

कार्बन कैप्चर की विद्युत रासायनिक विधि

सामान्य अध्ययन पेपर 3 :- विज्ञान और प्रौद्योगिकी- दैनिक जीवन में विकास, उनके अनुप्रयोग और प्रभाव।

सामान्य अध्ययन पेपर 3 :- पर्यावरण संरक्षण, पर्यावरण प्रदूषण और निम्नीकरण, पर्यावरणीय प्रभाव मूल्यांकन।

की-वर्ड्स :- कार्बन सीक्वेट्रेशन, कार्बन डाइऑक्साइड, इलेक्ट्रोकेमिकल सीक्वेट्रेशन, इलेक्ट्रोकेमिस्ट्री, हाइड्रॉक्साइड आयन, बायोलॉजिकल कार्बन सीक्वेट्रेशन, ग्राफीन, एक्सेलेरेटिंग सीसीएस टेक्नोलॉजीज, नेट जीरो एमिशन, आईपीसीसी रिपोर्ट।



संदर्भ :-

- लॉरेंस बर्कले नेशनल लेबोरेटरी, कैलिफ़ोर्निया के प्रोफेसर ब्रायन मैकक्लोस्की कार्बन पृथक्करण के लिए संभावित रूप से सस्ता दृष्टिकोण लेकर आए हैं। उनकी विधि कार्बन डाइऑक्साइड को कैप्चर करने के लिए इलेक्ट्रोकेमिस्ट्री (विद्युत रसायन) का उपयोग करती है।
- वायुमंडलीय कार्बन डाइऑक्साइड यानी डायरेक्ट एयर कैप्चर से कार्बन के संग्रहण का यह एक अच्छा विकल्प है, जिसे कुछ जगहों पर आजमाया जा रहा है।

विद्युत रासायनिक विधि :-

- विद्युत रासायन विधि कार्बन डाइऑक्साइड को कैप्चर करने के लिए इलेक्ट्रोकेमिस्ट्री का उपयोग करती है। इलेक्ट्रोकेमिस्ट्री में मोटे तौर पर इलेक्ट्रॉन देने या प्राप्त करने वाले परमाणु शामिल होते हैं। यह विज्ञान सभी बैटरियों और ईंधन कोशिकाओं का आधार है। यह प्रक्रिया कार्बन डाइऑक्साइड को हाइड्रॉक्साइड आयनों के साथ अभिक्रिया के द्वारा बाइकार्बोनेट आयन बनाती है। कार्बन डाइऑक्साइड और हाइड्रॉक्साइड आयनों को पृथक करने के लिए विद्युत रासायनिक विधियों का उपयोग किया जाता है, जिससे गैस को पृथक कर हाइड्रॉक्साइड आयनों का पुनः उपयोग किया जा सके।
- इलेक्ट्रोकेमिकल सेल में, प्रत्येक इलेक्ट्रोड पर दो अभिक्रियाएं होती हैं। एक इलेक्ट्रोड पर, कार्बन डाइऑक्साइड की एक दबावयुक्त धारा बनाने के लिए बाइकार्बोनेट को ऑक्सीकृत किया जाता है, जिसे अनुक्रमित किया जा सकता है। जबकि दूसरे इलेक्ट्रोड पर हाइड्रोजन गैस उत्पन्न होती है, जो क्षारीय घोल को पुनः उत्पन्न करने के लिए प्रोटॉन की खपत करती है। इस प्रकार, अभिक्रिया द्वारा कार्बन डाइऑक्साइड की एक धारा और एक धारा हाइड्रोजन की उत्पन्न होती है।

कार्बन सीक्वेंस्ट्रेशन क्या है?

- कार्बन डाइऑक्साइड सबसे अधिक उत्पादित ग्रीनहाउस गैस है। कार्बन पृथक्करण वायुमंडलीय कार्बन डाइऑक्साइड को कैप्चर और संग्रहीत करने की प्रक्रिया है। यह वैश्विक जलवायु परिवर्तन को कम करने के लक्ष्य के साथ वातावरण में कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा को कम करने की एक विधि है।

कार्बन कैप्चर के प्रकार :-

- **जैविक :-**
 - जैविक कार्बन कैप्चर कार्बन डाइऑक्साइड का प्राकृतिक भंडारण है। इसमें पौधों में भंडारण (स्वाभाविक रूप से प्रकाश संश्लेषण के माध्यम से किया जाता है), पेड़, मिट्टी और महासागर कार्बन अनुक्रम शामिल हैं। पौधों और पेड़ों की जड़ें कार्बन पृथक्करण में उत्कृष्ट भूमिका निभाती हैं, जिसमें बड़ी मात्रा में कार्बन संचित रहता है।
 - वर्तमान में, महासागरों में कार्बन कैप्चरिंग उद्योग द्वारा वार्षिक रूप से उत्सर्जित CO₂ का लगभग एक-चौथाई हिस्सा अवशोषित होता है। समुद्र ठंडी जलवायु में अधिक कार्बन अवशोषित कर सकता है, जिससे ध्रुवीय क्षेत्रों में तापमान में वृद्धि अधिक घातक सिद्ध हो जाती है।
- **भूवैज्ञानिक :-**
 - भूवैज्ञानिक कार्बन अनुक्रम तब होता है जब CO₂ को भूवैज्ञानिक चट्टानी संरचनाओं में संचित किया जाता है। इस प्रकार का कार्बन कैप्चर वर्तमान में औद्योगिक उत्पादन में लागू

किया जा रहा है। इस्पात, ऊर्जा और प्राकृतिक गैस उत्पादन जैसे उद्योग कार्बन डाइऑक्साइड को पृथ्वी में गहराई में संचित करते हैं, इसलिए यह वातावरण में नहीं फैलती।

- लेकिन, कार्बन कैप्चर और स्टोरेज (सीसीएस) के माध्यम से भूगर्भिक अनुक्रम अभी भी काफी हद तक अप्रमाणित दृष्टिकोण है। विशेष रूप से, सीसीएस के लिए भूगर्भिक भंडार सीमित हैं और कुल व्यवहार्य दीर्घकालिक भंडारण क्षमता स्पष्ट नहीं है। ऐसे में कई विशेषज्ञों ने "नकारात्मक उत्सर्जन प्रौद्योगिकियों" की विश्वसनीयता के बारे में समय से पहले धारणा बनाने के खिलाफ चेतावनी दी है और उत्सर्जन में कमी के लक्ष्यों को विकसित करने के लिए तर्क दिया है, जो कि अनुक्रम या नकारात्मक उत्सर्जन के बारे में विचारों से अलग है।

● प्रौद्योगिकीय :-

- अतिरिक्त कार्बन डाइऑक्साइड से उपयोगी उप-उत्पाद बनाने का एक प्रयास किया जा रहा है।
- वैज्ञानिकों का एक समूह एक ऐसी प्रक्रिया का विकास कर रहा है जो CO₂ को मीथेन और पानी में बदल देती है। मीथेन को तब बिजली या बिजली वाहनों के लिए ईंधन के रूप में इस्तेमाल किया जा सकता है।
- ग्राफीन नामक पदार्थ बनाया गया है। ग्राफीन का उपयोग अभी भी सीमित है, लेकिन यह स्मार्टफोन स्क्रीन जैसे उपकरणों में उपयोग किया जाता है।
- अन्य तकनीकी कार्बन पृथक्करण विधियां अभी भी प्रारंभिक अवस्था में हैं। प्रत्यक्ष हवा को कैप्चर करने जैसी प्रक्रियाएं वातावरण में CO₂ उत्सर्जन को कैप्चर कर सकती हैं लेकिन वर्तमान में बड़े पैमाने पर उपयोग करने के लिए यह आर्थिक रूप से एक अप्रभावी विकल्प है।

भारत और कार्बन पृथक्करण :-

- CO₂ भंडारण पर राष्ट्रीय कार्यक्रम और अनुसंधान विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग द्वारा संचालित किया जा रहा है।
- भारत त्वरित सीसीएस प्रौद्योगिकी (एसीटी) पहल का हिस्सा है।
- त्वरित सीसीएस प्रौद्योगिकी (एसीटी), 16 देशों की एक अंतरराष्ट्रीय पहल है जिसमें लक्षित नवाचार और अनुसंधान गतिविधियों के माध्यम से सीसीएस प्रौद्योगिकी के विकास और उन्हें परिपक्व करने के उद्देश्य से परियोजनाओं के अंतरराष्ट्रीय वित्त पोषण की सुविधा प्रदान करती है।
- 2050 तक लगभग शून्य उत्सर्जन के लिए 'उद्योग चार्टर' पर छह भारतीय कंपनियों द्वारा सहमति व्यक्त की गई थी जो कार्बन पृथक्करण सहित विभिन्न डीकार्बोनाइजेशन उपायों की खोज करेंगी।

आगे की राह :-

- वैश्विक नेताओं के लिए 2050 तक शुद्ध शून्य-उत्सर्जन (जैसा कि आईपीसीसी रिपोर्ट में कहा गया है, पृथ्वी का तापमान 2 डिग्री सेल्सियस से अधिक बढ़ते तापमान से बचाने के लिए) प्राप्त करने का यह एक व्यवहार्य विकल्प है।
- समता और जलवायु न्याय के सिद्धांतों के आधार पर व्यावहारिक प्रौद्योगिकी विकास और सभी के लिए सस्ती दरों पर इस प्रौद्योगिकी की पहुंच के लिए, एक गंभीर वैश्विक सहयोग और समन्वय की आवश्यकता है।

स्रोत :- <https://www.thehindubusinessline.com/business-tech/electrochemical-method-of-carbon-capture/article65387865.ece>

प्रीलिम्स परीक्षा प्रश्न :-

निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए :

1. कार्बन पृथक्करण वायुमंडलीय कार्बन डाइऑक्साइड को कैप्चर और संग्रहीत करने की प्रक्रिया है।
2. कार्बन कैप्चर की विधियों के अंतर्गत जैविक, भूवैज्ञानिक और तकनीकी विधियां शामिल हैं।

उपरोक्त में से कौन सा/से कथन सही है/हैं?

- a) केवल 1
- b) केवल 2
- c) दोनों 1 और 2
- d) इनमें से कोई नहीं

उत्तर : c

व्याख्या :

- कार्बन पृथक्करण वायुमंडलीय कार्बन डाइऑक्साइड को कैप्चर और संग्रहीत करने की एक प्रक्रिया है। यह वैश्विक जलवायु परिवर्तन को कम करने के लक्ष्य के साथ वातावरण में कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा को कम करने का एक तरीका है।
- कार्बन कैप्चर की तीन विधियाँ जैविक, भूवैज्ञानिक और तकनीकी विधि हैं।

मुख्य परीक्षा प्रश्न :-

Q. कार्बन पृथक्करण से आप क्या समझते हैं? विभिन्न प्रकार की कार्बन पृथक्करण की प्रक्रियाओं पर चर्चा कीजिए।