भारत का अगला औद्योगिक बदलाव: अणुओं (Molecules) से इलेक्ट्रॉनों (Electrons) की ओर

UPSC प्रासंगिकता: सामान्य अध्ययन (GS)-III (पर्यावरण एवं पारिस्थितिकी, विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी)

IAS-PCS Institute

चर्चा में क्यों?

जैसे-जैसे वैश्विक विनिर्माण (Manufacturing) कम-कार्बन उत्पादन की ओर बढ़ रहा है, **औद्योगिक विद्युतीकरण** (Industrial Electrification) प्रतिस्पर्धा का एक प्रमुख कारक बनकर उभरा है। जो देश अपने औद्योगिक ऊर्जा उपयोग को जीवाश्म ईंधन आधारित दहन (**अणुओं**) से बिजली चालित प्रक्रियाओं (**इलेक्ट्रॉनों**) की ओर सफलतापूर्वक स्थानांतरित करेंगे, वे निवेश आकर्षित करने, हरित आपूर्ति श्रृंखलाओं (Green Supply Chains) से जुड़ने और यूरोपीय संघ के **कार्बन बॉर्डर एडजस्टमेंट मैकेनिज्म** (CBAM) जैसे उभरते कार्बन मानकों को पूरा करने के लिए बेहतर स्थिति में होंगे।

Result Mitra
रिजल्ट का साथी

पृष्ठभूमि: ऊर्जा और औद्योगिक परिवर्तन

@resultmitra www.resultmitra.com 9235313184, 9235440806

एक सदी से भी अधिक समय से, दुनिया भर में औद्योगिक विकास मुख्य रूप से कोयला, तेल और गैस (अणुओं) पर निर्भर रहा है, जिनका उपयोग सीधे बॉयलर, भट्टियों और इंजनों में किया जाता है। हालाँकि, यह मॉडल अब निम्नलिखित कारणों से सीमित होता जा रहा है:

- **पेरिस समझौते** के तहत जलवायु प्रतिबद्धताएँ।
- ईंधन की कीमतों में बढ़ती अस्थिरता।
- कार्बन के प्रति संवेदनशील वैश्विक व्यापार व्यवस्था।

इसके विपरीत, बिजली आधारित औद्योगिक प्रणालियाँ उच्च दक्षता, आसान डीकार्बोनाइजेशन (कार्बन मुक्त प्रक्रिया) और डिजिटल प्रौद्योगिकियों के साथ अनुकूलता प्रदान करती हैं। यही कारण है कि प्रमुख अर्थव्यवस्थाओं की औद्योगिक नीति में विद्युतीकरण एक रणनीतिक स्तंभ बन गया है।

चीन, अमेरिका और यूरोपीय संघ जैसे देशों ने लगभग एक-तिहाई विद्युतीकरण हासिल कर लिया है। मुख्य अंतर यह है कि चीन ने जानबूझकर अपनी बिजली का एक बड़ा हिस्सा अपने औद्योगिक क्षेत्र में भेजा है, जिससे उसे विनिर्माण क्षेत्र में एक संरचनात्मक बढ़त मिली है।

'अणुओं के ऊपर इलेक्ट्रॉन' को समझना

विशेषता	अणु (Molecules)	इलेक्ट्रॉन (Electrons)
स्रोत	कोयला, तेल, गैस, एलपीजी, जैव ईंधन	ग्रिड के माध्यम से आपूर्ति की गई बिजली
उपयोग	औद्योगिक प्रक्रियाओं में सीधे जलाया जाता है	इलेक्ट्रिक मोटर्स, इंडक्शन भट्टियों और स्वचालित प्रणालियों में उपयोग
गुण	कम दक्षता, उच्च उत्सर्जन, स्वचालन (Automation) की सीमित गुंजाइश	उच्च दक्षता, शून्य स्थानीय उत्सर्जन, डिजिटल निगरानी संभव

IAS-PCS Institute
Result Mitra
रिजल्ट का साथी
@resultmitra www.resultmitra.com 9235313184, 9235440806

विद्युतीकरण क्यों महत्वपूर्ण है?

1. **दक्षता में वृद्धि:** इलेक्ट्रिक मोटर 90% से अधिक ऊर्जा को उपयोगी कार्य में बदल देते हैं, जबकि आंतरिक दहन इंजन (Internal Combustion Engines) आमतौर पर 35% से कम ऊर्जा का ही उपयोग कर पाते हैं।
2. **डीकार्बोनाइजेशन के लिए तैयार:** जैसे-जैसे बिजली ग्रिड स्वच्छ (सौर/पवन ऊर्जा आधारित) होते जाएंगे, उद्योगों का उत्सर्जन अपने आप कम होता जाएगा।
3. **उत्पादकता और नियंत्रण:** यह सटीक विनिर्माण (Precision Manufacturing) और डिजिटल निगरानी को सक्षम बनाता है।

चीन का अनुभव: रणनीतिक औद्योगिक विद्युतीकरण

- **मुख्य तथ्य:** चीन की लगभग 50% औद्योगिक ऊर्जा बिजली से आती है, जबकि भारत के लिए यह आंकड़ा केवल 25% के करीब है।
- **स्टील क्षेत्र:** इलेक्ट्रिक आर्क फर्नेस (EAF) स्टील उत्पादन 2010 में 44 मिलियन टन से बढ़कर 2024 में 106 मिलियन टन हो गया है।
- **सीमेंट क्षेत्र:** पीसने (Grinding) और सामग्री प्रबंधन का पूर्ण विद्युतीकरण किया गया है। साथ ही, अपशिष्ट ऊष्मा रिकवरी (Waste Heat Recovery) से प्रति टन 30-35 kWh बिजली पैदा की जा रही है।

भारत की स्थिति: ताकत और संरचनात्मक कमियाँ

सकारात्मक पक्ष: पिछले दशक में ग्रिड की क्षमता दोगुनी हो गई है और भारत दुनिया में सौर ऊर्जा जोड़ने वाले सबसे बड़े देशों में से एक है।

चुनौतियां:

- औद्योगिक बिजली की हिस्सेदारी 25% पर स्थिर है।
- पुराना बुनियादी ढांचा जो अभी भी कोयले और डीजल पर आधारित है।
- बिजली की गुणवत्ता में उतार-चढ़ाव, जिसके कारण उद्योग पूरी तरह बिजली पर आधारित होने से डरते हैं।

IAS-PCS Institute
Result Mitra
रिजल्ट का साथी
@resultmitra www.resultmitra.com 9235313184, 9235440806

भारत के लिए क्षेत्र-वार रोडमैप

1. स्टील क्षेत्र

- भारत वर्तमान में EAF के माध्यम से लगभग 30% स्टील का उत्पादन करता है (तुलना में अमेरिका ~70% करता है)।
- **सुझाव:** स्क्रैप संग्रह को मजबूत करना और EAF स्टील के लिए अक्षय ऊर्जा आधारित प्रोत्साहन देना। यह CBAM जोखिमों को कम करने के लिए आवश्यक है।

2. सीमेंट क्षेत्र

- **फोकस:** ग्राइंडिंग और लॉजिस्टिक्स का विद्युतीकरण।
- **लक्ष्य:** प्रति टन जीवाश्म ईंधन के उपयोग में 20% की कमी लाना।

3. MSME (सूक्ष्म, लघु और मध्यम उद्यम) क्षेत्र

- वर्तमान में ये कोयले से चलने वाले बॉयलर और डीजल जनरेटर पर निर्भर हैं।
- **परिवर्तन मार्ग:** इलेक्ट्रिक बॉयलर और इंडक्शन भट्टियों के लिए रियायती वित्त (Sasta Karz) उपलब्ध कराना।

IAS-PCS Institute

निष्कर्ष

वैश्विक औद्योगिक परिदृश्य एक ऐसे युग में प्रवेश कर रहा है जहाँ जीवाश्म ईंधन नहीं, बल्कि **स्वच्छ बिजली** प्रतिस्पर्धा को परिभाषित करेगी। जो देश अपने ग्रिड और औद्योगिक नीतियों को 'हरित इलेक्ट्रॉनों' के इर्द-गिर्द केंद्रित करेंगे, वे ही भविष्य की आपूर्ति श्रृंखलाओं का नेतृत्व करेंगे। भारत के लिए औद्योगिक विद्युतीकरण न केवल जलवायु लक्ष्यों के लिए, बल्कि निर्यात क्षमता और ऊर्जा सुरक्षा के लिए भी अनिवार्य है।

Result Mitra
रिजल्ट का साथी
@resultmitra www.resultmitra.com 9235315184, 9235440806

प्रारंभिक परीक्षा अभ्यास प्रश्न

Q1. औद्योगिक विद्युतीकरण के संदर्भ में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए:

1. इलेक्ट्रिक मोटर आंतरिक दहन इंजन की तुलना में काफी अधिक ऊर्जा-कुशल होते हैं।
2. चीन ने अपनी समग्र अर्थव्यवस्था की तुलना में उद्योग के विद्युतीकरण को अधिक प्राथमिकता दी है।
3. अंतिम ऊर्जा खपत में हरित बिजली की भारत की हिस्सेदारी वैश्विक औसत से अधिक है।

उपरोक्त कथनों में से कौन सा/से सही है/हैं? A. केवल 1 और 2 B. केवल 2 and 3 C. केवल 1 and 3 D. 1, 2 और 3

सही उत्तर: A

Q2. यदि औद्योगिक विद्युतीकरण में तेजी नहीं लाई गई, तो यूरोपीय संघ का 'कार्बन बॉर्डर एडजस्टमेंट मैकेनिज्म' (CBAM) प्रत्यक्ष रूप से किस भारतीय क्षेत्र को प्रभावित करेगा? A. फार्मास्यूटिकल्स B. स्टील और सीमेंट C. आईटी सेवाएं D. कपड़ा

सही उत्तर: B

मुख्य परीक्षा अभ्यास प्रश्न (Mains Practice Question)

IAS-PCS Institute

प्रश्न: "औद्योगिक प्रतिस्पर्धा का भविष्य अणुओं में नहीं, बल्कि इलेक्ट्रॉनों में निहित है।" इस संदर्भ में, औद्योगिक विद्युतीकरण में भारत की चुनौतियों का परीक्षण कीजिए और उन्हें दूर करने के लिए क्षेत्र-विशिष्ट रोडमैप का सुझाव दीजिए। (250 शब्द)

Result Mitra
रिजल्ट का साथी
@resultmitra www.resultmitra.com 9235313184, 9235440806