

## गुरुत्वाकर्षण तरंगों के नए स्रोत

### प्रलिम्स के लिये:

लीगो, न्यूट्रॉन स्टार-ब्लैकहोल, गुरुत्वाकर्षण तरंग

### मेन्स के लिये:

गुरुत्वाकर्षण तरंगों की उपयोगिता

## चर्चा में क्यों?

हाल ही में [लीगो](#) वैज्ञानिक सहयोग (LSC) ने न्यूट्रॉन स्टार-[ब्लैकहोल](#) (NS-BH) वलिय की एक जोड़ी से गुरुत्वाकर्षण तरंगों की खोज की है।

- गुरुत्वाकर्षण तरंग संसूचकों के एक वैश्विक नेटवर्क का उपयोग करके इन दो वस्तुओं से प्रतधिवनियों को लिया गया, जो अब तक का सबसे संवेदनशील वैज्ञानिक उपकरण है।
- अब तक लीगो-वर्गो सहयोग (LVC) केवल ब्लैकहोल या न्यूट्रॉन तारों के जोड़े के बीच टकराव का नरीक्षण करने में सक्षम था। NS-BH वलिय एक हाइब्रिड संयोग है।

## ब्लैकहोल:

- ब्लैकहोल अंतरिक्ष में एक ऐसी जगह है जहाँ गुरुत्वाकर्षण इतना अधिक होता है कि प्रकाश भी बाहर नहीं निकल पाता है। यहाँ गुरुत्वाकर्षण इतना मजबूत होता है कि पदार्थ छोटे से स्थान में संपीडित हो जाता है।
- गुरुत्वाकर्षण तरंगें तब बनती हैं जब दो ब्लैकहोल एक-दूसरे की परकिर्मा करते हैं और वलिन हो जाते हैं।

## न्यूट्रॉन तारे:

- न्यूट्रॉन तारों में उच्च द्रव्यमान तारों के संभावित अंत-बद्धियों में से एक शामिल होता है।
- एक बार जब तारे का कोर पूरी तरह से लोहे में जल जाता है तो ऊर्जा उत्पादन बंद हो जाता है और कोर तेज़ी से ढह जाता है, इलेक्ट्रॉनों और प्रोटॉन को एक साथ संपीडित कर न्यूट्रॉन और न्यूट्रिनो बनाते हैं।
- न्यूट्रॉन अधोपतन दबाव द्वारा समर्थित एक तारे को 'न्यूट्रॉन स्टार' के रूप में जाना जाता है, जसि पल्सर के रूप में जाना जाता है यदइसका चुंबकीय क्षेत्र इसके स्पनि अक्ष के साथ अनुकूल रूप से संरेखित हो।

## प्रमुख बद्धि:

### गुरुत्वाकर्षण तरंगों के बारे में:

- ये अंतरिक्ष में अदृश्य तरंगें हैं जो तब बनती हैं जब:
  - सुपरनोवा में एक तारा फट जाता है।
  - दो बड़े तारे एक-दूसरे की परकिर्मा करते हैं।
  - दो ब्लैक होल वलिन हो जाते हैं।
  - न्यूट्रॉन स्टार-ब्लैकहोल (NS-BH) वलिन हो जाता है।
- वे प्रकाश की गति (1,86,000 मील प्रति सेकंड) से यात्रा करते हैं और अपने रास्ते में आने वाले कसि भी पदार्थ को संपीडित कर सकते हैं।
  - जैसे गुरुत्वाकर्षण तरंग अंतरिक्ष-समय के माध्यम से यात्रा करती हैं, यह इसे एक दशा में फैलाने और दूसरी दशा में संपीडित करने का कारण बनती है।
  - अंतरिक्ष-समय के उस क्षेत्र पर कब्जा करने वाली कोई भी वस्तु वसित और संकुचित होती है क्योंकि लहर उनके ऊपर से गुजरती है,

हालाँकि बहुत कम, जिसे केवल लीगो जैसे विशेष उपकरणों द्वारा ही पता लगाया जा सकता है।

#### ■ सदिधांत और खोज:

- ये सदिधांत एक सदी से भी पहले अलबर्ट आइंस्टीन ने अपने 'जनरल थ्योरी ऑफ रिलेटिविटी' में प्रस्तावित किये थे।
- हालाँकि पहली गुरुत्वाकर्षण तरंग का पता LIGO ने वर्ष 2015 में ही लगा लिया था।

#### खोज तकनीक:

- जैसे-जैसे दो सघन और विशाल पड्डे एक-दूसरे की परस्परिष्कार करते हैं, वे करीब आते हैं और अंत में विलीन हो जाते हैं, क्योंकि गुरुत्वाकर्षण तरंगों के रूप में ऊर्जा लुप्त हो जाती है।
- गुरुत्वीय तरंग सग्नल पृष्ठभूमि (Background) शोर के अंदर गहराई में दबे होते हैं जो सग्नलों की खोज के लिये वैज्ञानिक मैचड फिल्टरिंग (Matched filtering) नामक एक विधि का उपयोग करते हैं।
- इस पद्धति में आइंस्टीन के सापेक्षता के सदिधांत द्वारा भविष्यवाणी की गई विभिन्न अपेक्षित गुरुत्वाकर्षण तरंगों की तुलना डेटा के विभिन्न हिस्सों से की जाती है ताकि एक मात्रा का उत्पादन किया जा सके जो यह दर्शाता है कि डेटा में संकेत (यदि कोई हो) किसी एक तरंग के साथ मेल खाता है।
- जब भी यह मैच (तकनीकी शब्दों में "सग्नल-टू-शोर अनुपात" या एसएनआर) महत्वपूर्ण (8 से बड़ा) होता है, तो एक घटना का पता लगाया जाता है।
- लगभग एक साथ हजारों किलोमीटर द्वारा अलग किये गए कई डिटिक्टरों में एक घटना का अवलोकन करने से वैज्ञानिकों का यह विश्वास बढ़ जाता है कि संकेत खगोलीय उत्पत्ति का है।

#### खोज का महत्त्व:

- एक न्यूट्रॉन तारे की सतह होती है तथा इसमें ब्लैकहोल नहीं होता है। एक न्यूट्रॉन तारा सूर्य के द्रव्यमान के लगभग 1.4-2 गुना है, जबकि ब्लैकहोल बहुत अधिक विशाल है। व्यापक रूप से असमान वलिय के बहुत ही रोचक प्रभाव हैं जिनका पता लगाया जा सकता है।
  - डेटा का उल्लेख करते हुए कवि कतिनी बार वलिय करते हैं, हमें उनकी उत्पत्ति और उनके गठन के बारे में भी प्रमाण मलिया।
- ये अवलोकन हमें ऐसे बायनेररिज के गठन और सापेक्ष बहुतायत को समझने में मदद करते हैं।
  - न्यूट्रॉन तारे ब्रह्मांड में सबसे घने पड्डे हैं, इसलिये ये नषिकर्ष हमें अत्यधिक घनत्व पर पदार्थ के व्यवहार को समझने में भी मदद कर सकते हैं।
  - न्यूट्रॉन तारे ब्रह्मांड में सबसे सटीक 'घड़ियाँ' भी हैं, यद्वि अत्यंत आवधिक काल का उत्सर्जन करते हैं।
  - ब्लैकहोल के चारों ओर घूमने वाले पलसर की खोज से वैज्ञानिकों को अत्यधिक गुरुत्वाकर्षण के तहत प्रभावों की जाँच करने में मदद मिल सकती है।

#### लीगो वैज्ञानिक सहयोग:

- इसकी स्थापना वर्ष 1997 में हुई थी और वर्तमान में इसमें 100 से अधिक संस्थान तथा पूरे विश्व के 18 देशों के 1000 से अधिक वैज्ञानिक शामिल हैं।
- यह वैज्ञानिकों का एक समूह है जो गुरुत्वाकर्षण तरंगों का प्रत्यक्ष पता लगाने पर ध्यान केंद्रित करता है, उनका उपयोग गुरुत्वाकर्षण के मौलिक भौतिकी का पता लगाने और खगोलीय खोज के उपकरण के रूप में गुरुत्वाकर्षण तरंग विज्ञान के उभरते क्षेत्र को विकसित करने के लिये करता है।
- लीगो वेधशालाएँ: लीगो से संबंधित अध्ययन को हनफोर्ड (वाशिंगटन), लविगिस्टन (लुइसियाना) और हनोवर (जर्मनी) में स्थित वेधशालाओं में अंजाम दिया जाता है।
- अन्य वेधशालाएँ:
  - VIRGO: यह इटली में पीसा के पास स्थित है। इसका सहयोग वर्तमान में बेलजियम, फ्रांस, जर्मनी, हंगरी, इटली, नीदरलैंड, पोलैंड और स्पेन सहित 14 विभिन्न देशों में 119 संस्थानों के लगभग 650 सदस्यों से है।
  - कामओका ग्रेवेटेशनल वेव डिटिक्टर (KAGRA): यह कामओका, गफू, जापान में स्थित है। इसकी मेज़बान संस्थान टोक्यो विश्वविद्यालय में स्थित कॉस्मिक रेसिच संस्थान (ICRR) है।
    - यह व्यतिकरणमापी (Interferometer) भूमिगत है और क्रायोजेनिक दर्पणों (Cryogenic Mirror) का उपयोग करता है। इसकी 3 कमी. भुजाएँ हैं।

#### लीगो-इंडिया प्रोजेक्ट

- लीगो इंडिया वेधशाला (LIGO India Observatory) का कार्य वर्ष 2024 में पूरा होना निर्धारित है और इसे महाराष्ट्र के हंगोली ज़िले में बनाया जाएगा।
- यह विश्वव्यापी नेटवर्क के हिस्से के रूप में भारत में स्थित एक नयीजति उन्नत गुरुत्वीय लहर (Gravitational Wave) वेधशाला है।
  - लीगो परियोजना तीन गुरुत्वीय लहर डिटिक्टरों को संचालित करती है।
  - दो वाशिंगटन राज्य (उत्तर-पश्चिमी संयुक्त राज्य अमेरिका) के हनफोर्ड में स्थित हैं और एक लुइसियाना (दक्षिण-पूर्वी संयुक्त राज्य अमेरिका) के लविगिस्टन में स्थित है।
- लीगो इंडिया प्रोजेक्ट, लीगो प्रयोगशाला (LIGO Laboratory) और लीगो इंडिया कंसोर्टियम (LIGO-India Consortium) में तीन प्रमुख संस्थानों (प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान, गांधीनगर; आईयूसीए, पुणे और राजा रमनना सेंटर फॉर एडवांस्ड टेक्नोलॉजी, इंदौर) के बीच एक अंतरराष्ट्रीय सहयोग है।

- इससे आकाशीय स्थानीयकरण (Localisation) में उल्लेखनीय सुधार होगा ।
- इससे वदियुत चुंबकीय दूरबीनों का उपयोग करके दूर के स्रोतों के अवलोकन की संभावना बढ़ जाती है जो बदले में हमें अधिक सटीक माप देगा क बि्रह्मांड कतिनी तेज़ी से वसितार कर रहा है ।

**स्रोत: इंडियन एक्सप्रेस**

PDF Refernece URL: <https://www.drishtias.com/hindi/printpdf/new-source-of-gravitational-waves-discovered>

