

EMBARGOED UNTIL Monday, 16th October at 7:30 PM IST

एक घटना दो सफलताएँ

न्यूट्रॉन तारों के टकराने से गुरुत्वाकर्षण और विद्युत चुम्बकीय तरंगों की पहली संयुक्त खोज

गुरुत्वाकर्षण-तरंग बहुआयामी खगोल विज्ञान की शुरुआत

17 अगस्त 2017 को खगोल विज्ञान में एक बड़ी सफलता मिली, जब अमेरिकी-लेजर इंटरफेरोमीटर गुरुत्वाकर्षण-तरंग वेधशाला (एल.आई.जी.ओ.) और यूरोप आधारित वर्गों द्वारा पहली बार न्यूट्रॉन तारों के युग्म के टकराव से उत्पन्न गुरुत्वाकर्षण तरंगों का पता लगाया गया। यह पृथ्वी से लगभग 13 करोड़ प्रकाश वर्ष की दूरी पर होने के कारण, जो की अपेक्षाकृत समीप है, अब तक का सबसे सशक्त गुरुत्वाकर्षण-तरंग संकेत है। इस घटना का बड़ी संख्या से विभिन्न तरंग-दैर्घ्य का अध्ययन करने वाले दुनिया भर में बड़ी संख्या में दूरबीनों द्वारा इसका पता लगाया गया था। यह परिष्कृत गुरुत्वाकर्षण तरंग डिटेक्टरों की सफलता की गाथा में एक नया मील का पत्थर है, जिसने अभी तक चार ब्लैक होल विलय की खोज की घोषणा की है। 2015 में इस तरह के पहले अवलोकन की शुरुआत होने से इस वर्ष भौतिकी में नोबेल पुरस्कार इस विषय में मिला।

सभी तारों में न्यूट्रॉन तारे सबसे छोटे और सबसे अधिक घनत्व के होते हैं और इनकी उत्पत्ति सूर्य के द्रव्यमान से कहीं अधिक तारों के सुपरनोवा विस्फोट से होती है। सामान्यतः न्यूट्रॉन तारे सूर्य की तुलना में अधिक द्रव्यमान के होते हैं, लेकिन इनका व्यास सिर्फ 20 किलोमीटर का होता है: और ये इतने घने होते हैं कि न्यूट्रॉन तारे की सामग्री का एक चम्मच माउंट एवरेस्ट से ज्यादा वजन का होता है। इस अवलोकन में वैज्ञानिक खगोलीय पिंडों को 100 सेकंड तक न्यूट्रॉन तारों के रूप में चिन्हित कर सके जिनका द्रव्यमान सूर्य के द्रव्यमान का 1.1 से 1.6 गुना था और वे एक दूसरे के इर्द गिर्द परिक्रमा करते हुए अंततः विलयित हो गए। यह अवलोकन अधिक घनत्व के पदार्थ, जिनसे की यह तारे बनते हैं, के बारे में महत्वपूर्ण सुराग समाहित किये हुए है।

प्रकाश ही प्रकाश

इस टकराव से गामा किरणों का एक फ्लैश उत्पन्न हुआ किया जो पृथ्वी-कक्षाओं के उपग्रहों द्वारा गुरुत्वाकर्षण तरंगों के आगमन दो सेकंड के देखा गया। यह इस बात का पहला निर्णायक प्रमाण है कि अल्प अवधि के गामा विकिरण विस्फोट (शार्ट गामा रे बस्ट), जिन्हे अक्सर उपग्रहों के द्वारा देखा जाता है, वास्तव में न्यूट्रॉन तारों के टकराने से उत्पन्न होता है - दशकों से इस बात का अनुमान लगाया गया था। 13 करोड़ प्रकाश वर्ष दूर होने वाली इस घटना से उत्पन्न गुरुत्वाकर्षण तरंगों और गामा किरणों के लगभग साथ आगमन से बाद इस बात की भी पुष्टि होती है कि गुरुत्वाकर्षण लहरें वास्तव में प्रकाश की गति से यात्रा करती हैं, जैसा कि आइंस्टीन के सिद्धांत द्वारा अनुमान लगाया गया है। इन संयुक्त अवलोकनों ने वैज्ञानिकों को ब्रह्मांड की विस्तार दर को मापने का एक स्वतंत्र तरीका भी प्रदान किया है।

सोने की उत्पत्ति

इस घटना के बाद के दिनों में खगोलविदों ने आकाश में उस स्रोत का सटीक स्थनीयकरण किया और उसको व्यापक रूप में विविध विद्युतचुम्बकीय तरंगदैर्घ्यों, जैसे रेडियो, पराबैंगनी, ऑप्टिकल में अध्ययन किया। इन संयुक्त अवलोकनों ने इस बात को प्रत्यक्ष रूप से साबित किया है कि कम से कम कुछ अल्पकालीन गामा-विकिरण विस्फोट, जो कि गामा विकिरण के शक्तिशाली विस्फोट हैं, न्यूट्रॉन तारों के विलय करने से बने हैं। वैज्ञानिकों ने इस बात को अब से पहले सिर्फ सैद्धांतिक रूप में ही प्रस्तुत किया था। इन अध्ययनों से हमें कई नए संकेत मिले हैं जिससे यह पता चला की लोहे से ज्यादा घनत्व वाले तत्वों, जैसे की सोना और सीसा, की ५० प्रतिशत से ज्यादा मात्रा की उत्पत्ति ऐसे विलयन में ही होती है।

भारतीय योगदान

पिछले तीन दशकों से भारतीय वैज्ञानिकों ने गुरुत्वाकर्षण तरंगों के विज्ञान में अग्रणी योगदान दिया है। १३ भारतीय संस्थानों के ४० वैज्ञानिकों के नाम लाइगो-वर्गों के खोजदर्शी शोधपत्रों में हैं। नॉइज़-युक्त डेटा में छुपे विलय करते दो तारों के संकेतों को खोजने में, आइंस्टीन के सिद्धांतों से उन संकेतों का पता लगाने में, खगोलीय सिग्नल को वायुमंडल और आस-पास के दूसरे सिग्नलों से अलग करने में, गुरुत्वाकर्षण तरंगों तथा और गामा तरंगों के संयुक्त अवलोकन में, आइंस्टीन के सिद्धांतों की जाँच में तथा डाटा विश्लेषण के अन्य पहलुओं को परिष्कृत करने में उपयोगित आधारभूत तरीकों को ईजाद करने में भारतीय वैज्ञानिकों ने महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है। इसके अलावा बहुत से भारतीय वेधशालाओं, जैसे एस्ट्रोसैट, जी एम आर टी (जायंट मीटरवेव रेडियो टेलिस्कोप) और एच सी टी (हिमालयन चंद्रा टेलिस्कोप) का उपयोग विद्युतचुम्बकीय तरंगों के फ्लैशों को खोजने में हुआ है। एस्ट्रोसैट पर लगे अतिसंवेदनशील सी जेड आई टी ने गामा तरंगों के स्थानीकरण में मदद की। एच सी टी से प्रकाशिकी छवि उसी दिशा में मिले हैं जिधर से अन्य दूरबीनों को न्यूट्रीनो प्राप्त हुए हैं। इनसे इस बात के पुष्टिकरण हुई की ये दोनों गुरुत्वाकर्षण तरंगों से असंबंधित हैं। जी.एम.आर.टी. ने जेट-विज्ञान और न्यूट्रॉन तारों के विलय ऐसे बने अवशेषों से रेडियो-तरंगों के उत्पत्ति के मॉडल के परिष्करण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है।

लाइगो में भारतीय वैज्ञानिकों की टीम इन राष्ट्रीय संस्थानों से हैं -- सी.एम.आई. चेन्नई, आई.सी.टी.एस.-टी.आई.एफ.आर. बेंगलोर, आई.आई.इस.ई.आर. कोलकाता, आई.आई.इस.ई.आर. त्रिवेंद्रम, आई.आई.टी. बॉम्बे, आई.आई.टी. गांधीनगर, आई.आई.टी. हैदराबाद, आई.आई.टी. मद्रास, आई.पी.आर. गांधीनगर, आयुका पुणे, आर.आर.सी.ए.टी. इंदौर, टी.आई.एफ.आर. मुम्बई and यु ए आई आर गांधीनगर. आई.आई.इस.ई.आर. पुणे, आई.आई. टी.बॉम्बे, आयुका पुणे, टी आई.एफ.आर. मुम्बई, पी. आर एल अहमदाबाद, आई.आई.टी. हैदराबाद, आई.आई.ए. बेंगलोर, एन.सी.आर.ए.-टी.आई. एफ.आर. पुणे, ए.आर.आइ.ई.एस. नैनीताल और आई.आई.एस.टी. त्रिवेंद्रम के खगोलविदों ने समसामयिक विद्युतचुम्बकीय तरंगों के अवलोकन में विविध दूरबीनों का प्रयोग किया।

आयुका की भूमिका

आयुका के वैज्ञानिकों ने पिछले तीन दशकों में गुरुत्वाकर्षण लहर विज्ञान में अग्रणी योगदान दिया है। ये ११ शोधकर्ता जो अमेरिका तथा यूरोप में स्थित LIGO-VIRGO वैज्ञानिक समन्वयन के सदस्य हैं वो इस खोज पत्र में शामिल हैं। इनके नाम अनिबर्न ऐन , सुकान्ता बोस , संजीव धुरंधर , भूषण गद्रे , शरद गाओंकर , संजीत मित्रा , निखिल मुकुंद , अभिषेक परिदा , जयंती प्रसाद , तरुण सौरादीप और जिष्णु सुरेश हैं। इन्होंने LIGO वैज्ञानिकों के अन्य सदस्यों के साथ मिलकर काम किया और मूलभूत कलन विधि में महत्वपूर्ण योगदान दिया हैं। इन सभी ने कई डिटेक्टरों के शोरयुक्त डेटा से कुंडलित द्विधारी तारों के खगोल भौतिकी संकेतों को अलग करके न्यूट्रॉन तारों के तत्वों और गुणों को समझने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है।

आयुका वैज्ञानिक दिपांकर भट्टाचार्य, जावेद राणा, गुलाब देवांगन, अजय विभूते और रूपक राँय ने इन द्विधारी तारों से विद्युत चुम्बकीय उत्सर्जन की खोज में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है। एस्ट्रोसेट उपग्रह पर स्थित CZTI उपकरण का उपयोग गामा-रे दीप्ति के स्थानीयकरण करने के लिए किया गया है। भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन द्वारा 2015 में एस्ट्रोसेट उपग्रह का अंतरिक्ष में प्रक्षेपण किया गया था।

इसके अतिरिक्त, जावेद राणा ने न्यू मैक्सिको में बहुत बड़े रेडियो वेधशाला के साथ मिलकर रेडियो उत्सर्जन की खोज में योगदान दिया और रूपक राँय ने चिली में विस्तारित लोक ESO के स्पेक्ट्रोस्कोपिक सर्वे फॉर ट्रांसएन्ट ऑब्जेक्ट्स (ईपीएसएसटीओ) के साथ अनुकरण में योगदान दिया है।

लाइगो-इंडिया

भारतीय परमाणु ऊर्जा विभाग और भारतीय विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग के द्वारा वित्तपोषित लाइगो-इंडिया डिटेक्टर की परियोजना से गुरुत्वाकर्षण तरंगों के अंतरराष्ट्रीय तंत्र की स्थानीयकरण की संवेदनशीलता में कई गुना सुधार होगा। इससे खगोलविद काफी जल्दी ब्रह्माण्ड के विस्फोटों की खोज और उसका स्थानीयकरण कर सकेंगे साथ ही पहली सूचना के समय से ही इन खगोलीय घटनाओं को विद्युतचुम्बकीय तरंगों के सभी भागों में देख सकेंगे।

लाइगो-वर्गों द्वारा प्राप्त परिणाम आज फिजिकल रिव्यू लेटर्स में प्रकाशित किए गए हैं; लाइगो और वर्गों कोलैबोरेशन और खगोल विज्ञान समुदाय के अतिरिक्त शोधपत्र विभिन्न वैज्ञानिक पत्रिकाओं में या तो प्रस्तुत किये गए हैं और या प्रकाशन के लिए स्वीकार किये जा चुके हैं। भारतीय योगदान वाले प्रकाशनों की आंशिक सूची यहां उपलब्ध है: www.gw-indigo.org/news/gw170817

लाइगो [एन.एस.एफ.](#) द्वारा वित्तपोषित है तथा [कैलटेक](#) और [एम.आई.टी.](#), जिन्होंने इस परियोजना की संकल्पना तथा इसका निर्माण है और प्रारंभिक तथा एडवांस्ड लाइगो परियोजनाओं को आधार प्रदान किया है। एडवांस्ड लाइगो योजनाओं के लिए वित्तीय सहायता एन. एस. एफ. के साथ-साथ जर्मनी ([मैक्स प्लांक सोसाइटी](#)), यू. के. ([साइंस एन्ड टेक्नोलॉजी सुविधाएं कौंसिल](#)) और ऑस्ट्रेलिया ([ऑस्ट्रेलियाई अनुसंधान परिषद](#)) के द्वारा भी मिली है जिन्होंने परियोजना में महत्वपूर्ण प्रतिबद्धता और योगदान प्रदान किया है। दुनिया के १०० [संस्थाओं](#) के १२०० वैज्ञानिकों ने [LIGO Scientific Collaboration](#) के माध्यम से इस प्रयास में भाग

लिया जिसमें GEO collaboration और ऑस्ट्रेलियाई समूह, OzGrav भी शामिल हैं। अतिरिक्त साझेदारों की सूची <http://ligo.org/partners.php> पर उपलब्ध है।

वरगो कोलैबोरेशन में 20 विभिन्न यूरोपीय दलों के 280 से भी ज्यादा भौतिक वैज्ञानिक और इंजीनियर शामिल हैं: [सेंटर नेशनल दी ल रिचरचे साइंटिफिक](#) (सी.एन.आर.एस.), फ्रांस से 6, [द इंस्टीटूटो नज़ीओनले दि फिसिका नुकलीयरे](#) (आई. इन.एफ. एन.), इटली से 8, नीदरलैंड के [निखेफ](#) से 2; एम.टी.ए. विग्नेर आर.सी.पी., हंगरी; द पो.ल.गर्व ग्रुप, पोलैंड; स्पेन के यूनिवर्सिटी ऑफ़ वेलेन्शाल; और दि यूरोपियन प्रेवियेशनल ऑब्जर्वेटरी (ई.जी.ओ), वेदशाला, जोकि पीसा के निकट स्थित वरगो डिटेक्टर की मेज़बानी करती है और सी.एन.आर.एस., आई.इन.एफ.एन., और निखेफ द्वारा वित्तपोषित है।

संपर्क व्यक्ति:

Sukanta Bose <sukanta@iucaa.in> Tel. +91 98198 63224

Dipankar Bhattacharya <dipankar@iucaa.in> Tel. +91 99236 97158

Sanjit Mitra <sanjit@iucaa.in>, Tel. +91 82750 67686

LIGO-India spokesperson:

Tarun Souradeep <tarun@iucaa.in>, Tel. +91 94226 44463

अधिक जानकारी के लिए देखें:

<http://www.gw.iucaa.in/news/gw170817/> (Will be public at 7:30PM IST on Oct 16, 2017)

<http://www.gw.iucaa.in/outreach/>

<http://www.gw.iucaa.in/ligo-india/>

<http://astrosat.iucaa.in/>