

# পরমাণুর মডেল এবং নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

Atomic Model and Nuclear Physics

এ অধ্যায়ে  
অনন্য  
সংযোজন

শিখনফলের  
ধারায় প্রশ্ন ও উত্তর

পাঠ্যবইয়ের সূচনাহীন  
প্রশ্ন ও উত্তর

সমষ্টি অধ্যায়ের  
প্রশ্ন ও উত্তর

সেরা কলেজের  
প্রশ্ন বিষয়ে

অ্যাপস-এ  
MCQ Exam

## তৃতীয় অধ্যায় (Introduction)

প্রায় আড়াই হাজার বছর পূর্বে গ্রিক দার্শনিক ডেমোক্রিটাস প্রথম মনে করেন যে, এ বিশেষ সকল পদার্থই অতিসূক্ষ্ম অবিভাজ্য অসংখ্য কণিকার সমন্বয়ে গঠিত। তিনি এ কণিকাগুলোর নাম দেন অ্যাটম বা পরমাণু। পরমাণু খালি চোখে দেখা যায় না। উনবিংশ শতাব্দীর শেষভাগ পর্যন্ত বিজ্ঞানীদের ধারণা ছিল পরমাণু পদার্থের স্থুদৃত অবস্থা। পরমাণুকে আর বিভক্ত করা সম্ভব নয়। অর্ধাং পরমাণু অবিভাজ্য। ক্যাথোড রশ্বি আবিক্ষারের সাথে সাথে প্রমাণিত হলো যে, ক্যাথোড রশ্বি কতকগুলো ঝাগাত্মক আধারনবিশিষ্ট কণিকার স্ফোট। বিজ্ঞানী স্যার জে. জে. থমসন ১৮৯৭ খ্রিস্টাব্দে এ ক্যাথোড রশ্বির মধ্যেই ইলেকট্রনের সন্ধান পান। ইলেকট্রন আবিক্ষারের পর পরমাণু যে অবিভাজ্য বিজ্ঞানীদের এ ধারণা ভ্রান্ত বলে প্রমাণিত হলো।

## ► এক নজরে অধ্যায় বিন্যাস



শিক্ষার্থীদের সেরা প্রস্তুতির জন্য এ অধ্যায়টি পাঁচটি ধারাবাহিক পার্টে বিভক্ত করে উপস্থাপন করা হলো। সহজে খুঁজে বের করার জন্য প্রতিটি পার্টের সাথে পৃষ্ঠা নং দেওয়া আছে। শিক্ষার্থীরা পার্টসমূহ অনুসরণে প্রস্তুতি গ্রহণ করলে পরীক্ষায় যেভাবেই প্রশ্ন আসুক না কেন, সহজেই ১০০% কমন নিশ্চিত করতে পারবে।



### অনুশীলন [Practice]

১০০% সঠিক ফরম্যাট অনুসরণে শিখনফলের ধারায় প্রশ্ন ও উত্তর

সূজনশীল অংশ  
কমন উপযোগী প্রশ্ন ও উত্তর  
পৃষ্ঠা : ৫৮১-৬১৭

বহুনির্বাচনি অংশ  
১০০% নির্ভুল প্রশ্ন ও উত্তর  
পৃষ্ঠা : ৬১৮-৬২৮



### যাচাই ও মূল্যায়ন [Assessment & Evaluation]

মডেল টেস্ট আকারে সূজনশীল ও বহুনির্বাচনি প্রশ্নব্যাংক পৃষ্ঠা ৬২৯



### এক্সক্লুসিভ সাজেশন্স [Exclusive Suggestions]

কলেজ পরীক্ষা ও এইচএসসি পরীক্ষা উপযোগী সাজেশন্স পৃষ্ঠা ৬৩১



### বিকল্প প্রস্তুতি [Alternative Preparation]

গতানুগতিক ধারার পুরুতপূর্ণ প্রশ্নের সমন্বয়ে বিশেষ পাঠ পৃষ্ঠা ৬০১



### এক্সক্লুসিভ টিপস [Exclusive Tips]

পূর্ণাঙ্গ প্রস্তুতি নিশ্চিতকরে অভিনব কৌশলভিত্তিক নির্দেশনা পৃষ্ঠা ৬০১

## EXCLUSIVE ITEMS Admission Test After HSC

- মেডিকেল, ইঞ্জিনিয়ারিং ও বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তি পরীক্ষায় আসা প্রশ্নোত্তর পৃষ্ঠা ৬০২

চিচার্স ম্যানুয়াল অনুসরণে  
ভিন্ন ধারায় উপস্থাপন



শিখন যাচাই

উপকরণ

## অধ্যায় সংশ্লিষ্ট বিজ্ঞানীর পরিচিতি



**নি** উজিল্যাবেডের নিউক্লীয় পদার্থবিজ্ঞানী আর্নেস্ট রাদারফোর্ড নিউক্লীয় পদার্থবিজ্ঞানের জনক হিসেবে খোত। তিনি তাঁর বিখ্যাত বর্ণপাত পরীক্ষার মাধ্যমে পরমাণুর নিউক্লিয়াস আবিষ্কার করেন।



**ডে** নিস পদার্থবিজ্ঞানী নিলস বোর পরমাণু গঠনের আধুনিক তত্ত্বের প্রবন্ধ। বোরের পরমাণু মডেল রসায়নের ইতিহাসে আজও বিখ্যাত হয়ে আছে। নিলস বোর ১৯২২ সালে নোবেল পুরস্কার লাভ করেন।



**ক্র** রাসি পদার্থবিদ হেনরি বেকেরেল তেজস্ক্রিয়তা আবিষ্কার করেন। তাঁর নামানুসারে, তেজস্ক্রিয়তার একক বেকেরেল রাখা হয়েছে। তিনি ১৯০২ সালে পদার্থবিজ্ঞানে নোবেল পুরস্কার লাভ করেন।



## ওয়েব সাইট তথ্য সংযোগ

অধ্যায়টিকে বিষয়বস্তুর ওপর শিখনফলের ধারাবাহিকতায় প্রশ্ন তৈরিতে এবং উত্তরকে তথ্যবহুল ও নির্ভুলতা নিশ্চিতকরণে বোর্ড বইয়ের পাশাপাশি নিয়োজিত ওয়েব লিংকের সহায়তা নেওয়া হচ্ছে—

[www.chem4kids.com/files/atom\\_structure.html](http://www.chem4kids.com/files/atom_structure.html)

[en.wikipedia.org/wiki/Rutherford\\_model](http://en.wikipedia.org/wiki/Rutherford_model)

[en.wikipedia.org/wiki/Bohr\\_model](http://en.wikipedia.org/wiki/Bohr_model)

[en.wikipedia.org/wiki/Atomic\\_nucleus](http://en.wikipedia.org/wiki/Atomic_nucleus)

[en.wikipedia.org/wiki/Radioactive\\_decay](http://en.wikipedia.org/wiki/Radioactive_decay)

[en.wikipedia.org/wiki/Radio-Activity](http://en.wikipedia.org/wiki/Radio-Activity)

[en.wikipedia.org/wiki/Bond\\_energy](http://en.wikipedia.org/wiki/Bond_energy)

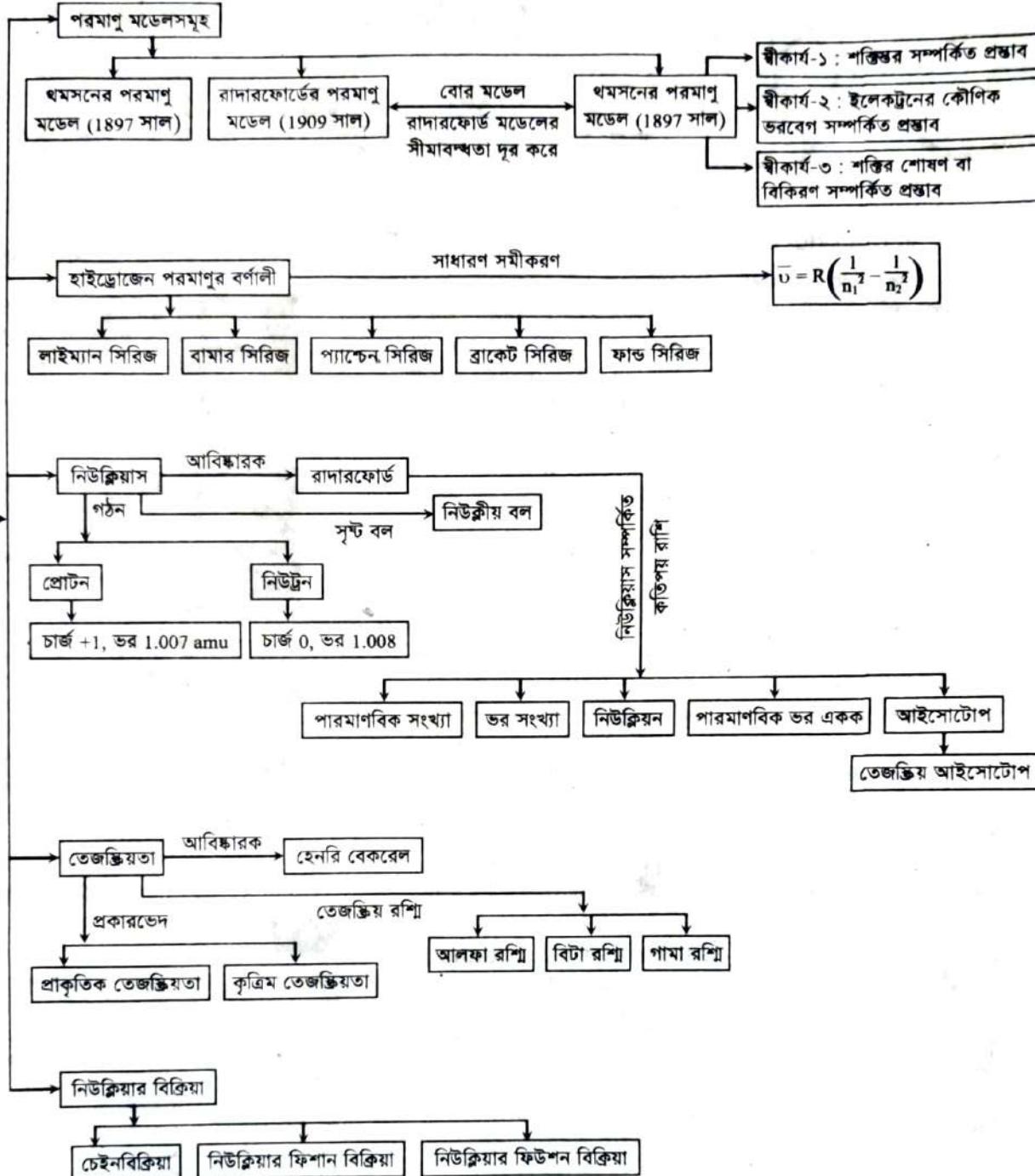
[en.wikipedia.org/wiki/Nuclear\\_fusion](http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_fusion)



## অধ্যায়ের প্রবাহ চিত্র

শিয়া শিক্ষার্থী বস্তুরা, কোনো অধ্যায়ের বিষয়বস্তুর বিন্যাস ও ধারাবাহিকতা সম্পর্কে পূর্ব হতে ধারণা থাকলে প্রশ্ন ও উত্তর আরাম্ভ করা সহজ হয়। নিম্নে এ অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ বিষয়বলি প্রবাহ চিত্র (Flow Chart) আকারে উপস্থাপন করা হলো, যা তোমাদের সহজেই এক নজরে অধ্যায়টি সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পেতে সহায়তা করবে।

পরমাণুর মডেল এবং নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান



### অধ্যায় বিশ্লেষণ (Chapter Analysis).....

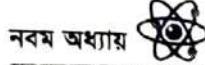
- ১০৪ টি সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর (বোর্ড প্রশ্ন ২৮টি + অনুশীলনীর প্রশ্ন ৬৭টি + মাস্টার ট্রেইনার প্রশ্ন ৩টি + কলেজ প্রশ্ন ৫টি + সমর্পিত প্রশ্ন ১টি)
- ২৭০ টি বহুনির্বাচনী প্রশ্ন ও উত্তর (বোর্ড প্রশ্ন ৬৯টি + মাস্টার ট্রেইনার প্রশ্ন ৮১টি + কলেজ প্রশ্ন ৯২টি + অনুশীলনীর প্রশ্ন ২৮টি)

অনলাইনে প্রস্তুতি যাচাই

**INTERNET  
BASED**

www.lectureplus.com  
সূজনশীল মডেল টেস্ট ০৫টি  
বহুনির্বাচনী মডেল টেস্ট ০৫টি





## PART 01 অনুশীলন Practice

প্রিয় শিক্ষার্থী, Part 01 সম্পূর্ণরূপে অনুশীলন নির্ভর; যা মূলত দুটি অংশে বিভক্ত— সূজনশীল অংশ ও বহুনির্বাচনি অংশ। তোমাদের অনুশীলনের সুবিধার্থে NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর প্রশ্ন ও উত্তরের পাশাপাশি ইচএসসি পরীক্ষা, মাস্টার ট্রেইনার প্র্যান্সে, শীর্ষস্থানীয় কলেজ ও সমন্বিত অধ্যায়ের প্রশ্নোত্তর সংযোজন করা হয়েছে। প্রশ্ন ও উত্তরে সর্বশেষ সংশোধিত ফরম্যাট অনুসৃত হয়েছে।

### অধ্যায়ের শিখনফল

অধ্যায়টি অনুশীলন করে আমি যা জানতে পারব—

- পরমাণু গঠনের ধারণার ক্রমবিকাশ বর্ণনা করতে পারব।
- রাদারফোর্ডের আলফা কণা বিক্ষেপণ পরীক্ষা বর্ণনা করতে পারব।
- পরমাণুর গঠন সম্পর্কিত রাদারফোর্ড মডেলের ব্যাখ্যা করতে পারব।
- রাদারফোর্ড মডেলের সীমাবদ্ধতা ব্যাখ্যা করতে পারব।
- বোরের মডেলের সাহায্যে রাদারফোর্ড মডেলের সীমাবদ্ধতা অতিক্রম ব্যাখ্যা করতে পারব।
- নিউক্লিয়াসের গঠন ব্যাখ্যা করতে পারব।
- নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞানের বিভিন্ন গুরুত্বপূর্ণ প্রতিভাস ব্যাখ্যা করতে পারব।

### শিখন অর্জন যাচাই

- পরমাণু গঠনের ধারণার ক্রমবিকাশ সম্পর্কে জান অর্জন করত পারব।
- রাদারফোর্ডের আলফা কণা বিক্ষেপণ পরীক্ষার সম্পর্কে জানতে পারব।
- রাদারফোর্ড মডেলের সীমাবদ্ধতা শিখতে পারব।
- বোরের পরমাণু মডেল সম্পর্কে জানতে পারব।

- রাদারফোর্ড ও বোর পরমাণু মডেলের তুলনা শিখতে পারব।
- নিউক্লিয়াসের গঠন জানতে পারব।
- তেজস্ক্রিয় রশ্মির ধর্ম ও ব্যবহার পদ্ধতি শিখতে পারব।
- এক্স-রশ্মি, আলফা রশ্মি, বিটা রশ্মি ও গামা রশ্মির পার্থক্য নির্ণয় করতে পারব।
- তেজস্ক্রিয়তার ক্ষয়সূত্র ও অর্ধজীবন সম্পর্কে জানতে পারব।

### শিখন সহায়ক উপকরণ

- রাদারফোর্ডের আলফা কণা বিক্ষেপণ পরীক্ষার ছবি।
- রাদারফোর্ড মডেলের সীমাবদ্ধতার একটি চার্ট।
- রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল ও বোর পরমাণু মডেলের পার্থক্য সংবলিত একটি ছবি।
- ক্যালকুলেটর, স্কেল, পেসিল।
- আলফা, বিটা ও গামা রশ্মির ধর্ম সংবলিত একটি চার্ট।
- এক্স-রশ্মি, আলফা রশ্মি, বিটা রশ্মি ও গামা রশ্মির পার্থক্য সংবলিত একটি ছবি।
- পাঠ্য সংশ্লিষ্ট নানা ধরনের ভিডিও ক্লিপ।



### সকল বোর্ডের ইচএসসি পরীক্ষার সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, সারা দেশের ৮টি শিক্ষা বোর্ডের ইচএসসি পরীক্ষা ২০১৯, ২০১৮, ২০১৭, ২০১৬ ও ২০১৫-এ আসা এ অধ্যায়ের সূজনশীল প্রশ্নসমূহের যথাযথ উত্তর নিচে সংযোজিত হলো। এসব প্রশ্ন ও উত্তর অনুশীলনের মাধ্যমে তোমরা ইচএসসি পরীক্ষার প্রশ্ন ও উত্তরের ধরন সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পাবে।

### ইচএসসি পরীক্ষা ২০১৯ এর প্রশ্ন ও উত্তর

**১ প্রশ্ন ১।** একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেক্ট্রন - 1.5 eV শক্তি

অবস্থা হতে - 3.4 eV শক্তি অবস্থায় আসে। [c =  $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ , h =  $6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$ , 1 eV =  $1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ , দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গাদৈর্ঘ্যের পাল্লা  $4 \times 10^{-7} \text{ m}$  হতে  $8 \times 10^{-7} \text{ m}$ ]

ক. সূচন কম্পাঙ্ক কাকে বলে?

১

খ. কোনো বস্তুর বেগ ফোটনের বেগের সমান হতে পারে

২

না— ব্যাখ্যা কর।

গ. ভূমি অবস্থার শক্তি - 13.6 eV হলে ইলেক্ট্রন প্রথমে

৩

কোন শক্তি স্তরে ছিল?

ঘ. নিঃসরিত বিকিরণটি দৃশ্যমান হবে কি? যাচাই কর।

৪

[ঢ. বো. '১৯]

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } n^2 = \frac{E_1}{E}$$

$$\text{বা, } n = \sqrt{\frac{E_1}{E}} = \sqrt{\frac{-13.6}{1.5}}$$

$$\therefore n = 3$$

অতএব, ইলেক্ট্রনটি প্রথমে ৩য় শক্তি স্তরে ছিল।

**২ প্রশ্ন ২।** এখানে, আদি অবস্থানে,  $E_1 = -1.5 \text{ eV}$

চূড়ান্ত অবস্থানে,  $E_2 = -3.4 \text{ eV}$

প্লাকের শুবুক,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$

ধরি, নির্গত ফোটনের কম্পাঙ্ক  $f$  এবং তরঙ্গাদৈর্ঘ্য  $\lambda$

$$\therefore E_1 - E_2 = -1.5 \text{ eV} + 3.4 \text{ eV}$$

$$\text{বা, } hf = 1.9 \text{ eV}$$

$$\text{বা, } f = \frac{1.9 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}} \text{ Hz}$$

$$\text{বা, } f = 4.6 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\text{বা, } \frac{c}{\lambda} = 4.6 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{3 \times 10^8}{4.6 \times 10^{14}} \text{ m}$$

$$\therefore \lambda = 6.5 \times 10^{-7} \text{ m}$$

এখানে,  $4 \times 10^{-7} \text{ m} < \lambda < 8 \times 10^{-7} \text{ m}$

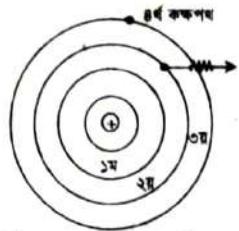
অর্থাৎ, নির্গত ফোটনের তরঙ্গাদৈর্ঘ্য দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গাদৈর্ঘ্যের মধ্যে অবস্থান করছে। অতএব, নিঃসরিত বিকিরণটি দৃশ্যমান হবে।

**৩ প্রশ্ন ৩।** তরের আপেক্ষিকতা থেকে আমরা জানি,  $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

যদি কোনো বস্তুর বেগ ফোটনের বেগের সমান হয় অর্থাৎ,  $v = c$  হয় তবে এই সমীকরণ অনুসারে বস্তুর ভর অসীম হয়ে যায়। যা সম্ভব নয়। সুতরাং, কোনো বস্তু ফোটনের সমান বেগে চলতে পারে না।

**৪ প্রশ্ন ৪।** এখানে, ভূমি অবস্থার শক্তি,  $E_1 = -13.6 \text{ eV}$   
ইলেক্ট্রনটির ১ম অবস্থানের স্তরে শক্তি,  $E = -1.5 \text{ eV}$

**বিষয় ২** | চিত্রে আলোকে তড়িৎ পরীক্ষায় একটি পরমাণুর চতুর্থ কক্ষপথ হতে একটি ইলেক্ট্রন ওয় কক্ষপথে ফিরে আসে। ফলে একটি ফোটন নির্গত হয়। উল্লেখ্য যে, প্ল্যাঙ্কের ধূবকের মান, ইলেক্ট্রনের তর, ইলেক্ট্রনের চার্জ এবং শূন্যস্থানের তেন্দনযোগ্যতার মান যথাক্রমে  $6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$ ,  $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ,  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  এবং  $8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$ ।



ক. লেপটন কণা কী?

১

খ. একটি ট্রানজিস্টরের বেস-ইমিটার বায়াসিং কি রকম হওয়া উচিত? ব্যাখ্যা কর।

২

গ. ওয় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ কত হবে?

৩

ঘ. উদ্বিপক্ষের তথ্য মতে বিকিরিত ফোটনের আলো দেখা যাবে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে তোমার মতামত দাও।

৪

[রা. বো. '১৯]

### ২২. প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে সকল কণা বিদ্যুৎ চুম্বকীয় এবং দুর্বল নিউক্লীয় পরিক্রমায় অংশগ্রহণ করতে পারে না এবং যাদের স্পিন  $\frac{1}{2}$  এবং জীবনকাল অসীম তাদেরকে লেপটন কণা বলে।

**খ** একটি ট্রানজিস্টরের বেস ইমিটার বায়াসিং সম্মুখী হওয়া উচিত। অর্থাৎ ট্রানজিস্টরটি যদি p-n-p হয় তবে তার ১ম p প্রান্ত ব্যাটারির ধনাত্মক প্রান্ত এবং n ব্যাটারির ঋণাত্মক প্রান্তের সাথে যুক্ত করে বর্তনী সংযোগ দেওয়া উচিত। অপরদিকে ট্রানজিস্টরটি n-p-n হলে এর ১ম n প্রান্ত ব্যাটারির ঋণাত্মক প্রান্ত এবং p প্রান্ত ব্যাটারির ধনাত্মক প্রান্তের সাথে যুক্ত করে বর্তনী সংযোগ দেওয়া উচিত।

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

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

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

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

$$n = 3$$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} r_0 &= \frac{n^2 h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2} \\ &= \frac{3^2 \times (6.63 \times 10^{-34})^2 \times 8.854 \times 10^{-12}}{3.1416 \times 9.1 \times 10^{-31} \times (1.6 \times 10^{-19})^2} \\ &= 4.79 \times 10^{-10} \text{ m} = 4.79 \text{ Å} \end{aligned}$$

অতএব, উদ্বিপক্ষের পরমাণুটির ওয় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ  $4.79 \text{ Å}$ ।

**ঘ** আমরা জানি,

$$\begin{aligned} E_2 - E_1 &= \frac{me^4}{8h^2 \epsilon_0^2} \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \\ \therefore E_4 - E_3 &= \frac{me^4}{8h^2 \epsilon_0^2} \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \right) \\ &= \frac{9.1 \times 10^{-31} \times (1.6 \times 10^{-19})^4}{8 \times (6.63 \times 10^{-34})^2 \times (8.854 \times 10^{-12})^2} \times \left( \frac{1}{9} - \frac{1}{16} \right) \text{ J} \end{aligned}$$

$$\therefore \Delta E = E_4 - E_3 = 1.05 \times 10^{-19} \text{ J}$$

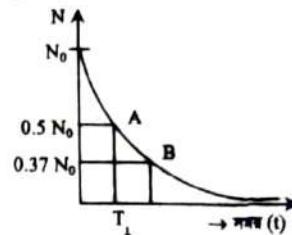
ধৰি, নির্গত ফোটনের কম্পাক্ষ  $f$

$$\therefore \Delta E = hf$$

$$\text{বা, } f = \frac{\Delta E}{h} = \frac{1.05 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}} \text{ Hz} = 1.59 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

আমরা জানি, দৃশ্যমান আলোর কম্পাক্ষ  $4.3 \times 10^{14} \text{ Hz}$  থেকে  $7.7 \times 10^{14} \text{ Hz}$  এর মধ্যে নির্গত ফোটনের কম্পাক্ষ ( $1.59 \times 10^{14} \text{ Hz}$ ) মেঘে দৃশ্যমান আলোর কম্পাক্ষের ব্যাপ্তির মধ্যে নয়, অতএব উদ্বিপক্ষের তথ্য মতে বিকিরিত ফোটনের আলো দেখা যাবে না।

**ক** পাশের চিত্রে সময়ের সাপেক্ষে অক্ষত তেজস্তিয় পরমাণুর পরিবর্তন দেখানো হলো।



ক. অর্ধ পরিবাহীর সংখ্যা দাও।

১

খ. ডোপিং করলে অর্ধ পরিবাহীর পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায় কেন? ২

গ. উদ্বিপক্ষের তেজস্তিয় পদার্থের অবক্ষয় ধূবক  $4.02 \times 10^{-4} \text{ d}^{-1}$  হলে কত সময় পরে উক্ত পরমাণু আদি পরমাণুর এক-পক্ষমাংশ হবে?

৩

ঘ. উদ্বিপক্ষের তেজস্তিয় পদার্থটির গড় আয়ুর সমান সময়ের পর তার অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা B বিন্দুতে হবে কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখাও।

৪

[য. বো. '১৯]

### ৩২. প্রশ্নের উত্তর

**ক** সাধারণ তাপমাত্রায় যে সকল পদার্থের যোজন ব্যাড প্রায় পূর্ণ এবং পরিবহন ব্যাড প্রায় খালি থাকে এবং এ দুটি ব্যাডের মধ্যে নির্বিশ্ব শক্তি ব্যবধান  $2 \text{ eV}$  এর চেয়ে কম থাকে তাদেরকে অর্ধপরিবাহী বলে।

**খ** সাধারণ তাপমাত্রায় বিশুল্ব অর্ধপরিবাহীতে আধান বাহকের সংখ্যা খুবই কম থাকে বলে এর তড়িৎ পরিবাহীতা কম থাকে। ডোপিং করলে অর্ধপরিবাহীতে হোলের সংখ্যা বা মুক্ত ইলেক্ট্রনের সংখ্যা বৃদ্ধি পায়। এজন্য ডোপিং করলে অর্ধপরিবাহীর পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়।

**ঘ** ধরি, প্রয়োজনীয় সময়  $t$

প্রারম্ভিক পরমাণুর সংখ্যা  $N_0$

এবং অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা  $N$

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

$$\text{অবক্ষয় ধূবক, } \lambda = 4.02 \times 10^{-4} \text{ d}^{-1}$$

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

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

$$\text{বা, } -4.02 \times 10^{-4} \text{ d}^{-1} \times t = \ln \left( \frac{1}{5} \right)$$

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

$$\text{বা, } t = \frac{-4.02 \times 10^{-4} \text{ d}^{-1}}{4003.58 \text{ d}}$$

সূতরাং  $4003.58 \text{ d}$  পরে উক্ত পরমাণু আদি পরমাণুর এক-পক্ষমাংশ হবে।

**ঘ** 'গ' হতে পাই, অবক্ষয় ধূবক,  $\lambda = 4.02 \times 10^{-4} \text{ d}^{-1}$

গড় আয়ু,  $t = ?$

$$\text{আমরা জানি, } t = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{4.02 \times 10^{-4} \text{ d}^{-1}}$$

$$\therefore t = 2487.56 \text{ d}$$

এখন,  $t = 2487.56 \text{ d}$

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

$$\text{বা, } \frac{N}{N_0} = e^{-4.02 \times 10^{-4} \text{ d}^{-1} \times 2487.56 \text{ d}}$$

$$\text{বা, } \frac{N}{N_0} = 0.37$$

$$\therefore N = 0.37 N_0$$

B বিন্দুতে অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা  $0.37 N_0$

অতএব, উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায়, গড় আয়ুর সমান সময় পরে অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা B বিন্দুতে হবে।

**বিষয় ৪**  $^{235}_{92}\text{U}$  ও  $^{141}_{56}\text{Ba}$  নিউক্লিয়াস রয়ের ভর যথাক্রমে 236.0526 amu ও 140.9139 amu। প্রোটন ও নিউট্রনের ভর যথাক্রমে 1.007277 amu ও  $1.008665 \text{ amu}$ । [ $1 \text{ amu} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ]

- ক. তেজস্ত্বিয় ক্ষয় সূত্রটি লিখ। ১
- খ. ইয়েৎ এর হিচড় পরীক্ষায় চিড়ুয়ের ব্যবধান স্বল্প হওয়া প্রয়োজন কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ.  $^{235}_{92}\text{U}$  এর ভরত্বাতি নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধনশক্তি বনাম ভরসংখ্যা লেখচিত্রে কোন নিউক্লিয়াসটি উপরে অবস্থান করবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[চ. বো. '১৯]

### ৪নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** তেজস্ত্বিয় ক্ষয় সূত্রটি হলো— তেজস্ত্বিয় পরমাণুর ভাঙ্গনের হার এ সময়ে উপস্থিত অঙ্কৃত পরমাণুর সংখ্যার সমানুপাতিক।

**খ** আমরা জানি, ডোরা প্রস্থ,  $\Delta x = \frac{\lambda D}{2a}$  বা  $\Delta x \propto \frac{1}{a}$  যখন  $\lambda$ , D স্থিতি। অর্থাৎ ডোরা প্রস্থ চিড়ুয়ের ব্যবধানের ব্যাসার্থপুতিক। এ কারণে চিড়ুয়ের ব্যবধান যত কম হয় ডোরা প্রস্থ তত বড় হয় ফলে ডোরা তত স্পষ্ট দেখা যায়। তাই ইয়েৎ এর হিচড় পরীক্ষায় চিড়ুয়ের ব্যবধান স্বল্প রাখা হয়।

**গ** এখানে, নিউট্রনের ভর,  $m_n = 1.008665 \text{ amu}$   
প্রোটনের ভর,  $m_p = 1.007277 \text{ amu}$

$$M_{^{235}_{92}\text{U}} = 236.0526 \text{ amu}$$

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

$\therefore {^{235}_{92}\text{U}}$  এর ভরত্বাতি,

$$\begin{aligned} \Delta m &= 92 \times m_p + (235 - 92) \times m_n - M_{^{235}_{92}\text{U}} \\ &= (92 \times 1.007277 + 143 \times 1.008665 - 236.0526) \text{ amu} \\ &= 0.855979 \text{ amu} \\ &= 0.855979 \times 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg} = 1.42 \times 10^{-27} \text{ kg} \end{aligned}$$

**ঘ** 'গ' হতে পাই,

$${^{235}_{92}\text{U}} \text{ এর ভর ত্বাতি}, \Delta m = 1.42 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\therefore {^{235}_{92}\text{U}} \text{ এর নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধন শক্তি}, E = \frac{\Delta mc^2}{235}$$

$$\text{বা, } E = \frac{1.42 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2}{235} \text{ J/নিউক্লিয়ন}$$

$$= 5.44 \times 10^{-13} \text{ J/নিউক্লিয়ন}$$

$$\therefore E = 3.4 \text{ MeV/নিউক্লিয়ন}$$

এখন,  $^{141}_{56}\text{Ba}$  এর ভরত্বাতি,

$$\Delta m' = 56 m_p + (141 - 56) m_n - M_{^{141}_{56}\text{Ba}}$$

$$\text{বা, } \Delta m' = (56 \times 1.007277 + 85 \times 1.008665 - 140.9139) \text{ amu}$$

$$= 1.230137 \text{ amu}$$

$$= 1.230137 \times 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\Delta m' = 2.042 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

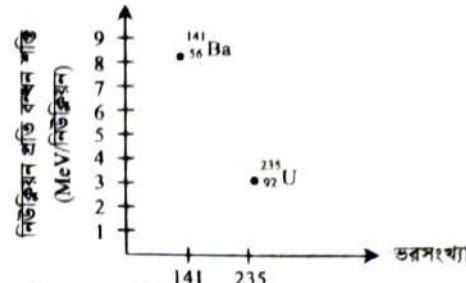
$$\therefore {^{141}_{56}\text{Ba}} \text{ এর নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধন শক্তি}, E' = \frac{\Delta m' c^2}{141}$$

$$\text{বা, } E' = \frac{2.042 \times 10^{-27} \times (3 \times 10^8)^2}{141} \text{ জুল/নিউক্লিয়ন}$$

$$\text{বা, } E' = 1.3 \times 10^{-12} \text{ জুল/নিউক্লিয়ন}$$

$$\therefore E' = 8.15 \text{ MeV/নিউক্লিয়ন}$$

$^{235}_{92}\text{U}$  এবং  $^{141}_{56}\text{Ba}$  এর নিউক্লিয়াস প্রতি বন্ধনশক্তি বনাম ভরসংখ্যা লেখচিত্রে নিম্নরূপ :



নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধন শক্তি বনাম ভরসংখ্যা

অতএব, উপরে প্রদর্শিত লেখচিত্রে দেখা যাচ্ছে,  $^{141}_{56}\text{Ba}$  নিউক্লিয়াসটি উপরে অবস্থান করছে।

**বিষয় ৫** হাইড্রোজেন পরমাণুর অনুমোদিত বিত্তীয় কোয়ান্টাম কক্ষ হতে প্রথম কোয়ান্টাম কক্ষে ইলেক্ট্রন যাওয়ার জন্য ফোটন নির্গত হয়। [ $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ,  $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$ ,  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$ ]

- ক. 'I' (এক) রাদারফোর্ড কী? ১
- খ. এনালগ পদ্ধতি এবং ডিজিটাল পদ্ধতি এক না ভিন্ন? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. হাইড্রোজেন পরমাণুর বিত্তীয় বোর কক্ষের ব্যাসার্থ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উন্নীপকের হাইড্রোজেন পরমাণুর বিত্তীয় কক্ষপথ থেকে প্রথম কক্ষপথে ইলেক্ট্রন যাওয়ার ফলে নিঃস্ত বিকিরণ কি চোখে দেখা যাবে? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

[চ. বো. '১৯]

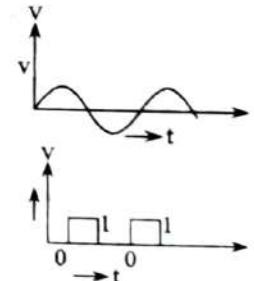
### ৫নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো তেজস্ত্বিয় মৌলের প্রতি সেকেন্ডে দশ লক্ষ নিউক্লিয়াস ভেঙ্গে যাওয়াই এক রাদারফোর্ড।

$$1 \text{ রাদারফোর্ড} = 10^6 \text{ বেকেরেল} = 2.70 \times 10^{-5} \text{ কুরি}$$

**খ** এনালগ ও ডিজিটাল পদ্ধতি ভিন্ন?

এনালগ পদ্ধতি : যে বর্তনী বা সিস্টেমের মান সময়ের সাথে নিরবচ্ছিন্নভাবে পরিবর্তন হয় তাকে অ্যানালগ পদ্ধতি বলে।



ডিজিটাল পদ্ধতি : যে বর্তনী বা সিস্টেমের মান নিরবচ্ছিন্নভাবে পরিবর্তিত না হয়ে দৃটি নির্দিষ্ট মান প্রাপ্ত করে চলে তাকে ডিজিটাল পদ্ধতি বলে।

**গ** এখানে,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$

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

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

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

হাইড্রোজেনের ২য় কক্ষপথের ( $n = 2$ ) ব্যাসার্থ,  $r_2 = ?$

আমরা জানি,

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

$$= \frac{2^2 \times (6.63 \times 10^{-34}) \times 8.85 \times 10^{-12}}{\pi \times 9.1 \times 10^{-31} \times (1.6 \times 10^{-19})^2}$$

$$= 4 \times 0.53 \times 10^{-10} = 2.12 \times 10^{-10} \text{ m}$$

**ঘ** ১ম কক্ষপথে শক্তির পরিমাণ,

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

$$= \frac{9.1 \times 10^{-31} \times (1.6 \times 10^{-19})^4}{8 \times (1)^2 \times (6.63 \times 10^{-34})^2 \times (8.85 \times 10^{-12})^2} \text{ J} = -13.6 \text{ eV}$$

২য় কক্ষপথে শক্তির পরিমাণ,

$$E_2 = \frac{1}{n^2} \times E_1 [n = 2]$$

$$= \frac{1}{(2)^2} \times E_1 = \frac{1}{4} \times (-13.6 \text{ eV}) = -3.35 \text{ eV}$$

∴ ২য় কক্ষপথ হতে প্রথম কক্ষপথে ইলেকট্রন গমনের দরুন নিঃস্ত বিকিরণের শক্তি,

$$\Delta E = E_2 - E_1$$

$$= -3.35 \text{ eV} - (-13.6 \text{ eV})$$

$$= 10.15 \text{ eV} = 10.15 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

∴ বিকিরিত শক্তির তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $\lambda$  হলে

$$\text{আমরা জানি, } E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{10.15 \times 1.6 \times 10^{-19}} \text{ m} = 1.22 \times 10^{-7} \text{ m}$$

আমরা জানি, দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য হচ্ছে  $3.5 \times 10^{-7} \text{ m}$  থেকে  $7.5 \times 10^{-7} \text{ m}$  পর্যন্ত। যেহেতু উদ্ধীপকের বিকিরিত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের চেয়ে কম অতএব তা চোখে দেখা যাবে না।

**জ্ঞান ৬** | ভূমি অবস্থায় হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রনের শক্তি -  $13.6 \text{ eV}$ । ভূমি অবস্থার ইলেকট্রনকে  $8.2 \times 10^{14} \text{ Hz}$  কম্পাঙ্কের একটি ফোটন দ্বারা আঘাত করা হলো। এখানে,  $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ,  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$  এবং  $t_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$

ক. তড়িৎ বিভব কী?

খ. সকল কম্পাঙ্কের আলোর জন্য ফটোতড়িৎ ক্রিয়া সম্পন্ন

হয় না— ব্যাখ্যা কর।

গ. দ্বিতীয় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর।

ঘ. ফোটন দ্বারা আঘাতের পর ইলেকট্রনটির কি ঘটেছিল  
গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও।

[সি. বো. '১৯]

### ৬নং প্রশ্নের উত্তর

**১** অসীম দূর থেকে একক ধনাত্মক আধানকে তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে কৃতকাজের পরিমাণই হলো তড়িৎ বিভব।

**২** যথোপযুক্ত উচ্চ কম্পাঙ্কক্ষেত্রে আলোকরশ্মি কোনো ধাতব পৃষ্ঠে আপত্তি হলে তা থেকে ইলেকট্রন নিঃস্ত হয়। এ ঘটনাকে ফটোতড়িৎ ক্রিয়া বলে। আবার ন্যূনতম যে কম্পাঙ্কের চেয়ে কম কম্পাঙ্কক বিশিষ্ট আলো ঐ ধাতু থেকে ইলেকট্রন নির্গত করতে পারে না সে কম্পাঙ্কই সূচন কম্পাঙ্ক। অর্থাৎ সূচন কম্পাঙ্কে আলোকরশ্মি আপত্তি হলেই শুধুমাত্র ফটোতড়িৎ ক্রিয়া ঘটে। এজন্য সকল কম্পাঙ্কের আলোর জন্য ফটোতড়িৎ ক্রিয়া সম্পন্ন হয় না।

**৩** এখানে, ইলেকট্রনের ভর,  $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

কোয়ান্টাম সংখ্যা,  $n = 2$

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

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

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

দ্বিতীয় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ,  $r_2 = ?$

আমরা জানি,

$$r_0 = \frac{n^2 h^2 \epsilon_0}{\pi m_e e^2}$$

$$= \frac{2^2 \times (6.63 \times 10^{-34} \text{ Js})^2 \times (8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2})}{3.1416 \times 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^2}$$

$$= 2.13 \times 10^{-10} \text{ m} = 2.13 \text{ Å}$$

সূতরাং দ্বিতীয় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ  $2.13 \text{ Å}$

### ৭নং সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান দ্বিতীয় পত্র একাদশ-বাদশ শ্রেণি

**১** এখানে, ফোটনের কম্পাঙ্ক,  $f = 8.2 \times 10^{14} \text{ Hz}$

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

ফোটনের শক্তি,  $E = ?$

আমরা জানি,  $E = hf$

$$= 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 8.2 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$= 5.4366 \times 10^{-19} \text{ J} = 5.4 \text{ eV}$$

ইলেকট্রনের ১ম কক্ষপথের শক্তি,  $E_1 = -13.6 \text{ eV}$

ইলেকট্রনের ২য় কক্ষপথের শক্তি,  $E_2 = -3.4 \text{ eV}$

১ম কক্ষপথ থেকে ২য় কক্ষপথে যেতে প্রয়োজনীয় শক্তি,

$$E' = E_2 - E_1 = -3.4 \text{ eV} + 13.6 \text{ eV}$$

$$E' = 10.2 \text{ eV}$$

ফোটন দ্বারা আঘাত করায় ইলেকট্রনের অর্জিত শক্তি,

$$E = 3.4 \text{ eV}$$

যেহেতু  $E < E'$  সেহেতু আঘাতের পর ইলেকট্রনটি ১ম কক্ষপথেই অবস্থান করবে।

**২** অর্থ ৭ | তিনটি তেজস্ক্রিয় পদার্থ A, B ও C এর প্রারম্ভিক ভর 30 gm। পরীক্ষাগারে রেখে দেয়ার 3 বছর পর এদের অবশিষ্ট ভর যথাক্রমে 7.5 gm, 4.8 gm ও 19.2 gm পাওয়া গেল।

ক. শাস্তি কাকে বলে?

খ. কোনো গোলাকার পরিবাহীর আধান 4 গুণ করা হলে

এর চার্জের তল ঘনত্বের পরিবর্তন কীরূপ হবে?

গ. C মৌলিক গড় আয়ু নির্ণয় কর।

ঘ. A মৌলের 30% এবং B মৌলের 24% ক্ষয় হতে সমান

সময় লাগবে কি-না গাণিতিকভাবে যাচাই কর।

[ব. বো. '১৯]

### ৭নং প্রশ্নের উত্তর

**১** সূক্ষ্ম ও সুবেদী বৈদ্যুতিক যন্ত্রের মধ্য দিয়ে যাতে উচ্চ মাত্রার বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়ে যান্ত্রিক বিকল করতে না পারে সেজন্য বিকল পথে অতিরিক্ত বিদ্যুৎ পাঠানোর নিমিত্তে যন্ত্রের সাথে সমান্তরাল সমবায়ে প্রয়োজনীয় নিম্নমানের যে রোধ সংযুক্ত করা হয় তাকে শাস্তি বলে।

**২** আমরা জানি, চার্জের তল ঘনত্ব,  $\sigma = \frac{Q}{A}$  বা  $\sigma \propto Q$ , যখন A স্থির। অর্থাৎ ক্ষেত্রফল স্থির রেখে চার্জ যতগুণ করা হবে চার্জের তল ঘনত্ব তত গুণ হবে। অতএব, কোনো গোলাকার পরিবাহীর ক্ষেত্রফল স্থির রেখে আধান 4 গুণ করা হলে এর চার্জের তল ঘনত্ব ও 4 গুণ হবে।

**৩** এখানে,  $N_0 = 30 \text{ gm}$ ;  $N_c = 19.2 \text{ gm}$ ;  $t = 3 \text{ yrs}$

আমরা জানি,

$$N_c = N_0 e^{-\lambda_c t}$$

$$\text{বা, } e^{-\lambda_c t} = \frac{19.2}{30}$$

$$\text{বা, } \lambda_c = -\frac{\ln \left( \frac{19.2}{30} \right)}{3} = 0.15 \text{ yrs}^{-1}$$

$$\text{আবার, } \tau = \frac{1}{\lambda_c} = \frac{1}{0.15} \text{ yrs} = 6.7 \text{ yrs.}$$

অতএব, উদ্ধীপকের C মৌলিক গড় আয়ু 6.7 yrs।

**৪** এখানে,  $N_0 = 30 \text{ gm}$ ;  $N_A = 7.5 \text{ gm}$ ;  $N_B = 4.8 \text{ gm}$ ;  $t = 3 \text{ yrs}$

এখন,  $N_A = N_0 e^{-\lambda_A t}$

$$\text{বা, } \lambda_A = -\frac{\ln \left( \frac{N_A}{N_0} \right)}{t} = -\frac{\ln \left( \frac{7.5}{30} \right)}{3} \text{ yr}^{-1} = 0.46 \text{ yr}^{-1}$$

অনুরূপভাবে,

$$\lambda_B = -\frac{\ln \left( \frac{N_B}{N_0} \right)}{t} = -\frac{\ln \left( \frac{4.8}{30} \right)}{3} \text{ yr}^{-1} = 0.6 \text{ yr}^{-1}$$

নবম অধ্যায়  পরমাণুর মডেল এবং নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

A মৌলের 30% ক্ষয় হতে প্রয়োজনীয় সময়,

$$t_A = -\frac{\ln\left(\frac{70}{100}\right)}{\lambda_A} = -\frac{\ln\left(\frac{70}{100}\right)}{0.46} \text{ yr} = 0.8 \text{ yr}$$

B মৌলের 24% ক্ষয় হতে প্রয়োজনীয় সময়,

$$t_B = -\frac{\ln\left(\frac{76}{100}\right)}{\lambda_B} = -\frac{\ln\left(\frac{76}{100}\right)}{0.6} \text{ yr} = 0.46 \text{ yr}$$

উপরোক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যাচ্ছে,  $t_A \neq t_B$

অতএব, A মৌলের 30% এবং B মৌলের 24% ক্ষয় হতে সমান সময় লাগবে না।

**১৩৮** | 2.26 ঘটা অর্ধায়বিশিষ্ট তেজস্ক্রিয় আয়োডিন আইসোটোপ চিকিৎসাবিদ্যায় রোগ নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয়। কোনো একজন রোগীর রোগ নির্ণয়ের জন্য তার শরীরে 15 g তেজস্ক্রিয় আয়োডিন আইসোটোপ প্রবেশ করানো হলো। ঠিক 24 ঘটা পরে আবার তার শরীরে আয়োডিনের উপস্থিতি নির্ণয় করা হলো।

**?** ক. ডিজিটাল ভোল্টেজ সংকেত কী? ১

খ. অণুবীক্ষণ যন্ত্রে চূড়ান্ত বিবর্ধক ঝণাঝক— ব্যাখ্যা কর। ২

**?** গ. আয়োডিনের ক্ষয় ধ্রুবক নির্ণয় কর। ৩

ঘ. 24 ঘটা পরে রোগীর শরীরে শতকরা কত অংশ আয়োডিন থাকবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(দি. বো. '১৯)

### ৮নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যদি কোনো ডিজিটাল বর্তনীর ভোল্টেজ নিরবচ্ছিন্নভাবে পরিবর্তিত না হয়ে দুটি নির্দিষ্ট মান গ্রহণ করে যথা : OV এবং 5V তবে এ ধরনের ভোল্টেজ সংকেতকে ডিজিটাল ভোল্টেজ সংকেত বলে।

**খ** আমরা জানি, অণুবীক্ষণ্যত্বে দুটি লেন্স আছে। যথাক্রমে অভিলক্ষণ ও অভিনেত্রে। অভিলক্ষ্যে বিষ্ফ বাস্তব ও উল্টো হয় ফলে এর বিবর্ধন ঝণাঝক কিন্তু অভিনেত্রের চূড়ান্ত বিষ্ফ অবাস্তব হয় ফলে এর বিবর্ধন ধনাঝক হয়। ফলে অণুবীক্ষণ্যত্বের চূড়ান্ত বিবর্ধন,  $M = (-m_1)(m_2) = -m_1 m_2$  অর্থাৎ ঝণাঝক হয়।

**গ** এখানে, আয়োডিনের অর্ধায়,  $T_{\frac{1}{2}} = 2.26 \text{ h}$

আয়োডিনের ক্ষয়ধ্রুবক,  $\lambda = ?$

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

$$\text{বা, } \lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{0.693}{2.26} = 0.307 \text{ h}^{-1}$$

**ঘ** এখানে, সময়,  $t = 24 \text{ h}$

ক্ষয় ধ্রুবক,  $\lambda = 0.307 \text{ h}^{-1}$  ('গ' হতে)

ধরি, প্রাথমিক অবস্থায় আয়োডিনের পরিমাণ  $m_0$  এবং পরে  $m_g$  প্রাথমিক অবস্থায় আয়োডিনের পরমাণুর সংখ্যা  $N_0$  এবং পরে  $N$  তাহলে,  $\frac{N_0}{N} = \frac{m_0}{m}$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } N = N_0 e^{(-0.307 \times 24)}$$

$$\text{বা, } N = N_0 \times 6.37 \times 10^{-4}$$

$$\text{বা, } \frac{N_0}{N} = 1570.72$$

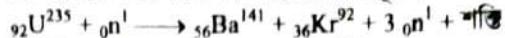
$$\therefore \frac{m_0}{m} = \frac{N_0}{N} = 1570.72$$

$$\text{বা, } m = \frac{m_0}{1570.72} = \frac{15 \text{ gm}}{1570.72}$$

$$\therefore \text{অবশিষ্ট আয়োডিনের পরিমাণ, } m = 9.55 \times 10^{-3} \text{ gm}$$

### ১৩৯ এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৮ এর প্রশ্ন ও উত্তর

**১** একটি  $^{92}\text{U}^{235}$  ফিশন বিক্রিয়ায় নির্গত শক্তি একটি  $^{26}\text{Fe}^{56}$  কে আঘাত করে। ফিশন বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ :



${}^{92}\text{U}^{235}$  এর ভর = 235.04 amu;  ${}^{141}\text{Ba}$  এর ভর = 140.91 amu;  ${}^{92}\text{Kr}$  এর ভর = 91.91 amu;  ${}^1\text{n}$  এর ভর = 1.008 amu;  ${}^{56}\text{Fe}^{56}$  এর ভর = 55.9349 amu; প্রোটনের ভর = 1.0072; 1 amu = 931.5 MeV

ক. ক্ষয় ধ্রুবকের সংজ্ঞা দাও। ১

খ. বোর কৌতুবে রাদারফোর্ড মডেল সংশোধন করেছিলেন? ২

গ. ফিশন বিক্রিয়াটির ভরত্রুটি নির্ণয় কর। ৩

ঘ. ফিশন বিক্রিয়ায় নির্গত শক্তি  ${}^{26}\text{Fe}^{56}$  ভাঙতে পারবে কি-না যাচাই কর। ৪

ক. সেট : রাজশাহী, যশোর, কুমিল্লা; চাঁপাম; বরিশাল বোর্ড '১৮।

### ৯নং প্রশ্নের উত্তর

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

**খ** বোরের পরমাণু মডেলে ইলেক্ট্রনসমূহ স্থায়ী কক্ষপথে আবর্তনকালে কখনও শক্তি বিকিরণ করে না এবং ইলেক্ট্রনের গতিপথ সর্পিল বক্রের আকারে ক্রমশ নিউক্লিয়াসের দিকে এগিয়ে আসে না। কিন্তু রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলে ইলেক্ট্রনসমূহ নিউক্লিয়াসের চতুর্দিকে ঘূর্ণনকালে ক্রমশ শক্তি বিকিরণ করে। রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলে ইলেক্ট্রনগুলোর কক্ষপথের আয়তন ও আকৃতি সম্পর্কে কিছু বোরের পরমাণু মডেলে ইলেক্ট্রনগুলোর আকার ও আকৃতি সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে। তাছাড়া বহু ইলেক্ট্রনবিশিষ্ট পরমাণুর ইলেক্ট্রন কীরুপে নিউক্লিয়াসকে প্রদক্ষিণ করে তাও রাদারফোর্ডের মডেলে আলোচনা করা হয়েছে। কাজেই বোরের পরমাণু মডেল রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতাকে অতিক্রম করে।

**গ** প্রদত্ত ফিশন বিক্রিয়াটির বিক্রিয়ক অংশের ভর,

$$\begin{aligned} M_r &= {}^{92}\text{U}^{235} + {}^0\text{n}^1 \\ &= 235.04 \text{ amu} + 1.008 \text{ amu} \\ &= 236.048 \text{ amu} \end{aligned}$$

উৎপন্ন অংশের ভর,  $M_p = {}^{56}\text{Ba}^{141} + {}^{36}\text{Kr}^{92} + 3 {}^1\text{n}^1$

$$\begin{aligned} &= 140.91 \text{ amu} + 91.91 \text{ amu} + 3 \times 1.008 \text{ amu} \\ &= 235.844 \text{ amu} \end{aligned}$$

∴ প্রদত্ত ফিশন বিক্রিয়াটির ভর ত্রুটি,

$$\Delta M = M_r - M_p$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } \Delta M &= (236.048 - 235.844) \text{ amu} \\ &= 0.204 \text{ amu} \end{aligned}$$

বিক্রিয়াটির ভর ত্রুটি 0.204 amu।

**ঘ** 'গ' হতে পাই, ফিশন বিক্রিয়াটির ভর ত্রুটি,  $AM = 0.204 \text{ amu}$

ফিশন বিক্রিয়াটিতে নির্গত শক্তি,  $E = 0.204 \times 931.5 \text{ MeV}$   
 $= 190.026 \text{ MeV}$

${}^{26}\text{Fe}^{56}$  আইসোটোপে—

এখানে,  ${}^{56}\text{Fe}^{56} = 55.9349 \text{ amu}$

$${}^1\text{P}^1 = 1.0072 \text{ amu}$$

$${}^0\text{n}^1 = 1.008 \text{ amu}$$

ভর ত্রুটি,  $\Delta m = 26 \times {}^1\text{P}^1 + (56 - 26) \times {}^0\text{n}^1 - {}^{56}\text{Fe}^{56}$

$$= 26 \times 1.0072 + 30 \times 1.008 - 55.9349 \text{ amu}$$

$$\therefore \Delta m = 0.4923 \text{ amu}$$

∴  ${}^{26}\text{Fe}^{56}$  আইসোটোপে বন্ধন শক্তি,

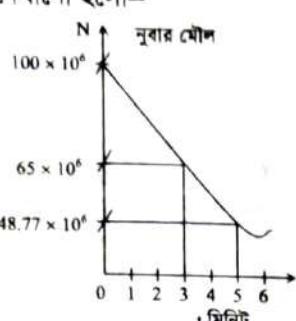
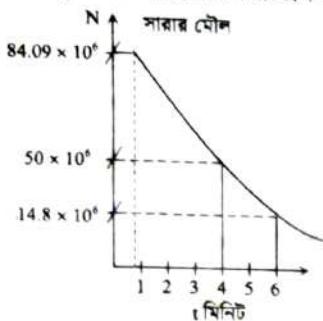
$$E' = 0.4923 \times 931.54 \text{ MeV}$$

বা,  $E' = 458.57 \text{ MeV}$

যেহেতু  $E < E'$  অর্থাৎ  ${}^{26}\text{Fe}^{56}$  এর বন্ধনশক্তি তথা এর নিউক্লিয়াসকে ভাঙতে প্রয়োজনীয় শক্তি উদ্বৃত্তের ফিশন বিক্রিয়াটিতে উৎপন্ন শক্তি অপেক্ষা বেশি। অতএব ফিশন বিক্রিয়ায় নির্গত শক্তি  ${}^{26}\text{Fe}^{56}$  ভাঙতে পারবে না।

### ঐচএসসি পৱীক্ষা ২০১৭ এর প্রশ্ন ও উত্তর

**প্রশ্ন ১০।** সারা ও নুবা দুই খন্ড তেজস্ক্রিয় মৌল নিয়ে গবেষণা কৰিছিল। তাৰা একই সময়ে গণনা শুৰু কৰে। তাদেৱ দু'জনেৰ অক্ষত পৱমাণু বনাম সময়েৰ লেখচিত্ৰ নিম্নে দেখানো হলো—



- ক. ভৰ তৃটি কাকে বলে? ১  
 খ. X-ৱশ্য ও γ-ৱশ্যৰ উৎপত্তিস্থল কী? ২  
 গ. প্ৰাফ থেকে ডাটা ব্যবহাৰ কৰে নুবাৰ মৌলেৰ ক্ষয় ধূবক নিৰ্ণয় কৰ। ৩  
 ঘ. উদ্বীপকেৰ আলোকে কাৰ মৌল আগে ভেঙে যাবে যাচাই কৰ। ৪

[ঢ. বো. '১৭]

### ১০নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

**প্রশ্ন ১।** নিউক্লিয় ফিশনেৰ সময় ভাৰী নিউক্লিয়াসটি ভেঙে যে দুই অংশে বিভক্ত হয় তাদেৱ সমষ্টি ভাৰী নিউক্লিয়াসেৰ ভৱেৰ চেয়ে কিছু কম হয়। এ ভৰ ঘাটতিই ভৰতৃটি।

**প্রশ্ন ২।** X-ৱশ্য একটি তড়িৎ চুম্বকীয় রশ্য। দুত গতিসম্পন্ন ইলেকট্ৰন সহসা কোনো কঠিন ধাতব পদাৰ্থে আঘাত কৰলে তা হতে X-ৱশ্য উৎপন্ন হয়। আবাৰ γ-ৱশ্য হলো অতি ক্ষুদ্ৰ তৰঙাদৈৰ্যেৰ তড়িৎ চুম্বকীয় তৰঙা। যা তেজস্ক্রিয় পদাৰ্থেৰ নিউক্লিয়াস থেকে স্বতঃকৃতভাৱে নিৰ্গত হয়।

**প্রশ্ন ৩।** আমৰা জানি,  $N = N_0 e^{-\lambda t}$

$$\text{বা, } 65 \times 10^6 = 100 \times 10^6 \times e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } \frac{65 \times 10^6}{100 \times 10^6} = e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } \frac{13}{20} = e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } m \left( \frac{13}{20} \right) = -\lambda t$$

$$\text{বা, } m 13 - m 20 = -\lambda t$$

$$\text{বা, } -0.43078 = -\lambda \times 3 \text{ min}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{0.43078}{3 \text{ min}} = 0.144 \text{ min}^{-1}$$

অতএব, নুবাৰ মৌলেৰ ক্ষয়ধূবক  $0.144 \text{ min}^{-1}$

**প্রশ্ন ৪।** এখানে, নুবাৰ মৌলেৰ ক্ষয়ধূবক,  $\lambda = 0.144 \text{ min}^{-1}$

$$\therefore \text{নুবাৰ মৌলেৰ গড় আয়ু, } t = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0.144 \text{ min}^{-1}} = 6.94 \text{ min}$$

সাবাৰ, মৌলেৰ প্ৰাৱন্তিক পৱমাণু সংখ্যা,  $N_0' = 84.09 \times 10^6$

সময়,  $t' = 4 \text{ min}$

অক্ষত পৱমাণু সংখ্যা,  $N' = 50 \times 10^6$

অক্ষত পৱমাণু সংখ্যা,  $N' = N_0' e^{-\lambda t'}$

$$\text{বা, } 50 \times 10^6 = 84.09 \times 10^6 \times e^{-\lambda t'}$$

$$\text{বা, } \frac{50 \times 10^6}{84.09 \times 10^6} = e^{-\lambda t'}$$

$$\text{বা, } \frac{50}{84.09} = e^{-\lambda t'}$$

$$\text{বা, } m \left( \frac{50}{84.09} \right) = -\lambda t'$$

$$\text{বা, } m 50 - m 84.09 = -\lambda t'$$

$$\text{বা, } -0.5198646 = -\lambda t'$$

$$\text{বা, } \lambda' = \frac{-0.5198646}{-4 \text{ min}}$$

$$\text{বা, } \lambda' = 0.12997 \text{ min}^{-1}$$

$$\therefore \text{গড় আয়ু, } t' = \frac{1}{\lambda'} = \frac{1}{0.12997 \text{ min}^{-1}} = 7.694 \text{ min}$$

এখানে,  $t < t'$

অতএব, নুবাৰ মৌল আগে ভেঙে যাবে।

**প্রশ্ন ১১।** ট্ৰিটিয়ামেৰ অবক্ষয় ধূবক  $5.54 \times 10^{-2} \text{ y}^{-1}$ .

ক. শৃঙ্খল বিক্ৰিয়া কী?

খ. ৱেডনেৰ অৰ্ধায়ু 3.82 দিন বলতে কী বুঝায়?

গ. নমুনা ট্ৰিটিয়াম খণ্ডটিৰ 70% ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে?

ঘ. উদ্বীপকে প্ৰদত্ত তেজস্ক্রিয় মৌলটিৰ অৰ্ধায়ু অপেক্ষা গড় আয়ু বেশি-সত্যতা যাচাই কৰ।

[ৰা. বো. '১৭]

### ১১নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

**প্রশ্ন ১।** যে বিক্ৰিয়া একবাৰ শুৰু হলে তাকে চালাবাৰ জন্য অন্য কোনো অতিৰিক্ত শক্তিৰ প্ৰয়োজন হয় না সেই বিক্ৰিয়াই শৃঙ্খল বিক্ৰিয়া।

**প্রশ্ন ২।** ৱেডনেৰ অৰ্ধায়ু 3.82 দিন বলতে ৰোৰায় একথণ রেডনেৰ প্ৰাৱন্তিক বা উপস্থিত অক্ষত পৱমাণুগুলোৰ অৰ্ধেক পৱিমাণ ক্ষয় হতে 3.82 দিন সময় লাগবে।

**প্রশ্ন ৩।** এখানে, অবক্ষয় ধূবক  $\lambda = 5.54 \times 10^{-2} \text{ y}^{-1}$

এখন, 70% ক্ষয় হলে অবশিষ্ট থাকবে  $= (100 - 70)\% = 30\%$

$\therefore N = N_0$  এৰ 30%

$$= \frac{N \times 30}{100} = \frac{3N_0}{10}$$

প্ৰয়োজনীয় সময়  $t$  হলে,

আমৰা জানি,

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

$$\text{বা, } \frac{3N_0}{10} = N e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } \frac{3}{10} = e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } m \left( \frac{3}{10} \right) = -\lambda t$$

$$\text{বা, } m 3 - m 10 = -\lambda t$$

$$\text{বা, } -1.203973 = -5.54 \times 10^{-2} \text{ y}^{-1} \times t$$

$$\text{বা, } t = \frac{-1.203973}{-5.54 \times 10^{-2} \text{ y}^{-1}} = 21.73 \text{ d}$$

অতএব, নমুনা ট্ৰিটিয়াম খণ্ডটিৰ 70% ক্ষয় হতে 21.73 দিন সময় লাগবে।

**প্রশ্ন ৪।** এখানে, মৌলটিৰ অবক্ষয় ধূবক,  $\lambda = 5.54 \times 10^{-2} \text{ y}^{-1}$

এখন, মৌলটিৰ অৰ্ধায়ু ও গড় আয়ু যথাক্রমে  $T_{\frac{1}{2}}$  ও  $t$  হলে,

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{5.54 \times 10^{-2} \text{ y}^{-1}} = 12.51 \text{ y}$$

$$\text{আবাৰ, } t = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{5.54 \times 10^{-2} \text{ y}^{-1}} = 18.051 \text{ y}$$

এখানে,  $t > T_{\frac{1}{2}}$

অতএব, উদ্বীপকে প্ৰদত্ত তেজস্ক্রিয় মৌলটিৰ অৰ্ধায়ু অপেক্ষা গড় আয়ু বেশি।

**বিষয় ১২।** কোনো তেজস্তিয় মৌলের বিভিন্ন সময়ে অক্ষত পরমাণু সংখ্যা নিচের ছকে দেওয়া হলো :

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

- ক. ভর ত্রুটি কাকে বলে? ১  
 খ. x-অক্ষ বরাবর গতিশীল ইলেক্ট্রনের y-অক্ষ বরাবর  
অবস্থানের অনিচ্ছয়তা কিরূপ হবে—ব্যাখ্যা কর। ২  
 গ. উদ্বীপকের তেজস্তিয় বস্তুটির অবক্ষয় ধ্রুবক নির্ণয় কর। ৩  
 ঘ. উদ্বীপকের t' এর মান তেজস্তিয় বস্তুটির গড় আয়ু  
অপেক্ষা বেশি হবে কি-না—গাণিতিক বিশ্লেষণের  
সাহায্যে উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

[ক. বো. '১১]

### ১২নং প্রশ্নের উত্তর

**ক।** নিউক্লিয়াসের সময় ভারী নিউক্লিয়াসটি ভেঙে যে দুই অংশে  
বিভক্ত হয় তাদের সমষ্টি ভারী নিউক্লিয়াসের ভরের চেয়ে কিছু কম  
হয়। এ ভর ঘটাতিই ভরত্রুটি।

**খ।** হাইজেন বার্গ-এর অনিচ্ছয়তা সূত্র থেকে আমরা জানি, কোনো  
কণার অবস্থান ও ভরবেগ যুগপৎ পরিমাপ করা যায় না। নিচের  
গাণিতিক সম্পর্ক দ্বারা অনিচ্ছয়তা নীতি প্রকাশ করা যায়—

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$$

এখনে,  $\frac{h}{2\pi} = \frac{\hbar}{2} =$  প্লাঙ্কের ধ্রুবক এবং  $\Delta x = ?$

$\Delta p$  যথাক্রমে অবস্থান ও ভরবেগের অনিচ্ছয়তা। এ সম্পর্ককে  
সমীকরণ আকারে লিখে পাই,

$$\Delta x \cdot \Delta p = \frac{\hbar}{2}$$

$$\text{বা, } \Delta x = \frac{\hbar}{2\Delta p}$$

সূতরাং x অক্ষ বরাবর গতিশীল ইলেক্ট্রনের y-অক্ষ বরাবর  
অবস্থানের অনিচ্ছয়তার মান ভরবেগের অনিচ্ছয়তার মান বৃদ্ধি ও  
কমার ক্ষেত্রে যথাক্রমে কমবে ও বাঢ়বে।

**গ।** আমরা জানি,

$$\lambda = \frac{0.693}{T_1} = \frac{0.693}{\frac{T_1}{2}} = \frac{0.693}{8d} = 0.086625 \text{ d}^{-1}$$

অতএব, তেজস্তিয় বস্তুটির অবক্ষয় ধ্রুবক,  $0.086625 \text{ d}^{-1}$ ।

**ঘ।** তেজস্তিয় পদার্থ অর্ধায়ু,  $T_1 = 8d$

∴ তেজস্তিয় পদার্থটির গড় আয়ু, t হলো,

$$t = \frac{T_1}{2} = \frac{8d}{0.693} = 11.544 \text{ d}$$

আবার, t' সময় পরে অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা,  $N = \frac{N_0}{3}$

অবক্ষয় ধ্রুবক  $\lambda = 0.086625 \text{ d}^{-1}$  [গ থেকে প্রাপ্ত]

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } \frac{N_0}{3} = N_0 e^{-\lambda t'}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{3} = e^{-\lambda t'}$$

$$\text{বা, } \ln\left(\frac{1}{3}\right) = -\lambda t'$$

$$\text{বা, } \ln 1 - \ln 3 = -\lambda t'$$

$$\text{বা, } -1.0986 = -0.086625 \text{ d}^{-1} \times t'$$

$$\text{বা, } t' = \frac{-1.0986}{-0.086625 \text{ d}^{-1}} = 12.68225 \text{ d}$$

এখনে,  $t' > t$

অতএব, t' এর মান তেজস্তিয় বস্তুটির গড় আয়ু অপেক্ষা বেশি হবে।

**বিষয় ১৩।**  ${}_{92}\text{U}^{235} + {}_{0}\text{n}^1 \rightarrow [{}_{92}\text{U}^{236}]^* \rightarrow {}_{56}\text{Ba}^{141} + {}_{36}\text{Kr}^{92} +$  নিউট্রন  
+ শক্তি এখনে,  ${}_{92}\text{U}^{235} = 236.0526 \text{ amu}$ ,  ${}_{56}\text{Ba}^{141} = 140.9139 \text{ amu}$ ,  
 ${}_{36}\text{Kr}^{92} = 91.8973 \text{ amu}$  ও  ${}_{0}\text{n}^1 = 1.0087 \text{ amu}$ ,  $T_1 = 450 \times 10^8 \text{ Y}$ .

ক. নিউক্লিয়ন কী?

খ. পরমাণুতে আবস্থ ইলেক্ট্রনের মোট শক্তি সর্বদা  
ঝণাঝুক হয়—ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্বীপকের বিক্রিয়ায় কতটি নিউট্রন নির্গত হবে?

ঘ. উপরের বিক্রিয়ায় নির্গত শক্তির পরিমাণ কত?

[চ. বো. '১১]

### ১৩নং প্রশ্নের উত্তর

**ক।** নিউক্লিয়াসের মধ্যে যে সমস্ত কণা থাকে তাদেরকে নিউক্লিয়ন বলে।

**খ।** পরমাণুতে আবস্থ একটি ইলেক্ট্রনের

মোট শক্তি = গতিশক্তি + বিভব শক্তি

$$= E_k + E_p$$

$$= \frac{1}{2} mv^2 + (-eV) = \frac{1}{2} mv_n^2 - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r_n}$$

এই সমীকরণে  $v_n$  ও  $r_n$  এর মান বসিয়ে n-তম কক্ষপথের শক্তি পাই,

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

এই সমীকরণ থেকে দেখা যায় মোট শক্তি সর্বদাই ঝণাঝুক। এর  
কারণ হলো ইলেক্ট্রন পরমাণুতে আবস্থ থাকার কারণে অসীমের  
দিকে ইলেক্ট্রনকে সরিয়ে নিতে কাজ করতে হয়।

**গ।** উদ্বীপকের বিক্রিয়ায়  ${}_{92}\text{U}^{235}$  কে তাপীয় নিউট্রন দ্বারা আঘাত করায়

এটি নিউট্রনকে আটক করে অস্থায়ী  ${}_{92}\text{U}^{236}$  \* গঠন করে। এই  
অস্থায়ী নিউক্লিয়াস ফিশন প্রক্রিয়ায় বিভাজিত হয়ে বেরিয়াম ও  
ক্রিপটন নিউক্লিয়াস গঠন করে, যাদের মোট ভর সংখ্যা = (141 + 92)

$$= 233 \text{ অপরপক্ষে } [{}_{92}\text{U}^{236}]^* \text{ এর ভর সংখ্যা } 236।$$

সূতরাং নির্গত নিউট্রন সংখ্যা = (236 – 233) টি অর্থাৎ 3টি।

অতএব, উদ্বীপকের বিক্রিয়ায় 3টি নিউট্রন নির্গত হবে।

**ঘ।** এখনে, বিক্রিয়ার পূর্বের ভর হলো  ${}_{92}\text{U}^{235} = 236.0526 \text{ amu}$   
 ${}_{0}\text{n}^1 = 1.0087 \text{ amu}$

$$\therefore \text{বিক্রিয়ার পূর্বের মোট ভর হলো—}$$

$$= (236.0526 + 1.0087) \text{ amu} = 237.0613 \text{ amu}$$

আবার, বিক্রিয়ার পরের ভর হলো—

$${}_{56}\text{Ba}^{141} = 140.9139 \text{ amu}$$

$${}_{36}\text{Kr}^{92} = 91.8973 \text{ amu}$$

$$3 {}_{0}\text{n}^1 = 3 \times 1.0087 \text{ amu} [\text{গ থেকে প্রাপ্ত নির্গত নিউট্রন সংখ্যা } 3\text{টি}]$$

$$= 3.0261 \text{ amu}$$

∴ বিক্রিয়ার পরের মোট ভর হলো—

$$= (140.9139 + 91.8973 + 3.0261) \text{ amu}$$

$$= 235.8373 \text{ amu}$$

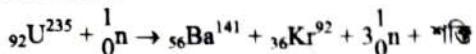
$$\therefore \text{বিক্রিয়ার ভর ঘটাতি} = (237.0613 - 235.8373) \text{ amu}$$

$$= 1.224 \text{ amu}$$

$$\therefore \text{বিক্রিয়ায় নির্গত শক্তির পরিমাণ} = 1.224 \times 931 \text{ MeV}$$

$$= 1139.544 \text{ MeV}$$

**প্রশ্ন ১৪।** নিচে একটি ইউরেনিয়াম ফিশন বিক্রিয়া দেওয়া হলো :—



এতে উৎপন্ন  $\gamma$  রশ্মি একটি  $\alpha$  কণাকে আঘাত করে। বিক্রিয়াতে উৎপন্ন শক্তির এক-দশমাংশ শক্তি  $\gamma$  রশ্মি বহন করে।

${}_{92}^{235}\text{U}$	এর	ভর	=	235.0439 amu
${}_{0}^1\text{n}$	"	"	=	1.0087 amu
${}_{56}^{90}\text{Ba}$	"	"	=	140.9139 amu
${}_{36}^{92}\text{Kr}$	"	"	=	91.8973 amu
$\alpha$ কণার	"	"	=	4.0012 amu
প্রোটনের	"	"	=	1.007276 amu

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

ক. শৃঙ্খল বিক্রিয়া কাকে বলে?

খ. পরমাণুর নিউক্লিয়াসে ইলেক্ট্রন নেই অথচ  $\beta$ -ক্ষয়ে

ইলেক্ট্রন নির্গত হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

গ. প্রতি ফিশনে উৎপন্ন শক্তি নির্ণয় কর।

ঘ.  $\gamma$  রশ্মি  $\alpha$  কণাকে ভাঙতে পারবে কি-না গাণিতিকভাবে যাচাই কর।

(বি. বো. '১৭)

### ১৪নং প্রশ্নের উত্তর

**ক.** যে বিক্রিয়া একবার শুরু হলে তাকে চালাবার জন্য অন্য কোনো অতিরিক্ত শক্তির প্রয়োজন হয় না তাকে শৃঙ্খল বিক্রিয়া বলে।

**খ.** পরমাণু নিউক্লিয়াসে ইলেক্ট্রন নেই অথচ  $\beta$ -ক্ষয়ে ইলেক্ট্রন নির্গত হয় এর কারণ হলো পরমাণুর নিউক্লিয়াসে একটি নিউট্রন যখন একটি প্রোটনে পরিগত হয় তখনই একটি ইলেক্ট্রন উৎপন্ন হয়। এই ইলেক্ট্রনের উপর নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরে উপস্থিত তীব্র নিউক্লিয় বলের কোনো প্রভাব থাকে না। তাই ইলেক্ট্রনটি নিউক্লিয়াসের মধ্যে থাকতে পারে না  $\beta$  কণা হিসেবে বেরিয়ে আসে।

**গ.** বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ার পূর্বের ভর হলো—

$${}_{92}^{235}\text{U} = 235.0439 \text{ amu}$$

$$0 \text{ N}^1 = 1.0087 \text{ amu}$$

∴ বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ার পূর্বের মোট ভর হলো—

$$= (235.0439 + 1.0087) \text{ amu} = 236.0526 \text{ amu}$$

আবার, বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ার পরের ভর হলো—

$${}_{56}^{90}\text{Ba}^{141} = 140.9139 \text{ amu}$$

$${}_{36}^{92}\text{Kr}^{92} = 91.8973 \text{ amu}$$

$$\text{এবং } {}_0^1\text{n}^1 = 3.0261$$

∴ বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ার পরের মোট ভর হলো—

$$= (140.9139 + 91.8973 + 3.0261) \text{ amu} = 235.8373 \text{ amu}$$

∴ বিক্রিয়ায় ভর ঘাটতি =  $(236.0526 - 235.8373) \text{ amu}$

$$= 0.2153 \text{ amu}$$

আমরা জানি, আইনস্টাইনের ভর শক্তির সমীকরণ,  $E = mc^2$

∴ বিক্রিয়ায় শক্তির পরিমাণ =  $0.2153 \times 931 \text{ MeV}$

$$= 200 \text{ MeV} \text{ (প্রায়)}$$

∴ উক্ত বিক্রিয়ায় শক্তির পরিমাণ 200 MeV (প্রায়)।

**ঘ.** বিক্রিয়াতে উৎপন্ন শক্তির পরিমাণ 200 MeV

$$\therefore \gamma \text{ রশ্মির বহনকৃত শক্তি, } E_1 = \frac{200}{10} \text{ MeV} = 20 \text{ MeV}$$

আবার,  $\alpha$ -কণার ভর,  $m = 4.0012 \text{ amu}$

$$= 1.6605 \times 10^{-27} \text{ kg} = 6.644 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

আবার,  $\gamma$  রশ্মির ভর,  $m_1 = \frac{20}{931} \text{ amu}$

$$= \frac{20 \times 1.6605 \times 10^{-27}}{931} \text{ kg}$$

$$= 3.567 \times 10^{-29} \text{ kg}$$

এখনে,  $m_1 < m$

অতএব,  $\gamma$  রশ্মি  $\alpha$  কণাকে ভাঙতে পারবে না।

**প্রশ্ন ১৫।** সৃজনশীল পদার্থবিজ্ঞান ছাতীয় পত্র  একাদশ-শাব্দশ প্রণি

**প্রশ্ন ১৫।** দুটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায় যথাক্রমে 3 ঘণ্টা ও 7 ঘণ্টা।

ক. রেডিও টেলিকোপ কী?

খ. n-টাইপ অর্ধ-পরিবাহীত তড়িৎ নিরপেক্ষ কি-না-ব্যাখ্যা কর।

গ. প্রথম পদার্থের ক্ষয় ধ্রুবকের মান নির্ণয় কর।

ঘ. তেজস্ক্রিয় পদার্থবিজ্ঞানের কোনো নির্দিষ্ট সময়ে সক্রিয়তার হার

সমান হলে উক্ত সময়ে পদার্থবিজ্ঞানের উপস্থিত পরমাণুর

সংখ্যার অনুপাত বের করা সম্ভব কি? বিশ্লেষণ কর।

(বি. বো. '১৭)

### ১৫নং প্রশ্নের উত্তর

**ক.** রেডিও টেলিকোপ এক ধরনের দিক নির্দেশী বেতার এন্টেনা যা বেতার জ্যোতির্বিদ্যায় ব্যবহৃত হয়।

**খ.** আমরা জানি, n টাইপ অর্ধ পরিবাহীতে অতিরিক্ত কিন্তু ইলেক্ট্রন থাকে। কিন্তু এই অতিরিক্ত ইলেক্ট্রন সরবরাহ করে দাতা পরমাণু। এই ইলেক্ট্রনগুলো মুক্তভাবে চলাচল করতে পারলেও দাতা পরমাণু ইলেক্ট্রন দান করে ধনাত্মকভাবে আহিত থাকে। ফলে n টাইপ অর্ধপরিবাহীটি প্রকৃতপক্ষে তড়িৎ নিরপেক্ষ থাকে।

**গ.** আমরা জানি,

$$\lambda = \frac{0.693}{T_1} = \frac{0.693}{3 \text{ h}} = 0.231 \text{ h}^{-1}$$

এখানে,  
প্রথম পদার্থের অর্ধায়,  $T_1 = \frac{3}{2} \text{ h}$

ক্ষয় ধ্রুবক,  $\lambda = ?$

অতএব, প্রথম পদার্থের ক্ষয় ধ্রুবকের মান  $0.231 \text{ h}^{-1}$

**ঘ.** এখানে, 1ম পদার্থের অর্ধায়,  $T_1 = \frac{3}{2} \text{ h}$

এবং অবক্ষয় ধ্রুবক,  $\lambda = 0.231 \text{ h}^{-1}$

এখন, t সময় পরে অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা N হলে,

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

আবার, 2য় পদার্থের অর্ধায়,  $T_1' = 7 \text{ h}$

$$\therefore \text{অবক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda' = \frac{0.693}{T_1'} = \frac{0.693}{7 \text{ h}} = 0.099 \text{ h}^{-1}$$

এখন, t সময় পরে অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা N হলে সক্রিয়তার হার,

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

প্রশ্নমতে,  $\frac{dN}{dt} = \frac{dN'}{dt}$

বা,  $-\lambda N = -\lambda' N'$

$$\text{বা, } \frac{N}{N'} = \frac{-\lambda'}{-\lambda} = \frac{-0.099 \text{ h}^{-1}}{-0.231 \text{ h}^{-1}} = \frac{3}{7}$$

$$\therefore N : N' = 3 : 7$$

অতএব, পদার্থবিজ্ঞানের উপস্থিত পরমাণুর সংখ্যার অনুপাত  $3 : 7$ ।

**প্রশ্ন ১৬।** তেজস্ক্রিয় ট্রিটিয়াম পদার্থটি প্রকৃতিতে রেখে দিলে স্বতন্ত্রভাবে ক্ষয় হতে থাকে। এরূপ একখন ট্রিটিয়ামের অবক্ষয় ধ্রুবক  $5.54 \times 10^{-2} \text{ y}^{-1}$ ।

ক. ফিশন কী?

খ. তেজস্ক্রিয়তার কারণ ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্বীপকের প্রদত্ত তেজস্ক্রিয় মৌলটির অর্ধায় অপেক্ষা

গড় আয়ু বেশি—সততা যাচাই কর।

(বি. বো. '১৭)

### ১৬নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় দুটি গতিশীল ও উচ্চ শক্তিসম্পন্ন কোনো কণার আঘাতে একটি বৃহদাকার নিউক্লিয়াসকে ভেঙে একাধিক কাছাকাছি ভরের ক্ষুদ্রতর নিউক্লিয়াসে পরিণত করা হয়, তাকে নিউক্লিয়ার ফিশন বলা হয়।

**খ** তেজস্ত্বিয় মৌল হতে তেজস্ত্বিয় বশ্য নির্গমনের ঘটনাকে বলা হয় তেজস্ত্বিয়তা।

**ব্যাখ্যা :** তেজস্ত্বিয়তা ঘটনাটি সম্পূর্ণভাবে প্রকৃতি নিয়ন্ত্রিত। এটি তাপ, চাপ, বৈদ্যুতিক বা চৌম্বক ঘটনা হারা প্রভাবিত হয় না। তেজস্ত্বিয়তা ধর্ম বিশিষ্ট পদার্থকে তেজস্ত্বিয় পদার্থ বলে। যেসব পদার্থের পারমাণবিক সংখ্যা ৪৩-এর বেশি সাধারণত সেসব পদার্থ তেজস্ত্বিয় হয়। যেমন— ইউরেনিয়াম, থোরিয়াম, রেডিয়াম ইত্যাদি তেজস্ত্বিয় পদার্থ।

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

$$64\% \text{ ক্ষয় হলে অবশিষ্ট থাকবে} = (100 - 64)\% = 36\%$$

$$\therefore N = N_0 \text{ এর } 36\% = \frac{N_0 \times 36}{100} = \frac{9 N_0}{25}$$

এখন, প্রয়োজনীয় সময়  $t$  হলে,

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

$$\text{বা, } \frac{9 N_0}{25} = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } \frac{9}{25} = e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } \ln\left(\frac{9}{25}\right) = -\lambda t$$

$$\text{বা, } \ln 9 - \ln 25 = -\lambda t \quad \text{বা, } -1.02165 = -5.54 \times 10^{-2} \text{ y}^{-1} \times t$$

$$\text{বা, } t = \frac{-1.02165}{-5.54 \times 10^{-2} \text{ y}^{-1}} \quad \therefore t = 18.44 \text{ y}$$

অতএব, প্রদত্ত ট্রিটিয়ামের 64% ক্ষয় হতে 18.44 y সময় লাগবে।

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

এখন, মৌলটির অর্ধায়ু ও গড় আয়ু যথাক্রমে  $T_{\frac{1}{2}}$  ও  $t$  হলে,

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{5.54 \times 10^{-2} \text{ y}^{-1}} = 12.51 \text{ y}$$

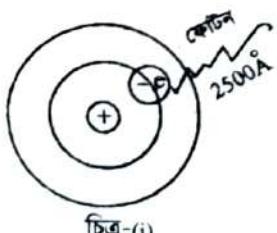
$$\text{আবার, } t = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{5.54 \times 10^{-2} \text{ y}^{-1}} = 18.051 \text{ y}$$

এখানে,  $t > T_{\frac{1}{2}}$

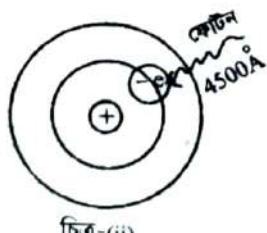
অতএব, উদ্দীপকে প্রদত্ত তেজস্ত্বিয় মৌলটির অর্ধায়ু অপেক্ষা গড় আয়ু বেশি।

### ১৭নং পরীক্ষা পরীক্ষা ২০১৬ এর প্রশ্ন ও উত্তর

**প্রশ্ন ১৭।** উভয় চিত্রে  $H_2$  পরমাণুর মডেল দেখানো হলো :—



চিত্র-(i)



চিত্র-(ii)

$$[h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}; \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}, \\ e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}; m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}; \\ H_2 \text{ পরমাণুর তৃঝি অবস্থার শক্তি} = 13.6 \text{ eV}]$$



ক. জড় প্রসঙ্গ কাঠামো কী?

খ. "কোনো ধাতুর ফটোতড়িৎ ক্রিয়া তার সূচন কম্পাঙ্কের উপর নির্ভরশীল" — ব্যাখ্যা কর।

গ. চিত্র (i) এ ইলেক্ট্রনটি যে কক্ষপথে অবস্থিত তার ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর।

ঘ. কোন চিত্রে ইলেক্ট্রনের কক্ষচাতুরি ঘটবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে মন্তব্য কর।

[ঢ. বো. '১৬]

### ১৭নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** পরম্পরের সাপেক্ষে ধ্রুববেগে গতিশীল যে সকল প্রসঙ্গ কাঠামোতে নিউটনের গতিসূত্র অর্জন করা যায় সে সকল কাঠামোই জড় প্রসঙ্গ কাঠামো।

**খ** যথোপযুক্ত উচ্চ কম্পাঙ্কবিশিষ্ট আলোকরশ্য কোনো ধাতব পৃষ্ঠে আপত্তি হলে তা থেকে ইলেক্ট্রন নিঃস্থৃত হয়। এ ঘটনাকে ফটোতড়িৎ ক্রিয়া বলে। আবার ন্যূনতম যে কম্পাঙ্কের চেয়ে কম কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট আলো ঐ ধাতু থেকে ইলেক্ট্রন নির্গত করতে পারে না সে কম্পাঙ্কই সূচন কম্পাঙ্ক। অর্থাৎ সূচন কম্পাঙ্কে আলোকরশ্য আপত্তি হলেই শুধুমাত্র ফটোতড়িৎ ক্রিয়া ঘটে। এজন্য কোনো ধাতুর ফটোতড়িৎ ক্রিয়া তার সূচন কম্পাঙ্কের উপর নির্ভরশীল।

**গ** চিত্র (i) এ ইলেক্ট্রনটি ১ম বোর কক্ষপথে অবস্থিত।

ধরি, প্রথম বোর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ  $r_1$

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

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

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

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

$$\text{কোয়ান্টাম সংখ্যা, } n = 1$$

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

$$= \frac{1^2 \times (6.63 \times 10^{-34} \text{ Js})^2 \times 8.85 \times 10^{-12} \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ C}^2}{3.14 \times 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^2} \\ = 0.532 \times 10^{-10} = 0.532 \text{ Å}$$

সুতরাং কক্ষপথের ব্যাসার্ধ 0.532 Å।

**ঘ** উদ্দীপক অনুসারে,

$$\text{চিত্র (i) এ আপত্তির ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda_1 = 2500 \text{ Å} \\ = 2500 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$\text{চিত্র (ii) এ আপত্তির ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda_2 = 4500 \text{ Å} \\ = 4500 \times 10^{-10} \text{ m}$$

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

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

ধরি, চিত্র (i) এর ফোটনের শক্তি,  $E_1$  এবং চিত্র (ii) এর ফোটনের শক্তি,  $E_2$  আমরা জানি,  $E_1 = h v_1$

$$= h \frac{c}{\lambda_1} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{2500 \times 10^{-10} \text{ m}} \\ = 7.956 \times 10^{-19} \text{ J} \\ = \frac{7.956 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} = 4.9725 \text{ eV}$$

আবার,  $E_2 = h v_2$

$$= h \frac{c}{\lambda_2} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{4500 \times 10^{-10} \text{ m}} \\ = 4.42 \times 10^{-19} \text{ J} = \frac{4.42 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} = 2.7625 \text{ eV}$$

আমরা জানি,

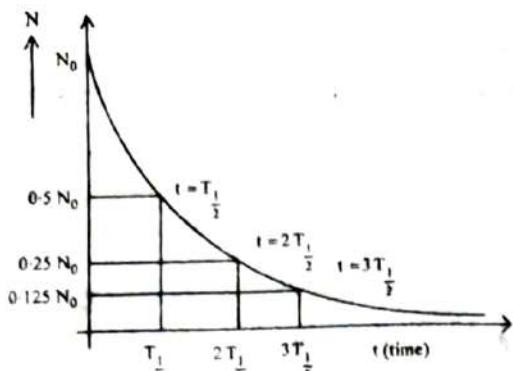
১ম শক্তিতের হতে ২য় শক্তিতের যেতে ইলেক্ট্রনের প্রয়োজনীয় শক্তি

$$= -3.4 \text{ eV} - (-13.6 \text{ eV})$$

$$= -3.4 \text{ eV} + 13.6 \text{ eV} = 10.2 \text{ eV}$$

যেহেতু উদ্দীপকের কোনো চিত্র থেকে প্রয়োজনীয় শক্তির বিকিরণ ঘটেনি সেহেতু ইলেক্ট্রনের কক্ষচাতুরি ঘটবে না।

## ১৮



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

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

[য. বো. '১৬]

## ১৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে গতিশীল অবস্থায় সংঘটিত দুটি ঘটনার মধ্যবর্তী কাল ব্যবধান ঐ পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে নিচল অবস্থায় সংঘটিত ঐ একই ঘটনাস্বরূপের মধ্যবর্তী কাল ব্যবধানের চেয়ে বেশি হয়। এ প্রভাবই কাল দীর্ঘায়ন।

খ. যখন অন্য কোনো পদার্থের উপস্থিতিতে অর্ধ-পরিবাহীর আচরণ প্রভাবিত হয় না তখন তাকে বিশুদ্ধ অর্ধ-পরিবাহী বলে। অর্ধ-পরিবাহীর পরিবাহিতা সুপ্রিমারী পদার্থ ও উভয় অন্তরকের মাঝামাঝি। সাধারণত বিশুদ্ধ অর্ধ-পরিবাহী পদার্থ অপরিবাহী হিসেবে কাজ করে। অর্ধপরিবাহীতে যদি কোনো নির্দিষ্ট অপদ্রব্য খুব সামান্য অংশে (দশ লক্ষ ভাগের এক ভাগ) মেশানো হয় তাহলে অর্ধ-পরিবাহীর রোধ অনেক কমে যায় এবং অর্ধ-পরিবাহীটি পরিবাহী হিসেবে কাজ করে। তাই বিশুদ্ধ অর্ধ-পরিবাহীতে অপদ্রব্য মেশাতে হয়।

গ. ধরি, X পরমাণুর অর্ধায়ু  $T_{1/2}$

উদ্দীপক হতে, গড় আয়ু,  $\tau = 2294$  y

$$\text{আমরা জানি, } T_{1/2} = 0.693 \tau = 0.693 \times 2294 \text{ y} = 1589.742 \text{ y}$$

সূতরাং X পরমাণুটির অর্ধায়ু 1589.742 বছর।

ঘ. (গ) নং হতে পাই, অর্ধায়ু,  $T_{1/2} = 1589.742$  y

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

$$\text{বা, } \lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}} = \frac{0.693}{1589.742} \text{ y}^{-1}$$

$$\therefore \lambda = 4.359 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$$

$$\text{তেজস্ক্রিয় ক্ষয়ের সূত্রানুসারে, } N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$\text{এখন, } t = T_{1/2} = 1589.742 \text{ y}$$

$$N = N_0 e^{-\lambda T_{1/2}} = N_0 e^{-4.359 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1} \times 1589.742 \text{ y}} = N_0 \times 0.5 = 0.5 N_0$$

$$\text{আবার, } t = 2 T_{1/2} = 2 \times 1589.742 \text{ y} = 3179.484 \text{ y}$$

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

$$= N_0 e^{-\lambda 2 T_{1/2}}$$

$$= N_0 e^{-4.359 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1} \times 3179.484 \text{ y}} = N_0 \times 0.25 = 0.25 N_0$$

$$\text{পুনরায়, } t = 3 T_{1/2} = 3 \times 1589.742 \text{ y} = 4769.226 \text{ y}$$

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

$$= N_0 e^{-4.359 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1} \times 4769.226 \text{ y}} = N_0 \times 0.125 = 0.125 N_0$$

অতএব উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায় যে, উদ্দীপকের লেখচিত্রটি তেজস্ক্রিয় ক্ষয় সূত্র মেনে চলে।

**১৯** A ও B দুটি তেজস্ক্রিয় মৌল। এদের অর্ধায়ু যথাক্রমে 6 দিন ও 9 দিন।

- ক. দৈর্ঘ্য সংকোচন কাকে বলে? ১  
 খ. ইলেক্ট্রনের তাপীয় নিঃসরণ ও ফটোতড়িৎ নিঃসরণের মধ্যে দুটি পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো— ২  
 গ. B মৌলের গড় আয়ু নির্ণয় কর। ৩  
 ঘ. উভয় মৌলের 60% ক্ষয় হতে কোন মৌলটির অধিক সময় লাগবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[য. বো. '১৬]

## ১৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো বস্তুর গতিশীল অবস্থার দৈর্ঘ্য ঐ বস্তুর স্থির অবস্থার চেয়ে ছোট হওয়াকে দৈর্ঘ্য সংকোচন বলে।

খ. ইলেক্ট্রনের তাপীয় নিঃসরণ ও ফটোতড়িৎ নিঃসরণের মধ্যে দুটি পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো—

১. ইলেক্ট্রনের তাপীয় নিঃসরণ তাংক্ষণিক ঘটনা নয় অন্যদিকে ফটোতড়িৎ নিঃসরণ তাংক্ষণিক ঘটনা।
২. ইলেক্ট্রনের তাপীয় নিঃসরণ পরিবাহীর রোধ, প্রবাহমাত্রা ও প্রবাহকালের উপর নির্ভর করে অপরদিকে ফটোতড়িৎ নিঃসরণ আপত্তি আলোকের প্রাবল্যের সমান্বাপ্তিক।

গ. ধরি, B মৌলের গড় আয়ু  $T_B$

উদ্দীপক হতে, B মৌলের অর্ধায়ু,  $T_B = 9$  day

আমরা জানি,  $T_B = 0.693 T_A$

$$\text{বা, } T_B = \frac{T_B}{0.693} = \frac{9 \text{ day}}{0.693} = 12.99 \text{ day}$$

সূতরাং B মৌলের গড় আয়ু 12.99 day।

ঘ. ধরি, A ও B মৌলের 60% ক্ষয় হতে যথাক্রমে  $t_A$  ও  $t_B$  সময় লাগবে।

উদ্দীপক হতে, A মৌলের অর্ধায়ু,  $T_B = 6$  day

B মৌলের অর্ধায়ু,  $T_B = 9$  day

প্রাথমিক পরমাণুর পরিমাণ,  $N_0 = 100\%$

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

A মৌলের ক্ষয় ধ্রুবক,  $\lambda_A = ?$

B মৌলের ক্ষয় ধ্রুবক,  $\lambda_B = ?$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**প্রয়োগ ২০** হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রথম কক্ষের ব্যাসার্ধ ও শক্তি যথাক্রমে  $0.53 \text{ \AA}$  এবং  $13.6 \text{ eV}$ ।  $2.46 \times 10^{15} \text{ Hz}$  কম্পাক্ষের ফোটন দ্বারা উৎপন্ন পরমাণুর প্রথম কক্ষের ইলেক্ট্রনকে আঘাত করা হলো। প্লাঙ্কের ধ্রুবক,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$ ।

ক. অর্ধায়ু কাকে বলে?

খ. X-ray চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা বিক্ষিপ্ত হয় না—ব্যাখ্যা কর। ১

গ. উদ্বীপকের পরমাণুর তৃতীয় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. আঘাতপ্রাণী ইলেক্ট্রনটির কী পরিণতি হয়েছিল  
গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে মতামত দাও। ৪

[সি. বো. '১৬]

### ২০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে সময়ে কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের ঠিক অর্ধেক পরিমাণ পরমাণু ভেঙে যায়, তাকে ঐ পদার্থের অর্ধায়ু বলে।

খ. X-ray এক ধরনের তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ। এটি চার্জ নিরপেক্ষ। আমরা জানি, আহিত বা চার্জযুক্ত কণা তড়িৎ ও চুম্বক ক্ষেত্র দ্বারা বিক্ষিপ্ত হয়। X-ray চার্জ নিরপেক্ষ অর্থাৎ আহিত কণা না হওয়ায় চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা বিক্ষিপ্ত হয় না।

গ. ধরি, হাইড্রোজেন পরমাণুর তৃতীয় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ  $r_3$  উদ্বীপক হতে, প্লাঙ্কের ধ্রুবক,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$   
শূন্যস্থানের ভেদনযোগ্যতা,  $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ C}^2$   
ইলেক্ট্রনের ভর,  $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

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

কোয়ান্টাম সংখ্যা,  $n = 3$

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

$$= \frac{3^2 \times (6.63 \times 10^{-34} \text{ Js})^2 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ C}^2}{3.14 \times 9.1 \times 10^{-31} \text{ Js} \times (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^2}$$

$$= 4.788 \times 10^{-10} \text{ m}$$

সূতরাং পরমাণুর তৃতীয় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ  $4.788 \times 10^{-10} \text{ m}$ ।

ঘ. উদ্বীপক অনুসারে, ফোটনের কম্পাক্ষ,  $v = 2.46 \times 10^{15} \text{ Hz}$   
প্লাঙ্কের ধ্রুবক,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$

ফোটনের শক্তি,  $E = ?$

আমরা জানি,  $E = hv$

$$= 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 2.46 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$= 1.63098 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$= \frac{1.63098 \times 10^{-18}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} = 10.2 \text{ eV}$$

ইলেক্ট্রনের ১ম কক্ষপথের শক্তি,  $E_1 = -13.6 \text{ eV}$

এবং ২য় কক্ষপথের শক্তি,  $E_2 = -3.4 \text{ eV}$

$$\therefore 1\text{ম কক্ষপথ থেকে } 2\text{য় কক্ষপথে যেতে প্রয়োজনীয় শক্তি, } E_2 - E_1 \\ = -3.4 \text{ eV} - (-13.6 \text{ eV}) \\ = -3.4 \text{ eV} + 13.6 \text{ eV} = 10.2 \text{ eV}$$

উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যায় যে, ফোটন দ্বারা ইলেক্ট্রনকে আঘাত করায় ইলেক্ট্রনটি  $10.2 \text{ eV}$  শক্তি অর্জন করে যা  $1\text{ম কক্ষপথ থেকে } 2\text{য় কক্ষপথে যাওয়ার জন্য প্রয়োজনীয় শক্তির সমান। অর্থাৎ আঘাতপ্রাণী ইলেক্ট্রনটি  $1\text{ম কক্ষপথ থেকে } 2\text{য় কক্ষপথে প্রবেশ করবে।}$$

**প্রয়োগ ২১** সৌভিক A, B ও C তিনটি তেজস্ক্রিয় পদার্থকে গবেষণাগারে রেখে দিলেন। পদার্থগুলোর প্রতিটির ভর ছিল  $50 \text{ g}$ ।  $1.5$  বছর পর তিনি এদের ভর পরিমাপ করলেন যথাক্রমে  $20 \text{ g}$ ,  $25 \text{ g}$  ও  $40 \text{ g}$ ।

ক. n-p-n ট্রানজিস্টরের একটি মৌলিক চিত্র অঙ্কন কর। ১

খ. রাদারফোর্ড ও বোর পরমাণু মডেলের মূল পার্থক্য কী? ২

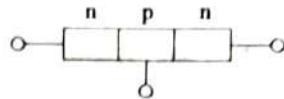
গ. উদ্বীপকে B মৌলিক অবক্ষয় ধ্রুবক নির্ণয় কর। ৩

ঘ. A মৌলের  $20\%$  এবং C মৌলের  $10\%$  ক্ষয় হতে একই  
সময় লাগবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[সি. বো. '১৬]

### ২১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. n-p-n ট্রানজিস্টরের একটি মৌলিক চিত্র নিচে অঙ্কন করা হলো—



খ. বোর ও রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের মধ্যে উল্লেখযোগ্য পার্থক্য হলো—

১. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলটি শক্তির ক্লাসিক্যাল তত্ত্বের উপর ভিত্তি করে প্রতিষ্ঠিত অপরপক্ষে বোরের পরমাণু মডেলটি প্লাঙ্কের কোয়ান্টাম তত্ত্বের উপর ভিত্তি করে প্রতিষ্ঠিত।

২. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলে শক্তিস্তরের আকার ও আকৃতি সম্পর্কে কিছু বলা হয়নি। কিন্তু বোরের পরমাণু মডেলে শক্তিস্তরসমূহ বৃত্তাকার হিসেবে বর্ণনা করা হয়েছে।

৩. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলে শক্তির শোষণ বা বিকিরণ সম্বন্ধে ধারণা দেওয়া হয়নি। কিন্তু বোরের পরমাণু মডেলে শক্তির শোষণ, বিকিরণ ও তার কারণ বর্ণনা করা হয়েছে।

ঘ. এখানে, B মৌলের  $50 \text{ g}$   $1.5$  বছর পর এর  $25 \text{ g}$  অবশিষ্ট থাকে। আমরা জানি, যে সময়ে কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের মোট পরমাণুর ঠিক অর্ধেক পরিমাণ ভেঙে যায়, তাকে ঐ পদার্থের অর্ধায়ু বলে।

এখানে, B মৌলটি যেহেতু  $1.5$  বছরে তার মোট ভর  $50 \text{ g}$  এর ঠিক অর্ধেক ভেঙে  $25 \text{ g}$ -এ পরিণত হয় সেজন্য B মৌলটির অর্ধায়ু,  $T_{1/2} = 1.5 \text{ year}$ .

ধরি, B এর অবক্ষয় ধ্রুবক =  $\lambda_B$

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

$$\therefore \lambda_B = \frac{0.693}{T_{1/2}} = \frac{0.693}{1.5} = 0.462 \text{ year}^{-1}$$

∴ B এর অবক্ষয় ধ্রুবক,  $0.462 \text{ year}^{-1}$ ।

ঘ. এখানে, A মৌলের জন্য অবক্ষয় ধ্রুবক  $\lambda_A$ .  $1.5$  বছর পর এর ভর  $50 \text{ g}$  থেকে  $20 \text{ g}$  হয়। অর্থাৎ,  $\frac{N}{N_0} = \frac{20}{50} = \frac{2}{5}$

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

$$\text{বা, } \frac{2}{5} = e^{-\lambda_A \times 1.5}$$

$$\text{বা, } \lambda_A \times 1.5 = -\ln \left( \frac{2}{5} \right)$$

$$\text{বা, } \lambda_A = \frac{1}{1.5} \ln \left( \frac{2}{5} \right) = 0.61086 \text{ year}^{-1}$$

এখন,  $20\%$  ক্ষয় এর জন্য,  $\frac{N}{N_0} = \frac{100 - 20}{100} = \frac{4}{5}$

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

$$\text{বা, } \frac{4}{5} = e^{-0.61086 \times t}$$

$$\therefore t = 0.3653 \text{ year}^{-1}$$

আবার, C মৌলের জন্য অবক্ষয় ধ্রুবক  $\lambda_C$ .  $1.5$  বছর পর  $50 \text{ g}$  থেকে  $40 \text{ g}$  হয় অর্থাৎ,  $\frac{N}{N_0} = \frac{40}{50} = \frac{4}{5}$

$$\text{এখন, } \frac{N}{N_0} = \frac{4}{5} = e^{-\lambda_C \times t}$$

$$\text{বা, } \frac{4}{5} = e^{-\lambda_C \times 1.5} \quad \therefore \lambda_C = 0.14876 \text{ year}^{-1}$$

এখন,  $10\%$  ক্ষয় এর জন্য,  $\frac{N}{N_0} = \frac{100 - 10}{100} = \frac{9}{10}$

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

$$\text{বা, } \frac{9}{10} = e^{-0.14876 \times t}$$

$$\therefore t = 0.70825 \text{ year}^{-1}$$

∴ A এর  $20\%$  এবং C-এর  $10\%$  ভাগতে ভিন্ন সময় লাগবে।

**প্রশ্ন ২১** এক খন্ড রেডিয়ামে  $6.023 \times 10^{23}$  টি অক্ষত পরমাণু ছিল। এক বছর পৰে দেখা গেল  $6.000 \times 10^{23}$  টি পরমাণু ভেঙে গেছে।

- ক.** তৰতুটি কী?  
**খ.** রাদারফোর্ডের  $\alpha$ -কণা বিক্ষেপণ পরীক্ষায় কিছু  $\alpha$ -কণা বেঁকে যাওয়াৰ কাৰণ ব্যাখ্যা কৰ।  
**গ.** রেডিয়াম মৌলটিৰ অৰ্ধায়ু বেৱ কৰ।  
**ঘ.** গণিতিক যুক্তি দিয়ে দেখাও যে, পৰিবৰ্ত্তী এক বছৰে ভেঙে যাওয়া পৰমাণুৰ সংখ্যা পূৰ্ববৰ্তী এক বছৰে ভেঙে যাওয়া পৰমাণু সংখ্যাৰ বেশি হবে না।

[দি. বো. '১৬]

### ২৩নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

**ক.** নিউক্লিয়াসেৰ সময় ভাৰী নিউক্লিয়াসটি ভেঙে যে দুই অংশে বিভক্ত হয় তাদেৰ সমষ্টি ভাৰী নিউক্লিয়াসেৰ ভাৱেৰ চেয়ে কিছু কম হয়। এ ভৰ ঘটাইভৰ তৰতুটি।

**খ.** রাদারফোর্ডেৰ  $\alpha$ -কণা বিক্ষেপণ পৰীক্ষায়  $\alpha$ -কণা বেঁকে যাওয়াৰ কাৰণ নিচে ব্যাখ্যা কৰা হোৱা-

ৰাদারফোর্ডেৰ  $\alpha$ -কণা বিক্ষেপণ পৰীক্ষায় কিছু  $\alpha$ -কণা নিউক্লিয়াসেৰ প্ৰায় কাছাকাছি আসে। এ সময় তাৰা নিউক্লিয়াসেৰ খনাহক আধান দ্বাৰা বিকৰ্ষিত হয়ে বেঁকে যায়। এছাড়া যেসব আলফা কণা নিউক্লিয়াসেৰ দিকে মুখোমুখি অগ্রসৱ হয় তাৰা কুলছৰেৰ বিপৰীত বগীয় সূত্রানুযায়ী অধিক বল দ্বাৰা বিকৰ্ষিত হয়ে আৱও বেশি বেঁকে যায়।

**গ.** ধৰি, রেডিয়ামেৰ অৰ্ধায়ু  $T_{1/2}$

$$\text{উদ্বোধক হতে, প্ৰাথমিক পৰমাণুৰ সংখ্যা, } N_0 = 6.023 \times 10^{23} \\ \text{অক্ষত পৰমাণুৰ সংখ্যা, } N = 6.023 \times 10^{23} - 6.000 \times 10^{23} \\ = 0.023 \times 10^{23}$$

সময়,  $t = 1 \text{ y}$

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

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

$$\text{বা, } \ln \left( \frac{0.023 \times 10^{23}}{6.023 \times 10^{23}} \right) = -\lambda \cdot 1 \text{ y}$$

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

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

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

সূতৰাঙ রেডিয়াম মৌলেৰ অৰ্ধায়ু 0.124 y।

**ঘ.** গ হতে পাই,

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

উদ্বোধক অনুসৰে, সময়,  $t = 1 \text{ y}$

$$\text{প্ৰাথমিক পৰমাণুৰ সংখ্যা, } N_0 = 6.023 \times 10^{23}$$

$$1 \text{ ম বছৰে ভেঙে যাওয়া পৰমাণুৰ সংখ্যা, } N_1 = 6.000 \times 10^{23}$$

∴ ১ম বছৰেৰ অক্ষত পৰমাণুৰ সংখ্যা,

$$N_0' = 6.023 \times 10^{23} - 6.000 \times 10^{23} \\ = 0.023 \times 10^{23}$$

২য় বছৰেৰ অক্ষত পৰমাণুৰ সংখ্যা,  $N = ?$

$$\text{আমৰা জানি, } \frac{N}{N_0'} = e^{-\lambda t} = e^{-5.568 \text{ y}^{-1} \times 1 \text{ y}} = e^{-5.568}$$

$$\text{বা, } N = 3.818 \times 10^{-3} \times N_0'$$

$$= 3.818 \times 10^{-3} \times 0.023 \times 10^{23} = 8.78 \times 10^{18}$$

∴ ২য় বছৰে ভেঙে যাওয়া পৰমাণুৰ সংখ্যা,

$$N_2 = 0.023 \times 10^{23} - 8.78 \times 10^{18}$$

$$= 2.291 \times 10^{21} \text{ টি}$$

অৰ্ধায়ু  $N_2 < N_1$

উপৰেৰ গণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায় যে, পৰিবৰ্ত্তী এক বছৰে ভেঙে যাওয়া পৰমাণুৰ সংখ্যা পূৰ্ববৰ্তী এক বছৰে ভেঙে যাওয়া পৰমাণুৰ সংখ্যাৰ বেশি নয়।

### এইচএসসি পৰীক্ষা ২০১৫ এৰ প্ৰশ্ন ও উত্তৰ

**প্ৰশ্ন ১** রাজা দুটি তেজস্ক্রিয় মৌল A এবং B নিয়ে কাজ কৰাইল।

মৌলখয়েৰ অৰ্ধায়ুৰ যোগফল 15 বছৰ। A এৰ অৰ্ধায়ু B এৰ ছিগুণ।

ক. সূচন তৰঙাদৈৰ্যা কাকে বলে?

খ. ইলেকট্ৰনেৰ কম্পটন তৰঙাদৈৰ্য 0.02468 Å বলতে কী

বুৰায়?

গ. A মৌলেৰ ক্ষয় ধূবক নিৰ্ণয় কৰ।

ঘ. উভয় মৌলেৰ 40% ক্ষয় হতে ভিন্ন সময় লাগে-

গণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও।

[দি. বো. '১৫]

### ২৩নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

**ক.** কোনো ধাতবপাত থেকে ইলেকট্ৰন নিঃসৱণেৰ জন্য একটি সৰ্বনিম্ন কম্পাঙ্ক প্ৰয়োজন হয় যাকে সূচন কম্পাঙ্ক বলা হয়। সূচন কম্পাঙ্ক সূচন তৰঙাদৈৰ্যেৰ ব্যাস্তানুপাতিক। তাই সূচন কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট তৰঙেৰ তৰঙাদৈৰ্যকে সূচন তৰঙাদৈৰ্য বলা হয়।

**খ.** ইলেকট্ৰনেৰ কম্পটন তৰঙাদৈৰ্য 0.02468 Å বলতে বুৰায় কম্পটন ক্রিয়ায় আপত্তি ইলেকট্ৰন এবং বিক্ষিপ্ত ইলেকট্ৰনেৰ তৰঙাদৈৰ্যেৰ পৰিবৰ্তন হয় 0.02468 Å।

**গ.** A ও B মৌলেৰ অৰ্ধায়ুৰ যোগফল = 15

A মৌলেৰ অৰ্ধায়ু B মৌলেৰ অৰ্ধায়ুৰ ছিগুণ।

∴ A মৌলেৰ অৰ্ধায়ু = 10 y এবং B মৌলেৰ অৰ্ধায়ু = 5 y

আমৰা জানি,

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

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

$$\text{বা, } \lambda = \frac{0.693}{10} \text{ y}^{-1} = 0.0693 \text{ y}^{-1}$$

অতএব, A মৌলেৰ ক্ষয় ধূবক 0.0693 y<sup>-1</sup>।

**ঘ.** A মৌলেৰ ক্ষেত্ৰে,

আমৰা জানি,

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

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

$$\text{বা, } t_A = -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{N}{N_0} = -\frac{1}{0.0693} \ln \frac{3}{5}$$

$$\therefore t_A = 7.37 \text{ বছৰ}$$

আবাৰ, B মৌলেৰ ক্ষেত্ৰে,

আমৰা জানি,  $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t_B}$

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

$$\text{বা, } t_B = -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{N}{N_0}$$

$$\text{বা, } t_B = \frac{T_{1/2}}{0.693} \ln \frac{N}{N_0} = -\frac{5}{0.693} \ln \frac{3}{5}$$

$$\therefore t_B = 3.6856 \text{ বছৰ} = \frac{t_A}{2}$$

দেখা যাচ্ছে A ও B উভয় মৌলেৰ 40% ক্ষয় হতে সময় ভিন্ন এবং A মৌলেৰ ক্ষয়েৰ সময় B মৌলেৰ ক্ষয়েৰ সময়েৰ ছিগুণ।

এখানে,

A মৌলেৰ অৰ্ধায়ু,

$$T_{1/2} = 10 \text{ y}$$

ক্ষয় ধূবক,  $\lambda =$  কত?

অক্ষত পৰমাণু,

$$\frac{N}{N_0} = 60\% = \frac{60}{100} = \frac{3}{5}$$

ক্ষয় ধূবক,  $\lambda = 0.0693 \text{ y}^{-1}$

সময়,  $t_A =$  কত?

বা,  $t_A = -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{N}{N_0} = -\frac{1}{0.0693} \ln \frac{3}{5}$

$$\therefore t_A = 7.37 \text{ বছৰ}$$

আবাৰ, B মৌলেৰ ক্ষেত্ৰে,

আমৰা জানি,  $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t_B}$

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

$$\text{বা, } t_B = -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{N}{N_0}$$

$$\text{বা, } t_B = \frac{T_{1/2}}{0.693} \ln \frac{N}{N_0} = -\frac{5}{0.693} \ln \frac{3}{5}$$

$$\therefore t_B = 3.6856 \text{ বছৰ} = \frac{t_A}{2}$$

দেখা যাচ্ছে A ও B উভয় মৌলেৰ 40% ক্ষয় হতে সময় ভিন্ন এবং A

মৌলেৰ ক্ষয়েৰ সময় B মৌলেৰ ক্ষয়েৰ সময়েৰ ছিগুণ।

**১৪৪।** নিচে একটি তথ্য ছক দেওয়া আছে :

মৌল সংখ্যা	প্রোটন সংখ্যা	ভরসংখ্যা	নিউক্লিয়াসের ভর	$1 \text{ amu} = 931 \text{ meV}$
U	92	235	235.0439	প্রোটনের ভর, $m_p = 1.00728 \text{ amu}$
C	6	12	12.00000	নিউক্লিনের ভর, $m_N = 1.00876 \text{ amu}$
Fe	26	56	56.00000	আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
He	2	4	4.00276	

- ক. প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া কাকে বলে? ১  
 খ. একক চার্জ দ্বারা সৃষ্টি তড়িৎক্ষেত্র সুষম হয় না কেন? ২  
 গ. ইউরেনিয়ামের ভরতুটি বের কর। ৩  
 ঘ. উচ্চিপক্ষের প্রদত্ত তথ্য ব্যবহার করে নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধনশক্তি বনাম ভরসংখ্যার লেখচিত্র অঙ্কন কর। ৪  
 [রা. বো. '১৫]

**১৪৫।** ২৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে তাপগতীয় প্রক্রিয়া সম্মুখবর্তী ও বিপরীতমুখী হয়ে প্রত্যাবর্তন করে এবং সম্মুখবর্তী ও বিপরীতমুখী প্রক্রিয়ার প্রতি স্তরে তাপ ও কাজের ফলাফল সমান ও বিপরীত হয়, সেই প্রক্রিয়াকে প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া বলে।

খ. আমরা জানি, কোনো তড়িৎক্ষেত্রের মান ও দিক সর্বত্র সমান হলে তা সুষম তড়িৎ ক্ষেত্র হয়। তবে একক চার্জ দ্বারা সৃষ্টি তড়িৎ ক্ষেত্রের মান সর্বত্র সমান হয় না। কারণ চার্জটির কাছাকাছি অঙ্গে এর মানের আধিক্য থাকে। এজন্যই একক চার্জ দ্বারা সৃষ্টি তড়িৎ ক্ষেত্র সুষম হয় না।

গ. এখানে,  
 ইউরেনিয়ামের নিউক্লিয়াসের ভর,  $m = 235.0439 \text{ amu}$   
 প্রোটন সংখ্যা,  $Z = 92$

নিউক্লিন সংখ্যা,  $N = 235 - 92 = 143$

প্রোটনের ভর,  $m_p = 1.00728 \text{ amu}$

নিউক্লিনের ভর,  $m_N = 1.00876 \text{ amu}$

ভর তুটি = ?

আমরা জানি,

$$\text{ভর তুটি} = (Z m_p + N m_N) - m$$

$$= (92 \times 1.00728 + 143 \times 1.00876) - 235.0439 \\ = (92.66976 + 144.25268) - 235.0439 = 1.87854 \text{ amu}$$

ঘ. এখানে, 'গ' হতে পাই,

ইউরেনিয়ামের ক্ষেত্রে,

$$\text{ভরতুটি} = 1.87854 \text{ amu}$$

$$\text{বন্ধন শক্তি}, E_1 = (1.87854 \times 931) \text{ MeV} [\because 1 \text{ a.m.u} = 931 \text{ MeV}] \\ = 1748.92074 \text{ MeV}$$

$$\therefore \text{নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধন শক্তি}, \Delta E_1 = \frac{1748.92074}{235} = 7.44 \text{ MeV}$$

কার্বনের ক্ষেত্রে,

$$\text{ভরতুটি}, \Delta m_2 = \{1.00728 \times 6 + (12 - 6) \times 1.00876\} - 12 \\ = 0.09624 \text{ a.m.u}$$

$$\text{বন্ধন শক্তি}, E_2 = 0.09624 \times 931 \text{ MeV} \\ = 89.59944 \text{ MeV}$$

$$\therefore \text{নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধন শক্তি}, \Delta E_2 = \frac{89.59944}{12} = 7.47 \text{ MeV}$$

$$\text{অয়রনের ক্ষেত্রে}, \text{ভরতুটি}, \Delta m_3 = \{1.00728 \times 26 + (56 - 26) \times 1.00876\} - 56 \\ = 0.45208 \text{ a.m.u}$$

$$\text{বন্ধনশক্তি}, E_3 = 0.45208 \times 931 \text{ MeV} = 420.88648 \text{ MeV}$$

$$\text{নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধন শক্তি}, \Delta E_3 = \frac{420.88648}{56} \text{ MeV} = 7.52 \text{ MeV}$$

আবার, ইলিয়ামের ক্ষেত্রে,

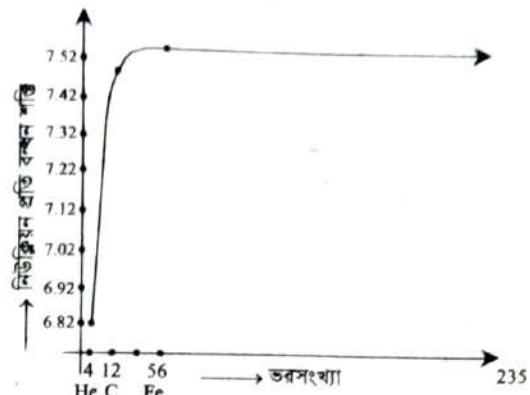
ভরতুটি,

$$\Delta m_4 = \{1.00728 \times 2 + (4 - 2) \times 1.00876\} - 4.00276 \\ = 0.02932 \text{ a.m.u}$$

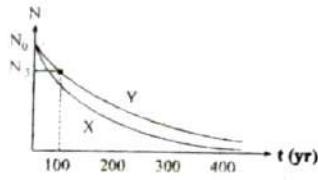
$$\text{বন্ধনশক্তি}, E_4 = 0.02932 \times 931 \text{ MeV} = 27.29692 \text{ MeV}$$

$$\text{নিউক্লিয়ন প্রতি বন্ধন শক্তি}, \Delta E_4 = \frac{27.29692}{4} = 6.82 \text{ MeV}$$

লেখচিত্র :



**১৪৬।** দুটি তেজস্তিয় পদার্থ X ও Y এর পরমাণু সংখ্যা বনাম সময় গ্রাফ নিম্নরূপ যেখানে X মৌলটির ক্ষয় ধূবক  $\lambda = 6.93 \times 10^{-3} \text{ y}^{-1}$



ক. ভর তুটি কাকে বলে?

খ. নিউক্লিয় ফিশন বিক্রিয়ায় ক্যাডমিয়াম দন্ত ব্যবহার করা হয় কেন?

গ. X মৌলটির অর্ধায়ু কত?

ঘ. উচ্চিপক্ষে অনুসারে X মৌলটির গড় আয়ু ও Y মৌলটির অর্ধায়ু এক হবে কি-না— গাণিতিকভাবে যাচাই কর।

[ক. বো. '১৫]

**১৪৭।** ২৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. নিউক্লিয় ফিশনের সময় ভারী নিউক্লিয়াসটি ভেঙ্গে যে দুই অংশে বিভক্ত হয় তাদের ভরের সমষ্টি ভারী নিউক্লিয়াসের ভরের চেয়ে কিছু কম হয়। এ ভর ঘাটিকেই ভরতুটি বলা হয়।

খ. নিউক্লিয় চুলিতে ক্যাডমিয়াম দন্ত চুলিতে সংঘটিত শৃঙ্খল বিক্রিয়াকে নিয়ন্ত্রণ করার কাজ করে। নিউক্লিয় শক্তিকে নিয়ন্ত্রণের জন্য ক্যাডমিয়ামের দণ্ডগুলো ফিশান পদার্থের মাঝে প্রয়োজন মতো নামনো উঠানো হয়। ফিশান পদার্থ অর্ধাং ইউরেনিয়াম পরমাণুকে আঘাত করার পূর্বে ক্যাডমিয়াম দন্ত নিউট্রন শোষণ করে। উৎপাদিত তৃতীয় নিউক্লিনের মধ্যে ২টি নিউট্রন যদি শোষিত হয় এবং এবং যদি এভাবে প্রতিটি ধাপে উৎপন্ন নিউক্লিনের সংখ্যা কমানো যায় তবে নিউক্লিয় শৃঙ্খল বিক্রিয়া মন্দীভূত হয় এবং নির্গত শক্তির বৃদ্ধি নিয়ন্ত্রিত হয়।

গ. আমরা জানি, অর্ধায়ু

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

$$\text{বা, } T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{6.93 \times 10^{-3}} \text{ y}$$

$$\therefore T_{\frac{1}{2}} = 100 \text{ y}$$

$$\therefore \text{অর্ধায়ু} = 100 \text{ y} \text{ (বছর)}.$$

এখানে,

$$\text{ক্ষয় ধূবক}, \lambda = 6.93 \times 10^{-3} \text{ y}^{-1}$$

অর্ধায়ু,  $T_{\frac{1}{2}} = ?$





মোলের ক্ষয় ধূবক,  $\lambda = 6.93 \times 10^{-3} \text{ y}^{-1}$   
গড় আয়ু,  $\tau$  = কত?

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } \tau = \frac{1}{6.93 \times 10^{-3}} \text{ y} = 144.3 \text{ y}$$

আবার, Y-মোলের ক্ষেত্রে, সময়,  $t = 100 \text{ y}$

$$\text{অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা} = \frac{N_0}{3}$$

$$\therefore \frac{N}{N_0} = \frac{1}{3}$$

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

$$\text{বা, } \lambda = -\frac{1}{t} \ln \frac{N}{N_0} = -\frac{1}{100} \ln \frac{1}{3} = 0.0109861 \text{ y}^{-1}$$

$$\text{অর্ধায়ু, } T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{0.0109861} \text{ y}$$

$$\therefore T_{\frac{1}{2}} = 63.08 \text{ y}$$

X-মোলের গড় আয়ু Y-মোলের অর্ধায়ুর সমান হবে না।

প্রয়োজন দুটি তেজস্ক্রিয় মৌল A এবং B এর ক্ষয় ধূবক যথাক্রমে  $0.181 \text{ d}^{-1}$  এবং  $0.257 \text{ d}^{-1}$ ।

ক. ফটোতড়িৎ ক্রিয়ায় সংজ্ঞা দাও।

১

খ. কোনো একটি ধাতুর কার্যাপেক্ষক  $2.31 \text{ eV}$  বলতে কী

বুঝায়? ব্যাখ্যা কর।

২

গ. B মোলের গড় আয়ু নির্ণয় কর।

৩

ঘ. মৌলছয়ের 75% ক্ষয় হতে প্রয়োজনীয় সময় একই হবে কি-না— গাণিতিক বিশ্লেষণসহ যতামত দাও।

৪

[চ. বো. '১৫]

### ২৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যথোপযুক্ত উচ্চ কম্পাঙ্কবিশিষ্ট আলোক রশ্মি কোনো ধাতব পৃষ্ঠের উপর আপত্তি হলে উচ্চ ধাতু থেকে ইলেকট্রন নিঃস্ত হয়। এ ঘটনাকে ফটোতড়িৎ ক্রিয়া বলা হয়।

খ. কোনো ধাতব পৃষ্ঠ হতে শূন্য বেগসম্পন্ন ইলেকট্রন নির্গত করতে যতটুকু শক্তির প্রয়োজন তাকে ঐ ধাতুর কার্যাপেক্ষক বলে। অর্থাৎ কোনো ধাতুর কার্যাপেক্ষক  $2.31 \text{ eV}$  বলতে বুঝায় ঐ ধাতু হতে শূন্য বেগসম্পন্ন ইলেকট্রন নিঃস্ত করতে ন্যূনতম  $2.31 \text{ eV}$  শক্তির ফোটনের প্রয়োজন হবে।

গ. আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } \tau = \frac{1}{0.257} \text{ d} = 3.89 \text{ d}$$

∴ B মোলের গড় আয়ু  $3.89 \text{ d}$ ।

ঘ. আমরা জানি, A মোলের ক্ষেত্রে,

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

$$\text{বা, } t = -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{N}{N_0}$$

$$\text{বা, } t = \frac{-1}{0.181} \ln \frac{1}{4}$$

এখানে,

$$B \text{ মোলের ক্ষয় ধূবক, } \lambda = 0.257 \text{ d}^{-1}$$

B মোলের গড় আয়ু,  $\tau$  = কত?

এখানে,

A মোলের ক্ষয় ধূবক,

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

মৌলটির 75% ক্ষয় হলে অক্ষত থাকে 25%

$$\text{অর্থাৎ } \frac{N}{N_0} = 25\% = \frac{1}{4}$$

$$\therefore t = 7.66 \text{ d}$$

∴ A মোলের 75% ক্ষয় হতে সময় লাগে 7.66 d

B – মোলের ক্ষেত্রে,

$$t = -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{N}{N_0}$$

$$\text{বা, } t = -\frac{1}{0.257} \ln \frac{1}{4}$$

$$\therefore t = 5.39 \text{ d}$$

∴ B মোলের 75% ক্ষয় হতে সময় লাগে 5.39 d।

উদ্বোধন অনুসারে মৌলছয়ের 75% ক্ষয় হতে ভিন্ন সময় লাগবে।

প্রয়োজন দুটি তেজস্ক্রিয় মৌল A এবং B এর ক্ষয় ধূবক যথাক্রমে  $0.181 \text{ d}^{-1}$  এবং  $0.257 \text{ d}^{-1}$ ।

ক. ক্ষয় ধূবক কাকে বলে?

১

খ. প্লাঙ্কের ধূবক  $h$  এর মাত্রা সমীকরণ কী হবে?

২

গ. তেজস্ক্রিয় পদার্থটির অর্ধায়ু কত?

৩

ঘ. উদ্বোধনটির তথ্য অনুযায়ী 2030 সালে পদার্থটির কিছু পরিমাণ আর অবশিষ্ট থাকবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর।

৪

[চ. বো. '১৫]

### ২৭নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ. প্লাঙ্কের ধূবক,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$

একক = joule-second

মাত্রা = কাজের মাত্রা  $\times$  সময়ের মাত্রা

= বলের মাত্রা  $\times$  সরণের মাত্রা  $\times$  সময়ের মাত্রা

$$= MLT^{-2} \times L \times T$$

$$[h] = ML^2 T^{-1}$$

গ. আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } T_{\frac{1}{2}} = (0.693 \times 10.82) \text{ বছর}$$

এখানে,

গড় আয়ু,  $\tau = 10.82$  বছর

অর্ধায়ু,  $T_{\frac{1}{2}} = ?$

$$\therefore T_{\frac{1}{2}} = 7.5 \text{ বছর}$$

অতএব, তেজস্ক্রিয় পদার্থটির অর্ধায়ু 7.5 বছর।

ঘ. (গ) হতে প্রাপ্ত অর্ধায়ু,  $T_{\frac{1}{2}} = 7.5$  বছর

পদার্থটির প্রাথমিক ভর,  $N_0 = 20 \text{ g}$

15 বছর পর অক্ষত ভর,  $N' = 5 \text{ g}$

সময়,  $t = 30 \text{ বছর}$

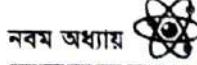
আমরা জানি,  $\frac{N'}{N_0} = e^{-\lambda t}$

$$\text{বা, } \frac{N'}{N_0} = e^{-\frac{0.693}{7.5} \times 30} = e^{-2.772}$$

$$\text{বা, } N' = 20 \times .0625$$

$$\therefore N' = 1.25 \text{ g}$$

∴ 2030 সালে মৌলটির  $1.25 \text{ g}$  অবশিষ্ট থাকবে।



**জ্ঞানী** সুমি একদিন নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবরেটরিতে 15 দিন পূর্বে কেনা রেডনের দুটি নমুনা নিয়ে কাজ করছিল। নমুনা দুটি যখন কেনা হয় তখন ১ম ও ২য় নমুনায় অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা ছিল যথাক্রমে  $10^{12}$  টি ও  $10^{10}$  টি। সে জানে রেডনের ক্ষয় ধূরক  $0.181 \text{ d}^{-1}$ । তার ধারণা ছিল গত 15 দিনে দুটি নমুনাতে সমান সংখ্যক পরমাণু ক্ষয়প্রাপ্ত হয়েছে।

ক. আলোর ব্যতিচার কী?

১

খ. সাদা আলো কাচ প্রিজমে প্রবেশ করলে বর্ণালি সৃষ্টি হয় কেন?

২

গ. প্রথম নমুনার অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা অর্ধেক হতে কত সময় লাগবে?

৩

ঘ. গাণিতিক যুক্তির মাধ্যমে দেখাও যে, সুমির ধারণা ভুল।

[নি. বো. '১৫]

### ২৮নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** দুটি সুসংগত উৎস হতে নিঃসৃত সমান কম্পাঙ্ক ও বিস্তারের দুটি আলোক তরঙ্গ কোনো মাধ্যমের কোনো একটি বিন্দুর মধ্য দিয়ে একই সাথে গমন করলে তরঙ্গ দুটি উপরিপাতনের ফলে বিন্দুটি কখনও উজ্জ্বল আবার কখনও অন্ধকার দেখায়। আলোকের এ ঘটনাকে ব্যতিচার বলে।

**খ** আলোক রশ্মি যখন এক সচ্চ মাধ্যম থেকে অন্য সচ্চ মাধ্যমে প্রবেশ করে তখন আলোক রশ্মি বিভেদ তলে বেঁকে যায়। এ বাঁকার পরিমাণ মাধ্যমস্থলের প্রকৃতি ও আলোর রঙের উপর নির্ভর করে। সাদা আলো সাতটি রঙের আলোর সমবয়ে সৃষ্টি। তাই সাদা আলো যখন কোনো প্রিজমে প্রবেশ করে তখন প্রতিসরণের ফলে রশ্মির গতিপথ বেঁকে যায়। ভিন্ন ভিন্ন বর্ণের আলোর বাঁকার পরিমাণ ভিন্ন

হওয়ার জন্য প্রিজমের মধ্যে সাদা আলো সাতটি বর্ণে বিস্তৃত হয় এবং এ বিস্তৃত অবস্থায় প্রিজম থেকে নির্গত হয়, ফলে পর্দার উপর আমরা বর্ণালি দেখতে পাই।

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

$$\begin{aligned} \text{বা, } -\lambda t &= \ln \frac{N}{N_0} \\ &= \ln \frac{5 \times 10^{11}}{10^{12}} \\ &= \ln 0.5 = -0.693 \\ \therefore t &= \frac{-0.693}{-0.181} \text{ d} = 3.83 \text{ d} \end{aligned}$$

এখানে, প্রথম নমুনার প্রারম্ভিক পরমাণুর সংখ্যা,  $N_0 = 10^{12}$  ধরা যাক,  $t$  সময় পরে রেডনের অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা অর্ধেক হয়।  $\therefore N = \frac{N_0}{2} = \frac{10^{12}}{2} = 5 \times 10^{11}$  ক্ষয় ধূরক,  $\lambda = 0.181 \text{ d}^{-1}$

অর্থাৎ 3.83 দিন পর রেডনের অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা অর্ধেক হয়।

**ঘ** ধরা যাক  $t' = 15 \text{ d}$  এর নমুনাস্থলের অক্ষত পরমাণু সংখ্যা  $N_1'$  ও  $N_0'$ । নমুনাস্থলের প্রারম্ভিক পরমাণুর সংখ্যা যথাক্রমে  $N_0$  ও  $N_0'$  হলে

এখানে,  $N_0 = 10^{12}$  এবং  $N_0' = 10^{10}$

$$\therefore N_1' = N_0 e^{-\lambda t'}$$

$$= 10^{12} e^{(-0.181) \times 15} = 6.62 \times 10^{10}$$

$$\text{এবং } N_2' = N_0 e^{-\lambda t'} = 10^{10} e^{(-0.181 \times 15)} = 6.62 \times 10^8$$

$$\begin{aligned} \text{অর্থাৎ } 1 \text{ ম নমুনাতে ক্ষয় প্রাপ্ত হয়েছে, } N_1 &= N_0 - N_1' \\ &= 10^{12} - 6.62 \times 10^{10} \\ &= 9.338 \times 10^{11} \text{ টি পরমাণু} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এবং } 2 \text{ ম নমুনাতে ক্ষয়প্রাপ্ত হয়েছে, } N_2 &= N_0' - N_2' \\ &= 10^{10} - 6.62 \times 10^8 \\ &= 9.338 \times 10^9 \text{ টি পরমাণু} \end{aligned}$$

এখানে,  $N_1 \neq N_2$

অর্থাৎ সুমির ধারণা ভুল।



### NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের এ অধ্যায়ের অনুশীলনীর নমুনা সূজনশীল প্রশ্নসমূহের যথাযথ উত্তর নিচে সংযোজিত হলো। এসব প্রশ্নোত্তর অনুশীলনের মাধ্যমে তোমরা কলেজ ও ইচ্চেসার্স পরীক্ষার প্রশ্ন ও উত্তরের ধরন ও মান সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পাবে।

### ১ এ টি এম শাম্পুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া তোহিদ স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

**জ্ঞানী** রায়ান নিউক্লিয় ল্যাবে 30 দিন আগে সংগৃহীত স্বর্ণ ও রেডনের অনেক গুলো নমুনার মধ্য থেকে দুটি নমুনা নিয়ে কাজ করছে। নমুনা দুটিতে পরমাণুর সংখ্যা ছিল যথাক্রমে  $3 \times 10^{12}$  এবং  $4 \times 10^9$ । রায়ান জানে স্বর্ণ ও রেডনের ক্ষয় ধূরক যথাক্রমে  $0.12566 \text{ d}^{-1}$  ও  $0.182 \text{ d}^{-1}$ । বর্তমানে পরমাণুস্থলের সংখ্যা যথাক্রমে  $6.9 \times 10^{10}$  ও  $1.7 \times 10^7$ ।

ক. আইসোমার কি?

১

খ. তাপ নিউক্লিয় বিক্রিয়া বলতে কী বোঝ?

২

গ. স্বর্ণের গড় আয়ু ও অর্ধায়ুর মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় কর।

৩

ঘ. নমুনাস্থল-এর কোনটি কোন পদার্থের— যাচাই কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

### ২৯নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** আইসোমার হলো একই প্রজাতির দুটি নিউক্লিয়াস যারা দুটি অবস্থায় থাকে এবং কমপক্ষে যাদের একটি ক্ষণস্থায়ী হয়।

**খ** অত্যধিক তাপমাত্রায় পদার্থসমূহ প্লাজমা অবস্থা ধারণ করে। এ অবস্থায় পরমাণুর ইলেক্ট্রনগুলো নিউক্লিয়াস থেকে বিছেন হয় এবং প্রচল গতিতে ছোটাছুটি করতে থাকে। এ সময় হালকা পরমাণু নিউক্লিয়াসের মধ্যে ফিউশন ঘটে অপেক্ষাকৃত ভারী পরমাণুর সৃষ্টি হয় এবং প্রচল তাপশক্তি নির্গত হয়। একে তাপ নিউক্লিয় বিক্রিয়া বলে। সূর্য ও নক্ষত্রে তাপ নিউক্লিয় বিক্রিয়ায় শক্তি উৎপন্ন হয়ে থাকে।

**গ** এখানে, স্বর্ণের ক্ষয় ধূরক,  $\lambda_g = 0.12566 \text{ d}^{-1}$  স্বর্ণের গড় আয়ু,  $T_g = ?$

$$\therefore \text{স্বর্ণের অর্ধায়ু, } T_{g/2} = ?$$

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

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

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

**ঘ** স্বর্ণের প্রারম্ভিক পরমাণু সংখ্যা,  $N_{g_0} = 3 \times 10^{12}$  রেডনের প্রারম্ভিক পরমাণু সংখ্যা,  $N_{r_0} = 4 \times 10^9$

সময়,  $t = 30 \text{ d}$

স্বর্ণের ক্ষয় ধূরক,  $\lambda_g = 0.12566 \text{ d}^{-1}$

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

30 দিন পর স্বর্ণের পরমাণু সংখ্যা,  $N_g = ?$

30 দিন পর রেডনের পরমাণু সংখ্যা,  $N_r = ?$

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

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

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

**প্রশ্ন ৩০।** প্রাচীন সভ্যতার এক টুকরা কাঠ পরীক্ষা করে দেখা গেল টুকরার প্রতিগ্রাম কার্বন থেকে ঘটায় 360 টি তেজস্ক্রিয়  $^{14}\text{C}$ -এর বিভাজন ঘটছে। প্রতিগ্রাম  $^{14}\text{C}$ -এর আদি সক্রিয়তা ঘটায় 936 টি এবং অর্ধায় 5570 বছর।

- (ক) বন্ধন শক্তি কাকে বলে? ১
- (খ) পরমাণু নিউক্লিয়াসে ইলেক্ট্রন থাকতে পারে না কেন? ২
- (গ)  $^{14}\text{C}$ -এর গড় আয়ু নির্ণয় কর। ৩
- (ঘ) উদ্ধীপকের তথ্য হতে সভ্যতাটির বয়স নির্ণয় সম্ভব কি-না—গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

(অনুলিপনীর প্রথ ২)

### ৩০নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) প্রোটন ও নিউট্রনগুলোকে নিউক্লিয়াসে একত্রে বেধে রাখতে কিছুটা শক্তির প্রয়োজন। এই শক্তিকেই নিউক্লিয়াসের বন্ধন শক্তি বলে।

(খ) আমরা জানি, ইলেক্ট্রন, প্রোটন এবং নিউট্রন নিয়ে একটি পরমাণু গঠিত। ইলেক্ট্রন অণুভাব আধানে, প্রোটন ধনাভাব আধানে এবং নিউট্রন চার্জবিহীন। প্রোটন এবং নিউট্রন পরমাণুর কেন্দ্রে অবস্থান করে। অন্যদিকে ইলেক্ট্রন এবং প্রোটন সংখ্যা সমান বিধায় তাদের আধানের পরিমাণও সমান কিন্তু বিপরীতধর্মী। তাই তারা পরিপ্রকে বিকর্ষণ করে। ফলে তারা একই জায়গায় থাকতে পারে না। অন্যদিকে প্রোটনের ভর ইলেক্ট্রন অপেক্ষা বেশি বলে প্রোটন কেন্দ্রে অবস্থান করে এবং ইলেক্ট্রন প্রোটনের চারদিকে কেন্দ্রের বাইরে বৃত্তাকার পথে ঘূরতে থাকে।

(গ) এখানে, অর্ধায়,  $T_{\frac{1}{2}} = 5570 \text{ y}$

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

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

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

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

সভ্যতার বয়স = ১ বছর

অবক্ষয় দ্রুবক,  $\lambda = 1.2442 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$  [‘গ’ নং থেকে প্রাপ্ত]

$\therefore 936$  টি ভাগন ঘটে  $N_0$  পরিমাণ থেকে

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

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

আমরা জানি,  $N = N_0 e^{-\lambda t}$

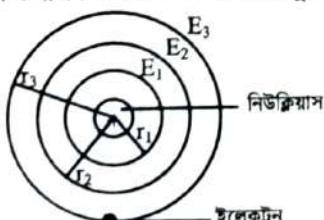
$$\text{বা, } \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$$

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

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

অতএব সভ্যতার বয়স 7679.73 y।

**প্রশ্ন ৩১।** নিচের উদ্ধীপকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



- (ক) বন্ধন শক্তি কী? ১
- (খ) বোর পরমাণু মডেলের দুটি বীকার্য লেখ। ২
- (গ) উদ্ধীপকের ততীয় কক্ষপথ থেকে বিত্তীয় কক্ষপথে ইলেক্ট্রন গমন করলে বিকিরিত শক্তির কম্পাঙ্গক নির্ণয় কর। ৩
- (ঘ) উদ্ধীপকের আলোকে প্রথম বোর কক্ষের ব্যাসার্ধ ও শক্তি নির্ণয় করা সম্ভব কিনা? গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

(অনুলিপনীর প্রথ ৩)

### ৩১নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) একটি নিউক্লিয়াসকে ডেঙে পৃথক পৃথক প্রোটন, নিউট্রনে পরিণত করতে যে পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন তাকে নিউক্লিয়াসের বন্ধন শক্তি বলে।

(খ) বোর পরমাণু মডেলের দুটি বীকার্য নিম্নরূপ—  
কৌণিক ভরবেগ সক্রান্ত বীকার্য : পরমাণুতে ইলেক্ট্রনগুলো নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে কতকগুলো নিদিষ্ট কক্ষপথে ঘূরতে পারে যেখানে ইলেক্ট্রনের কৌণিক ভরবেগ L হলো কোনো পূর্ণসংখ্যা N এবং  $\frac{h}{2\pi}$  এর গুণফল। অর্থাৎ,  $L = \frac{Nh}{2\pi}$ ।

শক্তির সহজে বীকার্য : পরমাণুর ইলেক্ট্রনসমূহ নির্দিষ্ট শক্তির কতকগুলো বৃত্তাকার স্থায়ী কক্ষপথে নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে আবর্তন করে। এসব কক্ষপথে আবর্তনের সময় ইলেক্ট্রন কোনো শক্তি শোষণ বা বিকিরণ করে না।

(গ) আমরা জানি, বিকিরিত ফোটনের শক্তির কম্পাঙ্গক,

$$v = \frac{E_3 - E_2}{\lambda} \quad \dots \quad (1)$$

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

২য় বোর কক্ষের শক্তি ইলেক্ট্রনের চার্জ,  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

$$E_2 = -\frac{me^4}{8 \cdot 2^2 h^2 \epsilon_0^2} \quad \begin{aligned} h &= 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s} \\ \epsilon_0 &= 8.854 \times 10^{-12} \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ C}^2 \\ N &= 2 \text{ এবং } N = 3 \end{aligned}$$

$$= -\frac{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^4}{32 \times (6.63 \times 10^{-34} \text{ J s})^2 \times (8.854 \times 10^{-12} \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ C}^2)^2} \\ = -\frac{5.4 \times 10^{-4} \times 10^{-107}}{10^{-92}} \text{ J} = -5.4 \times 10^{-19} \text{ J}$$

আবার, তৃয় বোর কক্ষের শক্তি,

$$E_3 = -\frac{me^4}{8 \cdot 3^2 \cdot h^2 \epsilon_0^2} \\ = \frac{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^4}{72 \times (6.63 \times 10^{-34} \text{ J s})^2 \times (8.854 \times 10^{-12} \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ C}^2)^2} \\ = -\frac{59.6377 \times 10^{-107}}{248106.755 \times 10^{-92}} \text{ J} = -2.4037 \times 10^{-19} \text{ J}$$

সমীকরণ (১) নং হতে পাই,

$$v = \frac{\{-2.4037 - (-5.4)\} \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}} \text{ Hz} \\ = \frac{2.9963 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}} \text{ Hz} = 0.452 \times 10^{15} \text{ Hz} = 4.52 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

∴ বিকিরিত শক্তির কম্পাঙ্গক  $4.52 \times 10^{14} \text{ Hz}$ ।

(ঘ) উদ্ধীপকের আলোকে প্রথম বোর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ ও শক্তি নির্ণয় করা সম্ভব যার নিম্নে গাণিতিক যুক্তি নিচে উপস্থাপন করা হলো—

এখানে,  $N = 1$

কক্ষপথের ব্যাসার্ধ,  $r_1 = ?$ ; কক্ষপথের শক্তি,  $E_1 = ?$

আমরা জানি,  $r_1 = \frac{h^2 \epsilon_0}{\pi me^2}$

$$= \frac{(6.63 \times 10^{-34})^2 \times 8.854 \times 10^{-12}}{3.1416 \times 9.1 \times 10^{-31} \times (1.6 \times 10^{-19})^2} \\ = \frac{3.89 \times 10^{-78}}{7.32 \times 10^{-68}}$$

$$\therefore r_1 = 5.32 \times 10^{-11} \text{ m}$$

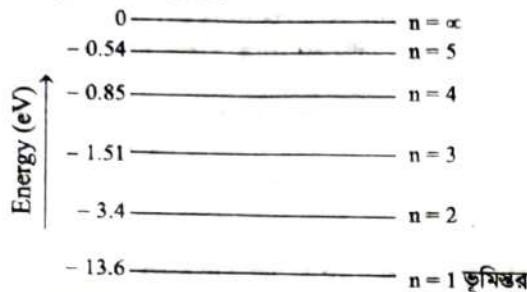
∴ প্রথম বোর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ  $5.32 \times 10^{-11} \text{ m}$ ।

$$\text{আবার, } E_1 = -\frac{me^4}{8 \times 1^2 \times h^2 \epsilon_0^2} \\ = -\frac{9.1 \times 10^{-31} \times (1.6 \times 10^{-19})^4}{8 \times (6.63 \times 10^{-34})^2 \times (8.854 \times 10^{-12})^2} \\ = \frac{-5.963 \times 10^{-106}}{2.76 \times 10^{-88}} = -2.16 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$E_1 = -13.5 \text{ eV}$$

∴ প্রথম বোর কক্ষপথের শক্তি  $-13.5 \text{ eV}$

**বিষয় ৩২।** চিত্রে হাইড্রোজেন পরমাণুর কয়েকটি শক্তিস্তর (ক্ষেত্র অনুযায়ী নয়) দেখানো হয়েছে—



- ক. নিউক্লিয়ার ফিশন কাকে বলে? ১
- খ. রান্ডারফোর্ড মডেলের দুটি সীমাবদ্ধতা লিখ। ২
- গ. একটি পরমাণু  $n = 3$  কক্ষপথ থেকে ভূমি অবস্থায় আসলে যে ফোটন নিঃসরণ করবে তার কম্পাঙ্ক কত হবে? ৩
- ঘ. ইলেক্ট্রন কোন স্তর থেকে কোন স্তরে আসলে  $487 \text{ nm}$  তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের ফোটন নিঃসরিত হবে—গাণিতিক মুক্তি দাও। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৪]

### ৩২নং প্রশ্নের উত্তর

**ক.** যে নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় দৃত গতিশীল ও উচ্চ শক্তিসম্পন্ন কোনো কণার আঘাতে একটি বৃহদাকার নিউক্লিয়াসকে তেওঁে একাধিক কাছাকাছি ভরের ক্ষুদ্রতর নিউক্লিয়াসে পরিষ্ঠ করা হয়, তাকে নিউক্লিয়ার ফিশন বলা হয়।

**খ.** রান্ডারফোর্ডের পরমাণু মডেলের দুটি সীমাবদ্ধতা নিম্নে বর্ণিত হলো—

১. রান্ডারফোর্ডের পরমাণু মডেলের ভিত্তি নিউক্লিয়ার মাধ্যাকর্ষণ ও গতিসূত্রের উপর প্রতিটিত। নিউক্লিয়ার মাধ্যাকর্ষণ ও গতিসূত্র কেবল তড়িৎ আধান নিরপেক্ষ ক্ষুর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য, তড়িৎ আধানযুক্ত ক্ষুর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য নয়। কারণ ইলেক্ট্রন ঝণাঝক ও নিউক্লিয়াস ধনাখাক আধানধর্মী। আবার গ্রহমন্ডলীতে পরম্পরের মধ্যে আকর্ষণ বল রয়েছে অর্থ ইলেক্ট্রন একে অপরকে বিকর্ষণ করে।
২. ইলেক্ট্রনগুলোর কক্ষপথের আয়তন ও আকৃতি সম্পর্কে এ মডেলে কিছু বলা হয় নি।

**গ.** উদ্ধীপকের তথ্যের আলোকে,

$$\text{তৃতীয় কক্ষপথের শক্তি, } E_3 = -1.5 \text{ eV} \\ = -(1.5 \times 1.6 \times 10^{-19}) \text{ J} \\ = -2.4 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\therefore \text{ভূমি অবস্থায় শক্তি, } E_1 = -13.6 \text{ eV} \\ = -(13.6 \times 1.6 \times 10^{-19}) \text{ J} \\ = -2.176 \times 10^{-18} \text{ J}$$

নিঃসৃত ফোটনের কম্পাঙ্ক,  $v = ?$

আমরা জানি,

$$E_3 - E_1 = hv \\ \text{বা, } -2.4 \times 10^{-19} - (-2.176 \times 10^{-18}) = 6.63 \times 10^{-34} \times v$$

$$\text{বা, } v = \frac{1.936 \times 10^{-18}}{6.63 \times 10^{-34}}$$

$$\therefore v = 2.92 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$\therefore N = 3$  কক্ষপথ থেকে ভূমি অবস্থায় আসলে যে ফোটন নিঃসৃণ করবে তার কম্পাঙ্ক হবে  $2.92 \times 10^{15} \text{ Hz}$ ।

**ঘ.** উদ্ধীপকের ইলেক্ট্রন কোন স্তর থেকে কোন স্তরে আসলে, নিঃসৃত ফোটনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য  $487 \text{ nm}$  হবে তা নিম্নে গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তুলে ধরা হলো—

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{N_1^2} - \frac{1}{N_2^2} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{4.87 \times 10^{-7}}$$

$$= 109678 \times 10^2 \left( \frac{1}{N_1^2} - \frac{1}{N_2^2} \right)$$

$$\text{বা, } 0.187 = \left( \frac{1}{N_1^2} - \frac{1}{N_2^2} \right)$$

$$\therefore \frac{1}{N_1^2} - \frac{1}{N_2^2} = 0.187 \dots (1)$$

$$N_1 = 1 \text{ এবং } N_2 = 2 \text{ হলে, } \left( \frac{1}{1} - \frac{1}{4} \right) = 0.75$$

$$N_1 = 1 \text{ এবং } N_2 = 3 \text{ হলে, } \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) = 0.88$$

$$N_1 = 2 \text{ এবং } N_2 = 3 \text{ হলে, } \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) = 0.1388$$

$$N_1 = 2 \text{ এবং } N_2 = 4 \text{ হলে, } \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{16} \right) = 0.1875; \text{ যা } \dots (1) \text{ নং}$$

সমীকরণের সমান। সুতরাং বলা যায় যে, ইলেক্ট্রনটি ৪৮৭ শক্তিস্তর থেকে ২য় শক্তি স্তরে আসলেই নিঃসৃত ফোটনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য  $487 \text{ nm}$  হবে।

### ৩৩নং 226<sub>88</sub>X → Y + α

**ক.** গড় আয়ু কাকে বলে?

**খ.** তেজস্ক্রিয়তার কারণ ব্যাখ্যা কর।

**গ.** X-এর অর্ধায় 6.93 দিন হলে কত দিন পরে এই তেজস্ক্রিয় পদার্থের এক-দশমাংশ অবশিষ্ট থাকবে?

**ঘ.** অবক্ষয় ধ্রুবক ও গড় আয়ু নির্ণয় করা সম্ভব কি না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার উত্তরের সত্যতা যাচাই কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৫]

### ৩৩নং প্রশ্নের উত্তর

**ক.** কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের সকল পরমাণুর আয়ুর যোগফলকে পরমাণুর প্রারভিক সংখ্যা দ্বারা ভাগ করলে যে আয়ু পাওয়া যায় তাকে এই তেজস্ক্রিয় পদার্থের গড় আয়ু বলা হয়।

**খ.** তেজস্ক্রিয় মৌল হতে তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্গমনের ঘটনাকে বলা হয় তেজস্ক্রিয়তা।

**ব্যাখ্যা :** তেজস্ক্রিয়তা ঘটনাটি সম্পূর্ণভাবে প্রকৃতি নিয়ন্ত্রিত। এটি তাপ, চাপ, বৈদ্যুতিক বা চৌমুক ঘটনা দ্বারা প্রতিবিত্ত হয় না। তেজস্ক্রিয়তা ধর্ম বিশিষ্ট পদার্থকে তেজস্ক্রিয় পদার্থ বলে। যেসব পদার্থের পারমাণবিক সংখ্যা ৮৩-এর বেশি সাধারণত সেসব পদার্থ তেজস্ক্রিয় হয়। যেমন—ইউরেনিয়াম, থোরিয়াম, রেডিয়াম ইত্যাদি তেজস্ক্রিয় পদার্থ।

**গ.** আমরা জানি,

$$\text{অবক্ষয় ধ্রুবক, } \lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}} \\ = \frac{0.693}{6.93} = 0.1$$

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

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

$$\text{বা, } \ln \frac{1}{10} = -0.1t$$

$$\therefore t = 23.03 \text{ day}$$

সুতরাং 23.03 day পরে X-তেজস্ক্রিয় পদার্থটির এক-দশমাংশ অবশিষ্ট থাকবে।

উদ্ধীপকের তথ্য অনুসারে,

X-এর অর্ধায়  $T_{1/2} = 6.93 \text{ day}$

$$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{10}$$

সময়,  $t = ?$

ঘ উল্লিপকের তথ্য অনুসারে, X-এর অবক্ষয় ধূবক এবং গড় আয়ু নির্ণয় কৰা সম্ভব—

X-এর অর্ধায়  $T_{1/2} = 6.93 \text{ day}$

X-এর অবক্ষয় ধূবক,  $\lambda = ?$

X-এর গড় আয়ু,  $t = ?$

$$\text{আমোৱা জানি, } \lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}} = \frac{0.693}{6.93}$$

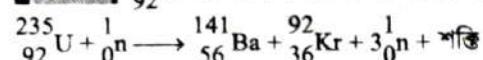
$$\therefore \lambda = 0.1 \text{ day}^{-1}$$

$$\text{আবার, } t = \frac{T_{1/2}}{\lambda} = \frac{6.93}{0.693}$$

$$\therefore t = 10 \text{ day}$$

∴ X-এর অবক্ষয় ধূবক  $0.1 \text{ day}^{-1}$  এবং গড় আয়ু  $10 \text{ day}$ ।

**জ্ঞান ৩৪**  $^{235}_{92}\text{U}$  এর ফিশন এর ফলে নিম্নোক্ত বিক্রিয়াটি ঘটে :



এই ভাঙনকে বিশ্লেষণ কৰে দেখা গেল যে,  $10 \text{ g}$  হতে প্রতি সেকেন্ডে  $5.02 \times 10^{10}$  পরমাণু নির্গত হয়। প্রোটন ও নিউট্রনের ভৱ যথাক্রমে  $1.0078 \text{ amu}$  ও  $1.0087 \text{ amu}$ .

ক. তেজস্ক্রিয়তা কী? ১

খ. তেজস্ক্রিয়তা কী একটি নিউক্লীয় ঘটনা? ব্যাখ্যা কৰ। ২

গ. ইউরেনিয়ামের  $\frac{1}{4}$  অংশ ক্ষয় হতে কত সময় লাগবে? ৩

ঘ. ইউরেনিয়াম এর ফিশনের ফলে নির্গত বন্ধনশক্তি নির্ণয় কৰে দেখাও যে, এটি মানব কল্যাণে ব্যবহার কৰা যাবে। ৪

[অনুশীলনীৰ প্ৰশ্ন ৬]

### ৩৪নং প্রশ্নেৰ উত্তৰ

ক. তেজস্ক্রিয়তা মৌল হতে স্বতঃস্ফূর্তভাবে কোণ বা রশ্মি নির্গত হওয়াৰ প্ৰক্ৰিয়াই তেজস্ক্রিয়তা।

খ. তেজস্ক্রিয়তা একটি সম্পূর্ণ স্বতঃস্ফূর্ত প্ৰকৃতিৰ ঘটনা। এটি কোনো ভৌত ও রাসায়নিক কাৰণ যেমন— উৰুতা, চাপ, তড়িৎক্ষেত্ৰ, চৌমুক্ষেত্ৰ, জারণ ইত্যাদিৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৰে না। রাসায়নিক সংযোগেৰ ফলে তেজস্ক্রিয় ভাঙন প্ৰভাৱিত হয় না। যেমন তেজস্ক্রিয় মৌল রেডিয়াম অতেজস্ক্রিয় মৌল ক্লোৱিনেৰ সঙ্গে বিক্ৰিয়া কৰে রেডিয়াম ক্লোৱাইড ( $\text{RaCl}_2$ ) যৌগ গঠন কৰে। এই পৰিবৰ্তনে পৰমাণুৰ নিউক্লিয়াসেৰ স্বচেয়ে বাইৱেৰ স্বৰূপ ইলেক্ট্ৰন অংশগ্ৰহণ কৰে। ফলে রাসায়নিক পৰিবৰ্তনে পৰমাণুৰ ইলেক্ট্ৰন কাঠামোৰ পৰিবৰ্তন ঘটে, কিন্তু পৰমাণুৰ নিউক্লিয়াসেৰ কোনো পৰিবৰ্তন হয় না। এখন নিৰ্দিষ্ট পৰিমাণ রেডিয়াম ও তাৰ থেকে উৎপন্ন  $\text{RaCl}_2$  যৌগেৰ ক্ষেত্ৰে দেখা যায় মৌল রেডিয়ামেৰ পৰমাণুৰ নিউক্লিয়াস ভেঙে যেমন তেজস্ক্রিয় রশ্মি নিঃসৃত হয়, তেমনি  $\text{RaCl}_2$  যৌগেৰ রেডিয়াম পৰমাণুৰ নিউক্লিয়াস ভেঙে ঠিক একই রকম তেজস্ক্রিয় রশ্মি নিঃসৃত হয়। সুতৰাং এ থেকে প্ৰমাণিত হয় যে তেজস্ক্রিয়তা হলো একটি নিউক্লিয় ঘটনা।

গ. দেওয়া আছে, ক্ষয় ধূবক,  $\lambda = 5.02 \times 10^6 \text{ s}^{-1}$

$$N_0 = 1 \text{ হলো, } N = 1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$$

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

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

$$\text{বা, } \frac{3}{4} = e^{-\lambda t}$$

$$\text{বা, } \ln\left(\frac{3}{4}\right) = -\lambda t$$

$$\text{বা, } t = \frac{-0.2876}{5.02 \times 10^6}$$

$$\therefore t = 5.71 \times 10^{-8} \text{ sec}$$

প্ৰয়োজনীয় সময়  $5.71 \times 10^{-8} \text{ s}$ ।

ঘ বিক্ৰিয়াৰ পূৰ্বে মোট ভৱ :

$$^{235}_{92}\text{U} = 235.0439 \text{ amu}$$

$$^1_0\text{n} = 1.0087 \text{ amu}$$

$$\text{মোট} = 236.0526 \text{ amu}$$

বিক্ৰিয়াৰ পৰে মোট ভৱ :

$$^{141}_{36}\text{Ba} = 140.9139 \text{ amu}$$

$$^{92}_{36}\text{Kr} = 91.8973 \text{ amu}$$

$$^1_0\text{n} = 3.0261 \text{ amu}$$

$$\text{মোট} = 235.8373 \text{ amu}$$

$$\text{ভৱ পাৰ্থক্য, } \Delta m = 236.0526 - 235.8373 = 0.2153 \text{ amu}$$

আইনস্টাইনেৰ ভৱশক্তি সমীকৰণ থেকে পাওয়া যায়  $1 \text{ amu}$  ভৱ প্ৰাৱ

$$931 \text{ MeV}$$

$$\therefore ^{235}_{92}\text{U} বিভাজনে নিৰ্গত শক্তিৰ পৰিমাণ} = 0.2153 \times 931 \text{ MeV}$$

$$= 200 \text{ MeV}$$

এ বিপুল পৰিমাণ শক্তি নিয়ন্ত্ৰিতভাৱে ব্যবহাৰ কৰতে পাৱলে মানব কল্যাণে সহায়তা হবে।

**জ্ঞান ৩৫** ডিউটেরিয়াম পৰমাণুৰ ভৱ  $2.014102 \text{ amu}$ , প্ৰোটনেৰ ভৱ

$$1.007276 \text{ amu}, \text{ নিউট্রনেৰ ভৱ } 1.008665 \text{ amu} \text{ ও ইলেক্ট্ৰনেৰ ভৱ } 5.486 \times 10^{-4} \text{ amu}.$$

ক. এক পাৰমাণবিক ভৱ একক বা  $1 \text{ amu}$  কী? ১

খ. পৰমাণুতে আবশ্য ইলেক্ট্ৰনেৰ মোট শক্তি সৰ্বদা

ঝণাঝুক হয়— ব্যাখ্যা কৰ। ২

গ. ডিউটেরিয়ামেৰ ভৱ ঘাটতি নিৰ্ণয় কৰ। ৩

ঘ. ডিউটেরিয়াম পৰমাণুকে  $2 \text{ MeV}$  শক্তিৰ গামা রশ্মি দিয়ে এৰ

প্ৰোটন ও নিউট্রনকে পৃথক কৰা যাবে কি-না— ব্যাখ্যা কৰ। ৪

[অনুশীলনীৰ প্ৰশ্ন ৭]

### ৩৫নং প্রশ্নেৰ উত্তৰ

ক. পৰমাণুৰ ভৱ নগণ্য বলে এৰ প্ৰকৃত ভৱ বিবেচনা না কৰে কোনো প্ৰামাণ মৌলেৰ সাপেক্ষে অন্য সকল মৌলেৰ ভৱ নিৰ্ণয় কৰা হয়।  $^{12}_{6}\text{C}$  মৌলকে প্ৰামাণ মৌল হিসেবে ধৰে,  $^{12}_{6}\text{C}$  পৰমাণুৰ ভৱেৰ

$\frac{1}{12}$  অংশকে পাৰমাণবিক ভৱ একক বা  $1 \text{ amu}$  বলা হয়।

খ. পৰমাণুতে আবশ্য একটি ইলেক্ট্ৰনেৰ

মোট শক্তি = গতিশক্তি + বিভব শক্তি

$$= E_k + E_p$$

$$= \frac{1}{2} mv^2 + (-eV)$$

$$= \frac{1}{2} mv_0^2 - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r_n}$$

এই সমীকৰণে  $v_n$  ও  $r_n$  এৰ মান বসিয়ে n-তম কক্ষপথেৰ শক্তি পাই,

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

এই সমীকৰণ থেকে দেখা যায় মোট শক্তি সৰ্বদাই ঝণাঝুক। এৰ কাৰণ হলো ইলেক্ট্ৰন পৰমাণুতে আবশ্য ধাকাৰ কাৰণে অসীমেৰ দিকে ইলেক্ট্ৰনকে সৱিয়ে নিতে কাজ কৰতে হয়।

গ. ডিউটেরিয়ামে ( ${}_1^2\text{H}$ ) একটি প্ৰোটন ও একটি নিউট্রন আছে।

প্ৰোটনেৰ ভৱ =  $1.007276 \text{ amu}$

নিউট্রনেৰ ভৱ =  $1.008665 \text{ amu}$

∴ যুক্ত অবস্থায়, প্ৰোটনেৰ ভৱ + নিউট্রনেৰ ভৱ

$$= 1.007276 + 1.008665 = 2.015941 \text{ amu}$$

কিন্তু ডিউটেরিয়ামেৰ নিউক্লিয়াসেৰ ভৱ =  $2.014102 \text{ amu}$

∴ ভৱ ঘাটতি,  $= 2.015941 - 2.014102$

$$= 0.001839 \text{ amu}$$

অতএব, ডিউটেরিয়ামেৰ ভৱ ঘাটতি  $0.001839 \text{ a.m.u.}$



আমরা জানি,  $N = N_0 e^{-\lambda t}$

$$\text{বা, } \ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = -\lambda t \quad | \quad \text{সময়, } t = 1y$$

$$\text{বা, } \ln\left(\frac{6.019 \times 10^{23}}{6.02 \times 10^{23}}\right) = -\lambda \times 1$$

$$\therefore \lambda = 1.66 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$$

$$\text{এখন, তরঙ্গ, } T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{1.66 \times 10^{-4}} = 4174.7 \text{ year}$$

অতএব, জ্বালানির অর্ধায় 4174.7 year.

যা এখানে, পারমাণবিক বিদ্যুৎ কেন্দ্রের ক্ষমতা,

$$P = 4000 \text{ MW} = 4000 \times 10^6 \text{ W} = 4 \times 10^9 \text{ W}$$

অর্ধায় বিদ্যুৎ কেন্দ্রটি থেকে এক বছরে উৎপাদিত বিদ্যুৎশক্তি

$$E = 4 \times 10^9 \times 365 \times 24 \times 3600 = 1.26 \times 10^{17} \text{ J}$$

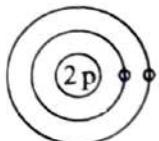
আলোর বেগ,  $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

আমরা জানি,  $E = mc^2$

$$\text{বা, } m = \frac{E}{c^2} = \frac{1.26 \times 10^{17}}{(3 \times 10^8)^2} = 1.4 \text{ kg}$$

অতএব, দেখা যাচ্ছে 1 বছরের বিদ্যুৎ কেন্দ্রে 1 কেজির বেশি জ্বালানি খরচ হবে।

### প্রশ্ন ৩৮



ক. তেজস্ত্বিয়তার একক কী?

খ. "নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া এবং রাসায়নিক বিক্রিয়া এক নয়"-  
ব্যাখ্যা কর।

গ. হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রথম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর।

ঘ. উভেজিত অবস্থায় হাইড্রোজেন পরমাণুর একটি ইলেকট্রন  
বিত্তীয় শক্তিতের থেকে প্রথম শক্তিতের গমন করলে নির্ণত

বিকিরণ দৃশ্যমান হবে কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১০]

### ৩৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তেজস্ত্বিয়তার একক বেকেরেল।

খ. রসায়নিক বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ার দিক, বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন এবং  
ইলেক্ট্রন স্থানস্থরের মাধ্যমে হয়। কিন্তু নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় নিউক্লিন  
সংযোজন বা নিউক্লিনের বিয়োজনের মাধ্যমে উৎপন্ন হয়। রাসায়নিক  
বিক্রিয়া উভয়ই হতে পারে কিন্তু নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া সবসময় একমুখী।  
নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া ঘটানোর জন্য নিউক্লিয়ার চুম্বির প্রয়োজন কিন্তু  
রাসায়নিক বিক্রিয়া সাধারণ ল্যাবরেটরিতে ঘটানো যায়।

অতএব, রাসায়নিক বিক্রিয়া ও নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া এক নয়।

গ. আমরা জানি,

$$\begin{aligned} r_1 &= \frac{h^2 \epsilon_0}{\pi m e^2} \\ &= \frac{(6.63 \times 10^{-34})^2 \times 8.854 \times 10^{-12}}{3.1416 \times 9.1 \times 10^{-31} \times (1.6 \times 10^{-19})^2} \\ &= \frac{3.89 \times 10^{-78}}{7.32 \times 10^{-68}} \\ &= 5.3 \times 10^{-11} \text{ m} = 0.53 \text{ A}^{\circ} \end{aligned}$$

অতএব, হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রথম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ 053 A°।

ঘ. আমরা জানি, হাইড্রোজেনের প্রথম শক্তি 136 eV।

আবার,  $E_n = \frac{E_1}{n^2}$

$$\therefore E_2 = -\frac{13.6}{2^2} = -3.4 \text{ eV}$$

আবার, আমরা জানি,  $hf = E_u - E_l$

$$\text{বা, } f = \frac{E_u - E_l}{h} = \frac{(-3.4 + 13.6) \text{ eV}}{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}} = \frac{10.2 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}}{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}} = 2.46 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

এখন,  $C = f\lambda$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{C}{f} = \frac{3 \times 10^8}{2.46 \times 10^{15} \text{ m}} = 1.219 \times 10^{-7} \text{ m} = 1.219 \times 10^{-7} \times 10^{10} \text{ Å} = 1.219 \times 10^3 = 1219 \text{ Å}$$

অতএব, দৃশ্যামান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 7000 Å – 4000 Å। যেহেতু  
নিম্নীত তরঙ্গদৈর্ঘ্য 1219 Å। তাই ২য় শক্তিতের থেকে ১ম শক্তিতেরে  
একটি ইলেক্ট্রন গমন করলে বিকিরণ দৃশ্যামান হবে না।

**প্রশ্ন ৩৯** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১১-এর উত্তরের জন্য  
সৃজনশীল প্রশ্ন ১-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৪০** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১২-এর উত্তরের জন্য  
সৃজনশীল প্রশ্ন ২-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৪১** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৩-এর উত্তরের জন্য  
সৃজনশীল প্রশ্ন ৪-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৪২** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৪-এর উত্তরের জন্য  
সৃজনশীল প্রশ্ন ৫-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৪৩** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৫-এর উত্তরের জন্য  
সৃজনশীল প্রশ্ন ৭-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৪৪** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৬-এর উত্তরের জন্য  
সৃজনশীল প্রশ্ন ৮-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৪৫** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৭-এর উত্তরের জন্য ৬১৩  
পৃষ্ঠার ২ নং (জ্ঞানমূলক), ৬১৪ পৃষ্ঠার ২ নং (অনুধাবনমূলক) এবং  
৫৮৬ পৃষ্ঠার সৃজনশীল প্রশ্ন ১১-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৪৬** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৮-এর উত্তরের জন্য ৬১৩  
পৃষ্ঠার ৩ নং (জ্ঞানমূলক), ৬১৪ পৃষ্ঠার ৩ নং (অনুধাবনমূলক) এবং  
৫৮৭ পৃষ্ঠার সৃজনশীল প্রশ্ন ১২-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৪৭** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৯-এর উত্তরের জন্য ৬১৩  
পৃষ্ঠার ৪ নং (জ্ঞানমূলক), ৬১৪ পৃষ্ঠার ৪ নং (অনুধাবনমূলক) এবং  
৫৮৭ পৃষ্ঠার সৃজনশীল প্রশ্ন ১৩-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৪৮** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ২০-এর উত্তরের জন্য ৬১৩  
পৃষ্ঠার ৬ নং (জ্ঞানমূলক), ৬১৫ পৃষ্ঠার ৬ নং (অনুধাবনমূলক) এবং  
৫৮৮ পৃষ্ঠার সৃজনশীল প্রশ্ন ১৫-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৪৯** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ২১-এর উত্তরের জন্য ৬১৩  
পৃষ্ঠার ৭ নং (জ্ঞানমূলক), ৬১৫ পৃষ্ঠার ৭ নং (অনুধাবনমূলক) এবং  
৫৮৮ পৃষ্ঠার সৃজনশীল প্রশ্ন ১৬-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৫০** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ২২-এর উত্তরের জন্য ৬১৩  
পৃষ্ঠার ৮ নং (জ্ঞানমূলক), ৬১৫ পৃষ্ঠার ৮ নং (অনুধাবনমূলক) এবং  
৫৮৯ পৃষ্ঠার সৃজনশীল প্রশ্ন ১৭-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৫১** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ২৩-এর উত্তরের জন্য ৬১৩  
পৃষ্ঠার ৯ নং (জ্ঞানমূলক), ৬১৫ পৃষ্ঠার ৯ নং (অনুধাবনমূলক) এবং  
৫৯০ পৃষ্ঠার সৃজনশীল প্রশ্ন ১৯-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

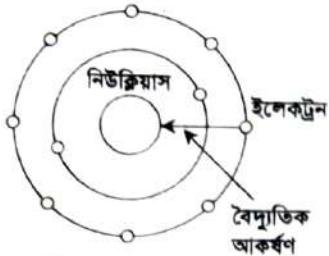
**প্রশ্ন ৫২** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ২৪-এর উত্তরের জন্য ৬১৩  
পৃষ্ঠার ১১ নং (জ্ঞানমূলক), ৬১৫ পৃষ্ঠার ১১ নং (অনুধাবনমূলক) এবং  
৫৯২ পৃষ্ঠার সৃজনশীল প্রশ্ন ২২-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৫৩** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ২৫-এর উত্তরের জন্য ৬১৩  
পৃষ্ঠার ১৩ নং (জ্ঞানমূলক), ৬১৫ পৃষ্ঠার ১৩ নং (অনুধাবনমূলক) এবং  
৫৯৪ পৃষ্ঠার সৃজনশীল প্রশ্ন ২৬-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।



**চ. ড. আমির হোসেন খান, মোহাম্মদ ইসহাক ও ড. মো. নজরুল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর**

**প্রশ্ন ১:** চিত্রে রাদারফোর্ড মডেল অনুযায়ী পরমাণুর আকৃতি দেখানো হয়েছে।



১

২

৩

৪

৫

৬

৭

৮

বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ার পরের মোট ভর হলো

$$= (140.9139 + 91.8973 + 3.0261) \text{ amu}$$

$$= 235.8373 \text{ amu}$$

$$\therefore \text{বিক্রিয়ায় ভর ঘাটতি} = (236.0526 - 235.8373) \text{ amu}$$

$$= 0.2153 \text{ amu}$$

আমরা জানি, আইনস্টাইনের ভর শক্তির সমীকরণ,  $E = mc^2$

$$\therefore \text{বিক্রিয়ায় শক্তির পরিমাণ} = 0.2153 \times 931 \text{ MeV}$$

$$= 200 \text{ MeV (প্রায়)}$$

$$\therefore \text{উল্লেখিত বিক্রিয়ায় শক্তির পরিমাণ} 200 \text{ MeV (প্রায়)}।$$

**প্রশ্ন ২:**  $^{88}\text{Ra}^{226}$  এর অর্ধজীবন 1600 year।

**ক.** নিউক্লিয়ন বলতে কী বুঝায়?

১

**খ.** অর্ধায় ও ক্ষয় ধ্রুবক এর মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর।

২

**গ.**  $^{88}\text{Ra}^{226}$  এর ক্ষয় ধ্রুবক ও গড় জীবন নির্ণয় কর।

৩

**ঘ.**  $^{88}\text{Ra}^{226}$  এর তেজস্ক্রিয় ভাঙ্গনের লেখচিত্র অঙ্কন কর এবং এর  $\frac{1}{8}$  অংশ বৃপ্ততরের সময় নির্ণয় কর।

৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ২]

**৫৫নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক.** প্রোটন ও নিউট্রনের সাধারণ নাম নিউক্লিয়ন।

**খ.** অর্ধায় ও ক্ষয় ধ্রুবক এর মধ্যে সম্পর্ক নিম্নরূপ-

$$\text{তেজস্ক্রিয় বৃপ্ততির বা সূচকীয় সূত্র হতে, আমরা জানি, } N = N_0 e^{-\lambda t} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{যখন } t = T_{\frac{1}{2}} \text{ তখন } N = \frac{N_0}{2}$$

$$\therefore \frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T_{\frac{1}{2}}} \quad [(1) \text{ নং সমীকরণ হতে}]$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} = e^{-\lambda T_{\frac{1}{2}}}$$

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

$$\text{বা, } -\lambda T_{\frac{1}{2}} = \ln 1 - \ln 2 = -\ln 2 \quad [\because 1/N = 0]$$

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

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

অর্থাৎ তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায় এর ক্ষয় ধ্রুবকের ব্যাপ্তানুপাতিক। এটিই নির্ণেয় সম্পর্ক।

**গ.** আমরা জানি, ক্ষয় ধ্রুবক,

$$\lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{0.693}{1600 \text{ y}}$$

$$= 0.000433 \text{ y}^{-1}$$

$$\therefore \lambda = 4.33 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$$

এখানে,  
অর্ধজীবন,  $T_{\frac{1}{2}} = 1600 \text{ year}$

ক্ষয় ধ্রুবক,  $\lambda = ?$   
গড় জীবন,  $t = ?$

$$\text{আবার, গড় জীবন, } t = \frac{T_{\frac{1}{2}}}{\lambda} = \frac{1600 \text{ y}}{0.693} = 2308.80 \text{ y}$$

অতএব,  $^{88}\text{Ra}^{226}$  এর ক্ষয় ধ্রুবক  $4.33 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$  এবং গড় জীবন 2308.80 y।

**ঘ.**  $^{88}\text{Ra}^{226}$  এর ক্ষেত্রে,

$$t = 0 \text{ সময়ে অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা, } N_1 = N_0$$

$$t = T_{1/2} \text{ সময়ে অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা, } N_2 = \frac{N_1}{2} = \frac{N_0}{2}$$

$$\text{আবার, } t = 2 T_{1/2} \text{ সময়ে অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা, } N_3 = \frac{N_2}{2} = \frac{N_0}{4}$$

নিচে এর তেজস্ক্রিয় ভাগনের লেখচিত্র অঙ্কন করা হলো—

গ হতে, ক্ষয় ধ্রুবক,  $\lambda = 4.33125 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}$

ধরি,  ${}_{88}\text{Ra}^{226}$  এর প্রাথমিক পরমাণুর সংখ্যা

$N_0$  এবং অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা  $N$ .

$$\text{প্রথমতে, } N = \frac{N_0}{8}$$

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

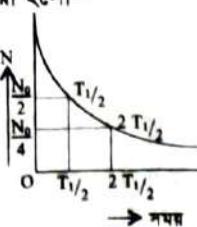
$$\text{বা, } \frac{N_0}{8N_0} = e^{-\lambda t}$$

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

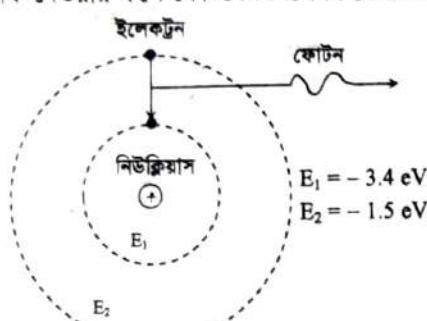
$$\text{বা, } -2.079 = -4.33125 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1} \times t$$

$$\text{বা, } t = \frac{-2.079}{-4.33125 \times 10^{-4} \text{ y}^{-1}} = 4800 \text{ y}$$

সুতরাং  $\frac{1}{8}$  অংশ রূপান্তরের সময় 4800 yr.



**প্রয়োগ ৫৬** নিচের চিত্রে একটি ইলেক্ট্রনের ২য় কক্ষপথ হতে ১ম কক্ষপথে লাফ দেওয়ার ফলে ফোটনের নিঃসরণ দেখানো হয়েছে।



ক. বোর মডেলের স্বীকার্য কয়টি? প্রথম স্বীকার্য বিবৃত কর। ১  
খ. উদ্দীপকের ইলেক্ট্রন ২য় কক্ষ হতে ১ম কক্ষে লাফ দেওয়ার বিকিরিত শক্তির পরিমাণ কত? কক্ষপথের মুখ্য কোয়ান্টাম সংখ্যা বলতে কী বোঝ? ২

গ. হাইড্রোজেন পরমাণুর ছিতীয় ইলেক্ট্রনের কক্ষের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। (ধর  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$ ,  $m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$  ও  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ) ৩

ঘ. ইলেক্ট্রন ২য় কক্ষপথ হতে ১ম কক্ষপথে লাফ দেওয়ার ফলে নির্গত ফোটনের কম্পাঙ্ক কত হবে? ইলেক্ট্রন কক্ষপথে আবর্তনে শক্তির শোষণ না হয়ে বিকিরণ ঘটে এর যৌক্তিকতা ব্যাখ্যা কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রয় ৩]

### ২ ৫৬নং প্রয়োগের উত্তর

ক. বোর মডেলের স্বীকার্য তিনটি।

প্রথম স্বীকার্য বা শক্তিসম্পর্কিত স্বীকার্য : পরমাণুর ইলেক্ট্রনসমূহ নির্দিষ্ট শক্তির কক্ষগুলো বৃত্তাকার স্থায়ী কক্ষপথে নিউক্লিয়াসের চারদিকে আবর্তন করে। এ সকল কক্ষপথে আবর্তনরত অবস্থায় ইলেক্ট্রন কোনো শক্তি শোষণ বা বিকিরণ করে না। এ কক্ষপথগুলোকে শক্তিস্তর বা অরবিট বলা হয়।

খ. আমরা জানি,

$$\begin{aligned} E &= E_2 - E_1 \\ &= -1.5 - (-3.4) \\ &= -1.5 + 3.4 \\ &= 1.9 \text{ eV} \end{aligned}$$

অতএব, বিকিরিত ইলেক্ট্রন শক্তি 1.9 eV।

মুখ্য কোয়ান্টাম সংখ্যা : পরমাণুর শক্তিস্তরসূচক সংখ্যাগুলোকে মুখ্য কোয়ান্টাম সংখ্যা বলে। একে সাধারণত n হারা প্রকাশ করা হয় ( $n = 1, 2, 3, \dots, ইত্যাদি$ )।

এখানে,

$$\begin{aligned} 1\text{ম কক্ষপথের শক্তি}, E_1 &= -3.4 \text{ eV} \\ 2\text{য় কক্ষপথের শক্তি}, E_2 &= -1.5 \text{ eV} \\ \text{বিকিরিত শক্তি}, E &=? \end{aligned}$$

১ এখানে, ইলেক্ট্রনের ভর,  $m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$

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

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

শূন্যস্থানে তেলনযোগ্যতা,  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$

কোয়ান্টাম সংখ্যা,  $n = 2$

কক্ষের ব্যাসার্ধ,  $r_n = ?$

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

$$= \frac{2^2 \times (6.63 \times 10^{-34})^2 \times 8.854 \times 10^{-12}}{3.1416 \times 9.11 \times 10^{-31} \times (1.6 \times 10^{-19})^2} \\ = 2.12 \times 10^{-10} \text{ m} = 2.12 \text{ Å}$$

অতএব, ২য় ইলেক্ট্রনের কক্ষের ব্যাসার্ধ 2.12 Å।

ঘ. এখানে, ২য় কক্ষপথের শক্তি,  $E_2 = -1.5 \text{ eV}$

১ম কক্ষপথের শক্তি,  $E_1 = -3.4 \text{ eV}$

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

কম্পাঙ্ক,  $f = ?$

আমরা জানি,  $hf = E_2 - E_1$

$$\text{বা, } f = \frac{E_2 - E_1}{h}$$

$$= \frac{(-1.5 + 3.4) \text{ eV}}{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}}$$

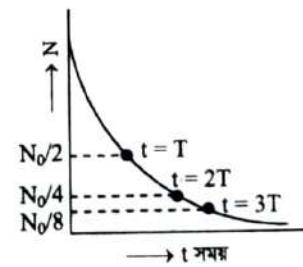
$$= \frac{1.9 \text{ eV}}{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}} = \frac{1.9 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}}{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}} = 4.59 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

অতএব, নির্গত ফোটনের কম্পাঙ্ক  $4.59 \times 10^{14} \text{ Hz}$ ।

ইলেক্ট্রন কক্ষপথে আবর্তনে শক্তির শোষণ না হয়ে বিকিরণ : বোরের তৃতীয় স্বীকার্য থেকে আমরা জানি, ইলেক্ট্রন একটি শক্তিস্তর থেকে আরেকটি শক্তিস্তরে স্থানান্তরিত হলে শক্তির শোষণ ঘটে। ইলেক্ট্রন উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তরে স্থানান্তরিত হলে শক্তির শোষণ ঘটে।

উদ্দীপক অন্যায়ী ইলেক্ট্রন উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তরে স্থানান্তরিত হয়েছে বিধায় এক্ষেত্রে শক্তির শোষণ না ঘটে বিকিরণ ঘটেছে।

**প্রয়োগ ৫৭** নিচের চিত্রে সময়ের সাথে তেজস্ক্রিয় পদার্থের অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা  $N$ -এর লেখচিত্র দেখানো হয়েছে।



ক. তেজস্ক্রিয় পদার্থ কী?

খ. পারমাণবিক ভর নয়— পারমাণবিক সংখ্যাই একটি মৌলিক পদার্থের বৈশিষ্ট্যপূর্ণ ও গুরুত্বপূর্ণ ধর্ম— ব্যাখ্যা কর। ২

গ. তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায় 1590 বছর হলে এর গড় আয়ু ও অবক্ষয় ধ্রুবকের মান বের কর। ৩

ঘ. দেখাও যে, উদ্দীপকের লেখচিত্র তেজস্ক্রিয় ক্ষয় সূত্র মেনে চলে। ৪

[অনুশীলনীর প্রয় ৪]

### ২ ৫৭নং প্রয়োগের উত্তর

ক. কোনো পদার্থ থেকে স্বতঃক্ষুর্তভাবে কণা এবং রশ্মি নির্গত হওয়ার ঘটনাকে তেজস্ক্রিয়তা বলে। যে সকল পদার্থ থেকে এ ধরনের কণা ও রশ্মি নির্গত হয় তাদেরকে তেজস্ক্রিয় পদার্থ বলে।



**খ** যদি মৌলসমূহকে পারমাণবিক ভর অনুসারে সাজানো হয়, তবে তাদের ভোত ও রাসায়নিক ধর্মাবলি পর্যায়ক্রমে আবর্তিত হয়।

বিন্দু একই ধরনের মৌলিক পদার্থকে একটি গুপে স্থান দিতে পিয়ে কয়েকটি মৌলকে তাদের পারমাণবিক ভর হিসেবে সাজানো সম্ভব হয়নি। যেমন— পটাসিয়ামের পারমাণবিক ভর 39, আর্গনের পারমাণবিক ভর 40। পারমাণবিক ভর অনুসারে সাজালে আর্গনকে পটাসিয়ামের পূর্বে স্থান দিতে হয়। সেক্ষেত্রে পটাসিয়ামের স্থান হয় নিম্নীয় গ্যাসের ক্ষেত্রে এবং আর্গনের স্থান হয় সোডিয়াম প্রত্তুতি ক্ষারধাতুর সাথে।

পারমাণবিক সংখ্যাকে ভিত্তি হিসেবে গ্রহণ করার পরে আর্গন, পটাসিয়াম, আয়োডিন, টেলুরিয়ামের স্থান নিয়ে আর কোনো সমস্যা থাকে না। যেমন— Na এর পারমাণবিক সংখ্যা = 11

$$Na_{11} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$$

সর্বশেষ স্তরে একটি ইলেক্ট্রন থাকায় শুধু-। এর অন্তর্ভুক্ত মৌল Na। কোনো প্রতিনিধিত্বমূলক মৌলের সর্বশেষ স্তরে যতটি ইলেক্ট্রন বিদ্যমান, সেই মৌলের অবস্থান তত নম্বর শুধু। পর্যায় সংখ্যাও মৌলের ইলেক্ট্রন বিন্যাসের উপর নির্ভরশীল। একেকে Na এর পর্যায় 3।

এসকল তথ্য হতে বলা যায়, পারমাণবিক ভর নয়— পারমাণবিক সংখ্যাই একটি মৌলিক পদার্থের বৈশিষ্ট্যপূর্ণ ও গুরুত্বপূর্ণ ধর্ম।

**গ** আমরা জানি,

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

$$T_{\frac{1}{2}}$$

$$\text{বা, } \tau = \frac{0.693}{0.693} = \frac{1590}{0.693}$$

$$\therefore \tau = 2294.37 \text{ yr}$$

$$\text{অতএব, গড় আয়ু } 2294.37 \text{ yr}$$

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

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

$$\text{বা, } \lambda = \frac{0.693}{1590}$$

$$\therefore \lambda = 4.36 \times 10^{-4} \text{ yr}^{-1}.$$

**ঘ** 'গ' হতে পাই, অবক্ষয় ধ্রুবক,  $\lambda = 4.36 \times 10^{-4} \text{ yr}^{-1}$

$$\text{যখন, } N_1 = \frac{N_0}{2} \text{ তখন সময় } t_1 \text{ হলো,}$$

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

$$\text{বা, } \frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t_1}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} = e^{-\lambda t_1}$$

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

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

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

$$\text{বা, } t_1 = \frac{\ln(0.5)}{-4.36 \times 10^{-4}}$$

$$\therefore t_1 = 1589.98 \approx 1590 \text{ yr} = T_{\frac{1}{2}}$$

$$\text{আবার, } N_2 = \frac{N_0}{4} \text{ তখন সময় } t_2 \text{ হলো,}$$

$$t_2 = \frac{\ln(0.25)}{-\lambda}$$

$$= \frac{\ln(0.25)}{-4.36 \times 10^{-4}}$$

$$= 3179.57 \approx 3180 \text{ yr} = 2T_{\frac{1}{2}}$$

$$\text{অনুরূপভাবে, } t_3 = 3T_{\frac{1}{2}} \text{ হবে।}$$

অতএব, লেখচিত্রিত তেজস্তীয় ক্ষয়সূত্র মেনে চলে।

এখানে,

$$\text{অর্ধায়ু, } T_{\frac{1}{2}} = \frac{1590}{2} \text{ yr}$$

গড় আয়ু,  $\tau = ?$

এবং অবক্ষয় ধ্রুবক,  $\lambda = ?$

**ঙ** দুটি তেজস্তীয় মৌল A ও B এর ক্ষয় ধ্রুবক যথাক্রমে  $0.18 \text{ d}^{-1}$  এবং  $0.257 \text{ d}^{-1}$ ।

ক. রেডিও আইসোটোপ কী?

খ. চেইন বিক্রিয়ার বৈশিষ্ট্যগুলি লিখ।

গ. কত দিনে B মৌলের 75% ক্ষয়প্রাপ্ত হবে?

ঘ. A মৌলটি যদি 75% ক্ষয়প্রাপ্ত হয় তাহলে উভয়ক্ষেত্রে

একই সময় লাগবে কী? গণিতিকভাবে বিলোগণ কর। ৮

(অনুশীলনীর পর্য ১)

## ৫৮নং প্রয়োজনীয় উভয়

**ক** যে সকল আইসোটোপে স্বল্প সময়ের জন্য কৃতিম তেজস্তীয়তা দেখা যায় তাদেরকে রেডিও আইসোটোপ বলে।

**খ** চেইন বিক্রিয়ার বৈশিষ্ট্যগুলো হলো—

১. চেইন বিক্রিয়া একবার শুরু হলে একে চালানোর জন্য কোনো শক্তির প্রয়োজন হয় না।

২. এই বিক্রিয়ার প্রতি ক্ষিণে প্রচন্ড শক্তি নির্গত হয়।

৩. কোন পরমাণুতে এই বিক্রিয়া শুরু একবার হলে পরমাণুটি শেষ না হওয়া পর্যন্ত চলতে থাকবে।

**গ** ধরি, B মৌলের 75% ক্ষয়প্রাপ্ত হতে প্রয়োজনীয় সময়  $t_B$  উদ্দীপক হতে, ক্ষয় ধ্রুবক,  $\lambda_B = 0.257 \text{ d}^{-1}$

ধরি, প্রাথমিক পরমাণুর সংখ্যা  $N_0$

অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা,  $N = N_0$  এর  $25\% = \frac{25 N_0}{100} = \frac{N_0}{4}$

আমরা জানি,  $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda_B t_B}$

বা,  $\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda_B t_B$

বা,  $\ln \frac{N_0}{4N_0} = -0.257 \text{ d}^{-1} \times t_B$

বা,  $-1.386 = -0.257 \text{ d}^{-1} \times t \quad \therefore t_B = \frac{1.386}{0.257 \text{ d}^{-1}} = 5.393 \text{ d}$

∴ B মৌলের 75% ক্ষয়প্রাপ্ত হতে 5.393 d লাগবে।

**ঘ** মনে করি, A মৌলের 75% ক্ষয়প্রাপ্ত হতে প্রয়োজনীয় সময়  $t_A$  উদ্দীপক অনুসারে, ক্ষয়ধ্রুবক,  $\lambda_A = 0.18 \text{ d}^{-1}$

ধরি, প্রাথমিক পরমাণুর সংখ্যা  $N_0$

অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা  $N = N_0$  এর  $25\% = \frac{25 N_0}{100} = \frac{N_0}{4}$

আমরা জানি,

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

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

বা,  $\ln \frac{N_0}{4N_0} = -0.18 \text{ d}^{-1} \times t_A$

বা,  $-1.386 = -0.18 \text{ d}^{-1} \times t_A \quad \text{বা, } t_A = \frac{1.386}{0.18 \text{ d}^{-1}} = 7.7 \text{ d}$

∴ A মৌলের 75% ক্ষয়প্রাপ্ত হতে প্রয়োজনীয় সময় 7.7 d

গ হতে পাই, B মৌলের 75% ক্ষয়প্রাপ্ত হতে সময়,  $t_B = 5.393 \text{ d}$ .

যেহেতু  $t_A > t_B$  সেহেতু 75% ক্ষয় হতে উভয় মৌলের একই সময় লাগবে না।

**ঙ** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৬-এর উভয়ের জন্য ৬১৩ পৃষ্ঠার ১৬ নং (জ্ঞানমূলক), ৬১৬ পৃষ্ঠার ১৮ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৮১৯ পৃষ্ঠার সৃজনশীল প্রশ্ন ১৭-এর গ, ঘ উভয় দ্রষ্টব্য।

**ঘ** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৭-এর উভয়ের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ২২-এর উভয় দ্রষ্টব্য।

**ঙ** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৮-এর উভয়ের জন্য ৬১৩ পৃষ্ঠার ২৫ নং (জ্ঞানমূলক), ৬১৬ পৃষ্ঠার ১৯ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৮১৮ পৃষ্ঠার সৃজনশীল প্রশ্ন ২৬-এর গ, ঘ উভয় দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৬২।** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৯-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১৫-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

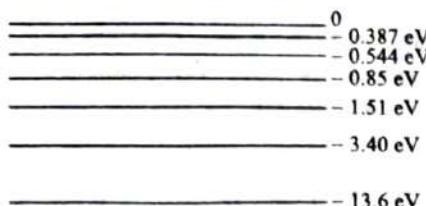
**প্রশ্ন ৬৩।** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১০-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১০-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৬৪।** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১১-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ৯-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

## ০ গোলাম হোসেন প্রামাণিক, দেওয়ান নাসির উদ্দিন ও মুবাইল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

**প্রশ্ন ৬৫।** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ২-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৬৬।** চিত্রে হাইড্রোজেন পরমাণুর কিছু শক্তি লেভেল দেখানো হয়েছে। শুধু - 3.40 eV শক্তি স্তরে ইলেকট্রন অবস্থান্তরের ক্ষেত্রে দৃশ্যমান আলো বিকিরিত হয়।



- ক. নিউক্লিয়ন কী? ১
- খ. ভর ত্রুটি বলতে কী বুঝা? ২
- গ. হাইড্রোজেন পরমাণু থেকে বিকিরিত সর্বনিম্ন তরঙ্গাদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. দৃশ্যমান আলোর জন্য ইলেকট্রনের অবস্থান্তর দেখাও। এদের মধ্যে কোনটি লাল এবং কোনটি বেগুনি তা চিহ্নিত করে কারণ ব্যাখ্যা কর। ৪

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ২)

## ০ ৬৮নং প্রশ্নের উত্তর

**ক।** নিউক্লিয়াসের মধ্যে যে সমস্ত কণা থাকে তাদেরকে নিউক্লিয়ন বলে।

**খ।** একটি স্থায়ী নিউক্লিয়াসের ভর তার নিউক্লিয়নগুলোর ভরের যোগফলের চেয়ে সর্বোচ্চ কম হয়। অর্থাৎ একটি নিউক্লিয়াসের নিউক্লিয়নগুলোর ভরের যোগফল এবং ঐ নিউক্লিয়াসের ভরের পার্থক্যকে ভরত্রুটি বলে। একে  $\Delta m$  হিসাবে প্রকাশ করা হয়।

$$\therefore \Delta m = \{Z m_p + (A - Z) m_N\} - m$$

এখানে,  $M$  = নিউক্লিয়াসের প্রকৃত ভর

$$m_p = \text{একটি প্রোটনের ভর}$$

$$m_N = \text{একটি নিউট্রনের ভর}$$

$$A = \text{ভর সংখ্যা বা নিউক্লিয়ন সংখ্যা}$$

$$Z = \text{প্রোটন সংখ্যা}$$

**গ।** আমরা জানি, যখন ইলেকট্রন উচ্চ শক্তি স্তর থেকে নিম্ন শক্তি স্তরে গমন করে তখন শক্তি স্তরহ্রয়ের শক্তির পার্থক্যের সমান শক্তি সম্পন্ন ফোটন নির্গত হয়। নির্গত ইলেকট্রনে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য সর্বাপেক্ষা কম হতে হলে কম্পাঙ্ক তথা শক্তি সর্বোচ্চ হতে হবে। নির্গত ফোটনের শক্তি সর্বোচ্চ হবে যদি ইলেকট্রন 0 eV থেকে -13.6 eV গমন করে। এক্ষেত্রে নির্গত ফোটনের শক্তি হবে  $0 \text{ eV} - (-13.6 \text{ eV}) = 13.6 \text{ eV} = 13.6 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} = 21.76 \times 10^{-19} \text{ J}$

আমরা জানি,  $E = hf$

$$\therefore f = \frac{E}{h} = \frac{21.76 \times 10^{-19} \text{ J}}{6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}} = 3.282 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

আবার,  $c = f\lambda$

$$\therefore \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{3.282 \times 10^{15} \text{ Hz}} = 914 \times 10^{-10} \text{ m} = 914 \text{ Å}$$

এটিই হাইড্রোজেন পরমাণু থেকে নির্গত বিকিরণের সর্বনিম্ন তরঙ্গাদৈর্ঘ্য।

**ঘ।**  $n = 2$  থেকে  $n = 1$  স্তরে ইলেকট্রন গমনের ক্ষেত্রে নির্গত ফোটনের শক্তি হবে

$$-3.40 \text{ eV} - (-13.6 \text{ eV}) = 10.2 \text{ eV} = 10.2 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} = 16.32 \times 10^{-19} \text{ J}$$

সুতরাং কম্পাঙ্ক

$$f = \frac{E}{h} = \frac{16.32 \times 10^{-19} \text{ J}}{6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}} = 2.4615 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

এবং তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{2.4615 \times 10^{15} \text{ Hz}} = 1218.77 \times 10^{-10} \text{ m} = 1218.77 \text{ Å}$$

যা দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের নিম্ন সীমা  $4000 \text{ Å}$  অপেক্ষা ছোট।  $n = 3, 4, \dots$  থেকে  $n = 1$  স্তরে ইলেকট্রন গমনের ক্ষেত্রে নির্গত ফোটনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য আরো ছোট।

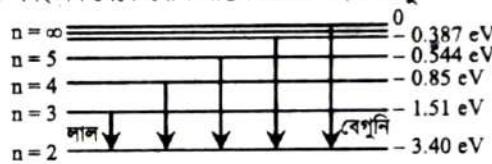
আবার,  $n = \infty$  থেকে  $n = 3$  স্তরে ইলেকট্রন গমনের ক্ষেত্রে নির্গত ফোটনের শক্তি হবে  $0 \text{ eV} - (-1.51 \text{ eV}) = 1.51 \text{ eV} = 1.51 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} = 2.416 \times 10^{-19} \text{ J}$

সুতরাং কম্পাঙ্ক,  $f = \frac{E}{h} = \frac{2.416 \times 10^{-19} \text{ J}}{6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}} = 0.3644 \times 10^{15} \text{ Hz}$

$$\text{এবং তরঙ্গ দৈর্ঘ্য}, \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{0.3644 \times 10^{15} \text{ Hz}} = 8232 \times 10^{-10} \text{ m} = 8232 \text{ Å}$$

যা দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গাদৈর্ঘ্যের উর্ধ্ব সীমা  $7000 \text{ Å}$  অপেক্ষা বড়।  $n = 3, 4, \dots$  থেকে  $n = 1$  স্তরে ইলেকট্রন গমনের ক্ষেত্রে নির্গত ফোটনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য আরো ছোট।

শুধুমাত্র  $n = 3, 4, \dots$  থেকে  $n = 2$  স্তরে ইলেকট্রন গমনের ক্ষেত্রে নির্গত ফোটনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য হবে দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গাদৈর্ঘ্য সীমার মধ্যে। সুতরাং হাইড্রোজেনের দৃশ্যমান বৰ্ণনীর জন্য ইলেকট্রনের অবস্থান্তর নিচের চিত্রে সাহায্যে দেখানো যায়। এর মধ্যে সব থেকে কম শক্তির বিকিরণ হবে বেগুনি।



**প্রশ্ন ৬৭।** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৪-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ৮-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৬৮।** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৬-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ৪-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৬৯।** একটি পারমাণবিক বিদ্যুৎ কেন্দ্রের উৎপাদন ক্ষমতা  $400 \text{ MW}$ । এতে জ্বালানি হিসেবে  $U-235$  ব্যবহৃত হয়। প্রতিটি ফিলান হতে  $200 \text{ MeV}$  শক্তি পাওয়া যায়। দেখা গেল ব্যবহারের জন্য রাখিত  $U-235$  এক বছরে মোট  $9.2577 \times 10^{13} \text{ টি}$  পরমাণুর ভাঙ্গন ঘটে।

ক. আইসোটোপ কাকে বলে? ১

খ. রাদারফোর্ডের আলফা কণা বিক্ষেপণ পরীক্ষায় অতি অল্প সংখ্যক কণা খুব বেশি কোণে বিক্ষিণ্ণ হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২

গ.  $U-235$  এর অর্ধায়ু নির্ণয় কর। ৩

ঘ. ফিলানে উৎপন্ন শক্তি  $60\%$  বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হলে বিদ্যুৎ কেন্দ্রে প্রতি ঘণ্টায় কী হারে  $U-235$  খরচ হচ্ছে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ৯)

## ০ ৭১নং প্রশ্নের উত্তর

**ক।** যেসব পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যা সমান কিছু ভর সংখ্যা ডিম্ব, তাদেরকে আইসোটোপ বলে।

**১** আমরা জানি, আলফা কণা ধনাত্মক চার্জগ্রাহ্ত। অধিকাংশ আলফা কণা সোনার পাত ভেদ করে চলে যায় কিন্তু অতি অল্প সংখ্যক কণা খুব বেশি কোণে বিক্ষিক্ত হয়, কারণ পরমাণুর অধিকাংশ স্থানই ফাঁকা, ধনাত্মক চার্জগ্রাহ্ত নিউক্লিয়াস পরমাণুর কেন্দ্রে অতি অল্প স্থান ছুড়ে অবস্থান করছে। এ জন্য অধিকাংশ আলফা কণা তেদ করে চলে যেতে পারে। শুধু যেসব কণা নিউক্লিয়াস বরাবর আপত্তি হয় শুধুমাত্র সেগুলোই নিউক্লিয়াস দ্বারা বিকর্ষিত হয়ে ফিরে আসে।

**২** আমরা জানি, এক মোলে পরমাণু সংখ্যা  $6.02 \times 10^{23}$  টি। শৃঙ্খলারে কোনো সময় পরমাণু সংখ্যা  $6.02 \times 10^{23}$  হলে এক বছরে ভেঙে যাওয়া পরমাণুর সংখ্যা  $9.2577 \times 10^{13}$ । অর্থাৎ  $N = 6.02 \times 10^{23}$  হলে  $\frac{dN}{dt} = -9.2577 \times 10^{13} \text{ y}^{-1}$ । তেজস্ক্রিয় ক্ষয়ের সূত্র থেকে

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

$$\text{বা, } -9.2577 \times 10^{13} \text{ y}^{-1} = -6.02 \times 10^{23} \times \lambda$$

$$\therefore \lambda = \frac{9.2577 \times 10^{13}}{6.02 \times 10^{23}} \text{ y}^{-1} = 1.5378 \times 10^{-10} \text{ y}^{-1}$$

$$\text{আবার, অর্ধায়, } T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda} = \frac{0.693}{1.5378 \times 10^{-10}} = 45.06 \times 10^8 \text{ y}$$

**৩** ড. শহজাহান তপন, মুহম্মদ আজিজ হাসান ও ড. রানা চৌধুরী স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

**প্রশ্ন ১৪** চিত্রটি লক্ষ কর :



**ক.** চিত্রে যে পরীক্ষণটি দেখানো হয়েছে তা রাদারফোর্ড কৃত্ক সম্পর্ক হয়। এ পরীক্ষণটির নাম কী?

**খ.** রাদারফোর্ডের পরীক্ষণটি বর্ণনা কর।

**গ.** পরীক্ষণটির ফলাফলের ওপর ভিত্তি করে রাদারফোর্ড একটি পরমাণু মডেল প্রদান করেন। মডেলটি বর্ণনা কর। মডেলটির সীমাবদ্ধতা ব্যাখ্যা কর।

**ঘ.** বোরের মডেলের সাহায্যে রাদারফোর্ডের মডেলের সীমাবদ্ধতা কীভাবে অতিক্রম করা যায় ব্যাখ্যা কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

### ৭৪নং প্রশ্নের উত্তর

**ক.** চিত্রের পরীক্ষণটির নাম হলো রাদারফোর্ডের আলফা কণা বিক্ষেপণ পরীক্ষা।

**খ.** বিজ্ঞানী রাদারফোর্ড আলফা কণা বিক্ষেপণ পরীক্ষায় আলফা কণা ব্যবহার করেন যা তেজস্ক্রিয় বিকিরণে নির্গত ধনাত্মক আধানযুক্ত কণিকা। আলফা কণিকা দিয়ে ভারী ধাতুর (যেমন বৰ্ণ) অত্যন্ত পাতলা পাতকে আঘাত করা হয়। পরীক্ষায় যে স্বর্ণের পাত ব্যবহার করা হয় তার পুরুত  $6 \times 10^{-7} \text{ m}$ । স্বর্ণপাতের অপরদিকে একটি জিঙ্ক সালফাইড পর্দা রাখা হয়। আলফা কণা যখন এ পর্দায় এসে পড়ে তখন আলোকপ্রভা দেখা যায়।

পরীক্ষায় দেখা যায় অধিকাংশ আলফা কণিকা তার আদি গতিপথ থেকে সামান্য কোণে বেঁকে যায় এবং কিন্তু কিছু আলফা কণিকা (প্রায় ৮০০০ এর মধ্যে ১টি)  $90^\circ$  এর চেয়ে বেশি কোণে বেঁকে যায়।

**য** বিদ্যুৎ কেন্দ্রের ক্ষমতা,  $P = 400 \text{ MW} = 400 \times 10^6 \text{ J-s}^{-1}$  সূতরাং প্রতি ঘণ্টায় প্রাপ্ত মোট শক্তি,  $E = P \times t = 400 \times 10^6 \text{ J-s}^{-1} \times 3600 \text{ s} = 1.44 \times 10^{12} \text{ J}$

এখনে, দক্ষতা,  $\eta = 60\% = 0.6$

$$\text{আমরা জানি, দক্ষতা, } \eta = \frac{\text{প্রাপ্ত শক্তি}}{\text{বায়িত শক্তি}} = \frac{E}{E'}$$

$$\therefore E' = \frac{E}{\eta} = \frac{1.44 \times 10^{12} \text{ J}}{0.6} = 2.4 \times 10^{12} \text{ J}$$

একটি U-235 ফিশন হতে  $200 \text{ MeV} = 200 \times 1.6 \times 10^{-13} \text{ J}$  শক্তি পাওয়া যায়। সূতরাং  $2.4 \times 10^{12} \text{ J}$  শক্তি উৎপন্নের জন্য প্রয়োজন,  $2.4 \times 10^{12} \text{ J}$   $= 7.5 \times 10^{22} \text{ টি পরমাণু} = \frac{7.5 \times 10^{22}}{6.02 \times 10^{23}} = 0.1246 \text{ mol}$

এক মোল U-235 এর ভর 235g

সূতরাং 0.1246 মোল এর ভর  $235 \text{ g} \times 0.1246 = 29.281 \text{ g}$

সূতরাং বিদ্যুৎ কেন্দ্রে প্রতি ঘণ্টায় 29.281 g হারে U-235 খরচ হবে।

**প্রশ্ন ৭২** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১০-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ৩-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৭৩** অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১১-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১৮-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**১** পরীক্ষণটির ফলাফলের ওপর ভিত্তি করে রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল—  
১. পরমাণুর অভ্যন্তরে তার কেন্দ্রস্থলে অতিশয় ক্ষুদ্র পরমাণু কেন্দ্র বা নিউক্লিয়াস অবস্থিত। এটি ধনাত্মক আধানযুক্ত। পরমাণুর সমস্ত ধনাত্মক আধানই নিউক্লিয়াসে পুঁজীভূত এবং নিউক্লিয়াসের ভৱই পরমাণুর ভর। নিউক্লিয়াসের আয়তন পরমাণুর মোট আয়তনের তুলনায় অতি নগণ্য।

২. পরমাণুতে নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক আধান সংখ্যা বা প্রোটন সংখ্যার সমান সংখ্যক ঝণাত্মক আধানযুক্ত ইলেক্ট্রন দ্বারা নিউক্লিয়াস পরিবেশিত। তাই পরমাণুর আধান নিরপেক্ষ।

৩. পরমাণুর ভিতরে সৌরজগতে সূর্যের চারদিকে ঘূর্ণ্যমান গ্রহমন্ডলীর মতো ইলেক্ট্রনগুলো নিউক্লিয়াসের চারদিকে দুটগতিতে সর্বদা ঘূর্ণ্যমান এবং ধনাত্মক নিউক্লিয়াস ও ঝণাত্মক ইলেক্ট্রনের মধ্যকার স্থির তড়িৎ আকর্ষণজনিত কেন্দ্রমুখী বল ও ঘূর্ণ্যমান ইলেক্ট্রনের কেন্দ্রবিমুখী বল পরস্পরের মধ্যে আকর্ষণ বল রয়েছে অর্থাৎ ইলেক্ট্রন একে অপরকে বিকর্ষণ করে।

৪. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের ভিত্তি নিউটনের মাধ্যাকর্ষণ ও গতিসূত্রের উপর প্রতিষ্ঠিত। নিউটনের মাধ্যাকর্ষণ ও গতিসূত্র কেবল তড়িৎ আধান নিরপেক্ষ ক্ষুর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য, তড়িৎ আধানযুক্ত ক্ষুর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য নয়। কারণ ইলেক্ট্রন ঝণাত্মক ও নিউক্লিয়াস ধনাত্মক আধানযুক্তী। আবার গ্রহমন্ডলীতে পরস্পরের মধ্যে আকর্ষণ বল রয়েছে অর্থাৎ ইলেক্ট্রন একে অপরকে বিকর্ষণ করে।

৫. সূর্য ও গ্রহগুলোর মধ্যে আকর্ষণ বল হলো মহাকর্ষণ বল কিন্তু নিউক্লিয়াস ইলেক্ট্রনের মধ্যকার কেন্দ্রমুখী বল হলো স্থির তড়িৎ আকর্ষণ বল। এ উভয় বলের প্রকৃতি ভিন্ন বলে এদের মধ্যে তুলনা চলে না।

৬. প্রত্যেক পরমাণুর নিজস্ব বর্ণালি আছে। এরূপ বর্ণালিতে একাধিক সূক্ষ্ম রেখা থাকে। পরমাণুর ইলেক্ট্রনের শক্তি বিকিরণ অবিচ্ছিন্নভাবে ঘটলে পরমাণুর বর্ণালির রেখাসমূহ অবিচ্ছিন্ন হবে এবং প্রশংস্ত ব্যাডের ন্যায় দৃঢ় হবে। কিন্তু বাস্তবে দেখা যায় এ রেখাগুলো বিচ্ছিন্ন ও বেশ উজ্জ্বল।

৭. ইলেক্ট্রনগুলোর কক্ষপথের আয়তন ও আকৃতি সম্পর্কে এ মডেলে কিছু বলা হয় নি।

৮. বহু ইলেক্ট্রন বিশিষ্ট পরমাণুর ইলেক্ট্রন কীরুপে নিউক্লিয়াসকে প্রদর্শিত করে, এ মডেলে তাও উল্লেখ নেই।

বোর রাদারফোর্ড পরমাণু মডেলে নিম্নলিখিত মৌলিক বীকার্য প্রয়োগ করেন।

**প্রথম বীকার্য :** কোনো স্থায়ী কক্ষপথে আবর্তনকালে ইলেকট্রনের মোট কৌণিক ভরবেগ  $\frac{h}{2\pi}$  এর পূর্ণ সংখ্যার গুণিতক হবে,  $h$  হলো প্ল্যানকের ধূবক। এর অর্থ এই যে,  $r$  ব্যাসার্ধের স্থায়ী কক্ষে  $m$  ভরবিশিষ্ট ইলেকট্রন  $v$  দ্রুতিতে আবর্তিত হলে এর কৌণিক ভরবেগ,  $mvr = L = \frac{Nh}{2\pi}$ ,  $N$  একটি পূর্ণসংখ্যা। নিউক্লিয়াসের অবস্থানের সাপেক্ষে ১ম, ২য়, ৩য় ইত্যাদি স্থায়ী কক্ষপথের জন্য  $N = 1, 2, 3, \dots$  ইত্যাদি হয়; কিন্তু শূন্য নয়।  $N$  কে কক্ষপথের মুখ্য কোয়ান্টাম সংখ্যা বলে। বোরের বীকার্য অনুযায়ী ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ,  $L = \frac{Nh}{2\pi} = 3.15 \times 10^{-34} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$ ।

**বীকার্য :** পরমাণুস্থ ইলেকট্রনসমূহ ইচ্ছাকৃত যেকোনো ব্যাসার্ধের কক্ষপথে অর্ধাং সব সম্ভাব্য কক্ষপথে নিউক্লিয়াসের চারদিকে পরিভ্রমণ করতে পারে না। বরং কয়েকটি পৃথক পৃথক নিদিষ্ট ও সুবিধাযুক্ত বৃত্তাকার কক্ষপথে পরিভ্রমণ করে। এ কক্ষপথগুলোকে স্থায়ী কক্ষপথ বলে। এ স্থায়ী কক্ষপথে আবর্তনকালে ইলেকট্রনসমূহ কখনও শক্তি বিকিরণ করে না এবং ইলেকট্রনের গতিপথ সর্পিল বক্রের আকারে ত্রুমশ নিউক্লিয়াসের দিকে এগিয়ে আসে না। ফলে বোরের পরমাণু মডেল রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতাকে অতিক্রম করে।

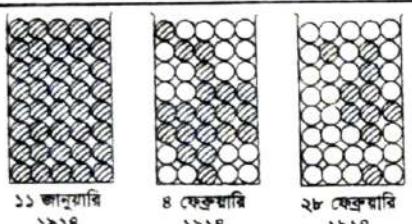
**তৃতীয় বীকার্য :** যখনই কোনো ইলেকট্রন একটি সুবিধাযুক্ত কক্ষপথ হতে অপর একটি সুবিধাযুক্ত কক্ষপথে লাফ দেয়, তখনই শক্তির বিকিরণ বা শোষণ ঘটে। যদি ইলেকট্রন উচ্চতর সুবিধাযুক্ত কক্ষপথ হতে নিম্নতর কক্ষপথে লাফ দেয়, তবে শক্তির বিকিরণ ঘটে আর যদি ইলেকট্রন নিম্নতর সুবিধাযুক্ত কক্ষপথ হতে উচ্চতর সুবিধাযুক্ত কক্ষপথে লাফ দেয় তবে শক্তির শোষণ ঘটে। এ বিকিরিত বা শোষিত শক্তির পরিমাণ ঐ দুটি কক্ষপথের শক্তির বিয়োগফলের সমান এবং এর মান এক কোয়ান্টাম।

$E = E_2 - E_1 = h\nu$   
রাদারফোর্ড মডেলের সন্মতি তত্ত্ব অনুযায়ী তত্ত্ব গতিতে চলমান আছিত কণা সর্বদা তত্ত্বচূক্ষ্মীয় বিকিরণের আকারে শক্তি বিকিরণ করে। ফলে বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের অভিকেন্দ ত্বরণ থাকে শক্তিও অনবরত ক্ষয় হওয়া উচিত। ফলে ইলেকট্রনের বেগ তথা কক্ষপথের ব্যাসার্ধ ক্রমশ কমে যায়। বোরের তৃতীয় বীকার্য অনুযায়ী ইলেকট্রনের এক কক্ষপথ থেকে অন্য কক্ষপথে লাফ দেওয়ার ফলে শক্তির যে শোষণ বা বিকিরণ তা পরমাণুর অতিরিক্ত শক্তি তত্ত্ব চূক্ষ্মীয় শক্তির আকারে বিকিরণ করে। তরঙ্গ দৈর্ঘ্য অনুযায়ী ঐ বিকিরণ দৃশ্যায়মান আলোক রশ্মি, অতিবেগুনি রশ্মি এমনকি এক্স-রে রশ্মি হতে পারে। ফলে কক্ষপথের পরিধির উপর কোনো প্রভাব ফেলে না।

তাই বলা যায়, বোরের পরমাণু মডেলে উল্লেখিত মতবাদ রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতাকে অতিক্রম করে।

## ৩ তফাজ্জল, মহিউদ্দিন, নীলুফার, হুমায়ুন ও আতিকুর স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

### প্রশ্ন ১:



এখনে  
অক্ষত  
পরমাণু

তেজক্ষিয় মৌলের যেকোনো পরমাণু যেকোনো সময় ভাঙতে পারে। এটি কখন এবং কেন ভাঙবে তা নির্দিষ্ট করে বলা কঠিন। তেজক্ষিয়তার নিয়ম পরিসংখ্যানের সম্ভাবনা সূত্রের উপর প্রতিষ্ঠিত। চিত্রে  $Th^{234}$  হতে তেজক্ষিয় ভাঙনের হার দেখানো হয়েছে।

- |   |   |
|---|---|
| ক. $Th^{234}$ এর অর্ধায়ু কত?   | ১ |
| খ. অর্ধায়ু বলতে কী বুঝায়?   | ২ |
| গ. পদার্থটির ক্ষয় ধূবক ও গড় আয়ু নির্ণয় কর।  | ৩ |
| ঘ. এর তেজক্ষিয় ভাঙনের লেখচিত্রটি অঙ্কন কর এবং এর এক-আন্তর্মাণ্শে বৃপ্তাত্তির হতে প্রয়োজনীয় সময় নির্ণয়ের রাশিমালা নির্ণয় কর। | ৪ |

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৩]

তেজক্ষিয় পদার্থের একটি নিজস্ব বৈশিষ্ট্য। পদার্থটির ভৌত বা রাসায়নিক পরিবর্তন হলেও অর্ধায়ুর মান অপরিবর্তিত থাকে।

ব. (ক) হতে পাই, পদার্থটির অর্ধায়ু,  $T_{\frac{1}{2}} = 24 \text{ d}$

$$\therefore \text{পদার্থটির ক্ষয়ধূবক}, \lambda = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{0.693}{24 \text{ d}} = 0.0289 \text{ d}^{-1}$$

এবং পদার্থটির গড় আয়ু,  $t = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0.0289 \text{ d}^{-1}} = 34.6 \text{ d}$

অতএব, পদার্থটির ক্ষয়ধূবক  $0.0289 \text{ d}^{-1}$  ও গড় আয়ু  $34.6 \text{ d}$ .

৩. উদ্দীপকে,  $Th^{234}$  এর প্রারম্ভিক পরমাণুর সংখ্যা,  $N_0 = 40$

$Th^{234}$  এর ক্ষেত্রে,

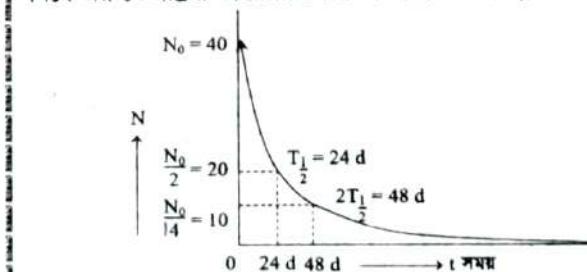
$t_1 = 0$  সময়ে অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা  $= N_1 = N_0 = 40$

$t_2 = T_{\frac{1}{2}} = \text{অর্ধায়ু} = 24 \text{ d}$  সময়ে অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা

$$= N_2 = \frac{N_0}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ এ } t_3 = 2T_{\frac{1}{2}} = 2 \times 24 \text{ d} = 48 \text{ d} \text{ সময়ে}$$

$$= N_3 = \frac{N_0}{4} = \frac{40}{4} = 10$$

নিম্নে এর তেজক্ষিয় ভাঙনের লেখচিত্র অঙ্কন করা হলো:



ধরি,  $Th^{234}$  এর প্রারম্ভিক পরমাণুর সংখ্যা  $N_0$  এবং অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা  $N$

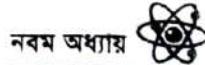
$$\therefore \text{প্রশ্নমতে, } N = \frac{1}{8} N_0$$

ব.  $Th^{234}$  এর চিত্র হতে পাই, 11 জানুয়ারি, 1914 তে  $Th^{234}$  এর প্রারম্ভিক পরমাণুর সংখ্যা 40টি এবং 4 ফেব্রুয়ারি, 1914 তে  $Th^{234}$  এর অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা 20টি।

অতএব,  $Th^{234}$  এর অর্ধায়ু  $= (31 - 11) + 4 = 24 \text{ d}$ .

২. কোনো তেজক্ষিয় পদার্থের প্রারম্ভিক বা উপস্থিত অক্ষত পরমাণুগুলোর অর্ধেক পরিমাণ ক্ষয় হতে যে সময় লাগে তাকে অর্ধায়ু বলে। যেমন, । প্রাম ইউরেনিয়াম পরমাণু ভেঙে ঠিক অর্ধেক পরিমাণ অর্ধায়ু  $\frac{1}{2}$  গ্রাম হতে 450

কোটি বছর সময় লাগে। আরও 450 কোটি বছরে  $\frac{1}{2}$  গ্রাম ভেঙে  $\frac{1}{4}$  গ্রাম হতে। অর্ধায়ুর মান



আমরা জানি,  $N = N_0 e^{-\lambda t}$  [এখানে,  $\lambda$  = ক্ষয়শূণ্যক]

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

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

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

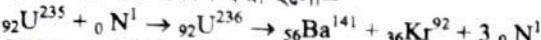
$$\text{বা, } -\lambda t = -\ln \left( \frac{1}{8} \right)$$

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

সমীকরণ (1) ই হলো  $\text{Th}^{234}$  এর এক-অস্টমাংশে বৃপ্তিরিত হতে প্রয়োজনীয় সময় নির্ণয়ের রাশিমালা।

### ৩ গনি, সুশাস্ত, মজিবুর ও রোজারিও স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

**প্রশ্ন ৭৬** রাসায়নিক পরীক্ষায় দেখা গেছে যে নিউটন এবং ইউরেনিয়াম সংঘর্ষে স্কট তেজক্তিয় ভগ্নাংশগুলো হলো বেরিয়াম এবং ক্রিন্টন যা নিচে প্রকাশ করা হলো—



ক. নিউক্লিয় ফিউশন কী?

১

খ. আইসোটোপ বলতে কী বুঝায়? উপরের বিক্রিয়ার কোনগুলো আইসোটোপ।

২

গ. কীভাবে প্রমাণ হবে যে, বিক্রিয়াটি সঠিক?

৩

ঘ. যদি ভর,  ${}_{92}\text{U}^{235} = 235.0439 \text{ amu}$   
 ${}_{56}\text{Ba}^{141} = 140.9139 \text{ amu}$ ;  ${}_{36}\text{Kr}^{92} = 91.8973 \text{ amu}$   
 ${}_0{}^1\text{N}^1 = 1.0087 \text{ amu}$  হয়, তবে বিক্রিয়া নির্গত শক্তি বের কর। ( $1 = \text{amu} = 931 \text{ meV}$  শক্তি)

৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

#### ৭৬নং প্রশ্নের উত্তর

যে বিক্রিয়ায় দুটি হালকা নিউক্লিয়াস একত্রিত হয়ে অপেক্ষাকৃত তারী একটি নিউক্লিয়াস গঠন করে এবং অত্যধিক শক্তি বের হয় সে বিক্রিয়াকে বলা হয় নিউক্লিয় ফিউশন।

যেসব পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যা একই কিন্তু ভর সংখ্যা ভিন্ন তাদেরকে আইসোটোপ বলে। উদ্বিপক্ষের বিক্রিয়ায়  ${}_{92}\text{U}^{235}$  এবং  ${}_{92}\text{U}^{236}$  ইউরেনিয়ামের দুটি আইসোটোপ।

বিক্রিয়াটি হলো—  ${}_{92}\text{U}^{235} + {}_0\text{N}^1 \rightarrow {}_{56}\text{Ba}^{141} + {}_{36}\text{Kr}^{92} + {}_0{}^1\text{N}^1$   
 বিক্রিয়া ইউরেনিয়ামকে নিউটন দ্বারা আঘাত করলে বেরিয়াম, ক্রিন্টন এবং তিনটি নিউটন পাওয়া যায়।

বিক্রিয়ার পূর্বে লক্ষ্য করলে দেখা যায় বিক্রিয়কের ভরসংখ্যা

$$= 235 + 1 = 236$$

এবং প্রোটন বা পারমাণবিক সংখ্যা  $= 92 + 0 = 92$

বিক্রিয়ার পর উৎপাদের মোট ভর সংখ্যা  $= 141 + 92 + 3 = 236$   
 এবং প্রোটন বা পারমাণবিক সংখ্যা  $= 56 + 36 + 0 = 92$

∴ দেখা যায় বিক্রিয়ার বিক্রিয়কের এবং উৎপাদের ভরসংখ্যা ও প্রোটন সংখ্যা পরম্পর সমান্তরাল। সুতরাং, বলা যায় বিক্রিয়টি সঠিক।

বিক্রিয়াটি :  ${}_{92}\text{U}^{235} + {}_0\text{N}^1 \rightarrow {}_{56}\text{Ba}^{141} + {}_{36}\text{Kr}^{92} + {}_0{}^1\text{N}^1$   
 বিক্রিয়ায় পূর্বের ভর,  ${}_{92}\text{U}^{235} = 235.0439 \text{ amu}$

$${}_0{}^1\text{N}^1 = 1.0087 \text{ amu}$$

বিক্রিয়ার পূর্বের মোট ভর  $= (235.0439 + 1.0087) \text{ amu}$

$$= 236.0526 \text{ amu}$$

আবার, বিক্রিয়ার পরের ভর,  ${}_{56}\text{Ba}^{141} = 140.9139 \text{ amu}$

$${}_{36}\text{Kr}^{92} = 91.8973 \text{ amu}$$

এবং  ${}_0{}^1\text{N}^1 = 3.0261 \text{ amu}$

বিক্রিয়ার পরের মোট ভর

$$= (140.9139 + 91.8973 + 3.0261) \text{ amu}$$

$$= 235.8373 \text{ amu}$$

∴ ভর ঘাটতি  $= (236.0526 - 235.8373) \text{ amu} = 0.2153 \text{ amu}$

আমরা জানি, আইনস্টাইনের ভরশক্তি সমীকরণ,  $E = m c^2$

এ স্থানুসারে ভর ঘাটতির পরিমাণ  $= 0.2153 \times 931 \text{ MeV}$

$$= 200 \text{ meV} \text{ (প্রায়)}$$

অতএব, বিক্রিয়ায় নির্গত শক্তি  $200 \text{ MeV}$  (প্রায়)।

**প্রশ্ন ৭৭** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৪-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১৭-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৭৮** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৬-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১৯-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৭৯** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৭-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ২১-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৮০** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৮-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ২২-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৮১** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৯-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১৮-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৮২** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১০-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ২৩-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৮৩** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১১-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ২৪-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৮৪** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১২-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ২৮-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৮৫** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৩-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ২৫-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৮৬** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৪-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ২৬-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৮৭** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৫-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ২৭-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৮৮** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৬-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১০-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৮৯** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৭-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১২-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৯০** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৮-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১১-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৯১** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৯-এর উত্তরের জন্য অধ্যায়-৮-এর সূজনশীল প্রশ্ন ১০-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৯২** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ২০-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১৩-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৯৩** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ২১-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১৪-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৯৪** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ২২-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১৫-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৯৫** অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ২৩-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১৬-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।



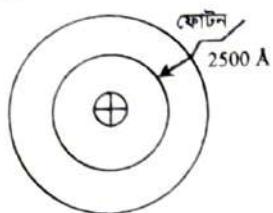
## মাস্টার ট্ৰেইনার প্যানেল কৃত্তুক প্ৰশ্নীত সুজনশীল প্ৰয়োগ ও উত্তৰ

প্ৰিয় শিক্ষার্থী, মাস্টার ট্ৰেইনার প্যানেল এ অধ্যায়েৰ জন্য শিখনফলেৰ ধাৰায় নিম্নোক্ত সুজনশীল প্ৰয়োগ ও উত্তৰসমূহ প্ৰণয়ন কৰেছেন। ১০০% মৌলিক উচ্চীপৰক নিৰ্ভৰ সুজনশীল প্ৰয়োগ ও উত্তৰসমূহেৰ যথাস্থ অনুশীলন কলেজ ও এইচএসসি পৰীক্ষাৰ জন্য তোমাদেৱ সেৱা প্ৰমুখতি গ্ৰহণ এবং আৰুবিশ্বাস বৃদ্ধিতে সহায়তা কৰব।

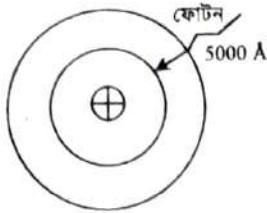
১.১

**শিখনফল :** বোৱেৱ মডেলেৰ সাহায্যে প্ৰমাণুৰ মডেল দেখানো

**প্ৰয়োগ ১৬।** দুটি চিত্ৰেৰ সাহায্যে হাইড্ৰোজেন প্ৰমাণুৰ মডেল দেখানো হলো :



চিত্ৰ-১



চিত্ৰ-২

ক. বোৱ ব্যাসাৰ্ধ কাকে বলে?

খ. প্ৰমাণুতে আবন্ধ ইলেকট্ৰনেৰ মোট শক্তি সৰ্বদা ঝণাঝক হয় কেন ব্যাখ্যা কৰ।

গ. চিত্ৰ-১ এ ইলেকট্ৰনেৰ প্ৰথম কক্ষ পথেৰ ব্যাসাৰ্ধ নিৰ্ণয় কৰ।

ঘ. কোন চিত্ৰে ইলেকট্ৰনেৰ কক্ষচুতি ঘটবে গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও।

১

২

৩

৪

### ১৬নং প্ৰশ্নৰ উত্তৰ

ক. হাইড্ৰোজেনেৰ ভূমি অবস্থাৰ ইলেক্ট্ৰন ও নিউক্লিয়াসেৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্বকে বোৱ ব্যাসাৰ্ধ বলে।

খ. প্ৰমাণুতে আবন্ধ একটি ইলেকট্ৰনেৰ মোট শক্তি = গতিশক্তি + বিভব শক্তি

$$E_k + E_p = \frac{1}{2} mv^2 + (-eV)$$

$$= \frac{1}{2} mv_n^2 - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r_n}$$

এই সমীকৰণে  $v_n$  ও  $r_n$  এৰ মান বসিয়ে  $n$ -তম কক্ষপথেৰ শক্তি পাই,

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

এই সমীকৰণ থেকে দেখা যায় মোট শক্তি সৰ্বদাই ঝণাঝক। এৰ কাৰণ হলো ইলেক্ট্ৰন প্ৰমাণুতে আবন্ধ থাকাৰ কাৰণে অসীমেৰ দিকে ইলেক্ট্ৰনকে সৱিয়ে নিতে কাজ কৰতে হয়।

গ. এখানে, প্ৰ্যাক্টেৰ ধৰ্বক,  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}$

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

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

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

প্ৰথম বোৱ কক্ষেৰ ব্যাসাৰ্ধ,  $r_1 = ?$

আমোৱা জানি, হাইড্ৰোজেন প্ৰমাণুৰ প্ৰথম বোৱ কক্ষেৰ ব্যাসাৰ্ধৰ

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

$$r_1 = \frac{(6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s})^2 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ C}^2}{3.1416 \times 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^2 \text{ m}}$$

$$= 5.32 \times 10^{-11} \text{ m}$$

$$= 0.532 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$= 0.532 \text{ Å} [10^{-10} \text{ m} = 1 \text{ Å}]$$

অতএব, হাইড্ৰোজেন প্ৰমাণুৰ প্ৰথম বোৱ কক্ষেৰ ব্যাসাৰ্ধ  $0.532 \text{ Å}$ ।

১. চিত্ৰ-১ এৰ আপত্তিত ফোটনেৰ তৰঙাদৈৰ্ঘ্য,

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

$$\text{আপত্তিত ফোটনেৰ কম্পাঙ্ক, } f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{2.5 \times 10^{-7}} = 1.2 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

আপত্তিত ফোটনেৰ শক্তি,  $E' = hf$

$$= 6.63 \times 10^{-34} \times 1.2 \times 10^{15} \text{ J}$$

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

$$= 4.9725 \text{ eV}$$

চিত্ৰ-২ আপত্তিত ফোটনেৰ শক্তি,

$$E'' = hf$$

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

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J.S} \times 3 \times 10 \text{ ms}^{-1}}{5 \times 10^{-7} \text{ m}}$$

$$= 3.976 \times 10^{-19} \text{ J} = 2.48 \text{ eV}$$

প্ৰমাণুৰ ভূমি অবস্থা তথা প্ৰথম কক্ষপথে ইলেকট্ৰনেৰ শক্তি,

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

$$\text{দ্বিতীয় কক্ষপথে ইলেকট্ৰনেৰ শক্তি } E_2 = \frac{-13.6 \text{ eV}}{(2)^2} = -3.4 \text{ eV}$$

প্ৰথম কক্ষপথ থেকে ইলেক্ট্ৰনকে কক্ষচুতি কৰতে সৰ্বনিম্ন প্ৰয়োজনীয় শক্তি,

$$E = E_2 - E_1$$

$$= -3.4 \text{ eV} - (-13.6 \text{ eV})$$

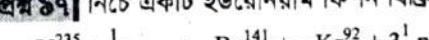
$$= 10.4 \text{ eV}$$

উদ্বৃক্কেৰ উভয় চিত্ৰেই আপত্তিত ফোটনেৰ শক্তি প্ৰয়োজনীয় সৰ্বনিম্ন শক্তি অপেক্ষা কম। সুতৰাং কোন চিত্ৰে কেতোই ইলেকট্ৰনেৰ কক্ষচুতি ঘটবে না।

১.২

**শিখনফল :** নিউক্লিয়াসেৰ পঠন ব্যাখ্যা কৰতে পাৱ।

**প্ৰয়োগ ১৭।** নিচে একটি ইউৱেনিয়াম ফিশন বিক্ৰিয়া দেওয়া হলো—



এতে উৎপন্ন  $\gamma$  রশ্মি একটি  $\alpha$  কণাকে আঘাত কৰে। বিক্ৰিয়াতে উৎপন্ন শক্তিৰ এক-চতুৰ্দশ শক্তি  $\gamma$  রশ্মি বহন কৰে।

$$U^{235} \text{ এৰ ভৱ} = 235.0439 \text{ amu}$$

$${}^1\text{n} \text{ এৰ ভৱ} = 1.0087 \text{ amu}$$

$${}_{56}\text{Ba}^{141} \text{ এৰ ভৱ} = 140.9139 \text{ amu}$$

$${}_{36}\text{Kr}^{92} \text{ এৰ ভৱ} = 91.8973 \text{ amu}$$

$$\alpha \text{ কণাৰ এৰ ভৱ} = 4.0012 \text{ amu}$$

$$\text{প্ৰোটনেৰ ভৱ} = 1.007276 \text{ amu}$$

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

ক. শৃংকল বিক্ৰিয়া কাকে বলে?

খ. বোৱেৱ প্ৰমাণুৰ মডেলেৰ দ্বিতীয় বীকাৰ্য ব্যাখ্যা কৰ।

গ. প্ৰতি ফিশনে উৎপন্ন শক্তি নিৰ্ণয় কৰ।

ঘ.  $\gamma$  রশ্মি  $\alpha$  কণাকে ভাঙতে পাৱবে কিনা গাণিতিকভাৱে

যাচাই কৰ।

১

২

৩

৪

## ১৭নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে বিক্রিয়া একবার শুরু হলে তাকে চালাবার জন্য অন্য কোনো অতিরিক্ত শক্তির প্রয়োজন হয় না তাকে শৃঙ্খল বিক্রিয়া বলে।

**খ** বোর পরমাণু মডেলের ছিতীয় স্বীকার্য নিম্নরূপ—

কৌণিক ভরবেগ সম্মত স্বীকার্য : পরমাণুতে ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে কতকগুলো নির্দিষ্ট কক্ষপথে ঘূরতে পারে যেখানে ইলেক্ট্রনের কৌণিক ভরবেগ L হলো কোনো পূর্ণসংখ্যা N এবং  $\frac{h}{2\pi}$  এর গুণফল।

$$\text{অর্থাৎ, } L = \frac{Nh}{2\pi}$$

**গ** বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ার পূর্বের ভর হলো—

$${}_{92}\text{U}^{235} = 235.0439 \text{ amu}$$

$${}_0\text{n}^1 = 1.0087 \text{ amu}$$

∴ বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ার পূর্বের মোট ভর হলো—

$$= (235.0439 + 1.0087) \text{ amu}$$

$$= 236.0526 \text{ amu}$$

আবার, বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ার পরের ভর হলো—

$${}_{56}\text{Ba}^{141} = 140.9139 \text{ amu}$$

$${}_{36}\text{Kr}^{92} = 91.8973 \text{ amu}$$

$$\text{এবং } {}_0\text{n}^1 = 3.0261$$

∴ বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ার পরের মোট ভর হলো—

$$= (140.9139 + 91.8973 + 3.0261) \text{ amu}$$

$$= 235.8373 \text{ amu}$$

∴ বিক্রিয়ায় ভর ঘাটতি =  $(236.0526 - 235.8373) \text{ amu}$

$$= 0.2153 \text{ amu}$$

আমরা জানি, আইনস্টাইনের ভর শক্তির সমীকরণ,  $E = mc^2$

∴ বিক্রিয়ায় শক্তির পরিমাণ =  $0.2153 \times 931 \text{ MeV}$

$$= 200.4443 \text{ MeV}$$

$$= 200 \text{ MeV (প্রায়)}$$

∴ উচ্চ বিক্রিয়ায় শক্তির পরিমাণ 200 MeV (প্রায়)।

**ঘ** বিক্রিয়াতে উৎপন্ন শক্তির পরিমাণ 200 MeV

$$\therefore \gamma \text{ রশ্যার বহনকৃত শক্তি, } E_1 = \frac{200}{10} \text{ MeV} = 20 \text{ MeV}$$

$$= 3.2 \times 10^{-12} \text{ J}$$

আবার,  $\alpha$ -কণার ভর,  $m = 4.0012 \text{ amu}$

$$= 4.0012 \times 1.6605 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$= 6.644 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

আলোর বেগ,  $c = 8 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

$\alpha$  কণায় প্রোটন সংখ্যা 2 এবং নিউট্রন সংখ্যা 2

প্রোটনের ভর,  $m_p = 1.007276 \text{ amu} = 1.6721 \times 10^{-27} \text{ J}$

নিউট্রনের ভর,  $m_n = 1.0087 \text{ amu} = 1.6744 \times 10^{-27} \text{ kg}$

$$\therefore \alpha \text{ কণার বন্ধন শক্তি, } E = \{2(m_p + m_n) - m\} c^2$$

$$= 4.41 \times 10^{-12} \text{ J}$$

এখানে,  $E_1 < E$

অতএব,  $\gamma$  রশ্যা  $\alpha$  কণাকে ভাঙতে পারবে না।

## শিখনকল : নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞানের বিভিন্ন গুরুত্বপূর্ণ প্রতিভাস ব্যাখ্যা করতে পারব।

**১ প্রশ্ন** | সানি একটি অজানা পরমাণু X এবং  ${}_{92}\text{U}^{235}$  নিয়ে পর্যবেক্ষণ করছিলো।  ${}_{92}\text{U}^{235}$  নিউক্লিয়াসের ভর 235.04390 amu. X পরমাণুর তৃতীয় কক্ষপথ থেকে প্রথম কক্ষপথে একটি ইলেক্ট্রন ফিরে আসলো। ইলেক্ট্রনটির বেগ 0.99 C। প্রোটন ও নিউট্রনের ভর যথাক্রমে 1.00728 amu ও 1.00876 amu।

ক. রেডিও আইসোটোপ কী?

খ. অবক্ষয় ধ্রুবক যত বড় হবে নির্দিষ্ট সময়ে একটি পরমাণুর ক্ষয়ের সম্ভাবনা তত বেশি হবে।— ব্যাখ্যা কর।

গ. ইলেক্ট্রনটির ভূমি অবস্থায় ফিরে আসায় বিকিরিত শক্তির তরঙ্গাদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

ঘ. ইলেক্ট্রনটির আইনস্টাইনীয় গতিশক্তি  ${}_{92}\text{U}^{235}$  এর বন্ধন শক্তির সমান কি-না—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

## ১৮নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো মৌলকে কৃত্রিম উপায়ে তেজস্ত্বিয় মৌলে পরিণত করলে সেসব মৌলকে রেডিও আইসোটোপ বলে।

**খ** কোনো তেজস্ত্বিয় পদার্থের একটি পরমাণুর একক সময়ে ভাঙনের সম্ভাব্যতাকে ঐ পদার্থের ক্ষয় ধ্রুবক বলে।

অর্থাৎ ক্ষয় ধ্রুবক স্বারা বুঝায় প্রতি একক সময়ে কতটি পরমাণু ভাঙে। তাই ক্ষয় ধ্রুবক যত বড় হবে ঐ সময়ে একটি পরমাণুর ক্ষয়ের সম্ভাবনা তত বেশি হবে।

**গ** দেওয়া আছে, প্রাথমিক কক্ষপথ,  $r_2 = 3$

চূড়ান্ত কক্ষপথ,  $r_1 = 1$

রিডবার্গ ধ্রুবক,  $R_H = 109678 \text{ cm}^{-1}$

তরঙ্গাদৈর্ঘ্য,  $\lambda = ?$

$$\text{এখন, } \bar{v} = \frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) = 109678 \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right) = 97491.56 \text{ cm}^{-1}$$

$$\text{বা, } \lambda = 1.02573 \times 10^{-5} \text{ cm} = 102.573 \text{ nm}$$

**ঘ** দেওয়া আছে, ইলেক্ট্রনটির বেগ,  $v = 0.99 C$

পরমাণুর প্রোটন সংখ্যা, 92

∴ ইলেক্ট্রন সংখ্যাও হবে 92

এবং নিউট্রন সংখ্যা  $= 235 - 92 = 143$

নিউক্লিয়াসের ভর  $= 235.04390 \text{ amu}$

বন্ধন শক্তি  $= \Delta m \times c^2$

$$= \{(92 \times 1.00728 + 143 \times 1.00876) - 235.04390\} \times 931.5$$

$$= 1749.86 \text{ MeV}$$

আবার গতিশক্তি  $= (m - m_0) \times c^2$

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

$$= 92 \times 9.11 \times 10^{-31} \times \left( \frac{1}{1 - (0.99)^2} - 1 \right) \times (3 \times 10^8)^2$$

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

$$= 3.12 \text{ MeV}$$

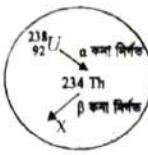
অতএব, ইলেক্ট্রনটির গতিশক্তি এবং  ${}_{92}\text{U}^{235}$  এর বন্ধন শক্তি সমান নয়।



## শীৰ্ষস্থানীয় কলেজসমূহের টেস্ট পৰীক্ষার সংজ্ঞানীয় প্ৰশ্ন ও উত্তৰ

শ্ৰীয় শিক্ষার্থী, মাস্টার ট্ৰেইনাৰ প্যানেল সারা দেশৰ শীৰ্ষস্থানীয় কলেজসমূহেৰ টেস্ট পৰীক্ষার প্ৰশ্নপত্ৰ বিশ্লেষণ কৰে তা থেকে গুৱাহৰ্ণ পূৰ্ণ প্ৰশ্নাবলি উত্তৰ সহকাৰে নিচে সংযোজন কৰেছেন। কলেজেৰ নাম সংলিপ্ত এসব প্ৰশ্ন ও উত্তৰ অনুশীলনেৰ মাধ্যমে তোমৰা পৰীক্ষায় কমনেৰ নিচয়তা পাবে।

**প্ৰশ্ন ১১।** চিত্ৰ অনুযায়ী তেজস্ক্রিয় পদাৰ্থগুলো পৰিবৰ্তিত হয়। (ইউৱেনিয়াম, ঘোৰিয়াম ও হিলিয়াম নিউক্লিয়াসেৰ ভৰ যথাক্রমে 238.02891 amu, 234.0036 amu ও 4.00227 amu)



- ক. বোৰ ব্যাসাৰ্ধ কাকে বলে? ১
- খ. ফিউশন বিক্ৰিয়া শক্তিৰ নিয়ততাৰ সূত্ৰ মেনে চলে— ব্যাখ্যা কৰ। ২
- গ. X মৌলটিৰ নিউক্লিয়াসেৰ পূৰ্ণৰূপ লিখ। ৩
- ঘ. উদ্বীপকেৰ প্ৰথম তেজস্ক্রিয় পৰিবৰ্তনে শক্তি নিৰ্গত হবে কী? — গাণিতিকভাৱে বিশ্লেষণ কৰ। ৪

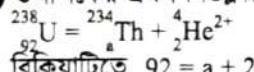
[নটোৱ ডেম কলেজ, ঢাকা]

## ১৯নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

**ক** হাইড্ৰোজেনেৰ ভূমি অবস্থাৰ ইলেক্ট্ৰন ও নিউক্লিয়াসেৰ মধ্যবৰ্তী দৃৰঢ়কে বোৰ ব্যাসাৰ্ধ বলে।

**খ** দুটি অপেক্ষাকৃত হালকা নিউক্লিয়াসেৰ সংযোগে অপেক্ষাকৃত ভাৰী নিউক্লিয়াস গঠনেৰ বিক্ৰিয়াকে ফিউশন বিক্ৰিয়া বলে। ফিউশন বিক্ৰিয়ায় বিক্ৰিয়ক ও উৎপাদেৰ ভৱেৰ পাৰ্থক্যেৰ সমতুল্য শক্তি তাপ হিসাবে নিৰ্গত হয়। অৰ্থাৎ ফিউশন বিক্ৰিয়ায় বিক্ৰিয়কেৰ ভৱেৰ সমতুল্য শক্তি, উৎপাদেৰ ভৱেৰ সমতুল্য শক্তি ও নিৰ্গত শক্তিৰ সমষ্টিৰ সমান। অতএব বলা যায়, ফিউশন বিক্ৰিয়া শক্তিৰ নিয়ততাৰ সূত্ৰ মেনে চলে।

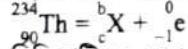
**গ** উদ্বীপকেৰ প্ৰথম নিউক্লীয় বিক্ৰিয়া—



বিক্ৰিয়াটিতে,  $92 = a + 2$

$$\therefore a = 92 - 2 = 90$$

আবাৰ, ছিতীয় নিউক্লীয় বিক্ৰিয়া,



$$\therefore \text{বিক্ৰিয়াটিতে, } 234 = b + 0 \text{ বা, } b = 234$$

$$\text{এবং } 90 = c + (-1)$$

$$\text{বা, } c = 90 + 1 = 91$$

$$\therefore X \text{ মৌলেৰ নিউক্লিয়াসেৰ পূৰ্ণৰূপ } ^{234}_{91}\text{X}$$

যা প্ৰোএক্টিনিয়ামেৰ তেজস্ক্রিয় নিউক্লিয়াস।

**ঘ** উদ্বীপকেৰ ১ম তেজস্ক্রিয় পৰিবৰ্তনে বিক্ৰিয়কেৰ ভৱ,

$$m_{238}^{238}\text{U} = 238.02891 \text{ amu}$$

$$\text{উৎপাদেৰ ভৱ, } m_{234}^{234}\text{Th} = 234.0036 \text{ amu}$$

$$\text{নিৰ্গত } \alpha \text{ কণাৰ ভৱ, } ^4_2\text{He} = 4.00227 \text{ amu}$$

বিক্ৰিয়ক ও উৎপাদেৰ ভৱেৰ পাৰ্থক্য,

$$\Delta m = (238.02891 - 4.00227 - 234.0036) \text{ a.m.u}$$

$$= 0.02304 \text{ a.m.u}$$

মেহেতু  $\Delta m > 0$  অতএব উদ্বীপকেৰ ১ম তেজস্ক্রিয় পৰিবৰ্তনে শক্তি নিৰ্গত হবে।

**প্ৰশ্ন ১০০।** দুটি তেজস্ক্রিয় মৌল X ও Y-এৰ ক্ষয় ধূবক যথাক্রমে  $0.181 \text{ d}^{-1}$  ও  $0.257 \text{ d}^{-1}$ ।

- ক. অৰ্ধায়ু কাকে বলে? ১
- খ. একটি হাইড্ৰোজেন পৰমাণুৰ ছিতীয় কক্ষপথেৰ একটি ইলেক্ট্ৰনেৰ শক্তি –  $3.4 \text{ eV}$  বলতে কী বুঝ? ২
- গ. Y মৌলেৰ অৰ্ধায়ু নিৰ্ণয় কৰ। ৩
- ঘ. কোন মৌলটিৰ 60% আগে ক্ষয় হবে? গাণিতিকভাৱে বিশ্লেষণ কৰ। ৪

[চাকা কলেজ, ঢাকা]

## ১০০নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

**ক** যে সময়ে কোনো তেজস্ক্রিয় পদাৰ্থেৰ ঠিক অৰ্ধেক পৰিমাণ পৰমাণু ভেঙে যায়, তাকে ঐ পদাৰ্থেৰ অৰ্ধায়ু বলে।

**খ** একটি হাইড্ৰোজেন পৰমাণুৰ ছিতীয় কক্ষপথেৰ একটি ইলেক্ট্ৰনেৰ শক্তি –  $3.4 \text{ eV}$  বলতে বুঝায় হাইড্ৰোজেন পৰমাণুৰ ২য় কক্ষপথে অবস্থিত একটি ইলেক্ট্ৰনেৰ গতিশক্তি ও বিভবশক্তিৰ সমষ্টি –  $3.4 \text{ eV}$ ।

**গ** এখনে, Y মৌলেৰ ক্ষয়ধূবক,  $\lambda_Y = 0.257 \text{ d}^{-1}$

$$\therefore Y \text{ মৌলেৰ অৰ্ধায়ু, } T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda_Y} = \frac{0.693}{0.257 \text{ d}^{-1}} = 2.7 \text{ d}$$

অতএব, Y মৌলেৰ অৰ্ধায়ু  $2.7 \text{ d}$ ।

**ঘ** ধৰি, X ও Y মৌলেৰ 60% ক্ষয় হতে যথাক্রমে  $T_X$  ও  $T_Y$  সময় লাগবে

$$\therefore 0.4 = e^{-\lambda_X T_X}$$

$$\text{বা, } -\lambda_X T_X = \ln(0.4)$$

$$\text{বা, } T_X = \frac{\ln(0.4)}{-\lambda_X} = \frac{\ln(0.4)}{-0.181 \text{ d}^{-1}}$$

$$\therefore T_X = 5.06 \text{ d}$$

আবাৰ,  $0.4 = e^{-\lambda_Y T_Y}$

$$\text{বা, } -\lambda_Y T_Y = \ln(0.4)$$

$$\text{বা, } T_Y = \frac{\ln(0.4)}{-\lambda_Y} = \frac{\ln(0.4)}{-0.257 \text{ d}^{-1}}$$

$$\therefore T_Y = 3.57 \text{ d}$$

এখনে,  $T_Y < T_X$

অতএব, Y মৌলটিৰ 60% আগে ক্ষয় হবে।

এখনে,

$$\lambda_X = 0.181 \text{ d}^{-1}$$

$$\lambda_Y = 0.257 \text{ d}^{-1}$$

**প্ৰশ্ন ১০১।** একটি তেজস্ক্রিয় পৰীক্ষার জন্য  $100 \text{ g m}$  ভৱেৰ দুটি তেজস্ক্রিয় পদাৰ্থ রাখা হয়। A মৌলেৰ অৰ্ধায়ু  $20 \text{ দিন}$  এবং B মৌলেৰ গড় আয়ু  $25 \text{ দিন}$ ।

**ক**. জেনার ভোল্টেজ কাকে বলে?

১

**খ**. তড়িৎ চৌম্বক আবেশ শক্তিৰ নিয়ততা সূত্ৰ মেনে চলে— ব্যাখ্যা কৰ।

২

**গ**. A মৌলেৰ ক্ষয় ধূবক কত?

৩

**ঘ**.  $100 \text{ দিন}$  পৰ পৰীক্ষাটি সম্পন্ন কৰাৰ সময় কোন পদাৰ্থেৰ পৰিমাণ বেশি ছিল? গাণিতিক বিশ্লেষণপূৰ্বক যাচাই কৰ।

৪

[সৱকাৰি তোলাৰাম কলেজ, নারায়ণগঞ্জ]

## ১০১নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

**ক** একটি p-n জাংশন ডায়োডকে বিমুখী ৰোকপ্রাণ অবস্থায় পক্ষাত্মুকী বায়াস বাড়াতে ধাকলে যে বিশেষ ভোল্টেজে প্ৰবাহমাত্ৰা হঠাৎ খুব বেশি বেড়ে যায়, সেই ভোল্টেজকে জেনার ভোল্টেজ বলে।

**খ** একটি গতিশীল চূৰককে বন্ধ কুণ্ডলী বা বতনীৰ সামনে আনা নেওয়া কৰলে বতনীতে তড়িচালক শক্তি বা তড়িৎ প্ৰবাহ উৎপন্ন হয়। চূৰকেৰ অপেক্ষিক গতি বজায় রাখাৰ জন্য কখনো দুই সময়েৰুৰ বিকৰ্ষণ বলেৰ বিবৃত্যে আবাৰ কখনো দুই সময়েৰুৰ আকৰ্ষণ বলেৰ বিবৃত্যে গতিশক্তি প্ৰয়োগ কৰতে হয়। এ যান্ত্ৰিক শক্তিই তড়িৎ শক্তিতে বৃপ্তিৰিত হয়ে কুণ্ডলীতে তড়িৎ প্ৰবাহেৰ সৃষ্টি কৰে। অৰ্থাৎ তড়িৎ চূৰক আবেশ শক্তিৰ নিয়ততা সূত্ৰ মেনে চলে।

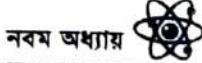
**গ** উদ্বীপক হতে, A মৌলেৰ অৰ্ধায়ু,  $T_{\frac{1}{2}} = 20 \text{ d}$

ক্ষয়ধূবক,  $\lambda_A = ?$

$$\text{আমৰা জানি, } \lambda_A = \frac{0.693}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{0.693}{20 \text{ d}}$$

$$\therefore \lambda_A = 0.03465 \text{ d}^{-1}$$

সুতৰাং A মৌলেৰ ক্ষয়ধূবক  $0.03465 \text{ d}^{-1}$ ।



## নবম অধ্যায় পরমাণুর মডেল এবং নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

গ) হতে পাই, A মৌলের ক্ষয়ধূবক  $0.03465 \text{ d}^{-1}$

B মৌলের গড় আয়ু,  $\tau = 25 \text{ d}$

$$\therefore \text{অর্ধায়ু, } \lambda_B = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{25 \text{ d}} = 0.04 \text{ d}^{-1}$$

A ও B মৌলের ক্ষেত্রে সময়,  $t = 100 \text{ d}$

আমরা জানি, A মৌলের ক্ষেত্রে,  $M_A = M_0 e^{-\lambda_A t}$

$$= 100 \text{ gm} \times e^{-0.03465 \times 100}$$

$$= 100 \text{ gm} \times e^{-3.465} = 3.127 \text{ gm}$$

আবার, B মৌলের ক্ষেত্রে,  $M_B = M_0 e^{-\lambda_B t}$

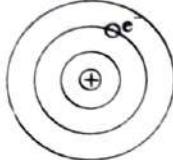
$$\text{বা, } M_B = 100 \text{ gm} \times e^{-0.04 \times 100}$$

$$= 100 \text{ gm} \times e^{-4} = 1.83 \text{ gm}$$

$$\therefore N_A > N_B$$

অর্থাৎ 100 day পর পরীক্ষাটি সম্পূর্ণ করার সময় A পদার্থের পরিমাণ বেশি ছিল।

১০২। চিত্রে একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর মডেল দেখানো হলো।



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

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

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

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

ক. ভর ত্রুটির সংজ্ঞা দাও।

খ.  $U^{235} + n \rightarrow Ba? + K^{92} + ? +$  শক্তি সমীকরণটি পূর্ণ কর।

গ. উদ্ধীপকে ইলেক্ট্রনটি যে কক্ষপথে অবস্থান করছে তার ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর।

ঘ.  $2450 \text{ \AA}$  আলো শোষণ করে ইলেক্ট্রনটি চিত্রের কোনো কক্ষপথে যেতে পারবে কি না যাচাই কর।

[সরকারি হাজী মুহাম্মদ মহসিন কলেজ, চট্টগ্রাম]

### ১০২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. নিউক্লিয়াস ফিল্ডের সময় ভারী নিউক্লিয়াসটি ভেঙে যে দুই অংশে বিভক্ত হয় তাদের সমষ্টি ভারী নিউক্লিয়াসের ভরের চেয়ে কিছু কম হয়। এর ভর ঘাটিকে ভর ত্রুটি বলে।

খ. উদ্ধীপকে উল্লিখিত শক্তি সমীকরণটি নিম্নে পূর্ণ করে দেখানো হলো—  $92U^{235} + n \rightarrow 92U^{236} \rightarrow 56Ba^{141} + 36Kr^{92} + n +$  শক্তি

গ. উদ্ধীপকের চিত্রে ইলেক্ট্রনটি ২য় কক্ষপথে অবস্থিত।

উদ্ধীপক হতে,

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

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

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

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

কক্ষপথ সংখ্যা,  $n = 2$

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

$$\text{বা, } r_2 = \frac{2^2 \times (6.63 \times 10^{-34} \text{ Js})^2 \times 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{N}^{-1} \text{m}^{-2}}{3.1416 \times 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^2}$$

$$= 2.126 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$\therefore r_2 = 2.126 \text{ \AA}$$

সুতরাং কক্ষপথের ব্যাসার্ধ  $2.126 \text{ \AA}$

ঘ. উদ্ধীপক অনুসারে,

অপ্রতিক্রিয় ফোটনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,  $\lambda = 2450 \text{ \AA} = 2450 \times 10^{-10} \text{ m}$

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

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

আমরা জানি,  $E = hf = h \frac{c}{\lambda}$

$$= 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js} \times \frac{3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{2450 \times 10^{-10} \text{ m}}$$

$$= 8.12 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= \frac{8.12 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} = 5.075 \text{ eV}$$

আমরা জানি,

২য় শক্তির হতে ৩য় শক্তির প্রয়োজনীয় শক্তি,

$$\Delta E = E_3 - E_2$$

$$= -1.5 \text{ eV} - (-13.4 \text{ eV})$$

$$= -1.5 \text{ eV} + 13.4 \text{ eV}$$

$$\therefore \Delta E = 1.9 \text{ eV}$$

উদ্ধীপকে অনুসারে প্রয়োজনীয় শক্তির শোষণ ঘটেছে

সেহেতু ইলেক্ট্রন পরবর্তী কক্ষপথে যেতে পারবে।

১০৩। নাজিন দুটি তেজস্ক্রিয় মৌল A এবং B নিয়ে কাজ করছিল। মৌলবয়ের অর্ধায়ুর যোগফল 15 বছর। A-এর অর্ধায়ু B-এর দ্বিগুণ।

ক. চেইন বিক্রিয়া কাকে বলে?

খ. তেজস্ক্রিয়তা একটি নিউক্লিয়াসটিনা— ব্যাখ্যা কর।

গ. A-মৌলের ক্ষয় ধূবক নির্ণয় কর।

ঘ. উদ্ধীপকের উভয় মৌলের 40% ক্ষয় হতে ভিন্ন সময় লাগে গাণিতিকভাবে যাচাই কর।

[ঠাকুরগাঁও সরকারি কলেজ, ঠাকুরগাঁও]

### ১০৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে বিক্রিয়া একবার শুরু হলে তাকে চালাবার জন্য অন্য কোনো অতিরিক্ত শক্তির প্রয়োজন হয় না তাকে চেইন বিক্রিয়া বলে।

খ. তেজস্ক্রিয়তা একটি স্থিয় বিজ্ঞকারী প্রক্রিয়া। যেসব মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক ভর 206 এর অধিক তাদের ক্ষেত্রে এ প্রক্রিয়া ঘটে থাকে। কোনো পদার্থ হতে স্বতন্ত্রভাবে কণা এবং রশ্মি নির্গত হওয়ার প্রক্রিয়াকে তেজস্ক্রিয়তা বলে। এসব কণা এবং রশ্মি সাধারণত মৌলের নিউক্লিয়াস হতে নির্গত হয়। তাই তেজস্ক্রিয়তা একটি নিউক্লিয়াস ঘটনা।

গ. A ও B মৌলের অর্ধায়ুর যোগফল = 15

A মৌলের অর্ধায়ু B মৌলের অর্ধায়ুর দ্বিগুণ।

$$\therefore A \text{ মৌলের অর্ধায়ু} = 10 \text{ y} \text{ এবং } B \text{ মৌলের অর্ধায়ু} = 5 \text{ y}$$

আমরা জানি,

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

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

$$\text{বা, } \lambda = \frac{0.693}{10} \text{ y}^{-1} = 0.0693 \text{ y}^{-1}$$

অতএব, A মৌলের ক্ষয় ধূবক  $0.0693 \text{ y}^{-1}$

ঘ. A মৌলের ক্ষেত্রে,

আমরা জানি,

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

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

$$\text{বা, } t_A = -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{N}{N_0} = -\frac{1}{0.0693} \ln \frac{3}{5}$$

$$\therefore t_A = 7.37 \text{ বছর}$$

আবার, B মৌলের ক্ষেত্রে,

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

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

$$\text{বা, } t_B = -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{N}{N_0}$$

$$\text{বা, } t_B = \frac{T_{1/2}}{0.693} \ln \frac{N}{N_0} = -\frac{5}{0.693} \ln \frac{3}{5}$$

$$\therefore t_B = 3.6856 \text{ বছর} = \frac{t_A}{2}$$

দেখা যাচ্ছে A ও B উভয় মৌলের 40% ক্ষয় হতে সময় ভিন্ন এবং A মৌলের ক্ষয়ের সময় B মৌলের ক্ষয়ের সময়ের দ্বিগুণ।

এখানে,

$$\text{অক্ষত পরমাণু, } \frac{N}{N_0} = 60\% = \frac{60}{100} = \frac{3}{5}$$

ক্ষয় ধূবক,  $\lambda = 0.0693 \text{ y}^{-1}$

সময়,  $t_A = ?$

$$\text{বা, } t_A = -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{N}{N_0} = -\frac{1}{0.0693} \ln \frac{3}{5}$$

$$\therefore t_A = 7.37 \text{ বছর}$$

আবার, B মৌলের ক্ষেত্রে,

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

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

$$\text{বা, } t_B = -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{N}{N_0}$$

$$\text{বা, } t_B = \frac{T_{1/2}}{0.693} \ln \frac{N}{N_0} = -\frac{5}{0.693} \ln \frac{3}{5}$$

$$\therefore t_B = 3.6856 \text{ বছর} = \frac{t_A}{2}$$

দেখা যাচ্ছে A ও B উভয় মৌলের 40% ক্ষয় হতে সময় ভিন্ন এবং A মৌলের ক্ষয়ের সময় B মৌলের ক্ষয়ের সময়ের দ্বিগুণ।



### একাদিক অধ্যায়ের সময়ে প্রীতি সূজনশীল প্রয় ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, এইচএসসি পরীক্ষায় সূজনশীল প্রয় সাধারণত একাদিক অধ্যায়ের সময়ে এসে থাকে। তোমরা যাতে পরীক্ষার জন্ম এ ধরনের প্রয় সম্পর্কে পূর্ব প্রস্তুতি প্রাপ্ত করতে পার, সে লক্ষ্যে এ অধ্যায়ের সাথে সংলিঙ্গ অধ্যায়ের সময়ে প্রীতি সূজনশীল প্রয় ও উত্তর নিচে দেওয়া হলো।

**১০৪।** হাইড্রোজেন পরমাণুর তৃতীয় কক্ষপথের একটি ইলেকট্রন উদ্বৃত্তি অবস্থা থেকে শক্তি বিকিরণ করে বিভাগীয় কক্ষপথে লাফিয়ে আসে। উল্লেখ্য ইলেকট্রনের ভর ও আধান যথাক্রমে  $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$  ও  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ।

- |   |   |
|---|---|
| ক. আলফা রশ্বির আধান কত?   | ১ |
| খ. গ্রেটিং এ বহুসংখ্যক দাগ থাকে কেন?  | ২ |
| গ. উল্লেখিত কক্ষপথের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর।  | ৩ |
| ঘ. উল্লেখিত ইলেকট্রন কর্তৃক নিঃস্তৃত বিকিরণ দৃশ্যমান হবে কি-না তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। | ৪ |

[অধ্যায় ৯ ও ৭-এর সময়ে প্রীতি]

### ১০৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. আলফা রশ্বির আধান  $3.2 \times 10^{-19} \text{ C}$ ।

খ. গ্রেটিং এর যেকোনো দুটি দাগের মধ্যবর্তী স্থান স্বচ্ছ এবং চিঠ্ঠের মতো কাজ করে। একক ছিদ্র দ্বারা সৃষ্টি অপবর্তন নকশায় কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ঝালর বা ডোরা যথেষ্ট উজ্জ্বল ও প্রশস্ত হলেও কেন্দ্রের দুই পাশের পরবর্তী উজ্জ্বল ঝালর বা ডোরাগুলো তেমন উজ্জ্বল হয় না। কিন্তু দাগের সংখ্যা বা চিঠ্ঠের সংখ্যা বৃদ্ধি করলে আলোর বিক্ষেপণের জন্য পরবর্তী উজ্জ্বল ডোরাগুলোর উজ্জ্বলতা বৃদ্ধি পায় এবং তা পূর্বের ন্যায় দাগের সংখ্যা আরও বা চিঠ্ঠের সংখ্যা আরও বৃদ্ধির সাথে সাথে ক্রমান্বয়ে সদৃশ হতে থাকে। এজন্য গ্রেটিং-এ বহুসংখ্যক দাগ থাকে।

গ. উদ্বৃত্তে হাইড্রোজেনের তৃতীয় কক্ষপথের কথা উল্লেখ আছে।

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

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

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

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

কোয়ান্টাম সংখ্যা,  $N = 3$

ব্যাসার্ধ,  $r = ?$

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

$$= \frac{3^2 \times (6.63 \times 10^{-34} \text{ Js})^2 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ C}^2}{3.1416 \times 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^2}$$

$$= \frac{3.50 \times 10^{-77}}{7.32 \times 10^{-68} \text{ m}}$$

$$= 4.78 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$= 4.78 \text{ Å}$$

অতএব, উল্লেখিত কক্ষপথের ব্যাসার্ধ  $4.78 \text{ Å}$ ।

ঘ. উদ্বৃত্তের ইলেকট্রন কর্তৃক নিঃস্তৃত বিকিরণের কম্পাক্ষে দৃশ্যমান আলোর কম্পাক্ষের সমান হলেই তা দৃশ্যমান হবে।

এখন উদ্বৃত্ত থেকে পাই ইলেকট্রনটি তৃতীয় কক্ষপথ থেকে এর পরবর্তী নিম্নতর কক্ষে প্রবেশ করে।

∴ বোরের স্বীকার্য অনুসারে বিকীর্ণ শক্তির পরিমাণ,  $h\nu = EN_3 - EN_2$

এখনে,  $EN_3$  ও  $EN_2$  যথাক্রমে  $N_3$  ও  $N_2$  কক্ষে ইলেকট্রনের শক্তি

$$EN_3 = - \frac{me^4}{8 N_3^2 h^2 \epsilon_0^2}$$

$$\text{এবং } EN_2 = - \frac{me^4}{8 N_2^2 h^2 \epsilon_0^2}$$

$$\therefore \text{নিঃস্তৃত বিকিরণের শক্তি, } h\nu = \frac{me^4}{8 N_2^2 h^2 \epsilon_0^2} - \frac{me^4}{8 N_3^2 h^2 \epsilon_0^2}$$

$$\text{বা, } h\nu = \frac{me^4}{8h^3 \epsilon_0^2} \left( \frac{1}{N_2^2} - \frac{1}{N_3^2} \right)$$

$$\text{এবং নিঃস্তৃত ফোটনের কম্পাক্ষ, } v = \frac{me^4}{8h^3 \epsilon_0^2} \left( \frac{1}{N_2^2} - \frac{1}{N_3^2} \right)$$

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

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

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

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

$$N_2 = 2;$$

$$N_3 = 3$$

নিঃস্তৃত ফোটনের কম্পাক্ষ,  $v = ?$

$$v = \frac{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^4}{8 \times (6.63 \times 10^{-34} \text{ Js})^3 (8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2})^2} \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

$$= \frac{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})^4}{8 \times (6.63 \times 10^{-34} \text{ Js})^3 (8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2})^2} \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right)$$

$$= \frac{59.64 \times 10^{-107}}{182771.976 \times 10^{-126} \times 36}$$

$$\therefore v = 4.53 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

সুতরাং নিঃস্তৃত ফোটনের কম্পাক্ষ  $4.53 \times 10^{14} \text{ Hz}$

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

নিঃস্তৃত ফোটনের কম্পাক্ষ দৃশ্যমান আলোর কম্পাক্ষের কাছাকাছি হওয়ায় তা দৃশ্যমান হবে।

অতএব, উপরের আলোচনা হতে বলা যায় হাইড্রোজেন পরমাণুর তৃতীয় কক্ষপথ হতে ২য় কক্ষপথে যাওয়ার সময় যে বিকিরণ নিঃস্তৃত করে তার কম্পাক্ষ এবং দৃশ্যমান আলোর কম্পাক্ষ প্রায় একই। এজন্য এ বিকিরণ দৃশ্যমান হবে।



## ১০০% কমন উপযোগী জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্ন উচ্চীপৰক সংশ্লিষ্ট অধ্যায়ের যেকোনো লাইন ও অনুচ্ছেদ থেকে এসে থাকে। তাই নতুন পাঠ্যবইয়ের পরিবর্তিত বিষয়বস্তুর আলোকে লাইন ধরে ধরে সর্বাধিক জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর নিচে প্রদত্ত হলো, যা পরীক্ষায় ১০০% কমন পাওয়ার ক্ষেত্রে তোমাদের সহায়তা করবে।

### কমন উপযোগী জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

**প্রশ্ন ১।** ইলেক্ট্রন ভোট কাকে বলে?

[চ. বো. '১৯]

**উত্তর :** একটি ইলেক্ট্রন তড়িৎ ক্ষেত্রে। V বিভব পার্থক্যের দুটি বিন্দুর মধ্যে স্থানান্তরে যে কাজসম্পর্ক হয় তাকে ইলেক্ট্রন ভোট বলে।

**প্রশ্ন ২।** ভরসংখ্যা কী?

[সেলু-১৪, প্রামাণিক-৮, তফাজ্জল-১৩]

**উত্তর :** পরমাণুর নিউক্লিয়াসে অবস্থিত প্রোটন ও নিউট্রনের মোট সংখ্যাই হলো ভরসংখ্যা।

**প্রশ্ন ৩।** নিউক্লিয় চুলি কী?

[সেলু-১৭, প্রামাণিক-২০]

**উত্তর :** নিউক্লিয় চুলি হলো একটি যন্ত্র যা দিয়ে একটি নিউক্লিয় শৃঙ্খল বিক্রিয়া চালু এবং নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

**প্রশ্ন ৪।** কৃতিম তেজস্ক্রিয়তা কাকে বলে?

[সেলু-১৮]

**উত্তর :** কৃতিম উপায়ে কোনো মৌলিক পদার্থকে তেজস্ক্রিয় করলে যে তেজস্ক্রিয়তা পরিলক্ষিত হয় তাকে কৃতিম তেজস্ক্রিয়তা বলে।

**প্রশ্ন ৫।** 'I' (এক) রাদারফোর্ড কী?

[চ. বো. '১৯']

**উত্তর :** কোন তেজস্ক্রিয় মৌলের প্রতি সেকেন্ডে দশ লক্ষ নিউক্লিয়াস ভেঙ্গে যাওয়াই এক রাদারফোর্ড।

$1 \text{ রাদারফোর্ড} = 10^6 \text{ বেকেরেল} = 2.70 \times 10^{-5} \text{ কুরি}$

**প্রশ্ন ৬।** ইলেক্ট্রন আবিক্ষার করেন কে?

[তফাজ্জল-২]

**উত্তর :** ১৮৯৭ সালে স্যার জে. জে. থমসন ইলেক্ট্রন আবিক্ষার করেন।

**প্রশ্ন ৭।** পরমাণুর ব্যাস কত?

**উত্তর :** পরমাণুর ব্যাস প্রায়  $10^{-8} \text{ cm}$ ।

**প্রশ্ন ৮।** পরমাণু নিউক্লিয়াস অপেক্ষা কতগুল বড়?

[প্রামাণিক-৮]

**উত্তর :** পরমাণু নিউক্লিয়াস অপেক্ষা প্রায় 10,000 গুণ বড়।

**প্রশ্ন ৯।** নিউট্রন আবিক্ষার করেন কে?

**উত্তর :** 1932 সালে বিজ্ঞানী চ্যাডউইক নিউট্রন আবিক্ষার করেন।

**প্রশ্ন ১০।**  $\gamma$ -রশ্মির বেগ কত?

**উত্তর :**  $\gamma$ -রশ্মির বেগ আলোর বেগের সমান অর্থাৎ  $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ।

**প্রশ্ন ১১।** প্রাকৃতিক তেজস্ক্রিয়তা কী?

**উত্তর :** কোনো পদার্থ হতে স্বতঃকৃতভাবে তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্গমনের ঘটনাই প্রাকৃতিক তেজস্ক্রিয়তা।

**প্রশ্ন ১২।** বেকরেল ও কুরীর মধ্যে সম্পর্ক কী?

**উত্তর :**  $1 \text{ কুরী} = 3.7 \times 10^{10} \text{ বেকরেল}$ ।

**প্রশ্ন ১৩।** তাপোৎপাদী নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া কাকে বলে?

[সেলু-১৬]

**উত্তর :** যে নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় তাপশক্তি উৎপন্ন হয়, তাকে তাপোৎপাদী নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া বলে।

**প্রশ্ন ১৪।** তাপহারী নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া কাকে বলে?

[সেলু-১৫, আমির-২২]

**উত্তর :** যে নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া সংঘটনের জন্য তাপশক্তি সরবরাহ করতে হয় তাকে তাপহারী নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া বলে।

**প্রশ্ন ১৫।** ভর-ত্রুটি কী?

[চ. বো. '১৭; ক. বো. '১৭; র. বো. '১৬; দি. বো. '১৬, '১৫]

[সেলু-১০, আমির-১, প্রামাণিক-২০, তপন-৩৭, তফাজ্জল-১৮]

**উত্তর :** নিউক্লিয় ফিশনের সময় ভারী নিউক্লিয়াসটি ভেঙ্গে যে দুটি অংশে বিভক্ত হয় তাদের ভরের সমষ্টি ভারী নিউক্লিয়াসের ভরের চেয়ে কিছু কম হয়। এ ভর ঘটাতিকেই ভর ত্রুটি বলে।

**প্রশ্ন ১৬।** শৃঙ্খল বিক্রিয়া কাকে বলে?

[র. বো. '১৭] [সেলু-৮, তপন-৪৬]

**উত্তর :** যে বিক্রিয়া একবার শুরু হলে তাকে চালাবার জন্য অন্য কোনো অতিরিক্ত শক্তির প্রয়োজন হয় না তাকে শৃঙ্খল বিক্রিয়া বলে।

**প্রশ্ন ১৭।** নিউক্লিয়ন কী?

[য. বো. '১৭; চ. বো. '১৭; ব. বো. '১৯]

[সেলু-২, আমির-১৭, প্রামাণিক-৫, তপন-১৩, তফাজ্জল-৮]

**উত্তর :** নিউক্লিয়াসের মধ্যে যে সমস্ত কণা থাকে তাদেরকে নিউক্লিয়ন বলে।

**প্রশ্ন ১৮।** ক্ষয় ধ্বনক কাকে বলে?

[যা. বো., য. বো., কু. বো., চ. বো., ব. বো. '১৮; ঢ. বো. '১৫; সি. বো. '১৫]

[আমির-১২, প্রামাণিক-১৫, তপন-৩০]

**উত্তর :** কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের একটি পরমাণুর একক সময়ে ভাঙ্গানের সম্ভাব্যতাকে ঐ পদার্থের ক্ষয় ধ্বনক বলে।

**প্রশ্ন ১৯।** পারমাণবিক ভর একক (amu) কী?

[সেলু-১৯, তপন-১৭] [সি. বো. '১৭]

**উত্তর :** এক পারমাণবিক ভর (1 amu) বলতে  $_{\frac{1}{6}} \text{C}$  পরমাণু ভরের  $\frac{1}{12}$  অংশ বৃক্ষায় এবং  $1 \text{ amu} = 1.66057 \times 10^{-27} \text{ kg}$ । নিউট্রন, প্রোটন প্রতিতি কণার ভর amu এককে প্রকাশ করা হয়।

**প্রশ্ন ২০।** নিউক্লিয় ফিশন কাকে বলে?

[দি. বো. '১৭] [সেলু-২০, আমির-১৮, প্রামাণিক-২২, তফাজ্জল-২০]

**উত্তর :** নিউট্রন দ্বারা আঘাত করে যদি কোনো ভারী পরমাণুর নিউক্লিয়াসকে প্রায় সমস্ত বিশিষ্ট দুটি অংশে বিভক্ত করা যায় এবং প্রচন্ড পারমাণবিক শক্তির উৎপন্ন হয়। নিউক্লিয়াসের এ বিভাজনকে নিউক্লিয় ফিশন বলা হয়।

**প্রশ্ন ২১।** অর্ধায়ু কাকে বলে?

[য. বো. '১৫; সি. বো. '১৬] [সেলু-১১, আমির-২, প্রামাণিক-১৭, তফাজ্জল-১৬]

**উত্তর :** যে সময়ে কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের ঠিক অর্ধেক পরিমাণ পরমাণু ভেঙ্গে যায়, তাকে ঐ পদার্থের অর্ধায়ু বলে।

**প্রশ্ন ২২।** ক্যারোড রশ্মি কী?

[সেলু-২০, তফাজ্জল-৩]

**উত্তর :** ক্যারোড রশ্মি কতকগুলো ঝণাঝাক আধানবিশিষ্ট কণিকার মোত।

**প্রশ্ন ২৩।** নিউক্লিয়াসের ব্যাস কত?

**উত্তর :** নিউক্লিয়াসের ব্যাস হলো প্রায়  $10^{-14} \text{ m}$ ।

**প্রশ্ন ২৪।**  $1 \text{ amu}$  ভরের সমতূল্য শক্তির পরিমাণ কত MeV?

**উত্তর :**  $1 \text{ amu}$  ভরের সমতূল্য শক্তির পরিমাণ = 931 MeV।

**প্রশ্ন ২৫।** নিউক্লিয় ফিউশন কী?

[সেলু-২১, আমির-১৫, প্রামাণিক-২৪, তফাজ্জল-২১]

**উত্তর :** একাধিক হালকা পরমাণুর নিউক্লিয়াসের সংযুক্তির ফলে অপেক্ষাকৃত ভারী নিউক্লিয়াস গঠিত হয় এবং প্রচুর পরিমাণে নিউক্লিয় শক্তি উৎপন্ন হয়। নিউক্লিয়াসের এ সংযোজনকে নিউক্লিয় ফিউশন বলা হয়।

**প্রশ্ন ২৬।** আইসোটোন কাকে বলে?

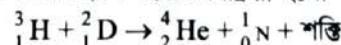
[সেলু-৯, প্রামাণিক-৬, তপন-১৬]

**উত্তর :** যেসব পরমাণুতে সমান সংখ্যক নিউট্রন আছে তাদেরকে আইসোটোন বলে।

**প্রশ্ন ২৭।** সূর্যে কোন বিক্রিয়ার মাধ্যমে তাপ উৎপন্ন হয়?

[সেলু-২২]

**উত্তর :** সূর্যের ভিতরে নিউক্লিয় ফিউশন বিক্রিয়া সংঘটনের মাধ্যমে তাপ উৎপন্ন হয়। সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া হলো—



**প্রশ্ন ২৮।** আইসোটোপ কী?

[সেলু-৩, আমির-১৩, তফাজ্জল-১৪]

**উত্তর :** যেসব পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যা একই কিন্তু ভরসংখ্যা ভিন্ন সেসব পরমাণুই পরম্পরার পরম্পরারের আইসোটোপ।

**প্রশ্ন ২৯।** বন্ধন শক্তি কী?

[সেলু-২৪, আমির-৩, প্রামাণিক-২১, তপন-৩৮, তফাজ্জল-১৯]

**উত্তর :** একটি নিউক্লিয়াসকে ভেঙ্গে পৃথক পৃথক প্রোটন, নিউট্রনে পরিণত করতে যে পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন তাকে নিউক্লিয়াসের বন্ধন শক্তি বলে।

প্ৰশ্ন ৩০। গড় আয়ু কী? [সেলু-২৫, প্ৰামাণিক-১৯, তপন-৩৬, তফাজেল-১৭]

উত্তৰ : কোনো তেজস্ত্বিয় পদাৰ্থৰ সকল পৰমাণুৰ আয়ুৰ যোগফলকে পৰমাণুৰ প্ৰাৰম্ভিক সংখ্যা হাৰা ভাগ কৰলে যে আয়ু পাওয়া যায় তাকে ঐ তেজস্ত্বিয় পদাৰ্থৰ গড় আয়ু বলা হয়।

প্ৰশ্ন ৩১। তেজস্ত্বিয়তা কী? [সেলু-২৬, আমিৰ-৮, প্ৰামাণিক-১০, তপন-১৯]

উত্তৰ : তেজস্ত্বিয় মৌল হতে ষৃতঃস্ফূর্তভাৱে কণা বা রশ্মি নিৰ্গত হওয়াৰ প্ৰক্ৰিয়াই তেজস্ত্বিয়তা।

প্ৰশ্ন ৩২। এক পৰমাণবিক ভৰ একক বা I amu কী? [সেলু-২৭, প্ৰামাণিক-৭]

উত্তৰ : পৰমাণুৰ ভৰ নথণ্য বলে এৰ প্ৰকৃত ভৰ বিবেচনা না কৰে কোনো প্ৰমাণ ঘোলেৰ সাপেক্ষে অন্য সকল ঘোলেৰ ভৰ নিৰ্ণয় কৰা হয়।  $^{12}_{6}\text{C}$  ঘোলকে প্ৰমাণ ঘোল হিসেবে ধৰে,  $^{12}_{6}\text{C}$  পৰমাণুৰ ভৰৰ  $\frac{1}{12}$

অংশকে পৰমাণবিক ভৰ একক বা 1 a.m.u বলা হয়।

প্ৰশ্ন ৩৩। তেজস্ত্বিয়তাৰ একক কী?

[প্ৰামাণিক-১২]

উত্তৰ : তেজস্ত্বিয়তাৰ একক বেকেৱেল।

প্ৰশ্ন ৩৪। তেজস্ত্বিয় পদাৰ্থ কী?

[সেলু-২৮, প্ৰামাণিক-১১]

উত্তৰ : কোনো পদাৰ্থ থেকে ষৃতঃস্ফূর্তভাৱে কণা এবং রশ্মি নিৰ্গত হওয়াৰ ঘটনাকে তেজস্ত্বিয়তা বলে। যে সকল পদাৰ্থ থেকে এ ধৰনেৰ কণা ও রশ্মি নিৰ্গত হয় তাদেৱকে তেজস্ত্বিয় পদাৰ্থ বলে।

প্ৰশ্ন ৩৫। ৱেডিও আইসোটোপ কী?

[সেলু-২৯, আমিৰ-২০, তপন-১৫]

উত্তৰ : যেসব আইসোটোপে ষৱল সময়েৰ জন্য কৃতিম তেজস্ত্বিয়তা দেখা যায় তাদেৱকে ৱেডিও আইসোটোপ বলে।

প্ৰশ্ন ৩৬। তেজস্ত্বিয় ক্ষয় সূত্ৰটি লেখ।

[কু. বো. '১৯] [সেলু-৬, প্ৰামাণিক-১৬, তপন-২৮]

উত্তৰ : তেজস্ত্বিয় ক্ষয় সূত্ৰটি হলো— তেজস্ত্বিয় পৰমাণুৰ ভাঙনেৰ হাৰ ঐ সময়ে উপস্থিত অক্ষত পৰমাণুৰ সংখ্যাৰ সমানুপাতিক।

প্ৰশ্ন ৩৭। মুখ্য কোয়ান্টাম সংখ্যা কাকে বলে? [সেলু-৩০, প্ৰামাণিক-২]

উত্তৰ : পৰমাণুতে ইলেক্ট্ৰনসমূহেৰ কক্ষপথ বা প্ৰধান শক্তিৰসমূহেৰ কুমিক সংখ্যাকে মুখ্য কোয়ান্টাম সংখ্যা বলে।

প্ৰশ্ন ৩৮। আইসোমাৰ কি?

[সেলু-৪]

উত্তৰ : আইসোমাৰ হলো একই প্ৰজাতিৰ দুটি নিউক্লিয়াস যারা দুটি ভিন্ন শক্তি অবস্থায় থাকে এবং কমপক্ষে যাদেৱকে একটি ক্ষণস্থায়ী হয়।

প্ৰশ্ন ৩৯। তেজস্ত্বিয় বৃপ্তিৰেৰ সূত্ৰটি লেখ।

[সেলু-৭]

উত্তৰ : তেজস্ত্বিয় বৃপ্তিৰেৰ সূত্ৰটি  $N = N_0 e^{-\lambda t}$

প্ৰশ্ন ৪০। আইসোমাৰ কাকে বলে?

[আমিৰ-১৯]

উত্তৰ : যেসব পৰমাণুৰ ভৰ সংখ্যা বা পৰমাণবিক ওজন একই কিন্তু পৰমাণবিক সংখ্যা ভিন্ন তাদেৱকে আইসোমাৰ বলে।

প্ৰশ্ন ৪১। এক বেকেৱেল এৰ সংখ্যা দাও।

[সেলু-৫, আমিৰ-১৮, প্ৰামাণিক-১৩, তপন-২০]

উত্তৰ : কোনো বস্তুৰ প্ৰতি সেকেন্ডে একটি পৰমাণুৰ ভাঙনকে এক বেকেৱেল বলে।

প্ৰশ্ন ৪২। প্ৰোটন কী?

[আমিৰ-২৩]

উত্তৰ : প্ৰোটন হলো নিউক্লিয়াসে অবস্থিত ধন চাৰ্জযুক্ত কণা এৰ চাৰ্জেৰ পৰমাণ  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  এবং ভৰ  $1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ।

প্ৰশ্ন ৪৩। তেজস্ত্বিয় রশ্মি কী?

[আমিৰ-১০]

উত্তৰ : তেজস্ত্বিয় ঘোলেৰ নিউক্লিয়াস থেকে অনৱৰত আলফা, বিটা ও গামা রশ্মি নিৰ্গত হয় তাদেৱকে তেজস্ত্বিয় রশ্মি বলে।

প্ৰশ্ন ৪৪।  $\gamma$ -ৱশ্মি কী?

উত্তৰ :  $\gamma$ -ৱশ্মি অতি ক্ষুদ্ৰ তৰঙাবিশিষ্ট বৈদুতিক চৌম্বক তৰঙা।

প্ৰশ্ন ৪৫। কুৱী কী?

[সেলু-১৩]

উত্তৰ : তেজস্ত্বিয়তা বা তেজস্ত্বিয়তাৰ একক কুৱী।

## কলন উপযোগী অনুধাৰণমূলক প্ৰগ্রাম ও উত্তৰ

প্ৰশ্ন ১। অৰ্ধজীৱন ও ক্ষয় ধূৰকেৰ সম্পর্ক প্ৰতিপাদন কৰ।

[সেলু-১৭, আমিৰ-৩২, তপন-৩৩]

উত্তৰ : অৰ্ধায়ু ও ক্ষয় ধূৰক এৰ মধ্যে সম্পৰ্ক নিম্নলুপ-

তেজস্ত্বিয় বৃপ্তিৰ বা সূচকীয় সূত্ৰ হতে, আমৰা জানি,

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

$$\text{যখন } t = T, \text{ তখন } N = \frac{N_0}{2}$$

$$\therefore \frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T} \quad |(1) \text{ নং সমীকৰণ হতে}|$$

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

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

$$\text{বা, } T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda}$$

অৰ্ধায়ু তেজস্ত্বিয় পদাৰ্থৰ অৰ্ধায়ু এৰ ক্ষয় ধূৰকেৰ ব্যৱনুপাতিক। এটিই নিৰ্ণয় সম্পৰ্ক।

প্ৰশ্ন ২। বোৱ কক্ষপথগুলোকে স্থায়ী কক্ষপথ বলা হয় কেন?

[সেলু-১৪, আমিৰ-১১]

উত্তৰ : বোৱ কক্ষপথগুলোকে স্থায়ী কক্ষপথ বলা হয় কাৰণ এ কক্ষপথগুলোতে প্ৰদক্ষিণ কৰাৰ সময় ইলেক্ট্ৰন কোনো শক্তি বিকিৱণ কৰে না। যদিও প্ৰদক্ষিণকালে এদেৱ গতিতে তৱণ থাকে তথাপি বোৱেৰ সীৱৰ্ক্য অনুযায়ী ইলেকট্ৰনগুলো শক্তি ক্ষয় না কৰে কক্ষপথে আবৰ্তন কৰে।

প্ৰশ্ন ৩। একটি নিউক্লিয়াসেৰ স্থায়িত্ব কী কী বিষয়েৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৰে?

[সেলু-১৩, প্ৰামাণিক-২২]

উত্তৰ : একটি নিউক্লিয়াসেৰ স্থায়িত্ব নিম্নেৰ বিষয়গুলোৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৰে:

১. নিউক্লিয়াসেৰ স্থায়িত্ব গড় বন্ধন শক্তিৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৰে। প্ৰতি নিউক্লিয়নেৰ জন্য বন্ধন শক্তি যত বেশি হবে নিউক্লিয়াসটি তত সুস্থিত হবে। [গড় নিউক্লিয় বন্ধন শক্তি =  $\frac{\Delta E}{A} = \frac{\Delta m c^2}{A}$ ]

২. নিউক্লিয়াসেৰ স্থায়িত্ব নিউক্লিন ও প্ৰোটনেৰ অনুপাতেৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৰে। স্থায়ীত্বেৰ জন্য নিউক্লিন ও প্ৰোটন অনুপাতেৰ মান  $1 - 1.5$ -এৰ মধ্যে হতে হবে।

প্ৰশ্ন ৪। চেইন বিক্ৰিয়া ব্যাখ্যা কৰ।

[সেলু-১৯]

উত্তৰ : চেইন বা শৃংখল বিক্ৰিয়া এমন একটি বিক্ৰিয়া যা একবাৰ শূৰু হলৈই তাকে চালাবাৰ জন্য অন্য কোনো অভিস্তু শক্তিৰ প্ৰয়োজন হয় না। এই বিক্ৰিয়া ফিশনযোগ্য পদাৰ্থ শেষ না হওয়া পৰ্যন্ত চলতে থাকে। তবে অনিয়ন্ত্ৰিত চেইন বিক্ৰিয়া এক সেকেন্ডেৰ লক্ষ ভাগেৰ এক ভাগ সময়েৰ মধ্যে ফিশন বিক্ৰিয়া হাজাৰ গুণ বৃদ্ধি পেতে পাৰে। অবশ্য প্ৰতি ফিশনেই প্ৰচণ্ড শক্তি নিৰ্গত হবে। অনিয়ন্ত্ৰিত শৃংখল বিক্ৰিয়া অতি অল্প সময়ে অধিক পৰিমাণ শক্তিৰ উভব হয়। একটি নিউক্লিন হাৰা শূৰু কৰা অনিয়ন্ত্ৰিত চেইন বিক্ৰিয়া নজিৰবিহীন বিস্কেৰণ ঘটাতে পাৰে। কিন্তু এই বিক্ৰিয়াকে নিয়ন্ত্ৰিত কৰতে পাৰলৈ তা থেকে অপৰিসীম শক্তি যাওয়া যাবে যা মানব কল্যাণে ব্যবহাৰ কৰা যেতে পাৰে। নিউক্লিয় চুলিতে এধৰনেৰ নিয়ন্ত্ৰিত চেইন বিক্ৰিয়া ঘটানো হয়।

প্ৰশ্ন ৫। বোৱ পৰমাণু মডেল রাদারফোৰ্ডেৰ পৰমাণু মডেলেৰ সীমাবদ্ধতাকে অতিক্ৰম কৰে ব্যাখ্যা কৰ।

[সেলু-৯, আমিৰ-৭, প্ৰামাণিক-৭, তপন-৭]

উত্তৰ : বোৱেৰ পৰমাণু মডেলে ইলেকট্ৰনসমূহ স্থায়ী কক্ষপথে আৰৰ্তনকালে কখনও শক্তি বিকিৱণ কৰে না এবং ইলেক্ট্ৰনেৰ গতিপথ সৰ্পিল বক্রেৰ আকাৰে কুমশ নিউক্লিয়াসেৰ দিকে এগিয়ে আসে না। কিন্তু রাদারফোৰ্ডেৰ পৰমাণু মডেলে ইলেকট্ৰনসমূহ নিউক্লিয়াসেৰ চতুৰ্দিকে ঘূৰ্ণনকালে কুমশ শক্তি বিকিৱণ কৰে। রাদারফোৰ্ডেৰ পৰমাণু মডেলে ইলেকট্ৰনগুলোৰ কক্ষপথেৰ আয়তন ও আকৃতি সম্পৰ্কে কিন্তু বোৱেৰ পৰমাণু মডেলে ইলেকট্ৰনগুলোৰ আকাৰ ও আকৃতি



## নবম অধ্যায় পরমাণুর মডেল এবং নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে। তাছাড়া বহু ইলেকট্রনবিশিষ্ট পরমাণুর ইলেকট্রন কীরণে নিউক্লিয়াসকে প্রদক্ষিণ করে তাও রাদারফোর্ডের মডেলে আলোচনা করা হয় নি। কিন্তু বোরের পরমাণু মডেলে এ সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে। কাজেই বোরের পরমাণু মডেলে রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতাকে অতিক্রম করে।

**প্রশ্ন ৬। নিউক্লিয়ার ফিউশন ব্যাখ্যা কর।**

[সেলু-৪, প্রামাণিক-৪৭, তপন-৪৩]

**উত্তর :** যে প্রক্রিয়ায় একাধিক হালকা নিউক্লিয়াস একত্রিত হয়ে একটি অপেক্ষাকৃত ভারী নিউক্লিয়াস গঠন করে এবং অত্যধিক শক্তি নির্গত হয়, তাকে নিউক্লীয় ফিউশন বা নিউক্লীয় সংযোজন বলে। উদাহরণস্বরূপ বলা যেতে পারে যে এটি হাইড্রোজেন পরমাণুর নিউক্লিয়াসকে সংযোজন করে একটি হিলিয়াম নিউক্লিয়াস গঠন করলে হিলিয়াম নিউক্লিয়াসের ভর এটি হাইড্রোজেন নিউক্লিয়াসের মোট ভর অপেক্ষা কিছু কম হয়। এ হ্রাসকৃত ভর শক্তিতে বৃপ্তিরিত হয়। ফলে প্রচন্ড শক্তি উৎপন্ন হয়।

**প্রশ্ন ৭। হাইড্রোজেন পরমাণুর ভূমি অবস্থার শক্তি – 13.6 eV – ব্যাখ্যা কর।**

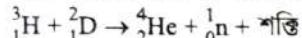
[সেলু-১১২]

**উত্তর :** হাইড্রোজেনের ভূমি অবস্থার শক্তি – 13.6 eV বলতে আমরা বুঝি – হাইড্রোজেনের একটি ইলেকট্রন থাকে যা সাধারণত সর্বনিম্ন শক্তিতের দখল করে থাকে এবং এ স্তরের শক্তির মান – 13.6 eV। ইলেকট্রনটি যখন এ শক্তিতের থাকে তখন হাইড্রোজেন পরমাণুটি ভূমি অবস্থায় রয়েছে তা বলা হয়।

**প্রশ্ন ৮। নিউক্লিয়ার ফিউশন বিক্রিয়া মানবজীবনকে প্রভাবিত করে – ব্যাখ্যা কর।**

[সেলু-১১১]

**উত্তর :** যে বিক্রিয়ায় একাধিক হালকা নিউক্লিয়াস একত্রিত হয়ে একটি অপেক্ষাকৃত ভারী নিউক্লিয়াস গঠন করে এবং অত্যধিক শক্তি নির্গত হয়, তাকে নিউক্লিয়ার ফিউশন বলে। বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ :



এই ধরনের প্রতিটি ফিউশন বিক্রিয়ায় 17.6 MeV শক্তি বিমুক্ত হয়। সূর্যের ভেতরে ফিউশন বিক্রিয়া সংঘটিত হচ্ছে এবং প্রচুর শক্তি উৎপন্ন হচ্ছে; যার কিছু অংশ পৃথিবীতে আসে বলেই মানবসত্যতা টিকে আছে। সুতরাং বলা যায় যে, নিউক্লিয়ার ফিউশন মানবজীবনকে প্রভাবিত করে।

**প্রশ্ন ৯। আলকা কণা চৌমুক ক্ষেত্রে দ্বারা বিচ্যুত হয় কেন?**

[সেলু-১৫]

**উত্তর :** রাদারফোর্ডের মতে পরমাণুর কেন্দ্রে রয়েছে নিউক্লিয়াস যেখানে সমস্ত ধনাত্মক আধান এবং ভর কেন্দ্রীভূত থাকে। এ নিউক্লিয়াসের চারাদিকেই বিক্ষিপ্ত অবস্থায় রয়েছে ইলেকট্রনসমূহ। ধনাত্মক আধান যুক্ত অধিকাংশ  $\alpha$ -কণা বর্ণপাতের মধ্যাদিয়ে যাওয়ার সময় প্রায় শূন্য জায়গার মধ্য দিয়ে সোজা পথে বের হয়ে যায়। যে সব  $\alpha$ -কণা নিউক্লিয়াসের প্রায় কাছাকাছি আসবে তারা নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক আধান দ্বারা বিকর্ষিত হয়ে হালকা বেঁকে যাবে। আর যে সব  $\alpha$ -কণা নিউক্লিয়াসের দিকে মুখ্যমুখ্য হবে তারা ধাক্কা খেয়ে বিপরীতমুখ্য ফিরে আসবে।

**প্রশ্ন ১০। নিউক্লিয়ার ফিশন ও নিউক্লিয়ার ফিউশন বিক্রিয়ার মধ্যে পার্থক্য লিখ।**

[সেলু-১৮, প্রামাণিক-৪৮]

**উত্তর :** নিউক্লিয়ার ফিশন ও নিউক্লিয়ার ফিউশন বিক্রিয়ার মধ্যে পার্থক্য নিম্নরূপ :

নিউক্লিয়ার ফিশন	নিউক্লিয়ার ফিউশন
১. যে নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় একটি ভারী নিউক্লিয়াস প্রায় সমান ভর সংযোগ বিশিষ্ট দুটি নিউক্লিয়াসে বিভক্ত বা বিভাজিত হয় তাকে নিউক্লিয়ার ফিশন বলে।	১. যে নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় দুটি হাল্কা নিউক্লিয়াস একত্রিত হয়ে অপেক্ষাকৃত ভারী একটি নিউক্লিয়াস গঠন করে এবং অত্যধিক শক্তি নির্গত হয়, তাকে নিউক্লিয়ার ফিউশন বলে।
২. নির্দিষ্ট ভর এবং উচ্চ গতিসম্পন্ন নিউট্রন বিক্রিয়া ঘটাতে প্রয়োজন।	২. বিক্রিয়া সংঘটিত হতে উচ্চ ঘনত্ব ও উচ্চ তাপমাত্রার পরিবেশ প্রয়োজন।

নিউক্লিয়ার ফিশন	নিউক্লিয়ার ফিউশন
৩. অপেক্ষাকৃত কম শক্তি নির্গত হয়।	৩. অপেক্ষাকৃত বেশি শক্তি নির্গত হয়।
৪. উদাহরণ : অ্যাটম বোমা।	৪. উদাহরণ : হাইড্রোজেন বোমা।

**প্রশ্ন ১১। গামা রশ্মি তড়িৎ চূম্বকীয় বিকিরণ হলেও চৌমুক ক্ষেত্রে বিচ্যুত ঘটে না কেন?**

[সেলু-১০]

**উত্তর :** গামা রশ্মি অতি শুরু তরঙ্গাবৈর্যের তড়িৎ চূম্বকীয় তরঙ্গ। এর কোনো ভর ও চার্জ নেই এবং তরঙ্গাবৈর্য দৃশ্যমান আলোকের তরঙ্গাবৈর্যের তুলনায় অনেক কম। এই রশ্মি আলোর বেগে গমন করে। মূলত চার্জ নিরপেক্ষ হওয়ার কারণে এটি তড়িৎ ও চৌমুক ক্ষেত্রে বিচ্যুত ঘটে না।

**প্রশ্ন ১২। তেজস্ক্রিয় পদার্থ ক্ষয় হতে হতে নিঃশেষ (শূন্য) হয়ে যায় না কেন?**

[সেলু-১৬, তপন-২৭]

**উত্তর :** তেজস্ক্রিয় পদার্থের পরমাণু মধ্যস্থিত নিউক্লিয়াস স্থায়ী নয়। সবসময়ই এদের ভাঙ্গন চলতে থাকে, যতক্ষণ না একটি অতেজস্ক্রিয় মৌলের পরমাণুতে পরিণত হয়। ভাঙ্গনের সময় মূল বা জনক পরমাণু আলফা অথবা বিটা কণা বিকিরণ করে ভিন্ন পদার্থের পরমাণুতে বৃপ্তিরিত হয়। এ ধরনের তেজস্ক্রিয় বিকিরণকে তেজস্ক্রিয় ক্ষয় বলা হয়। পরমাণুর এ ভাঙ্গন একটি সম্পূর্ণ অনিচ্ছিত ঘটনা। কোন পরমাণুটি কখন ভেঙে পড়বে তার কিছুই নির্ধারিত নেই। একটি তেজস্ক্রিয় মৌলের ভাঙ্গন চলতেই থাকবে। কোনো বাহ্যিক এ ভাঙ্গনকে প্রভাবিত করতে পারে না। তাই একটি তেজস্ক্রিয় মৌলের নিঃশেষকাল অসীম।

**প্রশ্ন ১৩। হাইড্রোজেন পরমাণুর ভূমি অবস্থানে ইলেকট্রনের শক্তি কম হওয়া সত্ত্বেও একে বন্ধনচূর্চ্যুত করতে সর্বাপেক্ষা বেশি শক্তির প্রয়োজন হয় কেন?**

[সেলু-২২, প্রামাণিক-১৫]

**উত্তর :** আমরা জানি, হাইড্রোজেন পরমাণুর  $n$ -তম কক্ষপথের শক্তির রাশিমালা,  $E_n = \frac{me^4}{8\pi^2 n^2 h^2}$ । এই সমীকরণ থেকে পাই, প্রথম বোর কক্ষের অর্থাৎ ভূমি অবস্থার শক্তি,  $E_1 = -13$  eV, দ্বিতীয় কক্ষের শক্তি,  $E_2 = -3.4$  eV অর্থাৎ ভূমি অবস্থার শক্তির মান বেশি। যেখানে অণুভাব চিহ্ন দ্বারা বুঝায় অসীমের দিকে ইলেকট্রনকে সরিয়ে নিতে কাজ করতে হয়। অর্থাৎ ইলেকট্রন পরমাণুতে আবদ্ধ। এজন্য ভূমি অবস্থার ইলেকট্রনকে বন্ধনচূর্চ্যুত করতে সর্বাপেক্ষা বেশি শক্তির প্রয়োজন।

**প্রশ্ন ১৪। কোনো একটি নিউক্লিয়াসের বন্ধন শক্তি ৪ MeV বলতে কী বুঝ?**

[সেলু-২৩, প্রামাণিক-৩৪]

**উত্তর :** একটি নিউক্লিয়াসকে ভেঙে এর নিউক্লিয়নগুলোকে পরস্পর প্রভাব থেকে মুক্ত করার জন্য নিউক্লিয়াসকে যে পরিমাণ শক্তি সরবরাহ করতে হয় অথবা প্রয়োজনীয় সংখ্যাক নিউক্লিয়ন দ্বারা একটি নিউক্লিয়াস গঠনে যে পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হয় তাকে নিউক্লিয়ার বন্ধন শক্তি বলে। কোনো একটি নিউক্লিয়াসের বন্ধন শক্তি ৪ MeV বলতে বোঝায় এই নিউক্লিয়াস ভেঙে নিউক্লিয়ন আলাদা করতে অথবা প্রয়োজনীয় নিউক্লিয়ন নিয়ে এই নিউক্লিয়াস তৈরিতে ৪ MeV শক্তির প্রয়োজন।

**প্রশ্ন ১৫। X-রশ্মি ও  $\gamma$ -রশ্মির উৎপত্তিস্থল কী? [জ. বো. '১৭] [সেলু-২৫, তপন-২৪]**

**উত্তর :** X-রশ্মি একটি তড়িৎ চূম্বকীয় রশ্মি। দুটি গতিসম্পন্ন ইলেকট্রন সহসা কোনো কঠিন ধাতব পদার্থে আঘাত করলে তা হতে X-রশ্মি উৎপন্ন হয়। আবার  $\gamma$ -রশ্মি হলো অতি শুরু তরঙ্গাবৈর্যের তড়িৎ চূম্বকীয় তরঙ্গ। যা তেজস্ক্রিয় পদার্থের নিউক্লিয়াস থেকে ঘৃতঘৃত্যুর্ভাবে নির্গত হয়।

**প্রশ্ন ১৬। রেডনের অর্ধায় 3.82 দিন বলতে কী বুঝায় – ব্যাখ্যা কর।**

[জ. বো. '১৭] [সেলু-১, প্রামাণিক-২৯, তপন-৩২]

**উত্তর :** রেডনের অর্ধায় 3.82 দিন বলতে বুঝায়। গ্রাম পরিমাণ মৌলে পরমাণু ভেঙে ঠিক অর্ধেক অর্ধায়  $\frac{1}{2}$  গ্রাম হতে সময় লাগে 3.82 দিন।

প্রশ্ন ১৭। বোর কীভাবে রাদারফোর্ড মডেল সংশোধন করেছিলেন?

[ৱা. বো., ঘ. বো., কু. বো., চ. বো., ব. বো. '১৮] [সেল-৮]

**উত্তর :** বোরের পরমাণু মডেলে ইলেকট্রনসমূহ স্থায়ী কক্ষপথে আবর্তনকালে কখনও শক্তি বিকিৰণ কৰে না এবং ইলেকট্রনের গতিপথ সম্পূর্ণ বক্রের আকারে ক্রমশ নিউক্লিয়াসের দিকে এগিয়ে আসে না। কিন্তু রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলে ইলেকট্রনসমূহ নিউক্লিয়াসের চতুর্দিকে ঘূর্ণনকালে ক্রমশ শক্তি বিকিৰণ কৰে। রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলে ইলেকট্রনগুলোৰ কক্ষপথের আয়তন ও আকৃতি সম্পর্কে কিছু বলা হয় নি কিন্তু বোরের পরমাণু মডেলে ইলেকট্রনগুলোৰ আকার ও আকৃতি সম্পর্কে আলোচনা কৰা হয়েছে। তাছাড়া বুর ইলেকট্রনবিশিষ্ট পরমাণুৰ ইলেকট্রন কীবুলে নিউক্লিয়াসকে প্রদক্ষিণ কৰে তাও রাদারফোর্ডের মডেলে আলোচনা কৰা হয় নি। কিন্তু বোরের পরমাণু মডেলে এ সম্পর্কে আলোচনা কৰা হয়েছে। কাজেই বোরের পরমাণু মডেলে রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলেৰ সীমাবদ্ধতাকে অতিৰিক্ত কৰে।

প্রশ্ন ১৮। পরমাণুৰ নিউক্লিয়াসে ইলেকট্রন নেই অথবা  $\beta$ -ক্ষয়ে ইলেকট্রন নির্গত হয় কেন? ব্যাখ্যা কৰ। [সি. বো. '১৭] [সেল-২৪, আমিৰ-২৯]

**উত্তর :** পরমাণু নিউক্লিয়াসে ইলেকট্রন নেই অথবা  $\beta$ -ক্ষয়ে ইলেকট্রন নির্গত হয় এব কাৰণ হলো পরমাণুৰ নিউক্লিয়াস একটি নিউট্রন যখন একটি প্রোটনে পরিণত হয় তখনই একটি ইলেকট্রন উৎপন্ন হয়। এই ইলেকট্রনেৰ উপৰ নিউক্লিয়াসেৰ অভ্যন্তৰে উপস্থিত তীব্র নিউক্লিয় বলেৰ কোনো প্ৰভাৱ থাকে না। তাই ইলেকট্রনটি নিউক্লিয়াসেৰ মধ্যে থাকতে পাৰে না  $\beta$  কণা হিসেবে বেৰিয়ে আসে।

প্রশ্ন ১৯। রাসায়নিক বিক্রিয়া ও নিউক্লিয় বিক্রিয়াৰ মধ্যে পাৰ্থক্য লেখ। [সেল-২৬, আমিৰ-৩০; তপন-৪০]

**উত্তর :** রাসায়নিক বিক্রিয়া ও নিউক্লিয় বিক্রিয়াৰ পাৰ্থক্য : রাসায়নিক বিক্রিয়া পরমাণুৰ সবচেয়ে বাইৱেৰ কক্ষপথে ইলেকট্রন অংশগ্রহণ কৰে। এতে নতুন কোনো পরমাণুৰ সৃষ্টি হয় না। নিউক্লিয় বিক্রিয়া পরমাণুৰ নিউক্লিয়াস পৰিবৰ্তিত হয়ে নতুন মৌলেৰ পরমাণু সৃষ্টি হয়। নিম্নে রাসায়নিক বিক্রিয়া ও নিউক্লিয় বিক্রিয়াৰ পাৰ্থক্য দেওয়া হলো—

রাসায়নিক বিক্রিয়া	নিউক্লিয় বিক্রিয়া
১. রাসায়নিক বিক্রিয়ায় যোজ্যতা ইলেকট্রনসমূহেৰ পৰিবৰ্তন ঘটে।	১. নিউক্লীয় বিক্রিয়ায় পরমাণুৰ নিউক্লিয়াসেৰ পৰিবৰ্তন ঘটে।
২. রাসায়নিক বিক্রিয়ায় নতুন মৌল সৃষ্টি হয় না, শুধু পরমাণুৰ স্থানান্তৰ ঘটে। $Zn(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + H_2(g)$	২. নিউক্লীয় বিক্রিয়ায় নতুন মৌল সৃষ্টি হয়। $^1H + ^3H \rightarrow ^4He + ^1n$
৩. রাসায়নিক বিক্রিয়ায় শক্তিৰ পৰিবৰ্তনেৰ পৰিমাণ তুলনামূলক খুবই কম।	৩. নিউক্লীয় বিক্রিয়ায় শক্তিৰ পৰিবৰ্তনেৰ পৰিমাণ রাসায়নিক বিক্রিয়াৰ তুলনায় শত লক্ষ গুণ বেশি।
৪. রাসায়নিক বিক্রিয়াকালে মৌলেৰ প্ৰোটন সংখ্যা অপৰিবৰ্তিত থাকে।	৪. নিউক্লীয় বিক্রিয়ায় মৌলেৰ প্ৰোটন সংখ্যা পৰিবৰ্তিত হয়।
৫. রাসায়নিক বিক্রিয়া কাচপাতে যেমন টেস্ট টিউবে ঘটানো যায়।	৫. নিউক্লীয় বিক্রিয়া নিউক্লীয় চুলিতে নিয়ন্ত্ৰিতভাৱে ঘটানো যায়।

প্রশ্ন ২০। তেজস্ক্রিয়াৰ কাৰণ ব্যাখ্যা কৰ। [দি. বো. '১৭] [সেল-২৭, তপন-২২]

**উত্তর :** তেজস্ক্রিয় মৌল হতে তেজস্ক্রিয় রশ্মি নিৰ্গমনেৰ ঘটনাকে বলা হয় তেজস্ক্রিয়তা।

**ব্যাখ্যা :** তেজস্ক্রিয়তা ঘটনাটি সম্পূৰ্ণভাৱে প্ৰকৃতি নিয়ন্ত্ৰিত। এটি তাপ, চাপ, বৈদ্যুতিক বা চৌমুক ঘটনা দ্বাৰা প্ৰভাৱিত হয় না। তেজস্ক্রিয়তা ধৰ্ম বিশিষ্ট পদাৰ্থকে তেজস্ক্রিয় পদাৰ্থ বলে। যেসব পদাৰ্থেৰ পারমাণবিক সংখ্যা ৪৩-এৰ বেশি সাধাৱণত সেসব পদাৰ্থ তেজস্ক্রিয় হয়। যেমন— হটেরেনিয়াম, থোরিয়াম, রেডিয়াম ইত্যাদি তেজস্ক্রিয় পদাৰ্থ।

প্রশ্ন ২১। X-ray চৌমুক ক্ষেত্ৰ দ্বাৰা বিক্ষিপ্ত হয় না— ব্যাখ্যা কৰ।

[সেল-২৮, সি. বো. '১৬]

**উত্তর :** X-ray এক ধৰনেৰ তড়িৎ চৰ্মকীয় তৰঙা। এটি চাৰ্জ নিৰপেক্ষ আহিত বা চাৰ্জযুক্ত কণা তড়িৎ ও চৰ্মক ক্ষেত্ৰ দ্বাৰা বিক্ষিপ্ত হয়। X-ray চাৰ্জ নিৰপেক্ষ অৰ্থাৎ আহিত কণা না হওয়াৰ চৌমুক ক্ষেত্ৰ দ্বাৰা বিক্ষিপ্ত হয় না।

প্রশ্ন ২২। নিউক্লিয়াৰ ফিশান বিক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তিৰ কাৰণ কী?

[দি. বো. '১৬] [সেল-৭, আমিৰ-২১, প্ৰামাণিক-৪৬, তপন-৪২]

**উত্তর :** নিউক্লিয়াৰ ফিশান বিক্রিয়ায় বিভাজিত নিউক্লিয়াস বা জাতক নিউক্লিয়াসেৰ ভৰ কিছুটা হ্ৰাস পায়। এ হ্ৰাসকৃত ভৰ, ভৰ-শক্তি সমীকৰণ অনুসৰে শক্তিতে বৃপ্তান্তিৰিত হয়। অৰ্থাৎ নিউক্লিয়াসেৰ হ্ৰাসকৃত ভৰেৰ শক্তিতে বৃপ্তান্তিৰিত হওয়াই নিউক্লিয়াৰ ফিশান বিক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তিৰ কাৰণ।

প্রশ্ন ২৩। রাদারফোর্ডেৰ  $\alpha$ -কণা বিক্ষেপণ পৰীক্ষায় কিছু  $\alpha$ -কণা বেঁকে যাওয়াৰ কাৰণ ব্যাখ্যা কৰ। [দি. বো. '১৬] [সেল-২৯, আমিৰ-২২, প্ৰামাণিক-১, তপন-৩]

**উত্তর :** রাদারফোর্ডেৰ  $\alpha$ -কণা বিক্ষেপণ পৰীক্ষায়  $\alpha$ -কণা বেঁকে যাওয়াৰ কাৰণ নিচে ব্যাখ্যা কৰা হো৳।

রাদারফোর্ডেৰ  $\alpha$ -কণা বিক্ষেপণ পৰীক্ষায় কিছু  $\alpha$ -কণা নিউক্লিয়াসেৰ প্ৰায় কাছাকাছি আসে। এ সময় তাৰা নিউক্লিয়াসেৰ ধনাত্মক আধান দ্বাৰা বিকৰিত হয়ে বেঁকে যায়। ছাড়া যেসব আলফা কণা নিউক্লিয়াসেৰ দিকে মুখোমুখি অগ্ৰসৰ হয় তাৰা কুলম্বেৰ বিপৰীত বৰ্গীয় সূত্ৰান্যায়ী অধিক বল দ্বাৰা বিকৰিত হয়ে আৱণ বেশি বেঁকে যায়।

প্রশ্ন ২৪। একটি তেজস্ক্রিয় পদাৰ্থ নিঃশেষ হতে কৃত সময় লাগে— ব্যাখ্যা কৰ। [ডিকাৰুননিসা নূন ক্লু এন্ড কলেজ, ঢাকা]

[সেল-২, আমিৰ-১৭, প্ৰামাণিক-২৭, তপন-২৭]

**উত্তর :** তেজস্ক্রিয় পদাৰ্থে পরমাণু মধ্যস্থিত নিউক্লিয়াস স্থায়ী নয়। সবসময়ই এদেৱ ভাঙন চলতে থাকে, যতক্ষণ না একটি অতেজস্ক্রিয় মৌলেৰ পরমাণুতে পরিণত হয়। ভাঙনেৰ সময় মূল বা জনক পরমাণু আলফা অথবা বিটা কণা বিকিৰণ কৰে ভিৰ পদাৰ্থেৰ পরমাণুতে বৃপ্তান্তিৰিত হয়। এ ধৰনেৰ তেজস্ক্রিয় বিকিৰণকে তেজস্ক্রিয় ক্ষয় বলা হয়। পরমাণুৰ এ ভাঙন একটি সম্পূৰ্ণ অনিচ্ছিত ঘটনা। কোন পরমাণুটি কখন ভেঁড়ে পড়াৰ ভাৰ কিছুই নিৰ্ধাৰিত নেই। একটি তেজস্ক্রিয় মৌলেৰ ভাঙনেৰ তেজস্ক্রিয়তা থাকতে থাকবে। কোনো বাহ্যিক এ ভাঙনকে প্ৰভাৱিত কৰতে পাৰে না। তাই একটি তেজস্ক্রিয় মৌলেৰ নিঃশেষকাল অসীম।

প্রশ্ন ২৫। ভৱতুটি বলতে কী বোৰ?

[সেল-২১, প্ৰামাণিক-৩৬]

**উত্তর :** একটি স্থায়ী নিউক্লিয়াসেৰ ভৰেৰ যোগফলেৰ চেয়ে সৰ্বদা কম হয়। অৰ্থাৎ একটি নিউক্লিয়াসেৰ নিউক্লিয়নগুলোৰ ভৰেৰ যোগফল এবং এ নিউক্লিয়াসেৰ ভৰেৰ পাৰ্থক্যকে ভৱতুটি বলে। একে  $\Delta m$  দ্বাৰা প্ৰকাশ কৰা হয়।

$$\therefore \Delta m = \{Z m_p + (A - Z) m_N\} - m$$

এখনে,  $M =$  নিউক্লিয়াসেৰ প্ৰকৃত ভৰ

$m_p =$  একটি প্ৰোটনেৰ ভৰ

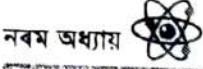
$m_N =$  একটি নিউট্ৰনেৰ ভৰ

$A =$  ভৰ সংখ্যা বা নিউক্লিয়ন সংখ্যা

$Z =$  প্ৰোটন সংখ্যা।

প্রশ্ন ২৬। বোৰ-এৰ তৃতীয় ধীকাৰ্য ব্যাখ্যা কৰ। [সেল-৩০]

**উত্তর :** যখনই কোনো ইলেকট্রন একটি সুবিধাযুক্ত কক্ষপথে লাফ দেয়, তখনই শক্তি বিকিৰণ বা শোষণ ঘটে। যদি ইলেকট্রন উচ্চতাৰ সুবিধাযুক্ত কক্ষপথ হতে নিম্নতাৰ সুবিধাযুক্ত কক্ষপথে লাফ দেয়, তবে শক্তিৰ বিকিৰণ ঘটে। আৱ যদি ইলেকট্রন নিম্নতাৰ সুবিধাযুক্ত কক্ষপথ হতে উচ্চতাৰ সুবিধাযুক্ত কক্ষপথে লাফ দেয় তবে শক্তিৰ শোষণ ঘটে। এ বিকিৰণ বা শোষণ শক্তিৰ পৰিমাণ ঐ দুটি কক্ষপথেৰ শক্তিৰ বিয়োগফলেৰ সমান এবং এৱ মান এক কোয়ান্টাম অৰ্থাৎ  $h\nu$ , যেখনে  $h$  প্ৰাঙ্গেকেৰ ধূবক এবং  $\nu$  শক্তিৰ কম্পাঙ্ক।



**প্রশ্ন ২৭। তেজস্ক্রিয়তা কী ব্যাখ্যা কর।**

[সেলু-৩১, প্রামাণিক-১১]

**উত্তর :** তেজস্ক্রিয় মৌল হতে তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্গমনের ঘটনাকে বলা হয় তেজস্ক্রিয়তা।

**ব্যাখ্যা :** তেজস্ক্রিয়তা ঘটনাটি সম্পূর্ণভাবে প্রকৃতি নিয়ন্ত্রিত। এটি তাপ, চাপ, বৈদ্যুতিক বা চোষক ঘটনা হারা প্রভাবিত হয় না। তেজস্ক্রিয়তা ধর্ম বিশিষ্ট পদার্থকে তেজস্ক্রিয় পদার্থ বলে। যেসব পদার্থের পারমাণবিক সংখ্যা ৪৩-এর বেশ সাধারণত সেসব পদার্থ তেজস্ক্রিয় হয়। যেমন— ইউরেনিয়াম, থোরিয়াম, রেডিয়াম ইত্যাদি তেজস্ক্রিয় পদার্থ।

**প্রশ্ন ২৮। প্রোটন ধনাত্মক চার্জধর্মী হওয়া সত্ত্বেও প্রোটন প্রোটন বিকর্ষণ করে নিউক্লিয়াস থেকে বেরিয়ে আসে না কেন?** [সেলু-৩]

**উত্তর :** নিউক্লিয়াসে প্রোটন-প্রোটন বিকর্ষণ বল বা কুলমূল বল ক্রিয়া করে। অপরদিকে নিউক্লিয়াসে নিউক্লিয় উপাদান তথা নিউক্লিয়নগুলোকে একত্রে আবর্ণ রাখতে নিউক্লিয় বল কার্যকর হয়। এ নিউক্লিয় বলের মান কুলমূল বলের তুলনায় বেশ হওয়ায় প্রোটন-প্রোটন বিকর্ষণ বলের ক্রিয়াকে নাকচ করে দেয়। তাই নিউক্লিয়াস থেকে প্রোটন বেরিয়ে আসতে পারে না।

**প্রশ্ন ২৯। অস্থায়ী নিউক্লিয়াস বলতে কী বুঝ?** [সেলু-৩২, প্রামাণিক-২৩]

**উত্তর :** আমরা জানি, পরমাণুর কেন্দ্রে নিউক্লিয়াস অবস্থিত। নিউক্লিয়াসের মধ্যে ধন চার্জযুক্ত প্রোটন এবং নিয়ন্ত্রিয় নিউট্রন থাকে। ভারী মৌলিক পদার্থ যাদের পারমাণবিক ভর 206-এর অধিক তাদের পরমাণুর নিউক্লিয়াসে অধিক সংখ্যক প্রোটন থাকে। সমধর্মী ধন চার্জের মধ্যে বিকর্ষণ বল খুবই প্রবল হওয়ায় তারা নিউক্লিয়াস হতে ছিটকে বের হয়ে আসে। ফলে নিউক্লিয়াস ভেঙে গিয়ে অন্য নিউক্লিয়াসে পরিবর্তিত হয়। এদেরকে অস্থায়ী নিউক্লিয়াস বলে।

**প্রশ্ন ৩০। বেকরেল ও কুরীয় সম্পর্ক কী?** [সেলু-৩৩, তপন-২১]

**উত্তর :** তেজস্ক্রিয়তার এস.আই একক বেকরেল (Bq)। প্রতি সেকেন্ডে একটি তেজস্ক্রিয় ভাঙ্গন বা ক্ষয়কে এক বেকরেল বলে।

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

পূর্বে কুরীয় (Ci) নামে তেজস্ক্রিয়তার একটি একক ব্যবহৃত হতো এবং  $1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ decay s}^{-1}$

$$\therefore 1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

এটিই নির্ণয় সম্পর্ক।

**প্রশ্ন ৩১। তাপ নিউক্লিয় বিক্রিয় বলতে কী বোঝ?** [সেলু-৩৪]

**উত্তর :** অত্যধিক তাপমাত্রায় পদার্থসমূহ প্লাজমা অবস্থা ধারণ করে। এ অবস্থায় পরমাণুর ইলেক্ট্রনগুলো নিউক্লিয়াস থেকে বিছিন্ন হয় এবং প্রচন্ড গতিতে ছেটাছুটি করতে থাকে। এ সময় হালকা পরমাণু নিউক্লিয়াসের মধ্যে ফিউশন ঘটে অপেক্ষাকৃত ভারী পরমাণুর সৃষ্টি হয় এবং প্রচন্ড তাপশক্তি নির্গত হয়। একে তাপ নিউক্লিয় বিক্রিয়া বলে। সূর্য ও নক্ষত্রে তাপ নিউক্লিয় বিক্রিয়ায় শক্তি উৎপন্ন হয়ে থাকে।

**প্রশ্ন ৩২। অনিয়ন্ত্রিত নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় অতিরিক্ত শক্তির প্রয়োজন হয় না কেন?** [কু. বো. '১৬] [সেলু-৬, আমির-১৮, তপন-৪৪]

**উত্তর :** কৃতিম উপায়ে একটি নিউক্লিয়াস ভেঙ্গে অন্য একটি নিউক্লিয়াস সৃষ্টির প্রক্রিয়া হচ্ছে নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া। অর্থাৎ নিউক্লিয় বিক্রিয়া হলো একটি নিউক্লিয় ঘটনা। এটি একটি শৃঙ্খল বা চেইন বিক্রিয়া। অনিয়ন্ত্রিত চেইন বিক্রিয়ায় এক সেকেন্ডের লক্ষ ভাগের এক ভাগ সময়ের মধ্যে ফিশন বিক্রিয়া হাজার গুণ বৃদ্ধি পেতে পারে। এবং প্রতি ফিশনেই প্রচন্ড শক্তি নির্গত হয়। তাই অনিয়ন্ত্রিত নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় অতিরিক্ত শক্তির প্রয়োজন হয় না।

**প্রশ্ন ৩৩। তেজস্ক্রিয়তা একটি নিউক্লিয়ার ঘটনা— ব্যাখ্যা কর।**

[সেলু-২০, আমির-২৮]

**উত্তর :** তেজস্ক্রিয়তা একটি স্থীয় বিচ্ছিন্নকারী প্রক্রিয়া। যেসব মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক ভর 206 এর অধিক তাদের ক্ষেত্রে এ প্রক্রিয়া ঘটে থাকে। কোনো পদার্থ হতে ব্রতঃকৃতভাবে কণা এবং রশ্মি নির্গত হওয়ার থাকে। কোনো পদার্থ হতে ব্রতঃকৃতভাবে প্রক্রিয়াকে তেজস্ক্রিয়তা বলে। এসব কণা এবং রশ্মি সাধারণত মৌলের নিউক্লিয়াস হতে নির্গত হয়। তাই তেজস্ক্রিয়তা একটি নিউক্লিয়ার ঘটনা।

**প্রশ্ন ৩৪। পরমাণুর গঠন সম্পর্কে রাদারফোর্ডের সীমাবদ্ধতা ব্যাখ্যা কর।**

[সেলু-৩৫, আমির-৪, প্রামাণিক-৪, তপন-২]

**উত্তর :** রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের দুটি সীমাবদ্ধতা নিয়ে বর্ণিত হলো—

১. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের ভিত্তি নিউটনের মাধ্যাকর্ষণ ও গতিসূত্রের উপর প্রতিষ্ঠিত। নিউটনের মাধ্যাকর্ষণ ও গতিসূত্র কেবল তড়িৎ আধান নিরপেক্ষ বস্তুর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য। তড়িৎ আধানযুক্ত বস্তুর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য নয়। কারণ ইলেক্ট্রন বাণানুক ও নিউক্লিয়াস ধনাত্মক আধানধর্মী। আবার গ্রহমন্ডলীতে পরম্পরারের মধ্যে আকর্ষণ বল রয়েছে অর্থ ইলেক্ট্রন একে অপবকে নিকর্ষণ করে।
২. ইলেক্ট্রনগুলোর কক্ষপথের আয়তন ও আকৃতি সম্পর্কে এ মডেলে কিছু বলা হয় নি।

**প্রশ্ন ৩৫। রাদারফোর্ডের আলফা কণা বিক্ষেপণ পরীক্ষার পর্যবেক্ষণসমূহ ব্যাখ্যা কর।**

[সেলু-৩৬, আমির-৫]

**উত্তর :** রাদারফোর্ডের আলফা কণা বিক্ষেপণ পরীক্ষার পর্যবেক্ষণসমূহ হলো—

১. অধিকাংশ (99%) α-কণাই তাদের গতিপথ হতে না বেঁকে সোনার পাতকে কেন্দ্র করে চলে যায় এবং ZnS এর পর্দাকে দীপ্তিময় বা আলোকিত করে তোলে।
২. অল্প সংখ্যক α-কণা তাদের গতিপথ হতে বেঁকে যায়।
৩. খুবই অল্প সংখ্যক α-কণা (প্রায় বিশ হাজার এর মধ্যে একটি) তাদের মূলপথে সরাসরি বিপরীত দিকে ফিরে আসে।

**প্রশ্ন ৩৬। রাদারফোর্ড ও বোর পরমাণু মডেলের মূল পার্থক্য কী?**

[ব. বো. '১৬] [সেলু-৩৭, আমির-২০]

**উত্তর :** বোর ও রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের মধ্যে উল্লেখযোগ্য পার্থক্য হলো—

১. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলটি শক্তির ক্লাসিক্যাল তত্ত্বের উপর ভিত্তি করে প্রতিষ্ঠিত অপরপক্ষে বোরের পরমাণু মডেলটি প্লাঞ্জের কোয়ান্টাম তত্ত্বের উপর ভিত্তি করে প্রতিষ্ঠিত।
২. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলে শক্তিসমূহ বৃত্তাকার হিসেবে বর্ণনা করা হয়েছে।
৩. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলে শক্তির শোষণ বা বিকিরণ সম্বন্ধে ধারণা দেওয়া হয়নি। কিন্তু বোরের পরমাণু মডেলে শক্তির শোষণ, বিকিরণ ও তার কারণ বর্ণনা করা হয়েছে।

**প্রশ্ন ৩৭। বোর পরমাণু মডেলের দুটি স্বীকার্য লেখ।**

[সেলু-৩৮, আমির-৬, প্রামাণিক-৩, তপন-৫]

**উত্তর :** বোর পরমাণু মডেলের দুটি স্বীকার্য নিম্নরূপ—

**কৌণিক ভরবেগ সংক্রান্ত স্বীকার্য :** পরমাণুতে ইলেক্ট্রনগুলো নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে কতকগুলো নির্দিষ্ট কক্ষপথে ঘূরতে পারে যেখানে ইলেক্ট্রনের কৌণিক ভরবেগ L হলো কোনো পূর্ণসংখ্যা N এবং  $\frac{h}{2\pi}$  এর গুণফল।

$$\text{অর্থাৎ, } L = \frac{Nh}{2\pi}$$

**শক্তিসমূহ সংক্রান্ত স্বীকার্য :** পরমাণুর ইলেক্ট্রনসমূহ নির্দিষ্ট শক্তির কতকগুলো বৃত্তাকার স্থায়ী কক্ষপথে নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে আবর্তন করে। এসব কক্ষপথে আবর্তনের সময় ইলেক্ট্রন কোনো শক্তি শোষণ বা বিকিরণ করে না।

**প্রশ্ন ৩৮। নিউক্লিয়াসের চারদিকে ইলেক্ট্রনের ঘূর্ণনের জন্য প্রয়োজনীয় কেন্দ্রস্থৰ্মুখী বলের উৎস কী?**

[সেলু-৩৯, প্রামাণিক-১০]

**উত্তর :** নিউক্লিয়াসের ভিতরে থাকে ধনাত্মক আধানবিশিষ্ট প্রোটন আর চারদিকে থাকে ইলেক্ট্রন। যখন নিউক্লিয়াসের চারদিকে ইলেক্ট্রন ঘূর্ণযামন থাকে তখন প্রোটন মুখ্য ভূমিকা পালন করে। তাই বলা যায়, নিউক্লিয়াসের চারদিকে ইলেক্ট্রনের জন্য প্রয়োজনীয় বলের উৎস হিসেবে প্রোটন কাজ করে থাকে।