पेरोव्स्काइट सौर सेल: अगली पीढ़ी की तकनीक में भारत के लिए घरेलू विनिर्माण की अनिवार्यता



मौलिक प्रतीकात्मक चित्र: pcsmantra.com

खबरों में क्यों

The Hindu के एक विश्लेषण (13 नवंबर 2026) ने चर्चा शुरू की है कि **पेरोव्स्काइट (perovskite) सौर तकनीक** की प्रतिस्पर्धी क्षमता के बावजूद भारत को अब घरेलू विनिर्माण (domestic manufacturing) की ओर बढ़ना चाहिए - खासकर तब जब चीन ने इस क्षेत्र से जुड़ी तकनीकों पर नियंत्रण बढ़ा दिए हैं। मेटल-हैलाइड पेरोव्स्काइट को सौर सेल की 'अगली पीढ़ी' माना जाता है, लेकिन भारत की निर्भरता आयात पर बनी है।

पेरोव्स्काइट तकनीक क्यों खास है

- **संरचना:** मेटल-हैलाइड पेरोव्स्काइट की सक्रिय परत मात्र कुछ सौ नैनोमीटर (पारंपरिक सिलिकॉन सेल के 180 माइक्रोन की तुलना में) - यानी कच्चा माल बहुत कम लगता है।
- **कम तापमान प्रक्रिया:** 200 डिग्री सेल्सियस से कम तापमान पर बनाए जा सकते हैं; सिलिकॉन के लिए 1,000 डिग्री से ऊपर की जरूरत - ऊर्जा-लागत घटती है।
- **लचीलापन:** पतले, हल्के, अर्ध-पारदर्शी और लचीले (flexible) पैनल संभव - इमारतों की सतहों, गाड़ियों और पहनने योग्य उपकरणों तक उपयोग।
- **दक्षता:** प्रयोगशाला-स्तर पर पेरोव्स्काइट-सिलिकॉन टेंडेम सेल सिलिकॉन-अकेले की सैद्धांतिक सीमा (लगभग 29%) से आगे की दक्षता दिखा चुके हैं।
- **चुनौती:** स्थायित्व (नमी, गर्मी, UV से क्षरण), लेड (सीसा) की विषाक्तता और बड़े पैमाने पर उत्पादन की एकसमानता - अभी वाणिज्यिक दीर्घजीविता सिलिकॉन से कम।

भारत के लिए रणनीतिक संदर्भ

- **चीन का नियंत्रण:** चीन ने पेरोव्स्काइट और उन्नत सौर तकनीकों से जुड़े निर्यात नियंत्रण कड़े किए हैं - आपूर्ति-श्रृंखला जोखिम स्पष्ट है।
- **घरेलू स्थिति:** भारत की सौर विनिर्माण क्षमता सिलिकॉन मॉड्यूल तक सीमित है; वैश्विक पेरोव्स्काइट दौड़ में IIT बॉम्बे का NCPRE (राष्ट्रीय फोटोवोल्टिक अनुसंधान केंद्र) जैसे संस्थान दक्षता-रिकॉर्ड बना रहे हैं, पर औद्योगिक पैमाने पर उत्पादन नहीं है।
- **क्या चाहिए:** विश्लेषण के अनुसार सरकारी समर्थन (R&D फंडिंग, PLI-जैसी प्रोत्साहन), परीक्षण-प्रमाणन सुविधाएँ और उद्योग-शैक्षणिक साझेदारी - ताकि प्रयोगशाला की सफलता कारखाने तक पहुँचे।
- **ऊर्जा-सुरक्षा कड़ी:** 500 GW गैर-जीवाश्म क्षमता का 2030 लक्ष्य और आयात-निर्भरता कम करने की दिशा में अगली पीढ़ी की सेल-तकनीक निर्णायक है।

> **संबंधित लेख:** पेरोव्स्काइट-फेरोइलेक्ट्रिक हेटेरोजंक्शन सौर सेल: नई खोज

प्रिलिम्स परीक्षा अभ्यास प्रश्न

प्रश्न 1. पेरोव्स्काइट सौर सेल के संदर्भ में निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए:

1. इनकी सक्रिय परत पारंपरिक सिलिकॉन सेल की तुलना में बहुत पतली होती है

2. इन्हें 1,000 डिग्री सेल्सियस से अधिक तापमान पर बनाना आवश्यक है

3. लचीले और अर्ध-पारदर्शी पैनल बनाना संभव है

उपर्युक्त कथनों में से कौन-से सही हैं?

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

▶ उत्तर और व्याख्या

प्रश्न 2. NCPRE (राष्ट्रीय फोटोवोल्टिक अनुसंधान और शिक्षा केंद्र) कहाँ स्थित है?

(a) IIT दिल्ली
(b) IIT मद्रास
(c) IIT बॉम्बे
(d) IISc बेंगलुरु

▶ उत्तर और व्याख्या

मेन्स परीक्षा अभ्यास प्रश्न

पेरोव्स्काइट सौर तकनीक भारत की ऊर्जा-सुरक्षा के लिए अवसर और चुनौती दोनों है। घरेलू विनिर्माण की आवश्यकता के तर्क और रणनीतिक रोडमैप का मूल्यांकन कीजिए। (उत्तर 250 शब्दों में दीजिए - 15 अंक)

उत्तर की रूपरेखा:

भूमिका में: चीन के नियंत्रण और तकनीकी परिपक्वता के बीच पेरोव्स्काइट विनिर्माण पर बहस; भारत की आयात-निर्भरता।

मुख्य भाग में:

- **तकनीकी लाभ:** कम कच्चा माल, कम तापमान प्रक्रिया, लचीले पैनल, टेंडेम दक्षता - सिलिकॉन से आगे की संभावना।
- **बाधाएँ:** स्थायित्व, सीसा-विषाक्तता, स्केल-अप की एकसमानता, परीक्षण-सुविधाओं की कमी।
- **रणनीतिक मार्ग:** R&D फंडिंग, PLI विस्तार, प्रमाणन-प्रयोगशालाएँ, उद्योग-IIT साझेदारी, NCPRE जैसी संस्थाओं का औद्योगीकरण-सेतु।

निष्कर्ष में: 2030 के 500 GW लक्ष्य के लिए अगली पीढ़ी की सेल-तकनीक में आत्मनिर्भरता अनिवार्य; समय पर निवेश नहीं तो आयात-निर्भरता सिलिकॉन से पेरोव्स्काइट में सरक जाएगी।

अक्सर पूछे जाने वाले प्रश्न (FAQ)

संक्षिप्त उत्तर: पेरोव्स्काइट अगली पीढ़ी की सौर सेल तकनीक है - पतली, सस्ती और लचीली; चीन के नियंत्रण के बीच भारत को घरेलू विनिर्माण, R&D और परीक्षण-सुविधाओं में निवेश करना चाहिए।

प्रश्न: पेरोव्स्काइट सौर सेल क्या होता है?

मेटल-हैलाइड पेरोव्स्काइट सामग्री से बना सौर सेल - कुछ सौ नैनोमीटर पतली सक्रिय परत, 200 डिग्री से कम तापमान पर निर्माण, और लचीले/अर्ध-पारदर्शी पैनल की संभावना।

प्रश्न: भारत को पेरोव्स्काइट विनिर्माण क्यों बढ़ाना चाहिए?

चीन ने संबंधित तकनीकों पर निर्यात नियंत्रण बढ़ाए हैं; घरेलू विनिर्माण के बिना भारत की सौर आपूर्ति-श्रृंखला जोखिम में रहेगी - सरकारी समर्थन, PLI और परीक्षण-सुविधाएँ जरूरी हैं।

प्रश्न: पेरोव्स्काइट सेल की मुख्य कमजोरियाँ क्या हैं?

नमी-गर्मी-UV से क्षरण (स्थायित्व), लेड की विषाक्तता और बड़े पैमाने पर उत्पादन में एकसमानता - वाणिज्यिक दीर्घजीविता अभी सिलिकॉन से कम है।

स्रोत

- The Hindu: शक्तिशाली पेरोव्स्काइट - भारत के लिए घरेलू विनिर्माण की माँग, 13 नवंबर 2026
- NCPRE, IIT बॉम्बे: पेरोव्स्काइट सेल दक्षता में प्रगति

PCSMANTRA.COM