



## थोरयिम आधारति परमाणु ऊर्जा उत्पादन

### प्रलिस के लयि:

[थोरयिम, दबावयुक्त भारी जल ररिक्टर \(PHWR\), तीन-चरणीय परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम, भारत के सवचछ ऊर्जा लक्ष्य, आग्नेय चट्टानें, भारी खनजि रेत, प्लूटोनियम, गामा वकिरण, मोनाजाइट, भारी जल, फास्ट बरीडर ररिक्टर \(FBR\), थोरयिम-आधारति ररिक्टर](#) ।

### मेन्स के लयि:

भारत के परमाणु ऊर्जा उत्पादन में थोरयिम की आवश्यकता है ।

[स्रोत: बज़िनेस स्टैंडर्ड](#)

## चर्चा में क्यों?

भारत के सबसे बड़े वदियुत् उत्पादक, **राष्ट्रीय ताप वदियुत् नगिम (NTPC) लिमिटेड** ने **समृद्ध जीवन (ANEEL)** थोरयिम आधारति ईधन के लयि उन्नत परमाणु ऊर्जा के वकिस और तैनाती का पता लगाने के लयि अमेरिका स्थतिक्लीन कोर **थोरयिम एनर्जी (CCTE)** के साथ एक रणनीतिक समझौते पर हस्ताक्षर कयि हैं ।

- CCTE द्वारा वकिसति ANEEL [दबावयुक्त भारी जल ररिक्टरों \(PHWR\)](#) के लयि [थोरयिम आधारति ईधन](#) है ।
- परमाणु ऊर्जा वभिग (DAE) एक दीर्घकालिक रणनीतिक रूप में भारत के प्रचुर [थोरयिम](#) भंडार को अपने [त्रिस्तरीय परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम](#) में उपयोग करने की योजना बना रहा है ।

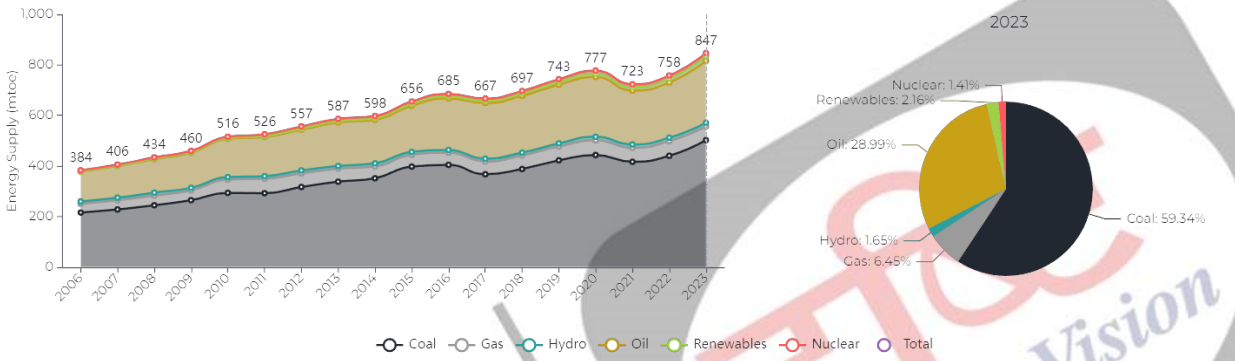
## समृद्ध जीवन के लयि उन्नत परमाणु ऊर्जा (ANEEL) क्या है?

- **परचिय:** ANEEL एक पेटेंट प्राप्त परमाणु ईधन है जो **थोरयिम** और **उच्च परख नमिन समृद्ध यूरेनियम (HALEU)** का मशिरण है ।
  - इस ईधन का नाम भारत के अग्रणी परमाणु वैज्जानिकों में से एक **डॉ. अनलि काकोडकर** के सम्मान में रखा गया है ।
  - HALEU **5% से 20% तक संवर्धति यूरेनियम** है, जो कई उन्नत परमाणु ररिक्टर डजिाइनों के लयि आवश्यक है ।
    - वर्तमान में इसका उत्पादन केवल **रूस और चीन** में ही कयि जाता है, तथा अमेरिका में इसका उत्पादन सीमित है ।
- **PHWR के साथ अनुकूलता:** ANEEL ईधन का उपयोग **मौजूदा PHWR** में कयि जा सकता है, जो भारत के परमाणु ऊर्जा का स्रोत हैं ।
  - वर्तमान में भारत में **22 ररिक्टर** कार्यरत हैं, जिनकी स्थापति क्षमता **6780 मेगावाट** है । इनमें से **18 ररिक्टर PHWR** और **4 भारी जल ररिक्टर (LWR)** हैं ।
  - भारत **10 और PHWR का नरिमाण** कर रहा है, जिनमें से प्रत्येक की क्षमता **700 मेगावाट** होगी ।
- **थोरयिम परनियोजन में आसानी:** आयातति HALEU का उपयोग करते हुए, ANEEL थोरयिम परनियोजन के लयि एक सरल और तेज़ वकिलूप प्रदान करता है ।
  - **यूरेनियम-233** के उत्पादन की भारत की पारंपरिक वधि शिरम-केंद्रति है और इसमें यूरेनियम या प्लूटोनियम ररिक्टरों के चारों ओर थोरयिम का उपयोग शामिल है ।
- **लाभ:**
  - **दक्षता:** ANEEL ईधन की बर्न-अप दक्षता **60,000 मेगावाट-दनि प्रतटिन** है, जबकि पारंपरिक प्राकृतिक यूरेनियम के लयि यह **7,000 मेगावाट-दनि प्रतटिन** है ।
    - एक सामान्य **220 मेगावाट PHWR** में ईधन बंडलों के आवश्यक जीवनकाल को 1,75,000 से घटाकर 22,000 करने से, ANEEL ईधन अपशषिट की मात्रा और परचिलन व्यय को काफी हद तक कम कर देता है ।
  - **अप्रसार:** थोरयिम और व्ययति ANEEL ईधन **गैर-हथयिारीकरण** योग्य है, जिससे वदिशी यूरेनियम आपूर्तिकरिताओं और ररिक्टर ऑपरेटरों के लयि प्रसार संबंधी चतिाएँ कम हो जाती हैं ।
  - **आर्थिक और पर्यावरणीय प्रभाव:** ANEEL ईधन अपनी उच्च दक्षता और लंबे समय तक चलने वाले ईधन बंडलों के कारण ररिक्टरों की **परचिलन लागत को कम** करता है ।

- यह भारत के स्वच्छ ऊर्जा लक्ष्यों और परमाणु क्षमता को तीन गुना करने की वैश्विक प्रतिबद्धता के अनुरूप है, जैसा कि दुबई, संयुक्त अरब अमीरात में COP28 के दौरान उजागर किया गया था।
- वैश्विक सहयोग: जब से कनाडाई परमाणु प्रयोगशालाओं और CTE ने ANEEL ईंधन विकास और लाइसेंसिंग को बढ़ावा देने के लिये समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किये हैं, तब से ANEEL में HALEU-थोरियम मशीन ने विश्व का ध्यान आकर्षित किया है।

## थोरियम:

- **परिचय:** थोरियम चांदी जैसा, एक रेडियोधर्मी धातु है। यह आमतौर पर आग्नेय चट्टानों और हैवी मनिरल सैंड में पाया जाता है।
- **प्रचुरता:** पृथ्वी की सतह पर थोरियम, यूरेनियम की तुलना में तीन गुना अधिक प्रचुर मात्रा में पाया जाता है, थोरियम की औसत सांद्रता 10.5 भाग प्रति मिलियन (PPM) है, जबकि यूरेनियम की लगभग 3 PPM है।
- **फ़िज़िनेबल (Fissionable) परंतु फ़िज़ाइल (Fissile) नहीं:** थोरियम का एकमात्र प्राकृतिक रूप से पाया जाने वाला समस्थानिक थोरियम-232 है, जो फ़िज़िनेबल (वखिंडन हो सकता है) परंतु फ़िज़ाइल नहीं है (बाह्य न्यूट्रॉन के बिना शृंखला अभिक्रिया को जारी नहीं रख सकता)।
  - थोरियम-232 को वखिंडन के लिये उच्च ऊर्जा वाले न्यूट्रॉन की आवश्यकता होती है।



//

## थोरियम आधारित परमाणु रिएक्टर क्या है?

- **थोरियम आधारित परमाणु रिएक्टर:** इसमें यूरेनियम-235 या प्लूटोनियम-239 के स्थान पर प्राथमिक ईंधन के रूप में थोरियम-232 का उपयोग किया जाता है।
  - थोरियम फ़िज़ाइल पदार्थ नहीं है, बल्कि फ़र्टाइल (Fertile) पदार्थ है, जिसका अर्थ है कि इसे परमाणु ईंधन के रूप में उपयोग करने के लिये यूरेनियम-235 या प्लूटोनियम-239 के साथ युग्मन करना आवश्यक है।
  - नाभिकीय अभिक्रिया को आरंभ करने और बनाए रखने के लिये थोरियम का उपयोग वखिंडनीय पदार्थ जैसे 233U, 235U या 239Pu के साथ किया जाना आवश्यक है।
- **ईंधन चक्र की रणनीतियाँ:**
  - नमिन संवर्द्धित यूरेनियम (LEU) के साथ थोरियम: LEU में 19.75% का 235U संवर्द्धन होता है, इसे थोरियम के साथ मिलाकर थोरियम-LEU मशीरति ऑक्साइड (M.O.X.) ईंधन बनाया जाता है।
  - प्लूटोनियम (Pu) के साथ थोरियम: यह वन्यास प्लूटोनियम को बाह्य वखिंडनीय भण्डार के रूप में उपयोग करता है।
- **लाभ:**
  - परमाणु अपशिष्ट में कमी: थोरियम आधारित रिएक्टर यूरेनियम-प्लूटोनियम ईंधन चक्रों की तुलना में काफी कम दीर्घकालिक लघु एक्टिनाइड्स (आयनीकरण विकिरण उत्सर्जित करने वाले तत्व) उत्पन्न करते हैं।
  - सुरक्षा: वय ईंधन में 232U की उपस्थिति कठोर गामा विकिरण उत्पन्न करती है, जो शस्त्रीकरण को रोकती है।
  - पुनर्चक्रण क्षमता: 233U में कम गैर-वखिंडनीय अवशोषण, बहु पुनर्चक्रण चक्रों की सुविधा प्रदान करता है, जिससे ईंधन दक्षता में सुधार होता है।
  - उन्नत ईंधन उपयोग: थोरियम जल-शीतलित या वगिलित-लवण रिएक्टरों में खपत की तुलना में अधिक वखिंडनीय यूरेनियम-233 उत्पन्न कर सकता है, जिससे ईंधन का कुशल उपयोग सुनिश्चित होता है।
- **चुनौतियाँ:**
  - नषिकर्षण लागत: थोरियम नषिकर्षण महंगा होता है, क्योंकि यह दुर्लभ मृदा की मांग से प्रेरित मोनेज़ाईट खनन का उप-उत्पाद है, जिससे समर्पित खनन गैर-लाभकारी हो जाता है।
  - वखिंडनीय चालकों पर निर्भरता: थोरियम एक उपजाऊ खनजि है। इसे शृंखला अभिक्रिया आरंभ करने और बनाए रखने के



**प्रश्न:** भारत की ऊर्जा रणनीति में थोरियम आधारित परमाणु रिएक्टरों के महत्त्व पर चर्चा कीजिये। 3-चरणीय परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम इस उद्देश्य के साथ किस प्रकार संरेखित है?

## UPSC सविलि सेवा परीक्षा, वगित वर्ष के प्रश्न

**??????:**

**प्रश्न.** भारत में, क्यों कुछ परमाणु रिएक्टर "आई. ए. ई. ए. सुरक्षा उपायों" के अधीन रखे जाते हैं जबकि अन्य इस सुरक्षा के अधीन नहीं रखे जाते? (2020)

- (a) कुछ यूरेनियम का प्रयोग करते हैं और अन्य थोरियम का
- (b) कुछ आयातित यूरेनियम का प्रयोग करते हैं और अन्य घरेलू आपूर्ति का
- (c) कुछ वदेशी उद्यमों द्वारा संचालित होते हैं और अन्य घरेलू उद्यमों द्वारा
- (d) कुछ सरकारी स्वामित्व वाले होते हैं और अन्य नजीी स्वामित्व वाले

**उत्तर: (b)**

**प्रश्न.** भारत के संदर्भ में 'अंतरराष्ट्रीय परमाणु ऊर्जा एजेंसी (आई. ए. ई. ए.)' के 'अतिरिक्त नयाचार (एडीशनल प्रोटोकॉल)' का अनुसमर्थन करने का नहितार्थ क्या है? (2018)

- (a) असैनिक परमाणु रिएक्टर आई. ए. ई. ए. के रक्षोपायों के अधीन आ जाते हैं।
- (b) सैनिक परमाणु अधिष्ठान आई. ए. ई. ए. के नरीक्षण के अधीन आ जाते हैं।
- (c) देश के पास नाभिकीय पूरतकिर्रता समूह (एन. एस. जी.) से यूरेनियम क्रय का वशिषाधिकार हो जाएगा।
- (d) देश स्वतः एन. एस. जी. का सदस्य बन जाता है।

**उत्तर: (a)**

**??????:**

**प्रश्न.** ऊर्जा की बढ़ती जरूरतों के परिप्रेक्ष्य में क्या भारत को अपने नाभिकीय ऊर्जा कार्यक्रम का वसितार करना जारी रखना चाहिये? परमाणु ऊर्जा से जुड़े तथ्यों एवं भयों की वविचना कीजिये। (2018)