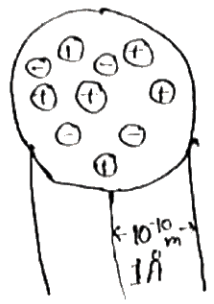
পরমাণুর মডেল ও নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান
Atomic model and Nuclear Physics

Topic : 01

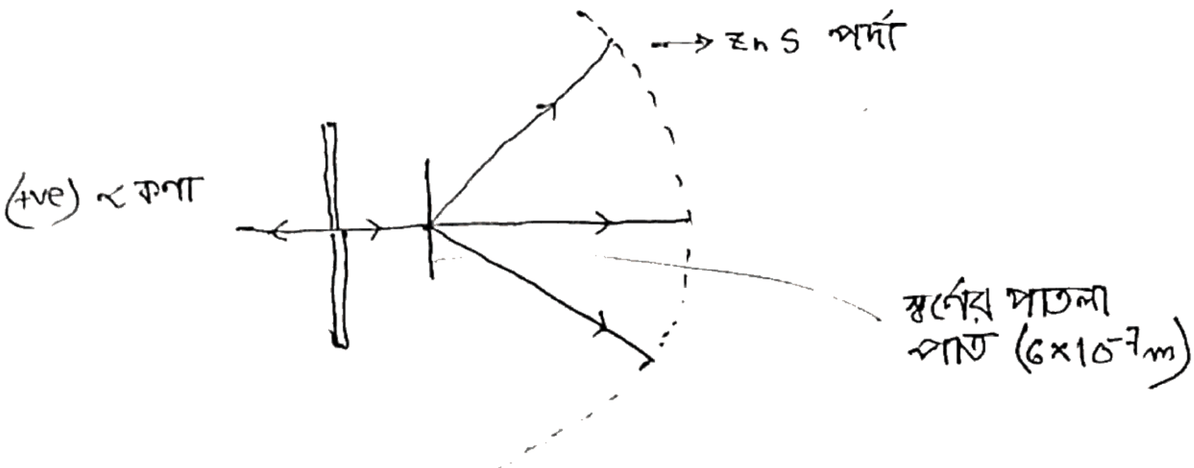
পরমাণু (atom)
→ Electron (e)
→ Proton (p)
→ Neutron (n)

জুল থমসন মডেল : কিসমিস পুডিং মডেল
(Joule Thomson Model : Plum pudding model)



রাদারফোর্ড এর মডেল : সৌর মডেল
(Rutherford's model : Solar model)

আলফা-কণা পরীক্ষা : (Alfa-Particlal Experiment)



20000 → 1 কণা ফেরত যায়

নিউক্লিয়াস ব্যাসার্ধ: $10^{-5}m \sim 10^{-14}m$)

বোরের পরমাণু মডেল: কোয়ান্টাম মডেল

• ৩ টা স্বীকার্য (3 Postulates)

① কৌনিক ভরবেগের স্বীকার্য: (Postulates of angular momentum)

পরমানুতে e^- গুলো নিউক্লিয়াস কে কেন্দ্র করে এর চতুর্দিকে নির্দিষ্ট কক্ষপথে নির্দিষ্ট কৌনিক বেগে ঘূর্ণায়মান থাকে। কৌনিক ভরবেগ, L হলে,

$$\boxed{L = \frac{nh}{2\pi}}$$

$n \rightarrow n \in \mathbb{N}$ কক্ষপথের সংখ্যা

$h \rightarrow$ প্লাংকের ধ্রুবক (Plank's Constant)

6.63×10^{-34} Js

$\Rightarrow E = mc^2 = mc.c = pc$

$E = pc = nhf$

$pc = nhf$

$\Rightarrow pV_e = nhf$

$\Rightarrow p = \frac{nhf}{V_e}$

$\Rightarrow p = \frac{nhf}{V_e}$

$p = \frac{nh}{\lambda}$

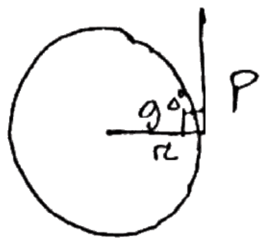
$[V_e \approx c]$

$\left[V_e = f\lambda \quad \frac{V_e}{f} = \lambda \quad \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{f}{V_e} \right]$

$L = rp\sin 90°$

$\Rightarrow L = rp$

$\Rightarrow p = \frac{L}{r}$ ——— (ii)



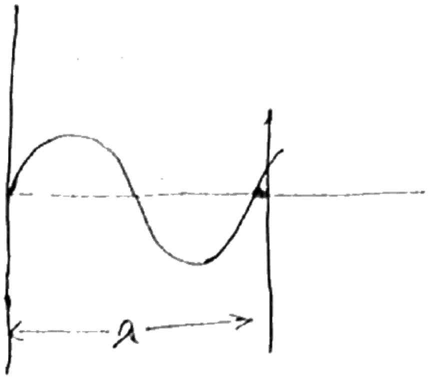
from (i) & (ii)

$$\frac{L}{r} = \frac{nh}{\lambda}$$

$$\Rightarrow L = \frac{nhr}{\lambda}$$

$$\Rightarrow L = \frac{nhr}{2\pi r}$$

$$\Rightarrow \boxed{L = \frac{nh}{2\pi}} \quad n \in \mathbb{N}$$



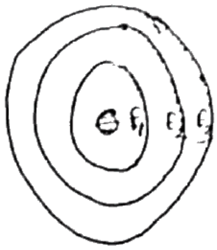
$\theta = 2\pi$

$s = r\theta$

$\lambda = 2\pi r$

(iii) শক্তিস্তরের স্বীকার্য:

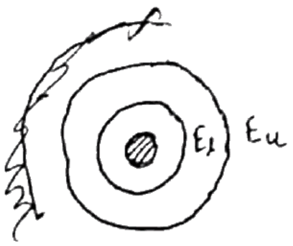
Postulate's of energy level



$(E_3 > E_2 > E_1)$

প্রতিটি শক্তিস্তরের e^- সংখ্যা $2n^2$

কম্পাংকের স্বীকার্য: (Postulate's of frequency)



$E_u > E_1$

যখন কোন e^-

$E_l \to E_u$ [শক্তির শোষণ ঘটে]

$E_u \to E_l$ [" বিকিরণ "]

$$\boxed{\begin{aligned} E_l \sim E_u &= \Delta E \\ \Delta E &= nhf \end{aligned}}$$

* কোন পরমাণুর মোট অভ্যন্তরীণ শক্তি পরিমাপ সম্ভব নয়
* আমরা শুধু শক্তির পার্থক্য মাপতে পারি।

Lec -2 | Sanowar Vaiya | Chapter-9 | Phy ~~1st~~ 2nd

4.03.22

Topic-02 :

ইলেকট্রনের দ্রুতি বা বেগ :

$$F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{r^2} \text{ ——— (i)}$$

$$F_c = \frac{mv^2}{r} \text{ ——— (ii)}$$

$$F_e = F_c$$

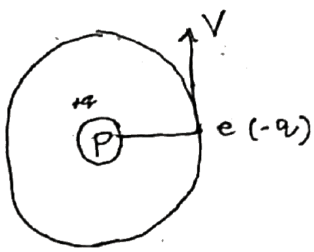
বা, $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$

বা, $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{r} = mv^2$

বা, $mv^2 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r}$

1e → (-ve) → 1.6×10^{-19} C

1P → (+ve)



$$\Rightarrow v^2 = \frac{q^2}{4\pi \epsilon_0 m r}$$

$$\Rightarrow \boxed{v = \frac{q}{\sqrt{4\pi \epsilon_0 m r}}}$$

∴ n তম কক্ষপথের জন্য,

$$\boxed{v_n = \frac{q}{\sqrt{4\pi \epsilon_0 m r_n}}}$$

↳ $r_n \rightarrow$ n তম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ

<u>কক্ষপথের ব্যাসার্ধ: (radius of orbit)</u>

n তম কক্ষপথের ~~ব্যাসার্ধের~~ জন্য,

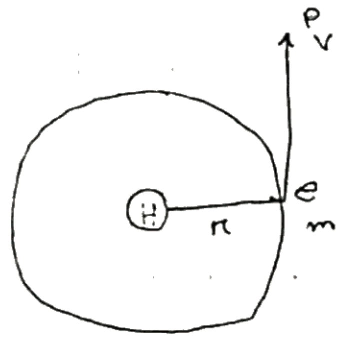
$$L = \frac{nh}{2\pi}$$

$$\Rightarrow m v_n r_n = \frac{nh}{2\pi}$$

$$\Rightarrow m.\left(\frac{q}{\sqrt{4\pi\epsilon_0 m r_n}}\right) r = \frac{nh}{2\pi}$$

$$\Rightarrow \frac{m^2 . q^2 r_n^2}{4\pi \epsilon_0 m r_n} = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2}$$

$$\Rightarrow \frac{m q^2 r_n}{\epsilon_0} = \frac{n^2 h^2}{\pi}$$



$L = \vec{r} \times \vec{P}$

$L = rp \sin\theta$

$L = rp \sin 90°$

$\therefore L = rp$

$L = mvr$

কৌণিক ভরবেগ

$$\Rightarrow m q^2 r_n \pi = n^2 h^2 \epsilon_0$$

$$\Rightarrow \boxed{r_n = \frac{n^2 h^2 \epsilon_0}{\pi q^2 m}}$$

$n = 1$

$$r_1 = \frac{h^2 \epsilon_0}{\pi q^2 m} = \frac{(6.63 \times 10^{-34})^2 \times (8.854 \times 10^{-12})}{(3.1416) \times (1.6 \times 10^{-19})^2 \times (9.1 \times 10^{-31})}$$

$$= 5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$$

$$= 0.53 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$= 0.53 \text{Å} \quad [1 \text{Å} = 10^{-10} \text{m} = 10^{-8} \text{cm}]$$

→ বোরের প্রথম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ বা হাইড্রোজেন পরমাণুর ব্যাসার্ধ,

$a_0 = 0.53 \text{Å}$

$r_1 = a_0$

$$r_n = \frac{n^2 h^2 \epsilon_0}{\pi q^2 m}$$

$$\Rightarrow r_n = n^2 \left(\frac{h^2 \epsilon_0}{\pi q^2 m} \right)$$

$$\Rightarrow \boxed{r_n = n^2 . a_0}$$

$n = 2 \qquad r_2 = 4 a_0$

$n = 3 \qquad r_3 = 9 a_0$

প্রতিটি কক্ষপথ নির্দিষ্ট ও ছিন্নায়িত

কক্ষপথের শক্তি: (Energy of orbit) : (E_n)

মোট শক্তি, E_n or $E_T = E_p + E_k$

গতিশক্তি,

$$E_k = \frac{1}{2} m v_n^2 = \frac{1}{2} \cancel{m} \cdot \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \cancel{m} r_n}$$

$$\boxed{E_k = \frac{1}{2}\left(\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r_n}\right)} \text{ — (i)}$$

স্থিতি শক্তি, $E_p = \cancel{mgh}$ $W = V(-q)$

$W = V_p q$

$= -V_p q$

$V_p = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r}$

$= -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r_n} \cdot q$

$$\boxed{E_p = -\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r_n}} \text{ — (ii)}$$

$$E_n = E_p + E_k$$

$$= \left(-\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r_n}\right) + \frac{1}{2} \cdot \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r_n}$$

$$= \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r_n}\left(-1 + \frac{1}{2}\right)$$

$$\boxed{E_n = -\frac{1}{2} \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r_n}} \text{ — (iii)}$$

CamScanner

Page: 02

[illegible]

$$E_n = -\frac{1}{2}\cdot\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r_n} \qquad \text{(iii)}$$

$r_n = \frac{n^2h^2\epsilon_0}{\pi q^2 m}$, (iii) নংয়ে বসাই,

$$E_n = -\frac{1}{2}\cdot\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0\left(\frac{n^2h^2\epsilon_0}{\pi q^2 m}\right)}$$

$$= -\frac{1}{2}\cdot\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0}\cdot\frac{\pi q^2 m}{n^2h^2\epsilon_0}$$

$$\boxed{E_n = -\frac{m q^4}{8h^2\epsilon_0^2 n^2}}$$

$$E_n = -\frac{mq^4}{8n^2h^2\epsilon_0^2}$$

মোট শক্তি সর্বদাই ঋণাত্মক। কক্ষপথের সংখ্যা যত বাড়ে শক্তি তত বৃদ্ধি পায় এবং এই শক্তি সর্বোচ্চ অসীমে। অসীমে শক্তির সর্বোচ্চ মান 0 (শূন্য)

$$E_n = \frac{mq^4}{\cancel{8\pi^2}\, 8n^2 h^2 \cdot \epsilon_0^2}$$

$n=1$ $$E_1 = \left(-\frac{mq^4}{8h^2 \cdot \epsilon_0^2}\right) = (\text{Const})\left(\cancel{\text{ऊर्जा}}\right)$$

$$E_n = -\left(\frac{mq^4}{8h^2\epsilon_0^2}\right) \cdot \frac{1}{n^2}$$

$$E \propto -\frac{1}{n^2}$$

$$E_n = -K \cdot \frac{1}{n^2} \qquad \left(K = \frac{mq^4}{8h^2\epsilon_0^2}\right)$$

$n=1$ $$E_n = -K\frac{1}{n^2} = -K \cdot \frac{1}{1} = -K$$

$n=2$ $$E_2 = -0.25K$$

$n=3$ $$E_3 = -0.11K$$

$n=\infty$ $$E_\infty = -K \cdot \frac{1}{(\infty)^2} = 0$$

$$E_n = \frac{mq^4}{-8h^2\epsilon_0^2} = -\frac{(9.1\times10^{-31})\times(1.6\times10^{-19})^4}{8\times(6.63\times10^{-34})^2\times(8.854\times10^{-12})^2}$$

$$= -2.17\times10^{-18}\,\text{Joule}$$

$$= \frac{-2.17\times10^{-18}\,\text{Joule}}{1.6\times10^{-19}} = \boxed{-13.56\,eV}$$

$$= -13.6\,eV$$

$$V = \frac{W}{q}$$

$$W = Vq$$

1V

$$= (1\times1.6\times10^{-19})\,\text{Joule}$$

$$1eV = 1.6\times10^{-19}\,\text{Joule}$$

$E_1 = -13.6eV \rightarrow$ হাইড্রোজেনের প্রথম কক্ষপথের শক্তি/ হাইড্রোজেনের ভূমির শক্তি.

(Grounded energy of Hydrogen)

<u>Math:</u> H পরমাণুর বোর ~~কক্ষপথের~~ এর কোয়ান্টাম সংখ্যা বের করো যার ব্যাসার্ধ 0.0100 mm। এই অবস্থায় একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর শক্তি কত?

$$a_0 = 0.53\times10^{-10}\,m$$

$$r_n = 0.0100\,mm = 10^{-5}\,m$$

$$r_n = n^2 a_0$$

$$\Rightarrow 10^{-5} = n^2 . 0.53\times10^{-10}$$

$$\Rightarrow n = 434$$

$$E_n = -\frac{mq^4}{8h^2 \cdot \epsilon_0^2 \cdot n^2}$$

$$= \frac{1}{n^2} \cdot \left(\frac{mq^4}{8h^2 \cdot \epsilon_0^2}\right)$$

$$= \frac{1}{n^2} \cdot E_1$$

$$= \cancel{\frac{k}{n^2}} \frac{1}{(134)^2} \cdot (-13.6)$$

$$= -7.22 \times 10^{-5} \, eV$$

M: H পরমাণুতে ৩য় বোর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর এবং ঐ কক্ষে e^- এর শক্তি নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$r_n = \frac{n^2 h^2 \epsilon_0}{\pi q^2 m}$$

$$= n^2 \cdot a_B$$

$$= 9a_3$$

$$= 9 \times 0.53 \times 10^{-10}$$

$$= 4.77 \times 10^{-10}$$

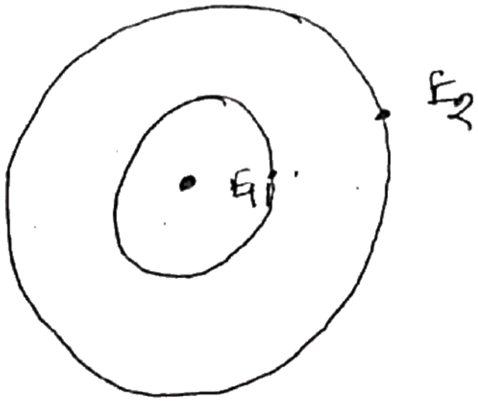
$$E_n = \frac{1}{n^2} \cdot E_1$$

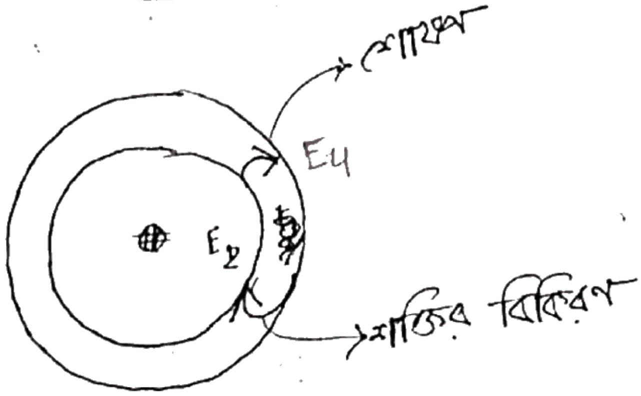
$$= \frac{1}{3^2} \cdot (-13.6)$$

$$= -1.51 \, eV$$

Topic-03

শক্তিস্তর (energy level)





$(10^{-7} \sim 10^{-9}\,s)$
(Time of staying)

বিকিরিত শক্তির কম্পাংক:

$$E_{n_1} = \frac{mq^4}{8 n_1^2 h^2 \cdot \epsilon_0^2} \quad \text{--- (i)}$$

$$E_{n_2} = \frac{mq^4}{8 n_2^2 h^2 \cdot \epsilon_0^2} \quad \text{--- (ii)}$$

$$\boxed{E_{n_2} > E_{n_1}}$$

$$\Delta E = E_{n_2} - E_{n_1} = hf$$

$$\Rightarrow hf = E_{n_2} - E_{n_1}$$

$$= \frac{mq^4}{8 n_2^2 h^2 \cdot \epsilon_0^2} - \left(\frac{mq^4}{8 n_1^2 h^2 \cdot \epsilon_0^2} \right)$$

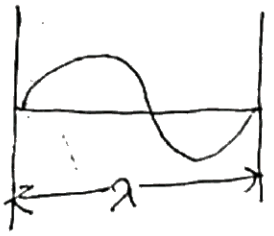
$$= \frac{mq^4}{8 n_1^2 h^2 \epsilon_0^2} - \frac{mq^4}{8 n_2^2 h^2 \epsilon_0^2}$$

$$= \frac{mq^4}{8 h^2 \epsilon_0^2} \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$hf = \frac{mq^4}{8h^2 \cdot \epsilon_0^2} \cdot \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$\boxed{f = \frac{mq^4}{8h^3 \cdot \epsilon_0^2} \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)}$$

কম্পন সংখ্যা বা তরঙ্গ সংখ্যা (Frequency number or wave number)



একক তরঙ্গদৈর্ঘ্যে যে কয়টি তরঙ্গ পাওয়া যায় তাকে ঐ তরঙ্গের তরঙ্গ সংখ্যা বা কম্পন সংখ্যা।

λ ---------- 1

1 ---------- $\frac{1}{\lambda}$

$$\bar{f} = \frac{1}{\lambda}$$

তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বিপরীত রাশিই তরঙ্গ সংখ্যা

আবার, $c = f\lambda$

$\Rightarrow c/f = \lambda$

$\Rightarrow \frac{k}{c} = \frac{1}{\lambda}$

$\Rightarrow \frac{f}{c} = \bar{f}$

$\Rightarrow \boxed{f = \bar{f}c}$

$\bar{f} = \frac{1}{\lambda}$

[in classical mecanics
তরঙ্গসংখ্যা, $K = \frac{2\pi}{\lambda}$]

$$f = \frac{mq^4}{8\epsilon_0^2 h^3}\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$\bar{f}c = \frac{mq^4}{8\epsilon_0^2 h^3}\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

বা, $$\boxed{\bar{f} = \underbrace{\boxed{\frac{mq^4}{8\epsilon_0^2 \cdot h^3 \cdot c}}}_{\text{রিডবার্গ ধ্রুবক (Rydberg Constant)}}\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)} = R\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$\boxed{R = \frac{mq^4}{8\epsilon_0^2 h^3 c}}$$

$$R = \frac{mq^4}{8\epsilon_0^2 \cdot h^3 \cdot c} = \frac{(9.1\times10^{-31})\times(1.6\times10^{-19})^4}{8\times(8.854\times10^{-12})^3\times3\times10^8}$$

$$= 1.097\times10^7\ m^{-1}$$

একটি H পরমাণুর উত্তেজিত অবস্থা থেকে ভূমি অবস্থায় আসতে যে পরিমাণ ফোটন নিঃসরণ করবে তার কম্পাঙ্ক কত হবে? উত্তেজিত ও ভূমি অবস্থায় শক্তি যথাক্রমে $-3.4eV$ এবং $-13.6eV$ ।

$E_u = -3.4\,eV$

$E_l = -13.6\,eV$

$$hf = E_u - E_l$$

$$f = \frac{E_u - E_l}{h}$$

$$= \frac{-3.4-(-13.6)}{6.63\times10^{-34}}$$

$$= \frac{10.2\times1.6\times10^{-19}}{6.63\times10^{-34}}$$

$$= 2.46\times10^{15}\,Hz$$

10.02.22

Topic-03 :

নিউক্লিওন (Neucleon) : নিউক্লিয়াসের উপাদান - প্রোটন, + নিউট্রন + নিউট্রিনো

নিউক্লিয়াসের আয়তন : নিউক্লিওন এর সংখ্যা = N

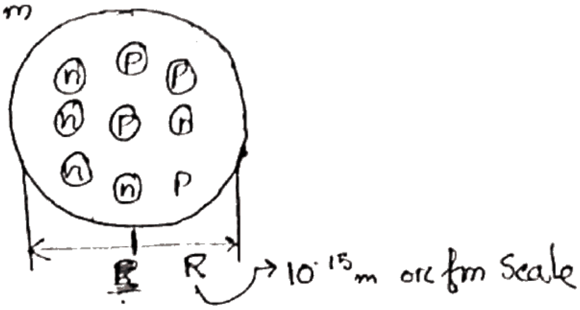
প্রতিটি নিউক্লিওন এর গড় ভর = m

মোট ভর, $M = Nm$

আয়তন = V $\quad \rho = \text{Constant}$

↓

নিউক্লিয়াসের ঘনত্ব



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

$$\therefore \frac{M}{V} = \text{Constan}$$

$$M = (\text{Constant})\, V$$

$$M \propto V \text{ ——— (i)}$$

আবার, কোন নিউক্লিয়াসের মোট ভর. M, পরমানুর ভর সংখ্যার (A) সমানুপাতিক ।

$$M \propto A \text{ ——— (ii)}$$

$M \propto V$ ——— (i)

$\Rightarrow M = k_1 V$ ——— (iii)

$M \propto A$ ——— (ii)

$M = k_2 A$ ——— (iv)

from, (iii), (iv)

$$k_1 V = k_2 A$$

$$\Rightarrow V = \frac{k_2}{k_1} \cdot A \quad \left[\frac{k_2}{k_1} = k = \text{Cons}\right]$$

$$\Rightarrow V = kA$$

$$\Rightarrow \frac{4}{3}\pi r^3 = kA$$

বা, $R^3 = \left(\frac{3k}{4\pi}\right) A$

বা, $R = \left(\frac{3k}{4\pi}\right)^{\frac{1}{3}} A^{\frac{1}{3}}$

$\left(\frac{3k}{4\pi}\right)^{\frac{1}{3}} = r_0 \rightarrow$ fm scale

$(1.2 \sim 1.5)$ fm

$$\boxed{R = r_0 \cdot A^{\frac{1}{3}}}$$

$$\boxed{r_0 = 1.4 \text{ fm}}$$

$$\boxed{r_0 = 1.4 \times 10^{-15} m}$$

^{238}U এর নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ কত ?

$$R = r_0 A^{\frac{1}{3}}$$
$$= (1.4 \text{ fm}) \times (238)^{\frac{1}{3}}$$
$$= 8.67 \text{ fm}$$
$$= 8.67 \times 10^{-15} m$$

নিউক্লিয়াসের ঘনত্ব : (Density of Neucleus)

$$\rho = \frac{M}{V}$$
$$= \frac{Nm}{\frac{4}{3}\pi r^3}$$
$$= \frac{N \cdot m}{\frac{4}{3}\pi (r_0 A^{\frac{1}{3}})^3}$$

$$= \frac{NM}{\frac{4}{3}\pi r_0^3 A} \left[\begin{array}{l} N = \frac{A}{n} \\ X_H \end{array} \quad A = Z + n \right]$$

$$\rho = \frac{\cancel{A} m}{\frac{4}{3}\pi r_0^3 \cancel{A}}$$

$$= \frac{3m}{4\pi r_0^3}$$

$$= \frac{3 \times (1.67 \times 10^{-27})}{4 \times (3.1416) \times (1.4 \times 10^{-15})^3}$$

$$= 1.45 \times 10^{17}\ kg/m^3$$

7

Sanowar Vaiya
Chapter-9
Lecture-5
Phy 2nd

12.03.22

Topic : তেজস্ক্রিয়তা (Radioactivity)
→ নিউক্লিয়ার ঘটনা
→ এটি একটি স্বতঃস্ফূর্ত ঘটনা

কোন ভারী মৌল থেকে স্বতঃস্ফূর্ত ভাবে তেজস্ক্রিয় রশ্মির বের হওয়ার ঘটনাকে তেজস্ক্রিয়তা বলে

$1\ Bq = 1\ decay\ s^{-1}$

(Ci) → কুরি   Rd → রাদারফোর্ড

$1\ Ci \rightarrow 3.7\times10^{10}\ decay\ s^{-1} = 3.7\times10^{10}\ Bq$

$1\ Rd \rightarrow 10^6\ decay\ s^{-1} = 10^6\ Bq$

তেজস্ক্রিয় মৌল : যে সকল মৌল তেজস্ক্রিয় ধর্ম প্রদর্শন করে তাদের তেজস্ক্রিয় মৌল বলে ।

এটি ২ প্রকার । ① প্রাকৃতিক তেজস্ক্রিয় মৌল ^{236}U , ^{237}U , ^{238}U
② কৃত্রিম তেজস্ক্রিয় মৌল $^{14}_{6}C$, $^{17}_{8}O$ → চিকিৎসার কাজে

* তেজস্ক্রিয়তা পরিসংখ্যানের সূত্র মেনে চলে

সম্ভাবনা

→ ৪টি পরমাণু

তেজস্ক্রিয় রশ্মির -

→ আলফা কণা বা আলফা রশ্মি → কণাধর্মী (α) (+ve) 3.2×10^{-19} c

→ বিটা কণা বা বিটা রশ্মি → কণাধর্মী (β) 1.6×10^{-19} c $\;{}^{0}_{-1}e$

→ গামা রশ্মি [x-ray রশ্মির মতো]

* α কণা β কণার তুলনায় ভারী

<u>তেজস্ক্রিয়তার ভাঙন সূত্র:</u> (decay law of radioactivity)

তেজস্ক্রিয় পরমাণুর ভাঙনের হার যে কোন সময়ে উপস্থিত অক্ষত পরমাণুর সংখ্যার সমানুপাতিক

ইউরেনিয়াম

→ t সময় পর

$t = 0$ $\quad N = N_0$ → আদি পরমাণুর সংখ্যা

$t = t$ $\quad N = N$

t - সময় পর অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা

→ dt সময় পর →

$t = t + dt$ $\quad - \quad$ $N = N - dN$

dt সময়ে পরমাণুর ভাঙন dN সংখ্যক

1 " " " $\frac{dN}{dt}$ "

$\therefore$ তেজস্ক্রিয় পরমাণুর ভাঙনের হার $= -\frac{dN}{dt}$

হ্রাস পাচ্ছে

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

বা, $-\frac{dN}{dt} = \lambda N$

λ → তেজস্ক্রিয়তার ক্ষয় ধ্রুবক (Radioactive decay constant)

→ একটি পরমাণুর ভাঙার সম্ভাবনা

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

$N=1$ হলে $\lambda = -\frac{dN}{dt}$ unit : s^{-1}

$N=1$ হলে তেজস্ক্রিয় পরমাণুর ভাঙনের হার তেজস্ক্রিয় ক্ষয় ধ্রুবকের সমান যা দ্বারা একটি পরমাণুর ভেঙে যাওয়ার সম্ভাবনা বুঝায়।

$^{222}_{88}Rn$ এর ক্ষয়ধ্রুবক $2.11\times10^{-6}\,s^{-1}$ বলতে কী বুঝো?

1 sec এ 1 টি রেডন পরমাণুর ভাঙার সম্ভাবনা 1 এর মধ্যে 2.11×10^{-8}

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

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

$$\Rightarrow \int_{N_0}^{N} \frac{dN}{N} = \int_0^t -\lambda dt$$

$$\Rightarrow \left[\ln N\right]_{N_0}^{N} = -\lambda \int_0^t dt$$

$$\Rightarrow \ln N - \ln N_0 = -\lambda\left[t\right]_0^t$$

CamScanner

$$\Rightarrow \ln \frac{N}{N_0} = -\lambda(t-0)$$

$$\int \frac{dx}{x} = \ln x + c$$

$$\Rightarrow \boxed{\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t}$$

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

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

13.03.22

Topic : 4 ; তেজস্ক্রিয়তা

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

$$\Rightarrow -\lambda t = \ln\left(\frac{N}{N_0}\right)$$

$$\Rightarrow \boxed{t = -\frac{1}{\lambda}\ln\left(\frac{N}{N_0}\right)}$$

~~একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের~~

1 খন্ড রেডিয়াম ~~5000~~ 5000 বছর তেজস্ক্রিয় বিকিরণ নিঃসরণ করে $1/5$ অংশে পরিনত হয়। রেডিয়ামের ক্ষয় ধ্রুবকের মান নির্ণয় করো।

আমরা জানি,

$$t = -\frac{1}{\lambda}\ln\left(\frac{N}{N_0}\right)$$

বা, $\lambda = -\frac{1}{t}\ln\left(\frac{N}{N_0}\right)$

$$= -\frac{1}{t}\ln\left(\frac{N}{5N}\right)$$

$$= -\frac{1}{5000}\ln\left(\frac{1}{5}\right)$$

$$\boxed{\lambda = 3.22 \times 10^{-4}\ Y^{-1}}$$

দেওয়া আছে,

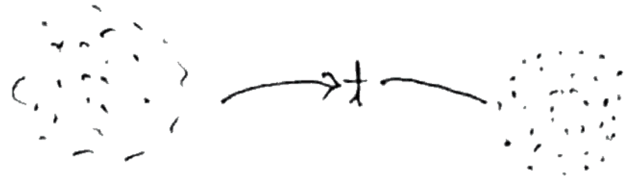
$N_0 =$

$N = \frac{1}{5} \cdot N_0$

$t = 5000$ বছর/year

তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু : $T_{1/2}$ (Half life of Radioactive Substance)

^{238}U



$t = 0,\quad N_0 = 20 \qquad\qquad t = T_{1/2} \qquad N = 10 = \frac{N_0}{2}$

$$\boxed{t = T_{1/2}}$$

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

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

$$\Rightarrow \ln \frac{\frac{N_0}{2}}{N_0} = -\lambda \cdot T_{1/2}$$

$$\Rightarrow \ln \frac{1}{2} = -\lambda T_{1/2}$$

$$\Rightarrow \lambda T_{1/2} = -\ln\left(\frac{1}{2}\right)$$

$$\Rightarrow \lambda T_{1/2} = -(\ln 1 - \ln 2)$$

$$\Rightarrow \lambda T_{1/2} = \ln 2$$

$$\Rightarrow \boxed{T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}}$$

$$\Rightarrow \boxed{T_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda}}$$

আগের ম্যাথ: ঐ তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু কত ?

$\lambda = 3.22 \times 10^{-4} y^{-1}$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

$$= \frac{\ln 2}{3.22 \times 10^{-4}}$$

$$= 2.153 \times 10^{3} Y$$

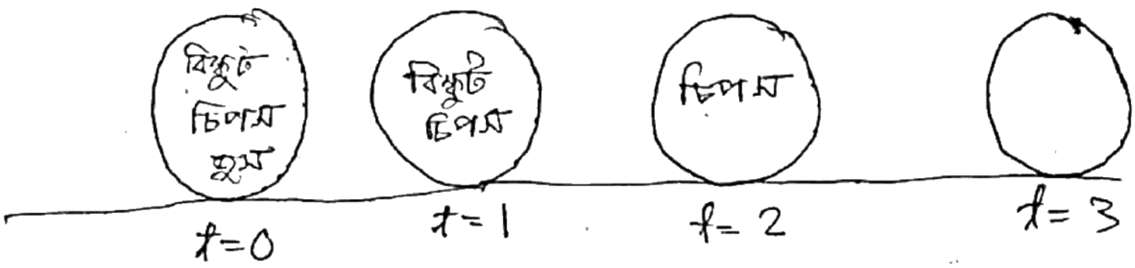
$$= 2153 Y$$

তেজস্ক্রিয় মৌলের গড় আয়ু / গড় জীবনকাল: (Average life of Radioactive Substances)

^{238}U

$t = 0 \rightarrow \infty$

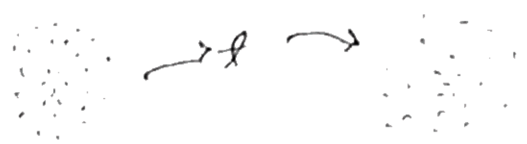
২০টা পরমাণু



$$\text{গড় জীবন কাল} = \frac{1+2+3}{3} = \frac{6}{3} = 2$$

$$\tau = \frac{\text{১ম পরমাণুর জীবন কাল} + \text{২য় পরমাণুর জীবনকাল} + \ldots\ldots + N_0 \text{ তম পরমাণুর জীবনকাল}}{N_0}$$

^{238}U



$\rightarrow t \rightarrow$ $\qquad$ $\rightarrow dt \rightarrow$

$t=0 \quad N=N_0$ (1) $\qquad t=t \quad N(t)=N_0e^{-\lambda t}$ (2)

$N=N_0e^{-\lambda t}$

(3) $\rightarrow t=\infty$, $N=0$

$t=t+dt \quad N=N-dN$

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

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

$$\Rightarrow \boxed{dN=\lambda N dt} \text{ — (i)}$$

1 টি পরমাণুর জীবনকাল, t

∴ dN " " " , ~~dNt~~ ~~Ndt~~ tdN

dN সংখ্যক পরমাণুর মোট জীবনকাল $= t\,dN$

$= t.\lambda N\,dt$

∴ N_0 সংখ্যক পরমাণুর মোট জীবনকাল, $= \lambda N t\,dt$ —(ii)

$$T_0 = \int \lambda N t\,dt$$

$$= \int_0^\infty \lambda N_0 e^{-\lambda t}\, t\,dt \quad [N=N_0e^{-\lambda t}]$$

$$= \lambda N_0 \int_0^\infty t e^{-\lambda t}\,dt$$

$$T_0 = \lambda N_0 \int_0^\infty t\, e^{-\lambda t}\, dt \longrightarrow \text{apply modified 'UV'}$$

$$= \lambda N_0 \frac{1}{\lambda^2}$$

$$\int_0^\infty x\, e^{-kx}\, dx = \frac{1}{k^2}$$

$$T_0 = \frac{N_0}{\lambda}$$

গড় জীবনকাল $\tau = \frac{T_0}{N_0} = \frac{\frac{N_0}{\lambda}}{N_0}$

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

* যেকোন তেজস্ক্রিয় পরমানুর গড় জীবন তার ক্ষয় ধ্রুবকের গুনাত্মক বিপরীত রাশি

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

$$= \ln 2 \left(\frac{1}{\lambda}\right)$$

$$T_{1/2} = \ln 2 \cdot \tau$$

$$T_{1/2} = 0.693\, \tau$$

$T_{1/2} = 2153Y$

আগের মত্যার্থ
↓
গড় আয়ু

$$\tau = \frac{T_{1/2}}{0.693}$$

$$= \frac{2153}{0.693}$$

$$= 3106.78Y$$

বইয়ের সব সমাধানগুলো

প্রতি গ্রাম (^{226}Ra) রেডিয়াম হতে প্রতি সেকেন্ডে 3.5×10^{10} আলফা কণা নিঃসরণ হয়। রেডিয়ামের অর্ধায়ু কত বছর?

$N = 2.67\times10^{21}$ টি পরমাণু

1 mole $= 6.023\times10^{23}$

1 mole $= 226$ gm

226 gm $= 6.023\times10^{23}$ টি

বা, 1 gm $= \frac{6.02\times10^{23}}{226}$

$= 2.67\times10^{21}$ "

$$\frac{dN}{dt} = \underbrace{-\lambda N}_{\text{মান পাচ্ছে}}$$

শুধু মান নিয়ে,

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

$$\Rightarrow 3.5\times10^{10} = \lambda\cdot(2.67\times10^{21})$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{3.5\times10^{10}}{2.67\times10^{21}}$$

$$= 1.313\times10^{-11}\,s^{-1}$$

$$\Upsilon = \frac{1}{\lambda}$$

$$= 7.616\times10^{10}$$

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

$$\Rightarrow \frac{dN}{dt} = N_0 \cdot \frac{d}{dt}\left(e^{-\lambda t}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{dN}{dt} = N_0 \cdot e^{-\lambda t}(-\lambda)$$

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

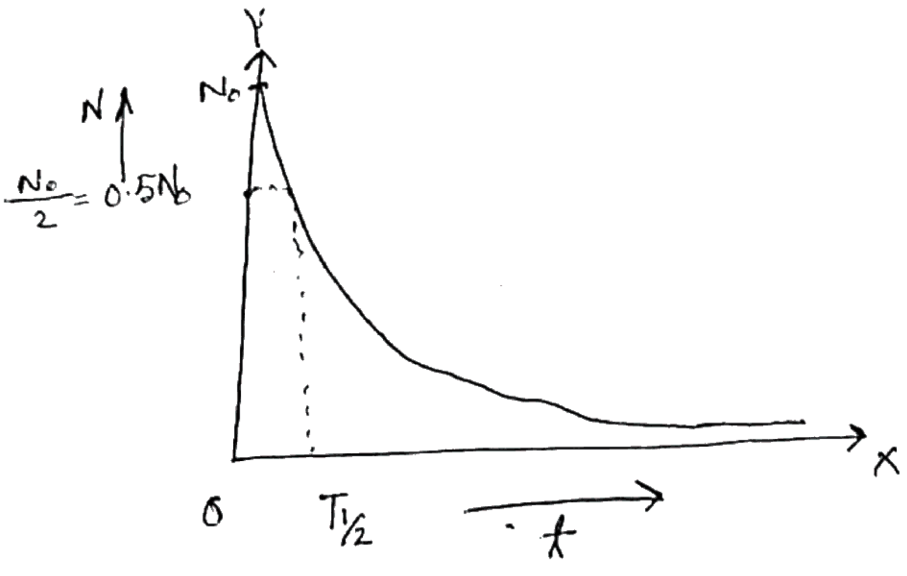
Graph :

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

$$\rightarrow Y = Ke^{-lx}$$

$K, l \rightarrow$ Constant

[exponential decay]



$t = 0$

$N = N_0$

Topic : 05 বন্ধন শক্তি (Binding Energy)

নিউক্লিয়াস 

$^{A}_{Z}X_{N}$ $\quad N = A - Z$

$m_p \rightarrow$ প্রোটনের ভর

$m_n \rightarrow$ নিউট্রনের ভর

বদ্ধ অবস্থায় $= m_{nuc}$

মুক্ত " $= (Zm_p + Nm_n)$

$$(Zm_p + Nm_n) > m_{nuc}$$

$$\boxed{\Delta m = Zm_p + Nm_n - M_{nuc}}$$

পরমাণুর ভর, $= m_{atm}$

ইলেকট্রনের মোট ভর $= Zm_e$ $\rightarrow$ 1টি e^- এর ভর

$$m_{nuc} = m_{atm} - Zm_e \quad \text{——— (ii)}$$

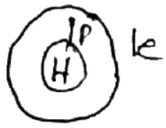
Using (ii) in (i)

$$\Delta m = Zm_p + Nm_n - (m_{atm} - Zm_e)$$

$$= Zm_p + Nm_n - m_{atm} + Zm_e$$

$$\boxed{\Delta m = Z(m_p + m_e) + Nm_n - m_{atm}} \quad \text{——— (iii)}$$

$$\boxed{\Delta m = Z m_H + N m_n - m_{atm}} \text{ ——— (IV)}$$



$m_H = m_p + m_e$

বন্ধন শক্তি : (B)

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

$\Delta m \rightarrow 1u$. or 1amu

$$\boxed{1u = \frac{931.5 \text{ MeV}}{c^2}}$$

$${}^{A}_{Z}X_{N}$$

ভরসংখ্যা = নিউক্লিওন সংখ্যা

গড় বন্ধন শক্তি / নিউক্লিয়নে প্রতি বন্ধন শক্তি $= \frac{B}{A}$

* একটি He নিউক্লিয়াসের ভর ত্রুটি, বন্ধন শক্তি ও নিউক্লিওনে প্রতি বন্ধন শক্তি নির্ণয় করো।

দেওয়া আছে, নিউট্রনের ভর, $m_n = 1.008665$ u

H এর পারমাণবিক ভর, 1.007825 u

He " " " 4.002603 u

$^{4}_{2}He$

$A = 4$

$Z = 2$

$N = 2$

$m_n = 1.008665 4$

$m_H = 1.007825 u$

$m_{atm} = 4.002603 u$

ভরত্রুটি, $\Delta m = Zm_H + Nm_n - m_{atm}$

$= (2 \times 1.007825 u) + (2 \times 1.0086654)$

$- 4.0026034$

$\Delta m = 0.030377 u$

$B = \Delta mc^2 = (0.030377 u) \times c^2$

$= \left(0.030377 \times \left(\frac{931.5 MeV}{c^2}\right) \times c^2\right)$

$B = 28.296 MeV$

নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধন শক্তি, $= \frac{B}{A} = \frac{28.296}{4}$

$= 7.07$ MeV per Neucleus