डीकार्बोनाइज़ेशन के लिये छोटे मॉड्यूलर रिएक्टर

प्रिलिम्स के लिये:

नाभिकीय-कार्बन विद्युत संसाधन, डीकार्बोनाइज़ेशन, अंतर्राष्ट्रीय ऊर्जा एजेंसी, दुर्लभ मृदा तत्त्व, अंतर्राष्ट्रीय परमाणु ऊर्जा एजेंसी, परमाणु ऊर्जा अधिनियम, 1962

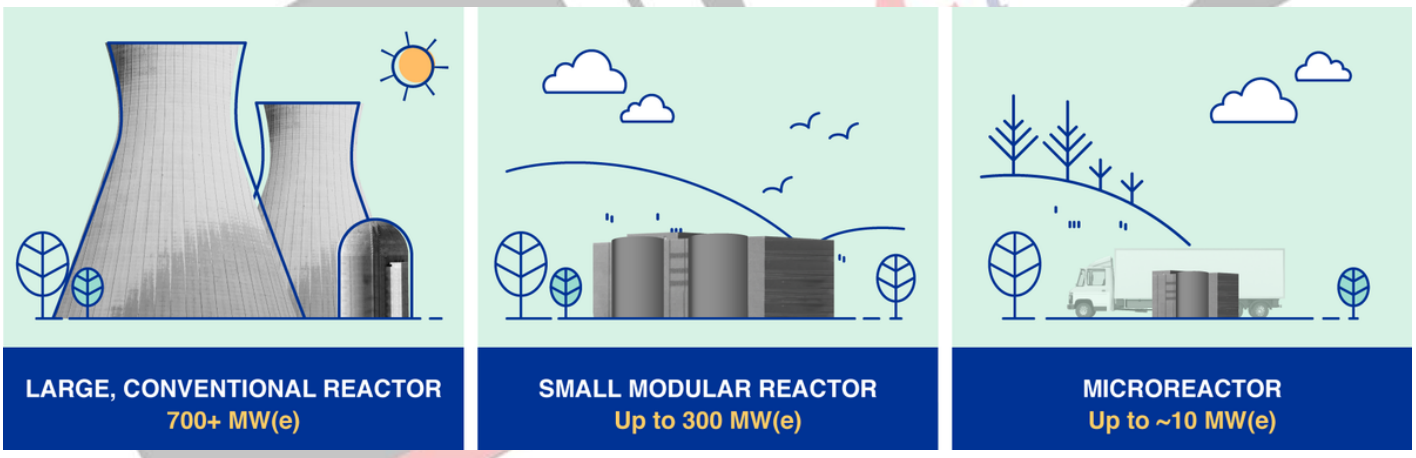
मेन्स के लिये:

डीकार्बोनाइज़ेशन के लिये छोटे मॉड्यूलर रिएक्टर

चर्चा में क्यों?

सौर और पवन ऊर्जा में वृद्धि के बावजूद कोयले की खपत में वृद्धि **गहन डीकार्बोनाइज़ेशन** सुनिश्चित करने के लिये **छोटे मॉड्यूलर रिएक्टर** जैसे निम्न कार्बन विद्युत संसाधनों की आवश्यकता को रेखांकित करती है।

- **समय और लागत में वृद्धि** पारंपरिक परमाणु ऊर्जा संयंत्रों से संबंधित एक समस्या रही है। इसके विकल्प के रूप में कई देश पारंपरिक परमाणु ऊर्जा संयंत्रों के पूरक के लिये **छोटे मॉड्यूलर रिएक्टर(अधिकतम 300 मेगावाट क्षमता वाले परमाणु रिएक्टर)** विकसित करने पर विचार कर रहे हैं।



//

डीकार्बोनाइज़ेशन:

- **परिचय:**
  - डीकार्बोनाइज़ेशन से आशय मानव गतिविधियों, विशेष रूप से कोयला, **तेल और प्राकृतिक गैस जैसे जीवाश्म ईंधन के जलने** से **कार्बन डाइऑक्साइड उत्सर्जन** को कम करने की प्रक्रिया से है।
- **आवश्यकता:**

- डीकार्बोनाइज़ेशन का वैश्विक प्रयास **संयुक्त राष्ट्र सतत् विकास लक्ष्य 7** के अनुरूप है, जो **सस्ती और धारणीय ऊर्जा** तक पहुँच पर बल देता है।
- हालाँकि **विश्व के ऊर्जा आपूर्ति का 82% हिस्सा जीवाश्म ईंधन पर पर निर्भर** करता है, यह देखते हुए विद्युत क्षेत्र में तत्काल डीकार्बोनाइज़ेशन काफी आवश्यक हो गया है।
- सौर और **पवन ऊर्जा** में वृद्धि के बावजूद यूरोप में कोयले की खपत में वृद्धि **गहन डीकार्बोनाइज़ेशन**, **ग्रिड स्थिरता** और **ऊर्जा सुरक्षा** सुनिश्चित करने के लिये **निम्न कार्बन विद्युत संसाधनों** की आवश्यकता को रेखांकित करती है।

- **डीकार्बोनाइज़ेशन की चुनौतियाँ:**
  - **स्वच्छ ऊर्जा संक्रमण चुनौतियाँ: कोयले से स्वच्छ ऊर्जा की ओर बदलाव** , वैश्विक स्तर पर एक जटिल चुनौती बनी हुई है। विभिन्न देश इस बात से सहमत हैं कि केवल सौर और पवन ऊर्जा पर निर्भर रहना सभी के लिये **विश्वसनीय एवं किफायती ऊर्जा** तक पहुँच के लिये पर्याप्त नहीं होगा।
    - नवीकरणीय ऊर्जा वाली डीकार्बोनाइज़्ड विद्युत् प्रणालियों में कम-से-कम एक **स्थिर विद्युत् स्रोत शामिल करने से ग्रिड/ढाँचे की विश्वसनीयता बढ़ती है** तथा व्यय भी कम होता है, जो संतुलित ऊर्जा मिश्रण में योगदान प्रदान करता है।
  - **महत्त्वपूर्ण खनिजों की मांग और जटिलताएँ:** अंतर्राष्ट्रीय ऊर्जा एजेंसी (IEA) **ने वर्ष 2030 तक लिथियम, निकल, कोबाल्ट एवं** दुर्लभ मृदा **तत्त्वों जैसे महत्त्वपूर्ण खनिजों की मांग में संभावित 3.5 गुना वृद्धि का अनुमान लगाया है, जो स्वच्छ ऊर्जा प्रौद्योगिकियों के लिये आवश्यक हैं।**
    - हालाँकि यह मांग **वृद्धि कई वैश्विक मुद्दों को उठाती है** , जिसमें नवीन खदानों और प्रसंस्करण सुविधाओं को विकसित करने के लिये बड़े पूंजी निवेश भी शामिल हैं।
  - **खनिज आपूर्ति शृंखला: चीन, इंडोनेशिया, अफ्रीका और दक्षिण अमेरिका जैसे देशों के तीव्र विकास, खनिज निष्कर्षण एवं प्रसंस्करण क्षमताओं ने पर्यावरणीय तथा सामाजिक भू-राजनीति में आपूर्ति जोखिम को प्रदर्शित किया है।**
    - इसके कारण सतत् स्वच्छ ऊर्जा की उन्नति के लिये इन चुनौतियों का समाधान करना महत्त्वपूर्ण हो जाता है।

स्मॉल मॉड्यूलर रिएक्टर (SMR):

- **परिचय:**
  - SMR **उन्नत परमाणु रिएक्टर** होते हैं जिनकी विद्युत क्षमता **300 मेगावाट (e) प्रति यूनिट** तक होती है, जो पारंपरिक **परमाणु ऊर्जा रिएक्टरों** की उत्पादन क्षमता का लगभग एक-तिहाई है।
  - SMR बड़ी मात्रा में न्यून कार्बन वाली विद्युत का उत्पादन कर सकते हैं, जो इस प्रकार है:
    - **स्मॉल**: भौतिक रूप से यह पारंपरिक परमाणु ऊर्जा रिएक्टर की तुलना में बहुत छोटे होते हैं।
    - **मॉड्यूलर:** सिस्टम और घटकों को फैक्ट्री में असेंबल करना और स्थापना के लिये एक इकाई के रूप में किसी स्थान पर ले जाना संभव बनाना।
    - **रिएक्टर:** ऊर्जा उत्पन्न करने हेतु ऊष्मा पैदा करने के लिये परमाणु विखंडन का उपयोग करना।
  - इनके डिज़ाइन में **उन्नत सुरक्षा सुविधाएँ** शामिल हैं, जो अनियंत्रित रेडियोधर्मी सामग्री के निकलने के जोखिम को कम करती हैं।
    - **SMR को 90% से अधिक क्षमता कारकों के साथ 40-60 वर्षों** तक संचालित करने के लिये डिज़ाइन किया गया है।

NUSCALE POWER MODULE™

NATURAL CIRCULATION OF REACTOR COOLANT FLOW

CONDUCTION

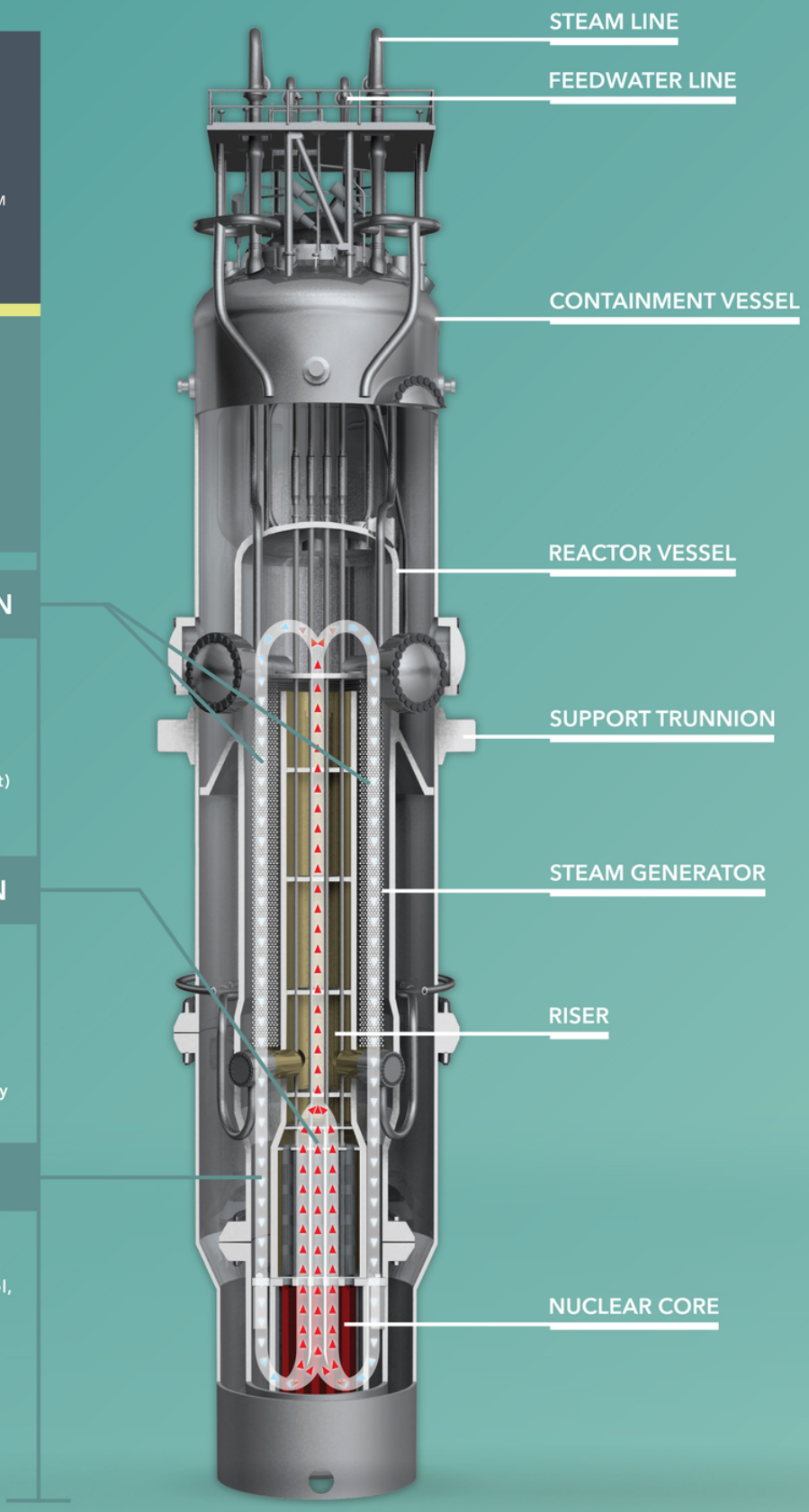
Heat is transferred from the primary coolant through the walls of the tubes in the steam generator, heating the water (secondary coolant) inside them to turn it to steam.

CONVECTION

Energy from nuclear reaction heats the primary reactor coolant causing it to rise by convection and natural buoyancy through the riser, much like a chimney effect.

GRAVITY

Colder (denser) primary coolant "falls" to bottom of reactor pressure vessel, cycle continues.



- **लाभ:**
  - **वशि्वसनीय नमि्न-कार्बन वदि्युत स्रोत:**
    - जैसा कि वर्ष **2050 तक** वदि्युत की मांग **80-150%** तक **बढ़ने** का अनुमान है, SMR एक वशि्वसनीय **24/7 कम कार्बन वदि्युत** स्रोत प्रदान कर सकता है जो आंतरायकि नवीकरण का पूरक है।
    - **ग्रडि की वशि्वसनीयता हासलि करने और डीकार्बोनाइज़्ड** बजिली प्रणालयिों में लागत को कम करने के लयि यह महत्त्वपूर्ण है।
  - **भूमि अधग्रिहण के लयि कम चुनौतयिाँ:**
    - SMR कम खर्च वाला परमाणु ईंधन उत्पन्न करते हैं और इन्हें मौजूदा ब्राउनफील्ड साइट्स पर सुरक्षति रूप से संचालति कयिा जा सकता है, जसिसे भूमि अधग्रिहण की चुनौतयिाँ कम हो जाती हैं।
    - SMR को डज़िाइन करना और नरि्माण करना भी आसान है तथा क्रमकि वनिरि्माण के माध्यम से लागत में कमी की संभावना है।
  - **महत्त्वपूर्ण खनजिों के वकिल्प:**
    - स्वच्छ ऊर्जा में परविर्तन के लयि **लथियिम-आयन बैटरी जैसी प्रौद्योगकियिों** हेतु महत्त्वपूर्ण खनजिों की आवश्यकता होती है, जो भू-राजनीतकि जोखमिों और पर्यावरणीय प्रभावों को लेकर चतिा पैदा करते हैं।
    - SMR एक वकिल्प प्रदान करते हैं क्योंकि उन्हें **कम-संवर्द्धति यूरेनयिम** की आवश्यकता होती है, जो महत्त्वपूर्ण खनजिों की तुलना में अधकि व्यापक रूप से वतिरति है।
  - **भारत की ऊर्जा रणनीति के साथ एकीकरण:**
    - भारत जसिका लक्ष्य वर्ष 2070 तक शुद्ध-शून्य उत्सर्जन हासलि करना है, के लयि SMR एक महत्त्वपूर्ण भूमकिा नभिा सकते हैं। चूँकि कोयला आधारति थर्मल पावर प्लांट और परविर्तनीय नवीकरणीय **ऊर्जा स्रोत ऊर्जा मशि्रण में महत्त्वपूर्ण योगदान देते** हैं, SMR ऊर्जा सुरक्षा तथा ग्रडि स्थरिता को बढ़ा सकते हैं।
      - **भारत का केंद्रीय वदि्युत प्राधकिरण (Central Electricity Authority) वदि्युत की मांग को पूरा करने में SMR को एक महत्त्वपूर्ण तत्त्व के रूप में देखता है, जबकि सार्वजनकि-नजिी भागीदारी सहति नजिी क्षेत्र में नविेश बढ़ाने के लयि महत्त्वपूर्ण है।**

डीकार्बोनाइज़ेशन के लयि कम कार्बन वाले वदि्युत संसाधनों को बढ़ावा देना:

- यदि **SMR को वदि्युत क्षेत्र को डीकार्बोनाइज़गि करने में सार्थक भूमकिा नभिानी है** तो नागरकि उड्डयन क्षेत्र की तुलना में एक कुशल नयिामक व्यवस्था (जसिमें अधकि कठोर सुरक्षा आवश्यक है) होना आवश्यक है।
- इस उद्देश्य को प्राप्त कयिा जा सकता है यदि परमाणु ऊर्जा स्वीकार करने वाले सभी देश **अपने संबंधति नयिामकों को आपस में और** अंतर्राष्ट्रीय परमाणु ऊर्जा एजेंसी **(International Atomic Energy Agency- IAEA) के साथ सहयोग करने का नरि्देश दें** ताकि वे अपनी नयिामक आवश्यकताओं को सुसंगत बना सकें तथा मानक, सार्वभौमकि डज़िाइन के आधार पर SMR के लयि वैधानकि अनुमोदन में तेज़ी ला सकें।
- SMR तैनाती को सुवधिाजनक बनाने के लयि भारत को नजिी क्षेत्र की भागीदारी की अनुमति देने के लयि परमाणु ऊर्जा अधनियिम (Atomic Energy Act), 1962 में संशोधन करने की आवश्यकता है।
- परमाणु ईंधन और अपशष्टि पर सरकारी नयिंत्रण बनाए रखते हुए एक स्वतंत्र नयिामक बोर्ड को पूरे परमाणु ऊर्जा चक्र की नगिरानी करनी चाहयि।
- **भारत-अमेरकिा '123 समझौता' (India-US '123 Agreement')** भारत को IAEA सुरक्षा उपायों के तहत SMR से उपयोग कयि गए ईंधन को पुन: संसाधति करने का **अवसर प्रदान करता है,** जो संसाधन स्थरिता में योगदान देगा।
  - यह भारत को IAEA के सुरक्षा उपायों के तहत SMR से उपयोग कयि गए ईंधन को पुन: संसाधति करने की सुवधिा स्थापति करने की भी अनुमति देता है।

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 परप्रिेक्ष्य 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)

स्रोत: द हिंदू

PDF Refernece URL: https://www.drishtiias.com/hindi/printpdf/small-modular-reactors-for-decarbonization