

## इस्पात वनिरिमाण का डीकार्बोनाइज़ेशन

### प्रलिमिंस के लिये:

[हाइड्रोजन](#), [ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन](#), डायरेक्ट रडिक्शन यूज़िंग हाइड्रोजन (DR-H)

### मेन्स के लिये:

इस्पात वनिरिमाण में DR-H का महत्त्व

## चर्चा में क्यों?

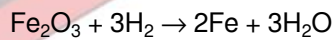
वर्ष में वनिरिमाण और ऑटोमोटिव क्षेत्रों को हरति बनाने के लिये हाइड्रोजन एक प्रमुख घटक है क्योंकि यह ऐसा ईंधन है जिसके उत्पादन एवं उपयोग में कार्बन उत्सर्जन नहीं होता है।

- ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को काफी कम करने के लिये कार्बन मोनोऑक्साइड की मात्रा में कमी लाने वाले अभिकारक के रूप में हाइड्रोजन का इस्तेमाल किया जा सकता है।

## इस्पात वनिरिमाण में हाइड्रोजन डायरेक्ट रडिक्शन प्रोसेस:

### ■ प्रक्रिया:

- इस्पात बनाने में डायरेक्ट रडिक्शन यूज़िंग हाइड्रोजन (DR-H) एक ऐसी प्रक्रिया है जिसमें ब्लास्ट फर्नेस का उपयोग किये बिना आयरन ऑक्साइड ( $Fe_2O_3$ ) से धात्विक आयरन (Fe) प्राप्त करने के लिये हाइड्रोजन गैस का उपयोग किया जाता है।
- इस पद्धति को इस्पात उत्पादन के लिये "हरति मार्ग (Green Route)" के रूप में भी जाना जाता है क्योंकि यह पारंपरिक इस्पात वनिरिमाण/उत्पादन प्रक्रियाओं से जुड़े कार्बन उत्सर्जन को काफी कम कर देती है।
- डायरेक्ट रडिक्शन प्रक्रिया में आमतौर पर 600 से 800 डिग्री सेल्सियस के तापमान पर एक रिएक्टर वेसल में हाइड्रोजन गैस और लौह अयस्क के पेल्लेट्स को मलाना शामिल होता है।
- हाइड्रोजन आयरन ऑक्साइड के साथ अभिक्रिया करके धात्विक लोहा और जलवाष्प बनाता है, जैसा कि निम्नलिखित रासायनिक समीकरण में दिखाया गया है:



### ■ महत्त्व:

- **कम कार्बन उत्सर्जन:** एक रेड्यूसिंग एजेंट के रूप में हाइड्रोजन का उपयोग उप-उत्पाद के रूप में केवल जल वाष्प उत्पन्न करता है जिससे यह कोयला/कोक के लिये एक अधिक स्वच्छ विकल्प बन जाता है।
  - इस प्रक्रिया की सहायता से कार्बन उत्सर्जन को 97% तक कम किया जा सकता है।
- **ऊर्जा दक्षता:** यह प्रक्रिया अधिक प्रभावी है क्योंकि इसमें ब्लास्ट फर्नेस में बड़ी मात्रा में लौह अयस्क को गर्म करने और पघिलाने की आवश्यकता नहीं पड़ती।
- **उच्च गुणवत्ता वाला इस्पात:** प्रत्यक्ष कठौती प्रक्रिया उच्च गुणवत्ता वाले लोहे का उत्पादन करती है जो शुद्ध होता है और इसमें अशुद्धियों का स्तर कम होता है, जिसके परिणामस्वरूप उच्च गुणवत्ता वाला इस्पात बनता है।
- **लचीलापन:** हाइड्रोजन द्वारा डायरेक्ट रडिक्शन का उपयोग विभिन्न लौह अयस्कों (ऐसे भी जिनमें लौह सामग्री कम होती है) से इस्पात का उत्पादन करने के लिये किया जा सकता है।
- **लागत-प्रभावशीलता:** प्राकृतिक गैस की कीमतों में वृद्धि के चलते वर्तमान में पारंपरिक इस्पात वनिरिमाण विधियों की तुलना में डायरेक्ट रडिक्शन प्रक्रिया अधिक लागत प्रभावी हो सकती है।

## इस्पात वनिरिमाण के अलावा अन्य उद्योगों में हाइड्रोजन का उपयोग:

- **ऊर्जा उत्पादन:** दहन या ईंधन सेल/बैटरी के माध्यम से हाइड्रोजन का उपयोग वदियुत उत्पादन हेतु ईंधन के रूप में किया जा सकता है। वास्तव में **हाइड्रोजन ईंधन सेल** पहले से ही कुछ वाहनों में उपयोग किये जा रहे हैं और भवनों के लिये **अक्षय ऊर्जा स्रोत** के रूप में पहचाने जा रहे हैं।
- **रासायनिक उत्पादन:** हाइड्रोजन का उपयोग अमोनिया, मेथनॉल और अन्य हाइड्रोकार्बन जैसे रसायनों के उत्पादन **केलिये फीडस्टॉक के रूप में किया जाता है** जो वभिन्न उद्योगों (कृषि, परिवहन और निर्माण) में उपयोग किये जाते हैं।
- **इलेक्ट्रॉनिक्स:** हाइड्रोजन का उपयोग इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के निर्माण में किया जाता है, जैसे **अर्द्धचालक** और फ्लैट पैनल डिसप्ले तथा **प्रकाश उत्सर्जक डायोड (LED)** के उत्पादन में।
- **खाद्य प्रसंस्करण:** खाद्य प्रसंस्करण उद्योग में हाइड्रोजन का उपयोग **खाद्य उत्पादों की गुणवत्ता और उपस्थिति को बनाए रखने के लिये काम करने वाले एजेंट के रूप में** किया जाता है।
- **चिकित्सा अनुप्रयोग:** अनुत्तेजक और एंटीऑक्सीडेंट गुणों के साथ संभावित चिकित्सा गैस (Medical Gas) के रूप में हाइड्रोजन की जाँच की जा रही है। इसे मेडिकल डायग्नोस्टिक्स में ट्रेसर गैस के रूप में भी प्रयोग किया जाता है।

## नोट:

- **राष्ट्रीय हरति हाइड्रोजन मशिन**, हरति हाइड्रोजन के व्यावसायिक उत्पादन को प्रोत्साहित करने और भारत को ईंधन का शुद्ध नरियातक बनाने हेतु एक कार्यक्रम है।
- देश में हाइड्रोजन ऊर्जा प्रौद्योगिकियों के विकास और तैनाती को बढ़ावा देने के लिये **केंद्रीय बजट 2021-22** में राष्ट्रीय हाइड्रोजन ऊर्जा मशिन (NHEM) की घोषणा की गई थी।

## भारत में इस्पात उत्पादन की स्थिति:

- **उत्पादन और खपत:** भारत वर्तमान में (2021 तक) **कच्चे इस्पात का विश्व का दूसरा सबसे बड़ा उत्पादक है और वर्ष 2021 में तैयार इस्पात का दूसरा सबसे बड़ा उपभोक्ता भी है** (दोनों मामलों में चीन से आगे)।
- **भारत में महत्त्वपूर्ण इस्पात उत्पादक केंद्र:** भिलाई (छत्तीसगढ़), दुर्गापुर (पश्चिम बंगाल), बरनपुर (पश्चिम बंगाल), जमशेदपुर (झारखंड), राउरकेला (ओडिशा) और बोकारो (झारखंड)।
- **नरियात:** अमेरिका, संयुक्त अरब अमीरात और नेपाल सहित प्रमुख नरियात स्थलों के साथ भारत इस्पात उत्पादों का एक महत्त्वपूर्ण नरियातक है।
- **सरकारी नीतियाँ:** **राष्ट्रीय इस्पात नीति** की शुरुआत वर्ष 2017 में की गई थी जिसमें वर्ष **2030-31 तक 300 मिलियन टन (MT) कच्चे इस्पात की क्षमता निर्माण, 255 मीटरकि टन का उत्पादन और 158 किलोग्राम मज़बूत तैयार इस्पात प्रतिव्यक्ति खपत का अनुमान है।**
- **इस्पात उद्योग और GHG उत्सर्जन:**
  - अंतरराष्ट्रीय ऊर्जा एजेंसी (IEA) के अनुसार, **इस्पात उद्योग वैश्विक CO<sub>2</sub> उत्सर्जन के लगभग 7 प्रतिशत के लिये ज़िम्मेदार है, जो इसे ग्रीनहाउस गैसों के सबसे बड़े औद्योगिक उत्सर्जकों में से एक बनाता है।**
- **इस्पात उद्योग के प्रदूषक:**
  - **पार्टिकिलेट मैटर (PM<sub>2.5</sub> और PM<sub>10</sub>)**
  - **सल्फर के आक्साइड**
  - **नाइट्रोजन के आक्साइड**
  - **कार्बन मोनोऑक्साइड (CO)**
  - **कार्बन डाइऑक्साइड (CO<sub>2</sub>)**
  - **ठोस अपशिष्ट**
- **हरति इस्पात/ग्रीन इस्पात:**
  - इस्पात मंत्रालय **ग्रीन इस्पात (जीवाश्म ईंधन का उपयोग किये बिना इस्पात का निर्माण)** को बढ़ावा देकर इस्पात उद्योगों में CO<sub>2</sub> को कम करना चाहता है।
    - यह कोयले से चलने वाले संयंत्रों के पारंपरिक **कार्बन-गहन निर्माण** के बजाय **हाइड्रोजन, कोयला गैसीकरण या वदियुत जैसे नमिन-कार्बन ऊर्जा स्रोतों का उपयोग करके** किया जा सकता है।
  - यह अंततः **GHG उत्सर्जन को कम** करता है, लागत में कटौती करता है और इस्पात की गुणवत्ता में सुधार करता है।

## इस्पात उत्पादन में हाइड्रोजन के उपयोग की चुनौतियाँ:

- **उच्च पूंजी लागत:** संयंत्र के निर्माण और संचालन की प्रारंभिक पूंजीगत लागत आमतौर पर पारंपरिक इस्पात बनाने के तरीकों से अधिक होती है। यह छोटे इस्पात उत्पादकों के प्रवेश हेतु बाधा बन सकती है।
- **हाइड्रोजन की उपलब्धता:** हाइड्रोजन की उपलब्धता और लागत एक चुनौती हो सकती है, विशेषकर यदि इसका उत्पादन जीवाश्म ईंधन का उपयोग करके किया जाता है। इस प्रक्रिया को व्यापक रूप से अपनाने के लिये कम लागत वाली **हरति हाइड्रोजन उत्पादन तकनीकों** का विकास करना महत्त्वपूर्ण होगा।
- **स्केल-अप चुनौतियाँ:** स्केल-अप की प्रक्रिया को बढ़ाना चुनौतीपूर्ण हो सकता है, विशेषकर तब जब **बड़ी मात्रा में इस्पात का उत्पादन** होता है क्योंकि इसके लिये रिएक्टर के सावधानीपूर्वक प्रबंधन और हाइड्रोजन गैस की आपूर्ति की आवश्यकता होती है।
  - इसके अतिरिक्त लौह उत्पाद की गुणवत्ता और स्थिरता सुनिश्चित करने के लिये **उच्च स्तर की तकनीकी विशेषज्ञता एवं प्रक्रिया नियंत्रण** की आवश्यकता होती है।
- **अवसंरचना आवश्यकताएँ:** इस प्रक्रिया के लिये हाइड्रोजन गैस के भंडारण और संचालन सुविधाओं सहित विशेष बुनियादी ढाँचे की आवश्यकता होती है। इस बुनियादी ढाँचे का विकास महंगा एवं समय लेने वाला हो सकता है।

## आगे की राह

- **बेहतर नविश:** सरकारों और नज़ी क्षेत्र को लागत कम करने तथा हाइड्रोजन की उपलब्धता बढ़ाने के लिये हरति हाइड्रोजन उत्पादन प्रौद्योगिकियों के अनुसंधान एवं विकास में नविश बढ़ाना चाहिये।
- **सहयोग को बढ़ावा:** इस्पात उत्पादकों, हाइड्रोजन उत्पादकों और अन्य हतिधारकों के बीच सहयोग सेतकनीकी चुनौतियों का समाधान करने तथा आवश्यक बुनयादी ढाँचे के विकास को बढ़ावा देने में मदद मलि सकती है।
- **नीतगित समर्थन:** सरकारें इस तकनीक को अपनाने के लिये प्रोत्साहति करने हेतु कर क्रेडिटि, अनुदान एवं ऋण गारंटी जैसे प्रोत्साहनों के माध्यम से नीतगित समर्थन प्रदान कर सकती हैं।
  - इसके अलावा हरति हाइड्रोजन के उत्पादन/उपयोग हेतु मानक वकिसति करने से उत्पाद की गुणवत्ता एवं स्थरिता सुनश्चिति करने, लागत कम करने तथा बाज़ार स्वीकृतिको बढ़ावा देने में मदद मलि सकती है।

### UPSC सविलि सेवा परीक्षा, वगित वर्ष के प्रश्न:

प्रश्न. 'आठ मूल उद्योगों के सूचकांक (Index of Eight Core Industries)' में नमिनलखिति में से कसिसे सर्वाधकि महत्त्व दया जाता है? (2015)

- (a) कोयला उत्पादन
- (b) वदियुत उत्पादन
- (c) उर्वरक उत्पादन
- (d) इस्पात उत्पादन

उत्तर: (b)

प्रश्न. भारत में इस्पात उत्पादन उद्योग को नमिनलखिति में से कसिके आयात की अपेक्षा होती है (2015)

- (a) शोरा
- (b) शैल फॉस्फेट (रॉक फॉस्फेट)
- (c) कोककारी कोयला
- (d) उपरोक्त सभी

उत्तर: (c)

प्रश्न. नमिनलखिति में से कौन-से कुछ महत्त्वपूर्ण प्रदूषक हैं जो भारत में इस्पात उद्योग द्वारा मुक्त कयि जाते हैं? (2014)

1. सल्फर के ऑक्साइड
2. नाइट्रोजन के ऑक्साइड
3. कार्बन मोनोऑक्साइड
4. कार्बन डाइऑक्साइड

नीचे दयि गए कूट का प्रयोग कर सही उत्तर चुनयि:

- (a) केवल 1, 3 और 4
- (b) केवल 2 और 3
- (c) केवल 1 और 4
- (d) 1, 2, 3 और 4

उत्तर: (d)

प्रश्न. इस्पात स्लैग नमिनलखिति में से कसिके लयि सामग्री हो सकता है? (2020)

1. आधार सड़क के नरिमाण के लयि
2. कृषि भूदा के सुधार के लयि
3. सीमेंट के उत्पादन के लयि

नीचे दयि गए कूट का प्रयोग कर सही उत्तर चुनयि:

- (a) केवल 1 और 2
- (b) केवल 2 और 3

- (c) केवल 1 और 3  
(d) 1, 2 और 3

उत्तर: (d)

प्रश्न. कच्चे माल के स्रोत से दूर लौह और इस्पात उद्योगों की वर्तमान स्थितिका उदाहरण देते हुए वर्णन कीजिये। (मुख्य परीक्षा, 2020)

प्रश्न. विश्व में लौह एवं इस्पात उद्योग के स्थानिकी प्रतरूप में परिवर्तन का वविरण दीजिये। (मुख्य परीक्षा, 2014)

स्रोत: द द्रिष्टि

PDF Referenece URL: <https://www.drishtias.com/hindi/printpdf/decarbonisation-of-steelmaking>

