Dr. L. K. Mishra
Deptt of chemistry

Ⓐ

For Class-XI Chemistry (Course Material)

नाभिकीय संलयन (Nuclear fusion)

दो हल्के तत्वों के नाभिकों के संयोग से किसी भारी एवं अधिक स्थायी नाभिक के बनने की प्रक्रिया को नाभिकीय संलयन कहते हैं।

The Process of fusion of two lighter nuclei to form heavier and more stable nucleus is called nuclear fusion.

इस नाभिकीय संलयन में भी द्रव्यमान क्षति होती है एवं इसके समतुल्य उर्जा मुक्त होती है। यह Einstein equation $E = mc^2$ के अनुसार होती है।

जैसे:- $_1H^2 + _1H^2 \rightarrow _2He^4 + 5.5 \times 10^8$ k cal

द्रव्यमान क्षति = 0.026 amu

नाभिकीय संलयन प्रतिक्रिया बहुत ही ऊँचे तापक्रम पर सम्भव है, यानी करीब 10 लाख °C।

इसी कारण इसे उष्मानाभिकीय प्रतिक्रिया (Thermo-nuclear reaction) भी कहते हैं। इस प्रक्रिया में जो उष्मा मुक्त होती है उसी से यह प्रक्रिया निरन्तर चलती रहती है।

Ⓑ

हाइड्रोजन बम (Hydrogen Bomb), नाभिकीय संलयन प्रक्रिया पर आधारित है। इस प्रक्रिया के लिए परमाणु बम के साथ ड्यूटेरॉन (Deuteron) एवं ट्राइटियम (Tritium) के मिश्रण संयुक्त कर दिये जाते हैं। परमाणु बम के विस्फोट होने पर अत्यधिक ताप उत्पन्न होते हैं जिसके फलस्वरूप नाभिकीय संलयन प्रक्रिया प्रारम्भ होती है।

$$ {}_1H^2 + {}_1H^3 \longrightarrow {}_2He^4 + {}_0n^1 + 17.8 \text{ MeV} $$
$$ (4.1 \times 10^8 \text{ Kcal}) $$

हाइड्रोजन बम की संहारिक क्षमता (Damaging Power) परमाणु बम की तुलना में बहुत ही अधिक है।

परमाणु शक्ति गृह या परमाणु रियेक्टर
Atomic Power plant or Atomic reactor

यूरेनियम के समस्थानिक ${}_{92}U^{235}$ नाभिकीय विखंडन प्रतिक्रिया में भाग लेता है। इस प्रतिक्रिया में secondary neutrons पुनः अन्य नाभिक पर आघात करके इसकी पुनरावृत्ति करते हैं एवं श्रृंखला प्रतिक्रिया (Chain reaction) का रूप धारण कर लेता है। यह प्रतिक्रिया "परमाणु बम" में होता है जिसके कारण अत्यधिक उर्जा मुक्त होती है तथा विस्फोट के कारण

(C)

तापक्रम करीब 10 लाख °C तक पहुँच जाता है।

इस अनियंत्रित उर्जा (Uncontrolled energy) को नियंत्रित करने तथा इसे विकास के कार्य में लाने के उद्देश्य से परमाणु शक्ति गृह का निर्माण किया गया है। सम्प्रति तारापुर, कोटा, नरौरा (U.P) एवं कलपक्कम (Tamil Nadu) में इसकी स्थापना की गयी है।

रियेक्टर में प्राकृतिक यूरेनियम जिसमें $_{92}U^{238}$ की बहुतायत (99.3%) रहती है तथा $_{92}U^{235}$ (0.7%) की मात्रा कम होती है का व्यवहार किया जाता है। इसमें न्यूट्रॉन (सेकेण्डरी) के वेग को कम करने के लिए विशुद्ध ग्रेफाइट या भारी जल (D_2O) का व्यवहार मन्दक (Moderator) के रूप में किया जाता है। उच्च वेग वाले सेकेन्डरी न्यूट्रॉन कार्बन के नाभिक से टकराकर वापस लौट आते हैं जिससे इसके गतिज उर्जा में ह्रास होता है तथा इनका वेग कम हो जाता है।

परमाणु रियेक्टरों के प्रमुख अंग निम्नलिखित हैं —

(1) Core (कोर)- इसमें यूरेनियम के छड़ों पर एल्युमिनियम का लेप लगा होता है। इसकी लम्बाई 4 ईंच तथा मुटाई $1\frac{1}{2}$ ईंच है। यह काफी संख्या में छेदों में फिट रहता है।

(2) Moderator:- शुद्ध ग्रेफाइट का बड़ा सा ब्लॉक जिसमें यूरेनियम के छड़ो को अन्दर प्रविष्ट कराया जाता है। यहाँ ग्रेफाइट, मन्दक का कार्य करता है।

Swimming Pool टाइप रियेक्टर में मन्दक के रूप में Heavy water (D_2O), को एक हौज में भर दिया जाता है। जिसमें यूरेनियम के छड़ लटकते रहते हैं।

(3) Control rod:- यह Cd-steel का बना होता है तथा न्यूट्रॉन को अवशोषित करता है। जब नाभिकीय विखंडन प्रक्रिया के वेग को कम करना रहता है तो इस Control Rod को नीचे की ओर Push कर दिया जाता है।

Rod को जब Pull किया जाता है तो न्यूट्रॉन तेजी से नाभिकीय विखंडन में भाग लेता है तथा प्रतिक्रिया तेज हो जाती है।

(4) Coolant (शीतक):- रियेक्टर में उत्पन्न ताप को एक द्रव पदार्थ जिसे Coolant कहते हैं के द्वारा हटाया जाता है। चूँकि जल, न्यूट्रॉन को अवशोषित कर लेता है। अतः जल इस प्रक्रिया के लिए उपयुक्त नहीं है। वास्तव में शीतक द्रव सोडियम एवं द्रव पोटैशियम का मिश्रधातु (Alloy) है।

(E)

यह मिश्रधातु (Na-K) प्राप्त ताप को Heat Exchanger में जलवाष्प उत्पन्न कर Turbine Generator को चलाता है फलस्वरूप विद्युत का उत्पादन होता है जो हमारे सर्वांगिन विकास के लिए आवश्यक है।

(5) Protective screen :-

इसका काम उत्पन्न ताप, γ-ray एवं न्यूट्रॉन को अन्दर में रखना है ताकि ये सभी बाहर नहीं निकल सके। रियेक्टर में उत्पन्न Radioactive waste material एवं राख (Ash) हमारे लिए खतरनाक है इनसे निकले γ-किरण हानिकारक हैं। यह 8 फीट मुटाई वाला Concrete से बना होता है। इसे धरती में गहराई में गाड़ दिया जाता है क्योंकि इससे निकलने वाला Radiation (विकिरण) हानिकारक होता है

4 अगस्त 1956 को ट्रॉम्बे (Trombay) में swimming pool type reactor की स्थापना की गयी थी।

आजकल Reactor के ईंधन के लिए $_{94}Pu^{239}$ का व्यवहार किया जाता है जिसे Processed Uranium के नाम से जाना जाता है।