रेडियोमीट्रिक डेटिंग के लिये कैल्शियम-41

वैज्ञानिकों ने जीवाश्म हड्डियों और चट्टानों की आयु निर्धारित करने हेतु कार्बन-14 के विकल्प के रूप में रेडियोमेट्रिक डेटिंग के लिये **कैल्शियम-41** का उपयोग करने का सुझाव दिया है।

- उन्होंने एक समाधान के रूप में **एटम-ट्रैप ट्रेस एनालिसिस (Atom-Trap Trace Analysis- ATTA)** नामक एक तकनीक का सुझाव दिया है, क्योंकि ATTA कैल्शियम-41, जो कि एक दुर्लभ **आइसोटोप है, का पता लगाने के लिये पर्याप्त संवेदनशील** है।

कैल्शियम-41 और ATTA:

- **कैल्शियम-41:**
  - कैल्शियम-41 99,400 वर्षों की अर्द्ध आयु के साथ कैल्शियम का एक दुर्लभ लंबे समय तक रहने वाला रेडियोआइसोटोप है।
  - जब अंतरिक्ष से कॉस्मिक किरणें **मिट्टी या चट्टानों में कैल्शियम परमाणुओं से टकराती हैं तो पृथ्वी की सतह अर्थात् भूपर्पटी (Crust)** में कैल्शियम-41 का उत्पादन होता है ।
  - इस समस्थानिक (आइसोटोप) में उन वस्तुओं के लिये डेटिंग विधियों में नियोजित होने की क्षमता है**जो कार्बन-14 डेटिंग का उपयोग** करके सटीक रूप से निर्धारित की जा सकती हैं।
- **ATTA:**
  - यह **लेज़र परिचालन और तटस्थ परमाणुओं** का पता लगाने पर आधारित है।
  - नमूने को वाष्पीकृत करने के बाद परमाणुओं को लेज़र द्वारा धीमा या ट्रैप किया जाता है और प्रकाश एवं चुंबकीय क्षेत्र कोष्ठ में रखा जाता है।
  - लेज़र की आवृत्ति को ट्यून करके **इलेक्ट्रॉन संक्रमण के माध्यम से कैल्शियम-41 परमाणुओं का पता लगाया जा सकता है।**
    - **इलेक्ट्रॉन संक्रमण:** परमाणु की एक कक्षा से एक इलेक्ट्रॉन दूसरी कक्षा में संक्रमण कर सकता है**यदि उसे एक विशिष्ट मात्रा में ऊर्जा प्रदान की जाती है** तो फिर वह उस ऊर्जा को मुक्त करके वापस अपनी कक्षा में वापस लौटता है।
  - शोधकर्त्ताओं ने समुद्री जल में 12% सटीकता के साथ प्रत्येक **1016 कैल्शियम परमाणुओं में एक कैल्शियम-41 परमाणु को खोजने** में सक्षम होने की सूचना दी।
    - यह चयनात्मक है और पोटेशियम-41 परमाणुओं के साथ भ्रम से बचाता है
- **ATTA के अनुप्रयोग:**
  - कैल्शियम समस्थानिक के सफल अनुप्रयोग से **अन्य धातु समस्थानिकों के विस्तार की संभावना खुल जाती है।**
    - ATTA को आर्गन-39, क्रिप्टोन-81 और क्रिप्टोन-85 जैसे अन्य समस्थानिकों का अध्ययन करने के लिये अनुकूलित किया जा सकता है।
  - ऊष्मीय जलवायु में हिमनद पीछे हट जाते हैं परिणामस्वरूप नीचे की चट्टान पर कैल्शियम-41 जमा होता है एवं शीत जलवायु में ग्लेशियर आगे बढ़ते हैं तथा कैल्शियम-41 को चट्टान तक पहुँचने से रोकते हैं। इस तरह**वैज्ञानिकों को ATTA के अध्ययन करने से यह जानकारी मिलने की आशा है कि कोई चट्टान बर्फ से कितने समय तक ढकी रही** है।

रेडियोधर्मी डेटिंग:

- **संदर्भ:**
  - रेडियोधर्मी डेटिंग एक विधि है जिसका उपयोग**रेडियोधर्मी समस्थानिकों के क्षय के आधार पर चट्टानों, खनिजों और जीवाश्मों की आयु निर्धारित** करने के लिये किया जाता है।
  - यह इस सिद्धांत पर निर्भर करता है कि **तत्त्वों के कुछ समस्थानिक अस्थिर** होते हैं और समय के साथ अधिक स्थिर रूपों में अनायास क्षय हो जाते हैं। **क्षय की दर को अर्द्ध-जीवन द्वारा मापा** जाता है, जो कि मूल **समस्थानिक के आधे भाग** के छोटे **समस्थानिक में क्षय** होने लगते हैं।
  - **अलग-अलग समस्थानिकों का आधा जीवन अलग-अलग** होता है, जो उन्हें **विभिन्न समय-सीमाओं के डेटिंग के लिये उपयोगी** बनाता है।
    - उदाहरण के लिये कार्बन-14 डेटिंग लगभग 50,000 वर्ष पुरानी जैविक सामग्री के डेटिंग के लिये प्रभावी है। जब कोई जैविक इकाई जीवित होती है तब उसका शरीर कार्बन-14 परमाणुओं को अवशोषित और साथ ही उत्सर्जित करता रहता है। जब यह मृत हो जाता है तब यह प्रक्रिया बंद हो जाती है और मौजूदा कार्बन-14 का भी क्षय होने लगता है।

        - शोधकर्त्ता यह निर्धारित कर सकते हैं कि शरीर में इन परमाणुओं की सापेक्ष मात्रा की तुलना उस संख्या से की जा सकती है जो मौजूद होनी चाहिये थी।
- **कार्बन-14 की सीमाएँ:**
    - कार्बन-14 कार्बन का एक अस्थिर और कमज़ोर रेडियोधर्मी समस्थानिक है। **इसका अर्द्ध आयु 5,700 वर्ष है तथा इसका उपयोग कार्बन आधारित सामग्रियों की आयु का अनुमान लगाने हेतु किया जाता है।**
    - कार्बन-14 का उपयोग कर कार्बन डेटिंग कार्बन-14 के 5,700 वर्ष की अर्द्ध आयु के कारण 50,000 वर्ष तक की वस्तुओं तक सीमित है।

स्रोत: द हिंदू

PDF Refernece URL: https://www.drishtiias.com/hindi/printpdf/calcium-41-for-radiometric-dating