



अंतर-विश्वविद्यालय केंद्र : खगोलविज्ञान और खगोलभौतिकी

IUCAA

Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics

An Autonomous Institution of the University Grants Commission



चित्र 1 : यह कृष्ण विवर के विलीनीकरण तथा आकाशगंगा की अन्योन्यक्रिया द्वारा निर्गमित गुरुत्वीय-तरंगों का आरेख है। आकाशगंगा, GWs को ठीक उसी तरह लेंस करती है, जिस तरह एक आवर्धक कांच प्रकाश को केंद्रित करता है। इसके परिणामस्वरूप, पृथ्वी पर GWs की कई प्रतिकृतियाँ पाई जाएँगी, जिनमें से प्रत्येक प्रतिकृति का पृथ्वी पर पहुंचने का समय अलग-अलग होगा। आकाशगंगा लेंस के लिए, आगमन समय में कई सप्ताहों तक का बड़ा अंतर हो सकता है।

छवि का श्रेय : NASA/ESA/हबल और विकिपीडिया (पृथ्वी की छवि के लिए)।

वैज्ञानिक पृष्ठभूमि:

बिग बैंग नामक प्रारंभिक विस्फोट से निर्मित हुए इस ब्रह्मांड का विस्तार जारी है, इस बात को लगभग एक सदी से जाना जाता है। यह आइंस्टीन के गुरुत्वाकर्षण के सिद्धांत (उनका सामान्य सापेक्षता का सिद्धांत) का परिणाम है। हालाँकि, इसके विस्तार के तरीके एवं विकास के स्वरूप के बारे में विशिष्ट जानकारी निर्धारित की जानी बाकी है। विशेष रूप से, प्रेक्षण से अभी भी ब्रह्माण्ड के विस्तार की दर को प्रकट किया जाना शेष है। सुपरनोवा (विस्फोट करने वाले तारे) की आभासी द्युति का उपयोग करने वाले प्रेक्षण तथा कॉस्मिक माइक्रोवेव बैकग्राउंड (बिग बैंग के वे निशान जिन्होंने माइक्रोवेव बैंड में विकिरण की पृष्ठभूमि छोड़ी है।) में पैटर्न का अध्ययन करने वाले प्रेक्षण इस विस्तार दर के वे नाप प्रदान करते हैं जो एक दूसरे से सहमत नहीं हैं।

इंटरनेशनल सेंटर फॉर थ्योरेटिकल साइंसेज - टाटा मूलभूत अनुसंधान संस्थान (ICTS-TIFR), अंतर-विश्वविद्यालय केंद्र: खगोलविज्ञान और खगोलभौतिकी (IUCAA) तथा कैलिफोर्निया विश्वविद्यालय, सांता बारबरा (UCSB) के अनुसंधानकर्ताओं के समूह द्वारा प्रस्तावित अनोखी पद्धति संभाव्यतः ब्रह्मांड के विस्तारित दर को निर्धारित कर सकती है, बशर्ते गुरुत्वीय तरंगों के गुरुत्वाकर्षण लेंसिंग के कई संसूचन उपलब्ध हों।

इस पद्धति को *फिज़िकल रिव्यू लेटर्स (पीआरएल)* में प्रकाशित किया गया है, और इसे *एडिटर्स सजेशनस* के रूप में चुना गया। इस कार्य का नेतृत्व श्री.सौविक जना (आईसीटीएस-टीआईएफआर में स्नातक छात्र) ने किया एवं इस शोधपत्र का सह-लेखन प्रो. शाश्वत जे. कपाडिया (आयुका), प्रो.तेजस्वी वेणुमाधव (यूसीएसबी) तथा प्रो. परमेश्वरन अजित (आईसीटीएस-टीआईएफआर) द्वारा किया गया।

गुरुत्वीय-तरंगे दिक्-काल में ऊर्मिकाएँ हैं, जिनका निर्माण तारकीय द्रव्यमान वाले कृष्ण विवरों के विलयन जैसी प्रलयात्मक घटनाओं द्वारा होता है। गुरुत्वीय-तरंग संसूचकों के लाइगो-वर्गों नेटवर्क ने इस प्रकार की लगभग सौ घटनाओं का पता लगाया है। यदि इन गुरुत्वीय-तरंगों को आकाशगंगाओं जैसे पदार्थ के बड़े समूह के साथ अन्योन्यक्रिया करनी पड़ती हैं तो उनके मार्ग विकृत होते हैं और GW संकेतों की निर्माण होने वाली कई प्रतियाँ गुरुत्वाकर्षण-लेंसिंग नामक कालविलंब घटना द्वारा अलग होंगी। GWs के गुरुत्वाकर्षण लेंसिंग की अब तक कोई पुष्टि नहीं हुई है।

अजित ने स्पष्ट किया कि "हम एक सदी से भी अधिक समय से गुरुत्वाकर्षण लेंसिंग का प्रेक्षण कर रहे हैं। हम यह उम्मीद करते हैं कि आने वाले कुछ वर्षों में लेंसयुक्त गुरुत्वीय तरंगों का पहला प्रेक्षण किया जाएगा!"

शाश्वत ने बताया कि, "भविष्य के संसूचक मौजूदा संसूचकों की तुलना में कहीं अधिक दूरी तक देखने में सक्षम होंगे।" तेजस्वी ने कहा कि, "भविष्य के संसूचक उन दुर्बल गुरुत्वीय तरंग संकेतों की खोज करने में सक्षम होंगे जो मौजूदा संसूचकों को प्रभावित करने वाले ध्वनि में छिप जाते हैं।" इस प्रकार ब्रह्मांड में गहराई से परीक्षित करने की बेहतर क्षमता होने वाले भविष्य के संसूचक कृष्ण विवरों के सैकड़ों, हजारों या लाखों विलयों की खोज करेंगे।

उपरोक्त में से लगभग 10,000 विलयों को लेंस किए जाने की उम्मीद है, जिसके परिणामस्वरूप संसूचक में संकेतों की प्रतिकृतियों की पुनरावृत्ति दर्ज की जाएगी। लेंस की गई GW छवियों के संसूचकों में आगमन समय में होने वाले अंतर का अध्ययन करके ब्रह्मांड के विस्तार की दर का अनुमान लगाया जा सकता है। शौविक बताते हैं कि, "इस पद्धति में प्रत्येक आकाशगंगा के उन गुणधर्मों को जानने की आवश्यकता नहीं है जो गुरुत्वीय तरंगों की कई प्रतिकृतियाँ तैयार करते हैं, कृष्ण विवर युगलों की दूरी या आकाश में उनका निश्चित स्थान करते हैं, इसके बजाय, इस पद्धति के लिए केवल इतना जानना आवश्यक होता है कि कौन-से संकेत लेन्स किए गए हैं।" शाश्वत ने आगे यह भी बताया कि "यह पद्धति केवल तभी उपयोगी साबित होगी जब कृष्ण विवरों के लाखों विलयों का पता लगाया जाएगा और यह भविष्यकालीन पीढ़ी के संसूचकों के युग में होने की संभावना है।"

यद्यपि यह पद्धति ब्रह्मांड के विशिष्ट प्रतिमान पर निर्भर है इसलिए इसे स्पष्ट रूप से अन्य प्रतिमानों के लिए भी अनुकूलित किया जा सकता है। वास्तव में, वैज्ञानिकों का यह समूह अब गुरुत्वीय दृष्टि से लेन्स किए गए GWs के कई खोजों का उपयोग करके ब्रह्मांड के विभिन्न प्रतिमानों के बीच फर्क बताने के लिए इस पद्धति का उपयोग करने की संभावनाओं की तलाश कर रहा है।

आयुका का योगदान:

प्रो. शाश्वत जे. कपाडिया ने ब्रह्मांड के विस्तार की दर का अनुमान लगाने के लिए कई लेन्स की गई GW घटना युगलों के आगमन समय में होने वाली भिन्नता का उपयोग करने का विचार प्रस्तावित किया था। इसके आगे उन्होंने प्रारंभिक पद्धति का निर्माण किया, जिसे इस शोध पत्र के मुख्य लेखक श्री. शौविक जना द्वारा परिष्कृत किया गया। वे प्रो. परमेश्वरन अजित एवं प्रो. तेजस्वी वेणुमाधव की सहकार्यता में सौविक के भी मार्गदर्शक रहें।

आलेख:

सौविक जना, शाश्वत जे. कपाडिया, तेजस्वी वेणुमाधव एवं परमेश्वर अजित, " **कॉस्मोग्राफी यूजिंग स्ट्रॉन्गली लेन्सड ट्रांविटेशनल वेज फ्रॉम बाइनरी ब्लैक होल्स**" DOI: [10.1103/PhysRevLett.130.261401](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.130.261401)

APS प्रेस विज्ञप्ति: <https://physics.aps.org/articles/v16/117#c1>
टाइम्स ऑफ इंडिया (टीओआई) आलेख के लिए [यहाँ क्लिक करें](#)।

अनुसंधानकर्ताओं से संपर्क:

| | |
|---|---|
|  | <p>प्रो. शाश्वत जे. कपाडिया आयुका, पुणे</p> <p>ई मेल: shasvath.kapadia@iucaa.in दूरभाष क्र. +91-020-25604211</p> |
|  | <p>श्री. सौविक जना</p> <p>ई मेल: souvik.jana@icts.res.in दूरभाष क्र. +91 80 4653 6161</p> |



प्रो. परमेश्वरन अजित

ई मेल: ajith@icts.res.in

दूरभाष क्र. +91 80 4653 6210



प्रो. तेजस्वी वेणुमाधव

ई मेल: teja@ucsb.edu