# অধ্যায়- ০৯ : পরমাণুর মডেল ও নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

**Written**

01. একটি রেডন নমুনার 60% ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে? [রেডনের অর্ধায়ু 3.8 days] **[BUET'18-19]**

সমাধান: $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = 0.1824\ \text{day}^{-1}$ ; $\ln\left(\frac{N_0}{0.4N_0}\right) = \lambda t$

$t = 5.02\ \text{days}$ (Ans.)

$N = 0.4N_0$
$T_{\frac{1}{2}} = 3.8\ \text{days}$

02. একটি পারমাণবিক চুল্লিতে $^{235}U$ নিউক্লিয়ার ফিশন প্রক্রিয়ায় 200 MeV শক্তি উন্মুক্ত করে। ঐ চুল্লিটির দক্ষতা 10% এবং এটির ক্ষমতা 1000 MW। চুল্লিটি 10 বছর চালাতে কতটুকু ইউরেনিয়াম লাগবে? [$1eV = 1.602 \times 10^{-19}$J, Avogadro's Constant $= 6.023 \times 10^{23}\ \text{mole}^{-1}$] **[BUET'18-19]**

সমাধান: নীট ক্ষমতা $= \frac{10}{100} \times 1000\ \text{MW} = 100 \times 10^6\text{W}$

1 টি $^{235}U$ ফিশনে শক্তি $= 200 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19}\text{J} = 3.2 \times 10^{-11}\text{J}$

∴ 10 বছরে মোট শক্তি দরকার $= 100 \times 10^6 \times 86400 \times 365 \times 10 = 3.1536 \times 10^{16}\text{J}$

∴ ইউরেনিয়াম দরকার $= \frac{3.1536 \times 10^{16}}{3.2 \times 10^{-11}}$ atoms $= 9.855 \times 10^{26}$ atoms $= 1636.23$ mole (Ans.)

03. $9.1 \times 10^{-31}$ kg ভর বিশিষ্ট একটি ইলেকট্রন যদি নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে $0.53 \times 10^{-10}$ m ব্যাসার্ধের কক্ষপথে ঘুরতে থাকে, তবে তার কৌণিক বেগ বের কর। [প্লাঙ্কের ধ্রুবক $= 6.63 \times 10^{-34}$Js] **[BUET'18-19]**

সমাধান: $L = \frac{nh}{2\pi} \Rightarrow I\omega = \frac{nh}{2\pi}$

$\Rightarrow \omega = \frac{nh}{2\pi I} = \frac{h}{2\pi mr^2} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{2\pi \times 9.1 \times 10^{-31} \times (0.53 \times 10^{-10})^2} = 4.1 \times 10^{16}\ \text{rads}^{-1}$ (Ans.)

[$r = 0.53 \times 10^{-10}$m এর জন্য $n = 1$ ধরা যায়]

04. একটি হিলিয়াম ( $_2He^4$) নিউক্লিয়াসের কণা প্রতি বন্ধনশক্তি নির্ণয় কর। [একটি প্রোটনের ভর $= 1.00728$ amu, একটি নিউট্রনের ভর $= 1.00876$ amu, হিলিয়াম নিউক্লিয়াসের প্রকৃত ভর $= 4.00276$ amu এবং 1 amu $= 931$ MeV]। **[BUTEX'18-19]**

সমাধান: $\Delta m = 2 \times 1.00876 + 2 \times 1.00728 - 4.00276 = 0.02932$ amu

∵ বন্ধনশক্তি $= \Delta m \times 931\ \text{MeV} = 27.297\ \text{MeV}$

05. কোন তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু 1000 বছর। কত বছর পর উহার তেজস্ক্রিয়তা ক্ষয়প্রাপ্ত হয়ে 1/ 10 th হবে? ঐ তেজস্ক্রিয় পদার্থের গড় আয়ু কত হবে? **[BUET'17-18]**

সমাধান: দেওয়া আছে $T_{\frac{1}{2}} = 1000$ years

আমরা জানি, গড় আয়ু $\tau = \frac{T_{\frac{1}{2}}}{\ln(2)} = \frac{1000}{0.693} = 1442.69$ years (Ans.)

ক্ষয়ধ্রুবক, $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}}$ | $N = N_0 \times \frac{1}{10}$

$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{N_0}{10} = N_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}}t} \Rightarrow -\ln(10) = \frac{-\ln(2)}{1000} t \times \ln(e)$

$\Rightarrow t = 1000 \times \frac{\ln(10)}{\ln(2)} = 3321.928$ years (Ans.)

06. রেডিয়ামের অর্ধায়ু 1620 বছর। 1 – gram ভরের রেডিয়াম হতে প্রতি সেকেন্ডে কতগুলো রেডিয়াম পরমাণু নির্গত হবে? [রেডিয়ামের পারমাণবিক ভর $= 226$kg/kmol, অ্যাভোগাড্রো নম্বর $= 6.02 \times 10^{26}$ atoms/kmol] **[BUET'16-17]**

সমাধান: 1gm রেডিয়ামে পরমাণুর সংখ্যা, $N = \frac{1 \times 10^{-3}}{226} \times 6.02 \times 10^{26} = 2.66 \times 10^{21}$

$\therefore \frac{dN}{dt} = \lambda N = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} \times N = \frac{\ln 2}{1620 \times 365 \times 86400} \times 2.66 \times 10^{21} = 3.61 \times 10^{10}$ পরমাণু/ sec

07. $U^{238}$ এর অধায়ু $1.42 \times 10^{17}$ s. 1 g $U^{238}$ থেকে প্রাত সেকেন্ডে কতগুলো পরমাণু ভেঙ্গে যাবে?
[ অ্যাভোগেড্রো সংখ্যা, , $N_A = 6.02 \times 10^{23}\ mol^{-1}$] **[BUET'14-15]**

**সমাধান:** $N = \frac{6.02\times10^{23}\times1}{238} = 2.53 \times 10^{21}$ $\therefore \frac{dN}{dt} = \lambda N = \frac{\ln 2}{1.42\times10^{17}} \times 2.53 \times 10^{21} = 1.235 \times 10^{4}\ atom\ s^{-1}$

08. অর্ধায়ু ও অবক্ষয় ধ্রুবক এর পারস্পরিক সম্পর্ক নির্ণয় কর। **[CUET'13-14]**

**সমাধান:** আমরা জানি, $N = N_o e^{-\lambda t}$

যখন, $t = \frac{T_1}{2}$, $N = \frac{N_o}{2}$ $\therefore \frac{N_o}{2} = N_o e^{-\lambda T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow \ln\left(\frac{1}{2}\right) = -\lambda T_{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda}$

09. কোন একটি তেজস্ক্রিয় বস্তুর অর্ধায়ু 6.93 দিন। কতদিন পরে কিছু পরিমাণ এই তেজস্ক্রিয়ের মাত্র $\frac{1}{10}$ th অবশিষ্ট থাকবে?

**সমাধান:** $T_{1/2} = \frac{\ln_2}{\lambda}$; $\lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}} = \frac{0.693}{6.93} = 0.1\ day^{-1}$ **[BUTex'06-07,04-05,CUET'09-10,05-06]**

$N = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{N_0}{10} = N_0\ e^{-\lambda t} \left[\because N = \frac{1}{10} N_0\right] \Rightarrow \frac{1}{10} = e^{-\lambda t}$

$\ln 0.1 = -\lambda t \Rightarrow 2.3025 = \lambda t \Rightarrow t = \frac{2.3026}{0.1} = 23.026$ days.

10. (ক) রেডিয়ামের গড় আয়ু 2294 বছর। অর্ধায়ু কত? **[BUTex'09-10]**
(খ) যে সমস্ত মৌলিক উপাদানের ভরসংখ্যা সমান তাদের কি বলা হয়?
(গ) কোন ফোটনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $4\times10^{-7}$ m। এর রৈখিক ভরবেগ কত?
(ঘ) পারমাণবিক বোমা তৈরী হয় কোন পদ্ধতিতে?

**সমাধান:** (ক) $T_{\frac{1}{2}} = 0.693 \times \tau = 0.693 \times 2294\ y = 1589.74\ yrs$

(খ) আইসোবার

(গ) $P = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.63\times10^{-34}}{4\times10^{-7}} = 1.6575\times10^{-27}\ kgms^{-1}$

(ঘ) নিউক্লিয় ফিশন (Fission) পদ্ধতিতে

11. একখন্ড রেডনের 60% ক্ষয় হতে কতদিন লাগবে? রেডনের অর্ধায়ু 4 দিন। **[RUET'08-09]**

**সমাধান:** $t_{\frac{1}{2}} = 4$ days $\therefore \lambda = \frac{0.693}{4} = 0.17325\ day^{-1}$

এখন, $N = N_0 e^{-\lambda t}$ বা, $\frac{40}{100} N_0 = N_0 e^{-\lambda t}$ [অবশিষ্ট 40%]

বা, $\frac{2}{5} = e^{-\lambda t}$ বা, $\ln\frac{2}{5} = -\lambda t$ বা, $\lambda t = 0.91629$ $\therefore$ $t = 5.288$ days [Ans]

12. হাইড্রোজেন পরমাণুতে একটি ইলেকট্রন একটি প্রোটনকে কেন্দ্র করে 0.53Å ব্যসার্ধ বিশিষ্ট অরবিটে আবর্তন করে। ইলেক্ট্রনটির কৌণিক ত্বরণ নির্ণয় কর। $[m_e = 9.1\times10^{-31}\ kg,\ e = 1.6\times10^{-19} C$ and $\epsilon_0 = 8.85\times10^{-12} C^2/Nm^2]$

**সমাধান:** অংক না করেও বলা যায় যে, কৌণিক ত্বরণ 0 **[BUET'07-08]**

$V_n = \omega_n\ r_n \Rightarrow \omega_n = \frac{v_n}{r_n} = \frac{e}{\sqrt{4\pi\epsilon_o\ mr_n \times r_n}} = 4.1188\times10^{16}\ rad/s.$; $\frac{d\omega_n}{dt} = \frac{d}{dt}(const) = 0$

13. কোন একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু 3.8 দিন। আট দিন পর এই পদার্থের শতকরা কত অংশ অবশিষ্ট থাকবে? **[BUET'07-08]**

**সমাধান:** $T_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{0.693}{3.8} = 0.182 d^{-1} \quad \therefore \left(\frac{N}{N_o}\right) = e^{-\lambda t} = e^{-.182\times 8} = 0.23248$

$\therefore$ শতকরা অবশিষ্ট থাকবে $= 23.248\%$

14. কাউন্ট রেট মিটারের সাহায্যে কোন তেজস্ক্রিয় বস্তুর সক্রিয়তা মাপা যায়। কোন মুহূর্তে কাউন্ট মিটারে 4750 কাউন্ট প্রতি মিনিট পাঠ দেয়। পাঁচ মিনিট পর এটি 2700 কাউন্ট প্রতি মিনিট পাঠ দেখায়। তেজস্ক্রীয় বস্তুটির অর্ধায়ু এবং ক্ষয় ধ্রুবক নির্ণয় কর।

**সমাধান:** $A_1 = Ae^{-\lambda t}$.....(i) $\quad A_2 = Ae^{-\lambda(t+5)}$.....(ii) **[BUET'05-06]**

$\therefore \{(i) \div (ii)\} \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{e^{-\lambda t}}{e^{-\lambda(t+5)}}$ বা, $\frac{4750}{2700} = e^{-\lambda t + \lambda(t+5)} = e^{5\lambda}$ বা, $5\lambda = \ln\left(\frac{4750}{2700}\right)$

$\therefore \lambda = 0.1129 \min^{-1} \quad \therefore t_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda} = 6.134 \min$

**Alternate:** $t_{\frac{1}{2}} \times \log_{0.5}^{\frac{2700}{4750}} = 5\min \Rightarrow t_{\frac{1}{2}} = 6.13$

15. রেডনের অর্ধায়ু 4 দিন। এর গড় আয়ু কত? **[BUET'04-05]**

**সমাধান:** আমরা জানি, $\tau = \frac{T_{1/2}}{0.693} = \frac{4}{0.693} = 5.77$ days (Ans.)

16. 1 gm একটি তেজস্ক্রিয় বস্তুর প্রতি সেকেণ্ডে $3.7\times10^{10}$ পরমাণু ক্ষয় হয়। বস্তুর পারমাণবিক ওজন 226। ইহার গড় আয়ু নির্ণয় কর। **[CUET'04-05]**

**সমাধান:** $N = \frac{6.023\times10^{23}}{226} = 2.67\times10^{21}; \quad \frac{dN}{dt} = \lambda N \Rightarrow -3.7\times10^{10} = -\lambda \times 2.67\times10^{21}$

$\therefore \lambda = 1.386\times10^{-11} s^{-1} \therefore \tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{1.386\times10^{-11}} \quad \therefore \tau = 7.22\times10^{10} s.$ (Ans.)

17. এক গ্রাম রেডিয়াম 5 বৎসর $\alpha$-কণা বিকিরণের ফলে 2.1 mg কমে যায়। রেডিয়ামের অর্ধায়ু বের কর। **[BUET'03-04]**

**সমাধান:** আমরা জানি, $N = N_0 e^{-\lambda t}$

$\Rightarrow \lambda = -\frac{\ln \frac{N}{N_0}}{t} = -\frac{\ln 0.9979}{5} = (4.2\times10^{-4} y^{-1})$

$\therefore T = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{4.2\times10^{-4}}$

= 1648.27 years. (Ans.)

এখানে, $N_0$ = প্রারম্ভিক পরমাণু সংখ্যা

N = চূড়ান্ত পরমাণু সংখ্যা

$\therefore \frac{N}{N_0} = \frac{1-0.0021}{1} = 0.9979$

t = 5yr, $\lambda$ = ?

18. একটি বস্তুতে যদি প্রারম্ভিক অবস্থায় $10^9$ সংখ্যক $Au^{198}$ এর পরমাণু থাকে তবে কত সময়ে তার $3 \times 10^8$ সংখ্যক পরমাণু ভেঙে যাবে? [$Au^{198}$ এর অর্ধায়ু 2.70 d.] **[CUET'03-04]**

**সমাধান:** $N = 10^9 - 3\times10^8 = 7 \times 10^8$

আমরা জানি, $N = N_o e^{-\lambda t} \Rightarrow 7\times10^8 = 10^9 e^{-0.257 t}$

$\therefore t = 1.39 d$ (Ans.)

$N_o = 10^9$

$\lambda = \frac{0.693}{2.7} = 0.257 d^{-1}$

19 একটি তেজস্ক্রিয় বস্তুতে $10^{18}$ পরমাণু আছে। বস্তুটির অর্ধায়ু হচ্ছে 2000 দিন। 5000 দিন পর কত ভগ্নাংশ অবশেষ থাকবে?

**সমাধান:** ভগ্নাংশ $= \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t} = e^{-\frac{0.693}{T_{1/2}}t} = e^{-\frac{0.693}{2000}\times5000} = 0.177$ (Ans.) **[BUET'01-02]**

20. $^{214}Pb_{82}$ এর অর্ধায়ু 26.8 মিনিট। কি পরিমাণ ভর থেকে এক কুরী তেজস্ক্রিয়তা পাওয়া যাবে তা বের কর। [অ্যাভোগেড্রোর সংখ্যা $= 6.023 \times 10^{23}$] **[BUET'00-01]**

**সমাধান:** Here, $\frac{dN}{dt} = 1\text{curie} = 1\text{Bq} = 3.7\times10^{10}\ \text{decay/sec}$

$T_{1/2} = 26.8\,\text{min} = 1608\,\text{sec.}$

$\therefore \lambda = 4.3106\times10^{-4}\text{s}^{-1} \quad \left[\lambda = \frac{ln2}{T_{1/2}}\right]$

আমরা জানি, $\frac{dN}{dt} = \lambda N$

$\Rightarrow 3.7\times10^{10} = 4.3106\times10^{-4}\times N \Rightarrow N = 8.58\times10^{13}$

যখন $N = 6.023\times10^{23}$ তখন, $m = 214\text{gm}$

$\therefore$ যখন $N = 8.58\times10^{13}$ তখন,

$m = \frac{214\times8.58\times10^{13}}{6.023\times10^{23}}$

$= 3.05\times10^{-8}\text{gm}$ (Ans.)

## MCQ

21. একটি হাইড্রোজেন পরমাণু $-1.6\text{eV}$ শক্তি অবস্থা থেকে $-3.8\text{eV}$ অবস্থায় আসলে যে ফোটন নিঃসরণ করবে তার কম্পাঙ্ক কত হবে?
(a) $5.31\times10^{14}\text{Hz}$ (b) $4.59\times10^{14}\text{Hz}$ (c) $2.46\times10^{15}\text{Hz}$ (d) $6.54\times10^{14}\text{Hz}$ (e) $14.48\times10^{18}\text{Hz}$
**সমাধান:** (a); $\Delta E = h\nu \Rightarrow \nu = \frac{(3.8-1.6)\times1.6\times10^{-19}}{6.63\times10^{-34}}\ \text{Hz} = 5.31\times10^{14}\ \text{Hz}$ **[KUET'18-19]**

22. রেডিয়ামের অর্ধায়ু 1620 বছর। কত বছরে 1gm রেডিয়াম থেকে 10 সেন্টিগ্রাম ক্ষয় হবে? **[KUET'18-19]**
(a) $4.28\times10^{-4}\text{y}$ (b) 8.99y (c) 23.7y (d) 246.21y (e) 4120y
**সমাধান:** (d); $M = M_0e^{-\lambda t} \Rightarrow (1-10\times10^{-2}) = 1\times e^{-\frac{ln2}{1620}\times t} \Rightarrow t = 246.21\text{y}$

23. কোন দেশের উৎপাদিত তড়িৎ শক্তির পরিমাণ বছরে $6.8\times10^{11}\text{kWh}$। রূপান্তরিত ভরের পরিমান কত? **[KUET'18-19]**
(a) 22kg (b) 27.2kg (c) 26.8kg (d) 27kg (e) $28.4\times10^{3}\text{gm}$
**সমাধান:** (b); $E = mc^2 \Rightarrow 6.8\times10^{11}\times3.6\times10^{6} = m\times(3\times10^{8})^2 \Rightarrow m = 27.2\text{kg}$

24. $^{16}_{8}O$ এর প্রকৃত ভর 15.9949 amu হলে প্রতিটি নিউক্লিয়নের বন্ধন শক্তি MeV তে কত হবে? [নিউট্রন, প্রোটন ও ইলেক্ট্রণের ভর যথাক্রমে 1.0086, 1.0078 এবং 0.00054amu] **[KUET'18-19]**
(a) 12 (b) 10 (c) 8 (d) 6 (e) 4
**সমাধান:** (c); $\frac{\Delta m\times931.5}{16} = \frac{(8\times1.0086+8\times1.0078-15.9949)\times931.5}{16} = 8$

25. $^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{17}_{8}O + X$ একটি নিউক্লিয় বিক্রিয়া। অজানা X-কণাটি হবে একটি- **[SUST'18-19]**
(a) প্রোটন (b) ইলেক্ট্রন (c) নিউট্রিনো (d) নিউট্রন (e) $\alpha$-কণা
**সমাধান:** (a); বিক্রিয়ার উভয় পক্ষে ভরসংখ্যা ও পারমাণবিক সংখ্যার সমষ্টি সমান।

26. কোন একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু 3.8 দিন। 8 দিনে এই পদার্থের শতকরা কত অংশ ক্ষয় হবে? **[KUET'17-18]**
(a) 68.7% (b) 86.7% (c) 76.8% (d) 95.0% (e) 58.0%
**সমাধান:** (c); $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t} = e^{-\frac{ln\,2}{3.8}\times8} = 23.24\,\%\ \ \therefore \%\,N' = \frac{N_0-N}{N_0} = 76.8\,\%$

27. একটি অপরিবাহী 2200Å এর চেয়ে ছোট তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলো শোষণ করতে পারে। এর নিষিদ্ধ ব্যান্ডে শক্তি ব্যবধান eV এ কত?
(a) 6.23 eV (b) 7 eV (c) 5.44 eV (d) 6.9 eV (e) 5.66 eV
**সমাধান:** (e); $E = \frac{ch}{\lambda} = 5.66\ \text{eV}$ **[KUET'17-18]**

28. ধরা যাক, তিনটি কণার মুক্ত অবস্থার স্থির ভর যথাক্রমে 1, 1.5, 2.5 a.m.u.। এদের দ্বারা গঠিত কণার স্থায়ী ভর 4.98 a.m.u হলে এর বন্ধনশক্তি কত MeV? **[SUST'17-18]**
(a) 9.31 (b) 18.62 (c) 37.24 (d) 74.48 (e) 98.56
**সমাধান:** (b); $\Delta m = (1+1.5+2.5) - 4.98 = 0.02\ \text{amu}\ \therefore E = 0.02\times934\ \text{MeV} = 18.68\ \text{MeV}$

29. নিউট্রনের ভর ইলেকট্রনের ভরের 1840 গুণ। ইলেকট্রনের কম্পটন তরঙ্গদৈর্ঘ্য নিউট্রনের কম্পটন তরঙ্গদৈর্ঘ্যের কত গুণ?

(a) 1/1840 (b) 1/920 (c) 1840 (d) 3680 (e) 7360

**সমাধান:** (c); $\lambda_0 \propto \frac{1}{m_0} \therefore \lambda_e m_e = \lambda_n m_n \Rightarrow \lambda_e = 1840\lambda_n$ **[SUST'17-18]**

30. এক খন্ড রেডনের 60% ক্ষয় হতে কত দিন সময় লাগবে? [রেডনের অর্ধায়ু 3.82 দিন] **[SUST'16-17]**

(a) 5 (b) 6 (c) 7 (d) 8 (e) 9

**সমাধান:** (a); $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t} = \frac{40}{100} \therefore t = 5.04 \text{ days}$

31. রেডিয়াম এর অর্ধজীবন 1620 বছর। কত সময়ে 1 গ্রাম রেডিয়াম 1 সেন্টিগ্রাম এ পরিণত হবে? **[KUET'16-17]**

(a) $4.28 \times 10^{-4}$ Y (b) 23.68 Y (c) 1600 Y (d) 5380 Y (e) 10767 Y

**সমাধান:** (e); $k = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} \therefore t = \frac{1}{k} \ln\left(\frac{1}{\frac{1}{100}}\right) = \frac{t_{\frac{1}{2}}}{\ln 2} \ln 100 = 1620 \times \frac{\ln 100}{\ln 2} = 10763 \text{ Y}$

32. একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু 40 দিন। সম্পূর্ণ নিঃশেষ হতে কত সময় লাগবে? **[BUTex'16-17]**

(a) 40 days (b) 400 days (c) 4000 days (d) infinite time

**সমাধান:** (d); তেজস্ক্রিয় পদার্থের পরিমাণ কখনও শেষ হয় না।

33. হাইড্রোজেন পরমাণুর ৫ম বোর কক্ষের ইলেকট্রণের শক্তি কত? [দেওয়া আছে ইলেকট্রনের ভর এবং আধান যথাক্রমে $9.1 \times 10^{-31}$kg এবং $1.6 \times 10^{-19}$ coul। শূন্যস্থানের ভেদন যোগ্যতা = $8.85 \times 10^{-12} C^2 N^{-1} m^{-2}$] **[KUET'15-16]**

(a) −13.6 eV (b) −1.51 eV (c) −2.72 eV (d) −0.54 eV (e) 0.54 eV

**সমাধান:** (d); $E = -\frac{me^4}{8n^2h^2\epsilon_0^2} = -\frac{9.1\times10^{-31}\times(1.6\times10^{19})^4}{8\times5^2\times(6.63\times10^{-34})^2\times(8.85\times10^{-12})^2} = -8.661 \times 10^{-20}\text{J} = -0.54\text{eV}$

34. ক্লোরিন $\left({}_{17}Cl^{35}\right)$ পরমাণুর ভর 34.9800 amu। প্রতিটি নিউক্লিয়ন এর গড় বন্ধন শক্তি কত? [দেওয়া আছে নিউট্রন এর ভর ${}_0n^1 = 1.008665$ এবং প্রোটন এর ভর ${}_1H^1 = 1.007825$ amu।] **[KUET'15-16]**

(a) −136 eV (b) 8.22 MeV (c) 288 MeV (d) 8.22 eV (e) 3498 MeV

**সমাধান:** (b); ভর ত্রুটি, $\Delta m = (A - Z)m_n + Zm_p - M_{nucleus}$

$= (35 - 17) \times 1.008665 + 17 \times 1.007825 - 34.9800 = 0.308995 \text{ amu} = 0.308995 \times 1.6605 \times 10^{-27}$

$\therefore$ বন্ধন শক্তি, $E = (\Delta m)c^2 = 4.6178 \times 10^{-11}$

প্রতি নিউক্লিয়নে গড় বন্ধন শক্তি $= \frac{E}{A} = 1.3194 \times 10^{-12}\text{J} = 8.25 \times 10^6\text{eV} \approx 8.22\text{Mev}$

35. এক খণ্ড রেডিয়াম 4000 বছর তেজস্ক্রিয় বিকিরণ নিঃসরণ করে 1/5 অংশে পরিণত হয়। রেডিয়ামের ক্ষয় ধ্রুবক নির্ণয় কর।

(a) 4.02/year (b) $1.609 \times 10^{-4}$/year (c) $4.02 \times 10^4$/year (d) $4.02 \times 10^{-4}$/year

**সমাধান:** (d); $k = \frac{1}{t} \ln \frac{N_o}{N} = 4.02 \times 10^{-4}$/year **[CUET'15-16]**

36. Bohr মডেল অনুযায়ী হাইড্রোজেন পরমাণুর স্থায়ী কক্ষপথের একটি থেকে সন্নিহিত অপর কক্ষপথে ইলেকট্রন স্থানান্তরিত হলে কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তন কত Js? **[SUST'15-16]**

(a) $1.05 \times 10^{-34}$ (b) $6.63 \times 10^{-34}$ (c) $2.1 \times 10^{-34}$ (d) $1.6 \times 10^{-19}$ (e) $6.63 \times 10^{-33}$

**সমাধান:** (a); ধরি, হাইড্রোজেন পরমাণুর একটি স্থায়ী কক্ষপথ m তম এবং এর সন্নিহিত অপর স্থায়ী কক্ষপথ (m + 1) তম, যেখানে, m হচ্ছে যেকোনো স্বাভাবিক সংখ্যা। বোর মডেল অনুযায়ী,

m তম কক্ষপথে ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ $= \frac{mh}{2\pi}$

(m + 1) তম কক্ষপথে ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ $= \frac{(m+1)h}{2\pi}$

সুতরাং, কৌণিক ভরবেগের পার্থক্য $= \frac{h}{2\pi} = \frac{6.63\times10^{-34}}{2\pi}$ Js $= 1.055 \times 10^{-34}$ Js

37. ইলেকট্রন ও পজিট্রন উভয়ের ভর $9.1 \times 10^{-31}$kg । এরা স্থিরাবস্থায় ফিউশন করে শক্তিতে রূপান্তরিত হলে সেই শক্তির পরিমাণ কত MeV?

(a) 0.51 (b) 1.02 (c) 2.04 (d) 5.1 (e) 10.2

**সমাধান:** (b); ইলেকট্রন ও পজিট্রন উভয়কে স্থির অবস্থায় ফিউশন করলে মোট ভর হয় **[SUST'15-16]**

$= (2 \times 9.1 \times 10^{-31})\text{kg} = 1.82 \times 10^{-30}\text{kg}$

$\therefore$ মোট নির্গত শক্তি = মোট ভর $\times C^2 = 1.82 \times 10^{-30} \times 9 \times 10^{19}\text{J} = 1.638 \times 10^{-13}\text{J} = 1.02375$ Mev

38. $\alpha, \beta$ ও $\gamma$ রশ্মিকে ভরের উর্ধ্বক্রমে কীভাবে সাজানো যায়? **[SUST'15-16]**

(a) $\beta \to \gamma \to \alpha$ (b) $\alpha \to \gamma \to \beta$ (c) $\gamma \to \alpha \to \beta$ (d) $\gamma \to \beta \to \alpha$ (e) $\alpha \to \beta \to \gamma$

**সমাধান:** (d); $\alpha$ রশ্মির ভর ${}_2^4He^{2+}$ নিউক্লিয়াসের ভরের সমান

$\beta$ রশ্মির ভর $e^-$ এর ভরের সমান, $\gamma$ রশ্মির স্থির ভর শূন্য

সতরাং ভরের উর্ধ্বক্রম অনসারে $\gamma \to \beta \to \alpha$ হবে সঠিক।

39. কোন সেট সম্পূর্ণ তাড়িৎচৌম্বকীয় বিকিরণভুক্ত নয়? **[SUST'15-16]**

(a) বেতার তরঙ্গ, এক্স-রে, অতিবেগুনী রশ্মি (b) এক্স-রে, গামা-রশ্মি, মাইক্রোওয়েভ

(c) আলফা-রশ্মি, গামা-রশ্মি, দৃশ্যমান আলো (d) দৃশ্যমান আলো, এক্স-রে, গামা-রশ্মি

(e) অবলোহিত তরঙ্গ, বেতার তরঙ্গ, মাইক্রোওয়েভ

**সমাধান:** (c); আলফা রশ্মি হচ্ছে তেজস্ক্রিয় বিকিরণভুক্ত, তড়িৎ চৌম্বকীয় বিকিরণভুক্ত নয়।

40. একটি ইলেকট্রন পরমাণুর নিউক্লিয়াসের চারদিকে 0.53 Å ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার পথে $4 \times 10^6 m/s$ বেগে প্রদক্ষিণ করে। ইলেকট্রনের কেন্দ্রমুখী বলের মান কত? **[KUET'14-15, RUET'14-15]**

(a) $2.74 \times 10^{-9}$ N (b) $2.75 \times 10^{-7}$N (c) $1.46 \times 10^{-7}$N (d) $2.91 \times 10^{-9}$J (e) $2.91 \times 10^{-8}$N

**সমাধান:** (b); $F_c = \frac{m_e v^2}{r} = \frac{9.11\times10^{-31}\times(4\times10^6)^2}{0.53\times10^{-10}} = 2.75 \times 10^{-7}$N

41. কোন একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু 10 দিন। কত দিনে ঐ পদার্থের 75% ক্ষয়প্রাপ্ত হবে? **[BUTex'14-15]**

(a) 20 দিন (b) 30 দিন (c) 40 দিন (d) 50 দিন

**সমাধান:** (a); 75% ক্ষয় মানে দুইবার অর্ধেক হওয়া → $10 \times 2 = 20$ days লাগবে।

42. হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রনের সর্বনিম্ন কক্ষীয় কৌণিক ভরবেগ কোনটি? **[BUTex'14-15]**

(a) h (b) $h/\lambda$ (c) $h/\pi$ (d) $h/2\pi$

**সমাধান:** (d), $L = \frac{nh}{2\pi}$ ; সর্বনিম্ন মানে $n = 1$

43. হাইড্রোজেন পরমাণুর দ্বিতীয় বোর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ কোনটি? **[KUET'14-15]**

(a) 2.13Å (b) 3.14Å (c) $2.13 \times 10^{-10}$cm (d) $2.45 \times 10^{-10}$cm (e) 2.65Å

**সমাধান:** (a); $r \propto d^2 \Rightarrow \frac{r_2}{v_1} = \frac{d_2^2}{d_1^2} \Rightarrow \frac{r_2}{.53} = \frac{2^2}{1^2} \Rightarrow r_2 = 2.13Å$

44. প্রারম্ভিক অবস্থায় কোন বস্তুখন্ডে যদি $10^8$ সংখ্যক $Au^{198}$ এর পরমাণু থাকে, তাহলে একদিনে কত পরমাণু ভেঙ্গে যাবে? [$Au^{198}$ এর অর্ধায়ু 2.74d. ] **[KUET'14-15]**

(a) $2.27 \times 10^7$ (b) $7.73 \times 10^8$ (c) $7.76 \times 10^7$ (d) $2.235 \times 10^7$ (e) $2.486 \times 10^7$

**সমাধান:**(d); $\lambda t = \ln\frac{N_o}{N} = \frac{\ln 2}{t_{\frac{1}{2}}} \times t \Rightarrow \ln\frac{10^8}{N} = \frac{\ln 2}{2.74} \times 1 \Rightarrow N = 7.765 \times 10^7 \ \therefore \ \Delta N = N_o - N = 2.235 \times 10^7$

45. ট্রিটিয়ামের অর্ধায়ু 12.50 বছর। 25 বছর পর একটি ট্রিটিয়ামের বস্তুখন্ডের কত অংশ অবশিষ্ট থাকবে? **[Ans: c][RUET'14-15]**

(a) Half (b) One third (c) One fourth (d) One fifth (e) None

46. হাইড্রোজেন পরমাণুর ভূমি অবস্থার শক্তি $-13.6eV$। ঋণাত্বক চিহ্ন দিয়ে কী বুঝায়? **[Ans: d] [SUST'14-15]**

(a) হাইড্রোজেন পরমাণু স্বাধীনভাবে চলতে পারে (b) বর প্রয়োগ ছাড়াই ইলেকট্রন পরমাণু হতে বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়

(c) ইলেকট্রন উত্তেজিত শক্তিস্তরে আছে (d) ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসের সাথে বন্ধন আছে

(e) হাইড্রোজেন পরমাণু অন্য পরমাণুকে আকর্ষণ করে

47. ${}_{83}Bi^{210}$তেজস্ক্রিয় বিকিরণের পর ${}_{84}Po^{210}$ মৌলটি তৈরী করে। এখানে বিকিরণের ধরণ হচ্ছে- **[BUET'13-14]**

(a) β-decay (b) α-decay (c) α and β-decay (d) γ-decay

**সমাধান:** (a) ; ${}^{210}_{83}Bi - {}^{0}_{-1}e = {}^{210}_{84}Po.$

48. ফিশন বিক্রিয়ায় প্রতিটি নিউক্লিয়াস থেকে নিঃসৃত শক্তির পরিমাণ- **[Ans: a] [BUET'13-14]**

(a) 200 MeV (b) 931 MeV (c) 200 eV (d) 200 GeV

49. প্রথম তিনটি বোর কক্ষ পথের ব্যাসার্ধের অনুপাত হচ্ছে- **[BUET'13-14]**

(a) 1 : 1/4 : 1/9 (b) 1 : 2 : 3 (c) 1 : 4 : 9 (d) 1 : 8 : 27

**সমাধান:** (c); $r_1 : r_2 : r_3 = 1^2 : 2^2 : 3^2 = 1 : 4 : 9.$

50. 1টি তেজস্ক্রিয় মৌলিক পদার্থের অর্ধায়ু 4d, পদার্থটির ক্ষয় ধ্রুবক কত? **[BUTex'13-14]**

(a) 0.1344/d (b) 0.1123/d (c) 0.152/d (d) 0.17325/d

**সমাধান:** (d) ; $\lambda = \frac{(\ln 2)}{T_{\frac{1}{2}}} = 0.17325 \ day^{-1}$

51. প্লাজমা অবস্থায় নিচের কোনটি থাকে না? **[Ans: d] [CUET'13-14]**

(a) কঠিন অবস্থা (b) বাষ্পীয় অবস্থা (c) গ্যাসীয় অবস্থা (d) None of these

52. কোন বস্তুর অধায়ু 1500 বছর, কত দিন পর মূল অংশ অর্ধেক হবে? **[RUET'13-14]**

(a) $2.555\times10^5$ days (b) $3.655\times10^5$ days

(c) $4.475\times10^5$ days (d) $5.476\times10^5$ days (e) None

**সমাধান:** (d) ; 1500 বছর = $(1500\times365)$ days = $5.476\times10^5$ days.

53. তেজস্ক্রিয় রেডনের অর্ধায়ু 3.8 দিন। আদি পরমাণুর সংখ্যা 30% ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে? **[KUET'13-14]**

(a) 1.95days (b) 2.95days (c) 29.5days (d) 19.5days (e) 5.95days

**সমাধান:** (a); $\lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}}$ বা, $\lambda = 0.1824\text{day}^{-1}$

আমরা জানি, $N = N_o e^{-\lambda t}$ বা, $0.7N_o = N_o e^{-\lambda t}$ বা, $t = 1.95\text{days}$ এখানে, $N = 0.7N_o$

54. সবচেয়ে শক্তিশালী ননআয়োনাজিং রেডিয়েশন হল- **[BUET'12-13]**

(a) অতি বেগুনী রশ্মি (b) রাডার (c) মাইক্রোওয়েভ (d) অবলোহিত রশ্মি

**সমাধান:** (d) ; Infra-red light

55. বোরের হাইড্রোজেন পরমাণু মডেলে একটি ইলেক্ট্রন একটি প্রোটনের চারিদিকে $5.2\times10^{-11}$m ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার পথে $2.18\times10^6\,\text{m s}^{-1}$ বেগে প্রদিক্ষণ করে। ইলেক্ট্রনের ভর $9.1\times10^{-11}$kg হলে কেন্দ্রমুখী বল কত হবে?

(a) $3.81\times10^{-6}$N (b) $8.32\times10^{-8}$N (c) $2.17\times10^{-47}$N (d) $1.25\times10^{26}$N **[BUET'12-13]**

**সমাধান:** (b); $F_C = \frac{mV^2}{r} = \frac{10^{-31}\times(2.18\times10^6)^2}{5.2\times10^{-11}} = 8.3169\times10^{-8}\text{N}$

56. রেডিয়ামের গড় আয়ু 2341 বছর হলে অবক্ষয় ধ্রুবকের মান কত? **[KUET'11-12, 12-13]**

(a) $1.27\times10^4\text{Y}^{-1}$ (b) $2.27\times10^{-4}\text{Y}^{-1}$ (c) $3.27\times10^4\text{Y}^{-1}$ (d) $4.27\times10^{-4}\text{Y}^{-1}$ (e) $5.27\times10^{-5}\text{Y}^{-1}$

**সমাধান:** (d) ; $\tau = 2341\,\text{year}$; $\lambda = ?$ | $\lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{2341} = 4.27\times10^{-4}\text{Y}^{-1}$

57. রডনের অর্ধায়ু 3.8 day । এর গড় আয়ু কত? **[BUTex'12-13]**

(a) 18 day (b) 6.93 day (c) 3.8 day (d) 5.48 day

**সমাধান:** (d) ; $T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$

আবার, $\tau = \frac{1}{\lambda}$ $\therefore T_{\frac{1}{2}} = 0.693\tau \Rightarrow 3.8 = 0.693\tau \Rightarrow \tau = 5.48\,\text{day}$

58. তেজস্ক্রিয় ক্ষয় ধ্রুবকের একক কি? **[Ans: b] [BUTex'12-13]**

(a) $\text{ms}^{-1}$ (b) $\text{s}^{-1}$ (c) $\text{s}^{-2}$ (d) $\text{m}^{-1}$

59. 'কিউরিওসিটি রোভার' পৃথিবীর বাইরে মঙ্গলগ্রহে প্রথমবারের মত 'এক্স-রে ইমেজার' ব্যবহার করে- **[Ans: c][SUST'12-13]**

(a) এক্স-রে এর তরঙ্গদৈর্ঘ্য সুক্ষ্মভাবে নির্ণয় করেছে (b) প্রাণের অনুসন্ধান করেছে

(c) মাটির স্ফটিকের গঠন বিশেষণ করেছে (d) এক্স-রে এর উৎস সন্ধান করেছে

(e) বিগ ব্যাং তত্ত্বের প্রমাণ খুঁজেছে

60. পাশের নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় x হচ্ছে ঃ $^9_4\text{Be} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{12}_6\text{C} + \text{x}$ **[CUET'11-12]**

(a) electrom (b) proton (c) neuton (d) None of these

**সমাধান:** (c); x এর ভর সংখ্যা $= 9+4-12 = 1$ এবং প্রোটন সংখ্যা $= 4+2-6 = 0$

$\therefore$ x এর সংকেত $^1_0\text{n}$ ইহা হল neutron.

61. একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু 20 min । 20% থেকে 80% এর মধ্যে ক্ষয় হতে সময় লাগবে- **[CUET'11-12]**

(a) 20 min (b) 30 min (c) 40 min (d) None of these

**সমাধান:** (c); $T_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}} = \frac{0.693}{20} = 0.03465\,\text{min}^{-1}$

$$\lambda = \frac{1}{t}\ln\frac{C}{C_o} \Rightarrow t = \frac{1}{\lambda}\ln\frac{C}{C_o} \Rightarrow t = \frac{1}{0.03465}\ln\frac{80}{20} = 40\,\text{min}$$

62. $Au^{198}$ এর অবক্ষয় ধ্রুবক প্রতিদিন 0.257 । $Au^{198}$ এর অর্ধায়ু কত? **[RUET'11-12]**

(a) 0.27 days (b) 0.72 days (c) 7.20 days (d) 27.0 days (e) 2.70 days

**সমাধান:** (e) $T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{0.257}\text{days} = 2.7\,\text{days}$

63. একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের তেজস্ক্রিয়তা 30 ঘন্টায় প্রারম্ভিক মানের $\frac{1}{16}$ অংশ ক্ষয়প্রাপ্ত হলে পদার্থটির অর্ধায়ু কত হবে?

(a) 7.5 h (b) 2.5 h (c) 10 h (d) 6 h **[BUET'10-11]**

**সমাধান:** (a); $N = N_o.e^{-\lambda t}$; $\frac{1}{16} = e^{-\lambda\times 30} \Rightarrow \lambda = 0.0924\,h^{-1}$; $T_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda} = 7.5\,h$

64. যখন একটি পরমাণুর নিউক্লিয়াস থেকে একটি বিটা কণা নির্গত হল, তখন- **[BUET'10-11]**

(a) পারমাণবিক সংখ্যা এক কমে যায় (b) ভর সংখ্যা এক কমে যায়

(c) পারমাণবিক সংখ্যা এক বেড়ে যায় (d) পারমাণবিক সংখ্যা দুই কমে যায়

**সমাধান:** (c); $n \rightarrow \beta^- + p^+$ সুতরাং, পারমাণবিক সংখ্যা 1 বাড়ে, ভর সংখ্যা স্থির থাকে।

65. প্রোটন ও ইলেক্ট্রনের মধ্যে আকর্ষণের জন্য কোন্ মৌলিক বলটি দায়ী? **[Ans: d][BUET'10-11]**

(a) শক্তিশালী (b) মাধ্যাকর্ষণ (c) দূর্বল (d) তড়িৎ চৌম্বকীয়

66. $\alpha-$decay এর দ্বারা 5 বৎসরের 1 gm রেডিয়াম 2.1 mg ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। রেডিয়ামের অর্ধায়ু নির্ণয় কর। **[CUET'10-11]**

(a) 1672 Years (b) 3888 Years (c) 777.6 Years (d) None of these

**সমাধান:** (d) ; $N = N_o e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{N}{N_o} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln\left(\frac{N_o}{N}\right) = \lambda t \Rightarrow \ln\left(\frac{1}{1-2.1\times10^{-3}}\right) = \lambda\times 5$

$\therefore \lambda = 4.204\times10^{-4}\ y^{-1}$ $\therefore T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda} = 1648.6\ \text{years}$

67. রেডিয়ামের অর্ধায়ু 1620 বছর। এক গ্রাম রেডিয়ামের এক সেন্ট্রিগ্রাম ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে? **[KUET'10-11]**

(a) 1620 Y (b) 10.760 Y (c) 2.348 Y (d) 23.48 Y (e) 234.8 Y

**সমাধান:** (d) ; $\frac{dN}{dt} = N_o e^{-\lambda t}$ | $\lambda = \frac{0.693}{1620}$

$\Rightarrow 0.99 = e^{-4.278\times10^{-4}t} = 4.278\times10^{-4}\,y^{-1}$ $\therefore t = 23.49\ \text{yrs}$

68. কোন তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু 1 দিন কথাটির অর্থ; 1 দিন পর **[Ans: a][SUST'10-11]**

(a) তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধেক পরমাণু বিকিরণ করবে (b) তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধেক নিউক্লিয়াস বিকিরণ করবে

(c) তেজস্ক্রিয় পদার্থের ভর অর্ধেক কমে যাবে (d) তেজস্ক্রিয় পদার্থের ওজন অর্ধেক কমে যাবে

69. মৌলগুলোর পারমাণবিক ভর (উদাহরণ: হাইড্রোজেন 1.00797) পূর্ণ সংখ্যা নয়; কারন: **[Ans: a][SUST'10-11]**

(a) পারমাণবিক ভর সকল আইসোটোপের গড় (b) নিউক্লিয়ার বলের কারণে ভরের পরিবর্তন হয়

(c) আলোর গতির কারণে ভরের পরিবর্তন হয় (d) কোনটিই না