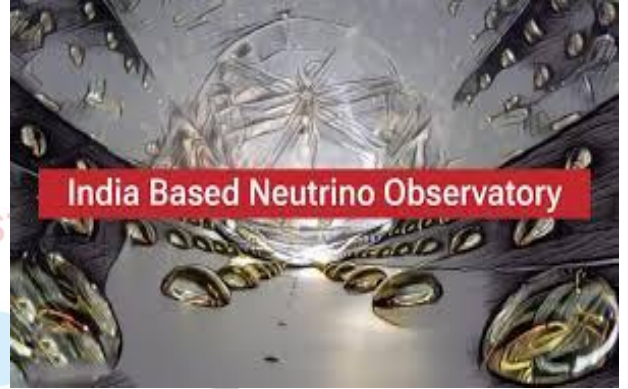


भारत का न्यूट्रिनो असफल प्रयास: वह INO जो नहीं बन सका और JUNO जो बन गया

समाचार में क्यों?

चीन ने हाल ही में जियांगमें अंडरग्राउंड न्यूट्रिनो ऑब्ज़र्वेटरी (JUNO) को सफलतापूर्वक पूरा किया और इसके पहले वैज्ञानिक परिणाम जारी किए, जबकि भारत का लंबे समय से योजना में रखा गया इंडिया-बेस्ड न्यूट्रिनो ऑब्ज़र्वेटरी (INO) अभी भी रुका हुआ है। यह विरोधाभास भारत के लिए न्यूट्रिनो भौतिकी के क्षेत्र में खोई हुई वैज्ञानिक अवसर को दर्शाता है।



पृष्ठभूमि

न्यूट्रिनो अत्यंत हल्के और दुर्लभ रूप से भौतिकी से परस्पर क्रिया करने वाले कण हैं, जो किसी भी पदार्थ से आसानी से गुजर जाते हैं। इनका अध्ययन करने के लिए वैज्ञानिक बड़े भूमिगत डिटेक्टर बनाते हैं जो इन दुर्लभ इंटरैक्शन को पकड़ सकें। INO (भारत) और JUNO (चीन) दोनों 2000-2010 के दशक में कल्पित किए गए थे।

इनका उद्देश्य न्यूट्रिनो ऑसिलेशन का अध्ययन करना और एक मूलभूत प्रश्न का समाधान करना था: तीन न्यूट्रिनो द्रव्यमानों का क्रम क्या है?

ऑसिलेशन के प्रमुख पैरामीटर, जिन्हें कोणों (θ_{12} , θ_{13} , θ_{23}) के रूप में व्यक्त किया जाता है, यह समझने में मदद करते हैं कि न्यूट्रिनो किस तरह फ्लेवर बदलते हैं। हालांकि पहले के प्रयोगों ने θ_{13} को सटीक रूप से माप लिया था, भारत और चीन ने बाकी कोणों को उच्च सटीकता से मापने की योजना बनाई थी ताकि द्रव्यमान क्रम की पहली सुलझाई जा सके। लेकिन राजनीतिक देरी और स्थानीय विरोध ने भारतीय परियोजना को रोक दिया, जबकि चीन ने तेजी से प्रगति जारी रखी।

भारत-आधारित न्यूट्रिनो ऑब्ज़र्वेटरी (INO) के बारे में

दृष्टि और वैज्ञानिक लक्ष्य

- तमिलनाडु के थेनी जिले में 50-किलोटन भूमिगत डिटेक्टर के रूप में प्रस्तावित।
- डिटेक्टर को घेरे पहाड़ी चट्टानों को प्राकृतिक विकिरण ढाल के रूप में प्रयोग किया जाना था।
- उद्देश्य:
 - न्यूट्रिनो ऑसिलेशन पैरामीटर को सटीक रूप से मापना
 - न्यूट्रिनो द्रव्यमान क्रम निर्धारित करना
 - भारत की वैश्विक कण भौतिकी में स्थिति को मजबूत करना

परियोजना क्यों रुकी

- पहाड़ी के भीतर बड़े पैमाने पर निर्माण से स्थानीय समुदायों में डर और आशंका पैदा हुई।
- परमाणु ऊर्जा विभाग (DAE) की भागीदारी ने संदेह बढ़ाया, हालांकि कोई परमाणु गतिविधि नहीं थी।

- राजनीतिक विरोध, पर्यावरणीय चिंताएं और प्रक्रियात्मक त्रुटियों ने सार्वजनिक धारणा को और खराब किया।
- INO सहयोग ने कम आकलन किया:
 - परियोजना की विवादास्पद प्रकृति
 - समुदाय के साथ संवाद और पारदर्शिता की आवश्यकता
 - स्थानीय राजनीति की भूमिका

INO की वर्तमान स्थिति

- कई वर्षों से आधिकारिक तौर पर रुका हुआ।
- कोई निर्माण स्वीकृति या पर्यावरण मंजूरी नहीं।
- साइट विकास और अंतरराष्ट्रीय सहयोग कभी साकार नहीं हुए।
- भारत ने वैश्विक अनुदानों को खो दिया, जो प्रतिस्पर्धी परियोजनाओं जैसे JUNO को मिले।



जियांगमें अंडरग्राउंड न्यूट्रिनो ऑब्ज़र्वेटरी (JUNO), चीन के बारे में दृष्टि और वैज्ञानिक लक्ष्य

- गुआंगडोंग, चीन में स्थित, JUNO दुनिया के सबसे बड़े न्यूट्रिनो डिटेक्टर में से एक है।
- उद्देश्य:
 - न्यूट्रिनो द्रव्यमान क्रम निर्धारित करना
 - तीन-फ्लेवर ऑसिलेशन मॉडल का परीक्षण
 - स्टैंडर्ड मॉडल के परे नई भौतिकी की खोज

प्रगति और उपलब्धियां

- चीन ने मूल रूप से 2020 तक पूरा करने का लक्ष्य रखा था, लेकिन लगभग 2025 में पूरा किया।
- 18 नवंबर को पहले परिणाम दो प्रीप्रिंट पेपर्स में जारी किए। 9235313184, 9235440806
- एक पेपर ने डिटेक्टर की शानदार प्रारंभिक कार्यक्षमता दिखाई।
- दूसरे ने ऑसिलेशन पैरामीटर θ_{12} को उच्च सटीकता से मापा, जो वैश्विक निष्कर्षों के अनुरूप है।

अंतरराष्ट्रीय सहयोग

- JUNO में रूस, अमेरिका, ब्रिटेन, फ्रांस, जर्मनी, इटली, बेल्जियम, ब्राजील, ताइवान, पाकिस्तान और कई अन्य देशों के वैज्ञानिक शामिल हैं।
- उल्लेखनीय रूप से, कोई भारतीय वैज्ञानिक इस सहयोग का हिस्सा नहीं हैं, जबकि भारत का न्यूट्रिनो अनुसंधान में लंबा इतिहास है।

वर्तमान स्थिति

पूरी तरह से चालू: उच्च-गुणवत्ता वाले डेटा का उत्पादन।

जल्द ही अपेक्षित:

न्यूट्रिनो द्रव्यमान क्रम का समाधान
न्यूट्रिनो व्यवहार में नई अंतर्दृष्टि प्रदान करना
संभावित रूप से नई भौतिकी को उजागर करना

UPSC प्रीलिम्स अभ्यास प्रश्न

प्रश्न 1: न्यूट्रिनो ऑब्जर्वेटरीज़ के संदर्भ में, निम्नलिखित कथनों पर विचार करें:

1. INO और JUNO दोनों को न्यूट्रिनो दोलन (oscillations) और न्यूट्रिनो द्रव्यमान क्रम (mass ordering) का अध्ययन करने के लिए डिज़ाइन किया गया था।
2. INO ने अपने डिटेक्टर के लिए प्राकृतिक पहाड़ को विकिरण कवच (radiation shield) के रूप में उपयोग करने की योजना बनाई थी।
3. JUNO ने अपने प्रारंभिक वैज्ञानिक परिणाम पहले ही प्रकाशित कर दिए हैं।

उपरोक्त में से कौन सा/कौन से कथन सही हैं?

- (a) केवल 1
(b) 1 और 2
(c) 2 और 3
(d) 1, 2 और 3

सही उत्तर: (d)

प्रश्न 2: इंडिया-बेस्ड न्यूट्रिनो ऑब्जर्वेटरी (INO) किस क्षेत्र में प्रस्तावित की गई थी?

- (a) नीलगिरी पर्वत, तमिलनाडु
(b) थेनी जिला, तमिलनाडु
(c) अरावली पर्वत, राजस्थान
(d) अनंतगिरी हिल्स, तेलंगाना

सही उत्तर: (b)



प्रश्न 3: हाल ही में खबरों में चर्चा में रहे पैरामीटर θ_{12} (थीटा 1-2) का संबंध किससे है?

- (a) डार्क मैटर अंतःक्रियाओं से
(b) क्वार्क-ग्लूऑन प्लाज़्मा तापमान से
(c) न्यूट्रिनो दोलन माप से
(d) सौर चुंबकीय क्षेत्र में परिवर्तन से

सही उत्तर: (c)

प्रश्न 4: INO और JUNO के बीच निम्नलिखित भिन्नताओं पर विचार करें:

1. INO में पहाड़ के अंदर बड़े पैमाने पर भूमिगत निर्माण शामिल था; JUNO कोई भूमिगत संरचना नहीं इस्तेमाल करता।
2. JUNO एक बड़े अंतराष्ट्रीय सहयोग का हिस्सा है; INO में अंतराष्ट्रीय भागीदारी सीमित थी।

3. INO को न्यूट्रिनो द्रव्यमान क्रम मापने के लिए θ_{13} के पूर्व ज्ञान का उपयोग करने की योजना थी। उपरोक्त में से कौन सा/कौन से कथन सही हैं?

- (a) 1 और 2
- (b) 2 और 3
- (c) केवल 3
- (d) 1, 2 और 3

सही उत्तर: (b)

(कथन 1 गलत है क्योंकि JUNO भी भूमिगत बनाया गया है।)



प्रश्न 5: भारतीय संदर्भ में निम्नलिखित में से कौन-कौन “बिग साइंस” परियोजनाओं में शामिल हैं?

- 1. बड़े ग्राउंड-आधारित खगोलीय दूरबीनें
- 2. पारिस्थितिकी अनुसंधान के लिए संरक्षित क्षेत्र और राष्ट्रीय उद्यान
- 3. कण भौतिकी प्रयोग जिनके लिए गहरे भूमिगत डिटेक्टर आवश्यक हैं

नीचे दिए गए कोड का उपयोग करके सही उत्तर चुनें:

- (a) केवल 1
- (b) 1 और 3
- (c) 1 और 2
- (d) 1, 2 और 3

सही उत्तर: (d)

प्रश्न 6: INO परियोजना के स्थानीय विरोध का मुख्य कारण क्या था?

- (a) परमाणु अपशिष्ट संग्रहण का भय
- (b) परमाणु ऊर्जा विभाग (DAE) की भागीदारी से भ्रम
- (c) पहाड़ में रेडियोधर्मी चट्टानों की उपस्थिति
- (d) क्षेत्र की भौगोलिक अस्थिरता

सही उत्तर: (b)

