

গুণগত রসায়ন

- পরমাণু ও তার কণিকাসমূহ
- কোয়ান্টাম সংখ্যা
- ইলেকট্রন বিন্যাসের নীতি
- রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল
- বোর পরমাণু মডেল
- তড়িৎ চুম্বকীয় বর্ণালি
- দ্রাব্যতা
- দ্রাব্যতার গুণফল
- সমআয়ন প্রভাব
- আয়ন শনাক্তকরণ

যে টপিকে যেতে চান সে টপিকে Click করুন

পরমাণু ও তার মূল কণিকাসমূহ

পরমাণুর মূল কণিকা: যে সকল ক্ষুদ্র কণিকা দ্বারা পরমাণু গঠিত তাদের মূল কণিকা বলে।

মূল কণিকা ৩ প্রকার। যথা-

1. স্থায়ী → ইলেকট্রন, প্রোটন, নিউট্রন
2. অস্থায়ী → পাইওন, মিউওন, নিউট্রিনো, অ্যান্টি নিউট্রিনো, মেসন, পজিট্রন
3. কম্পোজিট কণিকা → ডিউটেরন, আলফা (ভারী কণিকা)

➤ ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রনের মধ্যে তুলনা:

বৈশিষ্ট্য	ইলেকট্রন	প্রোটন	নিউট্রন
প্রতীক	0_1e বা, e^-	p বা, H^+	1_0n বা, n
প্রকৃত ভর	$9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$	$1.672 \times 10^{-27} \text{ kg}$	$1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$
প্রকৃত চার্জ	$-1.6 \times 10^{-19} \text{ C/}$ $-4.8 \times 10^{-10} \text{ esu}$	$1.6 \times 10^{-19} \text{ C/}$ $4.8 \times 10^{-10} \text{ esu}$	0
প্রোটনের তুলনায় ভর	$\frac{1}{1837}$	1	1

আবিষ্কারক ইলেকট্রন → জে জে থমসন

প্রোটন → রাদারফোর্ড

নিউট্রন → চ্যাডউইক

মনে রাখার টেকনিক → ইট পড়ে নিচে

আলফা কণিকা: হিলিয়াম পরমাণু হতে দুটি ইলেকট্রন বের করে নিলে যে দ্বিধনাত্মক হিলিয়াম নিউক্লিয়াস অবশিষ্ট থাকে তাকে α কণা বলে।

α কণার সংকেত ${}^4_2\text{He}^{2+}$ ।

মূর্ত্যপত্রে ফেরত

α কণার বৈশিষ্ট্য:

1. এটি যৌগিক বা কম্পোজিট কণা।
2. এর গতি আলোর গতির 10 গুণ। যা $1.0 \times 10^7 \text{ ms}^{-1}$ হতে $2.5 \times 10^7 \text{ ms}^{-1}$ হতে পারে।
3. α কণায় দুটি প্রোটন ও নিউট্রন থাকে।
4. α কণার আপেক্ষিক ভর 4. যা H পরমাণুর চার গুণ।
5. ভর বেশি হওয়ায় ভেদন ক্ষমতা কম।
6. α কণার আপেক্ষিক চার্জ +2.
7. চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা α কণার বিচ্যুতি ঘটে।
8. α কণার প্রকৃত ভর $6.69 \times 10^{-24} \text{ g}$ । যা ইলেকট্রনের ভরের 7500 গুণ বেশি।
রাদারফোর্ড এর মতে 7000 গুণ।

- আইসোটোপ → প্রোটন সংখ্যা সমান।
- আইসোবার → ভর সংখ্যা সমান।
- আইসোটোন → নিউট্রন সংখ্যা সমান।
- আইসো ইলেকট্রনিক → ইলেকট্রন সংখ্যা সমান।

আইসোটোপ এর ব্যবহার:

1. $^{60}_{27}\text{Co}$ → ক্যান্সার কোষ ধ্বংস
2. $^{44}_{22}\text{Ti}$ → রক্তের পরিমাণ নির্ণয়
3. $^{131}_{53}\text{I}$ → টিউমার এর চিকিৎসা ও থাইরয়েড চিকিৎসা
4. $^{32}_{15}\text{P}$ → রক্ত স্বল্পতা চিকিৎসা
5. $\text{Ra} - 226$ → ক্যান্সার নির্ণয়
6. $\text{P} - 32$ ও $\text{C} - 14$ → DNA ও RNA গঠন
7. $\text{Tc} - 99$ → মস্তিষ্কের টিউমার
8. $\text{Cs} - 137$ → মৃত্তিকা বিনষ্ট ও ধ্বংসের উৎস
9. $\text{Ni} - 63$ → লাইট সেন্সর
10. $\text{U} - 238$ → পাথরের বয়স নির্ণয়
11. $\text{Pu} - 238$ → হার্টে পেসমেকার বসাতে

- Na ও Au এর একটি মাত্র আইসোটোপ

- $m_e = 9.11 \times 10^{-28}g = 9.11 \times 10^{-31}kg$

$$m_p = 1.673 \times 10^{-24}g = 1.673 \times 10^{-27}kg$$

$$m_n = 1.675 \times 10^{-24}g == 1.675 \times 10^{-27}kg$$

- হাইড্রোজেনের তিনটি আইসোটোপঃ $^1_1H, ^2_1H, ^3_1H$

- C \rightarrow 3

- O \rightarrow 3

- Cl \rightarrow 2

- Ne \rightarrow 2

- প্রাকৃতিক তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ \rightarrow Rn(86), Fr(87), Ra(88), U(92)

- কৃত্রিম তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ \rightarrow Tc(43), Pm(61), Np(93), Og(118)

- α – রশ্মি বিকিরণে প্রোটন সংখ্যা 2 এবং ভর সংখ্যা 4 হ্রাস পায়।

- β – রশ্মি বিকিরণে প্রোটন সংখ্যা 1 এবং কিস্ত ভর সংখ্যা ঠিক থাকে।

- γ – রশ্মির ভর ও তড়িৎ চার্জ থাকে না; এটি তড়িৎ চুম্বকীয় রশ্মি।

$$\text{নিউট্রন} \rightarrow ^1_0n, \text{পজিট্রন} \rightarrow ^0_{+1}e$$

কোয়ান্টাম সংখ্যা

1. প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা - $n \rightarrow$ প্রধান শক্তিস্তর
2. অ্যাজিমুথাল বা সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা - $l \rightarrow$ উপশক্তিস্তর এর জন্য
 $s \rightarrow 0, p \rightarrow 1, d \rightarrow 2, f \rightarrow 3$ হবে।
3. চৌম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা - $m \rightarrow$ অরবিটাল এর দিক

$$s \begin{bmatrix} 0 \end{bmatrix}$$

$$p \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$d \begin{bmatrix} -2 & -1 & 0 & 1 & 2 \end{bmatrix}$$

$$f \begin{bmatrix} -3 & -2 & -1 & 0 & 1 & 2 & 3 \end{bmatrix}$$

4. ঘূর্ণন কোয়ান্টাম সংখ্যা - $s \rightarrow$ প্রথমটি $+\frac{1}{2}$, দ্বিতীয়টি $-\frac{1}{2}$ ।

m ও s এর মানগুলোর পর্যায় ক্রম নিয়ে একটি ঝামেলা আছে। এখানে সবচেয়ে বেশি গ্রহণকৃত ক্রমটি দেখানো হয়েছে।

1. Cu(29) এর সর্ববহিঃস্থ কক্ষের ইলেকট্রনটির চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান লিখ:

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

\therefore সর্ববহিঃস্থ কক্ষের ইলেকট্রনটি $4s^1$ এ প্রবেশ করে।

$$\begin{bmatrix} 1 \end{bmatrix}$$

$$4s^1$$

$$\therefore n = 4, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$$

2. ক্লোরিন এর 14^{th} electron টির চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান লিখ:

$$\underline{\text{উ:}} \text{ Cl(17)} \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$$

14 নং e^- টি $3p^5$ এর মধ্যে অবস্থিত।

$$\begin{array}{ccc} 13 & 14 & 15 \\ \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

$$3p_x \ 3p_y \ 3p_z$$

14 নং এর জন্য

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

মূর্ত্যপত্রে ফেরত

➤ কোয়ান্টাম সংখ্যার কোন সেট সম্ভব নির্ণয়ের জন্য **Special Tips:**

1. l এর মান n এর মানের চেয়ে সবসময় ছোট হবে।
2. m এর মান l এর মানের চেয়ে বড় হতে পারে না (সমান হতে পারে)।
3. s এর মান দুটি $+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ ।

for MCQ

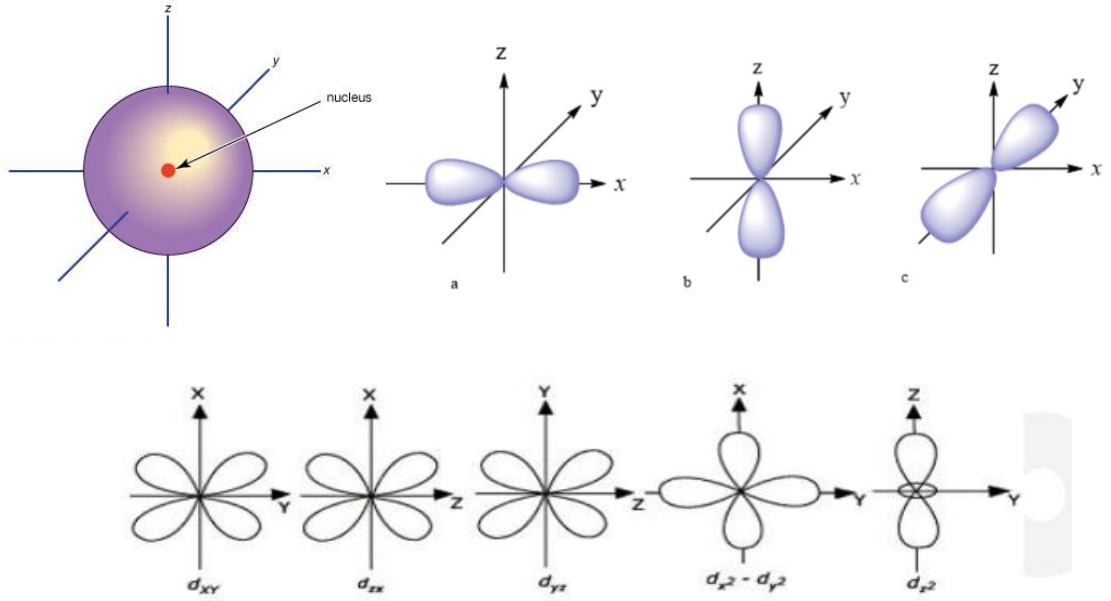
- n তম কক্ষপথে e^- ধারণ ক্ষমতা $= 2n^2$ টি।
- n তম কক্ষপথে অরবিটাল সংখ্যা $= n^2$ টি।
- n তম কক্ষপথে m এর Total মান আছে $= n^2$ টি।
- l এর মান: 0 থেকে $n - 1$ পর্যন্ত।
- m এর মান: 0 সহ $\pm l$ পর্যন্ত।
- উপশক্তিস্তরে মোট e^- ধারণ ক্ষমতা $= 2(2l + 1)$ ।
- উপশক্তিস্তরে মোট অরবিটাল সংখ্যা $= 2l + 1$ ।
- 1টি অরবিটাল e^- ধারণ ক্ষমতা $= 2$ টি।

“খ” নং এর জন্য একটি গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্নের টপিক হলো “কোন অরবিটাল সম্ভব, কোনটি সম্ভব নয়।” যেমন: $2d$ ও $3f$ এর মধ্যে কোনটি সম্ভব?

➤ কোয়ান্টাম সংখ্যার সাহায্যে ইলেকট্রন সংখ্যা হিসাব:

প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা (n)		সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা (l)		ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা (m)	অরবিটাল সংখ্যা	স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা (s)	ইলেকট্রন সংখ্যা	
মান	শক্তিস্তর	মান	উপস্তর	মান			উপস্তর	প্রধানস্তর
3	M-শেল	0	$3s$	0	1	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	2	18
		1	$3p$	$-1, 0, +1$	3	$3\left(+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right)$	6	
		2	$3d$	$-2, -1, 0, +1, +2$	5	$5\left(+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right)$	10	

➤ অরবিটালের আকৃতি:



➤ $s \rightarrow$ গোলাকৃতি

➤ $p \rightarrow$ ডাম্বেল আকৃতি

➤ $d \rightarrow$ ডাবল ডাম্বেল আকৃতি

➤ $f \rightarrow$ জটিল

ইলেকট্রন বিন্যাসের নীতি:

SINCE 2018

1. আউফবাউ নীতি:

পরমাণুতে বিদ্যমান ইলেকট্রনগুলো প্রথমে সর্বনিম্ন শক্তিসম্পন্ন অরবিটাল পূর্ণ করবে এবং পরে ক্রমান্বয়ে উচ্চতর শক্তিসম্পন্ন অরবিটালে প্রবেশ করে।

➤ শক্তি মাত্রা নির্ণয় ($n + l$)

$(n + l)$ এর মান সমান হলে যার n ছোট সেখানে আগে প্রবেশ করবে।

প্রশ্ন: $3d, 4s, 5p, 4f, 6s, 4p$ অরবিটালগুলোকে শক্তির উচ্চক্রমে সাজাও।

$$3d \rightarrow n + l \rightarrow 3 + 2 = 5$$

$$4s \rightarrow n + l \rightarrow 4 + 0 = 4$$

$$5p \rightarrow n + l \rightarrow 5 + 1 = 6$$

$$4f \rightarrow n + l \rightarrow 4 + 3 = 7$$

$$6s \rightarrow n + l \rightarrow 6 + 0 = 6$$

$$4p \rightarrow n + l \rightarrow 4 + 1 = 5$$

উচ্চক্রম: $4s > 3d > 4p > 5p > 6s > 4f$

মূর্তাপন্থে ফেরত

‘খ’ নং এর জন্য: K এর 19 তম ইলেকট্রনটি $3d$ তে না গিয়ে $4s$ এ যায় কেন?

Special Note: ইলেকট্রন প্রবেশের সময় আউফবাউ নীতি অনুসারে প্রবেশ করে কিন্তু বের হওয়ার সময় প্রথমে সর্বশেষ শক্তিস্তর থেকে বের হয়।

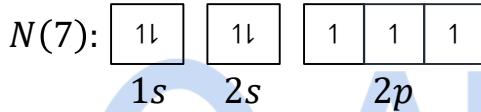
➤ আউফবাউ নীতির ব্যতিক্রম বা সাধারণ ইলেকট্রন বিন্যাসের ব্যতিক্রম: (মোট ১২টি মৌল)

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

2. হুন্ডের নীতি:

সমশক্তি সম্পন্ন বিভিন্ন অরবিটালে ইলেকট্রনসমূহ এমনভাবে প্রবেশ করে যেন তারা সর্বাধিক পরিমাণে অযুগ্ম অবস্থায় থাকতে পারে।

➤ হুন্ডের নিয়ম অনুযায়ী $N(7)$ এর ইলেকট্রন বিন্যাস:



3. পলির বর্জন নীতি:

একই পরমাণুতে যেকোনো দুটি ইলেকট্রনের জন্য চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনও একই হতে পারে না।

	আবিষ্কারক	মান	তাৎপর্য
প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা	বোর	$n = 1, 2, 3 \dots$	<ul style="list-style-type: none">আকার (শক্তিস্তর)প্রধান বর্ণালী সংখ্যা
সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা	সমার ফিল্ড	$l = 0$ থেকে $(n - 1)$	<ul style="list-style-type: none">উপশক্তিস্তরের আকৃতি
চৌম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা	জীম্যান	$m = 0$ সহ $+l$ থেকে $-l$	<ul style="list-style-type: none">উপশক্তিস্তরের ত্রিমাত্রিক বিন্যাস
ঘূর্ণন কোয়ান্টাম সংখ্যা	উলেন বেক ও গুন্ড স্মিথ	$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$	<ul style="list-style-type: none">ঘূর্ণন প্রকৃতি, দিক

রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল

১৯১১ সালে α কণা বিচ্ছুরণ পরীক্ষার মাধ্যমে রাদারফোর্ড পরমাণুর গঠন সম্পর্কিত যে মডেল প্রকাশ করেন তাকে রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল বলে।

➤ α কণা বিচ্ছুরণ পরীক্ষার মাধ্যমে পরমাণুর গঠন বর্ণনা বা রাদারফোর্ড মডেল বর্ণনা:

পরীক্ষার বর্ণনা: প্রচন্ড শক্তি সম্পন্ন α কণা সমূহকে একটি 0.004 cm পুরুত্বের সোনার পাতের উপর নিক্ষেপ করা হলো এবং সোনার পাতের পিছনে জিংক সালফাইডের (ZnS) প্রলেপযুক্ত পর্দা রাখা হলো যার উপর α কণা পতিত হলে আলোকচ্ছটা সৃষ্টি করে।

➤ পর্যবেক্ষণ:

- প্রায় 99% α কণাই পাত ভেদ করে সরাসরি চলে যায় এবং ZnS পর্দাকে আলোকিত করে।
- মাত্র কয়েকটি α কণার পথ বেঁকে যায়।
- প্রায় 20,000 এর মধ্যে 1টি কণা সোজা বিপরীত দিকে ফিরে আসে।

➤ সিদ্ধান্ত:

- পরমাণুর অধিকাংশ স্থান ফাঁকা। যেহেতু α কণার তুলনায় e^- এর ভর অতি নগণ্য তাই এসব ফাঁকা স্থানে e^- থাকতে পারে। তবে এরা α কণার গতিবেগের কোনো পরিবর্তন ঘটাতে পারে না।
- যেহেতু কম সংখ্যক α কণা বিপরীত দিকে ফিরে আসে, এতে প্রমাণিত হয় যে, এসব α কণা সোজাসুজি এবং বহু ভারী কোনো কিছুর সাথে সংঘর্ষে পতিত হয়। অর্থাৎ পরমাণুর কেন্দ্রে পরমাণুর সকল ভর অতি ক্ষুদ্র জায়গায় থাকে।
- যেহেতু α কণা ধনাত্মক চার্জযুক্ত এবং পরমাণুর কেন্দ্র দিয়ে বিকর্ষিত হয় তাই পরমাণুর কেন্দ্র ধনাত্মক চার্জযুক্ত। ভারী ও ধনাত্মক চার্জযুক্ত এ কেন্দ্রকে নিউক্লিয়াস বলা হয়।
- গতিপথের পরিবর্তন হিসাব করে দেখা যায়, পরমাণুর নিউক্লিয়াসে ধনাত্মক চার্জের পরিমাণ পারমাণবিক সংখ্যার সমান।

জিজ্ঞাসা: α কণা বিচ্ছুরণ পরীক্ষায় ZnS কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর: রাদারফোর্ড α কণা বিচ্ছুরণ পরীক্ষায় একটি পাতলা সোনার পাতের উপর α কণা সমূহকে নিক্ষেপ করা হয়।

এই সোনার পাতের উপর α কণার আলোকছটা দেখার জন্য ZnS এর প্রলেপ দেওয়া হয়। কারণ ZnS হলো অনুপ্রভা সৃষ্টিকারী পদার্থ। যেসকল পদার্থ বিভিন্ন শক্তির ফোটন শোষণ করে পরে তা দৃশ্যমান আলোর পরিসরে বিকিরণ করে তাদের অনুপ্রভা সৃষ্টিকারী পদার্থ বলে। তাই α কণার আলোকছটা দেখার জন্য সোনার পাতের উপর ZnS ব্যবহার করা হয়।

➤ রাদারফোর্ড পরমাণু মডেলের প্রস্তাবসমূহ:

1. পরমাণুর কেন্দ্রে ধনাত্মক চার্জযুক্ত একটি ভারী বস্তু রয়েছে। একে নিউক্লিয়াস বলা হয়।
2. নিউক্লিয়াসের ভিতরে প্রোটন ও বাইরে ইলেকট্রন অবস্থান করে।
3. নিউক্লিয়াস অত্যন্ত ক্ষুদ্র এবং পরমাণুর ভেতরে বেশিরভাগ জায়গায় ফাঁকা।
4. ইলেকট্রনের আপেক্ষিক ভর শূন্য তাই নিউক্লিয়াসের ভর কোনো মৌলের মোট ভর।
5. গ্রহগুলো সূর্যকে কেন্দ্র করে বিভিন্ন কক্ষপথে যেভাবে ঘুরে ইলেকট্রনগুলোও নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে সেভাবে ঘুরছে।
6. নিউক্লিয়াসের ভেতরে যতগুলো ধনাত্মক চার্জ যুক্ত প্রোটন রয়েছে বাইরেও সেই পরিমাণ ঋণাত্মক চার্জ যুক্ত ইলেকট্রন রয়েছে। তাই সামগ্রিকভাবে পরমাণু চার্জ শূন্য।

একে সৌরজগতের সাথে তুলনা করা হয় তাই একে সোলার সিস্টেম মডেল বা সৌর মডেল বলে।

➤ সীমাবদ্ধতাঃ

- গ্রহগুলোর সাথে ইলেকট্রনের তুলনা সঠিক হয় নি।
- পরমাণুর স্থায়িত্ব ব্যাখ্যা করতে পারে না।
- বর্ণালী সম্পর্কে ধারণা দিতে পারে না।
- আকার ও আকৃতি সম্পর্কে ধারণা দিতে পারে না।
- একাধিক e^- থাকলে কিভাবে পরিভ্রমণ করবে তা বলে নি।

➤ সফলতাঃ

- ত্রিমাত্রিক গঠন সম্পর্কে ধারণা প্রদান করে।

বোর পরমাণু মডেল/কোয়ান্টাম মডেলঃ

প্রস্তাবনা

- স্থির কক্ষপথ বা অরবিট বা শক্তিস্তরের ধারণা
- $mvr = \frac{nh}{2\pi}$, $h = 6.626 \times 10^{-34} Js$
- বর্ণালী সৃষ্টির ধারণা।

সফলতাঃ

- মূখ্য কোয়ান্টাম সংখ্যার (n) ধারণা পাওয়া যায়।
- $R_H = 109678 \text{ cm}^{-1} = 1.09678 \times 10^{-2} \text{ nm}^{-1}$
- এক e^- বিশিষ্ট পরমাণু H বা আয়ন যেমনঃ He^+ , Li^{2+} , Be^{3+} এর বর্ণালী।

সীমাবদ্ধতাঃ

- একাধিক e^- বিশিষ্ট পরমাণুর বর্ণালি ব্যাখ্যা করতে পারে না।
- মৌলের পর্যায়বৃত্তিক ধর্ম সম্পর্কে কোনোরূপ ধারণা প্রদান করতে পারে নি।
- বর্ণালি রেখার তীব্রতা এই মডেলের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায় না।
- আপেক্ষিকতা তত্ত্ব মেনে চলে না।
- দ্বিমাত্রিক।

পারমানবিক বর্ণালী রেখার বিভক্তিঃ

- চুম্বক ক্ষেত্রের প্রভাবে → জিম্যান প্রভাব
- তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রভাবে → স্টার্ক প্রভাব
- ইলেকট্রন যে আকর্ষণ কমায় → শিল্ডিং প্রভাব

বোর পরমাণু মডেল থেকে সকল সূত্রসমূহ

$$1. mvr = \frac{nh}{2\pi}$$

$$2. r_n = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 Z e^2 m}$$

$$3. E_n = -\frac{2\pi^2 m Z^2 e^4}{n^2 h^2}$$

$$4. V_n = \frac{2\pi Z e^2}{nh}$$

$$5. \Delta E = E_1 - E_2 = hv = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\triangleright r_n = a_0 \times \frac{n^2}{Z}$$

$$\triangleright E_n = E_0 \times \frac{Z^2}{n}$$

$$\triangleright V_n = V_0 \times \frac{Z}{n}$$

APAR'S
SINCE 2018

গুরুত্বপূর্ণ ধ্রুবকের মান ও পরিচিতি

- $\triangleright h \rightarrow$ প্লানকের ধ্রুবক $= 6.626 \times 10^{-34} Js$
- $\triangleright e \rightarrow$ ইলেকট্রনের আধান $= 1.602 \times 10^{-19} C$ বা, $4.8 \times 10^{-10} esu$
- $\triangleright m \rightarrow$ ইলেকট্রনের ভর $= 9.11 \times 10^{-31} kg$
- $\triangleright c \rightarrow$ আলোর বেগ এবং $v =$ কম্পাঙ্ক
- $\triangleright a_0 \rightarrow$ প্রথম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ $= 5.292 \times 10^{-11} m$
- $\triangleright E_0 \rightarrow$ প্রথম কক্ষপথের শক্তি $= -2.18 \times 10^{-18} J$
- $\triangleright V_0 \rightarrow$ প্রথম কক্ষপথের বেগ $= 2.19 \times 10^6 ms^{-1}$

Type-1

(1) কোনো পরমাণুর K শক্তিস্তরে একটি ইলেকট্রন রয়েছে। তার কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর।

সমাধান:

আমরা জানি,

$$\begin{aligned}\text{কৌণিক ভরবেগ, } mvr &= \frac{nh}{2\pi} \\ &= \frac{1 \times 6.626 \times 10^{-34}}{2 \times 3.1416} \\ &= 1.055 \times 10^{-34} \text{ kgm}^2\text{s}^{-1}\end{aligned}$$

(2) একটি পরমাণুর চতুর্থ শক্তিস্তরের ব্যাসার্ধ $8.5 \times 10^{-8} \text{ cm}$ হলে ঐ শক্তিস্তরে গতিবেগ গণনা করো।

সমাধান:

আমরা জানি,

$$\begin{aligned}mvr &= \frac{nh}{2\pi} \\ \therefore v &= \frac{nh}{2\pi mr} \\ &= \frac{4 \times 6.626 \times 10^{-34}}{2 \times 3.1416 \times 9.11 \times 10^{-31} \times 8.5 \times 10^{-10}} \\ &= 5.45 \times 10^5 \text{ ms}^{-1}\end{aligned}$$

(3) হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রনটি শক্তি শোষণ করে নিউক্লিয়াস থেকে 477.09 pm দূরত্বে থেকে 7.2839×10^5 বেগে কোনো কক্ষপথে ঘুরছে। কক্ষপথটি নির্ধারণ করো।

সমাধান:

আমরা জানি,

$$\begin{aligned}mvr &= \frac{nh}{2\pi} \\ \therefore n &= \frac{mvr \times 2\pi}{h}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}&= \frac{9.11 \times 10^{-31} \times 477.09 \times 10^{-12} \times 7.2839 \times 10^5 \times 2\pi}{6.624 \times 10^{-34}} \\ &= 3\end{aligned}$$

দেওয়া আছে,

$$\begin{aligned}r &= 477.09 \text{ pm} \\ &= 477.09 \times 10^{-12} \text{ m} \\ V &= 7.2839 \times 10^5 \\ n &=?\end{aligned}$$

Type-2

(1) Li পরমাণুর ২য় বোর কক্ষের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর।

সমাধান:

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} r_n &= \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 Z e^2 m} \\ &= \frac{2^2 \times (6.626 \times 10^{-34})^2}{4 \times (3.1416)^2 \times 3 \times (1.602 \times 10^{-19})^2 \times m_e} \\ &= 7.056 \times 10^{-1} \text{ m} \end{aligned}$$

Type-3

(1) H পরমাণুর সক্রিয় অবস্থায় K শেলের ইলেকট্রনটি প্রয়োজনীয় তাপ শোষণ করে N শেলের স্থায়ী কক্ষপথে আবর্তন করতে থাকে। এ অবস্থায় ইলেকট্রনের মোট শক্তি কত?

সমাধান:

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} E_n &= -\frac{2\pi^2 m Z^2 e^4}{n^2 h^2} \quad [n = 4] \\ &= -1.67 \times 10^{-39} \text{ J} \end{aligned}$$

Type-4

(1) Li পরমাণুর চতুর্থ কক্ষপথে পরিভ্রমণকারী একটি ইলেকট্রনের বেগ কত?

সমাধান:

আমরা জানি,

$$V_n = \frac{2\pi Z e^2}{nh}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{2 \times 3.1416 \times 3 \times (4.8 \times 10^{-10} \text{ esu})^2}{4 \times 6.626 \times 10^{-27}} \text{ cms}^{-1} \\ &= 1.6 \times 10^8 \text{ cms}^{-1} \end{aligned}$$

দেওয়া আছে,

$$n = 4$$

$$Z = 3$$

Type-5

(1) কোনো পরমাণুর দুটি শক্তিস্তরে একটি ইলেকট্রনের শক্তি যথাক্রমে $6.3 \times 10^{-19} J$ এবং $9.8 \times 10^{-19} J$ । যদি উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তরে ইলেকট্রনটি স্থানান্তরিত হয়, তবে বিকিরিত রশ্মির কম্পাঙ্ক ও তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত?

সমাধান:

আমরা জানি,

$$\Delta E = h\nu$$

$$\begin{aligned}\therefore \nu &= \frac{\Delta E}{h} = \frac{9.8 \times 10^{-19} - 6.3 \times 10^{-19}}{6.626 \times 10^{-34}} \\ &= 5.282 \times 10^{14} \text{ Hz}\end{aligned}$$

আবার, তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = \frac{c}{\nu}$

$$\begin{aligned}&= \frac{3 \times 10^8}{5.282 \times 10^{14}} \\ &= 5.697 \times 10^{-7} \text{ m}\end{aligned}$$

Type-6 : ডি ব্রগলির সমীকরণ:

$$\lambda = \frac{h}{mv} \quad \nu = \text{রৈখিক বেগ}$$

(1) কক্ষপথে আবর্তনরত ইলেকট্রনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 30.2 nm হলে ইলেকট্রনটির ভরবেগ কত?

সমাধান:

আমরা জানি,

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$\begin{aligned}\therefore mv &= \frac{h}{\lambda} \\ &= \frac{6.626 \times 10^{-34}}{30 \times 10^{-9}} \\ &= 2.2086 \times 10^{-26} \text{ kgms}^{-1}\end{aligned}$$

হাইজেনবার্গ এর অনিশ্চয়তা নীতিঃ

e^- এর কৌণিক ভরবেগ ও অবস্থানের মান একই সময়ে সঠিকভাবে নির্ণয় করা সম্ভব নয়। $\Delta x \times \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$

শ্রোডিঞ্জারের তরঙ্গ সমীকরণ (ত্রিমাত্রিক) :

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{d^2\psi}{dy^2} + \frac{d^2\psi}{dz^2} + \frac{8\pi^2m}{h^2} (E - u)\psi = 0$$

প্লাঙ্কঃ

$$E = h\nu$$

$$\int_0^\infty \psi^2 = 1$$

কোনো চলমান কণার দ্বৈত ধর্ম (ডি ব্রগলী)

$$h\nu = mc^2$$

$$E = h\nu \dots \dots \dots (1)$$

$$h \frac{c}{\lambda} = mc^2$$

$$E = mc^2 \dots \dots \dots (2)$$

$$\therefore mc^2 = \frac{h}{\lambda}$$

➤ দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যঃ(মুখস্থ)

বেগুনি	নীল	আসমানি	সবুজ	হলুদ	কমলা	লাল
380 – 424	424 – 450	450 – 500	500 – 575	575 – 590	590 – 647	647 – 780

- বেগুনি বর্ণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য সবচেয়ে কম কিন্তু বিকিরণ সবচেয়ে বেশি।
- লাল বর্ণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য সবচেয়ে বেশি কিন্তু বিকিরণ সবচেয়ে কম।
- বিদ্যুৎ চৌম্বকীয় বিকিরণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও ব্যবহার উল্লেখ কর। [জবি (ক ইউনিট) ১৮-১৯]

তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণ	তরঙ্গদৈর্ঘ্য	গুরুত্বপূর্ণ ব্যবহার
মহাজাগতিক রশ্মি	$< 0.00005 \text{ nm}$	
γ -রশ্মি	$0.0005 - 0.10 \text{ nm}$	দেহ অভ্যন্তরে ক্যান্সার আক্রান্ত কোষ ধ্বংসে এবং খাদ্য প্রক্রিয়াজাতকরণে অণুজীব ধ্বংসে ব্যবহৃত হয়।
X-রশ্মি	$0.1 - 10 \text{ nm}$	চিকিৎসাবিজ্ঞানে, শরীরের অভ্যন্তরে হাড়ের প্রতিচ্ছবি নিরূপণে।
অতিবেগুনি রশ্মি	$10 - 380 \text{ nm}$	জাল টাকা, পাসপোর্ট সনাক্তকরণে ও গবেষণায়।
দৃশ্যমান আলো	$380 - 780 \text{ nm}$	দেখা, বিশ্লেষণী রসায়নে পদার্থের পরিমাণ নির্ণয়।
অবলোহিত রশ্মি	$780 \text{ nm} - 1 \text{ mm}$	রিমোট কন্ট্রোল, ফিজিও থেরাপি, অপটিক্যাল ফাইবারের মাধ্যমে যোগাযোগ প্রযুক্তিতে।
মাইক্রোওয়েভ	$1 \text{ mm} - 1 \text{ m}$	রান্না, মোবাইল ফোনের মাধ্যমে তথ্য আদান-প্রদান।
রেডিও ও টেলিভিশন	$1 \text{ mm} - 10 \text{ km}$	টিভি, সিগনাল, MRI

- তরঙ্গদৈর্ঘ্য সবচেয়ে কম কিন্তু বিকিরণ সবচেয়ে বেশি → মহাজাগতিক রশ্মির।
- তরঙ্গদৈর্ঘ্য সবচেয়ে বেশি কিন্তু বিকিরণ সবচেয়ে কম → রেডিও ও টেলিভিশনের।
- দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সীমা → $380 \text{ nm} - 780 \text{ nm}$ প্রায়।
- তড়িৎচুম্বকীয় বিকিরণের ক্রমবর্ধমান তরঙ্গদৈর্ঘ্য (λ):
কসমিক রশ্মি $< \gamma$ রশ্মি $< X$ রশ্মি $< UV$ রশ্মি $< \text{দৃশ্যমান রশ্মি}$ $< IR$ রশ্মি
 $< \text{মাইক্রোতরঙ্গ}$ $< \text{বেতার তরঙ্গ}$ ।

NMR → বিজোড় সংখ্যক প্রোটন বা নিউট্রনযুক্ত পরমাণু → $H, ^{13}C, ^{19}F$, এদের ম্যাগনেট মোমেন্ট থাকায় এরাই MRI সৃষ্টিকারী পরমাণু।

টেকনিক	সিরিজ	বর্ণালী অঞ্চল
লাল	লাইম্যান	অতিবেগুনী
বেনারশি	বামার	দৃশ্যমান
পড়ে	প্যাশ্চেন	Near IR
বৌমা	ব্রাকেট	অবলোহিত IR
পালালো	ফুন্ড	অবলোহিত IR
হাই	হামফ্রিস	

প্রশ্ন: IR রশ্মি কাকে বলে? উহা কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর: Infrared radiation বা অবলোহিত রশ্মি এক ধরনের তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণ, যার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য দৃশ্যমান আলোর চেয়ে বেশি। IR রশ্মি তিন শ্রেণিতে বিভক্ত। যেমন- (i) Near-IR, (ii) Middle-IR ও (iii) Far-IR রশ্মি। Far-IR রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য $5.6 \times 10^{-6} m$ থেকে $10^{-4} m$ হওয়ায় এটি ত্বকে তাপীয় অনুভূতি জাগায় এটি রক্তের শ্বেতকণিকা বৃদ্ধি ও রোগ প্রতিরোধক শক্তি বৃদ্ধিতে সহায়তা করে

প্রশ্ন: (i) Near IR, (ii) Middle-IR 3 (iii) Far-IR রশ্মির ব্যবহার লিখ।

উত্তর: (i) Near IR : মস্তিষ্কের রক্তের হিমোগ্লোবিনে শোষিত অক্সিজেনের পরিমাণ পরিমাপের মাধ্যমে মস্তিষ্কের রোগ নির্ণয়ে। মাথার খুলির কার্যপদ্ধতি নির্ণয়ে। সিটি স্ক্যানিং কাজে

(ii) Middle-IR জৈব যৌগের কার্যকরী মূলক শনাক্তকরণে।

(iii) Far-IR রশ্মি রক্তের শ্বেত রক্তকণিকা ও রোগ প্রতিরোধক শক্তি বৃদ্ধিতে ব্যথা-বেদনা উপশমে।

$CO, HF, HCl, NO \rightarrow$ ডাইপোল থাকায় IR সক্রিয়।

$N_2, O_2, H_2 \rightarrow$ ডাইপোল থাকায় IR নিষ্ক্রিয়।

মূর্ত্যপত্রে ফেরত

চিকিৎসা ক্ষেত্রে এর ব্যবহার নিম্নরূপ :

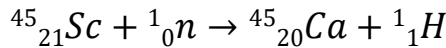
১. ব্রেস্ট ক্যান্সার শনাক্তকরণে।
২. স্নায়ু ও পেশির শৈথিলতা সম্পর্কিত রোগ নির্ণয়ে।
৩. মস্তিষ্কের রোগ নির্ণয়ে।
৪. থাইরয়েড গ্রন্থির টিউমার নির্ণয়ে।
৫. IR থেরাপি রক্তের সঞ্চালন ও পরিবহন নিয়ন্ত্রণ করে।
৬. IR থেরাপি ক্ষতিগ্রস্ত টিস্যুতে অক্সিজেন সরবরাহ করে।
৭. রক্তের চাপ নিয়ন্ত্রিত রাখতে।
৮. রক্তের গাঢ়ত্ব বজায় রাখতে।
৯. হৃদস্পন্দন সংখ্যা ঠিক রাখতে।
১০. হাড় ভাঙা বা জোড়া স্থানে প্রশান্তির জন্য।

নিউক্লিয় বিক্রিয়া

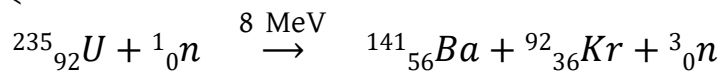
SINCE 2018

১। ট্রান্সমুটেশনঃ

কোনো মৌলের স্থায়ী নিউক্লিয়াসকে উচ্চ গতিশীল নিউট্রন, প্রোটন অথবা আলফা কণা অথবা পরমাণুর নিউক্লিয়াস দ্বারা আঘাত



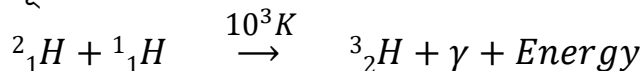
২। ফিশান → বৃহৎ থেকে ছোট



(200MeV); এটম বোমা, পারমানবিক চুল্লি

৩। ফিউশান → ছোট থেকে বড়

বোমার শক্তি এবং সূর্যের শক্তির উৎস



ফসফোর : (230 nm – 375 nm)

কারেসি নোটে security device রূপে ,অপটিকাল সেন্সর রূপে

প্রতিপ্রভা :

$(10^{-4} - 10^{-8})s$ পর্যন্ত আলো বিকিরণ করে Ba, Na, Ca, U, I_2 বাষ্প, এরিথ্রেসিন, ডাইফিনাইল হেক্সাট্রাইন, লুসিফার

অনুপ্রভা :

$(10^{-4} - 10^{-8})s$ পর্যন্ত আলো বিকিরণ করে CaS, MgS, SrS, BaS

সংপ্রভাঃ

যেসব পদার্থ সাধারণভাবে আলোক রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না।

Ra , ZnS এর মিশ্রণ

ক্যান্সার কোষ $\rightarrow \gamma$ রশ্মি

জাল টীকা \rightarrow UV রশ্মি

MRI (Magnetic Resonance Imaging)

মানবদেহের বিভিন্ন তন্ত্রের টিস্যুর অস্বাভাবিক বৃদ্ধিজনিত টিউমার, রক্তনালিকা

মস্তিষ্কের টিউমার ও কোমল টিস্যু যেমন মেরুমজ্জার টিউমার

UV Ray \rightarrow টীকা শনাক্তকরণ (320-375)

তড়িৎ চুম্বকীয় বর্ণালি

1. বর্ণালি সংখ্যা = $\frac{(n_2 - n_1)(n_2 - n_1 + 1)}{2}$

2. $\lambda = \frac{c}{\nu}$

3. $\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda}$ — ν = তরঙ্গ সংখ্যা

4. $\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_l^2} - \frac{1}{n_h^2} \right)$ এখানে, R_H (রিডবার্গ ধ্রুবক) = $1.09678 \times 10^{-2} \text{ nm}^{-1}$

Type-1

হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন ৬ষ্ঠ থেকে ২য় বোর কক্ষপথে এলে কতটি বর্ণালি রেখা পাওয়া সম্ভব হবে?

সমাধান:

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \text{বর্ণালি সংখ্যা} &= \frac{(n_2 - n_1)(n_2 - n_1 + 1)}{2} \\ &= \frac{(6 - 2)(6 - 2 + 1)}{2} \\ &= 10 \text{ টি} \end{aligned}$$

Type-2

কোন উৎস থেকে বিকিরিত বেগুনি রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 420 nm । কম্পাঙ্ক ও তরঙ্গ সংখ্যা কত?

সমাধান:

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \nu &= \frac{c}{\lambda} \\ &= \frac{3 \times 10^8}{420} \end{aligned}$$

এখানে,

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

$$\lambda = 420 \text{ nm}$$

$$\bar{\nu} = ?$$

$$\nu = ?$$

$$= \frac{3 \times 10^8 \times 10^9 \text{ nms}^{-1}}{420 \text{ nm}}$$

$$\therefore v = 7.14 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

তরঙ্গ সংখ্যা,

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda}$$

$$= \frac{1}{420 \times 10^{-9}}$$

$$= 2.38 \times 10^6 \text{ m}^{-1}$$

Type-3

(1) অবলোহিত অঞ্চলে সৃষ্ট H-পরমাণুর রেখা বর্ণালীর দীর্ঘতম তরঙ্গ দৈর্ঘ্য ন্যানোমিটারে কত হবে, যখন, $n_1 = 3$ হয়?

সমাধান:

আমরা জানি,

এখানে,

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

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

এক্ষেত্রে অবলোহিত অঞ্চলে সৃষ্ট H-পরমাণু তিনটি সিরিজ রয়েছে। $n_1 = 3$ হলে প্যাশ্চেন সিরিজ হয় এবং দীর্ঘতম তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের বর্ণালীর জন্য $n_2 = 4$ হতে হয়।

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

$$= 1.09678 \times 10^{-2} \times \left[\frac{1}{(3)^2} - \frac{1}{(4)^2} \right]$$

$$\therefore \lambda = 1876 \text{ nm.}$$

(2) অবলোহিত অঞ্চলে সৃষ্ট H-পরমাণুর রেখা বর্ণালীর হ্রস্বতম তরঙ্গ দৈর্ঘ্য ন্যানোমিটারে কত হবে, যখন, $n_1 = 3$ হয়?

সমাধান:

আমরা জানি,

এখানে,

$$n_1 = 3$$

$$n_2 = \infty$$

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

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

$$\lambda = ?$$

এখানে, H-পরমাণুর বর্ণালী $n_1 = 3$ হলে, বর্ণালী সিরিজটি প্যাশ্চেন সিরিজ হয় এবং হ্রাস দৈর্ঘ্য বর্ণালীর জন্য $n_2 = \infty$ হয়।

$$\begin{aligned}\therefore \frac{1}{\lambda} &= R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \\ &= 1.09678 \times 10^{-2} \times \left[\frac{1}{(3)^2} - \frac{1}{\infty} \right] \\ \therefore \lambda &= 820.6 \text{ nm.}\end{aligned}$$

(3) H-পরমাণু উত্তেজিত ইলেকট্রনটি N শেল থেকে L শেলে স্থানান্তরিত হলে বিকিরিত ফোটনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, বর্ণালীর বর্ণ ও বর্ণালী সিরিজ নির্ণয় কর।

সমাধান:

আমরা জানি,

$$\begin{aligned}\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} &= R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \\ &= 1.09678 \times 10^{-2} \times \left[\frac{1}{(2)^2} - \frac{1}{(4)^2} \right]\end{aligned}$$

এখানে,

$$n_1 = 2$$

$$n_2 = 4$$

$$R_H = 1.09678 \times 10^7$$

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

$$\lambda = ?$$

$$\begin{aligned}\therefore \lambda &= 4.86 \times 10^{-7} \text{ m} \\ &= 486.27 \text{ nm, যা আসমানী বর্ণের ও বামার সিরিজ ভুক্ত।}\end{aligned}$$

(4) Li-পরমাণু উত্তেজিত ইলেকট্রনটি N শেল থেকে K শেলে স্থানান্তরিত হলে বিকিরিত ফোটনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, বর্ণালীর বর্ণ ও বর্ণালী সিরিজ নির্ণয় কর।

সমাধান:

আমরা জানি,

$$\begin{aligned}\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} &= R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \\ &= 1.09678 \times 10^7 \times (3)^2 \times \left(1 - \frac{1}{16} \right) \\ \therefore \lambda &= 1.0806 \times 10^{-8} \text{ m} \\ &= 10.806 \text{ nm}\end{aligned}$$

এখানে,

$$n_1 = 1$$

$$n_2 = 4$$

$$R_H = 1.09678 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

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

$$z = 3$$

তরঙ্গ দৈর্ঘ্যে 10.806 হওয়ায়, এটি UV পরিসরে (10 nm – 380 nm) এর মধ্যে, তাই খালী চোখে দেখা যাবে না। লাইম্যান সিরিজ ভুক্ত।

দ্রাব্যতা

দ্রবণ: দ্রব + দ্রাবক

দ্রাবক: দ্রবণের মধ্যে যা বেশি পরিমাণে থাকে।

দ্রব: দ্রবণের মধ্যে যা কম পরিমাণে থাকে।

দ্রবণের ভর = দ্রব এর ভর + দ্রাবকের ভর

দ্রবণের প্রকারভেদ

- অসম্পৃক্ত দ্রবণ (Unsatuated solution)
- সম্পৃক্ত দ্রবণ (saturated solution)
- অতিপৃক্ত দ্রবণ (Supersaturated solution)

1. অসম্পৃক্ত : সর্বাধিক দ্রব $>$ পাঠ্রে দ্রব

2. সম্পৃক্ত : সর্বাধিক দ্রব $=$ পাঠ্রে দ্রব

3. অতিপৃক্ত : সর্বাধিক দ্রব $<$ পাঠ্রে দ্রব

Note: সর্বোচ্চ যে পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত থাকতে পারে তা তাপমাত্রার ওপর নির্ভরশীল।

➤ দ্রাব্যতা

কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় 100 g দ্রাবকে সর্বোচ্চ যে পরিমাণ দ্রব দ্রবীভূত অবস্থায় থাকতে পারে, দ্রবের সে ভর-সংখ্যাকে ঐ তাপমাত্রায় ঐ দ্রবণের দ্রাব্যতা বলে।

Note: দ্রাব্যতা কেবল সম্পৃক্ত দ্রবণেই নির্ণয় করা যায়।

কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় 1L সম্পৃক্ত দ্রবণে যত মোল দ্রব দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে তাকে ঐ তাপমাত্রায় ঐ সম্পৃক্ত দ্রবণের দ্রাব্যতা বলে।

$$S = \frac{n}{V(L)}$$

দ্রাব্যতার নির্ভরশীলতা

হাজারী স্যার → ৩টি

কবির স্যার → ৪টি

১. তাপমাত্রা
২. দ্রবের প্রকৃতি
৩. দ্রাবকের প্রকৃতি
৪. চাপ(only for gas , out of syllabus)

- কঠিন ও তরল দ্রবের দ্রাব্যতা চাপের উপর নির্ভর করে না। কিন্তু গ্যাসীয় দ্রবের দ্রাব্যতা চাপের উপর নির্ভর করে।
- তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীলতা: তাপমাত্রা বাড়লে দ্রাব্যতা বাড়ে।
- Special Case-1: (তাপ উৎপাদী দ্রব)
তাপমাত্রা বাড়লে দ্রাব্যতা কমে।
- Special Case-2: (তাপহারী দ্রব)
তাপমাত্রা বাড়লে দ্রাব্যতা বাড়ে।
- Special Case-3: (এমন দ্রব যাদের সাথে পানি যুক্ত থাকে)
যতক্ষণ পানি থাকবে ততক্ষণ তাপমাত্রা বৃদ্ধি করা হলে দ্রাব্যতা বাড়বে।

দ্রাব্যতা সম্পর্কিত সমস্যা

$$1. S = \frac{100m}{M-m}$$

S = দ্রাব্যতা
 m = দ্রবের ভর
 M = দ্রবণের ভর

প্রশ্ন:১ কক্ষতাপমাত্রায় $NaCl$ এর 75 g ভরের একটি সম্পৃক্ত দ্রবণে 20 g $NaCl$ দ্রবীভূত আছে। এ তাপমাত্রায় $NaCl$ এর দ্রাব্যতা কত?

সমাধান:

$NaCl$ (দ্রব) এর ভর, $m = 20$ g

$NaCl$ এর সম্পৃক্ত দ্রবণের ভর, $M = 75$ g

$NaCl$ এর দ্রাব্যতা, $S = ?$

$$\begin{aligned} \text{দ্রাব্যতা, } S &= \frac{m}{M-m} \times 100 \\ &= \frac{20}{75-20} \times 100 \\ &= 36.36 \end{aligned}$$

প্রশ্ন:২ 40°C তাপমাত্রায় তুঁতের দ্রাব্যতা 25 হলে এ তাপমাত্রার 250 g তুঁতের সম্পৃক্ত দ্রবণ প্রস্তুত করতে কত গ্রাম তুঁতের প্রয়োজন?

সমাধান:

আমরা জানি,

$$S = \frac{100 \times m}{M - m}$$

$$\text{বা, } 25 = \frac{100 m}{250 - m}$$

$$\text{বা, } 100 m + 25 m = 250 \times 25$$

$$\text{বা, } 125 m = 6250$$

$$\text{বা, } m = 50 g$$

এখানে,

$$S = 25$$

$$M = 250 g$$

$$m = ?$$

প্রশ্ন:৩ 25°C ও 35°C তাপমাত্রায় কোনো দ্রবের দ্রাব্যতা যথাক্রমে 40 ও 60। 35°C তাপমাত্রায় 100 g সম্পৃক্ত দ্রবণকে 25°C তাপমাত্রায় শীতল করলে কত গ্রাম দ্রব কেলাসিত হবে?

সমাধান:

35°C তাপমাত্রায় দ্রবণটির দ্রাব্যতা $S = 60$

$$S = \frac{100m}{M - m}$$

$$\text{বা, } 60 = \frac{100 m}{100 - m}$$

$$\text{বা, } 6000 - 60 m = 100 m$$

$$\text{বা, } 160 m = 6000$$

$$\text{বা, } m = 37.5 g$$

দ্রাব্যতা, $S = 60$

দ্রবণের ভর, $M = 100 g$

দ্রবের ভর, $m = ?$

$$\therefore \text{দ্রব } 37.5 g$$

$$\therefore \text{দ্রাবক } (100 - 37.5) = 62.5 g$$

আবার, 25°C তাপমাত্রায় দ্রাব্যতা $S = 40$

$$S = \frac{100m}{M - m}$$

$$\text{বা, } 40 = \frac{100 m}{62.5}$$

$$\therefore m = 25 g$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{কেলাসিত হবে} &= (37.5 - 25)g \\ &= 12.5 g \end{aligned}$$

মূর্তাপ্রদে ফেরত

প্রশ্ন: 8 25°C তাপমাত্রায় 25g অসম্পৃক্ত দ্রবনকে বাষ্পীভূত করে 5g দ্রব পাওয়া গেল।
ঐ তাপমাত্রায় 100g অসম্পৃক্ত দ্রবণটি সম্পৃক্ত করতে কত গ্রাম দ্রব যোগ করতে হবে?
[25°C তাপমাত্রায় দ্রবণটির দ্রাব্যতা 40]

সমাধান:

অসম্পৃক্ত দ্রবণের ভর = 25g

দ্রবের ভর = 5g

∴ দ্রাবকের ভর (25 – 5) = 20g

25g অসম্পৃক্ত দ্রবণে দ্রব আছে 5g

∴ 1g অসম্পৃক্ত দ্রবণে দ্রব আছে $\frac{5}{25}g$

∴ 100g অসম্পৃক্ত দ্রবণে দ্রব আছে $\frac{5 \times 100}{25}g = 20g$

∴ দ্রব্যের পরিমাণ 20g

∴ দ্রাবকের পরিমাণ (100 – 20) = 80g

যেহেতু, দ্রাব্যতা $S = 40$

$$\therefore S = \frac{100m}{M-m}$$

$$\text{বা, } 40 = \frac{100m}{80}$$

$$\text{বা, } 100m = 3200$$

$$\therefore m = 32g$$

∴ দ্রবণটিকে সম্পৃক্ত করতে দ্রব যোগ করতে হবে (32 – 20) = 12g

দ্রাব্যতার গুণফল (Solubility Product)

দ্রাব্যতা → সম্পৃক্ত দ্রবণে

দ্রাব্যতার গুণফল (K_{sp}) → সম্পৃক্ত দ্রবণে

আয়নিক গুণফল (K_{ip}) → যেকোনো দ্রবণে

$K_{ip} < K_{sp} \rightarrow$ অধঃক্ষেপ পড়বে না।

$K_{ip} = K_{sp} \rightarrow$ সম্পৃক্ত \rightarrow অধঃক্ষেপ পড়বে না।

$K_{ip} > K_{sp} \rightarrow$ অধঃক্ষেপ পড়বে।

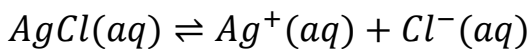
মূর্ত্যাপন্থে ফেরত

➤ বিভিন্ন লবণের দ্রাব্যতা ও দ্রাব্যতা গুণফলের সম্পর্ক

স্বল্প দ্রবণীয় লবণ	সম্পৃক্ত দ্রবণে স্বল্প দ্রবণীয় লবণের সাম্যাবস্থা	লবণের দ্রাব্যতা গুণফল (K_{sp})
$AgCl$	$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$	$K_{sp} = [Ag^+] \times [Cl^-]$ $= S \times S = S^2$
PbI_2	$PbI_2 \rightleftharpoons Pb^{2+} + 2I^-$	$K_{sp} = [Pb^{2+}] \times [I^-]^2$ $= S \times (2S)^2 = 4S^3$
$Mg(OH)_2$	$Mg(OH)_2 \rightleftharpoons Mg^{2+} + 2OH^-$	$K_{sp} = [Mg^{2+}] \times [OH^-]^2$ $= S \times (2S)^2 = 4S^3$
Ag_2CO_3	$Ag_2CO_3 \rightleftharpoons 2Ag^+ + CO_3^{2-}$	$K_{sp} = [Ag^+]^2 \times [CO_3^{2-}]$ $= (2S)^2 \times S = 4S^3$
$Fe(OH)_3$	$Fe(OH)_3 \rightleftharpoons Fe^{3+} + 3OH^-$	$K_{sp} = [Fe^{3+}] \times [OH^-]^3$ $= S \times (3S)^3 = 27S^4$
$Al(OH)_3$	$Al(OH)_3 \rightleftharpoons Al^{3+} + 3OH^-$	$K_{sp} = [Al^{3+}] \times [OH^-]^3$ $= S \times (3S)^3 = 27S^4$
$Ca_3(PO_4)_2$	$Ca_3(PO_4)_2 \rightleftharpoons 3Ca^{2+} + 2PO_4^{3-}$	$K_{sp} = [Ca^{2+}]^3 \times [PO_4^{3-}]^2$ $= (3S)^3 \times (2S)^2 = 108S^5$

প্রশ্ন:১ 25°C তাপমাত্রায় $AgCl$ এর দ্রাব্যতা $2.25 \times 10^{-3} gL^{-1}$ হলে এর দ্রাব্যতা গুণফল কত?

সমাধান:

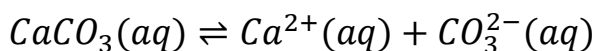


দ্রাব্যতা, S হলে,

$$\begin{aligned}\therefore K_{sp} &= [Ag^+] \times [Cl^-] = S^2 \\ &= \left(\frac{2.25 \times 10^{-3}}{143.5} \right)^2 = 2.465 \times 10^{-10}\end{aligned}$$

প্রশ্ন:২ 30°C এ $CaCO_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 8.85×10^{-8} হলে তখন $CaCO_3$ এর gL^{-1} ও $molL^{-1}$ দ্রাব্যতা কত হবে?

সমাধান:



ধরি, $CaCO_3$ এর দ্রাব্যতা, $S molL^{-1}$

তাহলে,

$$[Ca^{2+}] \times [CO_3^{2-}] = K_{sp}$$

$$\text{বা, } S^2 = 8.85 \times 10^{-8}$$

$$\therefore S = 2.98 \times 10^{-4} molL^{-1}$$

$$= 2.98 \times 10^{-2} gL^{-1} \quad [\because mCaCO_3 = 100]$$

উত্তর: $2.98 \times 10^{-4} molL^{-1}$ এবং $2.98 \times 10^{-2} gL^{-1}$ ।

প্রশ্ন:৩ 25°C এ $Al(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 3.7×10^{-15} হলে ঐ দ্রবণে Al^{3+} ও OH^- এর ঘনমাত্রা ও $Al(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা কত হবে?

সমাধান:



দেওয়া আছে, $Al(OH)_3$ এর $K_{sp} = 3.7 \times 10^{-15}$

ধরি, $Al(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা $= S molL^{-1}$

$$\therefore [Al^{3+}] = S molL^{-1}$$

$$[OH^-] = 3S molL^{-1}$$

$$\therefore K_{sp} = [Al^{3+}] \times [OH^-]^3$$

$$= S \times (3S)^3$$

$$= 27S^4$$

$$\text{বা, } 27S^4 = K_{sp}$$

$$\text{বা, } 27S^4 = 3.7 \times 10^{-15}$$

$$\text{বা, } S = 1.08 \times 10^{-4} \text{ molL}^{-1}$$

$$\therefore Al(OH)_3 \text{ এর দ্রাব্যতা } 1.08 \times 10^{-4} \text{ molL}^{-1}।$$

এবং দ্রবণে,

$$[Al^{3+}] = S \text{ molL}^{-1}$$

$$= 1.08 \times 10^{-4} \text{ molL}^{-1}$$

$$[OH^-] = 3S \text{ molL}^{-1}$$

$$= 3 \times 1.08 \times 10^{-4} \text{ molL}^{-1}$$

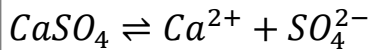
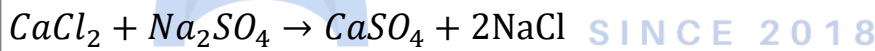
$$= 3.24 \times 10^{-4} \text{ molL}^{-1}$$

প্রশ্ন:8 $0.02M CaCl_2$ এর দ্রবণে $0.003M Na_2SO_4$ দ্রবণ সম আয়তনে মিশ্রিত করা হলো। এর ফলে মিশ্রণে $CaSO_4$ এর অধঃক্ষেপ পড়বে কিনা গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। $CaSO_4$ এর $K_{sp} = 2.4 \times 10^{-5}$

সমাধান:

ধরি, $CaCl_2$ এবং Na_2SO_4 প্রত্যেকের আয়তন = V

দ্রবণের মোট আয়তন, $V + V = 2V$



$$\text{মিশ্রণে } Ca^{2+} \text{ এর ঘনমাত্রা } [Ca^{2+}] = \frac{0.02 \times V}{2V}$$

$$= 0.01M$$

$$\text{মিশ্রণে } SO_4^{2-} \text{ এর ঘনমাত্রা } [SO_4^{2-}] = \frac{0.0003 \times V}{2V}$$

$$= 0.00015M$$

দ্রবণে $CaSO_4$ এর আয়নিক গুণফল,

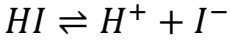
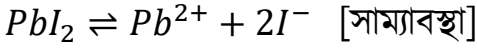
$$K_{ip} = [Ca^{2+}] \times [SO_4^{2-}]$$

$$= 0.01 \times 0.00015$$

$$= 1.5 \times 10^{-6}$$

যেহেতু, $K_{ip} < K_{sp}$, তাই অধঃক্ষেপ পড়বে না।

সমনায়ন প্রভাব



প্রথমে পাত্রে PbI_2 ছিল। ইহা বিয়োজিত হয়ে Pb^{2+} ও I^- এ পরিণত হয়। পরবর্তীতে HI পাত্রে যোগ করা হলে সেখানে H^+ ও I^- তৈরি হয়। ফলে $Net I^-$ এর পরিমাণ বেড়ে যায়। ফলে রাসায়নিক সাম্যাবস্থা সাময়িকের জন্য ক্ষুণ্ণ হয়। অতঃপর লা-শাতেলিয়ের নীতি অনুসারে এই বেড়ে যাওয়া I^- এর পরিমাণকে কমাতে প্রথমের বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থাকে বাম দিকে অগ্রসর করা হবে। এর ফলে প্রথম তড়িৎ বিশ্লেষ্যের বিয়োজন ক্ষমতা কমে যায়। একে সমনায়ন প্রভাব বলে।

প্রশ্ন:১ $25^\circ C$ তাপমাত্রায় $AgCl$ এর $K_{sp} = 1.8 \times 10^{-10}$ ।

(ক) বিশুদ্ধ পানিতে দ্রাব্যতা কত?

(খ) $0.1 M NaCl$ দ্রবণে এর দ্রাব্যতা কত?

সমাধান:(ক)

$$S = \sqrt{1.8 \times 10^{-10}} \\ = 1.3416 \times 10^{-5} \text{ moloL}^{-1}$$

সমাধান:(খ)

$0.1 M NaCl$ এ $[Cl] = 0.1 M$

$$\text{মিশ্রণে, } AgCl(aq) = [Ag^+] \times [Cl^-] \\ = S \times (S + 0.1)$$

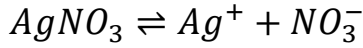
$$K_{sp} = S \times (S + 0.1)$$

$$\text{বা, } 1.8 \times 10^{-10} = S \times 0.1$$

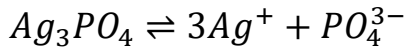
$$\therefore S = 1.8 \times 10^{-9} \text{ (দ্রাব্যতা কমে)}$$

প্রশ্ন:২ $AgNO_3$ এর $0.1M$ জলীয় দ্রবণে PO_4^{3-} আয়নের ঘনমাত্রা কত হলে Ag_3PO_4 এর অধঃক্ষেপ শুরু হবে? $K_{sp}(Ag_3PO_4) = 1.3 \times 10^{-20}$

সমাধান:



$$0.1M \quad 0.1M$$



$$K_{sp} = [Ag^+]^3[PO_4^{3-}]$$

$$\text{বা, } 1.3 \times 10^{-20} = (0.1)^3[PO_4^{3-}]$$

$$\text{বা, } 1.3 \times 10^{-20} = 0.001[PO_4^{3-}]$$

$$\text{বা, } [PO_4^{3-}] = 1.3 \times 10^{-17}M$$

সুতরাং, $[PO_4^{3-}] = 1.3 \times 10^{-17}M$ হলে Ag_3PO_4 এর অধঃক্ষেপণ শুরু হবে।

প্রশ্ন:৩ $10mL 0.01M CaCl_2$ দ্রবণের সঙ্গে $5mL 0.1M$ পটাশিয়াম ক্রোমেটের দ্রবণ মিশ্রিত করলে কোনো অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হবে কিনা-বিশ্লেষণ করো। $K_{sp}(CaCrO_4) = 2.3 \times 10^{-2}$

সমাধান:



$$10mL 0.01M CaCl_2 \equiv 10mL 0.01M Ca^{2+}$$

মিশ্রণে Ca^{2+} এর প্রকৃত ঘনমাত্রা:

$$V_2S_2 = V_1S_1$$

$$\text{বা, } S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2} = \frac{10 \times 0.01}{15} = 0.006M$$



$$5mL 0.1M K_2CrO_4 \equiv 5mL 0.1M CrO_4^{2-}$$

মিশ্রণে CrO_4^{2-} এর প্রকৃত ঘনমাত্রা:

$$V_2S_2 = V_1S_1$$

$$\text{বা, } S_2 = \frac{V_1S_1}{V_2} = \frac{5 \times 0.1}{15} = 0.03M$$

$$K_{ip} = [Ca^{2+}][CrO_4^{2-}]$$

$$= 0.006 \times 0.03$$

$$= 2.0 \times 10^{-4}$$

যেহেতু, $K_{ip} < K_{sp}$, সুতরাং অধঃক্ষেপ পড়বে না।

এখানে,

প্রাথমিক আয়তন, $V_1 = 10 ml$

প্রাথমিক ঘনমাত্রা, $S_1 = 0.01M$

প্রাথমিক আয়তন, $V_2 = 15 ml$

প্রাথমিক ঘনমাত্রা, $S_2 = ?$

এখানে,

প্রাথমিক আয়তন, $V_1 = 5 ml$

প্রাথমিক ঘনমাত্রা, $S_1 = 0.1M$

প্রাথমিক আয়তন, $V_2 = 15 ml$

প্রাথমিক ঘনমাত্রা, $S_2 = ?$

MRI এর মূলনীতি: হাইড্রোজেন পরমাণুযুক্ত যৌগকে কোন শক্তিশালী চুম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করলে দুটি শক্তিস্তরে H -নিউক্লিয়াসগুলো বিন্যস্ত হয়। চৌম্বক ক্ষেত্র বরাবর যে শক্তিস্তর বিন্যস্ত হয় সেটির মান নিম্ন থাকে এবং চৌম্বক ক্ষেত্রের বিপরীত স্তরকে উচ্চ শক্তিস্তর বলা হয়। স্বাভাবিক কারণে নিম্নস্তরে অধিক H -নিউক্লিয়াস অবস্থান করে। এ পরীক্ষায় নমুনার মধ্য দিয়ে বৈদ্যুতিক চুম্বকীয় বিকিরণ প্রবাহিত করলে নিম্ন শক্তিস্তরের H -নিউক্লিয়াস শক্তি শোষণ করে উচ্চ স্তরে স্থানান্তরিত হয় এবং অণুরণন প্রতিষ্ঠার মাধ্যমে একটি সিগন্যাল দেয় এবং তা থেকে প্রতিচ্ছবি তৈরি করা হয়।

MRI এর ব্যবহার: চিকিৎসাক্ষেত্রে নিম্নোক্ত সমস্যার ক্ষেত্রে MRI (চৌম্বকীয় অনুরণন প্রতিচ্ছবিকরণ) বা Magnetic Resonance Imaging ব্যবহৃত হয়।

১. বিভিন্ন তন্ত্রের টিস্যুর (মস্তিষ্ক, মেরুমজ্জা) টিউমার

২. আঘাতজনিত অভ্যন্তরীণ রক্তক্ষরণ

৩. রক্ত নালিকা সংক্রান্ত রোগ

৪. জীবাণু সংক্রমণজনিত সমস্যা

৫. হাইড্রো সেফালাস বা মস্তিষ্কের অস্বাভাবিক বৃদ্ধি

শিখা পরীক্ষা: লবণে ধাতব মূলকের উপস্থিতি শনাক্তকরণের জন্য আমরা শিখা পরীক্ষা করে থাকি। এ পরীক্ষায় একটি পরিষ্কার প্লাটিনাম বা নিক্রোম ($Ni - Cr$ সংকর) তার গাঢ় HCl -এ ভিজিয়ে পরীক্ষণীয় লবণের একটি দানা তাতে লাগিয়ে বুনসেন দীপের জারণ শিখায় ধরলে বিভিন্ন ধাতুর জন্য শিখায় বৈশিষ্ট্যমূলক বর্ণ সৃষ্টি হয়। নমুনায় একাধিক ধাতুর লবণ থাকলে একটি ধাতুর বর্ণ অন্য ধাতুর বর্ণ দ্বারা আবৃত হয়ে যায়। এ জন্য দীপ শিখার বর্ণ কোবাল্ট গ্লাস (ব্লু গ্লাস) দিয়ে পরীক্ষা করা হয় যাতে প্রত্যেক ধাতুর বর্ণ পরিষ্কার বোঝা যায়।

মৌলের বর্ণ: খালি চোখে বা শিখা পরীক্ষায়-

ক্ষার ধাতু		মৃৎক্ষার ধাতু	
<i>Li</i>	উজ্জ্বল লাল	<i>Be, Mg</i>	বর্ণ দেয় না
<i>Na</i>	সোনালী হলুদ	<i>Ba</i>	কাঁচা আপেলের মত
<i>K</i>	বেগুনী	<i>Ca</i>	ইটের ন্যায় লাল
<i>Rb</i>	লালচে বেগুনী	<i>Sr</i>	টকটকে লাল
<i>Cs</i>	নীল	<i>Ra</i>	লাল

দ্রবণে আয়ন শনাক্তকারী পরীক্ষার ছক:

আয়ন	পরীক্ষার বিকারক	প্রাপ্ত অধঃক্ষেপ	বর্ণ
Cu^{2+}	NH_4OH	টেট্রা অ্যামিন কপার (II) আয়ন	গাঢ় নীল
	পটাশিয়াম ফেরোসায়ানাইড	কপার ফেরোসায়ানাইড	লালচে বাদামি
	পটাশিয়াম আয়োডাইড	কিউপ্রাস আয়োডাইড	সাদা
Fe^{2+}	NH_4OH	ফেরাস হাইড্রোক্সাইড	সবুজ
	পটাশিয়াম ফেরিসায়ানাইড	ফেরাস ফেরিসায়ানাইড	গাঢ় নীল বর্ণ
Fe^{3+}	NH_4OH	ফেরিক হাইড্রোক্সাইড	বাদামি
	পটাশিয়াম ফেরিসায়ানাইড	ফেরিক ফেরিসায়ানাইড	বাদামি
	অ্যামোনিয়াম থায়োসায়ানেট	ফেরিক থায়োসায়ানেট	গাঢ় লাল (রক্তবর্ণ) দ্রবণ
Al^{3+}	NH_4OH	অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রোক্সাইড	সাদা বর্ণের জেলির মতো ভাসমান অধঃক্ষেপ

মূর্তাপত্রে ফেরত

Zn^{2+}	NH_4OH	জিংক হাইড্রোক্সাইড	সাদা অধঃক্ষেপ
	পটাশিয়াম ফেরোসায়ানাইড	জিংক ফেরোসায়ানাইড	সাদা অধঃক্ষেপ
Ca^{2+}	NH_4OH	ক্যালসিয়াম হাইড্রোক্সাইড	সাদা বর্ণের সূক্ষ্ম গুড়ার ভাসমান অধঃক্ষেপ
	অ্যামোনিয়াম অক্সালেট	ক্যালসিয়াম অক্সালেট	সাদা অধঃক্ষেপ
Na^+	পটাশিয়াম পাইরো অ্যান্টিমোনেট ($K_2H_2Sb_2O_7$)	সোডিয়াম পাইরো অ্যান্টিমোনেট	সাদা অধঃক্ষেপ
NH_4^+	নেসলার দ্রবণ	অ্যামিনো মারকিউরিক আয়োডাইড	বাদামি অধঃক্ষেপ

