shikho

# প্র্যাকটিস বুক
## একাদশ-দ্বাদশ শ্রেণি

ACADEMIC PROGRAM
HSC 26
CLASS 11

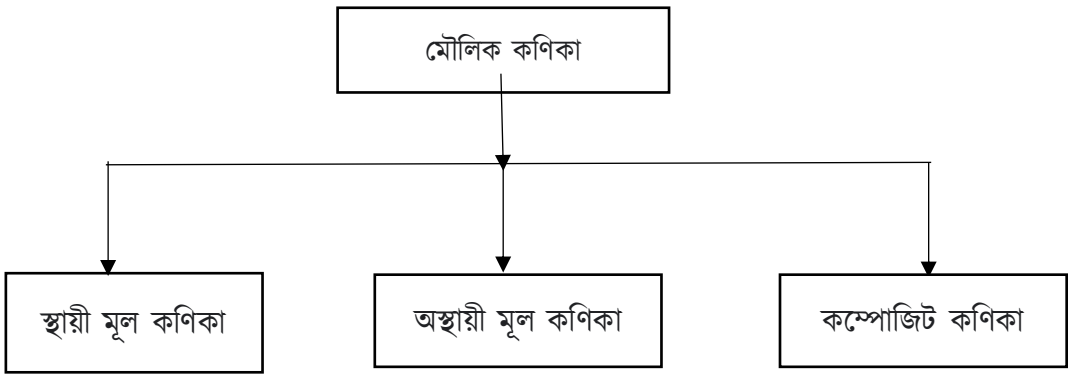
# রসায়ন ১ম পত্র

## গুণগত রসায়ন (কোয়ান্টাম মেকানিক্স)

# গুণগত রসায়ন (কোয়ান্টাম মেকানিক্স)

## Formula & Concepts

**পরমাণুর মৌলিক কণিকা:**




**স্থায়ী মূল কণিকা:**

| কণা | প্রতীক | ভর (g) | চার্জ (Coulomb) | আপেক্ষিক চার্জ | অবস্থান |
|---|---|---|---|---|---|
| (i) ইলেকট্রন | e | $9.1\times 10^{-28}$ | $-1.6\times 10^{-19}$ | -1 | কক্ষপথে (নিউক্লিয়াসের বাইরে) |
| (ii) প্রোটন | p | $1.673\times 10^{-24}$ | $+1.6\times 10^{-19}$ | +1 | নিউক্লিয়াসে |
| (iii) নিউট্রন | n | $1.675\times 10^{-24}$ | 0 | 0 | নিউক্লিয়াসে |

**অস্থায়ী মূল কণিকা:**

(i) পাইওন (ii) মিউওন (iii) নিউট্রিনো (iv) অ্যান্টিনিউট্রিনো (v) মেসন (vi) পজিট্রন (vii) গ্র্যাভিট্রন

**কম্পোজিট কণিকা:** (i) ডিউটেরন কণা (ii) আলফা কণা

- **পরমাণু মডেল:**

  পরমাণুর গঠন সম্পর্কে বিভিন্ন সময়ে বিজ্ঞানীগণ বিভিন্ন মডেল প্রস্তাব করেছেন। যেমন-

  (i) থমসনের পরমাণু মডেল, ১৯০৭

  (ii) রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল, ১৯১১

  (iii) বোরের পরমাণু মডেল, ১৯১৩

(iv) সমারফিল্ডের পরমাণু মডেল, ১৯১৩-১৯১৬

(v) ভেক্টর পরমাণু মডেল, ১৯১৯ এবং

(vi) তরঙ্গ বলবিদ্যা পরমাণু মডেল, ১৯২৪। (লুইস ডি ব্রগলি কর্তৃক প্রস্তাবিত)

যে সব পরমাণুর নিউক্লিয়াসের পারমাণবিক সংখ্যা ও ভর সংখ্যা পরস্পর সমান কিন্তু তাদের অভ্যন্তরীণ গঠন ও তেজস্ক্রিয় ধর্মের মধ্যে বৈসাদৃশ্য রয়েছে তাদেরকে পরস্পরের আইসোমার বলে।

আইসোইলেকট্রনিকঃ যে সকল পরমাণুর বা আয়নের বা অণুর বা মূলক (radical) এর ইলেকট্রনের সংখ্যা সমান তাদের আইসোইলেকট্রনিক বলা হয়। যেমন: $Mg^{2+}$, ও $Al^{3+}, Ni^{3+}$ ,ও $Co^{2+}$ ।

| রাশি | প্রোটন সংখ্যা | নিউট্রন সংখ্যা | ভরসংখ্যা | পর্যায় সারণিতে অবস্থান | মৌলের পরমাণু | ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম | উদাহরণ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| আইসোটোপ | সমান | ভিন্ন | ভিন্ন | একই | একই | ভৌত ধর্ম ভিন্ন, রাসায়নিক ধর্ম অভিন্ন | প্রোটিয়াম, ট্রিটিয়াম, ডিউটেরিয়াম |
| আইসোবার | ভিন্ন | ভিন্ন | সমান | ভিন্ন | ভিন্ন | ভিন্ন | ${}^{64}_{29}Cu$, ${}^{64}_{30}Zn$ |
| আইসোটোন | ভিন্ন | সমান | ভিন্ন | ভিন্ন | ভিন্ন | ভিন্ন | ${}^{30}_{14}Si$, ${}^{31}_{15}P$ |

- স্পেশাল টিপসঃ

  আইসোটোপ → প্রোটন সমান (প তে প্রোটন)

  আইসোবার → ভর সমান (বার তে ভর)

  আইসোটোন → নিউট্রন সমান (ন তে নিউট্রন)

## কোয়ান্টাম সংখ্যা

➢ কোয়ান্টাম সংখ্যা: পরমাণুতে কোনো একটি ইলেকট্রন-

(i) পরমাণুর কোন শক্তিস্তরে অবস্থান করে

(ii) শক্তিস্তরটির প্রকৃতি (অর্থাৎ শক্তিস্তরের আকার ও আকৃতি) কী রকম

(iii) চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রভাবে ইলেকট্রনটির কক্ষপথের দিক বিন্যাস (Orientation) কীভাবে ঘটে এবং

(iv) নিজ অক্ষের উপর ঘূর্ণনের দিক প্রকাশের জন্য যে সকল সংখ্যা ব্যবহার করা হয়, তাদেরকেই কোয়ান্টাম সংখ্যা বলে। Quantum Mechanics অনুসারে, পরমাণুতে একটি electron এর অবস্থান পূর্ণাঙ্গভাবে প্রকাশের জন্য কমপক্ষে 4 টি Quantum Number ব্যবহৃত হয়। এ চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার

নাম হলো:

(i) প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা, n (Principal quantum number)

(ii) অ্যাজিমুথাল বা সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা, l (Azimuthal or subsidiary quantum number)

(iii) চুম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা, m (Magnetic quantum number) ও

(iv) ঘূর্ণন কোয়ান্টাম সংখ্যা, s (Spin quantum number)

- বোর পরমাণু মডেল অনুসারে পরমাণুর $e^-$ সমূহ Nucleus কে কেন্দ্র করে নির্দিষ্ট বৃত্তাকার অরবিট বা শক্তিস্তরে (n) আবর্তন করে। যেকোনো প্রধান শক্তিস্তরের (n) সর্বোচ্চ $e^-$ ধারণক্ষমতা $2n^2$ এবং সর্বমোট অরবিটাল সংখ্যা = $n^2$ ।
- উচ্চ শক্তিসম্পন্ন বর্ণালিবীক্ষণ যন্ত্র (স্পেকট্রোস্কোপ) দ্বারা পারমাণবিক বর্ণালিকে পর্যবেক্ষণ করলে দেখা যায় প্রতিটি বর্ণালি রেখা কতকগুলো ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র রেখাতে বিভক্ত। এই রেখাগুলোর উৎসের কারণ ব্যাখ্যা করতে গিয়ে বিজ্ঞানী সমারফিল্ড প্রস্তাব করেন যে, উচ্চতর শক্তিস্তরগুলো একাধিক উপশক্তিস্তরে (Sub energy level) বিভক্ত। এর মান 0 থেকে (n-1) পর্যন্ত হতে পারে।
- l এর মান 0, 1, 2, 3 হলে উপশক্তিস্তরকে যথাক্রমে s, p, d, f দ্বারা চিহ্নিত করা হয়।
- যে কোনো উপশক্তিস্তরের সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা 2(2l+1), এখানে l = 0, 1, 2, 3 ইত্যাদি এবং সর্বমোট অরবিটাল সংখ্যা = (2l+1)। উল্লেখ্য, s = sharp p = principal; d = diffuse; f = fundamental ।
- 1896 সালে বিজ্ঞানী জীম্যান লক্ষ্য করেন যে, উত্তেজিত অবস্থায় কোনো একটি পরমাণুকে চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করলে পরমাণুর প্রত্যেকটি বর্ণালি রেখা কতগুলো নির্দিষ্ট সংখ্যক সূক্ষ্মতর রেখায় বিভক্ত হয়ে যায়। অর্থাৎ প্রধান শক্তিস্তরের অন্তর্ভুক্ত উপশক্তিস্তরগুলো পুনরায় আরও কত গুলো উপস্তরে বিভক্ত হয়। এদেরকে অরবিটাল বলা হয়। অরবিটালসমূহ পরমাণুর অভ্যন্তরের চৌম্বকক্ষেত্রের প্রভাবে বিভিন্ন নির্দিষ্ট দিকে বা অক্ষ বরাবর বিস্তৃত থাকে।
- চৌম্বক কোয়ান্টাম সংখ্যা m এর মান 0 সহ $\pm l$ পর্যন্ত হয়।
- প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা শক্তিস্তরের আকার নির্দেশ করে।
- সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা শক্তিস্তরের আকৃতি নির্দেশ করে।
- ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা শক্তিস্তরের ত্রিমাত্রিক দিকবিন্যাস নির্দেশ করে।
- স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা ইলেকট্রনের নিজ অক্ষের উপর ঘূর্ণনের দিক নির্দেশ করে এবং ম্যাগনেটিক মোমেন্ট বা চৌম্বক ভ্রামকের মান ও দিক নির্দেশ করে।

### কোয়ান্টাম সংখ্যার গ্রহণযোগ্য সেট:

- n> $l$, n সর্বদা l এর চেয়ে বড়
- l≥ $|m|$; l সর্বদা m এর পরমমানের চেয়ে বড় বা সমান
- s এর মান $+\frac{1}{2}$ বা $-\frac{1}{2}$

### আউফবাউ নীতি:

"পরমাণুতে বিদ্যমান ইলেকট্রনগুলো প্রথমে সর্বনিম্ন শক্তিসম্পন্ন অরবিটাল পূর্ণ করবে এবং পরে ক্রমান্বয়ে উচ্চতর শক্তিসম্পন্ন অরবিটাল পূর্ণ করতে থাকবে।"

কোন অরবিটালের শক্তি কত তা প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা 'n' এবং সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা 'l' এর মান থেকে

হিসেব করা হয়। যে অরবিটালের জন্য (n+l) এর মান কম সেটিই নিম্নশক্তির অরবিটাল এবং ইলেকট্রন তাতেই প্রথম প্রবেশ করে। যেমন-

3d অরবিটালের জন্য n = 3 এবং l = 2 ∴ (n+l) = 3 + 2 = 5

4s অরবিটালের জন্য n = 4 এবং l = 0 ∴ (n+l) = 4 + 0 = 4

সুতরাং 3d এর চেয়ে 4s এর শক্তি কম বলে ($4s < 3d$) ইলেকট্রন আগে 4s অরবিটালে প্রবেশ করে এবং সেটি পূর্ণ হলে 3d অরবিটালে যায়।

আউফবাউ নীতি অনুসারে ক্রমবর্ধমান শক্তির ক্রমানুসারে উপকক্ষগুলোকে সাজালে নিম্নরূপ হয়:

$1s<2s<2p<3s<3p<4s<3d<4p<5s< 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < 5f < 6d < 7p < 8s < 6f$

**Note:** Fe(26) = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$ এটি ভুল। $e^-$ আগে 4s এ প্রবেশ করলেও লেখার সময় 3d আগে লিখতে হবে।

আয়রনের ইলেকট্রন বিন্যাস:

Fe(26) = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$

$Fe^{2+}$(24)= $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^0$

$Fe^{3+}$(23)= $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^0$

আউফবাউ নীতি অমান্যকারী মৌলসমূহ (ব্যতিক্রমী ইলেকট্রন বিন্যাস):

Cr (24), Cu(29), Nb(41), Mo(42), Ru(44), Pd(46), Ag(47), La(57), W(74), Au (79), Ac(89), Th(90)

(i) Cr (24) = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$

(ii) Cu(29) = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3\ d^{10} 4s^1$

(iii) Nb(41) = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^4 5s^1$

(iv) Mo(42) = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^5 5s^1$

(v) Ru(44) = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4\ s^2 4p^6 4d^7 5s^1$

(vi) Pd (46) = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4\ s^2 4p^6 4d^{10} 5s^0$

(vii) Ag(47) = $1s^2 2s^2 2p^6 3\ s^2 3p^6 3\ d^{10} 4\ s^2 4p^6 4d^{10} 5s^1$

(viii) La (57) = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^\circ 5s^2 5p^6 5d^1 6s^2$

(ix) W(74) = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^4$

(x) Au(79) = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^1$

(xi) Ac (89) = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^{10} 5f^0 6s^2 6p^6 6d^1 7s^2$

(xii) Th (90) = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^{10} 5f^0 6s^2 6p^6 6d^2 7s^2$

### হুন্ডের নীতি:

"সমশক্তিসম্পন্ন অরবিটালগুলোতে ইলেকট্রনের প্রবেশের সময় যতক্ষণ পর্যন্ত অরবিটাল খালি থাকবে ততক্ষণ পর্যন্ত ইলেকট্রনগুলো অযুগ্মভাবে অরবিটালে প্রবেশ করবে এবং এ অযুগ্ম ইলেকট্রনগুলোর স্পিন একমুখী হবে।" হুন্ডের

সূত্র আরও বলে যে অর্ধপূর্ণ বা সম্পূর্ণ (half-filled or complete) কোনো অরবিটালের শক্তিস্তর, অসম্পূর্ণ ইলেকট্রন বিন্যাস অপেক্ষা অধিকতর স্থায়ী।

**পলির বর্জন নীতি:**

একই পরমাণুতে যে কোনো দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একই হতে পারে না। দুটি ইলেকট্রনের 3 টি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান একই হলে চতুর্থ কোয়ান্টাম সংখ্যা অবশ্যই ভিন্ন হবে। যেমন- দুইটি ইলেকট্রন বিশিষ্ট একটি পরমাণুতে-

১ম ইলেকট্রনের জন্য, n=1, l=0. m=0, $s=+\frac{1}{2}$

২য় ইলেকট্রনের জন্য, n=1, l=0. m=0, $s=-\frac{1}{2}$

অর্থাৎ একই পরমাণুর 2 টি ইলেকট্রনের কক্ষপথের আর্কার (n), আকৃতি (l) এবং কৌণিক অবস্থান (m) একই হতে পারে যদি তাদের নিজ অক্ষের উপর ঘূর্ণনের দিক পরস্পর বিপরীতমুখী হয়। সুতরাং পলির বর্জন নীতির মূল কথা হলো- "একটি পারমাণবিক অরবিটালে সর্বাধিক দুটি ইলেকট্রন থাকতে পারে যদি তাদের ঘূর্ণন বা স্পিন বিপরীতমুখী হয়।

**পারমাণবিক ভর, আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর:**

- কার্বন স্কেল অনুসারে, মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর $=\frac{\text{মৌলের 1 টি পরমাণুর ভর}}{\text{'C−12' এর 1 টি পরমাণুর ভর}\times\frac{1}{12}}$
- আপেক্ষিক পারমাণবিক ভরের কোন একক নেই।
- পরমাণুর ভরের একক আছে। a.m.u (atomic mass unit) মূলত পরমাণুর ভরের একক।

$$1 \text{ amu} = 1.6605 \times 10^{-24} g$$

**প্লাঙ্কের কোয়ান্টাম তত্ত্ব :**

একটি ফোটনের শক্তি, $E = hf = h \cdot \frac{c}{\lambda}$

এখানে, $h =$ প্লাঙ্কের ধ্রুবক $= 6.626 \times 10^{-34} \text{Js} = 6.626 \times 10^{-27} \text{erg.s}$

$c =$ আলোর বেগ, $f =$ বিকিরণের কম্পাংক , $\lambda =$ তরঙ্গদৈর্ঘ্য।

$\Rightarrow$ বোর কক্ষপথে $e^-$এর কৌণিক ভরবেগ, $mv_n r_n = n \cdot \frac{h}{2\pi} (n = 1,2,3, \dots\dots)$

$\Rightarrow$ বোর কক্ষপথে $e^-$এর বেগ, $v_n = \frac{\sqrt{z}e}{\sqrt{4\pi\epsilon_o m r_n}} = \frac{ze^2}{2nh\epsilon_o} [MKS \text{ এ}]$

$\Rightarrow$ বোর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ, $r_n = \frac{n^2 h^2 \epsilon_o}{2\pi m e^2}$ [MKS এ]

$\Rightarrow$ গতিশক্তি $= E_k = -E_n; E_p =$ বিভবশক্তি $= 2E_n = -2E_k$ এবং বোর কক্ষপথের মোট শক্তি, $E_n = \frac{-zme}{8\, m^2\, h^2 \epsilon_0^2}$ [MKS এ]

**বিকল্প পদ্ধতিতে শক্তি, বেগ ও ব্যাসার্ধ নির্ণয়:**

$\Rightarrow$ n তম কক্ষপথের ইলেকটনের শক্তি, $E_n = -\frac{Z^2 \times 2.18 \times 10^{-18}}{n^2}$ J

$\Rightarrow$ n তম কক্ষপথের ইলেকট্রনের বেগ, $V_n = \frac{z \times 2.19 \times 10^6}{n} ms^{-1}$

$\Rightarrow$ n তম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ, $r_n = \frac{n^2 \times 5.29 \times 10^{-11}}{z}$ m

যেহেতু আলো এক প্রকার তরঙ্গ, তাই আলোর বেগ, $c = f\lambda$; যেখানে f = কম্পাঙ্ক এবং $\lambda$= আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য

তরঙ্গসংখ্যা: একক দৈর্ঘ্যে কোনো তরঙ্গ দ্বারা সৃষ্ট পূর্ণ তরঙ্গের সংখ্যা হল ঐ তরঙ্গের তরঙ্গ সংখ্যা।

তরঙ্গ সংখ্যা, $\bar{v} = \frac{1}{\lambda} = \frac{v}{c}$; v = কম্পাঙ্ক, c = আলোর বেগ ।

বোর স্বীকার্য: নীলস বোরের পরমাণু মডেলের প্রস্তাবনা অনুযায়ী, কক্ষপথে ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ, L = mvr = $\frac{nh}{2\pi}$

h = প্লাঙ্কের ধ্রুবক।

বাহ্যিক শক্তি প্রযুক্ত হলে ঐ শক্তি শোষণ করে e- নিম্ন শক্তিস্তর থেকে উচ্চ শক্তিস্তরে উন্নীত হয়। নিম্ন শক্তিস্তরের শক্তি $E_1$ এবং উচ্চ শক্তিস্তরের শক্তি $E_2$ হলে $e^-$ কর্তৃক শোষিত শক্তি $\Delta E = E_1 - E_2 = hv$

## বর্ণালি

### পরমাণুর বর্ণালি সম্পর্কীয় সূত্র ও ব্যাখ্যা:

কোনো ইলেকট্রন পরমাণুর উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্নশক্তিস্তরে jump করলে সে শক্তি বিকিরণ করে। বোর পরমাণু মডেল অনুসারে সেই বিকিরণের শক্তি, এই বিকিরণই মূলত পারমাণবিক বর্ণালি। পরীক্ষায় দেখা যায়, ভিন্ন ভিন্ন মৌলের পরমাণুর পারমাণবিক শক্তি বিভিন্ন। অর্থাৎ বর্ণালির তরঙ্গদৈর্ঘ্য বা কম্পাংক ভিন্ন হওয়ায় ভিন্ন রং এর বিকিরণ সৃষ্টি হয়। এই ভিন্নতা মূলত নির্ভর করে ইলেকট্রন কোন কক্ষপথ থেকে কক্ষপথে স্থানান্তরিত হয় তার উপর।

লাইমেন, বামার প্রমূখ বিজ্ঞানীগণ বিভিন্ন সময় বর্ণালির বিভিন্ন সিরিজের খোঁজ পান এবং বিভিন্ন ভিন্ন সূত্র দ্বারা প্রকাশ করেন। কিন্তু বর্তমানে বিভিন্ন পরমাণুতে প্রাপ্ত বিভিন্ন পারমাণবিক বর্ণালির তরঙ্গ সংখ্যা বা তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয়ের একটি অভিন্ন সহজ সমীকরণ ব্যবহার করা হয়। উল্লেখ্য, বামার সিরিজের জন্য $n_H$ মান 3,4,5,6 হলে প্রাপ্ত রেখাকে যথাক্রমে $H_\alpha, H_\beta, H_\gamma, H_\delta$ দ্বারা প্রকাশ করা হয়। সমীকরণটি হলো, , $\bar{v} = \frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_H^2}\right)z^2$

সমীকরণটি কেবলমাত্র এক ইলেকট্রন বিশিষ্ট পরমাণু/আয়নের জন্য প্রযোজ্য। যেমন: H,$He^+$, $Be^{3+}$ ইত্যাদির জন্য প্রযোজ্য। এখানে, $\bar{v}$ = প্রতি একক দৈর্ঘ্যে তরঙ্গ সংখ্যা; λ= বর্ণালির তরঙ্গদৈর্ঘ্য; $R_H$ = হাইড্রোজেন পরমাণুর জন্য রিডবার্গ ধ্রুবক; Z= মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা; $n_L$ নিম্ন শক্তিস্তর; $n_H$ উচ্চ শক্তিস্তর।

পাঁচ বিজ্ঞানী পাঁচটি ভিন্ন ধরণের বর্ণালির series এর উল্লেখ করেছেন। প্রত্যেক series এর জন্য এর মান নির্দিষ্ট। সেগুলো হলো-

| সিরিজের নাম | $n_L$ | $n_H$ | পরীক্ষিত বিকিরণ অঞ্চল |
|---|---|---|---|
| Lymen Series | 1 | 2, 3, 4,..... | অতিবেগুনী অঞ্চল |
| Balmer Series | 2 | 3, 4, 5,..... | দৃশ্যমান অঞ্চল |
| Paschen Series | 3 | 4, 5, 6,..... | অবলোহিত অঞ্চল |
| Brackett Series | 4 | 5, 6, 7,.... | অবলোহিত অঞ্চল |
| Pfund Series | 5 | 6, 7, 8,... | অবলোহিত অঞ্চল |

➢ সর্বোচ্চ শক্তি বা সর্বোচ্চ কম্পাংক বা সর্বোচ্চ তরঙ্গসংখ্যা বা সর্বনিম্ন তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের জন্য, $n_h$=∞

সর্বোচ্চ শক্তি বা সর্বনিম্ন কম্পাংক বা সর্বনিম্ন তরঙ্গসংখ্যা বা সর্বোচ্চ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের জন্য, $n_h$=$n_l$+1

কোনো সিরিজের n তম লাইনের জন্য, $n_h$=$n_l$+n তম লাইন

### ইলেকট্রনের শক্তি বিকিরণের ফলে সৃষ্ট বর্ণালিতে সর্বাধিক রেখার সংখ্যা নির্ণয়:

হাইড্রোজেন পরমাণুর বর্ণালির ক্ষেত্রে যখন একটি ইলেকট্রন উচ্চতর শক্তিস্তরের $n_h$ কক্ষপথ থেকে নিম্নতর শক্তিস্তরের $n_l$ কক্ষপথে আসে তখন সৃষ্ট বর্ণালির সর্বাধিক রেখার সংখ্যা = $\frac{(n_h-n_l)\,(n_h-n_l+1)}{2}$

উদাহরণস্বরূপ, $n_h$ = 2 →$n_l$= 1 হলে, বর্ণালিতে সর্বাধিক রেখার সংখ্যা =$\frac{(2-1)(2-1+1)}{2}$=1টি

## প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী

১/ বোরের সূত্রঃ n তম শক্তিস্তরের কোনো ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ, $L = mvr_n = n\frac{h}{2\pi}$

২/ বোরের সূত্রের সমারফিল্ড সংশোধনঃ $mvr_n = \frac{h}{2\pi}\sqrt{l(l+1)}$

৩/ প্ল্যাঙ্ক (Max Planck) এর সূত্রঃ $E = h\upsilon = h\frac{c}{\lambda}$

আলোর প্রতিটি কণা বা, প্রতিটি ফোটন কর্তৃক পরিবাহিত শক্তিকে 1 Quantum বলে। এর বহুবচন Quanta। অপরপক্ষে, 1 mol ফোটনের শক্তিকে 1 Einstein বলে। একে E দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

৪/ বর্ণালির জন্য, e কর্তৃক বিকিরিত বা শোষিত শক্তির পরিমাণ, $\Delta E = E_2 - E_1 = h\upsilon$

৫/ ডি-ব্রগলির সমীকরণঃ $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{P} = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}}$ [এই সমীকরণে, $\lambda$ = ব্রগলির তরঙ্গদৈর্ঘ্য ; mv = ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের ভরবেগ ]

৬/ সার্বজনীন তরঙ্গ সমীকরণঃ $v = f\lambda$ বা, $c = \upsilon\lambda$

৭/ হাইড্রোজেন সদৃশ পরমাণুর বিকিরণ বর্ণালির জন্য রিডবার্গের সূত্রঃ $\bar{\upsilon} = \frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_l^2} - \frac{1}{n_h^2}\right)z^2$

এখানে, $n_l$ = নিম্ন শক্তিস্তর

$N_h$ = উচ্চ শক্তিস্তর

H পরমাণুর জন্য রিডবার্গ ধ্রুবক, $R_H$ = 109678$cm^{-1}$

Z = ঐ পরমাণুর প্রোটন সংখ্যা/পারমাণবিক সংখ্যা

$\lambda$ = সৃষ্ট বর্ণালীর তরঙ্গদৈর্ঘ্য

$\bar{\upsilon}$ = প্রতি একক দৈর্ঘ্যে বর্ণালীর তরঙ্গ সংখ্যা। (একক $cm^{-1}$)

৮/ বর্ণালিতে সৃষ্ট মোট রেখার সংখ্যা, $L_{total} = \frac{(n_h-n_l)(n_h-n_l+1)}{2}$

৯/ কোনো বিশেষ সিরিজের সর্বোচ্চ শক্তি বা সর্বোচ্চ কম্পাঙ্ক বা সর্বোচ্চ তরঙ্গসংখ্যা বা সর্বনিম্ন তরঙ্গদৈর্ঘ্যের জন্য, $n_h = \infty$

কোনো বিশেষ সিরিজের সর্বনিম্ন শক্তি বা সর্বনিম্ন কম্পাঙ্ক বা সর্বনিম্ন তরঙ্গসংখ্যা বা সর্বোচ্চ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের জন্য, $n_h = n_l + 1$

১০/ একটি মৌলের তিনটি আইসোটোপের আপেক্ষিক প্রাচুর্য যথাক্রমে a%, b% ও c% যাদের পারমাণবিক ভর যথাক্রমে $M_1$, $M_2$, $M_3$ হলে, মৌলটির গড় পারমাণবিক ভর = $\frac{aM_1 + bM_2 + cM_3}{100}$

[এক্ষেত্রে, a + b + c = 100]

১১/ n তম শক্তিস্তরের কোনো ইলেকট্রনের মোট শক্তি, $E_n = -\frac{2\pi^2 mZ^2e^4}{n^2h^2}$ [CGS পদ্ধতিতে]

বা, $E_n = -\frac{mZ^2e^4}{8\varepsilon_0^2 n^2h^2}$ [SI পদ্ধতিতে]

H পরমাণুর জন্য, $E_n = \frac{E_1}{n^2}$

H পরমাণুর ১ম শক্তিস্তরের $e^-$ এর শক্তি, $E_1$ = -13.6eV

১২/ n তম শক্তিস্তরের ব্যাসার্ধ, $r_n = \frac{n^2h^2}{4\pi^2 mZe^2}$ [CGS পদ্ধতিতে]

বা, $r_n = \frac{\varepsilon_o n^2h^2}{\pi mZe^2}$ [SI পদ্ধতিতে]

H পরমাণুর জন্য, $r_n = n^2 \times r_1$

H পরমাণুর ১ম শক্তিস্তরের ব্যাসার্ধকে বোর ব্যাসার্ধ, $r_1$ = 0.529 Å = $5.29\times10^{-11}$ m

১৩/ n তম শক্তিস্তরে ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের স্পর্শকীয় বেগ, $v_n = \frac{2\pi Ze^2}{nh}$ [CGS পদ্ধতিতে]

বা, $v_n = \frac{Ze^2}{2\varepsilon_0 nh}$ [SI পদ্ধতিতে]

১৪/ হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা নীতিঃ $\Delta x \times \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$

এখানে, $\Delta x$ = গতিশীল কণার অবস্থানের অনিশ্চয়তা ; $\Delta p$ = গতিশীল কণার ভরবেগের অনিশ্চয়তা

১৫/ শ্রোডিঞ্জারের তরঙ্গ সমীকরণঃ $\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial z^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2}(E - V)\psi = 0$

১৬/ নিউক্লিয়াসের ভর ত্রুটি, $\Delta m = m_c - m_a$

এখানে, $m_c$ = Calculated Mass বা, হিসাবকৃত ভর; এবং, $m_a$ = Actual Mass বা, প্রকৃত ভর।

১৭/ নিউক্লিয়ার বন্ধন শক্তি, $E = \Delta m.c^2$ [এখানে, $\Delta m$= ভরত্রুটি]

১৮/ n তম শক্তিস্তরের কোনো একটি ইলেকট্রন, নিউক্লিয়াসের চারিদিকে সম্পূর্ণ একবার আবর্তনে n সংখ্যক পূর্ণ তরঙ্গ সম্পন্ন করে। অর্থাৎ, $2\pi r = n\lambda$

## চলো দেখি কী এসেছে বিভিন্ন বোর্ডে!

## বহুনির্বাচনি অভীক্ষা

**১) কোন শক্তিস্তরে ইলেকট্রন স্থানান্তরের জন্য হাইড্রোজেনের UV বর্ণালিরেখা পাওয়া যায়?** **[ঢা. বো. ২৩]**

(ক) $7 \rightarrow 1$ (খ) $6 \rightarrow 3$ (গ) $5 \rightarrow 2$ (ঘ) $4 \rightarrow 3$

**সঠিক উত্তর:** ক

**সমাধান:**

- ইলেকট্রন উপরের শক্তিস্তর থেকে নিচের শক্তিস্তরে স্থানান্তর হলে শক্তি বিকিরিত হয়।
- বিকিরিত শক্তিই বর্ণালি রেখা সৃষ্টি করে।
- ইলেকট্রন উপরের শক্তিস্তর থেকে প্রথম শক্তিস্তর বা কক্ষপথে স্থানান্তর হলে UV বা অতিবেগুনি বর্ণালি পাওয়া যায়।
- দ্বিতীয় কক্ষপথে স্থানান্তর হলে দৃশ্যমান বর্ণালি পাওয়া যায়।
- তৃতীয়, চতুর্থ, পঞ্চম ও ষষ্ঠ কক্ষপথে স্থানান্তর হলে IR বা অবলোহিত বর্ণালি পাওয়া যায়।

**২) ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ হওয়ার জন্য অরবিটালের কোন ক্রমটি সঠিক?** **[ঢা. বো. ২৩]**

(ক) $4s > 3p > 4p > 5s$ (খ) $4s > 3d > 4p > 5s$

(গ) $4s > 3d > 5p > 4d$ (ঘ) $5s > 4p > 5p > 4d$

**সঠিক উত্তর:** খ

**সমাধান:**

- ইলেকট্রন কোন অরবিটালে আগে প্রবেশ করবে তা আউফবাউ নীতি দ্বারা নির্ধারিত হয়।
- $(n + l)$ এর মান যে অরবিটালের কম সেটির শক্তি কম।
- যে অরবিটালের শক্তি কম সেটিতে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে।
- যদি দুটি অরবিটালের $(n + l)$ এর মান একই হয় তখন যে অরবিটালের $n$ এর মান কম সেটিতে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে।
- 4s এবং 3d এর মধ্যে ইলেকট্রন 4s এ প্রথমে প্রবেশ করে।
- 4p এবং 5s এর মধ্যে দুটির $(n + l)$ এর মান সমান হওয়ায় যেহেতু $n$ এর মান 4p তে কম তাই 4p তে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে।

**৩) নিচের কোনটি আফবাউ নীতির বিকল্প রূপ?** **[ঢা. বো. ২৩]**

(ক) $2n^2$ নিয়ম (খ) $2l + 1$ নিয়ম (গ) $n + l$ নিয়ম (ঘ) $2(2l + 1)$ নিয়ম

**সঠিক উত্তর:** গ

**সমাধান:**

- আউফবাউ (Aufbau) শব্দের অর্থ 'building up'।
- আউফবাউ কোনো বিজ্ঞানীর নাম নয়।
- অরবিটালের (n + l) এর মান কম হলে সেটিতে ইলেকট্রন প্রথমে প্রবেশ করবে, তাই এটিকে (n + l) নীতিও বলা হয়।

**৪) রিডবার্গ ধ্রুবক ($R_H$) এর মান কত?** **[ঢা. বো., দি. বো. ২৩]**

(ক) $1.09678 \times 10^{-2} m^{-1}$ (খ) $1.09678 \times 10^{5} m^{-1}$

(গ) $1.09678 \times 10^{6} m^{-1}$ (ঘ) $1.09678 \times 10^{7} m^{-1}$

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**সমাধান:**

- তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের একক হলো— m, cm বা nm ইত্যাদি।
- তরঙ্গ সংখ্যার এবং রিডবার্গ ধ্রুবকের একক তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের এককের বিপ্রতীপ, অর্থাৎ রিডবার্গ ধ্রুবকের একক $m^{-1}, cm^{-1}$ এবং $nm^{-1}$ ইত্যাদি।
- রিডবার্গ ধ্রুবকের মান $m^{-1}$ এককে হলে $1.09678 \times 10^{7} m^{-1}$ হয়।
- রিডবার্গ ধ্রুবকের মান $cm^{-1}$ এককে হলে $1.09678 \times 10^{5} cm^{-1}$ হয়।
- রিডবার্গ ধ্রুবকের মান $nm^{-1}$ এককে হলে $1.09678 \times 10^{-2} nm^{-1}$ হয়।

**৫) কোন কণিকার স্থায়িত্ব সবচেয়ে কম?** **[ঢা. বো. ২৩]**

(ক) ইলেকট্রন (খ) প্রোটন (গ) নিউট্রন (ঘ) মেসন

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**সমাধান:**

- পরমাণুর স্থায়ী কণিকা হলো— ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন।
- পরমাণুর অস্থায়ী কণিকা হলো— মেসন, পজিট্রন, নিউট্রিনো, অ্যান্টিনিউট্রিনো ইত্যাদি।
- পরমাণুর কম্পোজিট বা ভারী কণিকা হলো- আলফা কণা, ডিউটেরন।

**৬) ব্রাকেট সিরিজ কোন অঞ্চলের পারমাণবিক বর্ণালি সৃষ্টি করে?** **[ম. বো. ২৩]**

(ক) অতিবেগুনি (খ) অবলোহিত (গ) মাইক্রোওয়েভ (ঘ) দৃশ্যমান

**সঠিক উত্তর:** খ

**সমাধান:**

- ইলেকট্রন যে কোনো উচ্চ শক্তিস্তর থেকে প্রথম শক্তিস্তরে আসলে লাইম্যান, দ্বিতীয়টিতে আসলে বামার, তৃতীয়টিতে আসলে প্যাশ্চেন, চতুর্থতে আসলে ব্র্যাকেট, পঞ্চমটিতে আসলে ফুন্ড, ষষ্ঠটিতে আসলে হ্যামফ্রিস, লাইম্যান - UV (অতিবেগুনি); বামার দৃশ্যমান আলো; প্যাশ্চেন; ব্র্যাকেট; ফুন্ড ও হ্যামফ্রিস - IR (অবলোহিত)।

**৭) IR রশ্মি —** **[ম. বো. ২৩]**

(ক) দেহের তাপমাত্রা হ্রাস করে (খ) এনজাইমের কার্যকারিতা হ্রাস করে

(গ) ধমনী ও শিরা প্রশস্ত করে (ঘ) রক্ত সঞ্চালন হ্রাস করে

**সঠিক উত্তর:** গ

**সমাধান:**

- IR এর পূর্ণরূপ Infrared Ray (অবলোহিত রশ্মি)
- IR এর তিনটি অঞ্চল হলো— Near IR, Middle IR, এবং Far IR .
- Middle IR কার্যকরী মূলক শনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয়।
- Near IR মস্তিষ্কের রোগ নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয়।
- Far IR দেহে আরামদায়ক উষ্ণতা দেয়, শ্বেত কণিকা ও রোগ প্রতিরোধ ক্ষমতা বৃদ্ধি করে, দেহকোষ ও টিস্যুর বৃদ্ধি ঘটায়, ব্যথা-বেদনা উপশম করে, ধমনী ও শিরা প্রশস্ত করার মাধ্যমে রক্ত সঞ্চালন বৃদ্ধি করে এবং ফিজিওথেরাপিতে ব্যবহৃত হয়।

**৮) কোনটি আইসোটোন এর উদাহরণ?** **[ম. বো. ২৩]**

(ক) ${}^{40}_{10}Ar$, ${}^{40}_{19}K$, ${}^{+40}_{20}Ca$ (খ) ${}^{36}_{10}S$, ${}^{37}_{17}Cl$, ${}^{39}_{19}K$

(গ) ${}^{39}_{20}Ca$, ${}^{+40}_{20}Ca$, ${}^{41}_{20}Ca$ (ঘ) ${}^{40}_{19}K$, ${}^{40}_{20}Ca$, ${}^{39}_{21}Sc$

**সঠিক উত্তর:** খ

**সমাধান:**

- ভর সংখ্যা থেকে পারমাণবিক সংখ্যা বা প্রোটন সংখ্যা বিয়োগ করলে নিউট্রন সংখ্যা পাওয়া যায়।
- যাদের নিউট্রন সংখ্যা সমান কিন্তু ভরসংখ্যা ও প্রোটন সংখ্যা ভিন্ন তারা পরস্পরের আইসোটোন।

**৯) উপশক্তিস্তরে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা কোনটি?** **[ম. বো. ২৩]**

(ক) $2l + 1$ (খ) $2(2l + 1)$ (গ) $2n^2$ (ঘ) 2

**সঠিক উত্তর:** খ

**সমাধান:**

- প্রধান শক্তিস্তরে সর্বোচ্চ অরবিটাল সংখ্যা $n^2$।
- প্রধান শক্তিস্তরে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন সংখ্যা হলো $2n^2$।
- উপশক্তিস্তরে সর্বোচ্চ অরবিটাল সংখ্যা $(2l + 1)$; যেখানে l হলো s, p, d ও f এর মান।
- উপশক্তিস্তরে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন সংখ্যা হলো $2(2l + 1)$

**১০) $_{19}K$ এর সর্বশেষ শক্তিস্তরের ইলেকট্রনের জন্য কোন সেটটি সঠিক?** **[ম. বো. ২৩]**

(ক) $n = 3, l = 2, m = -2, s = -\frac{1}{2}$ (খ) $n = 3, l = 1, m = 0, s = +\frac{1}{2}$

(গ) $n = 4, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$ (ঘ) $n = 4, l = 2, m = +2, s = -\frac{1}{2}$

**সঠিক উত্তর:** গ

**সমাধান:**

- $_{19}K$ এর ইলেকট্রন বিন্যাস - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^0 4s^1$
- $_{19}K$ এর সর্বশেষ ইলেকট্রনটি 4s এ যায়।
- 4s এ $n = 4, l = 0, m$ এর মান $-l$ হতে $+l$ হয়। l এর মান শূন্য হলে m এর মান শূন্য হয়। l এর মান 1 হলে m এর মান $+1, 0$ এবং $-1$ হয়।
- s বা স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যার মান $+{}^1/_2$ অথবা $-{}^1/_2$ হয়ে থাকে।

**১১) আপতিত রশ্মি $\xrightarrow{uv}$ আসল টাকা $\rightarrow$বিকিরিত রশ্মি; বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য কোনটি?** **[ম. বো. ২৩]**

(ক) $10 - 380$ nm (খ) $380 - 780$ nm (গ) $780 - 10^6$nm (ঘ) $10^6 - 10^9$nm

**সঠিক উত্তর:** খ

**সমাধান:**

- আসল টাকায় ফসফোর কালি থাকে।
- ফসফোর কালি UV রশ্মি শোষণ করে কিন্তু দৃশ্যমান আলো বিকিরণ করে।
- নকল বা জাল টাকা এবং জাল পাসপোর্টে ফসফোর কালি থাকে না।
- দৃশ্যমান অঞ্চলের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য হলো $380nm - 780nm$।
- UV রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য হলো $10nm - 380$ nm।

**১২) কোন বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য সবচেয়ে বেশি?** **[রা. বো. ২৩]**

(ক) মহাজাগতিক রশ্মি (খ) X-ray (গ) UV রশ্মি (ঘ) Visible ray

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**সমাধান:**

- সকল বিকিরিত রশ্মির বেগ একই যার মান $3 \times 10^8$ $ms^{-1}$।
- $C = v\lambda$ থেকে জানা যায় যে রশ্মির কম্পাঙ্ক বেশি তার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কম এবং যেটির কম্পাঙ্ক কম সেটির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বেশি।
- তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ক্রম: বেতার তরঙ্গ (রেডিও) > মাইক্রোওয়েভ > অবলোহিত রশ্মি > দৃশ্যমান আলো > অতিবেগুনি > X-ray > $\gamma$-ray > মহাজাগতিক রশ্মি।

**১৩) জাল পাসপোর্ট শনাক্তকরণে কোনটি ব্যবহৃত হয়?** **[রা. বো., কু. বো. ২৩]**

(ক) UV রশ্মি (খ) IR রশ্মি (গ) $\gamma$ রশ্মি (ঘ) X রশ্মি

**সঠিক উত্তর:** ক

**সমাধান:**

- আসল টাকা বা পাসপোর্টে UV রশ্মি ফেললে সেটি UV রশ্মি শোষণ করে এবং দৃশ্যমান আলো বিকিরণ করে।
- পাসপোর্ট বা টাকায় UV রশ্মি ফেললে যদি দৃশ্যমান আলো না দেখা যায় তবে সেটি জাল আর যদি দেখা যায় তাহলে সেটি আসল ।

**১৪) পরমাণুর তৃতীয় কক্ষপথের একটি ইলেকট্রনের জন্য কৌণিক ভরবেগের মান নির্ণয়ের সমীকরণ কোনটি? [রা. বো. ২৩]**

(ক) $mvr = \frac{h}{2\pi}$ (খ) $mvr = \frac{h}{\pi}$ (গ) $mvr = \frac{3h}{2\pi}$ (ঘ) $mvr = \frac{3h}{\pi}$

**সঠিক উত্তর:** গ

**সমাধান:**

- ইলেকট্রন একটি নির্দিষ্ট ব্যাসার্ধ নিয়ে বৃত্তাকার পথে ঘুরে। এর কৌণিক ভরবেগ হলো ভর, বেগ এবং ব্যাসার্ধের গুণফল অর্থাৎ, mvr
- বোরের মতে, ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ, $mvr = \frac{nh}{2\pi}$
- ইলেকট্রন যত উপরের কক্ষপথে যাবে n এর মান তত বেশি হবে অর্থাৎ, ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগের মান ও ততবেশি হবে।

**১৫) অসীম দূরত্বের শক্তিস্তর হতে একটি ইলেকট্রন চতুর্থ শক্তিস্তরে স্থানান্তরিত হলে বিকিরিত রশ্মিটি কোন সিরিজভুক্ত? [রা. বো. ২৩]**

(ক) লাইম্যান (খ) বামার (গ) ফুন্ড (ঘ) ব্রাকেট

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**সমাধান:**

- ইলেকট্রন যে কোনো উচ্চ শক্তিস্তর থেকে প্রথম শক্তিস্তরে আসলে লাইম্যান, দ্বিতীয়টিতে আসলে বামার, তৃতীয়টিতে আসলে প্যাশ্চেন, চতুর্থটিতে আসলে ব্র্যাকেট, পঞ্চমটিতে আসলে ফুন্ড, ষষ্ঠটিতে আসলে হ্যামফ্রিস; লাইম্যান - UV (অতিবেগুনি); বামার দৃশ্যমান আলো; প্যাশ্চেন, ব্র্যাকেট, ফুন্ড ও হ্যামফ্রিস - IR (অবলোহিত)।

**১৬) Cr পরমাণুর সর্ববহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রনের জন্য কোয়ান্টাম সংখ্যার সেট কোনটি? [রা. বো. ২৩]**

(ক) $n = 4, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$ (খ) $n = 3, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$

(গ) $n = 3, l = 2, m = +2, s = +\frac{1}{2}$ (ঘ) $n = 4, l = 2, m = -2, s = -\frac{1}{2}$

**সঠিক উত্তর:** ক

**সমাধান:**

- Cr এর ইলেকট্রন বিন্যাস হওয়ার কথা – $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$
- Cr এর ইলেকট্রন বিন্যাস হবে-$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$
  কারণ d অরবিটাল অর্ধপূর্ণ ($d^5$) হলে স্থিতিশীল হয়।
- সর্বশেষ স্তরের ইলেকট্রনের জন্য অরবিটাল 4s হওয়ায় এর $n = 4, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$ অথবা $s = -\frac{1}{2}$।

**১৭) নিচের কোন কোয়ান্টাম সংখ্যার সেটটি গ্রহণযোগ্য?** **[দি. বো. ২৩]**

(ক) $n = 1, l = 0, m = 0$ (খ) $n = 2, l = 1, m = -2$

(গ) $n = 3, l = 1, m = +2$ (ঘ) $n = 3, l = 2, m = -3$

**সঠিক উত্তর:** ক

**সমাধান:**

- n এর মান দ্বারা কততম শক্তিস্তর তা বুঝা যায়।
- l এর মান দ্বারা কোন উপশক্তিস্তর তা বুঝায়। $l = 0$ হলে s, $l = 1$ হলে p, $l = 2$ হলে d, $l = 3$ হলে f । l এর সর্বোচ্চ মান 0 থেকে $(n - 1)$ পর্যন্ত হয়ে থাকে। অর্থাৎ $n = 1$ হলে l এর মান $(n - 1) = 1 - 1 = 0$ হবে।
- m এর মান $-l$ থেকে শুরু হয়ে 0 সহ $+l$ পর্যন্ত হয়ে থাকে। অর্থাৎ, l এর মান 1 হলে m এর মান $-1, 0, +1$ হবে।

**১৮) হাইড্রোজেন পরমাণুর বর্ণালির কোন সিরিজটি অতিবেগুনি অঞ্চলের রেখা দেখায়?** **[দি. বো. 23]**

(ক) বামার (খ) প্যাশ্চেন (গ) ব্রাকেট (ঘ) লাইম্যান

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**সমাধান:**

- ইলেকট্রন যে কোনো উচ্চ শক্তিস্তর থেকে প্রথম শক্তিস্তরে আসলে লাইম্যান, দ্বিতীয়টিতে আসলে বামার, তৃতীয়টিতে আসলে প্যাশ্চেন, চতুর্থতে আসলে ব্র্যাকেট, পঞ্চমটিতে আসলে ফুন্ড, ষষ্ঠটিতে আসলে হ্যামফ্রিস; লাইম্যান - UV (অতিবেগুনি); বামার দৃশ্যমান আলো; প্যাশ্চেন, ব্র্যাকেট, ফুন্ড ও হ্যামফ্রিস - IR (অবলোহিত)।

**১৯) 3d অরবিটালের জন্য সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কত?** **[দি. বো. ২৩]**

(ক) 0 (খ) 1 (গ) 2 (ঘ) 3

**সঠিক উত্তর:** গ

**সমাধান:**

- s, p, d, f হলো সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা।
- $s = 0, p = 1, d = 2,$ এবং $f = 3$ ।

**২০) কোনটি দৃশ্যমান বর্ণালি?** **[কু. বো. ২৩]**

(ক) লাইম্যান সিরিজ (খ) বামার সিরিজ (গ) প্যাশ্চেন সিরিজ (ঘ) ব্রাকেট সিরিজ

**সঠিক উত্তর:** খ

**সমাধান:**

- ইলেকট্রন যে কোনো উচ্চ শক্তিস্তর থেকে প্রথম শক্তিস্তরে আসলে লাইম্যান, দ্বিতীয়টিতে আসলে বামার, তৃতীয়টিতে আসলে প্যাশ্চেন, চতুর্থতে আসলে ব্র্যাকেট, পঞ্চমটিতে আসলে ফুন্ড, ষষ্ঠটিতে আসলে হ্যামফ্রিস; লাইম্যান - UV (অতিবেগুনি); বামার দৃশ্যমান আলো; প্যাশ্চেন, ব্র্যাকেট, ফুন্ড ও হ্যামফ্রিস - IR (অবলোহিত)।

**২১) ক্যালসিয়ামের সর্ববহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রনদ্বয়ের কোয়ান্টাম সংখ্যার সেট কোনটি?** **[কু. বো. ২৩]**

(ক) $n = 4, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ (খ) $n = 3, l = 1, m = 0, s = +\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}$

(গ) $n = 4, l = 1, m = 0, s = +\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ (ঘ) $n = 4, l = 2, m = 1, s = +\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$

**সঠিক উত্তর:** ক

**সমাধান:**

- $Ca \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$
- সর্ববহিঃস্থ স্তর হলো 4 এবং অরবিটালটি হলো 4s
- 4s এ দুটি ইলেকট্রনের জন্য, - $n = 4, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$ এবং $s = -\frac{1}{2}$

**২২) $_{28}Ni$ এর কতগুলো ইলেকট্রনের ক্ষেত্রে $(n + l) = 4$ হয় (এখানে, $l = 1$)?** **[কু. বো. ২৩]**

(ক) 4 (খ) 5 (গ) 6 (ঘ) 7

**সঠিক উত্তর:** গ

**সমাধান:**

প্রশ্ন ও উত্তর সম্পর্কিত আরও তথ্য

- $_{28}Ni \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$
- $(n + l) = 4$ হতে পারে নিম্নোক্ত ভাবে—
  $(4 + 0) = 4s$
  $(3 + 1) = 3p$ [যেহেতু, $l = 0$ থেকে $(n - 1)$]
- এখানে $l = 1$ হতে হলে শুধুমাত্র 3p ই সম্ভব। 3p তে ইলেকট্রন আছে 6টি।

**২৩) বোর মডেল নিচের কোন মৌল বা আয়নের বর্ণালি ব্যাখ্যা করতে পারে?** **[চ. বো. ২৩]**

(ক) He (খ) $H^-$ (গ) $H^+$ (ঘ) $Be^{3+}$

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**সমাধান:**

- বোর মডেল শুধুমাত্র 1 ইলেকট্রনবিশিষ্ট মৌল বা আয়নের বর্ণালি ব্যাখ্যা করতে পারে।
- H → ইলেকট্রন 1টি, $H^+$ → কোনো ইলেকট্রন নেই, $H^-$ → ইলেকট্রন 2টি, $He^+$ → ইলেকট্রন 1টি
- He → ইলেকট্রন 2টি, Li → ইলেকট্রন 3টি, $Li^+$ → ইলেকট্রন 2টি, $Li^{2+}$ → ইলেকট্রন 1টি।
- Be → ইলেকট্রন 4টি, $Be^{3+}$ → ইলেকট্রন 1 টি।
- $H, He^+, Li^{2+}, Be^{3+}$ ইত্যাদির বর্ণালি বোর মডেলের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায়।

**২৪) Wi-Fi তে কোন অঞ্চলের তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণ ব্যবহৃত হয়?** **[চ. বো. ২৩]**

(ক) মাইক্রোওয়েভ (খ) রেডিও ওয়েভ (গ) অবলোহিত (ঘ) অতিবেগুনি

**সঠিক উত্তর:** ক

**সমাধান:**

- জাল টাকা ও জাল পাসপোর্ট নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয় → UV
- কার্যকরী মূলক শনাক্তকরণ এবং রোগ নির্ণয় ও নিরাময়ে ব্যবহৃত হয়- অবলোহিত রশ্মি।
- Wi-Fi তে ব্যবহৃত হয় - মাইক্রোওয়েভ।

**২৫) উচ্চ শক্তির অরবিটাল নিচের কোনটি?** **[চ. বো. ২৩]**

(ক) 3d (খ) 4f (গ) 5p (ঘ) 6s

**সঠিক উত্তর:** খ

**সমাধান:**

- $s = 0, p = 1, d = 2, f = 3$ ধরে $(n + l)$ এর মান নির্ণয় করতে হবে।
- 4f এর $(n + l)$ এর মান $= 4 + 3 = 7$

**২৬) পরমাণুর উপশক্তিস্তরে ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা নির্ণয়ের সূত্র কোনটি?** **[চ. বো. ২৩]**

(ক) $2l + 1$ (খ) $2(2l + 1)$ (গ) $2n^2$ (ঘ) 2

**সঠিক উত্তর:** খ

**সমাধান:**

- প্রধান শক্তিস্তরে সর্বোচ্চ অরবিটাল সংখ্যা $n^2$।
- প্রধান শক্তিস্তরে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন সংখ্যা হলো $2n^2$।
- উপশক্তিস্তরে সর্বোচ্চ অরবিটাল সংখ্যা $(2l + 1)$; যেখানে l হলো s, p, d ও f এর মান ।
- উপশক্তিস্তরে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন সংখ্যা হলো $2(2l + 1)$

**২৭) ৪র্থ শক্তিস্তরে মোট অরবিটাল সংখ্যা কয়টি?** **[চ. বো. ২৩]**

(ক) 4 (খ) 9 (গ) 16 (ঘ) 32

**সঠিক উত্তর:** গ

**সমাধান:**

- প্রধান শক্তিস্তরে অরবিটাল সংখ্যা $n^2$।
- প্রধান শক্তিস্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা হলো $2n^2$।
- উপশক্তিস্তরে অরবিটাল সংখ্যা $(2l + 1)$; যেখানে l হলো s, p, d, f এর মান ।
- উপশক্তিস্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা হলো $2(2l + 1)$
- ৪র্থ শক্তিস্তরে অরবিটাল সংখ্যা $= 4^2 = 16$টি ।

**২৮) চিকিৎসা বিজ্ঞানে ফিজিওথেরাপিতে কোনটি ব্যবহার করা হয়?** **[সি. বো. ২৩]**

(ক) X-ray (খ) IR (গ) MRI (ঘ) UV

**সঠিক উত্তর:** খ

- IR এর পূর্ণরূপ Infrared Ray (অবলোহিত রশ্মি)

- IR এর তিনটি অঞ্চল হলো— Near IR, Middle IR, এবং Far IR .
- Middle IR কার্যকরী মূলক শনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয়।
- Near IR মস্তিষ্কের রোগ নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয়।
- Far IR দেহে আরামদায়ক উষ্ণতা দেয়, শ্বেত কণিকা ও রোগ প্রতিরোধ ক্ষমতা বৃদ্ধি করে, দেহকোষ ও টিস্যুর বৃদ্ধি ঘটায়, ব্যথা-বেদনা উপশম করে, ধমনী ও শিরা প্রশস্ত করার মাধ্যমে রক্ত সঞ্চালন বৃদ্ধি করে এবং ফিজিওথেরাপিতে ব্যবহৃত হয়।

**২৯) প্রোটনের প্রকৃত ভর কত?** **[সি. বো. ২৩]**

(ক) $1.60 \times 10^{-24}$g (খ) $1.66 \times 10^{-24}$g (গ) $1.673 \times 10^{-24}$g (ঘ) $1.675 \times 10^{-24}$g

**সঠিক উত্তর:** গ

**সমাধান:**

- প্রোটনের আপেক্ষিক চার্জ $+1$, ইলেকট্রনের $-1$ এবং নিউট্রনের $0$ ।
- প্রোটনের প্রকৃত চার্জ $+1.6 \times 10^{-19}$C, ইলেকট্রনের $-1.6 \times 10^{-19}$C, নিউট্রনের $0$ ।
- প্রোটনের প্রকৃত ভর $1.673 \times 10^{-24}$g বা $1.673 \times 10^{-27}$kg
- নিউট্রনের প্রকৃত ভর $1.675 \times 10^{-24}$g বা $1.675 \times 10^{-27}$kg
- ইলেকট্রনের প্রকৃত ভর $9.11 \times 10^{-28}$g বা $9.11 \times 10^{-31}$kg

**৩০) পরমাণুর ৩য় শক্তিস্তরে ঘূর্ণনরত ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ এর মান কোনটি?** **[সি. বো. ২৩]**

(ক) $\frac{nh}{2\pi}$ (খ) $\frac{2h}{4\pi}$ (গ) $\frac{3h}{4\pi}$ (ঘ) $\frac{9h}{2\pi}$

**সঠিক উত্তর:** গ

**সমাধান:**

- ইলেকট্রন একটি নির্দিষ্ট ব্যাসার্ধ নিয়ে বৃত্তাকার পথে ঘুরে। এর কৌণিক ভরবেগ হলো ভর, বেগ এবং ব্যাসার্ধের গুণফল অর্থাৎ, mvr
- বোরের মতে, ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ, $mvr = \frac{nh}{2\pi}$
- ইলেকট্রন যত উপরের কক্ষপথে যাবে n এর মান তত বেশি হবে অর্থাৎ, ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগের মান ও ততবেশি হবে।

**৩১) পরমাণুর ৩য় শক্তিস্তরের জন্য 'm' এর মান কোনটি?** **[সি. বো. ২৩]**

(ক) 3 (খ) 4 (গ) 6 (ঘ) 9

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**সমাধান:**

- প্রধান শক্তিস্তরে অরবিটাল সংখ্যা $n^2$।
- প্রধান শক্তিস্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা হলো $2n^2$।
- উপশক্তিস্তরে অরবিটাল সংখ্যা $(2l + 1)$; যেখানে l হলো s, p, d, f এর মান ।

- উপশক্তিস্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা হলো $2(2l+1)$
- $n = 3$ হলে $m$ বা অরবিটাল সংখ্যা $3^2 = 9$ হবে।
- $n = 3$ হলে $l$ এর সর্বোচ্চ মান $(n-1) = 2$ হবে এবং $m$ এর মান $-2, -1, 0, +1, +2$ হবে ।
- প্রশ্নটি $m$ এর মান কোনটি না বলে $m$ এর কয়টি মান হবে লিখলে আরও সঠিক হতো।

**৩২) কোন রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য অধিক?** **[সি. বো. ২৩]**

(ক) UV (খ) X-ray (গ) MW (ঘ) IR

**সঠিক উত্তর:** গ

**সমাধান:**

- সকল বিকিরিত রশ্মির বেগ একই যার মান $3 \times 10^8 ms^{-1}$।
- $C = v\lambda$ থেকে জানা যায় যে রশ্মির কম্পাঙ্ক বেশি তার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কম এবং যেটির কম্পাঙ্ক কম সেটির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বেশি।
- তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ক্রম: বেতার তরঙ্গ (রেডিও) > মাইক্রোওয়েভ > অবলোহিত রশ্মি > দৃশ্যমান আলো > অতিবেগুনি > X-ray > $\gamma$-ray > মহাজাগতিক রশ্মি।

**৩৩) হুন্ডের নীতি কোনটির ক্ষেত্রে প্রযোজ্য নয়?** **[য. বো. ২৩]**

(ক) s (খ) p (গ) d (ঘ) f

**সঠিক উত্তর:** ক

**সমাধান:**

- হুণ্ডের নীতির দুটি অংশ-
  - ইলেকট্রন উপশক্তিস্তরের অরবিটালসমূহে সর্বোচ্চ বিজোড় অবস্থায় থাকবে।
  - ইলেকট্রনসমূহ প্রথমে একই স্পিনে প্রবেশ করবে।
- s উপশক্তি স্তরে একটি মাত্র অরবিটাল থাকায় হুণ্ডের নীতিটি এখানে প্রযোজ্য হচ্ছে না।

**৩৪) বর্ণালি বিকিরণের ক্ষেত্রে কোন সিরিজ ব্যতিক্রম?** **[য. বো. ২৩]**

(ক) ব্রাকেট (খ) প্যাশেন (গ) বামার (ঘ) হামফ্রিস

**সঠিক উত্তর:** গ

**সমাধান:**

- ইলেকট্রন উপরের শক্তিস্তর থেকে নিচের শক্তিস্তরে স্থানান্তর হলে শক্তি বিকিরিত হয়।
- বিকিরিত শক্তি বর্ণালি রেখা সৃষ্টি করে।
- ইলেকট্রন উপরের শক্তিস্তর থেকে প্রথম শক্তিস্তর বা কক্ষপথে স্থানান্তরিত হলে UV বা অতিবেগুনি বর্ণালি পাওয়া যায়।
- দ্বিতীয় কক্ষপথে স্থানান্তরিত হলে দৃশ্যমান বর্ণালি পাওয়া যায় ।
- তৃতীয়, চতুর্থ, পঞ্চম ও ষষ্ঠ কক্ষপথে স্থানান্তর হলে IR বা অবলোহিত বর্ণালি পাওয়া যায় ।

- বর্ণালি বিকিরণের মধ্যে বামার শুধুমাত্র দৃশ্যমান হওয়ায় এটিই দেখা যায় এবং অন্যগুলো দেখা যায় না তাই এটি অন্যগুলো থেকে ব্যতিক্রম।

**৩৫) α -কণা বিক্ষেপণ পরীক্ষায় রাদারফোর্ড নিম্নের কোনটি ব্যবহার করেননি?** **[য. বো. ২৩]**

(ক) ${}^{4}_{2}He^{2+}$ (খ) স্বর্ণের পাত (গ) ZnS এর আবরণযুক্ত পর্দা (ঘ) ${}^{1}_{0}n$

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**সমাধান:**

- α -কণা হলো হিলিয়াম নিউক্লিয়াস যার প্রতীক হলো ${}^{4}_{2}He^{2+}$
- রাদারফোর্ড উচ্চ গতিসম্পন্ন α -কণা এবং পাতলা সোনার পাত ব্যবহার করেছেন যেন α -কণা সোনার পাতকে ভেদ করে যেতে পারে।
- রাদারফোর্ড ZnS এর আবারণযুক্ত পর্দা ব্যবহার করেছেন যেন আলফা কণা পর্দায় পড়লে সেটি থেকে ZnS শক্তি শোষণ করে আবার সেই শক্তি বিকিরণ করার মাধ্যমে অনুপ্রভার সৃষ্টি করে। অনুপ্রভা আলোর ঝলক সৃষ্টি হওয়ায় α -কণার উপস্থিতি শনাক্ত করা যায়।

**৩৬) নিচের কোন নীতি অনুসারে অযুগ্ম ইলেকট্রনসমূহের স্পিন একইমুখী হবে?** **[য. বো. ২৩]**

(ক) পলির বর্জননীতি (খ) হুন্ডের নীতি (গ) আউফবাউ নীতি (ঘ) ফাযানের নীতি

**সঠিক উত্তর:** খ

**সমাধান:**

- α -কণা হলো হিলিয়াম নিউক্লিয়াস যার প্রতীক হলো ${}^{4}_{2}He^{2+}$
- রাদারফোর্ড উচ্চ গতিসম্পন্ন α -কণা এবং পাতলা সোনার পাত ব্যবহার করেছেন যেন α -কণা সোনার পাতকে ভেদ করে যেতে পারে।
- রাদারফোর্ড ZnS আবারণযুক্ত পর্দা ব্যবহার করেছেন যেন আলফা কণা পর্দায় পড়লে সেটি থেকে ZnS শক্তি শোষণ করে আবার সেই শক্তি বিকিরণ করার মাধ্যমে অনুপ্রভাবের সৃষ্টি করে। অনুপ্রভাবে আলোর ঝলক সৃষ্টি হওয়ায় α -কণার অবস্থান শনাক্তকরণ করা যায় ।

**৩৭) জাল টাকা শনাক্তকরণে ব্যবহৃত আলোকের তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত?** **[ব. বো. ২৩]**

(ক) $10 - 380nm$ (খ) $230 - 375\ nm$ (গ) $10 - 230nm$ (ঘ) $200 - 370\ nm$

**সঠিক উত্তর:** ক

**সমাধান:**

- আসল টাকায় ফসফোর কালি থাকে।
- ফসফোর কালি UV রশ্মি শোষণ করে কিন্তু দৃশ্যমান আলো বিকিরণ করে।
- নকল বা জাল টাকা এবং জাল পাসপোর্টে ফসফোর কালি থাকে না।
- দৃশ্যমান অঞ্চলের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য হলো $380nm - 780nm$ ।
- UV রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য হলো $10nm - 380\ nm$।

**৩৮) ভিন্ন ভিন্ন শক্তির উপশক্তিস্তরে ইলেকট্রনগুলো প্রবেশের ক্ষেত্রে কোন নীতি অনুসরণ করে?** **[ব. বো. ২৩]**

(ক) আউফবাউ নীতি (খ) হুন্ডের নীতি (গ) পাউলির বর্জন নীতি (ঘ) হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা নীতি

**সঠিক উত্তর:** ক

**সমাধান:**

- ইলেকট্রন কোন অরবিটালে আগে প্রবেশ করবে তা আউফবাউ নীতি দ্বারা নির্ধারিত হয়।
- $(n+l)$ এর মান যে অরবিটালের কম সেটির শক্তি কম।
- যে অরবিটালের শক্তি কম সেটিতে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে।
- যদি দুটি অরবিটালের $(n+l)$ এর মান একই হয় তখন যে অরবিটালের $n$ এর মান কম সেটিতে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে।
- 4s এবং 3d এর মধ্যে ইলেকট্রন 4s এ প্রথমে প্রবেশ করে।
- 4p এবং 5s এর মধ্যে দুটির $(n+l)$ এর সমান হওয়ায় যেহেতু $n$ এর মান 4p তে কম তাই 4p তে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে।

**৩৯) বোর পরমাণু মডেল নিচের কোনটির ক্ষেত্রে প্রযোজ্য?** **[ব. বো. ২৩]**

(ক) $H^+$ (খ) $He^{2+}$ (গ) $Li^{3+}$ (ঘ) $He^+$

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**৪০) কোনো পরমাণুর 22তম ইলেকট্রনের জন্য কোয়ান্টাম সংখ্যার কোন সেটটি সঠিক?** **[ব. বো. ২৩]**

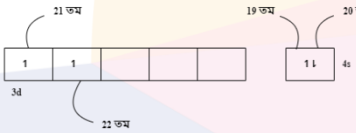
(ক) $n=3, l=0, m=0, s=+\frac{1}{2}$ (খ) $n=3, l=2, m=-2, s=-\frac{1}{2}$

(গ) $n=4, l=0, m=0, s=+\frac{1}{2}$ (ঘ) $n=4, l=2, m=-2, s=-\frac{1}{2}$

**সঠিক উত্তর:** খ

**সমাধান:**

- 22 তম ইলেকট্রনটি হলো - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$




- 22তম ইলেকট্রনটি 3d তে প্রবেশ করে
- 3d এর জন্য $n=3; l=2; m=-2,-1,0,+1$ এবং $+2$ এর যে কোনোটি হতে পারে; $s = +{}^1/_2$ অথবা $-{}^1/_2$।

**নিচের উদ্দীপকটি থেকে পরবর্তী প্রশ্ন দুটির উত্তর দাও ।**

| পর্যায় ⟶ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| গ্রুপ-2 এর মৌল | – | X | Y | Z | Ba |

**[য. বো. ২৩]**

**৪১) X, Y ও Z মৌলসমূহের শেষ কক্ষ পথে কয়টি স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা থাকে?**

(ক) 2 (খ) 8 (গ) 18 (ঘ) 32

**সঠিক উত্তর:** ক

**সমাধান:**

- গ্রুপ-2 এর প্রতিটি মৌলের শেষ কক্ষপথে ইলেকট্রন বিন্যাস হলো $ns^2$
- s এ দুটি ইলেকট্রনের একটির স্পিন সংখ্যা $+\frac{1}{2}$ এবং অপরটির $-\frac{1}{2}$।

**৪২) কোন পরমাণুর চতুর্থ শক্তিস্তরে কতটি উপশক্তিস্তর থাকে?** [চ. বো. ২২]

(ক) 2 (খ) 3 (গ) 4 (ঘ) 5

**সঠিক উত্তর:** গ

**সমাধান:**

- কোন পরমাণুর উপশক্তিস্তর নির্ধারিত হয় l এর মান থেকে।
- l এর মান n এর উপর নির্ভরশীল।
- l এর মান 0 থেকে $(n-1)$ পর্যন্ত হয়ে থাকে।
- চতুর্থ শক্তিস্তরের জন্য $n = 4$।
- $n = 4$ অর্থাৎ, চতুর্থ শক্তিস্তরে l এর মান $0, 1, 2, 3$।
- চতুর্থ শক্তিস্তরের উপশক্তিস্তরগুলো হলো $4s, 4p, 4d$ এবং $4f$।

**৪৩) নিচের কোনটির জন্য বোর পরমাণু মডেল প্রযোজ্য?** [ঢা. বো. ২২]

(ক) $H^+$ (খ) $He^+$ (গ) $Li^+$ (ঘ) $Be^+$

**সঠিক উত্তর:** খ

**সমাধান:**

- বোর মডেল শুধুমাত্র 1 ইলেকট্রনবিশিষ্ট মৌল বা আয়নের বর্ণালি ব্যাখ্যা করতে পারে।
- H → ইলেকট্রন 1টি, $H^+$ → কোনো ইলেকট্রন নেই, $H^-$ → ইলেকট্রন 2টি, $He^+$ → ইলেকট্রন 1টি
  He → ইলেকট্রন 2টি, Li → ইলেকট্রন 3টি, $Li^+$ → ইলেকট্রন 2টি, $Li^{2+}$ → ইলেকট্রন 1টি।
- Be → ইলেকট্রন 4টি, $Be^{3+}$ → ইলেকট্রন 1 টি।
- $H, He^+, Li^{2+}, Be^{3+}$ ইত্যাদির বর্ণালি বোর মডেলের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায়।

**৪৪) f অরবিটালের জন্য l এর মান কত?** [ঢা. বো. ২২]

(ক) 2 (খ) 3 (গ) 4 (ঘ) 5

**সঠিক উত্তর:** খ

**সমাধান:**

- l এর মান 0 থেকে শুরু করে $(n-1)$ পর্যন্ত হয়।
- l এর মান 0 হলে s-অরবিটাল নির্দেশিত হয়।
- l এর মান 1, 2, 3 এর জন্য যথাক্রমে p, d ও f অরবিটাল পাওয়া যায়।

**৪৫) ক্রোমিয়াম পরমাণুতে অযুগ্ম ইলেকট্রনের সংখ্যা কত?** **[ঢা. বো. ২২]**

(ক) 8 (খ) 6 (গ) 5 (ঘ) 3

**সঠিক উত্তর:** খ

**সমাধান:**

- Cr এর পারমাণবিক সংখ্যা হলো 24।
- Cr এর ইলেকট্রন বিন্যাসে স্বাভাবিক নিয়মের ব্যত্যয় পরিলক্ষিত হয়।
- Cr এর ইলেকট্রন বিন্যাসে $3d^5$ এবং $4s^1$ হয়।
- শেষ কক্ষপথের ইলেকট্রন বিন্যাস -[1|1|1|1|1] (3d) [1] (4s)
- এতে মোট 6টি অযুগ্ম ইলেকট্রন রয়েছে।

**৪৬) লাইম্যান বর্ণালি সিরিজ তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণের কোন অঞ্চলে ঘটে?** **[ঢা. বো. ২২]**

(ক) UV (খ) IR (গ) X-ray (ঘ) Visible Ray

**সঠিক উত্তর:** ক

**সমাধান:**

- ইলেকট্রন যে কোনো উচ্চ শক্তিস্তর থেকে প্রথম শক্তিস্তরে আসলে লাইম্যান, দ্বিতীয়টিতে আসলে বামার, তৃতীয়টিতে আসলে প্যাশ্চেন, চতুর্থটিতে আসলে ব্র্যাকেট, পঞ্চমটিতে আসলে ফুন্ড, ষষ্ঠটিতে আসলে হামফ্রিস; লাইম্যান - UV (অতিবেগুনি); বামার দৃশ্যমান আলো; প্যাশ্চেন, ব্র্যাকেট, ফুন্ড ও হ্যামফ্রিস - IR (অবলোহিত)।

**৪৭) কোনটির জন্য বোর মডেল প্রযোজ্য?** **[ম. বো. ২২]**

(ক) $H^+$ (খ) H (গ) He (ঘ) $Li^+$

**সঠিক উত্তর:** খ

**সমাধান:**

- বোর মডেল শুধুমাত্র 1 ইলেকট্রনবিশিষ্ট মৌল বা আয়নের বর্ণালি ব্যাখ্যা করতে পারে।
- H → ইলেকট্রন 1টি, $H^+$ → কোনো ইলেকট্রন নেই, $H^-$ → ইলেকট্রন 2টি, $He^+$ → ইলেকট্রন 1টি
  He → ইলেকট্রন 2টি, Li → ইলেকট্রন 3টি, $Li^+$ → ইলেকট্রন 2টি, $Li^{2+}$ → ইলেকট্রন 1টি।
- Be → ইলেকট্রন 4টি, $Be^{3+}$ → ইলেকট্রন 1 টি।
- $H, He^+, Li^{2+}, Be^{3+}$ ইত্যাদির বর্ণালি বোর মডেলের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায়।

**৪৮) 3d অরবিটালের জন্য m এর মান কোন সেট হবে?** **[ম. বো. ২২]**

(ক) 0 (খ) $-1, 0, +1$ (গ) $-2, -1, 0, +1, +2$ (ঘ) $-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$

**সঠিক উত্তর:** গ

**সমাধান:**

- s অরবিটালের জন্য m এর মান 0।
- p-অরবিটালের জন্য m এর মান $-1, 0, +1$।

- d-অরবিটালের জন্য m এর মান $-2, -1, 0, +1, +2$।
- f-অরবিটালের জন্য m এর মান $-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$।

**৪৯) বোরনের শেষ ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ কত?** **[ম. বো. ২২]**

(ক) $\frac{h}{2\pi}$ (খ) $\frac{2h}{\pi}$ (গ) $\frac{n}{2\pi}$ (ঘ) $\frac{h}{\pi}$

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**সমাধান:**

- বোরনের শেষ ইলেকট্রন 2p অরবিটালে থাকে।
- ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ $\frac{nh}{2\pi}$ দ্বারা নির্দেশিত হয়।
- $n = 2$ হলে কৌণিক ভরবেগ $\frac{h}{\pi}$ ।
- ইলেকট্রনের অবস্থান ও কৌণিক ভরবেগ একত্রে নির্ভুলভাবে নির্ণয় করা যায় না।

**৫০) আইসোটোনের উদাহরণ কোনটি?** **[রা. বো. ২২]**

(ক) ${}^{14}_{6}C$, ${}^{16}_{8}O$ (খ) ${}^{14}_{6}C$, ${}^{14}_{7}O$ (গ) ${}^{3}_{1}H$, ${}^{2}_{1}H$ (ঘ) ${}^{13}_{6}C$, ${}^{17}_{8}O$

**সঠিক উত্তর:** ক

**সমাধান:**

- দুটি আইসোটোপের ক্ষেত্রে প্রোটন সংখ্যা সমান থাকে।
- ${}^{3}_{1}H$ ও ${}^{2}_{1}H$ পরস্পরের আইসোটোপ।
- দুটি পরমাণুর নিউট্রন সংখ্যা সমান থাকলে তারা পরস্পর আইসোটোন হয়।
- ${}^{14}_{6}C$ ও ${}^{16}_{8}O$ মৌলদ্বয়ের প্রত্যেকটিতে আটটি করে নিউট্রন থাকে।
- ${}^{14}_{6}C$ ও ${}^{14}_{7}O$ হল পরস্পরের আইসোবার। কারণ এদের ভরসংখ্যা একই।

**৫১) কোয়ান্টাম সংখ্যার মান $n = 4$ এবং $l = 3$ হলে অরবিটালটি হবে—** **[রা. বো., য. বো. ২২]**

(ক) 4s (খ) 4p (গ) 4d (ঘ) 4f

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**সমাধান:**

- $l = 3$ হলে f অরবিটাল হয়।
- 4s, 4p, 4d ও 4f অরবিটালগুলোর জন্যে n এর মান 4।
- 4s, 4p ও 4d অরবিটালগুলোর ক্ষেত্রে l এর মান যথাক্রমে 0, 1 ও 2 হবে।

**৫২) $M^{3+}$ আয়নে 23টি ইলেকট্রন থাকলে M এর পারমাণবিক সংখ্যা কত?** **[রা. বো., য. বো. ২২]**

(ক) 23 (খ) 24 (গ) 25 (ঘ) 26

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**সমাধান:**

- $M^{3+}$ আয়নে প্রোটন সংখ্যা অপেক্ষা 3টি ইলেকট্রন কম রয়েছে।
- $M^{3+}$ আয়নে মোট 23টি ইলেকট্রন থাকায় M মৌলের প্রোটন সংখ্যা হবে 26।
- $M^{3+}$ মৌলে 26টি প্রোটন ও 26টি ইলেকট্রন রয়েছে।
- কোন মৌলের প্রোটন সংখ্যাই তার পারমাণবিক সংখ্যা।

**৫৩) রাদারফোর্ডের আলফা কণা বিচ্ছুরণ পরীক্ষায় স্বর্ণপাতের পুরুত্ব কত ছিল?** **[রা. বো. ২২]**

(ক) 0.000004 m (খ) 0.00004 cm (গ) 0.0004 mm (ঘ) 0.004 cm

**সঠিক উত্তর:** ক

**সমাধান:**

- রাদারফোর্ডের আলফা কণা বিচ্ছুরণ পরীক্ষার মাধ্যমে নিউক্লিয়াসের উপস্থিতি নির্ণয় করা যায়।
- আলফা কণা পরীক্ষায় ZnS এর পর্দা ব্যবহৃত হয়।
- আলফা কণা পরীক্ষায় পাতলা স্বর্ণপাত ব্যবহার করা হয় ।
- এ পরীক্ষায়, প্রায় 20,000টি $\alpha$ -কণার মধ্যে 1টি কণা সরাসরি ফিরে আসে।

**৫৪) নিম্নের কোন মৌলটি ব্যতিক্রমী ইলেকট্রন বিন্যাস দেখায়?** **[রা. বো. ২২]**

(ক) Zn (খ) Fe (গ) Cu (ঘ) Pb

**সঠিক উত্তর:** গ

**সমাধান:**

- পরমাণুর স্থায়িত্ব লাভের জন্যে ইলেকট্রন বিন্যাসে পরিবর্তন দেখা যায়।
- $d^4, d^9, f^6, f^{13}$ ইলেকট্রনীয় অবস্থাগুলো অস্থায়ী হয়।
- অর্ধপূর্ণ ও পরিপূর্ণ অবস্থায় অরবিটালগুলো বেশী স্থায়ী হয়।
- Cr ও Cu এর ইলেকট্রন বিন্যাসে ব্যতিক্রম পরিলক্ষিত হয়।

**৫৫) কোনো শক্তি স্তরে অরবিটাল সংখ্যা নির্ণয়ের সূত্র -** **[চ. বো. ২২]**

(ক) $2(2n+1)$ (খ) $2n+1$ (গ) $2n^2$ (ঘ) $n^2$

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**৫৬) $^{30}_{14}Si$ এবং $^{32}_{16}S$ পরস্পরের-** **[দি.বো. ২২]**

(ক) আইসোটোন (খ) আইসোটোপ (গ) আইসোমার (ঘ) আইসোবার

**সঠিক উত্তর:** ক

**সমাধান:**

- ভর সংখ্যা থেকে পারমাণবিক সংখ্যা বা প্রোটন সংখ্যা বিয়োগ করলে নিউট্রন সংখ্যা পাওয়া যায়।
- যাদের নিউট্রন সংখ্যা সমান কিন্তু ভরসংখ্যা ও প্রোটন সংখ্যা ভিন্ন তারা পরস্পরের আইসোটোন।

**৫৭) পটাশিয়াম এর সর্ববহিঃস্থ ইলেকট্রনের জন্য কোন সেটটি সঠিক?** **[দি.বো. ২২]**

(ক) $n = 4, l = 2, m = +2, s = -\frac{1}{2}$ (খ) $n = 3, l = 2, m = -1, s = +\frac{1}{2}$

(গ) $n = 3, l = 1, m = +1, s = -\frac{1}{2}$ (ঘ) $n = 4, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**সমাধান:**

- $_{19}K$ এর ইলেকট্রন বিন্যাস - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^0 4s^1$
- $_{19}K$ এর সর্বশেষ ইলেকট্রনটি 4s এ যায়।
- 4s এ $n = 4, l = 0, m$ এর মান $-l$ হতে $+l$ হয়। l এর মান শূন্য হলে m এর মান শূন্য হয়। l এর মান 1 হলে m এর মান $+1, 0$ এবং $-1$ হয়।
- s বা স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যার মান $+{}^1/_2$ অথবা $-{}^1/_2$ হয়ে থাকে।

**৫৮) কোন উপশক্তিস্তরে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে?** **[দি.বো. ২২]**

(ক) 5s (খ) 4d (গ) 4p (ঘ) 5p

**সঠিক উত্তর:** গ

**সমাধান:**

- ইলেকট্রন কোন অরবিটালে আগে প্রবেশ করবে তা আউফবাউ নীতি দ্বারা নির্ধারিত হয়।
- $(n + l)$ এর মান যে অরবিটালের কম সেটির শক্তি কম।
- যে অরবিটালের শক্তি কম সেটিতে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে।
- যদি দুটি অরবিটালের $(n + l)$ এর মান একই হয় তখন যে অরবিটালের n এর মান কম সেটিতে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে।
- 4s এবং 3d এর মধ্যে ইলেকট্রন 4s এ প্রথমে প্রবেশ করে।
- 4p এবং 5s এর মধ্যে দুটির $(n + l)$ এর সমান হওয়ায় যেহেতু n এর মান 4p তে কম তাই 4p তে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে।

**৫৯) কোনো উপশক্তিস্তরের সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা হল-** **[ব. বো. ১৫]**

(ক) $(2l + 1)$ (খ) $(l + 1)$ (গ) $2(2l + 1)$ (ঘ) $2(l + 2)$

**সঠিক উত্তর:** গ

**৬০) কোন বর্ণের আলোর শক্তি বেশি?** **[দি.বো. ২২]**

(ক) লাল (খ) কমলা (গ) বেগুনি (ঘ) নীল

**সঠিক উত্তর:** গ

**সমাধান:**

- আলোর বর্ণ তার শক্তি বা তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের ওপর নির্ভর করে।
- বেগুনি আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কম এবং কম্পাঙ্ক বেশি।

- আলোর ফোটন শক্তি হল, $E = hv = h\frac{c}{\lambda}$।
- তরঙ্গদৈর্ঘ্য বাড়লে আলোর শক্তি কম হয়।
- দৃশ্যমান আলোর মধ্যে লাল আলোর শক্তি সবচেয়ে কম।

**৬১) কোন সেটটির ইলেকট্রন সংখ্যা সমান?** [সি. বো. ২২]

(ক) $Na^+, Ca^{2+}, Sc^{3+}, F^-$ (খ) $K^+, Cl^-, Mg^{2+}, Sc^{3+}$

(গ) $Na^+, Mg^{2+}, Al^{3+}, Cl^-$ (ঘ) $K^+, Ca^{2+}, Sc^{3+}, Cl^-$

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**সমাধান:**

- পরমাণু থেকে ইলেকট্রন অপসারিত হলে তা ধনাত্মক ও ইলেকট্রন যুক্ত হলে ঋণাত্মক চার্জ লাভ করে।
- $Na^+, Mg^{2+}, Al^{3+}, Cl^-$ আয়নগুলোতে 10টি ইলেকট্রন রয়েছে।
- $K^+, Ca^{2+}, Sc^{3+}, Cl^-$ আয়নগুলোতে 18টি করে ইলেকট্রন রয়েছে।

**৬২) $[Ar]3d^{10}4s^1$ ইলেকট্রন বিন্যাসটি কোন মৌলের?** [কু. বো. ২২]

(ক) Cu (খ) Cr (গ) Zn (ঘ) Na

**সঠিক উত্তর:** ক

**সমাধান:**

- Cu মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস → $[Ar]3d^{10}4s^1$।
- Cr মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস → $[Ar]3d^5 4s^1$।
- Zn মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস → $[Ar]3d^{10}4s^2$।
- Na মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস → $[Ne]3s^1$।

**৬৩) প্যাশ্চেন সিরিজের ক্ষেত্রে নিম্ন শক্তিস্তরের মান কত?** [কু. বো. ২২]

(ক) 5 (খ) 4 (গ) 3 (ঘ) 2

**সঠিক উত্তর:** গ

**সমাধান:**

- ইলেকট্রন যে কোনো উচ্চ শক্তিস্তর থেকে প্রথম শক্তিস্তরে আসলে লাইম্যান, দ্বিতীয়টিতে আসলে বামার, তৃতীয়টিতে আসলে প্যাশ্চেন, চতুর্থটিতে আসলে ব্র্যাকেট, পঞ্চমটিতে আসলে ফুন্ড, ষষ্ঠটিতে আসলে হামফ্রিস; লাইম্যান - UV (অতিবেগুনি); বামার দৃশ্যমান আলো; প্যাশ্চেন, ব্র্যাকেট, ফুন্ড ও হ্যামফ্রিস - IR (অবলোহিত)।

**৬৪) 4p অরবিটালের জন্য সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কত?** [কু. বো. ২২]

(ক) 0 (খ) 1 (গ) 2 (ঘ) 3

**সঠিক উত্তর:** খ

**সমাধান:**

- s, p, d, f হলো সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা।
- $s = 0, p = 1, d = 2,$ এবং $f = 3$ ।

**৬৫) প্লাঙ্ক এর ধ্রুবকের মান কত?** **[কু. বো. ২২]**

(ক) $6{,}23 \times 10^{23}$Js (খ) $6.23 \times 10^{-23}$Js (গ) $6.624 \times 10^{34}$Js (ঘ) $6.624 \times 10^{-34}$Js

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**সমাধান:**

- প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবকের একক Js।
- একে h দ্বারা প্রকাশ করা হয়।
- কোন নির্দিষ্ট কম্পাঙ্ক, v বিশিষ্ট ফোটনের শক্তি হলো, $E = hv$।

**৬৬) H-পরমাণুর ৪র্থ কক্ষপথের ব্যাসার্ধ $7.5 \times 10^{-10}$m হলে, ঐ কক্ষে ইলেকট্রনটির গতিবেগ কত?** **[কু. বো. ২২]**

[ইলেকট্রনের ভর $= 9.1 \times 10^{-31}$ kg]

(ক) $4.5982 \times 10^{5}$ms$^{-1}$ (খ) $5.9482 \times 10^{5}$ms$^{-1}$

(গ) $6.1805 \times 10^{5}$ms$^{-1}$ (ঘ) $7.4805 \times 10^{5}$ms$^{-1}$

**সঠিক উত্তর:** গ

**সমাধান:**

- H পরমাণুতে ইলেকট্রনের বেগ নির্ণয় করা হয়, $mvr = \frac{nh}{2\pi}$ সূত্র ব্যবহার করে।
- চতুর্থ কক্ষপথের ক্ষেত্রে $n = 4$।
- mvr হলো ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ।
- mv হলো ইলেকট্রনের রৈখিক ভরবেগ।

**৬৭) 3d অরবিটালের পরে কোনটিতে ইলেকট্রন প্রবেশ করবে?** **[কু. বো. ২২]**

(ক) 4p (খ) 4d (গ) 4s (ঘ) 5s

**সঠিক উত্তর:** ক

**সমাধান:**

- ইলেকট্রন কোন অরবিটালে আগে প্রবেশ করবে তা আউফবাউ নীতি দ্বারা নির্ধারিত হয়।
- $(n + l)$ এর মান যে অরবিটালের কম সেটির শক্তি কম।
- যে অরবিটালের শক্তি কম সেটিতে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে।
- যদি দুটি অরবিটালের $(n + l)$ এর মান একই হয় তখন যে অরবিটালের n এর মান কম সেটিতে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে।
- 4s এবং 3d এর মধ্যে ইলেকট্রন 4s এ প্রথমে প্রবেশ করে।
- 4p এবং 5s এর মধ্যে দুটির $(n + l)$ এর মান সমান হওয়ায় যেহেতু n এর মান 4p তে কম তাই 4p তে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে।

**৬৮) ব্রাকেট সিরিজের ক্ষেত্রে $n_2$ এর মান কত?** **[চ. বো. ২২]**

(ক) ২ (খ) ৩ (গ) ৪ (ঘ) ৫

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**সমাধান:**

- যেহেতু ব্রাকেট সিরিজের ক্ষেত্রে $n_1 = 4$, তাই $n_2 = 5$ হওয়া যুক্তি যুক্ত।
- ইলেকট্রন যে কোনো উচ্চ শক্তিস্তর থেকে প্রথম শক্তিস্তরে আসলে লাইম্যান, দ্বিতীয়টিতে আসলে বামার, তৃতীয়টিতে আসলে প্যাশ্চেন, চতুর্থটিতে আসলে ব্র্যাকেট, পঞ্চমটিতে আসলে ফুন্ড, ষষ্ঠটিতে আসলে হামফ্রিস; লাইম্যান - UV (অতিবেগুনি); বামার দৃশ্যমান আলো; প্যাশ্চেন, ব্র্যাকেট, ফুন্ড ও হামফ্রিস - IR (অবলোহিত)।

**৬৯) রাদারফোর্ডের নিউক্লিয়াস আবিষ্কার পরীক্ষায় ৯৯% আলফা (α) কণা স্বর্ণপাত ভেদ করে সোজা চলে যায় কেন?** **[চ. বো. ২২]**

(ক) পরমাণুর কেন্দ্র ধনাত্মক চার্জযুক্ত বলে (খ) আলফা কণার গতিশক্তি বেশি বলে

(গ) আলফা কণার প্রতিফলিত হওয়ার ক্ষমতা কম (ঘ) পরমাণুর অধিকাংশ স্থানই ফাঁকা

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**সমাধান:**

- ১৯১১ সালে বিজ্ঞানী রাদারফোর্ড আলফা কণা বিচ্ছুরণ পরীক্ষা সম্পন্ন করেন।
- আলফা কণা বিচ্ছুরণ পরীক্ষায় আলফা কণা নিক্ষিপ্ত হয় পাতলা সোনার পাতের উপর।
- α -কণা হচ্ছে মূলত হিলিয়াম নিউক্লিয়াস।
- α -কণাকে প্রকাশ করা যায় $^4_2He^{2+}$ হিসাবে।

**৭০) IR এর প্রভাবে ঘটে?** **[চ. বো. ২২]**

(ক) রক্ত সঞ্চালন হ্রাস (খ) ধমনী ও শিরা প্রশস্তকরণ (গ) অঙ্গ প্রতিস্থাপন (ঘ) দেহের তাপমাত্রা হ্রাস

**সঠিক উত্তর:** খ

**সমাধান:**

- IR এর পূর্ণরূপ Infrared Ray (অবলোহিত রশ্মি)
- IR এর তিনটি অঞ্চল হলো— Near IR, Middle IR, এবং Far IR .
- Middle IR কার্যকরী মূলক শনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয়।
- Near IR মস্তিষ্কের রোগ নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয়।
- Far IR দেহে আরামদায়ক উষ্ণতা দেয়, শ্বেত কণিকা ও রোগ প্রতিরোধ ক্ষমতা বৃদ্ধি করে, দেহকোষ ও টিস্যুর বৃদ্ধি ঘটায়, ব্যথা-বেদনা উপশম করে, ধমনী ও শিরা প্রশস্ত করার মাধ্যমে রক্ত সঞ্চালন বৃদ্ধি করে এবং ফিজিওথেরাপিতে ব্যবহৃত হয়।

**৭১) কোয়ান্টাম সংখ্যার মানের কোন সেটটি অবাস্তব?** **[সি. বো. ২২]**

(ক) $3, 2, -2, +\frac{1}{2}$ (খ) $4, 0, 0, +\frac{1}{2}$ (গ) $3, 2, -3, +\frac{1}{2}$ (ঘ) $5, 3, 0, -\frac{1}{2}$

**সঠিক উত্তর:** গ

**সমাধান:**

- n এর মান দ্বারা কততম শক্তিস্তর তা বুঝা যায়।
- $l$ এর মান দ্বারা কোন উপশক্তিস্তর তা বুঝায়। $l = 0$ হলে s, $l = 1$ হলে p, $l = 2$ হলে d, $l = 3$ হলে f। $l$ এর সর্বোচ্চ মান 0 থেকে $(n-1)$ পর্যন্ত হয়ে থাকে। অর্থাৎ $n = 1$ হলে $l$ এর মান $(n-1) = 1-1 = 0$ হবে।
- m এর মান $-l$ থেকে শুরু হয়ে 0 সহ $+l$ পর্যন্ত হয়ে থাকে। অর্থাৎ, $l$ এর মান 1 হলে m এর $-1, 0, +1$ হবে।

**৭১) ক্যান্সার আক্রান্ত কোষ শনাক্তকরণ পরীক্ষায় কোন রশ্মি ব্যবহার করা হয়?** **[সি. বো. ২২]**

(ক) UV (খ) X-ray (গ) IR (ঘ) MW

**সঠিক উত্তর:** গ

**সমাধান:**

- জাল টাকা শনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয় UV রশ্মি।
- শরীরের হাড় এর ফাটল বা অন্যান্য অঙ্গের অসুস্থতা নির্ণয়ে X-Ray ব্যবহৃত হয়।
- ক্যান্সারসহ অন্যান্য কোষস্থ রোগ নির্ণয়ে IR রশ্মি ব্যবহার করা হয়।
- বাসার ওভেন ও টেলিভিশনের সিগনাল পাঠানোর জন্য MW ফ্রিকুয়েন্সি ব্যবহৃত হয়।

**৭২) H-পরমাণুর বর্ণালির বামার সিরিজের সর্বনিম্ন তরঙ্গ সংখ্যার বিকিরিত রশ্মি কোনটি?** **[সি. বো. ২২]**

(ক) $3R_H/4$ (খ) $5R_H/36$ (গ) $8R_H/9$ (ঘ) $9R_H/144$

**সঠিক উত্তর:** খ

**সমাধান:**

- বামার সিরিজের জন্য $n_1 = 2$।
- সর্বনিম্ন তরঙ্গ সংখ্যার বামার সিরিজের জন্য $n_2 = 3$ ।
- তাহলে, $\bar{v} = R_H\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)$

$$= R_H\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right)$$

$$= \frac{5R_H}{36}$$

**৭৩) পরমাণুতে অরবিটালের ধারণা পাওয়া যায় কোন উৎস থেকে?** **[সি. বো. ২২]**

(ক) বোর মডেল (খ) রাদারফোর্ড মডেল (গ) কোয়ান্টাম তত্ত্ব (ঘ) আউফবাউ নীতি

**সঠিক উত্তর:** গ

**সমাধান:**

- রাদারফোর্ড পরমাণুকে সৌরজগতের সাথে তুলনা করেছেন।
- কোয়ান্টাম তত্ত্বের সাহায্যে পারমাণবিক বর্ণালির ব্যাখ্যা করা সম্ভব।
- পরমাণুতে ইলেকট্রনগুলো কীভাবে প্রবেশ করবে তা আউফবাউ নীতির মাধ্যমে ব্যাখ্যা করা যায়।

**৭৪) আইসোটোনের উদাহরণ কোনটি?** [য. বো. ২২]

(ক) ${}^{14}_{6}C$, ${}^{14}_{8}O$ (খ) ${}^{14}_{6}C$, ${}^{14}_{7}N$ (গ) ${}^{3}_{1}H$, ${}^{2}_{1}H$ (ঘ) ${}^{13}_{6}C$, ${}^{17}_{8}O$

**সঠিক উত্তর:** ক

**সমাধান:**

- ভর সংখ্যা থেকে পারমাণবিক সংখ্যা বা প্রোটন সংখ্যা বিয়োগ করলে নিউট্রন সংখ্যা পাওয়া যায়।
- যাদের নিউট্রন সংখ্যা সমান কিন্তু ভরসংখ্যা ও প্রোটন সংখ্যা ভিন্ন তারা পরস্পরের আইসোটোন।

**৭৫) চৌম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা দ্বারা কী পাওয়া যায়?** [য. বো. ২২]

(ক) প্রধান শক্তিস্তর (খ) উপ-শক্তিস্তর (গ) অরবিটাল (ঘ) ইলেকট্রনের ঘূর্ণনের দিক

**সঠিক উত্তর:** গ

**সমাধান:**

- প্রধান শক্তিস্তর পাওয়া যায় প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যার মান থেকে।
- উপশক্তিস্তর পাওয়া যায় সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যার মান থেকে।
- অরবিটাল পাওয়া যায় চৌম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যার মান থেকে।
- ইলেকট্রনের ঘূর্ণনের দিক পাওয়া যায় স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যার মান থেকে।

**৭৬) কোন বিজ্ঞানীর মতে আবর্তনশীল ইলেকট্রন ক্রমাগত শক্তি বিকিরণ করে?** [ব. বো. ২২]

(ক) হাইজেনবার্গ (খ) আইনস্টাইন (গ) ম্যাক্স প্লাঙ্ক (ঘ) ম্যাক্সওয়েল

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**সমাধান:**

- হাইজেনবার্গ ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের অনিশ্চয়তার সূত্র প্রদান করেন।
- আইনস্টাইন আপেক্ষিকতার সূত্র প্রবর্তন করেন।
- আবর্তনশীল ইলেকট্রনের ক্রমাগত শক্তি বিকিরণের তত্ত্বটি দেন ম্যাক্সওয়েল।
- ম্যাক্সপ্লাঙ্ক কোয়ান্টাম তত্ত্ব প্রবর্তন করেন।

**৭৭) যে কোনো অরবিটালে সর্বোচ্চ ধারণকৃত ইলেকট্রন সংখ্যা কতটি?** [ব. বো. ২২]

(ক) $2l + 1$ (খ) $2(2l + 1)$ (গ) $2n^2$ (ঘ) 2

**সঠিক উত্তর:** খ

**সমাধান:**

- প্রধান শক্তিস্তরে সর্বোচ্চ অরবিটাল সংখ্যা $n^2$।
- প্রধান শক্তিস্তরে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন সংখ্যা হলো $2n^2$।
- উপশক্তিস্তরে সর্বোচ্চ অরবিটাল সংখ্যা $(2l + 1)$; যেখানে l হলো s, p, d ও f এর মান।
- উপশক্তিস্তরে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন সংখ্যা হলো $2(2l + 1)$

**৭৮) টাকা দ্বারা শোষিত UV রশ্মি কোন রশ্মি হিসাবে বিকিরিত হয়?** **[ব. বো. ২২]**

(ক) UV রশ্মি (খ) IR-রশ্মি (গ) γ-রশ্মি (ঘ) Visible-রশ্মি

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**সমাধান:**

- আসল টাকায় ফসফোর কালি থাকে।
- ফসফোর কালি UV রশ্মি শোষণ করে কিন্তু দৃশ্যমান আলো বিকিরণ করে।
- নকল বা জাল টাকা এবং জাল পাসপোর্টে ফসফোর কালি থাকে না।
- দৃশ্যমান অঞ্চলের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য হলো $380\text{nm} - 780\text{nm}$ ।
- UV রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য হলো $10\text{nm} - 380\text{ nm}$।

**৭৯) স্বাভাবিক অবস্থায় হাইড্রোজেন পরমাণুর আবর্তনশীল ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ কত?** **[ব. বো. ২২]**

(ক) $1.05 \times 10^{-34}\text{Js}$ (খ) $2.11 \times 10^{-34}\text{Js}$ (গ) $3.16 \times 10^{-34}\text{Js}$ (ঘ) $4.22 \times 10^{-34}\text{Js}$

**সঠিক উত্তর:** ক

**সমাধান:**

- স্বাভাবিক অবস্থায় হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন প্রথম শক্তিস্তরে থাকে।
- ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ নির্ণয়ের সূত্রটি হলো $\text{mvr} = \frac{\text{nh}}{2\pi}$।
- হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তার সূত্রানুসারে, ইলেকট্রনের ভরবেগ ও অবস্থান একই সাথে নির্ভুলভাবে নির্ণয় করা যায় না।

**৮০) রাদারফোর্ড তার পরীক্ষায় কোন পদার্থের প্রলেপযুক্ত পর্দা ব্যবহার করেন?** **[ব. বো. ২২]**

(ক) জিংক সালফাইট (খ) জিংক সালফেট (গ) জিংক সালফাইড (ঘ) জিংক ফসফেট

**সঠিক উত্তর:** গ

**সমাধান:**

- α -কণা হলো হিলিয়াম নিউক্লিয়াস যার প্রতীক হলো ${}_2^4\text{He}^{2+}$
- রাদারফোর্ড উচ্চ গতিসম্পন্ন α -কণা এবং পাতলা সোনার পাত ব্যবহার করেছেন যেন α -কণা সোনার পাতকে ভেদ করে যেতে পারে।
- রাদারফোর্ড ZnS আবারণযুক্ত পর্দা ব্যবহার করেছেন যেন আলফা কণা পর্দায় পড়লে সেটি থেকে ZnS শক্তি শোষণ করে আবার সেই শক্তি বিকিরণ করার মাধ্যমে অনুপ্রভার সৃষ্টি করে। অনুপ্রভা আলোর ঝলক সৃষ্টি হওয়ায় α -কণার অবস্থান শনাক্তকরণ করা যায় ।
-

**৮১) p- উপস্তরের জন্য-** **[সকল বোর্ড ১৮; ম. বো. ২২]**

i. $l = 1$ ii. $m = -1, 0, +1$ iii. অরবিটাল সংখ্যা 2

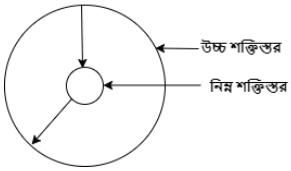
**নিচের কোনটি সঠিক?**

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

**সঠিক উত্তর:** ক

**সমাধান:**

- p- উপস্তরের জন্য $l = 1$ হয়।
- l এর মান 1 হলে m এর মান $-1, 0$ এবং $+1$ হতে পারে।
- p উপস্তরের মোট অরবিটাল সংখ্যা হলো তিন।
- তিনটি p অরবিটাল হলো - $p_x, p_y$ ও $p_z$।




**৮২)**

**উপরের চিত্রটির ক্ষেত্রে শক্তি বিকিরণের জন্য -**

i. $\Delta E = E_2 - E_1$ ii. $\Delta E = hv$ iii. $\Delta E = E_1 - E_2$

**নিচের কোনটি সঠিক?** **[চ. বো. ২২]**

(ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

**সঠিক উত্তর:** ক

**সমাধান:**

- পরমাণুতে উচ্চ শক্তিস্তর থেকে ইলেকট্রন নিম্ন শক্তিস্তরে ফিরে আসার সময় শক্তি বিকিরণ করে।
- $E_2 > E_1$হয়।
- $\Delta E$ সবসময় hv এর সরল গুণিতক হয়।

**৮৩) বোর পরমাণু মডেল ব্যাখ্যা করতে পারে –** **[ব. বো. ২২]**

i. পরমাণুর তড়িৎ নিরপেক্ষতা ii. পারমাণবিক বর্ণালি iii. কক্ষপথের আকার

**নিচের কোনটি সঠিক?**

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

**সঠিক উত্তর:** খ

**সমাধান:**

- বোর তত্ত্বের সাহায্যে পারমাণবিক বর্ণালি ব্যাখ্যা করা যায়।
- ইলেকট্রন ঘূর্ণন কক্ষপথের আকার বোরের মডেলের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায়।
- বোর মডেলের সাহায্যে ইলেকট্রনের বেগ নির্ণয় করা সম্ভব।

আয়রনের (III) অক্সাইড $+HCl \longrightarrow A + H_2O$

**৮৪) যে সব পরমাণুর ভর সংখ্যা একই কিন্তু পারমাণবিক সংখ্যা ভিন্ন, এদেরকে কী বলা হয়?** **[ঢা. বো. ২২]**

(ক) আইসোটোন (খ) আইসোমার (গ) আইসোবার (ঘ) আইসোটোপ

**সঠিক উত্তর:** গ

**৮৫) কোন কণার সাহায্যে রাদারফোর্ড বিচ্ছুরণ পরীক্ষা করেন?** **[ঢা. বো. ২২]**

(ক) α (খ) β (গ) γ (ঘ) X-ray

**সঠিক উত্তর:** ক

**৮৬) কোনটির ক্ষেত্রে বর্ণালির ব্যাখ্যা সম্ভব?** [ঢা. বো. ২২]

(ক) $H^+$ (খ) $He^{2+}$ (গ) $Li^{2+}$ (ঘ) $Be^{2+}$

**সঠিক উত্তর:** গ

**৮৭) বোরনের শেষ ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ কত?** [ঢা. বো. ২১]

(ক) $\frac{2n}{2h}$ (খ) $\frac{2h}{\pi}$ (গ) $\frac{n}{2\pi}$ (ঘ) $\frac{h}{\pi}$

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**৮৮) কোনটি আকৃতি প্রকাশ করে?** [ঢা. বো. ২১]

(ক) প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা (খ) চৌম্বক কোয়ান্টাম সংখ্যা

(গ) সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা (ঘ) ঘূর্ণন কোয়ান্টাম সংখ্যা

**সঠিক উত্তর:** গ

**৮৯) কোন অরবিটালটি সম্ভব-** [ঢা. বো. ২১]

(ক) 5s (খ) 3f (গ) 2d (ঘ) 1p

**সঠিক উত্তর:** ক

**৯০) পরমাণুতে অরবিটালের ধারণা নিচের কোনটি থেকে পাওয়া যায়?** [ঢা. বো. ২১]

(ক) আউফবাউ নীতি (খ) কোয়ান্টাম বলবিদ্যা (গ) বোর পরমাণু মডেল (ঘ) রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল

**সঠিক উত্তর:** খ

**৯১) দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত nm?** [ঢা. বো. ২১]

(ক) $380 - 780$ (খ) $10 - 380$ (গ) $380 - 10^6$ (ঘ) $10^{-6} - 380$

**সঠিক উত্তর:** ক

**৯২) ইলেকট্রন ৩য় শক্তিস্তরে ফিরে আসলে কোন বর্ণালি রেখা দেখা যায়?** [ঢা. বো. ২১]

(ক) লাইম্যান (খ) ব্রাকেট (গ) প্যাশ্চেন (ঘ) বামার

**সঠিক উত্তর:** গ

**৯৩) কোনটিতে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে?** [ঢা. বো. ২১]

(ক) 6p (খ) 5d (গ) 4f (ঘ) 7s

**সঠিক উত্তর:** গ

**৯৪) s-ব্লকের অন্তর্ভুক্ত মৌলের সংখ্যা কয়টি?** [ম. বো. ২১]

(ক) 6 (খ) 7 (গ) 10 (ঘ) 14

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**৯৫) p-অরবিটালের আকৃতি কীরূপ?** [ম. বো. ২১]

(ক) বর্তুলাকার (খ) গোলাকার (গ) ডাম্বেল (ঘ) ডাবল ডাম্বেল

**সঠিক উত্তর:** গ

**৯৬) হাইড্রোজেন বর্ণালিতে অতিবেগুনি অঞ্চলে কোন সিরিজ উৎপন্ন হয়?** [ম. বো. ২১]

(ক) লাইম্যান (খ) বামার (গ) প্যাশ্চেন (ঘ) ফান্ড

**সঠিক উত্তর:** ক

**৯৭) কোনটির ক্ষেত্রে বোর পরমাণু মডেল প্রযোজ্য?** [ম. বো. ২১]

(ক) $H^+$ (খ) $He^{2+}$ (গ) $Li^{2+}$ (ঘ) $Be^{4+}$

**সঠিক উত্তর:** গ

**৯৮) কোয়ান্টাম সংখ্যা বাড়লে কী ঘটে?** [ম. বো. ২১]

(ক) পরমাণুর আকার কমে (খ) পরমাণুর ব্যাসার্ধ কমে

(গ) পরমাণুর শক্তি বাড়ে (ঘ) কেন্দ্রমুখী বল কমে

**সঠিক উত্তর:** গ

**৯৯) "পরমাণুর নিউক্লিয়াস ধনাত্মক আধানযুক্ত" কোন বিজ্ঞানী প্রমাণ করেন?** [রা. বো. ২১]

(ক) রাদারফোর্ড (খ) বোর (গ) ডি-ব্রগলি (ঘ) জে. জে. থমসন

**সঠিক উত্তর:** ক

**১০০) 4f অরবিটালের $(n + l)$ এর মান কত?** [রা. বো. ২১]

(ক) 4 (খ) 6 (গ) 7 (ঘ) 11

**সঠিক উত্তর:** গ

**১০১) নিচের কোন অরবিটাল হুন্ডের নীতি প্রদর্শনে অক্ষম?** [রা. বো. ২১]

(ক) s (খ) p (গ) d (ঘ) f

**সঠিক উত্তর:** ক

**১০২) ইলেকট্রোম্যাগনেটিক বর্ণালিতে নিচের কোনটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য দীর্ঘ?** [দি. বো. ২১]

(ক) UV রশ্মি (খ) TV রশ্মি (গ) IR-রশ্মি (ঘ) X-রশ্মি

**সঠিক উত্তর:** খ

**১০৩) যখন $l = 2$ এবং $n = 3$, কোন অরবিটালটি সঠিক?** [দি. বো. ২১]

(ক) 2d (খ) 3p (গ) 3d (ঘ) 3f

**সঠিক উত্তর:** গ

**১০৪) নিচের কোন অরবিটালটি সম্ভব?** [দি. বো. ২১]

(ক) 1p (খ) 4s (গ) 3f (ঘ) 2d

**সঠিক উত্তর:** খ

**১০৫) $\alpha$ -কণার বৈশিষ্ট্য কোনটি?** [কু. বো. ২১]

(ক) এতে দুটি প্রোটন ও দুটি ইলেকট্রন আছে (খ) এটা খুব ধীর গতিসম্পন্ন কণা

(গ) ইহা ধনাত্মক চার্জিত কণা (ঘ) এর ভরসংখ্যা ২

**সঠিক উত্তর:** গ

**১০৬) কোনো ইলেকট্রনের জন্য কোয়ান্টাম সংখ্যার কোন সেটটি গ্রহণযোগ্য?** [কু. বো. ২১]

(ক) $\left(1,1,1,+\frac{1}{2}\right)$ (খ) $\left(2,0,1,+\frac{1}{2}\right)$ (গ) $\left(4,2,-1,-\frac{1}{2}\right)$ (ঘ) $\left(3,1,-2,-\frac{1}{2}\right)$

**সঠিক উত্তর:** গ

**১০৭) নিচের কোন যৌগের ক্ষারীয় মূলকের d -অরবিটালে ইলেকট্রন আছে?** [কু. বো. ২১]

(ক) $ScCl_3$ (খ) $TiCl_4$ (গ) $CrSO_4$ (ঘ) $CaSO_4$

**সঠিক উত্তর:** গ

**১০৮) $Fe^{2+}$ আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে বিজোড় ইলেকট্রন সংখ্যা কতটি?** [চ. বো. ২১]

(ক) 2 (খ) 3 (গ) 4 (ঘ) 6

**সঠিক উত্তর:** গ

**১০৯) দৃশ্যমান অঞ্চলের আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ব্যাপ্তি কত?** [চ. বো. ২১]

(ক) $0.1 - 10$ nm (খ) $10 - 280$ nm (গ) $380 - 780$ nm (ঘ) $780 - 10^6$ nm

**সঠিক উত্তর:** গ

**১১০) সৌর মডেল কোনটি?** [চ. বো. ২১]

(ক) রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল (খ) বোর পরমাণু মডেল (গ) থমসন পরমাণু মডেল (ঘ) ডাল্টন পরমাণু মডেল

**সঠিক উত্তর:** ক

**১১১) কোনো শক্তি স্তরে অরবিটাল সংখ্যা নির্ণয়ের সূত্র -** [চ. বো. ২১]

(ক) $2(2n+1)$ (খ) $2n+1$ (গ) $2n^2$ (ঘ) $n^2$

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**১১২) বোর পরমাণু মডেল কোনটির বর্ণালি ব্যাখ্যা করতে পারে?** [চ. বো. ২১]

(ক) $He^+$ (খ) $H^-$ (গ) $He^{2+}$ (ঘ) $H^+$

**সঠিক উত্তর:** ক

**১১৩) একটি ইলেকট্রনের জন্য কোয়ান্টাম সংখ্যার কোন সেটটি সম্ভব?** [চ. বো. ২১]

(ক) $1, 1, 0, +\frac{1}{2}$ (খ) $1, 0, 0, -\frac{1}{2}$ (গ) $1, 0, 1, +\frac{1}{2}$ (ঘ) $1, 1, 0, -\frac{1}{2}$

**সঠিক উত্তর:** খ

**১১৪) সর্ববহিঃস্থ স্তরের d-অরবিটালের জন্য প্রযোজ্য কোনটি?** [সি. বো. ২১]

(ক) $n = 1, l = 0$ (খ) $n = 2, l = 1$ (গ) $n = 3, l = 2$ (ঘ) $n = 4, l = 3$

**সঠিক উত্তর:** গ

**১১৫) নিম্নের কোনটির ক্ষেত্রে হুন্ডের নীতি প্রযোজ্য?** [সি. বো. ২১]

(ক) Na (খ) He (গ) O (ঘ) Be

**সঠিক উত্তর:** গ

**১১৬) একটি অরবিটালে সর্বাধিক কয়টি ইলেকট্রন থাকে?** [সি. বো. ২১]

(ক) 2 (খ) 6 (গ) 10 (ঘ) 14

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**১১৭) হাইড্রোজেন পরমাণুর বর্ণালিতে প্যাশ্চেন সিরিজ সৃষ্টি হয় কোন অঞ্চলে ?** [য. বো. ২১]

(ক) অতিবেগুনি (খ) দৃশ্যমান (গ) অবলোহিত (ঘ) মাইক্রোওয়েভ

**সঠিক উত্তর:** গ

**১১৮) বামার সিরিজের ২য় লাইনের ক্ষেত্রে n-এর মান কত?** [য. বো. ২১]

(ক) 2 (খ) 3 (গ) 4 (ঘ) 5

**সঠিক উত্তর:** গ

**১১৯) পরমাণুতে অরবিটাল সম্পর্কে ধারণা দেয় কোন কোয়ান্টাম সংখ্যা?** [ব. বো. ২১]

(ক) প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা (খ) সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা

(গ) চৌম্বক কোয়ান্টাম সংখ্যা (ঘ) স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা

**সঠিক উত্তর:** খ

**১২০) $l = 2$ হলে উপস্তর কোনটি?** [ব. বো. ২১]

(ক) s -উপস্তর (খ) p-উপস্তর (গ) d-উপস্তর (ঘ) f-উপস্তর

**সঠিক উত্তর:** গ

**১২১) অরবিটালসমূহের সঠিক শক্তির ক্রম কোনটি?** [ব. বো. ২১]

(ক) $3s < 3d < 4p$ (খ) $3d < 3s < 4p$ (গ) $4p < 3s < 3d$ (ঘ) $3s < 4p < 3d$

**সঠিক উত্তর:** ক

**১২২) ইলেকট্রনের চার্জ কত কুলম্ব?** [ব. বো. ২১]

(ক) $1.6 \times 10^{-20}$ (খ) $1.6 \times 10^{-19}$ (গ) $4.8 \times 10^{-10}$ (ঘ) $4.8 \times 10^{-9}$

**সঠিক উত্তর:** খ

**১২৩) Cu এর 19 তম ইলেকট্রনটি কোন অরবিটালে যায়?** [ব. বো. ২১]

(ক) 3s (খ) 4s (গ) 3d (ঘ) 3p

**সঠিক উত্তর:** খ

**১২৪) d-উপস্তরে অরবিটাল কয়টি?** [ব. বো. ২১]

(ক) 1 (খ) 3 (গ) 5 (ঘ) 7

**সঠিক উত্তর:** গ

**১২৫) আসমানি আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের চেয়ে ছোট তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলো কোনটি?** [ব. বো. ২১]

(ক) নীল (খ) সবুজ (গ) কমলা (ঘ) লাল

**সঠিক উত্তর:** ক

**১২৬) p-উপশক্তি স্তরে—** [ম. বো. ২১]

i. $\ell = 1$ ii. $m = +1, 0, -1$ iii. অরবিটাল সংখ্যা 3

**নিচের কোনটি সঠিক?**

(ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**১২৭) নিচের কোন আয়ন/আয়নগুলোর ইলেকট্রন সংখ্যা আর্গন পরমাণুর ইলেকট্রন সংখ্যার সমান?** **[দি. বো. ২১]**

i. $Ca^{2+}$ ii. $Al^{3+}$ iii. $Cl^{-}$

**নিচের কোনটি সঠিক?**

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

**সঠিক উত্তর:** গ

**১২৮) বোর পরমাণু মডেল ব্যাখ্যা করতে পারে—** **[কু. বো. ২১]**

i. $Li^{+}$ আয়নের বর্ণালি ii. আবর্তনশীল ইলেকট্রনের শক্তি শোষণ ও বিকিরণ iii. ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ $= \frac{nh}{2\pi}$

**নিচের কোনটি সঠিক?**

(ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

**সঠিক উত্তর:** গ

**১২৯) চৌম্বক কোয়ান্টাম সংখ্যা –** **[য. বো. ২১]**

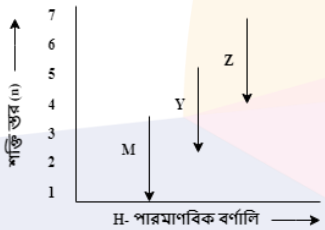
i. ইলেকট্রনের ঘূর্ণন প্রকাশক ii. m এর মান এর উপর নির্ভরশীল iii. m = 0 থেকে $\pm l$

**নিচের কোনটি সঠিক?**

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

**সঠিক উত্তর:** খ

**নিচের তথ্যের আলোকে ১৩০ ও ১৩১ নং প্রশ্নের উত্তর দাও।**




**[চ. বো. ২১]**

**১৩০) উদ্দীপকের M বিকিরণটি কোন সিরিজভুক্ত?**

(ক) লাইম্যান (খ) বামার (গ) প্যাশ্চেন (ঘ) ব্রাকেট

**সঠিক উত্তর:** ক

**১৩১) উদ্দীপক মতে—**

i. M রশ্মিটি UV অঞ্চলের ii. Y রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য, M অপেক্ষা বড় iii. জাল টাকা শনাক্তকরণে Z রশ্মি ব্যবহৃত হয়

**নিচের কোনটি সঠিক?**

(ক) i (খ) i ও ii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

**সঠিক উত্তর:** খ

**১৩২) $_{28}Ni$ এর কতগুলো ইলেকট্রনের ক্ষেত্রে $(n + l) = 4$ হয়?** [ঢা. বো. ১৯]

(ক) 3 (খ) 6 (গ) 7 (ঘ) 8

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**১৩৩) Cr পরমাণুতে বিদ্যমান বিজোড় ইলেকট্রন সংখ্যা-** [ঢা. বো. ১৯]

(ক) 4 (খ) 5 (গ) 6 (ঘ) 7

**সঠিক উত্তর:** গ

**১৩৪) নিচের কোন বর্ণের আলোক রশ্মির ফোটনের শক্তি সর্বাধিক?** [ঢা. বো. ১৯]

(ক) সবুজ (খ) বেগুনি (গ) লাল (ঘ) নীল

**সঠিক উত্তর:** খ

**১৩৫) উচ্চ শক্তিস্তর হতে হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন তৃতীয় শক্তিস্তরে স্থানান্তর হলে নিচের কোন সিরিজ উৎপন্ন হবে?** [রা. বো. ১৯]

(ক) লাইম্যান সিরিজ (খ) বামার সিরিজ (গ) প্যাশ্চেন সিরিজ (ঘ) ব্রাকেট সিরিজ

**সঠিক উত্তর:** গ

**১৩৬) কোন সেটটি পরস্পর আইসোটোন?** [দি. বো. ১৯]

(ক) $^{30}_{14}Si$, $^{32}_{16}S$ (খ) $^{31}_{15}P$, $^{33}_{16}S$ (গ) $^{14}_{7}N$, $^{16}_{8}O$ (ঘ) $^{2}_{1}H$, $^{4}_{2}He$

**সঠিক উত্তর:** ক

**১৩৭) কোন মৌলে সর্বাধিক সংখ্যক অযুগ্ম ইলেকট্রন আছে?** [দি. বো. ১৯]

(ক) Co (খ) Fe (গ) Mn (ঘ) Cr

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**১৩৮) একটি পরমাণুতে দুটি ইলেকট্রনের সর্বোচ্চ কয়টি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান একই হতে পারে?** [কু. বো. ১৯]

(ক) 1 (খ) 2 (গ) 3 (ঘ) 4

**সঠিক উত্তর:** গ

**১৩৯) কোনটি $\alpha$ -কণা?** [কু. বো. ১৯]

(ক) একটি নিউট্রন ও একটি প্রোটন (খ) দুটি নিউট্রন ও দুটি প্রোটন

(গ) একটি নিউট্রন ও দুটি প্রোটন (ঘ) দুটি নিউট্রন ও একটি প্রোটন

**সঠিক উত্তর:** খ

**১৪০) কোন রশ্মিটির শক্তি সর্বাধিক?** [কু. বো. ১৯]

(ক) গামা (খ) রেডিও ওয়েভ (গ) অবলোহিত (ঘ) মাইক্রোওয়েভ

**সঠিক উত্তর:** ক

**১৪১) Mg মৌলের সর্ববহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রনের জন্য চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার সঠিক সেট কোনটি?** [চ. বো. ১৯]

(ক) $n = 4, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ (খ) $n = 3, l = 1, m = 1, s = +\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$

(গ) $n = 3, l = 0, m = 1, s = +\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ (ঘ) $n = 3, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**১৪২) পঞ্চম শক্তিস্তরে মোট অরবিটাল কতটি?** [চ. বো. ১৯]

(ক) 5টি (খ) 16টি (গ) 9টি (ঘ) 25টি

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**১৪৩) ইলেকট্রনের কোন স্থানান্তর বামার সারির তৃতীয় রেখার উৎপত্তির কারণ?** [চ. বো. ১৯]

(ক) $n_4 \rightarrow n_1$ (খ) $n_4 \rightarrow n_2$ (গ) $n_5 \rightarrow n_2$ (ঘ) $n_6 \rightarrow n_3$

**সঠিক উত্তর:** গ

**১৪৪) $l = 2$, এবং $n = 3$ হলে, এটি কোন অরবিটাল নির্দেশ করে?** [য. বো. ১৯]

(ক) 2d (খ) 3p (গ) 3d (ঘ) 3f

**সঠিক উত্তর:** গ

**১৪৫) কোন মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসে আউফবাউ নীতির ব্যতিক্রম দেখা যায়?** [য. বো. ১৯]

(ক) Cu (খ) Co (গ) Mn (ঘ) Fe

**সঠিক উত্তর:** ক

**১৪৬) হাইড্রোজেন পরমাণুর বর্ণালিতে প্যাশ্চেন সিরিজের জন্য সর্বোচ্চ তরঙ্গ সংখ্যা কত?** [ব. বো. ১৯]

(ক) $\frac{R_H}{9}$ (খ) $\frac{5}{36R_H}$ (গ) $\frac{7}{144R_H}$ (ঘ) $\frac{144}{7R_H}$

**সঠিক উত্তর:** ক

**১৪৭) ক্যালসিয়ামের সর্ববহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রনদ্বয়ের কোয়ান্টাম সংখ্যার সেট কোনটি?** [ঢা. বো. ১৭]

(ক) $n = 4, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ (খ) $n = 3, l = 1, m = 0, s = +\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}$

(গ) $n = 4, l = 1, m = 0, s = -\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ (ঘ) $n = 4, l = 2, m = 1, s = +\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$

**সঠিক উত্তর:** ক

**১৪৮) কোন অরবিটালটি সম্ভব?** [ঢা. বো. ১৭]

(ক) 3f (খ) 3d (গ) 2d (ঘ) 1p

**সঠিক উত্তর:** খ

**১৪৯) কপারের ১৯তম ইলেকট্রনটি কোন অরবিটালে প্রবেশ করে?** [ঢা. বো. ১৭]

(ক) 3s (খ) 4s (গ) 3d (ঘ) 4p

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**১৫০) জাল পাসপোর্ট শনাক্তকরণে কোনটি ব্যবহার করা হয়?** [ঢা. বো. ১৭]

(ক) $\gamma$ -রশ্মি (খ) X -রশ্মি (গ) IR-রশ্মি (ঘ) UV-রশ্মি

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**১৫১) আউফবাউ নীতি অনুসারে নিচের কোন ক্রমটি সঠিক?** [রা. বো. ১৭]

(ক) $4s < 3d < 4p$ (খ) $3d < 3s < 4p$ (গ) $4d < 5s < 5p$ (ঘ) $5s < 5p < 4d$

**সঠিক উত্তর:** ক

**১৫২) উপশক্তি স্তরের ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা নির্ণয়ের সূত্র কোনটি?** [রা. বো.; কু. বো. ১৭]

(ক) $2n^2$ (খ) $(2l + 1)$ (গ) $2(l + 1)$ (ঘ) $2(2l + 1)$

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**১৫৩) নিচের কোনটির ক্ষেত্রে বোরের সূত্র প্রযোজ্য?** [দি. বো. ১৭]

(ক) $H^+$ (খ) $He^+$ (গ) $Li^+$ (ঘ) $Be^{2+}$

**সঠিক উত্তর:** খ

**১৫৪) কোনো পরমাণুর একটি ইলেকট্রনের জন্য নিচের কোন কোয়ান্টাম সংখ্যার সেটটি সঠিক?** [কু. বো. ১৭]

(ক) $n = 3, l = 1, m = -2, s = +\frac{1}{2}$ (খ) $n = 1, l = 1, m = 0, s = -\frac{1}{2}$

(গ) $n = 2, l = 1, m = 0, s = +\frac{1}{2}$ (ঘ) $n = 2, l = 1, m = +2, s = -\frac{1}{2}$

**সঠিক উত্তর:** গ

**১৫৫) নিচের কোন নিউক্লিয়াসটি NMR সক্রিয়?** [কু. বো. ১৭]

(ক) ${}^{16}_{8}O$ (খ) ${}^{12}_{6}O$ (গ) ${}^{32}_{16}S$ (ঘ) ${}^{1}_{1}H$

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**১৫৬) সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যার মান যখন 2 তখন m এর মান কতটি?** [চ. বো. ১৭]

(ক) 2 (খ) 3 (গ) 4 (ঘ) 5

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**১৫৭) $Fe^{2+}$ আয়নে d অরবিটালে ইলেকট্রন সংখ্যা কয়টি?** [চ. বো. ১৭]

(ক) 7 (খ) 6 (গ) 5 (ঘ) 4

**সঠিক উত্তর:** খ

**১৫৮) কোনটি আউফবাউ নীতি মেনে চলে?** [চ. বো. ১৭]

(ক) 5s > 4p > 4f (খ) 3s > 3p > 3d (গ) 5s > 4d > 5p (ঘ) 3s > 3p > 5s

**সঠিক উত্তর:** গ

**১৫৯) জাল টাকা শনাক্তকরণে কোনটি ব্যবহৃত হয়?** [চ. বো. ১৭]

(ক) এক্সরে (খ) আলফা রশ্মি (গ) অতি বেগুনী রশ্মি (UV) (ঘ) অবলোহিত রশ্মি

**সঠিক উত্তর:** গ

**১৬০) শক্তি বিকিরণ করে ইলেকট্রন যখন ২য় শক্তি স্তরে ফিরে আসে তখন তাকে কী বলা হয়?** [চ. বো. ১৭]

(ক) লাইম্যান (খ) প্যাশেন (গ) বামার (ঘ) ফুন্ড

**সঠিক উত্তর:** গ

**১৬১) লাল রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 7000Å হলে এর তরঙ্গ সংখ্যা কত?** [সি. বো. ১৭]

(ক) $1.428 \times 10^{-3} nm$ (খ) $14.28 \times 10^{3} cm^{-1}$

(গ) $1.428 \times 10^{-3} m^{-1}$ (ঘ) $14.28 \times 10^{-3} Å$

**সঠিক উত্তর:** খ

**১৬২) পরমাণুর তৃতীয় শক্তিস্তরে মোট অরবিটাল সংখ্যা কত?** [সি. বো. ১৭]

(ক) 3 (খ) 4 (গ) 8 (ঘ) 9

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**১৬৩) কোনটির ইলেকট্রন বিন্যাস $Al^{3+}$ আয়নের ন্যায়?** [য. বো. ১৭]

(ক) $O^{-}$ (খ) $F^{-}$ (গ) $Cl^{-}$ (ঘ) $Mg^{+}$

**সঠিক উত্তর:** খ

**১৬৪) মৌলের পরমাণুর কোনটিতে সর্বোচ্চ ৬টি ইলেকট্রন থাকতে পারে?** [য. বো. ১৭]

(ক) ১টি d-অরবিটালে (খ) ১টি p-উপস্তরে (গ) ৩য় স্তরে (ঘ) যোজ্যতা স্তরে

**সঠিক উত্তর:** খ

**১৬৫) পরমাণুর ২য় কক্ষপথের একটি ইলেকট্রনের জন্য কৌণিক ভরবেগের মান নির্ণয়ের সমীকরণ কোনটি?** [ব. বো. ১৭]

(ক) $mvr = \frac{2h}{\pi}$ (খ) $mvr = \frac{h}{2\pi}$ (গ) $mvr = \frac{h}{\pi}$ (ঘ) $mvr = \frac{4h}{\pi}$

**সঠিক উত্তর:** গ

**১৬৬) MRI কী?** [ব. বো. ১৭]

(ক) চৌম্বকীয় অবলোহিত রশ্মি (খ) চৌম্বকীয় অনুরণন প্রতিচ্ছবিকরণ

(গ) নিউক্লিয়ার চৌম্বকীয় অনুরণন (ঘ) চৌম্বকীয় রেডিও প্রতিচ্ছবিকরণ

**সঠিক উত্তর:** খ

**১৬৭) অবলোহিত রশ্মির অন্তর্গত সিরিজ হলো—** [সি. বো. ১৭]

i. ব্রাকেট ii. প্যাশ্চেন iii. লাইম্যান

**নিচের কোনটি সঠিক?**

(ক) i (খ) ii (গ) i ও ii (ঘ) i, ii ও iii

**সঠিক উত্তর:** গ

**১৬৮) বোর পরমাণুতে একটি বোর ইলেকট্রন চতুর্থ শক্তিস্তরে একটি পূর্ণ আবর্তন করতে কয়টি পূর্ণ তরঙ্গ সৃষ্টি করবে?** [কু. বো. ১৬]

(ক) 2 (খ) 3 (গ) 4 (ঘ) 5

**সঠিক উত্তর:** গ

**১৬৯) মৌলের যে কোনো উপশক্তিস্তরে ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা নির্ণয়ের সূত্র কোনটি?** [কু. বো. ১৬]

(ক) $2n^2$ (খ) $(2l + 1)$ (গ) $2(2l + 1)$ (ঘ) $2(l + 1)$

**সঠিক উত্তর:** গ

**১৭০) জাল টাকা শনাক্তকরণে নিম্নের কোন রশ্মিটি ব্যবহৃত হয়?** [কু. বো. ১৬]

(ক) UV-ray (খ) IR-ray (গ) X-ray (ঘ) γ-ray

**সঠিক উত্তর:** ক

**১৭১) p অরবিটালের জন্য—** [কু. বো. ১৬]

i. $l = 1$ ii. $m = +1, 0, -1$ iii. অরবিটাল সংখ্যা 2

**নিচের কোনটি সঠিক?**

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

**সঠিক উত্তর:** ক

**১৭২) রোগ নির্ণয়ে MRI পরীক্ষার ক্ষেত্রে —** **[য. বো. ১৬]**

i. MRI পরীক্ষার মূলনীতি NMR এর মূলনীতির সাথে সম্পর্কিত ii. MRI পরীক্ষায় IR তরঙ্গ ব্যবহার করা হয়

iii. MRI পরীক্ষায় রেডিও তরঙ্গ ব্যবহার করা হয়

**নিচের কোনটি সঠিক?**

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) iii

**সঠিক উত্তর:** গ

**১৭৩) কোন মতবাদে পরমাণুকে সৌর জগতের সাথে তুলনা করা হয়েছে?** **[ঢা. বো. ১৫]**

(ক) তরঙ্গ বলবিদ্যা পরমাণু মডেল (খ) বোর পরমাণু মডেল

(গ) বোর-সমারফিল্ড পরমাণু মডেল (ঘ) রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**১৭৪) La (57) এর সর্বশেষ ইলেকট্রন বিন্যাস —** **[রা. বো. ১৫]**

(ক) $4f^2$ (খ) $4f^4 6s^2$ (গ) $5d^1 6s^2$ (ঘ) $6s^2 6p^1$

**সঠিক উত্তর:** গ

**১৭৫) হাইড্রোজেন পারমাণবিক বর্ণালির কোন সিরিজটিতে দৃশ্যমান অঞ্চলের রশ্মি দেখা যায়?** **[য. বো. ১৫]**

(ক) প্যাশ্চেন (খ) লাইমেন (গ) বামার (ঘ) ব্রাকেট

**সঠিক উত্তর:** গ

**১৭৬) ব্রাকেট সিরিজে $n_1$ এর মান কত?** **[য. বো. ১৫]**

(ক) 2 (খ) 3 (গ) 4 (ঘ) 5

**সঠিক উত্তর:** গ

**১৭৭) Cr পরমাণুতে কতটি অযুগ্ম ইলেকট্রন আছে?** **[য. বো. ১৫]**

(ক) 3 (খ) 4 (গ) 5 (ঘ) 6

**সঠিক উত্তর:** ঘ

**১৭৮) কোন অরবিটালের শক্তি সর্বাধিক?** **[ব. বো. ১৫]**

(ক) 3p (খ) 3d (গ) 4s (ঘ) 3f

**সঠিক উত্তর:** খ

**১৭৯) কোনো বিকিরিত তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 820 nm হলে, শক্তি কত?** **[ব. বো. ১৫]**

(ক) $2.424 \times 10^{-19}$J (খ) $2.424 \times 10^{-18}$J (গ) $24.24 \times 10^{-19}$J (ঘ) $24.24 \times 10^{-18}$J

**সঠিক উত্তর:** ক

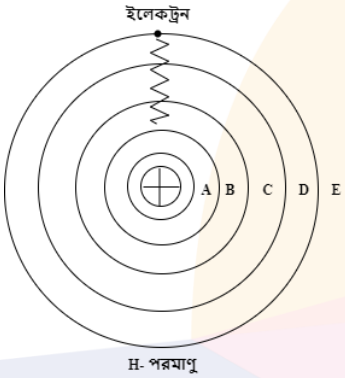
**১৮০) দুর্বল তরঙ্গ Far-IR ব্যবহার করে কিসের চিকিৎসা করা হয়?** **[ব. বো. ১৫]**

(ক) ব্যথা উপশম (খ) ক্যান্সার (গ) টিউমার শনাক্তকরণ (ঘ) কানের সমস্যা দূরীকরণ

**সঠিক উত্তর:** ক

## সৃজনশীল

**১।** **[ঢা. বো. ২৩]**




**(ক) কোয়ান্টাম সংখ্যা কাকে বলে?** ১

**(খ) গ্লুবার লবণের দ্রাব্যতার উপর তাপমাত্রা বৃদ্ধির প্রভাব ব্যাখ্যা করো।** ২

**(গ) কোয়ান্টাম সংখ্যাসমূহের মান হিসেব করে D শক্তিস্তরের ইলেকট্রন সংখ্যা নির্ণয় করো।** ৩

**(ঘ) উদ্দীপকের ইলেকট্রনটির ধাপান্তরে সৃষ্ট বর্ণালির বর্ণ কীরূপ হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।** ৪

**উত্তরঃ**

**(ক)** পরমাণুর ইলেকট্রনের শক্তিস্তরের আকার, আকৃতি, ত্রিমাত্রিক দিক বিন্যাস, ইলেকট্রনের ঘূর্ণনের দিক নির্দেশকারী চারটি রাশিকে একত্রে কোয়ান্টাম সংখ্যা বলে।

**(খ)** গ্লুবার লবণের অপর নাম মিরাবিলাইট বা জলীয় সোডিয়াম সালফেট ($Na_2SO_4.10H_2O$)। এর ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে দ্রাব্যতা প্রথমে ধীরে ধীরে বৃদ্ধি পায়। $32°C$ তাপমাত্রায় এর দ্রাব্যতা সর্বাধিক হয়। এর চেয়ে উচ্চ তাপমাত্রায় দ্রবণটি অ্যানহাইড্রেটেড অবস্থায় $Na_2SO_4$ এ পরিণত হয়। ফলে তাপমাত্রা বাড়ালে $Na_2SO_4$ এর দ্রাব্যতা ধীরে ধীরে কমে।
আর্দ্র কেলাস হতে অনার্দ্র কেলাসে পরিণত হওয়ার কারণে এই ব্যতিক্রমী রূপ দেখা যায়।

**(গ)** উদ্দীপকের D শক্তিস্তরটি চতুর্থ শক্তিস্তরকে নির্দেশ করছে। কোয়ান্টাম সংখ্যার মান হিসেবে করে চতুর্থ শক্তিস্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা নিম্নে নির্ণয় করা হলো:

| প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা | সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা | চুম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা | স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা | অরবিটাল সংখ্যা |
|---|---|---|---|---|
| $n = 4$ | $l = 0$ | $m = 0$ | $\left(\pm\frac{1}{2}\right)$ | 1 |
| | $l = 1$ | $m = -1,0,1$ | $3\left(\pm\frac{1}{2}\right)$ | 3 |
| | $l = 2$ | $m = -2,-1,0,1,+2$ | $5\left(\pm\frac{1}{2}\right)$ | 5 |
| | $l = 3$ | $m = -3,-2-1,0,+1,+2,+3$ | $7\left(\pm\frac{1}{2}\right)$ | 7 |
| মোট অরবিটাল সংখ্যা = 16টি | | | | |

প্রতিটি অরবিটালে ইলেকট্রন থাকে 2টি।
সুতরাং, D শক্তিস্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা = 32টি।

**(ঘ)** উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি E শক্তিস্তর অর্থাৎ, পঞ্চম শক্তিস্তর হতে B শক্তিস্তর অর্থাৎ, ২য় শক্তিস্তরে ফিরে এসেছে। উক্ত ধাপান্তরে সৃষ্ট বর্ণালির বর্ণ নিম্নে নির্ণয় করা হলো:

এখানে,
রিডবার্গ ধ্রুবক, $R_H = 109678\text{cm}^{-1}$
পারমাণবিক সংখ্যা, $Z = 1$
$n_1 = 2$
$n_2 = 5$
$\lambda$ =?
আমরা জানি,

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

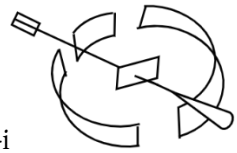
বা, $\frac{1}{\lambda} = 109678 \times 1^2\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2}\right)$

বা, $\frac{1}{\lambda} = 23032.38\text{cm}$

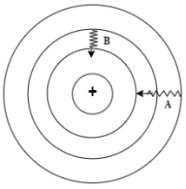
বা, $\lambda = 4.3417 \times 10^{-5}\text{cm}$
$= 434.17\text{nm}$

আমরা জানি, দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের রেঞ্জ হলো: $380nm - 780nm$। তন্মধ্যে নীল আলোর রেঞ্জ হলো : $424nm - 450nm$।
এখানে, $\lambda = 434.17\text{nm}$
সুতরাং, সৃষ্ট বর্ণালির বর্ণ হবে নীল।

২। [ম. বো. ২৩]



উদ্দীপক-i




উদ্দীপক-ii

**(ক) সংকরণ কাকে বলে?** ১

**(খ) গ্রিন কেমিস্ট্রির প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা করো।** ২

**(গ) i নং উদ্দীপকের সাহায্যে প্রস্তাবিত পরমাণু মডেলটি বর্ণনা করো।** ৩

**(ঘ) ii নং উদ্দীপকের A ও B এর মধ্যে কোন বর্ণালির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য দীর্ঘতম হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।** ৪

**উত্তরঃ**

**(ক)** দুই বা ততোধিক ভিন্ন কিন্তু কাছাকাছি শক্তিসম্পন্ন অরবিটাল পরস্পরের সাথে মিশ্রিত হয়ে সমশক্তিসম্পন্ন সমান সংখ্যক নতুন অরবিটাল তৈরির প্রক্রিয়াকে সংকরণ বা হাইব্রিডাইজেশন বলে।

**(খ)** প্রচলিত পদ্ধতি অপেক্ষা সবুজ রসায়ন পদ্ধতিতে সম্পন্ন বিক্রিয়া পরিবেশ রক্ষায় অধিক ভূমিকা রাখে। প্রচলিত সাংশ্লেষিক পদ্ধতিতে উৎপাদের পরিমাণ 70-90% হয়ে থাকে। ফলে 10-30% বিক্রিয়ক অবিক্রিয়ারত অবস্থায় থাকে। সবুজ রসায়নের মাধ্যমে অংশগ্রহণকারী বিক্রিয়কগুলোকে একীভূত করে সর্বোচ্চ কাঙ্ক্ষিত উৎপাদে পরিণত করা হয়। যেখানে, পুনঃচক্রায়নের প্রয়োজন পড়ে না। গ্রিন কেমিস্ট্রির অন্যতম নীতি এটম ইকোনমি হলো কাঙ্ক্ষিত উৎপাদে বিক্রিয়কের সর্বোচ্চ পরিমাণ পরমাণু অন্তর্ভুক্ত করে পরিবেশ দূষণ রোধ করা। এটম ইকোনমি এমন একটি পদ্ধতি যেখানে একটি নির্দিষ্ট বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়ক পরমাণুগুলো সক্রিয়ভাবে অংশগ্রহণ করে এবং বিক্রিয়াকে এমনভাবে পরিচালিত করে যাতে কাঙ্ক্ষিত উৎপাদে বিক্রিয়কের সর্বোচ্চ পরিমাণ ব্যবহার নিশ্চিত হয়। তাই পরিবেশ রক্ষায় গ্রিন কেমিস্ট্রির ভূমিকা অপরিসীম।

**(গ)** উদ্দীপকের i নং হতে প্রস্তাবিত মডেলটি হলো রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল। রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল নিম্নরূপ:

i. প্রতিটি পরমাণুর কেন্দ্রস্থলে ধনাত্মক আধানযুক্ত একটি নিউক্লিয়াস থাকে।

ii. নিউক্লিয়াসের আকার সমগ্র পরমাণুর তুলনায় খুবই ক্ষুদ্র যেখানে পরমাণুর ব্যাস $10^{-8}$cm এবং নিউক্লিয়াসের ব্যাস $10^{-13}$ cm।

iii. পরমাণুর প্রায় সমস্ত ভর নিউক্লিয়াসে পুঞ্জীভূত থাকে। এই নিউক্লিয়াসের ভরই প্রায় সমস্ত পরমাণুর ভরের সমান হয়।

iv. পরমাণুর ভেতরের অংশকে কেন্দ্রীয় অংশ এবং বাইরের অংশকে নিউক্লিয়াস বহির্ভূত অংশ বলে। পরমাণুর অভ্যন্তরস্থ বেশির ভাগ স্থানই ফাঁকা।

v. ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে সর্বদা ঘুরতে থাকে। সৌরজগতের ন্যায় অর্থাৎ সূর্যকে কেন্দ্র করে যেভাবে গ্রহগুলো ঘুরে ঠিক তেমনি ইলেকট্রনগুলোও নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে সর্বদা ঘূর্ণায়মান। এই ঘূর্ণনের ফলে সৃষ্ট কেন্দ্রমুখী বল (Centripetal force) এবং কেন্দ্রবিমুখী বল (Centrifugal force) পরস্পর সমান থাকে বলে ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসে পতিত হয় না।

vi. সাধারণ অবস্থায় পরমাণুর চার্জ শূন্য। কারণ পরমাণুতে ইলেকট্রন ও প্রোটনের সংখ্যা সমান থাকে এবং তাদের চার্জ সমান কিন্তু বিপরীতধর্মী।

**(ঘ)** উদ্দীপকের ii নং চিত্রের A বর্ণালিটি ৩য় থেকে ১ম শক্তিস্তরে ইলেকট্রন ফিরে আসায় সৃষ্টি হয়েছে। অন্যদিকে B বর্ণালিটি ২য় থেকে ১ম শক্তিস্তরে ইলেকট্রন ফিরে আসায় তৈরি হয়েছে। এদের মধ্যে কোনটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য দীর্ঘতম হবে তা নিচে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা হলো:

A বর্ণালির ক্ষেত্রে,

এখানে,

$R_H = 109678 cm^{-1}$

$n_1 = 1$

$n_2 = 3$

$\lambda_A = ?$

$Z =$ পারমাণবিক সংখ্যা

আমরা জানি,

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

বা, $\frac{1}{\lambda_A} = 109678 \times Z^2 \times \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2}\right)$

$\therefore \lambda_A = \frac{1.02573 \times 10^{-5}}{Z^2} cm$

B বর্ণালির ক্ষেত্রে,

এখানে,

$R_H = 109678 cm^{-1}$

$n_1 = 1$

$n_2 = 2$

$\lambda_B = ?$

$Z =$ পারমাণবিক সংখ্যা

আমরা জানি,

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

বা, $\frac{1}{\lambda_A} = 109678 \times Z^2 \times \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right)$

$\therefore \lambda_B = \frac{1.2157 \times 10^{-5}}{Z^2} cm^{-1}$

এখন,

$$\frac{\lambda_B}{\lambda_A} = \frac{\frac{1.2157 \times 10^{-5}}{Z^2}}{\frac{1.02573 \times 10^{-5}}{Z^2}} = 1.185$$

বা, $\lambda_B = 1.185 \lambda_A$

অর্থাৎ B বর্ণালির তরঙ্গদৈর্ঘ্য A অপেক্ষা বেশি হবে।

**৩।** **[ম. বো. ২৩]**

(i) $_{29}X$

(ii)


**(ক) ভরক্রিয়া সূত্রটি লেখ।** **১**

**(খ) $_9F$ সর্বাধিক তড়িৎঋণাত্মক মৌল— ব্যাখ্যা করো।** **২**

**(গ) $'X'$ পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস আউফবাউ নীতির ব্যতিক্রম- ব্যাখ্যা করো।** **৩**

**(ঘ) B ও C রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য কোন তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণ অঞ্চলের হবে? কারণসহ বিশ্লেষণ করো।** **৪**

**উত্তরঃ**

**(ক)** ভরক্রিয়া সূত্রটি হলো- নির্দিষ্ট তাপমাত্রার ও নির্দিষ্ট সময়ে যে কোন বিক্রিয়ার হার ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়কগুলোর সক্রিয় ভরের (অর্থাৎ, মোলার ঘনমাত্রা বা আংশিক চাপের) সমানুপাতিক।

**(খ)** তড়িৎ ঋণাত্মকতা একটি পর্যায়বৃত্তিক ধর্ম। আমরা জানি, একই পর্যায়ের বাম থেকে ডান দিকে গেলে মৌলসমূহের তড়িৎ ঋণাত্মকতা বৃদ্ধি পায়। তাই প্রত্যেক পর্যায়ের গ্রুপ 1 এর মৌলসমূহের তড়িৎ ঋণাত্মকতা সবচেয়ে কম এবং গ্রুপ 17 এর মৌলসমূহের তড়িৎ ঋণাত্মকতা সবচেয়ে বেশি। গ্রুপ 18 অর্থাৎ নিষ্ক্রিয় গ্যাসের তড়িৎ ঋণাত্মকতা শূন্য। আবার, একই গ্রুপে যত নিচের দিকে যাওয়া যায় ততই মৌলসমূহের তড়িৎ ঋণাত্মকতা হ্রাস পায়। তাই পর্যায় সারণির ডানে অবস্থিত নিষ্ক্রিয় গ্যাসের পূর্বে এবং গ্রুপে সবার উপরে অবস্থিত হওয়ায় 17 নং গ্রুপের ১ম মৌল ফ্লোরিন অন্যান্য মৌল অপেক্ষা সর্বাধিক তড়িৎ ঋণাত্মক মৌল।

**(গ)** উদ্দীপকের $_{29}X$ মৌলটি হলো কপার: $_{29}Cu$

$Cu(29) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$

মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাসের ক্ষেত্রে দেখা যায়, 3d অপেক্ষা 4s এ আগে ইলেকট্রন প্রবেশ করে। আউফবাউ নীতি অনুসারে, ইলেকট্রন প্রথমে নিম্নশক্তির অরবিটালে প্রবেশ করে এবং ক্রমান্বয়ে উচ্চশক্তির অরবিটালে প্রবেশ করে।

3d এর ক্ষেত্রে $n + l = 3 + 2 = 5$

4s এর ক্ষেত্রে $n + l = 4 + 0 = 4$

3d অপেক্ষা 4s এর শক্তি কম। তাই ইলেকট্রন প্রথমে 4s এ প্রবেশ করেছে। কিন্তু, অরবিটালে ইলেকট্রন অর্ধপূর্ণ বা পূর্ণ অবস্থায় স্থিতিশীল হওয়ায় $4s^2$ থেকে একটি ইলেকট্রন 3d অরবিটালে প্রবেশ করে $3d^{10}$ ইলেকট্রনিক কাঠামো অর্জন করে। যা অধিক স্থিতিশীল। তখন ইলেকট্রন বিন্যাস হয় $3d^{10}4s^1$ সুতরাং $'X'$ এর ইলেকট্রন বিন্যাসে আউফবাউ নীতির ব্যতিক্রম ঘটেছে।

**(ঘ)** উদ্দীপকের B ও C রশ্মি যথাক্রমে অতিবেগুনী রশ্মি ও দৃশ্যমান রশ্মি। কারণ, আমরা জানি, অতিবেগুনী রশ্মি প্রকৃত টাকার নোট বা পাসপোর্টের উপর পড়লে দৃশ্যমান রশ্মি বিকিরিত হয়, কিন্তু জাল টাকায় অতিবেগুনী রশ্মি পড়লে অতিবেগুনী রশ্মিই বিকিরিত হয়।

নিম্নে এটি কারণসহ বিশ্লেষণ করা হলো:

i. $200 - 375\,nm$ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের অতিবেগুনী রশ্মি যখন আসল টাকার উপর পড়ে তখন আসল টাকায় থাকা ফসফোর অণুর ইলেকট্রন উত্তেজিত হয়।

ii. উত্তেজিত ইলেকট্রন, UV রশ্মি বা অতিবেগুনী রশ্মি হতে শক্তি শোষণ করে উচ্চতর শক্তিস্তরে গমন করে।

iii. পরক্ষণে সেটি আবার অস্থিতিশীল উত্তেজিত অবস্থা হতে সুস্থিত অবস্থায় অর্থাৎ, নিম্ন শক্তিস্তরে আসতে চেষ্টা করে।

iv. নিম্ন শক্তিস্তরে ফিরে আসার সময় পূর্বের শোষিত শক্তি নির্দিষ্ট বর্ণের দৃশ্যমান আলোর ফ্রিকুয়েন্সিতে বিকিরিত হয়।

V. প্রাপ্ত বিকিরণ দৃশ্যমান অঞ্চলে অবস্থিত বিধায় তা খালি চোখে দেখা যায় এবং আসল টাকা শনাক্ত করা যায়।

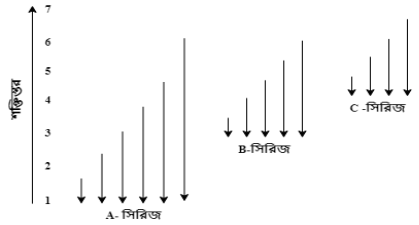
ফসফোর হলো $230\ mm - 375\ nm$ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের অতিবেগুনী রশ্মি শোষণকারী কিন্তু দৃশ্যমান পরিসরে আলো বিকিরণকারী কিছু রাসায়নিক যৌগ। এগুলো বিভিন্ন জটিল ধাতব অক্সাইড ও ল্যান্থানাইড আয়নের মিশ্রণে তৈরি করা হয়। যেমন- ইটরিয়াম অক্সাইড ও ইউরোপিয়াম আয়ন: $Y_2O_3\ +Eu^{3+}$ (লাল বর্ণ বিকিরণ) সেরিয়াম-ম্যাগনেসিয়াম-অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড ও টারবিয়াম আয়ন: $CeMgAl_{11}O_{19} + Tb^{3+}$ (সবুজ বর্ণ বিকিরণ)

বেরিয়াম-ম্যাগনেসিয়াম-অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড ও ইউরোপিয়াম আয়ন: $BaMgAl_{10}O_{17} + Eu^{2+}$ (নীল বর্ণ বিকিরণ)

অন্যদিকে, জাল টাকায় ফসফোর অণু থাকে না। ফলে আপতিত UV রশ্মির কোনো অংশই শোষিত হয় না। অর্থাৎ, বিকিরিত রশ্মিও অতিবেগুনীই হয়।

তাই আসল টাকায় বিকিরিত রশ্মি দৃশ্যমান অঞ্চলে হলেও জাল টাকায় তা হয় না।

**৪।** **[রা. বো. ২৩]**




**চিত্র:** হাইড্রোজেন পরমাণুর বিকিরণ বর্ণালি

**(ক) ভিনেগার কী?** ১

**(খ) Mg-এর ইলেকট্রন আসক্তির মান ধনাত্মক কেন?** ২

**(গ) বোর তত্ত্বানুসারে উদ্দীপকের বর্ণালি সিরিজসমূহের উৎপত্তি ব্যাখ্যা করো।** ৩

**(ঘ) উদ্দীপকের 'B' সিরিজের সবগুলো রেখাই দৃশ্যমান হবে কি-না ব্যাখ্যা করো।** ৪

**উত্তরঃ**

**(ক)** অ্যাসিটিক অ্যাসিডের $(CH_3COOH)$ $6 - 10\%$ জলীয় দ্রবণকে ভিনেগার বলে ।

**(খ)** Mg এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপঃ

$Mg(12) \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

ইলেকট্রন বিন্যাস হতে এটা স্পষ্ট যে, Mg পরমাণুর সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের 3s অরবিটাল ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ। যেহেতু, অরবিটাল এর স্থিতিশীলতার ক্ষেত্রে পূর্ণ বা অর্ধপূর্ণ অরবিটালসমূহ অধিকতর স্থিতিশীল হয়। ফলে, একটি স্থিতিশীল অরবিটালে বাহির থেকে অতিরিক্ত ইলেকট্রন প্রদান করে Mg কে ঋণাত্মক আয়নে পরিণত করতে হলে বহিঃস্থ উৎস কর্তৃক কাজ করতে হয় তথা ঋণাত্মক আয়নে পরিণত করতে অতিরিক্ত শক্তি প্রয়োগ করতে হয়। তাই Mg এর ইলেকট্রন আসক্তির মান ধনাত্মক।

**(গ)** বোর তত্ত্বানুসারে উদ্দীপকের বর্ণালী সিরিজসমূহের উৎপত্তি নিম্নে ব্যাখ্যা করা হলো:

ডেনমার্কের পদার্থবিজ্ঞানী নিলস বোর তাঁর মডেলে উল্লেখ করেন যে, ইলেকট্রন এক শক্তিস্তর হতে অন্য শক্তিস্তরে গমন করলে শক্তির শোষণ বা বিকিরণ করে। ইলেকট্রন উচ্চ হতে নিম্নে গমন করলে বিকিরণ ঘটে এবং নিম্ন হতে উচ্চতে গমন করলে শক্তির শোষণ ঘটে। (i) $H_2$ গ্যাসকে নিম্ন চাপে কোনো বিদ্যুৎ বীক্ষণ নলে উচ্চ বিভব পার্থক্যে বিদ্যুৎ প্রবাহ চালনা করলে $H_2$ অণুগুলো ভেঙে যায় এবং H পরমাণুতে বিভক্ত হয়। (ii) এই H পরমাণু বিদ্যুৎ স্ফুলিঙ্গ হতে শক্তি শোষণ করে উত্তেজিত হয়। এরপর প্রথম শক্তিস্তর হতে ক্রমান্বয়ে ২য়, ৩য় ও ৪র্থ ইত্যাদি স্তরে প্রবেশ করে। উচ্চশক্তিস্তরে ইলেকট্রনের অবস্থানকে অস্থায়ী অবস্থা বলা হয়। (iii) অল্প সময়ের মধ্যে নিম্ন শক্তিস্তরে ফিরে আসে। উচ্চস্তরে প্রবেশের সময় যে শক্তি শোষণ করেছিল নিচে ফিরে আসার সময়

তা বিকিরণ করে। (iv) এই বিকিরণগত শক্তি বর্ণালি বীক্ষণ যন্ত্রের মধ্য দিয়ে চালনা করলে যে বর্ণালি সৃষ্টি হয় তাই H বর্ণালি এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ভিন্নতার কারণে বিভিন্ন সিরিজে রেখা বর্ণালিসমূহ উৎপন্ন হয়।

**(ঘ)** উদ্দীপকের B সিরিজে ইলেকট্রনসমূহ উচ্চতর শক্তিস্তর হতে দ্বিতীয় শক্তিস্তরে ফিরে এসেছে। সুতরাং, এটি বামার সিরিজকে নির্দেশ করছে। বামার সিরিজের রেখাগুলো দৃশ্যমান অঞ্চলে থাকবে কিনা তা জানার জন্য বামার সিরিজের সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন তরঙ্গদৈর্ঘ্য আমাদের বের করতে হবে।

আমরা জানি,

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

দ্বিতীয় শক্তিস্তরের জন্য, $n_1 = 2$

সমীকরণ হতে দেখা যাচ্ছে, $\lambda$ সর্বোচ্চ হতে হলে, $n_2$ সর্বনিম্ন হতে হবে।

এক্ষেত্রে, $n_2$ এর সর্বনিম্ন মান, $n_2 = n_1 + 1 = 2 + 1 = 3$

সুতরাং, তৃতীয় শক্তিস্তরে হতে ইলেকট্রন দ্বিতীয় শক্তিস্তরে আসলে বামার সিরিজে সর্বোচ্চ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বর্ণালি পাওয়া যাবে।

সর্বোচ্চ তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয়:

এখানে,

$R_H = 109678 \text{cm}^{-1}$

$Z = 1$

$n_1 = 2$

$n_2 = 3$

$\lambda_{max} = ?$

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

বা, $\frac{1}{\lambda_{max}} = 109678 \times 1^2 \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)$

$\therefore \lambda_{max} = 6.56467 \times 10^{-5} \text{cm}$

$\therefore \lambda_{max} = 656.467 \text{nm}$

আবার, $n_2$ এর মান সর্বোচ্চ হলে $\lambda$ সর্বনিম্ন হবে।

$n_2 = 7$ [উদ্দীপক হতে]

অর্থাৎ, সপ্তম শক্তিস্তর হতে ইলেকট্রন দ্বিতীয় শক্তিস্তরে আসলে বামার সিরিজে সর্বনিম্ন তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বর্ণালি পাওয়া যাবে ।

সর্বনিম্ন তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয়:

এখানে,

$R_H = 109678 \text{cm}^{-1}$

$Z = 1$

$n_1 = 2$

$n_2 = 3$

$\lambda_{min} = ?$

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

বা, $\frac{1}{\lambda_{min}} = 109678 \times 1^2 \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{7^2}\right)$

বা, $\lambda_{min} = 3.9712 \times 10^{-5}\text{cm}$

$= 397.12\text{nm}$

আমরা জানি, দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের রেঞ্জ হল: $380nm - 780nm$, এখানে দেখা যাচ্ছে, $\lambda_{min} = 397.12\,nm$ এবং $\lambda_{max} = 656.467\,nm$।

অর্থাৎ উভয় তরঙ্গদৈর্ঘ্যই দৃশ্যমান অঞ্চলে বিদ্যমান। সুতরাং, উদ্দীপকের B সিরিজের সবগুলো রেখাই দৃশ্যমান অঞ্চলে হবে।

**৫।** **[কু. বো. ২৩]**

(i) H এর পারমাণবিক বর্ণালির প্যাশ্চেন সিরিজ

(ii) $X^{2+} \rightarrow (n-1)d^{10}, n = 4$

**(ক) লবণ কাকে বলে?** **১**

**(খ) সমআয়ন প্রভাবের কারণে দুর্বল তড়িৎ বিশ্লেষ্যের বিয়োজন মাত্রা কমে যায় কেন?** **২**

**(গ) উদ্দীপক (i) অনুসারে কোনো রেখার তরঙ্গদৈর্ঘ্য $1875.62\,nm$ হলে ইলেকট্রনটি কোন শক্তিস্তর হতে ধাপান্তরিত হলো? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো।** **৩**

**(ঘ) উদ্দীপক (ii) এর মৌলটির সর্বশেষ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস পলির বর্জন নীতি সমর্থন করে কিনা? বিশ্লেষণ করো।** **৪**

**উত্তরঃ**

**(ক)** লবণ হচ্ছে একটি আয়নিক যৌগ যা অ্যাসিড ও ক্ষারের প্রশমন বিক্রিয়ায় মাধ্যমে তৈরি হয়।

**(খ)** স্বল্পদ্রাব্যে লবণের জলীয় দ্রবণে সমআয়ন সম্পন্ন তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্য যোগ করলে উক্ত লবণের দ্রাব্যতা হ্রাস পায়, একে সমআয়ন প্রভাব বলে। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় দ্রাব্যতা গুণফলের মান ধ্রুবক হওয়ার ফলে দ্রবণে সমআয়নের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি পাওয়ায়, দ্রাব্যতা গুণফলের মান অপরিবর্তিত রাখতে দুর্বল তড়িৎ বিশ্লেষ্যের অপর আয়নের ঘনমাত্রা হ্রাস পায়। অর্থাৎ দুর্বল তড়িৎ বিশ্লেষ্যের বিয়োজন মাত্রা কমে যায়।

**(গ)** উদ্দীপকের (i) নং এ H এর পারমাণবিক বর্ণালির প্যাশ্চেন সিরিজের কথা বলা হয়েছে।

এখানে,

বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

$\lambda = 1875.62\text{nm}.$

$= 1.87562 \times 10^{-4}\text{cm}$

প্যাশ্চেন সিরিজের জন্য,

$n_1 = 3$

$R_H = 109678\text{cm}^{-1}$

$n_2 = ?$

আমরা জানি,

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

বা, $\frac{1}{1.87562\times10^{-4}} = 109678 \times 1^2 \times \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$

বা, $\frac{1}{1.87562\times10^{-4}\times109678} = \frac{1}{9} - \frac{1}{n_2^2}$

বা, $\frac{1}{9} - \frac{1}{n_2^2} = 0.04861$

বা, $\frac{1}{n_2^2} = 0.0625$

বা, $n_2^2 = 16$

$\therefore n_2 = 4$

অর্থাৎ ইলেকট্রনটি ৪র্থ শক্তিস্তর হতে ধাপান্তরিত হল।

**(ঘ)** উদ্দীপকের (ii) মৌলের আয়নের সর্ববহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ:

$X^{2+} \longrightarrow (n-1)d^{10}, n = 4$

$\therefore X^{2+} \longrightarrow 3d^{10}$

সুতরাং, X মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস হবে নিম্নরূপ:

$X \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$

X এর মোট ইলেকট্রন সংখ্যা $= 30$

সুতরাং, মৌলটি জিংক (Zn)

Zn এর সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরটি হল চতুর্থ শক্তিস্তর। চতুর্থ শক্তিস্তরের 4s অরবিটালে 2টি ইলেকট্রন বিদ্যমান। ইলেকট্রন দুইটি পলির বর্জন নীতি সমর্থন করে কিনা তা নিম্নে ব্যাখ্যা করা হল:

**পলির বর্জন নীতিটি হল:** "কোনো পরমাণুর দুইটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনো এক হয় না।"

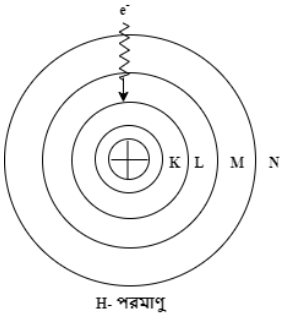
4s অরবিটালের দুইটি ইলেকট্রনের ক্ষেত্রে চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান নিম্নে দেখানো হল:

$$4s^2 \longrightarrow \boxed{1\downarrow}$$

| | n | l | m | s |
|---|---|---|---|---|
| $e_{29} \longrightarrow$ | 4 | 0 | 0 | $+\frac{1}{2}$ |
| $e_{30} \longrightarrow$ | 4 | 0 | 0 | $-\frac{1}{2}$ |

এখানে দেখা যাচ্ছে, 4s এর দুইটি ইলেকট্রনে ৩টি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান একই হলেও চতুর্থটি অর্থাৎ, স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা এক হয়নি। সুতরাং Zn এর সর্ববহি:স্থ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস পলির বর্জন নীতিকে সমর্থন করে।

৬। [ব. বো. ২৩]




**(ক) সাম্যধ্রুবক কী?** ১

**(খ) pH স্কেল মান 0 থেকে 14 এর মধ্যে সীমাবদ্ধ কেন? ব্যাখ্যা করো।** ২

**(গ) উদ্দীপকের বহিঃস্থ শেলে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা কোয়ান্টাম সংখ্যাসমূহের আলোকে নির্ণয় করো।** ৩

**(ঘ) উদ্দীপকের ইলেকট্রন ধাপান্তরে সৃষ্ট বিকিরিত রশ্মির বর্ণ, কীরূপ হবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।** ৪

**উত্তরঃ**

**(ক)** কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় যেকোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় উৎপন্ন পদার্থসমূহের মোলার ঘনমাত্রার গুণফল ও বিক্রিয়কসমূহের মোলার ঘনমাত্রার গুণফলের অনুপাত একটি ধ্রুব রাশি, একে সাম্যধ্রুবক বলে।

**(খ)** কোনো দ্রবণের $H^+$ আয়নের মোলার ঘনমাত্রার ঋণাত্মক লগারিদমকে ঐ দ্রবণের pH বলে। দ্রবণের $H^+$ এর ঘনমাত্রা 1M এর বেশি হলে pH এর মান থেকে কম এবং $OH^-$ এর ঘনমাত্রা 1M এর বেশি হলে pH এর মান 14 এর বেশি হতে পারে। কিন্তু ল্যাবরেটরিতে আমরা যে সকল দ্রবণ নিয়ে কাজ করি তাদের মধ্যে $H^+$ ও $OH^-$ এর ঘনমাত্রা সাধারণ $10^{-14}$M হতে 1M পর্যন্ত হয়ে থাকে।

$[H^+] = 10^{-14}$M হলে

$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$

$= -\log [10^{-14}]$

$= 14$

আবার, $[H^+] = 1$ M হলে

$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$

$= -\log (1) = 0$

তাই, pH স্কেল $0 - 14$ এর মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকে।

**(গ)** উদ্দীপকের বহিঃস্থ শেলটি হলো N শেল বা চতুর্থ শক্তিস্তর। কোয়ান্টাম সংখ্যার মান হিসেবে করে চতুর্থ শক্তিস্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা নিম্নে নির্ণয় করা হলো:

| প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা | সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা | চুম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা | স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা | অরবিটাল সংখ্যা |
|---|---|---|---|---|
| $n = 4$ | $l = 0$ | $m = 0$ | $\left(\pm\frac{1}{2}\right)$ | 1 |
| | $l = 1$ | $m = -1,0,1$ | $3\left(\pm\frac{1}{2}\right)$ | 3 |
| | $l = 2$ | $m = -2,-1,0,1,+2$ | $5\left(\pm\frac{1}{2}\right)$ | 5 |
| | $l = 3$ | $m = -3,-2-1,0,+1,+2,+3$ | $7\left(\pm\frac{1}{2}\right)$ | 7 |

মোট অরবিটাল সংখ্যা = 16টি

প্রতিটি অরবিটালে ইলেকট্রন থাকে 2টি।

সুতরাং, N শক্তিস্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা = 32টি।

**(ঘ)** উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি N শেল হতে L শেলে অর্থাৎ চতুর্থ শক্তিস্তর হতে দ্বিতীয় শক্তিস্তরে ফিরে এসেছে। ফলে প্রাপ্ত বিকিরিত রশ্মির বর্ণ নিম্নে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা হলো:

এখানে,

রিডবার্গ ধ্রুবক, $R_H = 109678\text{cm}^{-1}$

পারমাণবিক সংখ্যা, $Z = 1$

$n_1 = 2$

$n_2 = 4$

$\lambda = ?$

আমরা জানি,

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

বা, $\frac{1}{\lambda} = 109678 \times 1^2 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right)$

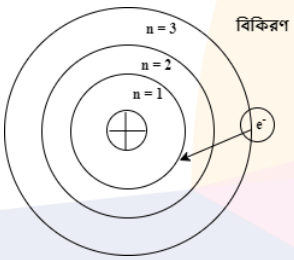
বা, $\frac{1}{\lambda} = 20564.625\text{cm}^{-1}$

বা, $\lambda = 4.8627 \times 10^{-5}\text{cm}$

$\therefore \lambda = 486.27\text{nm}$

আমরা জানি, দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য $380\ nm - 780nm$ রেঞ্জে অবস্থান করে। তন্মধ্যে $450nm - 500nm$ রেঞ্জে আসমানী আলো দেখা যায়। যেহেতু, $486.27\ nm$ তরঙ্গদৈর্ঘ্য $450nm - 500nm$ রেঞ্জে অবস্থান করে। তাই বিকিরিত রশ্মির বর্ণ আসমানী হবে।

**৭।** **[সি. বো. ২৩]**




**(ক) অরবিটাল কাকে বলে?** ১

**(খ) পলির বর্জননীতি অনুসারে একই অরবিটালের দুটি ইলেকট্রনের স্পিন একমুখী হতে পারে না কেন?** ২

**(গ) উদ্দীপকের বিকিরণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করো।** ৩

**(ঘ) পরমাণুর স্থায়ীত্ব ব্যাখ্যায় উদ্দীপকের মডেলটি রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের চেয়ে অধিক ফলপ্রসূ — ব্যাখ্যা করো।** ৪

**উত্তর**

**(ক)** নিউক্লিয়াসের চারপাশে যে ত্রিমাত্রিক এলাকায় আবর্তনশীল ও নির্দিষ্ট শক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রন মেঘের অবস্থানের সর্বাধিক সম্ভাবনা (90 – 95%) থাকে তাকে অরবিটাল বলে।

**(খ)** পলির বর্জন নীতিটি হচ্ছে, "একটি পরমাণুর যে কোন দুইটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনো একই হতে পারে না।" একই অরবিটাল এর দুটি ইলেকট্রনের প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা, সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা ও ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম

সংখ্যা একই হয়। যদি স্পিনও একমুখী, তাহলে স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যাও একই হয়ে যেতো, যা পলির বর্জননীতি সমর্থন করে না। তাই একই অরবিটাল এর দুইটি ইলেকট্রনের স্পিন একমুখী হতে পারে না।

**(গ)** উদ্দীপকের বিকিরণের ক্ষেত্রে ইলেকট্রন তৃতীয় শক্তিস্তর হতে প্রথম শক্তিস্তরে ফিরে আসে, ফলে সৃষ্ট বিকিরণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নিম্নরূপ:

এখানে,

$R_H = 109678 cm^{-1}$

$n_1 = 1$

$n_2 = 3$

$\lambda = ?$

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

বা, $\frac{1}{\lambda} = 109678 \times \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2}\right)$

বা, $\frac{1}{\lambda} = \frac{877424}{9} cm^{-1}$

বা, $\lambda = 1.0257 \times 10^{-5} cm$

$\therefore \lambda = 102.57 nm$

সুতরাং, বিকিরিত আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $102.57\ nm$

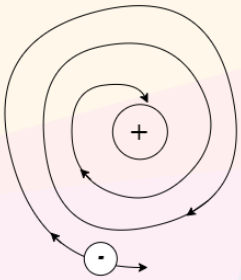
**(ঘ)** উদ্দীপকের পরমাণু মডেলটি বোর পরমাণু মডেলকে নির্দেশ করছে। পরমাণুর স্থায়ীত্ব ব্যাখ্যায় রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল অপেক্ষা বোর পরমাণু মডেল অধিক ফলপ্রসু। নিম্নে তা ব্যাখ্যা করা হল:

ম্যাক্সওয়েলের তত্ত্বানুসারে, "কোনো আধানযুক্ত ত্বরণশীল কণা বৃত্তাকার পথে ঘুরতে থাকলে এটি ক্রমাগত শক্তি বিকিরণ করে এবং এর আবর্তন চক্রও ধীরে ধীরে হ্রাস পেতে থাকে।" ইলেকট্রনের ক্ষেত্রে দেখা যায়, ইলেকট্রন:

i. ঋণাত্মক আধানযুক্ত

ii. যেহেতু বৃত্তাকারে পথে ঘুরছে সুতরাং এর ত্বরণ বিদ্যমান।

অর্থাৎ, ম্যাক্সওয়েলের তত্ত্বানুসারে ইলেকট্রন ক্রমাগত শক্তি বিকিরণ করবে এবং নিউক্লিয়াসে পতিত হবে।




**চিত্র: আবর্তনশীল ইলেকট্রনের নিউক্লিয়াসে পতন।**

অর্থাৎ, রাদারফোর্ড মডেল অনুসারে পরমাণুর কোনো অস্তিত্ব থাকে না। অন্যদিকে বোর পরমাণু মডেলের শক্তিস্তর সম্পর্কিত প্রস্তাবনায় বলা হয়েছে:

পরমাণুর কেন্দ্রস্থলে পরমাণুর সমস্ত ধনাত্মক চার্জ ও প্রায় সমস্ত ভর কেন্দ্রীভূত; একে পরমাণুর নিউক্লিয়াস বলা হয়। নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে কয়েকটি নির্দিষ্ট শক্তির বৃত্তাকার কক্ষপথেই ধনাত্মক চার্জের সমসংখ্যক ইলেকট্রনসমূহ নিউক্লিয়াসের চারদিকে আবর্তন করে। এ আবর্তনের সময় ইলেকট্রনের গতি সাধারণ পদার্থবিদ্যার সব নিয়ম মেনে চলে। তবে যতক্ষণ তা একটি কক্ষে অবস্থান করবে, ততক্ষণ তা কোনো বিকিরণ বা শোষণ করবে না, এই কক্ষপথসমূহকে স্থির কক্ষপথ (stationary orbits) বা শক্তিস্তর বা অরবিট বলা হয়। শক্তিস্তর বা কক্ষপথ নির্দেশক প্রতীক হলো n; ১ম শক্তিস্তরের বেলায়, n = 1, ২য় শক্তিস্তরের বেলায়, n = 2 ইত্যাদি।

সুতরাং শক্তিস্তর সম্পর্কিত প্রস্তাবনা থেকে দেখা যাচ্ছে, ইলেকট্রন কোনো একটি শক্তিস্তরে থাকাবস্থায় শক্তি শোষণ বা বিকিরণ কিছুই করবে না যা পরমাণুকে স্থায়ীত্ব দান করে। সুতরাং বোর পরমাণু মডেল পরমাণুর স্থায়ীত্ব ব্যাখ্যায় রাদারফোর্ড পরমাণু মডেলের চেয়ে অধিক ফলপ্রসু।

**৮।** **[য. বো. ২৩]**

**(ক) কম্পাঙ্ক কাকে বলে?** **১**

**(খ) পাসপোর্টে কীভাবে অনুপ্রভা সৃষ্টি হয়? ব্যাখ্যা করো।** **২**

**(গ) উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি স্থানান্তরের জন্য শোষিত শক্তির পরিমাণ হিসাব করো।** **৩**

**(ঘ) উদ্দীপকের ইলেকট্রনটির জন্য ৩য় কক্ষপথে তরঙ্গদৈর্ঘ্য ৪র্থ কক্ষপথে তরঙ্গদৈর্ঘ্য অপেক্ষা কম না বেশি তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।** **৪**

**উত্তরঃ**

**(ক)** তরঙ্গ গঠনকারী কণা প্রতি সেকেন্ডে যতবার পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করে তাকে কম্পাঙ্ক বলে।

**(খ)** পাসপোর্টে অনুপ্রভা সৃষ্টিকারী পদার্থ (যেমন— ফসফোর কালি) ব্যবহৃত হয়। অনুপ্রভা সৃষ্টিকারী পদার্থ তড়িৎ চৌম্বকীয় রেডিয়েশন শোষণ করে ইলেকট্রনীয় উচ্চশক্তিস্তরে উপনীত হয়ে কম্পিত হতে থাকে। ইলেকট্রনীয় শক্তিস্তরের অভ্যন্তরে কম্পনীয় শক্তিস্তরে এটি কিছুটা শক্তি হারিয়ে আলোকরশ্মি নিঃসরণ (দীর্ঘতর তরঙ্গদৈর্ঘ্য) করে পূর্বাবস্থায় ফিরে আসে। পদার্থ কর্তৃক অতিবেগুনী রশ্মি শোষণ করে পূর্বাবস্থায় (ভূমি অবস্থায়) ফিরে আসার সময় দৃশ্যমান আলোক রশ্মি নিঃসরণ করার প্রক্রিয়াকে অনুপ্রভা বলে। উচ্চতর উত্তেজিত ইলেকট্রনীয় স্তরের কম্পনীয় শক্তিস্তর থেকে ভূমি অবস্থায় ফিরে আসার সময় পদার্থসমূহ নির্দিষ্ট দৃশ্যমান বর্ণের আলো নিঃসরণ করার ফলে অনুপ্রভার সৃষ্টি হয়। রেডিয়েশন উৎস সরিয়ে নিলে অনুপ্রভা আর দেখা যায় না।

**(গ)** উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি প্রথম শক্তিস্তর হতে তৃতীয় শক্তিস্তরে স্থানান্তরিত হয়েছে।

এখানে,

$R_H = 109678 cm^{-1}$

$Z = 1$

$n_1 = 1$

$n_2 = 3$

$h = 6.626 \times 10^{-27} erg - sec$

$c = 3 \times 10^{10} cms^{-1}$

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

বা, $$\frac{1}{\lambda} = 109678 \times 1^2 \times \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2}\right)$$

বা, $\lambda = 1.02573 \times 10^{-5} cm$

সুতরাং, শোষিত শক্তি, $\Delta H = \frac{hc}{\lambda}$

$$= \frac{6.626 \times 10^{-27} \times 3 \times 10^{10}}{1.02573 \times 10^{-5}} erg$$

$= 1.93793 \times 10^{-11} erg$

$= 12.112 eV$

অর্থাৎ, শোষিত শক্তি $= 12.112\ eV$

**(ঘ)** উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি প্রথম শক্তিস্তর হতে উচ্চ শক্তিস্তরের দিকে যাচ্ছে। সেক্ষেত্রে তৃতীয় কক্ষপথে প্রাপ্ত তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও চতুর্থ কক্ষপথে প্রাপ্ত তরঙ্গদৈর্ঘ্য এক হবে না। নিম্নে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা হল:

(গ) হতে পাই, ইলেকট্রনটি তৃতীয় শক্তিস্তরে গমন করলে তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

$\lambda_3 = 1.02573 \times 10^{-5}\text{cm}$
$= 102.573\text{nm}$

আবার, ইলেকট্রনটি চতুর্থ শক্তিস্তরে গমন করলে প্রাপ্ত তরঙ্গদৈর্ঘ্য:

এখানে,

$R_H = 109678\,\text{cm}^{-1}$
$\text{Z} = 1$
$\text{n}_1 = 1$
$\text{n}_2 = 4$
$\lambda_4 = ?$

$$\frac{1}{\lambda_4} = \text{R}_\text{H}\text{Z}^2\left(\frac{1}{\text{n}_1^2} - \frac{2}{\text{n}_2^2}\right)$$

বা, $\frac{1}{\lambda_4} = 109678 \times 1^2\left(\frac{1}{1^2} - \frac{2}{4^2}\right)$

বা, $\lambda_4 = 9.7254 \times 10^{-6}\text{cm}$

$\lambda_4 = 97.254\text{nm}$

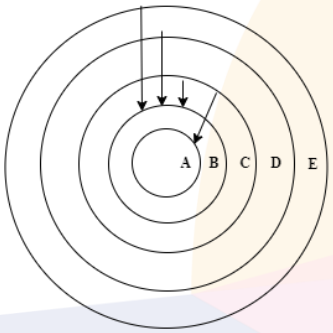
দেখা যাচ্ছ ,$\lambda_3 > \lambda_4$

$\Delta\lambda = \lambda_3 - \lambda_4 = (102.573 - 97.254)\text{nm}$
$= 5.32\text{nm}$

অর্থাৎ, ইলেকট্রনটির জন্য তৃতীয় শক্তিস্তরে তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মান চতুর্থ শক্তিস্তর অপেক্ষা $5.32\ nm$ বেশি থাকে।

**৯।** **[ব. বো. ২৩]**

নিচের হাইড্রোজেন মডেলটি লক্ষ করো:




**(ক) ভরক্রিয়া সূত্রটি বিবৃত করো।** **১**

**(খ) $Al_2O_3$ এর অম্লত্ব 6 বলতে কী বোঝ?** **২**

**(গ) B শক্তিস্তরে ইলেকট্রন আপতনের জন্য সৃষ্ট রেখা বর্ণালির দীর্ঘতম তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করো।** **৩**

**(ঘ) A ও C শক্তিস্তরের শক্তির পার্থক্য $1.93 \times 10^{-18}$J হলে নির্গত আলোক রশ্মি দৃশ্যমান হবে কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।** **৪**

**উত্তরঃ**

**(ক)** নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ার গতিবেগ বা হার বিক্রিয়কসমূহের সক্রিয় ভরের সমানুপাতিক।

**(খ)** $Al_2O_3$-এর অম্লত্ব 6 বলতে বুঝায় $1\ mol\ Al_2O_3, 6\ mol$ মনোপ্রোটিক অম্ল বা HCl এর সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে। বিক্রিয়া: $Al_2O_3 + 6HCl \longrightarrow 2AlCl_3 + 3H_2O$

1 mo 6 mol

**(গ)** উদ্দীপকের B শক্তিস্তরটি দ্বিতীয় শক্তিস্তরকে নির্দেশ করছে। দ্বিতীয় শক্তিস্তরে ইলেকট্রন আপতনের জন্য সৃষ্ট রেখা বর্ণালীর দীর্ঘতম তরঙ্গদৈর্ঘ্য নিম্নে নির্ণয় করা হলো—

আমরা জানি,

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

দ্বিতীয় শক্তিস্তরের জন্য, $n_1 = 2$

সমীকরণ হতে দেখা যাচ্ছে, $\lambda$ সর্বোচ্চ হতে হলে, $n_2$ সর্বনিম্ন হতে হবে। এক্ষেত্রে, $n_2$ এর সর্বনিম্ন মান, $n_2 = n_1 + 1$

$= 2 + 1$

$= 3$

সুতরাং, তৃতীয় শক্তিস্তর হতে ইলেকট্রন দ্বিতীয় শক্তিস্তরে আসলে দীর্ঘ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বর্ণালি পাওয়া যাবে।

দীর্ঘতম তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয়ঃ

এখানে,

রিডবার্গ ধ্রুবক,

$R_H = 109678 cm^{-1}$

পারমাণবিক সংখ্যা,

$Z = 1$

$n_1 = 2$

$n_2 = 3$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda$ =?

অর্থাৎ, দীর্ঘতম তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_{max} = 656.467 nm$

**(ঘ)** উদ্দীপকের A ও C শক্তিস্তর যথাক্রমে ১ম ও ৩য় শক্তিস্তরকে নির্দেশ করছে।

আমরা জানি,

n তম শক্তিস্তরের শক্তি, $E = -\frac{2\pi^2 m Z^2 e^4}{n^2 h^2}$

এখানে,

প্লাঙ্কের ধ্রুবক, $h = 6.626 \times 10^{-27}\ erg.s$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^{10}\ cms^{-1}$

শক্তির পার্থক্য, $\Delta E = 1.93 \times 10^{-11}\ erg$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda$ =?

প্রশ্নমতে,

$E_C - E_A = 1.93 \times 10^{-18} J$

বা, $E_C - E_A = 1.93 \times 10^{-11} erg$

বা, $\Delta E = 1.93 \times 10^{-11} erg$

বা, $\frac{hc}{\lambda} = 1.93 \times 10^{-11} erg$

বা, $\lambda = \frac{6.626 \times 10^{27} \times 3 \times 10^{10}}{1.93 \times 10^{-11}}$

বা, $\lambda = 1.02995 \times 10^{-5} cm$

$\therefore \lambda = 102.995 nm$

আমরা জানি, দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের রেঞ্জ $380nm - 780nm$। তরঙ্গদৈর্ঘ্য $380\ nm$ এর কম হলে আলোটি দৃশ্যমান হবে না। সেক্ষেত্রে, $10nm - 380\ nm$ এর রেঞ্জে থাকলে অতিবেগুনী রশ্মি হিসেবে বিকিরিত হবে। সুতরাং প্রদত্ত বিকিরণটি $(102.995\ mm)$ অতিবেগুনী রশ্মি হিসেবে বিকিরিত হবে যা দৃশ্যমান হবে না।

**১০।** **[ব. বো. ২৩]**

| মৌল | পারমাণবিক সংখ্যা |
|---|---|
| X | 1 |
| Y | 26 |

এখানে X ও Y মৌলের প্রতীকের প্রচলিত অর্থ বহন করে না।

**(ক) পোলারায়ন কী?** ১

**(খ) $O_2$ অণুটি অপোলার কেন?** ২

**(গ) X মৌলের N শেল হতে L শেলে ইলেকট্রন স্থানান্তরিত হলে বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য হিসাব করো।** ৩

**(ঘ) Y মৌলের জন্য 20 তম ও 26-তম ইলেকট্রন দুটি পলির বর্জন নীতি অনুসরণ করে কিনা? বিশ্লেষণ করো।** ৪

**উত্তরঃ**

**(ক)** কোনো আয়নিক যৌগের ক্যাটায়ন কর্তৃক অ্যানায়নের ইলেকট্রন মেঘের বিকৃতিই হলো পোলারায়ন ।

**(খ)** $O_2$ অণুর গঠন নিম্নরূপ-

$$O = O$$

অণুর গঠন হতে এটা স্পষ্ট যে, $O_2$ অণুটির আণবিক গঠন সরলরৈখিক। ফলে পাশাপাশি অবস্থিত দুটি $O_2$ পরমাণুর মধ্যেকার বিকর্ষণ বল সমান থাকে। ফলে পোলারায়ন হয় না। তাছাড়াও, $O_2$ অণুতে উপস্থিত সম তড়িৎ ঋণাত্মকতাবিশিষ্ট দুটি অক্সিজেন পরমাণু থাকার ফলে একটি $O$ পরমাণু অপর অক্সিজেন পরমাণুতে পোলারায়ন ঘটাতে পারে না। ফলে $O = O$ বন্ধনের দ্বারা গঠিত অক্সিজেন অণুতে আংশিক ধনাত্মক $(\delta^+)$ কিংবা আংশিক ঋণাত্মক $(\delta^-)$ চার্জ সৃষ্টি হয় না, তাই $O_2$ অণুটি অপোলার।

**(গ)** উদ্দীপকের X মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা হলোঃ 1 সুতরাং, মৌলটি হাইড্রোজেন; আবার, N শেল বলতে আমরা চতুর্থ শক্তিস্তর ও L শেল বলতে দ্বিতীয় শক্তিস্তরকে বুঝি। সুতরাং, এক্ষেত্রে ইলেকট্রনটি চতুর্থ শক্তিস্তর হতে দ্বিতীয় শক্তিস্তরে স্থানান্তরিত হবে।

এখানে,

রিডবার্গ ধ্রুবক, $R_H = 109678\text{cm}^{-1}$

পারমাণবিক সংখ্যা, $Z = 1$

$n_1 = 2$

$n_2 = 4$

$\lambda = ?$

আমরা জানি,

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

বা, $\frac{1}{\lambda} = 109678 \times 1^2 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right)$

বা, $\frac{1}{\lambda} = 20564.625\text{cm}^{-1}$

বা, $\lambda = 4.8627 \times 10^{-5}\text{cm}$

$\therefore \lambda = 486.27\text{nm}$

আমরা জানি, দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য $380\ nm - 780nm$ রেঞ্জে অবস্থান করে। তন্মধ্যে $450nm - 500nm$ রেঞ্জে আসমানী আলো দেখা যায়। যেহেতু, $486.27\ nm$ তরঙ্গদৈর্ঘ্য $450nm - 500nm$ রেঞ্জে অবস্থান করে তাই বিকিরিত রশ্মির বর্ণ আসমানী হবে।

**(ঘ)** উদ্দীপকের Y মৌলটির পারমাণবিক সংখ্যা হল: 26- সুতরাং, মৌলটি হচ্ছে আয়রন (Fe)। Fe এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপঃ

$Fe_{(26)} \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ $3d^6$ $4s^2$

$3d^6$: [↑↓] [↑] [↑] [↑] [↑]   $4s^2$: [↑↓]   [↑↓]

$d_{xy}\ d_{yz}\ d_{zx}\ d_{x^2-y^2}\ d_{z^2}$

আয়রনের ২০ তম ইলেকট্রনটি হল 4s অরবিটালের দ্বিতীয় ইলেকট্রন এবং 26 তম ইলেকট্রনটি হল 3d অরবিটালের $3d_{xy}$ এর দ্বিতীয় ইলেকট্রন। ইলেকট্রন দুটি পলির বর্জন নীতি সমর্থন করে কিনা নিম্নে তা বিশ্লেষণ করা হল:

পলির বর্জন নীতিটি হল, “কোনো পরমাণুর 2টি ইলেকট্রনের এটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনো একই হতে পারে না।” আয়রনের 20 তম ও 26 তম ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান নিম্নরূপ:

| | n | l | m | s |
|---|---|---|---|---|
| $e_{26} \longrightarrow$ | 3 | 2 | $-2$ | $-\frac{1}{2}$ |
| $e_{20} \longrightarrow$ | 4 | 0 | 0 | $-\frac{1}{2}$ |

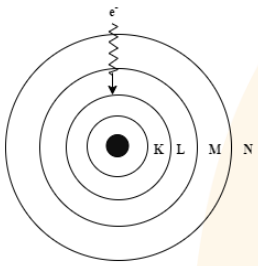
এখানে দেখা যাচ্ছে, ইলেকট্রন দুইটির স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা একই হলেও বাকি তিনটি কোয়ান্টাম সংখ্যা এক হয়নি। সুতরাং, আয়রনের 20 তম ও 26 তম ইলেকট্রন দুটি পলির বর্জন নীতি অনুসরণ করে।

**১১।** **[ঢা. বো. ২২]**




চিত্রঃ H পরমাণুর উত্তেজিত অবস্থা

**(ক) d-ব্লক মৌল কী?** **১**



**(খ) HF এর আয়নিক চরিত্র, HCl অপেক্ষা বেশি কেন?** **২**

**(গ) উদ্দীপকের সর্ববহিঃস্থ শেলের সর্বাধিক ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা $l$ ও m এর মান নির্ণয়পূর্বক হিসাব করো।** **৩**

**(ঘ) উদ্দীপকের ইলেকট্রনটির স্থানান্তরের ফলে সৃষ্ট বর্ণালি দৃষ্টিগোচর হবে কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণ করো।** **৪**

**উত্তরঃ**

**(ক)** যেসব মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসে সর্বশেষ ইলেকট্রনটি d অরবিটালে প্রবেশ করে তাদের d-ব্লক মৌল বলে।

**(খ)** দ্বিমৌল যৌগের ক্ষেত্রে মৌলদ্বয়ের তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য যত বেশি হয়, যৌগের আয়নিক চরিত্র তত বৃদ্ধি পায়। HF এর ক্ষেত্রে তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য (4.0 - 2.1) = 1.9 এবং HCl এর ক্ষেত্রে ( 3.0 - 2.1 ) = 0.9 । যেহেতু HF এর ক্ষেত্রে তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য অধিক তাই HF এর আয়নিক চরিত্র HCl অপেক্ষা বেশি।

**(গ)** উদ্দীপকের সর্ববহিঃস্থ শেলটি N শেল। নিম্নে N শেল এর জন্য ইলেকট্রন সংখ্যা নির্ণয় করা হলো :

N শেলটিতে n = 4

| প্রধান শক্তিস্তর (n) | সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা ($l$) | ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা (m) | ইলেকট্রন সংখ্যা |
|---|---|---|---|
| n = 4 | $l$ = 0 | m = 0 | 2টি |
| | $l$ =1 | m= -1, 0, +1 | 6টি |
| | $l$ = 2 | m=-2, -1, 0, +1, +2 | 10টি |
| | $l$ = 3 | m=-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3 | 14টি |
| | | মোট ইলেকট্রন সংখ্যা = | 32টি |

সুতরাং, N শেলে মোট অরবিটাল সংখ্যা (1+3+5+7) বা 16টি এবং ইলেকট্রন সংখ্যা (2 × 16) বা 32টি।

**(ঘ)** উদ্দীপক অনুসারে, ইলেকট্রনটি চতুর্থ শক্তিস্তর থেকে দ্বিতীয় শক্তিস্তরে দিয়ে আসে। অর্থাৎ এখানে, $n_1 = 2$, $n_2 = 4$

এখানে,

রিডবার্গ ধ্রুবক,

$R_H = 109678 cm^{-1}$; তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda$ =?

$n_1 = 2$

$n_2 = 4$

আমরা জানি,

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

$$= 109678\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = 20564.63 cm^{-1}$$

$$\therefore \lambda = \frac{1}{20564.63} cm$$

$$= 4.86 \times 10^{-5} cm$$

$$= 486.21 nm$$

আমরা জানি, দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 380 - 780 nm। তাই ৪র্থ শক্তিস্তর থেকে ২য় শক্তিস্তরে ইলেকট্রন ফিরে আসলে তা দৃষ্টি গোচর হবে।

**১২।** **[ঢা. বো. ২২]**

..... ( n - 1)d $ns^1$ [n = 4 ]

**(ক) অরবিটাল সংকরণ কী?** **১**

**(খ) অম্লীয় বাফার দ্রবণ তৈরিতে দুর্বল অম্ল ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা করো।** **২**

**(গ) উদ্দীপকের ইলেকট্রন বিন্যাসটি ব্যতিক্রমধর্মী — ব্যাখ্যা করো।** **৩**

**(ঘ) উদ্দীপকের d উপশক্তিস্তরে বিদ্যমান ইলেকট্রনগুলোর অন্যান্য কোয়ান্টাম সংখ্যাসমূহ অভিন্ন হলেও ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা ভিন্ন — উক্তিটি বিশ্লেষণ করো।** **৪**

**উত্তরঃ**

**(ক)** বিক্রিয়াকালে কোনো পরমাণুর যোজ্যতা স্তরের বিভিন্ন অরবিটালসমূহ পরস্পরের সাথে মিশ্রিত হয়ে সমশক্তির সমান সংখ্যক নতুন অরবিটাল সৃষ্টি করার প্রক্রিয়াই হলো অরবিটাল সংকরণ।

**(খ)** অম্লীয় বাফার তৈরিতে শক্তিশালী অ্যাসিড ব্যবহার করা হলে অ্যাসিডটি সম্পূর্ণরূপে বিয়োজিত হবে এবং এতে অম্ল বা ক্ষার যুক্ত করলে দ্রবণের pH পরিবর্তিত হবে দ্রুত। কিন্তু দুর্বল অম্ল ব্যবহার করলে এমনটি হবার সম্ভাবনা থাকে না। তাই অম্লীয় বাফারের দ্রবণে দুর্বল অম্ল ব্যবহার অত্যাবশ্যক।

**(গ)** উদ্দীপকে একটি মৌলের শেষ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন সংখ্যা দেখানো হয়েছে যার n অর্থাৎ শক্তিস্তরের মান 4। অতএব, মৌলটির সর্বশেষ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন সংখ্যা হবে $3d^5\ 4s^1$, যা ক্রোমিয়ামের সর্বশেষ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস। অতএব, মৌলটি হলো ক্রোমিয়াম (Cr)। এর পারমাণবিক সংখ্যা 24, যার ইলেকট্রন বিন্যাস ব্যতিক্রম ধর্মী।

$Cr(24) \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$

মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাসের ক্ষেত্রে দেখা যায় 3d অপেক্ষা 4s এ ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করে যদিও 3d অরবিটালে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করার কথা। কিন্তু আউফবাউ নীতি অনুসারে আমরা জানি, ইলেকট্রন প্রথমে নিম্ন শক্তির অরবিটালে এবং ক্রমান্বয়ে উচ্চ শক্তির অরবিটালে প্রবেশ করে। 3d এবং 4s এর ক্ষেত্রে শক্তি $(n + l)$ এর মানের উপর নির্ভর করে, $(n + l)$ এর মান বেশি হলে শক্তির পরিমাণ বেশি হবে।

3d এর ক্ষেত্রে, $(n + l) = 3 + 2 = 5$

4s এর ক্ষেত্রে, $(n + l) = 4 + 0 = 4$

3d অপেক্ষা 4s এর শক্তি কম। তাই ইলেকট্রন প্রথমে 4s অরবিটালে প্রবেশ করেছে।

আবার আমরা জানি, অর্ধপূর্ণ অরবিটাল বা পূর্ণ অরবিটাল সবচেয়ে বেশি স্থিতিশীল হয়। তাই মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাসে $4s^2\ 3d^4$ না হয়ে $3d^5\ 4s^1$ হবে। কেননা, এ ইলেকট্রন বিন্যাসটি অধিক স্থিতিশীল হয়। তাই বলা যায়, সুস্থিত ইলেকট্রন বিন্যাস বিদ্যমান থাকার কারণে Cr এর ইলেকট্রন বিন্যাস ব্যতিক্রমধর্মীতা প্রদর্শন করে।

**(ঘ)** উদ্দীপকের মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস:

$Cr(24) \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$

মৌলটির 3d উপশক্তিস্তরে ৫টি ইলেকট্রন বিদ্যমান। প্রত্যেকটি ইলেকট্রনের n, l, m ও s এর মান ছকে দেওয়া হলো :

| ইলেকট্রন | n | l | m | s |
|---|---|---|---|---|
| $3d^1_{xy}$ | 3 | 2 | -2 | $+\frac{1}{2}$ |
| $3d^1_{yz}$ | 3 | 2 | -1 | $+\frac{1}{2}$ |
| $3d^1_{zx}$ | 3 | 2 | 0 | $+\frac{1}{2}$ |
| $3d^1_{x^2-y^2}$ | 3 | 2 | 1 | $+\frac{1}{2}$ |
| $3d^1_{z^2}$ | 3 | 2 | 2 | $+\frac{1}{2}$ |

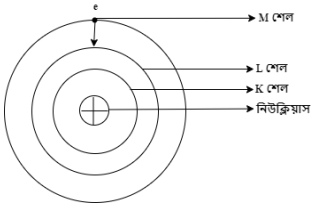
এখানে, $3d^5$ = [1] [1] [1] [1] [1]

কোয়ান্টাম সংখ্যার উপরিউক্ত সেট থেকে দেখা যাচ্ছে, প্রধান (n), সহকারী ($l$) ও স্পিন (s) কোয়ান্টাম সংখ্যার মান অভিন্ন হলেও ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা (m) এর মান ভিন্ন। এর কারণ, পলির বর্জন নীতি অনুসারে একই পরমাণুতে যেকোনো দুটি ইলেকট্রনের জন্য চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনো একই হতে পারে না। তিনটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান একই হলেও ৪র্থ

কোয়ান্টাম সংখ্যার মান আলাদা হয়। Cr(24) এর 3d উপস্তরে ১টি ইলেকট্রন আছে। এ ১টি ইলেকট্রনের জন্য n, $l$, s এর মান একই কিন্তু m এর মান ভিন্ন। অর্থাৎ উদ্দীপকের d উপশক্তি স্তরে বিদ্যমান ইলেকট্রনগুলোর জন্য অন্যান্য কোয়ান্টাম সংখ্যার মান অভিন্ন হলেও পলির বর্জন নীতির কারণে ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যার মান ভিন্ন হয়েছে।

**১৩।** **[ম. বো. ২২]**

পরমাণুটির মডেল লক্ষ করো:




**(ক) অরবিটাল কী?** ১

**(খ) 2d অরবিটালের অস্তিত্ব নেই কেন?** ২

**(গ) উদ্দীপকের ইলেকট্রনটির ধাপান্তরের ফলে সৃষ্ট বিকিরণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করো।** ৩

**(ঘ) $l$ এবং m এর মান ব্যবহার করে পরমাণুটির শেষ শক্তিস্তরের মোট ইলেকট্রন সংখ্যা নির্ণয় করো।** ৪

**উত্তরঃ**

**(ক)** নিউক্লিয়াসের চারপাশে যে এলাকায় আবর্তনশীল ও সুনির্দিষ্ট শক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রন মেঘের সর্বাধিক অবস্থানের সম্ভাবনা থাকে সেসব স্থানই হলো অরবিটাল।

**(খ)** 2d অরবিটালের জন্য প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা n = 2 এবং n = 2 হলে সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা $l$ = 0, 1 হয়। আবার $l$ = 0, 1 হলে উপশক্তিস্তর 2s ও 2p হয়। n = 2 এর জন্য d উপশক্তিস্তর সম্ভব না। উপশক্তিস্তর d থাকতে হলে $l$ = 0, 1, 2 হতে হবে। আবার, $l$ = 0, 1, 2 হতে হলে n = 3 হতে হবে। সুতরাং, 2d অরবিটাল সম্ভব নয় অর্থাৎ 2d অরবিটালের কোনো অস্তিত্ব নেই।

**(গ)** উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি M শেল ($n_2 = 3$) থেকে L শেল ($n_1 = 2$) এ ধাপান্তরিত হয়। নির্গত বর্ণালির তরঙ্গদৈর্ঘ্য $\lambda$ হলে,

এখানে রিডবার্গ ধ্রুবক,

$R_H = 109678 cm^{-1}$

$n_2 = 3$

$n_1 = 2$

$\lambda$ = ?

আমরা পাই-

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

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

বা, $\lambda = \frac{1}{109678\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)}$

বা, $\lambda$ = 6.5647 cm

বা, $\lambda$ = 656.47 nm [1 cm = $10^7$ nm]

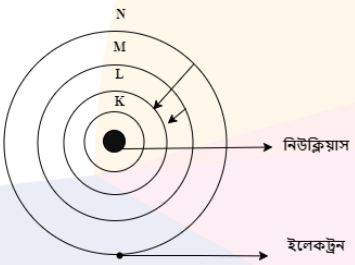
অতএব, উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি ধাপান্তরের ফলে সৃষ্ট বিকিরণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 656.47 nm।

**(ঘ)** উদ্দীপকে উল্লিখিত পরমাণুর মডেলে শেষ শক্তিস্তর হলো M শেল অর্থাৎ শক্তিস্তর সংখ্যা n = 3। নিম্নে $l$ ও m এর মান ব্যবহার করে পরমাণুটির শেষ শক্তিস্তরের মোট ইলেকট্রন সংখ্যা নির্ণয় করা হলো :

| প্রধান শক্তিস্তর (n) | সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা ($l$) | ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা (m) | স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা (s) | ইলেকট্রন সংখ্যা |
|---|---|---|---|---|
| n=3 | $l$ = 0 | m = 0 | $(-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2})$ | 2টি |
| | $l$ =1 | m= -1, 0, -1 | $(-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2})$ | 6টি |
| | $l$ = 2 | m=-2, +1, 0, -1, -2 | $(-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2})$ | 10টি |

অতএব, পরমাণুটির শেষ শক্তিস্তরের মোট ইলেকট্রন সংখ্যা হবে 2+ 6+ 10 = 16টি।

**১৪।**




**[রা. বো. ২২]**

[N শেল থেকে ইলেকট্রন ধাপান্তরের সময় বিকিরিত রশ্মির ফোটনের শক্তি $1.45 \times 10^{-2.1}$kJ]

**(ক) তড়িৎ ঋণাত্মকতা কাকে বলে?** ১

**(খ) দ্রবণের $H_3O^+$ আয়নের ঘনমাত্রা 1.0M এর বেশি হলে pH স্কেল অকার্যকর হয় কেন?** ২

**(গ) উদ্দীপকের আলোকে সর্বশেষ কক্ষপথের অরবিটাল সংখ্যা নির্ণয়পূর্বক সর্বোচ্চ ধারণকৃত ইলেকট্রন সংখ্যা কোয়ান্টাম সংখ্যার মাধ্যমে হিসাব করো।** ৩

**(ঘ) উদ্দীপকের ইলেকট্রনের ধাপান্তরের ফলে বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য নির্ণয় করো।** ৪

**উত্তরঃ**

**(ক)** কোন সমযোজী যৌগের অণুতে উপস্থিত দুটি ভিন্ন মৌলের পরমাণুর মধ্যে শেয়ারকৃত ইলেকট্রন যুগলকে একটি মৌলের পরমাণু কর্তৃক নিজের দিকে আকর্ষণ করার ক্ষমতাকে সেই মৌলের তড়িৎ ঋণাত্মকতা বলে।

**(খ)** আমরা জানি, pH = - log[$H^+$] বা, - log[$H_3O^+$] এবং pH স্কেলের সীমা 0 – 14। $H_3O^+$ আয়নের ঘনমাত্রা 1.0 M হলে pH হবে '0' এবং 1.0 M এর বেশি হলে pH এর মান ঋণাত্মক হবে। যেমন : [$H_3O^+$] = 2M হলে pH = -log (2) = - 0.3 হয়। কিন্তু pH স্কেলে কোনো ঋণাত্মক মান নেই। তাই দ্রবণের $H_3O^+$ আয়নের ঘনমাত্রা 1.0 M এর বেশি হলে pH স্কেল অকার্যকর হয়।

**(গ)** উদ্দীপক অনুসারে, সর্বশেষ কক্ষপথ হলো N শক্তিস্তর।

N শেলটিতে n = 4

| প্রধান শক্তিস্তর (n) | সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা ($l$) | ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা (m) | স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা (s) | ইলেকট্রন সংখ্যা |
|---|---|---|---|---|
| n=4 | $l$ = 0 | m = 0 | $(-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2})$ | 2টি |
| | $l$ =1 | m = -1, 0, +1 | $3(-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2})$ | 6টি |
| | $l$ = 2 | m = +2, -1, 0, +1, +2 | $5(-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2})$ | 10টি |
| | $l$ = 3 | m = -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3 | $7(-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2})$ | 14টি |
| | | | মোট ইলেকট্রন সংখ্যা = | 32টি |

সুতরাং, N স্তরে মোট অরবিটাল সংখ্যা (1+3+5+7) বা 16টি এবং ইলেকট্রন সংখ্যা (2 × 16 ) বা 32টি।

**(ঘ)** উদ্দীপক হতে দেখা যায়, N শেল বা ৪র্থ শক্তিস্তর থেকে L শেল বা ২য় কক্ষপথ এবং M শেল বা তৃতীয় কক্ষপথে মোট ইলেকট্রনের ধাপান্তর ঘটে।

∴ ৪র্থ শক্তিস্তর থেকে ২য় শক্তিস্তরে ধাপান্তরের জন্য,

এখানে,

N শেলের জন্য, $n_2$ = 4

L ” ” $n_1$ =2

রিডবার্গ ধ্রুবক, R = 1.09678 × $10^7$ m

তরঙ্গদৈর্ঘ্য $\lambda_1$ =?

$$\frac{1}{\lambda_1} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

বা, $\frac{1}{\lambda_1} = 1.09678 \times 10^7\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right)$

বা, $\frac{1}{\lambda_1} = 2.05646 \times 10^6 m^{-1}$

$\therefore \lambda_1 = 486.27 \times 10^{-9} m$

$= 486.27 nm [10^9 nm = 1m]$

আবার,

৩য় থেকে ২য় শক্তিস্তরে ধাপান্তরের জন্য,

এখানে,

$n_1 = 2$

$n_2 = 3$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য $\lambda_2 = ?$

$$\frac{1}{\lambda_2} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

বা, $\frac{1}{\lambda_2} = 1.09678 \times 10^7\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)$

বা, $\frac{1}{\lambda_2} = 1.09678 \times 10^7 \times \frac{5}{36}$

$$\therefore \lambda_2 = \frac{-36}{1.09678 \times 10^7 \times 5} m$$
$$= 6.5647 \times 10^{-7} m$$
$$= 656.47 nm$$

সুতরাং, ইলেকট্রন ধাপান্তরের ফলে বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য

$= \lambda_2 - \lambda_1$

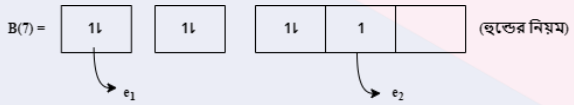
$= (656.47 - 486.27)$ nm

$= 170.2$ nm

**১৫।** **[কু. বো. ২২]**

একজন ছাত্র A ও B এর নিম্নরূপ দুটি ইলেকট্রন বিন্যাস লিখল :

$A(19) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1$ (আউফবাউ নিয়মে)




**(ক) নিরাপদ খাদ্য কাকে বলে?** ১

**(খ) সকল d-ব্লক মৌল অবস্থান্তর মৌল নয়- ব্যাখ্যা করো।** ২

**(গ) $e_1$ এবং $e_2$ এর ক্ষেত্রে পলির বর্জন নীতি যাচাই করো।** ৩

**(ঘ) উদ্দীপকের ছাত্রের লিখা ইলেকট্রন বিন্যাস দুটির সঠিকতা উপযুক্ত কারণসহ বিশ্লেষণ করো।** ৪

**উত্তরঃ**

**(ক)** খাদ্যকে স্বাভাবিক এবং ভেজাল ও অন্যান্য দূষণ থেকে নিরাপদ অবস্থায় বিতরনই হচ্ছে নিরাপদ খাদ্য।

**(খ)** যে সকল মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসে সর্বশেষ ইলেকট্রনটি d- অরবিটালে প্রবেশ করে, তাদেরকে d-ব্লক মৌল বলে। অপরদিকে যে সকল d-ব্লক মৌলের সুস্থিত আয়নের d অরবিটাল আংশিকভাবে ($d^{1-9}$) ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ থাকে তাদেরকে অবস্থান্তর মৌল বলে। যেমন- Fe এবং Sc উভয়ই d-ব্লক মৌল ।

$_{21}Sc \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$

$Sc^{3+} \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

$Fe \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$

$Fe^{2+} \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$

$Fe^{2+}$ এবং $Sc^{3+}$ এর ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায় যে $Sc^{3+}$ এর শেষ কক্ষপথের d অরবিটালে কোনো ইলেকট্রন নাই। অপরদিকে $Fe^{2+}$ এর d অরবিটাল আংশিক পূর্ণ। সুতরাং, সংজ্ঞানুযায়ী Fe, d-ব্লক এবং অবস্থান্তর মৌল। অপরদিকে Sc, d-ব্লক মৌল হলেও অবস্থান্তর মৌল নয়। তাই বলা যায় সকল অবস্থান্তর মৌল d-ব্লক মৌল কিন্তু সকল d- ব্লক মৌল অবস্থান্তর মৌল নয়।

**(গ)** উদ্দীপকের $e_1$ হলো $1s^2$। যার হুন্ডের নিয়ম অনুযায়ী ইলেকট্রন বিন্যাস $1s^2$ = [1] । $e_1$ ইলেকট্রন অরবিটালে 2টি ইলেকট্রন অর্থাৎ $1s^1$ ও $1s^1$ বিদ্যমান। নিচে এ দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান দেয়া হলো—

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $1s^1$ ইলেকট্রনের জন্য | n=1 | $l = 0$ | m = 0 | $s = +\frac{1}{2}$ |
| $1s^2$ ইলেকট্রনের জন্য | n=1 | $l = 0$ | m = 0 | $s = -\frac{1}{2}$ |

আবার, উদ্দীপকের $e_2$ হলো $2p_y^1$ । $e_2$অরবিটালে 1টি ইলেকট্রন বিদ্যমান যার চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান হলোঃ

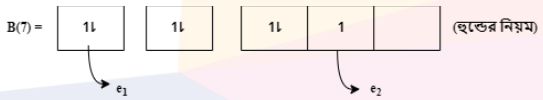
| | | | |
|---|---|---|---|
| n = 2 | $l = 1$ | m = 0 | $s = +\frac{1}{2}$ |

আমরা জানি, পলির বর্জন নীতি অনুসারে, কোন মৌলের দুইটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান একই হতে পারে না। উদ্দীপকের $e_1$ অরবিটালে দুটি ইলেকট্রনের s এর মান ভিন্ন এবং $e_2$ অরবিটালে ইলেকট্রনের n ও $l$ এর মান ভিন্ন।

অতএব, উদ্দীপকের $e_1$ ও $e_2$ এর ক্ষেত্রে পলির বর্জন নীতি প্রযোজ্য।

**(ঘ)** উদ্দীপকে যে ইলেকট্রন বিন্যাসগুলো লেখা হয়েছে তা হলো :

$A(19): 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1$ (আউফবাউ নিয়ম)




ইলেকট্রন বিন্যাসদ্বয়ের সঠিকতা উপযুক্ত কারণসহ নিম্নে বিশ্লেষণ করা হলো:

A এর ইলেকট্রন বিন্যাস:

$A(19): 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1$

উদ্দীপক অনুসারে A এর ইলেকট্রন বিন্যাসটি আউফবাউ নিয়মে গঠিত।

আমরা জানি, আউফবাউ নীতি অনুসারে, ইলেকট্রন কমশক্তিসম্পন্ন অরবিটালে প্রথমে প্রবেশ করবে।

আমরা জানি, কোন অরবিটালের শক্তির মান (n + l) এর মানের উপর নির্ভর করে ।

এখানে, A এর সর্বশেষ ইলেকট্রন 3d অরবিটালের প্রবেশ করেছে।

কিন্তু 3d এর শক্তির মান; ( 3 + 2) = 5 [ যেখানে, n = 3, $l$ = 2]

আবার, 4s এর শক্তির মান, (4+0) = 4 [ যেখানে, n = 4, $l$ = 0 ]

এখানে, দেখা যায় যে, 3d অরবিটালের চেয়ে 4s অরবিটালের শক্তি কম। তাই আউফবাউ নীতি অনুযায়ী, A এর সর্বশেষ ইলেকট্রন 3d তে প্রবেশ না করে 4s-এ প্রবেশ করবে আউফবাউ নীতি অনুসারে A- এর ইলেকট্রন বিন্যাস—

$A(19): 1s^2 - 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

আবার, B(7) এর ক্ষেত্রে ছাত্রের লেখা ইলেক্ট্রন বিন্যাস

= B (7) : [1↓] [1↓] [1↓] [1][ ] (হুন্ডের নিয়ম)

কিন্তু হুণ্ডের নিয়ম অনুসারে ইলেক্ট্রনগুলো অরবিটালে এমনভাবে প্রবেশ করবে যেন সর্বোচ্চ সংখ্যক ইলেক্ট্রন অযুগ্ম অবস্থায় থাকে। তাই প্রকৃত ইলেক্ট্রন বিন্যাস হবে - [1↓] [1↓] [1] [1][1]

উপরিউক্ত আলোচনা সাপেক্ষে বলা যায় যে, উদ্দীপকের ছাত্রের লিখা ইলেক্ট্রন বিন্যালে দুটির কোনটিই সঠিক নয়।

**১৬।** **[কু. বো. ২২]**

**(ক) ইলেকট্রন আসক্তি কাকে বলে?** ১

**(খ) $K_c$এর মান অসীম হয় না কেন? ব্যাখ্যা করো ।** ২

**(গ) উদ্দীপকের বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য হিসাব করো।** ৩

**(ঘ) "E শেলে 32 টির বেশি ইলেকট্রন থাকতে পারে না" – কোয়ান্টাম সংখ্যার আলোকে বিশ্লেষণ করো।** ৪

**উত্তরঃ**

**(ক)** গ্যাসীয় অবস্থায় কোন মৌলের 1 মোল পরমাণুর সর্ববহিঃস্থ স্তরে একটি করে ইলেকট্রন প্রবেশ করিয়ে তাকে 1 মোল ঋণাত্মক আয়নে পরিণত করতে যে পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়, তাকে ঐ মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি বলে ।

**(খ)** সাম্য-ধ্রুবক $K_c$ এর মান অসীম হতে পারে না।

$A + B \rightleftharpoons C + D$ বিক্রিয়ার জন্য ভরক্রিয়ার সূত্রানুযায়ী লেখা যায়

$$K_c = \frac{[C][D]}{[A] \cdot [B]}$$

এখানে $K_c$ এর মান অসীম হতে হলে বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা শূন্য হতে হবে, অর্থাৎ $K_c = \frac{[C][D]}{0}$ হতে হয়।

কিন্তু সাম্যাবস্থায় কোনো বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা কখনোই শূন্য হয় না। তাই সাম্যধ্রুবক K এর মান অসীম হতে পারে না।

**(গ)** উদ্দীপক অনুসারে ইলেকট্রন তৃতীয় শক্তিস্তর থেকে প্রথম শক্তিস্তরে ফিরে আসছে ।

অর্থাৎ, $n_2 = 3$ এবং $n_1 = 1$

এখানে, $n_1 = 1$

$n_2 = 3$

রিডবার্গ ধ্রুবক,

$R_H = 10.967 \times 10^6 m^{-1}$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda$ = ?

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

$= 10.967 \times 10^6 \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{9}\right)$

$= 9.75 \times 10^6 \text{m}^{-1}$

$\therefore$ তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = \frac{1}{9.75\times10^6}\text{m}$

$= 1.02 \times 10^{-7}\text{m}$

$= 102.58\text{nm}$

অতএব, উদ্দীপকে বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য 102.58 nm।

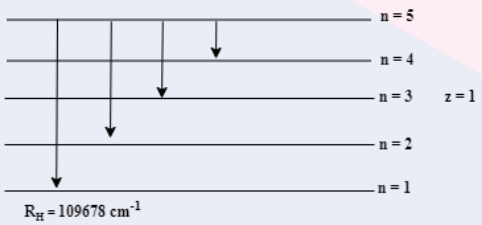
**(ঘ)** উদ্দীপক অনুযায়ী, E শেলের জন্য n = 5, অর্থাৎ পঞ্চম শক্তিস্তর। সহকারি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান $l$ = 0, 1, 2, 3 । অর্থাৎ প্রধান শক্তিস্তর, n = 4 এর উপরে গেলে সহকারি কোয়ান্টাম সংখ্যা সর্বোচ্চ পর্যন্ত হবে। অর্থাৎ ইলেকট্রন সর্বোচ্চ $f$ – অরবিটাল পর্যন্ত প্রবেশ করবে।

| প্রধান শক্তিস্তর (n) | সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা ($l$) | ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা (m) | স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা (s) | ইলেকট্রন সংখ্যা |
|---|---|---|---|---|
| n = 5 | $l$ = 0 | m = 0 | $(-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2})$ | 2টি |
| | $l$ =1 | m = +1, 0, -1 | $3(-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2})$ | 6টি |
| | $l$ = 2 | m = +2, +1, 0, -1, -2 | $5(-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2})$ | 10টি |
| | $l$ = 3 | m = +3, +2, +1, 0, -1, -2, -3 | $7(-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2})$ | 14টি |
| | | মোট ইলেকট্রন সংখ্যা | | 32টি |

সুতরাং, উদ্দীপকের সর্বশেষ শক্তিস্তরে মোট অরবিটাল সংখ্যা (1 + 3 + 5 + 7) বা 16টি এবং ইলেকট্রন সংখ্যা (2 × 16) বা 32টি।

তাই বলা যায়, উদ্দীপকের E শেলে 32 টির বেশি ইলেকট্রন থাকতে পারে না ।

**১৭।** **[চ. বো. ২২]**




**(ক) নেসলার বিকারক কাকে বলে?** ১

**(খ) $CuSO_4.5H_2O$ যৌগের মধ্যেকার বন্ধনগুলো দেখাও।** ২

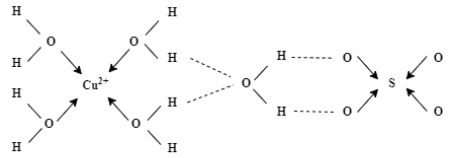
**(গ) উদ্দীপকের আলোকে কীভাবে মৌল শনাক্ত করা যায়? ব্যাখ্যা করো।** ৩

**(ঘ) উদ্দীপকের ইলেকট্রনটির 5→3 কক্ষপথে স্থানান্তরের ক্ষেত্রে প্রাপ্ত বর্ণালির প্রয়োগ অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ—আলোচনা করো ।** ৪

**উত্তরঃ**

**(ক)** ক্ষারযুক্ত পটাশিয়াম মারকিউরিক আয়োডাইডকে নেসলার বিকারক বলে।

**(খ)** $CuSO_4.5H_2O$ এর মধ্যে (i) সমযোজী বন্ধন (ii) সন্নিবেশ সমযোজী বন্ধন; (iii) আয়নিক বন্ধন ও (iv) হাইড্রোজেন বন্ধন, বিদ্যমান ।



চিত্রঃ $CuSO_4.5H_2O$ এর মধ্যকার বন্ধনগুলো

**(গ)** উদ্দীপকে মূলত পারমাণবিক রেখা বর্ণালীর উল্লেখ করা হয়েছে। পারমাণবিক রেখা বর্ণালীর সাহায্যে মৌল শনাক্ত করা যায়। নিচে তা আলোচনা করা হলো-

কোন মৌলকে নিম্নচাপে রেখে তাপ বা বিদ্যুৎক্ষরণ দ্বারা উদ্দীপিত করলে, ঐ মৌলের ইলেকট্রনগুলো শক্তি শোষণ করে নিম্ন শক্তির অরবিটাল হতে উচ্চ শক্তির অরবিটালে গমন করে। খুব অল্প সময়ের ব্যবধানে ইলেকট্রনগুলো শক্তি বিকিরণ করে নিম্নশক্তির অরবিটালে নেমে আসে। এ বিকীর্ণ শক্তিকে বর্ণালীবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে বিশ্লেষণ করলে যন্ত্রের ফটোগ্রাফিক প্লেটে বিভিন্ন রঙিন বা বর্ণহীন রেখার সমাহার পাওয়া যায়। এ রেখার সমাহারই মূলত রেখা বর্ণালী বা পারমাণবিক বর্ণালী। আদর্শ রেখা বর্ণালী সৃষ্টির জন্য Ru পাউডার ব্যবহার করা হয় । Ru পাউডারে প্রায় ৫০টি মৌল থাকে এবং এ পাউডার থেকে সৃষ্ট বর্ণালীতে বিভিন্ন মৌলের জন্য নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের রেখা থাকে। কোন অজ্ঞাত মৌল বা নমুনাকে উদ্দীপিত করে বর্ণালী সৃষ্ট করলে বর্ণালীতে অসংখ্য রেখার উৎপত্তি হয়। বর্ণালীতে সৃষ্ট কিছু উজ্জ্বল রেখার কোন পরিবর্তন হয় না, এধরনের রেখাকে নাছোড় রেখা বলে। এ নাছোড় রেখার নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্য থাকে এবং এ রেখাকে আদর্শ পারমাণবিক রেখা বর্ণালীর সাথে তুলনা করে মৌল শনাক্ত করা হয়। যেমন- সোডিয়াম ধাতুকে নিম্নচাপে কাঁচ পাত্রে সংরক্ষণ করে তার ভেতর তড়িৎক্ষরণ করলে হলুদ বর্ণের আলো বিকিরিত হয়। এ হলুদ বর্ণের 'আলোককে বর্ণালীবীক্ষণ যন্ত্রে বিশ্লেষণ করলে সবুজ বর্ণের একটি উজ্জ্বল রেখা বর্ণালীবীক্ষণ যন্ত্রের ফটোগ্রাফিক প্লেটে দৃশ্যমান হয়। সবুজ বর্ণের এ রেখা দ্বারা এভাবে সোডিয়াম ধাতু শনাক্ত করা হয়।

**(ঘ)** উদ্দীপক অনুসারে, ইলেক্ট্রন ৫ম শক্তিস্তর থেকে তৃতীয় শক্তিস্তরে ফিরে আসলে হাইড্রোজেন বর্ণালীতে প্যাশ্চেন সিরিজ উৎপন্ন হবে। আমরা জানি, প্যাশ্চেন সিরিজ অবলোহিত অঞ্চলে অবস্থিত। অবলোহিত রশ্মি বা IR এর বহুবিধ প্রয়োগ নিম্নরূপ :

i. ক্যান্সার নির্ণয়ে IR রশ্মি: IR এর ব্যবহার সর্বপ্রথম ১৯৫৬ সালে বক্ষ- ক্যান্সার শনাক্তকরণের মাধ্যমে শুরু হয়। সব ধরনের ক্যান্সারে শরীরের সাধারণ কোষগুলো অনিয়ন্ত্রিতভাবে বৃদ্ধি পায়। এতে একদিকে যেমন অধিক পরিমাণ রক্ত-গ্লুকোজ ব্যবহৃত হয়,

অন্যদিকে রক্তে অত্যধিক ল্যাকটেট বৃদ্ধি পায়। ফলে মেটাবলিক হার বৃদ্ধি পাওয়ায় ক্যান্সার আক্রান্ত স্থানের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। এ অবস্থায় IR রশ্মি ব্যবহার করে ক্যান্সার আক্রান্ত অংশের প্রতিচ্ছবি (imaging) পাওয়া যায়। ফলে সাধারণ কোষ অপেক্ষা ক্যান্সার আক্রান্ত কোষের IR প্রতিচ্ছবি স্পষ্টভাবে ভিন্ন হয়। এটি ক্যান্সার রোগ শনাক্তকরণে সহায়ক হয়।

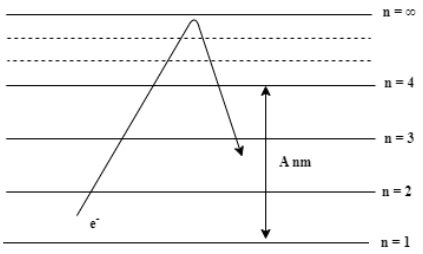
ii. মস্তিষ্কের রোগ নির্ণয়: NIRS (Near Infrared Spectroscopy) দ্বারা রক্তের হিমোগ্লোবিনে অক্সিজেনের পরিমাণ পরিমাপ করে মস্তিষ্কের রোগ নির্ণয় করা হয়। সদ্য প্রসূত শিশুদের মস্তিষ্কের ক্ষত নির্ণয়ে এটি একটি উপকারী পদ্ধতি

iii. স্ট্রোক চিকিৎসায় স্ট্রোকে আক্রান্ত রোগীর নিরাময়ে NIR রশ্মি ব্যবহার করলে নিউরো ফিডব্যাক ঘটে। এতে রোগের নিরাময় হয়। এখানে সাধারণত 700-900 nm তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের রশ্মি ব্যবহার করা হয়। এটি বেশ নিরাপদ ।

iv. ফিজিওথেরাপিতে: শরীরের বিভিন্ন অঙ্গে ব্যথা, মাংসপেশি শক্ত হয়ে যাওয়া, ঘাড় ও হাতের উপরিভাগের (frozen shoulder) ব্যথা নিরাময়ে বর্তমানে জনপ্রিয় চিকিৎসা হচ্ছে ঔষধ ব্যবহার না করে বিভিন্ন ধরনের শারীরিক ব্যায়াম করা। এ পদ্ধতির নাম 'ফিজিওথেরাপি'। আক্রান্ত স্থানে IR রশ্মি প্রয়োগ করে ম্যাসেজ করা হয় যার ফলে আক্রান্ত স্থানের রক্ত চলাচল নির্বিঘ্ন হয় এবং ব্যথা প্রশমিত হয় ।

v. মেডিকেল ডায়াগনস্টিক পদ্ধতিতে: IR imaging technology কাজে লাগিয়ে বাত, ডায়াবেটিক, হাড় ভাঙ্গা, লিভারের ব্যাধি ও ব্যাকটেরিয়াল প্রদাহ নির্ণয় করা সম্ভব। মাংসপেশির টিউমার নির্ণয়ে IR রশ্মির ব্যাপক ব্যবহার হচ্ছে।

**১৮।** **[সি. বো. ২২]**




**(ক) লা-শাতেলিয়ার নীতি লেখ।** **১**

**(খ) IR রশ্মির ব্যবহার লেখ।** **২**

**(গ) A এর মান নির্ণয় করো।** **৩**

**(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত বর্ণালীর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয়পূর্বক ব্যবহার আলোচনা করো।** **৪**

**উত্তরঃ**

**(ক)** কোনো বিক্রিয়া সাম্যাবস্থায় থাকাকালে যদি একটি নিয়ামক (যেমন- তাপমাত্রা, ঘনমাত্রা ও চাপ) পরিবর্তন করা হয় তবে সাম্যের অবস্থান এমনভাবে পরিবর্তন হবে যেন নিয়ামক পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত হয় ।

**(খ)** চিকিৎসা ক্ষেত্রে রোগ নির্ণয়ে IR রশ্মি সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়। না ক্ষেত্রে রোগ নির্ণয়ে IR রশ্মি সবচেয়ে বো এছাড়াও এ রশ্মি—

i. মানব দেহের রক্তে $O_2$ এর প্রতুলতা বাড়িয়ে রোগ প্রতিরোধ ক্ষমতা বাড়ায়

ii. কোষের আয়ু বৃদ্ধি করে।

iii. ধমনী ও শিরাকে প্রশস্ত করে রক্ত সঞ্চালন দ্রুত করে ফলে উচ্চ রক্তচাপজনিত ঝুঁকি কমে।

iv. ত্বকের সৌন্দর্যবর্ধন এবং ত্বকের কোষে এনজাইমের কার্যকারিতা বৃদ্ধিতে প্রভাবক হিসেবে কাজ করে ।

**(গ)** উদ্দীপক হতে দেখা যায়, শক্তিস্তরে সর্বমোট একটি মাত্র ইলেকট্রন বিদ্যমান। তাই, এক পরমাণু বিশিষ্ট হাইড্রোজেন (H) বিবেচনায় A এর মান নির্ণয় করা হলো:

H পরমাণু নিউক্লিয়াস বা কেন্দ্র হতে ১ম কক্ষপথ (n = 1) এর দূরত্ব:

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

$= \frac{8.85\times10^{-12}\times1^2\times(6.624\times10^{-34})^2}{1\times3.1416\times9.109\times10^{-31}\times(1.602\times10^{-19})^2}$

$= 5.287 \times 10^{-11}\text{m}$

$\therefore r_1 = 52.87\text{pm}[\because 10^{12}\text{pm} = 1\text{m}]$

এখানে,

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

প্লাঙ্কের ধ্রুবক, $h = 6.624 \times 10^{-34}\text{Js}$

ইলেকট্রনের ভর, $m = 9.109 \times 10^{-31}\text{kg}$

চার্জ, $e = 1.602 \times 10^{-19}\text{C}$

প্রোটন সংখ্যা, Z = 1

দূরত্ব, $r_1$ = ?

এবং কেন্দ্র হতে 8র্থ কক্ষপথে দূরত্ব,

$r_2 = \frac{\epsilon_0 n^2 h^2}{Z\pi me^2}$

$= \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 4^2 \times (6.624 \times 10^{-34})^2}{1 \times 3.1416 \times 9.109 \times 10^{-31} \times (1.602 \times 10^{-19})^2}$

$= 2.1149 \times 10^{-10}\text{m}$

$= 211.4\text{pm}$

$\therefore$ A দূরত্ব $= r_2 - r_1$

$= (211.49 - 52.87)\text{pm}$

$= 158.62\text{pm}$

$= 0.15862\text{nm}[1000\text{pm} = 1\text{nm}]$

Note: 1 ইলেকট্রন বিশিষ্ট H-পরমাণু কিংবা একাধিক আয়ন যেমন: $He^+$, $Li^{2+}$ থাকতে পারে। হিসাবের সুবিধার্থে H-পরমাণু বিবেচনায় সমাধান করা হলো।'

**(ঘ)** উদ্দীপক অনুসারে, আলোকরশ্মি অসীম $(n_2 = \infty)$ থেকে দ্বিতীয় শক্তিস্তরে $(n_1 = 2)$ রূপান্তরিত হচ্ছে। নির্গত শক্তির তরঙ্গদৈর্ঘ্য $\lambda$ হলে,

এখানে,

n1 = 2

$n_2 = \infty$

$R_H = 10.967 \times 10^6\text{m}^{-1}$

আমরা জানি,

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

$= 10.967 \times 106\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty}\right)$

$= 10.967 \times 10^6\left(\frac{1}{4} - 0\right)$

$= 2741750\,\text{m}^{-1}$

$\therefore \lambda = \frac{1}{2741750}\text{m} = 3.64 \times 10^{-7}\text{m} = 364\text{ nm}$

অর্থাৎ, উল্লেখিত বর্ণালির তরঙ্গদৈর্ঘ্য অতিবেগুনি (UV - Ray) রাশ্মির যার তরঙ্গদৈর্ঘ্য (10 – 380) nm. অতিবেগুনি রশ্মির কিছু ব্যবহার নিম্নরূপ:

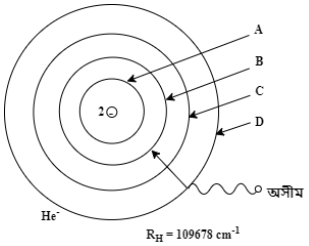
**i. জাল টাকা শনাক্তকরণে:** টাকার উপর UV ফ্লোরোসেন্সযুক্ত কালির প্রলেপ দেয়া থাকে যেখানে UV আলো পড়লেই কেবল প্রতিফলিত' হয়। যখন UV আলো ব্যাংক নোটের উপর ফেলা হয়। তখন বিশেষ কালিতে উপস্থিত ফ্লোরোসেন্স ফসফোর বিক্রিয়া করে দৃশ্যমান আলো সৃষ্টি করে। অন্যদিকে জাল নোটে দৃশ্যমান আলোর দৃষ্টি হয় না । এভাবে জাল নোট শনাক্তকরা হয়। ।

**ii. জাল পাসপোর্ট শনাক্তকরণে:** জাল পাসপোর্ট UV ফ্লোরোসেন্সযুক্ত কালির প্রলেপ না থাকায় UV আলো বিক্রিয়া করে দৃশ্যমান আলোর সৃষ্টি করে না। এভাবে জাল পাসপোর্ট শনাক্তকরণ করা হয়।

**iii. গবেষণায়:** বিভিন্ন গবেষণায় যেমন: বিভিন্ন যন্ত্রপাতি তৈরীতে, পানির পরিশোধন, ফরেন্সিক বিশ্লেষণ, মাদক শনাক্তকরণ, প্রোটিন বিশ্লেষণ ইত্যাদিতে UV ray ব্যবহার হয়। বহার:

**iv. চিকিৎসাক্ষেত্রে:** বিভিন্ন চিকিৎসাতে যেমন: দাতের চিকিৎসায়, ডার্মাটোলজিতে, ফটোথেরাপি ইত্যাদিতে UV ray ব্যবহার হয়।

**১৯।** **[য. বো. ২২]**




**(ক) হাইড্রোজেন বন্ধন কী?** ১

**(খ) O ও S এর মধ্যে কোনটির ইলেকট্রন আসক্তি বেশি এবং কেন?** ২

**(গ) উদ্দীপকের ইলেক্ট্রনটি C কক্ষপথ হতে B কক্ষপথে ধাপান্তরকালে বিকিরিত শক্তির পরিমাণ গণনা করো।** ৩

**(ঘ) উদ্দীপকের মতে অসীম দূরত্ব থেকে ইলেকট্রন B শেলে নেমে আসলে বিকীর্ণ শক্তি দৃশ্যমান হবে কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।** ৪

**উত্তরঃ**

**(ক)** উচ্চ ইলেকট্রন আসক্তি, তীব্র তড়িৎ ঋণাত্মকতা ও ক্ষুদ্র পারমাণবিক আকারবিশিষ্ট পরমাণু যেমন- F, O, N এর সাথে সমযোজী বন্ধনে যুক্ত থেকে H - পরমাণু একই অণু বা অপর কোনো পোলার অণুর ঋণাত্মক মেরু যুক্ত তীব্র তড়িৎ ঋণাত্মক পরমাণুকে দুর্বল স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণ বলের মাধ্যমে সংযুক্ত করে যে বিশেষ এক ধরনের বন্ধন গঠন করে তাকে হাইড্রোজেন বন্ধন বলে।

**(খ)** O ও S এর মধ্যে O এর ইলেকট্রন আসক্তি বেশি। কারন O ও S একই গ্রুপ-16 এর যথাক্রমে ২য় ও ৩য় পর্যায়ের মৌল। একই গ্রুপের উপর থেকে নিচে ইলেকট্রন আসক্তির মান হ্রাস পায়। একই গ্রুপের উপর থেকে নিচে ইলেকট্রনের শক্তিস্তর বৃদ্ধি পায় অর্থাৎ পরমাণুর আকার বৃদ্ধি পায়। ফলে আগমনকারী ইলেকট্রনের ওপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ হ্রাস পায়। যার কারণে ইলেকট্রন আসক্তির মান হ্রাস পায়। এ কারণে O ও S এর মধ্যে O উপরের পর্যায়ে অবস্থিত হওয়ায় O এর ইলেকট্রন আসক্তির মান S অপেক্ষা বেশি।

**(গ)** উদ্দীপকের C ও B যথাক্রমে ৩য় ও ২য় কক্ষপথ। এজন্য $n_1 = 2$ ও $n_2 = 3$ হবে।

এখানে,

$R_H = 109678 cm^{-1}$
$= 1.09678 \times 10^7 m^{-1}$
$Z = 2$
রিডবার্গ সমীকরণ মতে,

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

বা, $\frac{1}{\lambda} = 1.09678 \times 10^7 \times 2^2 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)$

বা, $\frac{1}{\lambda} = 6093222.22$

বা, $\lambda = 1.6412 \times 10^{-7} m$

আবার এখানে,

$h = 6.626 \times 10^{-34} J.s$
$c = 3 \times 10^8 ms^{-1}$
$\lambda = 1.6412 \times 10^{-7} m$
$E = ?$
সুতরাং বিকিরিত শক্তির পরিমাণ,

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

$$= \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1.6412 \times 10^{-7}}$$

$= 1.211 \times 10^{-18} J$

সুতরাং, উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি C কক্ষপথ থেকে B কক্ষপথে ধাপান্তরকালে বিকিরিত শক্তির পরিমাণ $1.211 \times 10^{-18} J$ ।

**(ঘ)** উদ্দীপকের ইলেকট্রন অসীম দূরত্ব থেকে B শেলে নেমে আসলে $n_1 = 2$ এবং $n_1 = \infty$

এখানে,

$R_H = 109678 cm^{-1}$
$= 1.09678 \times 10^7 m^{-1}$
$Z = 2$
রিডবার্গ সমীকরণ মতে,

$$\frac{1}{\lambda} = R_{HI} \cdot Z^2 \times \left(\frac{I}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

বা, $\frac{1}{\lambda} = 1.09678 \times 10^7 \times 2^2 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty}\right)$

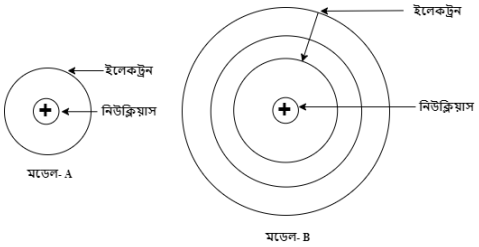
বা, $\frac{1}{\lambda} = 1.09678 \times 10^7$

বা, $\lambda = \frac{1}{1.09678 \times 10^7}$

$\therefore \lambda = 91.17 nm$

সুতরাং, উৎপন্ন তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 91.17 nm যা UV রশ্মির পরিসর ( 10 - 380 nm) এর অন্তর্গত। অর্থাৎ, উদ্দীপক মতে অসীম দূরত্ব থেকে ইলেকট্রন B শেলে নেমে আসলে বিকীর্ণ শক্তি দৃশ্যমান হবে না ।

২০। [ব. বো. ২২]




**(ক) হুন্ডের নীতিটি লেখ ।** ১

**(খ) HF এবং HI এর মধ্যে কোনটি অধিক শক্তিশালী অম্ল ব্যাখ্যা: - করো।** ২

**(গ) উদ্দীপকের B-মডেলটি H পরমাণুর হলে ইলেকট্রনের বিকিরিত রশির কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো।** ৩

**(ঘ) A এবং B মডেলের মধ্যে কোনটি অধিকতর গ্রহণযোগ্য বলে মনে করো বিশ্লেষণ করো।** ৪

**উত্তরঃ**

**(ক)** হুন্ডের নীতি হলো- 'একই শক্তিসম্পন্ন বিভিন্ন অরবিটালে ইলেকট্রনগুলো এমনভাবে প্রবেশ করবে যেন তারা সর্বাধিক পরিমাণে অযুগ্ম অবস্থায় থাকতে পারে এবং এই অযুগ্ম ইলেকট্রনগুলোর স্পিন একইমুখী হবে।'

**(খ)** HF এবং HI এর মধ্যে HI অধিক শক্তিশালী অম্ল। এর কারণ হলো I এর আকার F এর তুলনায় বড়। ফলে I H এর সাথে দূর্বল বন্ধন গঠন করে এবং তা থেকে খুব সহজেই $H^+$ দান করা সম্ভব কিন্তু HF এর ক্ষেত্রে তা এতটা সহজে ঘটে না। তাই HI অধিক শক্তিশালী অম্ল ।

**(গ)** উদ্দীপকের B মডেলটিতে ইলেকট্রন উচ্চ শক্তি থেকে নিম্ন শক্তিস্তরে প্রবেশ করে অর্থাৎ তৃতীয় শক্তিস্তরে থেকে ইলেকট্রন প্রথম শক্তিস্তরে প্রবেশ করে ।

এখানে, $n_1 = 1$

$n_2 = 3$

$\mathbf{R}_H = 109678\text{cm}^{-1}$

আমরা জানি, $\frac{1}{\lambda} = \bar{\nu} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$

$\mathbf{R}_H = 109678\text{cm}^{-1}$

এখানে, $n_1 = 1$; $n_2 = 3$

$$\therefore \frac{1}{\lambda} = 109678 \times \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2}\right)$$
$$= 97491.55556\text{cm}^{-1}$$

. আবার, $c = \nu\lambda$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = c \times \frac{1}{\lambda}$$
$$= (3 \times 10^{10} \times 97491.55556)\text{s}^{-1}$$
$$= 2.9247 \times 10^{15}\text{s}^{-1} \text{ বা, Hz}$$

**(ঘ)** প্রদত্ত A ও B পরমাণু মডেল দুটি হলো যথাক্রমে রাদারফোর্ড ও বোর পরমাণু মডেল । নিচে এই দুটি মডেলের মধ্যে তুলনা করা হলো-

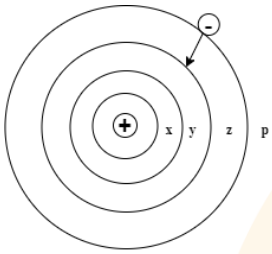
i. রাদারফোর্ড পরমাণু মডেলের ভিত্তি হলো আলফা ($\alpha$) কণা বিচ্ছুরণ পরীক্ষা। অপরদিকে বোর পরমাণু মডেলের ভিত্তি হলো ম্যাক্স প্লাঙ্ক ও আইনস্টাইনের আলোকসম্পর্কীয় বিকিরণের কোয়ান্টাম তত্ত্বের সমন্বয় ।

ii. রাদারফোর্ড মডেলে ইলেকট্রনের কক্ষপথের আকার ও সংখ্যাকে সুস্পষ্ট করা হয়নি। এতে বলা হয়েছে নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে ইলেকট্রনগুলো গ্রহের মতো আবর্তন করে। অপরদিকে বোর পরমাণুতে প্রতিটি ইলেকট্রন কয়েকটি নির্দিষ্ট মানের ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার স্থায়ী কক্ষপথে নিউক্লিয়াসকে আবর্তন করে ।

iii. রাদারফোর্ড মডেলের স্থায়িত্বের কারণ দেখানো হয়েছে ধনাত্মক চার্জযুক্ত নিউক্লিয়াস ও ঋণাত্মক চার্জযুক্ত ইলেকট্রনের মধ্যকার স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণজনিত কেন্দ্রমুখী বল এবং আবর্তনশীল ইলেকট্রনের কেন্দ্রবহির্মুখী বলদ্বয়ের লব্ধিফল। অপরদিকে বোর মডেলের স্থায়িত্বের কারণ দেখানো হয়েছে পরমাণুর নিউক্লিয়াসের প্রভাবে সৃষ্ট নির্দিষ্টসংখ্যক শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের অবস্থান এবং শক্তি বিকিরণ ছাড়া ঐ সব স্থির শক্তির কক্ষপথে সতত সমশক্তিতে আবর্তন।

iv. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলে পরমাণু দ্বারা সৃষ্ট বর্ণালী সম্পর্কে কোন ধারণা দেয়া যায় নি। কিন্তু বোর মডেল অনুযায়ী ইলেকট্রন তাপশক্তি শোষণ করে নিম্ন শক্তিস্তর থেকে উচ্চ শক্তিস্তরে এবং ঐ শোষিত শক্তি বিকিরণ করে পূর্বের নিম্ন শক্তিস্তরে ফিরে আসে। এরূপে শক্তির শোষণে ও বিকিরণের ফলে যথাক্রমে কালো বর্ণের শোষণ বর্ণালী এবং উজ্জ্বল বর্ণের বিচ্ছুরণ বর্ণালী সৃষ্টি করে। সুতরাং উপরে বর্ণিত আলোচনা থেকে এ কথা স্পষ্ট করে বলা যায় যে, রাদারফোর্ড এবং বোর মডেলের মধ্যে সুস্পষ্ট পার্থক্য বিদ্যমান, তাই গ্রহণযোগ্যতার বিবেচনায় বলা যায় যে. B -মডেলই যথোপযুক্ত এবং উপযোগী।

**২১।** **[ম. বো. ২১]**



হাইড্রোজেন পরমাণু

**(ক) অরবিটাল কী?** ১

**(খ) তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে দ্রাব্যতা গুণফল বৃদ্ধি পায় কেন ?** ২

**(গ) উদ্দীপকের সর্বশেষ স্তরে $l$ ও m এর মান হিসেব করে মোট ইলেকট্রনের সংখ্যা নির্ণয় করো।** ৩

**(ঘ) উদ্দীপকের বিকিরণ বর্ণালির তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করে উহার ব্যবহারিক ক্ষেত্র বিশ্লেষণ করো।** ৪

**উত্তরঃ**

**(ক)** নিউক্লিয়াসের চারপাশে যে এলাকায় আবর্তনশীল ও সুনির্দিষ্ট শক্তিসম্পন্ন ইলেকট্রন মেঘের সর্বাধিক অবস্থানের সম্ভাবনা থাকে তাকে উপশক্তিস্তর বা অরবিটাল বলা হয়।

**(খ)** তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে দ্রাব্যতা গুণফলের মান বৃদ্ধি পায়। AgCl এর ক্ষেত্রে, $AgCl(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + Cl^-(aq)$

$$K_c = \frac{[Ag^+][Cl^-]}{AgCl(s)}$$

$$K_c = \frac{K_{ap}d}{AgCl(s)}.$$

$K_{sp}$ ও $K_c$ সরাসরি সমানুপাতিক। তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে $K_c$ এর মান বৃদ্ধি পায়। তাই, $K_{sp}$ এর মানও তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বাড়ে ।

**(গ)** উদ্দীপকে উল্লিখিত P শেলটিতে n = 4

| প্রধান শক্তিস্তর (n) | সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা ($l$) | ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা (m) | স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা (s) | ইলেকট্রন সংখ্যা |
|---|---|---|---|---|
| n = 4 | $l$ = 0 | m = 0 | $(-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2})$ | 2টি |
| | $l$ =1 | m = +1, 0, -1 | $3(-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2})$ | 6টি |
| | $l$ = 2 | m = +2, +1, 0, -1, -2 | $5(-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2})$ | 10টি |
| | $l$ = 3 | m = +3, +2, +1, 0, -1, -2, -3 | $7(-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2})$ | 14টি |
| | | মোট ইলেকট্রন সংখ্যা | | 32টি |

সুতরাং, উদ্দীপকের সর্বশেষ শক্তিস্তরে মোট অরবিটাল সংখ্যা (1+3+5+7) বা 16টি এবং ইলেকট্রন সংখ্যা 32টি।

**(ঘ)** উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি P শেল ($n_2 = 4$ ) থেকে Z শেল ($n_1 = 3$ ) এ ধাপান্তরিত হয়।

এখানে, রিডবার্গ ধ্রুবক,

$R_H = 109678 cm^{-1}$

$n_2 = 4$

$n_1 = 3$

$\lambda =$ কত?

নির্গত বর্ণালীর তরঙ্গদৈর্ঘ্য । হলে, আমরা পাই-

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

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

$$\lambda = \frac{1}{109678\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2}\right)} cm$$

$$\dot{\lambda} = 1875.62 nm [\because 1cm = 10^7 nm]$$

এখানে, $n_1$ = 3 হওয়ায় বর্ণালীটি প্যাশ্চেন সিরিজের অন্তর্গত এবং এর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 1875.62 nm যা অবলোহিত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য পরিসর, ( 780 - $10^6$) nm এর মধ্যে পড়ে। অবলোহিত রশ্মি বা IR-এর চিকিৎসাক্ষেত্রে ব্যাপক ব্যবহার রয়েছে। যেমন-

**i. ক্যান্সার নির্ণয়ে IR রশ্মি:** IR এর ব্যবহার সর্বপ্রথম ১৯৫৬ সালে বক্ষ ক্যান্সার শনাক্তকরণের মাধ্যমে শুরু হয়। সব ধরনের ক্যান্সারে শরীরের সাধারণ কোষগুলো অনিয়ন্ত্রিতভাবে বৃদ্ধি পায়। এতে একদিকে যেমন অধিক পরিমাণ রক্ত গ্লুকোজ ব্যবহৃত হয়, অন্যদিকে রক্তে অত্যধিক ল্যাকটেট বৃদ্ধি পায়। ফলে মেটাবলিক হার বৃদ্ধি পাওয়ায় ক্যান্সার আক্রান্ত স্থানের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। এ অবস্থায় IR রশ্মি ব্যবহার করে ক্যান্সার আক্রান্ত অংশের প্রতিচ্ছবি (imaging) পাওয়া যায়। ফলে সাধারণ কোষ অপেক্ষা ক্যান্সার আক্রান্ত কোষের IR প্রতিচ্ছবি স্পষ্টভাবে ভিন্ন হয়। এটি ক্যান্সার রোগ শনাক্তকরণে সহায়ক হয় ।

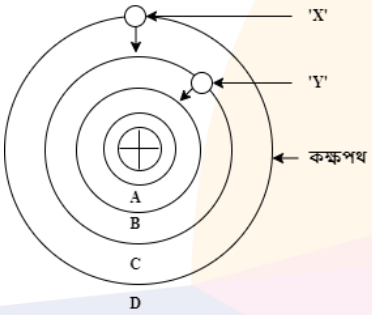
**ii. মস্তিষ্কের রোগ নির্ণয়:** NIRS (Near Infrared Spectroscopy) • দ্বারা রক্তের হিমোগ্লোবিনে অক্সিজেনের পরিমান পরিমাপ করে মস্তিষ্কের রোগ নির্ণয় করা হয়। সদ্য প্রসূত শিশুদের মস্তিষ্কের ক্ষত নির্ণয়ে এটি একটি উপকারী পদ্ধতি।

**iii. স্ট্রোক চিকিৎসায়ঃ** স্ট্রোকে আক্রান্ত রোগীর নিরাময়ে NIR রশ্মি ব্যবহার করলে নিউরো ফিডব্যাক ঘটে। এতে রোগের নিরাময় হয়। এখানে সাধারণত 700-900 nim তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের রশ্মি ব্যবহার করা হয়। এটি বেশ নিরাপদ ।

**iv. ফিজিওথেরাপিতে:** শরীরের বিভিন্ন অঙ্গে ব্যথা, মাংসপেশি শক্ত হয়ে যাওয়া, ঘাড় ও হাতের উপরিভাগের (frozen shoulder) ব্যাথা নিরাময়ে বর্তমানে জনপ্রিয় চিকিৎসা হচ্ছে ঔষধ ব্যবহার না করে বিভিন্ন ধরনের শারীরিক ব্যায়াম করা। এ পদ্ধতির নাম "ফিজিওথেরাপি" আক্রান্ত স্থানে IR রশ্মি প্রয়োগ করে ম্যাসেজ করা হয় যার ফলে আক্রান্ত স্থানের রক্ত চলাচল নির্বিঘ্ন হয় এবং ব্যথা প্রশমিত হয়।

**v. মেডিকেল ডায়াগনস্টিক পদ্ধতিতে:** IR imaging technology কাজে লাগিয়ে বাত, ডায়াবেটিক, হাড় ভাঙ্গা, লিভারের ব্যাধি ও ব্যাকটেরিয়াল প্রদাহ নির্ণয় করা সম্ভব। মাংসপেশির টিউমার নির্ণয়ে IR রশ্মির ব্যাপক ব্যবহার হচ্ছে।

**২২।** **[রা. বো. ২১]**




**(ক) pH স্কেল কী?** **১**

**(খ) Be ও B এর মধ্যে কার আয়নিকরণ শক্তি বেশি ও কেন?** **২**

**(গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত মডেলটির সর্ববহিঃস্থ কক্ষপথে সর্বোচ্চ কয়টি ইলেকট্রন থাকতে পারে তা কোয়ান্টাম সংখ্যার সাহায্যে নির্ণয় করো।** **৩**

**(ঘ) উদ্দীপকে 'X' এবং 'Y' এর ধাপান্তরের ফলে সৃষ্ট তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণের একই অঞ্চলে পাওয়া যাবে কিনা তা গাণিতিকভাবে মূল্যায়ন করো।** **৪**

**উত্তরঃ**

**(ক)** কোনো দ্রবণের pH এর মান 0 হতে 14 ব্যবধিতে প্রকাশ করার জন্য যে স্কেল ব্যবহৃত হয়, তাকে pH স্কেল বলে।

**(খ)** Be ও B এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ—

$_4Be \rightarrow 1s^2 2s^2$
$_5B \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^1$

উপরোক্ত ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেয়া যাচ্ছে যে, বেরিলিয়াম (Be) এর ইলেকট্রন সুস্থিতভাবে বিন্যস্ত থাকে। এরূপ সুস্থিত ইলেকট্রন বিন্যাস ভেঙে ইলেকট্রন মুক্ত করতে উচ্চশক্তির প্রয়োজন হয়। আবার বোরন (B) এর ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায় তার শেষ কক্ষপথে মাত্র একটি ইলেকট্রন বিদ্যমান। তাই এখানে থেকে সহজে ইলেকট্রন মুক্ত করা যায়। এ জন্য বেরিলিয়ামের (Be) চেয়ে বোরন (B) এর আয়নীকরণ শক্তি কম হয় ।

**(গ)** উদ্দীপকে উল্লিখিত P শেলটিতে n = 4

| প্রধান শক্তিস্তর (n) | সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা ($l$) | ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা (m) | স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা (s) | ইলেকট্রন সংখ্যা |
|---|---|---|---|---|
| n = 4 | $l$ = 0 | m = 0 | $(-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2})$ | 2টি |
| | $l$ =1 | m = +1, 0, -1 | $3(-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2})$ | 6টি |
| | $l$ = 2 | m = +2, +1, 0, -1, -2 | $5(-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2})$ | 10টি |
| | $l$ = 3 | m = +3, +2, +1, 0, -1, -2, -3 | $7(-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2})$ | 14টি |
| | | মোট ইলেকট্রন সংখ্যা | | 32টি |

সুতরাং, উদ্দীপকের সর্বশেষ শক্তিস্তরে মোট অরবিটাল সংখ্যা (1+3+5+7) বা 16টি এবং ইলেকট্রন সংখ্যা 32টি।

**(ঘ)** উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি X ($n_2$ = 4) হতে ধাপান্তরিত হয়ে Y ($n_1$ = 3) তে গমন করবে।

৩য় কক্ষপথ, $n_1$= 3

৪র্থ কক্ষপথ, $n_2$ = 4

রিডবার্গের ধ্রুবক, $R_H = 109678 \text{cm}^{-1}$

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda$ = ?

আমরা জানি,

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

বা। $\frac{1}{\lambda} = 109678\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2}\right)$

বা, $\frac{1}{\lambda} = 5331.57 \text{cm}^{-1}$

বা, $\lambda = 1.8 \times 10^{-4} \text{cm}$

বা, $\lambda = 1875.6^5 \times 10^7 \text{nm} [1\text{cm} = 10^7 \text{nm}]$

বা, $\lambda = 1875.6 \text{nm}$ ।

উদ্দীপকের ইলেকট্রনটির ধাপান্তরের ফলে সৃষ্ট তরঙ্গ 875.6nm, যা তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণের অবলোহিত আলোর অঞ্চলে (> 780nm )

পাওয়া যায়।

আবার, Y এর ক্ষেত্রে, $n_2$ = 3, $n_1$ = 2

৩য় কক্ষপথ, $n_1 = 3$

৪র্থ কক্ষপথ, $n_2 = 4$

রিডবার্গের ধ্রুবক, $R_H = 109678\text{cm}^{-1}$

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda$ = ?

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

বা, $\frac{1}{\lambda} = 109678 \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)$

বা, $\frac{1}{\lambda} = 109678 \times \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right)$

বা, $\frac{1}{\lambda} = 15233.05\text{cm}^{-1}$

বা, $\lambda = 6.564 \times 10^{-5}\text{cm}^{-1}$

বা, $\lambda = 6.564 \times 10^{-5} \times 10^{7}\text{nm} = 656.46\text{nm}$

Y ধাপান্তরের ফলে বিকিরত রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য দৃশ্যমান অঞ্চলে (380 - 780nm) পাওয়া যায়। সুতরাং বলা যায়, 'X' এবং 'Y' ধাপান্তরে সৃষ্ট বিকিরণ ভিন্ন ভিন্ন অঞ্চলে পাওয়া যায় ।

**২৩।** **[রা. বো. ২২]**

| মৌল | পারমাণবিক সংখ্যা |
|---|---|
| A | 16 |
| B | 24 |
| C | 26 |

[প্রচলিত অর্থে 'A', 'B' এবং 'C' মৌলের প্রতীক নয়]

**(ক) পলির বর্জননীতি কী?** ১

**(খ) রাসায়নিক সাম্যাবস্থা গতিশীল— ব্যাখ্যা করো।** ২

**(গ) উদ্দীপকের 'A' মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসের ক্ষেত্রে হুন্ডের নীতির প্রয়োগ ব্যাখ্যা করো ।** ৩

**(ঘ) উদ্দীপকের 'B' মৌল এবং $C^{2+}$ আয়নের ইলেকট্রন সংখ্যা একই হলেও ইলেকট্রন বিন্যাস ভিন্ন—বিশ্লেষণ করো।** ৪

**উত্তরঃ**

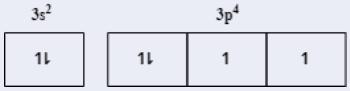
**(ক)** পলির বর্জন নীতিটি হলো— "একই পরমাণুতে যে কোনো দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একই হতে পারে না।"

**(খ)** উভমুখী বিক্রিয়ার সম্মুখ ও পশ্চাৎবর্তী প্রক্রিয়ার গতিবেগ সমান হলে বিক্রিয়াটি, সাম্যাবস্থায় অবতীর্ণ হয়। যেহেতু সাম্যাবস্থায় সম্মুখবর্তী ও পশ্চাৎবর্তী প্রক্রিয়ার গতিবেগ সমান থাকে তাই আপাত দৃষ্টিতে আমাদের কাছে বিক্রিয়াটি বন্ধ আছে বলে মনে হয়। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে বিক্রিয়াটি উভয়দিকে সমান গতিতে চলতে থাকে। তাই বলা যায় যে, রাসায়নিক সাম্যাবস্থা গতিশীল।

**(গ)** উদ্দীপকের 'A' মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা 16। 'A' মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস $A(16) \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ ।

হুন্ডের নীতি অনুসারে,

"সমশক্তি সম্পন্ন অরবিটালগুলোতে ইলেকট্রন প্রবেশের সময় যতক্ষণ পর্যন্ত অরবিটাল খালি থাকবে ততক্ষণ পর্যন্ত ইলেকট্রন গুলো অযুগ্মভাবে অরবিটালে প্রবেশ করবে এবং অযুগ্ম ইলেকট্রন এর স্পিন একমুখী হবে।"



$3p^4$ এ ইলেকট্রনগুলো প্রথমে একমুখী স্পিনে এবং পরে বিপরীত স্পিনে প্রবেশ করেছে।

**(ঘ)** উদ্দীপক অনুসারে, B মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা : 24.। সুতরাং মৌলটি ক্রোমিয়াম (Cr)। অন্যদিকে, C মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা 26। সুতরাং মৌলটি (Fe)। তাদের ইলেকট্রন বিন্যাস-

$Fe(26) \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$

$Fe^{2+}(26) \longrightarrow 1s^2 2s^2 \cdot 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^0$

$Cr(24) \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$

Cr এর ক্ষেত্রে 4s অরবিটালের একটি ইলেকট্রন 3d অরবিটালে এসে $3d^5$ (অর্ধপূর্ণতা) বা স্থিতিশীল কাঠামো অর্জন করে। আবার, $Fe^{2+}$ এর ক্ষেত্রে $3d^6$ ইলেকট্রনিক কাঠামো থাকা সত্ত্বেও d অরবিটাল থেকে কোনো ইলেকট্রন 4s এ যায় না। তাই, উদ্দীপক অনুসারে; B মৌল ও $C^{+2}$ আয়নের ইলেকট্রন সংখ্যা একই হলেও তাদের ইলেকট্রন বিন্যাস ভিন্ন।

**২৪।** **[দি. বো. ২১]**

$$A \longrightarrow [Ar]3d^{10}4s^1$$
$$B \longrightarrow [Ar]3d^1 4s^2$$

**(ক) ইলেকট্রন আসক্তির সংজ্ঞা দাও।** **১**

**(খ) রাসায়নিক সাম্যাবস্থা সর্বদা গতিশীল— ব্যাখ্যা করো।** **২**

**(গ) B মৌলের সর্বশেষ ইলেকট্রনের জন্য চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান দেখাও।** **৩**

**(ঘ) A মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস আউফবাউ নীতি মেনে চলে কি? বিশ্লেষণ করো।** **৪**

**উত্তরঃ**

**(ক)** গ্যাসীয় অবস্থার কোনো মৌলের এক মোল গ্যাসীয় পরমাণুতে এক মোল ইলেকট্রন প্রবেশ করিয়ে এক মোল ঋণাত্মক আয়নে পরিণত করতে যে শক্তি নির্গত হয়, তাকে ঐ মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি বলে।

**(খ)** উভমুখী বিক্রিয়ার সম্মুখ ও পশ্চাৎবর্তী প্রক্রিয়ার গতিবেগ সমান হলে বিক্রিয়াটি সাম্যাবস্থায় অবতীর্ণ হয়। যেহেতু সাম্যাবস্থায় সম্মুখবর্তী ও পশ্চাত্বর্তী প্রক্রিয়ার গতিবেগ সমান থাকে তাই আপাত দৃষ্টিতে আমাদের কাছে বিক্রিয়াটি বন্ধ আছে বলে মনে হয়। কিন্তু, প্রকৃতপক্ষে বিক্রিয়াটি উভয়দিকে সমান গতিতে চলতে থাকে। তাই বলা যায় যে, রাসায়নিক সাম্যাবস্থা গতিশীল।

**(গ)** 'B' মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস $[Ar]3d^1 3s^2$। অর্থাৎ B মৌলটি Sc (স্ক্যানডিয়াম)। Sc এর সর্বশেষ ইলেকট্রনটি 3d অরবিটালে প্রবেশ করে । 3d অরবিটালের ক্ষেত্রে 4টি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান-

| প্রধান কোয়ান্টাম (n) | সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা = ($l$) | চৌম্বক বা ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা (S) | স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা (m) |
|---|---|---|---|
| n = 3 | $l$ = 2 | m= +2 | $s = +\frac{1}{2}$ |

উপরোক্ত টেবিলে, l = 2 । সুতরাং, m এর মান -2, -1, 0+1 + 2 এর যেকোন একটি নেওয়া যায়। আবার, স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা (s) এর মান $+\frac{1}{2}$ অথবা $-\frac{1}{2}$, যে কোনো একটি নিলে কোনো সমস্যা হবে না ।

**(ঘ)** উদ্দীপকের 'A' মৌলটির পারমাণবিক সংখ্যা 29। তাই মৌলটি কপার (Cu)। Cu এর ইলেকট্রন বিন্যাস-

$Cu(29) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$

মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাসের ক্ষেত্রে দেখা যায় 3d অপেক্ষা 4s এ আগে ইলেকট্রন প্রবেশ করে। আউফবাউ নীতি অনুসারে, ইলেকট্রন প্রথমে নিম্নশক্তির অরবিটালে প্রবেশ করে এবং ক্রমান্বয়ে উচ্চশক্তির অরবিটালে প্রবেশ করে ।

3d এর ক্ষেত্রে $n + l = 3 + 2 = 5$

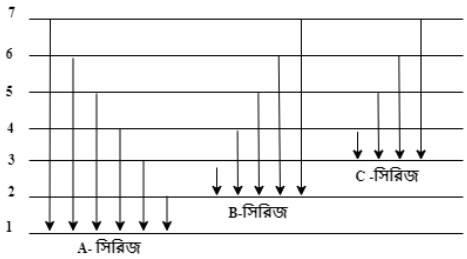
4s এর ক্ষেত্রে $n + l = 4 + 0 = 4$

3d অপেক্ষা 4s এর শক্তি কম। তাই ইলেকট্রন প্রথমে 4s এ প্রবেশ করেছে। আবার, অর্ধপূর্ণ অবস্থায় স্থিতিশীল হওয়ায় $4s^2$ থেকে একটি ইলেকট্রন 3d তে এসে $3d^{10}$ ইলেকট্রনিক কাঠামো অর্জন করে। যা অধিক স্থিতিশীল। তখন ইলেকট্রন বিন্যাস $3d^{10}\ 4s^1$। সুতরাং 'A' এর ইলেকট্রন বিন্যাসে আউফবাউ নীতির ব্যতিক্রম ঘটেছে। কারণ, 4s পূর্ণ • না করেই 3d তে ইলেকট্রন ঢুকেছে।

**২৫।** **[কু. বো. ২১]**

(i) H-পরমাণুর পারমাণবিক বর্ণালি:

n-এর মান




(ii) $X^{3+} \longrightarrow (n-1)d^5; n = 4$

**(ক) ইলেকট্রন আসক্তি কী?** ১

**(খ) খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণে ভিনেগারের ভূমিকা কী?** ২

**(গ) উদ্দীপকের B সিরিজের একটি রেখার তরঙ্গদৈর্ঘ্য 486 nm হলে ইলেকট্রনটি কোন শক্তিস্তর হতে ফিরিয়ে আনা হলো- গাণিতিকভাবে দেখাও।** ৩

**(ঘ) উদ্দীপকের X মৌলটির সর্বশেষ শক্তিস্তরের ইলেকট্রনের সাহায্যে পলির বর্জন নীতি ব্যাখ্যা করো।** ৪

**উত্তরঃ**

**(ক)** গ্যাসীয় অবস্থায় কোনো মৌলের। মোল পরমাণুর প্রতিটি বিচ্ছিন্ন পরমাণুর সর্ববহিঃস্থ স্তরে অসীম দূরত্ব থেকে একটি করে । মোল ইলেকট্রন সংযোগ করে একে এক মোল ঋণাত্মক আয়নে পরিণত করলে যে পরিমাণ শক্তি বিমুক্ত হয় তাকে ঐ মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি বলে।

**(খ)** ভিনেগার হিসেবে এসিটিক অ্যাসিড ব্যবহার করা হয়। ভিনেগারে 6-10% এসিটিক অ্যাসিড থাকে। ভিনেগার খাদ্যের pH কমাতে ভূমিকা রাখে। ভিনেগার খাদ্যের ব্যাকটেরিয়া ও ঈস্টের বিরুদ্ধে প্রতিরোধ গড়ে · তোলে বা ধ্বংস করে। এটি আচার ও সস তৈরিতে ব্যাপক ব্যবহৃত হয় ।

**(গ)** এখানে,

$n_f = 2$

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 486\ nm$

$= 486 \times 10^{-7}\ cm$

রিডবার্গ ধ্রুবক,

$R_H = 109678 cm^{-1}$

$n_i =$ কত?

আমরা জানি,

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

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 109678\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_i^2}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{486 \times 10^{-7}} = 109678\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n_i^2}\right)$$

$$\Rightarrow 20576.13 = 109678\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n_i^2}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{20576.13}{109678} = \frac{1}{4} - \frac{1}{n_i^2}$$

$$\Rightarrow 0.187605 = \frac{1}{4} - \frac{1}{n_i^2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{n_i^2} = \frac{1}{4} - 0.187605$$

$$\Rightarrow n_i^2 = 0.0624$$

$$n_i = 4\frac{1}{0.0624} = 16.02$$

**(ঘ)** উদ্দীপকের X মৌলটির স্থিতিশীল আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস $X^{3+} \rightarrow (n-1)d^5; n = 4$

যেহেতু $n = 4$, সেহেতু $X \rightarrow Fe$

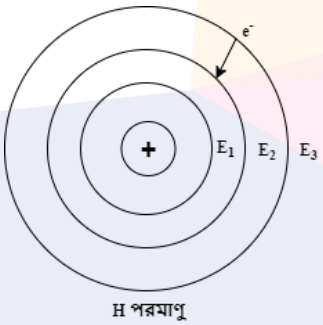
$Fe(26) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$

4s অরবিটালের দুটি ইলেকট্রনের জন্য $n = 4, l = 0, m = 0, s = \pm\frac{1}{2}$

এখানে, n, $l$, m এর মান একই, কিন্তু স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা ভিন্ন। পলির বর্জন নীতি অনুযায়ী, দুটি ইলেকট্রনের জন্য চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান একই নয় ।

সুতরাং, X মৌলটির 4s অরবিটালের ইলেকট্রন দুটি পলির বর্জন নীতি মেনে চলে।

**২৬।** **[চ. বো. ২২]**




**(ক) কোয়ান্টাম সংখ্যার সংজ্ঞা দাও ।** ১

**(খ) NaCl ও $MgCl_2$ এর মধ্যে কোনটি অধিক আয়নিক এবং কেন?** ২

**(গ) উদ্দীপকে প্রদর্শিত ইলেকট্রন স্থানান্তরে বিকিরিত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় করো।** ৩

**(ঘ) উদ্দীপকে $E_1$ ও $E_2$ স্তরের মধ্যে কোনটির শক্তি বেশি? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো।** ৪

**উত্তরঃ**

**(ক)** পরমাণুর ইলেকট্রনের শক্তিস্তরের আকার, আকৃতি, ত্রিমাত্রিক দিক বিন্যাস, ইলেকট্রনের ঘূর্ণনের দিক নির্দেশকারী চারটি রাশিকে একত্রে কোয়ান্টাম সংখ্যা বলে।

**(খ)** NaCl ও $MgCl_2$ যৌগে অ্যানায়ন ($Cl^-$) একই। কিন্তু ক্যাটায়ন ভিন্ন ($Na^+$ ও $Mg^{2+}$)। ফাযানের নীতি অনুসারে, ক্যাটায়নের আকার যত ছোট, তার পোলারায়ন ক্ষমতা তত বেশি। $Na^+$ এর চেয়ে $Mg^{2+}$ আয়নের আকার ছোট। তাই, $Mg^{2+}$ আয়ন $Cl^-$ কে বেশি পোলারায়িত করবে। সুতরাং, NaCl অধিক আয়নিক।

**(গ)** প্রদত্ত ইলেকট্রনটি $E_3$ শক্তিস্তর থেকে $E_2$ শক্তিস্তরে গমন করে। এখানে $E_3$ শক্তিস্তরটি ৩য় প্রধান শক্তিস্তর ও $E_2$ শক্তিস্তরটি ২য় প্রধান শক্তিস্তর। এই ধাপান্তরের সময় বিকিরিত শক্তি,

এখানে,

$E_3$ = তৃতীয় কক্ষপথের শক্তি

$E_2$ = দ্বিতীয় কক্ষপথের শক্তি

$$\Delta E = E_3 - E_2$$
$$= h\nu$$
$$= h\frac{c}{\lambda}$$

আবার এখানে,

রিডবার্গ ধ্রুবক, $R_H = 10.97 \times 10^6 m^{-1}$

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda =$ ?

$n_1 = 2$

$n_2 = 3$

আমরা জানি,

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$
$$= 10.97 \times 10^6 \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)$$
$$= 1.523 \times 10^6 m^{-1}$$
$$\therefore \Delta E = 6.624 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8 \times 1.523 \times 10^6 J$$
$$= 3.026 \times 10^{-19} J$$

সুতরাং, উপরোক্ত গণনানুসারে শোষিত শক্তির পরিমাণ $3.026 \times 10^{-19} J$ ।

**(ঘ)** উদ্দীপকে হাইড্রোজেন পরমাণুর তিনটি শক্তিস্তর দেখানো হয়েছে। আমরা জানি, শক্তিস্তর বৃদ্ধির সাথে সাথে প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা n বৃদ্ধি পায়। সুতরাং $E_1$ কক্ষপথে n এর মান 1 এবং $E_2$ কক্ষপথে n এর মান 2।

আমরা জানি,

$$E_n = \frac{-2\pi^2 m Z^2 e^4}{n^2 h^2} \ldots\ldots\ldots \text{(i)}$$

(i) নং সমীকরণটি হাইড্রোজেনের অনুরূপ পরমাণুর n-তম কক্ষে আবর্তনশীল ইলেকট্রনের শক্তি নির্দেশ করে।

এখানে,

$h = 6.626 \times 10^{-27}$ erg.s

$\pi = 3.14$

ইলেকট্রনের ভর, $m = 9.11 \times 10^{-28} g$

ইলেকট্রনের আধান, $e = 4.8 \times 10^{-10} esu$

$$E = \frac{-2 \times (3.14)^2 \times 9.11 \times 10^{-28} \times Z^2 \times (4.8 \times 10^{-10})}{(6.626 \times 10^{-27}) \times n^2}$$

$$= -2.18 \times 10^{-11} \times \frac{Z^2}{n^2} \text{erg}$$

$$= -2.18 \times 10^{-11} \times 10^{-7} \times \frac{Z^2}{n^2} \text{J}$$

$$= -2.18 \times 10^{-18} \text{J} \times \frac{Z^2}{n^2}$$

H পরমাণুর ক্ষেত্রে, Z = 1 হলে

$$E_n = -2.18 \times 10^{-18} \text{J} \times \frac{1}{n^2}$$

১ম কক্ষের শক্তি $E_1 = -2.18 \times 10^{-18} \text{J}$

∴ H পরমাণুর দ্বিতীয় কক্ষপথের শক্তি,

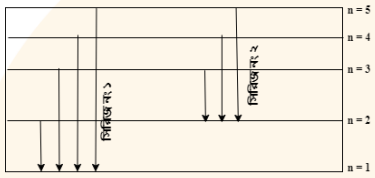
$$E_2 = -2.18 \times 10^{-18} \text{J} \times \frac{1}{(2)^2}$$

বা, $E_2 = -5.45 \times 10^{-19}$

যেহেতু

$-2.18 \times 10^{-18} < -5.45 \times 10^{-19}$। সেহেতু $E_1$ অপেক্ষা $E_2$ এর শক্তি বেশি হবে।

**২৭।** **[চ. বো. ২১]**



চিত্রঃ হাইড্রোজেনের বিকিরণ বর্ণালির উৎস

(i) 10.

(ii) $Mg(12) - 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

**(ক) ভিনেগার কী?** ১

**(খ) $HClO_4$ ও $H_2SO_4$ এর মধ্যে কোনটি তীব্র অম্ল- ব্যাখ্যা করো।** ২

**(গ) উদ্দীপকে (ii) এ উল্লিখিত ইলেকট্রন বিন্যাসের সর্বশেষ ইলেকট্রন দুটির ক্ষেত্রে পলির বর্জন নীতির প্রয়োগ দেখাও।** ৩

**(ঘ) উদ্দীপক (i) এ সিরিজ দুটির কোনটি দৃশ্যমান বর্ণালি প্রদর্শন করে— গাণিতিকভাবে মূল্যায়ন করো ।** ৪

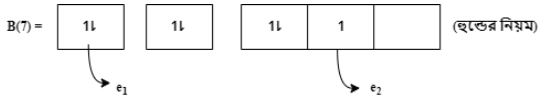
**উত্তরঃ**

**(ক)** অ্যাসিটিক অ্যাসিডের ($CH_3COOH$) 6-10% জলীয় দ্রবণকে ভিনেগার বলে ।

**(খ)** $H_2SO_4$ এবং $HClO_4$ এর মধ্যে $HClO_4$ বেশি শক্তিশালী অ্যাসিড। কারণ অক্সি এসিউসমূহের কেন্দ্রীয় পরমাণুর জারণ মান যত বেশি হবে তা তত বেশি শক্তিশালী হয়। এখানে $H_2SO_4$ এ S এর জারণ মান (+6) কিন্তু $HClO_4$ এ Cl এর জারণ মান (+ 7)। তাই $HClO_4$ বেশি শক্তিশালী অ্যাসিড।

**(গ)** উদ্দীপকে যে ইলেকট্রন বিন্যাসগুলো লেখা হয়েছে তা হলো :

$A(19): 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1$ (আউফবাউ নিয়ম)




ইলেকট্রন বিন্যাসদ্বয়ের সঠিকতা উপযুক্ত কারণসহ নিম্নে বিশ্লেষণ করা হলো:

A এর ইলেকট্রন বিন্যাস:

$A(19): 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1$

উদ্দীপক অনুসারে A এর ইলেকট্রন বিন্যাসটি আউফবাউ নিয়মে গঠিত।

আমরা জানি, আউফবাউ নীতি অনুসারে, ইলেকট্রন কমশক্তিসম্পন্ন অরবিটালে প্রথমে প্রবেশ করবে।

আমরা জানি, কোন অরবিটালের শক্তির মান (n + l) এর মানের উপর নির্ভর করে ।

এখানে, A এর সর্বশেষ ইলেকট্রন 3d অরবিটালের প্রবেশ করেছে।

কিন্তু 3d এর শক্তির মান; ( 3 + 2) = 5 [ যেখানে, n = 3, $l$ = 2]

আবার, 4s এর শক্তির মান, (4+0) = 4 [ যেখানে, n = 4, $l$ = 0 ]

এখানে, দেখা যায় যে, 3d অরবিটালের চেয়ে 4s অরবিটালের শক্তি কম। তাই আউফবাউ নীতি অনুযায়ী, A এর সর্বশেষ ইলেকট্রন 3d তে প্রবেশ না করে 4s-এ প্রবেশ করবে আউফবাউ নীতি অনুসারে A- এর ইলেকট্রন বিন্যাস—

$A(19): 1s^2 - 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

আবার, B(7) এর ক্ষেত্রে ছাত্রের লেখা ইলেক্ট্রন বিন্যাস

= B (7) : [1↓] [1↓] [1↓] [1][ ] (হুন্ডের নিয়ম)

কিন্তু হুণ্ডের নিয়ম অনুসারে ইলেক্ট্রনগুলো অরবিটালে এমনভাবে প্রবেশ করবে যেন সর্বোচ্চ সংখ্যক ইলেক্ট্রন অযুগ্ম অবস্থায় থাকে।

তাই প্রকৃত ইলেক্ট্রন বিন্যাস হবে - [1↓] [1↓] [1] [1][1]

উপরিউক্ত আলোচনা সাপেক্ষে বলা যায় যে, উদ্দীপকের ছাত্রের লিখা ইলেক্ট্রন বিন্যালে দুটির কোনটিই সঠিক নয়।

**(ঘ)** উদ্দীপক (i) এ হাইড্রোজেনের বিকিরণ বর্ণালি দেখানো হয়েছে। সিরিজ নং-১ এ ইলেকট্রন বিভিন্ন শক্তিস্তর হতে প্রথম শক্তিস্তরে প্রবেশ করেছে এবং সিরিজ নং-২ এ দ্বিতীয় শক্তিস্তরে প্রবেশ করেছে।

আমরা জানি,

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

প্রথম সিরিজের জন্য $n_1$ এর মান =1

$n_2$ = এর সর্বনিম্ন মান = 2

$n_2$ এর সর্বোচ্চ মান = ∞

রিডবার্গ ধ্রুবক,

$R_H = 109678 cm^{-1}$

$= 10967800 m^{-1}$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda$ = ?

$n_2$ এর সর্বনিম্ন মানের জন্য তরঙ্গদৈর্ঘ্য পাই,

$$\frac{1}{\lambda} = 10967800 \times \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2}\right)$$

বা, $\lambda = 1.216 \times 10^{-7}\text{m} = 121.6\text{nm}$

$n_2$ এর সর্বোচ্চ মানের জন্য তরঙ্গদৈর্ঘ্য পাই,

$$\frac{1}{\lambda} = 10967800 \times \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty}\right)$$

বা,

$$\lambda = 91.2 \times 10^{-9}\text{m} = 91.2\text{nm}$$

সুতরাং সিরিজ নং-১ এ সৃষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্য 91.2 nm থেকে 121.6nm পর্যন্ত। আবার, সিরিজ নং-২ এর জন্য $n_1$ এর মান = 2

$n_2$ এর সর্বনিম্ন মান = 3

$n_2$ এর সর্বোচ্চ মান = ∞

$n_2$ এর সর্বনিম্ন মানের জন্য তরঙ্গদৈর্ঘ্য পাই,

$$\frac{1}{\lambda} = 10967800 \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)$$

বা, $\lambda = 6.564 \times 10^{-7}\text{m} = 656\text{nm}$

আবার, $n_2$ এর সর্বোচ্চ মানের জন্য তরঙ্গদৈর্ঘ্য পাই,

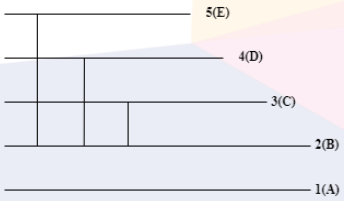
$$\frac{1}{\lambda} = 10967800 \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty}\right)$$

বা, $\lambda = 3.647 \times 10^{-7}\text{m} = 365\text{nm}$

সুতরাং, সিরিজ নং-২' এ নির্গত তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সীমা 365 nm থেকে 656 nm ।

আমরা জানি, দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 380 nm হতে 780nm সুতরাং, সিরিজ নং-২ এ দৃশ্যমান বর্ণালি প্রদর্শন করবে।

**২৮।** **[কু. বো. ১৯]**




**(ক) লিগ্যান্ড কাকে বলে?** ১

**(খ) কপারের সাধারণ ইলেকট্রন বিন্যাস ব্যতিক্রম দেখায় কেন?** ২

**(গ) কোয়ান্টাম সংখ্যা ব্যবহার করে D শক্তিস্তরের অরবিটাল সংখ্যা নির্ণয়পূর্বক মোট ইলেকট্রন সংখ্যা গণনা করো ।** ৩

**(ঘ) B শক্তিস্তরের তৃতীয় রেখার তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের বর্ণ দৃশ্যমান হবে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।** ৪

**উত্তরঃ**

**(ক)** জটিল যৌগ গঠনের সময় যে অণু বা আয়ন ইলেকট্রন জোড় দান করে তাকে লিগ্যান্ড বলে।

**(খ)** ইলেকট্রন বিন্যাসের নিয়মানুযায়ী, যদি d-উপস্তরে পূর্ণতার চেয়ে 1 টি ইলেকট্রন কম থাকে অর্থাৎ 9 টি ইলেকট্রন থাকে তবে পরবর্তী শক্তিস্তরের s-অরবিটাল থেকে এটি ইলেকট্রন 'পূর্ববর্তী শক্তিস্তরের d অরবিটালে স্থানান্তরিত হয়। এর ফলে d-উপস্তরে 10 টি ইলেকট্রন অর্জিত হয়ে পূর্ণ হয় এবং অধিক স্থিতিশীল হয়। যেমন:

$Cu(29) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9 4s^2$ এর পরিবর্তে,

$Cu(29) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ (অধিক স্থিতিশীল)

তাই বলা যায় মূলত ইলেকট্রন বিন্যাসে স্থিতিশীলতা অর্জনের লক্ষ্যে Cu এর ইলেকট্রন বিন্যাস সাধারণ ইলেকট্রন বিন্যাসের ব্যতিক্রম হয়।

**(গ)** উদ্দীপকে উল্লিখিত P শেলটিতে n = 4

| প্রধান শক্তিস্তর (n) | সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা ($l$) | ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা (m) | স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা (s) | ইলেকট্রন সংখ্যা |
|---|---|---|---|---|
| n = 4 | $l$ = 0 | m = 0 | $(-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2})$ | 2টি |
| | $l$ =1 | m = +1, 0, -1 | $(-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2})$ 3 | 6টি |
| | $l$ = 2 | m = +2, +1, 0, -1, -2 | $(-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2})$ 5 | 10টি |
| | $l$ = 3 | m = +3, +2, +1, 0, -1, -2, -3 | $(-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2})$ 7 | 14টি |
| | | মোট ইলেকট্রন সংখ্যা | | 32টি |

সুতরাং, উদ্দীপকের সর্বশেষ শক্তিস্তরে মোট অরবিটাল সংখ্যা (1+3+5+7) বা 16টি এবং ইলেকট্রন সংখ্যা 32টি।

**(ঘ)** B শক্তি স্তরের তৃতীয় রেখার ক্ষেত্রে, $n_1 = 2$ এবং $n_2 = 5$

এখানে,

রিডবার্গ ধ্রুবক $R_H = 109678 cm^{-1}$

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda =$ ?

$n_1 = 2$

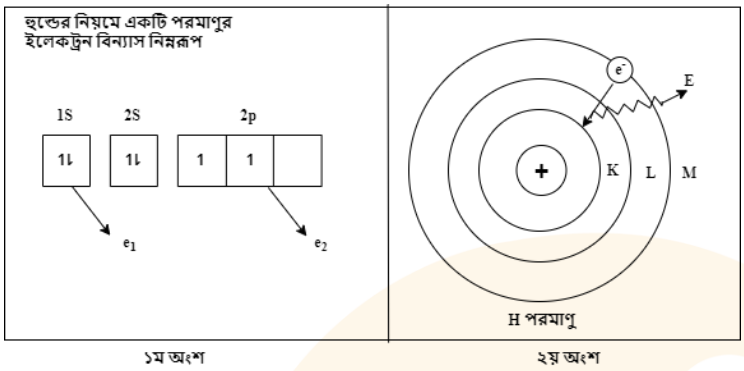
$n_2 = 5$

আমরা জানি,

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$
$$= 109678\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2}\right)$$
$$\frac{1}{\lambda} = 23032.38\text{cm}^{-1}$$
$$\therefore \lambda = \frac{1}{23032.38}\text{cm}$$
$$= 4.341 \times 10^{-5}\text{cm}$$
$$= 4.341 \times 10^{-5} \times 10^{7}\text{nm}$$
$$= 434.171\text{nm}$$

আমরা জানি, দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 380-780 nm দৃশ্যমান অঞ্চলে 424 - 450nm তরঙ্গ দৈর্ঘ্য সাধারণত নীল বর্ণ প্রদর্শন করে। যেহেতু B শক্তিস্তরের তৃতীয় রেখার তরঙ্গদৈর্ঘ্য 434.171 nm । তাই এটি দৃশ্যমান হবে এবং নীল বর্ণ প্রদর্শন করবে।

**২৯।** **[ব. বো. ১৯]**




**(ক) আউফবাউ নীতিটি বিবৃত করো।** ১

**(খ) HCI পোলার যৌগ কেন?** ২

**(গ) $e_1$ এবং $e_2$ এর ক্ষেত্রে পলির বর্জন নীতি প্রযোজ্য কিনা- ব্যাখ্যা করো।** ৩

**(ঘ) উদ্দীপকের বিকিরণটি চিকিৎসা ক্ষেত্রে না কি জাল টাকা শনাক্ত করতে ব্যবহৃত হয়? বিশ্লেষণ করো।** ৪

**উত্তরঃ**

**(ক)** পরমাণুতে বিদ্যমান ইলেকট্রনগুলো প্রথমে নিম্নতম শক্তিস্তরের অরবিটাল পূর্ণ করবে এবং পরে ক্রমান্বয়ে উচ্চতর শক্তিস্তরের অরবিটাল পূরণ করবে। এটাই আউফবাউ নীতি ।

**(খ)** HCI যৌগে Cl এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা 3.0 এবং H এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা 2.1। সুতরাং তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য 0.9 অধিক তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্যের কারণে শেয়ারকৃত ইলেকট্রন মেঘের ঘনত্ব অধিক তড়িৎঋণাত্মক Cl পরমাণুর দিকে বেশি আকৃষ্ট হয়। ফলে Cl পরমাণুর আংশিক ঋণাত্মক ও H পরমাণুতে আংশিক ধনাত্মক চার্জ সৃষ্টি হয়।

$$H \overset{\curvearrowright}{-} Cl \longrightarrow \overset{\delta+}{H} - \overset{\delta-}{Cl}$$

বিপরীত মেরুযুক্ত প্রান্ত সৃষ্টি হয় বলে HCl পোলার যৌগ।

**(গ)** উদ্দীপকের $e_1$ হলো $1s^2$। যার হুন্ডের নিয়ম অনুযায়ী ইলেকট্রন বিন্যাস $1s^2$ = [1] । $e_1$ ইলেকট্রন অরবিটালে 2টি ইলেকট্রন অর্থাৎ $1s^1$ ও $1s^1$ বিদ্যমান। নিচে এ দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান দেয়া হলো—

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $1s^1$ ইলেকট্রনের জন্য | n=1 | $l = 0$ | m = 0 | $s = +\frac{1}{2}$ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $1s^2$ ইলেকট্রনের জন্য | n=1 | $l = 0$ | m = 0 | $s = -\frac{1}{2}$ |

আবার, উদ্দীপকের $e_2$ হলো $2p_y^1$ । $e_2$অরবিটালে 1টি ইলেকট্রন বিদ্যমান যার চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান হলোঃ

| | | | |
|---|---|---|---|
| n = 2 | $l = 1$ | m = 0 | $s = +\frac{1}{2}$ |

আমরা জানি, পলির বর্জন নীতি অনুসারে, কোন মৌলের দুইটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান একই হতে পারে না। উদ্দীপকের $e_1$ অরবিটালে দুটি ইলেকট্রনের s এর মান ভিন্ন এবং $e_2$ অরবিটালে ইলেকট্রনের n ও $l$ এর মান ভিন্ন।

অতএব, উদ্দীপকের $e_1$ ও $e_2$ এর ক্ষেত্রে পলির বর্জন নীতি প্রযোজ্য।

**(ঘ)** অর্থাৎ বিকিরণটির ফলে বিকিরিত শক্তির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $\lambda$ হলে

উদ্দীপক অনুসারে,

$n_i = 3$

$n_f = 1$

রিডবার্গের ধ্রুবক, $R_H = 109678 cm^{-1}$

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

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

$$= 109678\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2}\right)$$

$$= 109678\left(1 - \frac{1}{3^2}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 109678 \times \frac{8}{9} cm$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{9}{109678 \times 8} cm^{-1}$$

$$\Rightarrow \lambda = 1.0257 \times 10^{-5} cm^{-1}$$

$$\Rightarrow \lambda = 102.57 \times 10^{-7} cm^{-1}$$

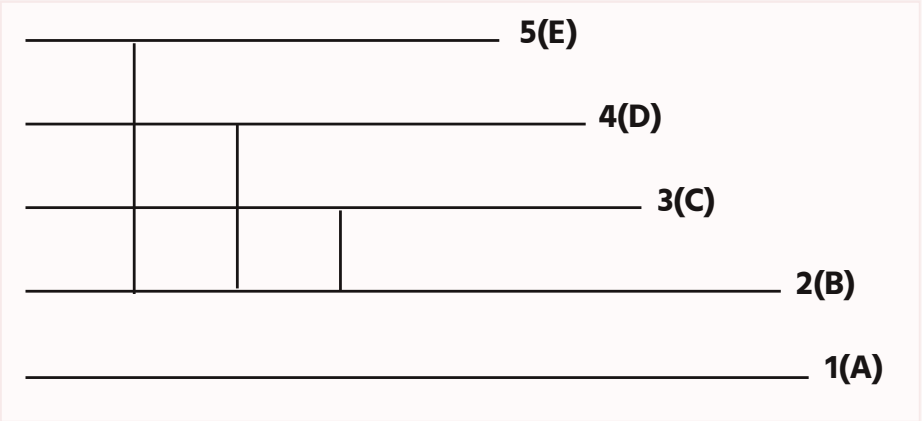
$$\therefore \lambda = 102.57 nm$$

বিকিরণের ফলে নির্গত রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 102.57 nm যা অতিবেগুনি বা UV অঞ্চলে অবস্থিত। সুতরাং উদ্দীপকের বিকিরণটি জাল টাকা শনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয়।

নিচে জাল টাকা শনাক্তকরণে UV রশ্মির ব্যবহার বিশ্লেষণ করা হলো- টাকার উপর যে কালির প্রলেপ দেওয়া হয় তাতে এমন UV ফ্লোরোসেন্স উপাদান থাকে, যাতে করে নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সির UV আলো পড়লেই কেবল এটি আলোককে প্রতিফলিত করে। এ কালি শুধুমাত্র নির্দিষ্ট তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের UV আলোর নিচেই দৃশ্যমান হয়। সাধারণ অবস্থায় এটি খালি চোখে দেখা সম্ভব নয়। UV রশ্মি উৎপাদনকারী যন্ত্র থেকে নির্দিষ্ট তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের UV আলো যখন ব্যাংক নোটের উপর ফেলা হয়। তখন বিশেষ কালিতে উপস্থিত ফ্লোরোসেন্স ফসফোর বিক্রিয়া করে দৃশ্যমান আলো সৃষ্টি করে।

এভাবে অতি সহজে প্রকৃত ব্যাংক নোট বা জাল টাকা শনাক্ত করা যায়।

৩০।




**ক. লিগ্যান্ড কাকে বলে?**

**খ. কপারের সাধারণ ইলেকট্রন বিন্যাস ব্যতিক্রম দেখায় কেন?**

**গ. কোয়ান্টাম সংখ্যা ব্যবহার করে উপশক্তি স্তরের অরবিটাল সংখ্যা নির্ণয়পূর্বক মোট ইলেকট্রন সংখ্যা গণনা করো ।**

**ঘ. শক্তিস্তরের তৃতীয় রেখার তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের বর্ণ দৃশ্যমান হবে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো ।**

**উত্তরঃ**

**ক.** জটিল যৌগ গঠনের সময় যে অণু বা আয়ন ইলেকট্রন জোড় দান করে তাকে লিগ্যান্ড বলে ।

**খ.** ইলেকট্রন বিন্যাসের নিয়মানুযায়ী, যদি d—উপস্তরে পূর্ণতার চেয়ে 1 টি ইলেকট্রন কম থাকে অর্থাৎ 9 টি ইলেকট্রন থাকে তবে পরবর্তী শক্তিস্তরের s—অরবিটাল থেকে এটি ইলেকট্রন পূর্ববর্তী শক্তিস্তরের d অরবিটালে স্থানান্তরিত হয় । এর ফলে d—উপস্তরে 10 টি ইলেকট্রন অর্জিত হয়ে পূর্ণ হয় এবং অধিক স্থিতিশীল হয় । যেমন:

$Cu(29) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9 4s^2$ এর পরিবর্তে,

$Cu(29) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ (অধিক স্থিতিশীল)

তাই বলা যায় মূলত ইলেকট্রন বিন্যাসে স্থিতিশীলতা অর্জনের লক্ষ্যে Cu এর ইলেকট্রন বিন্যাস সাধারণ ইলেকট্রন বিন্যাসের ব্যতিক্রম হয়।

**গ.** উদ্দীপকে উল্লেখিত D শক্তিস্তরে n = 4, অর্থাৎ প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যার মান 4 । D শক্তিস্তরে অরবিটালের সংখ্যা নির্ণয় পূর্বক মোট ইলেকট্রন সংখ্যা নির্ণয় করা হলো-

| প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা (n) | সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা ($l$) | ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা (m) | অরবিটাল সংখ্যা | স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা(s) | ইলেকট্রন সংখ্যা | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | উপশক্তি স্তর | প্রধান শক্তি স্তর |
| 4 | 0 | 0 | 1 | $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ | 2 | 32 |
| | 1 | -1, 0, +1 | 3 | $3\left(+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right)$ | 6 | |
| | 2 | -2, -1, 0, +1, +2 | 5 | $5\left(+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right)$ | 10 | |
| | 3 | -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3 | 7 | $7\left(+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right)$ | 14 | |

সুতরাং উপশক্তিস্তরে মোট ইলেকট্রন সংখ্যা ৩২টি ।

**ঘ.** B শক্তি স্তরের তৃতীয় রেখার ক্ষেত্রে, $n_1 = 2$ এবং $n_2 = 5$

আমরা জানি,

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

$= 109678\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2}\right)$

$\frac{1}{\lambda} = 23032.38cm^{-1}$

$\therefore \lambda = \frac{1}{23032.38} \cdot cm$

$= 4.341 \times 10^{-5}cm$

$= 4.341 \times 10^{-5} \times 10^{7}nm$

$= 434.171nm$

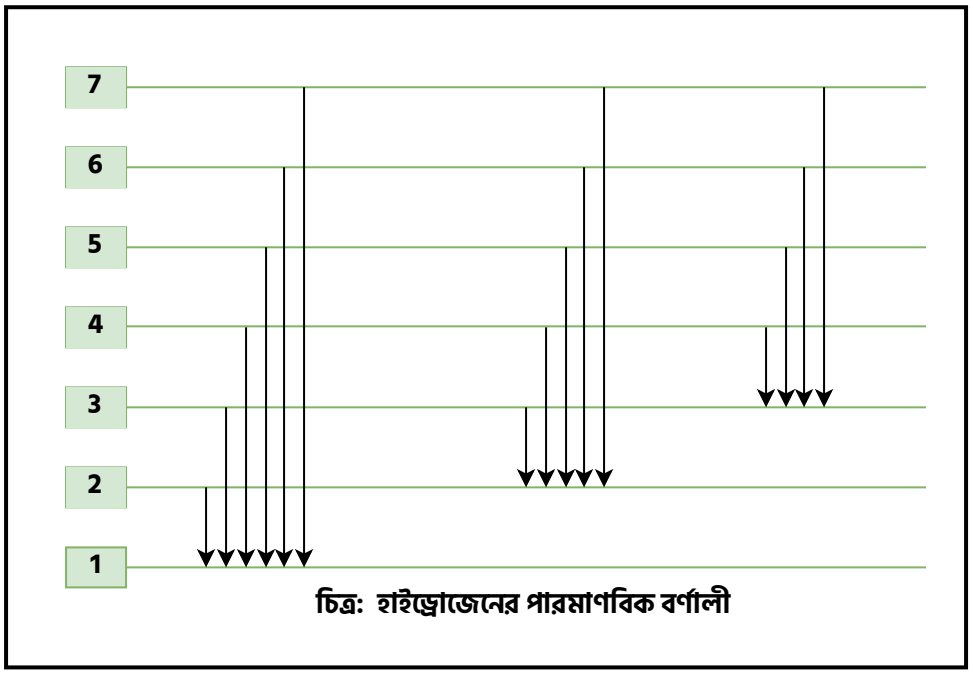
এখানে, রিডবার্গ ধ্রুবক, $R_H = 109678cm^{-1}$

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

$n_1 = 2\ n_2 = 5$

আমরা জানি, দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 380-780 nm দৃশ্যমান অঞ্চলে 424-450 nm । তরঙ্গ দৈর্ঘ্য সাধারণত নীল বর্ণ প্রদর্শন করে । যেহেতু B শক্তিস্তরের তৃতীয় রেখার তরঙ্গদৈর্ঘ্য 434.171 nm । তাই এটি দৃশ্যমান হবে এবং নীল বর্ণ প্রদর্শন করবে ।

৩১।




চিত্র: হাইড্রোজেনের পারমাণবিক বর্ণালী

ক. কলয়েড কাকে বলে?

খ. $H_2S$ অপেক্ষা $H_2O$ এর স্ফুটনাঙ্ক উচ্চ কেন?

গ. উদ্দীপকের ধারণা অনুসারে মৌল শনাক্ত করা যায় ব্যাখ্যা করো।

ঘ. উদ্দীপকের চিত্রে বহুসংখ্যক রেখা সৃষ্টির কারণ বিশ্লেষণ করো।

**উত্তরঃ**

**ক.** একটি পদার্থ (কঠিন তরল বা গ্যাসীয়) অপর একটি পদার্থের (কঠিন, তরল বা গ্যাসীয়) মধ্যে $10^{-7}$থেকে $10^{-5}$ cm ব্যাসার্ধবিশিষ্ট কণারূপে বিস্তৃত থেকে যে দ্বি-দশাবিশিষ্ট স্থায়ী অসমসত্ত্ব সিস্টেম উৎপন্ন করে তাকে কলয়েড বলে।

**খ.** পানির স্ফুটনাঙ্ক 100°C এবং $H_2S$ এর স্ফুটনাঙ্ক – 60°C | এর প্রধান কারণ হলো- হাইড্রোজেন বন্ধন। পানির অণু পোলার এবং $H_2S$ এর অণু অপোলার। পোলার অণু পানিতে H বন্ধন গঠন সম্ভব হলেও অপোলার অণু $H_2S$এ H-বন্ধন গঠন সম্ভব নয়।

হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণেই পানি তরল অবস্থায় বিরাজ করে। হাইড্রোজেন বন্ধন না থাকলে পানি $H_2S$ এর ন্যায় গ্যাসীয় অবস্থায় বিরাজ করত। সুতরাং হাইড্রোজেন বন্ধনের কারণে পদার্থের ভৌত অবস্থার পরিবর্তন ঘটে। হাইড্রোজেন বন্ধনের উপস্থিতির কারণে পানির অণুসমূহ পরস্পরকে আকর্ষণ করে গুচ্ছ আকারে সংঘবদ্ধ থাকে। ফলে আন্তঃআণবিক দুরত্ব কমে যাওয়ায় পানি তরল অবস্থা প্রাপ্ত হয়।

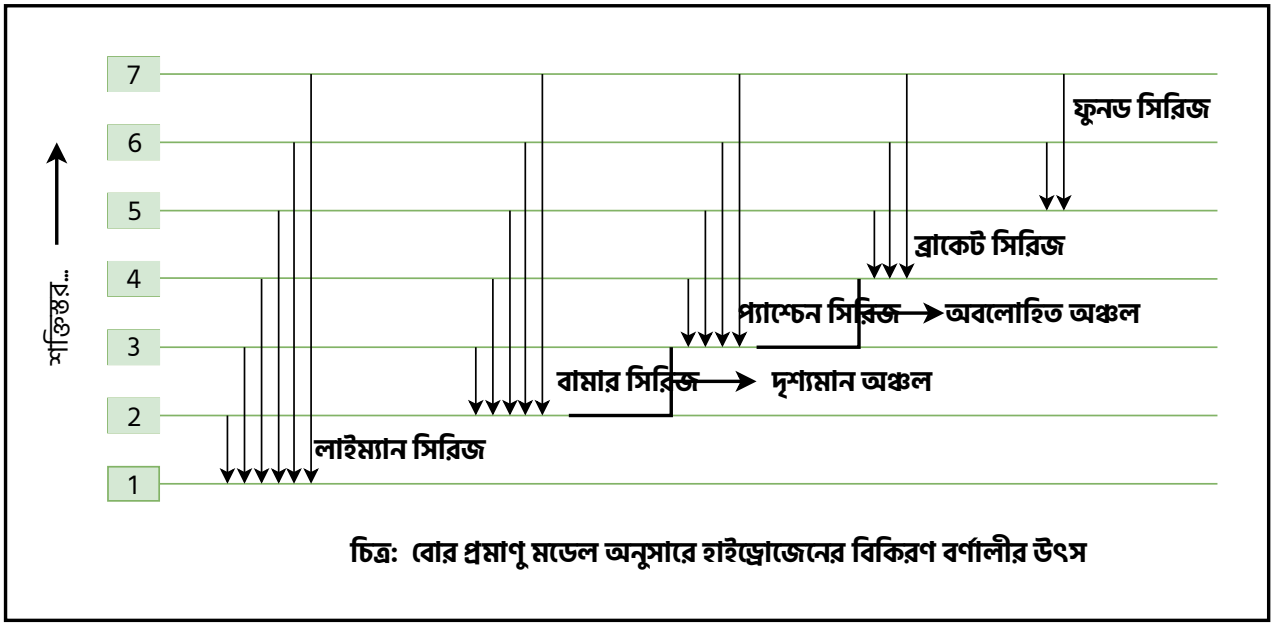
অপরদিকে, $H_2S$ অণুসমূহের মধ্যে আন্তঃআণবিক হাইড্রোজেন বন্ধন গঠন সম্ভব নয় বলে এরা পৃথক অণু হিসেবে গ্যাসীয় অবস্থায় থাকে। $H_2S$ অণুসমূহের মধ্যে দুর্বল ভ্যানডার ওয়ালস বলের উপস্থিতি রয়েছে।

**গ.** উদ্দীপকে মূলত পারমাণবিক রেখা বর্ণালীর উল্লেখ করা হয়েছে। পারমাণবিক রেখা বর্ণালীর সাহায্যে মৌল সনাক্ত করা যায়। নিচে তা আলোচনা করা হলো-

কোন মৌলকে নিম্নচাপে রেখে তাপ বা বিদ্যুৎক্ষরণ দ্বারা উদ্দীপিত করলে, ঐ মৌলের ইলেকট্রনগুলো শক্তি শোষণ করে নিম্ন শক্তির অরবিটাল হতে উচ্চ শক্তির অরবিটালে গমন করে। খুব অল্প সময়ের ব্যবধানে ইলেকট্রনগুলো শক্তি বিকিরণ করে নিম্নশক্তির অরবিটালে নেমে আসে। এ বিকীর্ণশক্তিকে বর্ণালীবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে বিশ্লেষণ করলে যন্ত্রের ফটোগ্রাফিক প্লেটে বিভিন্ন রঙিন বা বর্ণহীন রেখার সমাহার পাওয়া যায়। এ রেখার সমাহারই মূলত রেখা বর্ণালী বা পারমাণবিক বর্ণালী। আদর্শ রেখা বর্ণালী সৃষ্টির জন্য Ru পাউডার ব্যবহার করা হয় । Ru পাউডারে প্রায় ৫০টি মৌল থাকে এবং এ পাউডার থেকে সৃষ্ট বর্ণালীতে বিভিন্ন মৌলের জন্য নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের রেখা থাকে। কোন অজ্ঞাত মৌল বা নমুনাকে উদ্দীপিত করে বর্ণালী সৃষ্ট করলে বর্ণালীতে অসংখ্য রেখার উৎপত্তি হয়। বর্ণালীতে সৃষ্ট কিছু উজ্জ্বল রেখার কোন পরিবর্তন হয় না, এধরনের রেখাকে নাছোড় রেখা বলে। এ নাছোড় রেখার নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্য থাকে এবং এ রেখাকে আদর্শ পারমাণবিক রেখা বর্ণালীর সাথে তুলনা করে মৌল সনাক্ত করা হয়। যেমন সোডিয়াম ধাতুকে নিম্নচাপে কাঁচ পাত্রে সংরক্ষণ করে তার ভেতর তড়িৎক্ষরণ করলে হলুদ বর্ণের আলো বিকিরিত হয়। এ হলুদ বর্ণের আলোককে বর্ণালীবীক্ষণ যন্ত্রে বিশ্লেষণ করলে সবুজ বর্ণের একটি উজ্জ্বল রেখা বর্ণালীবীক্ষণ যন্ত্রের ফটোগ্রাফিক প্লেটে দৃশ্যমান হয়। সবুজ বর্ণের এ রেখা দ্বারা এভাবে সোডিয়াম ধাতু সনাক্ত করা হয়।

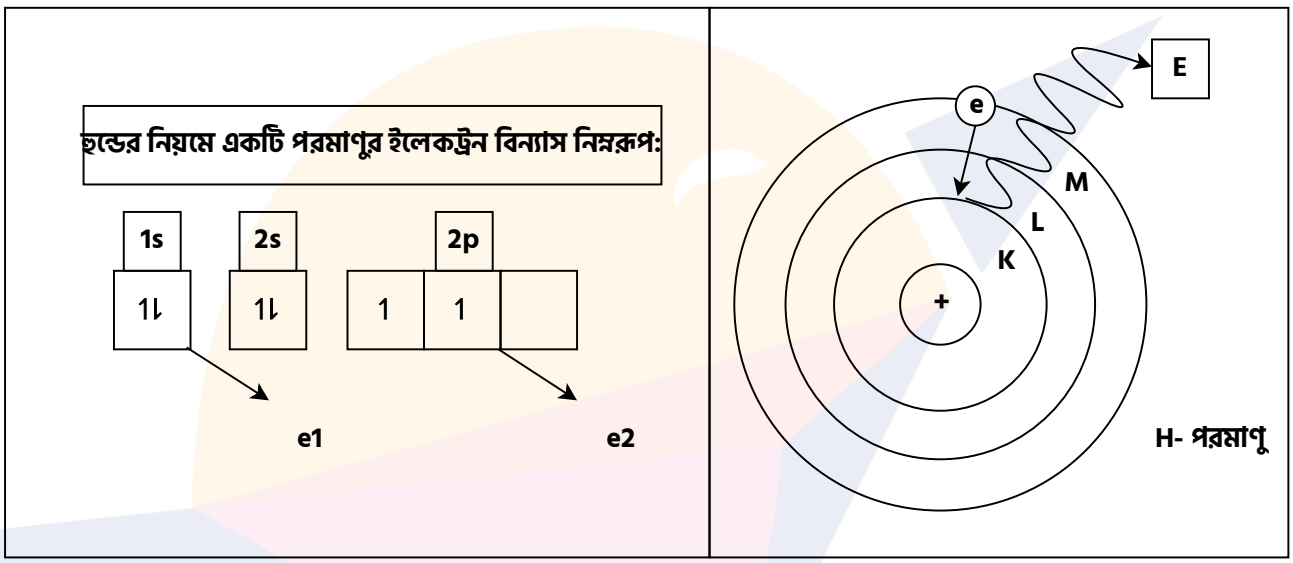
**ঘ.** বোরের তত্ত্বের সাহায্যে হাইড্রোজেনের পারমাণবিক বর্ণালিতে রেখাগুচ্ছের যে পাঁচটি সারি দেখা যায় তাদের উৎস সম্পর্কে যুক্তিপূর্ণ ব্যাখ্যা পাওয়া যায়। সাধারণ অবস্থায় হাইড্রোজেন পরমাণুতে আবর্তনশীল ইলেকট্রনটি সর্বনিম্ন শক্তিস্তরে ($n = 1$) অবস্থান করে। একে বলা হয় ঐ পরমাণুর ভূমিস্তর অবস্থা (ground state)। কিন্তু বাইরে থেকে কোনো শক্তি (যেমন- তাপ বা আলোক) শোষণ করে হাইড্রোজেন পরমাণুটি উত্তেজিত অবস্থায় এলে এর $K(n = 1)$ কক্ষের ইলেকট্রনটি উচ্চতর শক্তিবিশিষ্ট যে কোনো কক্ষে [যেমন- $L(n = 2)$, $M(n = 3)$, $N(n = 4)$ ইত্যাদি] চলে যেতে পারে। এখন যেহেতু কিছু পরিমাণ হাইড্রোজেন গ্যাসের মধ্যে অসংখ্য পরমাণু বর্তমান। তাই ভিন্ন ভিন্ন পরমাণুর ইলেকট্রন ভিন্ন ভিন্ন পরিমাণ শক্তি (কোয়ান্টা) শোষণ করে, ভিন্ন ভিন্ন শক্তি স্তরে উন্নীত হয়। এরপর বাহ্যিক শক্তির উৎস সরিয়ে নিলে ঐ ইলেকট্রনগুলি পুনরায় নিম্নতর শক্তি বিশিষ্ট যেকোনো কক্ষপথে ফিরে আসে এবং বর্জিত শক্তি বিভিন্ন কম্পাঙ্কের বিকিরণরূপে নির্গত হয়ে বর্ণালিতে রেখার আকারে দেখা দেয়।

সুতরাং দেখা যায়, হাইড্রোজেন পরমাণুতে একটি মাত্র ইলেকট্রন থাকলেও ঐ ইলেকট্রনটির জন্য অনেকগুলি সম্ভাব্য কক্ষপথ বর্তমান। এই কারণে হাইড্রোজেনের বর্ণালিতে অনেকগুলি রেখা পাওয়া যায়। নিম্নে বোর মডেল অনুসারে হাইড্রোজেনের বিকিরণ বর্ণালীর উৎসের চিত্র দেখানো হল-




চিত্র: বোর প্রমাণু মডেল অনুসারে হাইড্রোজেনের বিকিরণ বর্ণালীর উৎস

প্রশ্ন-৩২




ক. আউফবাউ নীতিটি বিবৃত করো।

খ. HCl পোলার যৌগ কেন?

গ. $e_1$ এবং $e_2$ এর ক্ষেত্রে পলির বর্জন নীতি প্রযোজ্য কিনা- ব্যাখ্যা করো।

ঘ. উদ্দীপকের বিকিরণটি চিকিৎসা ক্ষেত্রে না কি জাল টাকা শনাক্ত করতে ব্যবহৃত হয়? বিশ্লেষণ করো।

উত্তরঃ

ক. পরমাণুতে বিদ্যমান ইলেকট্রনগুলো প্রথমে নিম্নতম শক্তিস্তরের অরবিটাল পূর্ণ করবে এবং পরে ক্রমান্বয়ে উচ্চতর শক্তিস্তরের অরবিটাল পূরণ করবে। এটাই আউফবাউ নীতি।

**খ.** HCl যৌগে Cl এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা 3.0 এবং H এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা 2.1। সুতরাং তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য 0.9. অধিক তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্যের কারণে শেয়ারকৃত ইলেকট্রন মেঘের ঘনত্ব অধিক তড়িৎঋণাত্মক Cl পরমাণুর দিকে বেশি আকৃষ্ট হয় । ফলে Cl পরমাণুর আংশিক ঋণাত্মক ও H পরমাণুতে আংশিক ধনাত্মক চার্জ সৃষ্টি হয় ।

$$H - Cl \longrightarrow \overset{\delta +}{H} - \overset{\delta -}{Cl}$$

বিপরীত মেরু প্রান্ত সৃষ্টি হয় বলে HCl পোলার যৌগ।

গ. উদ্দীপকের $e_1$ হলো $1s^2$

উদ্দীপকের $e_1$অরবিটালে ২টি ইলেকট্রন বিদ্যমান। নিচে এ দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান দেওয়া হলো-

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **১ম ইলেকট্রনের জন্য** | **n = 1** | **l = 0** | **m = 0** | **s = - 1/2** |
| **২য় ইলেকট্রনের জন্য** | **n = 2** | **l = 1** | **m = 0** | **s = + 1/2** |

Viewer does not support full SVG 1.1

আবার $e_2$ অরবিটালে ২টি ইলেকট্রন আছে এবং তা $2p_x$ ও $2p_y$ অরবিটালে। এ ইলেকট্রন ২টির জন্য চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যা মান-

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **১ম ইলেকট্রনের জন্য** | **n = 2** | **l = 1** | **m = 0** | **s = + 1/2** |
| **২য় ইলেকট্রনের জন্য** | **n = 2** | **l = 1** | **m = +1** | **s = + 1/2** |

Viewer does not support full SVG 1.1

পলির বর্জন নীতি অনুসারে জানি, কোনো মৌলের দুইটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান একই হতে পারে না।

$e_1$ এর ক্ষেত্রে দুইটি ইলেকট্রনের s এর মান ভিন্ন এবং $e_2$ ক্ষেত্রে দুইটি ইলেকট্রনের m এর মান ভিন্ন।

অতএব, উদ্দীপকের $e_1$ ও $e_2$ এর ক্ষেত্রে পলির বর্জন নীতি প্রযোজ্য।

**ঘ.** অর্থাৎ বিকিরণটির ফলে বিকিরিত শক্তির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $\lambda$ হলে

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right)$$
$$= 109678\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2}\right)$$
$$= 109678\left(1 - \frac{1}{3^2}\right)$$
$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 109678 \times \frac{8}{9}\text{cm}$$
$$\Rightarrow \lambda = \frac{9}{109678\times 8}\text{cm}^{-1}$$
$$\Rightarrow \lambda = 1.0257 \times 10^{-5}\text{cm}^{-1}$$
$$\Rightarrow \lambda = 102.57 \times 10^{-7}\text{cm}^{-1}$$
$$\therefore \lambda = 102.57\text{nm}$$

উদ্দীপক অনুসারে

$n_i = 3, n_f = 1$

রিডবার্গের ধ্রুবক,

$R_H = 109678\text{cm}^{-1}$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda$ =?

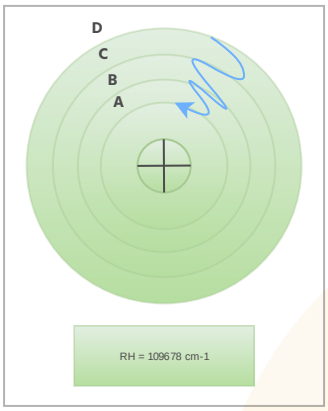
বিকিরণের ফলে নির্গত রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 102.57nm যা অতিবেগুনি বা UV অঞ্চলে অবস্থিত। সুতরাং উদ্দীপকের বিকিরণটি জাল টাকা সনাক্তকরণে ব্যবহৃত হয়।

নিচে জাল টাকা শনাক্তকরণে UV রশ্মির ব্যবহার বিশ্লেষণ করা হলো-

টাকার উপর যে কালির প্রলেপ দেওয়া হয় তাতে এমন UV ফ্লোরোসেন্স উপাদান থাকে, যাতে করে নির্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সির UV আলো পড়লেই কেবল এটি আলোককে প্রতিফলিত করে। এ কালি শুধুমাত্র নির্দিষ্ট তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের UV আলোর নিচেই দৃশ্যমান হয়। সাধারণ অবস্থায় এটি খালি চোখে দেখা সম্ভব নয়। UV রশ্মি উৎপাদনকারী যন্ত্র থেকে নির্দিষ্ট তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের UV আলো যখন ব্যাংক নোটের উপর ফেলা হয় তখন বিশেষ কালিতে উপস্থিত ফ্লোরোসেন্স ফসফোর বিক্রিয়া করে দৃশ্যমান আলো সৃষ্টি করে।

এভাবে অতি সহজে প্রকৃত ব্যাংক নোট বা জাল টাকা শনাক্ত করা যায় ।

**৩৩।**




$R_H$=109678 $cm^{-1}$

**ক. ভরক্রিয়া সূত্রটি লেখো।**

**খ. বিশুদ্ধ পানির pH এর মান 7–ব্যাখ্যা করো।**

**গ. উদ্দীপকের সর্বশেষ শক্তিস্তরে অরবিটাল সংখ্যা নির্ণয় করো।**

**ঘ. উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি B-শেলে ধাপান্তরিত হলে নির্গত রশ্মির বর্ণ কীরূপ হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।**

**উত্তরঃ**

**ক.** নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়, নির্দিষ্ট সময়ে যে কোনো বিক্রিয়ার হার ঐ সময়ে উপস্থিত বিক্রিয়কগুলোর সক্রিয় ভরের (অর্থাৎ মোলার ঘনমাত্রাবা আংশিক চাপের) সমানুপাতিক।

**খ.** কোনো দ্রবণের pH এর মান নির্ভর করে ঐ দ্রবণে বিদ্যমান $H^+$ এবং $OH^-$ আয়নের মোলার ঘনমাত্রার উপর বিশুদ্ধ পানির বিয়োজনে উৎপন্ন $[H^+]$ এবং $[OH^-]$ এর ঘনমাত্রা প্রায় সমান হওয়ায় এর আয়নিক গুণফলের সমীকরণ দাঁড়ায়

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14}$$
$$[H^+][H^+] = 10^{-14}$$

$$[H^+] = 10^{-7}$$

এখন উভয়পাশে –log নিলে পাওয়া যা-log $[H^+]$ =-log $10^{-7}$

বা, pH = 7

অর্থাৎ বিশুদ্ধ পানির pH=7

সুতরাং বলা যায়, বিশুদ্ধ পানির বিয়োজনে উৎপন্ন আয়নদ্বয়ের ঘনমাত্রা সমান হওয়ায় বিশুদ্ধ পানির pH হয় 7।

গ. উদ্দীপকের সর্বশেষ শক্তিস্তর হলো D শক্তিস্তর। D শক্তিস্তরের ক্ষেত্রে n = 4 অর্থাৎ এটি ৪র্থ শক্তিস্তর নিচে ৪র্থ শক্তিস্তরে অরবিটাল সংখ্যা নির্ণয় করা হলো—

উদ্দীপকের সর্বশেষ শক্তিস্তর তথা ৪র্থ শক্তিস্তরে l ও m এর মান হিসাব করে মোট অরবিটাল সংখ্যা নিচে নির্ণয় করা হলো–

| প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা | সহকারী প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা | ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা | অরবিটাল সংখ্যা |
|---|---|---|---|
| n = 4 | 0 | 0 | 1 |
| | 1 | -1, 0, +1 | 3 |
| | 2 | -2, -1, 0, +1, +2 | 5 |
| | 3 | -3, -2, -1, 0, +1, ... | 7 |
| | মোট অরবিটাল সংখ্যা | | 16 |

সুতরাং উদ্দীপকের n তম শক্তিস্তর তথা ৪র্থ শক্তিস্তরে মোট অরবিটাল সংখ্যা 16 টি।

**ঘ.** উদ্দীপকে D প্রধান কক্ষপথে ইলেকট্রনটি অবস্থান করছে অর্থাৎ, $n_2 = 4$ এবং ধাপান্তরিত হয়ে B প্রধান কক্ষপথে অর্থাৎ, $n_1 = 2$ তে গমন করবে। এক্ষেত্রে নির্গত রশ্মির বর্ণ কীরূপ হবে তা নিচে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা হলো–

উদ্দীপক অনুসারে –

D বা ৪র্থ শক্তিস্তরের জন্য, $n_2 = 4$

B বা ২য় শক্তিস্তরের জন্য, $n_1 = 2$

রিডবার্গ ধ্রুবক, $R_H$= 109678$cm^{-1}$.

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda$=?.

আমরা জানি,

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

বা, $\frac{1}{\lambda} = 109678\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right)$

বা, $\frac{1}{\lambda} = 205664.625\ cm^{-1}$

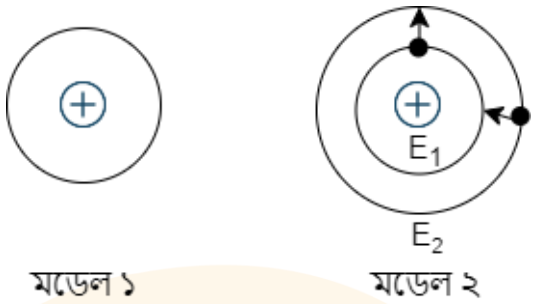
বা, $\lambda = 4.8627 \times 10^{-5}\ cm.$

বা, $\lambda = 4.8627 \times 10^{-5} \times 10^7\ nm [1\ cm = 10^7\ nm]$

$\therefore \lambda = 486.27\ nm$

নির্ণয়কৃত তরঙ্গদৈর্ঘ্য 486.27 nm যা আসমানী বর্ণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 450– 500 nm বিস্তারের মধ্যে অবস্থান করে। সুতরাং, প্রশ্নে উল্লিখিত ইলেকট্রন কর্তৃক নির্গত রশ্মি আসমানি বর্ণের হবে।

**৩৪।**




মডেল ১ মডেল ২

ক. ইলেকট্রন বিন্যাস কী?

খ. পরমাণুর প্রধান শক্তিস্তর ও উপশক্তিস্তরের মধ্যে পার্থক্য লেখো।

গ. ২ নং মডেলের ইলেকট্রন স্থানান্তরের সময় ইলেকট্রনের শক্তি $2.32 \times 10^{-18}$J হলে, বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত?

ঘ. মডেল-১ ও মডেল-২ এর মধ্যে কোনটি অধিক গ্রহণযোগ্য? যুক্তি দাও।

**উত্তরঃ**

ক. নিউক্লিয়াস থেকে নির্দিষ্ট দূরত্বে অবস্থিত বিভিন্ন অরবিটালে একটি নির্দিষ্ট নিয়মে ইলেকট্রন পৃথক পৃথকভাবে প্রবেশ করে। এ নির্দিষ্ট নিয়মকেই ইলেকট্রন বিন্যাস বলে।

খ. প্রধান শক্তিস্তর দ্বারা নিউক্লিয়াসের চারদিকে দ্বিমাত্রিক বৃত্তাকার পথে। ইলেকট্রনের আবর্তনকে বোঝায়। অপরদিকে, উপশক্তিস্তর দ্বারা নিউক্লিয়াসের চতুর্দিকে ত্রিমাত্রিক স্থানে (x,y ও z অক্ষ বরাবর) ইলেকট্রনের আবর্তনকে বোঝায়। বিভিন্ন শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের শক্তি ভিন্ন ভিন্ন থাকে। যেমন, শক্তির ক্রমানুসারে- 1< 2<3 < 4 <5 একই উপস্তরের অরবিটালসমূহের শক্তি সমান। যেমন— p উপস্তরে $P_x$, $P_y$ ও $P_z$ অরবিটালত্রয়ের শক্তি একই।

গ. প্রদত্ত ২নং মডেলে ইলেকট্রনটি স্থানান্তরিত হয়েছে n = 2 থেকে শক্তি স্তরে।

এক্ষেত্রে, ইলেকট্রনের শক্তি, E = $2.32 \times 10^{-18}$J

প্লাংকের ধ্রুবক, h = $6.626 \times 10^{-34}$Js

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

আমরা জানি, E = $\frac{he}{\lambda}$

বা, $2.32 \times 10^{-18} = \frac{6.626\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{\lambda}\text{m}$

বা, $\lambda = \frac{6.026\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{2.32\times10^{-18}}$

$\therefore \lambda = 8.5682 \times 10^{-8}\text{m}$

সুতরাং, উপরিউক্ত গণনানুসারে প্রাপ্ত বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য $8.5682 \times 10^{-8}\text{m}$ |

ঘ. উল্লেখিত পরমাণু মডেলদ্বয় অর্থাৎ রাদারফোর্ড ও বোরের পরমাণু মডেল দুটির গ্রহণযোগ্যতার বিশ্লেষণ নিম্নরূপ:

প্রথম মডেলের উল্লেখযোগ্য প্রস্তাবসমূহ:

i. পরমাণুর কেন্দ্রে ধনাত্মক চার্জযুক্ত নিউক্লিয়াস বিদ্যমান।

ii. পরমাণুর নিউক্লিয়াসের চতুর্দিকে ইলেকট্রন নামক ঋণাত্মক কণিকা | সর্বদা ঘূর্ণায়মান।

iii. নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক ইলেকট্রনের সংখ্যা সমান বলে পরমাণু বিদ্যুৎ নিরপেক্ষ।

iv. পরমাণুর নিউক্লিয়াস ও ইলেকট্রনের মধ্যে বিদ্যমান কেন্দ্রমুখী স্থির বিদ্যুৎ আকর্ষণ বল এবং কেন্দ্রাবিমুখী বল এর মান পরস্পর সমান এবং বিপরীতমুখী।

দ্বিতীয় মডেলের উল্লেখযোগ্য প্রস্তাবসমূহ:

i. ইলেকট্রন স্থির কক্ষপথ বা শক্তিস্তরে অবস্থান করে।

ii. কোন নির্দিষ্ট কক্ষপথে ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ নির্দিষ্ট।

iii. ইলেকট্রন এক শক্তিস্তর থেকে অন্য শক্তিস্তরে স্থানান্তরিত হলে শক্তির শোষণ বা বিকিরণের মাধ্যমে বর্ণালীর সৃষ্টি হয়।

প্রথম ও দ্বিতীয় মডেলের প্রস্তাবসমূহ বিশ্লেষণ করলে নিম্নলিখিত বিষয়সমূহ পরিলক্ষিত হয়-

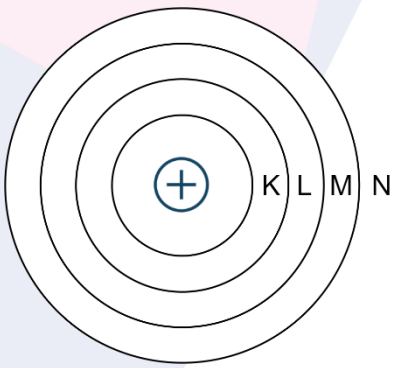
i. ১ম মডেল পরমাণুর বর্ণালী সম্পর্কে ব্যাখ্যা না দিতে পারলেও ২য় মডেল সেটা পারে।

ii. ১ম মডেল থেকে ইলেকট্রনের কক্ষপথের আকার ও আকৃতি সম্বন্ধে কোনো ধারণা না পাওয়া গেলেও ২য় মডেল থেকে তা পাওয়া যায়।

iii. পরমাণুর শক্তিস্তরসমূহের মধ্যে ইলেকট্রন স্থানান্তরের জন্যে সৃষ্ট বিভিন্ন বিকিরণ সম্পর্কিত ধারণা ১ম মডেল থেকে না পাওয়া গেলেও ২য় মডেল থেকে পাওয়া যায়।

তাই ২য় মডেলে সামান্য কিছু সীমাবদ্ধতা থাকলেও পরমাণুর গঠন সম্পর্কিত সবচেয়ে সঠিক ধারণা মোটের উপর আমরা ২য় মডেল থেকে পাই। তাই ২য় মডেলটি ১ম মডেল থেকে অধিক গ্রহণযোগ্য বলে বিবেচিত।

৩৫।




ক. অধঃক্ষেপ বলতে কী বুঝ?

খ. ইলেকট্রনের কীভাবে ধাপান্তর ঘটে— ব্যাখ্যা করো।

গ. N শেল হতে L শেলে একটি ইলেকট্রন ধাপান্তরের সময় তা থেকে নির্গত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। $[R_H = 109678\text{cm}^{-1}]$

ঘ. উদ্দীপকের পরমাণুতে একটি ইলেকট্রন থাকা সত্ত্বেও বর্ণালী রেখার সংখ্যা একাধিক হয়— ব্যাখ্যা করো।

**উত্তরঃ**

ক. যে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায় উৎপন্ন যৌগ যদি দ্রবণে দ্রবীভূত না হয়ে নিচে জমা হয় তাকে অধঃক্ষেপ বলে।

খ. ইলেকট্রন সাধারণত শক্তির শোষণ বা বিকিরণের মাধ্যমে ধাপান্তর ঘটায়। শক্তি শোষণ করলে নিম্ন শক্তিস্তরের ইলেকট্রন উচ্চ শক্তিস্তরে যায় এবং স্থায়ীত্ব লাভের জন্য উচ্চ শক্তিস্তর থেকে যখন নিম্নশক্তিস্তরে ফিরে আসে তখন শক্তি বিকিরিত করে উচ্চ স্তর থেকে নিম্নে আসার সময় বিকিরিত শক্তি বর্ণালি হিসেবে দেখা যায়।

গ. উদ্দীপকের মৌলটি H হলে, আমরা জানি,

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

এখানে,

$[R_H = 109678\text{cm}^{-1}]$

$n_1$ = 2

$n_2$ = 4.

$\therefore \frac{1}{\lambda} = 109678\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right)$

$= \frac{164517}{8}\text{cm}^{-1}$

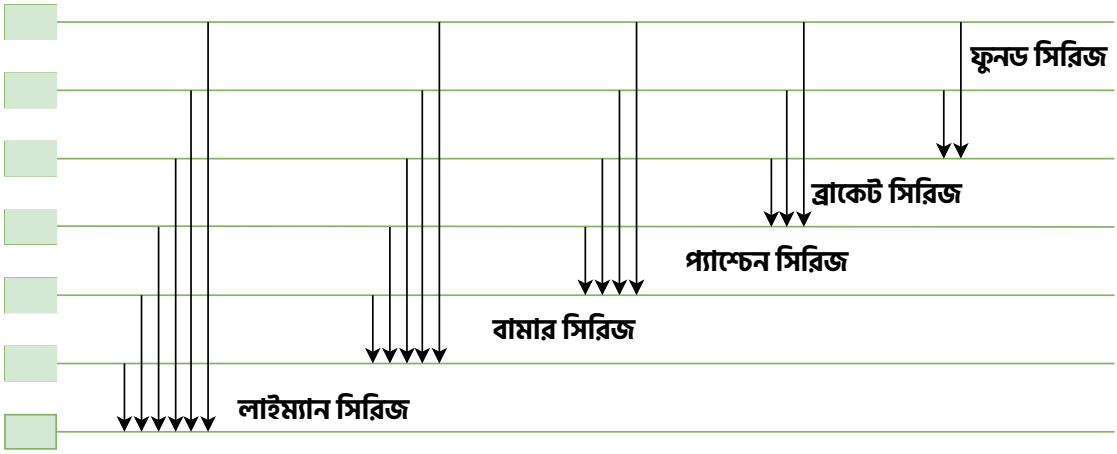
$\lambda = 4.86272 \times 10^{-5}\text{cm}$

= 486.272 nm (Ans.)

ঘ. উদ্দীপকের পরমাণুতে একটি ইলেকট্রন থাকা সত্ত্বেও বর্ণালী রেখার সংখ্যা একাধিক হয়। কারণ, তাপ প্রয়োগে ইলেকট্রনটি নিম্ন শক্তিস্তর থেকে উচ্চ শক্তিস্তরে গমন করে এবং পরবর্তীতে Ground state এ ফিরে আসতে থাকে এবং শোষিত শক্তি বিকিরিত আলো হিসেবে প্রদর্শন করে। উচ্চ শক্তিস্তর থেকে ১ম স্তরে ফিরে আসলে লাইমেন সিরিজের উদ্ভব।

আবার, উচ্চ শক্তিস্তর থেকে ২য় শক্তিস্তরে ইলেকট্রন ফিরে আসলে দৃশ্যমান বামার সিরিজ পাওয়া যায়।

একইভাবে, উচ্চশক্তিস্তর হতে ইলেকট্রন ৩য়, ৪র্থ ও ৫ম স্তরে আসলে যথাক্রমে প্যাশ্চেন, ব্রাকেট ও ফান্ড সিরিজের রেখা বর্ণালী পাওয়া যায়।




**চিত্র: একটি ইলেকট্রনের বিভিন্ন বর্নালী**

৩৬।

i) $_{19}K$ ii) $_{11}Na$

**ক. হেনরি সূত্র লেখো।**

**খ. এসিড মিশ্রিত $Cu^{2+}$ ও $Zn^{2+}$ এর দ্রবণে $H_2S$ যোগ করলে CuS এর অর্ধঃক্ষেপ পড়ে কেন?**

**গ. উদ্দীপকের (i)নং এর নিউক্লিয়াস থেকে 11-তম ইলেকট্রনের দূরত্ব nm স্কেলে হিসাব করো।**

**ঘ. (i) ও (ii) এর মধ্যে কোনটির শেষ ইলেকট্রনের শক্তি (kJ/mol) বেশি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।**

**উত্তরঃ**

ক. নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো নির্দিষ্ট আয়তনের তরলে একটি গ্যাসের দ্রাব্যতা গ্যাসটির ওপর প্রযুক্ত চাপের সমানুপাতিক।

খ. এখানে $Cu^{2+}$ ও $Zn^{2+}$ আয়নদ্বয়ের দ্রবণে HCl এর উপস্থিতিতে $H_2S$ যোগ করলে CuS ও ZnS উৎপন্ন হবে। কিন্তু এদের মধ্যে যার আয়নদ্বয়ের গুণফলের মান তার দ্রাব্যতার গুণফল অপেক্ষা বেশি হবে সেটি অধঃক্ষিপ্ত হবে এবং অন্যটি দ্রবণে থেকে যাবে। CuS এর দ্রাব্যতা গুণফল ZnS এর চেয়ে অনেক কম। ফলে সামান্য পরিমাণ $H_2S$ তথা $S^{2-}$ আয়ন যোগ করলে CuS এর অধঃক্ষেপ পড়বে। ZnS এর অধঃক্ষেপ পড়ার জন্য $S^{2-}$ আয়ন এর ঘন দ্রবণ প্রয়োজন। কিন্তু এসিড মাধ্যমে সমআয়ন প্রভাবের কারণে $H_2S$ এর বিয়োজন অনেক কম হবে। ফলে উৎপন্ন $S^{2-}$ এর ঘনমাত্রা কম হবে। এতে ZnS এর অধঃক্ষেপ পড়বে না।

গ. উদ্দীপকের (i)নং মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ-

$K(19) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$।

K-মৌলটির 11-তম ইলেকট্রনটি $3_s$- অরবিটালে প্রবেশ করেছে। সুতরাং K-এর কেন্দ্র থেকে 11-তম ইলেকট্রনের দূরত্ব বলতে তৃতীয় কক্ষপথের ব্যাসার্ধকে বোঝানো হয়েছে।

আমরা জানি,

n তম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ $r_n$ হলে-

$r_n = \frac{n^2}{Z} \times 0.529Å$.....(i)

বা, $r_3 = \frac{3^2}{19} \times 0.529Å$ এখানে,

= 0.2506 Å

= 0.02506nm

তৃতীয় কক্ষ পথ, n = 3

পারমাণবিক সংখ্যা, Z = 19

তৃতীয় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ, $r_3$ = ? [ 1 Å = 0.1nm]

সুতরাং, উদ্দীপকের (i)নং এর নিউক্লিয়াস থেকে 11-তম ইলেকট্রনের দূরত্ব 0.02506 nm।

ঘ. উদ্দীপকের (i) ও (ii)নং মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস:

$K(19) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

$Na(11) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

K(19) মৌলের শেষ ইলেকট্রনটি 4s অরবিটালে প্রবেশ করে এবং Na(11) এর শেষ ইলেকট্রনটি 3s অরবিটালে প্রবেশ করে।

আমরা জানি,

n তম কক্ষপথে ইলেকট্রনের শক্তি,

$E_n = \frac{2\pi r^2 m z^2 e^4}{n^2 h^2}$

$= \frac{Z^2 \times 2 \times (3.1416)^2 \times (9.108 \times 10^{-28}) \times (4.8 \times 10^{-10})^4}{n^2 \times (6.626 \times 10^{-27})^2}$

$\therefore E_n = (2.1738 \times 10^{-11}) \times \frac{Z^2}{n^2} erg \ldots\ldots a)$

এখানে,

m = ইলেকট্রন ভর = $9.108 \times 10^{-28} g$

r = 3.1416

e = ইলেকট্রনের চার্জ = $4.8 \times 10^{-10}\ e.s.u$

h = প্লাঙ্কের ধ্রুবক = $6.626 \times 10^{-27}\ erg.s$

এখন, (a)নং হতে পাই-

K(19) এর শেষ ইলেকট্রনের শক্তি,

$\therefore E_4 = (2.1738 \times 10^{-11}) \times \frac{19^2}{4^2} erg$

$= 4.905 \times 10^{-10} erg$

$= (4.905 \times 10^{-10} \times 10^{-7}) J$

$= 4.905 \times 10^{-20} kJ$

$= 1.7605 \times 10^4 kJmol^{-1}$

এখানে,

চতুর্থ কক্ষপথ, n = 4

পারমাণবিক সংখ্যা, Z = 19

এবং Na(11) এর শেষ ইলেকট্রনের শক্তি,

$E_3 = (2.1738 \times 10^{-11}) \times \frac{11^2}{3^2} erg$

$= 2.923 \times 10^{-10} erg$

$= (2.923 \times 10^{-10} \times 10^{-7}) J$

$= 2.923 \times 10^{-20} kJ$

$= 1.7605 \times 10^4 kJmol^{-1}$

এখানে,

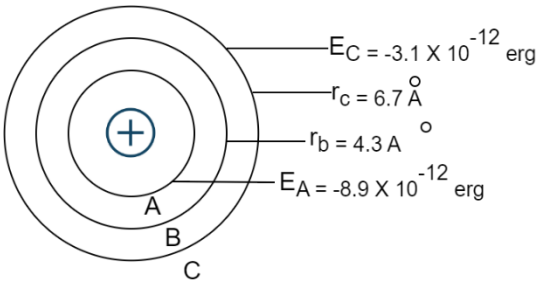
তৃতীয় কক্ষপথ, n = 3

পারমাণবিক সংখ্যা, Z = 11

এখানে, $E_4 > E_3$

সুতরাং, (i) ও (ii) এর মধ্যে (i) নং অর্থাৎ K(19) এর শেষ ইলেকট্রনের শক্তি বেশি।

**প্রশ্ন ৩৭।**




**ক. ক্রোমাটোগ্রাফির সংজ্ঞা লেখো?**

**খ. তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে কেলাস পানিযুক্ত লবণের দ্রাব্যতার পরিবর্তন ভিন্ন হয় ব্যাখ্যা কর।**

**গ. উদ্দীপকের তথ্যের আলোকে C থেকে A কক্ষপথে ইলেকট্রনের ধাপান্তরে প্রাপ্ত বিকিরণের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য গণনা কর।**

**ঘ. নিউক্লিয়াস থেকে যত দূরে যাবে ইলেকট্রনের বেগ ততো বাড়বে কি- উদ্দীপকের আলোকে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষন কর।**

**উত্তরঃ**

ক. কোনো মিশ্রণকে গ্যাসীয় বা তরল চলমান দশা দ্বারা কোন স্থির দশার ভিতর দিয়ে প্রবাহিত করে বিভিন্ন হারে অধিশোষণ, দ্রাব্যতা ও বণ্টন সহগের উপর ভিত্তি করে এর উপাদানসমূহের পৃথকীকরণ পদ্ধতিই হলো ক্রোমাটোগ্রাফি।

খ. নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট পরিমাণ কোনো তরলে যে পরিমাণ কঠিন দ্রব দ্রবীভূত হয়ে সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরি করে, দ্রবের সে পরিমাণকে ঐ দ্রব্যের দ্রাব্যতা বলে। তাপ উৎপাদী প্রক্রিয়ায় তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে যে সব যৌগের $\Delta H$ দ্রবণ >0 তাদের দ্রাব্যতা বৃদ্ধি পায়। কিন্তু যে সকল যৌগের $\Delta H$ দ্রবণ < 0 তাদের দ্রাব্যতা হ্রাস পায়। যেমন- গ্লুবার লবণ $(Na_2SO_4.10H_2O)$ এর ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে প্রথমে দ্রাব্যতার বৃদ্ধি ঘটে; কিন্তু $32.4°C$ তাপমাত্রার পর তা নিরুদিত হয়ে $Na_2SO_4$ -এ পরিণত হয় যার $\Delta H$ <0 ফলে নিরুদিত অবস্থায় দ্রাব্যতা ধীরে ধীরে হ্রাস পায়।

গ. উদ্দীপকের C ওA কক্ষপথের শক্তির পার্থক্য বোরের সূত্রানুসারে নিম্নরূপে লেখা যায়,

$E_c - E_A = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$

বা, $\lambda = \frac{hc}{E_c - E_A}$

বা, $\lambda = \frac{6.626\times10^{-27}\times3\times10^{8}}{-3.1\times10^{-12}+8.9\times10^{-12}}m$

বা, $\lambda = 3.427 \times 10^{-7}m$

বা, $\lambda = 3.427 \times 10^{-7} \times 10^{9}nm$

$\therefore \lambda = 342.7nm$

এখানে,

$E_c = -3.1 \times 10^{-12}erg$

$E_A = -8.9 \times 10^{-12}erg$

প্লাঙ্কের ধ্রুবক, $h = 6.626 \times 10^{-27}erg \cdot s$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^{8}m/s$

সুতরাং, প্রদত্ত বিকিরনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য $342.7nm$

ঘ. নিউক্লিয়াস থেকে ইলেকট্রনের দূরত্ব পরিবর্তনের সাথে সাথে ইলেকট্রনের বেগেরও পরিবর্তন হয়। নিউক্লিয়াস থেকে ইলেকট্রনের দূরত্ব যত বৃদ্ধি পাবে ইলেকট্রনের বেগও তত হ্রাস পাবে। বিষয়টি উদ্দীপকের আলোকে গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উপস্থাপন করা যায়।

আমরা জানি, কোনো n কক্ষপথে অবস্থান কারী ইলেকট্রনের বেগ,

$V_n = \frac{nh}{2\pi mr}$

এখন, B কক্ষপথে ইলেকট্রনের বেগ,

$V_B = \frac{nh}{2\pi mr}$ এখানে, কক্ষপথের মান, n = 2

$= \frac{2\times6.626\times10^{-34}}{2\times3.1416\times9.1\times10^{-31}\times4.3\times10^{-10}}$ প্লাঙ্কের ধ্রুবক, $h = 6.626 \times 10^{-34}Js$

$= 539002.4ms^{-1}$ ইলেকট্রনের ভর, $m = 9.1 \times 10^{-31}kg$

এবং B কক্ষের ব্যাসার্ধ, $r_B = 4.3Å = 4.3 \times 10^{-10}m$

আবার, নিউক্লিয়াস থেকে B কক্ষপথের চেয়ে বেশি দূরত্বে অবস্থানকারী C কক্ষপথের ক্ষেত্রে বেগ,

$V_C = \frac{nh}{2\pi mr}$ এখানে, কক্ষপথের মান, n = 3

$= \frac{3\times6.626\times10^{-34}}{2\times3.14\times9.1\times10^{-31}\times6.7\times10^{-10}}$ প্লাঙ্কের ধ্রুবক, $h = 6.626 \times 10^{-34}Js$

$= 51015477\ ms^{-1}$ ইলেকট্রনের ভর, $m = 9.1 \times 10^{-31}kJ$

এবং C কক্ষের ব্যাসার্ধ, $r_C = 6.7Å = 6.7 \times 10^{-10}m$

স্পষ্ট $V_C < V_B$ , সুতরাং, B এবং C কক্ষপথে ইলেকট্রনের প্রাপ্ত বেগের আলোকে বলা যায় যে নিউক্লিয়াস থেকে ইলেকট্রন যত দূরে যাবে ইলেকট্রনের বেগ তত বাড়বে না বরং হ্রাস পাবে।

**প্রশ্ন ৩৮।** $Cl(17): 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$

**ক. দ্রাব্যতা কাকে বলে?**

**খ. Zn ও Ca এর যোজনী ইলেকট্রনদ্বয়ের চৌম্বক কোয়ান্টাম সংখ্যার মান অভিন্ন ব্যাখ্যা করো।**

**গ. উদ্দীপকের মৌলটির 16ও 17 তম ইলেকট্রনদ্বয় পলির বর্জন নীতি মেনে চলে কিনা? ব্যাখ্যা করো।**

**ঘ. প্রমাণ কর যে, উদ্দীপকের মৌলটির 2s এর একটি ইলেকট্রনের বেগ 1s এর একটি ইলেকট্রন বেগের অর্ধেক।**

**উত্তরঃ**

ক. কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় গ্রামে প্রকাশিত যে পরিমাণ দ্রব 100g দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়ে সম্পৃক্ত দ্রবণ উৎপন্ন করে ঐ পরিমাণ দ্রবকে ঐ দ্রবের দ্রাব্যতা বলে।

খ. Zn এবং Ca এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ:

$Zn(30) \Rightarrow [Ar]3d^{10}4s^2$

$Ca(20) \Rightarrow [Ar]4s^2$

এখানে, Zn এবং Ca উভয়েরই যোজনী ইলেকট্রন 4s অরবিটালে প্রবেশ করে। আমরা জানি, S অরবিটালের জন্য সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা 0 এবং চৌম্বক কোয়ান্টাম সংখ্যাও শুধুমাত্র 0 হয়। তাই Zn ও Ca এর যোজনীয় ইলেকট্রনদ্বয়ের চৌম্বক কোয়ান্টাম সংখ্যা 0 অর্থাৎ অভিন্ন।

গ. উদ্দীপকের মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ-

$Cl(17) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

$\rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^2 3p_y^2 3p_z^1$

ক্লোরিনের 16 তম ইলেকট্রনটি হলো 3py অরবিটালের ২য় ইলেকট্রনটি এবং 17 তম ইলেকট্রনটি হলো 3p, অরবিটালের একমাত্র ইলেকট্রনটি।

P-অরবিটাল তিনটির জন্য সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যার মান নিম্নরূপ-

$P_x$এর জন্য $l = -1$

$P_y$ এর জন্য $l = -0$

$P_x$ এর জন্য $l = +1$

$3P_y$এর দ্বিতীয় ইলেকট্রনটির জন্য

$\mathrm{n} = 3; l = 1; \mathrm{m} = 0; \mathrm{s} = -\frac{1}{2}$

$3P_z$ এর ইলেকট্রনের জন্য

$\mathrm{n} = 3; l = 1; \mathrm{m} = 1; \mathrm{s} = +\frac{1}{2}$

পলির বর্জননীতি অনুসারে দুইটি ইলেকট্রনের জন্য চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার সেট একই হবে না। এখানে 16ও 17 তম ইলেকট্রনের জন্য চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার সেট একই নয়। সুতরাং, 16 ও 17-তম ইলেকট্রন পলির বর্জন নীতি মেনে চলে।

ঘ. ধরি, ক্লোরিনের নিউক্লিয়াসের চার্জের পরিমাণ Ze এখানে Z |

পারমাণবিক সংখ্যা এবং e হলো ইলেকট্রনের চার্জ। ইলেকট্রন তার নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে v বেগে আবর্তন করলে, কুলম্বের সূত্রানুসারে পাই,

আকর্ষণ বল $\mathrm{F} = \frac{\mathrm{Ze} \times \mathrm{e}}{\mathrm{r}^2} = \frac{\mathrm{Ze}^2}{\mathrm{r}^2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$(i) [F = কেন্দ্রমুখী বল]

আবার, v কৌণিকবেগে আবর্তনশীল ইলেকট্রনটির জন্য কেন্দ্র বিমুখী বল $= \frac{mv^2}{r} \ldots\ldots\ldots\ldots (ii)$

কোনো নির্দিষ্ট কক্ষপথে ঘূর্ণায়মান থাকা অবস্থায় এই দুইধরনের বল

সমান থাকে। অর্থাৎ কেন্দ্রমুখীবল = কেন্দ্রবিমুখী বল ।

এখন, (i) ও (ii) হতে পাই,

$\frac{\mathrm{Ze}^2}{\mathrm{r}^2} = \frac{\mathrm{mv}^2}{\mathrm{r}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$ (iii)

বা, $\mathrm{v}^2 = \frac{\mathrm{Ze}^2}{\mathrm{mr}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$ $(iv)$

আবার বোরের পরমাণু মডেলের প্রস্তাবনা অনুযায়ী আবর্তনশীল ইলেকট্রনের কৌণিক ভর বেগ, mvr এর মান $\frac{\mathrm{h}}{2\pi}$ এর সরল গুণিতক হয়। অর্থাৎ, $\mathrm{mvr} = \frac{\mathrm{nh}}{2\pi}$ [n = 1, 2, 3 ইত্যাদি পূর্ণ সংখ্যা]

বা, $\mathrm{v} = \frac{\mathrm{nh}}{2\pi \times \mathrm{mr}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (v)$

সমীকরণ (v) হতে v এর মান

(iv) এ বসিয়ে পাই,

$\left(\frac{\mathrm{nh}}{2\pi\mathrm{mr}}\right)^2 = \frac{\mathrm{Ze}^2}{\mathrm{mr}}$

বা, $\frac{\mathrm{n}^2\mathrm{h}^2}{4\pi^2\mathrm{mr} \times \mathrm{mr}} = \frac{\mathrm{Ze}^2}{\mathrm{mr}}$

বা, $4\pi^2 mrZe^2 = n^2h^2$

বা, $r = \frac{n^2h^2}{4\pi^2 mZe^2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (vi)$

আবার, $\mathrm{mvr} = \frac{\mathrm{nh}}{2\pi}$

$\Rightarrow mv\frac{n^2h^2}{4\pi^2 mZe^2} = \frac{\mathrm{nh}}{2\pi}$

$\Rightarrow \mathrm{v} = \frac{2\pi e^2 Z}{\mathrm{nh}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$ (v)

এখানে,

n= শক্তিস্তর

h= প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক

$\pi = 3.14$

m= ইলেকট্রনের ভর

Z = প্রোটন সংখ্যা

e = ইলেকট্রনের চার্জ

Cl-এর 2s-এর ইলেকট্রনের বেগ, $v_2 = \frac{2\pi e^2 \times 17}{2 \times h} = \frac{34\pi e^2}{2h}$

Cl-এর 1s-এর ইলেকট্রনের বেগ, $v_1 = \frac{2\pi e^2 \times 17}{1 \times h} = \frac{34\pi e^2}{h}$

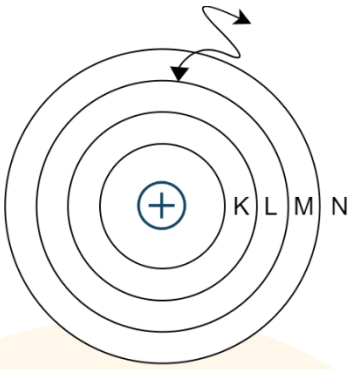
সুতরাং, $\frac{v_2}{v_1} = \frac{34\pi e^2}{2h} \times \frac{h}{34\pi e^2}$

$\Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{2}$

$\Rightarrow v_2 = \frac{1}{2} v_1$

অর্থাৎ 2s ইলেকট্রনের বেগ $= \frac{1}{2} \times$ 1s ইলেকট্রনের বেগ।

প্রশ্ন ৩৯।




**ক. কোয়াগুলেশন কাকে বলে?**

**খ. $Mg^{2+}$ অপেক্ষা $O^{2-}$ আয়নীকরণ শক্তি কম কেনো?**

**গ. উদ্দীপকের সর্ববহিঃস্থ স্তরে অরবিটাল সংখ্যা ও ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা নির্ণয় কর।**

**ঘ. উদ্দীপকের নির্গত বর্ণালীর প্রকৃতি কীরূপ এবং চিকিৎসাক্ষেত্রে নির্গত বর্ণালীর প্রয়োগ আলোচনা কর।**

**উত্তরঃ**

ক. যে প্রক্রিয়ায় কোনো দ্রবণে উপস্থিত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণাকে উপযুক্ত রাসায়নিক পদার্থ (Coagulant) যোগ করে অপেক্ষাকৃত বড় কণায় রূপান্তরিত করে দ্রবণ থেকে আলাদা করা হয় তাকে কোয়াগুলেশন বলে।

খ. গ্যাসীয় অবস্থায় কোনো মৌলের 1 mol বিচ্ছিন্ন নিরপেক্ষ পরমাণুর প্রতিটি থেকে একটি করে মোট 1 mol ইলেকট্রন সরিয়ে একে গ্যাসীয় বিচ্ছিন্ন 1 mol একক ধনাত্মক আয়নে পরিণত করতে যে পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হয়, তাকে সেই মৌলের আয়নীকরণ শক্তি বলে।

$Mg^{2+}$ এবং $O^{2-}$ এর ইলেকট্রন সংখ্যা সমান কিন্তু $Mg^{2+}$ এর প্রোটন সংখ্যা বেশি। ফলে সর্বশেষ স্তরের ইলেকট্রনের প্রতি $Mg^{2+}$ এর আকর্ষণ বেশি হওয়ায় $Mg^{2+}$ এর আকার $O^{2-}$ অপেক্ষা ছোট। আর ছোট আকার এবং ইলেকট্রন দানের মাধ্যমে অষ্টক অসম্পূর্ণ হওয়ার কারণে $Mg^{2+}$ থেকে ইলেকট্রন অপসারণ করতে অত্যাধিক বেশি শক্তি প্রয়োজন হয়। তাই, $Mg^{2+}$ অপেক্ষা $O^{2-}$ এর আয়নিকরণ শক্তি কম।

গ. উদ্দীপকের সর্ববহিঃস্থ স্তর N-এ প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যার মান, a=4। নিচে n = 4 এর জন্য অরবিটাল সংখ্যা নির্ণয় করা হলো।

| প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা (n) | সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা ($l$) (0 হতে $n-1$ পর্যন্ত) | উপস্তর | চৌম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা $m$ = ($-l$ হতে 0 সহ + $l$ পর্যন্ত) | চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রভাবে বিন্যাস সংখ্যা অরবিটাল সংখ্যা |
|---|---|---|---|---|
| 4 | 0 | 4s | 0 | 1 |
| | 1 | 4p | -1, 0, +1 | 3 |
| | 2 | 4d | -2, -1, 0, +1, +2 | 5 |
| | 3 | 4f | -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3 | 7 |

অর্থাৎ, N শেলে মোট অরবিটাল সংখ্যা = 1+3+5+7 =16

আমরা জানি, প্রতিটি অরবিটালে ২টি করে ইলেকট্রন থাকে।

অর্থাৎ, N শেলে ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা = 2 × 16 = 32

সুতরাং, উদ্দীপকের সর্ববহিঃস্থ স্তরে অরবিটাল সংখ্যা 16 এবং ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা 32 ।

ঘ. উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি N শেল $(n_2 = 4)$থেকে Mশেল $(n_1 = 3)$ এ ধাপান্তরিত হয়। নির্গত বর্ণালীর তরঙ্গদৈর্ঘ্য $\lambda$ হলে, আমরা পাই-

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

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

বা, $\lambda = \frac{1}{109678\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2}\right)}\text{cm}$

$\therefore \lambda = 1875.62\text{nm}[\because 1\text{cm} = 10^7\text{nm}]$

এখানে,

রিডবার্গ ধ্রুবক,

$R_H = 109678\text{cm}^{-1}$

$n_2 = 4$

$n_1 = 3$

$\lambda$ = কত?

এখানে, $n_1 = 3$ হওয়ায় বর্ণালীটি প্যাশ্চেন সিরিজের অন্তর্গত এবং এর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 1875.62 nm যা অবলোহিত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য পরিসর, $(780 - 10^6)$ nm এর মধ্যে পড়ে। অবলোহিত রশ্মি বা IR-এর চিকিৎসাক্ষেত্রে ব্যাপক ব্যবহার রয়েছে। যেমন-

i. ক্যান্সার নির্ণয়ে IR রশ্মি : IR এর ব্যবহার সর্বপ্রথম ১৯৫৬ সালে বক্ষ- ক্যান্সার শনাক্তকরণের মাধ্যমে শুরু হয়। সব ধরনের ক্যান্সারে শরীরের সাধারণ কোষগুলো অনিয়ন্ত্রিতভাবে বৃদ্ধি পায়। এতে একদিকে যেমন অধিক পরিমাণ রক্ত-গ্লুকোজ ব্যবহৃত হয় অন্যদিকে রক্তে অত্যাধিক ল্যাকটেট বৃদ্ধি পায়। ফলে মেটাবলিক হার বৃদ্ধি পাওয়ায় ক্যান্সার আক্রান্ত স্থানের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। এ অবস্থায় IR রশ্মি ব্যবহার করে ক্যান্সার আক্রান্ত অংশের প্রতিচ্ছবি (imaging) পাওয়া

যায়। ফলে সাধারণ কোষ অপেক্ষা ক্যান্সার আক্রান্ত কোষের IR প্রতিচ্ছবি স্পষ্টভাবে ভিন্ন হয়। এটি ক্যান্সার রোগ শনাক্তকরণে সহায়ক হয়।

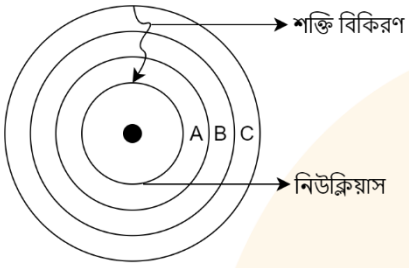
ii. মস্তিষ্কের রোগ নির্ণয় : NIRS (Near Infrared Spectroscopy) দ্বারা রক্তের হেমোগ্লোবিনে অক্সিজেনের পরিমাপ করে মস্তিষ্কের রোগ নির্ণয় করা হয়। সদ্য প্রসূত শিশুদের মস্তিষ্কের ক্ষত নির্ণয়ে এটি একটি উপকারী পদ্ধতি।

iii. স্ট্রোক চিকিৎসায় : স্ট্রোকে আক্রান্ত রোগীর নিরাময়ে NIR রশ্মি ব্যবহার করলে নিউরো ফিডব্যাক ঘটে। এতে রোগের নিরাময় হয়। এখানে সাধারণত 700-900 nm তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের রশ্মি ব্যবহার করা হয়। এটি বেশ নিরাপদ।

iv. ফিজিওথেরাপিতে : শরীরের বিভিন্ন অঙ্গে ব্যথা, মাংসপেশি শক্ত হয়ে যাওয়া, ঘাড় ও হাতের উপরিভাগের (frozen shoulder) ব্যাথা নিরাময়ে বর্তমানে জনপ্রিয় চিকিৎসা হচ্ছে ঔষধ ব্যবহার না করে বিভিন্ন ধরনের শারীরিক ব্যায়াম করা। এ পদ্ধতির নাম 'ফিজিওথেরাপি'। আক্রান্ত স্থানে IR রশ্মি প্রয়োগ করে ম্যাসেজ করা হয় যার ফলে আক্রান্ত স্থানের রক্ত চলাচল নির্বিঘ্ন হয় এবং ব্যথা প্রশমিত হয়।

v. মেডিকেল ডায়াগনস্টিক পদ্ধতিতে : IR imaging technology কাজে লাগিয়ে বাত, ডায়াবেটিক, হাড় ভাঙ্গা, লিভারের ব্যাধি ও ব্যাকটেরিয়াল প্রদাহ নির্ণয় করা সম্ভব। মাংসপেশির টিউমার নির্ণয়ে IR রশ্মির ব্যাপক ব্যবহার হচ্ছে।

প্রশ্ন ৪০।




H পরমাণু

**ক. কলয়েড কী?**

**খ. খাদ্য সংরক্ষণে চিনির ভূমিকা ব্যাখ্যা কর।**

**গ. উদ্দীপকের চিত্রটি উত্তেজিত হাইড্রোজেনের হলে নির্গত বিকিরণটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।**

**ঘ. $l$ ও $m$ এর মান ব্যবহার করে দেখাও যে উদ্দীপকের A, B ও C শেলে সর্বোচ্চ $2n^2$ সংখ্যক ইলেক্ট্রন থাকতে পারে।**

**উত্তরঃ**

ক. একটি পদার্থ (কঠিন তরল বা গ্যাসীয়) অপর একটি পদার্থের (কঠিন, তরল বা গ্যাসীয়) মধ্যে $10^{-1}$ থেকে $10^{-5}$ ব্যাসাধবিশিষ্ট কণারূপে বিস্তৃত থেকে যে দ্বি-দশাবিশিষ্ট স্থায়ী অসমসর সিস্টেম উৎপন্ন করে, তাকে কলয়েড বলে।

খ. খাদ্য সংরক্ষক রূপে চিনির ঘন দ্রবণ ব্যবহৃত হয়। চিনির ঘনত্ব যত বেশি হবে খাদ্য সংরক্ষক হিসেবে এটি তত বেশি কার্যকর হবে। কেননা ঘন চিনির দ্রবণ খাদ্যের পানিকে দ্রবণে পরিণত করে। ফলে অণুজীব মুক্ত পানি পায় না বলে বংশবিস্তার করতে পারবে না। তখন আবার ব্যাপনের কারণে অণুজীবের দেহের প্রাচীর ধ্বংস প্রাপ্ত হয়। ফলে অণুজীব বাঁচতে পারে না।

গ. উদ্দীপকের চিত্রটিতে হাইড্রোজেনের ৩য় শক্তিস্তর থেকে ইলেকট্রন ১ম শক্তিস্তরে স্থানান্তরিত হয়েছে। এই স্থানান্তরের ফলে শক্তি নির্গত হয়। নির্গত বিকিরণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য $\lambda$ হলে;

আমরা জানি,

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

বা, $\frac{1}{\lambda} = 109678\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2}\right)\text{cm}^{-1}$

বা, $\frac{1}{\lambda} = 97491.56\text{cm}^{-1}$

বা, $\lambda = 1.0257298 \times 10^{-5}\text{cm}$

$\therefore \lambda = 102.5729\text{nm}$

এখানে,

তৃতীয় শক্তিস্তরে ক্ষেত্রে, $n_2 = 3$

প্রথম শক্তিস্তরের ক্ষেত্রে, $n_1 = 1$

রিডবার্গ ধ্রুবক, $R_H = 109678\text{cm}^{-1}$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda$ = ?

সুতরাং, উদ্দীপকের চিত্রটি উত্তেজিত হাইড্রোজেনের হলে নির্গত বিকিরণটির কম্পাঙ্ক হবে 102.5729nm।

ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত পরমাণুটির ক্ষেত্রে A শেল হলো ১ম কক্ষপথ, B শেল হলো ২য় কক্ষপথ এবং C শেল হলো ৩য় কক্ষপথ। $l$ এবং m এর মান ব্যবহার করে উক্ত শেলত্রয়ে বিদ্যমান ইলেকট্রন সংখ্যা চার্ট আকারে দেওয়া হলো-

| প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা (n) | সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা ($l$) | | ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা (m) | | স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা (s) | উপস্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা | প্রধান স্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| মান | মান | উপস্তর | মান | অরবিটাল | | | |
| 1 | 0 | 1s | 0 | 1 | $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ | 2 | 2 |
| 2 | 0 | 2s | 0 | 1 | $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ | 2 | 8 |
| | 1 | 2p | +1, 0, -1 | 3 | $3(+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2})$ | 6 | |
| 3 | 0 | 3s | 0 | 1 | $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ | 2 | 18 |
| | 1 | 3p | +1, 0, -1 | 3 | $3(+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2})$ | 6 | |
| | 2 | 3d | +2, +1, +, -1, -2 | 5 | $5(+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2})$ | 10 | |

উপরিউক্ত হিসাব থেকে আমরা পাই A, B এবং C শেলে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন সংখ্যা যথাক্রমে 2, 8 এবং 18।

আবার, $2n^2$ সূত্র ব্যবহার করে A, B এবং C শেলে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন সংখ্যা নির্ণয় করে আমরা পাই,

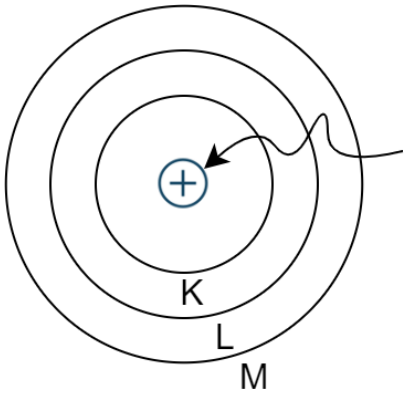
A শেলে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন সংখ্যা $= 2n_1^2 = 2 \times 1^2 = 2$

B শেলে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন সংখ্যা $= 2n_2{}^2 = 2 \times 2^2 = 8$

C শেলে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন সংখ্যা $= 2n_3^2 = 2 \times 3^2 = 18$

অতএব, উদ্দীপকের A, B ও C শেলে সর্বোচ্চ $2n^2$ সংখ্যক ইলেকট্রন থাকতে পারে।

**প্রশ্ন ৪১।** উদ্দীপকের আলোকে সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও:




**ক. এটম ইকোনমি কী?**

**খ. $MgCl_2$ ও $AlCl_3$ এর মধ্যে কোনটি অধিক সমযোজী?**

**গ. $l$ ও m-এর মান হিসেব করে M শক্তিস্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা নির্ণয় কর।**

**ঘ. উদ্দীপকের হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন ধাপান্তরের সময় বিকিরিত রশ্মির ফোটনের শক্তি $1.45 \times 10^{-21}$kJ হলে বিকরিত রশ্মির ব্যবহারিক প্রয়োগ বিশ্লেষণ কর।**

**উত্তরঃ**

ক. অ্যাটম ইকোনমি হলো বিক্রিয়কসমূহকে সম্পূর্ণরূপে উৎপাদে পরিণত করার সক্ষমতা।

কোনো বিক্রিয়ার অ্যাটম ইকোনমিকে নিম্নোক্তভাবে প্রকাশ করা যায়-

$$AE = \frac{\text{কাঙ্খিত উৎপাদের সংকেত ভর}}{\text{সকল বিক্রিয়কের সংকেত ভরের সমষ্টি}} \times 100\%$$

খ. $MgCl_2$ ও $AlCl_3$ উভয়ই 'আয়নিক যৌগ এবং এদের মধ্যে সাধারণ অ্যানায়ন $Cl^-$ হওয়ায় এদের সমযোজী বৈশিষ্ট্য নির্ভর করে ক্যাটায়নের চার্জের উপর। ফাযানের নীতি অনুযায়ী, ক্যাটায়নের চার্জ যত বেশি হবে ঐ ক্যাটায়ন কর্তৃক অ্যানায়নের পোলারায়ন বেশি হবে ফলে আয়নিক যৌগের সমযোজী বৈশিষ্ট্যও তত বেশি প্রকাশ পাবে। $MgCl_2$ ও $AlCl_3$ এর ক্ষেত্রে Mg এর চার্জ +2 এবং AI এর চার্জ +3। তাই ফাযানের নীতি অনুযায়ী $AlCl_3$ অধিক সমযোজী।

গ. উদ্দীপকের M শেল বা তৃতীয় শক্তিস্তর (n = 3)-এর অরবিটাল ইলেকট্রন সংখ্যা নির্ণয় :

| প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা (n) | সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা $l \rightarrow (0 \rightarrow n-1)$ | চুম্বক কোয়ান্টাম সংখ্যা $m \rightarrow l \rightarrow 0 \rightarrow -l)$ | অরবিটাল | স্পিন (s) |
|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | 3s | $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ |
| | 1 | -1 | $3_{p_x}$ | $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ |
| | | 0 | $3_{p_y}$ | $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ |
| | | +1 | $3_{p_z}$ | $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 | 2 | -2 | $3d_{z^2}$ | $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ |
| | | -1 | $3d_{x^2-y^2}$ | $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ |
| | | 0 | $3d_{xy}$ | $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ |
| | | +1 | $3d_{zx}$ | $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ |
| | | +2 | $3d_{yz}$ | $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ |

অর্থাৎ, ৩য় শেলে সর্বোচ্চ মোট অরবিটাল সংখ্যা = 1+3+5= 9

আমরা জানি,

একটি অরবিটালে সর্বোচ্চ দুইটি ইলেকট্রন থাকতে পারে।

৩য় শেলে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন সংখ্যা = (9 × 2)টি = 18টি।

সুতরাং, পরমাণুটির ৩য় শক্তিস্তরে সর্বোচ্চ ৭টি অরবিটাল এবং সর্বোচ্চ 18টি ইলেকট্রন থাকতে পারে।

ঘ. উদ্দীপকের হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন ধাপান্তরের সময় বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য হিসাব করলে পাওয়া যায়-

$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$

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

$= \frac{6.626\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{1.45\times10^{-18}} m$

$= 137.089 \times 10^{-9}\text{m}$

$= 137.089\ nm$

দেওয়া আছে,

ফোটনের শক্তি, $E = 1.45 \times 10^{-21}\text{kJ}$

$= 1.45 \times 10^{-18}\text{J}$

প্লাংকের ধ্রুবক, $h = 6.626 \times 10^{-34}\text{Js}$

আলোর গতি, $c = 3.0 \times 10^{8}\text{ms}^{-1}$

বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda$ =?

বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য = 137.089nm, যা অতিবেগুনি রশ্মি অঞ্চলে অবস্থান করে।

## বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয়ে আসা প্রশ্নের উত্তর

**1. হাইড্রোজেন পরমাণুতে ৪র্থ কক্ষপথের ব্যাসার্ধ $8.5 \times 10^{-10}$ m হলে, একই কক্ষপথের ইলেকট্রনের গতিবেগ কত $ms^{-1}$ হবে? [KU-A: 18-19]**

A. $5.4 \times 10^2$ B. $5.4 \times 10^3$ C. $5.4 \times 10^4$ D. $5.4 \times 10^5$

**2. ৩য় শক্তিস্তরে mvr এর মান কত? [Ref: কবির]**

A. $nh/2\pi$ B. $nh/6\pi$ C. $3h/2\pi$ D. $1.2h/\pi$

**3. নাইট্রেট অ্যানায়নে কয়টি ইলেকট্রন রয়েছে? [DU-A: 19-20]**

A. 19 B. 31 C. 23 D. 32

**4. নিচের কোনটি আইসোবার? [DU-HEco: 19-20]**

A. ${}_1^1H$ এবং ${}_1^2H$ B. ${}_{52}^{127}Te$ এবং ${}_{53}^{127}I$ C. ${}_6^{14}O$ এবং ${}_8^{16}O$ D. কোনোটিই নয়

**5. কোন পরমাণু বা আয়নে ইলেকট্রন ও নিউট্রনের সংখ্যা সমান? [DU-A: 18-19]**

A. ${}_4^9Be$ B. ${}_9^{19}F$ C. ${}_4^9Na^+$ D. ${}_8^{18}O^{2-}$

**6. ${}_{18}^{40}Ar$ এবং ${}_{19}^{40}K$ পরমাণু দুইটিতে কোনটির সংখ্যা সমান? [DU-7 college:18-19]**

A. ইলেকট্রন B. নিউট্রন C. নিউক্লিয়ন D. প্রোটন

**7. কার্বনের একটি অক্সাইড যার আণবিক ওজন 28। যৌগটির এক অণুতে মোট ইলেকট্রন সংখ্যা? [DU-HEco:18-19]**

A. 14 B. 20 C. 10 D. 12

**8. কোন পরীক্ষা দ্বারা পরমাণুর মধ্যে নিউক্লিয়াসের অস্তিত্ব প্রতিষ্ঠিত হয়েছে? [DU-HEco:18-19]**

A. রাদারফোর্ডের β রাশ্মির বিক্ষেপন পরিমাণ
B. রাদারফোর্ডের α রশ্মির বিক্ষেপন পরিমাণ
C. মেজলের ধাতু থেকে নির্গত রঙ্গন রশ্মির ফ্রিকুয়েন্সি পরিমাপ
D. ক্যানাল রশ্মির বিক্ষেপণ পরিমাপ

**9. কোন প্রক্রিয়ার ${}_{90}^{234}Th$ এবং ${}_{91}^{234}Pa$ তৈরি হয়? [DU-A:17-18]**

A. α-emission B. β-emission C. γ-emission D. Neutron-emission

**10. নিচের কোনটির ক্ষেত্রে বোর তত্ত্ব প্রযোজ্য নয়? [দি .বো .১৬ [Ref: হাজারী]**

A. H B. $H^+$ C. $He^+$ D. $Li^{2+}$

**11. থায়োসালফেট $S_2O_3^{2-}$ আয়নে সর্বমোট যোজন ইলেকট্রনের সংখ্যা কত? [DUA:14-15]**

A. 28 B. 30 C. 32 D. 34

**12. $^{14}_{6}C$ ও $^{16}_{8}O$ পরস্পরের - [DU:14-15]**

A. Isomer B. Isotone C. Isobar D. Isotope

**13. আইসোটোনের উদাহরণ - [DU:13-14]**

A. $^{13}_{7}N$ , $^{13}_{6}C$ B. $^{40}_{18}Ar, ^{40}_{20}Ca$ C. $^{40}_{20}Ca, ^{40}_{19}K$ D. $^{31}_{15}P, ^{32}_{16}S$

**14. নিম্নের species গুলোর মধ্যে কি মিল আছে? [DU:11-12]**

$^{20}Ne$, $^{19}F^-$, $^{24}Mg^{2+}$

A. Isotopes to each other B. isomers of each other

C. isoelectronic with each other D. isotones to each other

**15. $^{31}_{15}P_4$ এর 15 টি অণুর মধ্যে কয়টি নিউট্রন আছে? [DU A: 10-11, RU:15-16]**

A. 160 B. 64 C. 960 D. 1800

**16. নিচের নিয়ক্লিয়ার বিক্রিয়ার X কোন কণা? [DU: 08-09]**

$^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + x$

A. α-particle B. γ-ray C. β-particle D. neutron

**17. নিম্নের নিউক্লিয়ার বিক্রিয়াকে কি বলা হয়? [DU:04-05]**

$^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + x$

A. α কণা B. βরশ্মি C. γরশ্মি D. নিউট্রন

**18. $Q \xrightarrow{\alpha} R \xrightarrow{\beta} L \xrightarrow{\gamma} D$ উপায়ে Q তেজোস্ক্রিয় আইসোটোপ । আইসোটোপগুলোর ভর ও প্রোটন সংখ্যা ভিত্তিতে নিচের কোনটি সঠিক? [DU:02-03]**

A. Q=L B. R=L C. R=L D. L=D

**19. নিচের কোন সেটটির আয়নসমূহ সমইলেকট্রনিক? [DU:02-03]**

A. $Mg^{2+}, Ca^{2+}, Sr^{2+}$ B. $F^-, Cl^-, Br^-$ C. $N^{3-}, O^{2-}, F^-$ D. $Al^{3+}, Fe^{3+}, Cr^{3+}$

20. একটি মৌলের আইসোটোপসমূহের মধ্যে ভিন্ন থাকে - [DU:01-02]

A. পারমাণবিক সংখ্যা B. ইলেকট্রন সংখ্যা C. প্রোটন সংখ্যা D. নিউট্রন সংখ্যা

21. নিচের কোনটির প্রোটন সংখ্যা আলফা ($\alpha$) কণার প্রোটন সংখ্যার সমান? [DU:01-02]

A. He B. $H^+$ C. H D. $H_2$

22. অক্সিজেনে কতটি আইসোটোপ পাওয়া যায়? [MBBS: 19-20]

A. একটি B. চারটি C. দুইটি D. তিনটি

23. সোডিয়াম আয়নে কতগুলো ইলেকট্রন থাকে? [MBBS:19-20]

A. 5 B. 10 C. 13 D. 11

24. নিচের কোন মৌলটির স্থায়ী আইসোটোপ আছে? [MBBS:18-19]

A. Na B. K C. Fe D. Ca

25. যে সমস্ত পরমাণুর ভরসংখ্যা বা পারমাণবিক ওজন একই কিন্তু পারমাণবিক সংখ্যা ভিন্ন, তাদেরকে বলে? [MBBS:17-18]

A. আইসোমার B. আইসোবার C. আইসোটোন D. আইসোটোপ

26. নিম্নের কোনটি আইসোটোপ একটি? [MBBS:15-16]

A. C B. Cl C. H D. Na

27. নিচে কোনটি নিউক্লিয়াসে প্রোটন সংখ্যা হলো- [MBBS:14-15]

A. $^{235}U$ B. $^{237}U$ C. $^{236}U$ D. $^{238}U$

28. নিচের কোনটি ক্যান্সার চিকিৎসায় ব্যবহৃত হয়? [MBBS:13.14]

A. Ne B. Rn C. He D. Ar

29. অক্সিজেন পরমাণুর নিউক্লিয়াসে প্রোটন সংখ্যা কয়টি? [MBBS:13-14]

A. 6 B. 8 C. 10 D. 12

30. কোবাল্ট-60 হতে কোন রশ্মি নিঃসৃত হয়? [MBBS: 13-14]

A. এক্স-রশ্মি B. অতিবেগুনী রশ্মি C. গামা রশ্মি D. অবলোহিত রশ্মি

31. ক্লোরিনের পরমাণু ভর সংখ্যা 35 হলে নিয়ক্লিয়াসে প্রোটন ও নিউট্রনের সংখ্যা নিম্নের কোনটি? [MBBS:12-13]

A. প্রোটন 17, নিউট্রন 18
B. প্রোটন 20, নিউট্রন 15
C. প্রোটন 15, নিউট্রন 20
D. প্রোটন 18, নিউট্রন 17

32. নিচের কোনটি তেজস্ক্রিয় রশ্মি নয়? [BDS:17-18]

A. গামা রশ্মি
B. এক্স-রশ্মি
C. আলফা রশ্মি
D. বিটা রশ্মি

33. নিচের কোনটি পরমাণুর স্থায়ী মূল কণিকা? [JnU:17-18]

A. পজিট্রন
B. নিউট্রিনো
C. নিউট্রন
D. মেসন

34. নিম্নে উল্লেখিত পরমাণু সেটগুলোর মধ্যে কোনটি পরস্পরের আইসোটোন? [JnU:13-14]

A. $^{14}_{6}C$এবং $^{16}_{8}O$
B. $^{32}_{14}Si$ এবং $^{30}_{14}Si$
C. $^{30}_{15}P$ এবং $^{32}_{16}S$
D. $^{204}_{82}Pb$ এবং $^{204}_{80}Hg$

35. প্রকৃতিতে ক্লোরিনের আইসোটোপের সংখ্যা কত? [JnU:11-12]

A. 1
B. 3
C. 4
D. 2

36. একটি $\alpha$ কণা কি? [JnU'A:07-08]

A. একটি ইলেকট্রন
B. একটি নিউট্রন ও একটি প্রোটন
C. ২টি প্রোটন ও ২টি নিউট্রন
D. এক্সরে বিকিরণ

37. এক আণবিক সংখ্যা বিশিষ্ট কোন মৌলের তিনটি আইসোটোপ $_1H^1$, $_1H^2$ এবং $_1H^3$ কোন আইসোটোপটি বহিঃস্থ শেলে একটি ইলেকট্রন আছে? [JnU:07-08]

A. $_1H^1$
B. $_1H^2$
C. $_1H^3$
D. all the three

38. নিম্নের কোন নিউক্লিয়াস যুগলটিকে আইসোটোন বলা হবে? [JnU:05-06]

A. $^{32}_{16}S$, $^{34}_{16}S$
B. $^{12}_{6}C$, $^{14}_{6}C$
C. $^{12}_{6}C$, $^{13}_{7}N$
D. $^{14}_{7}N$, $^{14}_{6}C$

39. $^{27}_{13}Al$ নিউক্লিয়াসটিতে নিউট্রনের সংখ্যা হল - [JnU:05-06]

A. 13
B. 27
C. 14
D. 40

40. কোনটির প্রোটন সংখ্যা আলফা কণার প্রোটন সংখ্যা সমান? [JU-D:19-20]

A. H
B. Na
C. He
D. K

41. $H_3O^+$ আয়নে কতটি ইলেকট্রন বিদ্যমান? [Ju:18-19]

A. 11 B. 10 C. 9 D. 8

42. একটি ইলেকট্রনের চার্জ কত কুলম্ব? [JU:18-19]

A. $-1.6 \times 10^{-19}$ B. $+1.6 \times 10^{-19}$ C. $-1.6 \times 10^{-17}$ D. $+1.6 \times 10^{-17}$

43. ${}^{3}_{1}H$ এর নিউট্রন সংখ্যা কত? [17-18]

A. 1টি B. 0টি C. 2টি D. কোনোটিই নয়

44. ${}^{14}_{6}C$ ও ${}^{15}_{7}N$ পরস্পর কোনটি? [JU:17-18]

A. আইসোটোন B. আইসোটোপ C. আইসোবার D. কোনোটিই নয়

45. নিচের কোন জোড়টি আইসোটোন? [Ju:17-18]

A. ${}^{14}_{6}C$, ${}^{14}_{7}N$ B. ${}^{63}_{29}Cu$, ${}^{64}_{30}Zn$ C. ${}^{35}_{17}CI$, ${}^{32}_{15}Si$ D. ${}^{31}_{15}P$, ${}^{32}_{16}S$

46. কোনটি কম্পোজিট কণিকা? [JU'A:16-17]

A. আলফা B. নিউট্রিনো C. পজিট্রন D. মেসন

47. ${}^{16}_{8}O^{2-}$ আয়নে ইলেকট্রন সংখ্যা – [Ju'A:13-14]

A. 16টি B. 8টি C. 10টি D. 14টি

48. একটি ইলেকট্রনের চার্জ কত? [jU'A:13-14]

A. $-1.6 \times 10^{-19}$ e.s.u B. $-4.3980 \times 10^{-10}$ e.s.u

C. $-4.8029 \times 10^{-10}$ e.s.u D. $-1.6 \times 10^{-35}$e.s.u

49. সালফার পরমাণুর নিউক্লিয়াসে নিউট্রন সংখ্যা কত? [Combine Agri.:19-20]

A. 15 B. 16 C. 18 D. 20

50. কোনটি তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ? [Combine Agri.:19-20]

A. ${}^{31}P$ B. ${}^{32}S$ C. ${}^{24}Mg$ D. ${}^{60}CO$

51. কোনটি তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ নয়? [BAU:18-19]

A. ${}^{60}CO$ B. ${}^{31}P$ C. ${}^{35}S$ D. ${}^{65}Zn$

52. ক্যান্সার চিকিটসায় কোন তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ নয়? [BAU:17-18]

A. $^{24}N$ B. $^{32}P$ C. $^{60}Co$ D. $^{131}I$

**53. যে সকল পরামাণুর প্রোটন সংখ্যা একই, কিন্তু ভর সংখ্যা ভিন্ন, তাদেরকে কি বলা হয়?**

A. আইসোটোপ B. আইসোবার C. আইসোমার D. আইসোটোন

**54. ভেদনক্ষমতার ক্রম অনুসারে α কণা, β কণা ও γ কণা রশ্মির বিকিরণগুলো সাজানো যায়? [RU:17-18]**

A. α, β, γ B. γ, α, β C. γ, β, α D. α, γ, β

**55. একটি তেজস্ক্রিয় মৌলনের নিউক্লিয়াস থেকে যে ইলেকট্রন নির্গত হয় তাকে বলে –[RU:16-17]**

A. পলিট্রন B. এন্টি প্রোটন C. আলফা কণা D. বিটা কণা

**56. ক্লোরিনের পরমাণুর ভর সংখ্যা 35। এর নিউক্লিয়াসের প্রোটন ও নিউট্রনের সংখ্যা কত? [RU:16-17]**

A. প্রোটন 17, নিউট্রন 18 B. প্রোটন 18, নিউট্রন 17

C. প্রোটন 15, নিউট্রন 20 D. প্রোটন 20, নিউট্রন 15

**57. নিচের কোনটির প্রোটন সংখ্যা আলফা কণার প্রোটন সংখ্যার সমান? [RU:16-17]**

A. F B. $H^+$ C. He D. $H_2$

**58. β রশ্মির আপেক্ষিক চার্জ হলো – [RU'G:15-16]**

A. -1 B. 0 C. -2 D. -3

**59. বোর এর পরমাণু মডেল কোনটির জন্য প্রযোজ্য হবে? [RU:15-16]**

A. $H^+$ B. $He^+$ C. $Li^+$ D. $Be^+$

**60. ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ সম্পর্কিত কোন সমীকরণটি সঠিক? [Ru:14-15]**

A. $mvr = \frac{2h}{n\pi}$ B. $mvr = \frac{nh}{2\pi}$ C. $mvr = \frac{2\pi}{nh}$ D. $\omega r = \frac{2\pi h}{mv}$

**61. কী দ্বারা একটি মৌলের পরিচিতি নির্ণীত হয়ে? [CU-A:19-20]**

A. প্রোটন সংখ্যা B. ইলেকট্রন সংখ্যা C. নিউট্রন সংখ্যা D. ভর সংখ্যা

**62. $^{206}_{82}Pb^{2+}$ আয়নে নিউট্রনের সংখ্যা কত? [CU:18-19]**

A. 82 B. 106 C. 124 D. 228

**63. এক অণু $NaAl(OH)_4$ এর মধ্যে বিদ্যমান নিউট্রনের সংখ্যা কত? [Cu:18-19]**

$[Na(Z = 11, A = 23); Al(Z = 13, A = 27); O(Z = 8, A = 16)$
$H(Z = 1, A = 1)]$

A. 34 B. 36 C. 62 D. 58

**64. রাদারফোর্ডের পরীক্ষায় ব্যবহৃত (আলফা) বিকিরণে বিদ্যমান পদার্থের সংকেত হচ্ছে? [CU:18-19]**

A. $H_2$ B. He C. $He_2^{2+}$ D. $He^{2+}$

**65. $[NH_4]^+$ আয়নে মোট কয়টি নিউট্রন থাকে? [দেওয়া আছে N এর পারমাণবিক সংখ্যা 7 এবং ভর সংখ্যা 14, H এর উভয় সংখ্যাই 1] [CU:16-17]**

A. 7 B. 11 C. 12 D. 14 E. 8

**66. প্রোটনের চার্জ হল- [Cu:15-16]**

A. 1C B. $1.620 \times 10^{-19}C$ C. $6.023 \times 10^{-23}C$
D. $9.109 \times 10^{-28}C$ E. $6.626 \times 10^{-34}C$

**67. সালফাইড আয়নে ($^{32}_{16}S^{2-}$) ইলেকট্রন সংখ্যা কত? [CU:15-16]**

A. 16 B. 32 C. 26 D. 18 E. 34

**68. $^{30}_{14}S$, $^{31}_{15}P$ এবং $^{32}_{16}S$ পরস্পরের – [CU:14-15]**

A. আইসোটোপ B. আইসোটোন C. আইসোবার
D. আইসোটোপ ও আইসোটোন E. আইসোটোপ ও আইসোবার

**69. একটি ক্যালসিয়াম নিউক্লিয়াসের মধ্যে $^{40}_{20}Ca$ এর নিউট্রনের সংখ্যা – [CU:08-09]**

A. 20 B. 23 C. 24 D. 28

**70. তেজস্ক্রিয় কোবাল্ট-60 ($^{60}Co$) এর সাহায্যে কোন রোগ নির্ণয় করা যায়? [CU:06-07]**

A. ডেঙ্গু জ্বর B. ক্যান্সার C. টিউমার D. থাইরয়েড

**71. তেজস্ক্রীয় মৌলের নিউক্লিয়ার হতে বিটা ($\beta^-$) রশ্মির বিকিরণে নিচের কোনটি ঘটে**

A. নিউট্রন বৃদ্ধি পায় B. ইলেকট্রন বৃদ্ধি পায়
C. ভরসংখ্যা বৃদ্ধি পায় D. পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধি পায়

**72. নিচের কোনটি অনুপ্রভা সৃষ্টিকারী পাদার্থ? [CoU-A:19-20]**

A. ZnS B. $Ka_2S$ C. CaS D. $K_2S$

73. কোন রশ্মি ভর বা চার্জ নেই? [CoU:14-15]

A. আলফা রশ্মি B. বিটা রশ্মি C. গামা রশ্মি D. কোনোটিই নয়

74. সবচেয়ে কম ভরের কণিকা কোনটি? [CoU:12-13]

A. ইলেকট্রন B. প্রোটন C. আলফা D. নিউট্রন

75. ত্বরান্বিত করা যায় না- [ID'D:19-20]

A. Neutron B. Proton C. α-Particles D. β-Particles

76. পরমাণুর কম্পোজিট কণিকা? [IU'D:18-19;হাজারী]

A. পজিট্রন B. মেসন C. ডিউটেরন D. মিউওন

77. $^{14}_{7}N + He \rightarrow {}^{17}_{8}O + x$ একটি নিউক্লিয় বিক্রিয়া । অজানা x কণাটি হবে একটি- [SUST:18-19]

A. ইলেকট্রন B. প্রোটন C. নিউট্রন D. নিউট্রিনো E. কণা

78. $^{16}_{7}N+\alpha$ কণা $\rightarrow {}^{a}_{b}O$ + প্রোটন এ নিউক্লিয় বিক্রিয়ায় a ও b এর মান কত? [SUST.14-15]

A. 16 ও 18 B. 14 ও 8 C. 15 ও 8 D. 17 ও 8

79. একটি ইলেকট্রনের n, l ও m এর মান [SUST.07-08]

A. (4,0,0) B. (4,0,1) C. (4,0,1) D. (0,3,1)

80. $P \xrightarrow{a} Q \xrightarrow{\beta} R \xrightarrow{\gamma} S$ উপায় p আইসোটোপটি বিকিরিত হলো আইসোটোপটির ভর ও প্রোটন সংখ্যার ভিত্তিতে কোনটি সঠিক? [BRUR:13-14]

A. P=Q B. Q+R C. P=R D. R=S

81. কোনটি $Cl^-$ এর আইসোইলেকট্রনিক? [BRUR:12-13]

A. $S^{2-}$ B. $P^{3-}$ C. $K^+$ D. All

82. CO, $CN^-$ এবং $N_2$প্রজাতি সমূহ হল - [BRUR:12-13]

A. Inorganic species B. Having co-ordinate bond

C. Isoelectronic D. Having polar bond

83. কোয়ান্টাম তত্ত্বের ধারণা সম্প্রসারিত করেন কোন বিজ্ঞানী? [BSMRSTU-A:19-20]

A. আইজাক নিউটন B. ম্যাক্স প্লাঙ্ক C. আলবার্ট আইন্সটাইন D. মাইকেল ফ্যারাডে

84. পদার্থের ক্ষুদ্রতম যে পর্যায় পর্যন্ত স্বকীয় গুণাগুণ বজায় থাকে তার নাম - [BSMRSTU-B:19-20]

A. ইলেকট্রন B. পরমাণু C. নিউট্রন D. অণু

85. $^{14}_{6}C$ ও $^{16}_{8}O$ পরস্পরের- [BSMRSTU-A:19-20]

A. আইসোবার B. আইসোটোপ C. আইসোমার D. আইসোটোম

86. $Na^{+}$, $O^{2-}$, $F^{-}$এবং $C^{4-}$ আয়নগুলোর মধ্যে কী ধরনের মিল আছে? [BSMRSTU-C:19-20]

A. প্রোটন সংখ্যা সমান B. ইলেকট্রন সংখ্যা সমান C. ভর সংখ্যা সমান D. নিউট্রন সংখ্যা সমান

87. Which of the following has the same number of proton as in an $\alpha$ particle? [BUTex:19-20]

A. H B. $H^{+}$ C. He D. $H_2$

88. পাশের নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় 'X' কোন কণা? $^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + X$ [BUET.12-13]

A. $\alpha$ কণিকা B. $\beta$ কণিকা C. $\gamma$ রশ্মি D. নিউট্রন

89. H পরমাণুর প্রথম কক্ষপথের ইলেকট্রনের শক্তি হলে ৩য় কক্ষপথের ইলেকট্রনের শক্তি $E_1$ কত হবে? [দি.বো.১৬]
[Ref: হাজারী]

A. $E_1 \times \frac{1}{9}$ B. $E_1 \times 9$ C. $E_1 \times \frac{1}{3}$ D. $E_1 \times 3$

90. নিচের কোনটি $^{14}_{8}O$ আইসোটোপকে $^{14}_{7}N$ আইসোটোপে রূপান্তর করে? [CUET.13-14]

A. রশ্মি B. ইলেকট্রন C. পজিট্রন D. কোনোটিই নয়

91. পারমাণবিক চুল্লিতে কোন বিক্রিয়া সংঘটিত হয়? [CUET.11-12]

A. Chemical reaction B. Nuclear fusion reaction
C. Nuclear fission reaction D. None of these

92. বোর পরমাণুতে একটি ইলেকট্রন ৪র্থ শক্তিস্তরে একটি পূর্ণ আবর্তন করতে কয়টি পূর্ণ তরঙ্গ সৃষ্টি করবে? [কু.বো.১৬]
[Ref: হাজারী]

A. 2 B. 3 C. 4 D. 5

93. নিচের কোনটি কম্পোজিট কণিকা? [কু.বো.১৫] [Ref: হাজারী]

A. ডিউটেরিয়াম B. ট্রিটিয়াম C. ডিউটেরন D. মেসন

**94. কোনটি কম্পোজিট কণিকা? [কু.বো. ২০১৬]**

A. মেসন B. নিউট্রিনো C. α-কণা D. নিউট্রন

**95. $^{24}_{12}Mg^{2+}$ এর শক্তিস্তরে ইলেকট্রন কয়টি? [Ref: কবীর]**

A. 12 B. 24 C. 10 D.14

**96. পরমাণুর কোন দুটি কণিকা সংখ্যা পরস্পর সমান? [চ.বো.১৬] [Ref: হাজারী]**

A. প্রোটন ও নিউট্রন B. ইলেকট্রন ও পজিট্রন

C. নিউট্রন ও ইলেকট্রন D. ইলেকট্রন ও প্রোটন

## MCQ Solution

**1.Ans:** (D)

Solve: ৪র্থ কক্ষপথে অবস্থানকারী ইলেকট্রনের বেগ,

$V_4 = \frac{2\pi e^2 z}{nh} = \frac{2 \times 3.14 \times (4.8 \times 10^{-10})^2 \times 1}{4 \times 6.026 \times 10^{-27}} = 5.45 \times 10^7 cms^{-1} = 5.45 \times 10^5\ ms^{-1}$

2. **Ans:** (C)

Solve: ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ, $\mathbf{mvr} = \frac{nh}{2\pi}$ ; ৩য় শক্তিস্তরে, $mvr = \frac{3h}{2\pi}$; $n = 1,2,3,4$ প্রভৃতি শক্তিস্তর প্রকাশ করে ।

3. **Ans:** (D)

Solve: $NO_3^-$ অ্যানায়নে ইলেকট্রন সংখ্যা $= 7 + (8 \times 3) + 1$

$= 7 + 34 + 1 = 32$

4. **Ans:** (B)

Solve: যেসব পরমাণুর ভর সংখ্যা বা নিউক্লিয়ন সংখ্যা (প্রোটন ও নিউট্রনের মিলিত সংখ্যা) সমান কিন্তু পারমাণবিক সংখ্যা ভিন্ন, তাদেরকে পরস্পরের আইসোবার বলে। $^{127}_{52}Te$ এবং $^{127}_{53}I$ উভয়েরই ভর সংখ্যা 127 হওয়ার এরা পরস্পর আইসোবার।

5. **Ans:** (D)

Solve: $^{18}_{8}O^{2-}$ ইলেকট্রন সংখ্যা $= (8 + 2) = 10$ টি

নিউট্রন সংখ্যা $= (18 - 8) = 10$টি

6. **Ans:** (C)

7. **Ans:** (A)

Solve: CO এর আণবিক ওজন 28 যৌগটির এক অণুতে ইলেকট্রন সংখ্যা =8+6=14

8. **Ans:** (B)

9. **Ans:** (B)

Solve: ${}^{234}_{90}\text{Th} - {}^{0}_{-1}\text{e} \rightarrow {}^{234}_{91}\text{Pa}$

10. **Ans:** (B)

11. **Ans:** (C)

Solve: $S_2O_3^{2-}$ আয়নে যোজন ইলেকট্রন সংখ্যা $= (6 \times 2) + (6 \times 3) + 2 = 12 + 18 + 2 = 32$

12. **Ans:**(B)

Solve: ${}^{14}_{6}C = 14 - 6 = 8 \quad {}^{16}_{8}O = 16 - 8 = 8$

উভয়ের নিউট্রন সংখ্যা সমান হওয়ায় এরা পরস্পরের আইসোটোন।

13. **Ans:** (D)

Solve: আইসোটোন নিউট্রন সংখ্যা সমান। কিন্ত প্রোটন সংখ্যা ও ভর সংখ্যা ভিন্ন।

${}^{31}_{15}\text{P} = 31 - 15 = 16$ , ${}^{32}_{16}\text{S} = 32 - 16 = 16$

এখানে, ${}^{31}_{15}\text{P}$ ও ${}^{32}_{16}\text{S}$ উভয়ের নিউট্রন সংখ্যা সমান হওয়ার এরা পরস্পরের আইসোটোন।

14. **Ans:** (C)

Solve: Ne=10, $F^-$ =9+1=10, $Mg2^+$ =12-2=10 যেসব মৌল বা আয়নের মধ্যে সমান সংখ্যক ইলেকট্রন থাকে তাদেরকে এইসোইলেকট্রনিক বলে।

15. **Ans:** (C)

Solve: নিউট্রন সংখ্যা = (31-15) ×4×5=960 টি

16. **Ans:** (C)

Solve: ${}^{14}_{6}\text{C} \rightarrow {}^{14}_{7}N + \text{X}; \text{X} = {}^{0}_{-1}e, {}^{0}_{-1}e$ β-particle

17. **Ans:** (A)

Solve: ${}^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He; {}^{4}_{2}He \rightarrow \alpha$ কণা

18. **Ans:** (D)

Solve: $\text{Q} \xrightarrow{\alpha} \text{R} \xrightarrow{\beta} \text{L} \xrightarrow{\gamma} \text{D}$ ${}^{238}_{92}\text{U} \xrightarrow{{}^{4}_{2}\text{He}} {}^{234}_{90}\text{Th} \xrightarrow{{}^{0}_{-1}\text{e}} {}^{234}_{91}\text{Pa} \xrightarrow{\gamma} {}^{234}_{91}\text{Pa}$

γ রশ্মি বিকিরণের ফলে মৌলের নিউক্লিয়াসের কোনো পরিবর্তন ঘটে না ।

সুতরাং L এবং D একই মৌল হবে। অর্থাৎ L=D

19. **Ans:** (C)

Solve: যে সকল আয়নে ইলেক্ট্রন সংখ্যা সমান থাকে তাদেরকে সমইলেকট্রনিক আয়ন বলে।

$\text{N}^{3-} = 7 + 3 = 10$ টি ইলেকট্রন

$\text{O}^{2-} = 8 + 2 = 10$ টি ইলেকট্রন

$\text{F}^{-} = 9 + 1 = 10$ টি ইলেকট্রন

20. **Ans:** (D)

Solve: যেসব মৌলের প্রোটন সংখ্যা বা পারমাণবিক সংখ্যা সমান কিন্তু নিউট্রন সংখ্যা ভিন্ন, তাকে আইসোটোপ বলে। একটি নিরপেক্ষ মৌলে প্রোটন সংখ্যা এবং ইলেকট্রন সংখ্যা পরস্পর সমান থাকে।

21. **Ans:** (A)

Solve: আলফা রশ্মি হলো হিলিয়াম ($^{4}_{2}He^{2+}$) পরমাণুর নিয়ক্লিয়াস। তাই আলফা কণা ও He এর প্রোটন সংখ্যা সমান।

22. **Ans:** (D)

Solve: অক্সিজেনের তিনটি স্থায়ী আইসোটোপ আছে। এরা হলো – $^{16}O$,$^{17}O$, $^{18}O$

23. **Ans:** (B)

Solve: সোডিয়াম পরমাণুতে 11 টি ইলেকট্রন থাকে। সাধারণত $Na^{+}$ আয়নে 10 টি ইলেকট্রন থাকে।

24. **Ans:** (A)

Solve: প্রকৃতিতে সোডিয়াম এর একটি মাত্র স্থায়ী আইসোটোপ রয়েছে । তাই প্রকৃতিতে এর প্রাচুর্য ১০০% ।

বিদ্রঃ K, Fc, Ca এর অকাধিক আইসোটোপ (স্থায়ী ও অস্থায়ী) রয়েছে।

25. **Ans:** (B)

26. **Ans:** (D)

Solve: C এর 3টি যথা:$^{12}_{6}C$, $^{13}_{6}C$, $^{14}_{6}C$; Cl এর 2টি যথা $^{35}_{17}CI$, $^{37}_{17}CI$; H এর 3টি যথা $^{1}_{1}H$, $^{2}_{1}H$, $^{3}_{1}H$; NA এর 1টি যথা: $^{23}_{11}Na$

27. **Ans:** (A)

28. **Ans:** (B)

29. **Ans:** (B)

Solve: অক্সিজেন পরমাণুতে 8 টি প্রোটন, 8 টি ইলেকট্রন ও 8 টি নিউট্রন রয়েছে।

30. **Ans:** (C)

Solve: কোবাল্ট -60 ক্যান্সার কোষ ধ্বংসে ব্যবহৃত হয়। $^{131}I$ গলগণ্ড রোগে ব্যবহৃত হয়।

31. **Ans:** (A)

Solve: ক্লোরিন পরমাণুর ভর সংখ্যা =35 । আমরা জানি ক্লোরিনের পারমাণবিক সংখ্যা তথা প্রোটন সংখ্যা হল 17 । সুতরাং ক্লোরিনের নিউট্রন সংখ্যা, 35-17=18

32. **Ans:** (B)

Solve: তেজস্ক্রিয় পদার্থ থেকে আলফা, বিটা ও গামা রশ্মি নির্গত হয়, যা তেজস্ক্রিয় রশ্মি নামে পরিচিত ।

33. **Ans:** (C)

34. **Ans:** (A)

Solve: আইসোটন অর্থাৎ নিউট্রন সংখ্যা সমান। এখানে C এবং O উভয়েরই নিউট্রন সংখ্যা 8

35. **Ans:** (D)

Solve: প্রকৃতিতে ক্লোরিনের ২টি আইসোটোপ বিদ্যমান । এরা হলোঃ i. $^{35}_{17}Cl$ ; ii. $^{37}_{17}Cl$

36. **Ans:** (C)

Solve: একটি $\alpha$ কণা হল ২টি প্রোটন ও ২টি নিউট্রন

37. **Ans:** (D)

Solve: $_{1}H^{1}$, $_{1}H^{2}$ এবং $_{1}H^{3}$ এবং প্রতিটি আইসোটোপের বহিঃস্থ শেলে একটি করে ইলেকট্রন আছে।

38. **Ans:** (C)

Solve: এক্ষেত্রে ${}^{12}_{6}C$ এবং ${}^{13}_{7}N$ হল পরস্পরের আইসোটোন। কারণ এদের নিউট্রন সংখ্যা সমান হলেও ভর সংখ্যা ও প্রোটন সংখ্যা ভিন্ন।

39. **Ans:** (C)

Solve: ${}^{27}_{13}Al$ এ i. ইলেকট্রন সংখ্যা=13 টি ii. প্রোটন সংখ্যা =13 টি iii.নিউট্রন সংখ্যা =27-13=14 টি

40. **Ans:** (C)

Solve: আলফা কণা (${}^{4}_{2}\alpha$) তে ২টি প্রোটন থাকে। He পরমাণুতেও ২টি প্রোটন থাকে।

41. **Ans:** (D)

Solve: $H_3O^+$ আয়নে ইলেকট্রন সংখ্যা = (3+8-1) =10

42. **Ans:** (A)

Solve: ইলেকট্রনের চার্জ $= -1.6 \times 10^{-19}C$, প্রোটনের চার্জ$= -1.6 \times 10^{-19}C$

43. **Ans:** (C)

Solve: ${}^{3}_{1}H$ এ নিউট্রন সংখ্যা = (3-1)=2

44. **Ans:** (A)

Solve: যে সকল মৌলের প্রোটন সংখ্যা ও ভর সংখ্যা ভিন্ন কিন্তু নিউট্রন সংখ্যা সমান, তাদেরকে পরস্পরের আইসোটোন বলে।

${}^{14}_{6}C$ নিউট্রন সংখ্যা = (14-6) =8, ${}^{15}_{7}N$ এর নিউট্রন সংখ্যা = (15-7) =8

45. **Ans:** (D)

Solve: যে সকল মৌলের নিউট্রন সংখ্যা সমান, কিন্তু প্রোটন সংখ্যা ও ভর সংখ্যা ভিন্ন তাদেরকে পরস্পরের আইসোটোন বলে। ${}^{31}_{15}P$ এর নিউট্রন সংখ্যা =31-15=16, ${}^{32}_{16}S$ এর নিউট্রন সংখ্যা =32-16=16

46. **Ans:** (A)

47. **Ans:** (C)

Solve: ইলেকট্রন সংখ্যা = (8+2) =10 টি

48. **Ans:** (C)

49. **Ans:** (B)

Solve: সালফার পরমাণুর সংকেত= ${}^{32}_{16}S$

∴ভর সংখ্যা =32, পারমাণবিক/প্রোটন সংখ্যা =16,

∴নিউট্রন সংখ্যা =32-16=16

50. **Ans:** (D)

Solve: ${}^{14}_{6}C$, ${}^{60}_{27}Co$, ও ${}^{131}_{53}I$ প্রভৃতি অতি পরিচিত তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ

51. **Ans:** (D)

52. **Ans:** (C)

53. **Ans:** (A)

54. **Ans:** (A)

Solve: $\gamma$ রশ্মির ভেদন ক্ষমতা সবচেয়ে বেশি এবং $\alpha$ রশ্মির ভেদন ক্ষমতা সবচেয়ে কম. $\alpha<\beta<\gamma$

55. **Ans:** (D)

56. **Ans:** (A)

57. **Ans:** (C)

58. **Ans:** (A)

Solve: বিটা রশ্মি $= {}^{0}_{-1}e$

59. **Ans:** (B)

Solve: বোর পরমাণু মডেল এক ইলেকট্রন বিশিষ্ট আয়নের জন্য প্রযোজ্য । যেহেতু ${}^{4}_{2}He^{+}$ এর একটি ইলেকট্রন বিদ্যমান, তাই বোর পরমাণুর মডেল $He^{+}$ এর জন্য প্রযোজ্য

60. **Ans:** (B)

61. **Ans:** (A)

62. **Ans:** (C)

Solve: নিউট্রন সংখ্যা, n = A-2 = 206-82 =124

63. **Ans:** (D)

Solve: নিউট্রন সংখ্যা, (Na)=23-11=12, নিউট্রন সংখ্যা (Al)=27-13=14,
নিউট্রন সংখ্যা (O)= 16-8=8, নিউট্রন সংখ্যা (H)=1-1=0
$\therefore NaAl(OH)_4$ অণুতে নিউট্রন সংখ্যা =12+14+(4×8)+(4×0)=12+4+32=58

64. **Ans:** (D)

65. **Ans:** (A)

Solve: $[NH_4]^+$ আয়নে বিদ্যমান হাইড্রোজেন ${}^{1}_{1}H$ এ কোনো নিউট্রন নেই। নাইট্রোজেন ${}^{14}_{7}N$ এর নিউট্রন সংখ্যা (14-7) বা 7 টি সুতরাং $[NH_4]^+$ আয়নে মোট নিউট্রন সংখ্যা 7

66. **Ans:** (B)

67. **Ans:** (D)

Solve: ইলেকট্রন সংখ্যা = {(32-16)+2}=18

68. **Ans:** (B)

Solve: ${}^{30}_{14}SI$, এর নিউট্রন (30-14) = 16 টি, ${}^{32}_{16}S$ এর নিউট্রন =(31-15)=16 টি,
${}^{32}_{16}S$ এর নিউট্রন = (32-16) =16 টি, যেহেতু মৌলসমূহের নিউট্রন সংখ্যা সংখ্যা

69. **Ans:** (A)

70. **Ans:** (B)

71. **Ans:** (D)

Solve: ${}^{14}_{c}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}\beta$, $\beta$ রশ্মি বিকিরণে কিউক্লিয়াসের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধি পায়

72. **Ans:** (A)

Solve: ZnS অনুপ্রভা সৃষ্টিকারী পদার্থ হওয়ার রাদারফোর্ড তার $\alpha$ কণা বিচ্ছুরণ পরীক্ষায় ZnS এর আবরণযুক্ত পর্দা ব্যবহার করেন।

73. **Ans:** (C)

Solve: গামা রশ্মি ভর বা চার্জহীন উচ্চ ভেদন ক্ষমতা সম্পন্ন তড়িৎচুম্বক তরঙ্গ

74. **Ans:** (A)

Solve: ইলেকট্রনের ভর → $9.11 \times 10^{-28}$g

প্রোটনের ভর →$1.672 \times 10^{-24}$g

নিউটনের ভর →$1.675 \times 10^{-24}$g

আলফা কণার ভর → 4 amu

75. **Ans:** (A)

Solve: চার্জ না থাকায় নিউট্রনকে তড়িৎ চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রভাব দেয়া যায় না।

76. **Ans:** (C)

Solve: কম্পোজিট কণিকা: i. ডিউটেরন কণা ii. আলফা কণিকা

77. **Ans:** (B)

Solve: $^{14}_{7}N+He \rightarrow ^{17}_{8}O+^{1}_{1}H$

78. **Ans:** (D)

79. **Ans:** (A)

80. **Ans:** (D)

81. **Ans:** (D)

Solve: $Cl^-$ এর ইলেকট্রন সংখ্যা 18, আবার, $S^{2-}$, $K^+$, $P^{3-}$ এর ও ইলেকট্রন সংখ্যা 18, সুতরাং প্রত্যেক $Cl^-$এর আইসোইলেকট্রনিক।

82. **Ans:** (C)

Solve: CO, $CN^-$এবং $N_2$ প্রজাতিসমূহের প্রত্যেকের যোজনী শেলে সমান সংখ্যক (10) ইলেকট্রন বিদ্যমান। তাই এরা Isoelectronic.

83. **Ans:** (B)

84. **Ans:** (B)

Solve: পরমাণু পদার্থের স্বকীয় গুণাগুণ বজায় রাখে। পরমাণুকে বিভাজন করলে ইলেকট্রন, প্রোটন, নিউট্রন পাওয়া যায়।

85. **Ans:** (B)

Solve: $^{14}_{6}C$ ও $^{16}_{8}O$ উভয়ের প্রোটন সংখ্যা সমান । তাই এরা পরস্পরের আইসোটোপ।

86. **Ans:** (B)

Solve: Na পরমাণু ইলেকট্রন ত্যাগের মাধ্যমে $Na^+$ গঠন করে এবং Neon এর সুস্থিত ইলেকট্রন বিন্যাস অর্জন করে। $O^{2-}$, $F^-$ এবং $C^{4-}$এ ও নিয়নের মত ইলেকট্রন বিন্যাস রয়েছে।

87. **Ans:** (C)

Solve: α-particle has 2 protons and 2 neutrons 'He'- has 2 protons, 2 neutrons and electrons 'H' has I proton and I electron.

88. **Ans:** (B)

89. **Ans:** (A)

90. **Ans:** (C)

91. **Ans:** (C)

92. **Ans:** (C)

93. **Ans:** (C)

94. **Ans:** (C)

95. **Ans:** (C)

Solve: ইলেকট্রন সংখ্যা = প্রোটন সংখ্যা ± চার্জ =12-2=10

96. **Ans:** (D)

97. **Ans:** (C)

Solve: $PH_4^+$ =15+ (1×4)-1=15+4-1=18

98. **Ans:** (B)

99. **Ans:** (B)

100. **Ans:** (A)

Solve: নিউক্লিয়াসে থাকে প্রোটন এবং নিউট্রন। আর প্রোটন ও নিউট্রনের সমষ্টি হল ভর সংখ্যা। $^{12}_{6}C$ এ 2টি নিউট্রন সংযোগ ঘটালে নিউট্রন সংখ্যা দাঁড়ায় (6+2) =8

∴ভর সংখ্যা =8+6 =14

## চেষ্টা করে দেখো তো!

## বহুনির্বাচনি অভীক্ষা

**১) নিচের কোনটি সঠিক তথ্যযুক্ত?**

(ক) অস্থায়ী মূল কণিকাঃ নিউট্রিনো, গ্যাভিটন, পজিট্রন, ডিউটেরন (খ) প্রকৃতিতে প্রাপ্ত মৌলের সংখ্যা ১১৮টি

(গ) চার্জযুক্ত কণিকা নিউট্রন আবিষ্কার করেন জেমস চ্যাডউইক (ঘ) ইলেকট্রনের অস্তিত্ব আবিষ্কার করেন স্যা জে জে থমসন

**২) নিচের কোন মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস $H_2S$ এর সাথে আইসোইলেকট্রনীয়?**

(ক) $1s^2 2s^2 2p^6$ (খ) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ (গ) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ (ঘ) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

**৩) চৌম্বকক্ষেত্র দ্বারা কোনটির বিচ্যুতি ঘটে?**

(ক) আলফা (খ) X-রশ্মি (গ) গামা (ঘ) আলো

**৪) তথ্যগুলো লক্ষ কর-**

i. রাদারফোর্ড মডেল অরবিটালের ধারণা ব্যাখ্যা করে ii. বোর মডেল প্রধান কোয়ান্টম সংখ্যার ধারণা ব্যাখ্যা করো
iii. He এর গঠন বোর ও রাদারফোর্ড মডেল ব্যাখ্যা করতে পারে

**নিচের কোনটি সঠিক?**

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

**৫) ট্রাফিক সিগনাল এর লাল আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ 665nm হলে সংশ্লিষ্ট ফোটনের শক্তি কত?**

(ক) $3.115 \times 10^{-18}$J (খ) $2.856 \times 10^{-18}$J (গ) $2.989 \times 10^{-19}$J (ঘ) $3.245 \times 10^{-21}$J

**৬) কোন পরমাণুর ক্ষেত্রে নিচের কোনটি অসম্ভব?**

(ক) 1s (খ) 2p (গ) 3f (ঘ) 4d

**৭) কোয়ান্টম সংখ্যা অনুসারে-**

i. K এর শেষ ইলেকট্রনের $+\frac{1}{2}$ ii. n = 2 হলে, $l$ এর মান 3টি
iii. কোনো শক্তিস্তরে উপশক্তিস্তর সংখ্যা n এর মানের সমান

**নিচের কোনটি সঠিক?**

(ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

**৮) কোন স্থানে ইলেকট্রন পাওয়ার সম্ভাবনা বোঝায় কি দ্বারা?**

(ক) $\Psi$ (খ) $\Psi^2$ (গ) $\delta x$ (ঘ) dx

**৯) আউফবাউ নীতি অনুসারে নিচের কোন ক্রমটি সঠিক?**

(ক) $4s < 3d < 4$ (খ) $3d < 3s < 4p$ (গ) $4d < 5s < 5p$ (ঘ) $5s < 5p < 4d$

**১০) ইলেকট্রন বিন্যাসের নীতি-**

i. আউফবাউ নীতি ii. হুন্ডের নীতি iii. পলির যুত নীতি

**নিচের কোনটি সঠিক?**

(ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

**১১) কোনটি অধিক স্থিতিশীল?**

(ক) $d^5s^2$ (খ) $d^9s^2$ (গ) $d^{10}s^1$ (ঘ) $f^{13}s^2$

**১২) কোনটির ইলেকট্রন বিন্যাস সাধারণ নিয়মের ব্যতিক্রম ঘটে-**

(ক) Zn (খ) Ag (গ) Ce (ঘ) Al

**১৩) একটি বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ 675nm হলে হলে ঐ রশ্মির কম্পাঙ্ক কত?**

(ক) $4.89 \times 10^{13}$Hz (খ) $5.78 \times 10^{15}$Hz (গ) $4.44 \times 10^{14}$Hz (ঘ) $3.35 \times 10^{15}$Hz

**১৪) কোন রশ্মির তরঙ্গ সংখ্যা বেশি?**

(ক) IR (খ) UV (গ) X-ray (ঘ) Red-ray

**১৫) হাইড্রোজেনের পারমাণবিক বর্ণালির ব্র্যাকেট সিরিজের তৃতীয় লাইনের তরঙ্গ দৈর্ঘ কত?**

(ক) $2.165 \times 10^{6}$nm (খ) $1.265 \times 10^{6}$m (গ) $2.165 \times 10^{3}$nm (ঘ) $1.625 \times 10^{-8}$cm

**১৬) H পরমাণুর ১ম কক্ষপথের শক্তি $E_1$ হলে, ৩য় কক্ষপথের শক্তি কত?**

(ক) $E_1 \times \frac{1}{9}$ (খ) $E_1 \times 9$ (গ) $E_1 \times \frac{1}{3}$ (ঘ) $E_1 \times \frac{1}{6}$

**১৭) অণুর উপর UV-রশ্মি নিক্ষেপ করার পর রশ্মির উৎস বন্ধ করে দিলে $10^{-6}$ থেকে $10^{-8}$ সেকেন্ডের মধ্যে ঐ অণুর দৃশ্যমান আলো বিকিরণ করে। এ ঘটনাটি -**

(ক) অনুপ্রভা (খ) প্রতিপ্রভা (গ) স্বতঃপ্রভা (ঘ) রেজোন্যান্স স্বতঃদীপ্তি

**১৮) হাইড্রোজেন সক্রিয় কারণ এর পরমাণুতে-**

i. একটি প্রোটন রয়েছে ii. একটি ইলেকট্রন আছে iii. কোনো নিউট্রন নেই

**নিচের কোনটি সঠিক?**

(ক) i (খ) i ও ii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

**১৯) আয়নে আযুগ্ম ইলেকট্রন সংখ্যা-**

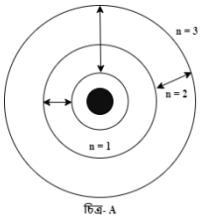
(ক) 5টি (খ) 6টি (গ) 8টি (ঘ) কোনোটিই নয়

**২০) নিচের চারটি কোয়ান্টম সংখ্যার মানের কোন সেটটি অবাস্তব?**

(ক) $4,3,-1,+\frac{1}{2}$ (খ) $4,0,0,-\frac{1}{2}$ (গ) $4,2,0,-\frac{1}{2}$ (ঘ) $4,3,+3,-1$

## সৃজনশীল

১।



চিত্র- A

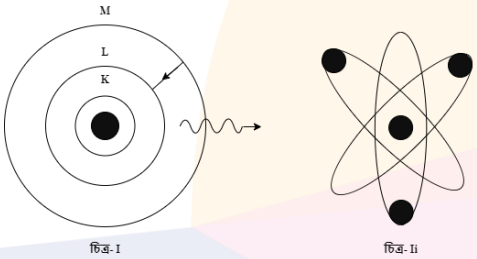
(ক) তড়িৎ ঋণাত্মকতা কাকে বলে? ১

(খ) পলির বর্জন নীতি ব্যাখ্যা করো । ২

(গ) কোয়ান্টাম সংখ্যা ব্যবহার করে উদ্দীপকের চিত্রের সর্বশেষ কক্ষপথের সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা গণনা করো । ৩

(ঘ) A চিত্রের ক্ষেত্রে শেষ কক্ষপথ থেকে ১ম কক্ষপথে ইলেকট্রন ফিরে আসলে কোনো বর্ণ দেখা যাবে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

২।



চিত্র- I


চিত্র- Ii

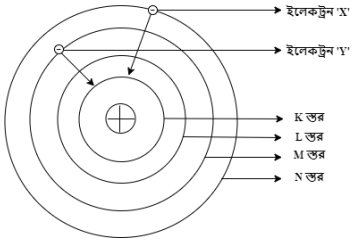
(ক) অম্লের বিয়োজন ধ্রুবক $(K_a)$ কাকে বলে? ১

(খ) Co একটি ফেরোম্যাগনেটিক পদার্থ ব্যাখ্যা করো। ২

(গ) চিত্র-I এর ইলেকট্রন কর্তৃক উৎপন্ন বর্ণালীর তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) চিত্র-I ও II এর পরমাণুদ্বয়ের গঠন ব্যাখ্যায় কোনটি বেশি ভালো? যৌক্তিক মতামত দাও । ৪

৪।




(ক) পলির বর্জন নীতি বর্ণনা করো। ১

(খ) হুন্ডের নীতি অনুসারে অক্সিজেনের ইলেকট্রন বিন্যাস- ব্যাখ্যা করো । ২

(গ) উদ্দীপকের মডেলে সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের $l$ এবং m এর মান গণনা করে অরবিটাল এবং ইলেকট্রনের মোট সংখ্যা নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) X এবং Y ইলেকট্রন তাদের কক্ষপথ থেকে লাফ দেওয়ার ফলে উৎপন্ন তরঙ্গ তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণের একই অঞ্চলে পাওয়া যাবে কিনা তা গাণিতিকভাবে যাচাই করো। ৪

৭।

| নাম | কক্ষপথ(অরবিট) | অরবিটাল | প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা | সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা | চৌম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা | স্পিন/ঘূর্ণন কোয়ান্টাম সংখ্যা |
|---|---|---|---|---|---|---|
| প্রতীক | K, L, M, N ... | s, p, d | n | $l$ | m | s |

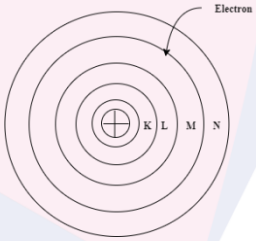
(ক) ভ্যান্ডার ওয়ালস ব্যাসার্ধ কী? ১

(খ) হাইড্রোজেন বন্ধন ব্যাখ্যা করো । ২

(গ) 'অরবিট' এবং 'অরবিটাল' এর মধ্যে পার্থক্য লিখ । ৩

(ঘ) N শেলে সর্বোচ্চ ৩২টি ইলেকট্রন থাকতে পারে। $n, l, m$ এবং s এর মান ব্যবহার করে বিশ্লেষণ করো। ৪

৮।




পরমাণু মডেল

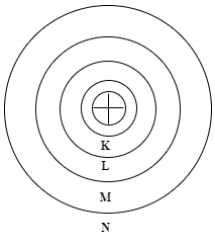
(ক) আউফবাউ নীতি কী? ১

(খ) HCl একটি পোলার যৌগ - ব্যাখ্যা করো । ২

(গ) উদ্দীপকের কোয়ান্টাম সংখ্যা $l$ ও m ব্যবহার করে সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের সম্ভাব্য সর্বোচ্চ সংখ্যক ইলেকট্রন সংখ্যা নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) বিকীর্ণ বর্ণালি রেখার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয়পূর্বক এর ব্যবহার উল্লেখ করো । ৪

৯।



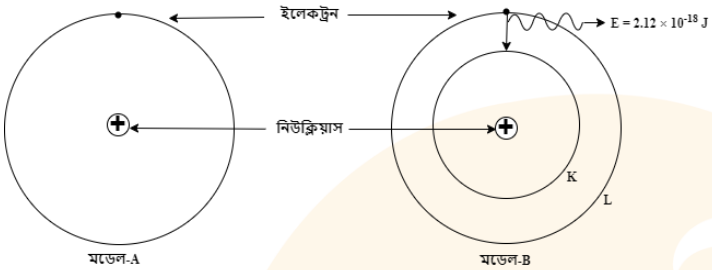

(ক) ভরক্রিয়া সূত্রটি বিবৃত করো। ১

(খ) সাম্যধ্রুবকের মান কখনো শূন্য বা অসীম হতে পারে কি? ব্যাখ্যা করো। ২

(গ) কোয়ান্টাম সংখ্যার সাহায্যে উদ্দীপকের পরমাণুটির সর্বশেষ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা নির্ণয় করো । ৩

(ঘ) হাইড্রোজেন পরমাণুর একটি ইলেকট্রন উদ্দীপকের সর্বশেষ শক্তিস্তর হতে ২য় শক্তিস্তরে ধাপান্তরিত হলে সৃষ্ট বর্ণালি রেখার তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো। বিকিরিত রশ্মির বর্ণ কী? ৪

১০।




(ক) পাউলির বর্জন নীতি কী? ১

(খ) অরবিট ও অরবিটালের মধ্যে পার্থক্যসমূহ লেখো। ২

(গ) উদ্দীপকে B-মডেল অনুসারে বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গ সংখ্যা হিসাব করো । ৩

(ঘ) উদ্দীপকের A ও B মডেলের মধ্যে কোনটি অধিক যুক্তিযুক্ত তা বিশ্লেষণ করো। ৪

shikho

ফেসবুক পেইজে লাইক দিয়ে এবং
ইউটিউব চ্যানেলে সাবস্ক্রাইব করে
ফ্রিতে শিখতে থাকো।

Facebook

YouTube