

অধ্যায়  
০২

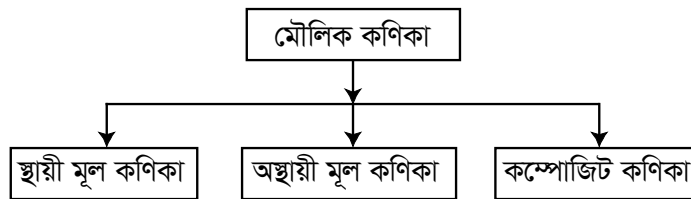
## গুণগত রসায়ন

◆ HSC বোর্ড পরীক্ষার জন্য এই অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক টাইপসমূহ:

গুরুত্ব	গাণিতিক টাইপ	HSC বোর্ড পরীক্ষায় যে বছরে প্রশ্ন এসেছে	
		MCQ	CQ
☆☆	Type-01: পরমাণু ও তার মূল কণিকা	DB'22; RB'22; Din.B'22 19; JB'17	-
☆☆☆	Type-02: পরমাণু মডেল ও কোয়ান্টাম বলবিদ্যা	BB'22; CB'22; MB'22; DB'21; CB'21; BB'19, 17	Ctg.B'17; BB'17
☆☆☆	Type-03: কোয়ান্টাম সংখ্যা ও ইলেকট্রন বিন্যাস	DB'22,21,19,17; RB'22,21; Ctg.B'21,19,17; SB'21,17; BB'21; JB'19; CB'22,21; Din.B'21,17; MB'22	DB'22; SB'22; MB'22; BB'21; JB'21; Din.B'21,17; All B'18
☆☆☆	Type-04: তড়িৎ চৌম্বকীয় বর্ণালি	SB'22,21; CB'22,17; Din.B'22; Ctg.B'21; JB'21	RB'22; Ctg.B'22,21; SB'22, BB'22; JB'22; CB'22; MB'22; Din.B'17
☆☆☆	Type-05: দ্রাব্যতা ও দ্রাব্যতা গুণফল	DB'22,21,19,17; RB'22,19, 21,17; Ctg.B'22,21,19; SB'22,17; BB'22; MB'22,21; JB'19,17; All B'18; CB'17	DB'22,21; Ctg.B'22,19; RB'22,19; BB'22; JB'22,21; Din.B'22,17, MB'22; CB'19

## Type-01: পরমাণু ও তার মূল কণিকা সংক্রান্ত সমস্যা

◆ 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 (নিউক্লিয়ন)
(iii) নিউট্রন	n	$1.675 \times 10^{-24}$	0	0	নিউক্লিয়াসে (নিউক্লিয়ন)

## ◆ আইসোটোপ, আইসোটোন ও আইসোবার:

রাশি	প্রোটন সংখ্যা (Z)	নিউট্রন সংখ্যা (Z-A)	ভর সংখ্যা (A)	পর্যায় সারণিতে অবস্থান	মৌলের পরমাণু	ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম	উদাহরণ
আইসোটোপ	সমান	ভিন্ন	ভিন্ন	একই	একই	ভিন্ন	${}^1_1\text{H}$ , ${}^2_1\text{H}$ , ${}^3_1\text{H}$
আইসোটোন	ভিন্ন	সমান	ভিন্ন	ভিন্ন	ভিন্ন	ভিন্ন	${}^{30}_{14}\text{Si}$ , ${}^{31}_{15}\text{P}$
আইসোবার	ভিন্ন	ভিন্ন	সমান	ভিন্ন	ভিন্ন	ভিন্ন	${}^{64}_{29}\text{Cu}$ , ${}^{64}_{30}\text{Zn}$
আইসো-ইলেকট্রনিক	ভিন্ন	ভিন্ন	ভিন্ন	ভিন্ন	ভিন্ন	ভিন্ন	$\text{Na}^+$ , $\text{Mg}^{2+}$ ও $\text{Al}^{3+}$
আইসোমার	একই	একই	একই	একই	একই	ভিন্ন	${}^{82}_{35}\text{Br}$ , ${}^{82}_{35}\text{Br}$

## ◆ পারমাণবিক ভর, আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর:

- কার্বন স্কেল অনুসারে, মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর =  $\frac{\text{মৌলের 1 টি পরমাণুর ভর}}{\text{'C-12' এর 1 টি পরমাণুর ভর} \times \frac{1}{12}} = \frac{\text{মৌলের 1 টি পরমাণুর ভর (g)}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ (g)}}$
- আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর একটি অনুপাত হওয়ায় এর কোন একক নেই।
- পরমাণুর ভরের একক আছে। a.m.u (atomic mass unit) মূলত পরমাণুর ভরের একক।  $1 \text{amu} = 1.6605 \times 10^{-24} \text{g}$ ।
- সুতরাং যদি কোন মৌলের তিনটি আইসোটোপের আপেক্ষিক প্রাচুর্য যথাক্রমে a%, b% ও c% হয় এবং প্রত্যেক আইসোটোপের একটি পরমাণুর ভর যথাক্রমে  $M_1$  a.m.u.,  $M_2$  a.m.u. ও  $M_3$  a.m.u. হয় তবে ঐ মৌলের একটি পরমাণুর গড় ভর =  $\frac{aM_1 + bM_2 + cM_3}{100}$  a.m.u. হবে এবং সেই মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভরও তাই হবে।

## গাণিতিক MCQ প্রশ্ন ও সমাধান

01. আইসোটোনের উদাহরণ কোনটি? [RB, JB'22]  
 (a)  ${}^{14}_6\text{C}$ ,  ${}^{16}_8\text{O}$  (b)  ${}^{14}_6\text{C}$ ,  ${}^{14}_7\text{N}$   
 (c)  ${}^3_1\text{H}$ ,  ${}^2_1\text{H}$  (d)  ${}^{13}_6\text{C}$ ,  ${}^{17}_8\text{O}$   
 সমাধান: (a); আইসোটোন: নিউট্রন সংখ্যা সমান
02. কোন সেটটির ইলেকট্রন সংখ্যা সমান? [Din.B'22] [Ans: d]  
 (a)  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sc}^{3+}$ ,  $\text{F}^-$  (b)  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Sc}^{3+}$   
 (c)  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cl}^-$  (d)  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sc}^{3+}$ ,  $\text{Cl}^-$
03.  ${}^{30}_{14}\text{Si}$ ,  ${}^{31}_{15}\text{P}$  এবং  ${}^{32}_{16}\text{S}$  পরস্পরের- [Din.B'22] [Ans: a]  
 (a) আইসোটোন (b) আইসোটোপ  
 (c) আইসোমার (d) আইসোবার
04. কোন সেটটি পরস্পর আইসোটোন? [Din.B'19] [Ans: a]  
 (a)  ${}^{30}_{14}\text{Si}$ ,  ${}^{32}_{16}\text{S}$  (b)  ${}^{31}_{15}\text{Si}$ ,  ${}^{33}_{16}\text{S}$   
 (c)  ${}^{14}_7\text{N}$ ,  ${}^{16}_8\text{O}$  (d)  ${}^2_1\text{H}$ ,  ${}^4_2\text{He}$

## Type-02: পরমাণু মডেল ও কোয়ান্টাম বলবিদ্যা সংক্রান্ত সমস্যা

## ◆ প্লাঙ্কের কোয়ান্টাম তত্ত্ব:

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

এখানে, h = প্লাঙ্কের ধ্রুবক =  $6.626 \times 10^{-34} \text{Js} = 6.626 \times 10^{-27} \text{erg.s}$  [1Js =  $10^7 \text{erg.s}$ ]

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

➤ বোর কক্ষপথে ইলেকট্রন এর কৌণিক ভরবেগ,  $mv_n r_n = n \cdot \frac{h}{2\pi}$  (n = 1, 2, 3, ...)

◆ শক্তি, বেগ ও ব্যাসার্ধ নির্ণয়:

➤ গতিশক্তি =  $E_k = -E_n$ ;  $E_p =$  বিভবশক্তি =  $2E_n = -2E_k$  এবং বোর কক্ষপথের মোট শক্তি =  $-\frac{me^4}{8h^2\epsilon_0^2} \times \frac{z^2}{n^2}$ ; [MKS এ]

➤ বোর কক্ষপথে ইলেকট্রন এর বেগ,  $v_n = \frac{\sqrt{z}e}{\sqrt{4\pi\epsilon_0 m r_n}} = \frac{e^2}{2h\epsilon_0} \times \frac{z}{n}$ ; [MKS এ]

➤ বোর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ,  $r_n = \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi m e^2} \times \frac{n^2}{z}$  [MKS এ]

◆ ধ্রুবকগুলোর মান বসিয়ে বিকল্প পদ্ধতিতে শক্তি, বেগ ও ব্যাসার্ধ নির্ণয়:

➤ n তম কক্ষপথের ইলেকট্রনের শক্তি,  $E_n = -2.18 \times 10^{-18} \times \frac{z^2}{n^2}$  J

➤ n তম কক্ষপথের ইলেকট্রনের বেগ,  $V_n = 2.19 \times 10^6 \times \frac{z}{n}$  ms<sup>-1</sup>

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

[বি.দ্র.: Written ও MCQ তে ব্যবহার করা যাবে।]

বোর স্বীকার্য: নীলস বোরের পরমাণু মডেলের প্রস্তাবনা অনুযায়ী, কক্ষপথে ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ,

$$L = mvr = \frac{nh}{2\pi}; \text{ এখানে, } h = \text{প্লান্কের ধ্রুবক।}$$

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

◆ ডি-ব্রগলির সমীকরণ:

১৯২৪ সালে বিজ্ঞানী লুই ডি-ব্রগলী মত প্রকাশ করেন যে, ইলেকট্রন এর কণা ও তরঙ্গ উভয় ধর্মই বিদ্যমান।

প্লান্কের সমীকরণ অনুসারে, ফোটনের শক্তি,  $E = hv$

অপরদিকে, আইনস্টাইনের ভরশক্তি সমীকরণ অনুসারে,  $E = mc^2$

এখানে, m = সমতুল্য কণার আপেক্ষিক ভর, c = আলোর বেগ।

$$\text{সুতরাং, } mc^2 = hv = h \cdot \frac{c}{\lambda} \Rightarrow mc = \frac{h}{\lambda}$$

∴ ফোটনের সমতুল্য গতিশীল ভর = m, সরল গতিবেগ = c ∴ ফোটনের ভরবেগ,  $mc = \frac{h}{\lambda}$

ডি-ব্রগলির মতে, সকল চলমান বস্তুকণার সাথেও এক ধরনের তরঙ্গ জড়িত থাকে।

$$\text{চলমান বস্তুকণার ভরবেগ, } p = mv \text{ হলে } mv = \frac{h}{\lambda} \therefore \lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{p}$$

অর্থাৎ চলমান বস্তুকণার তরঙ্গ ধর্ম ( $\lambda$ ) =  $\frac{\text{ধ্রুবক (h)}}{\text{বস্তুর কণা ধর্ম (mv)}}$  [∴  $\lambda \propto \frac{1}{p}$  অর্থাৎ, তরঙ্গ ধর্ম  $\propto \frac{1}{\text{কণা ধর্ম}}$ ] এটিই ডি-ব্রগলির সমীকরণ নামে পরিচিত।

খেয়াল কর এখানে ভরবেগ বলতে ইলেকট্রনের আপেক্ষিক ভরবেগ বোঝানো হয়েছে।

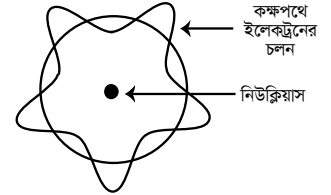
যেহেতু, চিত্রটিতে ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রন 5 টি পূর্ণ তরঙ্গ সম্পন্ন করেছে, সেহেতু, এটি 5 তম কক্ষপথ।

◆ e<sup>-</sup> এর তরঙ্গ ধর্মের ব্যাখ্যা:

ডি ব্রগলির মতবাদ অনুসারে, ইলেকট্রন তরঙ্গরূপে নিউক্লিয়াসের চারদিকে বৃত্তাকার পথে চলে। তখন n তম কক্ষপথের r<sub>n</sub> ব্যাসার্ধবিশিষ্ট বৃত্তের পরিধিটি ইলেকট্রনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য ( $\lambda$ ) এর পূর্ণসংখ্যার (n) গুণিতক হতে হবে।

$$\text{অর্থাৎ, } 2\pi r_n = n\lambda = \frac{n \times h}{mv}; \therefore \lambda = \frac{h}{mv} \therefore mvr_n = \frac{n \times h}{2\pi}$$

এখানে mvr = আবর্তনশীল ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ যা  $\frac{h}{2\pi}$  এর পূর্ণ সংখ্যার গুণিতক।



## ◆ শ্রোডিঞ্জারের তরঙ্গ সমীকরণ:

$$\text{শ্রোডিঞ্জারের তরঙ্গ সমীকরণটি হলো, } \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (E - U) \Psi = 0$$

এখানে,  $\Psi = x, y, z$  তলে তরঙ্গের বিস্তার;  $E =$  কণার মোট শক্তি;  $U =$  কণায় সঞ্চিত বিভব শক্তি;  $m =$  কণার ভর,  $\Psi^2 =$  ইলেকট্রন পাবার সম্ভবনা (orbital)।

## ◆ বিবিধ সূত্র:

(i) ইলেকট্রন এর কৌণিক ভরবেগ,  $mvr = \frac{nh}{2\pi}$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ); [ বোরের স্বীকার্য]

(ii) আইনস্টাইনের ভর-শক্তি সমীকরণ,  $E = mc^2$

(iii) ডি-ব্রগলির তরঙ্গ সমীকরণ,  $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{p}$ ; [ $p = mv =$  আপেক্ষিক ভরবেগ]

(iv) একটি মৌলের তিনটি আইসোটোপের আপেক্ষিক প্রাচুর্য যথাক্রমে  $a\%$ ,  $b\%$ ,  $c\%$  এবং পারমাণবিক ভর  $m_1, m_2, m_3$  হলে, গড় পারমাণবিক ভর  $= \frac{(am_1 + bm_2 + cm_3)}{100}$  amu

## গাণিতিক MCQ প্রশ্ন ও সমাধান

01. স্বাভাবিক অবস্থায় হাইড্রোজেন পরমাণুর আবর্তনশীল ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ কত? [BB'22]

- (a)  $1.05 \times 10^{-34}$  Js      (b)  $2.11 \times 10^{-34}$  Js  
(c)  $3.16 \times 10^{-34}$  Js      (d)  $4.22 \times 10^{-34}$  Js

সমাধান: (a);  $L = \frac{nh}{2\pi} = \frac{1 \times 6.63 \times 10^{-34}}{2\pi}$   
 $= 1.05 \times 10^{-34}$  Js

02. H-পরমাণুর ৪র্থ কক্ষপথের ব্যাসার্ধ  $7.5 \times 10^{-10}$  m হলে, ঐ কক্ষে ইলেকট্রনটির গতিবেগ কত? [CB'22]

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

- (a)  $4.5982 \times 10^5$  ms<sup>-1</sup>  
(b)  $5.9482 \times 10^5$  ms<sup>-1</sup>  
(c)  $6.1805 \times 10^5$  ms<sup>-1</sup>  
(d)  $7.4805 \times 10^5$  ms<sup>-1</sup>

সমাধান: (c);  $mvr = \frac{nh}{2\pi} \therefore v = \frac{nh}{2\pi mr}$   
 $= \frac{4 \times 6.63 \times 10^{-34}}{2\pi \times 9.11 \times 10^{-31} \times 7.5 \times 10^{-10}} = 6.18 \times 10^5$  ms<sup>-1</sup>

03. বোরনের শেষ ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ কত?

[MB'22, D.B'21]

- (a)  $\frac{h}{2\pi}$       (b)  $\frac{2h}{\pi}$       (c)  $\frac{n}{2\pi}$       (d)  $\frac{h}{\pi}$

সমাধান: (d);  $n = 2$ ;  $L = \frac{nh}{2\pi} = \frac{2 \times h}{2 \times \pi} = \frac{h}{\pi}$

04. বোর পরমাণু মডেল ব্যাখ্যা করতে পারে- [CB.21]

- (i) Li<sup>+</sup> আয়নের বর্ণালি  
(ii) আবর্তনশীল ইলেক্ট্রনের শক্তি শোষণ ও বিকিরণ  
(iii) ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ  $= \frac{nh}{2\pi}$

নিচের কোনটি সঠিক?

- (a) i, ii      (b) i, iii      (c) ii, iii      (d) i, ii, iii

সমাধান (c); বোর পরমাণু মডেল কেবলমাত্র ১টি ইলেকট্রন বিশিষ্ট পরমাণুর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।

05. হাইড্রোজেন পরমাণুর বর্ণালিতে প্যাশ্চেন সিরিজের জন্য সর্বোচ্চ তরঙ্গ সংখ্যা কত? [B.B'19]

- (a)  $\frac{RH}{9}$       (b)  $\frac{5}{36RH}$       (c)  $\frac{7}{144RH}$       (d)  $\frac{144}{7H}$

সমাধান: (a);  $\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) = \frac{RH}{9}$

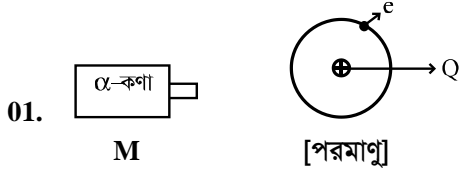
[প্যাশ্চেন সিরিজের জন্য  $n = 3$ ]

06. পরমাণুর ২য় কক্ষপথের একটি ইলেকট্রনের জন্য কৌণিক ভরবেগের মান নির্ণয়ের সমীকরণ- [BB'17]

- (a)  $mvr = 2h\pi$       (b)  $mvr = h2\pi$   
(c)  $mvr = \frac{h}{\pi}$       (d)  $mvr = 4h\pi$

সমাধান: (c);  $mvr = \frac{nh}{2\pi} = \frac{2h}{2\pi} = \frac{h}{\pi}$

## গাণিতিক CQ প্রশ্ন ও সমাধান



[Ctg.B'17]

(গ) উদ্দীপকের ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ কত নির্ণয় কর।

## সমাধান

গ. কৌণিক ভরবেগের সূত্র অনুসারে আমরা জানি,  $mvr = \frac{nh}{2\pi} \dots \dots \dots$  (i)

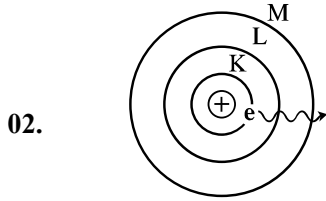
অর্থাৎ কৌণিক ভরবেগের মান  $\frac{nh}{2\pi}$  এর অখণ্ড- গুণিতকের সমানুপাতিক।

যেখানে,  $n$  = প্রধান শক্তিস্তরের সংখ্যা;  $h$  = প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক

অর্থাৎ  $mvr = \frac{nh}{2\pi}$  যেখানে  $n = 0, 1, 2, 3 \dots \dots$

এখানে electron টি ১ম শক্তিস্তরে অবস্থিত বিধায়,

(i) নং সমীকরণে  $n = 1$  বসিয়ে পাই,  $mvr =$  কৌণিক ভরবেগ  $= \frac{h}{2\pi} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \text{Js}}{2\pi} = 1.05 \times 10^{-34} \text{Js}$



[BB'17]

(ঘ) উদ্দীপকের মডেলটি যদি হাইড্রোজেন পরমাণুর হয় তাহলে ইলেকট্রনটির ধাপান্তরে শোষিত শক্তি হিসাব করে তার কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

## সমাধান

ঘ. এখানে, ইলেকট্রন ১ম শক্তিস্তর থেকে ৩য় শক্তিস্তরে যায়। অর্থাৎ,  $n_1 = 1$ ;  $n_2 = 3$

আমরা জানি,  $\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) = 1.09678 \times 10^7 \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right) = 9.749 \times 10^6$

$\therefore$  শোষিত শক্তি  $= \frac{hc}{\lambda} = 6.634 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8 \times 9.749 \times 10^6 = 1.94 \times 10^{-18} \text{ J}$

$\therefore f = \frac{c}{\lambda} = 3 \times 10^8 \times 9.749 \times 10^6 = 2.92 \times 10^{15} \text{ Hz}$

## Type-03: কোয়ান্টাম সংখ্যা ও ইলেকট্রন বিন্যাস সংক্রান্ত সমস্যা

## ◆ কোয়ান্টাম সংখ্যা:

যে সংখ্যা দ্বারা পরমাণুতে ইলেকট্রনসমূহ নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে কোন শক্তিস্তরে ঘূর্ণায়মান, শক্তিস্তরের আকার ও আকৃতি, উপশক্তিস্তরের ত্রিমাত্রিক দিকবিন্যাস এবং উপশক্তিস্তরে ইলেকট্রনের ঘূর্ণন সম্পর্কে জানা যায় তাকে কোয়ান্টাম সংখ্যা বলে।

## ◆ একনজরে চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যা:

কোয়ান্টাম সংখ্যা	আবিষ্কারক	মান	তাৎপর্য
প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা ( $n$ )	বোর	$n = 1, 2, 3, \dots \dots \dots$ ইত্যাদি।	প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যার সাহায্যে প্রধান শক্তিস্তরের আকার সম্পর্কে অবগত হওয়া যায়।
সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা ( $l$ )	সমারফিল্ড	$n$ এর যেকোনো মানের জন্য $l$ এর মান 0 থেকে $(n - 1)$ পর্যন্ত হতে পারে।	ইলেকট্রন যে উপকক্ষে ঘুরছে তার আকৃতি সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যার সাহায্যে জানা যায়।

কোয়ান্টাম সংখ্যা	আবিষ্কারক	মান	তাৎপর্য
চৌম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা (m)	জিম্যান	l এর যেকোনো মানের জন্য m এর মান 0 সহ +l থেকে -l পর্যন্ত হয়।	এই কোয়ান্টাম সংখ্যার সাহায্যে ইলেকট্রনটি যে উপক্ষেপে রয়েছে সে উপক্ষেপটি ত্রিমাত্রিকভাবে কীরূপে বিন্যস্ত রয়েছে তা জানা সম্ভব।
ঘূর্ণন কোয়ান্টাম সংখ্যা (s)	উলেন বেক ও গুল্ড সিংহ	m এর প্রতিটি মানের জন্য s-এর মান $+\frac{1}{2}$ ও $-\frac{1}{2}$ হয়।	ইলেকট্রনের ঘূর্ণনের প্রকৃতি ও দিক এ কোয়ান্টাম সংখ্যার সাহায্যে জানা যায়।

◆ আউফবাউ নীতি:

“পরমাণুতে বিদ্যমান ইলেকট্রনগুলো প্রথমে সর্বনিম্ন শক্তিসম্পন্ন অরবিটাল পূর্ণ করবে এবং পরে ক্রমাগত উচ্চতর শক্তিসম্পন্ন অরবিটাল পূর্ণ করতে থাকবে।”

◆ 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।”

◆ পলির বর্জন নীতি:

একই পরমাণুতে যে কোনো দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একই হতে পারে না।

গাণিতিক MCQ প্রশ্ন ও সমাধান

01. কোন পরমাণুর চতুর্থ শক্তিস্তরে কতটি উপশক্তিস্তর থাকে?  
(a) 2 (b) 3 [DB'22]  
(c) 4 (d) 5

সমাধান: (c); n = 4 হলে l = 0, 1, 2, 3 অর্থাৎ  
উপশক্তিস্তর 4s, 4p, 4d, 4f (মোট 4টি)

02.  $M^{3+}$  আয়নে 23টি ইলেকট্রন থাকলে M এর পারমাণবিক সংখ্যা কত?  
(a) 23 (b) 24 (c) 25 (d) 26 [RB'22]

সমাধান: (d); ইলেকট্রন সংখ্যা =  
পারমাণবিক সংখ্যা - ( $\pm$  চার্জ সংখ্যা)  
পারমাণবিক সংখ্যা =  $e^-$  সংখ্যা + ( $\pm$  চার্জ সংখ্যা)  
= 23 + (+3) = 26

03. পটাশিয়াম এর সর্ববহিস্থ ইলেকট্রনের জন্য কোন সেটটি সঠিক?  
[Din.B'22]

- (a) n = 4, l = 2, m = +2, s =  $-\frac{1}{2}$   
(b) n = 3, l = 2, m = -1, s =  $+\frac{1}{2}$   
(c) n = 3, l = 1, m = +1, s =  $-\frac{1}{2}$   
(d) n = 4, l = 0, m = 0, s =  $+\frac{1}{2}$

সমাধান: (d);  $_{19}K: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$



$e_{19}$  এর জন্য,  $\frac{n}{4}, \frac{l}{0}, \frac{m}{0}, \frac{s}{+\frac{1}{2}}$

04. 3d অরবিটালের জন্য m এর মান কোন সেট হবে?

- (a) 0 (b) -1, 0, +1 [MB'22]  
(c) -2, -1, 0, +1, +2 (d) -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3

সমাধান: (c); 3d অরবিটালের জন্য,

$$\frac{n}{3} \frac{l}{2} \frac{m}{-2, -1, 0, +1, +2}$$

05. p- উপস্তরের জন্য [MB'22]

- (i) l = 1 (ii) m = -1, 0, +1 (iii) অরবিটাল সংখ্যা 2  
নিচের কোনটি সঠিক?

- (a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

সমাধান: (a); অরবিটাল সংখ্যা 3 টি।

06. কোনটিতে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে? [DB'21]

- (a) 6p (b) 5d (c) 4f (d) 7s

সমাধান (c); n + l অনুসারে 4f > 5d > 6p > 7s

07. 4f অরবিটালের (n + l) এর মান কত? [RB'21]

- (a) 4 (b) 6 (c) 7 (d) 11

সমাধান (c); n = 4; l = 3

08. কোনো শক্তি স্তরে অরবিটাল সংখ্যা নির্ণয়ের সূত্র—

- (a) 2(2n + 1) (b) 2n + 1 [Ctg.B'21]  
(c) 2n<sup>2</sup> (d) n<sup>2</sup>

সমাধান (c); যেকোনো প্রধান শক্তিস্তরের সর্বাধিক ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা হলো 2n<sup>2</sup>।



09. অর্বিটালসমূহের সঠিক শক্তির ক্রম কোনটি? [B.B.'21]  
 (a)  $3s < 3d < 4p$  (b)  $3d < 3s < 4p$   
 (c)  $4p < 3s < 3d$  (d)  $3s < 4p < 3d$   
 সমাধান: (a);  $n+1$  নীতি অনুসারে  $3 + 0 < 3 + 2 < 4 + 1$   
 $[\because 4p$  এর  $n$  এর মান বৃহত্তর।]

10.  $^{28}\text{Ni}$  এর কতগুলো ইলেকট্রনের ক্ষেত্রে  $(n+1) = 4$  হয়? [DB'19] [Ans: d]  
 (a) 3 (b) 6 (c) 7 (d) 8

11. সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যার মান যখন 2 তখন  $m$  এর মান কতটি? [Ctg.B'17] [Ans: d]  
 (a) 2 (b) 3 (c) 4 (d) 5

12. ক্রোমিয়াম পরমাণুতে অযুগ্ম ইলেকট্রনের সংখ্যা কত? [DB'22]  
 (a) 8 (b) 6 (c) 5 (d) 3

সমাধান: (b);  $\text{Cr}(24): 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$

3d				4s
1	1	1	1	1

অযুগ্ম ইলেকট্রন সংখ্যা = 6

13. 3d অর্বিটালের পরে কোনটিতে ইলেকট্রন প্রবেশ করবে? [CB'22]  
 (a) 4p (b) 4d  
 (c) 4s (d) 5s

সমাধান: (a);

অর্বিটাল	$n+1$
3d	$3+2=5$
4p	$4+1=5$
4d	$4+2=6$
4s	$4+0=4$
5s	$5+0=5$

আউফবাউ নীতি অনুযায়ী, 3d এর পর 4p অর্বিটালে ইলেকট্রন প্রবেশ করবে।

14. সর্ববহিস্তরের d-অর্বিটালের জন্য প্রযোজ্য কোনটি? [SB'21] [Ans: c]  
 (a)  $n=1, l=0$  (b)  $n=2, l=1$   
 (c)  $n=3, l=2$  (d)  $n=4, l=3$

15.  $l=2$  হলে উপস্তর কোনটি? [BB'21]  
 (a) s-উপস্তর (b) p-উপস্তর (c) d-উপস্তর (d) f-উপস্তর  
 সমাধান: (c);  $l=0 \rightarrow s$ ;  $l=1 \rightarrow p$ ;  
 $l=2 \rightarrow d$ ;  $l=3 \rightarrow f$

16. কোনো ইলেকট্রনের জন্য কোয়ান্টাম সংখ্যার কোন সেটটি গ্রহণযোগ্য? [CB'21] [Ans: c]  
 (a)  $(1, 1, 1, +\frac{1}{2})$  (b)  $(2, 0, 1, +\frac{1}{2})$   
 (c)  $(4, 2, -1, -\frac{1}{2})$  (d)  $(3, 1, -2, -\frac{1}{2})$

17. নিচের কোন অর্বিটালটি সম্ভব? [Din.B'21]  
 (a) 1p (b) 4s (c) 3f (d) 2d

সমাধান: (b);  $l$  এর মান  $n$  এর সমান বা বড় হওয়া সম্ভব নয়।  
 $4s$  এ  $n=4, l=0$  তাই  $4s$  সম্ভব।

18. Mg মৌলের সর্ববহিস্ত্র স্তরের ইলেকট্রনের জন্য চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার সঠিক সেট কোনটি? [Ctg.B'19] [Ans: d]

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

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

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

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

19. পঞ্চম শক্তিস্তরে মোট অর্বিটাল কতটি? [Ctg.B'19]  
 (a) ৫ টি (b) ৯ টি (c) ১৬ টি (d) ২৫ টি

সমাধান: (d); শক্তিস্তর  $n$  হলে অর্বিটাল সংখ্যা =  $n^2$ ,  
 ইলেকট্রন সংখ্যা =  $2n^2$

20.  $l=2$  এবং  $n=3$  হলে, এটি কোন অর্বিটাল নির্দেশ করে? [JB'19] [Ans: c]

(a) 2d (b) 3p (c) 3d (d) 3f

21. কোনটি আউফবাউ নীতি মেনে চলে? [Ctg.B'17]

(a)  $5s > 4p > 4f$  (b)  $3s > 3p > 3d$

(c)  $5s > 4d > 5p$  (d)  $3s > 3p > 5s$

সমাধান: (c);  $5s \rightarrow 5+0=5$ ;

$4d \rightarrow 4+2=6$ ;  $5p \rightarrow 5+1=6$

22. কপারের ১৯তম ইলেকট্রনটি কোন অর্বিটালে প্রবেশ করে? [DB'17] [Ans: b]

(a) 3s (b) 4s (c) 3d (d) 4p

23. পরমাণুর তৃতীয় শক্তিস্তরে মোট অর্বিটাল সংখ্যা কত? [SB'17] [Ans: d]

(a) 3 (b) 4 (c) 8 (d) 9

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:

একটি লবণের দ্রবণে ক্ষার যোগ করা হলো। প্রথমে সাদা আঠালো অধঃক্ষেপ পড়লো যা অতিরিক্ত ক্ষারযোগে দ্রবীভূত হয় এবং  $\text{NH}_4\text{Cl}(s)$  সহ তাপ দিলে অধঃক্ষেপ ফিরে আসে।

24. কোনটির ইলেকট্রন বিন্যাস  $\text{Al}^{3+}$  আয়নের ন্যায়?

(a)  $\text{O}^-$  (b)  $\text{F}^-$  [JB'17] [Ans: b]

(c)  $\text{Cl}^-$  (d)  $\text{Mg}^+$

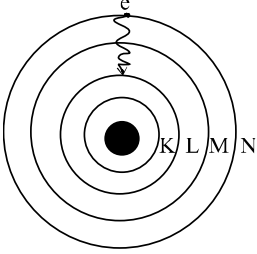
25. উদ্দীপক মতে ক্ষারকীয় মৌলটির সর্বশেষ ইলেকট্রনটির জন্য কোয়ান্টাম সংখ্যার সঠিক সেট কোনটি? [Din.B'17] [Ans: c]

(a)  $3, 0, 0, -\frac{1}{2}$  (b)  $3, 2, -2, -\frac{1}{2}$

(c)  $3, 1, -1, -\frac{1}{2}$  (d)  $3, 2, -1, -\frac{1}{2}$

## গাণিতিক CQ প্রশ্ন ও সমাধান

01.



চিত্র: H পরমাণুর উত্তেজিত অবস্থা

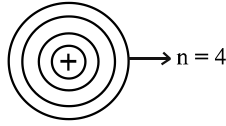
(গ) উদ্দীপকের সর্ববহিঃস্থ শেলের সর্বাধিক ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা  $l$  ও  $m$  এর মান নির্ণয়পূর্বক হিসাব কর।

[DB'22]

সমাধান

গ.

উদ্দীপকের (i) চিত্রটি নিম্নরূপ:

বহিঃস্তরের জন্য  $n$  এর মান 4।  $n$  এর মান ও এর জন্য অরবিটাল সংখ্যার হিসাব নিম্নরূপ:

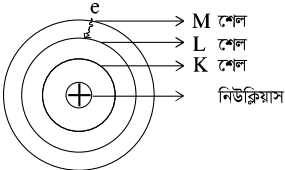
$n$	$l$	$m$	অরবিটাল সংখ্যা	ধারণকৃত ইলেকট্রন সংখ্যা
4	0	0	1	2
	1	-1, 0, +1	3	6
	2	-2, -1, 0, +1, +2	5	10
	3	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3	7	14
			মোট = 16	32

অর্থাৎ  $n = 4$  এর জন্য অরবিটাল রয়েছে 16 টিউদ্দীপকের সর্ববহিঃস্থ শেলের সর্বাধিক ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা হবে =  $16 \times 2 = 32$  টি।

02.

পরমাণুটির মডেল লক্ষ কর:

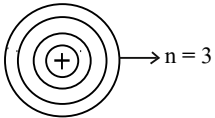
[MB'22]

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

সমাধান

ঘ.

উদ্দীপকের চিত্রটি নিম্নরূপ:

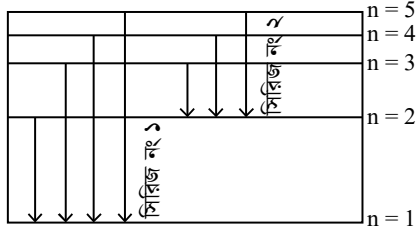
বহিঃস্তরের জন্য  $n$  এর মান 3।  $n$  এর মান ও এর জন্য অরবিটাল সংখ্যার হিসাব নিম্নরূপ:

$n$	$l$	$m$	অরবিটাল সংখ্যা	ইলেকট্রন সংখ্যা
3	0	0	1	2
	1	-1, 0, +1	3	6
	2	-2, -1, 0, +1, +2	5	10
			মোট = 9	Total = 18

অর্থাৎ  $n=3$  এর জন্য অরবিটাল রয়েছে 9 টি।উদ্দীপকের সর্ববহিঃস্থ শেলের সর্বাধিক ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা হবে =  $9 \times 2 = 18$  টি।

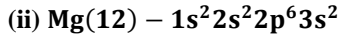


03. (i)



[Ctg.B'21]

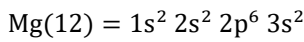
চিত্র: হাইড্রোজেনের বিকিরণ বর্ণালির উৎস।



(গ) উদ্দীপকে (ii) এ উল্লিখিত ইলেকট্রন বিন্যাসের সর্বশেষ ইলেকট্রন দুটির ক্ষেত্রে পলির বর্জন নীতির প্রয়োগ দেখাও।

সমাধান

গ. পলির বর্জন নীতি হলো একই পরমাণুর যেকোনো দুইটি ইলেকট্রন এর চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখন ও সমান হতে পারে না।



1L

সর্বশেষ ইলেকট্রন দুটির ১ম টির কোয়ান্টাম সংখ্যার মান,

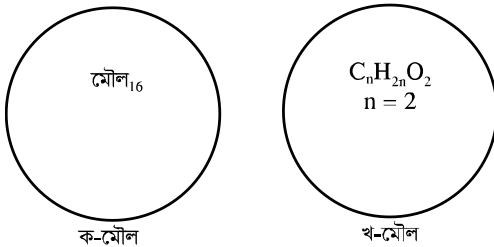
$n = 3 \quad l = 0 \quad m = 0 \quad s = +\frac{1}{2}$

সর্বশেষ ইলেকট্রনটির কোয়ান্টাম সংখ্যার মান

$n = 3 \quad l = 0 \quad m = 0 \quad s = -\frac{1}{2}$

অতএব, ইলেকট্রন দুটি পলির বর্জন নীতি সমর্থন করে।

04.



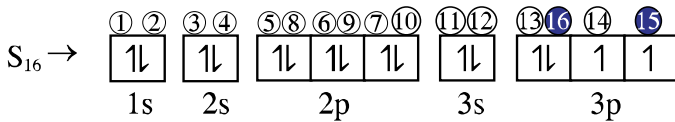
[SB'22]

(গ) উদ্দীপকের 'ক' মৌলটির যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস হুন্ডের নিয়ম অনুসারে করে সর্বশেষ ইলেকট্রনদ্বয়ের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান হিসাব কর।

সমাধান

গ. উদ্দীপকের 'ক' মৌলটি হলো সালফার (S)

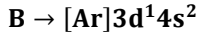
হুন্ডের নিয়মানুসারে ইলেকট্রন বিন্যাস,



সর্বশেষ ইলেকট্রনদ্বয়ের অবস্থান  $3p_z$  ও  $3p_x$  অরবিটালে 15 ও 16 নম্বর ইলেকট্রন এদের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যা হলো:

	n	l	m	s
15 তম ইলেকট্রন	3	1	+1	$+\frac{1}{2}$
16 তম ইলেকট্রন	3	1	-1	$-\frac{1}{2}$

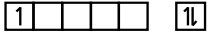
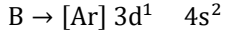
$$\begin{bmatrix} P_x = -1 \\ P_y = 0 \\ P_z = +1 \end{bmatrix}$$
 ধরে



[BB'21]

(গ) B- মৌলের সর্বশেষ ইলেকট্রনের জন্য চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান দেখাও।

সমাধান

গ. B এর সর্বশেষ ইলেকট্রনটি  $3d^1$  এ প্রবেশ করে।এবং  $n = 3, l = 2, m = -2, s = +\frac{1}{2}$  (Ans.)

06.

[JB'21]

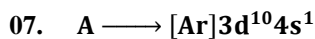
মৌল	প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা	সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা	চৌম্বক কোয়ান্টাম সংখ্যা	স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা
A	3	0	0	$+\frac{1}{2}$
B	3	0,1	0, 0, +1, -1	$+\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}$ $-\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$
C	2	0,1	0, 0, +1, -1	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$

[Note: উদ্দীপকে C এর স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা দেওয়া আছে দুটি কিন্তু চারটি হবে। C এর স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা হবে  $+\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}$ ]

(গ) A, B ও C মৌল তিনটি কী কী এবং কেন?

সমাধান

গ. উদ্দীপক হতে,

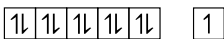
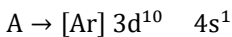
A এর ইলেকট্রন বিন্যাস  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 \therefore A$  হলো NaB এর ইলেকট্রন বিন্যাস  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 \therefore B$  হলো ClC এর ইলেকট্রন বিন্যাস  $1s^2 2s^2 2p^2$ ; তাই C হলো কার্বন (C)

[Din.B'21]

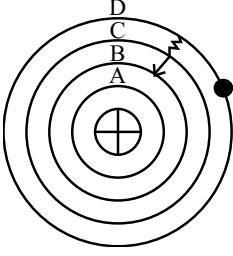


(গ) A-মৌলের সর্বশেষ ইলেকট্রনের জন্য চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান দেখাও।

সমাধান

গ. A-মৌলের সর্বশেষ ইলেকট্রনটি  $3d_{\frac{1}{2}}$  এ প্রবেশ করে।এবং  $n = 3, l = 2, m = 0, s = -\frac{1}{2}$  (Ans.)

08.



[All B'18]

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

(গ) উদ্দীপকের সর্বশেষ শক্তিস্তরে অরবিটাল সংখ্যা নির্ণয় কর।

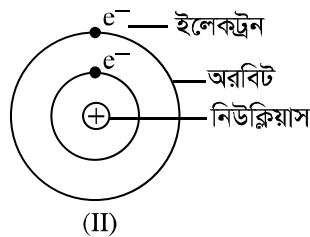
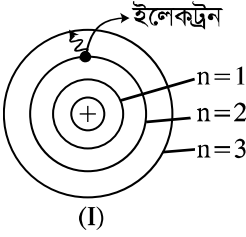
সমাধান

গ. উদ্দীপকের সর্বশেষ শক্তিস্তরের  $n = 4$  এর জন্য অরবিটাল সংখ্যা নিম্নে নির্ণয় করা হল:

প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা $n$	সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা, $l$	ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা, $m$	অরবিটাল সংখ্যা
4	0	0	1
	1	$0, \pm 1$	3
	2	$0, \pm 1, \pm 2$	5
	3	$0, \pm 1, \pm 2, \pm 3$	7

$\therefore$  অরবিটাল সংখ্যা = 16

09.

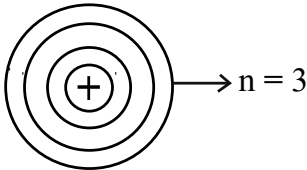


[DB'17]

(গ) উদ্দীপক I এর বহিঃস্থ স্তরের  $l$  ও  $m$  এর মান হিসাব করে অরবিটাল সংখ্যা নির্ণয় কর।

সমাধান

গ. উদ্দীপকের (i) চিত্রটি নিম্নরূপ:



বহিঃস্থস্তরের জন্য  $n$  এর মান 3।  $n$  এর মান ও এর জন্য অরবিটাল সংখ্যার হিসাব নিম্নরূপ:

$n$	$l$	$m$	মোট অরবিটাল সংখ্যা
3	0	0	1
	1	$-1, 0, 1$	3
	2	$-2, -1, 0, +1, +2$	5
			Total = 9

অর্থাৎ  $n=3$  এর জন্য অরবিটাল রয়েছে 9 টি।

## Type-04: তড়িৎ চৌম্বকীয় বর্ণালি সংক্রান্ত সমস্যা

## ♦ পরমাণুর বর্ণালি সম্পর্কীয় সূত্র ও ব্যাখ্যা:

কোনো ইলেকট্রন পরমাণুর উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তরে Jump করলে সে শক্তি বিকিরণ করে। বোর পরমাণু মডেল অনুসারে সেই বিকিরণের শক্তি,  $\Delta E = hf$ । এই বিকিরণই মূলত পারমাণবিক বর্ণালি।

উল্লেখ্য, বামার সিরিজের জন্য  $n_H$  এর মান 3, 4, 5, 6 হলে প্রাপ্ত রেখাকে যথাক্রমে  $H_\alpha, H_\beta, H_\gamma, H_\delta$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_H^2} \right) z^2$$

সমীকরণটি কেবলমাত্র এক ইলেকট্রন বিশিষ্ট পরমাণু/আয়নের জন্য প্রযোজ্য। যেমন: H, He<sup>+</sup>, Be<sup>3+</sup> ইত্যাদির জন্য প্রযোজ্য।

এখানে,  $\bar{\nu}$  = প্রতি একক দৈর্ঘ্যে তরঙ্গ সংখ্যা;  $\lambda$  = বর্ণালির তরঙ্গদৈর্ঘ্য;  $R_H$  = হাইড্রোজেন পরমাণুর জন্য রিডবার্গ ধ্রুবক;

$R_H = 109678 \text{cm}^{-1}$ ;  $z$  = মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা;  $n_L$  = নিম্ন শক্তিস্তর;  $n_H$  = উচ্চ শক্তিস্তর।

পাঁচজন বিজ্ঞানী পাঁচটি ভিন্ন ধরনের বর্ণালির Series এর উল্লেখ করেছেন। প্রত্যেক Series এর জন্য  $n_L$  এর মান নির্দিষ্ট।

সেগুলো হলো-

সিরিজের নাম	$n_L$	$n_H$	পরীক্ষিত বিকিরণ অঞ্চল
Lyman Series	1	2, 3, 4, .....	অতিবেগুনি 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
Humphreys Series	6	7, 8, 9, .....	অবলোহিত অঞ্চল

- সর্বোচ্চ শক্তি বা সর্বোচ্চ কম্পাঙ্ক বা সর্বোচ্চ তরঙ্গসংখ্যা বা সর্বনিম্ন তরঙ্গদৈর্ঘ্যের জন্য,  $n_h = \infty$
- সর্বনিম্ন শক্তি বা সর্বনিম্ন কম্পাঙ্ক 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

## ♦ বিভিন্ন প্রকার বিকিরণের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সীমা:

Chart-01	Chart-02
বিভিন্ন ধরনের তড়িৎ চৌম্বকীয় বিকিরণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য	দৃশ্যমান আলোর মধ্যে বিভিন্ন ধরনের আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য নিম্নরূপ
মহাজাগতিক রশ্মি: $< 0.0005 \text{ \AA}$	বেগুনি: <b>380 – 424 nm</b>
গামা রশ্মি ( $\gamma$ -ray): $< 0.005 - 1.5 \text{ \AA}$	নীল: <b>424 – 450 nm</b>
রঞ্জন রশ্মি (X-ray): $< 0.1 - 100 \text{ \AA}$	আসমানী: <b>450 – 500 nm</b>
অতিবেগুনি রশ্মি (UV): $< 3800 \text{ \AA}$	সবুজ: <b>500 – 575 nm</b>
দৃশ্যমান আলো (Visible): $3800 \text{ \AA} - 7800 \text{ \AA}$	হলুদ: <b>575 – 590 nm</b>
অবলোহিত (IR) $> 7800 \text{ \AA}$	কমলা: <b>590 – 647 nm</b>
রেডিও ও টেলিভিশনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য: $> 2.2 \times 10^6 \text{ \AA}$	লাল: <b>647 – 780 nm</b>

গাণিতিক MCQ প্রশ্ন ও সমাধান

01. H-পরমাণুর বর্ণালির বামার সিরিজের সর্বনিম্ন তরঙ্গ সংখ্যার বিকিরিত রশ্মি কোনটি? [SB'22]

- (a)  $3R_H/4$  (b)  $5R_H/36$   
(c)  $8R_H/9$  (d)  $9R_H/144$

সমাধান: (b); তরঙ্গসংখ্যা  $(1/\lambda)$  সর্বনিম্ন হলে তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $(\lambda)$  সর্বোচ্চ 1 শক্তি সর্বনিম্ন।

$$\therefore n_2 = n_1 + 1 = 3; n_1 = 2$$

$$\therefore \frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) = \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) R_H$$

$$= \frac{9-4}{36} R_H = \frac{5}{36} R_H$$

02. প্যাশ্চেন সিরিজের ক্ষেত্রে নিম্ন শক্তিস্তরের মান কত? [CB'22]  
(a) 5 (b) 4 (c) 3 (d) 2

সমাধান: (c);

সিরিজ	$n_1/n_L$	$n_2/n_H$	বর্ণালি বিকিরণ অঞ্চল
লাইমেন	1	$2 - \infty$	uv
বামার	2	$3 - \infty$	visible
প্যাশ্চেন	3	$4 - \infty$	IR
ব্র্যাকेट	4	$5 - \infty$	IR
ফুন্ড	5	$6 - \infty$	IR
হামফ্রিস	6	$7 - \infty$	IR

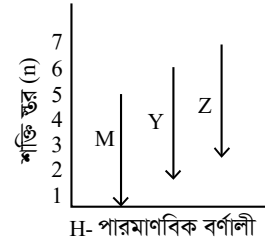
03. কোন বর্ণের আলোর শক্তি বেশি? [Din.B'22]

- (a) লাল (b) কমলা (c) বেগুনি (d) নীল

সমাধান: (c);  $E = \frac{hc}{\lambda} \therefore E \propto \frac{1}{\lambda}$

বেগুনি আলোর  $\lambda$  কম।  $\therefore E$  বেশি।

উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



04. উদ্দীপকের M বিকিরণটি কোন সিরিজভুক্ত? [Ctg.B'21] [Ans: a]

- (a) লাইম্যান (b) বামার (c) প্যাশ্চেন (d) ব্র্যাকेट

05. উদ্দীপক মতে— [Ctg.B'21]

- (i) M রশ্মিটি U.V অঞ্চলের  
(ii) Y রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য, M অপেক্ষা বড়  
(iii) জাল টাকা শনাক্তকরণে Z রশ্মি ব্যবহৃত হয়  
নিচের কোনটি সঠিক?

- (a) i (b) i ও ii (c) ii ও iii (d) i, ii ও iii

সমাধান: (b); লাইমেন সিরিজে বর্ণালি UV অঞ্চলের (M) বামার সিরিজে বর্ণালি দৃশ্যমান অঞ্চলের (Y) প্যাশ্চেন সিরিজে বর্ণালি IR অঞ্চলের (Z)

06. বামার সিরিজের ২য় লাইনের ক্ষেত্রে n এর মান কত? [JB'21]  
(a) 2 (b) 3 (c) 4 (d) 5

সমাধান: (c); এখানে,  $n_1 = 4; n_2 = 2$

07. লাল রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $7000\text{\AA}$  হলে এর তরঙ্গ সংখ্যা কত? [SB'17]

- (a)  $1.428 \times 10^{-3} \text{ nm}$  (b)  $14.28 \times 10^3 \text{ cm}^{-1}$   
(c)  $1.428 \times 10^{-3} \text{ m}^{-1}$  (d)  $14.28 \times 10^{-3} \text{ \AA}$

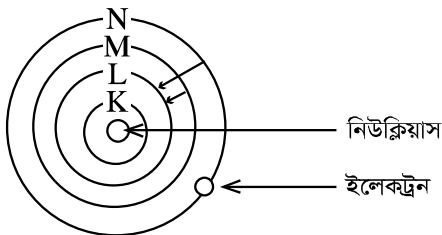
সমাধান: (b);  $\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{7000\text{\AA}} = \frac{1}{7 \times 10^{-5} \text{ cm}}$   
 $= 14.28 \times 10^3 \text{ cm}^{-1}$

08. নিচের কোন নিউক্লিয়াসটি NMR সক্রিয়? [CB'17] [Ans: d]

- (a)  $^{16}_8\text{O}$  (b)  $^{12}_6\text{C}$  (c)  $^{32}_{16}\text{S}$  (d)  $^1_1\text{H}$

গাণিতিক CQ প্রশ্ন ও সমাধান

01.



[RB'22]

[N শেল থেকে ইলেকট্রন ধাপান্তরের সময় বিকিরিত রশ্মির ফোটনের শক্তি  $1.45 \times 10^{-18} \text{ J}$ ]

(ঘ) উদ্দীপকের ইলেকট্রনের ধাপান্তরের ফলে বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য নির্ণয় কর।

## সমাধান

ঘ. N শেল থেকে ইলেকট্রন ধাপান্তরের সময় বিকিরিত রশ্মির ফোটনের শক্তি,  $E = 1.45 \times 10^{-18} \text{J}$  উৎপন্ন তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $\lambda$  হলে,

$$\text{আমরা জানি, } E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E} \therefore \lambda = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1.45 \times 10^{-18}} \text{ m} = 1.37172 \times 10^{-7}$$

$$\text{যদি প্রদত্ত মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা} = z \text{ হলে, } \frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) z^2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{1.37172 \times 10^{-7}} = 10967800 \times \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{16} \right) z^2$$

$$\Rightarrow z = 1.8828 \approx 2 \quad [\therefore \text{পারমাণবিক সংখ্যা ধনাত্মক পূর্ণসংখ্যা}]$$

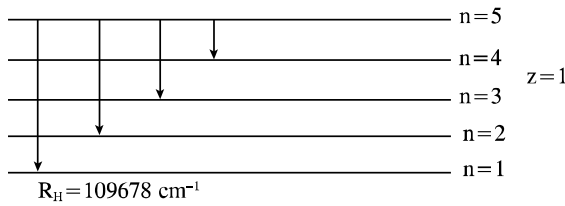
$$\therefore n_2 = 3 \text{ থেকে } n_1 = 2 \text{ তে ধাপান্তরের সময়, ইলেকট্রনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য} = \lambda' \text{ হলে, } \frac{1}{\lambda'} = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) z^2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda'} = 10967800 \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) \times (2)^2 = 6093222.222 \text{ m}^{-1}$$

$$\therefore \lambda' = 1.64116 \times 10^{-7} \text{ m} = 164.116 \text{ nm}$$

$$\therefore \text{তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য} = \lambda' - \lambda = (164.116 - 137.172) \text{ nm} = 26.944 \text{ nm}$$

02.



[Ctg.B'22]

(ঘ) উদ্দীপকের ইলেকট্রনটির 5 → 3 কক্ষপথে স্থানান্তরের ক্ষেত্রে প্রাপ্ত বর্ণালির প্রয়োগ অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ – আলোচনা কর।

## সমাধান

ঘ. উদ্দীপকের ইলেকট্রনটির 5 → 3 কক্ষপথে স্থানান্তরের ক্ষেত্রে প্রাপ্ত বর্ণালির তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $\lambda$  হলে,

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \frac{1}{\lambda} &= R_H \left( \frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_H^2} \right) [z = 1] \\ &= R_H \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2} \right) = R_H \times \frac{16}{225} \\ \therefore \lambda &= \frac{225}{16R_H} = \frac{225}{16 \times 1.09678 \times 10^{-2}} \text{ nm} \\ &= 1282.16 \text{ nm} \end{aligned}$$

যেহেতু,  $780 \text{ nm} < \lambda < 2500 \text{ nm}$

$\therefore$  প্রাপ্ত বর্ণালিটি near – IR. চিকিৎসাক্ষেত্রে near – IR ব্যবহৃত হয়।

চিকিৎসাক্ষেত্রে near – IR রশ্মি:

near – IR রশ্মি প্রয়োগ করে মস্তিষ্কের রক্তের হিমোগ্লোবিনে শোষিত অক্সিজেন কতটুকু আছে তা পরিমাপের মাধ্যমে মস্তিষ্কের রোগ নির্ণয় করা হয়। পরে DOT (Diffuse optical tomography) পদ্ধতি ব্যবহার করে মাথার খুলির কার্যপদ্ধতি নির্ণয় করা যায়। সদ্য প্রসূত শিশুর মস্তিষ্কের ক্ষত নির্ণয়ে সিটি স্ক্যানিং কাজে এটি একটি কার্যকর পদ্ধতি।

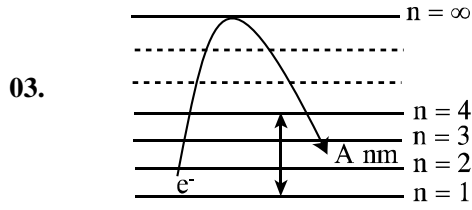
এখানে,

$$n_L = 3$$

$$n_H = 5$$

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

$$= 1.09678 \times 10^{-2} \text{ nm}^{-1}$$



[SB'22]

(গ) A এর মান নির্ণয় কর।

সমাধান

গ. উদ্দীপকে A এর ক্ষেত্রে,  $n_1 = 1$ ;  $n_2 = 2$

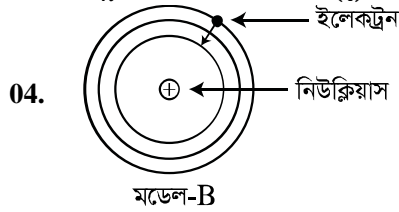
রিডবার্গের সমীকরণ থেকে আমরা জানি, তরঙ্গসংখ্যা  $\bar{\nu} = R_H \times Z^2 \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$

উদ্দীপকে কোন পরমাণু তা সঠিকভাবে উল্লেখ না করায় H-পরমাণু ধরে আমরা তরঙ্গদৈর্ঘ্য বের করব।

এখানে, রিডবার্গ ধ্রুবক,  $R_H = 1.09678 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

$$\therefore \bar{\nu} = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 1.09678 \times 10^7 \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 1.09678 \times 10^7 \left( 1 - \frac{1}{4} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 1.09678 \times 10^7 \left( \frac{3}{4} \right) \Rightarrow \lambda = 1.2157 \times 10^{-7} \text{ m} \therefore \lambda = 121.57 \text{ nm}$$



[BB'22]

(গ) উদ্দীপকের B-মডেলটি H-পরমাণুর হলে ইলেকট্রনের বিকিরিত রশ্মির কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

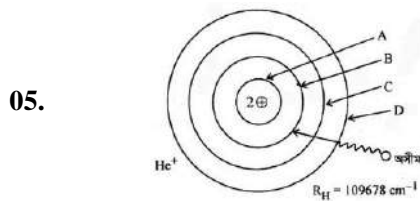
সমাধান

গ. এখানে ইলেকট্রন ৩য় শক্তিস্তর হতে প্রথম শক্তিস্তরে ধাবিত হচ্ছে।

$\therefore$  এখানে,  $n_1 = 1$ ;  $n_2 = 3$

$$\text{কম্পাঙ্ক } \nu = \frac{c}{\lambda} = c \times \frac{1}{\lambda} = c \times R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) = 3 \times 10^8 \times 10967800 \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right) = 2.92 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$\therefore$  নির্ণেয় কম্পাঙ্ক  $2.92 \times 10^{15} \text{ Hz}$



[JB'22]

(গ) উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি C কক্ষপথ হতে B কক্ষপথে ধাপান্তরকালে বিকিরিত শক্তির পরিমাণ গণনা কর।

(ঘ) উদ্দীপক মতে অসীম দূরত্ব থেকে ইলেকট্রন B শেলে নেমে আসলে বিকীর্ণ শক্তি দৃশ্যমান হবে কি-না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর

সমাধান

গ. কক্ষপথ C এর ক্ষেত্রে  $n_C = 3$

কক্ষপথ B এর ক্ষেত্রে  $n_B = 2$

$$\text{বিকিরিত শক্তির পরিমাণ } \Delta E = E_C - E_B = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} = hc \times \frac{1}{\lambda} = hc \times R_H \times Z^2 \left( \frac{1}{n_B^2} - \frac{1}{n_C^2} \right)$$

$$= 6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8 \times 10967800 \times 2^2 \times \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

$$\Delta E = 1.21 \times 10^{-18} \text{ J} \therefore \text{নির্ণেয় বিকিরিত শক্তি } \Delta E = 1.21 \times 10^{-18} \text{ J}$$



বিকল্প:  $n_B = 2$  (B);  $n_C = 3$  (C)

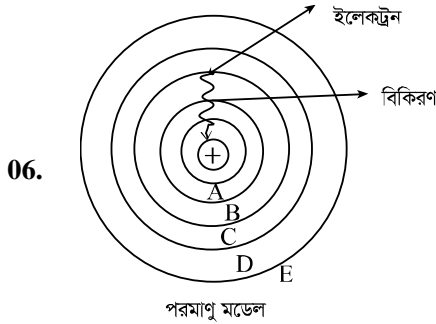
$$\begin{aligned} \text{বিকিরিত শক্তি } \Delta E &= (E_C - E_B) = -2.18 \times 10^{-18} \times \frac{z^2}{n_C^2} - \left( -2.18 \times 10^{-18} \frac{z^2}{n_B^2} \right) \\ &= -2.18 \times 10^{-18} \times z^2 \times \left( \frac{1}{n_C^2} - \frac{1}{n_B^2} \right) = -2.18 \times 10^{-18} \times z^2 \times \left( \frac{1}{3^2} - \frac{1}{2^2} \right); \Delta E = 1.21 \times 10^{-18} \text{J} \end{aligned}$$

ঘ. ইলেকট্রনের প্রাথমিক অবস্থান  $n_2 = \infty$  নেমে আসার পর ইলেকট্রনের অবস্থান  $n_1 = 2$  (B)

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \times z^2 \times \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) = 10967800 \times 2^2 \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) = 10967800 \times \frac{4}{4}$$

$$\lambda = \frac{1}{10967800} = 9.117 \times 10^{-8} \text{m বা, } 91.17 \text{ nm}$$

আমরা জানি, দৃশ্যমান রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিসর (380nm – 780nm) ∴ বিকীর্ণ শক্তি দৃশ্যমান হবে না।



[CB'22]

(গ) উদ্দীপকের বিকিরিত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য হিসাব কর।

সমাধান

গ. ইলেকট্রনের প্রাথমিক অবস্থান  $n_2 = 4$

বিকিরনের পর অবস্থান  $n_1 = 1$

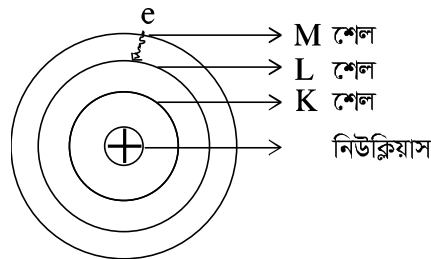
$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) = 10967800 \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = 10282312.5$$

$$\lambda = 9.72 \times 10^{-8} \text{m বা } \lambda = 97.2 \text{ nm}$$

07. পরমাণুটির মডেল লক্ষ কর:

[MB'22]



(গ) উদ্দীপকের ইলেকট্রনটির ধাপান্তরের ফলে সৃষ্ট বিকিরণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

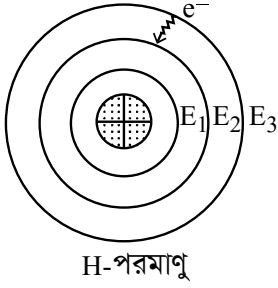
সমাধান

গ. এখানে, ইলেকট্রন M তথা ৩য় শক্তিস্তরের থেকে L তথা ২য় শক্তিস্তরে আসলে নির্গত শক্তি ও তরঙ্গদৈর্ঘ্য নিচে নির্ণয় করা হলো:

$$\text{আমরা জানি, } \frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 1.09678 \times 10^7 \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) = 1523305.556 \text{ m}^{-1}$$

$$\Rightarrow \lambda = 6.56467 \times 10^{-7} \text{m অর্থাৎ তরঙ্গদৈর্ঘ্য} = 6.56467 \times 10^{-7} \text{ m} = 656.467 \text{ nm}$$

08.



[Ctg.B'21]

(গ) উদ্দীপকের প্রদর্শিত ইলেকট্রন স্থানান্তরে বিকিরিত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর।

(ঘ) উদ্দীপকে  $E_1$  ও  $E_2$  স্তরের মধ্যে কোনটির শক্তি বেশি? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

সমাধান

গ.  $\frac{1}{\lambda} = 10967800 \left\{ \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right\} \therefore \lambda = 6.565 \times 10^{-7} \text{ m};$

শক্তি  $E = h \frac{c}{\lambda} = 3.028 \times 10^{-19} \text{ J}$

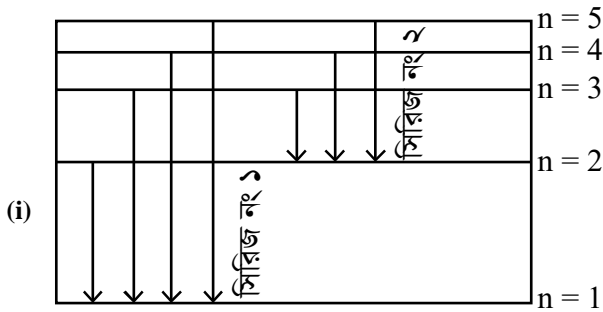
ঘ.  $E_1$  এর তুলনায়  $E_2$  এর শক্তি বেশি। কেননা  $E_2$  হতে  $E_1$  স্থানান্তরে ইলেকট্রন অতিরিক্ত শক্তি বিকিরণ করে। আবার  $E_1$  হতে  $E_2$  স্থানান্তরে ইলেকট্রন অতিরিক্ত শক্তি শোষণ করে।

$\frac{1}{\lambda} = 10967800 \left\{ \frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right\}; \lambda = 1.2157 \times 10^{-7} \text{ m}$

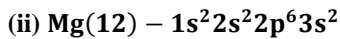
এই শোষিত বা বিকিরিত শক্তির পরিমাণ,  $E = h \frac{c}{\lambda} = 1.636 \times 10^{-18} \text{ J}$

09.

[Ctg.B'21]



চিত্র: হাইড্রোজেনের বিকিরণ বর্ণালির উৎস।



(ঘ) উদ্দীপক (i) এ সিরিজ দুটির কোনটি দৃশ্যমান বর্ণালি প্রদর্শন করে – গাণিতিকভাবে মূল্যায়ন কর।

সমাধান

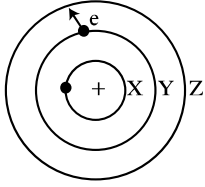
ঘ. ১ম সিরিজের ক্ষেত্রে,  $n_1 = 1; n_2 = 5$

$\frac{1}{\lambda} = 10967800 \left\{ \frac{1}{1^2} - \frac{1}{5^2} \right\} = 94.97 \text{ nm}$

২য় সিরিজের ক্ষেত্রে,  $\frac{1}{\lambda} = 10967800 \left\{ \frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2} \right\} = 434.17 \text{ nm}$

$\therefore$  ২য় সিরিজের রেখা বর্ণালি দৃশ্যমান অঞ্চলের।

10.



(গ) উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি ধাপান্তরের সময় শোষিত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান

গ.

উদ্দীপকে আমরা দেখতে পাই যে, ইলেকট্রন ২য় শক্তিস্তর থেকে ৩য় শক্তিস্তরে গিয়েছে-

এখানে,  $n_1 = 2$ ;  $n_2 = 3$ ;  $h = 6.634 \times 10^{-34} \text{Js}$ ;  $R_H = 1.09678 \times 10^7 \text{m}^{-1}$

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

আমরা জানি,  $\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) = 1.09678 \times 10^7 \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) = 1.524 \times 10^6 \text{m}^{-1}$

আবার,  $E = \frac{hc}{\lambda} = hc \cdot \frac{1}{\lambda} = 6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8 \times 1.524 \times 10^6 = 3.03 \times 10^{-19} \text{J} = 1.89 \text{eV}$

### Type-05: দ্রাব্যতা ও দ্রাব্যতা গুণফল সংক্রান্ত সমস্যা

#### ◆ দ্রাব্যতা:

সম্পূর্ণ দ্রবণে দ্রবের ঘনমাত্রাকে ঐ দ্রবের দ্রাব্যতা বলে। অথবা, কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সর্বোচ্চ যত গ্রাম দ্রব 100g দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়ে সম্পূর্ণ দ্রবণ উৎপন্ন করে সেই ভর প্রকাশক সংখ্যাকে ঐ তাপমাত্রায় ঐ দ্রাবকে ঐ দ্রবের দ্রাব্যতা বলে।

এই ঘনমাত্রা অনেকভাবে প্রকাশিত হতে পারে। আমাদের পাঠ্য বইসমূহে সাধারণত তিনভাবে প্রকাশিত হয়।

(i)  $\text{g}/100\text{g}$  → (দ্রাবক): এই পদ্ধতিতে প্রতি 100g দ্রাবকে দ্রবীভূত দ্রবের সর্বোচ্চ ভর (g) কে দ্রাব্যতা বলে।

একক:  $\frac{\text{g}}{100\text{g দ্রাবক}}$  বা  $\frac{\text{g}}{100\text{g H}_2\text{O}}$  বা একক নেই।

উদাহরণ: 100g পানিতে সর্বোচ্চ 36 g NaCl দ্রবীভূত হতে পারে, তাহলে NaCl এর দ্রাব্যতা 36।

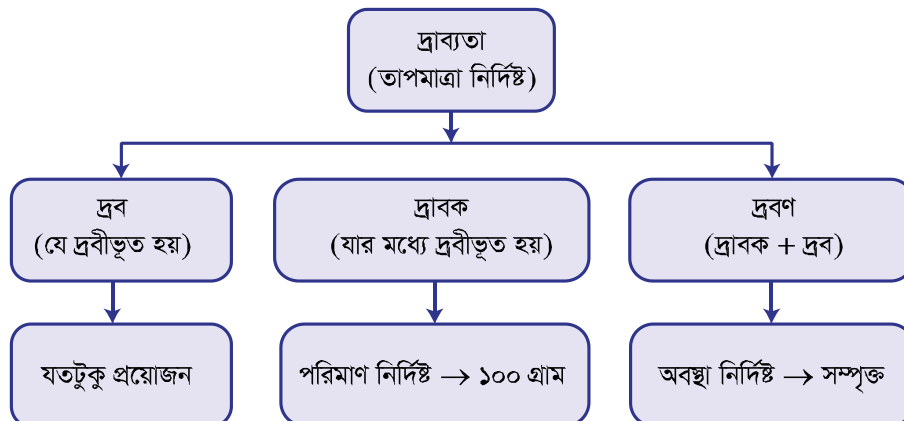
(ii)  $\text{g}/\text{L}$  → (দ্রবণ): এই পদ্ধতিতে প্রতি 1L দ্রবণে দ্রবীভূত দ্রবের সর্বোচ্চ ভর (g) কে দ্রাব্যতা বলে। একক:  $\text{g}/\text{L}$

উদাহরণ: 1L দ্রবণে সর্বোচ্চ AB লবণ 50g দ্রবীভূত হতে পারলে, AB লবণের দ্রাব্যতা 50g/L।

(iii)  $\text{mol}/\text{L}$  → (দ্রবণ): এই পদ্ধতিতে 1L দ্রবণে দ্রবীভূত দ্রবের সর্বোচ্চ মোল সংখ্যাকে দ্রাব্যতা বলে। একক:  $\text{mol}/\text{L}$  বা M

উদাহরণ: 1L দ্রবণে যদি XY লবণ সর্বোচ্চ 0.1mol দ্রবীভূত হতে পারে, তাহলে XY লবণের দ্রাব্যতা 0.1 mol/L বা 0.1M।

#### ◆ দ্রাব্যতার উপর নিয়ামকের প্রভাব:



◆ **দ্রাব্যতা গুণফল ও আয়নিক গুণফল:**

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় স্বল্প দ্রবণীয় লবণের সম্পৃক্ত দ্রবণের এক মোল দ্রব হতে যে সকল আয়ন পাওয়া যায়, তাদের ঘাত সমন্বিত প্রত্যেকের ঘনমাত্রার গুণফল সর্বদা ধ্রুবক। এ ধ্রুবককে ঐ তাপমাত্রায় লবণটির দ্রাব্যতা গুণফল বলে। অর্থাৎ দ্রাব্যতা গুণফল হলো লবণের সর্বোচ্চ আয়নিক গুণফল।

ধরা যাক, কোনো লবণ  $M_pA_q$  জলীয় দ্রবণে নিম্নরূপে আয়নিত হয়-  $M_pA_q(aq) \rightleftharpoons pM^{q+}(aq) + qA^{p-}(aq)$

$$\therefore K_{sp} = [M^{q+}]^p [A^{p-}]^q$$

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়  $M_pA_q$  লবণের জন্য  $K_{sp}$  ধ্রুবক। অর্থাৎ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়  $K_{sp}$  এর মান  $M^{q+}$  ও  $A^{p-}$  আয়নদ্বয়ের ঘনমাত্রার পরিবর্তনের উপর নির্ভরশীল নয়।

দ্বিপদী লবণ BA এর দ্রাব্যতা  $S \text{ mole dm}^{-3}$  হলে  $K_{sp} = [B^{n+}][A^{n-}] = S^2 \text{ mole}^2 \text{ dm}^{-6}$

AgCl ও  $MgCl_2$  উভয়েরই দ্রাব্যতা যদি  $S$  হয় (ধরি), তাহলে AgCl এর  $K_{sp} = S^2$  এবং  $MgCl_2$  এর  $K_{sp} = 4S^3$ ।

◆ **দ্রাব্যতা গুণফল ও আয়নিক গুণফল বিষয়ক। (দ্রাব্যতাসমূহ (ii) বা (iii) নং পদ্ধতিতে প্রকাশিত):**

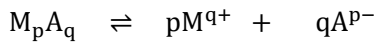
নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় স্বল্প দ্রবণীয় লবণের সম্পৃক্ত দ্রবণের 1 মোল দ্রব হতে যে আয়ন পাওয়া যায় তাদের ঘাতসহ মোলার ঘনমাত্রার গুণফল একটি ধ্রুবক। ঐ ধ্রুবকই হল ঐ তাপমাত্রায় লবণটির দ্রাব্যতা গুণফল। অপরদিকে লবণের দ্রবণে উৎপন্ন ক্যাটায়ন ও অ্যানায়নের উপযুক্ত ঘাতসহ ঘনমাত্রার গুণফল হল আয়নিক গুণফল, যা ধ্রুবক নয়।

আয়নিক গুণফল,  $Q = [\text{যে কোনো দ্রবণে ক্যাটায়ন}]^{\text{ক্যাটায়ন সংখ্যা}} \times [\text{যে কোনো দ্রবণে অ্যানায়ন}]^{\text{অ্যানায়ন সংখ্যা}}$

দ্রাব্যতা গুণফল,  $K_{sp} = [\text{সম্পৃক্ত দ্রবণে ক্যাটায়ন}]^{\text{ক্যাটায়ন সংখ্যা}} \times [\text{সম্পৃক্ত দ্রবণে অ্যানায়ন}]^{\text{অ্যানায়ন সংখ্যা}}$

[ক্যাটায়ন ও অ্যানায়নের ঘনমাত্রা অত্যন্ত সতর্কতার সাথে বের করতে হবে।]

যেমন:  $M_pA_q$  লবণের ক্ষেত্রে, সম্পৃক্ত দ্রবণে লবণের ঘনমাত্রা বা লবণের মোলার দ্রাব্যতা  $S \text{ mol/L}$  এবং যে কোন দ্রবণে লবণের ঘনমাত্রা  $S_1 \text{ mol/L}$  হলে-



$$S \quad pS \quad qS \quad (\text{সম্পৃক্ত দ্রবণের ক্ষেত্রে})$$

$$S_1 \quad pS_1 \quad qS_1 \quad (\text{যে কোনো দ্রবণের ক্ষেত্রে})$$

$$\therefore Q = (pS_1)^p \times (qS_1)^q$$

$$\therefore Q = p^p \times q^q \times S_1^{p+q}$$

[MCQ তে ব্যবহারযোগ্য]

$$\therefore K_{sp} = (pS)^p \times (qS)^q$$

$$\therefore K_{sp} = p^p \times q^q \times S^{p+q}$$

দ্রাব্যতা গুণফল  $K_{sp}$  এবং আয়নিক গুণফল  $K_{ip}$  হলে,

(i)  $K_{sp} > K_{ip} \rightarrow$  লঘু দ্রবণ, অধঃক্ষেপ পড়বে না।

(ii)  $K_{sp} = K_{ip} \rightarrow$  সম্পৃক্ত দ্রবণ, অধঃক্ষেপ পড়বে না।

(iii)  $K_{sp} < K_{ip} \rightarrow$  অতিপৃক্ত দ্রবণ, অধঃক্ষেপ পড়বে।

**Formula:**  $M_pA_q$  লবণের জন্য  $(pS)^p \times (qS)^q$

বি.দ্র: সমআয়ন প্রভাবের গাণিতিক সমাধানের ক্ষেত্রে ত্রিঘাত বা তার চেয়ে বড় ( $S^3, S^4 \dots \dots$ ) কিছু থাকলে তাকে শূন্য ধরা যায়।

এজন্য শুধু দ্বিঘাত ( $S^2$ ) পর্যন্ত সমাধান করলেই হবে। কারণ  $S$  এর মান এমনিতেই অত্যন্ত ক্ষুদ্র; যা শূন্যের অনেকটাই কাছাকাছি।

## গাণিতিক MCQ প্রশ্ন ও সমাধান

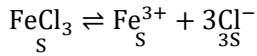
নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:

আয়রন (III) অক্সাইড + HCl → A + H<sub>2</sub>O.

01. A এর দ্রাব্যতা S হলে দ্রাব্যতা গুণফল কত? [DB'22]

(a) S<sup>2</sup> (b) 4S<sup>3</sup> (c) 27S<sup>4</sup> (d) 108S<sup>5</sup>

সমাধান: (c); A = FeCl<sub>3</sub>



$$K_{SP} = [\text{Fe}^{3+}][\text{Cl}^-]^3 = S \times (3S)^3 = 27S^4$$

02. AlF<sub>3</sub> এর দ্রাব্যতা 0.0002 mol/L হলে দ্রাব্যতা গুণফল কত? [RB'22]

(a) 3.4 × 10<sup>-14</sup> (b) 4.3 × 10<sup>-14</sup>  
(c) 3.4 × 10<sup>-13</sup> (d) 4.3 × 10<sup>-13</sup>

সমাধান: (b); K<sub>SP</sub>(AlF<sub>3</sub>) = 27S<sup>4</sup>  
= 27(0.0002)<sup>4</sup> = 4.3 × 10<sup>-14</sup>

03. 25° সে. তাপমাত্রায় 150 গ্রাম সম্পৃক্ত দ্রবণে 50 গ্রাম দ্রবীভূত থাকলে ঐ দ্রবণের দ্রাব্যতা কত? [RB'22]

(a) 100 (b) 75 (c) 50 (d) 25

সমাধান: (c);  $S = \frac{100m}{M-m} = \frac{100 \times 50}{150-50} = 50 \text{ g} / 100 \text{ g}$  দ্রাবক

04. সিলভার ক্লোরাইডের দ্রাব্যতা প্রতি লিটার জলীয় দ্রবণে 0.00015 গ্রাম হলে দ্রাব্যতা গুণফল কত? [Ctg.B'22]

(a) 1.1 × 10<sup>-10</sup> (b) 1.1 × 10<sup>-12</sup>  
(c) 2.1 × 10<sup>-13</sup> (d) 2.1 × 10<sup>-15</sup>

সমাধান: (b); K<sub>SP</sub>(AgCl) = S<sup>2</sup> = (0.00015)<sup>2</sup>  
= 2.25 × 10<sup>-8</sup>

05. AB<sub>2</sub> যৌগের দ্রাব্যতা গুণফল 1.7 × 10<sup>-12</sup> হলে এর দ্রাব্যতা কত? [SB'22]

(a) 7.52 × 10<sup>-6</sup> molL<sup>-1</sup> (b) 7.52 × 10<sup>-6</sup> gL<sup>-1</sup>  
(c) 7.52 × 10<sup>-5</sup> molL<sup>-1</sup> (d) 7.52 × 10<sup>-5</sup> gL<sup>-1</sup>

সমাধান: (c); K<sub>SP</sub>(AB<sub>2</sub>) = 4S<sup>3</sup>

$$S = \left(\frac{K_{SP}}{4}\right)^{\frac{1}{3}} = \left(\frac{1.7 \times 10^{-12}}{4}\right)^{\frac{1}{3}} = 7.52 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$$

06. A<sub>2</sub>B<sub>3</sub> যৌগের দ্রাব্যতা, S ও দ্রাব্যতা গুণফল, K<sub>SP</sub> এর মধ্যে সঠিক সম্পর্ক কোনটি? [B.B.'22]

(a) K<sub>SP</sub> = 108 S<sup>5</sup> (b) K<sub>SP</sub> = 36 S<sup>5</sup>  
(c) K<sub>SP</sub> = 6S<sup>5</sup> (d) K<sub>SP</sub> = 6 S<sup>2</sup>

সমাধান: (a); As By লবণের দ্রাব্যতা S Mol L<sup>-1</sup> হলে

$$K_{SP} = x^x y^y S^{x+y}$$

$$\therefore K_{SP}(A_2B_3) = 2^2 \times 3^3 \times S^{2+3} = 108S^5$$

07. XY যৌগের দ্রাব্যতার ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [M.B.'22]

(a) K<sub>SP</sub> = √S (b) S = √K<sub>SP</sub>

(c) S = (K<sub>SP</sub>)<sup>2</sup> (d) K<sub>SP</sub> = S

সমাধান: (b);  $XY \rightleftharpoons X_S^+ + Y_S^-$

$$K_{SP}(XY) = [X^+][Y^-] \Rightarrow K_{SP} = S \times S$$

$$\Rightarrow K_{SP} = S^2 \therefore S = \sqrt{K_{SP}}$$

08. Fe(OH)<sub>3</sub> এর দ্রাব্যতা গুণফল 3.8 × 10<sup>-38</sup> হলে সম্পৃক্ত দ্রবণে

OH<sup>-</sup> এর মোলার ঘনমাত্রা কত mol/L? [JB'19] [Ans: c]

(a) 1.93 × 10<sup>-11</sup> (b) 3.86 × 10<sup>-11</sup>  
(c) 5.79 × 10<sup>-10</sup> (d) 7.72 × 10<sup>-11</sup>

09. 50°C তাপমাত্রায় KNO<sub>3</sub> এর 100g সম্পৃক্ত দ্রবণকে বাষ্পীভূত করলে 50g অবশেষ পাওয়া যায়। ঐ তাপমাত্রায় KNO<sub>3</sub> এর দ্রাব্যতা কত? [RB'17]

(a) 200 (b) 150 (c) 100 (d) 50

সমাধান: (c); দ্রবণ = 100g, দ্রব = 50g ∴ দ্রাবক = 50g

$$50g \text{ দ্রাবক দ্রব } 50g \therefore 100g \text{ দ্রাবক দ্রব } = \frac{50 \times 100}{50} = 100g$$

10. CaF<sub>2</sub> এর সম্পৃক্ত জলীয় দ্রবণে ফ্লোরাইড আয়নের ঘনমাত্রা 0.00655g L<sup>-1</sup> হলে CaF<sub>2</sub> এর দ্রাব্যতা গুণফল কত হবে? [DB'21]

(a) 3.7 × 10<sup>-13</sup> (b) 2.048 × 10<sup>-10</sup>  
(c) 3.7 × 10<sup>-12</sup> (d) 2.048 × 10<sup>-11</sup>

সমাধান: (d);  $\text{CaF}_2 \rightleftharpoons \text{Ca}_S^{2+} + 2\text{F}_S^-$

$$\therefore S = \frac{3.45 \times 10^{-4}}{2} \therefore \text{গুণফল } 4S^3 = 2.048 \times 10^{-11}$$

11. ক্যালসিয়াম ফসফেটের দ্রাব্যতা গুণফল কোনটি? [RB'21]

(a) 27S<sup>3</sup> (b) S<sup>5</sup> (c) 27S<sup>5</sup> (d) 108S<sup>5</sup>

সমাধান: (d);  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightleftharpoons 3\text{Ca}_S^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-}_S$

$$\text{দ্রাব্যতা গুণফল: } (3S)^3 \times (2S)^2 = 108S^5$$

12. কক্ষতাপমাত্রায় 225g সম্পৃক্ত দ্রবণে 75g দ্রব দ্রবীভূত থাকলে এর দ্রাব্যতা কত? [Ctg.B'21]

(a) 100 (b) 75 (c) 50 (d) 25

সমাধান: (c); দ্রব = 75g ∴ দ্রাব্যতা =  $\frac{75}{150} \times 100 = 50$

$$\text{দ্রাবক} = 225 - 75 = 150g$$

13.  $MX_2$  এর দ্রাব্যতা গুণফল কোনটি? [Ctg.B'21]

- (a)  $[M^{2+}] \times [x^{-}]^2$  (b)  $[M^{2+}]^2 \times [x^{-}]$   
(c)  $[M^{2+}] \times [x^{-2}]$  (d)  $[M^{2+}] \times [x^{-2}]^2$

সমাধান (a);  $MX_2 \rightleftharpoons M^{2+} + 2X^{-}$ ;

$$\text{দ্রাব্যতা গুণফল} = [M^{2+}][X^{-}]^2$$

14. কক্ষ তাপমাত্রায় 60 গ্রাম ভরের একটি সম্পৃক্ত দ্রবণে 15 গ্রাম NaCl দ্রবীভূত থাকলে NaCl এর দ্রাব্যতা কত? [MB'21]

- (a) 25 (b) 30 (c) 33.33 (d) 36.36

সমাধান (c);  $\frac{\text{দ্রব}}{\text{দ্রাবক}} = \frac{15}{60-15} = \frac{1}{3} \times 100 = 33.33$

15.  $X_2Y_3$  লবণের দ্রাব্যতার গুণফলের একক- [DB'19] [Ans: a]

- (a)  $\text{mol}^5\text{L}^{-5}$  (b)  $\text{mol}^{-5}\text{L}^{-5}$   
(c)  $\text{mol}^5\text{L}^5$  (d)  $\text{mol}^{-5}\text{L}^5$

16. 25 °C তাপমাত্রায়  $Ca(OH)_2$  এর দ্রাব্যতা গুণফল  $4.42 \times 10^{-5}$

হলে  $Ca(OH)_2$  এর দ্রাব্যতা কত? [DB'19]

- (a)  $1.111 \times 10^{-2}$  (b)  $2.223 \times 10^{-2}$   
(c)  $2.452 \times 10^{-2}$  (d)  $2.806 \times 10^{-2}$

সমাধান: (b);  $Ca(OH)_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2OH^{-}$

দ্রাব্যতা: S S 2S

$$\therefore k_{sp} = [Ca^{2+}][OH^{-}]^2 \Rightarrow k_{sp} = S.(2S)^2$$

$$\Rightarrow 4.42 \times 10^{-5} = 4S^3 \therefore S = 2.223 \times 10^{-2}$$

17. 150 গ্রাম সম্পৃক্ত দ্রবণে 50 গ্রাম দ্রব দ্রবীভূত থাকলে ঐ দ্রবের দ্রাব্যতা কত? [RB'19]

- (a) 150 (b) 100 (c) 50 (d) 25

সমাধান: (c);  $\frac{50}{150-50} \times 100 = 50$

18.  $PbCl_2$  এর দ্রাব্যতা গুণফল  $1.6 \times 10^{-5}$  হলে  $Pb^{2+}$  এর ঘনমাত্রা কত  $\text{molL}^{-1}$ ? [RB'19] [Ans: a]

- (a)  $1.6 \times 10^{-2}$  (b)  $3.2 \times 10^{-2}$   
(c)  $1.6 \times 10^{-5}$  (d)  $3.2 \times 10^{-5}$

19.  $Al_2(SO_4)_3$  এর দ্রাব্যতা গুণফল  $1.5 \times 10^{-5}$  হলে এর সম্পৃক্ত দ্রবণে  $SO_4^{2-}$  এর ঘনমাত্রা কত? [Ctg.B'19]

- (a)  $4.25 \times 10^{-2}$  (b)  $8.25 \times 10^{-2}$   
(c)  $12.75 \times 10^{-2}$  (d)  $1.7 \times 10^{-2}$

সমাধান: (c);  $[SO_4^{2-}] = 3 \times \sqrt[5]{\frac{K_{sp}}{108}} = 12.75 \times 10^{-2}$

20.  $Al_2(SO_4)_3$  এর দ্রাব্যতার গুণফলের একক কোনটি?

[JB'19] [Ans: a]

- (a)  $\text{mol}^5/\text{L}^5$  (b)  $\text{mol}^4/\text{L}^4$   
(c)  $\text{mol}^3/\text{L}^3$  (d)  $\text{mol}^2/\text{L}^2$

21. ম্যাগনেশিয়াম ফসফেট এর দ্রাব্যতা গুণাংক কোনটি?

[CB'19] [Ans: d]

- (a)  $[Mg^{2+}] \times [PO_4^{3-}]^2$  (b)  $[Mg^{2+}]^3 \times [PO_4^{3-}]$   
(c)  $[Mg^{2+}]^2 \times [PO_4^{3-}]^3$  (d)  $[Mg^{2+}]^3 \times [PO_4^{3-}]^2$

22.  $CaF_2$  এর দ্রাব্যতা 0.0002 mol/L হলে দ্রাব্যতা গুণফল কত? [All B'18]

- (a)  $2.3 \times 10^{-11}$  (b)  $3.2 \times 10^{-11}$   
(c)  $2.3 \times 10^{-10}$  (d)  $3.2 \times 10^{-10}$

সমাধান: (b);  $K_{sp} = 4s^3 = 4 \times (.0002)^3 = 3.2 \times 10^{-11}$

23. 25°C তাপমাত্রায়  $Mg(OH)_2$  এর দ্রাব্যতা গুণফল  $4 \times 10^{-3}$ , হলে  $OH^{-}$  আয়নের ঘনমাত্রা কত  $\text{molL}^{-1}$ ? [DB'17]

- (a)  $10^{-1}$  (b)  $10^{-2}$  (c)  $10^{-3}$  (d)  $10^{-4}$

সমাধান: (সঠিক উত্তর নেই);  $s \times [2s]^2 = 4 \times 10^{-3}$

$$\Rightarrow 4s^3 = 4 \times 10^{-3} \therefore S = 10^{-1}$$

$$\therefore OH^{-} \text{ আয়নের ঘনমাত্রা } 2 \times 10^{-1}$$

24. 20°C তাপমাত্রায় 20.2g ভরের একটি সম্পৃক্ত দ্রবণে 10.2g দ্রব আছে। ঐ তাপমাত্রায় দ্রবটির দ্রাব্যতা কত? [SB'17]

- (a) 1.02 (b) 50.50 (c) 102 (d) 202

সমাধান: (c);  $S = \frac{10.2}{20.2-10.2} \times 100 = 102$

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ০৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

25°C তাপমাত্রায় 1 লিটার দ্রবণে সর্বোচ্চ  $1.0 \times 10^{-3}$

মোল  $PbI_2$  দ্রবীভূত হয়।

25. 25°C তাপমাত্রায়  $PbI_2$  এর দ্রাব্যতা গুণফল হলো- [JB'17]

- (a)  $1 \times 10^{-6}$  (b)  $1 \times 10^{-9}$   
(c)  $2 \times 10^{-9}$  (d)  $4 \times 10^{-9}$

সমাধান: (d);  $S = 10^{-3} \therefore K_{sp} = 4s^3 = 4 \times 10^{-9}$

26. 30°C তাপমাত্রায়  $PbSO_4$  এর দ্রাব্যতার গুণফল  $1.7 \times 10^{-5}$  হলে এর সম্পৃক্ত দ্রবণে  $SO_4^{2-}$  এর ঘনমাত্রা কত  $\text{mol/L}$ ? [C.B.'17]

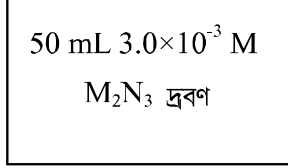
- (a)  $1.64 \times 10^{-2}$  (b)  $2.06 \times 10^{-3}$   
(c)  $3.24 \times 10^{-3}$  (d)  $4.12 \times 10^{-3}$

সমাধান: (d);  $PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{2+} + SO_4^{2-}$

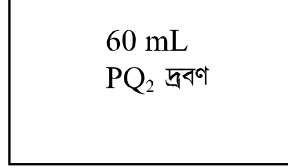
$$\therefore K_{sp} = S.S = S^2 \therefore S = \sqrt{K_{sp}} = \sqrt{1.7 \times 10^{-5}} = 4.12 \times 10^{-3} \text{ mol/L} = [SO_4^{2-}]$$

## গাণিতিক CQ প্রশ্ন ও সমাধান

01.



পাত্র-১

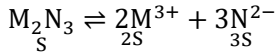


পাত্র-২

[DB'22]

MQ<sub>3</sub> যৌগের দ্রাব্যতা গুণফল  $4.5 \times 10^{-8}$ (গ) পাত্র-১ এর দ্রবণটি সম্পৃক্ত হলে M<sub>2</sub>N<sub>3</sub> এর দ্রাব্যতা গুণফল হিসাব কর।(ঘ) ২ নং পাত্রে বিদ্যমান দ্রবণের ঘনমাত্রা কমপক্ষে কত হলে ১ ও ২ নং পাত্রের দ্রবণদ্বয় একত্রে মিশ্রিত করলে MQ<sub>3</sub> এর অধঃক্ষেপ পড়বে?

## সমাধান

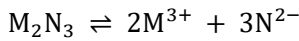
গ. M<sub>2</sub>N<sub>3</sub> এর দ্রাব্যতা,  $S = 3 \times 10^{-3} \text{ M}$ 

$$\therefore [M_2N_3] = S, [M^{3+}] = 2S, [N^{2-}] = 3S$$

$$\therefore M_2N_3 \text{ এর দ্রাব্যতা গুণফল } K_{sp} = [M^{3+}]^2 \times [N^{2-}]^3 = (2S)^2 \times (3S)^3 \\ = 108S^5 = 108 \times (3 \times 10^{-3})^5 = 2.6244 \times 10^{-11}$$

ঘ. পাত্র-১ এ M<sub>2</sub>N<sub>3</sub> এর দ্রাব্যতা  $s_1 = 3 \times 10^{-3} \text{ M}$ আদি আয়তন,  $V_1 = 50 \text{ mL}$ পাত্র-১ ও পাত্র-২ এর মোট আয়তন,  $v_2 = 50 \text{ mL} + 60 \text{ mL} = 110 \text{ mL}$ 

$$\therefore \text{পাত্র-২ এ } M_2N_3 \text{ এর দ্রাব্যতা, } S_2 = \frac{V_1 S_1}{V_2} = \frac{50 \times 3 \times 10^{-3}}{110} \text{ M} = 1.36 \times 10^{-3} \text{ M}$$

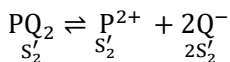


$$S_1 \quad 2S_2 \quad 3S_2$$

$$\therefore ২ \text{ নং পাত্রে } M^{3+} \text{ এর দ্রাব্যতা, } [M^{3+}] = 2 \times 1.36 \times 10^{-3} = 2.72 \times 10^{-3} \text{ M}$$

ধরি, পাত্র-২ এর PQ<sub>2</sub> এরআদি দ্রাব্যতা,  $S'_1 = x$ আদি আয়তন,  $V'_1 = 60 \text{ mL}$ শেষ আয়তন,  $V'_2 = 60 \text{ mL} + 50 \text{ mL} = 110 \text{ mL}$ 

$$\therefore PQ_2 \text{ এর শেষ দ্রাব্যতা, } S'_2 = \frac{V'_1 S'_1}{V'_2} = \frac{60 \times x}{110} = \frac{6x}{11} \text{ M}$$



$$S'_2 \quad S'_2 \quad 2S'_2$$

$$\therefore ২ \text{ নং পাত্রে } Q^{-} \text{ এর দ্রাব্যতা, } [Q^{-}] = 2 \times \frac{6x}{11} = \frac{12x}{11} \text{ M}$$

$$\therefore MQ_3 \text{ এর আয়নিক গুণফল } K_{ip} = [M^{3+}] \times [Q^{-}]^3 = 2.72 \times 10^{-3} \times \left(\frac{12x}{11}\right)^3 = 3.53 \times 10^{-3} x^3$$

এখানে, MQ<sub>3</sub> এর দ্রাব্যতা গুণফল,  $K_{sp} = 4.5 \times 10^{-8}$ MQ<sub>3</sub> এর অধঃক্ষেপ পড়বে যদি,

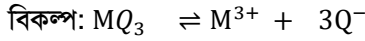
$$K_{ip} > K_{sp}$$

$$\Rightarrow 3.53 \times 10^{-3} x^3 > 4.5 \times 10^{-8} \Rightarrow x > 0.0234 \text{ M}$$

 $\therefore PQ_2$  এর ঘনমাত্রা  $0.0234 \text{ M}$  এর থেকে বড় হলেই MQ<sub>3</sub> অধঃক্ষেপ পড়বে। সুতরাং ২ নং পাত্রের ঘনমাত্রা কমপক্ষে

 $3.728 \times 10^{-3} \text{ M}$  হতে হবে।





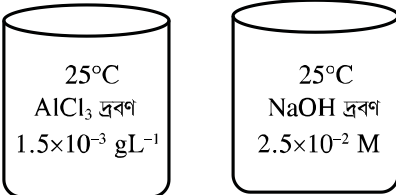
$$K_{\text{sp}}(\text{MQ}_3) = [\text{M}^{3+}] [\text{Q}^-]^3$$

$$\Rightarrow 4.5 \times 10^{-8} = \left[ \frac{2 \times S_1 \times V_1}{V_1 + V_2} \right] \left[ \frac{2 \times S_2 \times V_2}{V_1 + V_2} \right]^3$$

$$\Rightarrow 4.5 \times 10^{-8} = \left( \frac{2 \times 3 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{-3}}{110 \times 10^{-3}} \right) \left( \frac{2 \times S_2 \times 60 \times 10^{-3}}{110 \times 10^{-3}} \right)^3$$

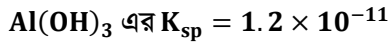
$$\Rightarrow S_2 = 0.0234 \text{ M}$$

∴ ২ নং পাত্রের সর্বনিম্ন ঘনমাত্রা 0.0234 M হলে  $\text{MQ}_3$  এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

02. 

পাত্র-A                      পাত্র-B

[RB'22]

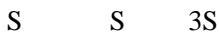
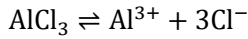


(গ) উদ্দীপকের A পাত্রের দ্রবের দ্রাব্যতা গুণফল নির্ণয় কর।

সমাধান

গ. A পাত্রে  $\text{AlCl}_3$  এর দ্রাব্যতা,  $S = 1.5 \times 10^{-3} \text{ gL}^{-1}$

$$S = \frac{1.5 \times 10^{-3}}{(27+3 \times 35.5)} \text{ molL}^{-1} = 1.123 \times 10^{-5} \text{ molL}^{-1}$$

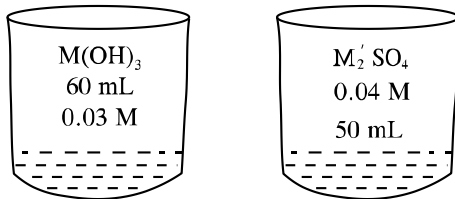


$$\text{দ্রাব্যতা গুণফল, } K_{\text{sp}} = [\text{Al}^{3+}] \times [\text{Cl}^-]^3$$

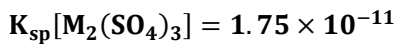
$$= S \times (3S)^3 = 27 \times (1.123 \times 10^{-5})^4 = 4.294 \times 10^{-19} \text{ (Ans:)}$$

03.

[Ctg.B'22]



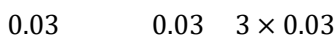
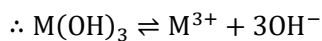
দ্রবণ-A                      দ্রবণ-B



(গ) উদ্দীপকের A-দ্রবণে  $\text{OH}^-$  এর ঘনমাত্রা  $\text{g/L}$  এককে হিসাব কর।

সমাধান

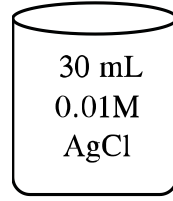
গ. A দ্রবণে 60mL 0.03M  $\text{M}(\text{OH})_3$



$$\therefore \text{OH}^- \text{ এর ঘনমাত্রা} = 3 \times 0.03 \text{ molL}^{-1}$$

$$= 3 \times 0.03 \times 17 \text{ gL}^{-1} = 1.53 \text{ gL}^{-1}$$

04.



$$K_{sp}(\text{AgCl}) = 1.7 \times 10^{-10}$$

(ঘ) উদ্দীপকের দ্রবণে 0.1M HCl যোগ করলে দ্রাব্যতা গুণফলের কোনো পরিবর্তন ঘটবে কিনা—বিশ্লেষণ কর।

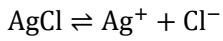
সমাধান

ঘ. AgCl একটি মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থ। এর দ্রবণে 0.1M HCl যোগ করলে  $\text{Cl}^-$  আয়নের সমআয়ন প্রভাবের ফলে AgCl এর দ্রাব্যতা হ্রাস পাবে।

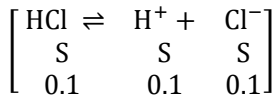
$$\text{AgCl এর দ্রবণে এর দ্রাব্যতা } S = \sqrt{1.7 \times 10^{-10}}$$

$$\therefore S = 1.30 \times 10^{-5} \text{ M}$$

ধরি, 0.1M HCl যোগ করার পর এর হ্রাসপ্রাপ্ত দ্রাব্যতা  $S_1$ ।



$$S_1 \quad S_1 \quad (S_1 + 0.1)$$



$$K_{sp}(\text{AgCl}) = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

$$1.7 \times 10^{-10} = S_1 \times (S_1 + 0.1) \text{ [এখানে } K_{sp} \text{ সর্বদা ধ্রুবক]}$$

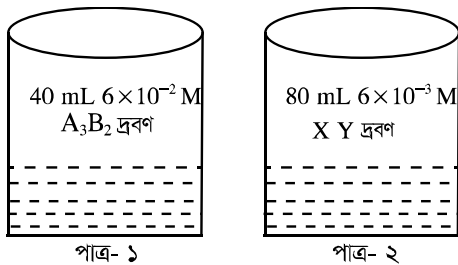
$$1.7 \times 10^{-10} = S_1^2 + 0.1S_1 \text{ [} S_1^2 \approx 0 \text{]}$$

$$0.1S_1 = 1.7 \times 10^{-10}$$

$$S_1 = 1.7 \times 10^{-9}$$

$\therefore$  এখানে AgCl এর হ্রাসপ্রাপ্ত দ্রাব্যতা  $S_1 = 1.7 \times 10^{-9}$  মূলত  $K_{sp}$  এর মান ধ্রুব রাখার জন্য দ্রাব্যতার এমন হ্রাস ঘটে। তাই বলা যায় 0.1M HCl যোগ করলে দ্রাব্যতার গুণফলের কোন পরিবর্তন ঘটবে না।

05.



$$\text{AY}_2 \text{ এর দ্রাব্যতা গুণফল } K_{sp} = 4.8 \times 10^{-7}$$

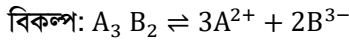
(গ) উদ্দীপকের পাত্র-১ এবং পাত্র-২ এর মিশ্রিত দ্রবণে  $\text{B}^{3-}$  আয়নের ঘনমাত্রা গণনা কর।

(ঘ) উদ্দীপকের পাত্র-১ এবং পাত্র-২ এর দ্রবণ মিশ্রিত করলে  $\text{AY}_2$  এর অধঃক্ষেপ পড়বে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

## সমাধান

- গ. পাত্র 1 ও পাত্র 2 এর মিশ্রণে  
 $A_3 B_2 + 6XY \rightarrow 3AY_2 + X_3B$   
 মিশ্রিত দ্রবণের আয়তন  $(80 + 40)\text{mL} = 120\text{ mL}$   
 পাত্র (1) এর ক্ষেত্রে এর দ্রবণ থেকে 2 অণু  $B^{3-}$  আয়ন মিশ্রণে আসবে,  
 $A_3 B_2 \rightleftharpoons 3A^{2+} + 2B^{3-}$   
 অর্থাৎ এখন মিশ্রণের 120mL আয়তনে 2 অণু  $B^{3-}$  আয়ন বর্তমান।  
 2 অণু  $B^{3-}$  আয়নের মোল সংখ্যা  $n = 2 \times S \times V$   
 $= 2 \times 6 \times 10^{-2} \times 40 \times 10^{-3}$   
 $= 2 \times 2.4 \times 10^{-3}\text{mol} = 4.8 \times 10^{-3}\text{mol}$   
 $\therefore$  মিশ্রণে  $B^{3-}$  আয়নের ঘনমাত্রা  $S = \frac{n}{V}$

$$= \frac{4.8 \times 10^{-3}}{120 \times 10^{-3}} = 0.04\text{M}$$



মিশ্রণের আয়তন = 120mL [ $2B^{3-}$  এর কারণে  $S_1 V_1$  এর সাথে 2 গুণ হবে]

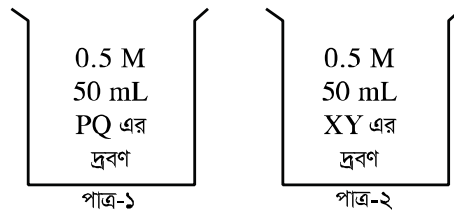
$$S_1 V_1 = S_2 V_{\text{total}}$$

$$S_2 = \frac{S_1 V_1}{V_{\text{total}}} = \frac{2 \times 6 \times 10^{-2} \times 40}{120} = 0.04\text{M}$$

- ঘ.  $A_3 B_2$  এর আদি ঘনমাত্রা,  $S_1 = 6 \times 10^{-2}\text{M}$   
 আদি আয়তন,  $V_1 = 40\text{ mL}$   
 শেষ আয়তন,  $V_2 = 40\text{ mL} + 80\text{ mL} = 120\text{ mL}$   
 $\therefore$  মিশ্রণে  $A_3 B_2$  এর ঘনমাত্রা,  $S_2 = \frac{V_1 S_1}{V_2} = \frac{40 \times 6 \times 10^{-2}}{120} = 0.02\text{ M}$   
 $\therefore A^{2+}$  এর ঘনমাত্রা  $[A^{2+}] = 3 \times 0.02 = 0.06\text{ M}$   
 $XY$  এর আদি ঘনমাত্রা,  $S'_1 = 6 \times 10^{-3}\text{M}$   
 এর আদি আয়তন,  $V'_1 = 80\text{ mL}$   
 শেষ আয়তন,  $V'_2 = 80\text{ mL} + 40\text{ mL} = 120\text{ mL}$   
 $\therefore$  মিশ্রণে  $XY$  এর ঘনমাত্রা,  $S'_2 = \frac{S'_1 V'_1}{V'_2} = \frac{6 \times 10^{-3} \times 80}{120} = 4 \times 10^{-3}\text{ M}$   
 $\therefore Y^-$  এর ঘনমাত্রা,  $[Y^-] = 4 \times 10^{-3}\text{M}$   
 $\therefore AY_2$  এর আয়নিক গুণফল  $K_{ip} = [A^{2+}] \times [Y^-]^2 = 0.06 \times (4 \times 10^{-3})^2 = 9.6 \times 10^{-7}$   
 এখানে,  $K_{sp} = 4.8 \times 10^{-7}$   
 $\therefore K_{ip} > K_{sp}$  তাই,  $AY_2$  এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

06. নিচের উদ্দীপকভিত্তিক সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও :

[Din.B'22]



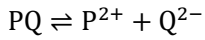
$$[PY_2 \text{ এর } K_{sp} = 1.85 \times 10^{-8}]$$

- (গ) ১ম ও ২য় পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণে  $P^{2+}$  এর ঘনমাত্রা নির্ণয় কর।  
 (ঘ) ১ম ও ২য় পাত্রের মিশ্রণে  $PY_2$  অধঃক্ষিপ্ত হবে কি-না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

## সমাধান

গ. পাত্র-১ এর PQ এর মোল সংখ্যা

$$n = S \times V = 0.5 \times 50 \times 10^{-3} = 0.025 \text{ mol}$$



$$\text{মিশ্রণের আয়তন } 50 + 50 = 100 \text{ mL} = V_2$$

$$\therefore \text{মিশ্রণে } P^{2+} \text{ এর ঘনমাত্রা } S = \frac{n}{V_2} = \frac{0.025}{100 \times 10^{-3}} = 0.25 \text{ M}$$

বিকল্প: লঘুকরণ সূত্রানুযায়ী,

$$S_1 V_1 = S_2 V_2$$

$$S_2 = \frac{50 \times 0.5}{100}$$

$$= 0.25 \text{ M}$$

$$S_1 = 0.5 \text{ M}$$

$$S_2 = 1$$

$$V_1 = 50 \text{ mL} = 50 \times 10^{-3} \text{ L}$$

$$V_2 = 100 \text{ mL (total)}$$

ঘ.  $PQ + 2 XY \rightarrow PY_2 + X_2Q$

মিশ্রণে  $P^{2+}$  আয়নের ঘনমাত্রা

$$S_1 = \frac{S \times V}{V_{\text{total}}} = \frac{0.5 \times 50}{100} = 0.25 \text{ M}$$

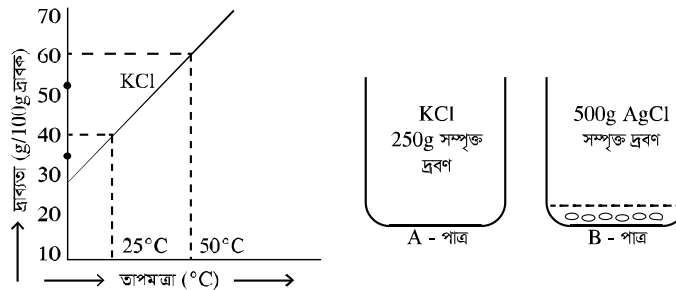
$$\text{মিশ্রণে } Y^- \text{ আয়নের ঘনমাত্রা } S_2 = \frac{S \times V}{V_{\text{total}}} = \frac{0.5 \times 50}{100} = 0.25 \text{ M}$$

$$PY_2 \rightleftharpoons P^{2+} + 2Y^-; K_{ip} = [P^{2+}][Y^-]^2 = (0.25) \times (0.25)^2 = 0.015625$$

এখানে  $K_{ip} > K_{sp}$ ; সুতরাং  $PY_2$  অধঃক্ষেপ হবে।

07.

[MB'22]



(গ) A পাত্রের দ্রবণকে  $50^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা থেকে  $25^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় শীতল করলে কত গ্রাম KCl লবণ কেলাসিত হবে?

(ঘ) A পাত্রের দ্রবণকে B পাত্রের দ্রবণে যোগ করলে AgCl লবণের দ্রাব্যতা হ্রাস ঘটে কি? উত্তরের পক্ষে যুক্তি দাও।

## সমাধান

গ.  $50^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় KCl এর দ্রাব্যতা = 60 g/100 g দ্রাবক

$$\therefore \text{দ্রবণ} = (60 + 100) \text{ g বা, } 160 \text{ g}$$

$$160 \text{ g দ্রবণে দ্রাবক } 100 \text{ g}$$

$$\therefore 250 \text{ g } \text{''} \text{''} \text{''} \frac{100}{160} \times 250 \text{ g} = 156.25 \text{ g দ্রাবক}$$

$$\therefore 250 \text{ g দ্রবণে দ্রব, } W_1 = (250 - 156.25) \text{ g} = 93.75 \text{ g}$$

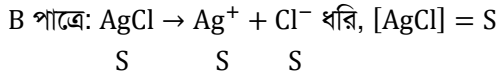
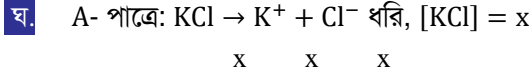
$$25^\circ\text{C তাপমাত্রায় KCl এর দ্রাব্যতা} = 40 \text{ g/100 g দ্রাবক}$$

$$\therefore \text{দ্রবণ} = (40 + 100) \text{ g বা, } 140 \text{ g}$$

$$100 \text{ g দ্রাবকে দ্রব দ্রবীভূত থাকে} = 40 \text{ g}$$

$$\therefore 156.25 \text{ g } \text{''} \text{''} \text{''} \text{''} \frac{40}{100} \times 156.25 \text{ g} = W_2 = 62.5 \text{ g}$$

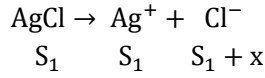
$$\therefore \text{দ্রব কেলাসিত হবে, } \Delta W = W_1 - W_2 = (93.75 - 62.5) \text{ g} = 31.25 \text{ g (Ans)}$$



মিশ্রণের পূর্বে B পাত্রে,

$$K_{sp}[AgCl] = S^2$$

মিশ্রণের পরে, সমআয়ন প্রভাবের কারণে,



$$K_{sp}[AgCl] = S_1(S_1 + x) = S_1^2 + S_1x \approx S_1x$$

∴ সমআয়নের কারণে দ্রাব্যতা গুণফলের কোনো পরিবর্তন ঘটে না।

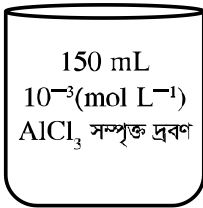
$$\therefore S_1x = S^2; S_1 = \frac{S^2}{x}$$

যেহেতু  $S \ll 1$  তাই,  $S_1 \ll S$

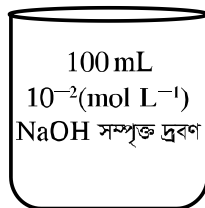
ফলে AgCl এর দ্রাব্যতা হ্রাস পাবে।

সুতরাং, A ও B পাত্রের দ্রবণদ্বয় মিশ্রিত করলে AgCl এর দ্রাব্যতা সমআয়নের প্রভাবে হ্রাস পাবে।

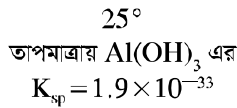
08.



A - পাত্র



B - পাত্র

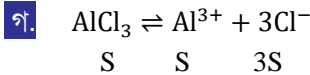


[MB'22]

(গ) A পাত্রের লবণের দ্রাব্যতা গুণফল নির্ণয় কর।

(ঘ) A এবং B পাত্রের মিশ্রণ থেকে Al(OH)<sub>3</sub> অধঃক্ষিপ্ত হবে কি-না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান

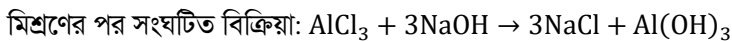
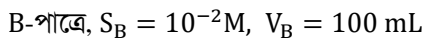
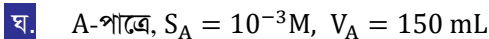


দ্রাব্যতা গুণফল,

$$K_{sp} = [Al^{3+}] \times [Cl^-]^3 = S \times (3S)^3$$

$$= 27 \times (10^{-3})^4 \text{ [এখানে, } S = 10^{-3} \text{ M]}$$

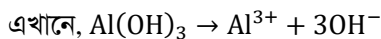
$$= 2.7 \times 10^{-11} \text{ mol}^4 \text{L}^{-4} \text{ (Ans.)}$$



$$V_{AB} = V_A + V_B = (150 + 100) \text{ mL} = 250 \text{ mL}$$

$$\text{মিশ্রণে, } [Al^{3+}] = \frac{S_A V_A}{V_{AB}} = \frac{10^{-3} \times 150}{250} = 6 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$\text{মিশ্রণে, } [OH^-] = \frac{S_B V_B}{V_{AB}} = \frac{10^{-2} \times 100}{250} = 4 \times 10^{-3} \text{ M}$$



$$K_{ip}[Al(OH)_3] = [Al^{3+}][OH^-]^3 = 6 \times 10^{-4} \times (4 \times 10^{-3})^3 = 3.84 \times 10^{-11}$$

দেওয়া আছে,  $K_{sp}[Al(OH)_3] = 1.9 \times 10^{-33}$

∴  $K_{ip}[Al(OH)_3] > K_{sp}[Al(OH)_3]$  ∴ মিশ্রণে Al(OH)<sub>3</sub> অধঃক্ষিপ্ত হবে।

09. লবণ XY

↓

28°C  
130 gm H<sub>2</sub>O  
সম্পূর্ণ দ্রবণ

উত্তপ্তকরণ →

32°C  
XY এর দ্রবণ

XZ  
দ্রবণ

১নং দ্রবণ                      ২নং দ্রবণ                      ৩নং দ্রবণ

[DB'21]

$$K_{sp} \text{ এর } K_{sp} = 4 \times 10^{-11} \text{ mol}^{-1}\text{L}^{-2}$$

[28°C এবং 32°C তাপমাত্রায় XY লবণটির দ্রাব্যতা যথাক্রমে 35 এবং 45]

(গ) ২নং দ্রবণকে সম্পূর্ণ করতে কী পরিমাণ অতিরিক্ত দ্রব যোগ করতে হবে-গণনা কর।

(ঘ) 0.01M XY দ্রবণ ৩নং দ্রবণে যোগ করা হলে XZ-এর দ্রাব্যতার কোনো পরিবর্তন হবে কী? গাণিতিক যুক্তি দাও।

সমাধান

গ. 28°C তাপমাত্রায়, সম্পূর্ণ দ্রবণে

100 g H<sub>2</sub>O তে দ্রব 35 g

∴ 130 g H<sub>2</sub>O তে দ্রব 45.5 g

এখন, 32°C তাপমাত্রায়, সম্পূর্ণ দ্রবণে

100 g H<sub>2</sub>O তে দ্রব 45 g

∴ 130 g H<sub>2</sub>O তে দ্রব 58.5 g

∴ অতিরিক্ত দ্রব (58.5 - 45.5)g = 13 g

∴ 13 g দ্রব যোগ করতে হবে।

ঘ.  $XY \rightleftharpoons X^+ + Y^-$

0.01 M      0.01 M

সমআয়ন প্রভাবের কারণে XZ এর দ্রাব্যতার পরিবর্তন হবে। XZ এর  $K_{sp} = 4 \times 10^{-11}$

$$[X^+][Y^-] = 4 \times 10^{-11}$$

$$(0.01 + S)S = 4 \times 10^{-11} \Rightarrow 0.01S + S^2 = 4 \times 10^{-11}$$

S এর মান নগণ্য হওয়ায় S<sup>2</sup> এর মান উপেক্ষা করা যায়।  $\Rightarrow 0.01S = 4 \times 10^{-11} \therefore S = 4 \times 10^{-9} \text{ mol}^2\text{L}^{-2}$

∴ XZ এর নতুন দ্রাব্যতা  $4 \times 10^{-9} \text{ mol}^2\text{L}^{-2}$  (Ans.)

10.

পাত্র-১                      পাত্র-২                      পাত্র-৩

[JB'21]

(গ) পাত্র-১ এর দ্রবণে ক্লোরাইড Cl<sup>-</sup> আয়নের ঘনমাত্রা নির্ণয় কর।

(ঘ) পাত্র-২ ও পাত্র-৩ এর দ্রবণ একত্রে মিশ্রিত করলে অধঃক্ষেপ পড়বে কি-না গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান

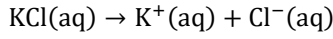
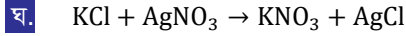
গ.  $AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$

S      S      S

AgCl এর দ্রাব্যতা গুণফল  $S^2 = 1.8 \times 10^{-10}$

$$\therefore S = 1.342 \times 10^{-5} \text{ molL}^{-1}$$

$$\therefore Cl^- \text{ আয়নের ঘনমাত্রা } 1.342 \times 10^{-5} \text{ molL}^{-1}$$



KCl এ

মিশ্রণের পূর্বে,

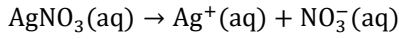
$$V_1 = 100\text{mL},$$

$$S_1 = 0.02\text{M},$$

$$V_1S_1 = V_2S_2$$

$$\Rightarrow 100 \times 0.02 = 200 \times S_2$$

$$\therefore S_2 = 0.01\text{M} \therefore [Cl^-] = 0.01\text{M}$$



AgNO<sub>3</sub> এ,

মিশ্রণের পূর্বে

মিশ্রণের পরে,

$$V_1 = 100\text{mL}$$

$$V_2 = 200\text{ mL}$$

$$S_1 = 0.01\text{M}$$

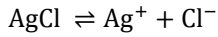
$$S_2 = ?$$

$$V_1S_1 = V_2S_2$$

$$\Rightarrow 100 \times 0.01 = 200 \times S_2$$

$$\therefore S_2 = 5 \times 10^{-3}\text{ M}$$

$$\therefore [Ag^+] = 5 \times 10^{-3}\text{M}$$



$$K_{ip} = [Ag^+][Cl^-]$$

$$= 5 \times 10^{-3} \times 0.01 = 5 \times 10^{-5} > K_{sp}$$

$\therefore$  মিশ্রণে অধঃক্ষেপ পড়বে।

11.

[RB'19]

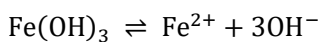


(ঘ) উদ্দীপকের ২য় দ্রবণে বিকারক যোগ করে প্রাপ্ত অধঃক্ষেপটির দ্রাব্যতা নির্ণয়ের পদ্ধতি বিশ্লেষণ কর।

$$[25^\circ\text{C তাপমাত্রায় } K_{sp} = 4.5 \times 10^{-21}]$$

সমাধান

ঘ. ২য় দ্রবণে বিকারক যোগ করে প্রাপ্ত লবণ হলো  $Fe(OH)_3$ ।

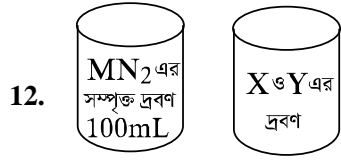


$$S \quad S \quad 3S$$

$$\therefore K_{sp} = [Fe^{3+}][OH^-]^3 = S \times (3S)^3 = 4.5 \times 10^{-21}$$

$$\therefore S = \sqrt[4]{\frac{K_{sp}}{27}} = \sqrt[4]{\frac{4.5 \times 10^{-21}}{27}} = 3.6 \times 10^{-6}\text{molL}^{-1} \text{ (Ans.)}$$





A ↑ B

$$K_{sp} = 1.7 \times 10^{-5}$$

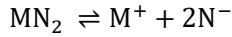
X ও Y সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ কার্বনঘটিত যৌগ। এদের স্ফুটনাঙ্ক  $80^\circ\text{C}$  ও  $125^\circ\text{C}$

(গ) দ্রবণে  $\text{MN}_2$  এর পরিমাণ মোল এককে নির্ণয় কর।

[Ctg.B'19]

সমাধান

গ.



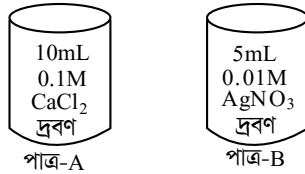
শুরুরতে: s 0 0

সাম্যাবস্থা: 0 s 2s

$$\therefore K_{sp} = s \times (2s)^2 = 4s^3 \therefore s = \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{4}} = 0.0162 \text{ molL}^{-1}$$

$$\therefore n = S \times V_L = 0.0162 \times \frac{100}{1000} = 1.62 \times 10^{-3} \text{ mol (Ans.)}$$

13.

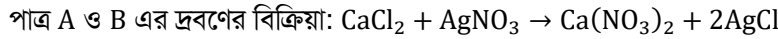


[CB'19]

(ঘ) A ও B পাত্রের মিশ্রিত দ্রবণের প্রকৃতি দ্রাব্যতার ভিত্তিতে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান

ঘ.



$\text{CaCl}_2$  এর ক্ষেত্রে,  $10 \times 0.1 = 15 \times x \therefore x = 0.067\text{M} \therefore [\text{CaCl}_2] = 0.067$

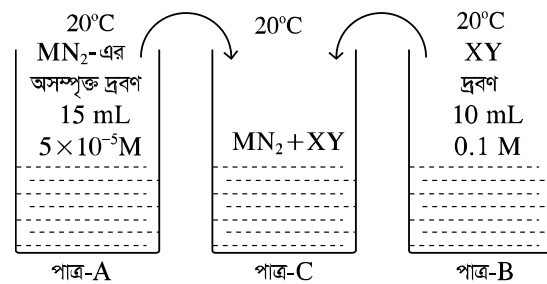
$\text{AgNO}_3$  এর ক্ষেত্রে,  $5 \times 0.01 = 15 \times x' \therefore x' = 0.0033\text{M} \therefore [\text{AgNO}_3] = 0.0033\text{M}$

$$K_{ip}(\text{Ca(NO}_3)_2) = [\text{Ca}^{2+}][\text{NO}_3^-]^2 = 0.067 \times (0.0033)^2 = 7.2963 \times 10^{-7}\text{M}$$

$$K_{ip}(\text{AgCl}) = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 0.0033 \times 0.067 = 4.422 \times 10^{-4}\text{M}$$

যদি এই  $K_{ip}$  তাদের  $K_{sp}$  অপেক্ষা বেশি হয়, তবে অধঃক্ষেপ পড়বে।

14.



[All B'18]

(i)  $\text{MN}_2$ -এর দ্রাব্যতা  $0.0002 \text{ mol L}^{-1}$

(ii)  $\text{MY}_2$ -এর  $K_{sp} = 1.85 \times 10^{-8}$

(গ) A- পাত্রের লবণটির দ্রাব্যতা গুণফল নির্ণয় কর।

(ঘ) C-পাত্রে  $\text{MY}_2$ -এর অধঃক্ষেপ পড়বে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

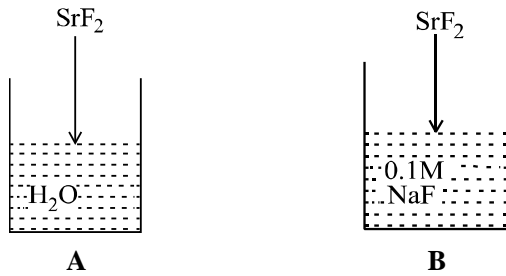
## সমাধান

- গ.  $MN_2 \rightleftharpoons M_s^{2+} + 2N_s^{-}$   
 $K_{sp} = [M^{2+}][N^{-}]^2 = s \times (2s)^2 = 4s^3$   
 A - পাত্রে  $MN_2$  এর দ্রাব্যতা,  $s = 0.0002 \text{ molL}^{-1}$   
 $\therefore K_{sp} = 4s^3 = 4 \times (.0002)^3 \therefore K_{sp} = 3.2 \times 10^{-11}$  (Ans.)

- ঘ.  $MN_2 + XY = MY_2 + 2XN$   
 C পাত্রে,  
 $[MN_2] = \frac{15 \times 5 \times 10^{-5}}{15+10} M = 30 \times 10^{-6} M \therefore [M^{2+}] = 30 \times 10^{-6} M$   
 আবার,  $[Y^{-}] = \frac{10 \times 0.1}{10+15} M = .04 M$   
 $MY_2 \rightleftharpoons M^{2+} + 2Y^{-}$   
 আয়নিক গুণফল  $= [M^{2+}][Y^{-}]^2 = 30 \times 10^{-6} \times .04^2 = 4.8 \times 10^{-8} > 1.85 \times 10^{-8} = K_{sp}$   
 $K_{ip} > K_{sp} \therefore C$  পাত্রে  $MY_2$  এর অধঃক্ষেপ পড়বে।

15.

[Din.B'17]



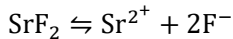
A পাত্রে SrF<sub>2</sub> এর দ্রাব্যতার গুণফল  $8 \times 10^{-10}$

- (গ) B পাত্রে SrF<sub>2</sub> এর দ্রাব্যতা নির্ণয় কর।  
 (ঘ) A ও B পাত্রে SrF<sub>2</sub> এর দ্রাব্যতার মানের পার্থক্যের কারণ বিশ্লেষণ কর।

## সমাধান

- গ. ধরি, পাত্রদ্বয় একই তাপমাত্রায় আছে এবং SrF<sub>2</sub> এর দ্রাব্যতা S। কাজেই Sr<sup>2+</sup> আছে S এবং F<sup>-</sup> আছে (2S + 0.1) ঘনমাত্রায়।  
 কাজেই  $S(2S + 0.1)^2 = 8 \times 10^{-10}$   
 $\Rightarrow 4S^3 + 0.4S^2 + 0.01S - 8 \times 10^{-10} = 0 \therefore S = 8 \times 10^{-8}$

- ঘ. এখানে A পাত্রে রয়েছে পানি। এতে SrF<sub>2</sub> যোগ করা হয়েছে। দেওয়া আছে, SrF<sub>2</sub> এর সাম্যাবস্থা হলো,



ধরি, SrF<sub>2</sub> এর দ্রাব্যতা  $x \text{ mol L}^{-1}$

$\therefore$  SrF<sub>2</sub> এর দ্রাব্যতা গুণফল,

$$K_{sp} = [Sr^{2+}][F^{-}]^2 \Rightarrow 8 \times 10^{-10} = x \times (2x)^2 \Rightarrow 8 \times 10^{-10} = 4x^3$$

$$\therefore x = 5.848 \times 10^{-4} \text{ molL}^{-1}$$

আবার (গ) নং উত্তর হতে পাওয়া যায় B পাত্রে SrF<sub>2</sub> এর দ্রাব্যতা  $8 \times 10^{-10} \text{ molL}^{-1}$ । সুতরাং B পাত্রের চেয়ে A পাত্রে দ্রাব্যতা বেশি। এই পার্থক্যের কারণ হলো B পাত্রে 0.1M NaF এর উপস্থিতি। দ্রবণে F<sup>-</sup> আয়ন আগে থেকে থাকায় SrF<sub>2</sub> যোগ করার পর F<sup>-</sup> আয়নের ঘনমাত্রা বেড়ে যায়। কিন্তু K<sub>sp</sub> শুধু তাপমাত্রার ফাংশন বলে অপরিবর্তিত থাকে। ফলে অতিরিক্ত যোগ করা SrF<sub>2</sub> বা F<sup>-</sup> এর দ্রাব্যতা তুলনামূলকভাবে কমে যায়। সুতরাং উপরোক্ত বর্ণনানুসারে এ কথা বলা যায় যে, A ও B পাত্রে SrF<sub>2</sub> এর দ্রাব্যতার মানের পার্থক্যের মূল কারণ হলো B দ্রবণে আগে থেকে বিদ্যমান NaF এর উপস্থিতি। অর্থাৎ সমআয়ন প্রভাব।