

Embargoed till 0.00 UTC (0530 AM, IST) 29 June, 2023

धीमी आवृत्ति ग्रेविटेशनल वेक्स ब्रह्मांड में निरंतर गुंजन की खोज

भारत, जापान और यूरोप के खगोलशास्त्रियों के अंतरराष्ट्रीय संगठन ने विश्व के 6 सबसे संवेदनशील रेडियो दूरबीन, जिसमें भारत की विशालतम दूरबीन 'उन्नत विशाल मीटरवेव रेडियो टेलीस्कोप' (uGMRT) भी है, के द्वारा प्रकृति की बेहतरीन घड़ी यानी Pulsars के परिणाम जारी किए हैं। यह परिणाम अति निम्न आवृत्ति ग्रेविटेशनल वेक्स द्वारा जन्मित ब्रह्मांड की चादर में अथक व निरंतर गुंजन की तरफ इशारा करते हैं। हमारे सूर्य से करोड़ों गुना भारी विशालकाय नाचते हुए ब्लैक होल्स ऐसी ग्रेविटेशनल वेक्स को जन्म देने के कारण माने जाते हैं। संगठन के परिणामों ने ग्रेविटेशनल वेक्स वर्णक्रम में एक नई दिशा का अवतरण किया है।

भिड़ती हुई आकाशगंगाओं के मध्य में छिपे हुए ऐसे विशालकाय ब्लैक होल जोड़े हमारे ब्रह्मांड की चादर में लहरें उत्पन्न करते हैं, जिसे खगोलशास्त्री नैनो हर्ट्ज ग्रेविटेशनल वेक्स कहते हैं, क्योंकि इनका तरंगदैर्घ्य लाखों करोड़ों किलोमीटर तक होता है। ऐसे अनेकों विशालकाय ब्लैक होल जोड़ों का अथक कोलाहल हमारे ब्रह्मांड में निरंतर गुंजन को उत्पन्न करता है। यूरोपियन Pulsar Timing Array (EPTA) और भारतीय Pulsar Timing Array (InPTA) के संगठन ने अपने परिणाम Astronomy and Astrophysics पत्रिका के 2 शोधपत्रों में जारी किया, जिनके डाटा सेट्स ऐसे ग्रेविटेशनल वेक्स की उपस्थिति की ओर इशारा करते हैं।

ऐसी प्रकाश वर्ष मानक की तरंगें केवल आकाशगंगीय पैमाने का ग्रेविटेशनल वेक्स डिटेक्टर यानी Pulsars द्वारा संश्लेषित की जा सकती हैं जो मानवों के लिए सुलभ आकाशीय घड़ियां कहलाए जाते हैं। Pulsars एक तरह के तीव्र गति से घूमते हुए neutron stars होते हैं जो सामान्यतः हमारी आकाशगंगा के मृत तारों के अंगारों के समान होते हैं। सौभाग्य से, रेडियो किरणें उत्सर्जित करता Pulsar एक नाभिकीय प्रकाशस्तंभ की तरह होता है जिसकी रेडियो किरणें पृथ्वी पर निरंतर चमकती हैं।

खगोलशास्त्री इन Pulsars को दुनिया के श्रेष्ठ रेडियो दूरबीनों के द्वारा निरीक्षण करते हैं, जिसमें भारत का प्रमुख रेडियो दूरबीन uGMRT भी शामिल है। पिछले दिनों में uGMRT ने पल्सर की रेडियो किरणों की चमक का सटीक अभिलेखन किया जिससे हम Pulsars को आकाशीय घड़ियों की तरह उपयोग कर सकें।

प्रसिद्ध वैज्ञानिक आइंस्टीन के अनुसार, ग्रेविटेशनल वेक्स इन रेडियो किरणों के आने के समय को बदल देती हैं, जिससे हमारी आकाशीय घड़ी का समय भी बदल जाता है। यह बदलाव इतना छोटा होता है कि इसे बाकी विश्वोत्तमों से भिन्न करने के लिए खगोलशास्त्रियों को सुग्राही दूरबीन जैसे uGMRT और रेडियो पल्सर के संग्रह की आवश्यकता पड़ती है। InPTA संगठन के संस्थापक, NCRA-TIFR के प्रोफेसर भाल चंद्र जोशी कहते हैं, " सिग्नल का धीमा बदलाव यह संकेत देता है कि छुपे हुए नैनो हर्ट्ज ग्रेविटेशनल वेक्स को ढूँढने में दशक लग जाते हैं।"

EPTA के वैज्ञानिकों ने InPTA के भारतीय – जापानी सहकर्मियों के संग विश्व के 6 विशालतम रेडियो दूरबीनों का 25 वर्ष के डाटा का विश्लेषण कर उसके विस्तृत परिणाम जारी किए हैं। इसमें 3 वर्ष से भी अधिक अति सुग्राही डाटा भी सम्मिलित है जिसे अनोखी धीमी रेडियो आवृत्ति श्रेणी और भारत के विशालतम रेडियो दूरबीन uGMRT के लचीलेपन द्वारा संकलित किया गया। इस अद्वितीय डाटा सेट का विश्लेषण यह प्रस्तुत करता है कि आकाशीय घड़ियों की टिक टिक में विशेष असमान्यताएं हैं, जो कि सभी 29 Pulsars में देखी गईं। ये परिणाम अल्ट्रा लो आवृत्ति के ग्रेविटेशनल वेक्स के प्रभावों के अनुरूप हैं।

uGMRT के चालक और NCRA TIFR के सेंटर डायरेक्टर प्रोफेसर यशवंत गुप्ता के अनुसार, " हमारे अद्वितीय uGMRT डाटा को विश्व स्तर के खगोलीय कोशिशों में योगदान देते हुए देखना बहुत शानदार है। 2013 से 2019 के

दौरान GMRT में किए हुए अभ्युत्थानों का एक प्रमुख वैज्ञानिक उद्देश्य ऐसी उच्च स्तरीय पल्सर टाइमिंग करना था और मुझे बेहद खुशी है कि हमारे प्रयासों का फल कुछ ही वर्षों में उभर कर आ गया है। उन्नत विशाल मीटरवेव रेडियो टेलीस्कोप (uGMRT) में लगाए गए आधुनिक वाइड बैंड रिसेवरों के कारण ही हम लोग इतनी उच्च गुणवत्ता के रेडियो डाटा को प्राप्त कर सके हैं जो की अंतर राष्ट्रीय मंच पर भी उपयोग किया जा रहा है।"

यह कोई आश्चर्य की बात नहीं है की नैनो हर्टज आवृत्ति के ग्रेविटेशनल वेक्स ब्रहमांड के कई रहस्यमई प्रश्नों के उत्तर रखते हैं। हमारे सूर्य से १० से १०० करोड़ गुना भारी ब्लैक होल जोड़ों की संख्या तब बनती है जब उनकी पितृ आकाशगंगाएँ मिल जाती हैं और इन अवर्तियों पर ग्रेविटेशनल वेक्स का उत्सर्जन करती हैं। इसके अलावा ब्रहमांड के आरंभ में किन्ही और घटनाओं के कारण भी बड़ी तरंगदैर्घ्य की ग्रेविटेशनल वेक्स का जन्म हुआ होगा। InPTA के अध्यक्ष, TIFR मुंबई के प्रोफेसर ए. गोपाकुमार के अनुसार, " आज के ये परीणाम ब्रहमांड के रहस्य से पर्दा उठाने की तरफ नया सफर है। आज तौर पर यह पहली बार है कि एक भारतीय दूरबीन द्वारा डाटा को ग्रेविटेशनल वेक्स को ढूँढने में इस्तेमाल किया जा रहा है।"

इन ग्रेविटेशनल वेक्स सिग्नल का पता लगाने के लिए Pulsar Timing Array के खगोलशास्त्र, आकाशीय स्केल का ग्रेविटेशनल वेक्स डिटेक्टर बनाने के लिए तारी आकाशगंगा में फैले कई अल्ट्रा स्टेबल Pulsar घड़ियों का इस्तेमाल करते हैं। ग्रेविटेशनल वेक्स के प्रभाव का अध्ययन करने के लिए दशकों से चल रहे Pulsars के आगमन के समय का मापन किया जाता है। जब ये रेडियो सिग्नल कॉल अंतराल में सफर करते हैं तो ग्रेविटेशनल वेक्स की उपस्थिति उनके मार्ग को एक विशेष तरीके से प्रभावित करती है : कुछ पल्सेज थोड़ा बाढ़ और कुछ थोड़ा जल्दी पहुंचती हैं।

हमारी आकाशगंगा के बारीकी से चुने हुए यह २५ pulsars, विशालकाय आकाशीय नाप का ग्रेविटेशनल वेक्स डिटेक्टर बनाते हैं जिससे हम उन ग्रेविटेशनल वेक्स से जन्मे पल्स आगमन समय के बदलाव को जांच सकते हैं, जिनकी दोलन की आवृत्ति २०१५ में USA के दो ज़मीनी detector LIGO से प्राप्त किए हुए ग्रेविटेशनल वेक्स की आवृत्ति से १००० करोड़ गुना धीमा है। प्रोफेसर ए. गोपाकुमार के अनुसार, " मजे की बात यह है कि किलोमीटर नाप के LIGO सेकंड तक दिखने वाले ग्रेविटेशनल सिग्नल को पहचान सकते हैं। हालांकि हमारा आकाशीय नाप का PTA ब्रहमांड के चादर में निरंतर कंपन यानी नैनो हर्टज आवृत्ति के ग्रेविटेशनल वेक्स बैकग्राउंड को भी भांप लेता है। भविष्य में Square Kilometre Array (SKA) जैसे दूरबीन, ब्रहमांड की इस नई खिड़की को और व्यापक कर देंगे जहां भारत का एक महत्वपूर्ण योगदान रहेगा।"

मौजूदा परिणाम यूरोप के पांच विशालतम रेडियो दूरबीन : जर्मनी का १०० m एफेल्सबर्ग रेडियो टेलीस्कोप, यूनाइटेड किंगडम की जोडरेल बैंक बेधशाला का लोवेल टेलीस्कोप, फ्रांस का नानके रेडियो टेलीस्कोप, इटली का सार्डिनिया रेडियो टेलीस्कोप और नीदरलैंड का वेस्टरबोर्क सिंथेसिस रेडियो टेलीस्कोप, के समन्वित अवलोकन डाटा द्वारा मिले, जिनमें भारतीय उन्नत विशाल मेट्रोवेव रेडियो टेलीस्कोप (uGMRT) का महत्वपूर्ण योगदान है।

मैक्स-प्लैंक इंस्टीट्यूट फॉर रेडियो एस्ट्रोनोमी, बॉन, जर्मनी के अध्यक्ष, प्रोफेसर माइकल क्रेमर कहते हैं, " यूरोप, भारत और जापान के सहकर्मियों का सहयोग ना ही विश्वस्तरीय प्रयासों को सफल करता है बल्कि वैज्ञानिक रूप से बेहतरीन भी है और हम आशा करते हैं की ये भविष्य में PTA की कोशिशों को बढ़ावा देगा।" यूरोपियन और भारतीय PTA घनिष्ठ सहयोग के लिए प्रोफेसर क्रेमर और प्रोफेसर बाल चंद्र जोशी का महत्वपूर्ण योगदान है।

यूरोपियन एवं भारतीय PTA का विश्लेषित डाटा ने जो आज प्रस्तुत किया जा रहा है, इन पल्सर की सारणी में एक सामान्य सिग्नल पाया गया है जो ग्रेविटेशनल वेक्स द्वारा सिग्नल से मिलता है। कुमामोटो विश्वविद्यालय, जापान के प्रोफेसर केईतारो ताकहशी, जो भारतीय और यूरोपियन प्रयासों में जापानी सहयोग देते हैं, के अनुसार, " ये सिग्नल Pulsars के कई वर्षों के अनुश्रवण में उपस्थित है मानो यह ब्रहमांड की घड़ियां काल अंतराल की लेहरों में गोते खा रही हों। ये प्रमाण खगोलशास्त्रियों की उम्मीदों के अनुरूप है।"

EPTA और InPTA के परिणामों को विश्व के और PTAs जैसे आस्ट्रेलियन (PPTA), चीनी (CPTA) और उत्तर-अमेरिकी (NANOGrav) Pulsar Timing Arrays का भी सहयोग मिलता है। ग्रैविटेशनल वेक्स का यही संकेत NANOGrav द्वारा भी देखा गया है और CPTA और PPTA द्वारा सही माना गया।

भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान हैदराबाद के प्रोफेसर शांतनु देसाई कहते हैं, " EPTA और InPTA कॉलेबोरेशन के जारी किए परीणाम नैनो हर्टज़ ग्रैविटेशनल वेक्स की खोज के अत्यंत निकट है और कई वैज्ञानिकों, शुरुआती शोधकर्ताओं और पूर्वसनातक छात्रों के प्रयासों की पराकाष्ठा है। हम आभारी हैं कि भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान हैदराबाद और भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान रुड़की की NSM कम्प्यूटिंग फैसिलिटी और NCRA-TIFR की कम्प्यूटिंग इन्फ्रास्ट्रक्चर की मदद से हमें ये परिणाम मिल सके।"

खास बात यह है कि ४ संगठन – EPTA ,InPTA, PPTA और NANOGrav मिलकर अपने डाटा सेट को अंतरराष्ट्रीय Pulsar Timing Array (IPTA) के तत्वाधान में जोड़कर १०० से भी ज्यादा Pulsars की सरणी बनाते हैं। यह संयुक्त डाटा सेट और संवेदनशील माना जाएगा और वैज्ञानिक ग्रैविटेशनल वेक्स बैकग्राउंड पर लगाए जाने वाले बंधन और उन घटनाओं को समझने की कोशिश कर रहे हैं जो ब्रह्मांड की शुरुआत में ऐसी बड़ी तरंगदैर्घ्य की ग्रैविटेशनल वेक्स की उत्पत्ति का कारण हो सकते हैं।

गणितीय विज्ञान संस्थान, चेन्नई के डा. प्रतीक तरफदार कहते हैं, "ये काफी उत्साहित करने वाली बात है। हम ऐसी वैज्ञानिक क्रांति के कगार पर खड़े हैं जहाँ महाकर्षीय तरंगों से बने संगीत के निचले धीमे स्वरों को भी अब हम साफ-साफ सुन पाएंगे।"

आने वाले सालों में, IPTA ऐसी ग्रैविटेशनल वेक्स को खोजने की आशा करती है जो विशिष्ट विशालकाय ब्लैक होल्स जोड़े से उत्पन्न होती है, जैसे की OJ 287 गैलेक्सी के मध्य है। ऐसी खोज PTA अवलोकन द्वारा हमारी खगोलशास्त्रीय जानकारी को बढ़ाएंगी जैसी २०१७ में LIGO और अन्य दूरबिनों ने न्यूट्रॉन स्टार के विलय GW170817 ने की।

प्रोफेसर बाल चंद्र जोशी के अनुसार, " आने वाले वर्ग किलोमीटर सरणी (SKA) के साथ महाद्वीपीय सहयोग से भविष्य के पृथ्वी वेधशाला जैसे LIGO – INDIA और अंतरिक्ष के वेधशालाओं की खोज को बढ़ावा मिलेगा। "

InPTA प्रयोग में NCRA-TIFR (पुणे), TIFR (मुंबई), IIT (रुड़की), IISER (भोपाल), IIT (हैदराबाद), IMSc (चेन्नई) और RRI (बैंगलोर) के शोधकर्ता और कुमामोटो विश्वविद्यालय (जापान) से सहयोगी भी शामिल हैं।