40 नाभिकीय भौतिकी

नाभिकीय बल

नाभिक के न्यूक्लिऑनों के मध्य एक प्रबल बल कार्य करता है जिसे नाभिकीय बल कहते हैं। इस बल की परास 10^{-14} मीटर की कोटि की होती है। नाभिकीय बल आवेश अनाश्रित होते हैं।

नाभिक का आकार

नाभिक का सन्निकटतः गोलाकार माना जाता है, उसकी त्रिज्या R तथा द्रव्यमान संख्या A में सम्बन्ध होता है।

$$R = R_0 A^{1/3} = 1.25 \times 10^{-15} A^{1/3} \text{ m}$$

परमाणु द्रव्यमान मात्रक (amu)

एक परमाणु द्रव्यमान मात्रक का मान ${}_6C^{12}$ के एक परमाणु के द्रव्यमान का $\left(\frac{1}{12}\right)$ भाग होता है।

$$1 \text{ amu} = 1u = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

1 परमाणु द्रव्यमान मात्रक की ऊर्जा $= 931.5$ MeV

द्रव्यमान क्षति तथा नाभिकीय बन्धन ऊर्जा

नाभिक का द्रव्यमान उसके अवयव कणों के द्रव्यमानों से होता है, लेकिन वास्तव में नाभिक का द्रव्यमान उसके अवयव कणों के कुल द्रव्यमान से सदैव कम होता है, इसे द्रव्यमान क्षति कहते हैं।

(a) द्रव्यमान क्षति = न्यूक्लिऑनों के द्रव्यमानों का योग – नाभिक का द्रव्यमान

$$\Delta m = (Zm_p + Nm_n) - M$$
$$= [Zm_p + (A - Z)m_n - M]$$

(b) संकुलन गुणांक $= \dfrac{\text{द्रव्यमान क्षति}}{\text{द्रव्यमान संख्या}}$

अथवा $$f = \frac{\Delta m}{A} = \left(\frac{M - A}{A}\right)$$

(c) नाभिकीय बन्धन ऊर्जा $= (\Delta m)c^2$

(d) प्रति न्यूक्लिऑन बन्धन ऊर्जा

$$= \frac{\text{नाभिकीय बन्धन ऊर्जा}}{\text{द्रव्यमान संख्या}}$$

$$= \frac{(\Delta m)c^2}{A}$$

$$\text{B.E.} = \frac{[Zm_p + (A - Z)m_n - M]c^2}{A}$$

नाभिकीय अभिक्रियाएँ

किसी परमाणु के नाभिक पर उच्च ऊर्जा के प्रोटोन, न्यूट्रॉन, α-कण, ड्यूट्रॉन या γ-किरण इत्यादि की बौछार कराने पर नाभिकीय अभिक्रिया उत्पन्न होती है।

नाभिकीय अभिक्रियाओं में निम्न मुख्य संरक्षण नियमों का पालन होता है :

(a) द्रव्यमान ऊर्जा संरक्षण नियम।

(b) रेखीय संवेग का संरक्षण।

(c) कोणीय संवेग का संरक्षण।

(d) आवेश का संरक्षण।

(e) न्यूक्लिऑनों का संरक्षण।

निर्मुक्त ऊर्जा Q – नाभिकीय अभिक्रिया में द्रव्यमान क्षति के तुल्य ऊर्जा उसका 'Q' मान कहलाती है।

नाभिकीय अभिक्रिया का Q-मान

$$_ZX^A \rightarrow {}_{Z1}Y^{A1} + {}_{Z2}Y^{A2} + Q$$

$$Q = (M_x - M_{Y1} - M_{y2})c^2$$

$$= (A_1E_{b1} + A_2E_{b2} - AE_b)$$

न्यूट्रॉन्स

न्यूट्रॉन की खोज वैज्ञानिक **चैडविक** ने 1932 में की। न्यूट्रॉन आवेशरहित होते हैं। इनका द्रव्यमान प्रोटोन के द्रव्यमान से कुछ अधिक होता है। न्यूट्रॉन का द्रव्यमान 1.675×10^{-27} kg होता है।

नाभिकीय विखण्डन

वह प्रक्रिया जिसमें एक भारी नाभिक लगभग दो बराबर नाभिकों में विभाजित होता है तथा अत्यधिक मात्रा की ऊर्जा मुक्त होती है।

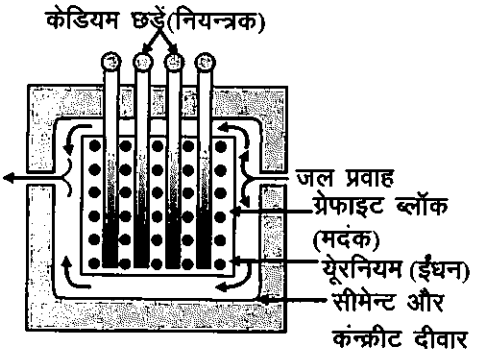
$$_{92}U^{235} + {}_0n^1 \rightarrow ({}_{92}U^{236}) \rightarrow {}_{56}Ba^{141} + {}_{36}Kr^{92} + 3{}_0n^1 + Q$$

$Q \approx 200$ MeV प्रति विखण्डन

परमाणु बम नाभिकीय विखण्डन की अनियन्त्रित श्रृंखला अभिक्रिया पर आधारित होता है।

नियंत्रित श्रृंखला अभिक्रिया तथा परमाणु भट्टी

नियंत्रित श्रृंखला अभिक्रिया में विखण्डन की प्रक्रिया की दर नियन्त्रित होती है तथा क्रिया धीरे–धीरे होती है। इसका उपयोग परमाणु भट्टी में विद्युत उत्पादन के लिये किया जाता है। परमाणु भट्टी के मुख्य भाग होते हैं :



(i) **नाभिकीय ईंधन**	जैसे U^{235}, Pu^{239}.
(ii) **मन्दक**	जैसे D_2O (भारी पानी), ग्रेफाईट
(iii) **शीतलक**	जैसे पानी, वायु, CO_2, द्रव सोडियम
(iv) **नियंत्रक**	जैसे कैडमियम
(v) **परिरक्षक**	मोटी कंक्रीट की दीवार या सीसे की मोटी चादर

नाभिकीय संलयन

जब दो हल्के नाभिक परस्पर मिलकर एक भारी नाभिक का निर्माण करते हैं तो इस प्रक्रिया को नाभिकीय संलयन कहते हैं। यह प्रक्रिया उच्च तापों ~10^7 K पर सम्भव होती है। सूर्य एवं तारों में ऊर्जा नाभिकीय संलयन के द्वारा उत्पन्न होती है।

$$4_1H^1 \rightarrow {}_2He^4 + 2\beta^{\cdot} + 2\nu + Q$$

$Q \approx 24.7$ MeV प्रति चक्र