हरति हाइड्रोजन: भारत में अपनाने हेतु सक्षम उपाय संबंधी रोडमैप

प्रलिम्सि के लयि:

[2070 तक शुद्ध-शून्य उत्सर्जन](), [ग्लासगो में संयुक्त राष्ट्र जलवायु परविर्तन सम्मेलन (COP26)](), [ग्रे हाइड्रोजन](), [जीवाश्म ईंधन](), [राष्ट्रीय हरति हाइड्रोजन मशिन]()।

मेन्स के लयि:

हरति हाइड्रोजन: भारत में अपनाने के लयि सक्षम उपाय संबंधी रोडमैप, हरति हाइड्रोजन के लयि सरकारी नीतयिाँ और पहल।

[स्रोत: डाउन टू अरथ]()

चर्चा में क्यों?

हाल ही में वशि्व आर्थकि मंच ने बेन एंड कंपनी के साथ मलिकर एक रपिोर्ट जारी की है, जसिका शीर्षक है **हरति हाइड्रोजन: भारत में अपनाने के लयि सक्षम उपाय संबंधी रोडमैप,** इस बात पर प्रकाश डालता है कि हरति हाइड्रोजन उत्पादन लागत को 2 अमेरिकी डॉलर प्रतिकिलोग्राम से **कम या उसके बराबर करने की आवश्यकता** है।

रपिोर्ट की मुख्य बातें क्या हैं?

- **भारत में बढ़ने ऊर्जा की मांग:**
  - भारत वर्तमान में ऊर्जा ज़रूरतों के मामले में **वशि्व की तीसरी सबसे बड़ी अर्थव्यवस्था** है और देश की **ऊर्जा की मांग वर्ष 2030 तक 35% बढ़ने का अनुमान** है।
    - वर्ष 2022 में, भारत का ऊर्जा आयात बलि 185 बलियिन अमेरिकी डॉलर तक पहुँच गया, जो बढ़ने की संभावना है, अगर देश पारंपरकि तरीकों के माध्यम से अपनी बढ़ती ऊर्जा मांग को पूरा करना जारी रखता है।
    - वहीं, **भारत ने वर्ष 2021** में ग्लासगो में आयोजति [संयुक्त राष्ट्र जलवायु परविर्तन सम्मेलन (United Nations Climate Change Conference in Glasgow - COP26)]() में वर्ष [2070 तक शुद्ध-शून्य उत्सर्जन]() हासलि करने की प्रतबिद्धता जताई है।
- **हरति हाइड्रोजन की गंभीरता:**
  - **हरति हाइड्रोजन** भारत की ऊर्जा सुरक्षा ज़रूरतों को पूरा करने में मदद करने के लयि महत्त्वपूर्ण है, साथ ही शुद्ध शून्य की राह पर कठनि क्षेत्रों में उत्सर्जन को कम करने में भी मदद करता है।
  - इसके संदर्भ में, भारत सरकार ने वर्ष 2022 में [राष्ट्रीय हरति हाइड्रोजन मशिन]() शुरू कयिा।
    - इसका उद्देश्य वर्ष 2022 और वर्ष 2030 के बीच वतिरति की जाने वाली प्रोत्साहन नधिमिं लगभग 2.3 बलियिन अमेरिकी डॉलर के माध्यम से हरति हाइड्रोजन उत्पादन तथा खपत को बढ़ावा देना है।
- **भारत में हाइड्रोजन उत्पादन की वर्तमान स्थति:**
  - वर्तमान में, भारत मुख्य रूप से **कच्चे तेल रफिाइनरयिों** और उर्वरक उत्पादन में उपयोग के लयि **6.5 मलियिन मीट्रकि टन प्रतविर्ष (MMTPA)** हाइड्रोजन का उत्पादन करता है।
  - भारत की अधकिांश वर्तमान हाइड्रोजन आपूर्ति [ग्रे हाइड्रोजन]() है, जो [कारबन डाई ऑक्साइड]() गैस उत्सर्जन पैदा करने वाली प्रक्रयिा में [जीवाश्म ईंधन]() का उपयोग करके उत्पादति की जाती है।
  - हरति हाइड्रोजन उत्पादन के लयि इलेक्ट्रोलसिसि/वद्युत अपघटन प्रक्रयिा हेतु [नवीकरणीय ऊर्जा]() की पर्याप्त आपूर्ति की आवश्यकता होती है।
    - भारत की नवीकरणीय ऊर्जा क्षमता हरति हाइड्रोजन वकिास के लयि इसके लक्ष्यों का समर्थन कर सकती है, लेकनि तेज़ी से क्षमता बढ़ाने की आवश्यकता है– हरति हाइड्रोजन उत्पन्न करने के साथ-साथ देश की ऊर्जा आवश्यकताओं को पूरा करने के लयि अतरिक्ति क्षमता की आवश्यकता है।
  - देश में हरति हाइड्रोजन के लयि **ज़मीनी स्तर पर संभावनाएँ सीमति** हैं; अधकिांश "वेट एंड वॉच (wait-and-watch)" चरण में हैं। कई लोगों को उम्मीद है कि वर्ष 2027 और उसके बाद हरति हाइड्रोजन का बड़े पैमाने पर उत्पादन शुरू हो जाएगा।

- **हरति हाइड्रोजन में बाधाएँ:**
  - भारत में हरति हाइड्रोजन के वसि्तार के लयि गंभीर बाधाओं में आपूर्तपिक्ष, उत्पादन और वतिरण की लागत, मांग पक्ष पर, पारंपरकि औद्योगकि प्रक्रयिाओं में हरति हाइड्रोजन का उपभोग करने के लयि भारतीय उद्यमयिों की तत्परता शामलि है।

भारत में हरति हाइड्रोजन के वकिास के लयि रपिोर्ट द्वारा प्रस्तावति ब्लूप्रटि क्या है?

- **हरति हाइड्रोजन के उत्पादन की लागत कम करना:**
  - आज भारत में हरति हाइड्रोजन के उत्पादन की लागत लगभग 4-5 अमेरकिी डॉलर प्रतकिलिोग्राम है, जो ग्रे हाइड्रोजन की उत्पादन लागत से लगभग दोगुनी है।
    - हरति हाइड्रोजन (50-70%) की अधकिांश उत्पादन लागत चौबीसों घंटे (RTC) नवीकरणीय ऊर्जा की आवश्यकता से उत्प्रेरति है।
  - भारत में हरति ऊर्जा पारस्थितिकिी तंत्र वकिसति करने के लयि हरति हाइड्रोजन को 2 अमेरकिी डॉलर प्रतकिलिोग्राम के बेंचमार्क लक्ष्य तक लाने की आवश्यकता है। जैसे:
    - **प्रारंभकि चरण में अडॉप्टर्स (अपनाने वालों) के लयि प्रत्यक्ष सब्सडिी बढ़ाना** - उदाहरण के लयि संयुक्त राज्य अमेरकिा ने मुद्रास्फीतकिटौती अधनियिम (IRA) के तहत, हाइड्रोजन पर 3 अमेरकिी डॉलर/कलिोग्राम तक कर क्रेडटि की घोषणा की है।
    - नीतयिों और प्रोत्साहनों पर दीर्घकालकि स्पष्टता के साथ प्रौद्योगकियिों के लयि **लंबे पूंजी नविेश चक्रों का समर्थन** करना
    - स्वदेशी इलेक्ट्रोलाइज़र प्रौद्योगकी के वकिास और परीक्षण को प्रोत्साहति करना
- **हरति हाइड्रोजन रूपांतरण, भंडारण और परविहन से संबंधति लागत कम करना:**
  - कम उत्पादन लागत के बावजूद, बुनयिादी ढाँचे के खर्च (रूपांतरण सुवधिाएँ, भंडारण और परविहन) हरति हाइड्रोजन और इसके डेरविटवि की समग्र लागत को महत्त्वपूर्ण रूप से प्रभावति कर सकते हैं।
  - इस बुनयिादी ढाँचे की स्थापना की लागत को कम करने से वतिरण लागत कम होगी और कुल व्यापार में वृद्धि होगी।
    - **इसे प्राप्त करने के लयि आवश्यक हस्तक्षेप हैं-**
      - अल्प से मध्यम अवधि में, हरति हाइड्रोजन उत्पादन समूहों का वकिास करना जहाँ उत्पादन और कुल व्यापार के लयि एक **सहयोगी वातावरण नर्मिति में** होता है।
      - पूरे देश में हरति हाइड्रोजन के परविहन के लयि पाइपलाइनों सहति दीर्घकालकि बुनयिादी ढाँचे के नरि्माण में नविेश करना।
        - उदाहरण के लयि यूरोपीय संघ के यूरोपीय हाइड्रोजन बैकबोन कार्यक्रम का लक्ष्य यूरोपीय संघ में एक पाइपलाइन नेटवर्क वकिसति करना है।

Supply

Landed cost of green hydrogen needs to be less than or equal to $2/kg (parity with grey hydrogen)

1 Landed cost of **round-the-clock** (RTC) **renewable energy** (RE) to be lower than INR 2 (~$0.02)/kWh; support rapid decrease in **electrolyser costs**

Minimize **cost of landed RTC RE**	Rapidly bring down **electrolyser cost**
Cost of storage: Reduce through monetary incentives **Banking accessibility:** Make available across the country and clarify norms/processes **Transmission and distribution charges:** Reduce intrastate/ wheeling charges across all states (only for select few currently)	**Subsidies:** Increase quantum for early adopters ($50/KW insufficient) **Capex IRR:** Increase duration of incentives, beyond five years for the much longer capex cycle of electrolysers **Tech discovery:** Encourage R&D for electrolyser tech suitable for India (e.g. AEM, SOEC)

2 Eliminate or reduce the cost of **conversion/ reconversion, transportation and storage**

Optimize **conversion costs**	Reduce **transportation costs**	Reduce **storage costs**
R&D: Create incentives to develop R&D/pilots for local tech	**Pipelines:** Finance creation of hydrogen pipelines in the long term	**R&D:** Create incentives to develop R&D/pilots for local tech (e.g. type 3 and 4 cylinders)

Clusters: Encourage collaboration between peers so that production and offtake takes place in clusters; this minimizes the need for enabling infrastructure

Allow/encourage companies to form clusters and bid for PLIs/other incentive schemes

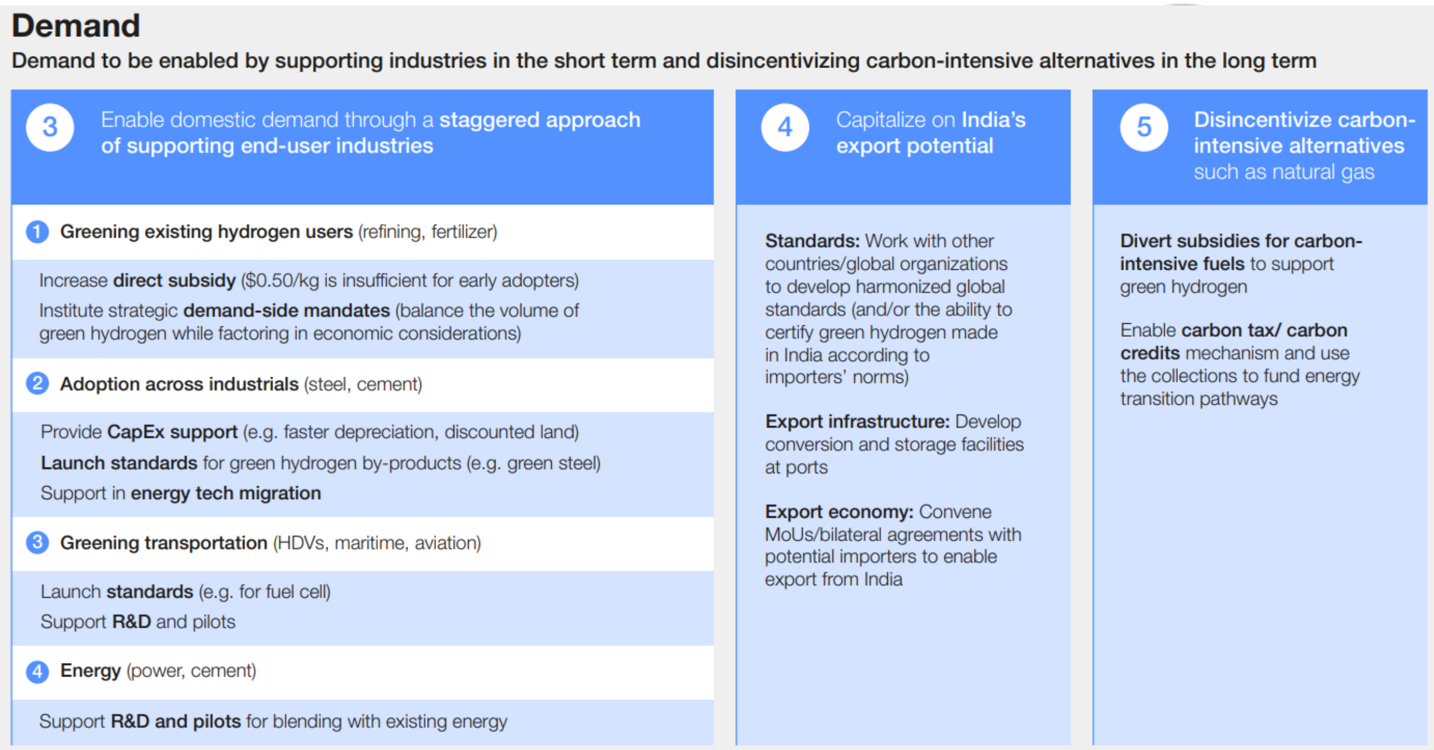
Benefits such as quick clearances for clusters

Share success stories through a national platform

//

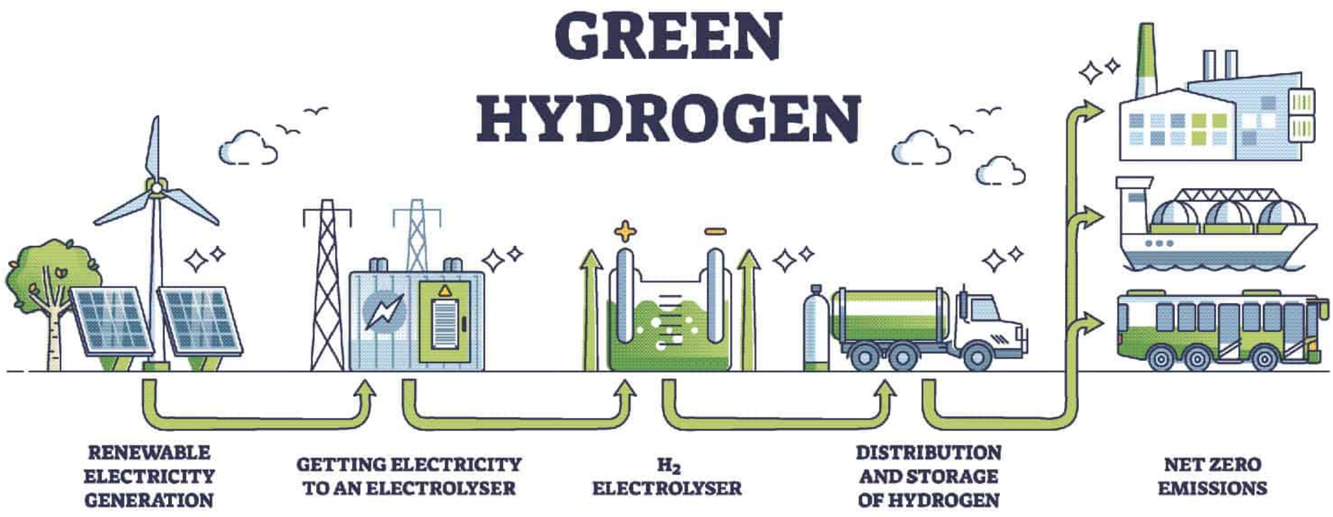
- **उन उद्योगों का समर्थन करें जो हरति हाइड्रोजन को अपनाने की सबसे अधकि संभावना रखते हैं:**
  - हरति हाइड्रोजन खपत को अपनाने के लयि कुछ उद्योग दूसरों की तुलना में बेहतर स्थतिमिें हैं।
    - हरति हाइड्रोजन के लयि भारत की घरेलू मांग को बढ़ाने हेतु प्रोत्साहन, **सब्सडिी और अन्य सहायता तंत्रों को संभावति अपनाने वालों को लक्षति करना** चाहयि।

    - इनमें से प्रमुख मौजूदा ग्रे हाइड्रोजन उपयोगकर्त्ता हैं। हितधारक प्रत्यक्ष सब्सिडी बढ़ाकर ग्रे हाइड्रोजन के उपयोगकर्त्ताओं के बीच घरेलू हरित ऊर्जा मांग का समर्थन कर सकते हैं।
        - इससे **अल्पावधि में हरित हाइड्रोजन की लागत कम हो जाएगी और नए ऊर्जा स्रोत की दीर्घकालिक मांग** को बढ़ावा मिलेगा।
- **भारत की निर्यात क्षमता का लाभ उठाएं:**
    - **अपेक्षाकृत कम लागत वाली नवीकरणीय ऊर्जा, कुशल कार्यबल** और नवीकरणीय ऊर्जा विस्तार के लिये भूमि की प्रचुरता को देखते हुए भारत में हरित हाइड्रोजन व्युत्पन्न निर्यात का केंद्र बनने की क्षमता है।
    - हितधारक **बंदरगाहों पर निर्यात बुनियादी ढाँचे में सुधार करके** भारत की निर्यात क्षमता का लाभ उठा सकते हैं।
    - हरित **हाइड्रोजन डेरिवेटिव को निर्यात करने से पहले उत्पादन स्थल** या बंदरगाहों पर परिवर्तित करने की आवश्यकता होती है।
        - निर्यात के लिये बंदरगाह टर्मिनलों पर भंडारण और शिपिंग सुविधाओं की भी आवश्यकता होती है।
- **कार्बन-सघन ऊर्जा स्रोतों को हतोत्साहित करना:**
    - हरित हाइड्रोजन अपनाने को प्रोत्साहित करने के अलावा **भारत को कार्बन-सघन ऊर्जा स्रोतों को भी हतोत्साहित करना** चाहिये।
    - भारत **सब्सिडी को उच्च-उत्सर्जन स्रोतों से हटा सकता** है और धन को हरित ऊर्जा संक्रमण की ओर पुनर्निर्देशित कर सकता है।
        - एक **व्यापक कार्बन-टैक्स व्यवस्था** भारत को आबादी के लिये ऊर्जा सामर्थ्य से समझौता किये बिना बढ़ती ऊर्जा मांग को पूरा करने में मदद कर सकती है।

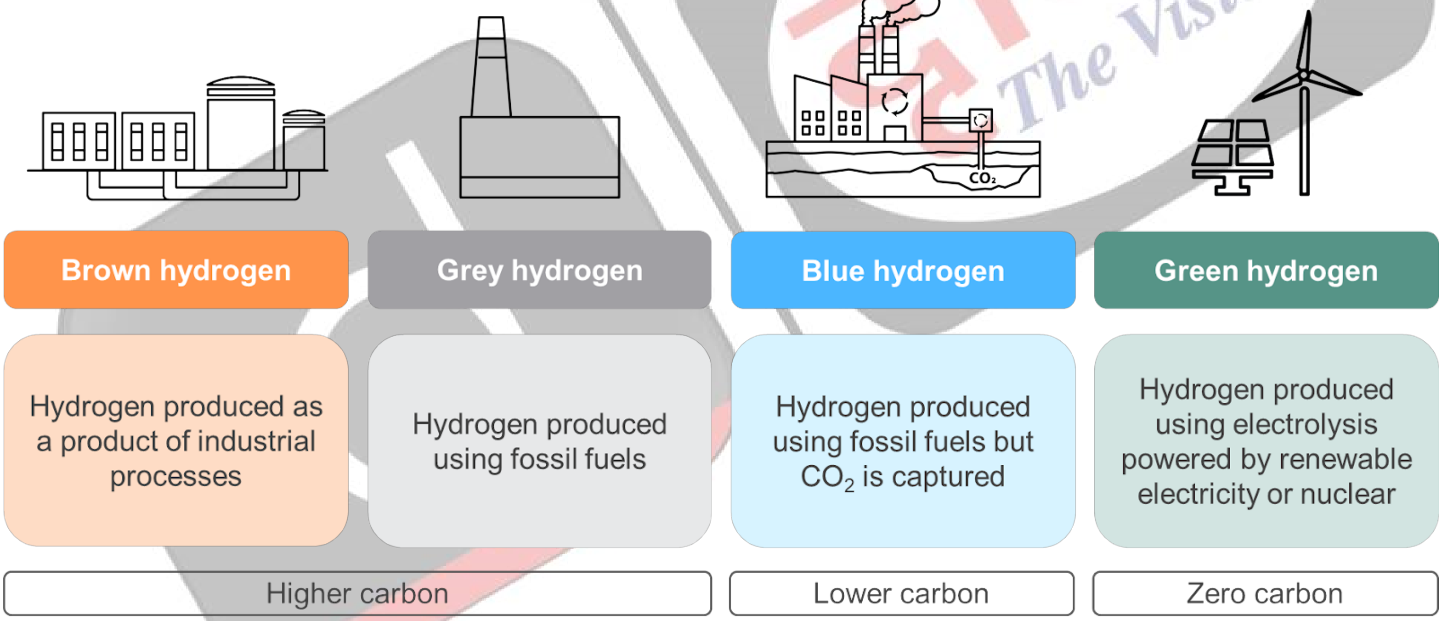


हरित हाइड्रोजन क्या है?

- **परिचय:**
    - हाइड्रोजन प्रमुख **औद्योगिक ईंधन है जिसके अमोनिया (प्रमुख उर्वरक), स्टील, रिफाइनरियों** और विद्युत उत्पादन सहित विभिन्न प्रकार के अनुप्रयोग हैं।
    - हालाँकि इस प्रकार निर्मित सभी **हाइड्रोजन को तथाकथित 'ब्लैक या ब्राउन' हाइड्रोजन कहा** जाता है क्योंकि वे कोयले से उत्पन्न होते हैं।
    - हाइड्रोजन ब्रह्मांड में **सबसे प्रचुर मात्रा में उपलब्ध है लेकिन शुद्ध हाइड्रोजन की मात्रा** अत्यंत ही कम है।
        - यह लगभग हमेशा ऑक्सीजन के साथ H_2O, अन्य यौगिकों में मौजूद होता है।
    - लेकिन जब विद्युत धारा जल से गुज़रती है,**तो यह इलेक्ट्रोलिसिस के माध्यम से इसे मूल ऑक्सीजन और हाइड्रोजन में खंडित करती है।**
        - यदि इस प्रक्रिया के लिये उपयोग की जाने वाली विद्युत का स्रोत पवन अथवा सौर जैसे नवीकरणीय स्रोत है तो इस प्रकार उत्पादित हाइड्रोजन को हरित हाइड्रोजन कहा जाता है।



- हाइड्रोजन के साथ दर्शाए गए रंग हाइड्रोजन अणु को प्राप्त करने के लयि उपयोग की जाने वाली वदि्युत स्रोत को संदर्भति करते हैं।
  - उदाहरणार्थ यद‍ि कोयले का उपयोग कयिा जाता है तो इसे ब्राउन हाइड्रोजन कहा जाता है।



The Vision

- **हरति हाइड्रोजन के उत्पादन की आवश्यकता:**
  - **प्रत‍ि इकाई भार में उच्च ऊर्जा सामग्री** के कारण हाइड्रोजन ऊर्जा का एक बड़ा स्रोत है, यही कारण है क‍ि इसका उपयोग रॉकेट ईंधन

के रूप में किया जाता है।
    - विशेष रूप से हरित हाइड्रोजन लगभग **शून्य उत्सर्जन** के साथ ऊर्जा के सबसे स्वच्छ स्रोतों में से एक है।
        - इसका उपयोग कारों के लिये फ्यूल सेल अथवा उर्वरक एवं इस्पात विनिर्माण जैसे ऊर्जा खपत वाले उद्योगों में किया जा सकता है।
    - विश्व भर के देश हरित हाइड्रोजन क्षमता के विकास हेतु कार्य कर रहे हैं क्योंकि यह ऊर्जा सुरक्षा सुनिश्चित कर सकता है तथा कार्बन उत्सर्जन को कम करने में भी मदद कर सकता है।
    - हरित हाइड्रोजन वैश्विक चर्चा का विषय बन गया है, विशेष रूप से जब विश्व अपने सबसे बड़े ऊर्जा संकट का सामना कर रही है एवं **जलवायु परिवर्तन का खतरा वास्तविकता में बदल रहा** है।

नवीकरणीय ऊर्जा से संबंधित अन्य पहल कौन-सी हैं?

- जवाहरलाल नेहरू राष्ट्रीय सौर मिशन (Jawaharlal Nehru National Solar Mission- JNNSM)।
- अंतरराष्ट्रीय सौर गठबंधन।
- PM-कुसुम।
- राष्ट्रीय पवन-सौर हाइब्रिड नीति।
- रूफटॉप सौर योजना।

UPSC सिविल सेवा परीक्षा, विगत वर्ष के प्रश्न

प्रश्न. निम्नलिखित भारी उद्योगों पर विचार कीजिये: (2023)

1. उर्वरक संयंत्र
2. तेलशोधक कारखाने
3. इस्पात संयंत्र

उपर्युक्त में से कितने उद्योगों के विकार्बनन में हरित हाइड्रोजन की महत्त्वपूर्ण भूमिका होने की अपेक्षा है?

(a) केवल एक
(b) केवल दो
(c) सभी तीन
(d) इनमें से कोई भी नहीं

उत्तर: C

प्रश्न. हरित हाइड्रोजन के संदर्भ में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिये: (2023)

1. इसे आंतरिक दहन के लिये ईंधन के रूप में सीधे इस्तेमाल किया जा सकता है।
2. इसे प्राकृतिक गैस के साथ मिलाकर ताप या शक्तिजनन के लिये ईंधन के रूप में इस्तेमाल किया जा सकता है।
3. इसे वाहन चालन के लिये हाइड्रोजन ईंधन प्रकोष्ठ में इस्तेमाल किया जा सकता है।

उपर्युक्त में से कितने कथन सही हैं?

(a) केवल एक
(b) केवल दो
(c) सभी तीन
(d) इनमें से कोई भी नहीं

उत्तर: (c)

प्रश्न. हाइड्रोजन ईंधन सेल वाहन "निकास" के रूप में निम्नलिखित में से एक का उत्पादन करते हैं (2010)

(a) NH3
(b) CH4
(c) H2O
(d) H2O2

उत्तर: (c)

PDF Refernece URL: https://www.drishtiias.com/hindi/printpdf/green-hydrogen-enabling-measures-roadmap-for-adoption-in-india