# फ्यूजन एनर्जी ब्रेकथ्रू

## प्रलिम्सि के लयि:

नाभकिीय संलयन, नाभकिीय संलयन और नाभकिीय वखिंडन के बीच अंतर।

## मेन्स के लयि:

नाभकिीय संलयन के फायदे।

## चर्चा में क्यों?

हाल ही में अमेरकिा के लॉरेंस लवरिमोर फैसलिटी में कुछ वैज्ञानकिों ने **नाभकिीय संलयन अभकि्रयिा से ऊर्जा में शुद्ध लाभ हासलि कयिा है** , जसि एक बड़ी सफलता के रूप में देखा जाता है।

- **चीन का कृत्रमि सूर्य**, जसि उन्नत नाभकिीय संलयन प्रयोगात्मक अनुसंधान उपकरण ( Experimental Advanced Superconducting Tokamak- EAST) कहा जाता है, सूर्य पर  होने वाले नाभकिीय संलयन के सामान कार्य करता है।

## प्रयोग (Experiment):

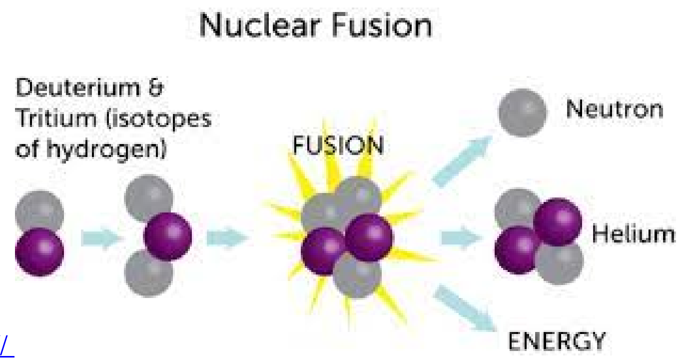
- प्रयोग ने हाइड्रोजन की अतसिूक्ष्म मात्रा को काली मरि्च के आकार के कैप्सूल में बदलने का प्रयास कयिा, जसिके लयि वैज्ञानकिों ने एक **शक्तशिाली 192-बीम लेज़र का उपयोग कयिा जो 100 मलियिन डग्रिी सेल्सयिस ऊष्मा उत्पन्न कर सकता था।**
- **इसे 'जड़त्वीय संलयन' भी कहते हैं।**
    - कुछ अन्य स्थानों पर **दक्षणिी फ्राँस में इंटरनेशनल थर्मोन्यूक्लयिर एक्सपेरमिेंटल रएिक्टर (ITER)** नामक अंतर्राष्ट्रीय सहयोगी परयिोजना सहति, जसिमें भारत एक भागीदार है, बहुत मज़बूत चुंबकीय क्षेत्रों का उपयोग उसी उद्देश्य के लयि कयिा जाता है।
- लेजर बीम सूर्य के केंद्र से अधकि गर्म था और हाइड्रोजन ईंधन को पृथ्वी के वायुमंडल के 100 अरब गुना से अधकि तक संपीड़ति करने में मदद कर सकता था।
- इन बलों के दबाव में कैप्सूल अपने आप में वस्फिोट करना शुरू कर देता है और हाइड्रोजन नाभकिीय संलयन एवं ऊर्जा उत्सर्जन के लयि अग्रणी होता है।

## भवषि्य की संभावना:

- संलयन प्रक्रयिा में वशिेषज्ञता हासलि करने का प्रयास कम से कम वर्ष 1950 के दशक से चल रहा है लेकनि यह अवश्विसनीय रूप से कठनि है और अभी भी एक प्रायोगकि चरण में है।
- वर्तमान में वश्वि भर में उपयोग की जाने वाली नाभकिीय ऊर्जा वखिंडन प्रक्रयिा से आती है।
- अधकि ऊर्जा उत्पादन के अलावा, संलयन ऊर्जा का कार्बन मुक्त स्रोत भी है और इसमें नगण्य वकिरिण ज़ोखमि हैं।
- हालाँकि उपलब्धि महत्त्वपूर्ण है, लेकनि यह संलयन प्रक्रयिाओं से वद्युित उत्पादन के लक्ष्य को वास्तवकिता के करीब लाने के लयि बहुत कम है।
- सभी अनुमानों से व्यावसायकि स्तर पर वद्युित उत्पादन करने के लयि संलयन प्रक्रयिा का उपयोग अभी भी दो से तीन दशक दूर है।
- US प्रयोग में उपयोग की जाने वाली तकनीक को तैनात होने में और भी अधकि समय लग सकता है।

## संलयन:

- संलयन एक परमाणु के नाभकि में स्थति वशिाल ऊर्जा का दोहन करने का एक अलग लेकनि अधकि शक्तशिाली तरीका है।
- संलयन में दो हल्के तत्त्वों के नाभकि आपस में जुड़कर एक भारी परमाणु नाभकि का नरि्माण करते हैं।
- इन दोनों प्रक्रयिाओं में बड़ी मात्रा में ऊर्जा मुक्त होती है, लेकनि वखिंडन की तुलना में संलयन में काफी अधकि होती है।
    - यह वह प्रक्रयिा है जो सूर्य और अन्य सभी तारों को चमक प्रदान करती है तथा ऊर्जा का वकिरिण करती है।




//

## नाभकिीय संलयन के लाभ

- **प्रचुर मात्रा में ऊर्जा:**
  - नयिंत्रति तरीके से परमाणुओं को एक साथ मलिाने से कोयले, तेल या गैस के जलने जैसी रासायनकि प्रतकि्रयिा की तुलना में लगभग **चार मलियिन गुना अधकि ऊर्जा** और नाभकिीय वखिंडन प्रतकि्रयिाओं (समान द्रव्यमान पर) की तुलना में **चार गुना अधकि ऊर्जा उत्सर्जति होती है।**
  - संलयन की क्रयिा में शहरों और उद्योगों को बजिली प्रदान करने हेतु आवश्यक बेसलोड ऊर्जा प्रदान करने की क्षमता है।
- **स्थरिता:**
  - संलयन आधारति **ईंधन व्यापक रूप से उपलब्ध हैं और अक्षय है।** ड्यूटेरयिम को सभी प्रकार के जल से डसि्टलि्ड कयिा जा सकता है, जबकि संलयन प्रतकि्रयिा के दौरान ट्रटियिम का उत्पादन कयिा जाएगा क्योंकि न्यूट्रॉन लथियिम के साथ फ्यूज़न करते हैं।
- **$CO_2$ का उत्सर्जन नहीं:**
  - संलयन की क्रयिा से वातावरण में **कार्बन डाइऑक्साइड या अन्य ग्रीनहाउस गैसों जैसे हानकिारक वषिाक्त पदार्थों का उत्सर्जन नहीं होता है।** इसका प्रमुख सह- उत्पाद हीलयिम है जो कि एक अक्रयि और गैर-वषिाक्त गैस है।
- **लंबे समय तक रहने वाले रेडयिोधर्मी कचरे से बचाव:**
  - नाभकिीय संलयन रएिक्टर उच्च गतविधिवि लंबे समय तक रहने वाले नाभकिीय अपशष्टि का उत्पादन नहीं करते हैं।
- **प्रसार का सीमति जोखमि:**
  - संलयन में यूरेनयिम और प्लूटोनयिम जैसे वखिंडनीय पदार्थ उत्पन्न नहीं होते हैं (रेडयिोधर्मी ट्रटियिम न तो वखिंडनीय है और न ही वखिंडनीय सामग्री है)।
- **पघिलने का कोई खतरा नहीं:**
  - **संलयन के लयि आवश्यक सटीक स्थतियिों तक पहुँचना और उन्हें बनाए रखना** काफी मुश्कलि है तथा यदि संलयन की प्रक्रयिा में कोई गड़बड़ी होती है, तो प्लाज़्मा कुछ ही सेकंड के भीतर ठंडा हो जाता है और प्रतकि्रयिा बंद हो जाती है।

## नाभकिीय संलयन बनाम नाभकिीय वखिंडन

| | **नाभकिीय वखिंडन** | **नाभकिीय संलयन** |
|---|---|---|
| **परभिाषा** | वखिंडन का आशय एक बड़े परमाणु का दो या दो से अधकि छोटे परमाणुओं में वभिाजन से है। | नाभकिीय संलयन का आशय दो हल्के परमाणुओं के संयोजन से एक भारी परमाणु नाभकि के नर्िमाण की प्रकयिा से है। |
| **घटना** | वखिंडन प्रकयिा सामान्य रूप से प्रकृति में घटति नहीं होती है। | प्रायः सूर्य जैसे तारों में संलयन प्रक्रयिा घटति होती है। |
| **ऊर्जा आवश्यकता** | वखिंडन प्रकयिा में दो परमाणुओं को वभिाजति करने में बहुत कम ऊर्जा लगती है। | दो या दो से अधकि प्रोटॉन को एक साथ लाने के लयि अत्यधकि उच्च ऊर्जा की आवश्यकता होती है। |
| **प्राप्त ऊर्जा** | वखिंडन द्वारा जारी ऊर्जा रासायनकि प्रतकि्रयिाओं में जारी ऊर्जा की तुलना में एक लाख गुना अधकि होती है, हालाँकि यह नाभकिीय संलयन द्वारा जारी ऊर्जा से कम होती है। | संलयन से प्राप्त ऊर्जा वखिंडन से नकिलने वाली ऊर्जा से तीन से चार गुना अधकि होती है। |
| **ऊर्जा उत्पादन** | वखिंडन प्रकयिा का उपयोग परमाणु ऊर्जा संयंत्रों में कयिा जाता है। | यह ऊर्जा उत्पादन के लयि एक प्रायोगकि तकनीक है। |

## UPSC सवििलि सेवा परीक्षा, वगित वर्ष के प्रश्न

**??????????**

**प्रश्न. नाभकिीय रएिक्टर में भारी जल का कार्य होता है:(2011)**

(a) न्यूट्रॉन की गति को धीमा करना।
(b) न्यूट्रॉन की गति बढ़ाना ।
(c) रिएक्टर को ठंडा करना ।
(d) परमाणु अभिक्रिया को रोकना।

**उत्तर: (a)**

- **भारी जल (D2O)**, **जिसे ड्यूटेरियम ऑक्साइड भी कहा जाता है,** ड्यूटेरियम (हाइड्रोजन समस्थानिक) से बना जल होता है, **जिसका द्रव्यमान सामान्य जल (H2O) से दोगुना होता है।**
- भारी जल प्राकृतिक रूप से पाया जाता है, हालाँकि यह सामान्य पानी की तुलना में बहुत कम होता है।
- यह आमतौर पर परमाणु रिएक्टरों में न्यूट्रॉन मॉडरेटर के रूप में प्रयोग किया जाता है, यानी न्यूट्रॉन की गति को धीमा करने के लिये।

**अतः विकल्प (a) सही उत्तर है।**

---

## *?????*

**प्रश्न**. ऊर्जा की बढ़ती ज़रूरतों के परिप्रेक्ष्य में क्या भारत को अपने नाभिकीय ऊर्जा कार्यक्रम का विस्तार करना जारी रखना चाहिये? परमाणु ऊर्जा से संबंधित तथ्यों की विवेचना कीजिये। (**2018**)

[स्रोत: इंडियन एक्सप्रेस]

PDF Refernece URL: https://www.drishtiias.com/hindi/printpdf/fusion-energy-breakthrough