चीन का EAST रिएक्टर एवं नाभिकीय संलयन

प्रिलिम्स के लिये:

टोकामक, नाभिकीय संलयन, **नाभिकीय संलयन और नाभिकीय विखंडन के बीच अंतर।**

मेन्स के लिये:

नाभिकीय संलयन के लाभ, नाभिकीय ऊर्जा के उपयोग में चुनौतियाँ

स्रोत: TH

चर्चा में क्यों?

चीन के प्रायोगिक उन्नत सुपरकंडक्टिंग टोकामक (EAST) नाभिकीय संलयन रिएक्टर द्वारा **1,066 सेकंड** के लिये **100 मिलियन डिग्री सेल्सियस** पर प्लाज़्मा को बनाए रखकर नाभिकीय संलयन में एक नया मील का पत्थर स्थापित किया गया है।

- यह उपलब्धि भविष्य की ऊर्जा सुरक्षा के लिये **स्वच्छ एवं धारणीय संलयन ऊर्जा** की खोज को आगे बढ़ाने पर केंद्रित है।

टोकामक: टोकामक एक **प्रायोगिक उपकरण** है जिसे **नाभिकीय संलयन के माध्यम से ऊर्जा उत्पन्न करने** के लिये डिज़ाइन किया गया है।

- टोकामक के अंदर, नाभिकों के संलयन से उत्पन्न ऊष्मा को संबंधित वेसल की दीवारों द्वारा अवशोषित कर लिया जाता है।
- पारंपरिक विद्युत संयंत्रों के समान, **इस ऊष्मा का उपयोग भाप उत्पन्न करने** के लिये किया जाता है, जिससे विद्युत उत्पन्न करने के क्रम में **टरबाइनों और जनरेटरों** को चलाया जाता है।

प्रायोगिक उन्नत सुपरकंडक्टिंग टोकामक (EAST) क्या है?

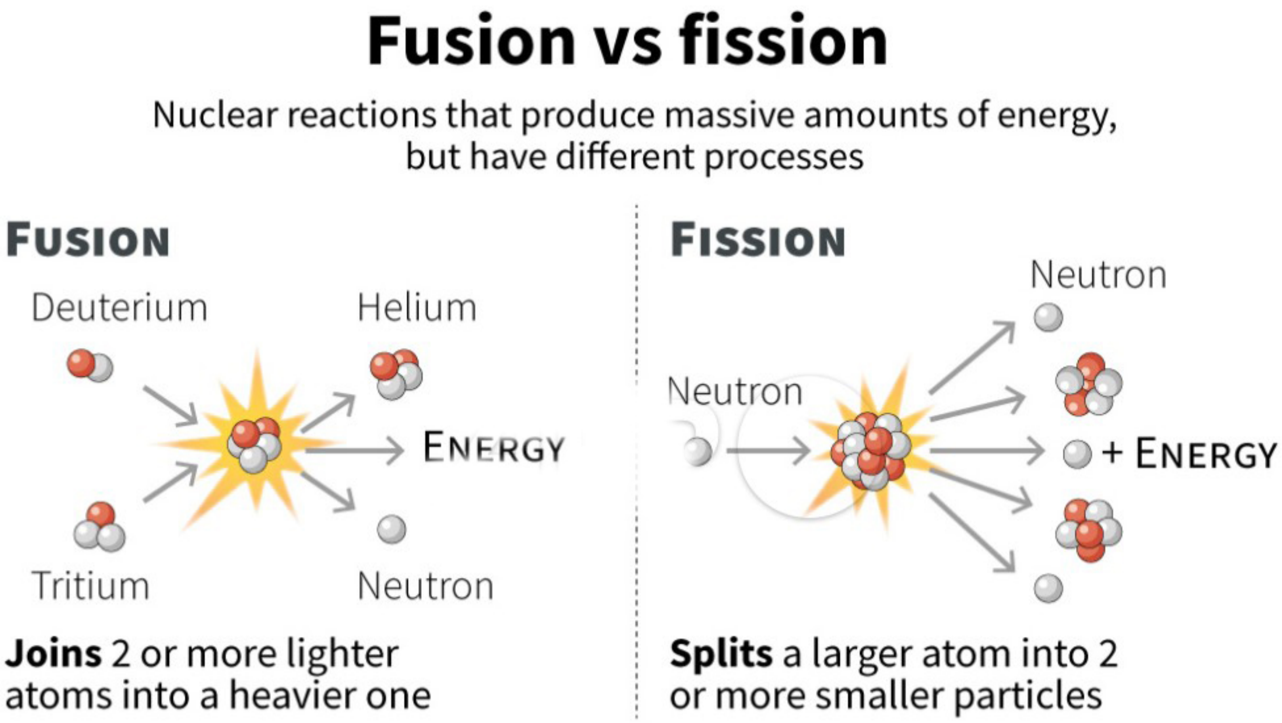
- **परिचय:**
  - EAST एक **उन्नत नाभिकीय संलयन अनुसंधान उपकरण** है जो चीन के हेफेई में **प्लाज़्मा भौतिकी संस्थान, चीन की विज्ञान अकादमी (ASIPP)** में स्थित है।
  - **इसे वर्ष 2006** में शुरू किया गया।
- **उद्देश्य:**
  - इसका उद्देश्य सूर्य को ऊर्जा प्रदान करने वाली **नाभिकीय संलयन प्रक्रिया** का अनुसरण करना है **जिससे धारणीय ऊर्जा** के विकास में योगदान (बिना किसी **हानिकारक रेडियोधर्मी अपशिष्ट के**) मिल सके।
  - यह **अंतर्राष्ट्रीय थर्मोन्यूक्लियर प्रायोगिक रिएक्टर (ITER) पहल** का एक हिस्सा है, जो **वर्ष 2035** तक शुरू होने पर **विश्व का सबसे बड़ा संलयन रिएक्टर** होगा।
    - **फ्राँस** में स्थित और **वर्ष 1985** में स्थापित ITER, **35 देशों** का एक सहयोगात्मक प्रयास है। इसका उद्देश्य **बड़े पैमाने पर कार्बन मुक्त ऊर्जा स्रोत** के रूप में संलयन की व्यवहार्यता को प्रदर्शित करने के क्रम में **विश्व का सबसे बड़ा टोकामक** बनाना है।
    - इसके सदस्यों में **चीन, यूरोपीय संघ, भारत, जापान, कोरिया, रूस और अमेरिका** शामिल हैं।
- **संचालन प्रणाली:**
  - **EAST नाभिकीय संलयन प्रक्रिया** पर आधारित है, जिसमें **ड्यूटेरियम और ट्रिटियम नाभिक (हाइड्रोजन के समस्थानिक) मिलकर हीलियम नाभिक** बनाते हैं, जिससे बड़ी मात्रा में ऊर्जा उत्सर्जित होती है।
  - हाइड्रोजन ईंधन को **150 मिलियन डिग्री सेल्सियस से अधिक तापमान तक गर्म करके गर्म प्लाज़्मा** (आयनित गैस) बनाया जाता

है।
    - एक **मज़बूत चुंबकीय क्षेत्र** से प्लाज़्मा में ऊष्मा का नुकसान रुकने के साथ संलयन अभिक्रियाएँ जारी रहती हैं।
- **उपलब्धियाँ और महत्त्व:**
    - EAST द्वारा प्रमुख उपलब्धियाँ हासिल की गई हैं, जैसे **60 सेकंड (वर्ष 2016)** और **100 सेकंड (वर्ष 2017) तक 50 मिलियन डिग्री सेल्सियस पर प्लाज़्मा को बनाए रखना, 403 सेकंड के लिये (वर्ष 2023) स्टडी-स्टेट हाई-कन्फाईन्मेंट प्लाज़्मा** प्राप्त करना।
    - इन सबके बावजूद, EAST द्वारा अभी तक **इग्निशन (सेल्फ-सस्टेनिंग फ्यूज़न) या विद्युत उत्पादन** की क्षमता हासिल नहीं की जा सकी है।
    - यह **ITER** के लिये एक **परीक्षण स्थल** के रूप में कार्य करता है, जो एक बहुराष्ट्रीय परियोजना है जिसमें **भारत और यूरोपीय संघ** भी शामिल हैं। इसका उद्देश्य **शुद्ध ऊर्जा लाभ प्राप्त करने में सक्षम टोकामक** विकसित करना है।

और पढ़ें: भारत के नाभिकीय भविष्य में निजी क्षेत्र की भूमिका

नाभिकीय अभिक्रियाएँ क्या हैं?

- **नाभिकीय अभिक्रियाएँ:** नाभिकीय अभिक्रिया **दो नाभिकीय कणों या दो नाभिकों** के बीच एक अंतःक्रिया है, जिसके परिणामस्वरूप मूल नाभिकों से भिन्न नए नाभिकों का निर्माण होता है।
- नाभिकीय अभिक्रियाएँ को **दो मुख्य प्रकारों में वर्गीकृत किया जा सकता है: नाभिकीय विखंडन** और नाभिकीय संलयन।
- **नाभिकीय विखंडन:** यह वह क्रिया है, जिसमें कोई भारी नाभिक दो या दो से अधिक छोटे भागों में विखंडित हो जाता है। इस क्रिया में अत्यधिक ऊर्जा का उत्सर्जन होता है।
    - यह **प्राकृतिक रूप से (रेडियोधर्मी क्षय) घटित हो सकता है** या **प्रयोगशाला में नाभिक पर न्यूट्रॉन** या अन्य कणों की बमबारी करके प्रेरित किया जा सकता है।
    - परिणामी छोटे भागों का **संयुक्त द्रव्यमान मूल** नाभिक से कम होता है, तथा अतिरिक्त द्रव्यमान ऊर्जा में परिवर्तित हो जाता है।
    - सभी वाणिज्यिक नाभिकीय रिएक्टर नाभिकीय विखंडन पर कार्य करते हैं।
- **नाभिकीय संलयन:** यह वह प्रक्रिया है जिसमें **दो हल्के नाभिक संयोजित होकर एक भारी नाभिक का निर्माण करते हैं, जिससे भारी मात्रा में ऊर्जा का उत्सर्जन होता है।**
    - यह प्रतिक्रिया **प्लाज़्मा अवस्था** (पदार्थ की उच्च तापमान एवं आवेशित अवस्था) में होती है।
    - **सूर्य और अन्य तारे संलयन** द्वारा संचालित होते हैं, तथा नाभिकों के बीच विद्युत प्रतिकर्षण पर काबू पाने के लिये लगभग **10 मिलियन डिग्री सेल्सियस तापमान** की आवश्यकता होती है।
    - **हाइड्रोजन बम** थर्मोन्यूक्लियर संलयन पर कार्य करता है, जिसमें **विखंडन बम (यूरेनियम/प्लूटोनियम आधारित)** प्रतिक्रिया को प्रारंभ करने के लिये प्रारंभिक ऊर्जा प्रदान करता है।



नाभकिीय संलयन अभक्रियिा प्राप्त करने के समक्ष क्या चुनौतयिाँ हैं?

- **अत्यधकि तापमान की आवश्यकताएँ**: संलयन अभक्रियिा को बनाए रखने के लयि सूर्य के केंद्र से अधकि तापमान (100 मलियिन डगि्री सेल्सयिस से अधकि) की आवश्यकता होती है।
- **चुंबकीय परिरोध:** ऊर्जा की हानि को न्यूनतम करने और प्रतक्रियिाओं को बनाए रखने के लयि, उच्च ऊर्जा प्लाज्मा को शक्तशिाली चुंबकीय क्षेत्रों का उपयोग करके स्थरि अवस्था में रखा जाना चाहयि, जैसा कि टोकामक रएिक्टरों में देखा जाता है।
- **ट्रटियिम की कमी**: ट्रटियिम सीमति मात्रा में उपलब्ध है और अधकिांशतः वशिष नाभकिीय वखिंडन प्रतक्रियिाओं से प्राप्त होता है, जसिसे दीर्घकालकि ईंधन आपूर्तिके बारे में प्रश्न उठते हैं, जबकि ड्यूटेरयिम समुद्री जल में आसानी से पाया जाता है।
  - ट्रटियिम के वर्तमान स्रोतों में **कनाडा, भारत और दक्षणि कोरयिा के भारी-जल रएिक्टर शामलि हैं,** लेकनि ITER की मांग वैश्वकि भंडार को समाप्त कर सकती है।
- **इग्नशिन माइलस्टोन**: एक आत्मनरि्भर संलयन प्रतक्रियिा, जहाँ **ऊर्जा आउटपुट ऊर्जा इनपुट से अधकि हो,** अभी भी एक प्रमुख लक्ष्य है जसि हासलि कयिा जाना है।
- **सतत् प्रतक्रियिाएँ:** वर्तमान में, **लंबे समय तक स्थरि प्लाज्मा स्थतिि बनाए रखना** एक बड़ी चुनौती बनी हुई है।

संलयन ऊर्जा के वैकल्पकि दृष्टकिोण: टोकामक्स के अलावा, शोधकर्त्ता अन्य संलयन वधियिों की खोज कर रहे हैं।

- **स्टेलरेटर्स**: यह एक जटलि कतिु आशाजनक **चुंबकीय परिरोधन वधि** प्रस्तुत करता है, जो टोकामक में पोलोइडल क्षेत्र (चुंबकीय क्षेत्र का एक प्रकार) की आवश्यकता को समाप्त कर देता है, यद्यपि इन्हें बनाना अधकि कठनि होता है।
- **लेजर इनर्शयिल फ्यूजन: इसमें ड्यूटेरयिम-ट्रटियिम पेलेट को** संपीड़ति करने के लयि **उच्च-शक्त वाले लेजर बीम** का उपयोग कयिा जाता है, जसिसे फ्यूजन शुरू हो जाता है। मुक्त ऊर्जा से टर्बाइन के संचालन हेतु भाप उत्पन्न की जा सकती है, जसिसे वद्यिुत् उत्पन्न होती है।

??????? ?????? ????????? ???????:
वैश्वकि डीकार्बोनाइजेशन लक्ष्यों को प्राप्त करने में नाभकिीय ऊर्जा की भूमकिा पर चर्चा कीजयि। स्वच्छ ऊर्जा स्रोत के रूप में नाभकिीय ऊर्जा से संबंधति प्रमुख लाभ और चुनौतयिाँ क्या हैं?

UPSC सविलि सेवा परीक्षा, वगित वर्ष प्रश्न

???????????:

प्रश्न. एक नाभकिीय रएिक्टर में भारी जल का क्या कार्य होता है? (2011)

(a) न्यूट्रॉन की गति को कम करना
(b) न्यूट्रॉन की गति को बढ़ाना
(c) रएिक्टर को ठंडा करना
(d) नाभकिीय क्रयिा को रोकना

उत्तर: (a)

??????:

प्रश्न. ऊर्जा की बढ़ती हुई ज़रूरतों के परपि्रेक्ष्य में क्या भारत को अपने नाभकिीय ऊर्जा कार्यक्रम का वस्तिार करना जारी रखना चाहयि? नाभकिीय ऊर्जा से संबंधति तथ्यों एवं भय की ववििचना कीजयि। **(2018)**

PDF Refernece URL: https://www.drishtiias.com/hindi/printpdf/china-s-east-reactor-and-nuclear-fusion