15. नाभिक NUCLEUS

खोज:- रदरफोर्ड

- परमाणु का समस्त धनावेश और लगभग सम्पूर्ण द्रव्यमान उसके केन्द्र पर 10^{-15} m त्रिज्या के सूक्ष्म भाग में पाया जाता है, जिसे नाभिक कहते है।

- नाभिक में दो प्रकार के कण पाये जाते है, जिन्हें न्यूक्लिऑन्स या नाभिकीय कण कहते है:-

1. प्रोटोन
2. न्यूट्रॉन

1. प्रोटोन [Proton]:-

खोज - रदरफोर्ड
नामकरण - गोल्डस्टीन
आवेश - धनावेश $1.602 \times 10^{-19} C$

द्रव्यमान - 1.672×10^{-27} kg
या 1.00727 amu

प्रदर्शन - ${}_1^1P$ या ${}_1^1H$

- नाभिक में प्रोटोनों की संख्या परमाणु क्रमांक [Z] को प्रदर्शित करती है। उदासीन परमाणु में प्रोटोनों की संख्या e- की संख्या के बराबर होती है। अतः प्रोटोनों की संख्या द्वारा रासायनिक गुणों का निर्धारण होता है।

www.notesdrive.com
Scanned by CamScanner

2. न्यूट्रॉन [Neutron]:-

खोज - जेम्स चैडविक

- बेरिलियम पर α-कणों की बौछार द्वारा आवेशहीन कण।

द्रव्यमान = 1.675×10^{-27} kg
या 1.00866 amu

प्रदर्शन = $_0^1n$

- नाभिक में न्यूट्रॉनों की संख्या पदार्थ के भौतिक गुणों का निर्धारण करती है।

* नाभिक का प्रदर्शन :-

$$_Z^A X$$

यहाँ X = तत्व का रासायनिक प्रतीक
Z = परमाणु क्रमांक [प्रोटोनों की संख्या]
A = द्रव्यमान संख्या [Mass Number]
[प्रोटोनों + न्यूट्रॉनों की संख्या]

Example:- $_6^{12}C$, $_8^{16}O$, $_{92}^{235}U$

* नाभिक की त्रिज्या :-

किसी नाभिक की त्रिज्या उसके द्रव्यमान संख्या की $1/3$ घात के समानुपाती होती है।

www.notesdrive.com
Scanned by CamScanner

$$R \propto A^{1/3}$$

$$R = R_0 A^{1/3}$$

R_0 → नियतांक

$$R_0 = 1.2 \times 10^{-15} m$$

$$R_0 = 1.2\ Fm \qquad [Fm = \text{फर्मी}]$$

Que.1. हाइड्रोजन $_1^1H$ और ऐल्यूमिनियम $_{13}^{27}Al$ की नाभिकों की त्रिज्याओं का अनुपात ज्ञात कीजिए ?

Ans.
$$\frac{R_H}{R_{Al}} = \left(\frac{A_H}{A_{Al}}\right)^{1/3}$$

$$= \left(\frac{1}{27}\right)^{1/3}$$

$$= \left(\frac{1}{3^3}\right)^{1/3}$$

$$\frac{R_H}{R_{Al}} = \frac{1}{3}$$

* नाभिक का आयतन :-

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$= \frac{4}{3}\pi (R_0 A^{1/3})^3$$

$$V = \frac{4}{3}\pi R_0^3 A$$

$$\boxed{V \propto A}$$

www.notesdrive.com
Scanned by CamScanner

$$\frac{4}{3}\pi R_0^3 = \frac{4}{3}\times 3.14 \times (1.2\times10^{-15})^3$$
$$= 7.23\times10^{-45}\ m^3$$

2015 * **नाभिक का घनत्व :-**

$$\rho = \frac{M}{V}$$

{ माना प्रोटोन का द्रव्यमान = न्यूट्रॉन का द्रव्यमान
∴ यदि द्रव्यमान संख्या A हो तो
$M = mA$ }

$$\rho = \frac{mA}{\frac{4}{3}\pi R_0^3 A}$$

$$\rho = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi R_0^3}$$

$$= \frac{1.67\times10^{-27}}{7.23\times10^{-45}}\ Kg/m^3$$

$$\rho = 2.4\times10^{17}\ Kg/m^3$$

पानी का घनत्व $= 10^3 kg/m^3$

$$\rho = 2.4\times10^{17}$$
$$= 2.4\times10^{14}\times10^3$$
$$= 2.4\times10^3\times10^{11}\times \text{पानी का घनत्व}$$

www.notesdrive.com
Scanned by CamScanner

[ρ = 2400 खरब x पानी का घनत्व]

प्रकृति में नाभिक का घनत्व सर्वाधिक होता है। इतना घनत्व अंतरिक्ष में न्यूट्रॉन स्टार में पाया जाता है।

2015 नाभिक का घनत्व द्रव्यमान संख्या पर निर्भर नहीं करता इसलिए सभी नाभिकों का घनत्व लगभग नियत रहता है।

नाभिकों का वर्गीकरण :-

समस्थानिक :- [Isotopes]

वे नाभिक जिनके परमाणु क्रमांक समान और द्रव्यमान संख्या भिन्न होती है, समस्थानिक कहलाते हैं। इन्हें आवृति सारणी में एक ही स्थान पर रखा जाता है। इनके रासायनिक गुण समान होते हैं लेकिन भौतिक गुण भिन्न हो सकते हैं।

जैसे :-

Hydrogen → ${}^{1}_{1}H$ ${}^{3}_{1}H$ ${}^{3}_{1}H$

Helium → ${}^{3}_{2}He$ ${}^{4}_{2}He$

Carbon → ${}^{12}_{6}C$ ${}^{13}_{6}C$ ${}^{14}_{6}C$

Nitrogen → ${}^{13}_{7}N$ ${}^{14}_{7}N$ ${}^{15}_{7}N$

Oxygen → ${}^{15}_{8}O$ ${}^{16}_{8}O$ ${}^{17}_{8}O$

समभारिक :- [Isobars] :-

वे नाभिक जिनकी द्रव्यमान संख्या समान जबकि परमाणु क्रमांक भिन्न होते हैं, समभारिक कहलाते हैं।

www.notesdrive.com
Scanned by CamScanner

जैसे:- $^{3}_{1}H$ $^{3}_{2}He$

$^{14}_{6}C$ $^{14}_{7}N$ $^{40}_{18}Ar$ $^{40}_{19}K$ $^{40}_{20}Ca$

$^{15}_{7}N$ $^{15}_{8}O$

3. **समन्यूट्रॉनिक:-** वे नाभिक जिनमें न्यूट्रॉनों की संख्या समान होती है जबकि द्रव्यमान संख्या और परमाणु क्रमांक भिन्न होते हैं, समन्यूट्रॉनिक कहलाते हैं।

जैसे:-

$^{1}_{1}H$ & $^{3}_{2}He$ $N=1$

$^{3}_{1}H$ & $^{4}_{2}He$ $N=2$

$^{13}_{6}C$ & $^{14}_{7}N$ $N=7$

4. **प्रतिबिम्ब नाभिक:-** वे नाभिक जिनमें न्यूट्रॉनों व प्रोटोनों की संख्या परस्पर परिवर्तित हो, प्रतिबिम्ब नाभिक कहलाते हैं। ये ऐसे समभारिक नाभिक होते हैं जिनके परमाणु क्रमांक में एक का अन्तर होता है।

जैसे:-

(i) $^{3}_{1}H$ & $^{3}_{2}He$

$P=1$ → $P=2$

$N=2$ → $N=1$

(ii) $^{15}_{7}N$ & $^{15}_{8}O$

www.notesdrive.com

Scanned by CamScanner

5. **समावयवी नाभिक :-**

रेडियोएक्टिव विघटन में बनने वाला नया नाभिक उत्तेजित अवस्था में होता है जो मूल अवस्था में लौटते समय अतिरिक्त ऊर्जा का उत्सर्जन कर देता है तब ऐसे नाभिक समावयवी नाभिक कहलाते हैं, जिनके परमाणु क्रमांक और द्रव्यमान संख्या समान होते हैं।

जैसे :-

$$^{238}_{92}U \xrightarrow{\alpha} \left[^{234}_{90}Th\right]^{*} \xrightarrow{\gamma} \left[^{234}_{90}Th\right]$$

[उत्तेजित अवस्था]

नाभिकीय बल :-

खोज - युकावा

- नाभिकीय कणों के बीच कार्यरत वह बल जो उन्हें नाभिक में अति निकट दूरी पर रखने के लिए उत्तरदायी होता है, नाभिकीय बल कहलाता है। यह कूलॉम बल से 100 गुणा प्रबल होता है।

गुण :-

1. यह प्रकृति का प्रबलतम बल होता है।

2. यह नाभिकीय कणों की प्रकृति पर निर्भर नहीं करता। अर्थात आवेशित और अनावेशित दोनों प्रकार के कणों के बीच कार्य करता है।

3. यह नाभिकीय कणों के बीच की दूरी पर निर्भर करता है। जब दो नाभिकीय कणों के बीच की दूरी 1 फर्मी [Fm] से कम

www.notesdrive.com
Scanned by CamScanner

होती है तो ये प्रतिकर्षण बल का कार्य करते हैं और जब दूरी 1 फर्मी से अधिक होती है तो आकर्षण बल का कार्य करते हैं।

4. ये केवल नाभिक के भीतर कार्य करते हैं। इसलिए e- पर कार्य नहीं करते।

5. ये व्युत्क्रम वर्ग नियम का पालन नहीं करते। इसलिए केन्द्रीय बल नहीं होते।

6. सामान्यतः समान चक्रण वाले नाभिकीय कणों के बीच नाभिकीय बल अधिक प्रबल होते हैं।

7. नाभिकीय बल के प्रभाव में नाभिक में न्यूट्रॉन - प्रोटोन अंतरपरिवर्तन होता है।

परमाणु द्रव्यमान मात्रक [amu या u]:- कार्बन-12 के एक परमाणु के द्रव्यमान का 12वाँ भाग, 1amu कहलाता है।

$$1\text{amu या } 1u = \frac{1}{12} \times \text{C-12 के एक परमाणु का द्रव्यमा}$$

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

1amu के तुल्य द्रव्यमान ऊर्जा -

$$E = mc^2$$

$$E = 1.66 \times 10^{-27} \times (2.99 \times 10^8)^2$$

$$E = 14.92 \times 10^{-11}\ \text{J}$$

www.notesdrive.com
Scanned by CamScanner

$$E = \frac{14.92 \times 10^{-11}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV}$$

$$E = 931.5 \times 10^{6} \text{ eV}$$

* $[E = 931.5 \text{ MeV}]$

	द्रव्यमान	
प्रोटोन	1.672×10^{-27} kg	1.00727 u
न्यूट्रॉन	1.675×10^{-27} kg	1.00866 u
इलेक्ट्रॉन	9.1×10^{-31} kg	0.00055 u
हाइड्रोजन	–	1.007825 u

इलेक्ट्रॉन से सम्बद्ध द्रव्यमान ऊर्जा :-

$$E = mc^2$$
$$E = 9.1 \times 10^{-31} \times (3 \times 10^{8})^2$$
$$E = 81.9 \times 10^{-15} \text{ J}$$

$$E = \frac{81.9 \times 10^{-15}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV}$$

$[E = 0.51 \text{ MeV}]$

∴ युग्म उत्पादन में $\gamma \longrightarrow e^+ + e^-$

$E = 0.51 \times 2$

$= 1.02$ MeV (कम से कम चाहिए)

www.notesdrive.com
Scanned by CamScanner

युग्म विनाश में –

$$e^+ + e^- \longrightarrow \gamma + 1.02\ MeV$$

(मुक्त)

* **नाभिकीय द्रव्यमान क्षति [Mass loss]:-** किसी नाभिक का द्रव्यमान उसमें उपस्थित न्यूट्रॉनों और प्रोटोनों के द्रव्यमानों के योग के बराबर होता है। लेकिन द्रव्यमान स्पेक्ट्रोग्राफ से मापने पर नाभिक का द्रव्यमान कम प्राप्त होता है। नाभिक के वास्तविक द्रव्यमान और मापित द्रव्यमान का अन्तर, नाभिकीय द्रव्यमान क्षति कहलाती है।

वास्तविक द्रव्यमान $= Zm_p + (A-Z)m_n$

मापित द्रव्यमान $= M$

∴ द्रव्यमान क्षति

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

नाभिकीय बंधन ऊर्जा:-

न्यूट्रॉनों और प्रोटोनों को अति निकट लाकर नाभिक का निर्माण किया जाये तो द्रव्यमान क्षति के कारण ऊर्जा मुक्त होती है, जिसे नाभिकीय बंधन ऊर्जा कहते है।

नाभिक को तोड़कर उसमें स्थित न्यूट्रॉनों और प्रोटोनों को मुक्त करवाया जाये तो आवश्यक ऊर्जा, नाभिकीय बंधन ऊर्जा कहलाती है।

नाभिकीय बंधन ऊर्जा द्रव्यमान क्षति से प्राप्त होती है।

www.notesdrive.com
Scanned by CamScanner

आइंस्टीन के अनुसार -

$$\Delta E_b = \Delta M c^2$$

$$\Delta E_b = [Z m_p + (A-Z) m_n - M] c^2$$

यदि द्रव्यमान क्षति amu में हो तो -

$$\Delta E_b = \Delta M \times 931.5 \text{ MeV}$$

Que.2. ${}_1^1H + {}_1^1H \longrightarrow {}_1^2H + {}_{+1}^0e$

यदि प्रोटोन का द्रव्यमान 1.0072, न्यूट्रॉन का द्रव्यमान 1.0086 और ड्यूटेरियम का 2.0130u हो। तब ड्यूटेरियम नाभिक की बंधन ऊर्जा ज्ञात कीजिए।

Ans. वास्तविक द्रव्यमान $= Z m_p + (A-Z) m_n$

$= 1 \times 1.0072 + 1 \times 1.0086$

$= 1.0072 + 1.0086$

$= 2.0158\ u$

$\Delta M = 2.0158 - 2.0130$

$= 0.0028 \text{ amu}$

$\Delta E_b = 0.0028 \times 931$

$= 2.6 \text{ MeV}$

Que.3. ${}_2^4He$ का द्रव्यमान 4.0026 u है तब इसकी बंधन ऊर्जा ज्ञात कीजिए।

Ans. वास्तविक द्रव्यमान $= Z m_p + (A-Z) m_n$

$= 2 \times 1.0072 + (4-2) \times 1.0086$

$= 2 \times 1.0072 + 2 \times 1.0086$

$= 2.0144 + 2.0172$

$= 4.0316\ u$

www.notesdrive.com
Scanned by CamScanner

$\Delta M = 4.0316 - 4.0026$
$= 0.0290\ u$

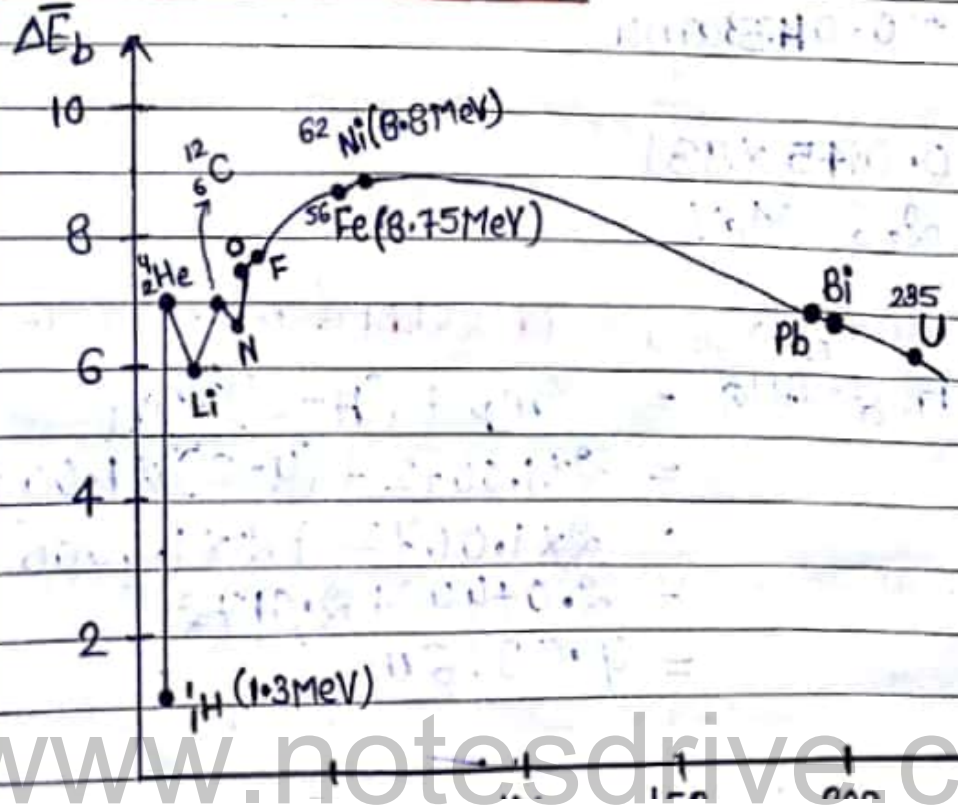
$\Delta E_b = \Delta M \times 931$
$= 0.029 \times 931$
$= 26.99\ MeV$

प्रतिन्यूक्लियोन बंधन ऊर्जा :– नाभिक के एक न्यूक्लियोन की बंधन ऊर्जा को प्रतिन्यूक्लियोन बंधन ऊर्जा कहते है।

$$\overline{B} = \Delta \overline{E_b} = \frac{\Delta E_b}{A}$$

- किसी नाभिक की प्रतिन्यूक्लियोन बंधन ऊर्जा जितनी अधिक होती है, नाभिक उतना ही अधिक स्थायी होता है।

$\Delta \overline{E_b}$ और A के बीच ग्राफ :–



www.notesdrive.com
Scanned by CamScanner

निष्कर्ष:-

1. प्रारंभ में द्रव्यमान संख्या बढ़ने के साथ प्रतिन्यूक्लियोन बंधन ऊर्जा का मान बढ़ता है और अधिकतम होने के बाद पुनः घटता है।

2. जिन नाभिकों की द्रव्यमान संख्या 4 की पूर्ण गुणज होती है। उनकी प्रतिन्यूक्लियोन बंधन ऊर्जा निकट स्थित नाभिक से अधिक होती है। जो यह प्रदर्शित करता है कि नाभिक में भी परमाणु की भाँति ऊर्जा स्तर पाये जाते है।

3. ^{56}Fe और ^{62}Ni के लिए प्रतिन्यूक्लियोन बंधन ऊर्जा सर्वाधिक होती है, इसलिए प्रकृति में Fe और Ni सर्वाधिक पाये जाते है।

4. द्रव्यमान संख्या 50-80 के बीच वाले नाभिक अधिक स्थायी होते है।

5. द्रव्यमान संख्या 30-170 वाले नाभिकों की प्रतिन्यूक्लियॉन बंधन ऊर्जा औसतन 8 MeV के आसपास होती है। जिनके लिए ग्राफ लगभग नियत आता है।

6. वे नाभिक जिनकी द्रव्यमान संख्या 30 से कम होती है, वे आपस में मिलकर मध्यवर्ती द्रव्यमान के स्थायी नाभिक का निर्माण करते है। जिसे <u>नाभिकीय संलयन</u> कहते है। नाभिकीय संलयन में द्रव्यमान क्षति होती है जिससे प्रतिन्यूक्लियोन बंधन ऊर्जा बढ़ जाती है।

7. वे नाभिक जिनकी द्रव्यमान संख्या 170 से अधिक होती है, वे टूटकर मध्यवर्ती द्रव्यमान के स्थायी नाभिक का निर्माण करते है। इसे <u>नाभिकीय विखण्डन</u> कहते है। जिसमें द्रव्यमान क्षति होती है, जिससे प्रतिन्यूक्लियोन बंधन ऊर्जा बढ़ जाती है।

www.notesdrive.com
Scanned by CamScanner

नाभिकीय अभिक्रिया :-

$$x + a \xrightarrow{z} Y + b + Q$$

लक्ष्य नाभिक (प्रक्षेप कण) [पितृ नाभिक] (पुत्री नाभिक) (उत्पाद कण) (ऊर्जा)

- जब किसी लक्ष्य नाभिक पर कोई कण [सामान्यतः न्यूट्रॉन, प्रोटॉन] आक्रमण करता है तो यह एक मध्यवर्ती [z] अस्थायी नाभिक में बदलता है, जो पुत्री नाभिक और उत्पाद कण में टूट जाता है। और साथ में द्रव्यमान क्षति के तुल्य ऊर्जा मुक्त होती है। इस सम्पूर्ण अभिक्रिया को नाभिकीय अभि० कहते है। इसे $x(a,b)y$ द्वारा भी प्रदर्शित किया जाता है।

Example:-

$$^{15}_{7}N + {}^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{15}_{8}O + {}^{1}_{0}n + Q$$

$$^{15}_{7}N({}^{1}_{1}H, {}^{1}_{0}n){}^{15}_{8}O$$

नाभिकीय ऊर्जा :-

नाभिकीय अभि० के दौरान द्रव्यमान क्षति होती है जो ऊर्जा के रूप में मुक्त होती है।

$$Q = [(m_x + m_a) - (m_y + m_b)]c^2$$

$Q = \Delta Mc^2$ या $Q = \Delta M \times 931$ MeV

www.notesdrive.com
Scanned by CamScanner

नाभिकीय अभिक्रियाओं में संरक्षण नियम :-

1. द्रव्यमान संख्या संरक्षण [A] :-
नाभिकीय अभिक्रियाओं में अभि. से पहले और अभि. के बाद कुल द्रव्यमान संख्या समान रहती है।

2. आवेश संरक्षण [Z - संरक्षण] :-
नाभिकीय अभि. में परमाणु क्रमांक [Z] समान रहता है।

3. द्रव्यमान ऊर्जा संरक्षण :-
नाभिकीय अभि. में हमेशा द्रव्यमान क्षति होती है जो ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है। अतः कुल द्रव्यमान ऊर्जा संरक्षित रहती है।

4. रेखीय संवेग संरक्षण
5. कोणीय संवेग संरक्षण

नाभिकीय अभिक्रियाओं के प्रकार :-

(1) नाभिकीय विखण्डन
(2) नाभिकीय संलयन

(1) नाभिकीय विखण्डन :-

खोज ⇒ ऑटोहोन & स्ट्रासमैन ने यूरेनियम पर न्यूट्रॉनों की बौछार की।

- जब कोई भारी अस्थायी नाभिक टूटकर हल्के मध्यवर्ती द्रव्यमान के स्थायी नाभिक बनाता है तो इसे नाभिकीय विखण्डन कहते है।

इस अभि. में द्रव्यमान क्षति होती है जो ऊर्जा के रूप

www.notesdrive.com
Scanned by CamScanner