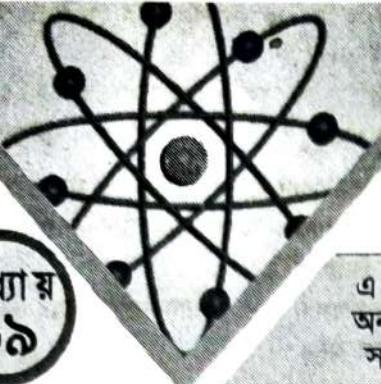


# পরমাণুর মডেল এবং নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

## Atomic Model and Nuclear Physics

অধ্যায়  
০৯



এ অধ্যায়ে  
অনন্য A+  
সংযোজন



আপস-এ  
MCQ Exam

### ১। এক নজরে এ অধ্যায়ের সূত্রাবলি

এ অধ্যায়ের গাণিতিক সমস্যা সংশ্লিষ্ট গুরুত্বপূর্ণ সূত্রসমূহ নিচে ধারাবাহিকভাবে উপস্থাপিত হলো, যা তোমাদের সমস্যা সমাধানে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করবে।

ক্রম	সূত্র
১.	$r = \frac{h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2}; r_n = \frac{n^2 h^2 \epsilon_0}{\pi m c^2}$
২.	$E = -\frac{me^4}{8n^2 h^2 \epsilon_0^2}$
৩.	$E_2 - E_1 = h\nu$
৪.	$T = \frac{0.693}{\lambda}, \lambda = \frac{1}{\tau}; T_1 = 0.693 \tau$
৫.	$\frac{dN}{dt} = \lambda N$
৬.	$r = r_0 A^{1/3}$

ক্রম	সূত্র
৭.	$N = N_0 e^{-\lambda t}$
৮.	$E = \Delta m \times c^2$
৯.	$r_n = n^2 r_1$
১০.	$f = \frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^3} \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right); f = \frac{2^2 \pi^2 z^2 k^2 me^4}{h^3} \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$
১১.	$V = \frac{nh}{2\pi m r}$
১২.	$R = \frac{K^2 e^4 m}{4\pi h^3 c}$



### NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যাবলির সমাধান

প্রিয় শিক্ষার্থী, NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহে এ অধ্যায়ের অনুশীলনীতে স্তরভিত্তিক গাণিতিক সমস্যাবলি দেওয়া আছে। প্রতিটি গাণিতিক সমস্যার পূর্ণাঙ্গ সমাধান পাঠ্যবইয়ের প্রথম নম্বরের ধারাবাহিকভাবে নিচে প্রদত্ত হলো; যা তোমাদের সেরা প্রস্তুতি গ্রহণে সহায়ক ভূমিকা পালন করবে।

### ২। এটিএম শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া তৌহিদ স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

#### ১। সেট-১ : সাধারণ সমস্যাবলি

সমস্যা ১। হাইড্রোজেন পরমাণুর ছিতীয় বোর কক্ষের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। দেখাও যে, এটি অর্থম বোর কক্ষের ব্যাসার্ধের চারগুণ।

সমাধান : এখানে,  $n = 2; h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$

$$m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}; e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

শূন্যস্থানের ভেদনযোগ্যতা,  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{N}^{-1} \text{m}^{-2}$

২য় কক্ষপথের বোর ব্যাসার্ধ,  $r_2 = ?$

$$\text{আমরা জানি, } r_n = \frac{n^2 h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2}$$

$$\therefore r_2 = \frac{(2)^2 \times (6.63 \times 10^{-34})^2 \times 8.85 \times 10^{-12}}{\pi \times 9.1 \times 10^{-31} \times (1.6 \times 10^{-19})^2} \text{ m} \\ = 2.13 \times 10^{-10} \text{ m} = 2.13 \text{ Å}$$

অতএব, হাইড্রোজেন পরমাণুর ২য় বোর কক্ষের ব্যাসার্ধ  $2.13 \text{ Å}$

ফিল্টার অংশ : এখানে,  $h = \text{প্র্যাক্টেকের ধূবক}$

$\epsilon_0 = \text{শূন্য মাধ্যমের ভেদনযোগ্যতা}$

$m = \text{ইলেক্ট্রনের ভর}$

$e = \text{ইলেক্ট্রনের চার্জ}$

$n = \text{কোয়ান্টাম সংখ্যা}$

$r_n = \text{হাইড্রোজেন পরমাণুর } n\text{-তম বোর কক্ষের ব্যাসার্ধ}$

$$\text{আমরা জানি, } r_n = \frac{n^2 h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2}$$

∴ হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রথম বোর কক্ষের ব্যাসার্ধ,

$$r_1 = \frac{1^2 h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2} \quad [\because n = 1]$$

$$\therefore r_1 = \frac{h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2}$$

আবার, হাইড্রোজেন পরমাণুর ছিতীয় বোর কক্ষের ব্যাসার্ধ,

$$r_2 = \frac{2^2 h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2} \quad [\because n = 2]$$

$$\text{বা, } r_2 = 4 \times \frac{h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2}$$

$$\text{বা, } r_2 = 4 \times r_1 \quad [\because r_1 = \frac{h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2}]$$

∴ হাইড্রোজেন পরমাণুর ছিতীয় বোর কক্ষের ব্যাসার্ধ

$$= 4 \times \text{হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রথম বোর কক্ষের ব্যাসার্ধ।}$$

∴ হাইড্রোজেন পরমাণুর ছিতীয় বোর কক্ষের ব্যাসার্ধ প্রথম বোর কক্ষের ব্যাসার্ধের চারগুণ। (দেখানো হলো)

নথ অধ্যায়  পরমাণুর মডেল এবং নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

সমস্যা ২। হাইড্রোজেন পরমাণুর 100 তম বোর কক্ষের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, প্লাজ্ম ধূবক,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$

$$\text{শূন্যস্থানের ভেদনযোগ্যতা, } \epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ C}^2$$

$$\text{ভর, } m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{চার্জ, } e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$n = 100$$

$$\text{আমরা জানি, } r_n = \frac{n^2 h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2}$$

$$\therefore r_{100} = \frac{(100)^2 \times (6.63 \times 10^{-34} \text{ Js})^2 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ C}^2}{3.1416 \times 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^2}$$

$$= \frac{10000 \times 4.39569 \times 10^{-67} \times 8.854 \times 10^{-12}}{3.1416 \times 9.1 \times 10^{-31} \times 2.56 \times 10^{-38}} \text{ m}$$

$$= 5.32 \times 10^{-7} \text{ m}$$

অতএব, হাইড্রোজেন পরমাণুর 100 তম বোর কক্ষের ব্যাসার্ধ  $5.32 \times 10^{-7} \text{ m}$ ।

সমস্যা ৩। হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রথম বোর কক্ষের শক্তি নির্ণয় কর এবং দেখাও যে বিতীয় বোর কক্ষের শক্তি প্রথম বোর কক্ষের শক্তির এক চতুর্থাংশ।

সমাধান : এখানে, প্রথম কক্ষে,  $n = 1$

$$\text{প্লাজ্মের ধূবক, } h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$\text{ইলেক্ট্রনের ভর, } m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{ইলেক্ট্রনের চার্জ, } e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{এবং শূন্যস্থানের ভেদনযোগ্যতা, } \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

১ম বোর কক্ষে ইলেক্ট্রনের শক্তি,  $E_1 = ?$

$$\text{আমরা জানি, ইলেক্ট্রনের শক্তি, } E_n = - \frac{me^4}{8n^2 h^2 \epsilon_0^2}$$

$$\therefore E_1 = - \frac{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^4}{8 \times 1^2 \times (6.63 \times 10^{-34} \text{ J-S})^2 \times (8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2})^2} \text{ J}$$

$$= - 13.56 \text{ eV} \quad [1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}]$$

$$\therefore E = - 13.56 \text{ eV}$$

অতএব, প্রথম বোর কক্ষে ইলেক্ট্রনের শক্তি  $-13.56 \text{ eV}$ ।

বিতীয় অংশ : এখানে,  $m = \text{ইলেক্ট্রনের ভর}$

$$e = \text{ইলেক্ট্রনের চার্জ}$$

$$n = \text{কোয়ান্টাম সংখ্যা}$$

$$h = \text{প্লাজ্মের ধূবক}$$

$$\epsilon_0 = \text{শূন্য মাধ্যমের ভেদনযোগ্যতা}$$

$$E_n = \text{হাইড্রোজেন পরমাণুর } n\text{-তম বোর কক্ষের শক্তি}$$

$$\text{আমরা জানি, } E_n = - \frac{me^4}{8n^2 h^2 \epsilon_0^2}$$

∴ হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রথম বোর কক্ষের শক্তি,

$$E_1 = - \frac{me^4}{8.1^2 h^2 \epsilon_0^2} \quad [\because n = 1]$$

$$\therefore E_1 = - \frac{me^4}{8h^2 \epsilon_0^2}$$

আবার, হাইড্রোজেন পরমাণুর বিতীয় বোর কক্ষের শক্তি,

$$E_2 = - \frac{me^4}{8.2^2 h^2 \epsilon_0^2} \quad [\because n = 2]$$

$$\text{বা, } E_2 = \frac{1}{4} \cdot \left( \frac{me^4}{8h^2 \epsilon_0^2} \right)$$

$$\text{বা, } E_2 = \frac{1}{4} \cdot E_1 \quad [\because E_1 = - \frac{me^4}{8h^2 \epsilon_0^2}]$$

∴ হাইড্রোজেন পরমাণুর বিতীয় বোর কক্ষের শক্তি

$$= \frac{1}{4} \times \text{হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রথম বোর কক্ষের শক্তি}$$

∴ হাইড্রোজেন পরমাণুর বিতীয় বোর কক্ষের শক্তি প্রথম বোর কক্ষের শক্তির  $\frac{1}{4}$  অংশ। (দেখানো হলো)

সমস্যা ৪। হাইড্রোজেন পরমাণুর বোর কক্ষের কোয়ান্টাম সংখ্যা বের কর, যার ব্যাসার্ধ  $100000 \text{ \AA}$ । এই অবস্থার একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর শক্তি কত? এখানে  $r_1 = 0.53 \text{ \AA}$ ,  $E_1 = - 13.6 \text{ eV}$ .

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$\text{প্রথম বোর কক্ষের ব্যাসার্ধ, } r_1 = 0.53 \text{ \AA} = 0.53 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$n \text{ তম কক্ষের ব্যাসার্ধ, } r_n = 0.0100 \text{ mm}$$

$$\text{ভূমি অবস্থার শক্তি } E_1 = - 13.6 \text{ eV}$$

বের করতে হবে, প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা,  $n = ?$

$$n \text{ তম অবস্থার শক্তি, } E_n = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } r_n = n^2 r_1$$

$$\therefore n = \sqrt{\frac{r_n}{r_1}} = \sqrt{\frac{0.0100 \times 10^{-3} \text{ m}}{0.53 \times 10^{-10} \text{ m}}} = 434$$

$$\text{আবার, } E_n = \frac{E_1}{n^2}$$

$$= \frac{- 13.6 \text{ eV}}{(434)^2} = - 7.22 \times 10^{-5} \text{ eV}$$

সমস্যা ৫। হাইড্রোজেন পরমাণুর তৃতীয় বোর কক্ষে ইলেক্ট্রনের কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : দেওয়া আছে, প্লাজ্ম এর ধূবক,  $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}$

কোয়ান্টাম সংখ্যা,  $n = 3$ ; বের করতে হবে, কৌণিক ভরবেগ,  $L = ?$

$$\text{আমরা জানি, } L = \frac{nh}{2\pi} = \frac{3 \times 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js}}{2 \times 3.1416} = 3.15 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

সমস্যা ৬। হাইড্রোজেন পরমাণুর বিতীয় বোর কক্ষে ইলেক্ট্রনের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, হাইড্রোজেনের পারমাণবিক ভর,  $Z = 1$

$$\text{তড়িতাধান, } e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{ভেদনযোগ্যতা, } \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$\text{বিতীয় কক্ষে, } n = 2$$

$$\text{প্লাজ্মের ধূবক, } h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}; \text{ দূতি, } v_2 = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } v_2 = \frac{Ze^2}{2\epsilon_0 nh}$$

$$= \frac{1 \times (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^2}{2 \times 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \times 2 \times 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-S}}$$

$$= 1.1 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, হাইড্রোজেন পরমাণুর বিতীয় বোর কক্ষে ইলেক্ট্রনের বেগ  $1.1 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$ ।

সমস্যা ৭। হাইড্রোজেন পরমাণুর দূতি কক্ষ ( $n = 1$ ) থেকে প্রথম উত্তেজিত কক্ষ ( $n = 2$ ) যাওয়ার জন্য শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে,  $n_1 = 1$ ;  $n_2 = 2$

$$\text{ইলেক্ট্রনের ভর, } m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{ইলেক্ট্রনের আধান, } e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$\text{প্লাজ্মের ধূবক, } h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$\text{প্রয়োজনীয় শক্তি, } E = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } E = E_1 - E_2$$

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

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

$$= - \frac{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^4}{8 \times (6.63 \times 10^{-34} \text{ Js})^2 \times (8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2})^2} \left( \frac{1}{1} - \frac{1}{4} \right)$$

$$= - 1.62 \times 10^{-18} \text{ J} = - \frac{1.62 \times 10^{-18}}{1.6 \times 10^{-19}} \times \frac{3}{4} \text{ eV} = - 10.125 \text{ eV}$$

অতএব, প্রয়োজনীয় শক্তি  $10.125 \text{ eV}$ ।

সমস্যা ৮। একটি হাইড্রোজেন পরমাণু - 1.5 eV শক্তি অবস্থা থেকে - 3.4 eV অবস্থায় আসলে যে কোটি নিঃসরণ করবে তার কম্পাঙ্কক কত হবে?

সমাধান : এখানে, নিষ্পত্তি ভর,  $E_f = -3.4 \text{ eV}$

$$\text{উচ্চ শক্তি ভর}, E_u = -1.5 \text{ eV}$$

$$\text{প্লাজ্মের ধ্রুবক}, h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$$

$$\text{কম্পাঙ্ক}, v = ?$$

আমরা জানি,  $hv = E_u - E_f$

$$\text{বা, } v = \frac{E_u - E_f}{h} = \frac{-1.5 \text{ eV} - (-3.4 \text{ eV})}{6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}}$$

$$= 2.86 \times 10^{33} \text{ eV/J-s}$$

$$= 2.86 \times 10^{33} \times 1.60 \times 10^{-19} \text{ Hz} = 4.58 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

আবার, আমরা জানি,

$$c = v\lambda$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{c}{v} = \frac{3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{4.58 \times 10^{14} \text{ Hz}} = 6.550 \times 10^{-7} \text{ m} = 6550 \text{ Å}$$

অতএব, কম্পাঙ্ক  $4.59 \times 10^{14} \text{ Hz}$ , তরঙ্গাদৈর্ঘ্য  $6550 \text{ Å}$  এবং বিক্রিয়া দৃশ্যমান হবে।

সমস্যা ৯। কোন একটি তেজক্তিয় বস্তুর অর্ধায় 6.93 দিন। কতদিন পরে কিছু পরিমাণ এই তেজক্তিয়ের মাত্র  $\frac{1}{10}$  th অবশিষ্ট থাকবে?

[টেক্সটাইল '০৬-০৭, '০৮-০৫; কুয়েত '০৯-১০, '০৫-০৬]

$$\text{সমাধান : } T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}; \lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{0.693}{6.93} = 0.1 \text{ day}^{-1}$$

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

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

$$\text{বা, } \frac{1}{10} = e^{-\lambda t} \quad \text{বা, } \ln 0.1 = -\lambda t \quad \text{বা, } 2.3025 = \lambda t$$

$$\text{বা, } t = \frac{2.3026}{0.1} = 23.026 \text{ days.}$$

সমস্যা ১০। একটি ইলেক্ট্রনের ভর  $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ , চার্জ  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ , প্লাজ্মের ধ্রুবক  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$ । রিডবার্গ ধ্রুবকের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$\text{ইলেক্ট্রনের ভর, } m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{চার্জ, } e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{প্লাজ্মের ধ্রুবক, } h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$\text{শূন্যস্থানের ডেননযোগ্যতা, } \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

আমরা জানি, রিডবার্গ ধ্রুবক,

$$\begin{aligned} R &= \frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^3 c} \\ &= \frac{9.1 \times 10^{-31} \times (1.6 \times 10^{-19})^4}{8 \times (8.85 \times 10^{-12})^2 \times (6.63 \times 10^{-34})^3 \times 3 \times 10^8} \\ &= \frac{59.63 \times 10^{-107}}{5.47 \times 10^{-113}} = 1.09 \times 10^7 \text{ m}^{-1} \end{aligned}$$

সমস্যা ১১। লাইমেন প্রেসিল বর্ণালীর প্রথম বর্ণালীর রেখার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। এখানে  $R = 1.0974 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ ,

সমাধান : এখানে,

$$\text{রিডবার্গ ধ্রুবক, } R_H = 1.0974 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

লাইমেন প্রেসিল প্রথম বর্ণালীর ক্ষেত্রে,  $n_1 = 1$  এবং  $n_2 = 2$

আমরা জানি,

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$= 1.0974 \times 10^7 \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right)$$

$$= 8.23 \times 10^6 \text{ m}^{-1}$$

$$\therefore \lambda = 1.21 \times 10^{-7} \text{ m}$$

## প্রতিচ্ছবি সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান বিত্তীয় পত্র একাদশ-বাদশ প্রেসি

সমস্যা ১২। হাইড্রোজেন পরমাণু - 1.5 eV শক্তি অবস্থা থেকে - 3.4 eV অবস্থায় আসলে যে কোটি নিঃসরণ করবে তার কম্পাঙ্কক কত হবে?

সমাধান : এখানে, নিষ্পত্তি ভর,  $E_f = -3.4 \text{ eV}$

$$(প্রতি মিটারে), u = \frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$

$$\text{যখন, } R = 1.0974 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

বামার প্রেসিল দীর্ঘতম তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের জন্য,  $n_f = 2$  এবং  $n_i = 3$

$$\therefore \frac{1}{\lambda} = 1.0974 \times 10^7 \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

$$\therefore \lambda = 6.56 \times 10^{-7} \text{ m}$$

বামার প্রেসিল দীর্ঘতম তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের জন্য,  $n_f = 2$ ,  $n_i = \infty$

$$\therefore \frac{1}{\lambda} = 1.0974 \times 10^7 \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty} \right)$$

$$\therefore \lambda = 3.6463 \times 10^{-7} \text{ m} !$$

সমস্যা ১৩। রেডিয়ামের অর্ধায় 1622 বছর হলে ক্ষয় ধ্রুবকের মান বের কর।

সমাধান : এখানে, রেডিয়ামের অর্ধায়,  $T_{\frac{1}{2}} = 16.22 \text{ y}$

$\therefore$  ক্ষয় ধ্রুবক,  $\lambda = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{0.693}{16.22 \text{ y}} = 4.27 \times 10^{-2} \text{ y}^{-1}$$

অতএব, ক্ষয়ধ্রুবক  $4.27 \times 10^{-2} \text{ y}^{-1}$ ।

সমস্যা ১৪। একটি পদার্থের অবক্ষয় ধ্রুবক  $0.00385 \text{ s}^{-1}$ । এর অর্ধায় কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{0.00385} \text{ s} = 180 \text{ s}$$

এখানে,

$$\text{ক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda = 0.00385 \text{ s}^{-1}$$

$$\text{অর্ধায়, } T_{\frac{1}{2}} = ?$$

অতএব, অর্ধায়  $180 \text{ s}$ ।

সমস্যা ১৫। ইউরেনিয়ামের অর্ধায় 450 কোটি বছর। ইহার গড় আয় বাহির কর।

সমাধান : আমরা জানি,  $T_{\frac{1}{2}} = 0.693 \tau$

এখানে,

$$\text{অর্ধায় } T_{\frac{1}{2}} = 45 \times 10^8 \text{ y}$$

$$\text{বা, } \tau = \frac{2}{0.693} = \frac{45 \times 10^8}{0.693} \text{ y}$$

$$\text{গড় আয়, } \tau = ?$$

অতএব, গড় আয়  $6.49 \times 10^9 \text{ y}$ ।

সমস্যা ১৬।  $1 \text{ g}$  রেডিয়াম থেকে প্রতিসেকেভে  $3.5 \times 10^{10}$  সংখ্যক আলফা কণা বের হয়। রেডিয়ামের অর্ধায় নির্ণয় কর।

সমাধান : রেডিয়ামের পারমাণবিক ভর = 226 হওয়ায় 226g রেডিয়াম পরমাণুর সংখ্যা হবে  $= 6.025 \times 10^{23}$ ।

$$\therefore 1 \text{ g} \text{ রেডিয়ামে এ সংখ্যা} = \frac{\text{অ্যাভেগেন্সি সংখ্যা}}{\text{পারমাণবিক ভর}} = \frac{6.025 \times 10^{23}}{226}$$

আবার, রেডিয়াম ভাঙ্গনের হার প্রতি সেকেভে নির্গত আলফা কণার সংখ্যা

$$\therefore \frac{dN}{dt} = 3.5 \times 10^{10} \text{ s}^{-1}$$

কিন্তু  $\frac{dN}{dt} = \lambda N$  [একেতে সমীকরণটির ভানপক্ষে স্থানান্তর চিহ্ন ধর্তব্য নয়]

$$\text{বা, } \lambda N = 3.5 \times 10^{10}$$

$$\therefore \lambda = \frac{3.5 \times 10^{10}}{N} \text{ s}^{-1} = \frac{3.5 \times 10^{10} \times 226}{6.025 \times 10^{23}} \text{ s}^{-1}$$

$$\text{অর্ধায়, } T_{\frac{1}{2}} = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693 \times 6.025 \times 10^{23}}{3.5 \times 10^{10} \times 226} \text{ s}$$

$$= \frac{0.693 \times 6.025 \times 10^{23}}{3.5 \times 10^{10} \times 226 \times 60 \times 60 \times 24 \times 365} \text{ s} = 1673.81 \text{ y}$$

অতএব, অর্ধায়  $1671.81 \text{ y}$ ।

সমস্যা ১৭। রেডনের অর্ধায় 3.82 দিন হলে এক খণ্ড রেডনের 40% ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে?

সমাধান : রেডনের 40% ক্ষয় হয়।

$$\therefore \text{অক্ষত থাকে} = (100 - 40)\% = 60\%$$

ধরি, রেডনের প্রাথমিক পরমাণুর সংখ্যা =  $N_0$

এবং অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা =  $N$

$$\therefore \frac{N}{N_0} = 60\% = \frac{60}{100} = 0.6$$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{অবক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}}$$

$$= \frac{0.693}{3.82 \text{ d}}$$

$$\therefore \lambda = 0.181 \text{ d}^{-1}$$

$\therefore$  সমীকরণ (1) হতে আমরা পাই,

$$0.6 = e^{-0.181 \text{ d}^{-1} \times t}$$

$$\text{বা, } -0.181 \text{ d}^{-1} \times t = \ln(0.6)$$

$$\text{বা, } t = \frac{\ln(0.6)}{-0.181 \text{ d}^{-1}} = 2.82 \text{ d}$$

নির্ণেয় সময় 2.82 d.

সমস্যা ১৮। রেডনের অর্ধায় 3.82 দিন। রেডনের ক্ষয় ধ্রুবক ও গড়

আয় নির্ণয় কর। কত দিন পর রেডনের প্রারম্ভিক মানের  $\frac{1}{20}$  অংশ (5%) অপরিবর্তিত থাকবে?

সমাধান : মনে করি, রেডনের প্রারম্ভিক পরিমাণ =  $N_0$

$$\text{এবং } t \text{ দিন পরে রেডনের পরিমাণ, } N = \frac{N_0}{20}$$

$$\text{এখানে, অর্ধায় } T_{\frac{1}{2}} = 3.82 \text{ d}$$

$$\text{আমরা জানি, } \lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{0.693}{3.82 \text{ d}} = 0.181 \text{ d}^{-1} = 0.000002 \text{ s}^{-1}$$

$\therefore$  ক্ষয় ধ্রুবকের মান  $0.000002 \text{ s}^{-1}$

$$\text{আমরা জানি, } N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } \frac{N_0}{20} = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{20} = e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } 0.05 = e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } \ln(0.05) = \ln e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } -2.996 = -\lambda t$$

$$\therefore t = \frac{2.996}{\lambda} = \frac{2.996}{0.181} \text{ d} = 16.55 \text{ d}$$

অতএব, প্রয়োজনীয় সময় 16.55 d.

সমস্যা ১৯। কোনো তেজস্তিয় পদার্থের অর্ধজীবন 5 বছর।  $20 \times 10^{-3} \text{ kg}$

তারের পদার্থটিতে 10 বছর পর কত কিলোগ্রাম পদার্থ অবশিষ্ট থাকবে?

সমাধান : তেজস্তিয় ক্ষয়ের সূত্র  
অনুসারে,

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = 20 \times 10^{-3} \times e^{-0.1386 \text{ y}^{-1} \times 10} = 20 \times 10^{-3} \times 0.25$$

$$\therefore N = 5 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

অতএব,  $5 \times 10^{-3} \text{ kg}$  পদার্থ থাকবে।

সমস্যা ২০। কোনো তেজস্তিয় পদার্থের অর্ধজীবন 15 বছ। ঐ বছের প্রারম্ভিক তর 1g হলে 45 বটা পরে কতটুকু অবশিষ্ট থাকবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\lambda = \frac{0.693}{T}$$

$$= \frac{0.693}{15} \text{ h}^{-1} = 0.0462 \text{ h}^{-1}$$

$$\text{আবার, } N = N_0 e^{-\lambda t} = 1 \text{ g} \times e^{-0.0462 \times 45}$$

$$\therefore N = 0.125 \text{ g}$$

অতএব, 0.125 g অবশিষ্ট থাকবে।

সমস্যা ২১। কোনো পদার্থের অর্ধজীবন 5 বছ। ঐ পদার্থের কোনো বক্তুখণ্ডের 15 বছর পর কত অংশ ক্ষয় পাবে?

সমাধান : এখানে, কোনো তেজস্তিয় পদার্থের অর্ধজীবন,  $T_{\frac{1}{2}} = 5 \text{ y}$

সময়,  $t = 15 \text{ y}$

$\therefore$  ক্ষয়প্রাপ্ত পরমাণুর সংখ্যা,  $\Delta N = ?$

অবশিষ্ট পরমাণুর সংখ্যা  $N$  হলে  $\Delta N = N_0 - N$

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

$$\text{অবক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{0.693}{5 \text{ y}} = 0.1386 \text{ y}^{-1}$$

$$\therefore N = N_0 e^{-\lambda t} = 1 \times e^{-(0.1386 \text{ y}^{-1} \times 15 \text{ y})} = 0.125$$

$$\therefore \Delta N = N_0 - N = 1 - 0.125 = 0.8749$$

$$\therefore 15 \text{ বছর পর ক্ষয় পাবে} = (0.8749 \times 100)\% = 87.5\%$$

অতএব, 87.5% ক্ষয় পাবে।

সমস্যা ২২। প্রারম্ভিক কোনো বক্তুখণ্ডে যদি  $10^8$  সংখ্যক রেডন পরমাণু থাকে, তাহলে একদিনে কত সংখ্যক পরমাণু ভেঙে যাবে? রেডনের অর্ধজীবন 4 দিন।

সমাধান : এখানে, প্রারম্ভিক পরমাণুর সংখ্যা,  $N_0 = 10^8$

$$\text{সময়, } t = 1 \text{ day, অর্ধায়, } T_{\frac{1}{2}} = 4 \text{ d}$$

ভেঙে যাওয়া পরমাণুর সংখ্যা,  $\Delta N = ?$

আমরা জানি, অবশিষ্ট পরমাণুর সংখ্যা  $N$  হলে,  $\Delta N = N_0 - N$

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

$$\text{ক্ষয়ধ্রুবক, } \lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{0.693}{4 \text{ d}} = 0.173 \text{ d}^{-1}$$

$$\therefore N = 10^8 \times e^{(-0.173 \times 1)} = 10^8 \times 0.841$$

$$\therefore \Delta N = 10^8 - 10^8 \times 0.841 = 1.59 \times 10^7$$

অতএব, একদিনে  $1.59 \times 10^7$  সংখ্যক পরমাণু ভাঙবে।

সমস্যা ২৩। একখণ্ড রেডিয়াম 5000 বছর তেজস্তিয় বিকিরণ নিম্নের করে এক অক্ষমাণ্শে পরিণত হয়। রেডিয়ামের ক্ষয়ধ্রুবক নির্ণয় কর।

সমাধান : ধরি, রেডিয়ামের প্রাথমিক পরমাণুর সংখ্যা =  $N_0$

5000 বছর পর উপস্থিত পরমাণুর সংখ্যা =  $N$

$$\therefore N = \frac{N_0}{8}$$

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

$$\text{বা, } \frac{N_0}{8} = \frac{N_0}{e^{\lambda t}}$$

$$\text{বা, } e^{\lambda t} = 8$$

$$\text{বা, } \lambda t = \ln 8$$

$$\therefore \lambda = \frac{\ln 8}{t} = \frac{2.07944}{5000} \text{ y}^{-1}$$

$$= 4.16 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$$

অতএব, অবক্ষয় ধ্রুবক  $4.16 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$ ।

সমস্যা ২৪। একটি তেজতির বছরে  $10^{18}$  পরমাণু আছে। কূটির অর্ধায় হচ্ছে 2000 দিন। 5000 দিন পর কত চতুর্থাংশ অবশেষ থাকবে?

সমাধান : এখানে, রেডিয়ামের অর্ধায়,  $T_{\frac{1}{2}} = 2000 \text{ d}$

$$\therefore \text{ক্ষয় দ্রুতি}, \lambda = ?$$

$$\text{আমরা জানি}, \lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{0.693}{2000 \text{ d}}$$

$$\therefore \lambda = 0.0003465 \text{ d}^{-1}$$

$$\therefore \text{ক্ষয় দ্রুতি } \lambda = 0.0003465 \text{ d}^{-1}$$

এখানে, প্রারম্ভিক পরমাণুর সংখ্যা,  $N_0 = 10^{18}$

$$\text{সময়}, t = 5000 \text{ d}$$

$$\text{অবশিষ্ট পরমাণুর সংখ্যা}, N = ?$$

$$\text{আবার, আমরা জানি}, N = N_0 e^{-\lambda t} = 10^{18} \times e^{-(0.0003465 \text{ d}^{-1} \times 5000 \text{ d})}$$

$$\therefore N = 1.77 \times 10^{17}$$

$$\therefore \text{অবশেষ থাকবে } 1.77 \times 10^{17} \text{ টি পরমাণু।}$$

সমস্যা ২৫। রেডিয়ামের অর্ধায় 1500 বছর। কত বছরে 1g বিশুদ্ধ রেডিয়ামের ভর 1 mg কমে যাবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুবৃত্তি। [উত্তর : 2.16 বছর]

সমস্যা ২৬। এক গ্রাম রেডিয়াম 5 বছর  $\alpha$  কণা বিকিরণের ফলে 2.1 mg কমে যায়। রেডিয়ামের অর্ধায় বের কর।

সমাধান : আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } \lambda = -\frac{\ln \frac{N}{N_0}}{t} = -\frac{\ln 0.9979}{5 \text{ y}}$$

$$= 4.2 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$$

$$\therefore T = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{4.2 \times 10^{-4} \text{ y}}$$

$$= 1648.27 \text{ y}$$

এখানে,

$$N_0 = \text{প্রারম্ভিক পরমাণু সংখ্যা}$$

$$N = \text{চূড়ান্ত পরমাণু সংখ্যা}$$

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

$$t = 5 \text{ y}$$

$$\lambda = ?$$

সমস্যা ২৭। রেডিয়ামের গড় আয়ু 2341 y। এর অবক্ষয় দ্রুতিকের মান বের কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{2341 \text{ y}} = 4.27 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$$

$$\text{অতএব, অবক্ষয় দ্রুতিকের মান } 4.27 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}।$$

সমস্যা ২৮। রেডিয়ামের একটি খণ্ড 500 বছর তেজতির বিকিরণ নিষেগণ করে এক-চতুর্থাংশে পরিণত হয়। রেডিয়ামের অবক্ষয় দ্রুতি নির্ণয় কর।

সমাধান : ধরি রেডিয়ামের প্রাথমিক পরমাণুর সংখ্যা =  $N_0$

500 বছর পর উপস্থিত পরমাণুর সংখ্যা =  $N$

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

$$\text{আমরা জানি}, N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } \frac{N_0}{4} = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{4} = e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } e^{\lambda t} = 4$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{\ln 4}{t} = \frac{\ln 4}{500 \text{ y}} = 2.77 \times 10^{-3} \text{ y}^{-1}$$

$$\text{অতএব, অবক্ষয় দ্রুতি } 2.77 \times 10^{-3} \text{ y}^{-1}$$

এখানে,

সময়,  $t = 500 \text{ y}$

অবক্ষয় দ্রুতি,  $\lambda = ?$

**প্রতিয়োগিতা স্বীকৃত পদার্থবিজ্ঞান বিজীয় পত্র** একাদশ-বাদশ প্রেমি

সমস্যা ২৯। প্রিটিয়ামের অর্ধায় 12.5 বছর। 25 বছর পর একটি নিশ্চিত প্রিটিয়াম বরুৰ্ধতের কত অংশ অবশিষ্ট থাকবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$$

$$\therefore \lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{0.693}{12.5 \text{ y}^{-1}}$$

$$= 5.544 \times 10^{-2} \text{ y}^{-1}$$

ধরি, প্রিটিয়ামের প্রারম্ভিক পরমাণুর সংখ্যা  $N_0$  এবং  $t = 25$  বছর পর এতে  $N$  সংখ্যাক পরমাণু অবশিষ্ট থাকবে।

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

$$\text{বা, } \frac{N}{N_0} = e^{-5.544 \times 10^{-2} \times 25} = e^{-1.38} = 0.25 = \frac{1}{4}$$

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

অর্থাৎ এক-চতুর্থাংশ অবশিষ্ট থাকবে।

সমস্যা ৩০। কোনো তেজতির পদার্থের অর্ধায় 30 দিন।

i. এর ক্ষয় দ্রুতি নির্ণয় কর।

ii. কোন সময়ে এর প্রারম্ভিক পরমাণু সংখ্যার তিন-চতুর্থাংশ কর পাবে।

iii. কোন সময়ে এর প্রারম্ভিক পরমাণু সংখ্যার এক-চতুর্থাংশ অক্ষত থাকবে?

সমাধান : (i) এখানে, অর্ধায়,  $T_{\frac{1}{2}} = 30 \text{ d}$

$$\text{ক্ষয় দ্রুতি}, \lambda = ?$$

$$\text{আমরা জানি}, \lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{0.693}{30 \text{ d}}$$

$$= 0.0231 \text{ d}^{-1}$$

$$\therefore \text{ক্ষয় দ্রুতি } 0.0231 \text{ d}^{-1}$$

(ii) এখানে, প্রারম্ভিক পরমাণুর সংখ্যা =  $N_0$

$$\therefore \text{পরমাণু ক্ষয় পাবে} = \frac{3}{4} N_0$$

$$\therefore \text{অবশিষ্ট পরমাণুর সংখ্যা}, N = N_0 - \frac{3}{4} N_0$$

$$\therefore N = \frac{1}{4} N_0$$

(i) হতে পাই, ক্ষয় দ্রুতি,  $\lambda = 0.0231 \text{ d}^{-1}$

সময়,  $t = ?$

আমরা জানি,  $N = N_0 e^{-\lambda t}$

$$\text{বা, } \frac{1}{4} N_0 = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{4} = e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } -\lambda t = \ln \frac{1}{4}$$

$$\text{বা, } -\lambda t = -1.386$$

$$\text{বা, } \lambda t = 1.386$$

$$\text{বা, } t = \frac{1.386}{\lambda} = \frac{1.386}{0.0231 \text{ d}^{-1}} = 60 \text{ d}$$

∴ 60 d-এ এর প্রারম্ভিক পরমাণু সংখ্যার তিন-চতুর্থাংশ কর পাবে।

(iii) এখানে, প্রারম্ভিক পরমাণুর সংখ্যা =  $N_0$

$$\therefore \text{অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা}, N = \frac{1}{8} N_0$$

(i) হতে পাই, ক্ষয় দ্রুতি,  $\lambda = 0.0231 \text{ d}^{-1}$

সময়,  $t = ?$

নবম অধ্যায়  পরমাণুর মডেল এবং নিউক্লিয়ার পদাৰ্থবিজ্ঞান

আমরা জানি,  $N = N_0 e^{-\lambda t}$

$$\text{বা, } \frac{1}{8} N_0 = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{8} = e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } \ln\left(\frac{1}{8}\right) = -\lambda t$$

$$\text{বা, } -\lambda t = -2.079$$

$$\text{বা, } \lambda t = 2.079$$

$$\text{বা, } t = \frac{2.079}{\lambda} = \frac{2.079}{0.0231 \text{ d}^{-1}} = 90 \text{ d}$$

$\therefore 90 \text{ d}$  এ এর প্রারম্ভিক পরমাণু সংখ্যার এক অক্টোবার থাকবে।

সমস্যা ৩১। একটি প্রোটনের ভর  $1.00816 \text{ amu}$  এবং একটি নিউট্রনের ভর  $1.00902 \text{ amu}$ । ডিউটেরিয়াম এর ভর  $2.01479 \text{ amu}$  হলে, নিউক্লিয়াসের বন্ধন শক্তি কত? ( $1 \text{ amu} = 931.5 \text{ MeV}$ )

সমাধান :  $\alpha$  কণা হলো দ্বি-আয়নিত হিলিয়াম পরমাণু। এর নিউক্লিয়াসে দুটি প্রোটন ও দুটি নিউট্রন আছে।

$$\text{দুটি প্রোটনের ভর} = 2 \times 1.00816 \text{ a.m.u.} = 2.01632 \text{ a.m.u.}$$

$$\text{এবং দুটি নিউট্রনের ভর} = 2 \times 1.00902 \text{ a.m.u.} = 2.01804 \text{ a.m.u.}$$

$$\therefore \text{তাদের সম্পুর্ণ ভর} = (2.01632 + 2.01804) \text{ a.m.u.} \\ = 4.03436 \text{ a.m.u.}$$

$$\text{কিন্তু হিলিয়াম নিউক্লিয়াসের প্রকৃত ভর} = 4.00389 \text{ a.m.u.}$$

$\therefore$  ভর ঘাটতি,

$$\Delta m = (4.03436 - 4.00389) \text{ a.m.u.} = 0.03047 \text{ a.m.u.} \\ = 0.03047 \times 1.66038 \times 10^{-27} \text{ kg} \\ = 5.059 \times 10^{-29} \text{ kg} [\because 1 \text{ amu} = 1.66038 \times 10^{-27} \text{ kg}]$$

$$\text{কিন্তু আলোর বেগ, } c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore \text{বন্ধন শক্তি} = \Delta mc^2 = 5.059 \times 10^{-29} \text{ kg} \times (3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1})^2 \\ = 4.56 \times 10^{-12} \text{ J} \\ = \frac{4.56 \times 10^{-12}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} = 28.45 \times 10^6 \text{ eV} = 28.45 \text{ MeV}$$

$\therefore \alpha$  কণার বন্ধনশক্তি  $28.45 \text{ MeV}$ ।

সমস্যা ৩২। বন্ধন শক্তি নির্ণয় কর :

$$^{235}_{92}\text{U} + {}^1_{0}\text{n} \rightarrow {}^{85}_{35}\text{Br} + {}^{148}_{57}\text{La} + {}^3_0\text{n} + \text{শক্তি}, \text{ U-235 এর ভর} = 235.0439 \text{ amu}, {}^1_0\text{n}-এর ভর} = 1.0087 \text{ amu}, \text{Br-85 এর ভর} = 84.9 \text{ amu}, \text{La-148 এর ভর} = 148.0 \text{ amu}.$$

সমাধান : এখানে,

$${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} -\text{এর ভর} = (235.04 + 1.01) \text{ amu} = 236.05 \text{ amu}$$

আবার,  ${}^{56}_{26}\text{Ba} + {}^{41}_{19}\text{K} + {}^3_0\text{n} -\text{এর মোট ভর}$

$$= (140.31 + 91.91 + 3.03) \text{ amu} \\ = 235.25 \text{ amu}$$

$$\therefore \text{নির্গত শক্তি} = \{(236.05 - 235.25) \times 6.02 \times 10^{23} \times 932\} \text{ MeV} \\ = 4.49 \times 10^{26} \text{ MeV}$$

অতএব, নির্গত শক্তি,  $4.49 \times 10^{26} \text{ MeV}$ ।

## ৭) সেট-২ : জটিল সমস্যাবলি

সমস্যা ৩৩। সোভিয়াম পরমাণু থেকে হলুদ বর্ণের একটি বিকিরণ হয় যার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য  $589.6 \times 10^{-9} \text{ m}$  যে দুটি শক্তিস্তরের মধ্যে এ বিকিরণ হয় তাদের শক্তির পার্থক্য কত?

সমাধান : এখানে, তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda = 589.6 \times 10^{-9} \text{ m}$

$$\text{প্রাঙ্গনের ধ্বনি, } h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}$$

$$\text{আমরা জানি, } c = \nu\lambda$$

$$\text{বা, } \nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{589.6 \times 10^{-9}} = 5.088 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

আবার আমরা জানি দুটি শক্তিস্তরের মধ্যে শক্তির পার্থক্য হবে  $h\nu$

$$\begin{aligned} \text{অর্থাৎ } E_{2\text{nd}} - E_{1\text{st}} &= h\nu = 6.63 \times 10^{-34} \times 5.088 \times 10^{14} \text{ Hz} \\ &= 3.373 \times 10^{-19} \text{ J} \\ &= \frac{3.373 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} [\because 1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}] \\ &= 2.108 \text{ eV} \end{aligned}$$

অতএব, শক্তি পার্থক্য  $2.108 \text{ eV}$ .

সমস্যা ৩৪। হাইড্রোজেন পরমাণুর ভূমিকা  $n = 1$  থেকে উত্তেজিত তর  $n = 5$  এ একটি ইলেক্ট্রনকে স্থানান্তর করতে কত শক্তির প্রয়োজন? ভূমিকারে আবার ফিরে আসলে নিম্নলিখিত কোটনৈর তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত হবে? (দেওয়া আছে,  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ,  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$ ,  $m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ )

সমাধান : এখানে,  $n_1 = 1$ ;  $n_2 = 5$

$$\text{ইলেক্ট্রনের ভর, } m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{ইলেক্ট্রনের আধান, } e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$\text{প্রাঙ্গনের ধ্বনি, } h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$$

$$\text{প্রয়োজনীয় শক্তি, } E = ?$$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} E &= E_1 - E_2 \\ &= -\frac{me^4}{8n_1^2 h^2 \epsilon_0^2} - \frac{me^4}{8n_2^2 h^2 \epsilon_0^2} \\ &= -\frac{me^4}{8h^2 \epsilon_0^2} \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \\ &= -\frac{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^4}{8 \times (6.63 \times 10^{-34} \text{ Js})^2 \times (8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2})^2} \left( \frac{1}{1} - \frac{1}{25} \right) \\ &= -\frac{2.076808616 \times 10^{-18}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} \\ &= -12.98 \text{ eV} \end{aligned}$$

অতএব, প্রয়োজনীয় শক্তি  $12.98 \text{ eV}$ ।

সমস্যা ৩৫। কোনো প্রদত্ত সময়ে একটি নমুনায়  $25\%$  তেজক্তির নিউক্লিয়াস আছে।  $10 \text{ s}$  পরে ঐ সংখ্যা  $12.5\%$  এ নেমে আসে। কখন তেজক্তিয় নিউক্লিয়াসের সংখ্যা ঐ হ্রাসপ্রাপ্ত সংখ্যার  $6.25\%$  হবে?

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$\text{অর্ধায়, } T_1 = 10 \text{ s}$$

$$\text{প্রারম্ভিক পরমাণুর সংখ্যা, } N_0 = x \times 25\% = 9.125 \times$$

$$\text{অবশিষ্ট পরমাণুর সংখ্যা, } N = 0.1025x \times 6.25\% = 7.8125 \times 10^{-3} \times$$

$$\text{অবক্ষয় ধ্বনি, } \lambda = ?$$

$$\text{ভাঙনের সময়, } t = ?$$

আমরা জানি,

$$\lambda = \frac{0.693}{T} = \frac{0.693}{10} = 0.0693 \text{ s}^{-1}$$

আবার,

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

$$\text{বা, } 7.8125 \times 10^{-3} x = 0.125 x e^{-0.0693 t}$$

$$\text{বা, } \ln(0.0625) = -0.0693 t$$

$$\text{বা, } t = \frac{-2.77}{-0.0693} = 40 \text{ s}$$

$$\therefore \text{শুরু হতে মোট সময়, } t = 40 + 10 = 50 \text{ s}$$

সমস্যা ৩৬।  ${}^{232}_{90}\text{Th}$  তেজক্তির আইসোটোপ পরপর ছয়টি  $\alpha$ -কণা এবং চারটি  $\beta$ -কণা নিঃসরণ করে। এর ফলে উৎপন্ন আইসোটোপের সংখ্যা ও পারমাণবিক সংখ্যা কত হবে? আইসোটোপটি কী হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} 1 \text{ টি আলফা কণা নিঃসরণে পারমাণবিক সংখ্যা } 2 \text{ কমে এবং তর সংখ্যা } 4 \text{ কমে} \\ \therefore 6 \text{ " " " " } 12 \text{ " " " " } 24 \text{ " " " " } \end{aligned}$$



আবার, ১টি কণা নিঃসরণে পারমাণবিক সংখ্যা ১ বৃদ্ধি পাবে এবং ডরসংখ্যা ১ বৃদ্ধি পাবে।

∴ ৫টি কণা নিঃসরণে পারমাণবিক সংখ্যা ৫ বৃদ্ধি পাবে এবং ডর সংখ্যা ০ বৃদ্ধি পাবে।

∴ উৎপন্ন আইসোটোপের ডর সংখ্যা হবে =  $232 - 24 + 0 = 208$

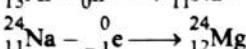
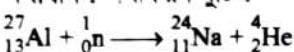
আবার, উৎপন্ন আইসোটোপের পারমাণবিক সংখ্যা হবে

$$= 90 - 12 + 4 = 82$$

অতএব, ডরসংখ্যা 208, পারমাণবিক সংখ্যা 82 এবং আইসোটোপটি  $Pb$ ।

সমস্যা ৩৭।  $^{27}_{13}Al$  নিউক্লিনের সাথে সংঘর্ষে রেডিও সোডিয়াম  $^{24}_{11}Na$ -এ পরিশপ্ত হয় এবং একটি কণা নিঃসরণ করে।  $^{24}_{11}Na$  আবার একটি কণা নিঃসরণ করে  $^{24}_{12}Mg$ -এ স্বপ্নাত্তি হয়। বিক্রিয়ার সমীকরণ দুটি লিখ এবং কণা দুটি কি তাও উল্লেখ কর।

সমাধান : সমীকরণ দুটি :



কণা দুটি  $\alpha$ -কণা :  ${}^4_2He$ ;  $\beta$ -কণা :  ${}^{-1}_1e$

সমস্যা ৩৮।  ${}^7_3Li$  নিউক্লিয়াসের ডর ঘাটতি ও বন্ধন শক্তি নির্ণয় কর।

প্রতিটি নিউক্লিনের ডর =  $1.008665$  a.m.u., প্রতিটি প্রোটনের ডর =  $1.007277$  a.m.u., লিথিয়াম নিউক্লিয়াসের ডর =  $7.016005$  a.m.u. এবং  $1$  a.m.u. =  $1.66 \times 10^{-27}$  kg।

সমাধান : লিথিয়াম নিউক্লিয়াসে তিনটি প্রোটন ও  $(7 - 3) = 4$ টি নিউক্লিন আছে।

এখন তিনটি প্রোটনের ডর =  $3 \times 1.007277$  a.m.u.

$$= 3.021831$$
 a.m.u.

চারটি নিউক্লিনের ডর =  $4 \times 1.008665$  a.m.u.

$$= 4.03466$$
 a.m.u.

∴ তাদের সম্মিলিত ডর =  $(3.021831 + 4.03466)$  a.m.u.

$$= 7.056491$$
 a.m.u.

কিন্তু লিথিয়াম নিউক্লিয়াসের ডর =  $7.016005$  a.m.u.

∴ ডর ঘাটতি,  $\Delta m = (7.056491 - 7.016005)$  a.m.u.

$$= 0.040486$$
 a.m.u.

$$= 0.040486 \times 1.66 \times 10^{-27}$$
 kg

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

$$= 6.721 \times 10^{-29}$$
 kg

কিন্তু, আলোর বেগ,  $c = 3 \times 10^8$  ms<sup>-1</sup>

∴ বন্ধন শক্তি =  $\Delta mc^2$

$$= 6.721 \times 10^{-29} \text{ kg} \times (3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1})^2$$

$$= 6.049 \times 10^{-12}$$
 J

$$= \frac{6.049 \times 10^{-12}}{1.6 \times 10^{-19}}$$
 eV =  $37.8 \times 10^6$  eV

সমস্যা ৩৯। ডিউটেরিয়াম ও হিলিয়ামের প্রতি নিউক্লিয়নে বন্ধন শক্তি যথাক্রমে  $1.1$  MeV ও  $7.0$  MeV। যখন দুটি ডিউটেরিয়াম সংহোজনের ফলে একটি হিলিয়াম তৈরি হয়, তখন শক্তির পরিমাণ কত?

সমাধান : একটি ডিউটেরিয়াম এর শক্তি,

$$E = mc^2$$

$$\text{বা, } m = \frac{1.1 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19}}{(3 \times 10^8)^2} \text{ kg} = 1.95 \times 10^{-30} \text{ kg}$$

$$\text{দুটি ডিউটেরিয়াম এর ডর, } m' = 2 \times 1.95 \times 10^{-30} \text{ kg} \\ = 3.90 \times 10^{-30} \text{ kg}$$

$$\text{হিলিয়ামের শক্তি, } E = mc^2$$

$$\text{বা, } m = \frac{7 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19}}{(3 \times 10^8)^2} \text{ kg} = 1.24 \times 10^{-29} \text{ kg}$$

$$\text{ডর ঘাটতি} = 1.24 \times 10^{-29} - 3.90 \times 10^{-30}$$

$$= 8.5 \times 10^{-30} \text{ kg}$$

$$\therefore \text{বন্ধনশক্তি, } E = mc^2 = 8.5 \times 10^{-30} \times 9 \times 10^{16} \text{ J}$$

সমস্যা ৪০।  ${}^{56}_{26}Fe$  এবং  ${}^{238}_{92}U$  নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ ও ঘনত্বের অনুপাত নির্ণয় কর। [সকল মৌলিক নিউক্লিয়াসের ঘনত্ব সমান]

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$U \text{ এর ডর সংখ্যা, } A = 238$$

$$F_e \text{ এর ডর সংখ্যা, } A' = 56$$

$$\text{ধূব রাশি, } R_o = 1.2 \times 10^{-15} \text{ m}$$

$${}^{238}_{92}U \text{ এর ব্যাসার্ধ, } R = R_o(A)^{\frac{1}{3}}$$

$$= 1.2 \times 10^{-15} \times (238)^{\frac{1}{3}} \\ = 7.436 \times 10^{-15} \text{ m} = 7.436 \text{ fm}$$

$${}^{56}_{26}Fe \text{ এর ব্যাসার্ধ, } R' = R_o(A')^{\frac{1}{3}}$$

$$= 1.2 \times 10^{-15} \times (56)^{\frac{1}{3}} \\ = 4.59 \times 10^{-15} \text{ m} = 4.59 \text{ fm}$$

$$\therefore {}^{56}_{26}Fe \text{ এবং } {}^{238}_{92}U \text{ নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধের অনুপাত, } \frac{R'}{R} = \frac{4.59 \text{ fm}}{7.436 \text{ fm}} = 0.617$$

আমরা জানি,

$$\text{নিউক্লিয়াসের ঘনত্ব, } f = \frac{3 \text{ m}}{4\pi R_o^3} = \frac{3 \times 1.67 \times 10^4}{4 \times \pi \times (1.2 \times 10^{-15})^3} \\ = 2.3 \times 10^{17} \text{ kg m}^{-3}$$

আমরা জানি, সকল মৌলিক নিউক্লিয়াসের ঘনত্ব সমান।

$$\therefore f' : f \cong 1$$

### ৩। সেট-৩ : সৃজনশীল সমস্যাবলি

সমস্যা ৪১।  $U^{238}$  এর অর্ধায়  $1.42 \times 10^{17}$  s। (i)  $1$  থাম  $U^{238}$  থেকে প্রতি সেকেন্ডে কতগুলো পরমাণু ভেঙে যাবে? (ii) উকীপকের তেজস্বিক্রয় মৌলিক ক্ষয় 20% থেকে 80% হতে যে সময় লাগে তা অর্ধায়ুর কত গুণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান :

$$(i) \text{ এখানে, } 1 \text{ gm } U^{238} \text{ এ পরমাণু সংখ্যা, } N = \frac{6.023 \times 10^{23}}{238} = 2.531 \times 10^{21}$$

$$\text{অর্ধায়, } T_{\frac{1}{2}} = 1.42 \times 10^{17} \text{ s}$$

$$\text{অক্ষয় ধূবক, } \lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{0.693}{1.42 \times 10^{17}} = 4.88 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$$

$$\text{অতএব, ক্ষয়ের হার, } \frac{dN}{dt} = \lambda N = 4.88 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1} \times 2.531 \times 10^{21} \\ = 12351.28 \text{ s}^{-1}$$

অতএব প্রতি সেকেন্ডে 12351.28 টি পরমাণু ভেঙে যায়।

$$(ii) (i) নঃ হতে অবক্ষয় ধূবক,  $\lambda = 4.88 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$$$

ধরি, 20% ক্ষয় প্রাপ্ত হতে  $t_1$  সময় লাগে

20% ক্ষয় প্রাপ্ত হলে 80% পরমাণু অবশিষ্ট থেকে যায়

$$\therefore \text{প্রাথমিক পরমাণু সংখ্যা } N_0 = 100\%$$

অক্ষত পরমাণু সংখ্যা,  $N = 80\%$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t_1}$$

$$\text{বা, } -\lambda t_1 = \ln \left( \frac{N}{N_0} \right)$$

$$\text{বা, } t_1 = \frac{\ln \left( \frac{80\%}{100\%} \right)}{-4.88 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}} = 4.573 \times 10^{16} \text{ s}$$

আবার, 80% ক্ষয় প্রাপ্ত হতে যদি  $t_2$  সময় লাগে তবে,

$$N_0 = 100\% ; N = 20\%$$

$$\text{এবং } -\lambda t_2 = \ln \left( \frac{N}{N_0} \right)$$

$$\text{বা, } t_2 = \frac{\ln \left( \frac{20\%}{100\%} \right)}{-4.88 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}} = 3.29 \times 10^{17} \text{ s}$$

২০% হতে ৮০% অবস্থা হতে সময় ব্যবধান,

$$t = t_2 - t_1 = (3.298 \times 10^{17} - 4.573 \times 10^{16}) \text{ s} = 2.840 \times 10^{17} \text{ s}$$

$$\text{অর্ধায় } T_{\frac{1}{2}} = 1.42 \times 10^{17} \text{ s}$$

$$\text{অর্থাৎ, } \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{2.840 \times 10^{17} \text{ s}}{1.42 \times 10^{17} \text{ s}} = 2 \quad \text{বা, } t = 2 \times T_{\frac{1}{2}}$$

উদ্বীপকের তেজক্ষিয় মৌলটির ক্ষয় ২০% থেকে ৮০% হতে যে সময় লাগে তা অর্ধায়ুর ছিগুণ।

সমস্যা ৪২। রায়ান নিউক্লিয় ল্যাবে ৩০ দিন আগে সংগৃহীত খর্চ ও রেডনের অনেকগুলো নমুনার মধ্য থেকে দুটি নমুনা নিয়ে কাজ করছে। নমুনা দুটিতে পরমাণুর সংখ্যা ছিল যথাক্রমে  $3 \times 10^{12}$  এবং  $4 \times 10^9$ । রায়ান জানে খর্চ ও রেডনের ক্ষয় ধ্রুবক যথাক্রমে  $0.12566 \text{ d}^{-1}$  ও  $0.182 \text{ d}^{-1}$ । বর্তমানে পরমাণুভয়ের সংখ্যা যথাক্রমে  $6.9 \times 10^{10}$  ও  $1.7 \times 10^7$ । (i) বর্ণনের গড় আয়ু ও অর্ধায়ুর মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় কর। (ii) নমুনাভয়-এর কোনটি কোন পদার্থের— যাচাই কর।

সমাধান : (i) এখানে, বর্ণনের ক্ষয়ধ্রুবক,  $\lambda_g = 0.12566 \text{ d}^{-1}$

বর্ণনের গড় আয়ু,  $T_g = ?$

$$\therefore \text{বর্ণনের অর্ধায়ু, } T_{\frac{1}{2}} = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda_g} = \frac{0.693}{0.12566} \text{ d} = 5.515 \text{ d}$$

$$\text{আবার, } T_g = \frac{1}{\lambda_g} = \frac{1}{0.12566} \text{ d} = 7.958 \text{ d}$$

$$\therefore \text{বর্ণনের গড় আয়ু ও অর্ধায়ুর মধ্যে পার্থক্য} \\ = (7.958 - 5.515) \text{ d} = 2.443 \text{ d}$$

$$(ii) \text{বর্ণনের প্রারম্ভিক পরমাণু সংখ্যা, } N_{g_0} = 3 \times 10^{12}$$

$$\text{রেডনের প্রারম্ভিক পরমাণু সংখ্যা, } N_{r_0} = 4 \times 10^9$$

$$\text{সময়, } t = 30 \text{ d}$$

$$\text{বর্ণনের ক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda_g = 0.12566 \text{ d}^{-1}$$

$$\text{রেডনের ক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda_r = 0.182 \text{ d}^{-1}$$

$$30 \text{ দিন পর বর্ণনের পরমাণু সংখ্যা, } N_g = ?$$

$$30 \text{ দিন পর রেডনের পরমাণু সংখ্যা, } N_r = ?$$

$$\therefore N_g = N_{g_0} e^{-\lambda_g t} = 3 \times 10^{12} \times e^{-0.12566 \times 30} = 6.9 \times 10^{10}$$

$$N_r = N_{r_0} e^{-\lambda_r t} = 4 \times 10^9 e^{-0.182 \times 30} = 1.7 \times 10^7$$

অতএব, উদ্বীপকের  $1.7 \times 10^7$  নমুনাটি রেডনের এবং  $6.9 \times 10^{10}$  নমুনাটি বর্ণনের।

সমস্যা ৪৩। গবেষণাপারে ব্যবহার উপযোগিতার জন্য কোনো নমুনা পদার্থের ন্যূনতম ভর  $80 \text{ g}$  হওয়া আবশ্যিক। বাংলাদেশ পরমাণু-শক্তি কেন্দ্রের গবেষণার জন্য  ${}_{92}\text{U}^{238}$  পরমাণু সংগ্রহ করা হয়। যার অর্ধায়ু

১০ বছর। [প্রতিটি নিউটনের ভর =  $1.008665 \text{ a.m.u}$ ] প্রতিটি নিউটনের ভর =  $1.007277 \text{ a.m.u}$ ; ইউরেনিয়াম নিউক্লিয়াসের ভর

=  $238.02891 \text{ a.m.u}$ ;  $1 \text{ a.m.u} = 1.66057 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ;

অ্যাডোগাজ্বো সংখ্যা =  $6.023 \times 10^{23}$  (i) উদ্বীপকে সংগৃহীত পরমাণুর নিউক্লিয়াসের ভর ঘাটতি নির্ণয় কর। (ii) উদ্বীপকে সংগৃহীত পদার্থটি

২০ বছর পর গবেষণাযোগ্য থাকবে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উক্তিটির যথৰ্থতা যাচাই কর।

সমাধান :

(i) ইউরেনিয়াম নিউক্লিয়াসের ভর,  $M = 238.02891 \text{ amu}$

একটি নিউটনের ভর,  $m_p = 1.008665 \text{ amu}$

একটি প্রোটনের ভর,  $m_p = 1.007277 \text{ amu}$

∴ ইউরেনিয়াম নিউক্লিয়াসের প্রোটন ও নিউটনের ভরের সমষ্টি

$$= 92 m_p + (238 - 92) m_p$$

$$= (92 \times 1.007277 + 146 \times 1.008665) \text{ amu} = 239.934574 \text{ amu}$$

$$\text{ইউরেনিয়াম নিউক্লিয়াসের ভর ঘাটতি} = 239.934574 - M$$

$$= (239.934574 - 238.02891) \text{ amu}$$

$$= 1.90566 \text{ amu}$$

$$= 1.90566 \times 1.66057 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$= 3.1645 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

অতএব, ইউরেনিয়াম নিউক্লিয়াসটির ভর ঘাটতি  $3.1645 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ।

(ii) এখানে, প্রারম্ভিক পরমাণু সংখ্যা,  $N_0 = 6.023 \times 10^{23}$

$$\text{অর্ধায়ু, } T_{\frac{1}{2}} = 10 \text{ yr}$$

$$\therefore \text{ক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{0.693}{10} \text{ yr}^{-1} = 0.0693 \text{ yr}^{-1}$$

∴ ২০ বছর পর অক্ষত পরমাণু সংখ্যা,

$$N = N_0 e^{-\lambda \times 20} = 6.023 \times 10^{23} \times e^{-0.0693 \times 20} = 1.506 \times 10^{23}$$

$$1.506 \times 10^{23} \text{ টি পরমাণুর ভর} = 1.506 \times 10^{23} \times 238.02891 \text{ amu}$$

$$= 1.506 \times 10^{23} \times 238.02891 \times 1.66057 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$= 0.0595 \text{ kg} = 59.5 \text{ g}$$

অর্থাৎ, ২০ বছর পর নমুনার ভর 59.5 g হয়ে যাবে। অতএব, সংগৃহীত পদার্থটি ২০ বছর পর গবেষণাযোগ্য থাকবে না।

সমস্যা ৪৪। প্রাচীন সভ্যতার এক টুকরা কাঠ পরীক্ষা করে দেখা গেল টুকরার প্রতি গ্রাম কার্বন থেকে ঘটায় 360 টি তেজক্ষিয়  ${}^{14}\text{C}$ -এর বিভাজন ঘটছে। প্রতিশ্রাম  ${}^{14}\text{C}$ -এর আদি সক্রিয়তা ঘটায় 936 টি এবং অর্ধায়ু 5570 বছর। (i)  ${}^{14}\text{C}$ -এর গড় আয়ু নির্ণয় কর। (ii) উদ্বীপকের তথ্য হতে সভ্যতাটির বয়স নির্ণয় সভ্ব কি-না-গাণিতিকভাবে দেখাও।

সমাধান : (i) এখানে, অর্ধায়ু,  $T_{\frac{1}{2}} = 5570 \text{ y}$

$$\therefore \text{ক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{0.693}{5570} \text{ y}^{-1} = 1.2442 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$$

$$\therefore \text{গড় আয়ু, } \tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{1.2442 \times 10^{-4}} \text{ y} = 8037.3 \text{ y}$$

∴  ${}^{14}\text{C}$  এর গড় আয়ু 8037.3 y।

(ii) ধরি,  ${}^{14}\text{C}$  এর আদি পরিমাণ =  $N_0$

সভ্যতার বয়স =  $t$  বছর

অবক্ষয় ধ্রুবক,  $\lambda = 1.2442 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$  [(i) নং থেকে প্রাপ্ত]

∴ 936 টি ভাঙ্গন ঘটে  $N_0$  পরিমাণ থেকে

360 টি ভাঙ্গন ঘটে  $\left( N_0 \times \frac{360}{936} \right)$  পরিমাণ থেকে

$$\text{বা, } N = N_0 \cdot \frac{5}{13}$$

$$\text{বা, } \frac{N}{N_0} = \frac{5}{13}$$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } \frac{N}{N_0} e^{-\lambda t}$$

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

$$\ln \frac{5}{13}$$

$$\text{বা, } t = \frac{\ln \frac{5}{13}}{-1.2442 \times 10^{-4}} \text{ y} = 7679.73 \text{ y}$$

অতএব সভ্যতার বয়স 7679.73 y।

সমস্যা ৪৫। সমপরিমাণ দুটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের মধ্যে একটির অর্ধায় 10 day এবং অপরটির অবক্ষয় ধ্রুবক  $0.03465 \text{ d}^{-1}$ । (i) উভয়কের অথবা পদার্থটির গড় আয়ু নির্ণয় কর। (ii) 40 দিন পর অথবা পদার্থটির তুলনায় বিভিন্ন পদার্থটি কত গুণ অবশিষ্ট থাকবে—গাণিতিক বিশ্লেষণ করে তোমার মতামত দাও।

সমাধান : (i) এখানে, অর্ধায়,  $T_{\frac{1}{2}} = 10 \text{ day}$

গড় জীবন,  $t = ?$

$$\text{জানা আছে, } t = \frac{T_{\frac{1}{2}}}{0.693} = \frac{10}{0.693} = \frac{10}{0.693} \text{ day} = 14.44 \text{ day}$$

(ii) এখানে,  $T_{\frac{1}{2}} = 10 \text{ day}$

$$\text{আবার, } T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$$

$$\therefore \lambda = 0.0693 \text{ day}^{-1}$$

$$\text{অর্থাৎ } 1 \text{ ম পদার্থের ক্ষয় ধ্রুবক} = 0.0693 \text{ day}^{-1}$$

১ম পদার্থের ক্ষেত্রে,  $N_1 = N_0 e^{-\lambda t}$

$$\text{বা, } N_1 = N_0 e^{-0.0693 \times 40} [t = 40 \text{ day}] \\ = N_0 \times 0.063$$

২য় পদার্থের ক্ষেত্রে,  $N_2 = N_0 e^{-\lambda t}$

$$= N_0 \cdot e^{-0.03465 \times 40} = N_0 \times 0.25$$

$$\therefore 40 \text{ দিন পর } 1 \text{ ম টির তুলনায় } 2 \text{ ম পদার্থের অবশিষ্টাংশ} \\ = \frac{N_0 \times 0.25}{N_0 \times 0.063} = 3.96 \text{ গুণ}$$

সমস্যা ৪৬। দুটি তেজস্ক্রিয় মৌল P এবং Q এর ক্ষয় ধ্রুবক যথাক্রমে  $0.21/\text{d}$  এবং  $0.31/\text{d}$ । (i) কোন মৌলের গড় আয়ু বেশি? (ii) P ও Q এর ক্ষয় হতে একই সময় প্রয়োজন নয়—বিশ্লেষণ কর।

সমাধান : (i) এখানে,

$$P \text{ এর ক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda_P = 0.21/\text{d}$$

$$Q \text{ এর ক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda_Q = 0.31/\text{d}$$

$$P \text{ এর গড় আয়ু, } T_P = \frac{1}{\lambda_P} = \frac{1}{0.21} \text{ d} = 4.76 \text{ d}$$

$$Q \text{ এর গড় আয়ু, } T_Q = \frac{1}{\lambda_Q} = \frac{1}{0.31} \text{ d} = 3.23 \text{ d}$$

$$\therefore T_P > T_Q.$$

অতএব, P মৌলটির গড় আয়ু বেশি।

(ii) ধরা যায়, P ও Q মৌলের শতকরা সমান পরিমাণ যেমন 25% ক্ষয় হতে প্রয়োজনীয় সময় যথাক্রমে,  $T_P$  ও  $T_Q$

এখন, P এর ক্ষেত্রে,

$$\therefore \frac{75}{100} = e^{-\lambda_P t_P}$$

$$\text{বা, } -\lambda_P t_P = \ln \left( \frac{75}{100} \right)$$

$$\text{বা, } t_P = \frac{-0.2877}{-\lambda_P} = \frac{0.2877}{0.21} \text{ d} \quad [\because \lambda_P = 0.21/\text{d}]$$

$$\therefore t_P = 1.37 \text{ d}$$

$$\text{অনুরূপভাবে, } t_Q = \frac{\ln \left( \frac{75}{100} \right)}{-\lambda_Q} = \frac{-0.2877}{-0.31} \text{ d} \quad [\because \lambda_Q = 0.31/\text{d}]$$

$$\therefore t_Q = 0.93 \text{ d}$$

এখানে,  $t_P \neq t_Q$

অতএব, উপরোক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে বলা যায়, P ও Q এর ক্ষয় হতে একই সময় প্রয়োজন নয়।

সমস্যা ৪৭। রেডিয়ামের অর্ধায় 1622 বছর পাওয়া গেল। রেডিয়াম খণ্ডটি সংরক্ষণ করার অন্য একজন পরেবক ব্যবস্থা নিলেন। (i) রেডিয়াম খণ্ডটির 40% ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে? (ii) 1500 বছর পর সংরক্ষিত রেডিয়ামের কত শতাংশ অক্ষত থাকবে?

সমাধান : (i) রেডিয়ামের 40% ক্ষয় হলে

$$\text{অক্ষত রেডিয়াম } N = N_0 \text{ এর } 60\% = \frac{60 N_0}{100}$$

$$\text{দেওয়া আছে, রেডিয়ামের অর্ধায়, } T_{1/2} = 1622 \text{ yrs}$$

$$\therefore \text{অবক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}} = \frac{0.693}{1622} \text{ yr}^{-1} = 4.273 \times 10^{-4} \text{ yr}^{-1}$$

$$\text{আমরা জানি, } N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } \frac{60 N_0}{100} = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\therefore \frac{60}{100} = e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } -\lambda t = \ln \left( \frac{60}{100} \right) = -0.51$$

$$\text{বা, } t = \frac{0.51}{4.273 \times 10^{-4}} = 1195.47 \text{ yr}$$

অতএব, রেডিয়াম খণ্ডটির 40% ক্ষয় হতে 1195.47 বছর সময় লাগবে।

(ii) এখানে,  $t = 1500 \text{ yr}$

$$(i) \text{ হতে } \lambda = 4.273 \times 10^{-4} \text{ yr}^{-1}$$

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

$$\text{বা, } \frac{N}{N_0} = e^{-4.273 \times 10^{-4} \times 1500} = 0.5268$$

$$\text{বা, } N = 0.5268 N_0$$

$$\text{বা, } N = \frac{52.68}{100} N_0 = N_0 \text{ এর } 52.68\%$$

অতএব, 1500 বছর পর সংরক্ষিত রেডিয়ামের 52.68% অক্ষত থাকবে।

সমস্যা ৪৮। হাইড্রোজেন পরমাণু নিউক্লিয়াসে একটি প্রোটন এবং এর বাইরের কক্ষপথে একটি ইলেক্ট্রন থাকে। ইলেক্ট্রনের ভর  $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$  এবং চার্জ  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ । (i) পরমাণুর ২য় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। (ii) পরমাণু ইলেক্ট্রন ২য় কক্ষপথ হতে ১ম কক্ষপথে আসার সময় যে বিকিরণ নিঃসরণ করবে তা দৃশ্যমান হবে কি-না? গাণিতিক যুক্তি দাও।

সমাধান (i) : এখানে, প্যানেকের ধ্রুবক,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$

$$\text{শূন্যস্থানের ভেদনযোগ্যতা, } \epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$\text{ইলেক্ট্রনের ভর, } m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{ইলেক্ট্রনের চার্জ, } e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$2 \text{য় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ, } r_2 = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } r_n = \frac{n^2 h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2}$$

$$\therefore r_2 = \frac{2^2 h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2}$$

$$= 4 \times \frac{(6.63 \times 10^{-34} \text{ Js})^2 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}}{3.1416 \times 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^2}$$

$$= \frac{15.56777 \times 10^{-78}}{7.31867 \times 10^{-68}}$$

$$= 2.12 \times 10^{-10} \text{ m} = 2.12 \text{ Å}$$

∴ পরমাণুর ২য় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ 2.12 Å।

(ii) ইলেক্ট্রন কর্তৃক নিঃস্ত বিকিরণের কম্পাক্ষ দৃশ্যমান আসোর কম্পাক্ষের সমান হলেই তা দৃশ্যমান হবে। পরমাণুর ইলেক্ট্রনটি ২য় কক্ষপথ হতে ১ম কক্ষপথে আসে।

∴ বোরের বীকার্য অনুসারে, বিকীর্ণ শক্তির পরিমাণ,

$$h\nu = E_2 - E_1$$

$$E_2 = -\frac{me^4}{8.2^2 h^2 \epsilon_0^2} = -\frac{me^4}{32 h^2 \epsilon_0^2}$$

$$\text{এবং } E_1 = -\frac{me^4}{8.1^2 h^2 \epsilon_0^2} = -\frac{me^4}{8 h^2 \epsilon_0^2}$$

এখনে, ইলেক্ট্রনের ভর,  $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

ইলেক্ট্রনের চার্জ,  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

প্যানকের ধূবক,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$

শূন্যস্থানের তেজনযোগ্যতা,  $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$

নিঃসৃত ফোটনের কম্পাঙ্গক,  $V = ?$

∴ নিঃসৃত বিকিরণের শক্তি,

$$hv = -\frac{me^4}{32h^2\epsilon_0^2} - \left( -\frac{me^4}{8h^2\epsilon_0^2} \right)$$

$$\text{বা, } hv = -\frac{me^4}{h^2\epsilon_0^2} \left( \frac{1}{8} - \frac{1}{32} \right)$$

$$\text{বা, } hv = \frac{me^4}{h^2\epsilon_0^2} \times \frac{3}{32}$$

$$\text{বা, } V = \frac{me^4}{h^2\epsilon_0^2} \times \frac{3}{32}$$

$$= \frac{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^4}{(6.63 \times 10^{-34} \text{ Js})^2 \times (8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2})^2} \times \frac{3}{32}$$

$$= \frac{59.63776 \times 10^{-107}}{2.28465 \times 10^{-122}} \times \left( \frac{3}{32} \right) \text{ Hz}$$

$$= 2.45 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

সূতরাং, নিঃসৃত ফোটনের কম্পাঙ্গক  $2.45 \times 10^{15} \text{ Hz}$

আমরা জানি, দৃশ্যমান আলোর কম্পাঙ্গক  $10^{14} \text{ Hz} - 10^{15} \text{ Hz}$

নিঃসৃত ফোটনের কম্পাঙ্গক দৃশ্যমান আলোর কম্পাঙ্গকের চেয়ে বেশি বিধায় তা দৃশ্যমান হবে না।

অতএব, উপরের আলোচনা হতে বলা যায় পরমাণুর ইলেক্ট্রন ২য় কক্ষপথ হতে ১ম কক্ষপথে আসার সময় যে বিকিরণ নিঃসৃত করবে তার কম্পাঙ্গক দৃশ্যমান আলোর কম্পাঙ্গকের চেয়ে বেশি। এজন্য এ বিকিরণ দৃশ্যমান হবে না।

সমস্যা ৪৯।  $10^{15}$  সংখ্যক তেজক্তিয় আয়োডিনের একখন্ড টুকরা রাখা হলো। যদি তেজক্তিয় আয়োডিন পরমাণুর ভাঙনের পরিমাণ প্রতিদিন  $15 \times 10^6$  সংখ্যক বা তার চেয়ে বেশি হয়, তবে টিউমার ব্যতীত শরীরের অন্যান্য সূস্থ কোষগুলোর উপরও ক্ষতিকর প্রভাব পড়তে থাকে। আয়োডিনের অর্ধায় ৬ ঘণ্টা। (i) তেজক্তিয় আয়োডিনের গড় আয়ু কত? (ii) চিকিৎসার রোগী নিরাপদ কি-না? গাণিতিক যুক্তি দাও।

সমাধান : (i) এখনে, অর্ধায়,  $T_{1/2} = 6 \text{ h}$

আমরা জানি, ক্ষয়ধূবক,

$$\lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}} = \frac{0.693}{6 \text{ h}} = 0.1155 \text{ h}^{-1}$$

∴ আয়োডিনের ক্ষয়ধূবক,  $\lambda = 0.1155 \text{ h}^{-1}$

আবার, গড় আয়ু,  $t = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0.1155 \text{ h}^{-1}} = 8.658 \text{ h}$

∴ তেজক্তিয় আয়োডিনের গড় আয়ু  $8.658 \text{ h}$

(ii) এখনে, আয়োডিনের প্রাথমিক পরমাণুর সংখ্যা,  $N_0 = 10^{15}$

সময়,  $t = 1 \text{ d} = 24 \text{ h}$

(i) হতে পাই,

আয়োডিনের ক্ষয়ধূবক,  $\lambda = 0.1155 \text{ h}^{-1}$

আয়োডিনের অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা,  $N = ?$

আমরা জানি,

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = 10^{15} \times e^{-(0.1155 \text{ h}^{-1} \times 24 \text{ h})}$$

$$\therefore N = 6.25 \times 10^{13}$$

∴ একদিন পর আয়োডিনের অক্ষত পরমাণু সংখ্যা,  $N = 6.25 \times 10^{13}$

অতএব, একদিনে ভেঙ্গে যাওয়া আয়োডিন পরমাণুর সংখ্যা,

$$\Delta N = N_0 - N = 10^{15} - 6.25 \times 10^{13} = 9.375 \times 10^{14}$$

অতএব বলা হয়েছে, "যদি তেজক্তিয় আয়োডিন পরমাণুর ভাঙনের পরিমাণ প্রতিদিন  $15 \times 10^6$  সংখ্যক বা তার চেয়ে বেশি হয়, তবে টিউমার ব্যতীত শরীরের অন্যান্য সূস্থ কোষগুলোর উপরও ক্ষতিকর প্রভাব পড়তে থাকে।"

যেহেতু তেজক্তিয় আয়োডিন পরমাণুর ভাঙনের পরিমাণ প্রতিদিন  $9.375 \times 10^{14}$

সংখ্যক যা  $15 \times 10^6$  এর চেয়ে বেশি। সেহেতু এ চিকিৎসার রোগী নিরাপদ না।

সমস্যা ৫০। কোনো মৌলের অর্ধায়  $3.82 \text{ দিন}$ । পরীক্ষাগারে সায়লা দেখলো ১৮ দিন পর মৌলটির প্রারম্ভিক মানের  $\frac{1}{20}$  অংশ অবশিষ্ট থাকে। (i) মৌলটির ৬০% ভাঙতে কত সময় লাগবে? (ii) পরীক্ষাগারে সায়লার পর্যবেক্ষণটি সঠিক হিল কিম্বা গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও।

সমাধান : (i) আমরা জানি,

$$\text{অর্ধায়, } T = \frac{0.693}{\lambda}$$

$$\therefore \lambda = \frac{0.693}{T}$$

$$= \frac{0.693}{3.82} = 0.1814 \text{ day}^{-1}$$

এখন মৌলটির ৬০% ভাঙতে কত সময় লাগবে?

সুতরাং প্রারম্ভিক পরমাণুর সংখ্যা,  $N_0 = 100%$

এবং অবশিষ্ট পরমাণুর সংখ্যা  $N = 40%$

$$\therefore \frac{N}{N_0} = \frac{40}{100} = 0.4$$

ধরা যাক, মৌলটির ৬০% ভাঙতে সময় লাগে 't' day

তাহলে তেজক্তিয় ক্ষয় সূত্রানুসারে,

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

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

$$\therefore t = \frac{\ln \frac{N}{N_0}}{-\lambda} = \frac{\ln(0.4)}{-0.1814} = 5.05 \text{ day}$$

(ii) পরীক্ষাগারে লায়লা দেখলো ১৮ দিন পর রেডনের প্রারম্ভিক মানের  $\frac{1}{20}$  অংশ অবশিষ্ট থাকে।

এখন, ধরা যাক, রেডনের প্রারম্ভিক পরমাণু সংখ্যা,  $N_0$

এবং  $t$  সময় পর রেডনের অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা,

$$N = \frac{1}{20} N_0$$

$$\therefore \frac{N}{N_0} = \frac{1}{20}$$

রেডনের অবক্ষয় ধূবক,  $\lambda = 0.1814 \text{ day}^{-1}$

তাহলে তেজক্তিয় ক্ষয় সূত্রানুসারে,

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

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

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

$$\text{বা, } t = \frac{\ln \left( \frac{1}{20} \right)}{-0.1814} = 16.5 \text{ day}$$

অতএব দেখা যাচ্ছে যে, 16.5 দিন পর রেডনের প্রারম্ভিক মানের  $\frac{1}{20}$

অংশ অবশিষ্ট থাকে অথবা,  $\left(1 - \frac{1}{20}\right)$  বা,  $\frac{19}{20}$  অংশ ক্ষয় হয়। অর্থাৎ

18 দিনে রেডনের আরও অনেক পরমাণু ক্ষয় হবে, কাজেই অবশ্যই

18 দিন পর রেডনের প্রারম্ভিক মানের  $\frac{1}{20}$  অংশের থেকে কম পরমাণু

অবশিষ্ট থাকবে।

সুতরাং পরীক্ষাগারে লায়লা পর্যবেক্ষণটি ভুল হিল।

সমস্যা ৫১। A ও B দুইটি মৌল। A-এর একটি অংশ 4000 বছরে এক পঞ্চাশাশে পরিষ্ঠ হয়। B এর অর্ধায় 4 days. (i) 10 দিন পর B এর কতটুকু অবশিষ্ট থাকবে? (ii) A মৌলটির ক্ষয়ধূবক  $4.02 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$  উভিটির সত্যতা গাণিতিকভাবে যাচাই কর।

সমাধান : (i) ধরি, অবশিষ্ট পরমাণু সংখ্যা N

এবং প্রাথমিক পরমাণু সংখ্যা,  $N_0 = 100\%$

আমরা জানি,

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}}$$

$$= \frac{0.693}{4 \text{ d}} = 0.17325 \text{ d}^{-1}$$

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

$$\text{বা, } N = 100\% \times e^{-0.17325 \text{ d}^{-1} \times 10 \text{ d}}$$

$$\text{বা, } N = 100\% \times 0.17684$$

$$\therefore N = 17.684\%$$

সূতরাং 10 দিন পর B এর 17.684% অবশিষ্ট থাকবে।

(ii) ধরি, x মৌলের অবক্ষয় ধূবক  $\lambda$

আমরা জানি,

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

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

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

$$\text{বা, } \ln\left(\frac{20\%}{100\%}\right) = -\lambda t$$

$$\text{বা, } -1.609 = -\lambda \times 4000 \text{ y}$$

$$\therefore \lambda = \frac{1.609}{4000 \text{ y}} = 4.0236 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$$

সূতরাং A মৌলটির অবক্ষয় ধূবক  $4.0236 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$  উভিটি সত্য।

সমস্যা ৫২। তেজক্তিয় পদার্থ ব্যতক্তিভাবে ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। কোনো এক পদেবণাগারে দুইটি বিশেষ ধরনের পাত্র A ও B-তে দুটি তেজক্তিয় পদার্থ রাখা আছে; যাদের অর্ধায় যথাক্রমে 16 ঘণ্টা ও 4 দিন। (i) তেজক্তিয় মৌলবয়ের গড় আয়ুর অনুপাত নির্ণয় কর। (ii) A পাত্রের মৌলটির যে সময় 75% ক্ষয়প্রাপ্ত হবে ঐ সময়ে B পাত্রের মৌলটির 25% অক্ষত থাকবে কিনা—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান : (i) এখানে, A মৌলের অর্ধায়  $= 16 \text{ hr} = \frac{2}{3} \text{ day}$

$$B \text{ মৌলের অর্ধায় } = 4 \text{ day}$$

কোন মৌলের অবক্ষয় ধূবক  $\lambda$  এবং অর্ধায়  $T_{\frac{1}{2}}$  হলে,

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$$

$$\text{আবার, } \text{মৌলের গড় আয়ু, } \tau = \frac{1}{\lambda}$$

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

$$\text{বা, } \frac{T_{\frac{1}{2}}}{0.693} = \tau$$

$$T_{\frac{1}{2}}(A) = \frac{2}{3} \text{ day}$$

$$\therefore A \text{ মৌলের অর্ধায় গড় আয়ু, } \tau_A = \frac{0.693}{0.693} = \frac{0.693}{0.693} = 0.962 \text{ day}$$

$$T_{\frac{1}{2}}(B)$$

$$B \text{ মৌলের গড় আয়ু, } \tau_B = \frac{2}{0.693} = \frac{4 \text{ day}}{0.693} = 5.77 \text{ day}$$

$$\therefore \text{মৌলবয়ের গড় আয়ুর অনুপাত} = 0.962 + 5.77 = 0.167$$

(ii) মনে করি, A পাত্রের মৌল যে সময়ে 75% ক্ষয়প্রাপ্ত হবে সেই সময়  $t_A$ , B মৌলের অবক্ষয় ধূবক,  $\lambda_B = 0.693/4 \text{ day} = 0.173 \text{ d}^{-1}$

$$A \text{ মৌলের অবক্ষয় ধূবক, } \lambda_A = \frac{0.693}{\frac{2}{3} \text{ day}}$$

$\therefore A$  মৌলের ক্ষেত্রে  $N = N_0 e^{-\lambda t}$  হতে পাই,

$$e^{-\lambda_A t_A} = \frac{N}{N_0} = \frac{100 - 75}{100} = 0.22$$

$$\text{বা, } -\lambda_A t_A = \ln(0.22)$$

$$\text{বা, } t_A = \frac{\ln(0.22)}{-\lambda_A} = \frac{-1.51}{-0.173 \text{ d}^{-1}} = 1.46 \text{ day}$$

1.46 day তে B মৌল অক্ষত থাকবে N

$$\therefore e^{-\lambda_B t_A} = \frac{N}{N_0}$$

$$\text{বা, } N = N_0 e^{-\lambda_B t_A} = 100 \times e^{-(0.173 \text{ d}^{-1}) \times (1.46 \text{ day})} = 77.68\%$$

অতএব, A মৌলের 75% ক্ষয় হওয়ার সময়ে B মৌলের 25% অক্ষত থাকবে না।

সমস্যা ৫৩। ঢাকা পরমাণু গবেষণা কেন্দ্রে একটি রেডিয়াম আছে যার অর্ধায় 1622 বছর। রেডিয়াম খন্ডটি সংরক্ষণের জন্য একজন বৈজ্ঞানিক কর্মকর্তা যথোপযুক্ত ব্যবস্থা নিলেন। (i) রেডিয়াম খন্ডটির 20% ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে? (ii) 3000 বছর পর সংরক্ষিত রেডিয়াম খন্ডটির অবশ্যা কী হবে—গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও।

সমাধান : (i) এখানে, অর্ধায়,  $T_{\frac{1}{2}} = 1622 \text{ y}$

$$\text{ক্ষয়ধূবক, } \lambda = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } \lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{0.693}{1622 \text{ y}}$$

$$\therefore \lambda = 4.27 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$$

$$\therefore \text{রেডিয়ামের ক্ষয়ধূবক, } \lambda = 4.27 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$$

এখানে, রেডিয়াম খন্ডটির 20% ক্ষয় হয়।

$$\therefore \text{অক্ষত থাকে } (100 - 20)\% = 80\%$$

ধরি, রেডিয়াম খন্ডটির প্রাথমিক পরমাণুর সংখ্যা =  $N_0$

$\therefore$  রেডিয়াম খন্ডটির অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা,

$$N = N_0 \text{ এর } 80\% = \frac{80}{100} N_0$$

সময়,  $t = ?$

আবার, আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } \frac{80}{100} N_0 = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } \frac{80}{100} = e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } -\lambda t = \ln\left(\frac{80}{100}\right)$$

$$\text{বা, } -\lambda t = -0.223$$

$$\text{বা, } \lambda t = 0.223$$

$$\text{বা, } t = \frac{0.223}{\lambda} = \frac{0.223}{4.27 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}} = 522.248 \text{ y}$$

$\therefore$  রেডিয়াম খন্ডের 20% ক্ষয় হতে 522.248 y সময় লাগবে।

(ii) এখানে, সময়,  $t = 3000 \text{ y}$

(i) হতে পাই, রেডিয়ামের ক্ষয়ধূবক,  $\lambda = 4.27 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$

ধরি, রেডিয়ামের প্রাথমিক পরমাণুর সংখ্যা =  $N_0$

এবং অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা =  $N$

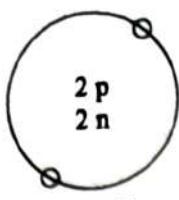
আমরা জানি,  $N = N_0 e^{-\lambda t}$

$$\text{বা, } N = N_0 e^{-(4.27 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1} \times 3000 \text{ y})} = N_0 \times 0.2777 = N_0 \text{ এর } 27.77\%$$

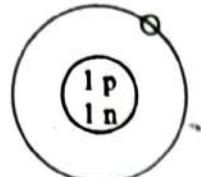
$\therefore$  রেডিয়ামের অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা  $27.77\%$  রেডিয়ামের প্রাথমিক পরমাণুর সংখ্যার  $27.77\%$

সূতরাং 1500 বছর পর সংরক্ষিত রেডিয়ামের  $27.77\%$  অক্ষত থাকবে।

সমস্যা ৫৪।



A পরমাণু



B পরমাণু

$M_p = 1.672 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ,  $M_n = 1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$ . A পরমাণুর নিউক্লিয়াসটির অকৃত ভর =  $6.64 \times 10^{-27} \text{ kg}$ . B পরমাণুর নিউক্লিয়াসটির অকৃত ভর A পরমাণুর অকৃত ভরের অর্ধেক। (i) B পরমাণুর ভরজুটি নির্ণয় কর। (ii) কোন পরমাণু থেকে হোটেল ও নিউক্লিয়াসকে আলাপা করতে বেশি শক্তির প্রয়োজন হবে— তা পারিস্থিক শক্তি দিয়ে ব্যাখ্যা কর।

সমাধান : (i) দেওয়া আছে,

$$B \text{ পরমাণুর প্রকৃত ভর}, M = 6.64 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$B \text{ পরমাণুর প্রোটন সংখ্যা} = 1$$

$$B \text{ পরমাণুর নিউট্রন সংখ্যা} = 1$$

$$\text{প্রোটনের ভর}, m_p = 1.672 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{নিউট্রনের ভর}, m_n = 1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\therefore B \text{ পরমাণুর মোট ভর} = (m_p + m_n)$$

$$= (1.672 \times 10^{-27} + 1.675 \times 10^{-27}) \text{ kg}$$

$$= 3.347 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\therefore \text{পরমাণুর ভর জুটি} = (6.64 \times 10^{-27} - 3.347 \times 10^{-27}) \text{ kg}$$

$$= 3.293 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

(ii) (i) অশ্ব হতে পাই, B পরমাণুর ভরজুটি,

$$\Delta m_B = 3.293 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

দেওয়া আছে, A পরমাণুর প্রকৃত ভর,  $m_A = 2 M$

$$= 2 \times 6.64 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$= 1.328 \times 10^{-26} \text{ kg}$$

$$A \text{ পরমাণুর মোট ভর} = (2 \times 1.672 \times 10^{-27} + 2 \times 1.675 \times 10^{-27}) \text{ kg}$$

$$= 6.694 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\therefore A \text{ পরমাণুর ভর জুটি}, \Delta m_A = (1.328 \times 10^{-26} - 6.694 \times 10^{-27}) \text{ kg}$$

$$= 6.586 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

A পরমাণুর বন্ধন শক্তি  $E_A = \Delta M_A \times c^2$

$$= 6.586 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2$$

$$= 5.9274 \times 10^{-10} \text{ J}$$

B পরমাণুর বন্ধন শক্তি  $E_B = \Delta M_B \times c^2$

$$= 3.293 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2$$

$$= 2.9637 \times 10^{-10} \text{ J}$$

$$\therefore \frac{E_A}{E_B} = \frac{5.9274 \times 10^{-10}}{2.9637 \times 10^{-10}}$$

$$\text{বা, } \frac{E_A}{E_B} = 2$$

$$\therefore E_A = 2 \times E_B$$

অতএব, নিউক্লিয়াসের বন্ধন ছিল করতে A পরমাণুর বেশি পরিমাণ শক্তি লাগবে।

#### চোট-৪ : ভর্তি পরীক্ষায় আসা সমস্যাবলি

সমস্যা ৫৫। কোনো তেজস্তির পদার্থের অর্ধায় 1000 বছর। কত বছর পর উহার তেজস্তির ক্ষয়াতি হয়ে  $\frac{1}{10}$  হবে, এই তেজস্তির পদার্থের গড় আয়ু কত হবে?

[বৃহত্তে '১৭-১৮]

$$\text{সমাধান : } T_1 = \frac{0.693}{\lambda}$$

$$\text{বা } \lambda = \frac{0.693}{1000} = 6.93 \times 10^{-4}$$

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

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

$$\text{বা, } -\lambda t = \ln\left(\frac{1}{10}\right) \text{ বা, } t = \frac{-\ln\left(\frac{1}{10}\right)}{6.93 \times 10^{-4}} = 3322.62 \text{ বছর}$$

$$\text{গড় আয়ু, } T = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{6.93 \times 10^{-4}} = 1443.0014 \text{ বছর।}$$

সমস্যা ৫৬। কোনো একটি তেজস্তির পদার্থের অর্ধায় 3.8 দিন। 8 দিনে এই পদার্থের শতকরা কত অংশ ক্ষয় হবে? [বৃহত্তে '১৭-১৮]

সমাধান :  $N = N_0 e^{-\lambda t}$

$$N = N_0 e^{-\frac{0.693}{3.8} \times 8}$$

$$N = 0.324 N_0$$

$$\therefore \text{ক্ষয় হবে} = (1 - 0.324) = 0.768 \text{ ভাগ} = 76.7\%$$

সমস্যা ৫৭।  $U^{238}$  এর অর্ধায়  $1.42 \times 10^{17} \text{ s.1 g } U^{238}$  থেকে প্রতি সেকেন্ডে কতগুলো পরমাণু ভেঙ্গে যাবে? [অ্যাটোগেজ্যো সংখ্যা,  $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ] [বৃহত্তে '১৮-১৯']

$$\text{সমাধান : } t_1 = \frac{\ln |2|}{\lambda}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{\ln |2|}{t_1} = \frac{\ln |2|}{1.42 \times 10^{17}} = 4.88 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$$

$$1 \text{ g } U^{238} \text{ এ পরমাণু সংখ্যা} = \frac{6.023 \times 10^{23}}{238} = 2.53 \times 10^{21}$$

$$\text{এখন, } N_0 - N = N_0 - N_0 e^{-\lambda t} \\ = N_0(1 - e^{-\lambda t}) \quad [\because t = 1s] \\ = 2.53 \times 10^{21} \times (1 - e^{-4.88 \times 10^{-18}}).$$

সমস্যা ৫৮। দেখাও যে, একটি প্রথম ক্রমবিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়াটির 99.9% শেষ হতে যে সময় লাগে তা বিক্রিয়াটির অর্ধেক শেষ হওয়ার সময়ের প্রায় 10 গুণ। [বৃহত্তে '১৮-১৫']

$$\text{সমাধান : আমরা জানি, } t = \frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{c_0}{c}\right)$$

$$99.9\% \text{ শেষ হতে, } t_1 = \frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{c_0}{0.001 \times c_0}\right) = \frac{1}{\lambda} \ln(1000)$$

$$\text{আবার, অর্ধেক শেষ হতে, } t_2 = \frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{c_0}{0.5c_0}\right) = \frac{1}{\lambda} \ln(2)$$

$$\text{এখন, } \frac{t_1}{t_2} = \frac{\ln(1000)}{\ln(2)} = 9.965 \approx 10.$$

সমস্যা ৫৯। কোন একটি তেজস্তির পদার্থের অর্ধায় 3.8 দিন। আট দিন পর এই পদার্থের শতকরা কত অংশ অবশিষ্ট থাকবে? [বৃহত্তে '০৭-০৮']

$$\text{সমাধান : } T_1 = \frac{0.693}{\lambda}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{0.693}{3.8} = 0.182 \text{ d}^{-1}$$

$$\therefore \left(\frac{N}{N_0}\right) = e^{-\lambda t} = e^{-0.182 \times 8} = 0.23248$$

$$\therefore \text{শতকরা অবশিষ্ট থাকবে} 23.248\%.$$

সমস্যা ৬০। হাইড্রোজেন পরমাণুতে একটি ইলেক্ট্রন একটি হোটেলকে ক্ষেত্র করে  $0.53 \text{ \AA}$  ব্যাসারিয়েট অবস্থিত আবর্তন করে। ইলেক্ট্রনটির কৌণিক ত্বরণ নির্ণয় কর। [ $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ,  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  and  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$ ] [বৃহত্তে '০৭-০৮']

সমাধান : অঙ্ক না করেও বলা যায় যে, কৌণিক ত্বরণ 0

$$v_n = \omega_n r_n$$

$$\text{বা, } \omega_n = \frac{v_0}{r_0} = \frac{e}{\sqrt{4\pi\epsilon_0 mr_n \times r_n}} = 4.1188 \times 10^{16} \text{ rad/s}$$

$$\frac{d\omega_n}{dt} = \frac{d}{dt} (\text{const}) = 0$$



সমস্যা ৬১। কাউট রেট ফিটারের সাহায্যে কোন তেজতির ক্ষয় সহিত যাপা যাব। কোন মূলত কাউট ফিটারে 4750 কাউট এতি ফিলিট পাঠ দেয়। পাচ ফিলিট পর এটি 2700 কাউট এতি ফিলিট পাঠ দেয়। তেজতির ক্ষয় অর্ধায় এবং কর ধ্বনির কর। [বৃহত্ত '০৫-০৬]

$$\text{সমাধান : } A_1 = ae^{-\lambda t} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$A_2 = Ae^{-\lambda(t+5)} \quad \dots \dots \dots (2)$$

(1) নং কে (2) নং থারা তাগ করে পাই,

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{e^{-\lambda t}}{e^{-\lambda(t+5)}}$$

$$\text{বা, } \frac{4750}{2700} = e^{-\lambda(1+5)} = e^{\lambda t}$$

$$\text{বা, } 5\lambda = \ln\left(\frac{4750}{2700}\right)$$

$$\therefore \lambda = 0.1129 \text{ min}^{-1}$$

$$\therefore t_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{0.1129} = 6.134 \text{ min}$$

সমস্যা ৬২।  $^{214}\text{Pb}_{32}$  এর অর্ধায় 26.8 ফিলিট। কি পরিমাণ তর থেকে এক ক্ষয় তেজতির পাওয়া যাবে তা বের কর। [অ্যাডোগেন্ডার সংখ্যা =  $6.023 \times 10^{23}$ ] [BUET '০০-০১]

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

$$\text{বা, } N = 8.58 \times 10^{13}$$

$$T_{\frac{1}{2}} = 26.8 \text{ min} = 1608 \text{ sec}$$

$$\therefore \lambda = 4.3106 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

$$\left[ \lambda = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} \right]$$

$$\text{যথন } N = 6.023 \times 10^{23}$$

$$\text{তখন, } m = 214 \text{ gm}$$

$$\therefore \text{যথন } N = 8.58 \times 10^{13}$$

$$\text{তখন, } m = \frac{214 \times 8.58 \times 10^{13}}{6.023 \times 10^{23}} = 3.05 \times 10^{-8} \text{ gm.}$$

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

$$\text{বা, } 3.7 \times 10^{10} = 4.3106 \times 10^{-4} \times N$$

সমস্যা ৬৩। কোনো তেজতির পদার্থের অর্ধায় 30 দিন। এর ক্ষয় ধ্বনির কর। কত সময় পর এর প্রারম্ভিক পরমাণু সংখ্যার এক অক্টম অবশ্য থাকবে? [বৃহত্ত '১৩-১৪]

$$\text{সমাধান : } \lambda = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{\ln 2}{30} = 0.023105 \text{ day}^{-1}$$

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{N_0}{N} = \frac{30}{\ln 2} \times \ln 8 = 3 \times 30 = 90 \text{ days}$$

সমস্যা ৬৪। এক শাখ রেডিয়াম 5 বৎসর  $\alpha$ -কণা বিকিরণের ফলে 2.1 mg করে যাব। রেডিয়ামের অর্ধায় বের কর। [বৃহত্ত '০৩-০৮]

সমাধান : আমরা জানি,

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

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\frac{\lambda t}{t} = -\frac{\ln 0.9979}{5 \text{ y}}$$

$$= 4.2 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$$

$$\therefore T = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{4.2 \times 10^{-4} \text{ y}} = 1648.27 \text{ y}$$

এখানে,

$$N_0 = \text{প্রারম্ভিক পরমাণু সংখ্যা}$$

$$N = \text{চূড়ান্ত পরমাণু সংখ্যা}$$

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

$$t = 5 \text{ y}$$

$$\lambda = ?$$

সমস্যা ৬৫। রেডিয়ামের অর্ধায় 1620 বৎসর। 1 gm রেডিয়াম 1 cgm কর হতে কত সময় লাগবে? [তিত : 23.49 y] [বৃহত্ত '১০-১১]

সমাধান : রেডিয়ামের অবক্ষয় ধ্বনির  $\lambda$  হলে

আমরা জানি,

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{0.693}{1620} \text{ y}^{-1}$$

$$\text{এখানে, অর্ধায় } T_{\frac{1}{2}} = 1620 \text{ y}$$

$$\text{রেডিয়ামের প্রারম্ভিক তর, } N_0 = 1 \text{ gm}$$

$$\text{করের পরিমাণ} = 1 \text{ cgm} = 0.01 \text{ gm}$$

$$\text{রেডিয়ামের অবশ্যিক তর, } N = 1 \text{ gm} - 0.01 \text{ gm} = 0.99 \text{ gm}$$

$$\text{সময়, } t = ?$$

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

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

$$\text{বা, } t = \frac{1}{-\lambda} \ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = \frac{1}{0.693} \ln\left(\frac{0.99 \text{ gm}}{1 \text{ gm}}\right) = 23.49 \text{ y}$$

সমস্যা ৬৬। কোন পারমাণবিক বোমার কিশন এক্সিপার 1kg তর লোপ পাব, তাহলে কত শক্তি নির্গত হবে। [বৃহত্ত '০৬-০৭]

সমাধান : এখানে, তর,  $m = 1 \text{ kg}$

আলোর দুর্তি,  $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ; নির্গত শক্তি,  $E = ?$

$$\text{আমরা জানি, } E = mc^2 = 1 \text{ kg} \times (3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}) = 9 \times 10^{16} \text{ J}$$

সমস্যা ৬৭। একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেক্ট্রন ত্বরীর কক্ষপথ থেকে বিতীর কক্ষপথে গেলে নিঃস্ত বিকিরণের কম্পাঙ্ক কত? [বৃহত্ত '০৫-০৬]

$$\text{সমাধান : } \text{নিঃস্ত বিকিরণের কম্পাঙ্ক, } v = \frac{mc^4}{8h^3 \epsilon_0^2} \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

এখানে,  $n_1 = 2$  এবং  $n_2 = 3$ ; ইলেক্ট্রনের তর,  $m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$

ইলেক্ট্রনের চার্জ,  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

প্রাঙ্কের ধ্বনি,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J sec}$

ডেঙ্ক,  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$

$$\therefore v = \frac{9.11 \times 10^{-31} \times (1.6 \times 10^{-19})^4}{8 \times (6.63 \times 10^{-34})^3 \times (8.854 \times 10^{-12})^2} \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

$$= \frac{59.703 \times 10^{-107} \times 0.138889}{182.77 \times 10^3 \times 10^{-126}} = 4.537 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

সমস্যা ৬৮। একটি তেজতির পদার্থের তেজতির ক্ষয় পদার্থের অর্ধায় 30 ব্টার প্রার্থিক মানের  $\frac{1}{16}$  অংশ অবশ্যিক থাকলে পদার্থের অর্ধায় কত হবে? [বৃহত্ত '১০-১১]

সমাধান : তেজতির পদার্থের ক্ষয় ধ্বনির  $\lambda$  হলে

$$\text{আমরা জানি, } \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$$

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

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

$$= -\frac{1}{30 \text{ h}} \ln\left(\frac{1}{16}\right)$$

$$\therefore \lambda = 0.0924 \text{ h}^{-1}$$

$$\text{এখন, অর্ধায়, } T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{0.0924 \text{ h}^{-1}} = 7.5 \text{ h}$$

সমস্যা ৬৯। 1 g তরের একটি তেজতির ক্ষয় 55 দিনে 0.9 g তর হারাব। ক্ষতির অর্ধায় ও গড় আয়ু কত? [বৃহত্ত '০৮-০৯]

সমাধান : দেওয়া আছে, আদি তর,  $N_0 = 1.0 \text{ g}$

সময়কাল,  $t = 55 \text{ d}$ ; হারানো তর,  $N_0 - N = 0.9 \text{ g}$

$$\therefore \text{অবশ্যিক তর, } N = N_0 - 0.9 \text{ g} = 1.0 \text{ g} - 0.9 \text{ g} = 0.1 \text{ g}$$

বের করতে হবে, অর্ধায়,  $T = ?$  এবং গড় আয়ু,  $\tau = ?$

অবক্ষয় ধ্বনি,  $\lambda$  হলে আমরা জানি,  $N = N_0 e^{-\lambda t}$

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

$$\therefore \lambda = -\frac{1}{t} \ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = -\frac{1}{55 \text{ d}} \ln\left(\frac{0.1 \text{ g}}{1.0 \text{ g}}\right) = 0.041865 \text{ d}^{-1}$$

$$\therefore \text{অর্ধায়, } T = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{0.041865 \text{ d}^{-1}} = 16.55 \text{ d}$$

$$\text{এবং গড় আয়ু, } \tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0.041865 \text{ d}^{-1}} = 23.886$$



সমস্যা ৭০। একটি বৃত্তে 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 অর্ধায় 2.70 d] [কুয়েট '০৩-০৮]

$$\text{সমাধান : } N = 10^9 - 3 \times 10^8 = 7 \times 10^8$$

$$\text{আমরা জানি, } N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } 7 \times 10^8 = 10^9 e^{-0.257 t}$$

$$\therefore t = 1.39 \text{ d}$$

$$N_0 = 10^9$$

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

## ১০. আধির হোসেন খান, মোহাম্মদ ইসহাক ও ড. মো. মজবুল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১। হাইড্রোজেন পরমাণুর ২য় ইলেক্ট্রনীয় কক্ষের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। [বা,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$ ,  $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$  ও  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  একক।]

$$\text{সমাধান : এখানে, } N = 2; h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

$$m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}; e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{শূন্যস্থানের তেজনযোগ্যতা, } \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$2য় কক্ষপথের বোর ব্যাসার্ধ, r<sub>2</sub> = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } r_N = \frac{N^2 h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2}$$

$$\therefore r_2 = \frac{(2)^2 \times (6.63 \times 10^{-34})^2 \times 8.85 \times 10^{-12}}{\pi \times 9.1 \times 10^{-31} \times (1.6 \times 10^{-19})^2} \text{ m} = 2.13 \times 10^{-10} \text{ m} = 2.13 \text{ Å}$$

$$\text{অতএব, হাইড্রোজেন পরমাণুর ২য় বোর কক্ষের ব্যাসার্ধ } 2.13 \text{ Å} \text{।}$$

সমস্যা ২। হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রথম বোর কক্ষের ব্যাসার্ধ  $0.53 \text{ Å}$

হলে, দ্বিতীয় কোরাণ্টাম ত্ত্বে ইলেক্ট্রনটির গতিবেগ কত?

সমাধান : এখানে, হাইড্রোজেনের পারমাণবিক ত্ত্ব,  $Z = 1$

$$\text{তত্ত্বাত্মক, } e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{তেজনযোগ্যতা, } \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$\text{বিতীয় কক্ষ, } n = 2$$

$$\text{প্লাজ্যের ধ্রুবক, } h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}; \text{ দুর্তি, } v_2 = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } v_2 = \frac{Ze^2}{2\epsilon_0 nh}$$

$$= \frac{1 \times (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^2}{2 \times 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \times 2 \times 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}}$$

$$= 1.1 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, হাইড্রোজেন পরমাণুর দ্বিতীয় বোর কক্ষে ইলেক্ট্রনের দুর্তি  $1.1 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$ ।

সমস্যা ৩। হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রথম বোর কক্ষপথে আবর্তনর ইলেক্ট্রনের শক্তি -  $13.6 \text{ eV}$ । এর দ্বিতীয় কক্ষপথ থেকে প্রথম কক্ষপথে ইলেক্ট্রন পতনের ফলে নিম্নস্ত কোটনের শক্তি কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [ডিগ্রি :  $10.2 \text{ eV}$ ]

সমস্যা ৪। উভেজিত অবস্থায় হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেক্ট্রনের শক্তি -  $-0.54 \text{ eV}$ । বোরের তত্ত্ব থেকে ইলেক্ট্রনের কৌণিক তরবেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, উভেজিত অবস্থায় ইলেক্ট্রনের শক্তি,  $E = -0.54 \text{ eV}$

$$\text{ইলেক্ট্রনের ত্ত্ব, } m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{ইলেক্ট্রনের আধান, } e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{প্লাজ্যের ধ্রুবক, } h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$\text{শূন্যস্থানের তেজনযোগ্যতা, } \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$\text{কম্পপথ } n \text{ হলে, } E = - \frac{me^4}{8n^2 h^2 \epsilon_0^2}$$

$$\text{বা, } -0.54 \text{ eV} = \frac{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^4}{8 \times n^2 \times (6.63 \times 10^{-34} \text{ Js})^2 \times (8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2})^2}$$

$$\text{বা, } 0.54 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} = \frac{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^4}{8 \times n^2 \times 43.96 \times 10^{-68} \text{ J}^2 \text{ s}^2 \times 78.32 \times 10^{-24} \text{ C}^4 \text{ N}^{-2} \text{ m}^{-4}}$$

$$\text{বা, } n^2 = \frac{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^4}{8 \times 43.97 \times 10^{-68} \text{ J}^2 \text{ s}^2 \times 78.32 \times 10^{-24} \text{ C}^4 \text{ N}^{-2} \text{ m}^{-4} \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}}$$

$$\text{বা, } n^2 = 25$$

$$\therefore n = 5$$

এখন, কৌণিক কম্পাঙ্ক  $L$  হলে,  $L = \frac{n\hbar}{2\pi}$

$$= \frac{5 \times 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}}{2\pi}$$

$$= 5.29 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

নির্ণয় কৌণিক ভরবেগ  $5.29 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

সমস্যা ৫। অ্যালুমিনিয়াম নিউক্লিয়াসের সংকেত  $_{13}Al^{27}$ । এই নিউক্লিয়াসের প্রোটন সংখ্যা, নিউট্রন সংখ্যা, ভরসংখ্যা ও পারমাণবিক সংখ্যা কত?

সমাধান : এখানে, অ্যালুমিনিয়ামের সংকেত  $_{13}Al^{27}$

$$\text{প্রোটন সংখ্যা} = \text{ইলেক্ট্রন সংখ্যা} = 13$$

$$\therefore \text{নিউট্রন সংখ্যা} = (27 - 13) = 14$$

$$\text{ভর সংখ্যা} = 27$$

$$\text{পারমাণবিক সংখ্যা} = 13$$

সমস্যা ৬। হাইড্রোজেন পরমাণুর ত্ত্ব কক্ষপথের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর।

এখানে,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$ . ইলেক্ট্রনের ত্ত্ব =  $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

এবং ইলেক্ট্রনের চার্জ =  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

সমাধান : এখানে, প্লাজ্যের ধ্রুবক,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

ইলেক্ট্রনের ত্ত্ব,  $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

ইলেক্ট্রনের চার্জ,  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

ত্ত্বাত্মক কক্ষপথে,  $N = 3$ ,

$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$

ত্ত্বাত্মক কক্ষপথের ব্যাসার্ধ,  $r_3 = ?$

$$\text{আমরা জানি, } r_N = \frac{N^2 h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2}$$

$$\therefore r_3 = \frac{9h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2} = \frac{9 \times (6.63 \times 10^{-34})^2 \times 8.85 \times 10^{-12}}{\pi \times 9.1 \times 10^{-31} \times (1.6 \times 10^{-19})^2} \text{ m}$$

$$= 4.78 \times 10^{-10} \text{ m} = 4.784 \text{ Å} \quad [\because 1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}]$$

$$\therefore r_3 = 4.784 \text{ Å}$$

অতএব, হাইড্রোজেন পরমাণুর ত্ত্বাত্মক কক্ষপথের ব্যাসার্ধ  $4.786 \text{ Å}$ ।

সমস্যা ৭। হাইড্রোজেনের পরমাণুর ভূমিকরের (প্রথম কক্ষপথের) ইলেক্ট্রনের শক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮। একটি হাইড্রোজেন পরমাণু -  $1.5 \text{ eV}$  শক্তি অবস্থা থেকে  $-3.4 \text{ eV}$  অবস্থায় আসলে যে কোটন নিম্নলোগ করবে তার কম্পাঙ্ক ও তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত হবে? এ বিক্রিয়া কি দৃশ্যমান হবে? [ $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$ ]

সমাধান : এখানে, নিম্নশক্তি ত্ত্ব,  $E_u = -3.4 \text{ eV}$

উচ্চ শক্তি ত্ত্ব,  $E_l = -1.5 \text{ eV}$

প্লাজ্যের ধ্রুবক,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$

কম্পাঙ্ক,  $U = ?$

আমরা জানি,  $hU = E_u - E_l$

$$\text{বা, } U = \frac{E_u - E_l}{h} = \frac{-1.5 \text{ eV} - (-3.4 \text{ eV})}{6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}}$$

$$= 2.86 \times 10^{33} \text{ eV/J-s} = 2.86 \times 10^{33} \times 1.60 \times 10^{-19} \text{ Hz}$$

$$= 4.59 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\text{আবার, আমরা জানি, } c = U\lambda \text{ বা } \lambda = \frac{c}{U} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}^{-1}}{4.59 \times 10^{14} \text{ Hz}}$$

$$= 6.536 \times 10^{-7} \text{ m} = 6536 \text{ Å}^*$$

অতএব, কম্পাঙ্ক  $4.59 \times 10^{14} \text{ Hz}$ , তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $6536 \text{ Å}$  এবং বিক্রিয়া দৃশ্যমান হবে।



সমস্যা ৯।  $^{232}_{90}\text{Th}$  তেজক্তিয় আইসোটোপ পরম্পর হলটি  $\alpha$ -কণা এবং চারটি  $\beta$ -কণা নিম্নরূপ করে। এর কলে উৎপন্ন আইসোটোপের তর সংখ্যা ও পারমাণবিক সংখ্যা কত হবে? আইসোটোপটি কী হবে?

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১০।  $\text{Au}^{198}$  এর অর্ধায় ২.৭০ দিন।  $\text{Au}^{198}$  এর অবকর ধ্রুবক কৈবল্য।

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর :  $0.257 \text{ d}^{-1}$ ]

সমস্যা ১১। একটি তেজক্তিয় পদার্থের অর্ধায় ৫ ঘণ্টা। এর ক্ষয় ধ্রুবকের ঘান কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{0.693}{T} \\ &= \frac{0.693}{0.208 \text{ d}} = 3.33 \text{ d}^{-1}. \\ &= \frac{3.33}{86400} \text{ s}^{-1} = 3.85 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}\end{aligned}$$

অতএব, ক্ষয় ধ্রুবকের ঘান  $3.85 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ ।

সমস্যা ১২।  $\text{Au}^{198}$  এর অর্ধায় ২.৭ দিন। এক  $\text{Au}^{198}$  এর 25% ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned}N &= N_0 e^{-\lambda t} \\ \text{বা, } \frac{3}{4} N_0 &= N_0 e^{-\lambda t} \\ \text{বা, } -0.257 t &= \ln \frac{3}{4} \\ \therefore t &= \frac{\ln \frac{3}{4}}{-0.257} \text{ d} = 1.12 \text{ d}\end{aligned}$$

অতএব, প্রয়োজনীয় সময়  $1.12 \text{ d}$ ।

সমস্যা ১৩। একটি রেডনের 40% ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে? রেডনের অর্ধায় ৩.৮২ দিন।

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর :  $2.82 \text{ d}$ ]

সমস্যা ১৪। প্রতি ফিশনে 200 meV শক্তি নির্গত হলে  $10 \text{ mW}$  ক্ষমতা উৎপাদনে প্রতি সেকেন্ডে কতটি ফিশন হতে হবে?

সমাধান : এখানে, উৎপাদিত ক্ষমতা,  $P = 10 \text{ mW} = 10 \times 10^6 \text{ W}$   
 $= 10 \times 10^6 \text{ J/s}$   
 $= \frac{10 \times 10^6}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV/s}$   
 $= 6.25 \times 10^{25} \text{ eV/s}$

প্রতি ফিশনে নির্গত শক্তি  $= 200 \text{ meV} = 200 \times 10^{-6} \text{ eV}$   
 $\therefore$  প্রতি সেকেন্ডে ফিশনের সংখ্যা  $= \frac{6.25 \times 10^{25}}{200 \times 10^{-6}} = 3.125 \times 10^{17}$

সমস্যা ১৫।  $\alpha$  কণার বন্ধন শক্তি নির্ণয় কর।

$|m_p = 1.00758 \text{ a. m.u.}, m_N = 1.00894 \text{ a. m.u.}$

$$\begin{aligned}M\left({}_2^4\text{He}_c\right) &= 4.00389 \text{ a. m.u.} + 1 \text{ a. m.u.} \\ &= 1.66038 \times 10^{-27} \text{ kg}\end{aligned}$$

সমাধান :  $\alpha$  কণা হলো বি-আয়নিত হিলিয়াম পরমাণু। এর নিউক্লিয়াসে দুটি প্রোটন ও দুটি নিউট্রন আছে।

দুটি প্রোটনের ভর  $= 2 \times 1.00758 \text{ a. m.u.} = 2.01516 \text{ a. m.u.}$

এবং দুটি নিউট্রনের ভর  $= 2 \times 1.00894 \text{ a. m.u.} = 2.01788 \text{ a. m.u.}$

$$\therefore \text{তাদের সম্পুর্ণ ভর} = (2.01516 + 2.01788) \text{ a. m.u.} \\ = 4.03304 \text{ a. m.u.}$$

কিন্তু হিলিয়াম নিউক্লিয়াসের প্রকৃত ভর  $= 4.00389 \text{ a. m.u.}$

∴ ভর ঘাটতি,

$$\begin{aligned}\Delta m &= (4.03304 - 4.00389) \text{ a. m.u.} = 0.02915 \text{ a. m.u.} \\ &= 0.02915 \times 1.66038 \times 10^{-27} \text{ kg} = 4.84 \times 10^{-29} \text{ kg}\end{aligned}$$

কিন্তু আলোর বেগ,  $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

$$\begin{aligned}\therefore \text{বন্ধন শক্তি} &= \Delta m c^2 = 4.84 \times 10^{-29} \times (3 \times 10^8)^2 \text{ J} \\ &= 4.356 \times 10^{-12} \text{ J} \\ &= \frac{4.356 \times 10^{-12}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} = -27.225 \text{ MeV}\end{aligned}$$

এখানে, বন্ধন তাঙ্গার প্রয়োজনীয় শক্তি  $<$  বন্ধন সৃষ্টি নির্গত শক্তি।

এ কারণে, বন্ধন শক্তি  $= -27.225 \text{ MeV}$

সমস্যা ১৬। রেডনের অর্ধায় ৩.৮২ দিন হলে এক খণ্ড রেডনের 75% ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে?

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর :  $7.64 \text{ d}$ ]

সমস্যা ১৭। একটি তেজক্তিয় পদার্থে অর্ধায় ১৫ দিন। কত দিনে ৫ পদার্থে 65% ক্ষয়প্রাপ্ত হবে?

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : প্রয়োজনীয় সময়  $22.72 \text{ d}$ ]

সমস্যা ১৯। ট্রিটিয়ামের অর্ধায় 12.5 বছর। 25 বছর পর একটি নিন্দিত ট্রিটিয়াম বন্ধুর কত অংশ অবশিষ্ট থাকবে?

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২০। প্রোটন ও নিউট্রনের ভর যথাক্রমে  $1.007285 \text{ amu}$  ও  $1.004665 \text{ amu}$  হলে  ${}_6\text{C}^{12}$ -এর ভরতুটি ও মোট বন্ধন শক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ওভেনেন গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর :  $0.0957 \text{ amu}$ ,  $89.145 \text{ MeV}$ ]

সমস্যা ২১। প্রোটনের ভর  $1.00728 \text{ amu}$  এবং নিউট্রনের ভর  $1.00865 \text{ amu}$  হলে  ${}_{17}\text{Cl}^{35}$ -এর ভরতুটি ও বন্ধন শক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, প্রোটনের ভর,  $M_p = 1.00728 \text{ amu}$

নিউট্রনের ভর,  $M_n = 1.00865 \text{ amu}$

$$17 \text{ টি প্রোটনের ভর} = 17 \times 1.00728 \text{ amu} = 17.12376 \text{ amu}$$

$$18 \text{ টি নিউট্রনের ভর} = 18 \times 1.00865 \text{ amu} = 18.1557 \text{ amu}$$

$$(17 \text{ টি প্রোটন} + 18 \text{ টি নিউট্রন}) \text{ এর ভর} = (17.12376 + 18.1557) \text{ amu} \\ = 35.27946 \text{ amu}$$

${}_{17}\text{Cl}^{35}$  নিউক্লিয়াসের ভর  $= 34.9685 \text{ amu}$

${}_{17}\text{Cl}^{35}$  নিউক্লিয়াসের ভর  $= 34.9685 \text{ amu}$

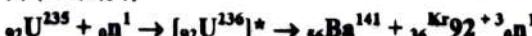
$$\therefore \text{ভরতুটি} = (35.27946 - 34.9685) \text{ amu} = 0.31061 \text{ amu}$$

$$\therefore \text{মোট বন্ধন শক্তি} = 0.31061 \text{ amu} \times 931.5 \text{ MeV}$$

$$[1 \text{ amu} = 931.5 \text{ MeV}]$$

$$= 289.33 \text{ MeV}$$

সমস্যা ২২। 1 kg ভরের  ${}_{92}\text{U}^{235}$  নিচের বিক্রিয়ার মাধ্যমে কত শক্তি নির্গত করবে?



$[{}_{92}\text{U}^{235}$ -এর ভর  $= 235.04 \text{ amu}$ ,  ${}_{56}\text{Ba}^{141}$  এর ভর  $= 140.31 \text{ amu}$ ,

${}_{36}\text{Kr}^{92} = 91.91 \text{ amu}$ ,  ${}_0\text{n}^1 = 1.01 \text{ amu}$ ,  $1 \text{ amu} = 932 \text{ MeV}$ ,  $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ]

সমাধান : এখানে,  ${}_{92}\text{U}^{235} + {}_0\text{n}^1$ -এর ভর  $= (235.04 + 1.01) \text{ amu} \\ = 236.05 \text{ amu}$

আবার,  ${}_{56}\text{Ba}^{141} + {}_{36}\text{Kr}^{92} + {}_3\text{e}^+$ -এর মোট ভর

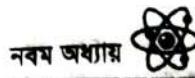
$$= (140.31 + 91.91 + 3.03) \text{ amu}$$

$$= 235.25 \text{ amu}$$

$$\therefore \text{নির্গত শক্তি} = ((236.05 - 235.25) \times 6.02 \times 10^{23} \times 932) \text{ MeV}$$

$$= 4.49 \times 10^{26} \text{ MeV}$$

অতএব, নির্গত শক্তি,  $4.49 \times 10^{26} \text{ MeV}$ ।



## নবম অধ্যায় পরমাণুর মডেল এবং নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

২৪৫

সমস্যা ২৪।  $Ra^{226}$ -এর অর্ধায় 1622 বছর। এতি সেকেতে 5 শাখা  $Ra^{226}$  হতে কতগুলো পরমাণু তাজাতে থাকবে?

সমাধান: অর্ধায়,  $T_1 = \frac{1}{2} = 1622 \text{ yr} = (1622 \times 365 \times 24 \times 3600) \text{ s}$

$$\therefore \lambda = \frac{0.693}{T_1}$$

$$= \frac{0.693}{(1622 \times 365 \times 24 \times 3600) \text{ s}} = 1.355 \times 10^{-11} \text{ s}^{-1}$$

$$\text{আবার, } 5\text{g রেডিয়ামে পরমাণুর সংখ্যা} = \frac{6.02 \times 10^{23} \times 5}{226} \text{টি}$$

$$\therefore \text{প্রতি সেকেতে পরমাণু তাজাতে} = 1.355 \times 10^{-11} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \times 5}{226} \text{ s}^{-1}$$

$$= 18.05 \times 10^{10} \text{টি}$$

অতএব,  $18.05 \times 10^{10}$  টি পরমাণু তাজাতে থাকবে।

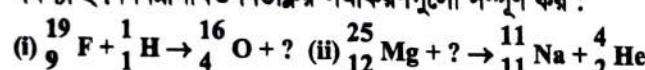
সমস্যা ২৫। একখন রেডিয়াম 5000 বছর তেজক্তিয় বিক্রিয়ণ নিম্নসরণ করে এক-গুণাংশে পরিষ্কৃত হয়। রেডিয়ামের অবক্ষয় ধূবক নির্ণয় করো।

সমাধান: শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর: অবক্ষয় ধূবক  $3.22 \times 10^{-4} \text{ yr}^{-1}$ ]

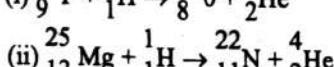
সমস্যা ২৬।  $_{82}\text{Pb}^{224}$  এর অর্ধায় 23.4 মিনিট। এর কী পরিমাণ ভর থেকে এক কুণ্ডী তেজক্তিয়তা পাওয়া যাবে?

সমাধান: শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর:  $2.78 \times 10^{-8} \text{ g}$ ]

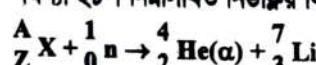
সমস্যা ২৭। নিম্নলিখিত নিউক্লিয় সমীকরণগুলো সম্পূর্ণ কর:



সমাধান: (i)  ${}_{9}^{19}\text{F} + {}_{1}^{1}\text{H} \rightarrow {}_{8}^{16}\text{O} + {}_{2}^{4}\text{He}$



সমস্যা ২৮। নিম্নলিখিত নিউক্লিয় বিক্রিয়ায় X নিউক্লিয়াসটিকে সনাত্ত কর?



সমাধান: এখানে,  $Z + 0 = 2 + 3$

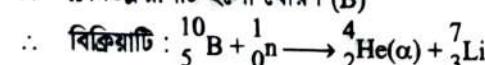
বা,  $Z = 5$

আবার,  $A + 1 = 4 + 7$

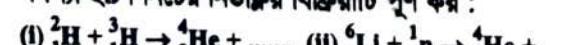
বা,  $A = 10$

এখানে, পারমাণবিক সংখ্যা  $Z = 5$

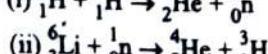
$\therefore X$  নিউক্লিয়াসটি হলো বোরণ (B)



সমস্যা ২৯। নিচের নিউক্লিয় বিক্রিয়াটি পূর্ণ কর:



সমাধান: (i)  ${}_{1}^{2}\text{H} + {}_{1}^{3}\text{H} \rightarrow {}_{2}^{4}\text{He} + {}_{0}^{1}\text{n}$



সমস্যা ৩০। কোনো একটি তেজক্তিয় পদার্থের অর্ধায় 3.8 দিন। আট দিন পর এই পদার্থের শতকরা কত অংশ অবশিষ্ট থাকবে?

সমাধান: আমরা জানি,

$$T = \frac{0.693}{\lambda}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{0.693}{T}$$

$$= \frac{0.693}{3.8 \text{ d}} = 0.18237 \text{ d}^{-1}$$

ধরি, ট্রিটিয়ামের প্রার্থিক পরমাণুর সংখ্যা  $N_0$  এবং  $t = 8$  দিন পর এতে  $N$  সংখ্যক পরমাণু অবশিষ্ট থাকবে?

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

$$\frac{N}{N_0} = e^{-0.18237 \times 8} = 0.232$$

বা,  $N = N_0$  এর 23.2%

অতএব, শতকরা 23.2% অবশিষ্ট থাকবে।

সমস্যা ৩১। প্রথম ক্রম বিক্রিয়ায় অর্ধায় 50 সেকেতে, 75% বিক্রিয়া শেষ করতে কত সময় লাগবে?

সমাধান: শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর: 100 s]

সমস্যা ৩২। 1 kg ভরে তেজক্তিয় মৌলের একটি বৃত্তের মধ্যে 48 দিন পর এই মৌলের শার ও 0.25 kg পাওয়া যায়। মৌলটির অর্ধায় কত?

সমাধান: আমরা জানি,

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

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

$$\text{বা, } \frac{0.25 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} = e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{4} = e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } \ln \frac{1}{4} = -48 \lambda$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{\ln \frac{1}{4}}{-48} \text{ d}^{-1} = 0.02888 \text{ d}^{-1}$$

আমরা জানি,

$$\text{অর্ধায়, } T = \frac{0.693}{0.02888 \text{ d}^{-1}} = 24 \text{ d}$$

অতএব, মৌলটির অর্ধায় 24 d।

সমস্যা ৩৩। তেজক্তিয় রেডিনের অর্ধায় 3.8 দিন। আদি পরমাণুর সংখ্যা 30% কয় হতে কত সময় লাগে?

সমাধান: শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর: 1.95 d]

সমস্যা ৩৪। কোন একটি তেজক্তিয় বৃত্তের অর্ধায় 6.93 দিন। কতদিন পরে এই তেজক্তিয়তার শার ও  $\frac{1}{10}$  th অবশিষ্ট থাকবে?

[BUTEx '06-07, 04-05; CUET '09-10, 05-06]  
সমাধান:  $T_1 = \frac{\ln 2}{\lambda}$ ;  $\lambda = \frac{0.693}{T_1} = \frac{0.693}{6.93} = 0.1 \text{ day}^{-1}$

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

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

$$\text{বা, } \frac{1}{10} = e^{-\lambda t} \quad \text{বা, } \ln 0.1 = -\lambda t \quad \text{বা, } 2.3025 = \lambda t$$

$$\text{বা, } t = \frac{2.3026}{0.1} = 23.026 \text{ days.}$$

সমস্যা ৩৫। হাইড্রোজেনে পরমাণুতে একটি ইলেক্ট্রন একটি হোটেনকে কেন্দ্র করে  $0.53 \text{ \AA}$  ব্যাসার্থবিশিষ্ট অরবিটে আবর্তন করে।

ইলেক্ট্রনটির কৌণিক ত্বরণ নির্ণয় কর। [ $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ,  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  এবং  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$ ] [BUET '07-08]

সমাধান: অঙ্ক না করেও বলা যায় যে, কৌণিক ত্বরণ 0

$$V_a = \omega_a r_a$$

$$\text{বা, } \omega_a = \frac{V_a}{r_a} = \frac{e}{\sqrt{4\pi\epsilon_0 m r_a \times r_a}} = 4.1188 \times 10^{16} \text{ rad/s}$$

$$\frac{d\omega_a}{dt} = \frac{d}{dt} (\text{const}) = 0$$

সমস্যা ৩৮। কোন একটি তেজক্রিয় পদার্থের অর্ধায় 3.8 দিন। আট দিন পর এই পদার্থের শতকরা কত অংশ অবশিষ্ট থাকবে? [BUET '07-08]

$$\text{সমাধান: } T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda} \text{ বা, } \lambda = \frac{0.693}{3.8} = 0.182 \text{ d}^{-1}$$

$$\therefore \left( \frac{N}{N_0} \right) = e^{-\lambda t} = e^{-1.82 \times 8} = 0.23248$$

শতকরা অবশিষ্ট থাকবে 23.248%।

সমস্যা ৩৯। দেখাও যে, একটি প্রথম ক্রম বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়াটির 99.9% শেষ হতে যে সময় সাগে তা বিক্রিয়াটির অর্ধেক শেষ হওয়ার সময়ের প্রায় 10 গুণ। [BUET '14-15]

সমাধান: আমরা জানি,

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \left( \frac{c_0}{c} \right)$$

$$99.9\% \text{ শেষ হতে, } t_1 = \frac{1}{\lambda} \ln \left( \frac{c_0}{0.001 \times c_0} \right) = \frac{1}{\lambda} \ln (1000)$$

$$\text{আবার, অর্ধেক শেষ হতে, } t_2 = \frac{1}{\lambda} \ln \left( \frac{c_0}{0.5c_0} \right) = \frac{1}{\lambda} \ln (2)$$

$$\text{এখন, } \frac{t_1}{t_2} = \frac{\ln (1000)}{\ln (2)} = 9.965 \approx 10.$$

### ৩। গোলাম হোসেন প্রামাণিক, দেওয়ান নাসির উদ্দিন ও রবিউল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুবালনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১। হাইড্রোজেন পরমাণুর ওয়ে কক্ষপথের ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো। এখানে,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$ , ইলেক্ট্রনের ভর =  $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$  এবং ইলেক্ট্রনের চার্জ =  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

সমাধান: শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর:  $4.784 \text{ \AA}$ ]

সমস্যা ২। হাইড্রোজেন পরমাণুর ১০ম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। প্রথম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ  $0.53 \text{ \AA}$ ।

সমাধান: শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর:  $53 \text{ \AA}$ ]

সমস্যা ৩। হাইড্রোজেন পরমাণুর ওয়ে কক্ষপথের শক্তি নির্ণয় কর। এখানে,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$ , ইলেক্ট্রনের ভর =  $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$  এবং ইলেক্ট্রনের চার্জ  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ।

সমাধান: আমির ও ইসহাক স্যারের ৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর:  $1.15 \text{ eV}$ ]

সমস্যা ৪। একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রথম কক্ষের শক্তি -  $13.6 \text{ eV}$ । একটি ইলেক্ট্রন তৃতীয় কক্ষপথ থেকে হিতীয় কক্ষপথে গমন করলে নির্ণিত ফোটনের কম্পাঙ্ক কত হবে?

সমাধান: শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর:  $4.56 \times 10^{14} \text{ Hz}$ ]

সমস্যা ৫। একটি হাইড্রোজেন পরমাণু -  $1.5 \text{ eV}$  শক্তি অবস্থা থেকে  $-3.4 \text{ eV}$  অবস্থায় আসলে যে ফোটন নিঃসেরণ করবে তার কম্পাঙ্ক কত হবে?

সমাধান: শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৬। একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রথম কক্ষের শক্তি -  $13.6 \text{ eV}$ । একটি ইলেক্ট্রন তৃতীয় কক্ষপথ থেকে প্রথম কক্ষপথে গমন করলে নির্ণিত ফোটনের কম্পাঙ্ক কত হবে নির্ণয় কর।

সমাধান: শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর:  $2.91 \times 10^{15} \text{ Hz}$ ]

সমস্যা ৭। সোডিয়াম পরমাণু থেকে হলুদ বর্ণের একটি বিকিরণ নিঃস্তৃত হয় যার তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $589.6 \times 10^{-9} \text{ m}$ । যে দূর্তি শক্তি তারের মধ্যে এই বিকিরণ হয় তাদের শক্তির পার্বক্য কত?

সমাধান: শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮। কোনো তেজক্রিয় পদার্থের ক্রয় ধ্রুকের যান  $0.00385/\text{s}$ । এর অর্ধায় কত?

সমাধান: শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর: অর্ধায়  $180 \text{ s}$ ]

সমস্যা ৯। একটি তেজক্রিয় পদার্থের অর্ধায় 5 ঘণ্টা। এর ক্রয় ধ্রুকের মান কত?

সমাধান: শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর:  $3.85 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ ]

সমস্যা ১০। রেডিয়ামের গড় আয় 2294 বছর। এর অবক্ষয় ধ্রুক ও অর্ধায় বের কর।

সমাধান: আমরা জানি, গড় আয়,  $t = 2294 \text{ y}$  এখানে,

গড় আয়,  $t = 2294 \text{ y}$  অবক্ষয় ধ্রুক,  $\lambda = ?$   
অর্ধায়,  $T_{\frac{1}{2}} = ?$

বা,  $\lambda = \frac{1}{t} = \frac{1}{2294 \text{ y}^{-1}}$   
 $= 4.36 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$

এবং অর্ধায়,  $T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{4.36 \times 10^{-4} \text{ y}} = 1589 \text{ y}$

অতএব, অর্ধায়  $1589 \text{ y}$  ও অবক্ষয় ধ্রুক  $4.36 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$ ।

সমস্যা ১১। কোনো একটি তেজক্রিয় পদার্থের অর্ধায় 10 দিন। কতদিনে ঐ পদার্থের 75% ক্ষয়প্রাপ্ত হবে?

সমাধান: ক্ষয় = 75%

∴ অক্ষত থাকে =  $(100 - 75) = 25\%$

ধরি, তেজক্রিয় মৌলের প্রাথমিক পরমাণুর সংখ্যা =  $N_0$

অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা =  $N$

∴  $\frac{N}{N_0} = 25\% = \frac{25}{100} = 0.25$

আমরা জানি,  $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t} \dots\dots\dots (1)$  এখানে,  
অর্ধায়,  $T_{\frac{1}{2}} = 10 \text{ d}$

অবক্ষয় ধ্রুক,  $\lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{0.693}{10 \text{ d}}$

$= 0.0693 \text{ d}^{-1}$

সমীকরণ (1) নং হতে পাই,  $0.25 = e^{-0.0693 \text{ d}^{-1} \times t}$

বা,  $-0.0693 \text{ d}^{-1} \times t = \ln (0.25)$

বা,  $t = \frac{-1.3863}{-0.0693 \text{ d}^{-1}} = 20 \text{ d}$

∴ 20 দিনে ঐ পদার্থের 75% ক্ষয়প্রাপ্ত হয়।

সমস্যা ১২। কোনো তেজক্রিয় পদার্থের অর্ধায় 15 ঘণ্টা। এর ক্রয় ধ্রুকের প্রারম্ভিক তর  $4 \text{ g}$  হলে 60 ঘণ্টা পর কতটুকু অবশিষ্ট থাকবে?

সমাধান: শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর:  $0.25 \text{ g}$ ]

সমস্যা ১৩। এক খন রেডনের 40% ক্রয় হতে কত সময় লাগবে? রেডনের অর্ধায়  $3.82 \text{ দিন}$ ।

সমাধান: গোলাম হোসেন, নাসির ও রবিউল স্যারের ১১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর:  $2.82 \text{ d}$ ]

সমস্যা ১৪। রেডনের অর্ধায়  $3.82\%$  দিন। রেডনের তেজত্তির ধ্রুবকের মান কত এবং কত দিন পর রেডনের আর্ডিক মানের  $\frac{1}{20}$  অংশ অপরিবর্তিত থাকবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৫। একখন্ত রেডিয়াম  $4000$  বছর তেজত্তির বিকিরণ নিঃসরণ করে এক-গুণাবারে পরিষ্ঠ হয়। রেডিয়ামের অবক্ষয় ধ্রুবক নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$\text{তিত্তর} : 4.02 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}]$$

সমস্যা ১৬। এক গ্রাম খোরিয়াম থেকে প্রতি সেকেন্ডে  $4500$  টি আলুকা কণিকা নির্গত হয়। এক গ্রাম খোরিয়ামে পরমাণুর সংখ্যা  $2.61 \times 10^{21} \text{ C}$  হলে খোরিয়ামের অর্ধায় কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \frac{dN}{dt} &= \lambda N \\ \text{বা, } \lambda &= \frac{1}{N} \frac{dN}{dt} \\ \text{বা, } \lambda &= \frac{4500 \text{ s}^{-1}}{2.61 \times 10^{21}} \\ \therefore \lambda &= 1.72 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1} \\ \therefore \text{ক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda &= 1.72 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1} \\ \text{আবার, আমরা জানি, } T_1 &= \frac{0.693}{2} \\ &= \frac{0.693}{1.72 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}} = 4.029 \times 10^{17} \text{ s}^{-1} \\ &= \frac{4.029 \times 10^{17}}{60 \times 60 \times 24 \times 365} \text{ y}^{-1} \\ \therefore T_1 &= 1.28 \times 10^{10} \text{ y} \end{aligned}$$

অতএব, খেরিয়ামের অর্ধায়,  $1.28 \times 10^{10} \text{ y}$

$$\begin{aligned} \text{এখনে,} \\ \text{প্রতি সেকেন্ডে নির্গত আলুকা} \\ \text{কণার সংখ্যা, } \frac{dN}{dt} &= 4500 \\ N &= 2.61 \times 10^{21} \\ \text{অর্ধায়, } T_1 &= ? \\ &\frac{2}{2} \end{aligned}$$

সমস্যা ১৭। আরডিক অবস্থায় কোনো ব্রহ্মতে যদি  $10^8$  সংখ্যক রেডন পরমাণু থাকে, তাহলে একদিনে কত সংখ্যক পরমাণু তেজত্তে যাবে? রেডনের অর্ধায়  $7$  দিন।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$\text{তিত্তর} : 9.43 \times 10^6 \text{ সংখ্যক পরমাণু তেজত্তে যাবে}$$

সমস্যা ১৮। ইউরেনিয়ামের অর্ধায়  $45 \times 10^8$  বছর। এর গড় আয়ু নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$\text{তিত্তর} : \text{গড় আয়ু } 6.49 \times 10^9 \text{ y}$$

সমস্যা ১৯। একখন্ত  $^{198}\text{Au}$  এর  $75\%$  ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে?  $^{198}\text{Au}$  এর অর্ধজীবন  $2.7$  দিন।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$\text{তিত্তর} : \text{প্রয়োজনীয় সময় } 5.4 \text{ d}$$

সমস্যা ২০। রেডনের অর্ধজীবন  $4$  দিন। রেডনের তেজত্তির ক্ষয় ধ্রুবকের মান কত এবং কত দিন পর রেডনের আর্ডিক মানের  $\frac{1}{20}$  অংশ অপরিবর্তিত থাকবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$\text{তিত্তর} : 0.173 \text{ d}^{-1}; 17.32 \text{ d}$$

সমস্যা ২১। রেডনের অর্ধজীবন  $3.82$  দিন হলে এক খন্ত রেডনের  $75\%$  ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৩৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$\text{তিত্তর} : 7.64 \text{ d}$$

সমস্যা ২২। প্রাথমিক অবস্থায় কোনো ব্রহ্মতে যদি  $10^8$  সংখ্যক রেডন পরমাণু থাকে, তাহলে একদিনে কত সংখ্যক পরমাণু তেজত্তে যাবে? রেডনের অর্ধজীবন  $4$  দিন।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

## ড. শাহজাহান তপন, মুহম্মদ আজিজ হাসান ও ড. রানা চৌধুরী স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১। একটি হাইড্রোজেন পরমাণু  $- 1.5 \text{ eV}$  শক্তি অবস্থা থেকে  $-3.4 \text{ eV}$  অবস্থায় আসলে যে কোটি নিঃসরণ করবে তার ক্ষমতাক কত হবে?

সমাধান : গোলাম হোসেন, নাসির ও রবিউল স্যারের ৫৬নং সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২। হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রথম বোর কক্ষের ব্যাসার্ধ বের কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$\text{তিত্তর} : 0.53 \text{ Å}$$

সমস্যা ৩। হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রতীয় বোর কক্ষের ব্যাসার্ধ বের কর। এই কক্ষে ইলেক্ট্রনের শক্তি হিসাব কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১ ও ৩৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$\text{তিত্তর} : 2.127 \text{ Å}; -3.383 \text{ eV}$$

সমস্যা ৪।  $\text{MeV}$  ও  $\text{joule}$  এককে  $^{238}_{92}\text{U}$  নিউক্লিয়াসের ব্রহ্ম শক্তি এবং নিউক্লিয়াস শক্তি এবং নিউক্লিয়াসের ব্রহ্ম শক্তি এবং নিউক্লিয়াসের ব্রহ্ম শক্তি নির্ণয় কর। দেওয়া আছে, হাইড্রোজেনের পারমাণবিক তর =  $1.007825 \text{ u}$ , একটি নিউক্লিয়াসের তর =  $1.008665 \text{ u}$ , ইউরেনিয়াম পারমাণবিক তর =  $238.05078 \text{ u}$ ।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$\text{তিত্তর} : 1802 \text{ MeV}; 7.571 \text{ MeV per nucleon}; 2.88 \times 10^{-10} \text{ J}; 3.13 \times 10^{-12} \text{ J/nucleon}$$

সমস্যা ৫।  $^{62}_{28}\text{Ni}$  নিউক্লিয়াসের তর তুটি, ব্রহ্ম শক্তি এবং নিউক্লিয়াস শক্তি এবং নিউক্লিয়াসের তর তুটি, ব্রহ্ম শক্তি নির্ণয় কর। দেওয়া আছে, হাইড্রোজেনের পারমাণবিক তর =  $1.007825 \text{ u}$ , একটি নিউক্লিয়াসের তর =  $1.008665 \text{ u}$ , এবং নিকেলের পারমাণবিক তর =  $61.928348 \text{ u}$ ।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

সমস্যা ৬। একটি তেজত্তির পদার্থের অর্ধজীবন  $5$  ঘণ্টা। এর ক্ষয় ধ্রুবকের মান কত?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ১১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

$$\text{তিত্তর} : 180 \text{ s}$$

সমস্যা ৭। কোনো তেজত্তির পদার্থের অর্ধজীবন  $3$  মিনিট হলে এর ক্ষয় ধ্রুবকের মান বের কর।

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ১১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান অনুরূপ।

$$\text{তিত্তর} : 180 \text{ s}$$

সমস্যা ৮। একটি পদার্থের ক্ষয় ধ্রুবকের মান  $0.00385 \text{ s}^{-1}$ । এর অর্ধজীবন কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$\text{তিত্তর} : 180 \text{ s}$$

সমস্যা ৯। কোনো তেজত্তির পদার্থের অর্ধজীবন ক্ষয় ধ্রুবকের মান  $3.75 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ । এর অর্ধজীবন নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$\text{তিত্তর} : 184.8 \text{ s}$$

সমস্যা ১০। রেডিয়ামের গড় আয়ু  $2294$  বছর। এর অবক্ষয় ধ্রুবকের মান ও অর্ধজীবন বের করো।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৭ ও ১৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$\text{তিত্তর} : 4.36 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}; 1589.45 \text{ y}$$

সমস্যা ১১। একখন্ত রেডিয়াম 4000 বছর তেজত্ত্বের বিকিরণ নিঃশরণ করে এক-পাচাশে পরিণত হয়। রেডিয়ামের ক্ষয় ধ্রুবক পৰ্যবেক্ষণ করো।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। উত্তর :  $4.02 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$

সমস্যা ১২। রেডনের অর্ধজীবন ৫ দিন। এর গড় জীবন কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। উত্তর : 5.77 d]

সমস্যা ১৩। ইটেনেলিয়ামের অর্ধায়  $45 \times 10^8$  বছর। এর গড় আয়ু নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। উত্তর :  $6.49 \times 10^9 \text{ y}$

সমস্যা ১৪। কোনো তেজত্ত্বের পদার্থের অর্ধায় 5 বছর।  $20 \times 10^{-3} \text{ kg}$  ভরের পদার্থটিতে 10 বছর পর কত কিলোগ্রাম পদার্থ থাকবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৫। কোনো তেজত্ত্বের পদার্থের অর্ধায় 15 ঘণ্টা। এই বন্ধুর প্রারম্ভিক ভর 4 g হলে 60 ঘণ্টা পর কতটুকু অবশিষ্ট থাকবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। উত্তর : 0.25 g]

সমস্যা ১৬। কোনো একটি তেজত্ত্বের পদার্থের অর্ধজীবন 10 দিন। কতদিনে এই পদার্থের 75% ক্ষয়প্রাপ্ত হবে?

সমাধান : গোলাম হোসেন, নাসির ও রবিউল স্যারের ১১নং সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৭। একটি তেজত্ত্বের পদার্থে অর্ধজীবন 15 দিন। কত দিনে এই পদার্থে 65% ক্ষয়প্রাপ্ত হবে?

সমাধান : গোলাম হোসেন, নাসির ও রবিউল স্যারের ১১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। উত্তর : 22.72d]

সমস্যা ১৮। কোনো পদার্থের অর্ধজীবন 5 বছর। এই পদার্থের কোনো বন্ধু খণ্ডের 15 বছর পর কত অংশ ক্ষয় পাবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৯। একখন্ত  $^{198}\text{Au}$  এর 75% ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে?  $^{198}\text{Au}$  এর অর্ধজীবন 2.7 দিন।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। উত্তর : 5.4d]

সমস্যা ২০। রেডনের অর্ধজীবন 4 দিন। রেডনের তেজত্ত্বে ক্ষয়ধূবকের ঘান কত এবং কত দিন পর রেডনের প্রারম্ভিক ঘানের  $\frac{1}{20}$  অংশ অপরিবর্তিত থাকবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। উত্তর : 0.173 d<sup>-1</sup>, 17.32d]

সমস্যা ২১। একখন্ত রেডনের 40% ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে? রেডনের অর্ধজীবন 3.82 দিন।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২২। রেডনের অর্ধজীবন 3.82 দিন হলে এক খণ্ড রেডনের 75% ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। উত্তর : 7.66d]

সমস্যা ২৩। প্রাথমিক অবস্থায় কোনো বন্ধুখণ্ডে যদি  $10^8$  সংখ্যক রেডন পরমাণু থাকে, তাহলে একদিনে কত সংখ্যক পরমাণু ভেঙে যাবে? রেডনের অর্ধজীবন 4 দিন।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

## ৩. তকাজল, মহিউল্লিস, নীলুকার, হুমায়ুন ও আতিকুর স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১। নিচের পরমাণুগুলোর ইলেক্ট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন সংখ্যা নির্ণয় কর :  
(ক)  $\text{C}^{12}$ , (খ)  $\text{N}^{14}$ , (গ)  $\text{H}^2$  ও (ঘ)  $\text{H}^3$

$\text{H}^2$  ও  $\text{H}^3$  এরা কী ধরনের পরমাণু?

সমাধান : এখানে, (ক)  $\text{C}^{12}$

প্রোটন সংখ্যা = 6; ইলেক্ট্রন সংখ্যা = 6; নিউট্রন সংখ্যা =  $12 - 6 = 6$

(খ)  $\text{N}^{14}$

প্রোটন সংখ্যা = 7; ইলেক্ট্রন সংখ্যা = 7; নিউট্রন সংখ্যা =  $14 - 7 = 7$

(গ)  $\text{H}^2$

প্রোটন সংখ্যা = 1; ইলেক্ট্রন সংখ্যা = 1; নিউট্রন সংখ্যা =  $2 - 1 = 1$

(ঘ)  $\text{H}^3$

প্রোটন সংখ্যা = 1; ইলেক্ট্রন সংখ্যা = 1; নিউট্রন সংখ্যা =  $3 - 1 = 2$

সমস্যা ২। একটি তেজত্ত্বের পদার্থের ক্ষয় ধূবকের ঘান  $0.00432/\text{sec}$  এর অর্ধায় কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। উত্তর : 160.42 s]

সমস্যা ৩। কোনো তেজত্ত্বের পদার্থের অর্ধায় 15 ঘণ্টা। এই বন্ধুর প্রারম্ভিক ভর  $2 \text{ g}$  হলে 45 ঘণ্টা পর এর কতটুকু অবশিষ্ট থাকবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। উত্তর : 0.25g]

সমস্যা ৪।  $1 \text{ g}$  ভরের কোনো তেজত্ত্বের পদার্থ  $50 \text{ sec}$  সময়ে  $0.01 \text{ g}$  ভর হারায়। এই পদার্থের অর্ধায় কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। উত্তর : 57 min 45 sec]

সমস্যা ৫।  $_{90}\text{Th}^{232}$  তেজত্ত্বের আইসোটোপ পরপর ৬টি আলফা কণা ও ৫টি বিটা কণা নিঃসৃত করে। এর ফলে উৎপন্ন আইসোটোপের ভর সংখ্যা ও পারমাণবিক সংখ্যা কত হয়?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৬। রেডিয়ামের অর্ধায়  $16.22$  বছর হলে এর ক্ষয় ধূবক কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৭। রেডনের অর্ধায়  $3.82$  দিন। এর গড় আয়ু কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮। একটি তেজত্ত্বের পদার্থের অর্ধায় 5 ঘণ্টা। এর ক্ষয় ধূবকের ঘান কত?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ১২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৯। রেডিয়ামের গড় আয়ু  $2294$  বছর। এর অবক্ষয় ধূবকের মান ও অর্ধায়ু বের কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $4.359 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$ ,  $1589.742 \text{ y}$ ]  
সমস্যা ১০। একটি তেজত্ত্বিয় মৌলিক পদার্থের অর্ধায়ু  $4d$ , পদার্থটির ক্ষয় ধূবক নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩০(i)নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $0.173 \text{ d}^{-1}$ ]

### ৩ এহসানুল কবির, সমীর কুমার দেব ও আবু হানিফ আনসারী স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১। হাইড্রোজেন পরমাণুর বোর কক্ষের অধান কোরাটাম সংখ্যা বের কর যার ব্যাসার্থ  $0.0100 \text{ mm}$ । এই অবস্থায় একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর শক্তি কত? ধূষণ বোর কক্ষের ব্যাসার্থ  $0.53 \text{ \AA}$  এবং তৃতীয় অবস্থায় শক্তি -  $13.6 \text{ eV}$ ।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২। হাইড্রোজেন পরমাণুতে তৃতীয় বোর কক্ষের ব্যাসার্থ নির্ণয় কর। ঐ কক্ষে ইলেক্ট্রনের শক্তি হিসাব কর।

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৬নং এবং গোলাম হোসেন, নাসির ও রফিউল স্যারের ৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৩। একটি হাইড্রোজেন পরমাণু -  $1.5 \text{ eV}$  শক্তি অবস্থা থেকে -  $3.4 \text{ eV}$  অবস্থায় আসলে যে কোটি নিঃসরণ করবে তার কম্পাক্ষ কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৪। অ্যালুমিনিয়াম নিউক্লিয়াসের সংকেত  $_{13}\text{Al}^{27}$ । এই নিউক্লিয়াসের হ্রোটন সংখ্যা, নিউটন সংখ্যা, ডরসংখ্যা ও পারমাণবিক সংখ্যা কত?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৫। কোনো তেজত্ত্বিয় পদার্থের অর্ধায়ু  $3$  মিনিট হলে এর ক্ষয় ধূবকের মান বের কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $3.85 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ ]

সমস্যা ৬। একটি পদার্থের অবক্ষয় ধূবক  $0.00385 \text{ s}^{-1}$ । এর অর্ধায়ু কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৭। একটি তেজত্ত্বিয় পদার্থের অর্ধায়ু  $5$  ঘণ্টা। এর অবক্ষয় ধূবকের মান কত?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ১২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮। ইউরেনিয়ামের গড় আয়ু  $6.4935 \times 10^9$  বছর। এর অর্ধায়ু নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,  $T = \frac{T}{0.693}$

$$\text{বা, } T = t \times 0.693 \\ = 6.4935 \times 10^9 \text{ y} \times 0.693 \\ = 4.49 \times 10^9 \text{ y}$$

অতএব, অর্ধায়ু  $4.49 \times 10^9 \text{ y}$ ।

সমস্যা ৯। ইউরেনিয়ামের অর্ধায়ু  $45 \times 10^9$  বছর। এর গড় আয়ু নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১০।  $^{196}\text{Au}$  এর অবক্ষয় ধূবক,  $0.257 \text{ d}^{-1}$ ;  $^{198}\text{Au}$  এর অর্ধায়ু বের কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $2.7 \text{ d}$ ]

সমস্যা ১১। কোনো তেজত্ত্বিয় বস্তুর তেজত্ত্বিয়তা  $1.2 \text{ mc}$  (মিলিমী)। এর ভাঙনের হার কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$1 \text{ ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ decay s}^{-1}$$

$$\frac{dN}{dt} = 3.7 \times 10^{10} \times 1.2$$

$$= 4.44 \times 10^7 \text{ decay s}^{-1}$$

অতএব, ভাঙনের হার  $4.44 \times 10^7 \text{ decay s}^{-1}$ ।

সমস্যা ১১। রেডিয়ামের গড় আয়ু  $2341 \text{ y}$ । এর অবক্ষয় ধূবকের মান বের কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১২। কোনো তেজত্ত্বিয় পদার্থের ক্ষয় ধূবকের মান  $3.75 \times 10^{-3} \text{ y}^{-1}$ , এর অর্ধায়ু নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $184.8 \text{ y}$ ]

সমস্যা ১৩। ট্রিটিয়ামের অর্ধায়ু  $12.5$  বছর।  $25$  বছর পর একটি নিদিষ্ট পরিমাণ ট্রিটিয়ামের কত অংশ অবশিষ্ট থাকবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৪। একখন রেডিয়াম  $5000$  বছর তেজত্ত্বিয় বিকিরণ নিঃসরণ করে এক-পঙ্খযাত্রে পরিপন্থ হয়। রেডিয়ামের অবক্ষয় ধূবক নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $3.22 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$ ]

সমস্যা ১৫। রেডনের অর্ধায়ু  $3.82$  দিন। রেডনের ক্ষয় ধূবকের মান কত এবং কত দিন পর রেডনের ধারাভিত মানের  $\frac{1}{20}$  অংশ অপরিবর্তিত থাকবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৬। রেডনের অর্ধায়ু  $3.82$  দিন হলে নিদিষ্ট পরিমাণ রেডনের  $75\%$  ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $7.66 \text{ d}$ ]

সমস্যা ১৭। নিদিষ্ট পরিমাণ রেডনের ( $86 \text{ R}_{\text{u}}^{232}$ )  $60\%$  ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে? রেডনের অর্ধজীবন  $3.82$  দিন।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $5.06 \text{ d}$ ]

সমস্যা ১৮।  $^{198}\text{Au}$  এর অর্ধায়ু  $2.7$  দিন হলে এর  $70\%$  ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $4.69 \text{ d}$ ]

সমস্যা ১৯। কোনো একটি তেজত্ত্বিয় পদার্থের অর্ধজীবন  $10$  দিন। কতদিনে ঐ পদার্থের  $75\%$  ক্ষয়াগ্রাহণ হবে?

সমাধান : গোলাম হোসেন, নাসির ও রফিউল স্যারের ১১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২০। একটি তেজত্ত্বিয় পদার্থে অর্ধায়ু  $15$  দিন। কত দিনে ঐ পদার্থের  $65\%$  ক্ষয়াগ্রাহণ হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২১। নিম্নিটি পরিমাণ রেডনের ৪০% কম হতে কত সময় লাগবে? রেডনের অর্ধায় ৩.৮২ দিন।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২২। কোনো তেজতিয় পদার্থের অর্ধায় ১৫ বছ। ঐ বস্তুর প্রারম্ভিক ভৱ ৪ g হলে ৬০ বছ পরে কতটুকু অবশিষ্ট থাকবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : ০.২৫g]

সমস্যা ২৩। প্রাথমিক অবস্থার কোনো বস্তুখন্তে যদি  $10^8$  সংখ্যক রেডন পরমাণু থাকে, তাহলে একদিনে কত সংখ্যক রেডন পরমাণু ডেঙে যাবে? রেডনের অর্ধায় ৩.৮২ দিন।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $1.51 \times 10^7$ টি]

সমস্যা ২৪। রেডিয়ামের গড় আয়ু ২২৯৪ বছর। এর অবক্ষয় ধ্বনকের মান ও অর্ধায় নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $4.36 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$ ; ১৫৮৯.৪৫y]

### ৩) রমা বিজয়, আলী আহমেদ, সুদেব পাল ও সালাহউদ্দিন স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১। হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রথম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ ও শক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১ ও ৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $0.53\text{\AA}$ ; - 13.6 eV]

সমস্যা ২। হাইড্রোজেন পরমাণুর নিউক্লিয়াসে একটি প্রোটন এবং এর কক্ষপথে একটি ইলেক্ট্রন থাকে। ইলেক্ট্রনের ভৱ  $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$  এবং চার্জ  $-1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ।

(ক) হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রথম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর।

(খ) যদি ইলেক্ট্রনটি বিতীয় কক্ষপথ থেকে প্রথম কক্ষপথে আসে তবে যে বিকিরণ নিঃসরণ করবে তা দৃশ্যমান হবে কী? [দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $4 \times 10^{-7} \text{ m}$  থেকে  $7.5 \times 10^{-7} \text{ m}$ ]

সমাধান : (ক) শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $0.53 \times 10^{-10} \text{ m}$ ]

(খ) আমরা জানি, পরমাণু ইলেক্ট্রন ২য় কক্ষপথ থেকে ১ম কক্ষপথে আসার সময়ে যে শক্তি বিকিরণ করবে তা E হলে,

$$\begin{aligned} E &= E_2 - E_1 \\ &= -\frac{me^4}{8 \times 2^2 \times h^2 \epsilon_0^2} - \left( \frac{-me^4}{8 \times 1^2 \times h^2 \epsilon_0^2} \right) \\ &= \frac{me^4}{8h^2 \epsilon_0^2} \left( 1 - \frac{1}{4} \right) \\ &\quad (9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}) \times (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^4 \times \frac{2}{3} \\ &= \frac{8 \times (6.63 \times 10^{-34} \text{ Js})^2 \times (8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{N}^{-1} \text{m}^{-2})}{5.41 \times 10^{-10}} \text{ eV} \\ &= 1.6 \times 10^{-19} \text{ eV} \\ &= -3.38 \text{ eV}. \end{aligned}$$

সমস্যা ৮। 1 g রেডিয়াম হতে প্রতি সেকেন্ডে  $3.5 \times 10^{10}$  আলকা কণা নির্গত হয়। রেডিয়ামের অর্ধায় নির্ণয় কর। [রেডিয়ামের পারমাণবিক ভৱ = ২২৬]

সমাধান : গোলাম হোসেন, নাসির ও রবিউল স্যারের ১৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : ১৬৭৭.৫y]

সমস্যা ২৫। কোন তেজতিয় যৌনের ৫ অর্ধায় পর এই যৌনের কত অংশ অক্ষত থাকবে?

সমাধান : মনে করি, যৌনটির অর্ধায়  $T_{\frac{1}{2}}$  এবং অবক্ষয় ধ্বনক ২.

$$\text{সময়, } t = 5T_{\frac{1}{2}}$$

ধরি, প্রারম্ভিক পরমাণুর সংখ্যা  $N_0$  এবং t সময় পরে অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা N,  
 $\therefore N = N_0 e^{-\lambda t}$

$$= N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} \times 5T_{\frac{1}{2}}}$$

$$= N_0 e^{-5\ln 2} = N_0 e^{\ln 2 - 5} = N_0 \times 2^{-5} = N_0 \times \frac{1}{2^5} = N_0 \times \frac{1}{32}$$

সুতরাং ৫ অর্ধায় পরে যৌনটির অর্ধায়  $\frac{1}{32}$  অংশ অক্ষত থাকবে।

সমস্যা ২৭। প্রারম্ভিক অবস্থায়  $10^8$  সংখ্যক রেডন পরমাণু ছিল এবং রেডনের অর্ধায় ৩.৮২ দিন। একদিনে কত সংখ্যক রেডন পরমাণু ডেঙে যাবে? [সংকেত :  $\Delta N = N_0 - N$ ]

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৯। একখন রেডনের ৪০% কম হতে কত সময় লাগবে? রেডনের অর্ধায় ৩.৮২ দিন।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১১। ট্রিটিয়ামের অর্ধায় 12.5 বছর। 25 বছর পর একটি নিম্নিটি ট্রিটিয়াম বস্তুখন্তের কত অংশ অবশিষ্ট থাকবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১২। রেডিয়ামের গড় আয়ু ২২৯৪ বছর। এর অবক্ষয় ধ্বনকের মান ও অর্ধায় নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৭ ও ১৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $4.36 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$ ; ১৫৮৯.৪৫y]

সমস্যা ১৩। প্রাথমিক অবস্থার কোনো বস্তুখন্তে যদি  $10^8$  সংখ্যক রেডন পরমাণু থাকে, তাহলে একদিনে কত সংখ্যক পরমাণু ডেঙে যাবে? রেডনের অর্ধজীবন ৪ দিন।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৪। রেডনের অর্ধায় ৪ দিন। কতদিন পর রেডনের প্রারম্ভিক মানের  $\frac{1}{20}$  অংশ অবশিষ্ট থাকবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 17.32d]

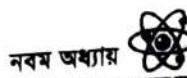
সমস্যা ২১। হিলিয়াম নিউক্লিয়াসের বস্তু শক্তি নির্ণয় কর।

$$[m_p = 1.00758 \text{ a.m.u.}, m_n = 1.00894 \text{ a.m.u.}]$$

${}_2\text{He}^4$  এর ভৱ,  $m = 4.00389 \text{ a.m.u.}$

$$1 \text{ a.m.u.} = 1.660057 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।



সমস্যা ২২। একটি আলকা কণার বৃত্তি নির্ণয় কর। দেওয়া আছে, একটি প্রোটনের ভর,  $m_p = 1.00785 \text{ amu}$ , একটি নিউট্রনের ভর,  $m_n = 1.00866 \text{ amu}$ , শিলিয়াম নিউক্লিয়াসের ভর =  $4.0028 \text{ amu}$ , এবং  $1 \text{ amu} = 931.5 \text{ MeV}$ .

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ১৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর :  $28.11267 \text{ MeV}$ ]

সমস্যা ২৩।  $^{13}_{7}\text{X}$  পরমাণুর প্রকৃত ভর  $13.00355 \text{ amu}$ ।  $m_p = 1.007277 \text{ amu}$ ,  $m_n = 1.00665 \text{ amu}$  এবং  $1 \text{ amu} = 1.66057 \times 10^{-27} \text{ kg}$ . (ক) নিউক্লিয়াসটির ভর ত্বরিত নির্ণয় কর। (খ) নিউক্লিয়াসটির বৃত্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ১৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর :  $0.087289 \text{ amu}$ ]

সমস্যা ২৪। একটি তেজত্তির মৌলের অর্ধায় 2500 বছর। কত বছরে এর আদি জরুর 90% ক্ষয়গ্রাহণ হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও আকারিয়া স্যারের ১৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর :  $8306.58 \text{ বছর}$ ]

সমস্যা ২৫। রেডনের অর্ধায় 3.8 দিন। কত দিন পর রেডন নমুনার  $\frac{19}{20}$  অংশ ক্ষয় হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও আকারিয়া স্যারের ১৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর :  $16.42 \text{ দিন}$ ]

## অনুশীলনমূলক কাজ



### Practice Activities

শিল্প শিক্ষার্থী, NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহে অনুশীলনমূলক কাজ (একক ও দলগত) দেওয়া আছে। কাজগুলোর পূর্ণাঙ্গ সমাধান পাঠ্যবইয়ের পৃষ্ঠা নম্বর উল্লেখ করে নিচে প্রদত্ত হলো। তোমরা এ কাজগুলো একক বা দলগতভাবে সম্পাদন করে মূল্যায়নের জন্য শ্রেণি শিক্ষকের নিকট জমা দিবে।

কাজ ১। হাইড্রোজেন পরমাণুর তৃতীয় বোর কক্ষের ব্যাসার্ধের হিসাব কর।

• শামসুর রহমান ও আকারিয়া স্যার পৃষ্ঠা; ৫০৭-এর কাজ

সমাধান : এখানে, প্লাইকের ধ্রুবক,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$

শূন্যস্থানের ভেদনযোগ্যতা,  $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ C}^2$

ইলেক্ট্রনের ভর,  $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

ইলেক্ট্রনের চার্জ,  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

$$\text{আমরা জানি, } r_3 = \frac{3^2 h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2}$$

$$= \frac{9 \times (6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s})^2 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ C}^2}{3.1416 \times 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^2}$$

$$= \frac{9 \times 43.9569 \times 10^{-68} \times 8.854 \times 10^{-12}}{3.1416 \times 9.1 \times 10^{-31} \times 2.56 \times 10^{-38} \text{ m}}$$

$$= \frac{3502.7495 \times 10^{-80}}{73.1867 \times 10^{-69} \text{ m}} = 47.86 \times 10^{-11} \text{ m}$$

অতএব, তৃতীয় বোর কক্ষের ব্যাসার্ধ  $47.86 \times 10^{-11} \text{ m}$ ।

কাজ ৫। বোর কক্ষপথগুলোকে স্থায়ী কক্ষপথ বলা হয় কেন?

• আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যার পৃষ্ঠা; ৫৯৪-এর কাজ

সমাধান : বোর কক্ষপথগুলোকে 'স্থায়ী কক্ষপথ' বলা হয়। কারণ এ কক্ষপথগুলোতে প্রদক্ষিণ করার সময় ইলেক্ট্রন কোনো শক্তি বিকিরণ করে না। যদিও প্রদক্ষিণকালে এদের গতিতে ত্বরণ থাকে তথাপি বোরের স্থায়ী অনুযায়ী ইলেক্ট্রনগুলো শক্তি ক্ষয় না করে কক্ষপথে আবর্তন করে।

কাজ ৬। কে ইলেক্ট্রন আবিষ্কার করেন?

• ক্যাথোড রশ্মি কাকে বলে?

• পরমাণুর গঠন সম্পর্কে সর্বপ্রথম একটি মডেল কে কল্পনা করেন?

• তাঁর কল্পিত মডেলটি আঁক।

• তফাজ্জল, মহিউদ্দিন, নীলকুমার স্যার পৃষ্ঠা; ৪২৮-এর কাজ

সমাধান : জে জে খ্যাসন ইলেক্ট্রন আবিষ্কার করেন।



তড়িৎ ক্ষরণ নলে বায়ুর চাপ যখন  $0.01 \text{ mm}$  পারদ চাপের সমান তখন নলের ক্যাথোড পাত থেকে অতি ক্ষুদ্র তড়িৎবাহী কণিকার মোত অ্যানোড পাতার দিকে তীব্র গতিতে ধাবিত হয়ে নলের দেয়ালে প্রতিপ্রভার সৃষ্টি করে। ক্যাথোড পাত থেকে নির্গত এ কণিকা মোতকে ক্যাথোড রশ্মি বলে।

পরমাণুর গঠন সম্পর্কে সর্বপ্রথম মডেল কল্পনা করেন জে জে খ্যাসন।

কাজ ৭। রেডিয়ামের অর্ধায় 1600 বছর, এর অবক্ষয় ধ্রুবক ও গড় আয়ু নির্ণয় কর।

• কবির, সমীর ও আনসারী স্যার পৃষ্ঠা; ২৯০-এর কাজ

সমাধান : এখানে,  $T_{\frac{1}{2}} = 1600 \text{ y}$

$$\lambda = ?$$

$$\tau = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } \lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}}$$

$$= \frac{0.693}{1600 \text{ y}} = 4.33 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$$

$$\text{আবার, } T = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{4.33 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}} = 2308 \text{ y}$$

কাজ ৮। যদি একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেক্ট্রনটিকে তৃতীয় কক্ষপথে ঢুলে দেওয়া হয় তাহলে রিভিউ শক্তিসম্পর্ক কত রূপের কোয়ান্টা বেরিয়ে আসতে পারে?

• আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যার পৃষ্ঠা; ৫৮৯-এর কাজ

সমাধান : তিনটি সন্তান্য অবস্থান্তর হলো  $N = 3$  থেকে  $N = 2$ ,  $N = 3$  থেকে  $N = 1$  ও  $N = 2$  থেকে  $N = 1$ । তাই তিনটি বিভিন্ন শক্তিসম্পর্ক কোয়ান্টা বেরিয়ে আসা সম্ভব।