चाँद सितारे
क्या हूँ मैं अकेला, या मेरे जैसे कई सारे

क्या पता था कि इसका उसका उत्तर आने वाला समय ही बताएगा।

कई सौ सालों तक मुझ पर कुछ चरवाहों और किसानों के सिवा कोई नहीं आता था। पर एक दिन पुणे शहर से कुछ लोग आए। उन्होंने मेरे शिखर पर कुछ अजीब से दिखने वाले उपकरण और यंत्र लगाए।

कुछ दिनों अभ्यास करने के बाद वे चले गए। मुझे महसूस हुआ कि कुछ नया होने जा रहा हैं, एक नई शुरुआत है। कुछ समय शांत बिता, पश्चात एक दिन हलचल हुई और बहुत सारे मनुष्य बड़े–बड़े यंत्र लेकर आए व मेरे शरीर पर कई जगह खुदाई करने लगे। उन्होंने मेरी तलहटी के गाँव से मेरे शिखर तक जाने को एक पक्की सड़क भी बना दी। मेरे शरीर पर कई विस्फोट भी किए। मैं विस्मय में था कि यह क्या हो रहा है? मुझ पर ये आक्रमण क्यों? पर आखिर में क्या करता, एक मूक पर्वत की आवाज कौन सुनता– क्या ये मेरा अंत था?

नहीं– मैं गलत था। यह मनुष्यों का मुझ पर आक्रमण नहीं बल्कि एक सुंदर व अमूल्य अविष्कार की शुरुआत थी, जो आगे आने वाले सालों में विज्ञान के लिए वरदान साबित होने वाला था। मेरे उदर में एक बड़ा यंत्र आकार ले रहा था । यह थी एक वेधशाला अर्थात ऑब्जर्वेटरी जिसका मुख्य केंद्रबिंदु थी 2 मीटर व्यास की बड़ी दूरबीन जिससे इस ब्रह्मांड के रहस्य सुलझाने में मदद होने वाली थी।

वर्ष 2006 में वो क्षण आया और यह वेधशाला कार्यरत हुई। मेरे ऊपर बहते हुए मित्र वायु ने बताया कि वेधशाला की सर्वोत्तम जगह कौन सा पर्वत हो, यह निर्णय लेने के लिए कई पर्वतों का निरीक्षण–परीक्षण हुआ था। लेकिन इस परीक्षा में मैं उत्तीर्ण व चयनित हुआ। मेरा ह्रदय आनंद से फूला न समाया था और मैंने खुद को भाग्यशाली समझा कि यह सौभाग्य मुझे प्राप्त हुआ। मैंने पुणे

स्थित आयुका (IUCAA) संस्थान को धन्यवाद दिया। इसका नामकरण हुआ **'आयुका गिरवली वेधशाला'** और मैंने गर्व का अनुभव किया। क्योंकि लाखों वर्ष अंतरिक्ष को अकेले निहारते हुए निकल गए, अब मेरे साथ यह मनुष्य भी उसे निहारेंगे इसी बात से मैं बेहद प्रभावित हो गया था। मेरे ऊपर खुदाई के रूप में किए गए जखम मुझे अब अच्छे लगने लगे।

धीर–धीरे मैंने इस दूरबीन के कार्य को समझना शुरु किया। दूरबीन को हम एक बड़ा चक्षु भी कह सकते हैं– वेधशाला का मुख्य चक्षु 2 मीटर व्यास का एक गोलीय अवतल दर्पण (Concave mirror) है और दूसरा 62 से.मी. व्यास का उत्तल दर्पण (Convex mirror)। मुख्य उपकरण है **IFOSC** जो सरल शब्दों में कहा जाए तो आकाश के 10.5 आर्कमिनिट कोणीय क्षेत्र को संसूचक (Detector) के 44 माइक्रोमीटर क्षेत्र में माप पाने की क्षमता रखता है। प्रकाश कई भागों का बना होता है– यह उपकरण 350 से 850 नैनीमीटर तरंगदैर्ध्य (Wavelength) में काम करता है। इस दूरबीन से हम कई प्रकाश वर्ष दूर स्थित खगोलीय वस्तुओं को जैसे ग्रह, तारे, नक्षत्र (Constellation), आकाशगंगा (Galaxy), निहारिका (Nebula), धूमकेतु (Comets) इत्यादि को देख सकते हैं। प्रकाश वर्ष दूरी की एक मापन इकाई है। एक प्रकाश वर्ष यह अंतर असामान्य है। प्रकाश की गति एक सेकंड में 3 लाख किलोमीटर है। एक वर्ष में प्रकाश कितना अंतर काटेगा? यह हिसाब जोडे तो 300000 किमी x 60 मिनट x 24 घंटे x 365 दिन = 9460800000000 किलोमीटर। यानी यह अंतर लगभग 95 खरब किलोमीटर है।

मुझे यह भी ज्ञात हुआ कि पुरे विश्व में ऐसी कई बड़ी दूरबीने हैं। वर्तमान में विश्व की सबसे बड़ी दूरबीन के दर्पण का व्यास लगभग 10.5 मीटर हैं। और भी 10 मीटर व्यास शीशे की कई दूरबीनें हैं। यह सब अमेरिका, स्पेन और चिली जैसे देशों में स्थित है क्योंकि वहाँ का वातावरण आकाश निरीक्षण के लिए अधिक उचित है। मनुष्यों ने पृथ्वी के बाहर अंतरिक्ष में भी कई दूरबीनें भेजी हैं, जैसे हबल, जेम्स वेब इत्यादि जिनकी प्रतिमा उच्च दर्जे की होती हैं। यही नहीं, प्रकाश भी कई प्रकार के हैं, जैसे गामा किरण, क्ष–किरण, पराबैंगनी, दृश्य विकिरण, अवरक्त या इन्फ्रोरेड विकिरण, माइक्रोवेव तरंगे, रेडियो तरंगे। और विभिन्न प्रकार की दूरबीनें इन सभी को परख़ने की क्षमता रखती हैं।

इन दूरबीनों का प्रयोग करके हम किसी भी खगोलीय वस्तु की जानकारी प्राप्त कर सकते हैं। धरती पर बैठे–बैठे हम ये पता लगा सकते हैं कि कोई भी तारा कितनी दूर हैं, उसका निर्माण किन–किन तत्वों से हुआ है, उसकी चमक कितनी है, वह पैदा कब हुआ और उसकी मृत्यु कब होगी। यह ब्रह्मांड कैसे बना, इसका आरंभ क्या, अंत कहाँ है, क्या पृथ्वी जैसा कोई अन्य ग्रह है, जहाँ जीवन है? इस अदने से मनुष्य की बुद्धिमत्ता को देखकर मैं तो विस्मयचकित रह गया।

कई वैज्ञानिकों और स्नातकोत्तर छात्रों ने आयुका (IUCAA) गिरवली वेधशाला का उपयोग करके कई खोजें की हैं, इसका मैं साक्षी हूँ। इन खोजों के शोध निबंध देश–विदेश की जानी मानी वैज्ञानिक पत्रिकाओं में प्रकाशित किए गए हैं। इस वैज्ञानिक उन्नति में मेरा भी योगदान रहा है, यह बात मेरे जीवन को सफल बनाती हैं। अब तो मनुष्य के साथ रहकर मैं भी उनकी तरह कविता करने लगा हूँ, कुछ पंक्तियाँ सूझी हैं–

थमी हुई थी धरा, स्थितप्रज्ञ था ये गगन ।
जन्मी ये वेधशाला, पुलकित हुआ मेरा मन ।।
बढ़े चले अंतरिक्ष ओर, मानवता के ये कदम।
खोज में आरंभ की, कौन है वो परम।।

ओ सूरज......

भव्य नभोमण्डल में चमकता तारा।
ये है हमारा सूरज प्यारा ।।

दिनकर, भास्कर आदि कितने इसके नाम।
उदय होते ही शुरु करे हर काम।।

जीवन देता, देता रोशनी।
बिना इसके न जिए कोई प्राणी।।

तू न हो तो संभव नहीं वृष्टि।
पानी बरसे, पुलकित हो ये सृष्टि।।

तपती गर्मी में कोई इसे न चाहे।
शीतल ऋतु में यही मन को भाए।।

कभी होता कठोर तो कभी प्रेम बरसाए।
उदय अस्त होते पल आकाश में मोहक रंग छाए ।।

रखना स्नेह इस वसुंधरा पर सदा।
ओ सूरज, हमसे ना होना कभी जुदा।।

– श्रीयुत चैतन्य विज्ञान राजर्षि

अबोध नाव

समुद्र पे हिलोरे खाती नाव
उसको बाँधने चली है,
जो असीमित है उसकी सीमाओं
को खोजने चली है,
थोड़ा डूबती, फिर तैरती
तूफानों से झुँझती
धुंधली मंजिलों को पाने चली है
एक छोटी सी नाव
विशाल समुद्र अवतरण को आगे बढ़ी है।

धीरज धारे, हिम्मत ना छोड़े
रास्ते से विमुख् ना होती
गिरती, संभलती
अज्ञानता के अंधेरे में भी युद्ध करने चली है
एक छोटी सी नाव
महाकाय समुद्र में आगे बढ़ी है।
पर क्या कोई आज तक
इस सागर को पर कर पाया है
जो करता ध्वस्त एक क्षति में
क्या कोई उसको जीत पाया है
जिसकी निर्भरता से बरसते मेघ काले
क्या उसके ज्वारभाटा से कोई बच पाया है
फिर भी समुद्र सत्य से अज्ञात
यह नाव समुद्र को जानने चली है
एक छोटी सी नाव
समुद्र मंथन को आगे बढ़ी है।

– श्रीयुत आकाश गर्ग

समय

कितना आसान होता होगा
समय के लिए सिर्फ आगे बढ़ते जाना,
पीछे मुड़कर बिलकुल न देखना।

या बहुत मुश्किल होता होगा,
एक पल भी नहीं ठहरना,
नहीं करना थोड़ा बहुत भी आराम,
सिर्फ चलते जाना।

या वह होता होगा खुश
कि वह अभी भी है संजोया गया,
लोगों की यादों में,
जो आ जाता है,
कभी-कभी उनकी ज़ुबान में
कुछ कहानियों के जरिये।

समय की खूबी यही है, कि
वह कर लेता है कैद, आज वर्तमान को
भविष्य के लिए इतिहास में,
जो उन्हें बताता है, कि कुछ अतीत है,
जिसे वे पीछे छोड़ आए हैं।

– श्रीयुत राजेंद्र भट

अंतरिक्ष यात्री

लोग घूमना चाहे पूरी दुनिया पर,
मुझे चाहिए इस ब्रह्मांड की सैर।
आकाश के ऊपर जाना है मुझे और,
ना रहें ज़मीन पर मेरे पैर।

बिठाले मुझे किसी अंतरिक्ष के विमान में,
या उठा ले कोई उड़न तश्तरी ही सही,
थक गया हूँ रात में तारों को घूरकर,
अब सुकून मिलेगा धरती के बाहर ही कही।

सवालों से भरा मेरा दिमाग़,
चले जैसे चल रही हो उल्का बौछार।
प्रकाश के गति से भी तेज़ भागू
और पहूँच जाऊँ सीधा डायमेंशन चार।

छलांग मारू कृष्ण विवर के अंदर,
तोड़कर भौतिकी के नियम बन जाऊँ मैं सिकंदर।

–श्रीयुत अनुराग भैसरे

IUCAA

अंतर-विश्वविद्यालय केंद्र : खगोलविज्ञान और खगोलभौतिकी

(विश्वविद्यालय अनुदान आयोग की एक स्वायत्त संस्था)

पोस्ट बॅग 4, गणेशखिंड, एस.पी. पुणे विश्वविद्यालय परिसर, पुणे 411 007, भारत.

फोन : +91 2560 4100 **फैक्स :** +91 2560 4699

यूनिवर्सल रिसोर्स लोकेटर (URL) : **http://www.iucaa.in**

matchstickds@gmail.com