नोट्स

whatsapp

8696608541

अपडेटेड नोट्स

OM PRAKASH SAINI

25/12/18.

Chapter-15.

नाभिकिय भौतिकी

Shree Radhe Krishan

1 Amu कि परिभाषा -

कार्बन-12 परमाणु के कुल द्रव्यमान का $\frac{1}{12}$ वाँ भाग ही एक 1 A.m.u कहलाता है- इसका मान-

$$1 A.m.u. = \frac{_6C^{12} \text{ का कुल द्रव्यमान}}{12}$$

$$1 A.m.u. = \frac{1.994627 \times 10^{-36}}{12}$$

$$\boxed{1 A.m.u. = 1.66 \times 10^{-27} kg}$$

Note:-
1. परमाणु के द्रव्यमान का यथार्थता पूर्वक मापन स्पेक्ट्रोमीटर (वर्णक्रम मापी) के द्वारा किया जा सकता है।
2. प्रोटोन, e^-, तथा न्यूट्रॉन कि द्रव्यमान A.m.u.

$m_P = 1.00727$ A.m.u

$m_e = 0.00055$ A.m.u

$m_N = 1.00867$ A.m.u

न्यूट्रॉन् -

ये परमाणु का मूलभूत कण होता है तथा इसकी खोज वैज्ञानिक जेम्स चेड्विक ने कि थी तथा इसकी निम्न विशेषतायें होती हैं-

1. न्यूट्रॉन एक उदासीन कण होता है।
2. न्यूट्रॉन का द्रव्यमान प्रोटोन के द्रव्यमान के लगभग बराबर अर्थात 1.00867 A.m.u. होता है।
3. न्यूट्रॉन का विघटन प्रोटोन, e^-, तथा एन्टीन्युट्रिनो में होता है।

$$_0n^1 = {}_1p^1 + {}_{-1}e^0 + \bar{\nu}$$

↓ एन्टीन्युट्रिनो

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

4. न्यूट्रॉन अस्थायी कण होते हैं जिनका औसत आयुकाल लगभग हजार sec होता है।
5. न्युट्रि न्यूट्रॉनो का चक्रण $+\frac{1}{2}$ होता है।
6. न्यूट्रॉनो के चु० आघुर्ण का मान प्रोटोनो के चु० आघुर्ण के बराबर लेकिन विपरित होता है।

* कुछ महत्त्वपुर्ण परिभाषाये –

1. समस्थानिक –
वे तत्व जिनके परमाणु क्रमांक का मान समान हो लेकिन इनकी द्रव्यमान संख्या (परमाणु भार) भिन्न-भिन्न हो उन्हे समस्थानिक कहा जाता है।
इनमे प्रोटोन व e^- कि संख्या समान लेकिन न्युट्रोनो कि संख्या भिन्न-2 होती है।

Eg. $_1H^1$, $_1H^2$, $_1H^3$

$_8O^{16}$, $_8O^{17}$, $_8O^{18}$

2. समभारिक – वे तत्व जिनकी द्रव्यमान संख्या (परमाणु भार) समान हो लेकिन परमाणु क्रमांक भिन्न-2 हो उन्हे समभारिक कहा जाता है।
इनमें प्रोटोन व न्यूट्रॉन कि संख्या भिन्न-2 होती है।

Eg. $_1H^3$, $_2He^3$, $_6C^{14}$, $_7N^{14}$

$_{11}Na^{23}$, $_{12}Mg^{23}$

3. समन्युट्रॉनिक –
वे तत्व जिनमें न्यूट्रॉनो कि संख्या समान हो लेकिन द्रव्यमान संख्या व परमाणु क्रमांक भिन्न-2

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

हो उन्हे समन्यूट्रॉनिक कहा जाता है।
इनमे न्यूट्रॉन कि संख्या समान लेकिन प्रोटोन व e− कि संख्या भिन्न−2 होती हैं।

Eg. $_6C^{13}$, $_7N^{14}$ = न्यूट्रॉन कि संख्या

$_{79}Au^{197}$ $_{80}Hg^{198}$ n = 118

4. प्रतीप या दर्पण नाभिक –
वे तत्व जिनमे द्रव्यमान संख्या समान हो लेकिन न्यूट्रॉन व प्रोटोन कि संख्या परस्पर परिवर्तीत हो अर्थात एक मे न्यूट्रॉन कि संख्या दूसरे मे प्रोटोन कि संख्या के बराबर हो उन्हे प्रतीप या दर्पण नाभिक के नाम से जाना जाता हैं।

Eg. $_3Li^7$ | $_4Be^7$
Z = 3 | Z = 4
N = 4 | N = 3

5. आइसोमर या समअवयवी –
वे तत्व जिनके परमाणु क्रमांक तथा द्रव्यमान संख्या समान हो लेकिन इनके रेडियो-एक्टिव गुण भिन्न−2 हो उन्हे समअवयवी कहा जाता है।
इन्हे तत्व पर स्टार लगाकर प्रदर्शित किया जाता हैं।

$_{13}Al^{27}$ $_{13}Al^{27*}$

Mg, Mg*

* नाभिक का आकार –
किसी भी परमाणु के नाभिक कि त्रिज्या को निम्न सूत्र कि सहायता से ज्ञात किया जा सकता हैं।

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date ______
Page ______

$$R = R_0 A^{1/3} \quad \text{--- (1)}$$

जहाँ पर, A = द्रव्यमान संख्या
R_0 = नियतांक

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

* परमाणु के नाभिक का आयतन –

गोले का आयतन
$$V = \frac{4}{3}\pi R^3 \quad \text{--- (1)}$$

$\because R = R_0 A^{1/3}$ से

समी० (1) से –

$$\boxed{V = \frac{4}{3}\pi R_0^3 A} \quad \text{--- (2)}$$

Note :- नाभिक कि त्रिज्या तथा आयतन दोनो ही परमाणु-भार पर निर्भर करते हैं।

* नाभिक का घनत्व –

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

$$D = \frac{m_N A}{V}$$

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

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

$$D = \frac{3 m_N}{4\pi R_0^3}$$

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date ____ Page ____

$D \simeq 2.30 \times 10^{17}\ Kg/m^3$

Note 1. किसी भी परमाणु के नाभिक का घनत्व नियत होता है।

2. परमाणु को प्रदर्शित करने का तरीका –

$_{Z}X^{A}$

जहाँ पर $Z = e^-/p^+$ or परमाणु क्रमांक / e^-/p^+ कि संख्या

A = द्रव्यमान संख्या (परमाणु भार)

$N = (A - Z)$ न्यूट्रोनों कि संख्या

Q.1. नाभिक का घनत्व अत्यधिक प्राप्त होता है क्यों?

Q.2. नाभिक के घनत्व कि जल के घनत्व से तुलना करो।

1. क्योंकि नाभिक का आयतन बहुत कम प्राप्त होता है इस कारण नाभिक का घनत्व बहुत अधिक होता है।

2. $D_{नाभिक} = 2.30 \times 10^{17}\ Kg/m^3$

$D_{जल} = 1 \times 10^3\ Kg/m^3$

$$\frac{D_{नाभिक}}{D_{जल}} = \frac{2.30 \times 10^{17}}{10^3}$$

$$\frac{D_{नाभिक}}{D_{जल}} = 2.30 \times 10^{14}$$

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date ____
Page ____

* आइन्सटीन का ऊर्जा द्रव्यमान तुल्यता सम्बंध –
वैज्ञानिक आइन्सटीन ने द्रव्यमान तथा ऊर्जा के मध्य एक सम्बंध का प्रतिपादन किया जिसे आइन्सटीन का द्रव्यमान -ऊर्जा तुल्यता सम्बंध कहा जाता है इस सम्बंध के अनुसार द्रव्यमान को ऊर्जा में तथा ऊर्जा को द्रव्यमान के रूप में परिवर्तित किया जा सकता है। तथा यह सम्बंध निम्न होता है।

$$E = mc^2$$

जहाँ पर E = ऊर्जा , m = द्रव्यमान
c = प्रकाश का वेग ($3 \times 10^8 m/sec$)

* द्रव्यमान का ऊर्जा मे रूपान्तरण के उदाहरण –

1. नाभिकिय विखण्डन अभिक्रिया
2. नाभिकीय संलयन अभि०
3. नाभिकिय बंधन ऊर्जा

* ऊर्जा का द्रव्यमान मे रूपान्तरण के उदाहरण –
जब 1.02 Mev ऊर्जा के γ कणों को विघटित किया जाता है। तो यह पॉजिट्रॉन , e^- , न्युट्रिनो मे विघटित हो जाते है।

$$\underset{(1.02\,Mev)}{\gamma} \longrightarrow \underset{\text{पॉजिट्रॉन}}{{}_{+1}e^0} + \underset{\text{इलेक्ट्रोन}}{{}_{-1}e^0} + \nu \leftarrow \text{न्युट्रिनो}$$

* Q. यदि m = 1 kg है तो इसे ऊर्जा में रूपान्तरित करो?

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

$m = 1 Kg$
$E = 1 \times (3\times10^8)^2$
$E = 9\times10^{16} J$

Q. 1A.m.u. द्रव्यमान को ऊर्जा में रूपान्तरित करो?

$m = 1 \cdot A.m.u. = 1.66\times10^{-27} kg$
$E = mc^2$ से
$$E = \frac{(1.66\times10^{-27}) \times (3\times10^8)^2}{1.6\times10^{-19}\times10^6}$$
$E \simeq 931.5 MeV$

* द्रव्यमान क्षति –
नाभिक का वास्तविक द्रव्यमान इसके भीतर उपस्थित न्युक्लिओनो (न्युट्रॉन + प्रोटोन) के द्रव्यमान से सदैव कम होता है। इसे ही द्रव्यमान क्षति के नाम से जाना जाता है।

Δm = न्युक्लिओनो का द्रव्यमान – नाभिक का वास्तविक द्रव्यमान
$\Delta m = [m_p z + (A-z) m_N] - M_{वास्तविक}$

* नाभिकिय बंधन ऊर्जा –
किसी परमाणु के नाभिक में उपस्थित न्युक्लिओनो को बांधे रखने के लिए जिस ऊर्जा कि आवश्यकता होती हैं ऊर्जा की उस मात्रा को ही नाभिकिय बधंन ऊर्जा कहा जाता हैं। इसका मान –

$E = mc^2$ से
$\Delta E = \Delta m c^2$
$\Delta E = [m_p z + (A-z) m_N - M_{वास्तविक}] c^2$

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date ____
Page ____

* प्रति न्युक्लिऑन नाभिकीय बंधन ऊर्जा –

नाभिकीय बंधन ऊर्जा तथा द्रव्यमान संख्या के अनुपात को प्रतिन्युक्लिऑन नाभिकिय बंधन ऊर्जा कहा जाता है। इसका मान –

$$\overline{\Delta E} = \frac{\Delta E}{A} = \frac{\Delta mc^2}{A}$$

$$\overline{\Delta E} = \frac{[m_p Z + (A-Z) m_N - M_{वास्तविक}]c^2}{A}$$

Note:- 1. न्युक्लिऑन –

नाभिक के भीतर उपस्थित न्युट्रॉन तथा प्रोटॉन को सम्मिलित रूप से न्युक्लिऑन कहा जाता है।

2. नाभिकीय संतृप्तता –

प्रत्येक नाभिक अपने समीप स्थिती अन्य परमाणु के नाभिक से प्रभावित होता है अथवा इस नाभिक को प्रभावित करता है। नाभिकों के इस गुण को ही नाभिकिय संतृप्तता कहा जाता है।

3. नाभिक –

परमाणु का वह भाग जिसमे परमाणु का का समस्त धनावेश एवं द्रव्यमान केंद्रीत होता है उसे नाभिक कहा जाता है।

* नाभिकिय बल –

नाभिकिय प्रयास में न्युक्लिओनो के मध्य कार्यरत आकर्षण बल को ही नाभिकीय बल कहा जाता है।

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

* नाभिकियबल कि विशेषतायें -

1. नाभिकिय बल प्रकृति में सबसे प्रबल बल होते हैं।
2. विभिन्न बलों के साथ इनका अनुपात निम्न होता है।

$$f_G : f_W : f_E : f_N = 1 : 10^{25} : 10^{36} : 10^{38}$$

3. नाभिकिय बल केवल अल्प परास पर ही लागु होते हैं।
4. नाभिकिय बल आवेश स्वतंत्रित होते हैं अर्थात् के मध्य कार्यरत नाभिकिय

$p^+ - p^+$, $p^+ - n$, $n - n$

बल समान होते हैं।

5. नाभिकिय बल न्युक्लिओनों के चक्रण पर निर्भर करते हैं। समान्तर चक्रण होने कि स्थिती में नाभिकिय बल प्रबल जबकि प्रति समान्तर चक्रण होने पर नाभिकीय बल दुर्बल प्रकृति का होता हैं।
6. प्रत्येक नाभिक का घनत्व लगभग समान होता हैं। इसका तात्पर्य हैं कि प्रत्येक नाभिक में उपस्थित न्युक्लिअॅन अन्य सभी न्युक्लिओनों से अन्योन्य क्रिया नही करता। जबकि इसके समीप स्थिती अन्य नाभिक के न्युक्लिओनों से क्रिया करता हैं।
7. नाभिकिय बल आकर्षण कि प्रकृति के होते हैं लेकिन

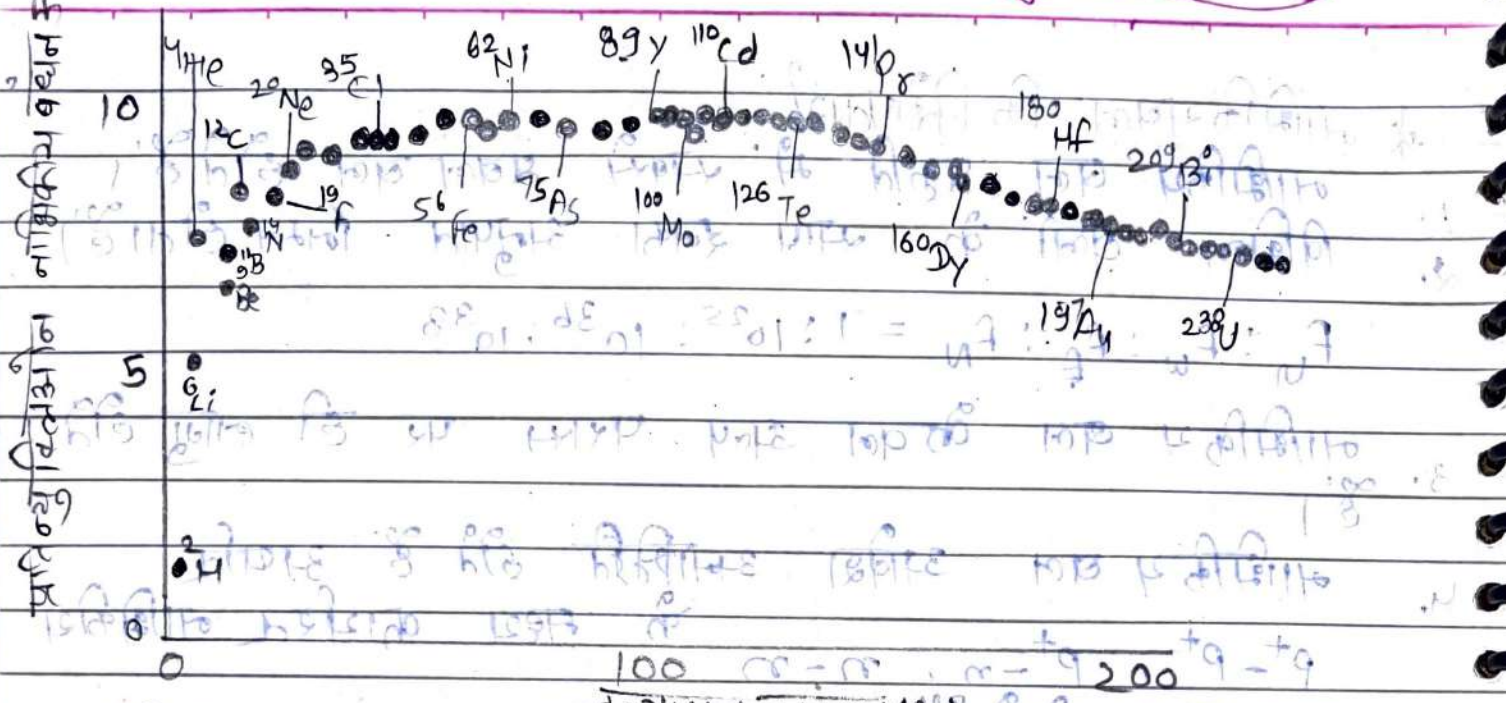
* यदि न्युक्लिओनों के मध्य कि दुरी 1fm से कम हो जाती हैं। तो इनके मध्य प्रतिकर्षण लगने लगता हैं।

* नाभिकिय बंधन ऊर्जा आरेख -

किसी परमाणु कि द्रव्यमान संख्या तथा प्रतिन्युक्लिअॅन नाभिकिय बंधन ऊर्जा के मध्य खिंचा गया आरेख ही नाभिकिय बंधन ऊर्जा आरेख कहलाता हैं तथा यह निम्नानुसार प्राप्त होता हैं।

Pg. 343
15.2

Eg. 1 to 4.



- नाभिकिय बंधन ऊर्जा आरेख से प्राप्त प्रेक्षण -

1. बंधन ऊर्जा आरेख से स्पष्ट होता है कि Fe^{56}, Ni^{62} आदि की प्रतिन्युक्लिऑन बंधन ऊर्जा का मान सर्वाधिक होता हैं। इन दोनो तत्वो कि नाभिकिय बंधन ऊर्जा लगभग 8.8 MeV होती हैं।

2. ग्राफ से स्पष्ट होता हैं कि ΔE का मान पहले बढता हैं फिर नियत होकर धीरे - धीरे घटने लगता हैं लेकिन द्रव्यमान संख्या 4 के गुणज वाले तत्वों कि ΔE का मान अपने समीप स्थित तत्वों कि तुलना में अधिक होता हैं इस कारण यह नाभिक अधिक स्थायी होते हैं।

3. द्रव्यमान संख्या 30 - 170 के मध्य वाले तत्वो के लिए ΔE का मान लगभग नियत रहता हैं।

4. द्रव्यमान संख्या 30 से कम तथा 170 से ज्यादा वाले तत्वों कि प्रतिन्युक्लिऑन बंधन ऊर्जा का मान (ΔE) कम प्राप्त होता है।

Q. 1gm को ऊर्जा में रुपान्तरित करो ?

Q. नाभिकिय परास में कार्यरत सभी बलो के नाम लिखो ?

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date ____ Page ____

Ans. $m = 1gm$

$E = ?$

Sol'' $E = mc^2$ से

$E = 1 \times 10^{-3} \times (3 \times 10^8)^2$

$E = 9 \times 10^{16} \times 10^{-3}$

$E = 9 \times 10^{13}$ Joule

Ans. नाभिकिय परास में निम्न बल कार्यरत् होते हैं -

1. न्यूक्लिओनो के मध्य कार्यरत आकर्षण बल।
2. प्रोटोन-प्रोटोन के मध्य लगने वाला प्रतिकर्षण बल।
3. प्रोटोन - प्रोटोन के मध्य कार्यरत् कुलाम्ब बल।

15.1. $_{13}Al^{27}$ की त्रिज्या

$R = R_0 A^{\frac{1}{3}}$ से

$R = 1.2 \times 10^{-15} \times (27)^{1/3}$

$R = 1.2 \times 10^{-15} \times (3)^{3 \times \frac{1}{3}}$

$R = 3.6 \times 10^{-15}$

$R = 3.6$ fm

15.2. (R)(R)

$U = \frac{K q_1 q_2}{r_{12}}$

$U = \frac{K q^2}{2R}$

$q = 13 \times 1.6 \times 10^{-19}$

$R = 3.6 fm = 2.6 \times 10^{-15} m$

$K = 9 \times 10^9$

$U = \frac{9 \times 10^9 \times (13 \times 1.6 \times 10^{-19})^2}{2 \times 3.6 \times 10^{-15}}$

$U =$

15.4. i) ड्यूट्रान $(_1H^2)$

$m_p = 1.007 u$, $M_d = 2.013 u$

$m_n = 1.008 u$

Sol'' $\Delta m = [m_p Z + (A-Z) M_N] - M_{वास्तविक}$

$\Delta m = [1.007 \times 1 + 1 \times 1.008] - 2.013$

$\Delta m = [1.007 + 1.008] - 2.013$

$\Delta m = 2.015 - 2.013$

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

$\Delta m = 0.002$ A.m.u.

$\because 1u = 931$ Mev/c^2

$E = \Delta mc^2$ से

$E = 0.002 \times 931$

$E =$. Mev/c^2

* नाभिकिय बंधन ऊर्जा आरेख से प्राप्त निष्कर्ष -

1. Fe^{56} तथा Ni^{62} कि प्रतिन्युक्लिऑन बंधन ऊर्जा का मान अत्यधिक प्राप्त होता है इससे स्पष्ट होता है कि नाभिकिय बल प्रकृति में सबसे प्रबलतम बल होते हैं।

2. द्रव्यमान संख्या 30-170 वाले तत्वो कि ΔE का मान लगभग नियत प्राप्त होता है। अतः इससे स्पष्ट होता है कि नाभिकिय बल अल्प परास पर ही कार्यरत होते हैं।

3. द्रव्यमान संख्या 30 से कम वाले तत्वो कि ΔE का मान कम प्राप्त होना यह प्रदर्शित करता है कि जब दो छोटे -2 नाभिक आपस में संलयित होकर एक बड़े नाभिक का निर्माण करते हैं तो ऊर्जा द्रव्यमान के रूप में बाहर निकलती है जिसके कारण द्रव्यमान क्षति प्रदर्शित होती है और इस कारण ΔE का मान कम प्राप्त होता है।

4. द्रव्यमान संख्या 170 से अधिक वाले तत्वो कि ΔE का मान कम प्राप्त होना यह प्रदर्शित करता है कि जब एक बड़ा नाभिक दो छोटे नाभिको में विखण्डित होता है तो इस प्रक्रिया में भी ऊर्जा द्रव्यमान के

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date
Page

रूप में बाहर निकलती हैं जिसके कारण द्रव्यमान क्षति प्रेक्षित होने से ΔE का मान कम प्राप्त होते हैं।

* रेडियो एक्टिवता या रेडियोसक्रियता –
रेडियो एक्टिवता कि खोज वैज्ञानिक हेनरी बेकेरल ने कि थी। इन्होंने एक यूरेनियम के नाभिक के समीप एक फोटोग्राफिक प्लेट को रखा तो इन्होंने पाया कि फोटोग्राफिक प्लेट पर प्रतिदिप्ती (चमक) उत्पन्न होती हैं इसके आधार पर इन्होंने यह निष्कर्ष निकाला कि यूरेनियम का नाभिक कुछ अदृश्य किरणों को उत्सर्जित करता है - जिसके कारण फोटोग्राफिक प्लेट पर चमक उत्पन्न होती है इन अदृश्य किरणों को रेडियोएक्टिव किरणें अथवा बेकुरेल किरणों के नाम से जाना जाता है।

परिभाषा –
प्रकृति मे कुछ तत्व ऐसे होते हैं जो समय के साथ-2 धीरे-2 स्वतः ही विघटित होते रहते हैं इस प्रकार के पदार्थों को रेडियोएक्टिव पदार्थ तथा इन पदार्थों के इस गुण को रेडियोएक्टिवता कहा जाता है।

Note:- 1. रेडियोएक्टिवता एक नाभिकिय गुण होता है।
2. रेडियोएक्टिवता का गुण प्रायिकता के सिद्धान्त पर आधारित होता है अर्थात कौनसा नाभिक कब विघटित होगा यह यथार्थता पूर्वक नहीं बताया जा सकता।
3. रेडियोएक्टिवता का गुण ताप, दाब, भौतिक परिवर्तन, रसायनिक परिवर्तनो पर निर्भर नहीं करता।
4. रेडियोएक्टिवता में जिन तत्वों का विघटन होता है उन्हे जनक तत्व कहा जाता है। तथा विघटन

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

के पश्चात जो तत्व प्राप्त होते हैं उन्हे पुत्री तत्व कहा जाता हैं।

5. जिन तत्वों के परमाणु क्रमांक 83 या उससे अधिक होते हैं उन तत्वों को रेडियोएक्टिव तत्व कहा जाता हैं।

* रेडिएक्टिवता का रदरफोर्ड - सोडी का नियम अथवा विघटन का नियम अथवा चरघातांकी का नियम या क्षयांक का नियम -

वैज्ञानिक रदरफोर्ड तथा सोडी ने सक्रिय परमाणुओं कि संख्या तथा पदार्थ कि विघटन की दर में संबंध का प्रतिपादन किया जिसे रदरफोर्ड - सोडी के नियम के नाम से जाना जाता हैं।

इस नियम के अनुसार रेडियोएक्टिव पदार्थ के विघटन कि दर में होने वाली कमी सक्रिय परमाणुओं कि संख्या (अविघटित परमाणुओं की संख्या) के समानुपाती होती हैं अर्थात

$$-\frac{dN}{dt} \propto N$$

$$-\frac{dN}{dt} = \lambda N \quad \text{---} (1)$$

जहाँ पर λ = क्षयांक

समी. (1) से

$$-\frac{dN}{N} = \lambda \cdot dt$$

$$\frac{dN}{N} = -\lambda \cdot dt$$

समाकलन करने पर

$$\int_{N_0}^{N} \frac{dN}{N} = -\int_{0}^{t} \lambda \cdot dt$$

$$[\log_e N]_{N_0}^{N} = -\lambda [t]_0^t$$

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

$$\log_e N - \log_e N_0 = -\lambda[t-0]$$

$$\log_e N - \log_e N_0 = -\lambda t$$

$$\log_e \frac{N}{N_0} = -\lambda t$$

$$\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$$

$$\boxed{N = N_0 e^{-\lambda t}} \quad \text{——— (2)}$$

विघटन का नियम or परघातांकी नियम

क्षयांक कि परिभाषा –

$$\frac{-dN}{dt} = \lambda N$$

$$\lambda = \frac{-\frac{dN}{dt}}{N} \quad \text{——— (1)}$$

अतः इसे स्पष्ट होता हैं कि रेडियोएक्टिव पदार्थ कि विघटन कि दर में होने वाली कमी तथा सक्रिय परमाणु कि संख्या के अनुपात को ही क्षयांक कहा जाता हैं।

अथवा विघटन के नियम से –

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad \text{——— (1)}$$

$\because t = \frac{1}{\lambda}$ से

समी. (1) से

$$N = N_0 e^{-\lambda \times \frac{1}{\lambda}}$$

$$N = N_0 e^{-1}$$

$$N = \frac{N_0}{e} = \frac{N_0}{2.718} = 0.368 N_0 = 36.8\% \text{ of } N_0$$

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

अतः इससे स्पष्ट होता है कि क्षयांक उस समय के व्युत्क्रम के बराबर होता है जिस समय मे वह अपने प्रारंभिक मान का $\frac{1}{e}$ गुना या 0.368 गुना या 36.8% शेष रह जाता है।

λ कि विमा व मात्रक -

विमा = $[M^0 L^0 T^{-1}]$

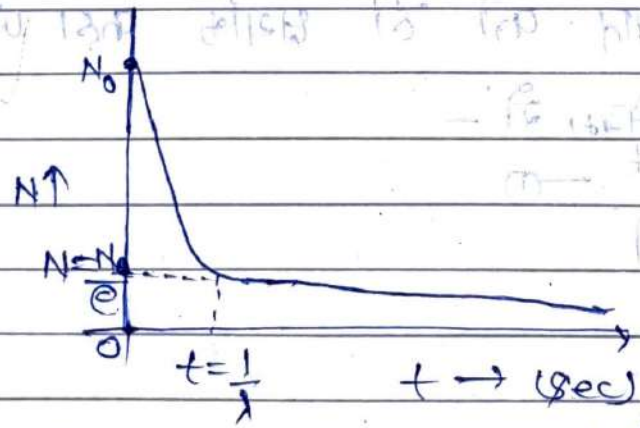
मात्रक = /sec, /min, /hr, /दिन, /वर्ष

Note: 1. λ का मान ताप दाब भौतिक व रासायनिक परिवर्तनों पर निर्भर नहीं करता।

2. जिन पदार्थों के लिए विघटन कि दर का मान अधिक होता है उन पदार्थों के लिए क्षयांक का मान भी उतना ही अधिक प्राप्त होता है।

3. स्थायी तत्वों के लिए क्षयांक का मान शून्य होता है क्योंकि इनके विघटन कि दर का मान शून्य होता है।

* रेडियोएक्टिव पदार्थ में उपस्थित परमाणुओं कि संख्या तथा समय के मध्य आरेख -



* रेडियोएक्टिव पदार्थ कि सक्रियता अथवा क्षयता दर -

रेडियोएक्टिव पदार्थ के विघटन के दर में होने वाली कमी को ही क्षयता अथवा सक्रियता कहा जाता है।

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date
Page

$R = -\frac{dN}{dt}$ —— (1)

$\because -\frac{dN}{dt} = \lambda N$ (विघटन के नियम से)

$R = \lambda N$ —— (2)

$\because N = N_0 e^{-\lambda t}$ (विघटन के नियम से)

समी० (2) से

$R = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$ —— (3)

जहाँ पर $\lambda N_0 = R_0$ (सक्रियता गुणांक)

समी० (3) से

~~$R = R_0 e^{-\lambda t}$~~ —— (4) $R = R_0 e^{-\lambda t}$

* सक्रियता के मात्रक –

i) बैकेरल (Bq) = विघटन /sec

ii) 1 क्युरी = 3.7×10^{10} Bq

iii) 1 रदरफोर्ड = 10^{6} Bq

Notes – 1 क्युरी = 3.7×10^{10} Bq

1 mc = 3.7×10^{7} Bq

1 mc = 37×10^{6} Bq

1 mc = 37 रदरफोर्ड

विमा = $[M^0 L^0 T^{-1}]$

Note:– 1. सक्रियता ताप दाब, भौतिक व रसायनिक परिवर्तनों पर निर्भर नहीं करती।

2. सक्रियता रेडियोएक्टिव पदार्थ के विघटन कि दर पर निर्भर करती हैं।

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date
Page

* रेडियोएक्टिव पदार्थों कि अर्द्धआयु –
वह समय जिसमें कोई रेडियो एक्टिव पदार्थ अपने प्रारंभिक मान का आधा शेष रह जाता हैं। उसे रेडियोएक्टिव पदार्थ कि अर्द्ध आयु कहा जाता हैं।
विघटन के नियम सें –

$N = N_0 e^{-\lambda t}$ —— ①

अर्द्ध आयु की परिभाषा सें –

$\because N = \frac{N_0}{2}$

$\therefore t = T$ (अर्द्ध आयु)

समी० ① से –

$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T}$

$\frac{1}{2} = \frac{1}{e^{\lambda T}}$

तुलना करने पर

$e^{\lambda T} = 2$

log लेने पर

$\log_e e^{\lambda T} = \log_e 2$

$\lambda T \log_e e = \log_e 2$

$\because \log_e e = 1$

$\lambda T = \log_e 2$

$\lambda T = 2.303 \log_{10} 2$

$\because$ ~~$\log_{10} 2$~~

$\because \log_{10} 2 = 0.3010$

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

$\lambda T = 2.303 \times 0.3010$

$\lambda T = 0.6932$

$$T = \frac{0.6932}{\lambda}$$

* अर्द्धआयु की विमा व मात्रक -

विमा - $[M^0 L^0 T^1]$

मात्रक = sec, min, hr, दिन, वर्ष etc.

Notes - 1. अर्द्धआयु का मान ताप दाब भौतिक व रासायनिक परिवर्तनो पर निर्भर नही करता। 2. अर्द्धआयु का मान क्षयांक (λ) पर निर्भर करता है।

3. स्थायी तत्वों के लिए अर्द्धआयु का मान अनन्त होता है क्योंकि इनके लिए λ का मान शून्य होता है।

4. यदि किन्ही दो रेडियोएक्टिव पदार्थो के लिए क्षयांक के मान क्रमशः λ_1 व λ_2 हैं तो इनकी अर्द्धआयु का मान -

$\because \lambda = \frac{0.6932}{T}$

$\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$

$\lambda = \frac{0.6932}{T_1} + \frac{0.6932}{T_2}$

$\lambda = 0.6932 \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2}\right)$

$\frac{0.6932}{T} = 0.6932 \left[\frac{T_1 + T_2}{T_1 T_2}\right]$

$\frac{1}{T} = \frac{T_1 + T_2}{T_1 T_2}$

$$T = \frac{T_1 T_2}{T_1 + T_2}$$

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date
Page

5. ∵ 0T समय पर अविघटित परमाणुओं की संख्या = $\frac{N_0}{2^0}$

∵ 1T समय पर अविघटित परमाणुओं की संख्या = $\frac{N_0}{2^1}$

∵ 2T = $\frac{N_0}{2^2}$

– – – –

– – – – –

∴ nT समय पर अविघटित परमाणुओं की संख्या = $\frac{N_0}{2^n}$

nT समय पर अविघटित परमाणुओं की संख्या –

Imp.

$$N = \frac{N_0}{2^n}$$

जहाँ पर

$$t = nT$$

$$n = \frac{t}{T}$$

* रेडियोएक्टिव पदार्थ की औसत आयु या माध्य आयु –

किसी रेडियोएक्टिव पदार्थ मे उपस्थित कुल पर सभी परमाणुओं कि आयु का योग तथा कुल परमाणुओं कि संख्या के अनुपात को हि रेडियोएक्टिव पदार्थ कि औसत आयु या माध्य आयु कहा जाता है।

$$\tau(\text{औसत आयु}) = \frac{\text{रेडियोएक्टिव पदार्थ मे उपस्थित सभी परमाणुओं की आयु का योग}}{\text{कुल परमाणुओं की संख्या}}$$

माना t = 0 समय पर रेडियोएक्टिव पदार्थ मे परमाणुओं कि संख्या N_0 है तथा विघटन के पश्चात t + dt समय मे परमाणुओ कि संख्या N रह जाती है अर्थात इस स्थिती मे dt समय मे dN परमाणुओ का विघटन हो जाता है तो इस स्थिती मे –

$$\tau = \frac{\int_{N_0}^{N} t \cdot dN}{N_0} \quad \text{—— (1)}$$

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

$\because \frac{dN}{dt} = -\lambda N$ (विघटन के नियम से)

$\therefore dN = -\lambda N \cdot dt$

जब $N = N_0$ हो तो $t = \infty$

$N = N$ हो तो $t = 0$

समी. (1) से -

$$\tau = \frac{\int_{\infty}^{0} t \cdot (-\lambda N \cdot dt)}{N_0}$$

~~$\because N = N_0 e^{-\lambda t}$ से~~

$$\tau = \frac{-\int_{\infty}^{0} \lambda t\, N \cdot dt}{N_0}$$

$\because N = N_0 e^{-\lambda t}$ से

$$\tau = -\frac{\int_{\infty}^{0} \lambda t\, (N_0 e^{-\lambda t}) \cdot dt}{N_0}$$

$$\tau = -\lambda \int_{\infty}^{0} t e^{-\lambda t} \cdot dt$$

$$\tau = \lambda \int_{0}^{\infty} t e^{-\lambda t} \cdot dt$$

$$\boxed{\tau = \frac{1}{\lambda}}$$

* रेडियो एक्टिव पदार्थ कि अर्द्ध आयु तथा औसत आयु में सम्बन्ध-

अर्द्ध आयु -

$$T = \frac{0.6932}{\lambda} \quad \text{---(1)}$$

औसत आयु -

$$\tau = \frac{1}{\lambda} \quad \text{---(2)}$$

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Nand
Date
Page

समी. ① ÷ ② से-

$$\frac{T}{\tau} = \frac{0.6932}{\lambda} \times \frac{\lambda}{1}$$

$$\frac{T}{\tau} = 0.6932$$

$$\boxed{T = 0.6932\tau}$$

or

$$\boxed{\tau = \frac{T}{0.6932} = 1.44T}$$

* रेडियोएक्टिव विकिरणों के गुण अथवा α, β, γ किरणों के गुण-

क्र.सं.	गुण	α-किरणें	β किरणें	γ किरणें
1.	प्रकृति	हिलियम का द्विआयनित नाभिक $_2He^4$ (He^{++})	तीव्रगामी e⁻	फोटोन (ऊर्जा का कण)
2.	सुमप्रतीक चिन्ह	$_2He^4$	$_{-1}\beta^0$	$E = h\nu$
3.	आवेश	$q_\alpha = +2e$	$q_\beta = -e$	उदासीन
4.	द्रव्यमान	$m_\alpha = 4m_p$	$m_\beta = \frac{m_e}{1840}$	$E = mc^2$, $m = \frac{E}{c^2}$
5.	आयनन क्षमता	1000	100	1
6.	भेदन क्षमता	1	100	1000
7.	वि. क्षेत्र मे से गुजारने पर	विक्षेपित	विक्षेपित	अविक्षेपित
8.	चु. क्षेत्र मेसें गुजारने पर	विक्षेपित	विक्षेपित	अविक्षेपित
9.	फोटोग्राफिक plate पर प्रभाव	प्रतिदिप्ती	प्रतिदिप्ती	प्रतिदिप्ती

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date
Page

10 स्पेक्ट्रम	रेखीलस्पेक्ट्रम	सतत स्पेक्ट्रम	रेखिलस्पेक्ट्रम
11. वेग	1.4×10^7 m/sec से 1.7×10^7 m/sec तक (प्रकाश के वेग का 0.05)	प्रकाश के वेग का 1% से 99% तक	प्रकाश के वेग के बराबर

Note:-

1. सामान्य ताप तथा दाब पर α-कणों के द्वारा वायु मे तय कि गई दूरी को α-कण कि परास कहा जाता हैं। इसी परास मे α-कणों का आयनन सम्भव हो पाता है इसके पश्चात नही। तथा यह परास वायु में लगभग 2.7 cm से 8.6 cm तक होती हैं।
2. α-कणों को ZnS तथा बेरियम प्लेटिनो सायनाइड पर आपतित कराने पर चमक उत्पन्न होती है।
3. β-कणों को ZnS, बेरियम प्लेटिनोसायनाइड, विलेमाइट तथा केल्शियम टंगस्टेट पर आपतित कराने पर चमक उत्पन्न होती है।
4. γ-किरणों कि अन्योन्य क्रिया के कारण क्रोमिटन प्रभाव तथा प्रकाश वि. प्रभाव उत्पन्न होता है तथा γ-किरणें मानव शरीर के लिए हानिकारक होती हैं। (γ, α, β)

Q. $3x^7$, $3y^4$ क्या एक हि तत्व के समस्थानिक हैं कारण सहित बताइए।

Q. एक लौहे के नाभिक का द्रव्यमान 55.85u है तथा द्रव्यमान संख्या 56 हैं तो इसके घनत्व कि गणना करो?

Q. कोई रेडियोएक्टिव पदार्थ 24 वर्षों में 75% विघटित हो जाता है तो इस पदार्थ के क्षयांक व अर्द्धआयु कि गणना करो?

Q. यदि कोई रेडियोएक्टिव पदार्थ 30 वर्षों मे अपने प्रारंभिक मान का $\frac{1}{16}$ शेष रह जाता हैं तो इस पदार्थ कि अर्द्धआयु कि गणना करों।

Q. $_{11}Na^{22}$, $_{12}Mg^{24}$, $_{11}Na^{24}$, $_{10}Ne^{23}$ में से समस्थानिक व समन्यूट्रॉनिक युग्म को छाँटिए।

Ans1. ये दोनों एक ही तत्व के समस्थानिक हैं क्योंकि इनका परमाणु क्रमांक समान है।

Ans2. $m = 55.85\ u$

$A = 56$

$D = ?$

Sol" $D = \frac{3 m_H A}{4\pi R_0^3 A}$ से

$D = \frac{3 \times 55.85 \times 1.67 \times 10^{-27}}{4 \times 3.14 \times (1.2 \times 10^{-15})^3}$

$D = 2.30 \times 10^{17}\ kg/m^3$

Ans3. $t = 24$ वर्ष

$N = 25\%$ of N_0

$N = \frac{N_0}{4}$

Sol" $N = \frac{N_0}{2^n}$ से

$\frac{N_0}{4} = \frac{N_0}{2^n}$

$2^n = 2^2$

तुलना करने पर

$n = 2$

$\because t = nT$ से

$T = \frac{t}{n} = \frac{24}{2}$

$T = 12$ वर्ष

क्षयांक

$\lambda = \frac{0.6932}{T}$ से

$\lambda =$

Q. $t = 30$ वर्ष

$N = \frac{N_0}{16}$

Sol" $N = \frac{N_0}{2^n}$ से

$\frac{N_0}{16} = \frac{N_0}{2^n}$

$2^n = 2^4$

तुलना करने पर

$n = 4$

$\because t = nT$ से

$T = \frac{t}{n} = \frac{30}{4}$

$T = 7.5$ वर्ष

Q. $_{11}N^{22}$, $_{12}Mg^{24}$, $_{11}Na^{24}$, $_{10}Ne^{23}$

($_{11}N^{22}$, $_{11}Na^{24}$) → समस्थानिक

($_{12}Mg^{24}$, $_{10}Ne^{23}$) → 13 न्यूट्रॉन समन्यूट्रॉनिक

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

15.5. $N_0 = 1000$

$t = \frac{T}{2}$

$N = ?$

Sol" $N = \frac{N_0}{2^n}$

$N = \frac{1000}{2^n}$

$\because t = nT$ Ans.

$n = \frac{t}{T} = \frac{T}{2T}$

$n = \frac{1}{2}$

$N = \frac{1000}{2^{\frac{1}{2}}} = \frac{1000}{\sqrt{2}}$

$N =$

II method. $N = N_0 e^{-\lambda t}$ Ans.

$N = N_0 e^{-\frac{0.6932}{T} \times \frac{T}{2}}$

$N = N_0 e^{-\frac{0.6932}{2}}$

15.6. $t = 7.5\ h$

$N = \frac{N_0}{32}$, $T = ?$

Sol" $N = \frac{N_0}{2^n}$ Ans.

$\frac{N_0}{32} = \frac{N_0}{2^n}$

$2^n = 2^5$

$n = 5$

$\because t = nT$

$T = \frac{t}{n} = \frac{7.5}{5}$

$T = 1.5hr$

A.Q.1. $A_1 = 16$, $R_1 = 3 \times 10^{-15}\ m$

$A_2 = 128$, $R_2 = ?$

Sol" $R \propto A^{1/2}$

$\frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^{\frac{1}{3}}$

$\frac{3 \times 10^{-15}}{R_2} = \left(\frac{16}{128}\right)^{\frac{1}{3}}$

$\frac{3 \times 10^{-15}}{R_2} = \left(\frac{1}{8}\right)^{\frac{1}{3}}$

$\frac{3 \times 10^{-15}}{R_2} = \frac{1}{2}$

$R_2 = 6 \times 10^{-15}\ m = 6fm$

A.Q.2 $M_{Fe} = 55.9349\ u$

$M_N = 1.0086\ u$

$M_p = 1.0078\ u$

Sol" $\Delta m = [m_p z + (A-z)M_N] - M_{Fe}$

$\Delta m = [26 \times 1.0078 + 30 \times 1.0086] - 55.936$

$\Delta m =$

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Nand
Date
Page

$E = mc^2$ से

$E = \Delta m c^2$

$E = \quad \times 931\ MeV/c^2$

Q.3. $T = 3 sec$, $N_0 = 8000$

Sol.

$\lambda = \frac{0.6932}{T}$ से

$\lambda = \frac{0.6932}{3} =$

$\lambda =$

* विस्थापन का नियम –

जब किसी रेडियो एक्टिव पदार्थ से α β या γ कणों का उत्सर्जन होता है अर्थात् रेडियो-एक्टिव विकिरणों का उत्सर्जन होता है तो इस स्थिती में रेडियो एक्टिव पदार्थ अपनी मूल स्थिती से विस्थापित हो जाता है इसे ही विस्थापन का नियम कहा जाता है।

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date
Page

1. α - क्षय या α - कण का विस्थापन -
जब किसी रेडियोएक्टिव तत्व से α - कण का विस्थापन होता है तो तत्व के परमाणु क्रमांक में दो कि कमी जबकि द्रव्यमान संख्या में चार कि कमी हो जाती है जिससे यह तत्व आवर्त सारणी में दो स्थान पीछे चला जाता है इसे ही α - कण का विस्थापन कहा जाता है।

Eg. $_{Z}X^{A} \longrightarrow _{Z-2}Y^{A-4} + _{2}He^{4}$

Eg. $_{92}U^{238} \longrightarrow _{90}Th^{234} + _{2}He^{4}$

α - क्षय में ऊर्जा की गणना

$$\Delta m = M_X - (M_Y + M_{He})$$

$\because E = mc^2$ से

$$E = \Delta m c^2$$

$$E = [M_X - (M_Y + M_{He})]c^2$$

2. β - क्षय अथवा β - कण का विस्थापन -
जब किसी रेडियो एक्टिव तत्व से β क्षय होता है अथवा β - कण का विस्थापन होता है तो इस स्थिती मे तत्व के परमाणु क्रमांक मे या तो एक कि वृद्धि हो जाती है या एक कि कमी हो जाती है। अर्थात β - क्षय निम्न दो प्रकार से होता है।

i) β^+ - क्षय
ii) β^- - क्षय

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

i) β^+ - क्षय -
जब किसी रेडियो एक्टिव तत्व से β^+ - क्षय होता है तो इस स्थिती में तत्व के परमाणु क्रमांक में एक कि कमी हो जाती है लेकिन इस स्थिती में द्रव्यमान संख्या में कोई परिवर्तन नही होता।

$$_{Z}X^{A} \longrightarrow {}_{Z-1}Y^{A} + {}_{+1}e^{0}(+1\beta^{0}) + \nu$$

Eg. $_{1}P^{1} \longrightarrow {}_{0}n^{1} + {}_{+1}e^{0} + \nu$ ← न्युट्रिनो

ii) β^- - क्षय -
जब किसी रेडियोएक्टिव तत्व से β^- - क्षय होता है तो इस स्थिती में तत्व के परमाणु क्रमांक में एक कि वृद्धि हो जाती है लेकिन द्रव्यमान संख्या पर कोई प्रभाव नही पड़ता।

$$_{Z}X^{A} \longrightarrow {}_{Z+1}Y^{A} + {}_{-1}e^{0}(-1\beta^{0}) + \bar{\nu}$$ ← एन्टी न्युट्रिनो

Eg. $_{0}n^{1} \longrightarrow {}_{1}P^{1} + {}_{-1}e^{0} + \bar{\nu}$

Note:- i) प्रोटोन का न्युट्रान में रुपान्तरण केवल नाभिक के भीतर ही सम्भव हो पाता है क्योंकि न्यूट्रॉन का द्रव्यमान प्रोटोन के द्रव्यमान से अधिक होता है। तथा न्युट्रॉन का नाभिक के बाहर अस्तित्व सम्भव नही हो पाता।

ii) न्युट्रॉन का प्रोटोन मे रुपान्तरण नाभिक के भीतर तथा बाहर दोनो ओर ही सम्भव होता है। क्योंकि प्रोट्रोन का द्रव्यमान न्यूट्रॉन के द्रव्यमान से कम होता है।

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date ____ Page ____

iii) β-कण के विस्थापन में सदैव समभारिक प्राप्त होते हैं।
iv) β-कण के उत्सर्जन में ऊर्जा कण न्यूट्रिनो का उत्सर्जन होता है इन कणों कि खोज वैज्ञानिक पाउली ने कि थी। इन्होने न्यूट्रिनो को नाभिक का मूलभूत कण बताया।

3. γ-क्षय अथवा γ-कण का उत्सर्जन-
जब किसी रेडियोएक्टिव तत्व से γ कण का उत्सर्जन होता है या γ क्षय होता है। तो इस स्थिती में तत्व के परमाणु क्रमांक तथा द्रव्यमान संख्या में कोई परिवर्तन नही होता। क्योंकि γ-कण केवल एक ऊर्जा का कण होता है। लेकिन γ-कण के उत्सर्जन मे रेडियोएक्टिव गुणो में भिन्नता आ जाती है।

$$_{Z}X^{A} \longrightarrow {}_{Z}^{*}X^{A} + \gamma$$

Note:- i) किसी रेडियोएक्टिव तत्व से α तथा β कण का उत्सर्जन एक-साथ सम्भव नही हो पाता।
जब किसी रेडियोएक्टिव तत्व से α-कण का विस्थापन होता है तो इस स्थिती मे तत्व उत्तेजित अवस्था मे हो जाता है। इसे पुनः सामान्य अवस्था मे लाने के लिए γ-कण का उत्सर्जन कराया जाता है। जिससे यह पुनः सामान्य अवस्था मे आ जाता है और इस स्थिती मे ये β-कण का उत्सर्जन कर सकता है।

ii) Extra
α-क्षय में α-कण के वेग कि गणना-

$$_{Z}X^{A} \longrightarrow {}_{Z-2}Y^{A-4} + {}_{2}He^{4}$$

संवेग संरक्षण के नियम से :-

$$0 = m_y v_y = m_{He} v_{He}$$

$$|m_y v_y| = |m_{He} v_{He}|$$

$$v_y = \frac{m_{He} v_{He}}{m_y} \quad \text{—(1)}$$

अतः α-क्षय में गतिज ऊर्जा -

$$Q = \frac{1}{2} m_y v_y^2 + \frac{1}{2} m_{He} v_{He}^2$$

समी॰ (1) से

$$Q = \frac{1}{2} m_y \left(\frac{m_{He} v_{He}}{m_y}\right) + \frac{1}{2} m_{He} v_{He}^2$$

$$= \frac{1}{2} m_y \times \frac{m_{He}^2 v_{He}^2}{m_y^2} + \frac{1}{2} m_{He} v_{He}^2$$

$$= \frac{1}{2} \frac{m_{He}^2 v_{He}^2}{m_y} + \frac{1}{2} m_{He} v_{He}^2$$

$$Q = \frac{1}{2} m_{He} v_{He}^2 \left[\frac{m_{He}}{m_y} + 1\right]$$

$$Q = \frac{1}{2} m_{He} v_{He}^2 \left[\frac{m_{He} + m_y}{m_y}\right]$$

$$v_{He}^2 = \frac{2 Q m_y}{m_{He}(m_{He} + m_y)}$$

$$v_{He} = \sqrt{\frac{2 Q m_y}{m_{He}(m_{He} + m_y)}}$$

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

$\because m_y = A-4, \quad m_{He} = 4$

$$v_{He} = \frac{2Q(A-y)}{4(y+A-y)}$$

$$v_{He} = \sqrt{\frac{2Q(A-4)}{4A}}$$

$$\boxed{v_{He} = \sqrt{\frac{Q(A-4)}{2A}}}$$

गतिज ऊर्जा

$$K_y = \frac{1}{2} m_{He} v_{He}^2$$

$$K_y = \frac{1}{2} \times 4 \times \frac{Q(A-4)}{2A}$$

$$\boxed{K_y = \frac{Q(A-4)}{A}}$$

* नाभिकिय ऊर्जा -
विभिन्न प्रकार कि नाभिकिय अभिक्रियाओ जैसे - नाभिकिय विखण्डन अभिक्रिया नाभिकिय संलयन अभि. आदि में जो ऊर्जा मुक्त होती है उस ऊर्जा को ही नाभिकिय ऊर्जा के नाम से जाना जाता है।

* नाभिकिय विखण्डन अभि. -
वैज्ञानिक आटोहान तथा स्ट्रान्समैन ने यूरेनियम के भारी नाभिक पर न्यूट्रानो कि बौछार कराई तो यह यूरेनियम का भारी नाभिक दो हल्के व मध्यवर्ती

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

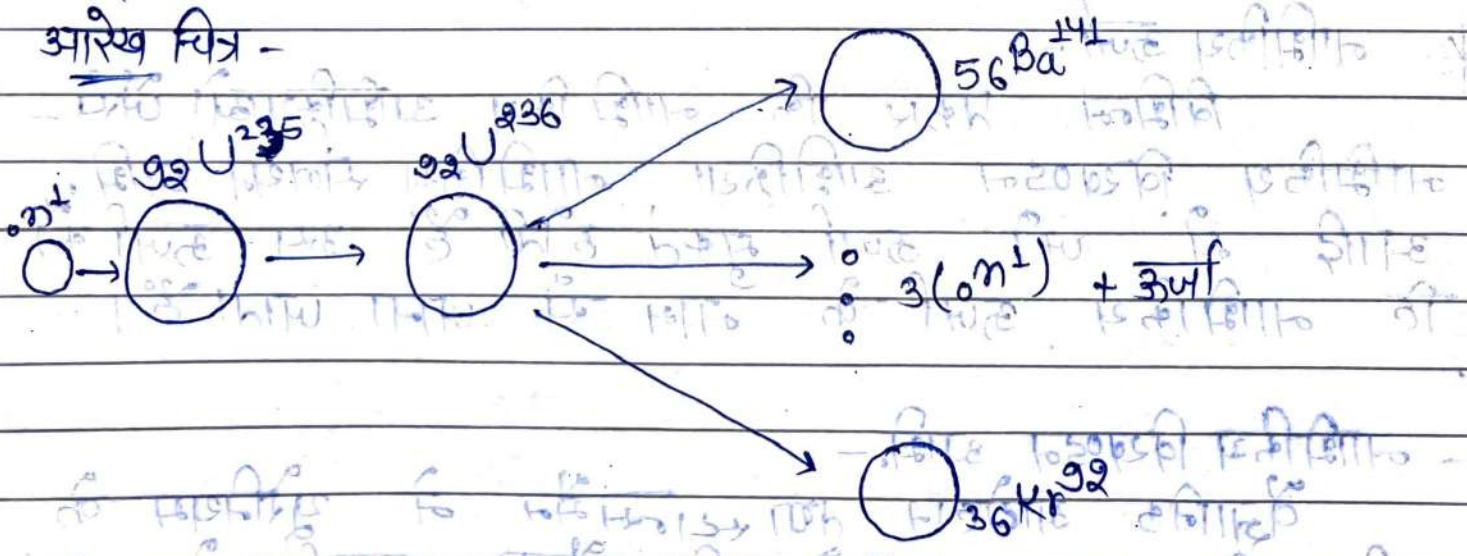
द्रव्यमान संख्या वाले तत्वों में विखण्डित हो गया तथा इसमें ऊर्जा कि प्राप्ति भी हुई इसी के आधार पर इन्होंने विखण्डन अभिक्रिया को परिभाषित किया।

परिभाषा -
जब कोई एक बड़ा भारी नाभिक दो छोटे व हल्के तथा मध्यवर्ती द्रव्यमान संख्या वाले नाभिकों में विखण्डित हो जाता है तो इस प्रकार कि अभिक्रिया को ही नाभिकिय विखण्डन अभिक्रिया कहा जाता है।

अभिक्रिया -
जब युरेनियम (U^{235}) के एक बड़े भारी नाभिक पर न्यूट्रॉनों कि बौछार कराई जाती है तो यह नाभिक दो हल्के व मध्यवर्ती द्रव्यमान संख्या वाले तत्वों क्रमशः $_{56}Ba^{141}$ व $_{36}Kr^{92}$ में विखण्डित हो जाता है, तथा इस प्रक्रिया में तीन न्यूट्रॉनों कि प्राप्ति भी होती है व ऊर्जा बाहर निकलती है।

$$_{92}U^{235} + {}_0n^1 \longrightarrow {}_{56}Ba^{141} + {}_{36}Kr^{92} + 3({}_0n^1) + \text{ऊर्जा}$$

आरेख चित्र -



whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date ____
Page ____

* विखण्डन अभिक्रिया से प्राप्त ऊर्जा की गणना -

द्रव्यमान क्षति -

अभिक्रिया से पूर्व कुल द्रव्यमान -

$_{92}U^{235}$ का द्रव्यमान = 235.052 A.m.u

$_0n^1$ का द्रव्यमान = 1.009 A.m.u.

कुल द्रव्यमान = 236.061 A.m.u.

अभि. के बाद का कुल द्रव्यमान -

$_{56}Ba^{141}$ का द्रव्यमान = 140.912 A.m.u

$_{36}Kr^{92}$ का द्रव्यमान = 91.921 A.m.u.

$3(_0n^1)$ का द्रव्यमान = 3.027 A.m.u.

कुल द्रव्यमान = 235.860 A.m.u.

अतः द्रव्यमान क्षति -

$\Delta m = 236.061 - 235.860$

$\Delta m = 0.201$ A.m.u

अतः ऊर्जा का मान - से

$E = mc^2$ से

$E = \Delta mc^2$

$E = 0.201 \times 931.5$

$E \simeq 200$ MeV

*Note:- 1gm यूरेनियम के नाभिक के विखण्डन से प्राप्त ऊर्जा कि गणना -

$\because$ 235gm U में परमाणुओं की संख्या = 6.023×10^{23}

1gm " " = $\frac{6.023 \times 10^{23}}{235}$

अतः 1gm U के नाभिक से प्राप्त ऊर्जा -

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

$$E = \frac{6.023\times10^{23}}{235}\times 200\times10^{6}\times 1.6\times10^{-19}\ J$$

$E \cong 8.2\times10^{10}$ Joule

Or $\quad\because$ 1 Cal = 4.2 Joule

$E \cong 2\times10^{10}$ Cal

एक gm यूरेनियम के नाभिकिय विखण्डन से प्राप्त ऊर्जा इतनी अधिक होती हैं कि 2×10^{5} Kg पानी के ताप को 1000°C तक बढा देती हैं।

* नाभिकिय शृंखला अभिक्रिया -

प्रकृति में यूरेनियम के तीन समस्थानिक पाए जाते हैं ये समस्थानिक प्रकृति में क्रमशः

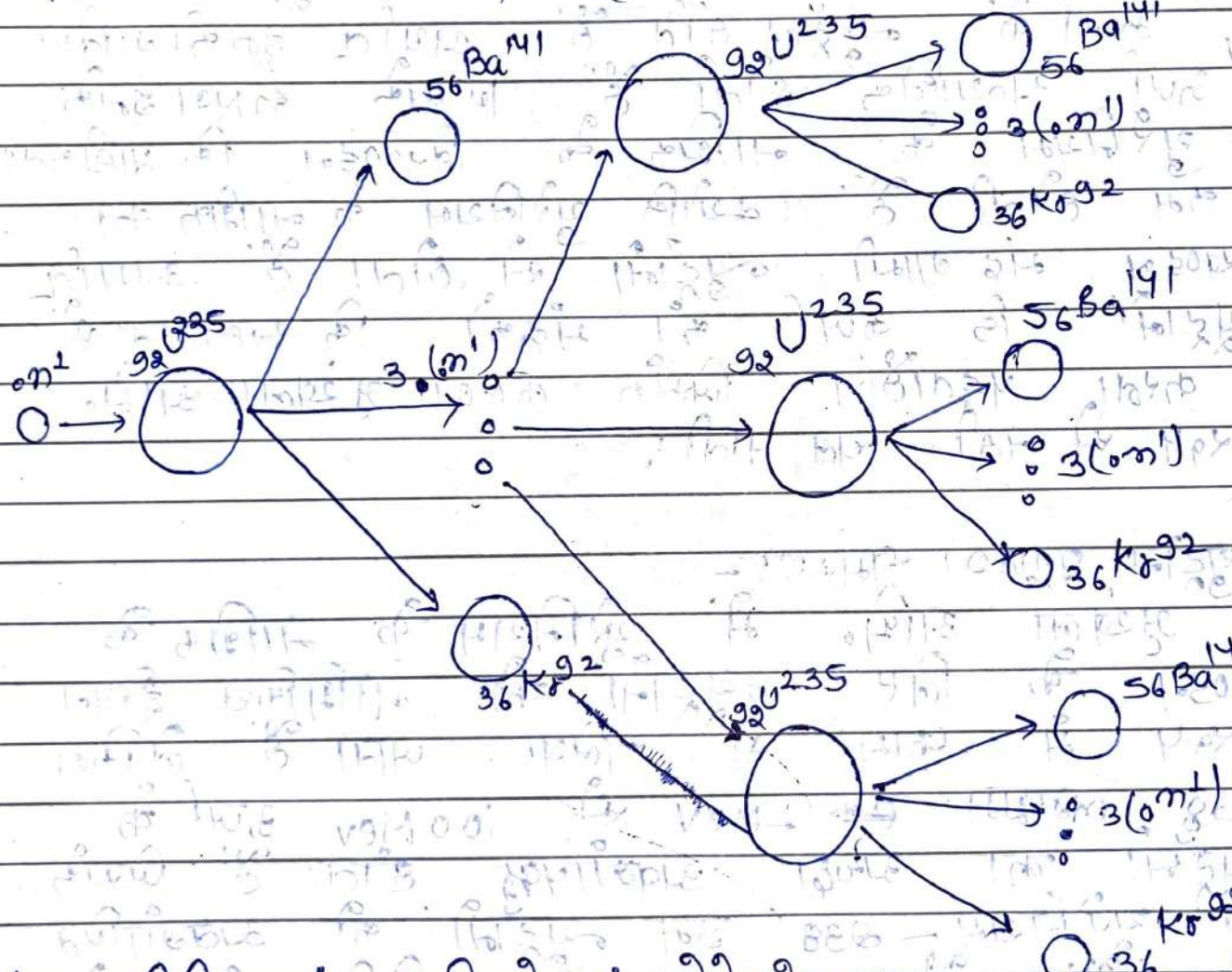
$U^{233} : U^{235} : U^{238} = 0.005 : 0.7 : 99.295$ में पाए जाते हैं।

इनमे से यूरेनियम-233 प्रकृति मे बहुत ही अल्प मात्रा में होता हैं इस कारण यूरेनियम के इस नाभिक का विखण्डन आसानी से नही किया जा सकता हैं तथा यूरेनियम-238 प्रकृति में अत्यधिक मात्रा में उपस्थित होता हैं इस कारण यूरेनियम के इस नाभिक के विखण्डन के लिए लगभग 1MeV से अधिक ऊर्जा वाले न्यूट्रानो कि आवश्यकता होती हैं। तथा इतनी अधिक ऊर्जा के न्यूट्रॉन आसानी से प्राप्त करना सम्भव नही हो पाता इस कारण यूरेनियम के इस नाभिक का विखण्डन भी आसानी से नही हो पाता लेकिन U^{235} के ~~विखण्डन~~ नाभिक के विखण्डन के लिए कम ऊर्जा के न्यूट्रानो कि आवश्यकता होती हैं इस कारण यूरेनियम के इस नाभिक का विखण्डन आसानी से किया जा सकता हैं।

जब U^{235} के नाभिक पर न्यूट्रॉनो कि बौछार कराई जाती हैं तो यूरेनियम का ~~को~~ नाभिक दो हल्के व मध्यवर्ती

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

द्रव्यमान संख्या वाले तत्वो क्रमशः $_{56}Ba^{141}$ व $_{36}Kr^{92}$ में टूट जाता है तथा इससे तीन न्यूट्रानो की प्राप्ति भी होती है। यह तीन न्यूट्रानो आगे पुनः तीन यूरेनियम के नाभिको पर टूटकर करते हैं। जिससे पुनः यूरेनियम के नाभिक का विखण्डन हो जाता है तथा पुनः न्यूट्रानो कि प्राप्ति होती है। इस प्रकार यह अभि. लगातार सतत रूप से चलती रहती रहती है। इसे ही नाभिकिय श्रृंखला अभि. कहा जाता है।



* नाभिकिय श्रृंखला अभि. के बंद होने के कारण -

1. न्यूट्रॉन क्षरण समस्या -
श्रृंखला अभि. में कुछ न्यूट्रॉन ऐसे होते हैं जो अभि. में भाग लिए बिना ही सीधे ही बाहर निकल जाते हैं।

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

जिसके कारण न्यूट्रानों कि संख्या में कमी होती हैं। तथा कुछ न्यूट्रॉन U^{238} के नाभिक पर टक्कर करते हैं। ये इसका विखण्डन तो नहीं कर पाते तथा इसी में अवशोषित होकर रह जाते हैं। जिसके कारण न्यूट्रोनों कि संख्या में कमी होती हैं और श्रृंखला अभि० समाप्त हो जाती हैं।

2. न्यूट्रॉन ऊर्जा समस्या —
श्रृंखला अभि० में विखण्डन से प्राप्त न्यूट्रॉन लगभग 2MeV ऊर्जा के न्यूट्रॉन होते हैं अर्थात् इनकी गतिज ऊर्जा अत्याधिक होती हैं जिसके कारण इनके द्वारा युरेनियम के नाभिक के विखण्डन कि प्रायिकता बहुत कम होती हैं क्योंकि युरेनियम के नाभिक का विखण्डन मंद गामी न्युट्रानो से होता हैं अर्थात् इन न्यूट्रानों कि ऊर्जा को मंदको कि सहायता से कम करना पड़ता हैं। जिसके कारण श्रृंखला अभि० सतत रूप से नही चल पाती।

3. न्युट्रॉन प्रग्रहण समस्या —
श्रृंखला अभि० में युरेनियम के नाभिक के विखण्डन के लिए न्यूट्रानों को नाभिकिय ईंधन के रूप में काम में लिया जाता है लेकिन U^{238} लगभग ~~1~~ 1MeV से 100 MeV ऊर्जा के न्यूट्रानो का अच्छा अवशोषक होता हैं जिसके कारण युरेनियम – 238 इन न्युट्रानो को अवशोषित कर लेता है और इस कारण नाभिकिय ईंधन में कमी होने से श्रृंखला अभि० समाप्त हो जाती हैं।

* पुर्न उत्पादन गुणांक -
नाभिकिय श्रृंखला अभि. में किसी दि गई पिढी में न्युट्रानो कि संख्या तथा इससे इस एक कम पीढी में न्युट्रानो कि संख्या के अनुपात को ही पुर्न उत्पादन गुणांक कहा जाता है।

$$K = \frac{\text{दी हुई पीढ़ी में न्युट्रॉनो कि संख्या}}{\text{इससे एक कम पीढी में न्यूट्रॉनो कि संख्या}}$$

Case I. यदि $K > 1$ होतो -
इस स्थिती में अगली पीढी में न्युट्रानो कि संख्या में लगातार वृद्धि होती है जिसके कारण श्रृंखला अभि. सतत रुप से चलती है।

Case II. यदि $K = 1$ होतो -
इस स्थिती में अगली तथा पीछली पीढी में न्युट्रानो कि संख्या में कोई वृद्धि या कमी नही होती इस कारण श्रृंखला अभि. सतत रुप से चलती रहती है।

Case III. यदि $K < 1$ हो तो -
इस स्थिती में अगली पीढी में लगातार न्यूट्रॉनो कि संख्या घटती जाती है जिसके कारण श्रृंखला अभि. समाप्त हो जाती है।

* नाभिकिय श्रृंखला अभि. के प्रकार -
नाभिकिय श्रृंखला अभि. मुख्य रुप से दो प्रकार कि होती है।
1) नियंत्रित श्रृंखला अभि.
2. अनियंत्रित श्रृंखला अभि.

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

1. नियंत्रित शृंखला अभि.
वह शृंखला अभि. जिसमें अगे अभि. में भाग लेने वाले न्यूट्रॉनो कि संख्या एक हो अर्थात् नियंत्रित हो उसे नियंत्रित शृंखला अभि. के नाम से जानते हैं।
नियंत्रित शृंखला अभि. पर आधारित युक्ति नाभिकिय रियेक्टर या परमाणु भट्टी।

नाभिकिय रियेक्टर / परमाणु भट्टी -
वह युक्ति या उपकरण जो नियंत्रित शृंखला अभि. पर आधारित होती हैं। उसे नाभिकिय रियेक्टर या परमाणु भट्टी कहा जाता हैं तथा नाभिकिय रियेक्टर निम्न भागों से मिलकर बना होता हैं। जो कि निम्न हैं -

i) विखण्डनीय पदार्थ -
वे पदार्थ जिनकी सहायता से शृंखला अभिक्रिया प्रारम्भ कि जाती हैं उन्हे विखण्डनीय पदार्थ कहा जाता हैं तथा विखण्डनीय पदार्थो के रूप में U^{235} अथवा Pu^{239} का उ

तथा इन पात्रो के मध्य कुछ रिक्त स्थान छोड़ दिया जाता हैं जिसमे मंदक भरे होते हैं।

ii) मंदक
मंदक वे पदार्थ होते हैं जो न्यूट्रॉनो के वेग को मंदित करने के काम मे लिये जाते हैं उन्हे मंदक कहा जाता हैं तथा मंदको के रूप में ग्रेफाइट अथवा भारी पानी का उपयोग किया जाता हैं तथा न्यूट्रॉनो को मंदित करना इसलिए आवश्यक होता हैं क्योकि मंदित न्यूट्रॉनो के विखण्डन कि

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

प्रायिकता बहुत अधिक होती है।

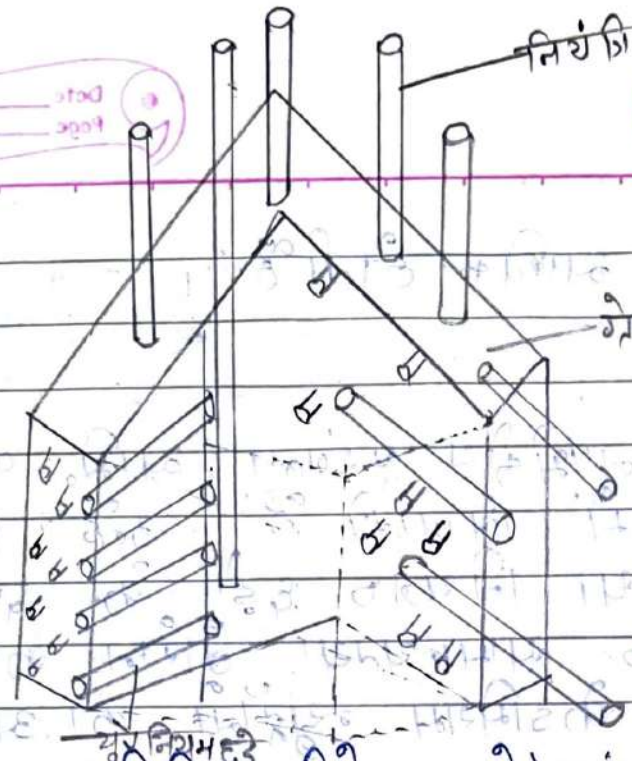
iii) नियंत्रक छड़े -
वे छड़े जो नाभिकीय श्रृंखला अभि० को नियंत्रित करने के काम में लि जाती हैं उन्हे नियंत्रक छड़े कहा जाता है तथा नियंत्रक छड़ो के रूप में मुख्यता, केडमियम जबकि सामान्यतया बोरोन का उपयोग किया जाता है क्योंकि केडमियम न्युट्रॉनो का अच्छा अवशोषक होता है।

iv) शीतलक -
नाभिकिय श्रृंखला अभि० से प्राप्त ऊर्जा बहुत अधिक होती है इस कारण इस ऊर्जा को रिऐक्टर से बाहर निकालने के लिए जिन पदार्थो का उपयोग किया जाता है उन पदार्थो को शीतलक कहा जाता है तथा शीतलको के रूप में ठंडे पानी का उपयोग किया जाता है।

v) परिरक्षक -
नाभिकिय रिऐक्टर के चारो ओर के वातावरण को रेडियोएक्टिव व विकिरणो से सुरक्षा प्रदान करने के लिए एक मोटी कंकरिट की दिवार बना दी जाती है इसे ही परिरक्षक कहा जाता है।

362
15.11

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini



कार्यविधि - जब नाभिकीय रियेक्टर में श्रृंखला अभि. प्रारम्भ करनी होती है तो इसमें से नियंत्रक दंडो को बाहर निकाल दिया जाता है जिसके कारण सतत रूप से न्यूट्रानो कि प्राप्ति होती है। जिससे रियेक्टर में श्रृंखला अभि. प्रारम्भ हो जाती है। जिसके कारण अपार मात्रा में ऊर्जा कि प्राप्ति होती है। तथा जब श्रृंखला अभि. को बंद करना होता है तो पुन. नियंत्रक दंडो को नाभिकिय रियेक्टर के भितर डाल दिया जाता है जिससे यह न्यूट्रानो का अवशोषण करके श्रृंखला अभि. को बंद कर देती है। तथा इससे प्राप्त हुई ऊर्जा को शीतलको के माध्यम से बाहर निकाल दिया जाता है वह इस ऊर्जा का उपयोग विभिन्न कार्यो में किया जाता है।

उपयोग -

1. वि. ऊर्जा के उत्पादन में।
2. तापीय न्यूट्रानो को प्राप्त करने में।
3. टरबाइनो को चलाने में -

* अनियंत्रित श्रृंखला अभि. - वह श्रृंखला अभि जिसमे आगे भाग लेने वाले न्युट्रानो कि संख्या एक से अधिक

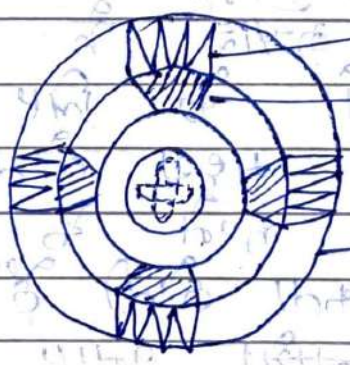
whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

अधिक हो अर्थात अनियंत्रित हो उसे अनियंत्रित शृंखला अभि. कहा जाता है। इसपर आधारित युक्ति परमाणु बम है।

परमाणु बम -

वह युक्ति या उपकरण जो अनियंत्रित शृंखला अभि. पर आधारित होता है उसे परमाणु बम कहा जाता है।

परमाणु बम में ऐसे दो या दो से अधिक यूरेनियम के नाभिकों का उपयोग किया जाता है। जिनका द्रव्यमान क्रांतिक द्रव्यमान कि तुलना में कम हो। तथा इनके पीछे के भाग में विस्फोटक पदार्थ को भर दिया जाता हैं। तथा इस विस्फोटक पदार्थ को धातुओं के एक मजबूत आवरण में बंद कर दिया जाता है। जब शृंखला अभि. प्रारम्भ करनी होती है तो इस विस्फोटक पदार्थ का विस्फोट करा दिया जाता हैं। जिसके कारण ये यूरेनियम के नाभिक एक दूसरे के सम्पर्क में आ जाते हैं। जिसके कारण इनका द्रव्यमान क्रांतिक द्रव्यमान कि तुलना में अधिक हो जाता हैं। जिसके कारण इनके मध्य नाभिकिय शृंखला अभि. प्रारम्भ हो जाती है। जिससे अपार मात्रा में ऊर्जा कि प्राप्ति होती हैं। तथा यह ऊर्जा इतनी अधिक होती हैं कि आस-पास के वातावरण के ताप को लगभग 10^5 °C तक बढ़ा देती हैं।



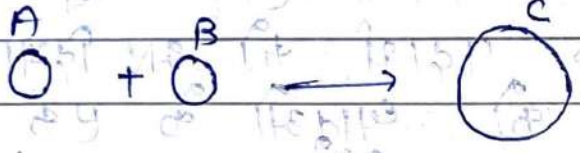
whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

* क्रांतिक द्रव्यमान –

वह न्यूनतम द्रव्यमान जिसपर यूरेनियम के नाभिक में कोई श्रृंखला अभि. नही होती उसे न्यू क्रांतिक द्रव्यमान कहते है।

* नाभिकिय संलयन अभि. –

जब दो छोटे-छोटे नाभिक आपस मे मिलकर अथवा संलयित होकर एक बड़े नाभिक का निर्माण करते है तो इस प्रकार कि अभि. को नाभिकिए संलयन अभि. कहा जाता है।



Eg. $_1H^2 + {}_1H^2 \longrightarrow {}_1H^3 + {}_1H^1 + 4.0\,mev$

* नाभिकिय संलयन अभि. मे उत्पन्न व्यवहारिक समस्या –

नाभिकिय संलयन अभि. में जब दो प्रोटोनो को अथवा दो नाभिको को संलयित किया जाता है तो वह समान आवेशित होने के कारण एक दूसरे को प्रतिकर्षित करने लगते है इस कारण इन्हे संलयित करने के लिए अतिरिक्त ऊर्जा प्रदान करनी पड़ती है अर्थात इनके प्रतिकर्षण बल के विरुद्ध कार्य करना पड़ता है इस अतिरिक्त ऊर्जा को अवरोधक ऊँचाई के नाम से जाना जाता है। तथा दो प्रोटोनो के लिए इसका मान लगभग 10-200 kev के मध्य होता है। तथा इतनी अधिक ऊर्जा को प्राप्त करने के लिए लगभग 10^9 K ताप कि आवश्यकता होती है। व इतने अधिक ताप को पृथ्वी पर बनाये बनाए रखना संभव

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

नहीं हो पाता इस कारण क्योंकि इस ताप पर पृथ्वी पर स्थित लगभग सभी वस्तुयें प्लाज्मा अवस्था में परिवर्तित हो जाती हैं इस कारण संलयन अभिक्रिया को पृथ्वी पर करा पाना सम्भव नही हो पाता

Q. दो प्रोटोनो को संलयित करने के लिए कितनी ऊर्जा तथा कितने ताप कि आवश्यकता होती हैं।

ऊर्जा संरक्षण के नियम से –

$$E_K = U \quad \text{—(1)}$$

$$E_K = \frac{kq_1q_2}{r_{12}}$$

$\because q_1 = +e, \; q_2 = +e$

$r_{12} = 2r_0 = 43.2\,fm \times 2$

$$E_K = \frac{ke^2}{2r_0}$$

जहाँ पर $k = 9\times10^9 \frac{N\times m^2}{C^2}$

$e = 1.6\times10^{-19}C$

$$E_K = \frac{9\times10^9 \times (1.6\times10^{-19})^2}{2\times 43.2\times10^{-15}}$$

$$\boxed{E_K \cong 170\,keV}$$

औसत गतिज ऊर्जा –

$$E_K = \frac{3}{2}kT$$

$$T = \frac{2E_K}{3K}$$

$$T = \frac{2\times170\times10^3\times1.6\times10^{-19}}{3\times1.38\times10^{-23}}$$

$$\boxed{T \cong 10^9 K}$$

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date ______
Page ______

Note:- i) नाभिकिय संलयन अभि० सुर्य में होती हैं। तथा यह निम्न दो प्रकार से हो सकती हैं।
1. प्रोटोन -प्रोटोन चक्र के द्वारा
2. कार्बन -नाइट्रोजन चक्र के द्वारा।

ii) वे तारे जिनका ताप सुर्य के ताप से कम होता हैं। इनमे नाभिकिय संलयन अभिक्रिया प्रोटोन-प्रोटोन चक्र के द्वारा सम्पन्न होती है तथा वे तारे जिनका ताप सुर्य के ताप से अधिक होता हैं उनमे नाभिकिय संलयन अभि० कार्बन -नाइट्रोजन चक्र के द्वारा सम्पन्न होती हैं।

* प्रोटोन-प्रोटोन चक्र -

$$_1H^1 + _1H^1 \longrightarrow _1H^2 + e^+ + \gamma + 0.42\ MeV \quad —(1)$$

$$e^+ + e^- \longrightarrow \gamma + \gamma + 1.02\ MeV \quad —(2)$$

$$_1H^2 + _1H^1 \longrightarrow _2He^3 + \gamma + 5.49\ MeV \quad —(3)$$

$$_2He^3 + _2He^3 \longrightarrow _2He^4 + _1H^1 + _1H^1 + 12.86\ MeV \quad —(4)$$

समी० (1), (2), (3) को 2 से गुना करके समी० (4) में जोड़ने पर

$$4(_1H^1) + 2e^- \longrightarrow _2He^4 + 2\nu + 6\gamma + 26.7\ MeV$$

ऊर्जा कि गणना

द्रव्यमान क्षति :- $M_{_1H^1} = 1.0078u$, $M_{_2He^4} = 4.0026u$

$$\Delta m = [4M_{(_1H^1)} - M_{_2He^4}]$$

$$\Delta m = [4 \times 1.0078 - 4.0026]$$

$$\Delta m = [4.0312 - 4.0026]$$

$$\Delta m = 0.0286u$$

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date ____
Page ____

$\because 1u = 931.5 MeV$

अत: ऊर्जा

$E = mc^2$ से

$E \cong 0.0286 \times 931.5$

$E \cong 26.7 MeV$

Note:- 1. नाभिकिय संलयन अभि. में सदैव He का नाभिक प्राप्त हो यह आवश्यक नही है। क्योंकि संलयन अभि. के फलस्वरूप हाइड्रोजन ईंधन कि समाप्ति के पश्चात सुर्य का आकार लगातार संकुचित होता जाता है जिसके कारण इससे बड़े नाभिक जैसे - कार्बन आदि का उत्सर्जन होने लगता है तथा इससे बड़े नाभिक संलयन अभि. में प्राप्त करना संभव नही हो पाता क्योंकि द्रव्यमान क्षति के कारण इनकी प्रतिन्युक्लीऑन बंधन ऊर्जा का मान कम प्राप्त होता है।

2. सुर्य का औसत ताप लगभग $1.5 \times 10^7 K$ होता है।

3. गणना के अनुसार सुर्य कि औसत आयु लगभग 5×10^9 वर्ष होती है अर्थात इसका तात्पर्य यह है कि इतने वर्षों तक सुर्य में नाभिकिय संलयन अभि. के लिए हाइड्रोजन ईंधन पर्याप्त मात्रा में उपलब्ध है। इसके पश्चात सुर्य के क्रोड़ मे केवल He हि होगी। तथा गुरुत्व के प्रभाव के कारण सुर्य का आकार संकुचित होगा। और इसके बाहरी पृष्ठ का ताप लगातार बढता जायेगा। जिसके कारण सुर्य का बाहरी पृष्ठ प्रसारित होने लगेगा। और अन्तत: सुर्य लाल दानवाकार दिखाई देने लगेगा।

Extra 4. कार्बन नाइट्रोजन चक्र :-

$$_6C^{13} + {}_1H^1 \longrightarrow {}_7N^{13} + \gamma + 1.92 MeV$$

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date ____
Page ____

$${}_7N^{13} \longrightarrow {}_6C^{13} + e^+ + \nu + 1.39\,MeV$$

$${}_6C^{13} + {}_1H^1 \longrightarrow {}_7N^{14} + \gamma + 7.60\,MeV$$

$${}_7N^{14} + {}_1H^1 \longrightarrow {}_8O^{15} + \gamma + 7.39\,MeV$$

$${}_8O^{15} \longrightarrow {}_7N^{15} + e^+ + \nu + 1.72\,MeV$$

$${}_7N^{15} + {}_1H^1 \longrightarrow {}_6C^{12} + {}_2He^4 + \gamma + 9.93\,MeV$$

$$4({}_1H^1) \longrightarrow {}_2He^4 + 2\nu + 2e^+ + 3\gamma + 25.2\,MeV$$

Q.1. नाभिकिय संलयन अभि. को ताप नाभिकिय अभि. के नाम से भी जाना जाता है क्यों ?

Q.2 सूर्य का औसत ताप लगभग $10^7 K$ होता है। लेकिन फिर भी सूर्य में नाभिकिय संलयन अभि. होती है क्यो ?

Q.3. नाभिकिय रियेक्टर मे मंदको के रूप में हल्के तत्वों का उपयोग किया जाता है भारी तत्वों को नही क्यों ?

Q.4. e^- तथा β-कण मे क्या अंतर होता है।

Q.5. क्या मुक्त न्यूट्रॉन स्थायी कण होते हैं। कारण सहित बताइए।

Q.6. नियंत्रक छड़ो को कैडमियम से हि क्यो बनाया जाता है।

Q.7. γ - किरणों तरंगो को वि. चु. तरंगो के नाम से जाना जाता है क्यों ?

Ans.1. नाभिकिय संलयन अभि. मे ताप का मान बहुत अधिक लगभग $10^9 K$ होता है तथा ताप का मान इतना अधिक होने के कारण हि संलयन अभि. को ताप नाभिकिय अभि. के नाम से जाना जाता है।

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

2. सुर्य का औसत ताप $10^7 K$ होता है लेकिन सुर्य मे उपस्थित कुछ अणुओ का ताप $10^9 K$ या इससे अधिक होता है इस कारण सुर्य मे नाभिक नाभिकिय संलयन अभि. सम्पन्न होती है।

3. क्योकि भारी तत्वों का उपयोग करने पर यह न्यूट्रॉनो का वेग मंद्रित तो कर देगे लेकिन यह इसका अवशोषण भी कर लेगे जिसके कारण न्युट्रोनो कि कमी हो जायेगी लेकिन हल्के तत्व न्युट्रोनो के वेग को मंद्रित करने के काम मे लिए जाते है यह न्युट्रानो का अवशोषण नही करतेहै।

4. दोनो समान होतेहै।

5. $_0n^1 \longrightarrow {}_1P^1 + {}_{-1}e^0 + \bar{\nu}$

न्युट्रोन स्थायी कण नही होते है।

6.

7.

15.7 $T = 7.04 \times 10^8$ वर्ष

Sol" $\because$ 235 gm U मे परमाणुओ कि संख्या $= 6.023 \times 10^{23}$

$\therefore$ 1gm " " $= \frac{6.023 \times 10^{23}}{235}$

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

$\therefore$ 10kg " " " " $= \frac{6.023 \times 10^{23}}{325} \times 10^4$

$N = \frac{6.023 \times 10^{23}}{235} \times 10^4$

$\because$ $R = \lambda N$ से

$R = \frac{0.6932}{T} \times N$

$R = \frac{0.6932}{7.04 \times 10^8} \times \frac{6.023 \times 10^{23}}{235} \times 10^4$

$R =$

15.9 $\frac{dN}{dt} = \lambda N$ से

$dN = \lambda N\, dt$ से

$dN_A = dN_B$ (B नियत हो)

$\lambda_A N_A dt = \lambda_B N_B dt$

$$\boxed{\lambda_A N_A = \lambda_B N_B}$$

15.10 $U^{238} \longrightarrow Pb^{206}$

$T = 4.47 \times 10^8$ वर्ष

Sol^n अंतिम

$N_P = \frac{m}{M} \times N_A$

$N_P = \frac{3.09 \times 10^{-3}}{206} \times 6.023 \times 10^{23} =$

प्रारम्भ में -

$N_I = \frac{m}{M} \times N_A = \frac{1.19 \times 10^{-3}}{238} \times 6.023 \times 10^{23} =$

$N_I =$

$\frac{N_F}{N_I} = \frac{3.09 \times 10^{-3} \times 6.023 \times 10^{23}}{206} \times \frac{238}{6.023 \times 10^{23} \times 1.19 \times 10^{-3}}$

$\frac{N_F}{N_I} = \frac{3.09 \times 238}{206 \times 1.19} = 3$

$\therefore N_0 = N_F + N_I$ से

$N_0 = 3N_I + N_I$ से

$N_I = \frac{N_0}{4}$ से

$\therefore N = \frac{N_0}{2^n}$

$\frac{N_0}{4} = \frac{N_0}{2^n}$

$n = 2$

$t = nT$

$t = 2 \times 4.47 \times 10^8$

15:11 $T = 22$ वर्ष

90" $N = 10\%$ of N_0

$N = N_0 \times \frac{10}{100} = \frac{N_0}{10}$

$\therefore N = N_0 e^{-\lambda t}$ से

$\frac{N_0}{10} = N_0 e^{-\lambda t}$

$e^{\lambda t} = 10$

log लेने पर

$\lambda t \log_e e = \log_e 10$

$\lambda t = 2.303 \log_{10} 10$

$t = \frac{2.303}{\lambda} = \frac{2.303}{0.693} \times 22 =$

$t = \frac{2.303}{2.303 \times 0.301} \times 22 =$

15.12. $_{90}Th^{228} \longrightarrow {}_{83}Bi^{212} + 4({}_2He^4) + {}_{-1}e^0$

Solu. $Z = 90 - 83 = 7$

$A = 228 - 212 = 16$

α-कण $({}_2He^4) = 4$

β-क्षय $= {}_{-1}e^0 \; ({}_{-1}\beta^0)$

15.13. $T = 4.5 \times 10^9$ वर्ष

Sol. $_{92}U^{238} \longrightarrow {}_{90}Th^{234} + {}_2He^4 + Q$

α-कण

द्रव्यमान क्षति :-

$\Delta m = M_U - (M_{Th} + M_{He})$

$\Delta m = 238.0507 - [234.0435 + 4.0026]$

$\Delta m = 238.0507 - 238.0461$

$\Delta m = 0.0046u$

$\because 1u = 931$ MeV

अतः ऊर्जा

$Q = 0.0046 \times 931$ MeV

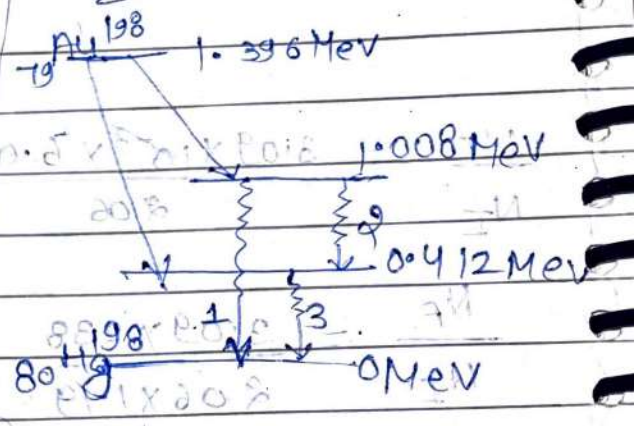
~~$\because 1u = 931$~~

$Q = 4.28$ MeV

$K_\alpha = \frac{Q(A-4)}{A}$ से

$K_\alpha = \frac{4.28 \times (238-4)}{238}$

$K_\alpha =$



15.14.

Sol. द्रव्यमान क्षति

$\Delta m = [M_{Au} - M_{Hg}]$

$\Delta m = 197.9682 - 197.9667$

$\Delta m = 0.0015u$

अतः ऊर्जा

$E = 0.0015 \times 931$

$E = 1.396$ MeV

अतः पहले β-कण के उत्सर्जन पर गतिज ऊर्जा :-

$K_1 = 1.396 - 1.008 =$

$=$

दूसरे के लिए

$K_2 = 1.396 - 0.412 =$ MeV

पहले γ-कण की आवृत्ति

$E = 1.008 - 0 = 1.008$ MeV

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date
Page

∵ $E = h\nu$ से

$h\nu = 1.008$ MeV

$\nu_1 = \frac{1.008 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19}}{h}$

ν_1

15.15 - $_{13}Al^{25} \rightarrow _{12}Mg^{25} + e^+ + \nu$

Sol'' द्रव्यमान क्षति -

$\Delta m = M_{Al} - (M_{mg} + M_{e^+})$

$\Delta m = 24.9900 - [24.9858 + 0.00005]$

$\Delta m =$

अत: ऊर्जा

$E = \Delta mc^2$ से

$E =$ × 931 MeV

15.16 - $U^{235} + {}_0n^1 \rightarrow U^{236}$

Sol'' $Q = [(M_{U^{235}} + M_n) - M_{U^{236}}]c^2$ से

15.17. $_{92}U^{235} + {}_0n^1 \rightarrow {}_{54}Xe^{140} + {}_{38}Sr^{94} + 2({}_0n^1)$

Sol'' द्रव्यमान क्षति -

$\Delta m = [(m_{U^{235}} + M_n) - M_{Xe} + (M_{Sr} + 2M_n)]$

$\Delta m =$

∵ 1U = 931 MeV

अत: ऊर्जा -

$E = \Delta m \times 931$ MeV

15.18. ∴ 235 gm U में परमाणु की संख्या $= 6.023 \times 10^{23}$

∴ 1 gm " " " $= \frac{6.023 \times 10^{23}}{235}$

∴ 1 kg (1000 gm) " " $= \frac{6.023 \times 10^{23} \times 10^3}{235}$

ऊर्जा: -

$E = \frac{6.023 \times 10^{26}}{235} \times 200$ MeV

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

15.19. $P = 1000 kW$

प्रति sec ऊर्जा $P = \frac{W}{t}$ से

$W = Pt$

$W = 1000 \times 10^3 J$

$\because 1 eV = 1.6 \times 10^{-19} J$

$1 MeV = 1.6 \times 10^{-19} \times 10^6 J$

$1 MeV = 1.6 \times 10^{-13} J$

$\therefore 1 J = \frac{1}{1.6 \times 10^{-13}} MeV$

अत: कुल ऊर्जा

$E = 10^6 \times \frac{1}{1.6 \times 10^{-13}}$

$E = \frac{1}{1.6} \times 10^{19} MeV$

अत: प्रति sec U^{235} के विखण्डित नाभिक

$N = \frac{1}{1.6} \times \frac{10^{19}}{200}$

15.21. $E = 21.6 MeV$

अत: 1 $_1H^2$ के नाभिक से प्राप्त ऊर्जा –

$E = \frac{21.6}{3} = 7.2 MeV$

$\because 2gm (_1H^2)$ में परमाणुओं की संख्या = 6.023×10^{23}

$\therefore 1gm$ " " " $= \frac{6.023 \times 10^{23}}{2}$

$\therefore 10^3 gm$ " " " $= \frac{6.023 \times 10^{23}}{2} \times 10^3$

अत: कुल ऊर्जा –

$E = \frac{6.023 \times 10^{23}}{2} \times 10^3 \times 7.2 MeV$

अभ्यास प्रश्न.

Q.1. $R = R_0 A^{\frac{1}{3}}$ से

$R = 1.2 \times 10^{-15} (64)^{\frac{1}{3}}$

$R = 1.2 \times 10^{-15} \times 4$

$R = 4.8 fm$

Q.2. $_3Li^7$ की बंधन ऊर्जा –

द्रव्यमान क्षति –

$\Delta m = [m_p Z + (A-Z) m_n] - M_{Li}$

$\Delta m = [1.0078 \times 3 + 4 \times 1.0086] - 7.0160$

$\Delta m =$

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

$\because t = nT =$

3. $N_0 = 1.024 \times 10^{24}$
$t = 8T$ से

Sol" $N = \frac{N_0}{2^n}$ से

$\because t = nT$

$8T = nT$

$n = 8$

$N = \frac{N_0}{2^8} =$

4. $R = \lambda N = 10$ विघटन/sec —①

$R' = \lambda N_0 = 14.14$ विघटन/sec —②

Sol" समी. ② ÷ ① से

$\frac{\lambda N_0}{\lambda N} = \frac{14.14}{10}$

$\frac{N_0}{N} = 1.414 = \sqrt{2}$

$N = \frac{N_0}{\sqrt{2}}$ से $= \frac{N_0}{2^{1/2}}$

$\because N = \frac{N_0}{2^n}$ से

$\frac{N_0}{2^n} = \frac{N_0}{2^{1/2}}$

$n = \frac{1}{2}$

5. ${}_{92}U^{238} \longrightarrow {}_{86}Pb^{206} + 8({}_2He^4)$
$(-1, \beta^0)$

$Z = 92 - 82 = 10$

$A = 238 - 206 = 32$

Q.6. $\Delta\bar{E} = 1.115\ MeV$

$\Delta\bar{E} = \frac{\Delta E}{A} = \frac{\Delta mc^2}{A}$

$\Delta m = \frac{\Delta\bar{E} \times A}{c^2}$

Q.7. ${}_1H^2 + {}_1H^2 \longrightarrow {}_2He^4 + Q$
$x_1 \quad x_1 \quad x_2$

Sol" $\because \Delta E = \Delta\bar{E} \times A$ से

अतः ऊर्जा :—

$Q = 4x_1 - 4x_2$

$Q = 4(x_1 - x_2)$

Q.10. $\eta = \frac{P_0}{P_i} \times 100\%$

$\frac{P_0}{P_i} = \frac{40}{100} \Rightarrow \frac{P_0}{P_i} = \frac{2}{5}$

$P_i = 250 \times \frac{16}{10} \times 10^{-13} \times 10^{14}$

$P_i = 250 \times 16$

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Date ______
Page ______

2.

$Z = 1.44T$

15. ${}_{10}Ne^{22} \rightarrow {}_{6}C + 2({}_{2}He^{4})$

अति॰

9. $t = 4T$ से

$\because t = nT$

$n = 4$

$n\cancel{t} = 4\cancel{t}$

$n = 4$

$\because N = \frac{N_0}{2^n} = \frac{N_0}{2^4}$

$N = \frac{N_0}{16} \times 100\%$

$N =$

14. $P = \sqrt{2mE_K}$

$P^2 = 2mE_K$

$E_K = \frac{P^2}{2m}$

6. ${}_1H^2 + {}_1H^2 \rightarrow {}_2He^3 + {}_0n^1$

Sol^n

द्रव्यमान क्षति-

$\Delta m = [2m_D - (M_{He} + M_n)]$

Q.8. Th^{227}

$R = 1mC = 3.7 \times 10^7$ विघटन/sec

$T = 19$ वर्ष, $m = ?$

Sol^n

$R = \lambda N$ से

$R = \lambda \frac{m}{M} N_A$

$m = \frac{R \times M}{\lambda N_A}$

$m = \frac{3.7 \times 10^7 \times 227}{\frac{0.6932}{T} \times 6.023 \times 10^{23}}$

$m = \frac{3.7 \times 10^7 \times 227 \times 19 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60}{0.6932 \times 6.023 \times 10^{23}}$

$m =$

आंकिक Q.

Q.4. ${}_{72}X^{180} \rightarrow {}_{70}X_1^{176} \xrightarrow{\beta^-} {}_{71}X_2^{176} \rightarrow {}_{69}X_3^{172} \xrightarrow{\gamma} {}_{69}X_4^{172}$

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini

Nand Date ____ Page ____

9. $R_1 = 6400$ विघटन/min $= \frac{6400}{60} = \frac{640}{6}$ विघटन/sec

$t = 6$ दिन, $R_2 = \frac{400}{60}$ विघटन/sec

$T = ?$

Sol'' $R_1 = \lambda N_1$ —— (1)

$R_2 = \lambda N_2$ —— (2)

$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\lambda N_1}{\lambda N_2}$

$\frac{640}{6} \times \frac{6}{40} = \frac{N_1}{N_2}$ (16)

$N_2 = \frac{N_1}{16}$

$\because N = \frac{N_0}{2^n}$ से

$\frac{N_1}{16} = \frac{N_1}{2^n}$

$2^n = 2^4$

$n = 4$

$\because t = nT$ से

$T = \frac{t}{n} = \frac{6}{4} = 1.5$ दिन

Q.10. ${}_{88}Re^{226} \longrightarrow {}_2He^4 + Q$

$K_\alpha = 4.662$ MeV

Sol'' $K_\alpha = \frac{Q(A-4)}{A}$ से

$Q = \frac{AK_\alpha}{A-4}$ से

$Q = \frac{226 \times 4.662}{226-4} =$

Q.11. $\Delta m = M_X - M_Y$

$\Delta m =$

अतः ऊर्जा =

$Q =$ $\times 931$ mev

whatsapp (notes) - 8696608541 sbistudy.com
om prakash saini