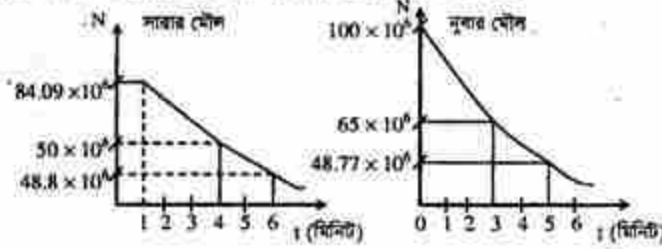


অধ্যায়-৯: পরমাণু মডেল ও নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

প্রশ্ন ১ সারা ও নুবা দুই খণ্ড তেজস্ক্রিয় মৌল নিয়ে গবেষণা করছিল। তারা একই সময়ে গণনা শুরু করে। তাদের দু'জনের অক্ষত পরমাণু বনাম সময়ের লেখচিত্র নিম্নে দেখানো হলো:



টা. বো. ২০১৭/

- ভর ত্রুটি কাকে বলে? ১
- X-রশ্মি ও γ-রশ্মির উৎপত্তিস্থল কী? ২
- গ্রাফ থেকে ডাটা ব্যবহার করে নুবার মৌলের ক্ষয়ধ্রুবক নির্ণয় করো। ৩
- উদ্দীপকের আলোকে কার মৌল আগে ভেঙে যাবে যাচাই করো। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউক্লিয়নগুলো মিলিত হয়ে নিউক্লিয়াস গঠনের সময় কিছুটা ভর অদৃশ্য হয়। একে ভর ত্রুটি বলে।

খ X রশ্মি হলো দ্রুত গতিসম্পন্ন ইলেকট্রন কোনো শক্ত ধাতুতে আঘাত করলে তা থেকে উচ্চ ভেদনক্ষমতা সম্পন্ন নির্গত বিকিরণ। আবার, γ রশ্মি হলো তেজস্ক্রিয় মৌল হতে নির্গত বিকিরণ। সুতরাং, X রশ্মির উৎপত্তিস্থল হলো উচ্চ গতিসম্পন্ন ইলেকট্রন দ্বারা আঘাতপ্রাপ্ত ধাতব পাত এবং γ রশ্মির উৎপত্তিস্থল তেজস্ক্রিয় মৌলের নিউক্লিয়াস।

গ উদ্দীপকের গ্রাফ থেকে দেখা যায়,

নুবার মৌলের আদি পরমাণুর সংখ্যা, $N_0 = 100 \times 10^6$

$t = 5$ মিনিট পর অবশিষ্ট পরমাণুর সংখ্যা, $N = 48.77 \times 10^6$

বের করতে হবে, নুবার মৌলের ক্ষয়ধ্রুবক, $\lambda = ?$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } \ln\left(\frac{48.77 \times 10^6}{100 \times 10^6}\right) = -\lambda \times 5$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{\ln\left(\frac{48.77}{100}\right)}{-5}$$

$$\therefore \lambda = 0.144 \text{ min}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ “গ” অংশ হতে পাই,

নুবার মৌলের ক্ষয়ধ্রুবক, $\lambda = 0.144 \text{ min}^{-1}$

উদ্দীপকের গ্রাফ থেকে পাই,

সারার মৌলের আদি পরমাণুর সংখ্যা, $N_0 = 84.09 \times 10^6$

$t' = 6$ মিনিট পর অবশিষ্ট পরমাণুর সংখ্যা, $N' = 48.8 \times 10^6$

সারার মৌলের ক্ষয় ধ্রুবক λ' হলে,

$$\lambda' = \frac{\ln\left(\frac{N'}{N_0}\right)}{-t'}$$

$$= \frac{\ln\left(\frac{48.8 \times 10^6}{84.09 \times 10^6}\right)}{-5}$$

$$= 0.1088 \text{ min}^{-1}$$

অতএব, নুবার মৌলের ক্ষয় ধ্রুবক, $\lambda >$ সারার মৌলের ক্ষয়ধ্রুবক, λ'

অর্থাৎ, একটি নির্দিষ্ট অংশ ভাঙার ক্ষেত্রে নুবার মৌলটি আগে ভাঙবে।

আবার ধরা যাক উভয় ক্ষেত্রে অবশিষ্ট পরমাণুর সংখ্যা শূন্য।

সারার ক্ষেত্রে,

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

$$\text{বা, } 0 = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } e^{-\lambda t} = 0$$

$$\text{বা, } -\lambda t = \ln(0) = \infty$$

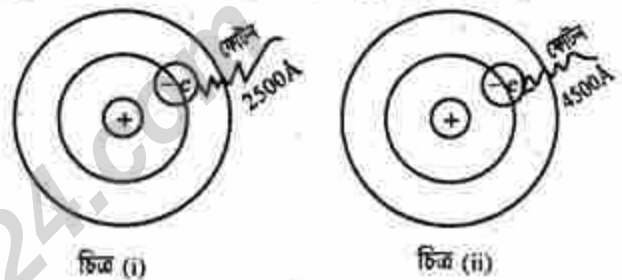
$$\text{বা, } t = \infty$$

অর্থাৎ, সারার মৌলটি সম্পূর্ণ ভেঙে যেতে অসীম সময় লাগবে।

অনুরূপভাবে দেখানো যায় নুবার মৌলটিও সম্পূর্ণ ভাঙতে অসীম সময়ের প্রয়োজন।

সুতরাং, একটি নির্দিষ্ট অংশ ভাঙার ক্ষেত্রে নুবার মৌলটি আগে ভাঙলেও, সম্পূর্ণ অংশ ভাঙার জন্য উভয় মৌলেরই অসীম সময় লাগবে।

প্রশ্ন ২ উভয় চিত্রে পরমাণুর মডেল দেখানো হল :-



চিত্র (i)

চিত্র (ii)

$[h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}; \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}; e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}; m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}; \text{H}_2 \text{ পরমাণুর ভূমি অবস্থার শক্তি} = -13.6 \text{ eV}]$

টা. বো. ২০১৬/

- জড় প্রসঙ্গ কাঠামো কী? ১
- ‘কোনো ধাতুর ফটোতড়িৎ ক্রিয়া তার সূচন কম্পাঙ্কের ওপর নির্ভরশীল’- ব্যাখ্যা কর। ২
- চিত্র (i)-এ ইলেকট্রনটি যে কক্ষপথে অবস্থিত তার ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. কোন চিত্রে ইলেকট্রনের কক্ষচ্যুতি ঘটবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে মন্তব্য কর। ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরস্পরের সাপেক্ষে ধ্রুব বেগে গতিশীল যে সকল প্রসঙ্গ কাঠামোতে নিউটনের গতি সূত্রগুলো অর্জন করা যায়, তাদেরকে জড় প্রসঙ্গ কাঠামো বলে।

খ যথোপযুক্ত উচ্চ কম্পাঙ্কবিশিষ্ট আলোক রশ্মি কোনো ধাতব পৃষ্ঠে আপতিত হলে তা থেকে ইলেকট্রন নির্গত হওয়ার ঘটনাকে আলোক তড়িৎ ক্রিয়া বা ফটো তড়িৎ ক্রিয়া বলে। কিন্তু প্রত্যেকটি ধাতব পৃষ্ঠের জন্য একটি সর্বনিম্ন কম্পাঙ্ক আছে যা অপেক্ষা কম কম্পাঙ্কের রশ্মি আপতিত হলে কোনো ইলেকট্রন নির্গত হয় না। এ সর্বনিম্ন কম্পাঙ্ককে ঐ নির্দিষ্ট ধাতব পদার্থের জন্য সূচন কম্পাঙ্ক বলে। কোনো ধাতব পৃষ্ঠ থেকে ইলেকট্রন নির্গত হওয়ার জন্য ঐ ধাতুর জন্য নির্দিষ্ট সূচন কম্পাঙ্কের বা তার চেয়ে বেশি কম্পাঙ্কের আলো আপতিত হতে হবে। সূচন কম্পাঙ্কের নিচে যেমন লাল আলোর তীব্রতা যতই বাড়ানো হোক না কেন তা পটাসিয়াম ধাতুর উপর পড়লে কোনো ইলেকট্রন নির্গত হবে না- ফলে আলোক তড়িৎ ক্রিয়া ঘটবে না। সুতরাং বলা যায়, ‘কোনো ধাতুর ফটোতড়িৎ ক্রিয়া তার সূচন কম্পাঙ্কের উপর নির্ভরশীল’।

গ। চিত্র (i) অনুসারে ইলেকট্রনটি প্রথম কক্ষপথে আছে। আমরা জানি, হাইড্রোজেন পরমাণুর n -তম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ,

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

এখানে, $n = 1$
 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$
ইলেকট্রনের ভর, $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$
ইলেকট্রনের চার্জ, $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$
প্লাঙ্কের ধ্রুবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
কক্ষপথের ব্যাসার্ধ, $r_n = r_1 = ?$

সুতরাং, প্রথম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ,

$$r_1 = \frac{(1^2)(6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})^2 (8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2})}{(3.14)(9.1 \times 10^{-31} \text{ kg})(1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^2}$$

$$= 0.53 \times 10^{-10} \text{ m} = 0.53 \text{ \AA} \text{ (Ans.)}$$

ঘ। চিত্র (i)-এর আপতিত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

$$\lambda = 2500 \text{ \AA} = 2500 \times 10^{-10} \text{ m} = 2.5 \times 10^{-7} \text{ m}$$

সুতরাং আপতিত ফোটনের কম্পাঙ্ক,

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{2.5 \times 10^{-7} \text{ m}} = 1.2 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

আপতিত ফোটনের শক্তি,

$$E' = hf = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 1.2 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$= 7.956 \times 10^{-19} \text{ J} = 4.9725 \text{ eV}$$

চিত্র (ii)-এর আপতিত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

$$\lambda = 4500 \text{ \AA} = 4500 \times 10^{-10} \text{ m} = 4.5 \times 10^{-7} \text{ m}$$

সুতরাং আপতিত ফোটনের কম্পাঙ্ক,

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{4.5 \times 10^{-7} \text{ m}} = 0.667 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

আপতিত ফোটনের শক্তি,

$$E'' = hf = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 0.667 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$= 4.42221 \times 10^{-19} \text{ J} = 2.764 \text{ eV}$$

পরমাণুর ভূমি অবস্থা তথা প্রথম কক্ষপথে ইলেকট্রনের শক্তি,

$$E_1 = -13.6 \text{ eV}$$

দ্বিতীয় কক্ষপথে ইলেকট্রনের শক্তি, $E_2 = \frac{-13.6 \text{ eV}}{2^2} = -3.4 \text{ eV}$

সুতরাং প্রথম কক্ষপথ থেকে ইলেকট্রনকে কক্ষচ্যুত করতে সর্বনিম্ন

প্রয়োজনীয় শক্তি, $E = E_2 - E_1 = -3.4 \text{ eV} - (-13.6 \text{ eV}) = 10.4 \text{ eV}$

উদ্দীপকের উভয় চিত্রেই আপতিত ফোটনের শক্তি প্রয়োজনীয় সর্বনিম্ন শক্তি অপেক্ষা কম। সুতরাং কোনো চিত্রেই ইলেকট্রন কক্ষচ্যুত ঘটবে না।

প্রশ্ন ৩। রাজা দুটি তেজস্ক্রিয় মৌল A এবং B নিয়ে কাজ করছিলেন। মৌলদ্বয়ের অর্ধায়ুর যোগফল 15 বছর। A এর অর্ধায়ু B এর দ্বিগুণ।

[স. বো. ১৪]

- সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য কাকে বলে? ১
- ইলেকট্রনের কম্পটন তরঙ্গদৈর্ঘ্য 0.02468 \AA বলতে কী বুঝায়? ২
- A মৌলের ক্ষয় ধ্রুবক নির্ণয় কর। ৩
- উভয় মৌলের 40% ক্ষয় হতে ভিন্ন সময় লাগে — গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক। কোনো ধাতুখন্ডের ওপর সর্বোচ্চ যে তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের তড়িচ্চুম্বকীয় বিকিরণ আপতিত হলে ইলেকট্রন অবমুক্ত হয়, তাকে সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য বলে।

খ। ইলেকট্রনের কম্পটন তরঙ্গদৈর্ঘ্য 0.02468 \AA বলতে বুঝায় ইলেকট্রনের সাথে কোনো ফোটনের সংঘর্ষ হলে এর তরঙ্গদৈর্ঘ্য সর্বোচ্চ 0.02468 \AA পরিমাণ বৃদ্ধি পায়।

গ। মনে করি, A ও B মৌলের অর্ধায়ু যথাক্রমে $2x$ ও x

$$\therefore x + 2x = 15y \therefore x = \frac{15y}{3} = 5y$$

$$\therefore A \text{ এর অর্ধায়ু} = 2x = 2 \times 5y = 10y$$

$$\text{এবং ক্ষয় ধ্রুবক } \lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}} = \frac{0.693}{10y} = 0.0693y^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ

এখানে,

$$A \text{ মৌলের অর্ধায়ু, } T_{1/2} = 10y$$

$$\therefore A \text{ মৌলের অবক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda_A = \frac{0.693}{T_{1/2}}$$

$$= \frac{0.693}{10y} = 0.0693y^{-1}$$

আবার,

$$B \text{ মৌলের অর্ধায়ু, } T_{1/2} = 5y$$

$$\therefore B \text{ মৌলের অবক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda_B = \frac{0.693}{T_{1/2}}$$

$$= \frac{0.693}{5y} = 0.1386y^{-1}$$

ধরি, মৌলদ্বয়ের প্রাথমিক পরমাণুর সংখ্যা N_0 এবং অবশিষ্ট পরমাণুর সংখ্যা N । অতএব, $N = N_0$ এর $(100-40)\% = 60\%$ । মৌলদ্বয়ের ক্ষয় হতে প্রয়োজনীয় সময়, t_A ও t_B হলে,

$$\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda_A t_A} \quad \left| \quad \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda_B t_B} \right.$$

$$\text{বা, } 0.6 = e^{0.0693 \times t_A} \quad \left| \quad \text{বা, } 0.6 = e^{0.1386 \times t_B} \right.$$

$$\therefore t_A = 7.371y \quad \left| \quad \therefore t_B = 3.6856y \right.$$

যেহেতু $t_A > t_B$, সেহেতু উদ্দীপকের মৌলদ্বয়ের 40% ক্ষয় হতে A মৌলের অধিক সময় লাগবে।

প্রশ্ন ৪। ট্রিটিয়ামের অবক্ষয় ধ্রুবক $5.54 \times 10^{-2} y^{-1}$ । [স. বো. ২০১৭]

- শৃঙ্খল বিক্রিয়া কী? ১
- রেডনের অর্ধায়ু 3.82 দিন বলতে কী বোঝায়? ২
- নমুনা ট্রিটিয়াম খণ্ডটির 70% ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে? ৩
- উদ্দীপকে প্রদত্ত তেজস্ক্রিয় মৌলটির অর্ধায়ু অপেক্ষা গড় আয়ু বেশি— সত্যতা যাচাই করো। ৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক। শৃঙ্খল বিক্রিয়া হচ্ছে এমন একটি ধারাবাহিক প্রক্রিয়া যা একবার শুরু হলে তাকে চালিয়ে রাখার জন্য অতিরিক্ত কোনো শক্তির প্রয়োজন হয়না।

খ। রেডনের অর্ধায়ু 3.82 দিন বলতে বোঝায় নির্দিষ্ট সংখ্যক রেডন পরমাণু ভেঙে ঠিক অর্ধেক হতে সময় লাগে 3.82 দিন। আরো 3.82 দিন পর ভেঙে হয় এক-চতুর্থাংশ।

গ। উদ্দীপক হতে পাই,

$$\text{অবক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda = 5.54 \times 10^{-2} y^{-1}$$

ধরি, প্রারম্ভিক পরমাণুর সংখ্যা N_0

$$\therefore \text{অবশিষ্ট পরমাণুর সংখ্যা, } N = N_0 \times (100-70)\%$$

$$= N_0 \times 30\%$$

$$= N_0 \times \frac{30}{100}$$

$$= 0.3 N_0$$

70% ক্ষয় হতে প্রয়োজনীয় সময় $= t$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } 0.3 N_0 = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } \ln(0.3) = -\lambda t$$

$$\text{বা, } t = \frac{-1.2}{-5.54 \times 10^{-2}} = 21.66 \text{ year (Ans.)}$$

ঘ। উদ্দীপক হতে পাই,

$$\text{অবক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda = 5.54 \times 10^{-2} y^{-1}$$

অর্ধায়ু, $T_{1/2} = ?$

গড় আয়ু, $\tau_{av} = ?$

আমরা জানি,

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

$$= \frac{0.693}{5.54 \times 10^{-2}}$$

$$= 12.50 \text{ year}$$

আবার,

$$\tau_{av} = \frac{1}{\lambda}$$

$$= \frac{1}{5.54 \times 10^{-2}}$$

$$= 18.05y$$

লক্ষ্য করি, $\tau_{av} > T_{1/2}$

অতএব, উদ্দীপকে প্রদত্ত তেজস্ক্রিয় মৌলটির অর্ধায়ু অপেক্ষা গড় আয়ু বেশি।

প্রশ্ন ৫ একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থে প্রারম্ভিক অবস্থায় 10^8 সংখ্যক পরমাণু আছে। এর অর্ধায়ু 2.70d।

- ক. জড় প্রসঙ্গ কাঠামো কী? ১
- খ. কোনো চৌম্বকক্ষেত্রের মান 10T বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. পদার্থটির গড় আয়ু কত? ৩
- ঘ. প্রথম দিনে যত সংখ্যক পরমাণু ভেঙ্গে যাবে দ্বিতীয় দিনে তার চেয়ে কম সংখ্যক পরমাণু ভাঙবে—গাণিতিক যুক্তিসহ নিশ্চিত কর। ৪

৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরস্পরের সাপেক্ষে ধ্রুব বেগে গতিশীল যে সকল প্রসঙ্গ কাঠামোতে নিউটনের গতিসূত্র অর্জন করা যায় তাদেরকে জড় প্রসঙ্গ কাঠামো বলে।

খ কোনো চৌম্বকক্ষেত্রের মান 10T বলতে বুঝায়:

- i. উক্ত চৌম্বকক্ষেত্রের সাথে লম্ব বরাবর স্থাপিত কোনো তলের প্রতি $1m^2$ ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে 10Wb চৌম্বক ফ্লাক্স অতিক্রান্ত হবে।
- ii. উক্ত চৌম্বকক্ষেত্রের অভিমুখের সাথে সমকোণে 1C চার্জ $1ms^{-1}$ বেগে গতিশীল হলে তা 10N বল অনুভব করবে।

গ এখানে,

$$\text{অর্ধায়ু, } T_{1/2} = 2.70 \text{ d}$$

$$\text{গড় আয়ু, } \tau = ?$$

আমরা জানি,

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

$$\therefore \lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}} = \frac{0.693}{2.70} = 0.2567 \text{ d}^{-1}$$

$$\text{আবার, } \tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0.2567} = 3.8961 \text{ days (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

$$\text{প্রারম্ভিক পরমাণুর সংখ্যা, } N_0 = 10^8$$

$$\text{অর্ধায়ু, } T_{1/2} = 2.70 \text{ d}$$

$$\text{অবশ্য ধ্রুবক, } \lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}} = \frac{0.693}{2.70} = 0.2567 \text{ d}^{-1}$$

সময় পর অবশিষ্ট পরমাণুর সংখ্যা N হলে,

সময়ে ভেঙ্গে যাওয়া পরমাণুর সংখ্যা,

$$\Delta N = N_0 - N = N_0 - N_0 e^{-\lambda t} = N_0 (1 - e^{-\lambda t})$$

\therefore প্রথম দিনে যতগুলি পরমাণু ভেঙ্গে যাবে তার সংখ্যা,

$$\Delta N_1 = 10^8 (1 - e^{-0.2567 \times 1}) = 2.26 \times 10^7$$

প্রারম্ভিক পরমাণুর সংখ্যা N_0 , প্রথম দিন শেষে অবশিষ্ট পরমাণুর সংখ্যা N এর সমান।

$$\therefore N = N_0 e^{-\lambda t} = 10^8 \times e^{-0.2567 \times 1} = 0.774 \times 10^8$$

\therefore দ্বিতীয় দিনে যতগুলি পরমাণু ভেঙ্গে যাবে তার সংখ্যা,

$$\Delta N_2 = 0.774 \times 10^8 (1 - e^{-0.2567 \times 1}) = 1.75 \times 10^7$$

এখানে, $1.75 \times 10^7 < 2.26 \times 10^7$

সুতরাং প্রথম দিনে যত সংখ্যক পরমাণু ভাঙবে দ্বিতীয় দিনে তার চেয়ে কম সংখ্যক পরমাণু ভাঙবে।

প্রশ্ন ৬

মৌল	প্রোটন সংখ্যা	ভর সংখ্যা	নিউক্লিয়াসের ভর a.m.u.	1 a.m.u. = 931 MeV
U	92	235	235.0439	প্রোটনের ভর, $m_p = 1.00728 \text{ amu}$
C	6	12	12.00000	নিউট্রনের ভর, $m_n = 1.00876 \text{ amu}$
Fe	26	56	56.0000	আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$
He	2	4	4.00276	

[বি. বো. ১০/]

- ক. প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া কাকে বলে? ১
- খ. একক চার্জ দ্বারা সৃষ্ট তড়িৎক্ষেত্র সুস্থম হয় না কেন? ২
- গ. ইউরেনিয়ামের ভরত্রুটি বের কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকে প্রদত্ত তথ্য ব্যবহার করে নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধনশক্তি বনাম ভরসংখ্যা লেখচিত্র অঙ্কন কর। ৪

৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সব তাপগতীয় প্রক্রিয়া পরিবর্তনের পর বিপরীতমুখী হয়ে প্রত্যাবর্তন করতে পারে এবং সম্মুখবর্তী ও পশ্চাৎবর্তী পরিবর্তনের ক্ষেত্রে প্রতিটি স্তরে চাপ, কাজ ও অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন সমান ও বিপরীত হয় তবে ঐ সব প্রক্রিয়াকে প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া বলে।

খ একক চার্জের উপর তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর প্রাবল্য, $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r^2}$ এখানে r হলো চার্জ হতে পরীক্ষাধীন বিন্দুর দূরত্ব। তড়িৎক্ষেত্রের বিভিন্ন অবস্থানের জন্য r-এর মান বিভিন্ন, তাই তড়িৎক্ষেত্রের বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন মানের তড়িৎপ্রাবল্য ও বলরেখাসমূহের বিভিন্ন ঘনত্বের প্যাটার্ন বিরাজ করে। এ সকল কারণেই একক চার্জ দ্বারা সৃষ্ট তড়িৎক্ষেত্র সুস্থম হয় না।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{ইউরেনিয়ামের প্রোটন সংখ্যা, } Z = 92$$

$$\text{নিউট্রন সংখ্যা, } N = A - Z = 235 - 92 = 143$$

$$\text{নিউক্লিয়াসের প্রকৃত ভর, } M = 235.0439 \text{ amu}$$

বের করতে হবে, ভর-ত্রুটি, M.D. = ?

$$\text{আমরা জানি, } M.D = Zm_p + Nm_n - M$$

$$= 92 \times 1.00728 \text{ amu} + 143 \times 1.00876 \text{ amu} - 235.0439 \text{ amu}$$

$$= 1.87854 \text{ amu (Ans.)}$$

$$\text{ইউরেনিয়ামের বন্ধন শক্তি} = 1.87854 \text{ amu} \times 931 \text{ MeV/amu}$$

$$= 1749 \text{ MeV}$$

$$\text{ইউরেনিয়ামের নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধন শক্তি} = \frac{1749 \text{ MeV}}{235} = 7.442 \text{ MeV}$$

$$\text{কার্বনের ভর-ত্রুটি} = 6 \times 1.00728 + 6 \times 1.00876 - 12 = 0.09624 \text{ a.m.u}$$

$$\text{এবং বন্ধনশক্তি} = 0.09624 \text{ amu} \times 931 \text{ MeV/amu} = 89.6 \text{ MeV}$$

$$\text{কার্বনের নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধন শক্তি} = \frac{89.6 \text{ MeV}}{12} = 7.466 \text{ MeV}$$

$$\text{আয়রনের ভর ত্রুটি} = 26 \times 1.00728 + (56 - 26) \times 1.00876 - 56 = 0.452 \text{ a. m. u}$$

$$\text{এবং বন্ধনশক্তি} = 0.452 \text{ a. m. u} \times 931 \text{ MeV/amu} = 420.81 \text{ MeV}$$

$$\text{আয়রনের নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধন শক্তি} = \frac{420.81 \text{ MeV}}{56} = 7.5145 \text{ MeV}$$

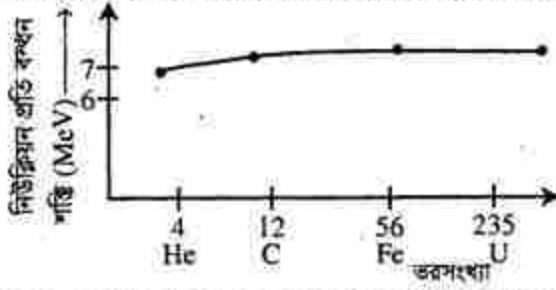
$$\text{হিলিয়ামের ভর ত্রুটি} = 2 \times 1.00728 + 2 \times 1.00876 - 4.00276$$

$$= 0.02932 \text{ amu}$$

$$\text{এবং বন্ধন শক্তি} = 0.02932 \times 931 = 27.3 \text{ MeV}$$

$$\text{নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধন শক্তি} = \frac{27.3 \text{ MeV}}{4} = 6.82 \text{ MeV}$$

সূত্রাং নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধন শক্তি বনাম ভরসংখ্যার লেখচিত্র নিম্নরূপ :



চিত্রে, পরমাণুর ভরসংখ্যা বৃদ্ধির সাথে নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধনশক্তি ক্ষুদ্র হারে বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্ন ৭ তেজস্ক্রিয় ট্রিটিয়াম পদার্থটি প্রকৃতিতে রেখে দিলে স্বতঃস্ফূর্তভাবে ক্ষয় হতে থাকে। এরূপ একখণ্ড ট্রিটিয়ামের অবক্ষয় ধ্রুবক $5.54 \times 10^{-2} \text{ y}^{-1}$ ।

(দি. বো. ২০১৭)

- ফিশন কী? ১
- তেজস্ক্রিয়তার কারণ ব্যাখ্যা করো। ২
- উদ্দীপকের প্রদত্ত ট্রিটিয়ামের 64% ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে? ৩
- উদ্দীপকে প্রদত্ত তেজস্ক্রিয় মৌলটির অর্ধায়ু অপেক্ষা গড় আয়ু বেশি-সত্যতা যাচাই করো। ৪

৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিশেষ ধরনের নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় একটি ভারী নিউক্লিয়াস ভেঙে প্রায় সমান ভর বিশিষ্ট দুটি নিউক্লিয়াসে বিভাজিত হয় তাকে ফিশন বলে।

খ তেজস্ক্রিয় মৌল থেকে স্বতঃস্ফূর্তভাবে তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্গমনের ঘটনাই হল তেজস্ক্রিয়তা।

তেজস্ক্রিয়তার মূল কারণ কোনো পরমাণুর উচ্চ ভর এবং পারমাণবিক সংখ্যা। সাধারণত উচ্চ পারমাণবিক ভরবিশিষ্ট মৌলসমূহ অস্থিতিশীল হয়, এ অস্থিতিশীল মৌলসমূহ শক্তি বিকিরণ করে স্থিতিশীল অবস্থায় আসতে চায়। এই শক্তি বিকিরণই তেজস্ক্রিয়তা। কোনো মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা 82 এর চেয়ে বেশি হলে সেই মৌল তেজস্ক্রিয় হয়। তখন মৌলটি থেকে স্বতঃস্ফূর্তভাবে আলফা বা বিটা কণা নির্গত হয় এবং মৌলটি সম্পূর্ণরূপে অন্য মৌলে রূপান্তরিত না হওয়া পর্যন্ত এ ঘটনা চলতে থাকে।

গ 8(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 18.44 বছর।

ঘ 8(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ৮ এক খণ্ড রেডিয়ামে 6.023×10^{23} টি অক্ষত পরমাণু ছিল। এক বছর পরে দেখা গেল 6.000×10^{23} টি পরমাণু ভেঙে গেছে।

(দি. বো. ২০১৬)

- ভরত্বটি কী? ১
- রাদারফোর্ডের α -কণা বিক্ষেপণ পরীক্ষায় কিছু α -কণা বেকে যাওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২
- রেডিয়াম মৌলটির অর্ধায়ু বের কর। ৩
- গাণিতিক যুক্তি দিয়ে দেখাও যে, পরবর্তী এক বছরে ভেঙে যাওয়া পরমাণুর সংখ্যা পূর্ববর্তী এক বছরে ভেঙে যাওয়া পরমাণু সংখ্যার বেশি হবে না। ৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউক্লিয়াস গঠনকারী উপাদানসমূহের ভরের সমষ্টি অপেক্ষা নিউক্লিয়াসের ভর কিছুটা কম হয় কারণ বন্ধন গঠনে কিছু পরিমাণ ভর তথা শক্তি ব্যয় হয়। ভরের এ পার্থক্যকে ভরত্বটি বলে।

খ রাদারফোর্ডের মতে পরমাণুর কেন্দ্রে রয়েছে নিউক্লিয়াস যেখানে সমস্ত ধনাত্মক আধান এবং ভর কেন্দ্রীভূত থাকে। এই নিউক্লিয়াসের চারদিকেই বিক্ষিপ্ত অবস্থায় রয়েছে ইলেকট্রন সমূহ। ধনাত্মক আধান যুক্ত অধিকাংশ α -কণা স্বর্ণপাতের মধ্য দিয়ে যাওয়ার সময় প্রায় শূন্য জায়গার মধ্য দিয়ে সোজা পথে বের হয়ে যায়। যে সব α -কণা নিউক্লিয়াসের প্রায় কাছাকাছি আসবে তারা নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক আধান দ্বারা বিকর্ষিত হয়ে হালকা বেকে যাবে। আর যে সব α -কণা নিউক্লিয়াসের দিকে মুখোমুখি হবে তারা বিকর্ষিত হয়ে ফিরে আসবে।

দ এখানে, রেডিয়ামের,

প্রাথমিক পরমাণুর সংখ্যা, $N_0 = 6.023 \times 10^{23}$ টি

ভেঙে যাওয়া পরমাণুর সংখ্যা = 6.000×10^{23} টি

\therefore অবশিষ্ট পরমাণুর সংখ্যা, $N = (6.023 - 6.000) \times 10^{23}$ টি
= 2.3×10^{21} টি

সময়, $t = 1 \text{ y}$

রেডিয়ামের অবক্ষয় ধ্রুবক λ হলে আমরা জানি,

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

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

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

$$= \frac{\ln\left(\frac{2.3 \times 10^{21}}{6.023 \times 10^{23}}\right)}{-1 \text{ y}}$$

$$= 5.568 \text{ y}^{-1}$$

আবার, আমরা জানি,

$$\text{অর্ধায়ু, } T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{5.568 \text{ y}^{-1}} = 0.124 \text{ y}$$

অতএব, রেডিয়াম মৌলটির অর্ধায়ু 0.124 বছর (Ans.)

ঘ দ্বিতীয় বছরের শুরুতে অক্ষত পরমাণু সংখ্যা,

$$N'_0 = 2.3 \times 10^{21} \text{ টি}$$

এ সময় থেকে 1 বছর পর পরমাণু সংখ্যা N' হলে,

$$N' = N'_0 e^{-\lambda t}$$

$$= 2.3 \times 10^{21} e^{-5.568 \text{ y}^{-1} \times 1 \text{ y}}$$

$$= 8.78 \times 10^{18}$$

এখানে,
 $\lambda = 5.568 \text{ y}^{-1}$

সূত্রাং দ্বিতীয় বছরে ভেঙে যাওয়া পরমাণু সংখ্যা,

$$N'_0 - N' = 2.3 \times 10^{21} - 8.78 \times 10^{18} = 2.29 \times 10^{21}$$

এখানে, প্রথম এক বছরের তুলনায় পরবর্তী এক বছরে ভেঙে যাওয়া পরমাণুর সংখ্যা কম।

অতএব, পরবর্তী এক বছরে ভেঙে যাওয়া পরমাণুর সংখ্যা পূর্ববর্তী একবছরে ভেঙে যাওয়া পরমাণুর সংখ্যার বেশি হবে না।

প্রশ্ন ৯ সুমি একদিন নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবরেটরিতে 15 দিন পূর্বে কেনা রেডনের দুটি নমুনা নিয়ে কাজ করছিল। নমুনা দুটি যখন কেনা হয় তখন 1ম ও 2য় নমুনায় অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা ছিল যথাক্রমে 10^{12} টি ও 10^{10} টি। সে জানে রেডনের ক্ষয় ধ্রুবক 0.181 d^{-1} । তার ধারণা ছিল গত 15 দিনে দুটি নমুনাতে সমান সংখ্যক পরমাণু ক্ষয়প্রাপ্ত হয়েছে।

(দি. বো. ১৪)

- আলোর ব্যতিচার কী? ১
- সাদা আলো কাচ প্রিজমে প্রবেশ করলে বর্ণালী সৃষ্টি হয় কেন? ২
- প্রথম নমুনার অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা অর্ধেক হতে কত সময় লাগবে? ৩
- গাণিতিক যুক্তির মাধ্যমে দেখাও যে, সুমির ধারণা ভুল। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পাশাপাশি অবস্থিত দুটি উৎস থেকে নির্গত সমান কম্পাঙ্ক ও বিস্তারের দুটি আলোক তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে পর্যায়ক্রমে উজ্জ্বল ও অন্ধকার অবস্থার সৃষ্টি হওয়াকে আলোর ব্যতিচার বলে।

খ সাদা আলো সাতটি ভিন্ন রঙের আলোক রশ্মির সমন্বয়ে সৃষ্টি, তাই যখন সাদা আলো কোন প্রিজমের মধ্যে প্রবেশ করে তখন প্রতিসরণের ফলে রশ্মির গতিপথ বেকে যায়। প্রতিটি বর্ণের আলোক রশ্মির জন্য প্রিজমের প্রতিসরাঙ্ক ভিন্ন মানের। তাই এরা প্রিজমের মধ্য দিয়ে গমন কালে ভিন্ন ভিন্ন কোণে বিচ্যুত হয়। এখন ভিন্ন ভিন্ন বর্ণের আলোর বাঁকানোর পরিমাণ ভিন্ন হওয়ার জন্য প্রিজমের মধ্যে সাদা আলো সাতটি বর্ণে বিচ্ছিন্ন হয় এবং এই বিচ্ছিন্ন অবস্থায়ই প্রিজম থেকে নির্গত হয়। ফলে পর্দার ওপর আমরা বর্ণালী দেখতে পাই।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{রেডনের ক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda = 0.181 \text{ d}^{-1}$$

বের করতে হবে, অর্ধায়ু, $T = ?$

$$\text{আমরা জানি, } T = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{0.181 \text{ d}^{-1}} = 3.83 \text{ day}$$

অর্থাৎ 3.83 দিন পর রেডনের অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা অর্ধেক হয়। (Ans.)

গ প্রদত্ত সময়কাল, $t = 15 \text{ day}$

এ সময়কালে প্রথম নমুনায় ক্ষয়প্রাপ্ত পরমাণু সংখ্যা

$$= N_{01} - N_1 = N_{01} - N_{01}e^{-\lambda t} = N_{01}(1 - e^{-\lambda t})$$

$$= 10^{12} \times (1 - e^{-0.181 \text{ d}^{-1} \times 15 \text{ d}}) = 9.34 \times 10^{11}$$

এবং দ্বিতীয় নমুনায় ক্ষয়প্রাপ্ত পরমাণু সংখ্যা $= N_{02} - N_2$

$$= N_{02} - N_{02}e^{-\lambda t} = N_{02}(1 - e^{-\lambda t})$$

$$= 10^{10}(1 - e^{-0.181 \text{ d}^{-1} \times 5 \text{ d}}) = 9.34 \times 10^9$$

যেহেতু $9.34 \times 10^{11} \neq 9.34 \times 10^9$

সুতরাং গত 15 দিনে দুটি নমুনাতে সমান সংখ্যক পরমাণু ক্ষয়প্রাপ্ত হয়নি। অর্থাৎ সুমির ধারণা ভুল।

প্রশ্ন ১০ কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের বিভিন্ন সময়ে অক্ষত পরমাণু সংখ্যা নিচের ছকে দেয়া হল:

সময়, t (d)	0	8	t'	24
অক্ষত পরমাণু সংখ্যা, N	N_0	$\frac{N_0}{2}$	$\frac{N_0}{3}$	$\frac{N_0}{8}$

(কি. বো. ২০১৭)

ক. ভরত্বটি কাকে বলে? ১

খ. x -অক্ষ বরাবর গতিশীল ইলেকট্রনের y -অক্ষ বরাবর অবস্থানের অনিশ্চয়তা কিরূপ হবে— ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপকের তেজস্ক্রিয় বস্তুটির অবক্ষয় ধ্রুবক নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের t' এর মান তেজস্ক্রিয় বস্তুটির গড় আয়ু অপেক্ষা বেশি হবে কী না— গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো স্থায়ী নিউক্লিয়াসের ভর এর গঠনকারী উপাদানসমূহের মূল্যবস্তুয় ভরের যোগফলের চেয়ে কিছুটা কম হতে দেখা যায়। ভরের এই পার্থক্যকে ভর ত্বটি বলে।

খ x অক্ষ বরাবর গতিশীল ইলেকট্রনের y -অক্ষ বরাবর অবস্থানের অনিশ্চয়তা হবে অসীম।

কেননা, x অক্ষ বরাবর ইলেকট্রন গতিশীল হলে y অক্ষ বরাবর ইলেকট্রনের ভরবেগের অনিশ্চয়তা, $\Delta P_y = 0$ এখন, y অক্ষ বরাবর ইলেকট্রনটির অবস্থানের অনিশ্চয়তা Δy হলে,

$$\Delta y \times \Delta P_y \geq \frac{\hbar}{2}$$

$$\therefore \Delta y \geq \frac{\hbar}{2} \times \frac{1}{\Delta P_y}$$

যেহেতু $\Delta P_y = 0$: সেহেতু $\Delta y = \infty$ হবে।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{আদি পরমাণু সংখ্যা} = N_0$$

$$t = 8 \text{ d পর পরমাণু সংখ্যা} = \frac{N_0}{2}$$

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

জানা আছে,

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

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

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

$$\text{বা, } -\lambda t = -0.693$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{-0.693}{-8}$$

$$\therefore \lambda = 0.0866 \text{ d}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

Note: সরাসরি $\lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}}$ সূত্র ব্যবহার করা যাবে।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{পদার্থের আদি পরমাণুর সংখ্যা} = N_0$$

$$\text{পদার্থের অবক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda = 0.0866 \text{ d}^{-1} \text{ [‘গ’ হতে]}$$

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

$$\text{প্রয়োজনীয় সময়, } t' = ?$$

জানা আছে,

$$N = N_0 e^{-\lambda t'}$$

$$\text{বা, } -\lambda t' = \ln \frac{N}{N_0}$$

$$\text{বা, } -0.0866 t' = \ln(1/3)$$

$$\text{বা, } t' = \frac{-1.0986}{-0.0866}$$

$$\therefore t' = 12.68 \text{ d}$$

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

$$= \frac{1}{0.0866 \text{ d}^{-1}} = 11.54 \text{ d}$$

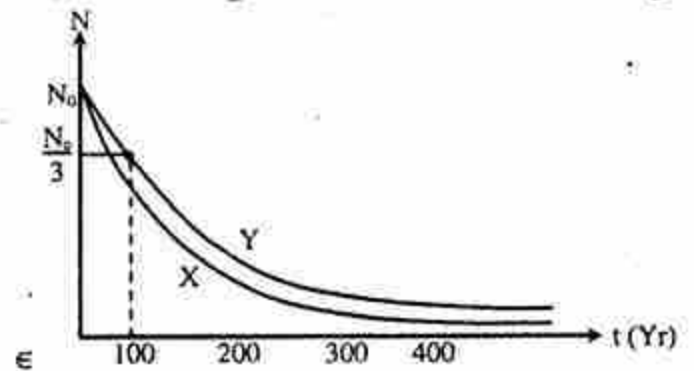
অর্থাৎ $\tau < t'$

তাই বলা যায়, উদ্দীপকের t' এর মান তেজস্ক্রিয় বস্তুটির গড় আয়ু অপেক্ষা বেশি হবে।

প্রশ্ন ১১ দুটি তেজস্ক্রিয় পদার্থ X ও Y এর পরমাণু সংখ্যা বনাম সময় গ্রাফ নিম্নরূপ।

যেখানে X মৌলটির ক্ষয়ধ্রুবক $\lambda = 6.93 \times 10^{-3} \text{ Yr}^{-1}$ ।

(কি. বো. ১৫)



ক. ভর ত্বটি কাকে বলে? ১

খ. নিউক্লীয় ফিশন বিক্রিয়ায় ক্যাডমিয়াম দণ্ড ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. X মৌলটির অর্ধায়ু কত? ৩

ঘ. উদ্দীপকটি অনুসারে X মৌলটির গড় আয়ু ও Y মৌলটির অর্ধায়ু এক হবে কীনা — গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউক্লিয়াসের ভর, নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরে অবস্থিত নিউক্লিয়নগুলোর মূল্যবস্তুয় ভরের সমষ্টির চেয়ে কিছু কম থাকে। ভরের এ পার্থক্যকে ভরত্বটি বলে।

খ নিউক্লীয় ফিশন বিক্রিয়ায় ক্যাডমিয়াম দণ্ড ব্যবহার করা হয় বিক্রিয়ার গতি মন্থর করার জন্য। প্রতিটি ফিশন বিক্রিয়ায় তিনটি করে নিউট্রন অবমুক্ত হয়। ক্যাডমিয়াম দণ্ডের কাজ হলো এর মধ্যে দুটি নিউট্রন শোষণ করে বিক্রিয়ার গতি হ্রাস করা এবং নিয়ন্ত্রিত শৃঙ্খল বিক্রিয়া ঘটানো।

গ ৯(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 144.3y

ক. X মৌলটির গড় আয়ু $\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{6.93 \times 10^{-3} \text{ yr}^{-1}} = 144.3 \text{ yr}$

Y মৌলটির ক্ষেত্রে,

অবশ্যই ধুবক λ হলে, $N = N_0 e^{-\lambda t}$

বা, $\frac{N_0}{3} = N_0 e^{-\lambda t}$

বা, $\frac{1}{3} = e^{-\lambda t}$

বা, $-\lambda t = \ln\left(\frac{1}{3}\right)$

$\therefore \lambda = \frac{-\ln 3}{-t} = \frac{-1.0986}{-100 \text{ yr}} = 0.010986 \text{ yr}^{-1}$

$\therefore Y$ মৌলটির অর্ধায়ু, $T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{0.010986 \text{ yr}^{-1}} = 63.08 \text{ yr}$

যেহেতু $144.3 \text{ yr} \neq 63.08 \text{ yr}$

সুতরাং X মৌলটির গড় আয়ু ও Y মৌলটির অর্ধায়ু এক হবে না।

প্রশ্ন ১২ ${}_{92}\text{U}^{235} + {}_0\text{n}^1 \rightarrow [{}_{92}\text{U}^{236}]^* \rightarrow {}_{56}\text{Ba}^{141} + {}_{36}\text{Kr}^{92} + \text{নিউট্রন} + \text{শক্তি}$ এখানে, ${}_{92}\text{U}^{235} = 236.0526 \text{ amu}$, ${}_{56}\text{Ba}^{141} = 140.9139 \text{ amu}$, ${}_{36}\text{Kr}^{92} = 91.8973 \text{ amu}$ ও ${}_0\text{n}^1 = 1.0087 \text{ amu}$, $T_{\frac{1}{2}} = 450 \times 10^8 \text{ Y}$.

/চ. বো. ২০১৭/

ক. নিউক্লিয়ন কী? ১

খ. পরমাণুতে আবদ্ধ ইলেকট্রনের মোট শক্তি সর্বদা ঋণাত্মক হয়— ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় কতটি নিউট্রন নির্গত হবে? ৩

ঘ. উপরের বিক্রিয়ায় নির্গত শক্তির পরিমাণ কত? ৪

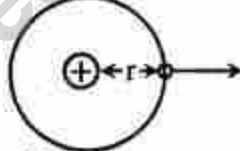
১২নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরমাণুর নিউক্লিয়াসে যেসব কণা থাকে বা নিউক্লিয়াস যেসব কণার সমন্বয়ে গঠিত তাদেরকে নিউক্লিয়ন বলে।

খ ইলেকট্রনের উপর নিউক্লিয়াসের স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণ বল কাজ করে বলে ইলেকট্রন একটি নির্দিষ্ট কক্ষপথে আবদ্ধ থেকে নিউক্লিয়াসকে পরিশ্রমণ করে। আবদ্ধ ইলেকট্রনকে অসীম দূরত্বে সরানোর জন্য কিছু শক্তির প্রয়োজন তথা কিছু কাজ করতে হবে। এই কৃতকাজই ঐ ইলেকট্রনের বিভবশক্তি, V এবং কুলম্ব বল F হলে,

$\therefore V = -\int_r^\infty F \cdot dr = \int_{4\pi\epsilon_0}^{\infty} \frac{e^2}{r^2} \cdot dr$

বা, $V = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$



[\therefore যেহেতু কাজ করতে হয় তাই $(-)$ ve চিহ্ন দেওয়া হয়েছে]

আবার, কেন্দ্রমুখী বল, $\frac{mv^2}{r} = \text{কুলম্ব বল}, \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

বা, $\frac{1}{2} mv^2 = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r}$

\therefore গতিশক্তি $T = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r}$

\therefore মোট যান্ত্রিক শক্তি, $E = V + T = \frac{-e^2}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r}$

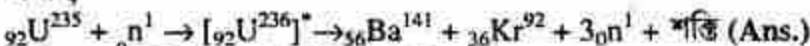
$= -\frac{e^2}{8\pi\epsilon_0 r}$ যা ঋণাত্মক।

অতএব, পরমাণুতে আবদ্ধ ইলেকট্রনের মোট যান্ত্রিক শক্তি ঋণাত্মক।

গ দেওয়া আছে,

${}_{92}\text{U}^{235} + {}_0\text{n}^1 \rightarrow [{}_{92}\text{U}^{236}]^* \rightarrow {}_{56}\text{Ba}^{141} + {}_{36}\text{Kr}^{92} + \text{নিউট্রন} + \text{শক্তি}$
যেহেতু এ বিক্রিয়ায় মোট প্রোটন সংখ্যার কোন পরিবর্তন হয়নি, সেহেতু নিউট্রনের সংখ্যা হবে $= (236 - 141 - 92) = 3$

অর্থাৎ,



উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় ৩টি নিউট্রন নির্গত হবে।

ঘ 'গ' হতে পাই,

${}_{92}\text{U}^{235} + {}_0\text{n}^1 \rightarrow [{}_{92}\text{U}^{236}]^* \rightarrow {}_{56}\text{Ba}^{141} + {}_{36}\text{Kr}^{92} + 3{}_0\text{n}^1 + \text{শক্তি}$
বিক্রিয়কের মোট ভর $= {}_{92}\text{U}^{235}$ এর ভর $+ {}_0\text{n}^1$ এর ভর
 $= (236.0526 + 1.0087) \text{ a.m.u}$
 $= 237.0613 \text{ a.m.u}$
উৎপাদের মোট ভর $= {}_{56}\text{Ba}^{141}$ এর ভর $+ {}_{36}\text{Kr}^{92}$ এর ভর $+ 3 \times {}_0\text{n}^1$ এর ভর

$= 140.9139 + 91.8973 + 3 \times 1.0087 \text{ a.m.u}$
 $= 235.8373$

হারানো ভর, $\Delta m = (237.0613 - 235.8378) \text{ a.m.u.}$

$= 1.224 \text{ a.m.u}$

$= 1.224 \times 1.6605 \times 10^{-27} \text{ kg}$

\therefore মোট নির্গত শক্তি, $\Delta E = \Delta m \times c^2$

$= 1.224 \times 1.6605 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2 \text{ J}$
 $= 1.83 \times 10^{-10} \text{ J}$

সুতরাং উপরের বিক্রিয়ায় নির্গত মোট শক্তির পরিমাণ $1.83 \times 10^{-10} \text{ J}$

প্রশ্ন ১৩ A ও B দুটি ভেজস্কিয় মৌল। এদের অর্ধায়ু যথাক্রমে ৬ দিন ও ৭ দিন। /চ. বো. ২০১৬/

ক. দৈর্ঘ্য সংকোচন কাকে বলে? ১

খ. ইলেকট্রনের তাপীয় নিঃসরণ ও ফটোতড়িৎ নিঃসরণের মধ্যে দুটি পার্থক্য উল্লেখ কর। ২

গ. B মৌলের গড় আয়ু নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উভয় মৌলের ৬০% ক্ষয় হতে কোন মৌলটির অধিক সময় লাগবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে উচ্চ বেগে গতিশীল থাকার কারণে কোনো দণ্ডের দৈর্ঘ্য সংকুচিত হওয়ার ঘটনাকে দৈর্ঘ্য সংকোচন বলে।

খ ইলেকট্রনের তাপীয় নিঃসরণ ও ফটোতড়িৎ নিঃসরণের মধ্যে দুটি পার্থক্য নিচে উল্লেখ করা হলো:

(i) ফটোতড়িৎ নিঃসরণের জন্য যথোপযুক্ত কম্পাংক বিশিষ্ট আলোক রশ্মির প্রয়োজন। ইলেকট্রনের তাপীয় নিঃসরণের ক্ষেত্রে ভিন্ন ধাতুর দুইটি তারের সংযোগস্থলে ভিন্ন তাপমাত্রার পার্থক্য থাকে।

(ii) ফটোতড়িৎ নিঃসরণ একটি তাৎক্ষণিক ঘটনা। ইলেকট্রনের তাপীয় নিঃসরণ একটি সময় সাপেক্ষ ঘটনা।

গ ৫(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 12.984 দিন।

ঘ ধরি, A ও B মৌলের ৬০% ক্ষয় হতে t_A ও t_B সময় লাগবে।

উদ্দীপক হতে, A মৌলের অর্ধায়ু, $T_A = 6 \text{ day}$

B মৌলের অর্ধায়ু, $T_B = 9 \text{ day}$

প্রাথমিক পরমাণুর পরিমাণ, $N_0 = 100\%$

অক্ষত পরমাণুর পরিমাণ, $N = (100 - 60)\% = 40\%$

A মৌলের ক্ষয় ধুবক, $\lambda_A = ?$

B মৌলের ক্ষয় ধুবক, $\lambda_B = ?$

আমরা জানি, $T_A = \frac{0.693}{\lambda_A}$

বা, $\lambda_A = \frac{0.693}{T_A} = \frac{0.693}{6 \text{ day}} = 0.1155 \text{ day}^{-1}$

এবং $\lambda_B = \frac{0.693}{T_B} = \frac{0.693}{9 \text{ day}} = 0.077 \text{ day}^{-1}$

আবার, A মৌলের ক্ষেত্রে, $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda_A t_A}$

বা, $\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda_A t_A$

বা, $\ln \frac{40}{100} = -0.1155 \text{ day}^{-1} \times t_A$

বা, $-0.9163 = -0.1155 \text{ day}^{-1} \times t_A$

$\therefore t_A = \frac{0.9163}{0.1155 \text{ day}^{-1}} = 7.93 \text{ day}$

B মৌলের ক্ষেত্রে, $\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda_B \times t_B$

$$\text{বা, } \ln \frac{40}{100} = -0.077 \text{ day}^{-1} \times t_B$$

$$\text{বা, } -0.9163 = -0.077 \text{ day}^{-1} \times t_B$$

$$\therefore t_B = \frac{0.9163}{0.077 \text{ day}^{-1}} = 11.9 \text{ day}$$

যেহেতু $t_B > t_A$, সেহেতু উভয় মৌলের 60% ক্ষয় হতে B মৌলের অধিক সময় লাগবে।

প্রশ্ন 18 দুটি তেজস্ক্রিয় মৌল A ও B এর ক্ষয় ধ্রুবক যথাক্রমে 0.181 d^{-1} এবং 0.257 d^{-1} ।

- ফটোতড়িৎ ক্রিয়ার সংজ্ঞা দাও। ১
- কোনো একটি ধাতুর কার্যাপেক্ষক 2.31 eV বলতে কী বুঝায়? ব্যাখ্যা কর। ২
- B মৌলের গড় আয়ু নির্ণয় কর। ৩
- মৌলদ্বয়ের 75% ক্ষয় হতে প্রয়োজনীয় সময় একই হবে কিনা — গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

18 নং প্রশ্নের উত্তর

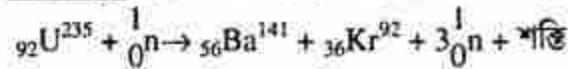
ক যথোপযুক্ত উচ্চ কম্পাঙ্কবিশিষ্ট আলোক রশ্মি কোনো ধাতব পৃষ্ঠে আপতিত হলে তা থেকে ইলেকট্রন নির্গত হওয়ার ঘটনাকে আলোক তড়িৎ ক্রিয়া বা ফটো তড়িৎ ক্রিয়া বলে।

খ কোনো ধাতব পৃষ্ঠ হতে শূন্য বেগসম্পন্ন ইলেকট্রন নির্গত করতে যতটুকু শক্তির প্রয়োজন তাকে ঐ ধাতুর কার্যাপেক্ষক বলে। আবার কোনো একটি ধাতুর কার্যাপেক্ষক 2.31 eV বলতে বুঝায়, ঐ ধাতব পৃষ্ঠ হতে শূন্য বেগসম্পন্ন ইলেকট্রন নির্গত করতে 2.31 eV শক্তির ফোটনের প্রয়োজন হয়।

গ ৫(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 3.89 d

ঘ ১৩(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন 19 নিচে একটি ইউরেনিয়াম ফিশন বিক্রিয়া দেওয়া হল:—



এতে উৎপন্ন γ রশ্মি একটি α কণাকে আঘাত করে। বিক্রিয়াতে উৎপন্ন শক্তির এক-দশমাংশ শক্তি γ রশ্মি বহন করে।

U^{235}	এর	ভর	=	235.0439	amu
${}_0^1\text{n}$	"	"	=	1.0087	amu
Ba^{141}	"	"	=	140.9139	amu
Kr^{92}	"	"	=	91.8973	amu
α কণার	"	"	=	4.0012	amu
প্রোটনের	"	"	=	1.007276	amu

$$1 \text{ amu} = 1.6605 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

(সি. বো. ২০১৭)

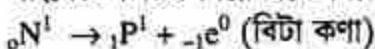
- শৃঙ্খল বিক্রিয়া কাকে বলে? ১
- পরমাণুর নিউক্লিয়াসে ইলেকট্রন নেই অথচ β -ক্ষয়ে ইলেকট্রন নির্গত হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- প্রতি ফিশনে উৎপন্ন শক্তি নির্ণয় কর। ৩
- γ রশ্মি α কণাকে ভাঙতে পারবে কিনা গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

19নং প্রশ্নের উত্তর

ক শৃঙ্খল বিক্রিয়া হচ্ছে এমন একটি ধারাবাহিক প্রক্রিয়া যা একবার শুরু করে দেয়া হলে তা চালিয়ে রাখতে বাইরে থেকে আর কোনো শক্তির প্রয়োজন হয় না।

খ β কণা হলো দ্রুতগামী ইলেকট্রন যা নিউক্লিয়াস থেকে নির্গত হয়। কিন্তু নিউক্লিয়াসে ইলেকট্রন থাকে না। প্রকৃতপক্ষে নিউক্লিয়াসের একটি নিউট্রন ভেঙে একটি ইলেকট্রন ও একটি প্রোটন পরিণত হয়।

সাংকেতিক চিহ্ন দিয়ে একে নিম্নলিখিতভাবে লেখা যায়—



প্রোটনটি নিউক্লিয়াসে থেকে যায়, কিন্তু ইলেকট্রনটি বিটা কণা হিসেবে নির্গত হয়। এজন্য রূপান্তরিত পরমাণুর ভরসংখ্যা এক একক বৃদ্ধি পায়।

গ ১২(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: $3.21 \times 10^{-11} \text{ J}$

ঘ 'গ' অংশ হতে পাই, বিক্রিয়াতে উৎপন্ন শক্তি, $E = 3.21 \times 10^{-11} \text{ J}$ উদ্দীপক অনুসারে,

$$\begin{aligned} \text{রশ্মির শক্তি, } E &= \frac{E}{10} \\ &= \frac{3.21 \times 10^{-11}}{10} = 3.21 \times 10^{-12} \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha \text{ কণার ভর, } m &= 4.0012 \text{ amu} \\ &= 4.0012 \times 1.6605 \times 10^{-27} \text{ kg} \\ &= 6.644 \times 10^{-27} \text{ kg} \end{aligned}$$

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

আমরা জানি, α কণায় দুটি প্রোটন ও দুটি নিউট্রন থাকে।

$$\text{প্রোটনের ভর, } m_p = 1.6605 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

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

$\therefore \alpha$ কণার বন্ধন শক্তি বা ভাঙার জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি,

$$\Delta E = [2(m_n + m_p) - m]c^2$$

$$\text{বা, } \Delta E = [2(1.675 + 1.6605) - 6.644] \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2$$

$$\text{বা, } \Delta E = 2.43 \times 10^{-12} \text{ J}$$

লক্ষ্য করি, $E_\gamma > \Delta E$

অতএব, গামা রশ্মি α কণাকে ভাঙতে পারবে।

প্রশ্ন 16 2000 সালে কোনো স্থানে 20 gm পরিমাণ এর একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থ ছিল। যার গড় আয়ু 10.82 বছর। 2015 সালে দেখা গেল ঐ পদার্থের মাত্র 5 gm অবশিষ্ট আছে।

(সি. বো. ১০)

- ক্ষয় ধ্রুবক কাকে বলে? ১
- প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক h এর মাত্রা সমীকরণ কী হবে? ২
- তেজস্ক্রিয় পদার্থটির অর্ধায়ু কত? ৩
- উদ্দীপকটির তথ্য অনুযায়ী 2030 সালে পদার্থটির কিছু পরিমাণ আর অবশিষ্ট থাকবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

16 নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের একটি পরমাণুর একক সময়ে ভাঙনের সম্ভাব্যতাকে ঐ পদার্থের ক্ষয় ধ্রুবক বলে।

খ আমরা জানি, $E = h\nu$

$$\therefore [h] = \frac{E \text{ এর মাত্রা}}{\nu \text{ এর মাত্রা}} = \frac{\text{ML}^2\text{T}^{-2}}{\text{S}^{-1}} = \text{ML}^2\text{T}^{-2}\text{S}^1$$

এটিই প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবকের মাত্রা সমীকরণ।

গ দেওয়া আছে, গড় আয়ু, $\tau = 10.82 \text{ yr}$

বের করতে হবে, অর্ধায়ু, $T = ?$

$$\text{আমরা জানি, } T = \frac{0.693}{\lambda} \text{ এবং } \tau = \frac{1}{\lambda}$$

$$\therefore T = \frac{1}{\lambda} \times 0.693 = 0.693\tau = 0.693 \times 10.82 \text{ yr} = 7.49826 \text{ yr}$$

$$\text{ঘ} \text{ অবক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{10.82 \text{ yr}} = 0.09242 \text{ yr}^{-1}$$

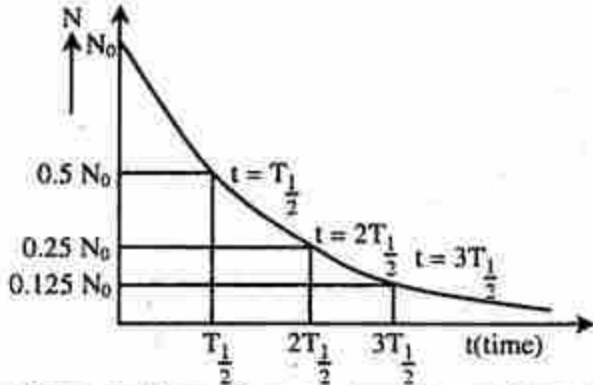
2030 সালে অবশিষ্ট পদার্থের ভর, $N = N_0 e^{-\lambda t}$

$$= 20 \text{ gm} \times e^{-0.09242 \times 30}$$

$$= 20 \text{ gm} \times 0.0625$$

$$= 1.25 \text{ gm} \neq 0$$

সুতরাং 2030 সালে পদার্থটির কিছু পরিমাণ (1.25 gm) অবশিষ্ট থাকবে।



উদ্দীপকের চিত্রে একটি তেজস্ক্রিয় X-পরিমাণের তেজস্ক্রিয় ক্ষয়ের চিত্র দেখানো হয়েছে। যার গড় আয়ু 2294 বছর।

/বি. বো. ২০১৬/

- কাল দীর্ঘায়ন কী? ১
- বিশুদ্ধ অর্ধ-পরিবাহীতে অপদ্রব্য মিশ্রিত করা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- উদ্দীপকে বর্ণিত X-পরিমাণটির অর্ধায়ু বের কর। ৩
- উদ্দীপকের লেখচিত্রটি তেজস্ক্রিয় ক্ষয় সূত্র মেনে চলে— প্রদত্ত তথ্যের ভিত্তিতে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে উচ্চবেগে গতিশীল অবস্থায় সংঘটিত দুটি ঘটনার মধ্যবর্তী কাল ব্যবধান ঐ পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে নিশ্চল অবস্থায় সংঘটিত ঐ একই ঘটনাদ্বয়ের মধ্যবর্তী কাল ব্যবধানের চেয়ে বেশি হবে, এই প্রভাবকে কাল দীর্ঘায়ন বলে।

খ বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহকের পরিবাহকত্ব খুব বেশি হয় না। কিন্তু বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহকে অতিসামান্য অপদ্রব্য নিয়ন্ত্রিত পরিমাণে (প্রায় এককোটি পরিমাণে একটি পরিমাণ) মেশালে এতে বিপুল পরিমাণে মুক্ত ইলেকট্রন বা হোল সৃষ্টি হয়। ফলে এর পরিবাহকত্ব বহুগুণে বৃদ্ধি পায়। এজন্য পরিবাহকত্ব বৃদ্ধির জন্য বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে অপদ্রব্য মিশ্রিত করা হয়।

গ জানা আছে, $T_{1/2} = 0.693\tau$
 $= 0.693 \times 2294 \text{ y}$
 $= 1589.742 \text{ y (Ans.)}$

এখানে,
 গড় আয়ু $\tau = 2294 \text{ year}$
 অর্ধায়ু $T_{1/2} = ?$

ঘ এখানে,
 তেজস্ক্রিয় X-পরিমাণের গড় আয়ু, $\tau = 2294$ বছর
 অবক্ষয় ধ্রুবক, $\lambda = ?$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } \lambda = \frac{1}{2294 \text{ বছর}}$$

$$= 4.36 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$$

এখন, যখন, $N_1 = 0.5 N_0$ তখন সময় t_1 হলে,

$$N_1 = N_0 e^{-\lambda t_1}$$

$$\text{বা, } 0.5 N_0 = N_0 e^{-\lambda t_1}$$

$$\text{বা, } 0.5 = e^{-\lambda t_1}$$

$$\text{বা, } \ln(0.5) = -\lambda t_1$$

$$\text{বা, } t_1 = -\frac{\ln(0.5)}{\lambda}$$

$$= -\frac{\ln(0.5)}{(4.36 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1})}$$

$$= 1589.742 \text{ y} = T_{1/2} \text{ (গ নং থেকে)}$$

আবার, যখন, $N_2 = 0.25 N_0$ তখন সময় t_2 হলে,

$$t_2 = -\frac{\ln(0.25)}{\lambda} = 3179.57 \text{ yr} = 2 T_{1/2}$$

আবার, $N_3 = 0.125 N_0$ এর জন্য সময় t_3 হলে,

$$t_3 = -\frac{\ln(0.125)}{\lambda} = 4768.36 \text{ yr} = 3 T_{1/2}$$

অর্থাৎ, লেখচিত্রটি তেজস্ক্রিয় ক্ষয় সূত্র মেনে চলে।

প্রশ্ন ১৮ দু'টি তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু যথাক্রমে 3 ঘণ্টা ও 7 ঘণ্টা।
 /বি. বো. ২০১৭/

- ক. রেডিও টেলিস্কোপ কী? ১
- খ. n-টাইপ অর্ধ-পরিবাহী তড়িৎ নিরপেক্ষ কিনা-ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. প্রথম পদার্থের ক্ষয় ধ্রুবকের মান নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. তেজস্ক্রিয় পদার্থদ্বয়ের কোনো নির্দিষ্ট সময়ে সক্রিয়তার হার সমান হলে উক্ত সময়ে পদার্থদ্বয়ের উপস্থিত পরিমাণের সংখ্যার অনুপাত বের করা সম্ভব কি? বিশ্লেষণ কর। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক রেডিও টেলিস্কোপ হলো এমন একটি যন্ত্র যা বেতার তরঙ্গ ব্যবহার করে মহাকাশ পর্যবেক্ষণে ব্যবহৃত হয়।

খ বিশুদ্ধ সিলিকন বা জার্মেনিয়াম পরিবাহীতে বহিঃস্থ কক্ষপথে পাঁচটি ইলেকট্রন আছে এমন মৌল অতি সামান্য পরিমাণ ভেজাল দেওয়া হলে তা n-টাইপ অর্ধ পরিবাহীতে পরিণত হয়। n-টাইপ অর্ধপরিবাহী তড়িৎ নিরপেক্ষ। কারণ ভেজাল পরিমাণের চারটি ইলেকট্রন চারটি জার্মেনিয়াম বা সিলিকন পরিমাণের সাথে বন্ধন সৃষ্টি করলেও পঞ্চম ইলেকট্রনটি মুক্ত ইলেকট্রন হিসেবে পরিবহন ব্যাভে অবস্থান করে। যা কেলাসের পরিবাহিতা বৃদ্ধি করে। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে কেলাসের মধ্যে মোট ইলেকট্রন ও প্রোটন সংখ্যা সমান থাকে। ফলে অর্ধপরিবাহী ক্ষটিকে কোন নীট চার্জ থাকে না। অর্থাৎ n-টাইপ অর্ধপরিবাহী বা ভেজাল মিশ্রিত অর্ধপরিবাহী তড়িৎ নিরপেক্ষ।

গ দেওয়া আছে,

প্রথম পদার্থের অর্ধায়ু, $T_{1/2} = 3$ ঘণ্টা

বের করতে হবে, ক্ষয় ধ্রুবক, $\lambda = ?$

আমরা জানি,

$$\lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}} = \frac{0.693}{3} = 0.231 \text{ hr}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক অনুসারে,

প্রথম পদার্থের অর্ধায়ু, $T_{1/2} = 3$ days

দ্বিতীয় পদার্থের অর্ধায়ু, $T_{1/2} = 7$ days

মনে করি, যখন উভয় পদার্থের ভাঙনের হার সমান তখন এদের অবশিষ্ট পরিমাণের সংখ্যা যথাক্রমে N ও N'

$$\therefore \frac{dN}{dt} = -\lambda N \text{ এবং } \frac{dN'}{dt} = -\lambda' N'$$

$$\text{যেহেতু ভাঙনের হার সমান তাই } \frac{dN}{dt} = \frac{dN'}{dt}$$

$$\text{বা, } -\lambda N = -\lambda' N'$$

$$\frac{N}{N'} = \frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{\frac{\ln 2}{T_{1/2}'}}{\frac{\ln 2}{T_{1/2}}} = \frac{T_{1/2}}{T_{1/2}'} = \frac{3}{7}$$

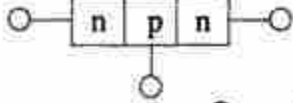
\therefore পদার্থদ্বয়ের উপস্থিত পরিমাণের সংখ্যার অনুপাত 3 : 7 হলে এদের সক্রিয়তার হার সমান হবে।

প্রশ্ন ১৯ সৌভিক A, B ও C তিনটি তেজস্ক্রিয় পদার্থকে গবেষণাগারে রেখে দিলেন। পদার্থগুলোর প্রতিটির ভর ছিল 50 gm। 1.5 বছর পর তিনি এদের ভর পরিমাপ করলেন যথাক্রমে 20 gm, 25 gm ও 40 gm।
 /বি. বো. ২০১৬/

- গ. উদ্দীপকে B মৌলটির অবক্ষয় ধ্রুবক নির্ণয় কর। ৩
ঘ. A মৌলের 20% এবং C মৌলের 10% ক্ষয় হতে একই সময় লাগবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক npn ট্রানজিস্টরের মৌলিক চিত্র নিম্নরূপ:



খ রাদারফোর্ডের মডেল পরমাণুর স্থায়িত্ব ব্যাখ্যা করতে ব্যর্থ হয়। কোয়ান্টাম মডেল উপস্থাপন করে বোর এ সীমাবদ্ধতা অতিক্রম করতে সক্ষম হন। বোর মডেলের সাহায্যে হাইড্রোজেন পরমাণুর বর্ণালী রেখার উৎপত্তির ব্যাখ্যা দেওয়া সম্ভব হয় এবং কক্ষপথের ব্যাসার্ধ ও কক্ষপথে ইলেকট্রনের শক্তি পরিমাণ করাও এই মডেলের সাহায্যে সম্ভব হয়। তাই বলা যায় রাদারফোর্ড ও বোর পরমাণু মডেলের মূল পার্থক্য পরমাণুর স্থায়িত্ব।

গ উদ্দীপক হতে পাই, যেহেতু 1.5 বছরে অর্ধেক পরিমাণ B ভেঙে যায় তাই,

$$B \text{ মৌলের অর্ধায়ু, } T_{\frac{1}{2}} = 1.5 \text{ y}$$

$$B \text{ মৌলের অবক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda = ?$$

আমরা জানি,

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

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

$$= \frac{0.693}{1.5} = 0.462 \text{ y}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক হতে পাই;

$$A \text{ মৌলের প্রারম্ভিক পরমাণুর ভর, } N_0 = 50 \text{ gm}$$

$$1.5 \text{ বছর পর } A \text{ মৌলের অবশিষ্ট পরমাণুর ভর, } N = 20 \text{ gm}$$

$$C \text{ মৌলের প্রারম্ভিক পরমাণুর ভর, } N'_0 = 50 \text{ gm}$$

$$1.5 \text{ বছর পর } C \text{ মৌলের অবশিষ্ট পরমাণুর ভর, } N' = 40 \text{ gm}$$

$$\text{ধরি, } A \text{ মৌলের অবক্ষয় ধ্রুবক} = \lambda_a$$

$$C \text{ মৌলের অবক্ষয় ধ্রুবক} = \lambda_c$$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } 20 = 50 e^{-\lambda_a \times 1.5}$$

$$\text{বা, } \ln\left(\frac{20}{50}\right) = -1.5\lambda_a$$

$$\text{বা, } \lambda_a = \frac{-0.916}{-1.5}$$

$$\therefore \lambda_a = 0.61 \text{ y}^{-1}$$

আবার,

$$N' = N'_0 e^{-\lambda_c t}$$

$$\text{বা, } 40 = 50 e^{-\lambda_c \times 1.5}$$

$$\text{বা, } \ln\left(\frac{40}{50}\right) = -1.5\lambda_c$$

$$\text{বা, } \lambda_c = \frac{-0.223}{-1.5}$$

$$\therefore \lambda_c = 0.148 \text{ y}^{-1}$$

A মৌলের 20% ক্ষয় হওয়ার পর অবশিষ্ট পরমাণুর ভর,

$$N = N_0 \times (100 - 20)\% = N_0 \times \frac{80}{100} = \frac{4N_0}{5}$$

A মৌলের 20% ক্ষয় হতে প্রয়োজনীয় সময়, t_a হলে,

$$N = N_0 e^{-\lambda_a t_a}$$

$$\text{বা, } \frac{4N_0}{5} = N_0 e^{-\lambda_a t_a}$$

$$\text{বা, } -0.223 = -0.61 t_a$$

$$\therefore t_a = 0.365 \text{ y}$$

C মৌলের 10% ক্ষয় হওয়ার পর অবশিষ্ট পরমাণুর ভর,

$$N = N_0 \times (100 - 10)\% = N_0 \times \frac{90}{100} = \frac{9N_0}{10}$$

C মৌলের 10% ক্ষয় হতে প্রয়োজনীয় সময়, t_c হলে,

$$N = N_0 e^{-\lambda_c t_c}$$

$$\text{বা, } \frac{9N_0}{10} = N_0 e^{-\lambda_c t_c}$$

$$\text{বা, } \ln\left(\frac{9}{10}\right) = -\lambda_c t_c$$

$$\text{বা, } -0.105 = -0.148 \times t_c$$

$$\therefore t_c = 0.71 \text{ y}$$

লক্ষ করি, $t_a \neq t_c$

অতএব, A মৌলের 20% এবং C মৌলের 10% ক্ষয় হতে ভিন্ন সময় লাগবে।

প্রশ্ন ২০ ${}_{92}\text{U}^{235} + {}_0\text{n}^1 \rightarrow [{}_{92}\text{U}^{236}] \rightarrow {}_{56}\text{Ba}^{141} + \text{neutron} + \text{energy}$

এখানে, ${}_{92}\text{U}^{235} = 236.0526 \text{ amu}$; ${}_{56}\text{Ba}^{141} = 140.9139 \text{ amu}$

$${}_{36}\text{Kr}^{92} = 91.8973 \text{ amu}; {}_0\text{n}^1 = 1.0087 \text{ amu}$$

$$T_{\frac{1}{2}} = 450 \times 10^6 \text{ বছর।}$$

[মিজাপুর ক্যাডেট কলেজ]

ক. নিউক্লিয়ন কী? ১

খ. পরমাণুতে আবদ্ধ ইলেকট্রনের মোট শক্তি ঋণাত্মক— ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটিতে কয়টি নিউট্রন নির্গত হবে। ৩

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটিতে কত শক্তি নির্গত হবে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

১২ নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ২১ একটি হাইড্রোজেন পরমাণুকে তার উত্তেজিত অবস্থা থেকে প্রশমিত করা যেতে পারে। প্রথম উত্তেজিত স্তরের শক্তি -3.4 eV । ইলেকট্রনের ভর এবং আধান যথাক্রমে $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ এবং $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ । $(\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{N}^{-1} \text{m}^{-2})$ [পাবনা ক্যাডেট কলেজ]

ক. তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ুর সংজ্ঞা দাও। ১

খ. ভর-ত্রুটি কী ব্যাখ্যা করো। ২

গ. প্রদত্ত হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রথম শক্তিস্তর (ground state) এর শক্তি নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উপরোক্ত প্রশমন প্রক্রিয়ায় নির্গত ফোটনের কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো। ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের পরমাণুর সংখ্যা যে সময়ে অর্ধেক পরিণত হয় সে সময়কে ঐ তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু বলে।

খ কোনো নিউক্লিয়াসের ভর এর মধ্যে অবস্থিত নিউক্লিয়নগুলোর ভরের সমষ্টি অপেক্ষা সামান্য কম। অর্থাৎ নিউক্লিয়নগুলো মিলিত হয়ে নিউক্লিয়াস গঠনের সময় কিছুটা ভর অদৃশ্য হয়। একে ভর ত্রুটি বলে। ধরা যাক, কোনো একটি নিউক্লিয়াসের প্রোটন সংখ্যা Z এবং ভর সংখ্যা A , তাহলে নিউট্রন সংখ্যা হবে $A - Z$ । একটি প্রোটনের ভর m_p এবং একটি নিউট্রনের ভর m_n ।

সুতরাং নিউক্লিয়নগুলোর মোট ভর, $m' = Z \times m_p + (A - Z)m_n$ । এখন নিউক্লিয়াসটির ভর m হলে ভর ত্রুটি

$$\Delta m = m' - m = Z \times m_p + (A - Z)m_n - m$$

উদাহরণস্বরূপ, একটি অক্সিজেন পরমাণু ${}^{16}_8\text{O}$ এর নিউক্লিয়াসের ভর $m = 15.994915 \text{ amu}$ । একটি প্রোটনের ভর, $m_p = 1.007825 \text{ amu}$ এবং একটি নিউট্রনের ভর $m_n = 1.008665 \text{ amu}$ ।

সুতরাং এক্ষেত্রে ভর ত্রুটি,

$$\Delta m = 8 \times 1.007825 \text{ amu} + (16 - 8) 1.008665 \text{ amu} - 15.994915 \text{ amu}$$

$$= 0.137005 \text{ amu}$$

গ প্রথম শক্তিস্তরের শক্তি,

$$E_1 = -\frac{m_e e^4}{8h^2 \epsilon_0^2}$$

$$= -\frac{9.11 \times 10^{-31} \times (1.6 \times 10^{-19})^4}{8 \times (6.63 \times 10^{-34})^2 \times (8.854 \times 10^{-12})^2}$$

$$= -13.54 \text{ eV. (Ans.)}$$

দেওয়া আছে,

ইলেকট্রনের ভর, $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
 আধান, $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$
 তড়িৎ ভেদনযোগ্যতা, $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$

ঘ 'গ' হতে পাই,

প্রথম শক্তিস্তরের শক্তি, $E_1 = -13.54 \text{ eV}$

দ্বিতীয় (প্রথম উত্তেজিত) শক্তিস্তরের শক্তি, $E_2 = -3.4 \text{ eV}$

সুতরাং উল্লিখিত প্রশমন প্রক্রিয়ায় নির্গত ইলেকট্রনের শক্তি হবে উপরোক্ত শক্তিস্তরের পার্থক্যের সমান।

$$\therefore \Delta E = E_2 - E_1$$

$$\Rightarrow hf = (-3.4 + 13.54) \text{ eV} [f = \text{নির্গত ফোটনের কম্পাঙ্ক}]$$

$$\Rightarrow 6.63 \times 10^{-34} \times f = 10.14 \times 1.6 \times 10^{-19}$$

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

অতএব, উপরোক্ত প্রশমন প্রক্রিয়ায় নির্গত ফোটনের কম্পাঙ্ক $2.45 \times 10^{15} \text{ Hz}$

প্রশ্ন ২২ ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} = {}^{141}_{56}\text{Ba} + {}^{92}_{36}\text{Kr} + 3{}_0^1\text{n} + \text{Energy}$

$[M({}^{235}_{92}\text{U}) = 235.0439 \text{ amu } M({}^1_0\text{n}) = 1.0087 \text{ amu}$

$M({}^{141}_{56}\text{Ba}) = 140.9139 \text{ amu } M({}^{92}_{36}\text{Kr}) = 91.8973 \text{ amu}]$ [রংপুর ক্যাডেট কলেজ]

ক. ভরের আপেক্ষিকতা কি? ১

খ. কোনো ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসের ভিতরে অবস্থান করতে পারে না? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপকের ফিশন বিক্রিয়ার মাধ্যমে কতটুকু শক্তি পাওয়া যায় বের কর? ৩

ঘ. যদি উপরের বিক্রিয়াটি নিয়ন্ত্রণ না করা হয় তখন এটি মানুষের জন্যে ধ্বংসাত্মক হবে সত্যতা যাচাই কর? ৪

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি বস্তুর গতিশীল অবস্থার ভর স্থির অবস্থার ভর অপেক্ষা বেশি হয়। একে ভরের আপেক্ষিকতা বলে।

খ পরমাণুর নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ $= 10^{-14} \text{ m}$ । সুতরাং ইলেকট্রনকে নিউক্লিয়াসের মধ্যে অবস্থান করতে হলে এর অবস্থানের অনিশ্চয়তা $2 \times 10^{-14} \text{ m}$ এর অধিক হবে না।

অনিশ্চয়তা নীতি অনুযায়ী, $\Delta x \times \Delta p = h$

$$\Rightarrow \Delta p = \frac{h}{\Delta x} = \frac{6.62 \times 10^{-34}}{2 \times 10^{-14}}$$

$$= 3.31 \times 10^{-24} \text{ kgms}^{-1}$$

$$\therefore \text{ইলেকট্রনের ভরবেগ} = p = 3.31 \times 10^{-24} \text{ kgms}^{-1}$$

$$\text{এখন, } E = \frac{p^2}{2m} = \frac{(3.31 \times 10^{-24})^2}{2 \times 9.1 \times 10^{-31}}$$

$$= 6.02 \times 10^{-8} \text{ J} = 37.6 \text{ MeV}$$

দেখা যাচ্ছে, নিউক্লিয়াসের ভেতর অবস্থান করতে ইলেকট্রনের শক্তি হওয়া উচিত 37.6 MeV, অথচ পরীক্ষা করে দেখা যায় ইলেকট্রনের শক্তি 4 MeV এর বেশি হয় না।

সুতরাং, নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরে ইলেকট্রন থাকতে পারে না।

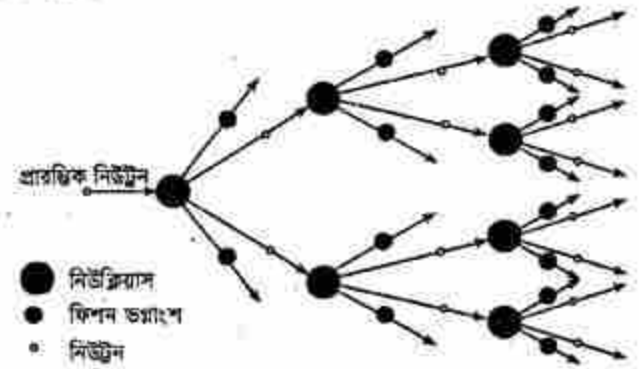
গ ১২(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ উপরের বিক্রিয়াটি একটি শৃঙ্খল বিক্রিয়া। শৃঙ্খল বিক্রিয়া এমন স্ব-বহ (Self-sustain) প্রক্রিয়া যা একবার শুরু হলে তাকে চালিয়ে রাখার জন্য কোনো অতিরিক্ত শক্তির প্রয়োজন হয় না। ফিশনযোগ্য বিক্রিয়ায় যে নিউট্রন মুক্তিলাভ করে বেরিয়ে আসে তা শৃঙ্খল বিক্রিয়াকে সম্ভব করে তোলে। যেমন- উপরের বিক্রিয়ায় ৩টি নিউট্রন মুক্ত হয়ে আরো ৩টি ${}^{235}_{92}\text{U}$ নিউক্লিয়াসের ফিশন ঘটায় তবে পাওয়া যাবে ৯টি নিউট্রন। এরা আরো ৯টি নিউক্লিয়াসের ফিশন ঘটায় তৈরি করবে ২৭টি নিউট্রন।

অনিয়ন্ত্রিত শৃঙ্খল বিক্রিয়া অতি অল্প সময়ে বিপুল পরিমাণ শক্তির উদ্ভব হয়। একটি নিউট্রন দ্বারা শুরু করা একটি অনিয়ন্ত্রিত শৃঙ্খল বিক্রিয়া

নজির বিহীন বিস্ফোরণ ঘটাতে পারে। অর্থাৎ নিয়ন্ত্রিত শৃঙ্খল বিক্রিয়া থেকে পাওয়া যায় অপরিমিত শক্তি কিন্তু অনিয়ন্ত্রিত শৃঙ্খল বিক্রিয়া ভয়াবহ দুর্ঘটনার কারণ হয়ে যেতে পারে।

সুতরাং উপরের বিক্রিয়াটি নিয়ন্ত্রণ না করা হয় তবে এটি মানুষের জন্যে ধ্বংসাত্মক হবে।



প্রশ্ন ২৩

সংখ্যা	পরমাণু	পরমাণুর ভর	প্রোটনের ভর	নিউট্রনের ভর
1	Fe^{56}_{26}	55.934939 amu	1.007825 amu	1.008665 amu
2	Bi^{209}_{83}	208.980388 amu		

[কুমিল্লা ক্যাডেট কলেজ]

ক. তেজস্ক্রিয়তা কি? ১

খ. তেজস্ক্রিয় ক্ষয় সূত্র ব্যাখ্যা করো। ২

গ. প্রথম পরমাণুটির ভর ত্রুটি নির্ণয় করো। ৩

ঘ. প্রতি নিউক্লিয়নের বন্ধন শক্তি অনুযায়ী কোন পরমাণুটি বেশি স্থিতিশীল- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তেজস্ক্রিয় মৌল থেকে স্বতঃস্ফূর্তভাবে তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্গমনের ঘটনাকে বলা হয় তেজস্ক্রিয়তা।

খ তেজস্ক্রিয় ক্ষয়সূত্রটি হলো, 'কোনো মুহূর্তে তেজস্ক্রিয় পরমাণুর ভাঙনের হার ঐ সময়ে উপস্থিত অক্ষত পরমাণুসংখ্যার সমানুপাতিক'। ধরা যাক, প্রারম্ভিক অবস্থায় কোনো তেজস্ক্রিয় পরমাণুর সংখ্যা ছিল N_0 । t সময়ে ভাঙনের পর অবশিষ্ট পরমাণুর সংখ্যা N হয়। যদি dt সময়ে dN সংখ্যক পরমাণু ভেঙে যায় তবে তেজস্ক্রিয় ক্ষয় সূত্রটি হলো,

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

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

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

এখানে, λ একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। একে ঐ তেজস্ক্রিয় মৌলের ক্ষয় ধ্রুবক বলে। ঋণাত্মক চিহ্ন দ্বারা পরমাণুর সংখ্যা হ্রাস পায় তা বোঝানো হয়েছে।

গ প্রথম পরমাণুটির প্রতীক ${}^{56}_{26}\text{Fe}$

অর্থাৎ এতে 26টি প্রোটন রয়েছে এবং নিউট্রন রয়েছে $= 56 - 26 = 30$ টি দেওয়া আছে,

$$\text{প্রতিটি প্রোটনের ভর, } m_p = 1.007825 \text{ amu}$$

$$\text{এবং প্রতিটি নিউট্রনের ভর, } m_n = 1.008665 \text{ amu}$$

$$\therefore 26 \text{ টি প্রোটন এবং } 30 \text{ টি নিউট্রনের সম্মিলিত ভর}$$

$$= 26m_p + 30m_n = (26 \times 1.007825 + 30 \times 1.008665) \text{ amu}$$

$$= 56.4634 \text{ amu}$$

$$\text{কিন্তু নিউক্লিয়াসের পরিমাপিত ভর} = 55.934939 \text{ amu}$$

$$\therefore \text{প্রথম পরমাণুটির ভর-ত্রুটি} = 56.4634 \text{ amu} - 55.934939 \text{ amu}$$

$$= 0.52846 \text{ amu (Ans.)}$$

আমরা জানি, $1 \text{ amu} = 931 \text{ MeV}$

ঘ প্রথম পরমাণুর নিউক্লিয়াসে মোট বন্ধনশক্তি,

$$E_1 = 0.52846 \times 931 \text{ MeV} = 492 \text{ MeV}$$

$$\therefore \text{প্রথম পরমাণুতে নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধন শক্তি} = \frac{492 \text{ MeV}}{\text{নিউক্লিয়ন সংখ্যা}}$$

$$= \frac{492 \text{ MeV}}{56} = 8.786 \text{ MeV/nucleon}$$

দ্বিতীয় পরমাণুতে বিদ্যমান প্রোটন ও নিউট্রনসমূহের মোট ভর

$$= 83m_p + (209 - 83)m_n$$

$$= 83 \times 1.007825 + 126 \times 1.008665 = 210.74 \text{ amu}$$

কিন্তু দ্বিতীয় পরমাণু নিউক্লিয়াসের ভর = 208.980388 amu

$$\therefore \text{দ্বিতীয় পরমাণুর নিউক্লিয়াসের ভরত্রুটি} = (210.74 - 208.980388) \text{ amu} = 1.7596 \text{ amu}$$

$$\therefore \text{দ্বিতীয় পরমাণুর নিউক্লিয়াসের মোট শক্তি, } E_2 = 1.7596 \times 931 \text{ MeV} = 1638.2 \text{ MeV}$$

$$\therefore \text{দ্বিতীয় পরমাণুর নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধন শক্তি} = \frac{1638.2 \text{ MeV}}{\text{মোট নিউক্লিয়ন সংখ্যা}}$$

$$= \frac{1638.2 \text{ MeV}}{209} = 7.838 \text{ MeV/nucleon}$$

লক্ষ করি, $8.786 \text{ MeV/nucleon} > 7.838 \text{ MeV/nucleon}$ সুতরাং প্রথম পরমাণুর ক্ষেত্রে নিউক্লিয়াস প্রতি বন্ধন শক্তি বৃহত্তর। তাই প্রথম পরমাণুটি বেশি স্থিতিশীল। এর আকার তুলনামূলক ভাবে ছোট হওয়ার কারণেই এবূপ হয়েছে।

প্রশ্ন ২৪ হাইড্রোজেন এর ভূমি অবস্থার শক্তি -13.6 eV । ২য় শক্তিস্তরে অবস্থিত একটি ইলেকট্রনের আধান ও ভর যথাক্রমে $1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ এবং $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ।

(ফেরী গার্লস ক্যাডেট কলেজ)

ক. বন্ধন শক্তি কী? ১

খ. বোর মডেল দ্বারা কিভাবে রাদারফোর্ডের মডেলের সীমাবদ্ধতা ঠিক হলো? ২

গ. ২য় শক্তিস্তরের ব্যাসার্ধ কত? ৩

ঘ. যদি ইলেকট্রনটি ২য় শক্তিস্তর থেকে ভূমি অবস্থায় যায় বা ৩য় থেকে ২য় শক্তিস্তরে যায় তাহলে কোন ক্ষেত্রে নির্গত শক্তির পরিমাণ বেশি হবে। গাণিতিকভাবে যাচাই করো। ৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রোটন ও নিউট্রনগুলোকে নিউক্লিয়াসে একত্রে বেধে রাখতে যে শক্তির প্রয়োজন তাকে নিউক্লিয়াসের বন্ধন শক্তি বলে।

খ রাদারফোর্ডের মডেল অনুযায়ী আবর্তনশীল ইলেকট্রন প্রতিনিয়ত তড়িতচৌম্বক শক্তি বিকিরণ করবে। ফলে ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসে পতিত হবে এবং পরমাণুর স্থায়ী গঠন থাকবে না।

কিন্তু বোরের মতবাদ অনুযায়ী ইলেকট্রন শক্তি বিকিরণ করে যখন উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তরে আসে আবার নিম্ন থেকে উচ্চ শক্তিস্তরে গেলে শক্তি শোষণ করে। এভাবে রাদারফোর্ডের মডেলের ত্রুটি দূর হয়।

গ এখানে,

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

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

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

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

$$\text{কোয়ান্টাম সংখ্যা, } n = 2$$

$$\text{কক্ষের ব্যাসার্ধ, } r_n = ?$$

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

$$\text{বা, } r_n = \frac{2^2 \times (6.63 \times 10^{-34})^2 \times 8.85 \times 10^{-12}}{3.14 \times 9.1 \times 10^{-31} \times (1.6 \times 10^{-19})^2}$$

$$\text{বা, } r_n = 2.13 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$\therefore r_n = 2.13 \text{ \AA} \text{ (Ans.)}$$

ঘ এখানে, ভূমি অবস্থার শক্তি, $E_0 = -13.6 \text{ eV}$

$$\text{মনে করি, } n \text{ তম শক্তিস্তরের শক্তি } E_n \text{ হলে } E_n = \frac{E_0}{n^2}$$

$$\text{২য় শক্তিস্তরের শক্তি, } E_2 = \frac{E_0}{n^2} = \frac{-13.6}{2^2}$$

$$\therefore E_2 = -3.4 \text{ eV}$$

৩য় শক্তিস্তরের শক্তি,

$$E_3 = \frac{E_0}{n^2} = \frac{-13.6}{3^2}$$

$$\therefore E_3 = -1.51 \text{ eV}$$

ইলেকট্রনটি ২য় শক্তিস্তর থেকে ভূমি অবস্থায় আসলে নির্গত শক্তির পরিমাণ, $\Delta E_1 = (E_2 - E_0) = (-3.4 + 13.6)$

$$\therefore \Delta E_1 = 10.2 \text{ eV}$$

এবং ৩য় শক্তিস্তর থেকে ২য় শক্তিস্তরে আসলে নির্গত শক্তির পরিমাণ,

$$\Delta E_2 = E_3 - E_2 = (-1.51 + 3.4)$$

$$\therefore \Delta E_2 = 1.89 \text{ eV} < \Delta E_1$$

সুতরাং বলা যায় যে, ইলেকট্রনটি ২য় শক্তিস্তর থেকে ভূমি অবস্থায় আসলে বেশি শক্তি নির্গত করবে।

প্রশ্ন ২৫ জনাব হাফিজ একটি পাওয়ার স্টেশনের ইঞ্জিনিয়ার। তাদের পাওয়ার স্টেশনে তেজস্ক্রিয় রেডন ব্যবহার করা হয়। রেডনের অর্ধায়ু 3.82 days.

(বৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ)

ক. ভরত্রুটি কি? ১

খ. তেজস্ক্রিয়তার কারণ ব্যাখ্যা করো। ২

গ. জনাব হাফিজের পাওয়ার স্টেশনে ব্যবহৃত পদার্থের ক্ষয় ধ্রুবক বের করো। ৩

ঘ. ব্যবহৃত অণুর 60% ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউক্লিয়াস গঠনকারী উপাদানসমূহের ভরের সমষ্টি অপেক্ষা নিউক্লিয়াসের ভর কিছুটা কম হয়। ভরের এ পার্থক্যকে ভরত্রুটি বলে।

খ 'তেজস্ক্রিয়তা' বা 'রেডিয়েশন' নামটি থেকেই বোঝা যায় যে, এটি হলো স্বতঃস্ফূর্তভাবে বিকিরণ উদগীরণ হবার ঘটনা। পারমাণবিক নিউক্লিয়াস (যা কোনো কারণে অস্থিতি) দ্বারা এটি ঘটে। ঘটনাটি এমন যেন, এটি কিছুটা শক্তি (বা ভর) ত্যাগ করে অধিকতর সুস্থিতি বিন্যাস অর্জন করতে চায়। পরমাণুর অভ্যন্তরে অতিরিক্ত শক্তির দরুন অথবা এর আশপাশের অত্যন্ত দুর্বল শক্তির দরুন পদার্থটি একটি তেজস্ক্রিয় বিক্রিয়ার মাধ্যমে অধিকতর সুস্থিতি অবস্থা অর্জন করতে চায়।

গ ১৮(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 0.1814136 d^{-1}

ঘ ৪(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 5.05 days.

প্রশ্ন ২৬ বর্ণ A ও B দুটি তেজস্ক্রিয় উপাদান নিয়ে কাজ করছিলো। উপাদান দুটির অর্ধায়ুর যোগফল 15 বছর। A এর অর্ধায়ু B এর অর্ধায়ুর দ্বিগুণ।

(বিনাইদহ ক্যাডেট কলেজ)

ক. সূচন কম্পাঙ্ক কী? ১

খ. ইলেকট্রনের কম্পটন তরঙ্গদৈর্ঘ্য 0.02468 \AA বলতে কী বোঝায়? ২

গ. A এর ক্ষয় ধ্রুবক নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উভয় উপাদানের 40% ক্ষয় হতে ভিন্ন সময় লাগে— বিশ্লেষণ করো। ৪

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রত্যেক ধাতুর ক্ষেত্রে একটি ন্যূনতম কম্পাঙ্ক আছে যার চেয়ে কম কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট কোনো আলো ঐ ধাতু থেকে ইলেকট্রন নির্গত করতে পারে না। ঐ ন্যূনতম কম্পাঙ্ককে ঐ ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক বলে।

খ ইলেকট্রনের কম্পটন তরঙ্গদৈর্ঘ্য 0.02468 \AA বলতে বুঝায় ইলেকট্রনের সাথে কোনো ফোটনের সংঘর্ষ হলে এর তরঙ্গদৈর্ঘ্য সর্বোচ্চ 0.02468 \AA পরিমাণ বৃদ্ধি পায়।

গ ৩(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের দ্রষ্টব্য।

ঘ ৩(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ২৭ হাইড্রোজেন পরমাণুর ১ম বোর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ 0.53 \AA এবং ভূমি অবস্থার শক্তি -13.6 eV ।

(বরিশাল ক্যাডেট কলেজ)

- ক. কোয়াসার কি? ১
 খ. নিউক্লীয় ফিশন বিক্রিয়ায় শক্তি নির্গত হওয়ার কারণগুলো সংক্ষেপে ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. পরমাণুটির বোর কক্ষের কোয়ান্টাম সংখ্যা এবং শক্তি বের কর যেখানে ব্যাসার্ধ 0.01 mm। ৩
 ঘ. পরমাণুটির ১ম বোর কক্ষের ঘূর্ণন সংখ্যা বের করে দেখা গেল যে, মোট শক্তি গতিশক্তি এবং বিভবশক্তির যোগফলের সমান। গাণিতিক পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে তোমার উত্তরের সত্যতা যাচাই করো। ৪

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোয়াসার হলো এক ধরনের অ্যাক্টিভ গ্যালাকটিক নিউক্লিয়াস যা সবচেয়ে উজ্জ্বল ও শক্তিশালী এবং আমাদের থেকে সবচেয়ে দূরে অবস্থিত।

খ. আমরা জানি ${}_{92}^{235}\text{U}$ কে নিউট্রন ${}_0^1\text{n}$ দ্বারা আঘাত করলে নিউক্লিয় ফিশন ঘটে। এতে ${}_{92}^{235}\text{U}$ নিউক্লিয়াসের বিভাজিত হয়ে কম ভরের দুটি নিউক্লিয়াস সৃষ্টি হয় এবং দুটি বা তিনটি নিউট্রন ${}_0^1\text{n}$ নির্গত হয়।

বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী ${}_0^1\text{n}$ ও ${}_{92}^{235}\text{U}$ এর মোট ভর অপেক্ষা উৎপন্ন নিউক্লিয়াসদ্বয় ও নিউট্রনগুলির মোট ভর সামান্য কম হয়। অর্থাৎ নিউক্লিয় ফিশনে কিছু ভর অদৃশ্য হয়। আইনস্টাইনের ভরশক্তি সমীকরণ $E = mc^2$ অনুসারে এই অদৃশ্য ভর শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। ইহাই নিউক্লিয় ফিশন বিক্রিয়ায় শক্তি উৎপন্নের কারণ।

গ. এখানে,
 ১ম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ, $r_1 = 0.53 \times 10^{-10}\text{m}$
 n তম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ, $r_n = 0.01 \times 10^{-3}\text{m}$
 ভূমি অবস্থার শক্তি, $E_0 = -13.6\text{eV}$
 n তম কক্ষপথের শক্তি, $E_n = ?$
 কোয়ান্টাম সংখ্যা, $n = ?$
 আমরা জানি,

$$r_n = n^2 r_1$$

$$\therefore n = \sqrt{\frac{r_n}{r_1}}$$

$$\text{বা, } n = \sqrt{\frac{0.01 \times 10^{-3}}{0.53 \times 10^{-10}}}$$

$$\therefore n = 434 \text{ (Ans.)}$$

$$\text{এবং } E_n = \frac{E_0}{n^2} = \frac{-13.6}{434^2}$$

$$\therefore E_n = -3.13 \times 10^{-2} \text{ eV (Ans.)}$$

ঘ. এখানে,
 কক্ষপথের কোয়ান্টাম সংখ্যা, $n = 1$
 ব্যাসার্ধ, $r = 0.53\text{\AA}$
 ভূমি অবস্থার শক্তি, $E_0 = -13.6\text{eV}$

এখন, $L = mvr = \frac{nh}{2\pi}$

$$\text{বা, } mvr = \frac{h}{2\pi}$$

$$\text{বা, } v = \frac{h}{2\pi mr}$$

$$\therefore v = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{2\pi \times 9.1 \times 10^{-31} \times 0.53 \times 10^{-10}}$$

$$= 2.19 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$$

এখন, গতিশক্তি $= \frac{1}{2} mv^2$

$$= \frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} \times (2.19 \times 10^6)^2$$

$$= 2.18 \times 10^{-18} \text{ J}$$

আবার, বিভবশক্তি $= -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{e^2}{r_1}$

$$= \frac{1}{4\pi \times 8.57 \times 10^{-12}} \times \frac{(1.6 \times 10^{-19})^2}{0.53 \times 10^{-10}} = -4.34 \times 10^{-18} \text{ J}$$

মোট শক্তি $= -\frac{1}{8\pi\epsilon_0} \times \frac{e^2}{r_1}$

$$= -\frac{1}{8\pi \times 8.57 \times 10^{-12}} \times \frac{(1.6 \times 10^{-19})^2}{0.53 \times 10^{-10}}$$

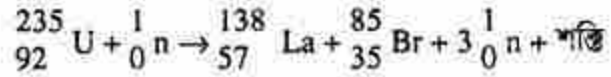
$$= -2.16 \text{ J}$$

এখন, গতিশক্তি + বিভবশক্তি $= 2.18 \times 10^{-18} - 4.34 \times 10^{-18}$

$$= -2.16 \text{ J}$$

\therefore গতিশক্তি + বিভবশক্তি = মোট শক্তি [Proved]

প্রশ্ন ২৮. ইউরেনিয়াম এর ফিশন বিক্রিয়া নিম্নরূপ:



ডিউটেরিয়াম এর ফিউশন বিক্রিয়া ${}_1^2\text{H} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_2^3\text{He} + {}_0^1\text{n} + \text{শক্তি}$

নিউক্লিয়াস	ভর (a.m.u)	
${}_{92}^{235}\text{U}$	235.1	${}_0^1\text{n}$ এর ভর-1.009 amu
${}_{57}^{148}\text{La}$	148	$r_0 = 1.4 \times 10^{-15}\text{m}$
${}_{35}^{85}\text{Br}$	84.9	
${}_1^2\text{H}$	2.015	অ্যাডোপ্তোর সংখ্যা $N_A = 6.023 \times 10^{23}$ টি
${}_2^3\text{He}$	3.017	

[নটর ডেম কলেজ, ঢাকা]

- ক. ফটো ইলেকট্রন কী? ১
 খ. কম্পটন ক্রিয়ায় বিক্ষিপ্ত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিক্ষেপ কোণের উপর নির্ভরশীল— ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. ল্যান্থেনাম (${}_{57}^{148}\text{La}$) নিউক্লিয়াস এর আয়তন নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. প্রতি কেজি ইউরেনিয়াম এর ফিশন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তি প্রতি কেজি ডিউটেরিয়াম এর ফিউশনে উৎপন্ন শক্তি অপেক্ষা বেশি হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর? ৪

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো ধাতব খণ্ডের ওপর উচ্চ কম্পাঙ্কের তড়িচ্চুম্বকীয় বিকিরণ আপতিত হলে এর পৃষ্ঠ থেকে ইলেকট্রন নিঃসরণ হয়। একে ফটো ইলেকট্রন বলে।

খ. কোনো একটি শক্তিশালী ফোটনের সাথে মুক্ত ইলেকট্রনের সংঘর্ষ ঘটলে ফোটনটি ইলেকট্রনটিকে কিছু শক্তি প্রদান করে। এতে বিক্ষিপ্ত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য আপতিত ফোটনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের চেয়ে বেশি হয়।

কম্পটন বিক্ষেপণের সমীকরণ থেকে দেখা যায় যে, $\lambda' = \lambda + \frac{h}{m_0c}(1 - \cos\theta)$
 অর্থাৎ θ এর মান যত বেশি হবে, $\cos\theta$ তত ক্ষুদ্র হবে এবং λ', λ এর কাছাকাছি মানের হবে। আবার θ বৃদ্ধি পেলে $\cos\theta$ এর মান হ্রাস পাবে এবং $(\lambda' - \lambda)$ ব্যবধান বৃদ্ধি পাবে। $\theta = 0^\circ$ এর জন্য $\lambda' = \lambda$ হয় এবং $\theta = 90^\circ$ এর জন্য $\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc}$ যা সর্বোচ্চ ব্যবধান নির্দেশ করে। তাই বিক্ষিপ্ত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিক্ষেপণ কোণে উপর নির্ভর করে।

গ

আমরা পাই,
La নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ

$$R = r_0 \times (A)^{\frac{1}{3}}$$

$$= 1.4 \times 10^{-15} \times (148)^{\frac{1}{3}}$$

$$= 7.41 \times 10^{-15} \text{ m}$$

$$\therefore \text{La নিউক্লিয়াসের আয়তন, } V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$= 1.7 \times 10^{-42} \text{ m}^3 \text{ (Ans.)}$$

ঘ প্রতিটি ইউরেনিয়াম পরমাণুর ভাঙনে হারানো ভর,

$$\Delta m_u = [(235.1 + 1.009) - (148 + 84.9 + 3 \times 1.009)] \text{ a.m.u}$$

$$= 0.182 \text{ amu}$$

1kg ইউরেনিয়ামে পরমাণুর সংখ্যা,

$$n_u = \frac{1000}{235} N_A$$

$$= \frac{1000}{235} \times 6.023 \times 10^{23} \text{ টি}$$

$$= 2.563 \times 10^{24} \text{ টি}$$

\therefore 1kg ইউরেনিয়াম ভাঙনে হারানো ভর,

$$\Delta m_1 = \Delta m_u \times n_u$$

$$= 0.182 \times 2.563 \times 10^{24} \text{ a.m.u}$$

$$= 4.664 \times 10^{23} \text{ a.m.u}$$

$$= 7.7899 \times 10^{-4} \text{ kg}$$

\therefore 1 kg ইউরেনিয়াম ভাঙনে বিমুক্ত শক্তি,

$$\Delta E_1 = \Delta m_1 c^2$$

$$= 7.7899 \times 10^{-4} \times (3 \times 10^8)^2 \text{ J}$$

$$= 7.01 \times 10^{13} \text{ J}$$

আবার, দুটি ${}^2_1\text{H}$ পরমাণুর ভাঙনে হারানো ভর,

$$\Delta m_H = [2 \times 2.015 - (3.017 + 1.009)] \text{ a.m.u}$$

$$= 4 \times 10^{-3} \text{ a.m.u}$$

${}^2_1\text{H}$ এর পারমাণবিক ভর = 2

\therefore 1kg ডিউটেরিয়ামে পরমাণুর সংখ্যা,

$$n_H = \frac{1000}{2} \times 6.023 \times 10^{23} \text{ টি}$$

$$= 3.0115 \times 10^{26} \text{ টি}$$

\therefore 1kg ডিউটেরিয়ামের ভাঙনে হারানো ভর,

$$\Delta m_2 = \frac{3.0115 \times 10^{26}}{2} \times 4 \times 10^{-3} \text{ a.m.u}$$

$$= 6.023 \times 10^{23} \text{ a.m.u}$$

$$= 1.005 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

\therefore 1 kg ডিউটেরিয়াম ভাঙনে বিমুক্ত শক্তি,

$$\Delta E_2 = \Delta m_2 c^2$$

$$= 1.005 \times 10^{-3} \times (3 \times 10^8)^2 \text{ J}$$

$$= 9.05 \times 10^{13} \text{ J}$$

$$\Delta E_2 > \Delta E_1$$

অতএব, ডিউটেরিয়ামের সমপরিমাণ ভাঙনে বেশি শক্তি উৎপন্ন হবে।

প্রশ্ন ২৯ সানি একটি অজানা পরমাণু X এবং ${}_{92}\text{U}^{235}$ নিয়ে পর্যবেক্ষণ করছিলেন? ${}_{92}\text{U}^{235}$ নিউক্লিয়াসের ভর 235.04390 amu X পরমাণুর তৃতীয় কক্ষপথ থেকে প্রথম কক্ষপথে একটি ইলেকট্রন ফিরে আসলো। ইলেকট্রনটির বেগ $0.99c$ । প্রোটন ও নিউট্রনের ভর যথাক্রমে 1.00728 amu ও 1.00876 amu ।

- রেডিও আইসোটোপ কি? ১
- অবক্ষয় ধ্রুবক যত বড় হবে নির্দিষ্ট সময়ে একটি পরমাণুর ক্ষয়ের সম্ভাবনা তত বেশি হবে— ব্যাখ্যা করো। ২
- ইলেকট্রনটি ভূমি অবস্থায় ফিরে আসায় বিকিরিত শক্তির তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। ৩
- ইলেকট্রনটির আইনস্টাইনীয় গতিশক্তি ${}_{92}\text{U}^{235}$ এর বন্ধন শক্তির সমান কিনা—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কতকগুলো আইসোটোপে অল্প সময়ের জন্য কৃত্রিম তেজস্ক্রিয়তা দেখা যায়। এদেরকে রেডিও আইসোটোপ বলে।

খ তেজস্ক্রিয় পরমাণুর ভাঙনের হার ঐ সময়ে উপস্থিত অবস্থায় পরমাণুর সংখ্যার সমানুপাতিক। এসব পরমাণুর সংখ্যা N হলে,

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

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

এখানে, λ হচ্ছে অবক্ষয় ধ্রুবক

$$\therefore \lambda = -\frac{dN}{dt} \quad [N = 1 \text{ বসিয়ে}]$$

অর্থাৎ অবক্ষয় ধ্রুবক যত বড় হবে নির্দিষ্ট সময়ে একটি পরমাণুর ক্ষয়ের সম্ভাবনা তত বেশি।

গ

$$(m - m_0)c^2 = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{h}{(m - m_0)c}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{h}{m_0 \left[\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right] c}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \left[\frac{1}{\sqrt{1 - (0.99)^2}} - 1 \right] \times 3 \times 10^8}$$

$$\therefore \lambda = 3.988 \times 10^{-13} \text{ m}$$

$$= 3.988 \times 10^{-3} \text{ \AA} \text{ (Ans.)}$$

ঘ এখানে, ইলেকট্রনটির বেগ, $v = 0.99c$

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

ইলেকট্রনটির আইনস্টাইনীয় গতিশক্তি,

$$E_K = (m - m_0)c^2$$

$$= \left(\frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0 \right) c^2$$

$$= \left(\frac{9.1 \times 10^{-31}}{\sqrt{1 - \left(\frac{0.99c}{c} \right)^2}} - 9.1 \times 10^{-31} \right) \times (3 \times 10^8)^2$$

$$= 4.99 \times 10^{-13} \text{ J}$$

বন্ধন শক্তি,

$$\Delta E = \Delta m c^2 \quad [\text{এখানে, } \Delta m = \text{ভরভ্রুটি}]$$

$$= [(92 \times 1.00728) + 143 \times 1.00876] - 235.0439 \times 931 \text{ MeV}$$

$$= 1748.92074 \text{ MeV}$$

$$= 2.798 \times 10^{-10} \text{ J}$$

অর্থাৎ আইনস্টাইনীয় গতিশক্তি এবং বন্ধন শক্তি সমান নয়।

প্রশ্ন ৩০ Lanthenium-এর তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের অর্ধায়ু $1.1 \times 10^{10} \text{ yrs}$ । এতে আদি পরমাণুর সংখ্যা ছিল 0.043×10^{23} ।

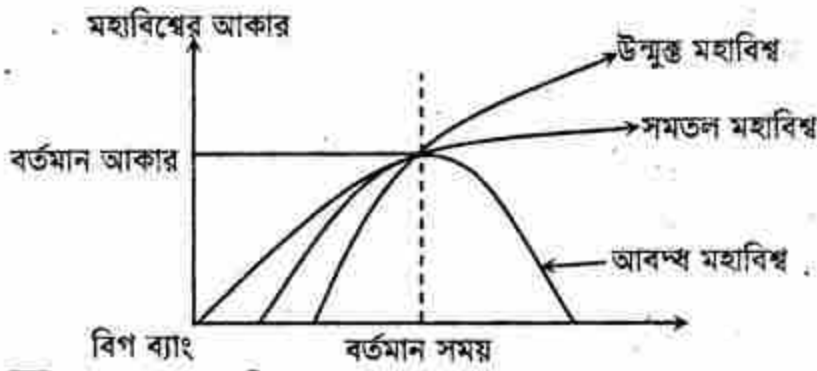
[ডিকারুননিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

- পরমাণুর শক্তি লেভেলের সংজ্ঞা দাও। ১
- মহাবিশ্বের শেষ পরিণতির সর্বাধুনিক মতবাদ অনুযায়ী লেখচিত্র আঁক এবং মতবাদের নাম লিখ। ২
- পরমাণুর ক্ষয় ধ্রুবকের মান নির্ণয় কর উদ্দীপক ব্যবহার করে। ৩
- প্রথম সেকেন্ডে ক্ষয়ের হার নির্ণয় কর উদ্দীপকের Lanthenium এর। ৪

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরমাণুর প্রতিটি কক্ষপথের একটি নির্দিষ্ট শক্তি থাকে। এই শক্তি সম্পন্ন কোনো ইলেকট্রন উক্ত স্তরে থাকতে পারে। নির্দিষ্ট শক্তি সম্পন্ন এই স্তর সমূহকে পরমাণুর শক্তি লেভেল বলে।

খ মহাবিশ্বের শেষ পরিণতির সর্বাধুনিক মতবাদ বিগ ব্যাং তত্ত্ব। এ তত্ত্ব অনুযায়ী লেখচিত্র নিম্নরূপ:

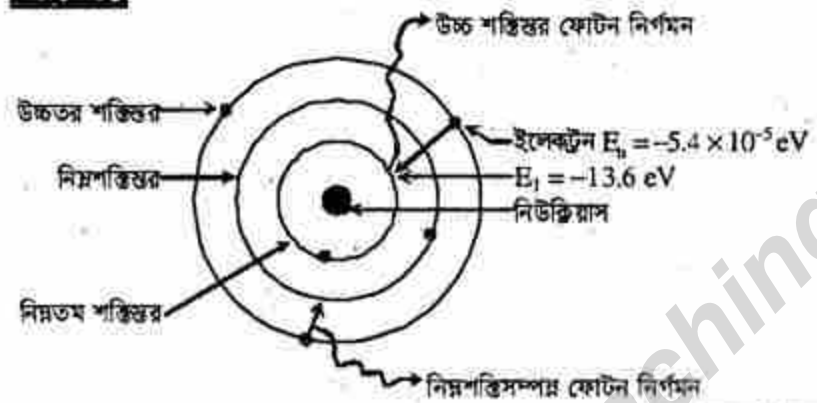


গ ১৮(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য। সময়

প্রতি সেকেন্ডে ক্ষয়ের হার,
 $\frac{dN}{dt} = \lambda N$
 $= 4.8 \times 10^{-17} \times 0.043 \times 10^{23}$
 $= 2.06 \times 10^5$ টি পরমাণু। (Ans.)

দেওয়া আছে,
 আদি পরমাণুর সংখ্যা,
 $N_0 = 0.043 \times 10^{23}$
 অর্ধায়ু, $T_{1/2} = 1.1 \times 10^{10}$ y
 $\therefore \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$
 $= \frac{\ln 2}{1.1 \times 10^{10} \times 365 \times 3600}$
 $= 4.8 \times 10^{-17} \text{ s}^{-1}$

প্রশ্ন ৩১



- ক. রিডবার্গ ধ্রুবক কী? ১
 খ. পরমাণুর নিম্ন কক্ষপথ অপেক্ষা উচ্চ কক্ষপথের ইলেকট্রন মুক্ত করা সহজ কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. উদ্দীপক অনুসারে প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা এর মান নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. তোমার মতে উচ্চতর কক্ষপথের ইলেকট্রনটি নিম্নতর কক্ষপথে গমন করলে কত কম্পাঙ্কের বিকিরণ নিঃসরণ করবে? ৪

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. রিডবার্গ ধ্রুবক, $R_H = \frac{me^4}{8h^3 \epsilon_0^2 c} = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

খ. বোরের তত্ত্ব অনুযায়ী, পরমাণুর কোনো কক্ষপথের শক্তি $E_n = \frac{1}{n^2} E_1$ অর্থাৎ, দূরের কক্ষপথের শক্তি অপেক্ষাকৃত কম থাকে। ফলে উচ্চ কক্ষপথের ইলেকট্রনের শক্তিও কম থাকে। তাই উচ্চ কক্ষপথ হতে কম শক্তি ব্যয় করেই ইলেকট্রন মুক্ত করা যায়।

গ. এখানে, প্রথম শক্তিস্তরের শক্তি, $E_1 = -13.6 \text{ eV}$
 n -তম কক্ষপথের শক্তি, $E_n = -5.4 \times 10^{-5} \text{ eV}$
 বের করতে হবে, প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা, $n = ?$

আমরা জানি, $E_n = \frac{E_1}{n^2}$
 $\therefore n^2 = \frac{E_1}{E_n} = \frac{-13.6 \text{ eV}}{-5.4 \times 10^{-5} \text{ eV}} = 251852$
 $\therefore n = \sqrt{251852} = 502$ (Ans.)

ঘ. এখানে,
 $n = 2$ স্তরের শক্তি, $E_2 = -3.4 \text{ eV}$
 $n = 1$ স্তরের শক্তি, $E_1 = -13.6 \text{ eV}$
 প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$
 বের করতে হবে, কম্পাঙ্ক, $\nu = ?$
 আমরা জানি, $E_2 - E_1 = h\nu$
 $\therefore \nu = \frac{E_2 - E_1}{h} = \frac{(-3.4 + 13.6) \text{ eV}}{6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}} = \frac{10.2 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}}{6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}}$
 $= 2.46 \times 10^{15} \text{ Hz}$ (Ans.)

প্রশ্ন ৩২ আমেরিকার 'বেল' ল্যাবরেটরিতে গবেষণারত দুই বন্ধু দীপংকর ও রাকিব H-পরমাণুর বর্ণালী পরীক্ষা করছে। দীপংকর, রাকিবকে বলল উচ্চ কক্ষপথ হতে ইলেকট্রন প্রথম কক্ষপথে গমন করলে অতিবেগুনী তরঙ্গের বর্ণালীর উৎপত্তি হয়। নির্দিষ্ট কক্ষপথ 'A' এর জন্য তারা বর্ণালী পর্যবেক্ষণ করল এবং 'A' কক্ষপথটি কততম তা রাকিব, দীপংকর থেকে জেনে নিল।



[মাইনস্টোন কলেজ, ঢাকা]

- ক. অর্ধায়ু কাকে বলে? ১
 খ. তেজস্ক্রিয়তা একটি স্বতঃস্ফূর্ত নিউক্লিয় ঘটনা ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. r এর মান নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. দীপংকর 'A' কক্ষপথটি কততম বলেছিল তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে দেখাও। ৪

৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের পরমাণু সংখ্যা যে সময়ে অর্ধেক পরিণত হয় সে সময়কে ঐ তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু বলে।

খ. নিউক্লিয়াসের ভাঙনের ফলেই তেজস্ক্রিয়তার সৃষ্টি হয় এবং তেজস্ক্রিয় ক্ষয়ের মাধ্যমে এক মৌল অন্য মৌলে পরিণত হয়। তেজস্ক্রিয়তা একটি স্বতঃস্ফূর্ত ঘটনা। বাইরের কোনো প্রক্রিয়া যেমন—তাপ, চাপ, তড়িৎ বা চৌম্বকক্ষেত্র ইত্যাদি এ ঘটনাকে প্রভাবিত করতে পারে না। তেজস্ক্রিয়তায় নিউক্লিয়াসের বাইরের ইলেকট্রনের কোনো ভূমিকা নেই। সুতরাং তেজস্ক্রিয়তা সম্পূর্ণরূপে একটি নিউক্লীয় ঘটনা।

গ. H- এর ১ম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ r হলে,

$$r = \frac{h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2} = \frac{1^2 \times (6.63 \times 10^{-34})^2 \times 8.854 \times 10^{-12}}{3.1416 \times 9.11 \times 10^{-31} \times (1.602 \times 10^{-19})^2}$$

$$= 5.3 \times 10^{-11} \text{ m. (Ans.)}$$

এখানে,
 কক্ষপথ, $n = 1$
 ইলেকট্রনের ভর,
 $m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
 ইলেকট্রনের চার্জ,
 $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$
 প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক,
 $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

ঘ. নির্গত আলোর শক্তি E হলে,

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{102.77 \times 10^{-9}}$$

$$= 1.9354 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$= 12.08 \text{ eV}$$

এখন, A কক্ষপথের শক্তি E_A ও প্রথম কক্ষপথের শক্তি E_F হলে

$$E_A - E_F = E$$

$$\text{বা, } E_A = E + E_F$$

$$= 12.08 + (-13.6)$$

$$= -1.52 \text{ eV}$$

এখানে,
 ১ম কক্ষপথের শক্তি, $E_F = -13.6 \text{ eV}$

এখন, A কক্ষপথটি n তম হলে,

$$E_A = \frac{E_F}{n^2}$$

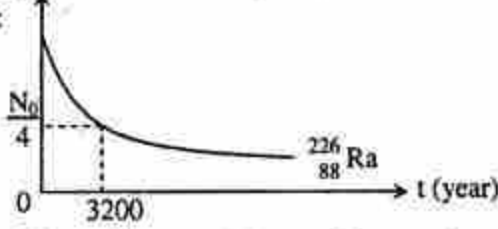
$$\text{বা, } n^2 = \frac{E_F}{E_A}$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } n &= \sqrt{\frac{E_F}{E_A}} \\ &= \sqrt{\frac{-13.6}{-1.52}} \\ &= 2.99 \\ &= 3. \end{aligned}$$

অর্থাৎ, A কক্ষপথটি 3 তম বা তৃতীয় কক্ষপথ।

প্রশ্ন ৩৩

Case-1 :



Case-2 : ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{56}^{141}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + 3{}_0^1\text{n} + \text{শক্তি}$
 ${}_{92}^{235}\text{U}$, ${}_{56}^{141}\text{Ba}$, ${}_{36}^{92}\text{Kr}$, ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ নিউক্লিয়াসের, প্রোটন ও নিউট্রন-এর ভর যথাক্রমে 235.04 amu, 140.910 amu, 91.91 amu, 226.0001 amu, 1.00728 amu, 1.00867 amu।

- ক. ফিশন বিক্রিয়া কাকে বলে? ১
 খ. রেডনের ক্ষয় ধ্রুবক $2.11 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ বলতে কি বোঝায়? ২
 গ. 2 গ্রাম Ra হতে প্রতি সেকেন্ডে কতটি পরমাণু ভেঙে যায়? ৩
 ঘ. ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ এর বন্ধনশক্তি ও ${}_{92}^{235}\text{U}$ এর ফিশন বিক্রিয়া হতে নির্গত শক্তি সমান হবে কী?— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে প্রক্রিয়ায় ভারী পরমাণুর নিউক্লিয়াস বিচ্ছিন্ন হয়ে প্রায় সমান ভরের দুটি নিউক্লিয়াস তৈরি করে এবং বিপুল পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়, তাকে নিউক্লিয়ার ফিশন বলে।

খ. রেডনের ক্ষয় ধ্রুবক $2.11 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ বলতে বোঝায় রেডনের একটি পরমাণুর এক সেকেন্ডে ভাঙনের সম্ভাব্যতা হলো 2.11×10^{-6} ।

গ. আদি পরমাণু সংখ্যা N_0 হলে $t = 3200 \text{ y}$ বছর

অবশিষ্ট পরমাণু সংখ্যা, $N = \frac{N_0}{4}$

সুতরাং অবক্ষয় ধ্রুবক λ হলে, $N = N_0 e^{-\lambda t}$

বা, $\frac{N_0}{4} = N_0 e^{-\lambda t}$ বা, $e^{-\lambda t} = 0.25$ বা, $-\lambda t = -1.3863$

$$\begin{aligned} \therefore \lambda &= \frac{1.3863}{t} = \frac{1.3863}{3200 \text{ y}} \\ &= 4.332 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1} \\ &= \frac{4.332 \times 10^{-4}}{365 \times 86400} \text{ s}^{-1} \\ &= 1.374 \times 10^{-11} \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$

\therefore 2gm Ra-এ পরমাণুর সংখ্যা,

$$\begin{aligned} N &= \frac{2 \text{ gm}}{226 \text{ gm}} \times 6.023 \times 10^{23} \\ &= 5.33 \times 10^{21} \end{aligned}$$

\therefore 2 gm Ra হতে প্রতি সেকেন্ডে ভেঙে যাওয়া পরমাণুর সংখ্যা

$$\begin{aligned} &= \frac{dN}{dt} = -\lambda N \text{ [অবক্ষয় সূত্র হতে]} \\ &= -1.374 \times 10^{-11} \text{ s}^{-1} \times 5.33 \times 10^{21} \\ &= 7.32 \times 10^{10} \end{aligned}$$

ঘ. ফিশন বিক্রিয়ার পূর্বে সর্বমোট ভর = $M({}_{92}^{235}\text{U}) + M({}_0^1\text{n})$

$$= 235.04 \text{ amu} + 1.00867 \text{ amu} = 236.049 \text{ amu}$$

$$\begin{aligned} \text{ফিশন বিক্রিয়ার পর সর্বমোট ভর} &= M({}_{56}^{141}\text{Ba}) + M({}_{36}^{92}\text{Kr}) + 3M({}_0^1\text{n}) \\ &= 140.91 \text{ amu} + 91.91 \text{ amu} + 3 \times 1.00867 \text{ amu} \\ &= 235.85 \text{ amu} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{ভর পার্থক্য} = (236.049 - 235.85) \text{ amu} = 0.199 \text{ amu}$$

$$\text{রূপান্তরিত শক্তি} = 0.199 \times 931 \text{ MeV} = 185.27 \text{ MeV}$$

$$\begin{aligned} 226 \text{ Ra-এর প্রোটন ও নিউট্রনসমূহের সম্মিলিত ভর} &= 88 \times 1.00728 + \\ (226 - 88) \times 1.00867 &= 227.84 \text{ amu} \end{aligned}$$

$$\text{কিন্তু Ra নিউক্লিয়াসের ভর} = 226.0001 \text{ amu}$$

$$\text{তাহলে ভর পার্থক্য} = 227.84 - 226.0001 = 1.8399 \text{ amu}$$

$$\text{রূপান্তরিত শক্তি} = 1.8399 \times 931 \text{ MeV} = 1713 \text{ MeV}$$

$$\neq 185.27 \text{ MeV}$$

সুতরাং ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ -এর বন্ধন শক্তি ও ${}_{92}^{235}\text{U}$ -এর ফিশন বিক্রিয়া হতে নির্গত শক্তি সমান হবে না।

প্রশ্ন ৩৪ 2010 সালে রাশিয়ার পরমাণু গবেষণা কেন্দ্রে 20 gm পরিমাণের তেজস্ক্রিয় পদার্থ ছিল। 2016 সালে দেখা গেল ঐ পদার্থের মাত্র 5 gm অবশিষ্ট আছে।

[মতিবিল মডেল স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

- ক. দৈর্ঘ্য সংকোচন কাকে বলে? ১
 খ. X-ray চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা বিক্ষিপ্ত হয় না কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. তেজস্ক্রিয় পদার্থটির অর্ধায়ু কত? ৩
 ঘ. উদ্দীপকটির তথ্যানুযায়ী 2025 সালে পদার্থটির কোনো অবশিষ্ট থাকবে কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা করো। ৪

৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে গতিশীল বস্তুর দৈর্ঘ্য ঐ পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে নিশ্চল অবস্থায় ঐ একই বস্তুর দৈর্ঘ্যের চেয়ে ছোট হয়, এই প্রভাবকে দৈর্ঘ্য সংকোচন বলা হয়।

খ. এক্স রশ্মি আহিত কণা নয়, তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ। তাই তড়িৎ ও চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা এক্স রশ্মি বিক্ষিপ্ত হয় না।

গ. তেজস্ক্রিয় পদার্থটির অর্ধায়ু $T_{1/2}$ হলে,

$$\begin{aligned} N &= N_0 e^{-\lambda t} \\ \text{বা, } \lambda &= \frac{1}{t} \ln \left(\frac{N_0}{N} \right) \\ &= \frac{1}{6} \times \ln \left(\frac{20}{5} \right) \end{aligned}$$

$$\text{বা, } \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{1}{6} \times \ln 4$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } T_{1/2} &= \frac{6 \ln 2}{\ln 4} \\ &= 3 \text{ years (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ. তেজস্ক্রিয় পদার্থটির অবক্ষয় ধ্রুবক λ হলে,

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \\ &= \frac{\ln 2}{3 \text{ y}} \\ &= 0.23105 \text{ y}^{-1} \end{aligned}$$

2025 সালে পদার্থটির অবশিষ্টাংশ N হলে,

$$\begin{aligned} N &= N_0 e^{-\lambda t} \\ &= 5 \times e^{-0.23105 \times 9} \\ &= 5 \times 0.4354 \\ &= 0.625 \end{aligned}$$

এখানে,

$$\begin{aligned} 2016 \text{ সালে অক্ষত তেজস্ক্রিয় পদার্থ, } N_0 &= 20 \text{ gm} \\ 2016 \text{ সালে পদার্থের পরিমাণ, } N &= 5 \text{ gm} \\ \text{সময় ব্যবধান, } t &= (2025 - 2016) \text{ y} \\ &= 9 \text{ years} \end{aligned}$$

অর্থাৎ, 2025 সালেও আরও 0.625 gm অবশিষ্ট থাকবে।

প্রশ্ন ৩৫ রাশিয়ার মস্কোর পাশে অবস্থিত একটি এটোমিক বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্রের ক্ষমতা 4000 MW। এতে জ্বালানি হিসাবে U-235 ব্যবহার করা হয়। একটি ফিশন হতে 200 MeV শক্তি পাওয়া যায়। এক বছর পর দেখা গেল এক মোল জ্বালানি হতে 9.2755×10^{11} টি পরমাণু ক্ষয় হয়ে গেছে।

[আবদুল কাদির মোম্বা সিটি কলেজ, নরসিংদী]

- ক. তেজস্ক্রিয় ক্ষয় সূত্র কী? ১
খ. কোনো ধাতুর কার্যাপেক্ষক 2.31 eV বলতে কী বোঝায়? ২
গ. জ্বালানির অর্ধায়ু বের করো। ৩
ঘ. এক বছরে বিদ্যুৎক্ষেত্রে এক কেজির বেশি জ্বালানি খরচ হবে কি না- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো মুহূর্তে তেজস্ক্রিয় পরমাণুর ভাঙন বা অবক্ষয়ের হার ঐ সময়ে উপস্থিত অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা সমানুপাতিক।

খ. কোনো ধাতব পৃষ্ঠ হতে শূন্য বেগসম্পন্ন ইলেকট্রন নির্গত করতে যতটুকু শক্তির প্রয়োজন তাকে ঐ ধাতুর কার্যাপেক্ষক বলে। আবার কোনো একটি ধাতুর কার্যাপেক্ষক 2.31 eV বলতে বুঝায়, ঐ ধাতব পৃষ্ঠ হতে শূন্য বেগসম্পন্ন ইলেকট্রন নির্গত করতে 2.31 eV শক্তির ফোটনের প্রয়োজন হয়।

গ. ৮ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর : 4.5×10^{11} year

ঘ. বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্রের ক্ষমতা, $P = 4000$ MW

∴ এক বছরে উৎপাদিত শক্তি, $E = Pt$

$$= 4000 \times 10^6 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60$$

$$= 1.2614 \times 10^{17} \text{ J}$$

১টি ফিশন হতে শক্তি, পাওয়া যায়, $E' = 200$ MeV

$$= 200 \times 10^6 \times 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= 3.204 \times 10^{-11} \text{ J}$$

∴ এক বছরে ফিশন হবে, $N = \frac{E}{E'}$

$$= \frac{1.2614 \times 10^{17}}{3.204 \times 10^{-11}}$$

$$= 3.937 \times 10^{27}$$

∴ ইউরেনিয়াম পরমাণু ভাঙবে, $n = \frac{N}{N_A} = \frac{3.937 \times 10^{27}}{6.023 \times 10^{23}}$

$$= 6536.6 \text{ mole}$$

∴ ব্যবহৃত ইউরেনিয়ামের ভর,

$$m = nM$$

$$= 6536.6 \times 235 \times 10^{-3}$$

$$= 1536.1 \text{ kg}$$

ইউরেনিয়ামের মোলার ভর,

$$M = 235 \text{ g}$$

$$= 235 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

অর্থাৎ, এক বছরে এক কেজির বেশি বরং 1536 kg ইউরেনিয়াম জ্বালানি খরচ হবে।

প্রশ্ন ৩৬ একটি তেজস্ক্রিয় মৌলের বিভিন্ন সময়ে অক্ষত পরমাণুসংখ্যা নিচের ছকে দেয়া হলো:

সময় (t) দিন	0	10	t'
অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা	N_0	$N_0/3$	$N_0/5$

[সরকারি হরণজা কলেজ, মুন্সিগঞ্জ]

ক. 1 amu কী? ১

খ. নিউক্লিয়াসে ইলেকট্রন না থাকা সত্ত্বেও বিটা (β) রশ্মিতে ইলেকট্রনের উপস্থিতি ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপক অনুসারে t'-এর মান নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকে $N_0 = 10^{20}$ হলে, উল্লিখিত মৌলের 1 দিনে কতটি ভাঙন সম্পন্ন হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কার্বন-12 আইসোটোপ এর পরমাণুর ভরের $\frac{1}{12}$ অংশকে এক পারমাণবিক ভর (atomic mass unit বা a. m. u) ধরা হয়।

$$1 \text{ amu} = 1.66057 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

খ. আমরা জানি, নিউক্লিয়াসে ইলেকট্রন থাকে না, কিন্তু তেজস্ক্রিয় নিউক্লিয়াস থেকে বিটা রশ্মি নির্গত হয়, যা কিনা ঋণাত্মক আধানযুক্ত। তেজস্ক্রিয় পরমাণুর নিউক্লিয়াস থেকে নিউট্রন ভেঙেই বিটা রশ্মি উৎপন্ন হয়। এই নিউট্রন ভেঙে একটি প্রোটন, একটি ইলেকট্রন ও একটি এ্যান্টি নিউট্রিনো তৈরি হয়। উৎপন্ন এই ইলেকট্রনই বিটা রশ্মি বা বিটা পার্টিকেল।

গ. ক্ষয় ধ্রুবক λ হলে,

10 days পর,

$$\frac{N_0}{3} = N_0 e^{-\lambda \times 10}$$

$$\therefore \lambda = 0.1099 \text{ d}^{-1}$$

∴ t' সময় পর,

$$\frac{N_0}{5} = N_0 e^{-\lambda t'}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{5} = e^{-0.1099 \times t'}$$

$$\therefore t' = 14.65 \text{ days (Ans.)}$$

ঘ. $N_0 = 10^{20}$

∴ 1 day শেষে অক্ষত কণা,

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

$$= 10^{20} \times e^{-0.1099 \times 1} \text{ [গ' হতে } \lambda = 0.1099 \text{ d}^{-1}]$$

$$= 8.96 \times 10^{19} = 0.896 \times 10^{20}$$

∴ 1 দিনে ভাঙন সম্পন্ন হয়েছে = $N - N_0$

$$= (1 - 0.896) \times 10^{20}$$

$$= 0.104 \times 10^{20}$$

$$= 1.04 \times 10^{19} \text{ টি}$$

অতএব, উদ্দীপকে উল্লিখিত প্রারম্ভিক পরমাণু সংখ্যার জন্য 1 দিনে 1.04×10^{19} টি পরমাণুর ভাঙন সম্পন্ন হবে।

প্রশ্ন ৩৭ এক খণ্ড রেডিয়ামে 6.023×10^{23} টি অক্ষত পরমাণু ছিল। এক বছর পর দেখা গেল 6.000×10^{23} টি পরমাণু ভেঙে গেছে।

[কার্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, মোহনশাহী]

ক. ডোপিং কী? ১

খ. কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের নিঃশেষ কাল অসীম ব্যাখ্যা করো। ২

গ. রেডিয়াম মৌলটির অর্ধায়ু বের করো। ৩

ঘ. গাণিতিক যুক্তি দিয়ে দেখাও যে, পরবর্তী এক বছরে ভেঙে যাওয়া পরমাণুর সংখ্যা পূর্ববর্তী এক বছরে ভেঙে যাওয়া পরমাণু সংখ্যার বেশি হয়। ৪

৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে অর্ধপরিবাহীর মধ্যে পজ্যোজী বা ত্রিযোজী পদার্থের পরমাণু মেশানোর প্রক্রিয়াকে ডোপিং বলে।

খ. মনে করি, একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের নমুনায় আদি বা প্রারম্ভিক পরমাণুসংখ্যা N_0 এবং অবক্ষয় ধ্রুবক λ হলে, t সময়ান্তে অবশিষ্ট পরমাণু সংখ্যা, $N = N_0 e^{-\lambda t}$

$$N = 0 \text{ হতে হলে, } N_0 e^{-\lambda t} = 0 \text{ বা, } e^{-\lambda t} = 0$$

$$\text{বা, } \frac{1}{e^{\lambda t}} = 0 \text{ বা, } e^{\lambda t} = \frac{1}{0} = \infty \text{ বা, } \lambda t = \infty$$

$$\therefore t = \frac{\infty}{\lambda} = \infty$$

সুতরাং, একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থ পুরোপুরি নিঃশেষ হতে অসীম পরিমাণ সময় লাগে।

গ. ৮ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ. ৮ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৩৮ A ও B দুটি তেজস্ক্রিয় মৌল পরীক্ষাগারে রাখা হলো। উহাদের ভর যথাক্রমে 100gm এবং 80gm। 20 দিন পর দেখা গেলো যে উহাদের পরিমাণ যথাক্রমে 60gm ও 50gm আছে।

[গাজীপুর কার্টনমেন্ট কলেজ]

ক. ভর-ত্রুটি কাকে বলে? ১

খ. তেজস্ক্রিয়তার ক্ষয়-সূচক সমীকরণ হতে অর্ধায়ু ও ক্ষয়-ধ্রুবকের সম্পর্ক দেখাও। ২

গ. উদ্দীপকে A-মৌলের অর্ধায়ু নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকে A-মৌলের 25% ও B-মৌলের 20% ক্ষয় হতে একই সময় লাগে-এ তথ্যটি সঠিক কি? ৪

৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

- ক. নিউক্লিয়াস গঠনকারী উপাদানসমূহের ভরের সমষ্টি অপেক্ষা নিউক্লিয়াসের ভর কিছুটা কম হয়। ভরের এ পার্থক্যকে ভরত্রুটি বলে।
খ. কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের পরমাণু সংখ্যা যে সময়ে অর্ধেক পরিণত হয় সে সময়কে ঐ তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু বলে।

আমরা জানি, $N = N_0 e^{-\lambda t}$

যদি অর্ধায়ু T হয় তাহলে T সময় পর, $N = \frac{N_0}{2}$

$$\therefore \frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T} \text{ বা, } \frac{1}{2} = e^{-\lambda T}$$

$$\text{বা, } \log_e \left(\frac{1}{2} \right) = -\lambda T \text{ বা, } \log_e 1 - \log_e 2 = -\lambda T$$

$$\text{বা, } -\log_e 2 = -\lambda T \quad [\because \log_e 1 = 0]$$

$$\therefore T = \frac{\log_e 2}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda}$$

অতএব, অর্ধায়ু ও ক্ষয়ধ্রুবক পরস্পর ব্যস্তানুপাতিক।

গ.

$$\text{এখন, } W = W_0 e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } \frac{W}{W_0} = e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } \ln \left(\frac{W}{W_0} \right) = -\lambda t$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{-\ln \left(\frac{60}{100} \right)}{t} = 0.026 \text{ d}^{-1}$$

$$\text{এখন, অর্ধায়ু, } t_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{0.026} = 26.65 \text{ d (Ans.)}$$

ঘ. 'গ' হতে পাই, A মৌলের অর্ধায়ু $t_{\frac{1}{2}} = 26.65 \text{ d}$

$$\therefore A \text{ মৌলের ক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda = \frac{0.693}{26.65} = 0.026 \text{ d}^{-1}$$

A মৌলের 25% ক্ষয় হলে অবশিষ্ট থাকে $(100 - 25)\%$ বা 75%

এখন, $N = N_0 e^{-\lambda t}$

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

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

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

$$= \frac{-\ln \left(\frac{0.75 N_0}{N_0} \right)}{0.026} = 11.06 \text{ d}$$

(i) হতে পাই, B মৌলের জন্য

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

$$= \frac{-\ln \left(\frac{50}{80} \right)}{20} = 0.024 \text{ d}^{-1}$$

এখানে,
আদি ভর, $W_0 = 100 \text{ gm}$
সময়, $t = 20 \text{ d}$
শেষ ভর, $W = 60 \text{ gm}$
ক্ষয় ধ্রুবক, $= \lambda$

এখানে,
আদি ভর, $N_0 = 80 \text{ gm}$
শেষ ভর, $N = 50 \text{ gm}$

আবার, B মৌলের 20% ক্ষয় হলে অবশিষ্ট থাকে 80%

$$\therefore t = \frac{-\ln \left(\frac{N}{N_0} \right)}{\lambda} = \frac{-\ln \left(\frac{0.8 N_0}{N_0} \right)}{0.024} = 9.30 \text{ d}$$

অতএব, দেখা যাচ্ছে যে, A এর 25% এবং B এর 20% ক্ষয় হতে সময় একই লাগে এই তথ্যটি সঠিক নয়।

প্রশ্ন ৩৯ X ও Y তেজস্ক্রিয় মৌলদ্বয়ের মধ্যে X এর অর্ধায়ু Y এর অর্ধায়ুর 1.5 গুণ। Y এর ক্ষয় ধ্রুবক 0.271 d^{-1} ।

[নটর ডেম কলেজ, ময়মনসিংহ]

- ক. উষ্ণতামিতি ধর্ম কী? ১
খ. বৃদ্ধতাপীয় প্রসারণে অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন ঋণাত্মক হয় কেন? ২
গ. X-মৌলের গড় আয়ু নির্ণয় করো। ৩
ঘ. উভয় মৌলের 25% অবশিষ্ট থাকতে প্রয়োজনীয় সময় একই হবে না কি ভিন্ন হবে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তাপমাত্রার পরিবর্তনে পদার্থের যে বিশেষ ধর্ম সুসমভাবে পরিবর্তিত হয় এবং যে ধর্মের পরিবর্তন লক্ষ করে তাপমাত্রা নির্ণয় করা হয়, তাকে উষ্ণতামিতি ধর্ম বলে।

খ. যে প্রক্রিয়ায় সিস্টেম থেকে তাপ বাইরে যায় না বা বাইরে থেকে কোন তাপ সিস্টেমে আসে না তাকে বৃদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া বলে। যেহেতু বৃদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় সিস্টেমে কোন তাপ প্রবেশ করতে পারে না বা সিস্টেম থেকে কোন তাপ বেরিয়ে যেতে পারে না, সুতরাং, $dQ = 0$ । অতএব তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র থেকে আমরা পাই,

$$0 = dU + dW$$

$\therefore dW = -dU$
বৃদ্ধতাপীয় প্রসারণের সময় সিস্টেম কর্তৃক সম্পাদিত কাজ সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি দ্বারা সম্পাদিত হয় বলে সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি তথা তাপমাত্রা হ্রাস পায় অর্থাৎ সিস্টেম শীতল হয়।

অর্থাৎ বৃদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় অন্তঃস্থ শক্তির মান ঋণাত্মক।

গ. x এর গড় আয়ু,

$$\tau_x = \frac{1}{\lambda_x} = \frac{t_{1/2}(X)}{\ln 2} = \frac{1.5 \cdot t_{1/2}(Y)}{\ln 2} = \frac{1.5}{\lambda_Y} = \frac{1.5}{0.271} \text{ d} = 5.53 \text{ d (Ans.)}$$

এখানে,
Y এর ক্ষয় ধ্রুবক, $\lambda_Y = 0.271 \text{ d}^{-1}$
 $t_{1/2}(X) = 1.5 t_{1/2}(Y)$

ঘ. Y মৌলের অর্ধায়ু

$$T_Y = \frac{0.693}{\lambda_Y}$$

$$\text{বা, } T_Y = \frac{0.693}{0.271} = 2.56 \text{ d}$$

\therefore উদ্দীপক হতে, X এর অর্ধায়ু, $T_x = 2.56 \times 1.5 = 3.84 \text{ d}$

$$X \text{ এর ক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda_x = \frac{0.693}{3.84} = 0.18 \text{ d}^{-1}$$

X মৌলের 25% অবশিষ্ট থাকতে প্রয়োজনীয় সময় t_x

এখানে,
Y এর ক্ষয় ধ্রুবক, $\lambda_Y = 0.271 \text{ d}^{-1}$

এখন, $N = N_0 e^{-\lambda_x t_x}$

$$\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda_x t_x}$$

বা, $\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda_x t_x$

বা, $t_x = \frac{\ln \frac{N_0}{N}}{\lambda_x}$

$$= \frac{\ln \left(\frac{N_0}{0.25 N_0} \right)}{0.18}$$

$$= 7.7 \text{ d}$$

$$\ln \frac{N_0}{N}$$

একইভাবে, $t_y = \frac{\ln \frac{N_0}{N}}{\lambda_y}$

$$= \frac{\ln \left(\frac{N_0}{0.25 N_0} \right)}{0.271}$$

$$= 5.12 \text{ d}$$

অতএব, সময় একই হবে না।

প্রশ্ন ৮০ কোন একটি পরমাণুর দ্বিতীয় বোর কক্ষপথ থেকে একটি ইলেকট্রন বিচ্যুত করতে কমপক্ষে 3.4 eV শক্তির প্রয়োজন। আবার ইলেকট্রনটি $2.9 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ দ্রুতিতে চলতে পারে।

(নটর ডেম কলেজ, ময়মনসিংহ)

- রেকটিফায়ার কী? ১
- কম্পটন ক্রিয়াতে বিক্ষিপ্ত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় কেন? ২
- গতিশীল অবস্থায় ইলেকট্রনের ভরের পরিবর্তন কত হবে? ৩
- উদ্দীপকের ইলেকট্রনটির গতিশীল অবস্থার সমস্ত ভর শক্তিতে পরিণত হলে ইলেকট্রনটি দ্বিতীয় বোর কক্ষপথ থেকে বিচ্যুত হবে কি-না গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৪০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে যন্ত্রের সাহায্যে এসি তড়িৎপ্রবাহকে ডিসি তড়িৎপ্রবাহে পরিণত করা যায় অর্থাৎ তড়িৎপ্রবাহকে একমুখী করা যায়, তাকে রেকটিফায়ার বলে।

খ কম্পটন ক্রিয়ার সময় ফোটন ইলেকট্রনের সাথে সংঘর্ষের সময় ফোটনটি ইলেকট্রনকে কিছু পরিমাণ শক্তি প্রদান করে। ফলে বিক্ষিপ্ত ফোটনের শক্তি আপতিত ফোটনের শক্তি অপেক্ষা কম হয়। আর শক্তি কমে যাওয়ায় বিক্ষিপ্ত ফোটনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য আপতিত ফোটনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য অপেক্ষা বেশি হয়, অর্থাৎ তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়।

গ

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$= \frac{9.1 \times 10^{-31}}{\sqrt{1 - \left(\frac{2.9 \times 10^8}{3 \times 10^8} \right)^2}}$$

$$= 3.55 \times 10^{-30} \text{ kg}$$

এখানে,
ইলেকট্রনের বেগ, $v = 2.9 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$
ভর, $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

ইলেকট্রনের ভরের পরিবর্তন, $m - m_0$

$$= 3.55 \times 10^{-30} - 9.1 \times 10^{-31}$$

$$= 2.64 \times 10^{-30} \text{ kg (Ans.)}$$

ঘ 'গ' হতে পাই ইলেকট্রনটির গতিশীল অবস্থার ভর,

$$m = 3.55 \times 10^{-30} \text{ kg}$$

শক্তি, $E = mc^2$

$$= 3.55 \times 10^{-30} \times (3 \times 10^8)^2$$

$$= 3.195 \times 10^{-13} \text{ J}$$

$$= 1.997 \times 10^6 \text{ eV} \gg 3.4 \text{ eV}$$

কিন্তু ইলেকট্রনটিকে দ্বিতীয় বোর কক্ষপথ থেকে বিচ্যুত করতে কক্ষপথে 3.4 eV শক্তির প্রয়োজন। অতএব, ইলেকট্রনটি বিচ্যুত হবে।

প্রশ্ন ৮১ Na পরমাণুর তৃতীয় কক্ষপথের একটি ইলেকট্রন উত্তেজিত অবস্থায় হতে শক্তি বিকিরণ করে দ্বিতীয় কক্ষপথে আসে। ইলেকট্রনের ভর $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ এর চার্জ $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ।

(রাজশাহী সরকারি মহিলা কলেজ)

- Knee voltage কাকে বলে? ১
- Depletion Layer সৃষ্টির কারণ ব্যাখ্যা করো। ২
- পরমাণুটির তৃতীয় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো। ৩
- উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি শক্তির যে বিকিরণ নিঃসরণ করে তা দেখা যাবে কিনা— বিশ্লেষণ করো। ৪

৪১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সর্বনিম্ন যে পরিমাণ বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করলে P - N জংশনের ডিপলেশন স্তর এর মধ্যদিয়ে চার্জ প্রবাহিত হয় অর্থাৎ P - N জংশন কাজ করা শুরু করে তাকে knee voltage বলে।

খ p-type এবং n-type অর্ধপরিবাহী পাশাপাশি জোড়া লাগিয়ে P - N জংশন তৈরি করা হয়। p-টাইপ অর্ধপরিবাহীতে ঋণাত্মক গ্রাহক আয়ন ও n-টাইপ অর্ধপরিবাহীতে ধনাত্মক দাতা আয়ন থাকে। বাইরে থেকে কোনো ভোল্টেজ প্রয়োগ না করলে এই দাতা ও গ্রহীতা আয়ন P - N জংশন এর সংযোগস্থলে জমা হয়ে যে স্তর সৃষ্টি করে তাকে Depletion Layer বলে। বাইরে থেকে ভোল্টেজ প্রয়োগ না করলে Depletion Layer এর মধ্য দিয়ে চার্জ চলাচল করতে পারে না।

গ n তম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ,

$$r_n = \frac{n^2 h^2 \epsilon_n}{\pi m e^2 Z}$$

$$= \frac{n^2}{Z} \left(\frac{h^2 \epsilon_n}{\pi m e^2} \right)$$

$$= \frac{n^2}{Z} \times 0.53 \text{ Å}$$

$$= \frac{3^2}{11} \times 0.53 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$= 0.43 \text{ Å (Ans.)}$$

ঘ রিডবার্গ ধ্রুবক, $R_H = \frac{m_e e^4 Z^2}{8 h \epsilon_0^2 c}$

Na পরমাণুর জন্য, $Z = 11$

$$\therefore R_H = 109678 \text{ cm}^{-1} \times (11)^2$$

$$= 13271038 \text{ cm}^{-1}$$

এখন, $n_1 = 2$

এবং, $n_2 = 3$

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

$$= 13271038 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

$$\text{বা, } \lambda = 5.43 \times 10^{-7} \text{ cm}$$

$$\therefore \lambda = 5.43 \times 10^{-9} \text{ m}$$

যা দৃশ্যমান বর্ণালির বাইরে। অতএব তা দেখা যাবে না।

প্রশ্ন ৮২ একটি প্রাচীন সভ্যতার একটি কাঠের খেলনার তেজস্ক্রিয়তার মান 12 count/gm খেলনা কাঠটির নতুন অবস্থায় তেজস্ক্রিয়তার মান 20 count/gm কাল তেজস্ক্রিয় কার্বনের ($C-14$) অর্ধায়ু কাল 5600 বছর।

(অগ্রণী স্কুল এন্ড কলেজ, রাজশাহী)

- লেজের সূত্রটি লিখো। ১
- তেজস্ক্রিয়তা একটি নিউক্লিয়ার ঘটনা— ব্যাখ্যা করো। ২
- উদ্দীপকের তেজস্ক্রিয় কার্বনের অবক্ষয় ধ্রুবক নির্ণয় করো। ৩
- উদ্দীপকের কাঠের খেলনা থেকে ঐ সভ্যতার বয়স নির্ণয় করা সম্ভব কি? তোমার মতামত দাও। ৪

৪২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে কোনো তড়িৎ চৌম্বক আবেশের বেলায় আবিষ্কৃত তড়িচ্চালক শক্তি বা প্রবাহের দিক এমন হয় যে, তা সৃষ্টি হওয়া মাত্রই যে কারণে সৃষ্টি হয় সেই কারণকেই বাধা দেয়।

খ নিউক্লিয়াসের ভাঙনের ফলেই তেজস্ক্রিয়তার সৃষ্টি হয় এবং তেজস্ক্রিয় ক্ষয়ের মাধ্যমে এক মৌল অন্য মৌলে পরিণত হয়। তেজস্ক্রিয়তা একটি স্বতঃস্ফূর্ত ঘটনা। বাইরের কোনো প্রক্রিয়া যেমন— তাপ, চাপ, তড়িৎ বা চৌম্বকক্ষেত্র ইত্যাদি এ ঘটনাকে প্রভাবিত করতে পারে না। তেজস্ক্রিয়তায় নিউক্লিয়াসের বাইরের ইলেকট্রনের কোনো ভূমিকা নেই। সুতরাং তেজস্ক্রিয়তা সম্পূর্ণরূপে একটি নিউক্লীয় ঘটনা।

গ ১৮ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: $1.24 \times 10^{-4} \text{y}^{-1}$

ঘ 'গ' থেকে পাই, $C - 14$ এর অবক্ষয় ধ্রুবক, $\lambda = 1.2375 \times 10^{-4} \text{years}^{-1}$ ।

উদ্দীপকের কাঠের খেলনার বয়স t year হলে,

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

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

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

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

$$= -\frac{1}{1.2375 \times 10^{-4}} \ln \left(\frac{12}{20} \right)$$

$$= 4127.88 \text{ years.}$$

অর্থাৎ, খেলনাটির বয়স নির্ণয় করা সম্ভব এবং তার বয়স 4127.88 years.

প্রশ্ন ৮৩ তেজস্ক্রিয় রেডনের অর্ধজীবন 3.82 দিন।

[সরকারি শহীদ বুলবুল কলেজ, গাবনা]

ক. বন্ধন শক্তি কী?

খ. তেজস্ক্রিয়তা নিউক্লীয় ঘটনা হওয়া সত্ত্বেও বিটা কণা নির্গত হয় কেন?

গ. রেডনের 50% ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে নির্ণয় করো।

ঘ. উক্ত তেজস্ক্রিয় পদার্থের সবগুলো পরমাণুর ক্ষয় হতে প্রয়োজনীয় সময় গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে নির্ণয় করো।

৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রোটন ও নিউট্রনগুলোকে নিউক্লিয়াসে একত্রে বেধে রাখতে যে শক্তির প্রয়োজন তাকে নিউক্লিয়াসের বন্ধন শক্তি বলে।

খ তেজস্ক্রিয়তা নিউক্লীয় ঘটনা হওয়া সত্ত্বেও বিটা কণা নির্গত হয়। কারণ, ভারী নিউক্লিয়াসের নিউট্রন ভেঙে ইলেকট্রন ও প্রোটন উৎপন্ন হয়। পরবর্তীতে ইলেকট্রনগুলো β -কণা হিসেবে নির্গত হয়।

গ

$$\text{ক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda = \frac{0.693}{t_{\frac{1}{2}}} = \frac{0.693}{3.82} = 0.1814 \text{ d}^{-1}$$

50% ক্ষয় হলে অবশিষ্ট পরমাণুর সংখ্যা 50%

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

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

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

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

$$= \frac{\ln \left(\frac{N_0}{0.5N_0} \right)}{0.1814} = 3.82 \text{ d (Ans.)}$$

এখানে,

$$\text{অর্ধায়ু, } t_{\frac{1}{2}} = 3.82 \text{ d}$$

50% ক্ষয় হতে প্রয়োজনীয় সময়, $t = ?$

ঘ

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

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

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

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

$$= \frac{-\ln \left(\frac{0}{N_0} \right)}{0.1814}$$

$$= \infty$$

অর্থাৎ প্রয়োজনীয় সময় অসীম হবে।

প্রশ্ন ৮৪ নিউক্লিও পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে তেজস্ক্রিয় পদার্থ নিয়ে গবেষণা করা হচ্ছিল। ঐ তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু 30 দিন।

[কাউন্টমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, রংপুর]

ক. n-type অর্ধপরিবাহীর গরিষ্ঠ আধান বাহকের নাম লিখো।

খ. উন্মুক্ত সিস্টেম এর উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করো।

গ. উল্লিখিত তেজস্ক্রিয় পদার্থটির গড় আয়ু ও অর্ধায়ুর অনুপাত নির্ণয় করো।

ঘ. উক্ত পদার্থটির $\frac{1}{8}$ অংশ ক্ষয় হতে কত সময় লাগতে পারে বলে তুমি মনে করো— গাণিতিক হিসাবের মাধ্যমে দেখাও।

৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক n-type অর্ধপরিবাহকের গরিষ্ঠ আধান বাহকের নাম ইলেকট্রন।

খ যে সিস্টেম পরিবেশের সাথে ভর ও শক্তি উভয়ই বিনিময় করতে পারে তাকে উন্মুক্ত সিস্টেম বলে। একটি গ্যাস সিলিন্ডার ছিদ্র করে রেখে দিলে এটি একটি উন্মুক্ত সিস্টেম হবে। এক্ষেত্রে ছিদ্র দিয়ে গ্যাস বের হয়ে পরিবেশের সাথে মিশে যাবে এবং এর অভ্যন্তরে তাপমাত্রা হ্রাস পাবে। কেননা গ্যাস ছিদ্র হতে বের হবার জন্য অভ্যন্তরীণ শক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হবে।

গ ধরি, তেজস্ক্রিয় পদার্থের গড় আয়ু = τ

$$\text{এবং অর্ধায়ু} = T_{\frac{1}{2}}$$

এখন, অবক্ষয় ধ্রুবক λ হলে,

$$\text{অর্ধায়ু, } T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

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

$$\therefore \frac{\text{গড় আয়ু, } \tau}{\text{অর্ধায়ু, } T_{\frac{1}{2}}} = \frac{1/\lambda}{\ln 2 / \lambda}$$

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

$$= 1.443$$

$$\therefore \frac{\text{গড় আয়ু}}{\text{অর্ধায়ু}} = 1.443:1$$

ঘ দেওয়া আছে, অর্ধায়ু, $T_{\frac{1}{2}} = 30 \text{ d}$

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

$$= \frac{0.693}{30 \text{ d}}$$

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

এখানে, অবশিষ্ট পরমাণুর সংখ্যা N হলে

$$N = N_0 \left(1 - \frac{1}{8} \right)$$

$$\text{বা, } N = \frac{7}{8} N_0$$

আমরা জানি, $N = N_0 e^{-\lambda t}$

বা, $\frac{7}{8} N_0 = N_0 e^{-0.0231t}$

বা, $e^{-0.0231t} = \frac{7}{8}$

বা, $-0.0231t = \ln\left(\frac{7}{8}\right)$

বা, $t = \frac{\ln\left(\frac{7}{8}\right)}{-0.0231}$

বা, $t = 5.78 \text{ y}$

উক্ত পদার্থটির $\frac{1}{8}$ অংশ ক্ষয় হতে 5.78 বছর লাগবে।

প্রশ্ন 8৫ A ও B দুইটি তেজস্ক্রিয় মৌল। এদের অর্ধায়ু যথাক্রমে 9 দিন এবং 6 দিন।

[ইন্সপায়ান্ট পারদর্শক স্ক্রল ও কলেজ, কুমিল্লা]

- ক. ভরভ্রুটি কাকে বলে? ১
খ. X-ray চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা বিক্ষিপ্ত হয় না— ব্যাখ্যা করো। ২
গ. A মৌলের গড় আয়ু নির্ণয় করো। ৩
ঘ. উভয় মৌলের 40% ক্ষয় হতে কোনটির অধিক সময় লাগবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

৪৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউক্লিয়াস গঠনকারী উপাদানসমূহের ভরের সমষ্টি অপেক্ষা নিউক্লিয়াসের ভর কিছুটা কম হয়। ভরের এ পার্থক্যকে ভরভ্রুটি বলে।

খ এক্স রশ্মি আহিত কণা নয়, তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ। তাই তড়িৎ ও চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা এক্স রশ্মি বিক্ষিপ্ত হয় না।

গ ১৩ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর : 12.98 day

ঘ ১৩ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন 8৬ রেডনের দুটি নমুনা পরীক্ষায় একজন ছাত্রী দেখল যে, প্রথম এবং দ্বিতীয় নমুনায় অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা ছিল যথাক্রমে 10^{12} টি এবং 10^{10} টি। রেডনের ক্ষয় ধ্রুবক 0.181 d^{-1} । ছাত্রীটির ধারণা ছিল যে, 15 দিনে নমুনা দুটিতে সমান সংখ্যক পরমাণু ক্ষয়প্রাপ্ত হয়েছে।

[কুমিল্লা সরকারি মহিলা কলেজ]

- ক. অবক্ষয় ধ্রুবক কি? ১
খ. আলোক তড়িৎ ক্রিয়া ব্যাখ্যা করো। ২
গ. প্রথম নমুনার অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা অর্ধেক হতে কত সময় লাগবে? ৩
ঘ. গাণিতিক যুক্তির সাহায্যে ছাত্রীটির ধারণার যথার্থতা ব্যাখ্যা করো। ৪

৪৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের একটি পরমাণুর একক সময়ে ভাঙনের সম্ভাব্যতাকে ঐ পদার্থের ক্ষয় ধ্রুবক বা অবক্ষয় ধ্রুবক বলে।

খ আলোক রশ্মি যখন কোনো ধাতব পৃষ্ঠে আপতিত হয় তখন ধাতব পৃষ্ঠের ইলেকট্রন আলোক রশ্মি থেকে শক্তি গ্রহণ করে। যখনই ইলেকট্রন দ্বারা গৃহীত শক্তি ধাতব পৃষ্ঠে তার বন্ধন শক্তির চেয়ে বেশি হয়, তখনই ইলেকট্রন ধাতব পৃষ্ঠ থেকে বেরিয়ে আসে। আলোকের প্রভাবে ইলেকট্রন নির্গত হয় বলে এ ঘটনাকে আলোক তড়িৎ ক্রিয়া বলে।

গ দেওয়া আছে,

রেডনের ক্ষয় ধ্রুবক, $\lambda = 0.181 \text{ d}^{-1}$

বের করতে হবে, অর্ধায়ু, $T = ?$

আমরা জানি, $T = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{0.181 \text{ d}^{-1}} = 3.83 \text{ day}$

অর্থাৎ 3.83 দিন পর রেডনের অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা অর্ধেক হয়। (Ans.)

ঘ প্রদত্ত সময়কাল, $t = 15 \text{ day}$

প্রাথমিক পরমাণু সংখ্যা $= N_0$

t সময় পরে অবশিষ্ট পরমাণু সংখ্যা, $N_1 = N_0 e^{-\lambda t}$

এ সময়কালে প্রথম নমুনায় ক্ষয়প্রাপ্ত পরমাণু সংখ্যা

$= N_0 - N_1 = N_0 - N_0 e^{-\lambda t} = N_0 (1 - e^{-\lambda t})$

$= 10^{12} \times (1 - e^{-0.181 \text{ d}^{-1} \times 15 \text{ d}}) = 9.34 \times 10^{11}$

এবং দ্বিতীয় নমুনায় ক্ষয়প্রাপ্ত পরমাণু সংখ্যা $= N_0 - N_2$

$= N_0 - N_0 e^{-\lambda t} = N_0 (1 - e^{-\lambda t})$

$= 10^{10} (1 - e^{-0.181 \text{ d}^{-1} \times 1 \times 5 \text{ d}}) = 9.34 \times 10^9$

যেহেতু $9.34 \times 10^{11} \neq 9.34 \times 10^9$

সুতরাং গত 15 দিনে দুটি নমুনাতে সমান সংখ্যক পরমাণু ক্ষয়প্রাপ্ত হয় নি। অর্থাৎ ছাত্রীটি ধারণা ভুল।

প্রশ্ন 8৭ একটি তেজস্ক্রিয় নিউক্লাইডের অর্ধায়ু 30 বছর। দু'জন ছাত্র এই নিউক্লাইডের 60 বছর এবং 90 বছর পর শতকরা কতটুকু অবশিষ্ট থাকবে তার একটি গাণিতিক হিসাব করল এবং শিক্ষক তাদের হিসাব নির্ভুল বলে রায় দিল।

[নওয়াব ফরজুরেসা সরকারি কলেজ, লাকসাম, কুমিল্লা]

- ক. তেজস্ক্রিয়তা কাকে বলে? ১
খ. ক্ষয় ধ্রুবক বেশি হলে অর্ধায়ু কেমন হবে তার ব্যাখ্যা করো। ২
গ. ১ম ছাত্রের গাণিতিক হিসাব কেমন ছিল? ৩
ঘ. ১ম ছাত্রের হিসাবের সাথে ২য় ছাত্রের হিসাবের অনুপাত নির্ণয় কর এবং উভয় হিসাব অনুযায়ী লেখচিত্র অংকন করো। ৪

৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তেজস্ক্রিয় মৌল থেকে স্বতঃস্ফূর্তভাবে তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্গমনের ঘটনাকে বলা হয় তেজস্ক্রিয়তা।

খ কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের পরমাণু সংখ্যা যে সময়ে অর্ধেকে পরিণত হয় সে সময়কে ঐ তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু বলে।

আমরা জানি, $N = N_0 e^{-\lambda t}$

যদি অর্ধায়ু T হয় তাহলে T সময় পর, $N = \frac{N_0}{2}$

$\therefore \frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T}$ বা, $\frac{1}{2} = e^{-\lambda T}$

বা, $\log_e\left(\frac{1}{2}\right) = -\lambda T$ বা, $\log_e 1 - \log_e 2 = -\lambda T$

বা, $-\log_e 2 = -\lambda T$ [$\because \log_e 1 = 0$]

$\therefore T = \frac{\log_e 2}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda}$

অতএব, অবক্ষয় ধ্রুবক বেশি হলে অর্ধায়ু কম হবে।

গ

নিউক্লাইড ক্ষয় ধ্রুবক,

$\lambda = \frac{0.693}{t_1} = \frac{0.693}{30}$

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

এখানে,

নিউক্লাইডের অর্ধায়ু, $t_1 = 30 \text{ y}$

$\therefore \frac{1}{2}$

১ম ছাত্রের জন্য সময়, $t = 60 \text{ y}$

১ম ছাত্রের 60 y পর অবশিষ্ট সংখ্যা, $N = ?$

60 y পর অবশিষ্ট পরমাণুর সংখ্যা N হলে,

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

বা, $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$

$= e^{-0.0231 \times 60}$

$= 0.25$

$= 25\% \text{ (Ans.)}$

ঘ

'গ' হতে নিউক্লাইডের ক্ষয় ধ্রুবক

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

\therefore 90y পর অবশিষ্ট পরমাণুর

সংখ্যা

জানা আছে, $N = N_0 e^{-\lambda t}$

$= N_0 e^{-0.0231 \times 90}$

$= 0.125 N_0$

বা, $\frac{N}{N_0} = 0.125$

বা, $\frac{N}{N_0} = 12.5\%$

এখানে,

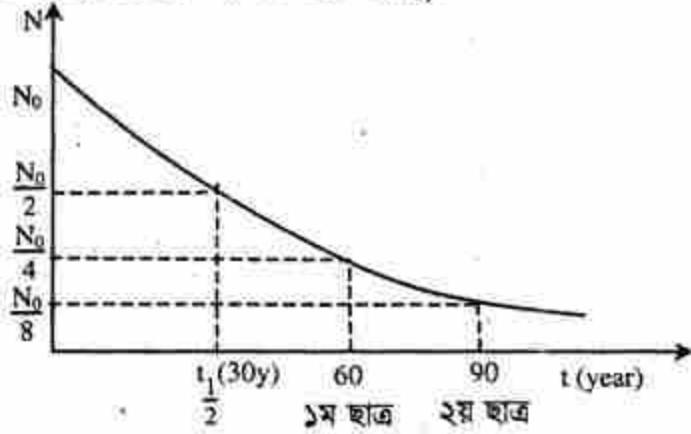
২য় ছাত্রের জন্য সময়, $t = 90 \text{ y}$

অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা, $N = ?$

আবার, 'গ' হতে ১ম ছাত্রের জন্য $\frac{N}{N_0} = 25\%$

২য় ছাত্র ও ১ম ছাত্রের হিসাবের অনুপাত $= \frac{12.5}{25} = 0.5 = 50\%$

প্রাপ্ত উপাত্তের ভিত্তিতে অঙ্কিত গ্রাফ নিম্নরূপ—



চিত্র : সময়ের সাথে অবশ্য হার

প্রশ্ন ৮৮ Z আণবিক সংখ্যা বিশিষ্ট একটি হাইড্রোজেন সদৃশ পরমাণুর $2n$ উত্তেজিত অবস্থা হতে 204 eV এর একটি ফোটনের নিঃসরণ হতে পারে। যদি $2n$ শক্তি স্তর হতে n শক্তি স্তরের স্থানান্তর বিবেচনা করা হয় তবে 40.8 eV এর একটি ফোটনের নিঃসরণ ঘটে।

[প্রথম শক্তি স্তরের শক্তির মান -13.6 eV .] [বাংলাদেশ নৌবাহিনী কলেজ, চট্টগ্রাম]

- ফিউশন কী? ১
- নিউক্লিয়াস হতে উচ্চ শক্তিসম্পন্ন α ও β কণা নির্গত হয়। এই শক্তির উৎস কোথায়— ব্যাখ্যা করো। ২
- পরমাণুটির ২য় বোর কক্ষের ব্যাসার্ধ বের করো। ৩
- পরমাণুটির ক্ষেত্রে সর্বনিম্ন কি পরিমাণ শক্তির নিঃসরণ হতে পারে তা উদ্দীপকের আলোকে যাচাই করো। ৪

৮৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অত্যন্ত দ্রুত গতিসম্পন্ন দুটি হালকা নিউক্লিয়াসের মধ্যে সংঘর্ষ ঘটলে এরা পরস্পরের সাথে যুক্ত হয়ে একটি নিউক্লিয়াস গঠন করে এবং প্রচণ্ড শক্তি নির্গত হয়। একে নিউক্লীয় ফিউশন বলে।

খ পরমাণুর নিউক্লিয়াসের ভাঙনের সময় ১টি নিউট্রন ভেঙে ১টি প্রোটন ও ১টি ইলেকট্রন তৈরি করে। এ ইলেকট্রনটি হতে β কণা নির্গত হয়।

আবার নিউক্লিয়াসের ভাঙনের ফলে দুটি প্রোটন ও দুটি নিউট্রন মিলে α কণা হিসেবে নির্গত হয়।

নিউক্লিয়াস ভাঙনের ফলে এ সময় যে শক্তি নির্গত হয় সে শক্তি নিয়ে উৎপন্ন α ও β কণা উচ্চবেগ নিয়ে বেরিয়ে যায়।

গ এখানে, প্রথম স্তরের শক্তির মান -13.6 eV থেকে বোঝা যাচ্ছে এটি হাইড্রোজেন পরমাণু।

হাইড্রোজেনের n তম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ

$$r_n = n^2 \times 0.53 \text{ \AA}$$

$$\therefore r_2 = 2^2 \times 0.53 \text{ \AA}$$

$$= 2.12 \text{ \AA}$$

$$= 2.12 \times 10^{-10} \text{ m (Ans.)}$$

ঘ পরমাণুটির ক্ষেত্রে সর্বনিম্ন শক্তি নিঃসরণ হতে পারে যখন ইলেকট্রন দ্বিতীয় শক্তিস্তর থেকে প্রথম শক্তি স্তরে গমন করবে।

এক্ষেত্রে শক্তির মান হবে—

$$\Delta E = E_2 - E_1$$

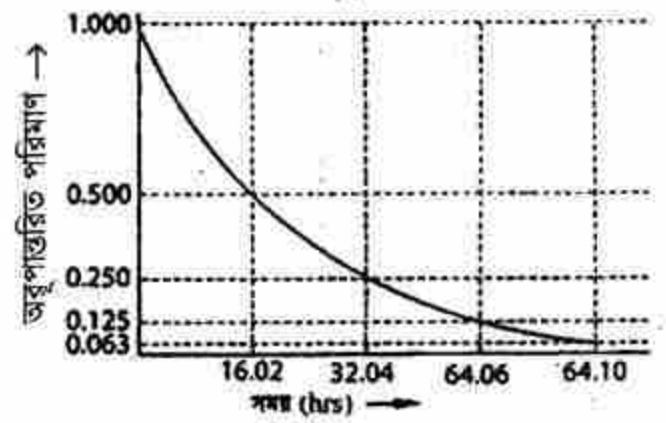
$$= \frac{E_1}{2^2} - E_1$$

$$= \left(\frac{1}{4} - 1\right) E_1$$

$$= -\frac{3}{4} \times (-13.6 \text{ eV}) = 10.2 \text{ eV}$$

অতএব, পরমাণুটির ক্ষেত্রে সর্বনিম্ন 10.2 eV মানের শক্তি নিঃসরণ হবে।

প্রশ্ন ৮৯ কোন এক পরীক্ষাগারে একটি সদ্যজাত Am-242 মৌলের রূপান্তরের পর্যবেক্ষণের লেখচিত্র নিম্নরূপ:



[রাজ্যমাটি সরকারি কলেজ]

- কোন পদার্থের 2 amu এর সমতুল্য শক্তি 1863 MeV বলতে কি বোঝ? ১
- আলোক তড়িৎ ক্রিয়ায় উৎপন্ন ইলেকট্রনের গতিশক্তি আপতিত ফোটনের চেয়ে কম হয় কেন? ২
- Am-242 মৌলের গড় জীবন হিসাব করো। ৩
- পর্যায়বেক্ষেণে Am-242 মৌলটি তেজস্ক্রিয় ক্ষয়ের নিয়ম পুরোপুরি মেনেছে কিনা পর্যালোচনা করো। ৪

৮৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন পদার্থের 2 a.m.u এর সমতুল্য শক্তি 1863 MeV বলতে বোঝায় ঐ পদার্থের 2 a.m.u পরিমাণ ভরকে সম্পূর্ণরূপে শক্তিতে রূপান্তর করলে 1863 MeV শক্তি উৎপন্ন হয়।

খ আলোক তড়িৎ ক্রিয়ায় যখন ফোটন ধাতুর উপর আপতিত হয় তখন তার গতিশক্তির একটি অংশ ধাতু হতে ইলেকট্রন নির্গত করার কাজে কার্যপেক্ষক হিসেবে ব্যয় হয়।

অবশিষ্ট শক্তি নির্গত ইলেকট্রনে স্থানান্তরিত হয়। যা ইলেকট্রনকে গতিশীল করে। একারণে আলোক তড়িৎ ক্রিয়ায় ইলেকট্রনের গতিশক্তি আপতিত ফোটনের চাইতে কম হয়।

গ

$$\text{ক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda = \frac{0.693}{16.02}$$

$$= 0.0433 \text{ hr}^{-1}$$

এখানে,
চিত্র হতে অর্ধায়ু, $t_{1/2} = 16.02 \text{ hrs}$

গড় জীবন, $\tau = ?$

$$\text{এখন, গড় জীবন, } \tau = \frac{1}{\lambda}$$

$$= \frac{1}{0.0433}$$

$$= 23.117 \text{ hr.}$$

ঘ এখানে,

$$\frac{N_1}{N_0} = \frac{0.5}{1} = \frac{1}{2}; \text{ অর্ধায়ু, } \tau = 16.02 \text{ hrs}$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{0.25}{0.5} = \frac{1}{2}; \Delta t_2 = (32.04 - 16.02) \text{ hrs}$$

$$= 16.02 \text{ hrs}$$

$$= \tau$$

$$\frac{N_3}{N_2} = \frac{0.125}{0.250} = \frac{1}{2}; \Delta t_3 = (64.06 - 32.04) \text{ hr}$$

$$= 32.02$$

$$\neq \tau$$

$$\frac{N_4}{N_3} = \frac{0.063}{0.125} = \frac{1}{2}; \Delta t_4 = (64.1 - 64.06) \text{ hr}$$

$$= 0.04 \text{ h}$$

$$\neq \tau$$

অতএব, মৌলটি প্রথম দুই অর্ধ ভাঙনে তেজস্ক্রিয় ক্ষয়ের নিয়ম মেনে চললেও পরবর্তী ক্ষেত্রে মানেনি।

প্রশ্ন ৫০ আনবিক শক্তি কমিশনের একজন বিজ্ঞানী 50gm এবং 80gm ভরের দুটি তেজস্ক্রিয় পদার্থ নিয়ে কাজ করছিলেন। এদের অর্ধায়ু যথাক্রমে ৪ দিন এবং ৪ দিন। এক মাস ব্যাপী পরীক্ষাকার্য সম্পাদনের জন্য তার ন্যূনতম 3gm মৌলের প্রয়োজন।

[সিলেট সরকারি কলেজ, সিলেট]

- ক. X-ray ক্রিয়া কী? ১
খ. কোন ধাতুর ফটো তড়িৎ ক্রিয়ার তার কার্যপেক্ষকের উপর নির্ভর করে কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
গ. মৌলটির গড় আয়ু কত? ৩
ঘ. বিজ্ঞানী তার পরীক্ষাকার্য মৌলগুলো দ্বারা সময়মতো সম্পাদন করতে পারবে কিনা মতামত দাও। ৪

৫০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক দ্রুতগতি সম্পন্ন ইলেকট্রন কোন ধাতুকে আঘাত করলে তা থেকে উচ্চ ভেদন ক্ষমতাসম্পন্ন অজানা প্রকৃতির এক প্রকার বিকিরণ উৎপন্ন হয়, এ বিকিরণকে এক্স-রে বলে।

খ যথোপযুক্ত উচ্চ কম্পাঙ্কবিশিষ্ট আলোক রশ্মি কোনো ধাতব পৃষ্ঠে আপতিত হলে তা থেকে ইলেকট্রন নির্গত হওয়ার ঘটনাকে আলোক তড়িৎ ক্রিয়া বা ফটো তড়িৎ ক্রিয়া বলে। কিন্তু প্রত্যেকটি ধাতব পৃষ্ঠের জন্য একটি সর্বনিম্ন কম্পাঙ্ক আছে যা অপেক্ষা কম কম্পাঙ্কের রশ্মি আপতিত হলে কোনো ইলেকট্রন নির্গত হয় না। এ সর্বনিম্ন কম্পাঙ্ককে ঐ নির্দিষ্ট ধাতব পদার্থের জন্য সূচন কম্পাঙ্ক বলে। কোনো ধাতব পৃষ্ঠ থেকে ইলেকট্রন নির্গত হওয়ার জন্য ঐ ধাতুর জন্য নির্দিষ্ট সূচন কম্পাঙ্কের বা তার চেয়ে বেশি কম্পাঙ্কের আলো আপতিত হতে হবে। নচেৎ, কোনো ইলেকট্রন নির্গত হবে না- ফলে আলোক তড়িৎ ক্রিয়া ঘটবে না। সুতরাং বলা যায়, 'কোনো ধাতুর ফটোতড়িৎ ক্রিয়া তার সূচন কম্পাঙ্কের উপর নির্ভরশীল'।

গ ৫(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর : প্রথম বস্তুর 11.54 day

দ্বিতীয় বস্তুর 5.77 day

ঘ প্রথম ও দ্বিতীয় মৌলদ্বয়ের অবক্ষয় ধ্রুবক যথাক্রমে λ_1 ও λ_2 হলে,

$$\lambda_1 = \frac{0.693}{T_{1/2}} = \frac{0.693}{8} = 0.0866 \text{ day}^{-1}$$

$$\lambda_2 = \frac{0.693}{4} = 0.1733 \text{ day}^{-1}$$

এক মাস পর অর্থাৎ 30 দিন পর যদি মৌলদ্বয়ের যথাক্রমে N_1 ও N_2 পরিমাণ অবশিষ্ট থাকে, তবে,

$$N_1 = N_{01} e^{-\lambda_1 t} = 50 \times e^{-0.0866 \times 30} = 3.72 \text{ g}$$

এখানে,
প্রাথমিক পরিমাণ $N_{01} = 50 \text{ gm}$

$$N_2 = N_{02} e^{-\lambda_2 t} = 80 \times e^{-0.1733 \times 30} = 4.42 \text{ g}$$

এখানে,
প্রাথমিক পরিমাণ $N_{02} = 80 \text{ g}$

যেহেতু বিজ্ঞানীর পরীক্ষা সময়মতো শেষ করতে একমাসে ন্যূনতম 3g লাগবে এবং দুই মৌলের ক্ষেত্রেই মাস শেষে যথাক্রমে 3.72g ও 4.42g অবশিষ্ট থাকবে।

তাই বিজ্ঞানী তার পরীক্ষাকার্য সম্পাদন করতে পারবেন।

প্রশ্ন ৫১ ট্রিটিয়ামের অর্ধায়ু 12.5 বছর।

[বিজ্ঞান কলেজ, সিলেট]

- ক. ভরত্বটি কী? ১
খ. রাদারফোর্ডের α কণা বিক্ষেপণ পরীক্ষায় কিছু α কণা বেঁকে যাওয়ার কারণ ব্যাখ্যা করো। ২
গ. ট্রিটিয়ামের গড় আয়ু নির্ণয় করো। ৩
ঘ. ট্রিটিয়াম খন্ডটির $\frac{3}{4}$ অংশ ক্ষয় হতে সময় লাগবে 25 বছর-গাণিতিক বিশ্লেষণ মাধ্যমে দেখাও। ৪

৫১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউক্লিয়াস গঠনকারী উপাদানসমূহের ভরের সমষ্টি অপেক্ষা নিউক্লিয়াসের ভর কিছুটা কম হয়। ভরের এ পার্থক্যকে ভরত্বটি বলে।

খ রাদারফোর্ডের মতে পরমাণুর কেন্দ্রে রয়েছে নিউক্লিয়াস যেখানে সমস্ত ধনাত্মক আধান এবং ভর কেন্দ্রীভূত থাকে। এই নিউক্লিয়াসের চারদিকেই বিক্ষিপ্ত অবস্থায় রয়েছে ইলেকট্রন সমূহ। ধনাত্মক আধান যুক্ত অধিকাংশ α -কণা স্বর্ণপাতের মধ্য দিয়ে যাওয়ার সময় প্রায় শূন্য জায়গার মধ্য দিয়ে সোজা পথে বের হয়ে যায়। যে সব α -কণা নিউক্লিয়াসের প্রায় কাছাকাছি আসবে তারা নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক আধান দ্বারা বিকর্ষিত হয়ে হালকা বেঁকে যাবে। আর যে সব α -কণা নিউক্লিয়াসের দিকে মুখোমুখি হবে তারা ধাক্কা খেয়ে বিপরীতমুখে ফিরে আসবে।

গ

অবক্ষয় ধ্রুবক,

$$\lambda = \frac{0.693}{\frac{11}{2}} = \frac{0.693}{12.5} = 0.05544 \text{ y}^{-1}$$

$$\text{গড় আয়ু, } \tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0.05544} = 18.04 \text{ y (Ans.)}$$

এখানে,

$$\text{ট্রিটিয়ামের অর্ধায়ু, } t_{1/2} = 12.5 \text{ y}$$

গড় আয়ু, $\tau = ?$

ঘ

এখন,

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

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

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

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

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

$$= \frac{\ln\left(\frac{1}{4} N_0\right)}{0.05544} = 25 \text{ y}$$

এখানে,

'গ' হতে ক্ষয় ধ্রুবক,

$$\lambda = 0.05544 \text{ y}^{-1}$$

সময়, $t = 25 \text{ y}$

অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা,

$$N = N_0 - \frac{3}{4} N_0 = \frac{1}{4} N_0$$

অতএব, গাণিতিকভাবে দেখা যায় যে, $\frac{3}{4}$ অংশ ক্ষয় হতে সময় লাগে 25 বছর।

প্রশ্ন ৫২ কোনো একটি তেজস্ক্রিয় মৌলের প্রাথমিক অবস্থায় পরমাণু সংখ্যা 10^{24} এবং অর্ধায়ু 6 বছর।

[ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, যশোর]

- ক. রেফটিফায়ার কাকে বলে? ১
খ. ফিশন ও ফিউশন বিক্রিয়ার পার্থক্য ব্যাখ্যা করো। ২
গ. উদ্দীপকে মৌলটির ক্ষয় ধ্রুবক নির্ণয় করো। ৩
ঘ. উদ্দীপকের মৌলটি 10 বছর পর শতকরা কত অংশ ক্ষয়প্রাপ্ত হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

৫২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে যন্ত্রের সাহায্যে এসি তড়িৎপ্রবাহকে ডিসি তড়িৎপ্রবাহে পরিণত করা যায় অর্থাৎ তড়িৎপ্রবাহ একমুখী করা যায়, তাকে রেফটিফায়ার বলে।

নিউক্লিয়ার ফিশন	নিউক্লিয়ার ফিউশন
i. নিউক্লিয়ার ফিশন বিক্রিয়ায় একটি ভারী নিউক্লিয়াস ভেঙে প্রায় সমান ভরের দুটি নিউক্লিয়াসে পরিণত হয়।	i. ফিউশন বিক্রিয়ায় দুটি হালকা নিউক্লিয়াস একত্রিত হয়ে অপেক্ষাকৃত একটি ভারী নিউক্লিয়াস গঠন করে।
ii. ফিশনে অংশগ্রহণকারী মৌল সাধারণত তেজস্ক্রিয় হয়।	ii. ফিউশনে অংশগ্রহণকারী মৌল গুলো আয়নিত অবস্থায় থাকে।

গ দেওয়া আছে, অর্ধায়ু, $T_{1/2} = 6y$

বের করতে হবে, ক্ষয় ধ্রুবক, $\lambda = ?$

আমরা জানি, $\lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}} = \frac{0.693}{6y} = 0.1155 y^{-1}$ (Ans.)

ঘ এখানে, সময়কাল, $t = 10y$

এখানে, আদি পরমাণুর সংখ্যা, $N_0 = 10^{44}$

10 বছর পর অবশিষ্ট পরমাণু সংখ্যা, $N = N_0 e^{-\lambda t}$

$= N_0 e^{-0.1155 y^{-1} \times 10y} = N_0 e^{-1.155} = 0.315 N_0$

শতকরা ক্ষয় প্রাপ্ত হবে $= \frac{N_0 - 0.315 N_0}{N_0} \times 100\% = 68.5\%$

প্রশ্ন ৫৩ কোন তেজস্ক্রিয় পদার্থের পরমাণুগুলো আপনাপনিই ভাঙতে থাকে। যে সময়ে অক্ষত পরমাণু সংখ্যা প্রাথমিক পরমাণু সংখ্যার অর্ধেক হয় তাকে অর্ধায়ু বলে। তেজস্ক্রিয় ট্রিটিয়ামের অর্ধায়ু 12.5 বছর।

[মাগুরা সরকারি মহিলা কলেজ]

- গামা রশ্মি কী? ১
- দুটি নিউক্লিয়াসের একত্রিত হয়ে অত্যধিক শক্তি নির্গত হওয়াকে কি বলে উদাহরণসহ বর্ণনা করো। ২
- 25 বছর পর উদ্দীপকের ট্রিটিয়াম খণ্ডের কত অংশ অবশিষ্ট থাকবে? ৩
- অর্ধায়ু ক্ষয় ধ্রুবকের ব্যস্তানুপাতিক-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৫৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরমাণুর নিউক্লিয়াসের তেজস্ক্রিয়তার জন্য এর থেকে যে নিরক্ষিপ আধানযুক্ত তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণ হয় তাকে গামা রশ্মি বলে।

খ একাধিক হালকা পরমাণুর নিউক্লিয়াসের সংযুক্তির ফলে একটি অপেক্ষাকৃত ভারী নিউক্লিয়াস গঠিত হয় এবং প্রচুর পরিমাণে নিউক্লিয় শক্তি উৎপন্ন হয়। নিউক্লিয়াসের এই সংযোগকে নিউক্লীয় ফিউশন বলা হয়।



এক্ষেত্রে দুটি ডিওটেরনের সংযোগের ফলে একটি হিলিয়াম ${}_2He^3$ নিউক্লিয়াস উৎপন্ন হয়। নিউক্লীয় ফিউশনের ক্ষেত্রে উৎপন্ন নিউক্লিয়াসটির ভর সংযুক্ত। নিউক্লিয়াসগুলোর মোট ভর অপেক্ষা কিছু কম হয়। এই হ্রাসকৃত ভর শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

গ

ক্ষয়ধ্রুবক, $\lambda = \frac{0.693}{12.5}$
 $= 0.05544 y^{-1}$

এখন, $N = N_0 e^{-\lambda t}$

বা, $\frac{N}{N_0} = e^{-0.05544 \times 25}$

বা, $\frac{N}{N_0} = 0.25$
 $= 25\%$ (Ans.)

এখানে,
ট্রিটিয়ামের অর্ধায়ু, $t_{1/2} = 12.5 y$

ক্ষয়ধ্রুবক $= \lambda y^{-1}$

সময়, $t = 25 y$

অবশিষ্ট পরমাণুর সংখ্যা $N = ?$

ঘ কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের অবক্ষয় ধ্রুবক λ এবং t সময়ে অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা N হলে, ভাঙনের হার $\frac{dN}{dt} = -\lambda N$

বা, $\frac{dN}{N} = -\lambda dt$

এখন, $t = 0 \text{ sec}$ -এ $N = N_0$

এবং $t = t \text{ sec}$ -এ $N = N$ হলে,

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

বা, $[\ln N]_{N_0}^{N_0} = -\lambda [t]_{t_0}^t$

বা, $\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t$

এখন, $t = t_{1/2}$ (অর্ধায়ু) $N = \frac{N_0}{2}$ হবে।

$\ln \frac{N_0/2}{N_0} = -\lambda t_{1/2}$

বা, $\ln (0.5) = -\lambda t_{1/2}$

বা, $-0.693 = -\lambda t_{1/2}$

$\therefore t_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda}$

$\therefore t_{1/2} \propto \frac{1}{\lambda}$

অতএব, অর্ধায়ু ক্ষয় ধ্রুবকের ব্যস্তানুপাতিক।

প্রশ্ন ৫৪ একজন গবেষক A, B ও C তিনটি তেজস্ক্রিয় পদার্থকে গবেষণাগারে রেখে দিল। প্রত্যেক পদার্থের পরিমাণ ছিল 50gm। 2.5 বছর পর তিনি এদের ভর পরিমাপ করলেন যথাক্রমে 20gm, 25 gm ও 40 gm।

[সরকারি সৈয়দ হুসেইন আলী কলেজ, বরিশাল]

- তেজস্ক্রিয় ক্ষয়ের সূত্র বিবৃত করো। ১
- পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক 5 হেনরি বলতে কী বোঝ? ২
- B পদার্থটির গড় আয়ু বের করো। ৩
- A মৌলের 25% এবং B মৌলের 15% ক্ষয় হতে একই সময় লাগবে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৫৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তেজস্ক্রিয় পরমাণুর ভাঙনের হার ঐ সময়ে উপস্থিত অক্ষত পরমাণুর সংখ্যার সমানুপাতিক।

খ পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক 5 হেনরি-এর অর্থ দুটি কুণ্ডলীর একটির মধ্য দিয়ে 1 As^{-1} হারে তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন ঘটলে যদি গৌণ কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি 5V হয়, তবে কুণ্ডলীদ্বয়ের পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক হবে 5 হেনরি।

গ ১৯(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 3.61 year.

ঘ ১৯(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: $t_{25\%} = 0.785y$ এবং $t_{15\%} = 0.58y$, $t_{25\%} \neq t_{15\%}$

প্রশ্ন ৫৫ উদ্দীপকটি লক্ষ কর :



তেজস্ক্রিয় পদার্থ

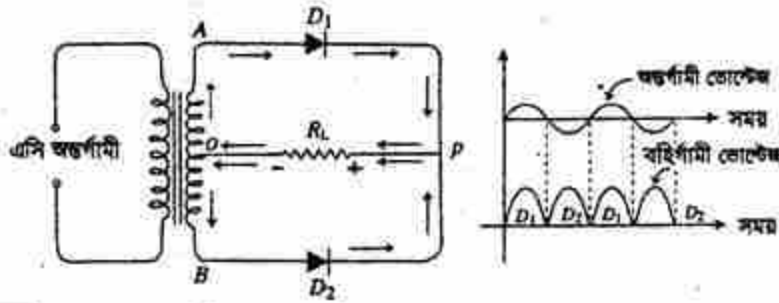
[সরকারি ইয়াছিন কলেজ, ফরিদপুর]

- ক. লজিক গেট কি? ১
খ. পূর্ণ তরঙ্গ রেকটিফায়ার বলতে কি বোঝায়? ২
গ. উদ্দীপকের তেজস্ক্রিয় পদার্থের ক্ষয় ধ্রুবক λ এবং পর্যবেক্ষণের অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা N_0 হলে যে কোনো সময়ে অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা নির্ণয় করো। ৩
ঘ. দেখাও যে উদ্দীপকের তেজস্ক্রিয় নমুনার সকল পরমাণু ক্ষয় হতে অসীম সময় লাগবে? ৪

৫৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সমস্ত ডিজিটাল ইলেকট্রনিক সার্কিট এক বা একাধিক ইনপুট গ্রহণ করে এবং একটিমাত্র আউটপুট প্রদান করে এবং যুক্তিভিত্তিক সংকেতের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে তাদেরকে লজিক গেট বলে।

খ পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফায়ারে এসি অন্তর্গামী উৎসের দুটি চক্রই কাজে লাগানো হয়। এজন্য বর্তনীতে দুটি ডায়োড ব্যবহার করা হয়। চিত্রে একটি পূর্ণ তরঙ্গ রেকটিফায়ারের বর্তনী দেখানো হয়েছে। এখানে D_1 ও D_2 ডায়োড দুটিকে একটি ট্রান্সফরমারের গৌণ কুন্ডলী AB এর সাথে সংযোগ দেওয়া হয়েছে। ডায়োড D_1 এসি অন্তর্গামী উৎসের গৌণকুন্ডলীর OA অংশে আগত উপরের অর্ধচক্রকে রেকটিফাই করে এবং ডায়োড D_2 গৌণকুন্ডলীর OB অংশে আগত নিচের অর্ধচক্রকে রেকটিফাই করে।



গ কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের অবক্ষয় ধ্রুবক λ এবং t সময়ে অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা N হলে—

আমরা পাই,

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

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

মনে করি, শুরুতে অর্থাৎ $t = 0$, তখন পরমাণুর সংখ্যা $N = N_0$ এবং অন্য কোনো এক সময় $t = t$ তে $N = N$ ।

সুতরাং এই সীমার মধ্যে উপরোক্ত সমীকরণকে সমাকলন করে আমরা পাই,

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

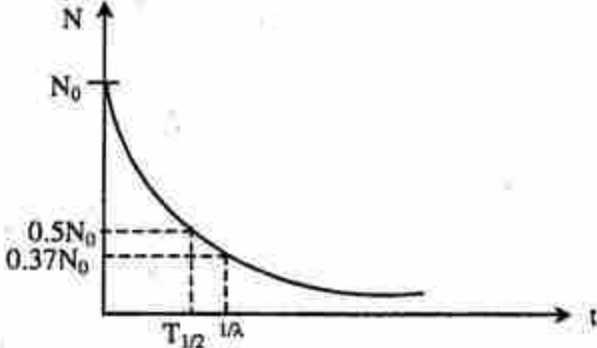
$$\text{বা, } [\ln N]_{N_0}^N = -\lambda [t]_0^t$$

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

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

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

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



ঘ 'গ' হতে পাই,

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

এখন সকল পরমাণু ক্ষয় হলে অবশিষ্ট পরমাণুর সংখ্যা $N = 0$

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

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

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

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

এখন, $N = 0$ হলে $t = \infty$ হবে।

অর্থাৎ উদ্দীপকের তেজস্ক্রিয় সকল পরমাণু ক্ষয় হতে অসীম সময় লাগবে।

প্রশ্ন ৫৬ রেডিয়ামের অর্ধায়ু 4.36×10^4 y।

[রাজবাড়ি সরকারি আদর্শ মহিলা কলেজ]

ক. শৃংখল বিক্রিয়া কী? ১

খ. পরমাণুর নিউক্লিয়াসে ইলেকট্রন থাকতে পারে না কেন? ২

গ. রেডিয়ামের 75% ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে? ৩

ঘ. রেডিয়ামের 100% ক্ষয় হওয়া সম্ভব কী? সম্ভব হলে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণের মাধ্যমে সময় নির্ণয় করো। ৪

৫৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক শৃংখল বিক্রিয়া হচ্ছে এমন একটি ধারাবাহিক প্রক্রিয়া যা একবার শুরু হলে তাকে চালিয়ে রাখার জন্য বাহ্যিক কোনো শক্তির প্রয়োজন হয় না।

খ পরমাণুর অবস্থান নিউক্লিয়াসে হলে হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা সূত্র হতে,

$$\Delta p \Delta x = \frac{h}{4\pi}$$

$$\text{বা, } \Delta p = \frac{h}{4\pi \Delta x} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{4 \times 3.1416 \times 10^{-13}} = 5.28 \times 10^{-20} \text{ kgms}^{-1}$$

\therefore নিউক্লিয়াসে ইলেকট্রন থাকতে হলে প্রয়োজনীয় শক্তি,

$$\begin{aligned} \Delta E &= \frac{\Delta p^2}{2m} \\ &= \frac{(5.28 \times 10^{-20})^2}{2 \times 9.11 \times 10^{-31}} \\ &= 1.53 \times 10^{-9} \text{ J} \\ &= 9509.6 \text{ MeV.} \end{aligned}$$

কিন্তু ইলেকট্রন সর্বোচ্চ শক্তি 4MeV হওয়া সম্ভব। ফলে নিউক্লিয়াসে ইলেকট্রন থাকা সম্ভব নয়।

গ রেডিয়ামের 75% ক্ষয় হতে t সময় লাগলে,

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

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

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

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

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

$$= -\frac{1}{1.59 \times 10^3} \ln(0.25)$$

$$= 8.72 \times 10^{-4} \text{ years}$$

$$= 7.64 \text{ hrs. (Ans.)}$$

ঘ রেডিয়ামের 100% ক্ষয় হলে, অবশিষ্ট রেডিয়াম পরমাণু, $N = 0$

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

$$N_0 e^{-\lambda t} = 0$$

$$\text{বা, } e^{-\lambda t} = 0$$

$$e^{-\lambda t} = 0 \text{ হবে যখন, } \lambda t \rightarrow \infty$$

$$\text{কিন্তু } \lambda \text{ এর মান 'গ' হতে পাই } 1.59 \times 10^3 \text{ y}^{-1}$$

$$\therefore e^{-\lambda t} = 0 \text{ হবে যখন, } t \rightarrow \infty$$

অর্থাৎ, অসীম সময় পরে রেডিয়ামের 100% ক্ষয় হবে।

অতএব, রেডিয়ামের 100% ক্ষয় হওয়া সম্ভব না।

প্রশ্ন ৫৭ $^{24}_{11}\text{Na}$ এর অর্ধায়ু 15 ঘণ্টা এবং এটা ভাঙতে থাকে ফলে এ ভাঙন নিউক্লিয়াসে সংঘটিত হয়।

(রাংপুর সরকারী কলেজ, রাংপুর)

- ক. অর্ধায়ু কাকে বলে? ১
খ. রাদারফোর্ড মডেলের কি ত্রুটি ছিল— ব্যাখ্যা করো। ২
গ. 60 ঘণ্টা পরে $1\text{g } ^{24}_{11}\text{Na}$ এর কতটুকু অক্ষত থাকবে? ৩
ঘ. পরমাণুর নিউক্লিয়াসের গঠনের বাস্তবতা সম্বন্ধে মন্তব্য করো। ৪

৫৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের প্রারম্ভিক অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা অর্ধেক হয়ে যেতে যে সময় লাগে তাকে অর্ধায়ু বলে।

খ রাদারফোর্ড পরমাণু মডেলে দুটি ত্রুটি পরিলক্ষিত হয়।



১. রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল অনুসারে ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসের চারদিক দিয়ে আবর্তন করছে। ম্যাক্সওয়েলের তড়িৎচৌম্বক তত্ত্ব অনুসারে ত্বরণযুক্ত চার্জিত কণা হতে তড়িৎচৌম্বক তরঙ্গ আকারে শক্তি বিকিরিত হয়। সুতরাং, নিউক্লিয়াসের চতুর্দিকে ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনও শক্তি বিকিরণ করবে এবং এর শক্তি তথা দ্রুতি হ্রাস পাবে। ফলে ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসের আকর্ষণে একটি সর্পিলাকৃতি পথে ঘুরতে ঘুরতে পরিশেষে নিউক্লিয়াসে পতিত হবে এবং পরমাণুর স্থায়ীত্ব বিনষ্ট হবে।
২. তাছাড়া, আবর্তনকালে ইলেকট্রন যে ক্রমাগত শক্তি বিকিরণ করবে তার কম্পাঙ্ক ক্রমাগত বৃদ্ধি পেতে থাকবে, অর্থাৎ পরমাণু থেকে বিকিরিত শক্তির বর্ণালি হবে অবিচ্ছিন্ন। কিন্তু পরমাণু থেকে বিচ্ছিন্ন রেখা বর্ণালি পাওয়া যায়। সুতরাং, রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল ত্রুটিপূর্ণ অথবা চিরায়ত পদার্থবিজ্ঞান এক্ষেত্রে ব্যর্থ।

গ এখানে, অর্ধায়ু, $T_{1/2} = 15 \text{ hr}$

আদিভর, $m_0 = 1\text{g}$

আদি পরমাণুর সংখ্যা, $N_0 = \frac{6.02 \times 10^{23}}{24}$

$N_0 = 2.51 \times 10^{22}$ টি

সময়, $t = 60 \text{ hr}$

অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা, $N = ?$

অবক্ষয় ধ্রুবক λ হলে,

$$\lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}} = 0.0462 \text{ hr}^{-1}$$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } N = 2.51 \times 10^{22} \times e^{-0.0462 \times 60}$$

$$\therefore N = 1.57 \times 10^{21} \text{ টি (Ans.)}$$

ঘ পরমাণুর কেন্দ্রের নিউক্লিয়াসটি প্রোটন এবং নিউট্রনের সমন্বয়ে গঠিত। ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসের চারদিকে প্রদক্ষিণ করছে। সুতরাং ইলেকট্রনের উপর সর্বদাই অভিলম্ব ত্বরণ থাকবে। ফলে এরা বিদ্যুৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ হিসেবে শক্তি বিকিরণ করবে ফলশ্রুতিতে ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের শক্তি ক্রমশ হ্রাস পাবে এবং এক সময় এটি নিউক্লিয়াসে পতিত হবে অর্থাৎ পরমাণুটির বিলুপ্তি ঘটবে।

কিন্তু বোরের পরমাণু মডেল অনুযায়ী ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসের চারদিকে কতগুলো স্থির শক্তিস্তরে ঘুরতে থাকে। ইলেকট্রনগুলো উচ্চ শক্তিস্তর থেকে শক্তি বিকিরণ করে নিম্ন শক্তিস্তরে আসে এবং নিম্ন শক্তিস্তরে থাকাকালীন শক্তি শোষণ করে উচ্চ শক্তিস্তরে গমন করে।

প্রশ্ন ৫৮ সত্যের পরমাণুর শক্তি কেন্দ্রের পরীক্ষাগারের জন্য $^{209}_{83}\text{Bi}$ সংরক্ষণ করা হলো। $^{209}_{83}\text{Bi}$ এর অর্ধায়ু 26.8 min। প্রোটন ও নিউট্রনের ভর যথাক্রমে 1.00728a.m.u এবং 1.008665a.m.u । নিউক্লিয়াসের ভর 208.980388a.m.u ।

খ. নিউট্রন প্রোটনের সম্মিলিত ভর এদের আলাদা আলাদা ভরের চেয়ে কম হয় কেন? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. $^{209}_{83}\text{Bi}$ এর বন্ধন শক্তি নির্ণয় করো। ৩

ঘ. $^{209}_{83}\text{Bi}$ এর কত পরিমাণ ভর থেকে 1 কুরি তেজস্ক্রিয়তা পাওয়া যাবে? ৪

৫৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রোটন ও নিউট্রনগুলোকে নিউক্লিয়াসে একত্রে বেধে রাখতে যে শক্তির প্রয়োজন তাকে নিউক্লিয়াসের বন্ধন শক্তি বলে।

খ শক্তিশালী সবল নিউক্লিও বলের প্রভাবে প্রোটন ও নিউট্রনসমূহ নিউক্লিয়াসে দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ থাকে। এই বলের বিরুদ্ধে নিউক্লিয়াসকে ভেঙে প্রোটন ও নিউট্রনকে আলাদা করতে বাইরে থেকে শক্তি সরবরাহ করতে হয়। তাই প্রোটন ও নিউট্রনের আলাদা আলাদা শক্তির সমষ্টি নিউক্লিয়াসের মোট শক্তি অপেক্ষা বৃহত্তর হয়।

আইনস্টাইনের ভর-শক্তি সম্বন্ধ $\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2}$ সমীকরণ অনুযায়ী নিউক্লিয়াস ভাঙতে প্রয়োজনীয় এই শক্তি বিচ্ছিন্ন প্রোটন ও নিউট্রনগুলোতে সমতুল্য ভর হিসেবে জমা হয়। একইভাবে বিচ্ছিন্ন প্রোটন ও নিউট্রন একত্রিত হয়ে নিউক্লিয়াস গঠনের ক্ষেত্রে আকর্ষণধর্মী সবল নিউক্লিও বলের প্রভাবে ঐ অতিরিক্ত শক্তিকে বিমুক্ত হয় এবং ভর হ্রাস পায়, তাই প্রোটন ও নিউট্রনসমূহের সম্মিলিত ভর এদের আলাদা আলাদা ভরের চেয়ে কম হয়।

গ $^{209}_{83}\text{Bi}$ এর পরমাণুতে 126টি নিউট্রন ও 83 টি প্রোটন আছে।

$$\therefore \text{প্রোটনের ভর} = 83 \times 1.00728\text{a.m.u} = 83.60424\text{a.m.u}$$

$$\therefore \text{নিউট্রনের ভর} = 126 \times 1.008665\text{a.m.u} = 127.09179\text{a.m.u}$$

$$\text{ভরত্রুটি, } \Delta m = (127.09179 \times 83.60424) - 208.980388 = 210.69603 - 208.980388 = 1.715642$$

$$\begin{aligned} \text{বন্ধনশক্তি, } B.E &= \Delta mc^2 \\ &= 1.715642 \times (3 \times 10^8)^2 \\ &= 1.544078 \times 10^{17} \text{ eV} \\ \therefore B.E &= 1.544078 \times 10^{11} \text{ MeV (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ এখানে, অর্ধায়ু, $T_{1/2} = 26.8 \text{ min} = (26.8 \times 60)\text{s}$

$$\text{ক্ষয়ধ্রুবক } \lambda \text{ হলে, } \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = 4.31 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$

মনে করি, অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা N এবং আদি পরমাণুর সংখ্যা N_0 ।
আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } \lambda N = 1\text{Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ decay s}^{-1}$$

$$\text{বা, } N = \frac{3.7 \times 10^{10}}{4.31 \times 10^{-4}} = 8.58 \times 10^{13}$$

সুতরাং, অক্ষত পরমাণুর ভর,

$$= \frac{8.58 \times 10^{13} \times 209}{6.02 \times 10^{23}} = 2.98 \times 10^{-8} \text{ g}$$

অতএব, $^{209}_{83}\text{Bi}$ পরমাণুর $2.98 \times 10^{-8} \text{ g}$ নমুনা ব্যবহার করলে শুরুতে 1Ci তেজস্ক্রিয়তা পাওয়া যাবে।

প্রশ্ন ৫৯ ৩টি তেজস্ক্রিয় উৎস নিয়ে পরীক্ষা করার সময় রাশা চার ঘণ্টা ধরে এক ঘণ্টা পর পর উৎসগুলো হতে প্রতি মিনিটে নির্গত পরমাণু সংখ্যা পরিমাপ করল। নীচের টেবিলটিতে তার পর্যবেক্ষণকৃত তথ্য দেওয়া হলো।

সময় (ঘণ্টা)	প্রতি মিনিটে নির্গত পরমাণু সংখ্যা		
	উৎস A	উৎস B	উৎস C
0	160	1600	16000
1	113	800	12700
2	80	400	10000
3	57	200	8000
4	40	100	6350

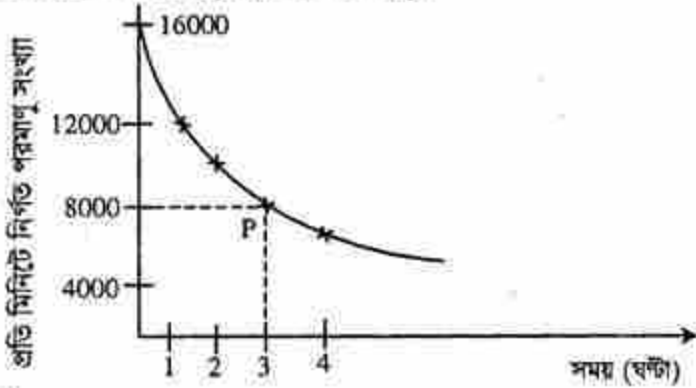
(চট্টগ্রাম কলেজ, চট্টগ্রাম)

ক. বন্ধন শক্তি কাকে বলে?

- ক. ভরত্বটি কী? ১
খ. $^{62}_{28}\text{Ni}$ এর নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধন শক্তি 8.67 MeV বলতে কী বুঝায়? ২
গ. উৎস C-এর জন্য সূচকীয় গ্রাফ ঐকে সেখান থেকে C-এর অর্ধায়ু নির্ণয় করো। ৩
ঘ. পরবর্তীতে রাশা মোট ৬ ঘণ্টা ধরে পরীক্ষাটি সম্পন্ন করল। সে সিদ্ধান্ত নিল যে, যেই উৎসটির অর্ধায়ু সবচাইতে কম, সেটি হতে প্রতি মিনিটে নির্গত পরমাণু সংখ্যা সবচাইতে বেশি। রাশার বক্তব্য কি সঠিক? গাণিতিকভাবে যাচাই করো। ৪

৫৯ নং প্রশ্নের উত্তর

- ক. নিউক্লিয়াস গঠনকারী উপাদানসমূহের ভরের সমষ্টি অপেক্ষা নিউক্লিয়াসের ভর কিছুটা কম হয়। ভরের এ পার্থক্যকে ভরত্বটি বলে।
খ. আমরা জানি, কোনো নিউক্লিয়াসের মোট বন্ধন শক্তি এবং ভরসংখ্যার অনুপাতকে প্রতি নিউক্লিয়নে বন্ধন শক্তি বলা হয়। মোট বন্ধন শক্তিকে ভরসংখ্যা দ্বারা ভাগ করে প্রতি নিউক্লিয়নে বন্ধন শক্তি নির্ণয় করা হয়। এটাকে গড় বন্ধন শক্তিও বলা হয়। সুতরাং $^{62}_{28}\text{Ni}$ এর নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধন শক্তি 8.67 MeV বলতে বোঝায়, উক্ত নিউক্লিয়াসে অন্তর্নিহিত মোট বন্ধন শক্তি = $62 \times 8.67 \text{ MeV} = 537.54 \text{ MeV}$ ।
গ. উৎস C-এর জন্য সূচকীয় গ্রাফ নিম্নরূপ—



— $\frac{dN}{dt} \propto N$ সূত্রানুসারে প্রতি মিনিটে নির্গত পরমাণু সংখ্যা ঐ মুহূর্তে উপস্থিত অক্ষত পরমাণু সংখ্যার সমানুপাতিক। সুতরাং উপরোক্ত গ্রাফের Y অক্ষ বরাবর অক্ষত পরমাণু সংখ্যা না থেকে প্রতি মিনিটে নির্গত পরমাণু সংখ্যা থাকলেও সমস্যা নেই— উক্ত গ্রাফ ব্যবহারে অর্ধায়ুর একই মান পাওয়া যাবে।

এখানে, আদি মান = 16000 এবং এর অর্ধেক মান = $\frac{1}{2} \times 16000 = 8000$ বরাবর X অক্ষের সমান্তরালে রেখা টানলে তা লেখকে P বিন্দুতে ছেদ করে। P হতে সময় অক্ষের ওপর লম্ব টানলে তা উক্ত অক্ষকে 3hr বিন্দুতে ছেদ করে। সুতরাং C-এর অর্ধায়ু = 3hr।

ঘ. উৎস B এর ক্ষেত্রে প্রতি মিনিটে নির্গত পরমাণু সংখ্যা আদিমান 1600 এর অর্ধেক অর্থাৎ 800-তে নেমে আসতে সময় লাগে 1 ঘণ্টা। সুতরাং উৎস B এর অর্ধায়ু 1 hr।
উৎস A এর ক্ষেত্রে প্রতি মিনিটে নির্গত পরমাণু সংখ্যা আদিমান 160 থেকে এর অর্ধেক অর্থাৎ 80-এ নেমে আসতে সময় লাগে 2 hr। সুতরাং উৎস A-এর অর্ধায়ু 2hr।

গ অংশে নির্ণীত উৎস C এর অর্ধায়ু = 3hr

$T_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda}$ বা, $\lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}}$ সূত্রানুসারে যে উৎসের অর্ধায়ু সবচাইতে কম

(উৎস B), তার অবক্ষয় ধ্রুবক সবচেয়ে বড়।

আর অবক্ষয় ধ্রুবক λ বড় হওয়াতে $-\frac{dN}{dt} = \lambda N$ সূত্রানুসারে উৎস B এর ক্ষেত্রে প্রতি সেকেন্ড নির্গত পরমাণু সংখ্যা সবচেয়ে বড় হতে পারতো যদি প্রত্যেক উৎসের আদি পরমাণু সংখ্যা একই হতো।

কিন্তু প্রদত্ত উপাত্ত অনুসারে বিভিন্ন উৎসে আদি পরমাণু সংখ্যা বিভিন্ন; এমনকি বিভিন্ন তাৎক্ষণিক মুহূর্তেও উৎস A ও B এর তুলনায় উৎস C-তে

অক্ষত পরমাণু সংখ্যা বেশি $\left(\frac{dN}{dt} \propto -N\right)$ সূত্রানুসারে এটা সহজেই আন্দাজ করা যায়)।

তাই এক্ষেত্রে λN গুণফলটিই প্রতি সেকেন্ডে অক্ষত পরমাণু সংখ্যাটা প্রকাশ করে। সুতরাং যে উৎসটির অর্ধায়ু সবচাইতে কম (অবক্ষয় ধ্রুবক বেশি), সেটি হতে প্রতি মিনিটে নির্গত পরমাণু সংখ্যা সবচাইতে বেশি বক্তব্যটি সঠিক নয়।

প্রশ্ন ৬০ রায়ান নিউক্লিয় ল্যাবে 30 দিন আগে সংগৃহীত স্বর্ণ ও রেডনের অনেকগুলোর নমুনার মধ্য থেকে দুটি নমুনা নিয়ে কাজ করেছে। নমুনা দুটিতে পরমাণুর সংখ্যা ছিল যথাক্রমে 3×10^{12} এবং 4×10^9 । রায়ান জানে স্বর্ণ ও রেডনের ক্ষয় ধ্রুবক যথাক্রমে 0.12566 d^{-1} ও 0.182 d^{-1} । বর্তমানে পরমাণুদ্বয়ের সংখ্যা যথাক্রমে 1.276×10^{10} ও 1.7×10^7 ।

[সরকারি হাজী মুহাম্মদ মহসিন কলেজ, চট্টগ্রাম]

- ক. আইসোবার কি? ১
খ. হাইজেনবার্গ এর অনিশ্চয়তার নীতি ব্যাখ্যা করো। ২
গ. স্বর্ণের গড় আয়ু ও অর্ধায়ুর মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করো। ৩
ঘ. নমুনাদ্বয়-এর কোনটি কোন পদার্থের-যাচাই করো। ৪

৬০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. আইসোবার : সেকল নিউক্লাইডের ভর সংখ্যা সমান তাদেরকে আইসোবার বলে।

খ. কোনো মুহূর্তে একটি কণার অবস্থান যদি প্রায় নিশ্চিতভাবে নির্ণয় করা সম্ভব হয়, তবে সেই মুহূর্তে এর ভরবেগ নিশ্চিতভাবে বের করা সম্ভব নয়। আবার, কোনো মুহূর্তে ভরবেগ প্রায় নিশ্চিতভাবে জেনে গেলে এর অবস্থান নিশ্চিতভাবে জানা সম্ভব নয়। গাণিতিকভাবে, এই অনিশ্চয়তারূপের গুণফল $\Delta x \Delta p \geq \hbar$ । এটিই হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা নীতি।

গ.

$$\begin{aligned} \text{স্বর্ণের গড় আয়ু, } \tau &= \frac{1}{\lambda} \\ &= \frac{1}{0.12566} \\ &= 7.96 \text{ d} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{স্বর্ণের অর্ধায়ু, } T_{1/2} &= \frac{\ln 2}{\lambda} \\ &= 5.52 \text{ d} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{গড় আয়ু ও অর্ধায়ুর মধ্যে পার্থক্য} &= 7.96 - 5.52 \\ &= 2.44 \text{ d} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{দেওয়া আছে,} \\ \text{স্বর্ণের ক্ষয় ধ্রুবক,} \\ \lambda &= 0.12566 \text{ d}^{-1} \end{aligned}$$

ঘ. প্রথম নমুনার ক্ষেত্রে, আদি পরমাণুর সংখ্যা, $N_0 = 3 \times 10^{12}$
শেষ পরমাণুর সংখ্যা, $N = 1.276 \times 10^{10}$

সময়, $t = 30 \text{ d}$

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

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

$$\Rightarrow \ln \frac{1.276 \times 10^{10}}{3 \times 10^{12}} = -\lambda \times 30$$

$$\therefore \lambda = 0.182 \text{ d}^{-1}$$

\therefore ১ম নমুনাটি রেডন।

\therefore ২য় নমুনাটি স্বর্ণ।

পদার্থবিজ্ঞান

নবম অধ্যায়: পরমাণু মডেল ও নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

২৮০. কে আলফা কণিকা বিক্ষেপণ পরীক্ষাটি করেছিলেন? [জ্ঞান]

- (ক) মার্সডেন (খ) টাইকোব্রাহা
(গ) কেপলার (ঘ) জগদীশচন্দ্র বসু

২৮১. α -কণা হলো—

- (ক) ${}^4_2\text{He}$ (খ) ${}^3_1\text{H}$
(গ) ${}^3_2\text{He}$ (ঘ) ${}^2_1\text{H}$

২৮২. নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ কত? [জ্ঞান]

- (ক) 10^{-15}m (খ) 10^{-13}m
(গ) 10^{-10}m (ঘ) 10^{-10}cm

২৮৩. কত সালে বিজ্ঞানী বোর তার পরমাণু মডেলের প্রস্তাব করেন? [জ্ঞান]

- (ক) 1922 (খ) 1911
(গ) 1919 (ঘ) 1913

২৮৪. বোরের স্বীকার্য অনুযায়ী অনুমোদিত ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ হল— (অনুধাবন)

- (ক) $L = \frac{nh}{2\pi}$ (খ) $L = \frac{2\pi}{nh}$
(গ) $L = n \frac{2\pi}{h}$ (ঘ) $L = n \frac{2h}{\pi}$

২৮৫. প্রথম বোর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ কত? [প্রয়োগ]

- (ক) 0.053Å (খ) 53Å
(গ) 5.3Å (ঘ) 0.53Å

২৮৬. হাইড্রোজেন পরমাণুর ব্যাসার্ধ কত? [প্রয়োগ]

- (ক) $0.53 \times 10^{-10}\text{cm}$ (খ) $53 \times 10^{-10}\text{m}$
(গ) $0.53 \times 10^{-10}\text{mm}$ (ঘ) $0.53 \times 10^{-10}\text{m}$

২৮৭. বোরের কক্ষপথের ব্যাসার্ধের ক্ষেত্রে কোন সম্পর্কটি সঠিক? [প্রয়োগ]

- (ক) $r_4 = 9r_1$ (খ) $r_3 = 4r_1$
(গ) $r_4 = 16r_1$ (ঘ) $r_4 = 8r_1$

২৮৮. হাইড্রোজেন পরমাণুর দ্বিতীয় কক্ষের ইলেকট্রনের শক্তি কত? [প্রয়োগ]

- (ক) $-5.41 \times 10^{-19}\text{J}$ (খ) $-5.41 \times 10^{19}\text{J}$
(গ) $-5.14 \times 10^{-19}\text{J}$ (ঘ) $-4.51 \times 10^{-19}\text{J}$

২৮৯. প্রোটন কে আবিষ্কার করেন? [জ্ঞান]

- (ক) বোর (খ) মার্সডেন
(গ) রাদারফোর্ড (ঘ) থমসন

২৯০. যে সব ভারী নিউক্লিয়াস থেকে তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্গত হয় তাদেরকে কী বলে? [জ্ঞান]

- (ক) তেজস্ক্রিয় মৌল (খ) তেজস্ক্রিয়তা
(গ) ক্যাথোড রশ্মি (ঘ) আলফা রশ্মি

২৯১. গাইগার মুলার কাউন্টার দিয়ে কোন রশ্মির উদ্ঘাটন করা যায়? [হবিগঞ্জ সরকারি মহিলা কলেজ, হবিগঞ্জ] [জ্ঞান]

- (ক) গামা রশ্মি (খ) এক্সরে
(গ) অতিবেগুনি রশ্মি (ঘ) ক্যাথোড রশ্মি

২৯২. নিচের কোন তথ্যটি সঠিক? [প্রয়োগ]

- (ক) $1\text{Bq} = 1\text{decays}^{-1}$
(খ) $1\text{B}_2 = 1\text{s}^{-1}$
(গ) $1\text{Bq} = 1\text{decay}$ (ঘ) $1\text{Ci} = 3.7\text{B}_2$

২৯৩. α রশ্মির আয়নায়ন ক্ষমতা γ রশ্মির তুলনায় কত গুণ বেশি? [জ্ঞান]

- (ক) 10000 (খ) 100
(গ) 10 (ঘ) 1000

২৯৪. নিচের কোনটি তড়িৎ ক্ষেত্র দ্বারা প্রভাবিত হয় না? [ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, যশোর] [জ্ঞান]

- (ক) α -রশ্মি (খ) β -রশ্মি
(গ) γ -রশ্মি (ঘ) ক্যাথোড রশ্মি

২৯৫. কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের একটি পরমাণুর একক সময়ে ভাঙনের সম্ভাব্যতাকে কী বলা হয়? [হলি ক্রস কলেজ, ঢাকা] [জ্ঞান]

- (ক) বেকেরেল (খ) অবক্ষয় ধ্রুবক
(গ) কুরী (ঘ) অর্ধায়ু

২৯৬. একটি তেজস্ক্রিয় মৌলের ক্ষেত্রে অর্ধায়ু ও ক্ষয়ধ্রুবকের সম্পর্ক কী? [কুষ্টিয়া সরকারি মহাবিদ্যালয়, কুষ্টিয়া] [জ্ঞান]

- (ক) $T_{1/2} = \frac{1}{\lambda}$ (খ) $T_{1/2} = \frac{\lambda}{0.693}$
(গ) $T_{1/2} = 0.693$ (ঘ) $T_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda}$

২৯৭. একটি তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু 1.8 দিন। 5.4 দিন পরে মৌলটির কত অংশ ক্ষয়প্রাপ্ত হবে? [প্রয়োগ]

- (ক) $\frac{1}{3}$ অংশ (খ) $\frac{2}{3}$ অংশ
(গ) $\frac{1}{8}$ অংশ (ঘ) $\frac{7}{8}$ অংশ

২৯৮. কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু 15 ঘণ্টা। ৬ বস্তুর প্রারম্ভিক ভর 4g হলে 60 ঘণ্টা পরে কতটুকু অবশিষ্ট থাকবে? [প্রয়োগ]

- (ক) 0.25 g (খ) 0.25 kg
(গ) 2.5 kg (ঘ) 30 kg

২৯৯. Au^{198} এর অবক্ষয় ধ্রুবক 0.257d^{-1} হলে Au^{198} এর অর্ধায়ু কত দিন? [প্রয়োগ]

- (ক) 2.7 (খ) 7.2
(গ) 27 (ঘ) 4

৩০০. একটি নিউক্লিয়াসের প্রোটন সংখ্যা Z এবং ভর সংখ্যা A তাহলে নিউট্রন সংখ্যা কত? [প্রয়োগ]

- (ক) $A + Z$ (খ) $A - Z$
(গ) $A \times Z$ (ঘ) $A \div Z$

৩০১. U নিউক্লিয়াসের প্রতি ফিশনে প্রায় কত শক্তি উৎপন্ন করে? [ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, মোমেনশাহী] [জ্ঞান]

- (ক) 300 MeV (খ) 200 MeV
(গ) 150 MeV (ঘ) 100 MeV

৩০২. সূর্যের ভিতর যে প্রক্রিয়ায় শক্তি তৈরি হয় সেটি হচ্ছে— [ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, যশোর] [অনুধাবন]

- (ক) শক্তির বিক্রিয়া (খ) ফিশন বিক্রিয়া
(গ) ফিউশন বিক্রিয়া (ঘ) মহাকর্ষীয় বিক্রিয়া

৩০৩. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল— [অনুধাবন]

- i. 1911 সালে প্রস্তাবিত হয়
ii. তেজস্ক্রিয় পদার্থ হতে নির্গত α কণিকার বিক্ষেপণ লক্ষ্য করা হয়
iii. পৌরতত্ত্বের সাথে তুলনা করা হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

৩০৪. হাইড্রোজেন পরমাণুর— (অনুধাবন)
[সরকারি পৈয়দ হাতেম আলী কলেজ, বরিশাল]

- ব্যাসার্ধ 0.53\AA
- ভূমি অবস্থার শক্তি -13.6eV
- ব্যাসার্ধের রাশিমালা $r = \frac{h^2 e^2}{4\pi m e^2}$

নিচের কোনটি সঠিক?

- i ও ii
- ii ও iii
- i ও iii
- i, ii ও iii

৩০৫. নিউট্রনের— (অনুধাবন)

- ভেদন ক্ষমতা অত্যধিক
- ভর প্রায় 1.0086654 a.m.u.
- ভর প্রোটনের ভরের সমান

নিচের কোনটি সঠিক?

- i ও ii
- ii ও iii
- i ও iii
- i, ii ও iii

৩০৬. পাবমাণবিক ভর একক— (প্রয়োগ)

- অর্থাৎ 1 amu সমান হচ্ছে $1.66057 \times 10^{-27}\text{ kg}$
- বলতে বুঝায় ^{12}C এর পরমাণুর ভরের $\frac{1}{12}$ অংশকে
- ব্যবহার করে প্রোটন ও নিউট্রনের আপেক্ষিক ভর নির্ণয় করা হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

- i ও ii
- ii ও iii
- i ও iii
- i, ii ও iii

৩০৭. তেজস্ক্রিয় পদার্থ থেকে নির্গত হয়— (অনুধাবন)

- আলফা রশ্মি
- ক্যাথোড রশ্মি
- গামা রশ্মি

নিচের কোনটি সঠিক?

- i ও ii
- ii ও iii
- i ও iii
- i, ii ও iii

৩০৮. চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা বিচ্যুত হয় না— (অনুধাবন)

- α -রশ্মি
- এক্স রশ্মি
- γ -রশ্মি

নিচের কোনটি সঠিক?

- i ও ii
- ii ও iii
- i ও iii
- i, ii ও iii

৩০৯. আলফা কণা হলো— [সরকারি সিটি কলেজ, চট্টগ্রাম] (অনুধাবন)

- তেজস্ক্রিয় পদার্থ হতে নির্গত ধনাত্মক চার্জ বিশিষ্ট কণিকা
- হিলিয়াম নিউক্লিয়াস (He^4)
- ইলেকট্রন অপেক্ষা ভারী

নিচের কোনটি সঠিক?

- i ও ii
- ii ও iii
- i ও iii
- i, ii ও iii

৩১০. অবক্ষয় ধ্রুবক— (অনুধাবন)

- এর একক হচ্ছে s^{-1}
- যত বড় হবে নির্দিষ্ট সময়ে একটি পরমাণুর ক্ষয়ের সম্ভাবনা তত কম হবে
- এর রাশিমালা $\lambda = -\frac{dN}{dt}$

নিচের কোনটি সঠিক?

- i ও ii
- ii ও iii
- i ও iii
- i, ii ও iii

৩১১. ফিউশন প্রক্রিয়ায়— (অনুধাবন)

- কিশনের মতো প্রচণ্ড পারমাণবিক শক্তি নির্গত হয়
- কিছু ভর ধ্বংস হয়
- প্রচুর পরিমাণ তাপ নির্গত হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

- i ও ii
- ii ও iii
- i ও iii
- i, ii ও iii

উদীপকটি পড়ে ৩১২ ও ৩১৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

ইউরেনিয়ামে ^{238}U এর প্রতি গ্রাম, প্রতি সেকেন্ডে 1.24×10^4 সংখ্যক আলফা কণা নিঃসরণ করে।

অ্যাডোপ্তোর সংখ্যা 6.025×10^{23} .

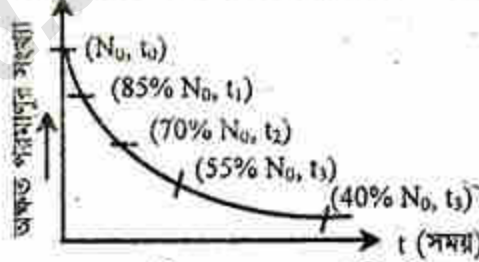
৩১২. উদীপকের উল্লেখিত ^{238}U এর ক্ষয় ধ্রুবকের মান কত? (অনুধাবন)

- 0.154343 y^{-1}
- $0.154343 \times 10^9\text{ y}^{-1}$
- $0.154343 \times 10^{-9}\text{ y}^{-1}$
- $15.43 \times 10^{-9}\text{ y}^{-1}$

৩১৩. উদীপকে উল্লেখিত ^{238}U এর অর্ধায়ু কত? (প্রয়োগ)

- 2294 y
- 1677.5 y
- $4.49 \times 10^{-9}\text{ y}$
- $4.49 \times 10^9\text{ y}$

উদীপকের আলোকে ৩১৪ ও ৩১৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



চিত্রে রেডনের তেজস্ক্রিয় ক্ষয়ের লেখ নির্দেশ করা হচ্ছে, যার অর্ধায়ু 3.8 days.

৩১৪. রেডনের তেজস্ক্রিয় ক্ষয় ধ্রুবক নির্ণয় কর। (প্রয়োগ)

- 0.118 d^{-1}
- 0.182 d^{-1}
- 0.369 d^{-1}
- 0.693 d^{-1}

৩১৫. উদীপক অনুসারে কোন সময় ব্যবধানে রেডনের ক্ষয়ের হার সর্বাধিক হবে? (উচ্চতর দক্ষতা)

- $t_4 - t_3$
- $t_3 - t_2$
- $t_2 - t_1$
- $t_1 - t_0$

উদীপকটি পড়ে ৩১৬ ও ৩১৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

অ্যালুমিনিয়াম নিউক্লিয়াসের প্রতীক হচ্ছে $^{27}_{13}\text{Al}$

৩১৬. নিউক্লিয়াসের পারমাণবিক সংখ্যা কত? [বগুড়া ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, বগুড়া] (প্রয়োগ)

- 13
- 14
- 27
- 40

৩১৭. নিউক্লিয়াসটির নিউট্রন সংখ্যা কত? [বগুড়া ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, বগুড়া] (প্রয়োগ)

- 13
- 14
- 27
- 40