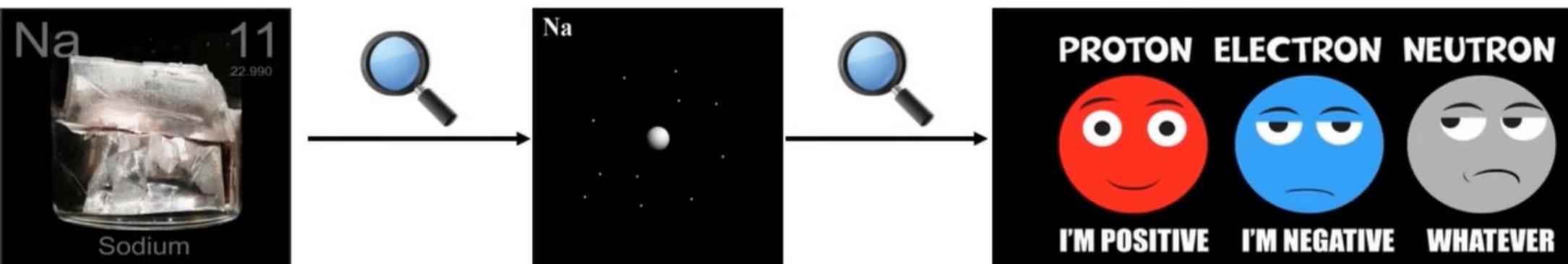


পরমাণু ক্ষুদ্রতম কণিকা

-তিনটি ক্ষুদ্রতম কণিকা



প্রকৃত চার্জ মাণ

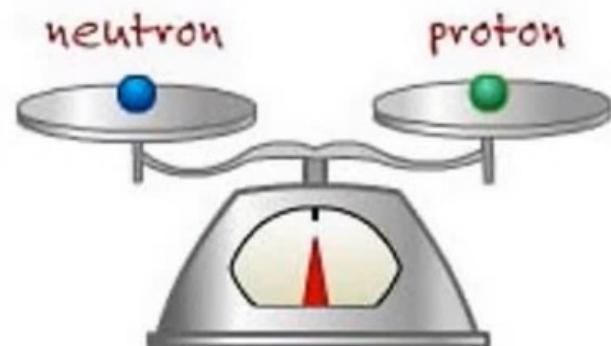
- ইলেক্ট্রনের চার্জ = $-1.6 \times 10^{-19} C$
- প্রোটনের চার্জ = $1.6 \times 10^{-19} C$
- নিউট্রনের চার্জ = $0 C$

আপেক্ষিক চার্জ মাণ

- ইলেক্ট্রনের চার্জ = -1
- প্রোটনের চার্জ = $+1$
- নিউট্রনের চার্জ = 0

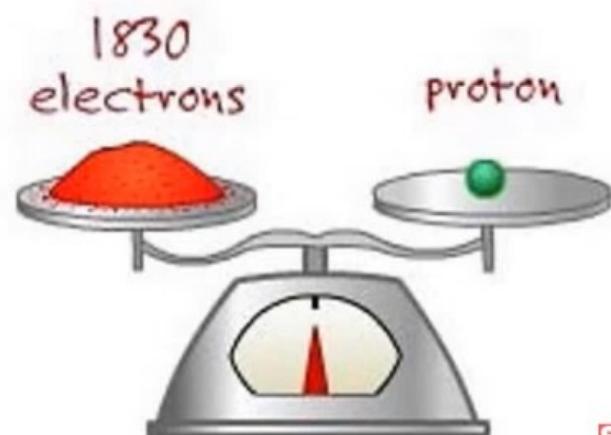
পরমাণু ক্ষুদ্রতম কণিকা

- প্রোটনের ভর = $1.6727 \times 10^{-24} \text{ g} = 1.00727 \text{ amu}$
- নিউট্রনের ভর = $1.6750 \times 10^{-24} \text{ g} = 1.00867 \text{ amu}$
- ইলেক্ট্রনের ভর = $9.110 \times 10^{-28} \text{ g} = 0.000549 \text{ amu}$



ভরের আরেকটি প্রচলিত এককঃ $\text{amu} \rightarrow \text{atomic molecular unit}$

$$1 \text{ amu} = \frac{\text{একটি (কার্বন - 12) পরমাণুর ভর}}{12} = 1.66054 \times 10^{-24} \text{ gm}$$



পরমাণু মডেল

“পরমাণুতে *electron* , *proton* , *neutron* এর সঙ্গা বিন্যাস”

থমসন মডেল



রাদারফোর্ড

মডেল

বোর

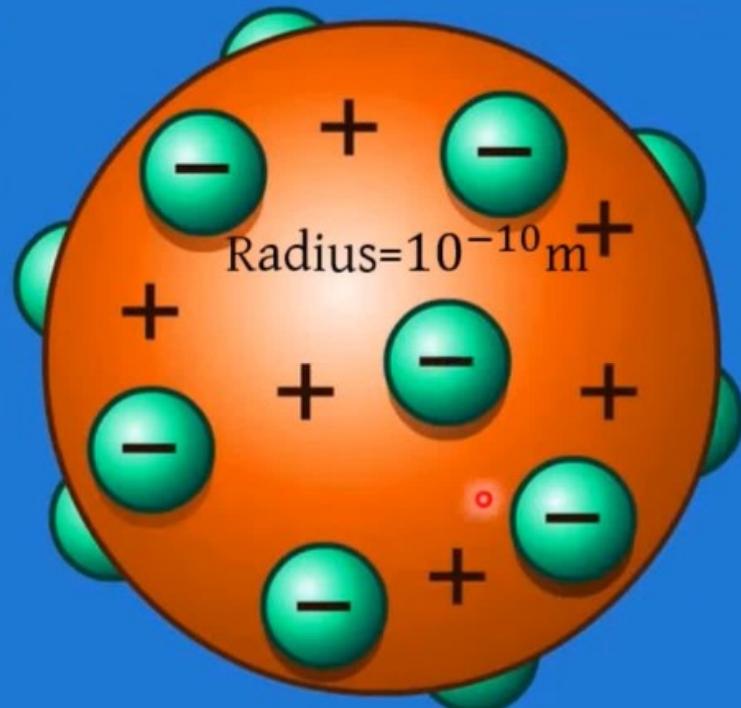
মডেল

থমসন মডেল

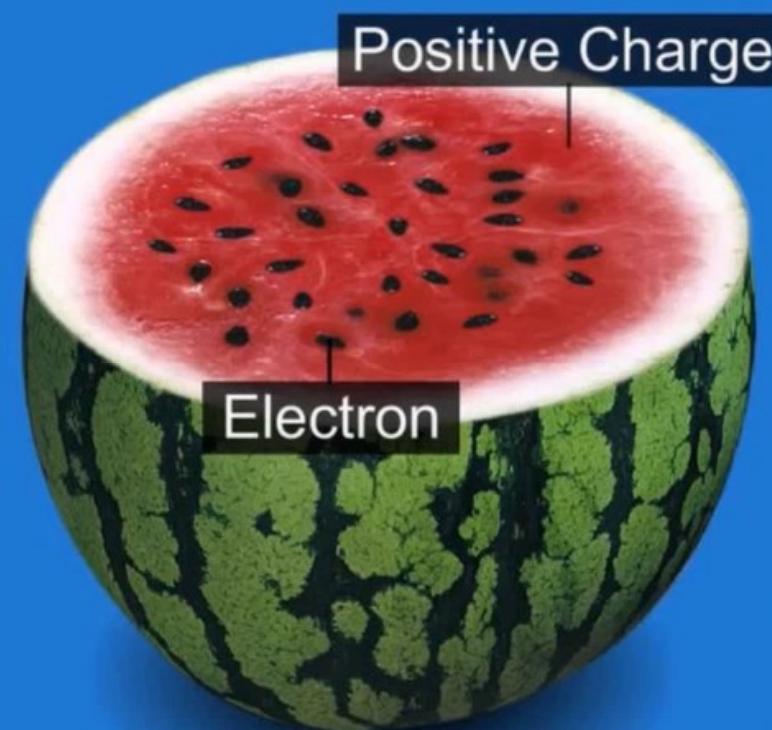
(তরমুজ মডেল, কিছিমিচ-পুড়িং মডেল)

THOMSON'S ATOMIC MODEL

Atom Model



Watermelon

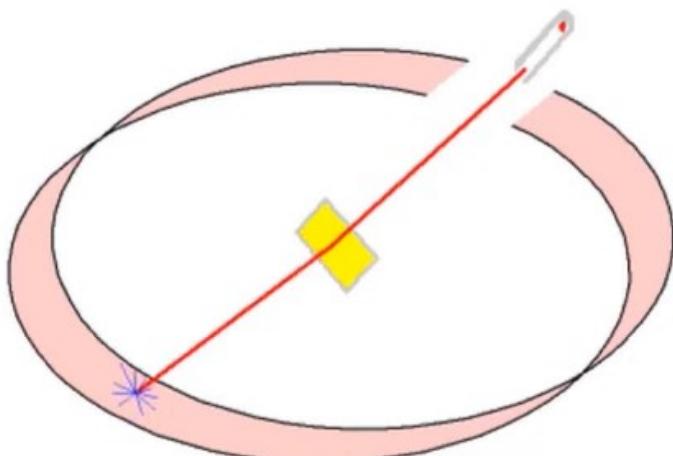


- পরমাণুর ব্যাসার্ধ 10^{-10}m
- নিরবিচ্ছিন্ন ধনাত্মক চার্জ
- বিচ্ছিন্ন ঋণাত্মক চার্জ(electron)

রাদারফোর্ড মডেল

(সৌরজগত মডেল)

রাদারফোর্ড পরীক্ষা



পর্যবেক্ষণ

বেশির ভাগ α কণা সোজাসুজি
পার হয়ে যায়

কিছু α কণা ক্ষাণিক বেঁকে পার
হয়ে যায়

খুবই নগণ্য সংখ্যক কণা
বিপরীতে ফিরে আসে

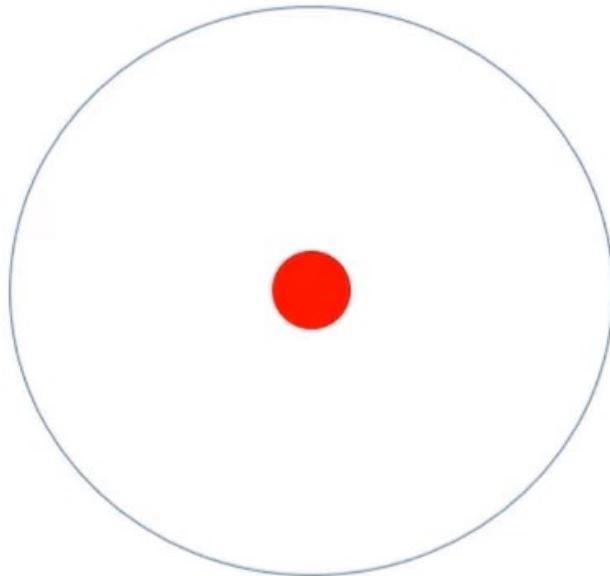
সিদ্ধান্ত

পরমাণুর বেশির ভাগ অঞ্চল
ফাঁকা

সামান্য জায়গায়
ধনাত্ত্বক(প্রোটন) চার্জ আবদ্ধ
যাকে নিউক্লিয়াস বলা হয়

নিউক্লিয়াস বেশির ভাগ ভর
বহন করে **ঝার** কারণে সংঘর্ষে
ফিরে আসে

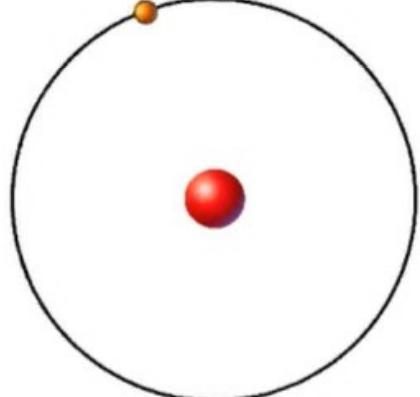
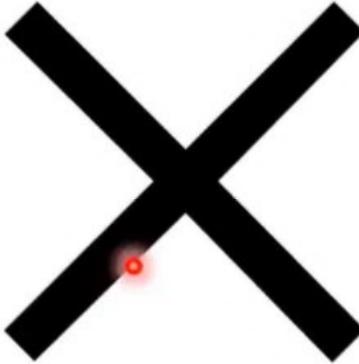
রাদারফোর্ড মডেল সীমাবদ্ধতা (সৌরজগত মডেল)



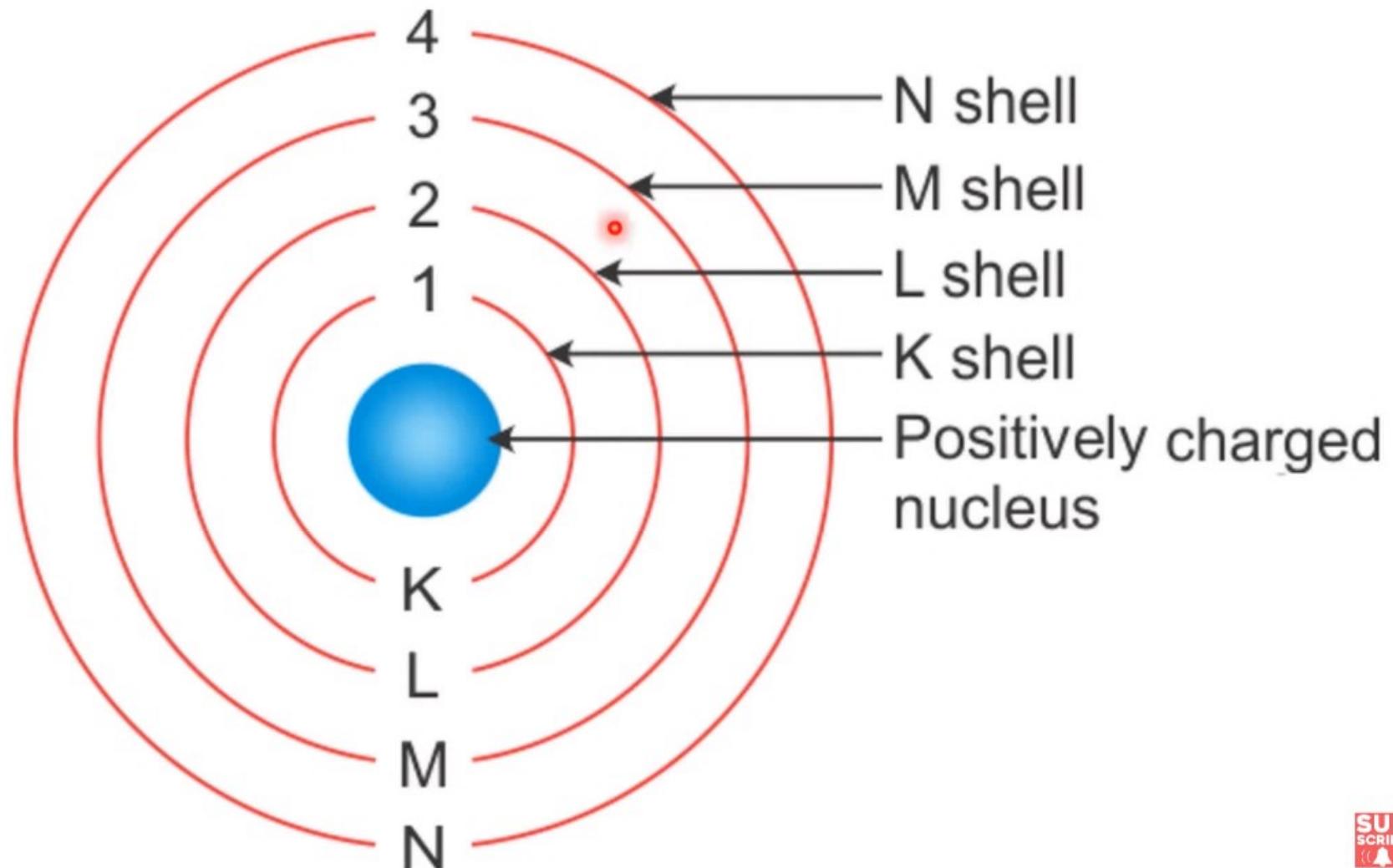
যেহেতু ইলেকট্রন ধনাত্মক এবং নিউক্লিয়াসের প্রোটন ধনাত্মক কাজেই ইলেকট্রন আবর্তন করতে করতে একসময় কেন্দ্রে পতিত হবে

কাজেই ইলেকট্রন থেকে আলাদা অবস্থায় থাকা পরমাণু মডেলটির বিলুপ্তি ঘটবে

বোর পরমাণু মডেল (তিনটি প্রস্তাব)

প্রস্তাব	প্রস্তাব বিবৃতি	গাণিতিক প্রকাশ
(১) শক্তিস্তর সম্পর্কিত	ইলেকট্রনগুলো কোনো কক্ষপথে থাকাকালীন কোনো নির্দিষ্ট মাণের কম শক্তি শোষণ বা বিকিরণ করেন। 	

- শেল (কক্ষপথ) নম্বরকে n দিয়ে প্রকাশ করা হয়। $n=1$ মানে ১ম শেল মানে K শেল এভাবে বাকীগুলোও সজ্জিত



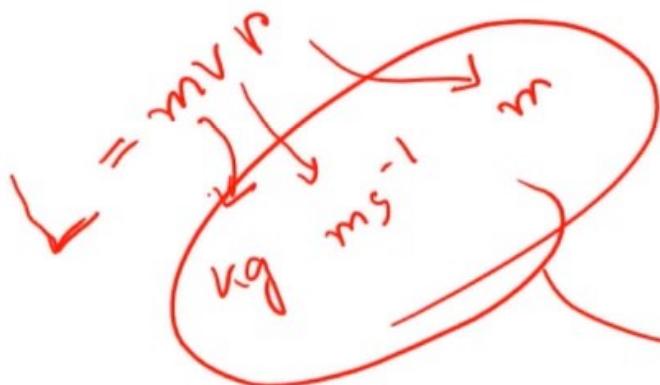
বোর পরমাণু মডেল

প্রস্তাব	প্রস্তাব বিবৃতি	গাণিতিক প্রকাশ
(২) কৌণিক ভরবেগ সম্পর্কিত	<p>কোনো কক্ষপথে ঘূর্ণনরত ইলেক্ট্রনের একটি নির্দিষ্ট কৌণিক ভরবেগ</p> 	<p>কৌণিক ভরবেগ,</p> $L = I\omega = mr^2(\frac{v}{r}) = mvr$ $L = \boxed{L} = mvr = \frac{nh}{2\pi}$ <p> m = ইলেক্ট্রনের ভর = $9.11 \times 10^{-31} kg$ n = যে কক্ষপথে ঘূরে সে কক্ষপথের নম্বর r = কক্ষপথের ব্যাসার্ধ v = কক্ষপথে ইলেক্ট্রনের বেগ h = প্লাঙ্কের ধ্রুবক = $6.626 \times 10^{-34} Js$ </p>

PROBLEM

- দ্বিতীয় কক্ষপথে ঘূর্ণনরত ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ কত?

এখানে, $n = 2$



$$\begin{aligned}
 L &= \frac{nh}{2\pi} \\
 &= \frac{2 \times 6.626 \times 10^{-34}}{2\pi} \\
 &= 2.109 \times 10^{-34} \text{ kgm}^2 \text{ s}^{-1}
 \end{aligned}$$

kg m s^{-1}
 kg m s^{-1}

PROBLEM

- প্রথম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ $5.291 \times 10^{-11} \text{ m}$ হলে এর মধ্যে ঘূর্ণনরত ইলেকট্রনের বেগ কত?
- এখানে, $n = 1$

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

$$\Rightarrow v = \frac{nh}{2\pi mr}$$

$$= \frac{1 \times 6.626 \times 10^{-34}}{2\pi \times 9.11 \times 10^{-31} \times 5.29 \times 10^{-11}}$$

বোর পরমাণু মডেল

প্রস্তাব

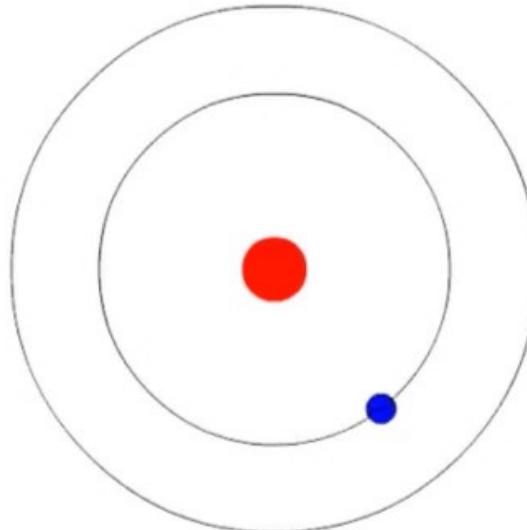
প্রস্তাব বিবৃতি

গাণিতিক প্রকাশ

(৩)
শক্তির
বিকিরণ-
শোষণ
সম্পর্কিত

ইলেক্ট্রন একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ শক্তি শোষণ
বা বিকিরণ করে অন্য কক্ষপথে স্থানান্তর
করে। শক্তির এই নির্দিষ্ট মাণকে কোয়ান্টাম
শক্তি বলে।

বোর



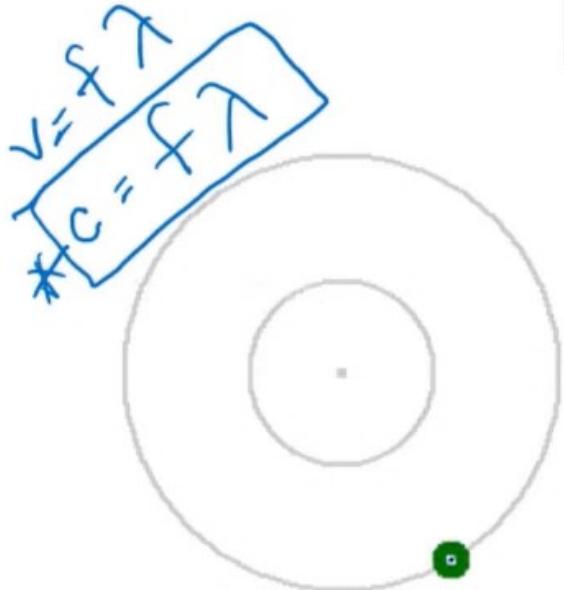
$$E = hf$$

প্লাকের ধ্রুবক কম্পাঙ্ক

কোয়ান্টাম শক্তি
অথবা
শোষিত বা বিকিরিত শক্তি

যে তরঙ্গের মাধ্যমে শক্তি আদান প্রদান হয়
তার কম্পাঙ্ক

বোর পরমাণু মডেল



তত্ত্বপে,

শক্তি বিকিরিত হলে ইলেক্ট্রন বাইরে থেকে ভেতরের কক্ষপথে স্থানান্তরিত হয়।

$$n_i = \frac{5}{2} \downarrow \\ n_f = \frac{3}{2}$$

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} = R_H' \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right)$$

R_H' = রিডবার্গ ধ্রুবক (শক্তির ফর্মুলা) = $2.18 \times 10^{-18} J$

n_i = আদি কক্ষপথ

n_f = শেষ কক্ষপথ

λ = অন্য কক্ষপথে শোষিত বা বিকিরিত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য

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

শোষিত বা বিকিরিত শক্তির আরেক রূপ

$$\frac{hc}{\lambda} = R_H' \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right)$$

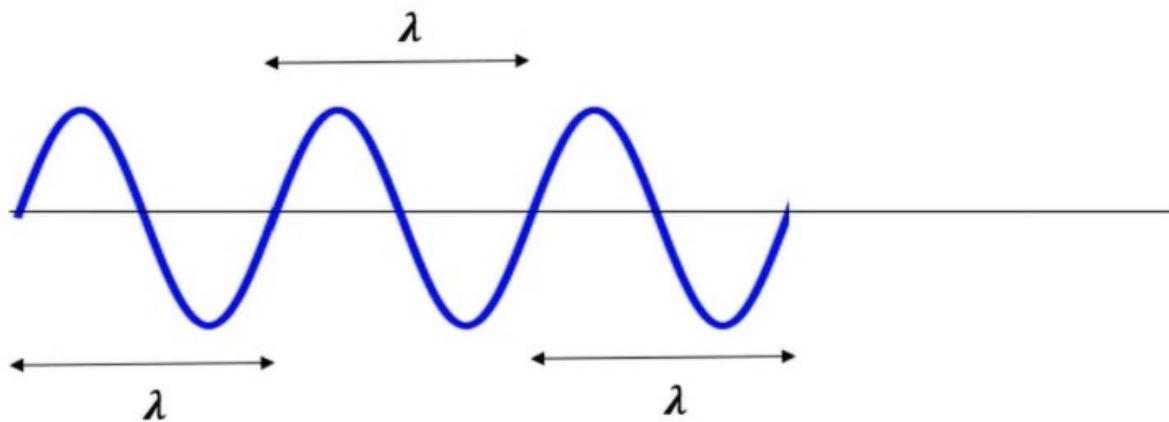
$$\rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{R_H'}{hc} \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right)$$

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

R_H = রিডবার্গ ধ্রুবক (তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ফর্মুলা) = $1.09678 \times 10^7 m^{-1}$
 n_i = আদি কক্ষপথ
 n_f = শেষ কক্ষপথ
 λ = শোষিত বা বিকিরিত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য
 $c = 3 \times 10^8 ms^{-1}$ = আলোর বেগ

তরঙ্গ সংখ্যা, \bar{v}

“প্রতি এক মিটার দৈর্ঘ্যে কতটি তরঙ্গ”



তরঙ্গ সংখ্যা,

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

এককঃ m^{-1}

দৈর্ঘ্য	তরঙ্গ
λ	1
1	$\frac{1}{\lambda}$

PROBLEMS

■ হাইড্রোজেন পরমাণুর চতুর্থ কক্ষপথ হতে দ্বিতীয় কক্ষপথে ইলেকট্রন স্থানান্তরিত হলে-

- I. কি পরিমাণ শক্তি শোষিত বা বিকিরিত হবে?
- II. শোষিত বা বিকিরিত তরঙ্গের কম্পাক্ষ হবে?
- III. শোষিত বা বিকিরিত তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য হবে?
- IV. শোষিত বা বিকিরিত তরঙ্গের বর্ণালি প্রকৃতি হবে?
- V.  শোষিত বা বিকিরিত তরঙ্গ সংখ্যা হবে?

PROBLEMS

- হাইড্রোজেন পরমাণুর চতুর্থ কক্ষপথ হতে দ্বিতীয় কক্ষপথে ইলেকট্রন স্থানান্তরিত হলে-

I. কি পরিমাণ শক্তি শোষিত বা বিকিরিত হবে?



I) আমরা জানি, $E = R_H \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right)$

$$\therefore E = -4.1 \times 10^{-19} J$$



(এখানে (-ve) চিহ্ন শক্তির বিকিরণ বোঝাচ্ছে)

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

$$n_i = 4$$

$$n_f = 2$$

PROBLEMS

- হাইড্রোজেন পরমাণুর চতুর্থ কক্ষপথ হতে দ্বিতীয় কক্ষপথে ইলেকট্রন স্থানান্তরিত হলে-

→ II. আমরা জানি,

$$E = hf$$

$$\Rightarrow f = \frac{E}{h}$$

$$\Rightarrow f = \frac{4.1 \times 10^{-19}}{6.626 \times 10^{-34}}$$

$$\therefore f = 6.2 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

(NOTE: যখন আমরা E
থেকে f বা λ বের
করবো তখন E এর শুধু
মাণ বসাবো)

III. আমরা জানি,

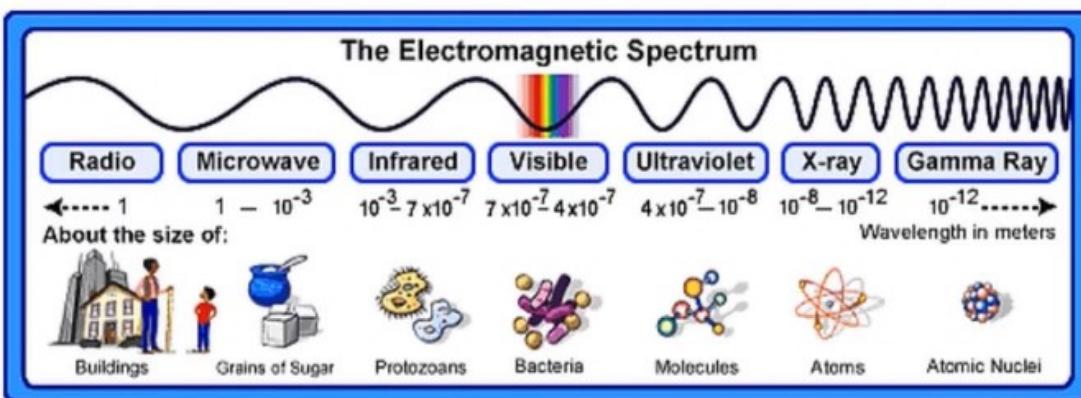
$$f = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{6.2 \times 10^{14}} = 4.8 \times 10^{-7} \text{ m}$$

PROBLEMS

- হাইড্রোজেন পরমাণুর চতুর্থ কক্ষপথ হতে দ্বিতীয় কক্ষপথে ইলেকট্রন স্থানান্তরিত হলে-

IV. শোষিত বা বিকিরিত তরঙ্গের বর্ণালি প্রকৃতি হবে?

→ IV. উক্ত তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $\Rightarrow \lambda = 4.8 \times 10^{-7} m$



যা $4 \times 10^{-7} m$ থেকে $7 \times 10^{-7} m$ এই রেঞ্জে আছে, অর্থাৎ তরঙ্গটি দৃশ্যমান আলো।

আবার, $\lambda = 4.8 \times 10^{-7} \times 10^9 nm = 480 nm$

Color	Wavelength
violet	380–450 nm
blue	450–495 nm
green	495–570 nm
yellow	570–590 nm
orange	590–620 nm
red	620–750 nm

PROBLEMS

- হাইড্রোজেন পরমাণুর চতুর্থ কক্ষপথ হতে দ্বিতীয় কক্ষপথে ইলেকট্রন স্থানান্তরিত হলে-

V. শোষিত বা বিকিরিত তরঙ্গের তরঙ্গ সংখ্যা হবে?



V. আমরা জানি,

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

$$\Rightarrow v = \frac{1}{\lambda}$$

$$= \frac{1}{4.8 \times 10^{-7} m}$$

$$= 2.1 \times 10^6 m^{-1}$$

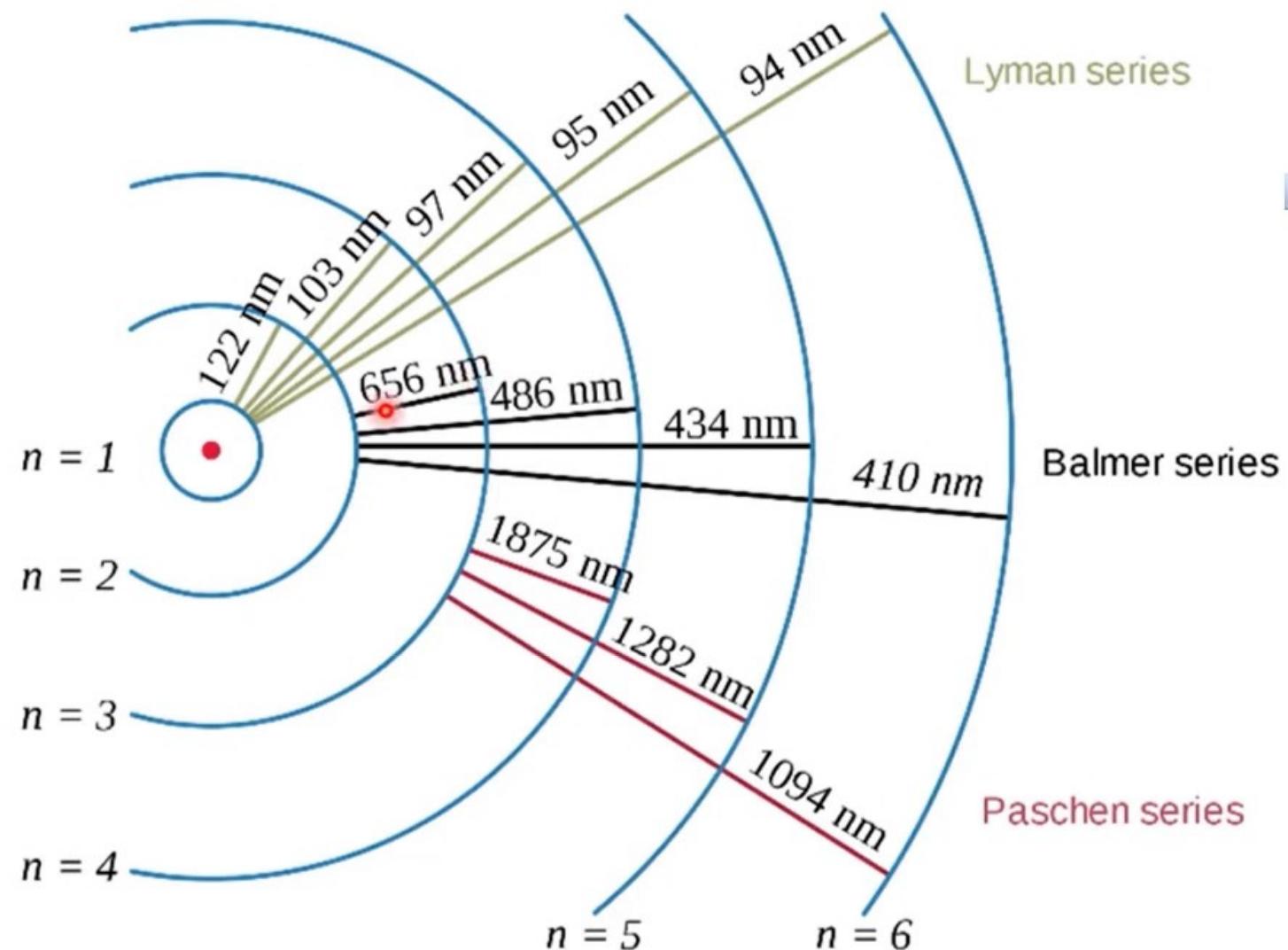


বিভিন্ন ধরণের সিরিজ

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

SERIES	n_i	n_f	বিকরিত তরঙ্গদৈর্ঘ্য	বণালী
লাইমেন (LYMAN)	2,3,4,, ∞	1	122,103,97,95,... ...	অতিবেগুণী
বামার (BALMER)	3,4,5,, ∞	2	656,486,434,410,364	দৃশ্যমাণ
পাশেন (PASCHEN)	4,5,6,, ∞	3	1875,1282,1094,... 820	অবলোহিত
ব্রাকেট (BRACKETT)	5,6,, ∞	4	4052,2625,... ...,1459	অবলোহিত
ফান্ড (PFUND)	6,7,, ∞	5	7460,4654,... ...,2280	অবলোহিত

[Download this video](#) [?](#) [X](#)

[Download this video](#)

PROBLEMS

- লাইমেন সিরিজের তৃতীয় তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মাণ কত?

[Download this video](#) (2)

→ লাইমেন সিরিজের তৃতীয় তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মান পাওয়া যাবে যখন ৪ৰ্থ শক্তিৱ থেকে ১ম শক্তিৱ ইলেকট্ৰন গমন কৰবে।

আমৰা জানি,

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

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 1.09678 \times 10^7 \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{1^2} \right)$$

$$\therefore |\lambda| = 9.7 \times 10^{-8} \text{ m}$$

PROBLEMS

- সর্বোচ্চ বামার সিরিজের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মাণ কত?

 Download this video  

→ বামার সিরিজের সর্বোচ্চ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মান পাওয়া যাবে যখন ৩য় শক্তির থেকে ২য় শক্তিরে ইলেকট্রন গমন করবে।

আমরা জানি,

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

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 1.09678 \times 10^7 \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{2^2} \right)$$

$$\therefore |\lambda| = 6.56 \times 10^{-7} m$$



PROBLEMS

- সর্বনিম্ন বামার সিরিজের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মাণ কত?

[Download this video](#) ? X

→ বামার সিরিজের সর্বনিম্ন তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মান পাওয়া যাবে যখন অসীম থেকে ২য় শক্তিস্তরে ইলেকট্রন গমন করবে।

আমরা জানি,

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

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 1.09678 \times 10^7 \left(\frac{1}{\infty^2} - \frac{1}{2^2} \right)$$

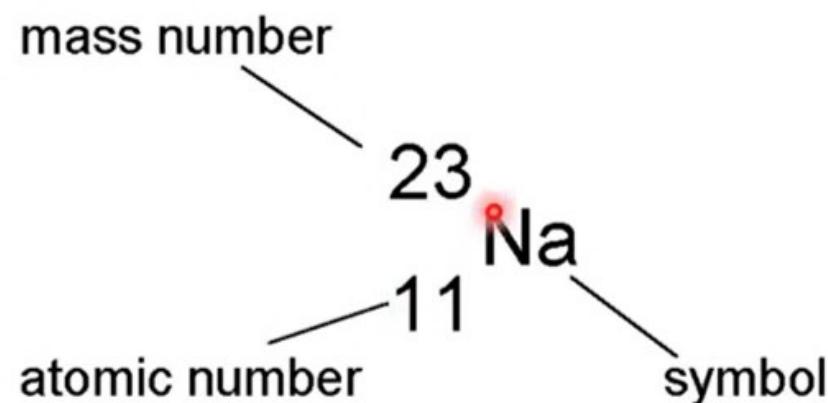
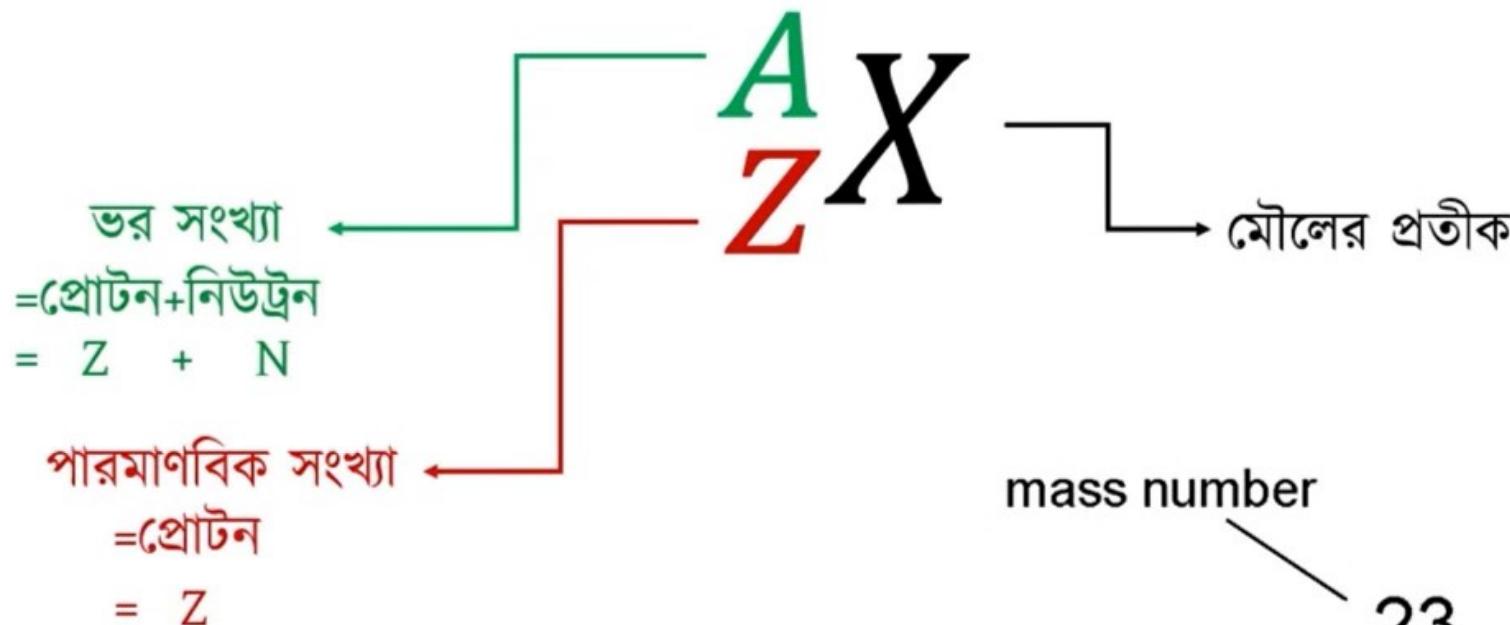
$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 1.09678 \times 10^7 \left(0 - \frac{1}{4} \right)$$

$$\therefore |\lambda| = 3.64 \times 10^{-7} \text{ m}$$

আইসোটোপ, আইসোটন, আইসোবার, আইসোমার

কোনো মৌলকে প্রকাশের নিয়ম,

$$A = Z + N$$



আইসোটোপ, আইসোটন, আইসোবার, আইসোমার

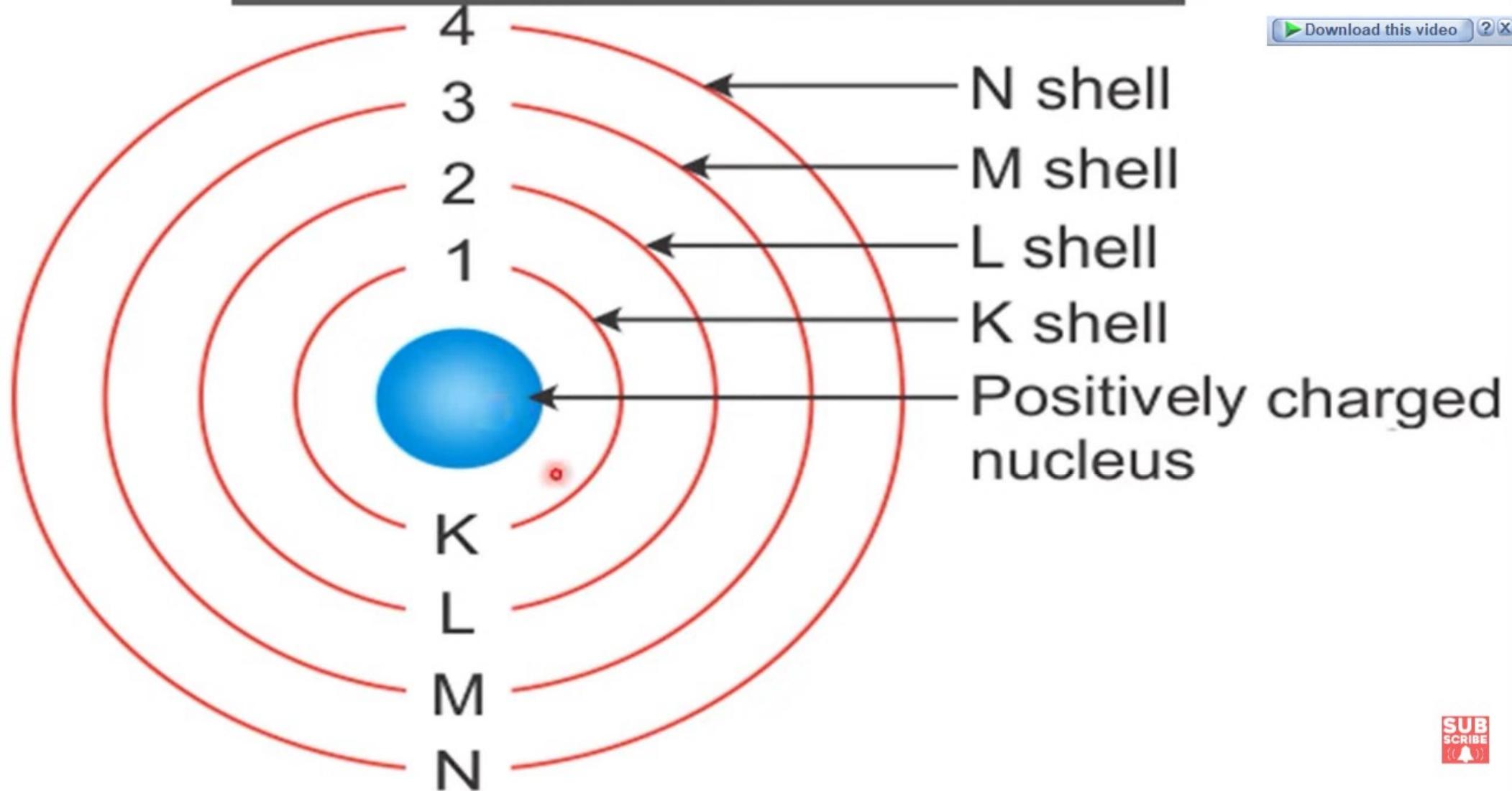
[Download this video](#)

	isotopes	isotones	isobars	isomers
Same	Z	N	A	A, Z, N
Different	A, N	A, Z	Z, N	energy states
Example	$^{59}_{27}Co$, $^{60}_{27}Co$	$^{14}_7N$, $^{15}_8O$	$^{32}_{15}P$, $^{32}_{16}S$	$^{131}_{54}Xe$, $^{131m}_{54}Xe$

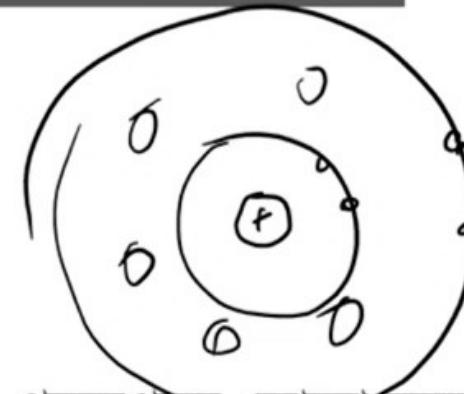
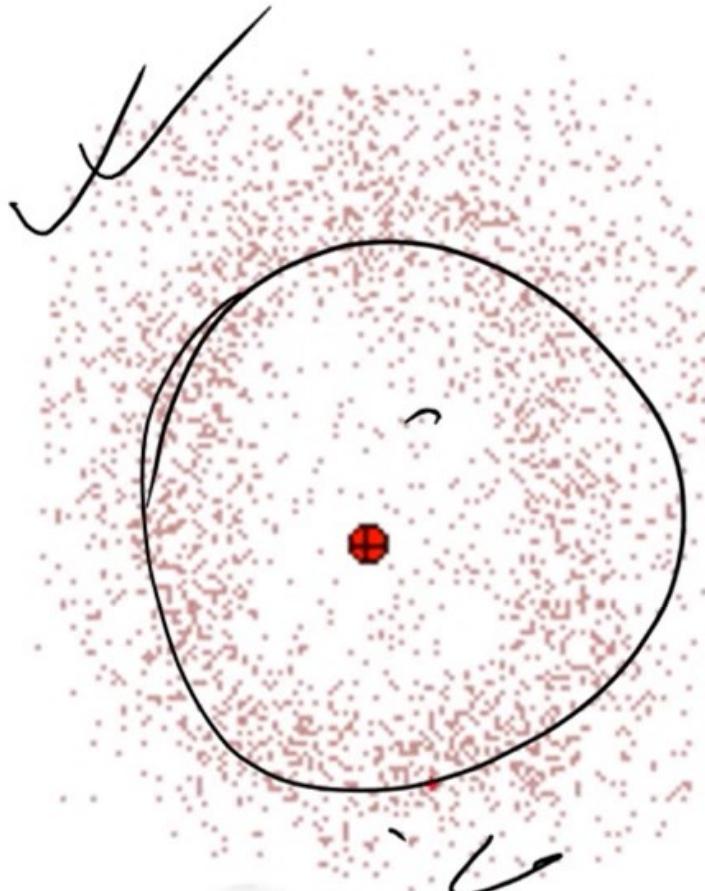


পরমাণুতে ইলেক্ট্রনের অবস্থান

[Download this video](#) [?](#) [X](#)



পরমাণুতে ইলেক্ট্রনের অবস্থান



[Download this video](#) [?](#) [X](#)

পরমাণুতে ইলেক্ট্রন প্রকৃতপক্ষে কোনো সুষম বৃত্তপথে আবর্তন করেনা

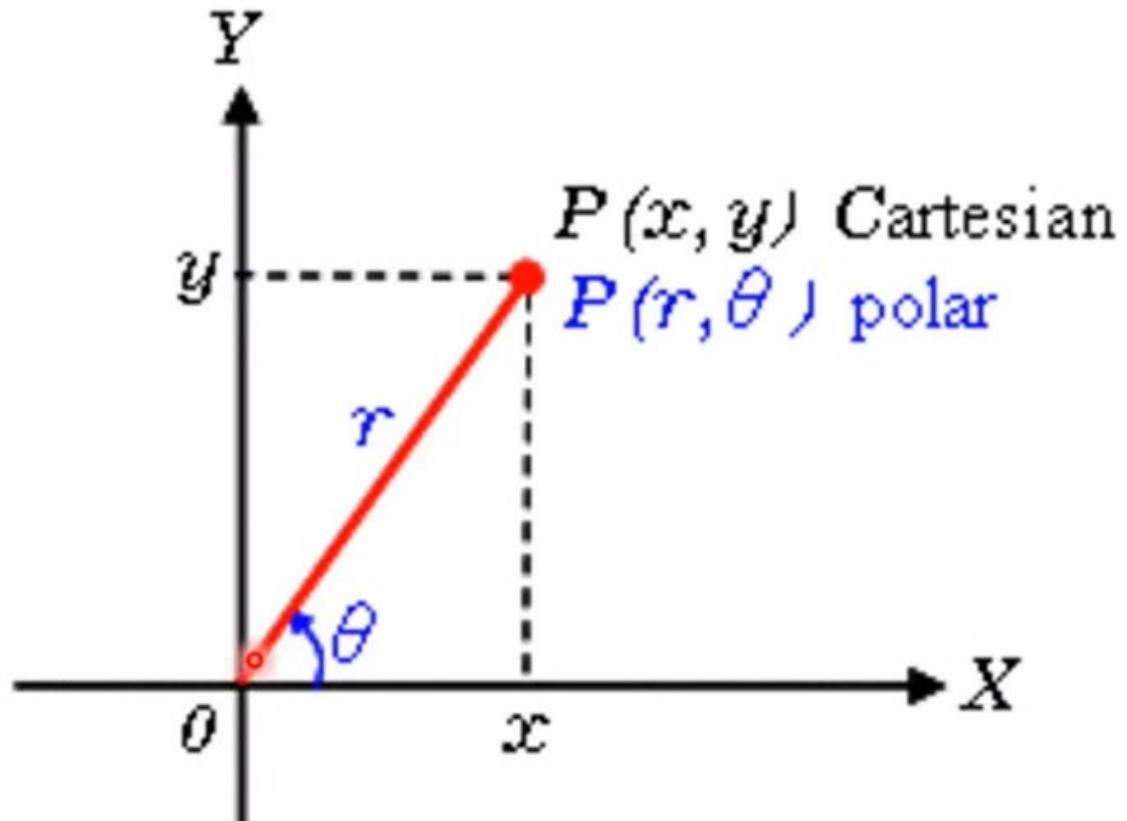
বরং তা একটি নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে আবদ্ধ থেকে চলাচল করে

তাহলে কোনো বিন্দুতে ইলেক্ট্রন আছে কিনা সেটা জানা কি সম্ভব?

[Download this video](#)
(?)
(X)

কার্টেসীয় স্থানাঙ্ক ব্যবস্থা ও পোলার স্থানাঙ্ক ব্যবস্থা

2D case

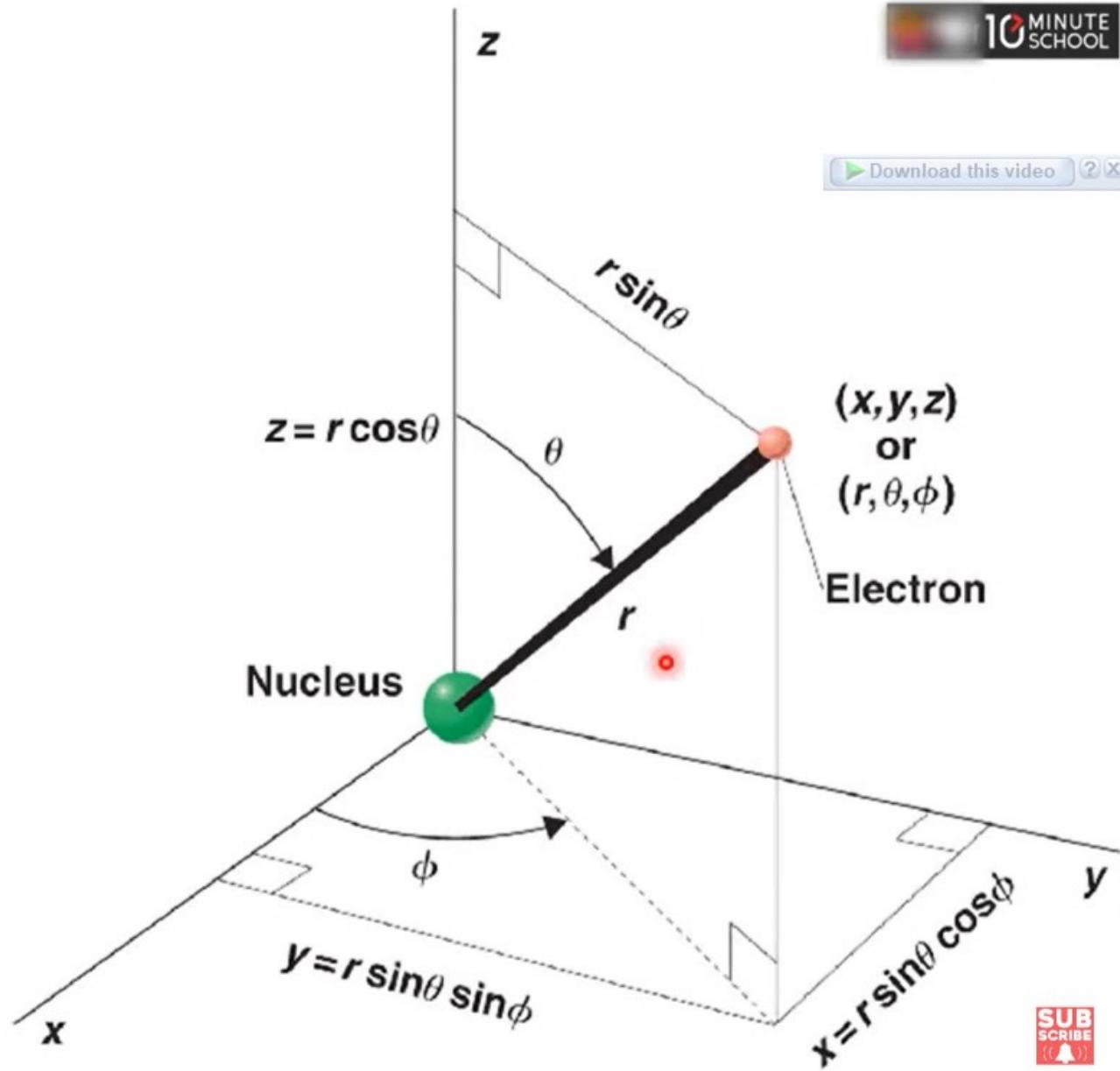


কার্তেসীয় স্থানাঙ্ক ব্যবস্থা

ও

পোলার স্থানাঙ্ক ব্যবস্থা

3D case



$$f(x) = x^2 - 4x =$$

ফাংশন
ডোমেন

রেঞ্জ

$$f(x) = x^2 - 4x$$

একটি ফাংশনকে
দুভাগে ভাগ করে

$$f(x) = p(x) - q(x)$$

এখানে,

$$p(x) = x^2$$

$$q(x) = 4x$$

ডোমেন = যা ইনপুট দেই

রেঞ্জ = যা আউটপুট পাই

একইভাবে,

$$f(x, y, z) = x^3 + 2y^2 - 7z$$

একটি ফাংশনকে
তিনভাগে ভাগ করে

$$f(x, y, z) = p(x) + q(y) - r(z)$$

এখানে,

$$p(x) = x^3$$

$$q(y) = 2y^2$$

$$r(z) = 7z$$

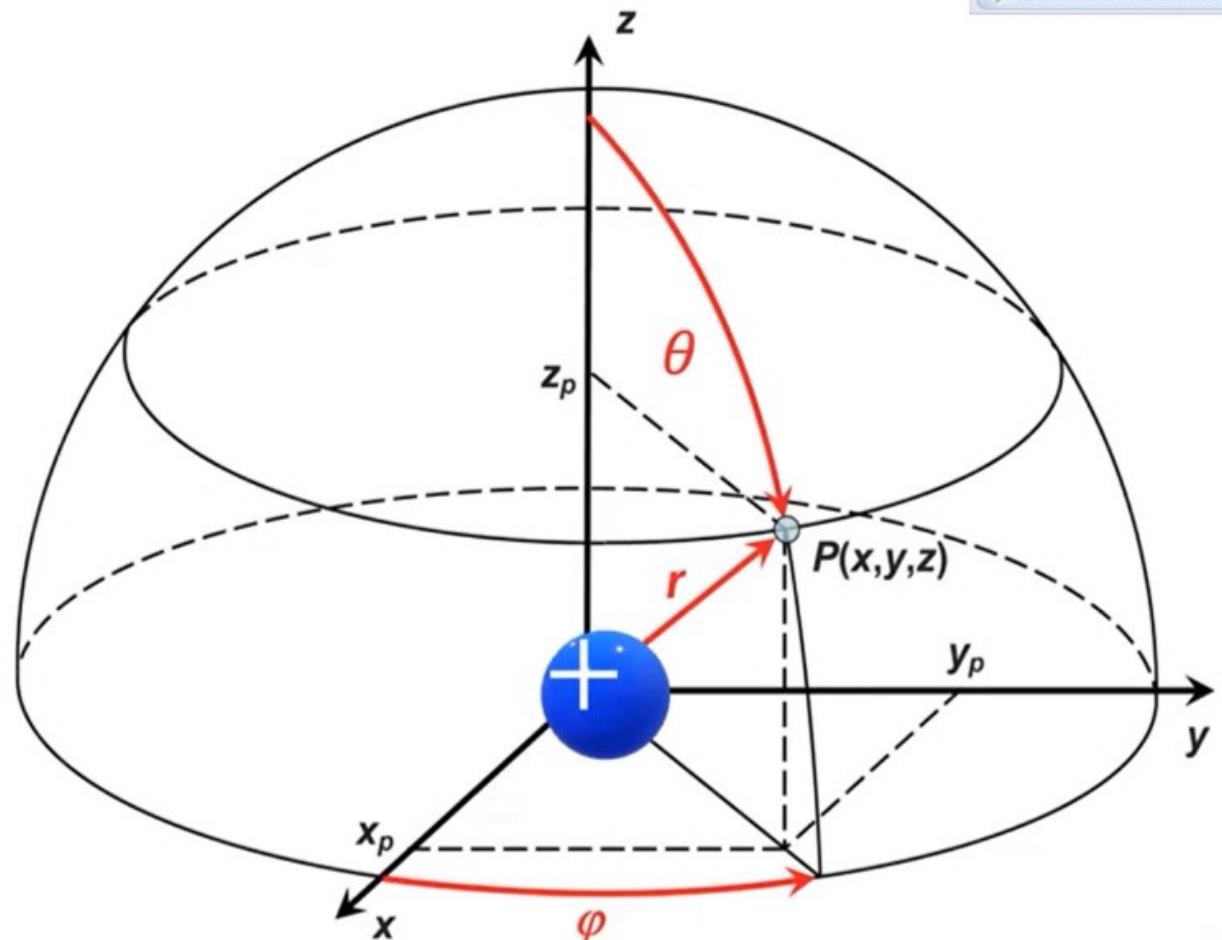
কোনো বিন্দুতে পরমাণুতে ইলেক্ট্রনের অবস্থান করছে কিনা?

[Download this video](#) [?](#) [X](#)

যেহেতু নিউক্লিয়াসের
চারপাশে ইলেকট্রন সুষম
বৃত্তাকার পথে চলাফেরা
করেনা তাই



এমন একটা ফাংশন
বের করা দরকার
যেখানে নিউক্লিয়াসকে
 $(0,0,0)$ বিন্দুতে ধরে
কোনো বিন্দুর (r, θ, φ)
INPUT দিলে আমরা
জেনে যাব **ক্ষেত্রানে**
ELECTRON আছে কিনা



শ্রেডিঙ্গারের সমীকরণ

[Download this video](#) [?](#) [X](#)

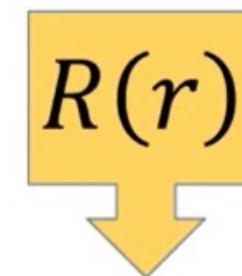
“পরমাণুতে কোনো একটি অবস্থানে ইলেকট্রন পাবার সভাবনা পেতে যে সমীকরণ ব্যবহৃত হয়”

$$\frac{-\hbar^2}{2\mu} \frac{1}{r^2 \sin \theta} \left[\sin \theta \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial \Psi}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial \Psi}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial \phi^2} \right]$$

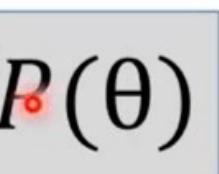
$$+ U(r) \Psi(r, \theta, \phi) = E \Psi(r, \theta, \phi)$$

মূল সমীকরণটিকে তিনটি আলাদা ফাংশনরূপে দেখানো যায়,

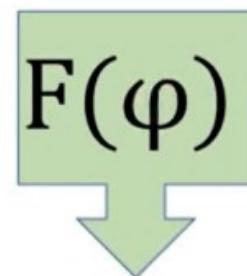
$$\Psi(r, \theta, \phi) = R(r) P(\theta) F(\phi)$$



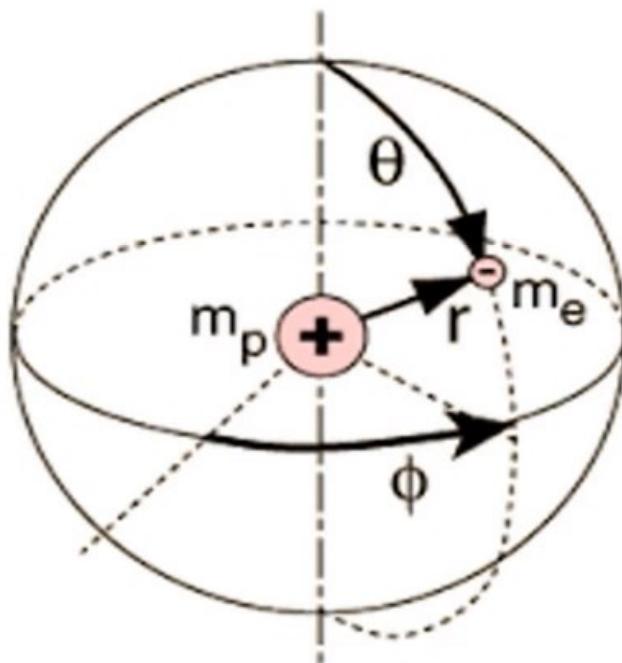
R ফাংশনটিতে r
হচ্ছে নিউক্লিয়াস
হতে দূরত্ব



P ফাংশনটিতে θ
হচ্ছে উল্লম্ব কোণ



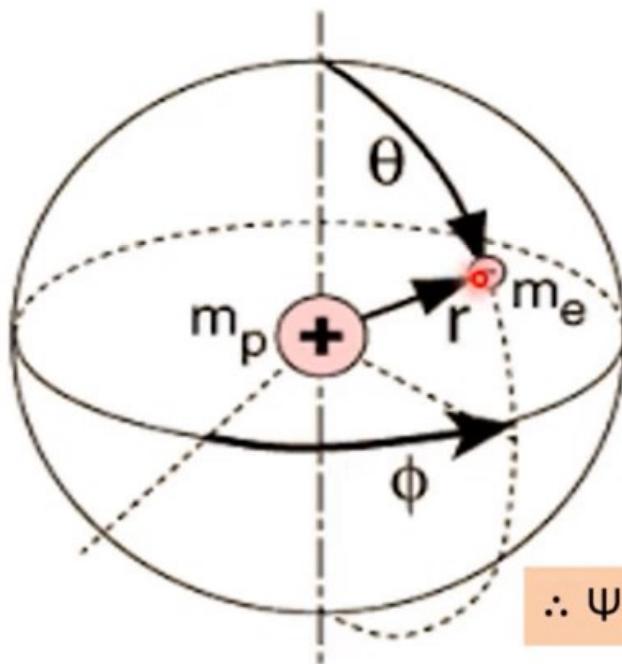
F ফাংশনটিতে φ হচ্ছে
অনুভূমিক কোণ



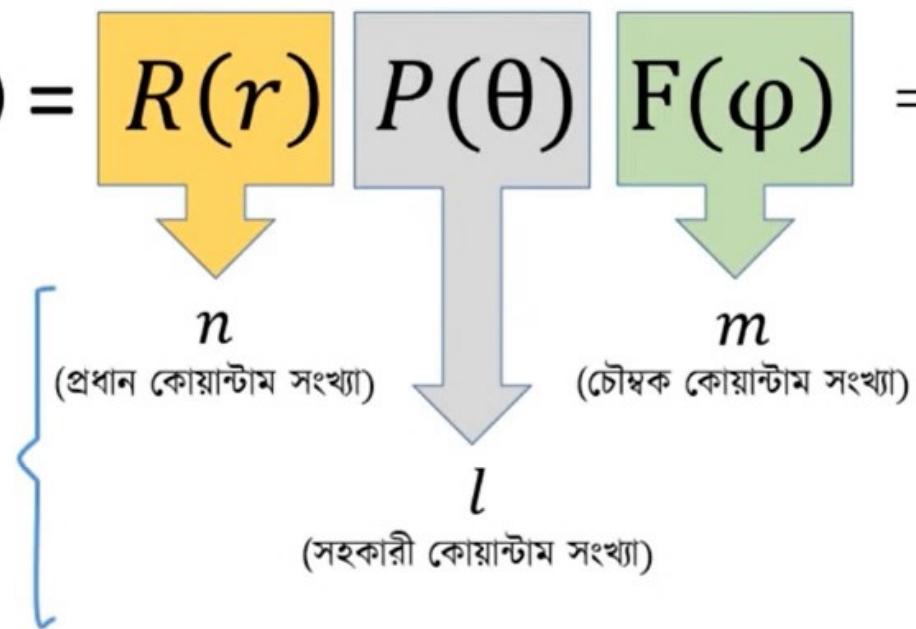
শ্রেডিঙ্গারের সমীকরণ

[Download this video](#) [?](#) [X](#)

$$\Psi(r, \theta, \varphi) = R(r) P(\theta) F(\varphi) = 8 \text{ (ধরি)}$$



রেঞ্জ



$\therefore \Psi^2 = 64$ আসলে বুঝতে হবে যে উক্ত r, θ, φ অবস্থানে ইলেক্ট্রন থাকার সম্ভাবনা 64

SUBSCRIBE
((Bell))

অরবিটাল ও অরবিট

অরবিটালঃ

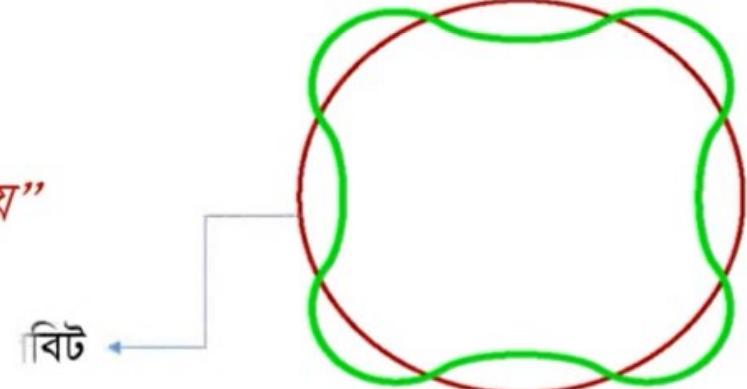
“যে অঞ্চলব্যাপী ইলেকট্রন প্রাপ্তির হার সর্বাধিক ($\Psi^2 = ৯০\%$ এর ওপরে)”



অরবিটাল

অরবিট বা শক্তিস্তরঃ

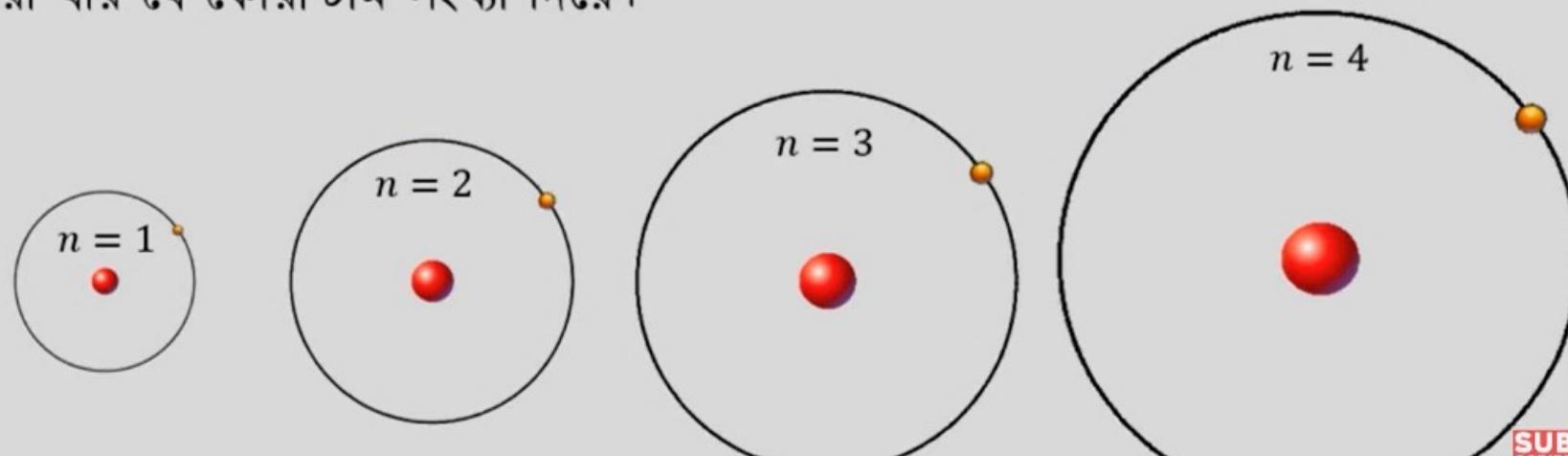
“যে বৃত্তাকার প্রায় পথে ইলেকট্রন আবর্তন করে বলে ধরে নেয়া হয়”



বিট

কোয়ান্টাম সংখ্যা

“পরমাণুতে একটি ইলেক্ট্রনের অবস্থান সম্পূর্ণরূপে তুলে^o ধরার জন্য যে চারটি সংখ্যা ব্যবহার হয় তাকে কোয়ান্টাম সংখ্যা বলে”

কোয়ান্টাম সংখ্যা	বিবৃতি
(১) প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা (n)	<p>I. ইলেকট্রনটি কোন শক্তিস্তরে আছে</p> <p>II. নিউক্লিয়াস হতে ইলেকট্রনটির দূরত্ব</p> <p>III. শক্তিস্তরের আকার ; - পাওয়া যায় যে কোয়ান্টাম সংখ্যা দিয়ে।</p> 

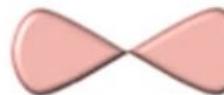
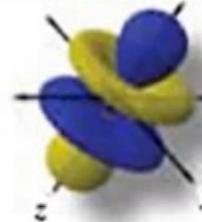
কোয়ান্টাম সংখ্যা

“পরমাণুতে একটি ইলেক্ট্রনের অবস্থান সম্পূর্ণরূপে তুলে ধরার জন্য যে চারটি সংখ্যা ব্যবহার হয় তাকে কোয়ান্টাম সংখ্যা বলে”

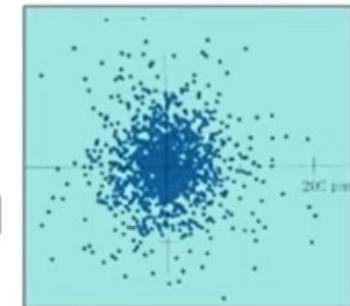
কোয়ান্টাম সংখ্যা	বিবৃতি
(২) সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা (l)	<p>I. ইলেকট্রনটি কোন উপশক্তিতে আছে</p> <p>II. শক্তিতের আকৃতি</p> <p>III. অরবিটাল আকৃতি;</p> <ul style="list-style-type: none"> - পাওয়া যায় যে কোয়ান্টাম সংখ্যা দিয়ে। <p>গাণিতিকভাবে,</p> $l = 0 \text{ হতে } n - 1 \text{ পর্যন্ত}$ <p>যেমনঃ $n = 2$ এর জন্য,</p> $\begin{aligned} l &= 0 \text{ হতে } 2 - 1 \text{ পর্যন্ত} \\ &= 0 \text{ হতে } 1 \text{ পর্যন্ত} \\ &= 0, 1 \end{aligned}$ <p>অর্থাৎ দ্বিতীয় শক্তিতে উপশক্তিতের রয়েছে দুইটি অর্থাৎ অরবিটাল-সেট রয়েছে দুইটি</p>

কোয়ন্টাম সংখ্যা

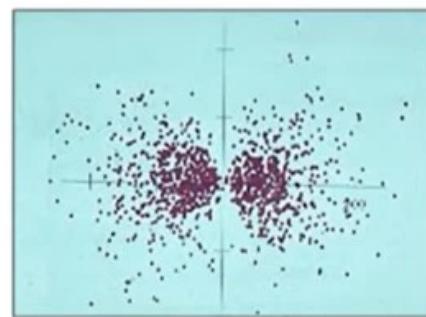
সহকারী কোয়ন্টাম সংখ্যা(l) এর মাণ এবং অরবিটাল আকৃতি

Angular Momentum Quantum Number, ℓ	Name of Subshell	Shape	
0	s	Sphere	
1	p	Dumbbell	
2	d	Complex/double dumbbell	
3	f	More complex/multiple lobes	

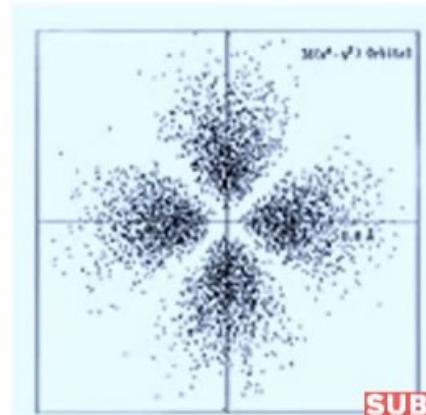
s orbital



p orbital



d orbital



PROBLEMS

- 3d সম্ভব হলেও 3f সম্ভব নয় কেন?

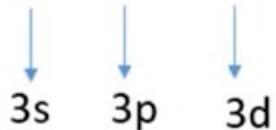


$n = 3$ এর জন্য,

$l = 0$ হতে $3 - 1$ পর্যন্ত

$= 0$ হতে 2 পর্যন্ত

$= 0, 1, 2$



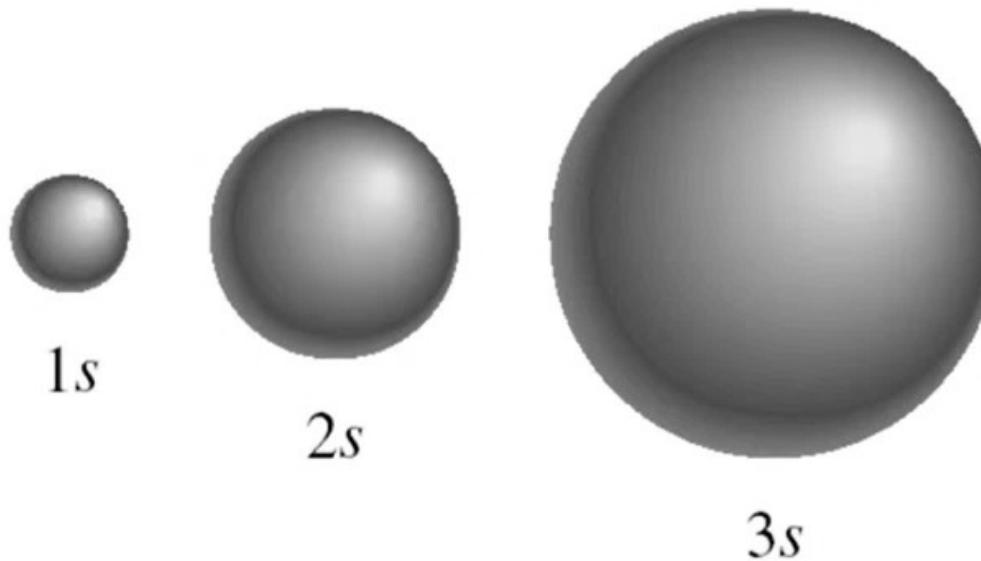
∴ কাজেই 3d সম্ভব হলেও 3f সম্ভব নয়



তদ্বপে,

২য় শেলের 2p < ৩য় শেলের 3p < ৪র্থ শেলের 4p

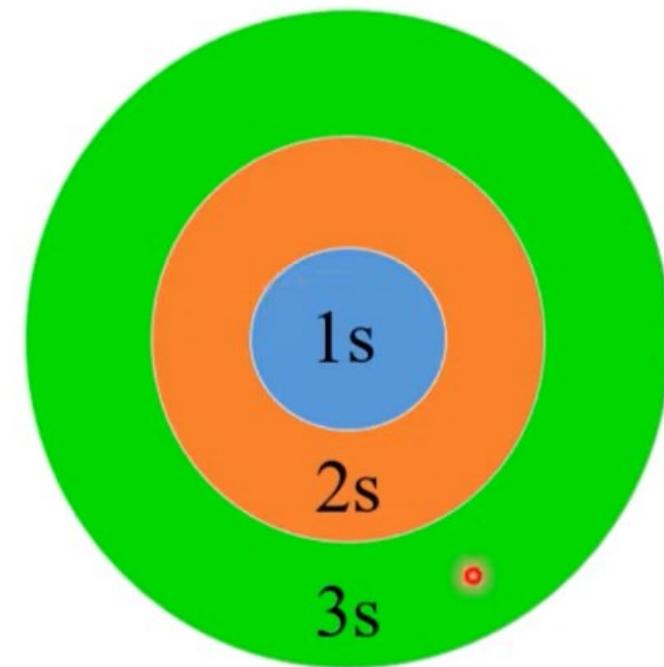




লক্ষণীয় যে,

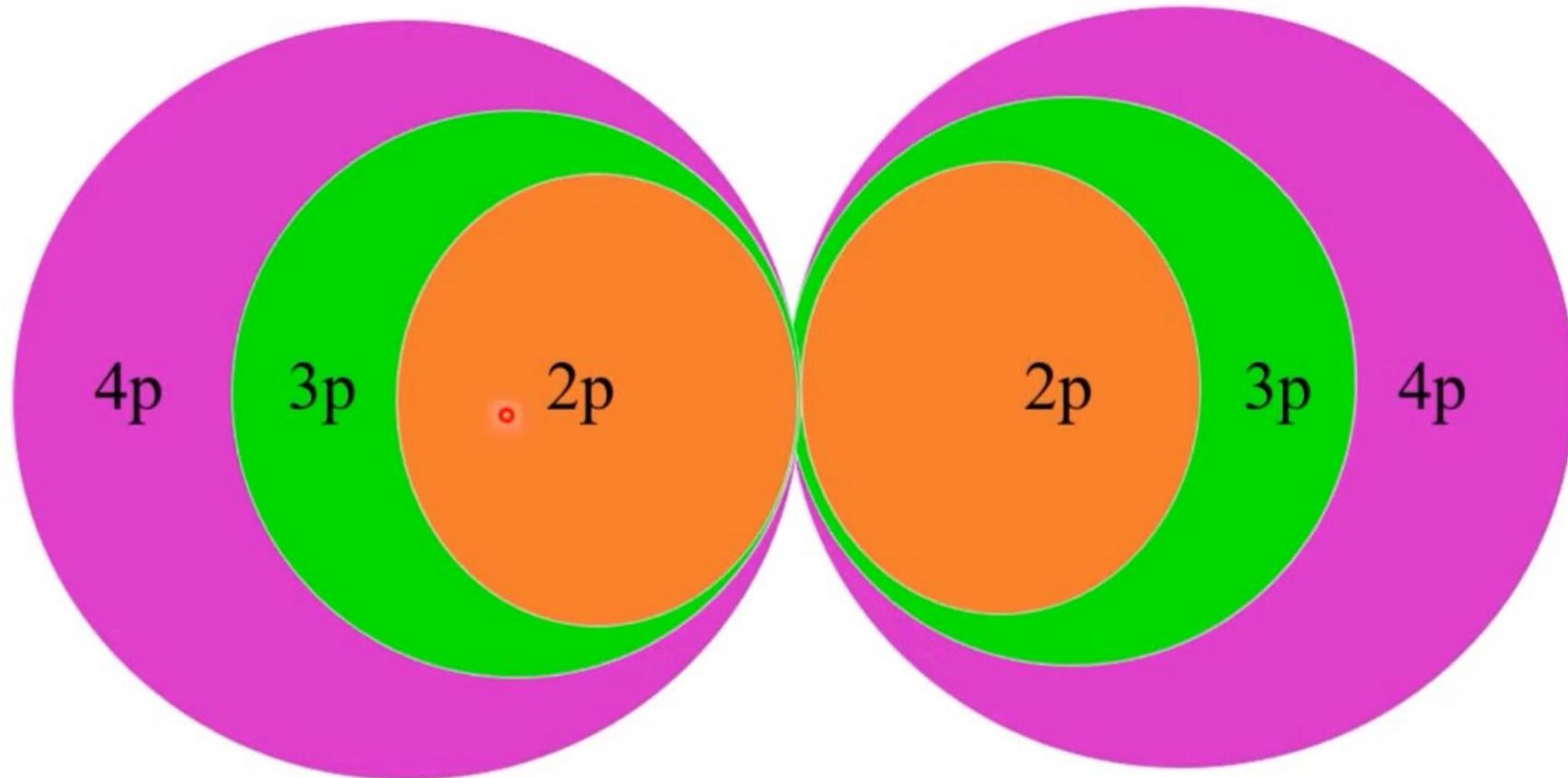
১ম শেলের $1s <$ ২য় শেলের $2s <$ ৩য় শেলের $3s$

একত্রে তারা এভাবে বিন্যস্ত থাকে-



তদ্বপে,

২য় শেলের 2p < ৩য় শেলের 3p < ৪র্থ শেলের 4p



কোয়ন্টাম সংখ্যা

“পরমাণুতে একটি ইলেক্ট্রনের অবস্থান সম্পূর্ণরূপে তুলে ধরার জন্য যে চারটি সংখ্যা ব্যবহার হয় তাকে কোয়ান্টাম সংখ্যা বলে”

[Download this video](#)

কোয়ান্টাম
সংখ্যা

বিবৃতি

(৩)
চৌম্বক
কোয়ান্টাম
সংখ্যা
(m or m_l)

- চৌম্বকক্ষেত্রের প্রভাবে
- অরবিটালের ত্রিমাত্রিক দিক বিন্যাস
 - অরবিটাল সংখ্যা
 - পাওয়া যায় যে কোয়ান্টাম সংখ্যা দিয়ে।

গাণিতিকভাবে,

$$m = 0 \text{ সহ } \pm l$$

; একে m_l দ্বারাও প্রকাশ করা যায়

যেমনঃ d অরবিটাল সেটের ক্ষেত্রে m নির্ণয়ঃ

$$l = 2 \text{ এর জন্য},$$

$$m = 0 \text{ সহ } \pm 2$$

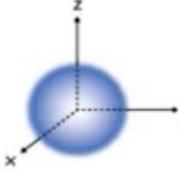
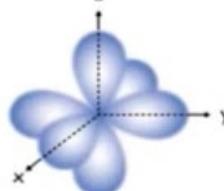
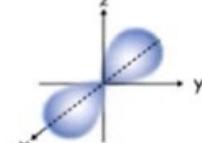
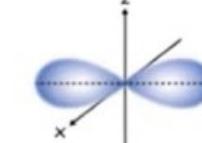
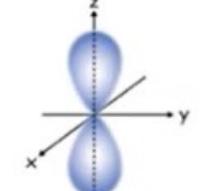
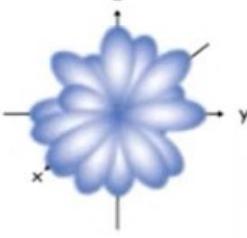
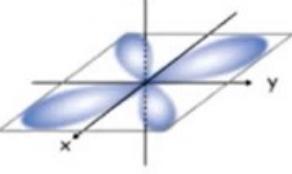
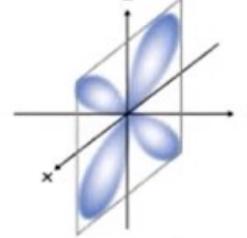
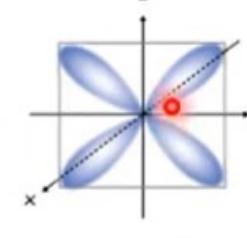
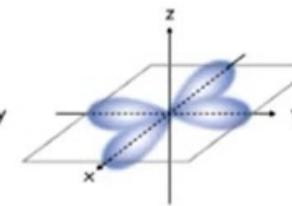
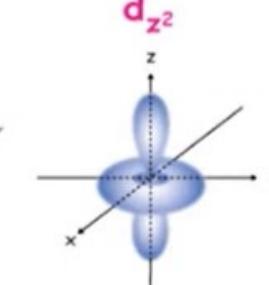
$$= -2, -1, 0, 1, 2$$

m যতটি অরবিটাল সংখ্যা ততটি

অর্থাৎ d অরবিটাল সেটে অরবিটাল সংখ্যা ৫ টি

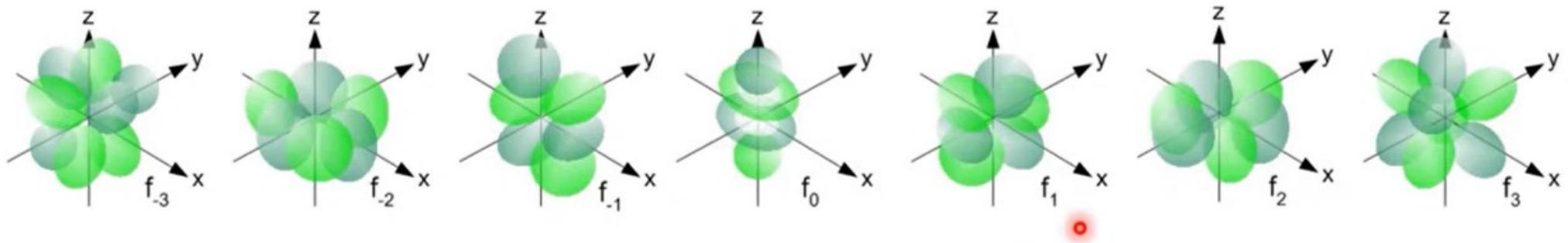
ପ୍ରିଣ୍ଟ କରନ୍ତୁ ମାତ୍ର ଏବଂ ଅଧିକ

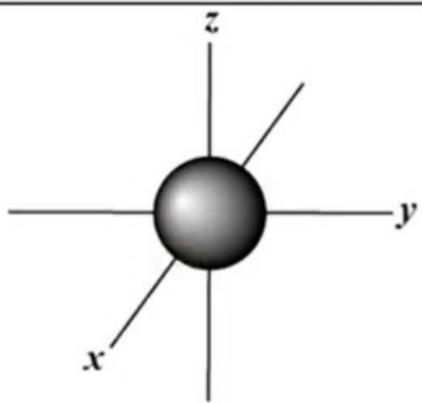
Orbitals and sub-orbitals of Bound Electrons

$\ell = 0$ S						
$\ell = 1$ P		p_x  $m_\ell = -1$	p_y  $m_\ell = 0$	p_z  $m_\ell = +1$		
$\ell = 2$ d		d_{xy}  $m_\ell = -2$	d_{xz}  $m_\ell = -1$	d_{yz}  $m_\ell = 0$	$d_{x^2-y^2}$  $m_\ell = +1$	d_{z^2}  $m_\ell = +2$
$\ell = 3$ f	7 sub-orbitals not pictured					

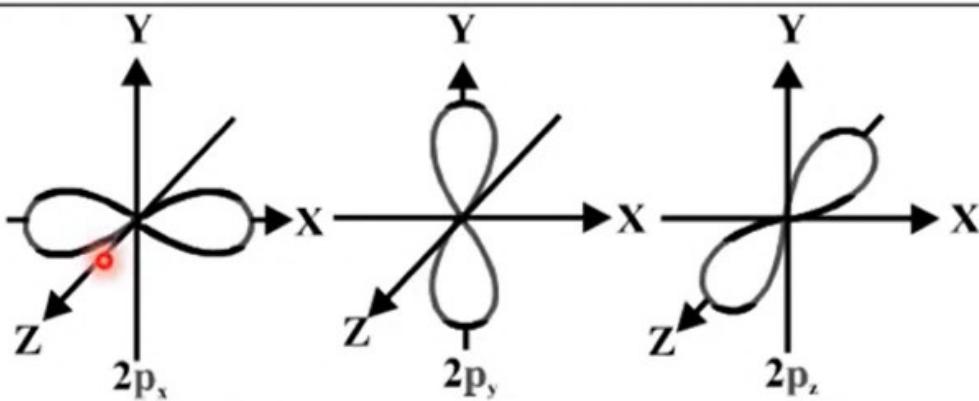
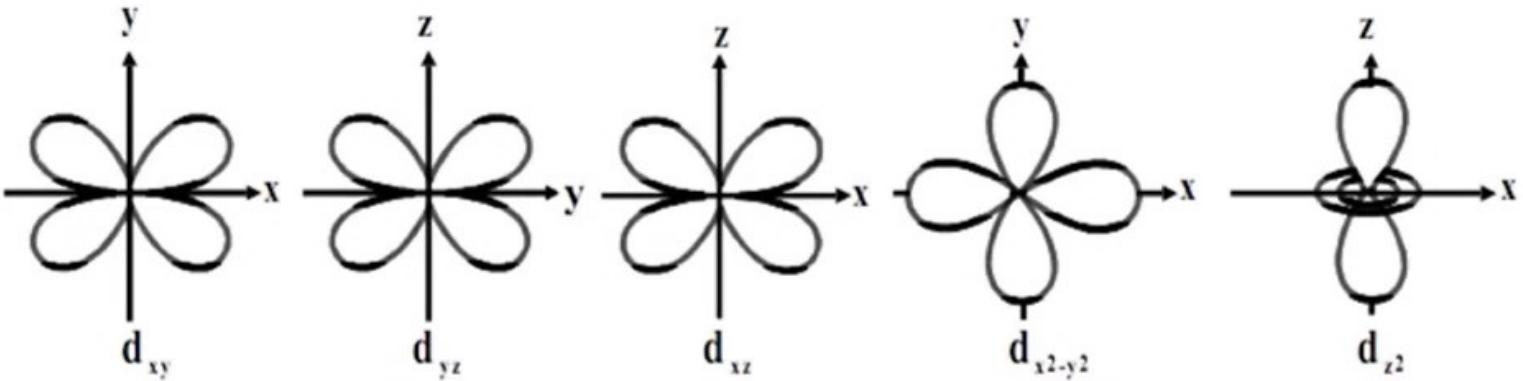
[Download this video](#) 

f অ্বিটাল

[Download this video](#) 

s orbital

[Download this video](#) [?](#) [X](#)

p orbital**d orbital**

PROBLEMS

- M শেল এর কোয়ান্টাম নম্বরগুলো উল্লেখপূর্বক মোট অরবিটাল গণনা কর?



M শেল অর্থাৎ $n = 3$

[Download this video](#) (2)

n	l	m	অরবিটাল সংখ্যা
3	0 → s	0 (3s)	1
	1 → p	-1 , 0 , 1 (3p _x) (3p _y) (3p _z)	3
	2 → d	-2 , -1 , 0 , 1 ^o , 2 (3d _{xy}) (3d _{yz}) (3d _{xz}) (3d _{x²-y²}) (3d _{z²})	5
মোট= 9 টি			SUBSCRIBE

কোয়ান্টাম সংখ্যা

“পরমাণুতে একটি ইলেক্ট্রনের অবস্থান সম্পূর্ণরূপে তুলে ধরার জন্য যে চারটি সংখ্যা ব্যবহার হয় তাকে কোয়ান্টাম সংখ্যা বলে”

[Download this video](#)

কোয়ান্টাম সংখ্যা

বিবৃতি

(8) স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা (s)

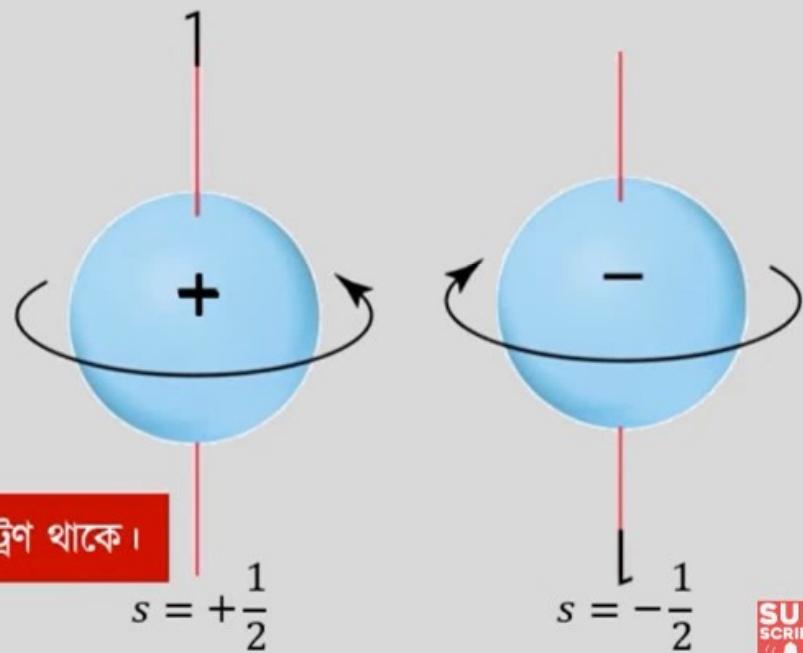
নিজ অক্ষের চারদিকে ইলেক্ট্রনের ঘূর্ণনের দিক
- পাওয়া যায় যে কোয়ান্টাম সংখ্যা দিয়ে।

গণিতিকভাবে,

$$s = +\frac{1}{2} \text{ যখন anti clockwise rotation}$$

$$= -\frac{1}{2} \text{ যখন clockwise rotation}$$

প্রতিটি অরবিটালে সর্বোচ্চ $+\frac{1}{2}$ ও $-\frac{1}{2}$ স্পিন বিশিষ্ট দুটি ইলেক্ট্রন থাকে।



PROBLEMS

- d অরবিটালের সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা গণনা কর?



d অরবিটাল অর্থাৎ $l = 2$

Download this video

l	m	অরবিটাল সংখ্যা	ইলেকট্রন সংখ্যা
2	-2 , -1 , 0 , 1 , 2	5	$5 \times 2 = 10$

PROBLEMS

- M শেল এর সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা গণনা কর?



M শেল অর্থাৎ $n = 3$

Download this video ? X

n	l	m	অরবিটাল সংখ্যা	ইলেকট্রন সংখ্যা
3	0	0	1	1×2
	1	-1 , 0 , 1	3	3×2
	2	-2 , -1 , 0 , 1 , 2	5	5×2
			মোট= 9 টি	মোট= 18 টি



SHORT-CUT FORMULA

- কোনো অরবিটালে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন সংখ্যা = 2

[Download this video](#)

- কোনো সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা(l) তে অরবিটাল সংখ্যা = $(2l + 1)$

- কোনো সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা(l) তে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন সংখ্যা = $2(2l + 1)$

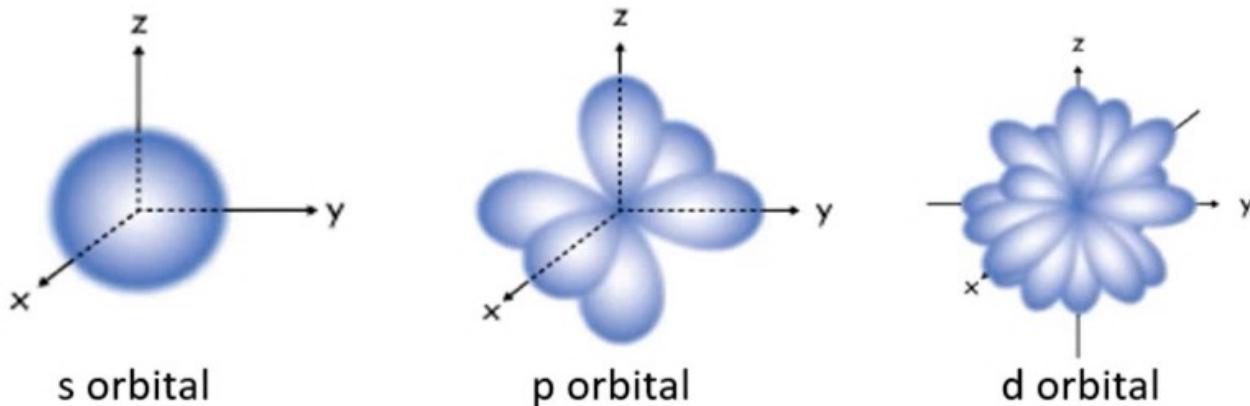
- কোনো প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা(n) তে অরবিটাল সংখ্যা = n^2

- কোনো প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা(n) তে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন সংখ্যা = $2n^2$

আফবাউ নীতি

(আফবাউ জার্মান শব্দ যার অর্থ BUILDING UP)

Na পরমাণুর মোট ইলেকট্রন 11 টি , শেল 3 টি। যেহেতু $n=3$ কাজেই $l=0,1,2$ অর্থাৎ s,p,d অরবিটাল উপস্থিতি



এখন এই 11 টি ইলেকট্রন অরবিটাল গুলোর মধ্যে কোথায় আগে প্রবেশ করবে এবং কোথায় পরে প্রবেশ করবে-

এরই উভয় পাব আফবাউ নীতি হতে

পরমাণুতে বিভিন্ন অরবিটালগুলোর ইলেকট্রন বিন্যাস নিয়ে আফবাউ নীতি। নীতিটি হল,

“পরমাণুতে ইলেকট্রনসমূহ বিভিন্ন অরবিটালে তাদের শক্তির উচ্চত্বমানসারে প্রবেশ করে। অর্থাৎ প্রথমে নিম্নশক্তির অরবিটালে এবং পরে উচ্চশক্তির অরবিটালে প্রবেশ করে।”



আফবাটি নীতি

অরবিটালের শক্তি নির্ণয় এর সূত্রঃ

$$n + l$$

প্রধান
কোয়ান্টাম
সংখ্যা

সহকারী
কোয়ান্টাম
সংখ্যা

- যদি কখনো দুটি অরবিটালের $(n + l)$ মাণ সমান হইয়ে যায় তবে,
যার n কম তাতে ইলেকট্রন আগে
প্রবেশ করবে

- একটি ইলেকট্রন আগে 3d তে প্রবেশ করবে নাকি 4s এ প্রবেশ করবে?

→ 3d এর ক্ষেত্রেঃ

$$n = 3$$

$$l = 2$$

$$\therefore n + l = 3 + 2 = 5$$

4s এর ক্ষেত্রেঃ

$$n = 4$$

$$l = 0$$

$$\therefore n + l = 4 + 0 = 4$$

যেহেতু, $4s < 3d$

∴ ইলেকট্রন প্রথমে 4s এ প্রবেশ করবে এবং পরে 3d তে প্রবেশ করবে

PROBLEMS

- একটি ইলেকট্রন আগে 3d তে প্রবেশ করবে নাকি 4p এ প্রবেশ করবে?

→ 3d এর ক্ষেত্রেঃ

$$n = 3$$

$$l = 2$$

$$\therefore n + l = 3 + 2 = 5$$

4p এর ক্ষেত্রেঃ

$$n = 4$$

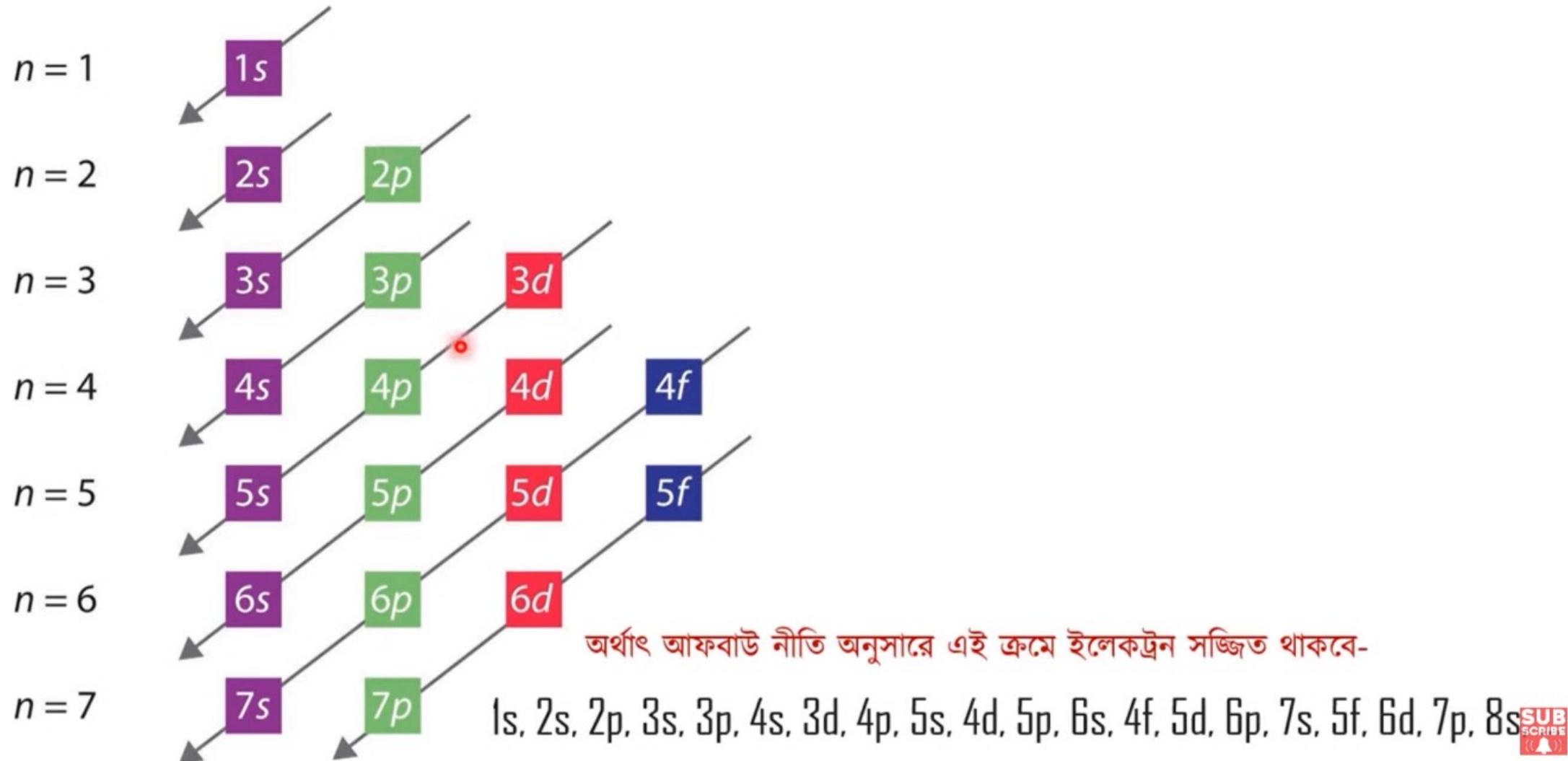
$$l = 1$$

$$\therefore n + l = 4 + 1 = 5$$

যেহেতু, $4p = 3d$ এবং $3 < 4$

∴ ইলেকট্রন প্রথমে 3d তে প্রবেশ করবে এবং পরে 4p তে প্রবেশ করবে

আফবাউ নীতির আলোকে পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস

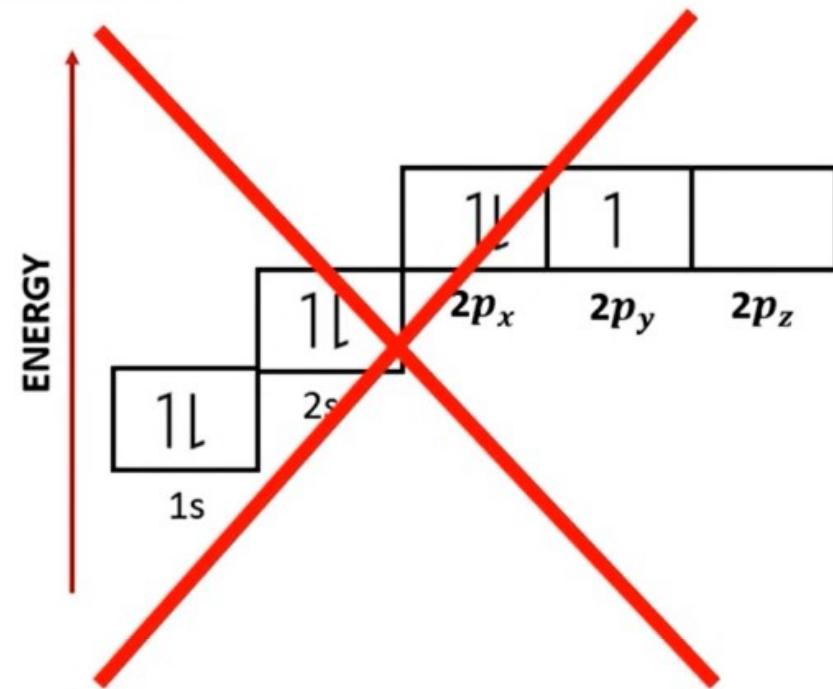
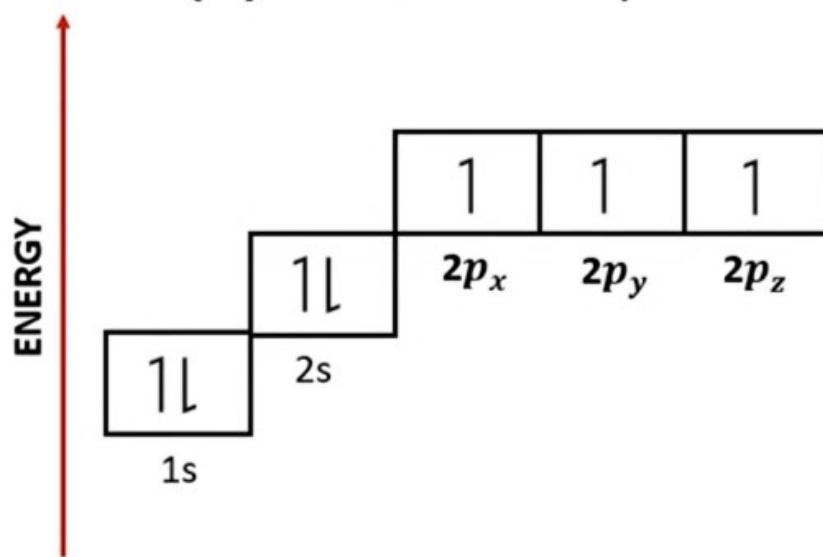


আফবাটি নীতির ব্যতিক্রম

Element	Predicted Electron Configuration	Actual Electron Configuration
copper, Cu	[Ar] $3d^9 4s^2$	[Ar] $3d^{10} 4s^1$
silver, Ag	[Kr] $4d^9 5s^2$	[Kr] $4d^{10} 5s^1$
gold, Au	[Xe] $4f^{14} 5d^9 6s^2$	[Xe] $4f^{14} 5d^{10} 6s^1$
palladium, Pd	[Kr] $4d^8 5s^2$	[Kr] $4d^{10}$
chromium, Cr	[Ar] $3d^4 4s^2$	[Ar] $3d^5 4s^1$
molybdenum, Mo	[Kr] $4d^4 5s^2$	[Kr] $4d^5 5s^1$

হাতের নীতি

N(7)- $1s^2 \ 2s^2 \ 2p^3$



সমশক্তি সম্পন্ন অরবিটালের মধ্যে ইলেকট্রন কীভাবে বন্টিত তা নিয়ে হাতের নীতি। নীতিটি হল-

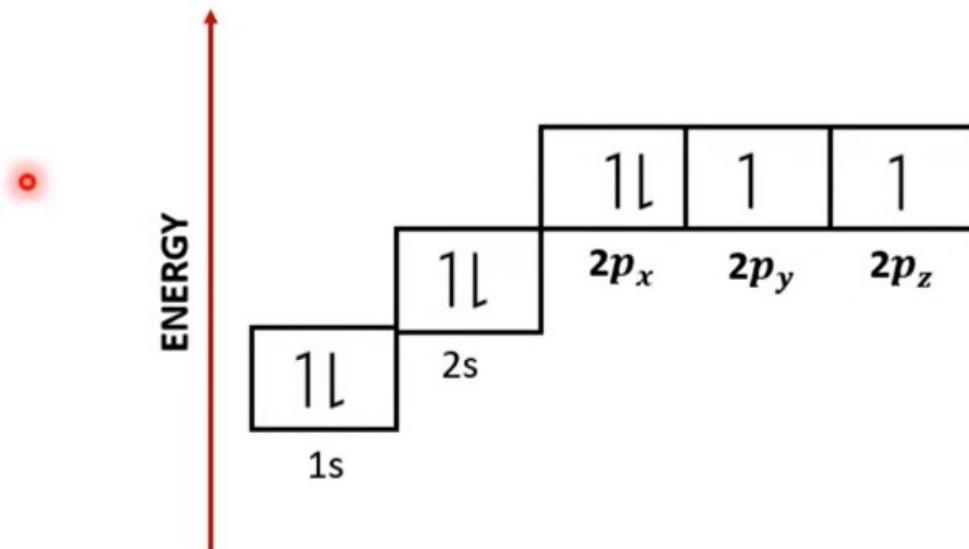
“সমশক্তি সম্পন্ন প্রতিটি অরবিটালে প্রথমে একটি করে ইলেকট্রন একমুখী স্পিনে প্রবেশ করে এরপর প্রাপ্ত অনুসারে বিপরীত স্পিনে প্রবেশ করে”

PROBLEMS

- হচ্ছের নীতি অনুসারে Oxygen এর ইলেকট্রন বিন্যাস কর?



O(8)- $1s^2 \ 2s^2 \ 2p^4$

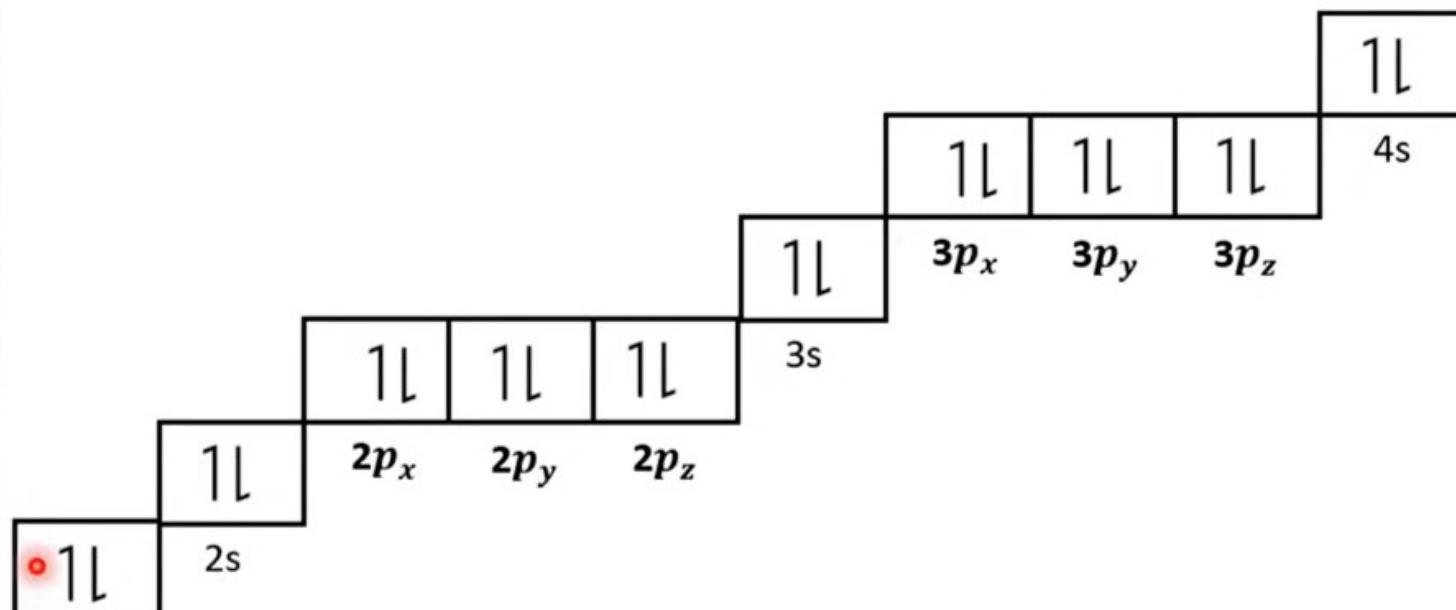


PROBLEMS

- হচ্ছের নীতি অনুসারে Calcium এর ইলেকট্রন বিন্যাস কর?



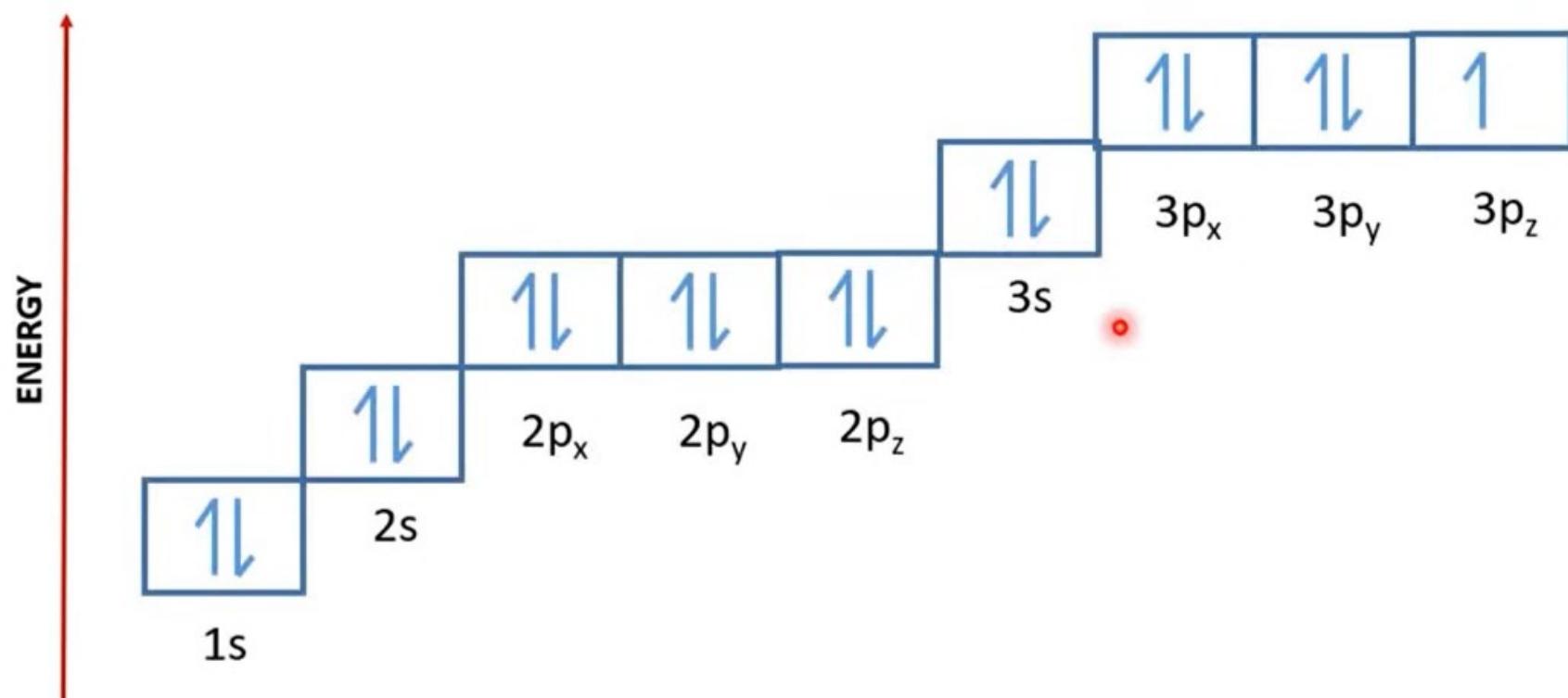
Ca(20)- $1s^2 \quad 2s^2 \quad 2p^6 \quad 3s^2 \quad 3p^6 \quad 4s^2$

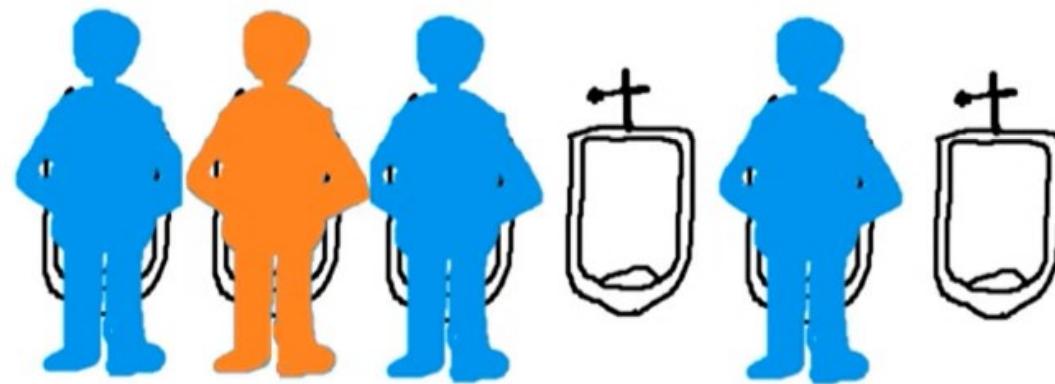
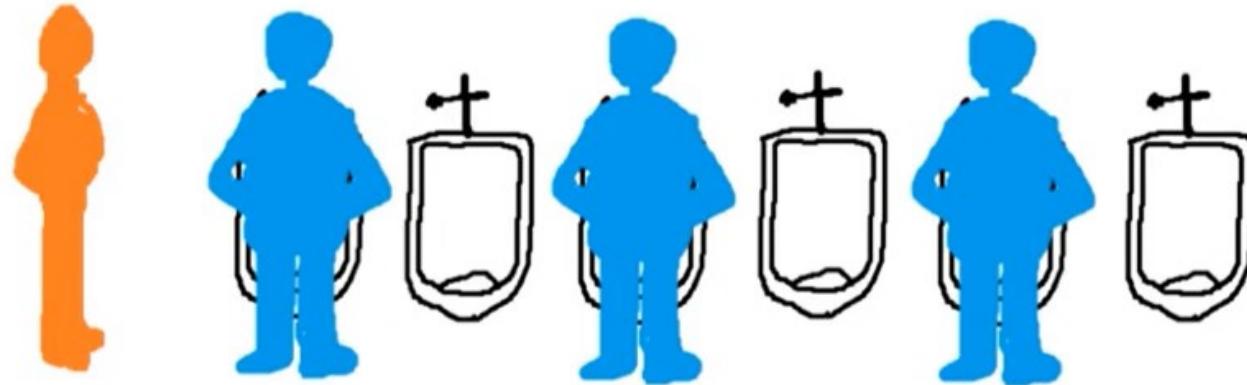


PROBLEMS

- হচ্ছের নীতি অনুসারে Chlorine এর ইলেকট্রন বিন্যাস কর?

→ $\text{Cl}(17)=1s^2 \ 2s^2 2p^6 \ 3s^2 3p^5$





খুব বেশি প্রয়োজন না হলে
জোড় বাঁধা দরকার নেই



ইলেকট্রন এর কোয়ান্টাম সংখ্যা নির্ণয়

- Ca এর 18 তম ও 18 তম ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যা নির্ণয় কর?

[Download this video](#) ? X



Ca(20)-	$1s^2$ 1,2	$2s^2$ 3,4	$2p^6$ 5,6,7, 8,9,10	$3s^2$ 11,12	$3p^6$ 13,14,15, 16,17,18	$4s^2$ 19,20
---------	---------------	---------------	----------------------------	-----------------	---------------------------------	-----------------

$l=1$ বলে , $m= -1,0,+1$

-1	0	+1
1l	1l	1l

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

18 তম ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যাঃ

$$\left. \begin{array}{l} n=3 \\ l=1 \end{array} \right\} 3p \text{ তে আছে বলে}$$

$$m=0$$

$$S= +\frac{1}{2}$$

18 তম ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যাঃ

$$\left. \begin{array}{l} n=3 \\ l=1 \end{array} \right\} 3p \text{ তে আছে বলে}$$

$$m=+1$$

$$S= +\frac{1}{2}$$



পলির বর্জন নীতি

[Download this video](#) [?](#) [X](#)

প্রতিটি সিটের নির্দিষ্ট **গ্যালারি নং** , **ব্লক নং** , **সারি নং** , **সীট নং** আছে।

কোনো টিকেট নং এর একই সাথে এই চারটি নম্বর এক হতে
পারেনা। অবশ্যই একটি না একটি আলাদা হতেই হবে

তেমনি পলির বর্জন নীতি অনুসারে,

“একটি পরমাণুতে যে কোনো দুটি ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মাণ কখনও এক হতে
পারেনা”。

PROBLEMS

- দেখাও যে, Ca এর 18 তম ও 18 তম ইলেকট্রন দুটি পলির বর্জন নীতি মেনে চলে?

[Download this video](#) ? X

→ Ca(20)-

$1s^2$	$2s^2$	$2p^6$	$3s^2$	$3p^6$	$4s^2$
1,2	3,4	5,6,7, 8,9,10	11,12	13,14,15, 16,17,18	19,20

$l=1$ বলে, $m = -1, 0, +1$

-1	0	$+1$
$1l$	$1l$	$1l$

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

18 তম ইলেকট্রনের চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যাঃ

$n=3$
 $l=1$ } 3p তে আছে বলে

$m=0$

$S=+\frac{1}{2}$

দেখা যাচ্ছে যে, ইলেকট্রন দুটিতে n ও l একই হলেও m s ভিন্ন। অর্থাৎ পলির বর্জন নীতি মেনে চলে

$n=3$
 $l=1$ } 3p তে আছে বলে

$m=+1$

$S=-\frac{1}{2}$

দ্রবণ সংক্রান্ত



দ্রবণঃ “সমস্তু মিশ্রণ যার উপাদানগুলো PHYSICAL(ভৌত) উপায়ে পৃথক করা যায় তাকে দ্রবণ বলে”



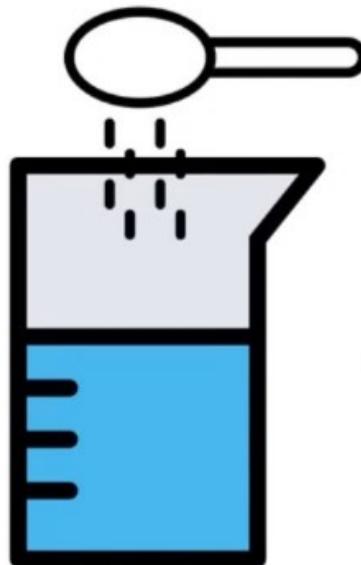
$$\text{দ্রবণ} = \text{দ্রব} + \text{দ্রাবক}$$

যেটা
পরিমাণে
কম থাকে

যেটা
পরিমাণে
বেশি থাকে

দ্রবণের অবস্থা

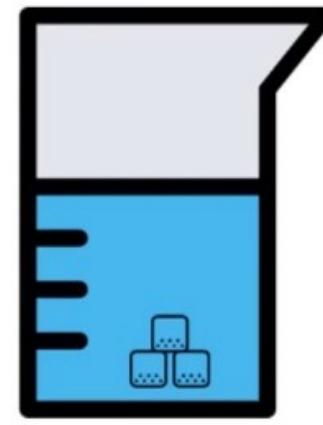
তিনি অবস্থা-



content < capacity
অসম্পূর্ণ
(unsaturated)



content = capacity
সম্পূর্ণ
(saturated)



content > capacity
অধংকিষ্ট
(precipitated)

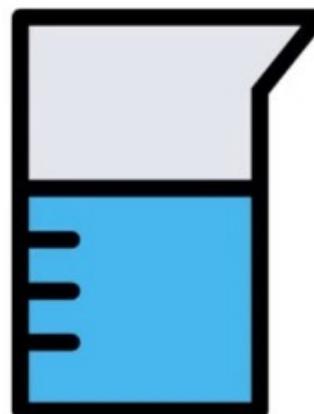
অধংকিষ্টের পরিমাণ = content - capacity



দ্রবণের ওপর প্রভাবকারী রাশি

(i) তাপমাত্রা(TEMPERATURE)

যা বাড়লে capacity বাড়ে
যা কমালে capacity কমে



content = capacity

• **সম্পৃক্ত**
(saturated)

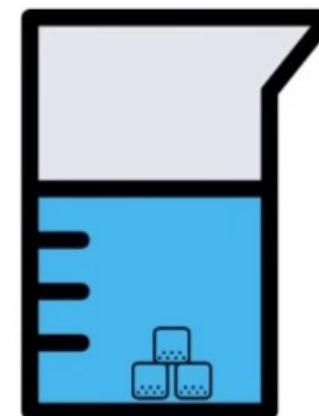
তাপমাত্রা
হ্রাস



content > capacity

অতিপৃক্ত
(super-saturated)

কিছু
সময় পর



content > capacity

অধংকিষ্ট
(precipitated)

(বিশেষ অবস্থা যা সামান্য সময়ের জন্য)

দ্রবণের ওপর প্রভাবকারী রাশি

(ii) আর্দ্ধতা(HUMIDITY)

(iii) চাপ(PRESSURE)

(iv) দ্রাবকের প্রকৃতি(NATURE OF SOLVENT)



দ্রাব্যতা

(SOLUBILITY, S)

“সম্পৃক্ত অবস্থায় দ্রবণে দ্রবের ঘনমাত্রা বা ঘনত্ব এর পরিমাণ”

→ সম্পৃক্ত দ্রবণের 100 gm দ্রবকে দ্রব যত গ্রাম

যেমনঃ 200 gm পানির সাথে 72 gm NaCl মেশালে যদি সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরি হয় তবে বলা যায়,
NaCl এর দ্রাব্যতা $S=36\text{gm}$

দ্রাব্যতা
 S

→ 1 L সম্পৃক্ত দ্রবণের মধ্যে দ্রব যত গ্রাম

যেমনঃ পানির সাথে 720 gm NaCl মিশিয়ে 2 L সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরি হলে বলা যায়,
NaCl এর দ্রাব্যতা $S=360\text{gm/L}$

→ 1 L সম্পৃক্ত দ্রবণের মধ্যে দ্রব যত মোল

যেমনঃ পানির সাথে 18 mol NaCl মিশিয়ে 2 L সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরি হলে বলা যায়,
NaCl এর দ্রাব্যতা $S=9\text{mol/L}$



PROBLEMS

(১ম সংজ্ঞা রিলেটেড)

- 35°C তাপমাত্রায় 20gm NaCl এর সম্পৃক্ত দ্রবণ নেয়া হল। এ দ্রবণকে বাষ্পীভূত করে 5.295gm শুষ্ক NaCl পাওয়া গেল। 35°C তাপমাত্রায় NaCl এর দ্রাব্যতা (gm/100gm) এ হিসাব কর?

দ্রবণ = 20 gm

দ্রব = 5.295 gm

∴ দ্রাবক = 14.702 gm

এখন সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরিতে,

$$14.702 \text{ gm দ্রাবকে দ্রব মিশ্রিত হয়} = 5.295 \text{ gm}$$

$$\therefore 100 \text{ gm দ্রাবকে দ্রব মিশ্রিত হয়} = \frac{5.295}{14.702} \times 100 \text{ gm}$$

$$= 32.02 \text{ gm}$$

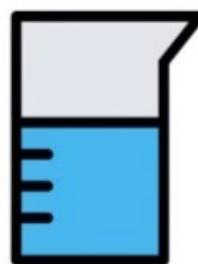
PROBLEMS

(১ম সংজ্ঞা রিলেটেড)

- 85°C তাপমাত্রায় প্রস্তুত কোনো লবণের সম্পৃক্ত দ্রবণকে শীতল করে 30°C তাপমাত্রায় নিয়ে আসা হলো। যদি 85°C ও 30°C তাপমাত্রায় লবণের দ্রাব্যতা 150gm ও 85gm হয়। তবে পানিতে প্রস্তুত ঐ লবণের 70gm সম্পৃক্ত দ্রবণ হতে কত গ্রাম লবণ অধংক্ষিণ হবে?



85°C



$$150 + 100 = 250 \text{ gm দ্রবণ}$$

দ্রবণ

দ্রব

$$250 \rightarrow 150$$

$$70 \rightarrow \frac{150}{250} \times 70 \\ = 42 \text{ gm}$$

30°C



$$85 + 100 = 185 \text{ gm দ্রবণ}$$

দ্রবণ

দ্রব

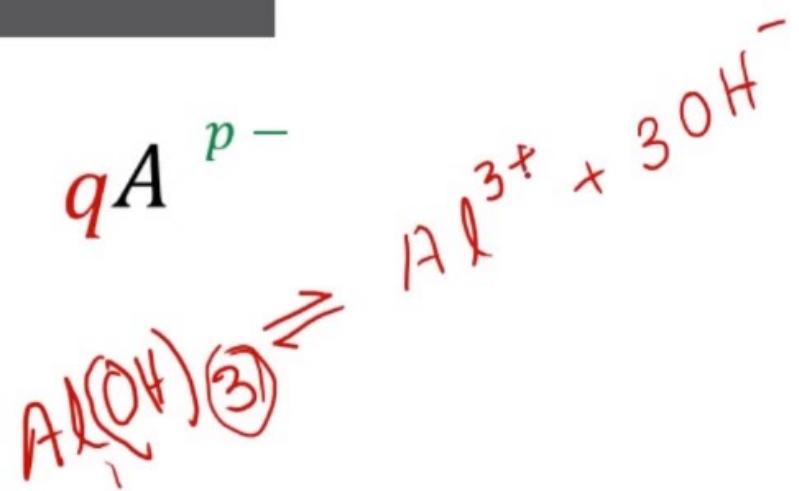
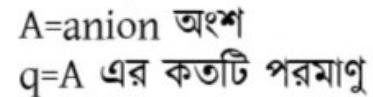
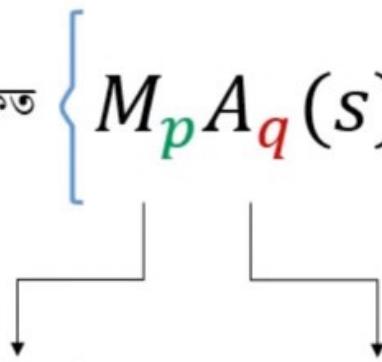
$$185 \rightarrow 85$$

$$70 \rightarrow \frac{85}{185} \times 70 \\ = 32.16 \text{ gm}$$

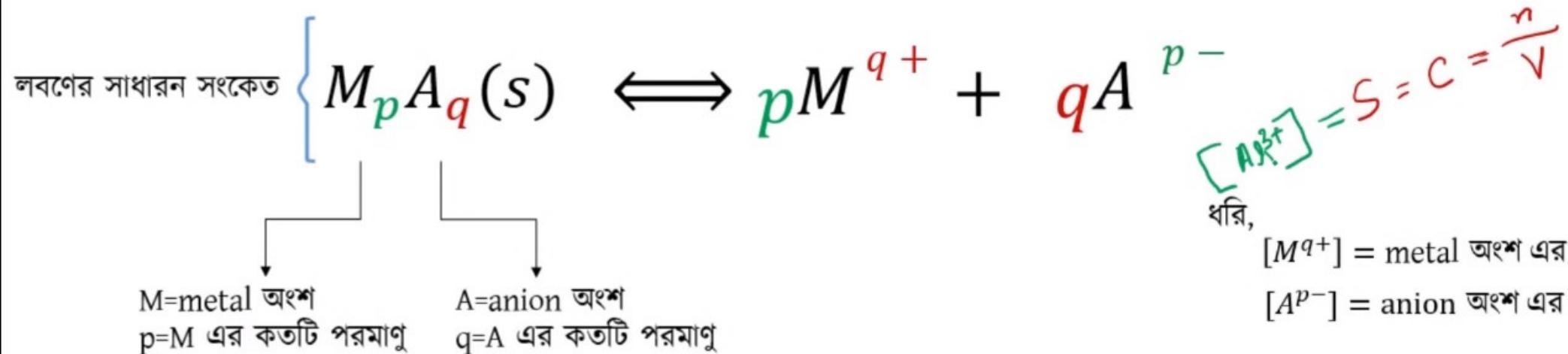
অধংক্ষেপের পরিমাণ = $42 - 32.16 = 9.84 \text{ gm}$

কোনো লবণের দ্রবণীয়তা

লবণের সাধারণ সংকেত $\left\{ M_p A_q(s) \rightleftharpoons pM^{q+} + qA^{p-}$

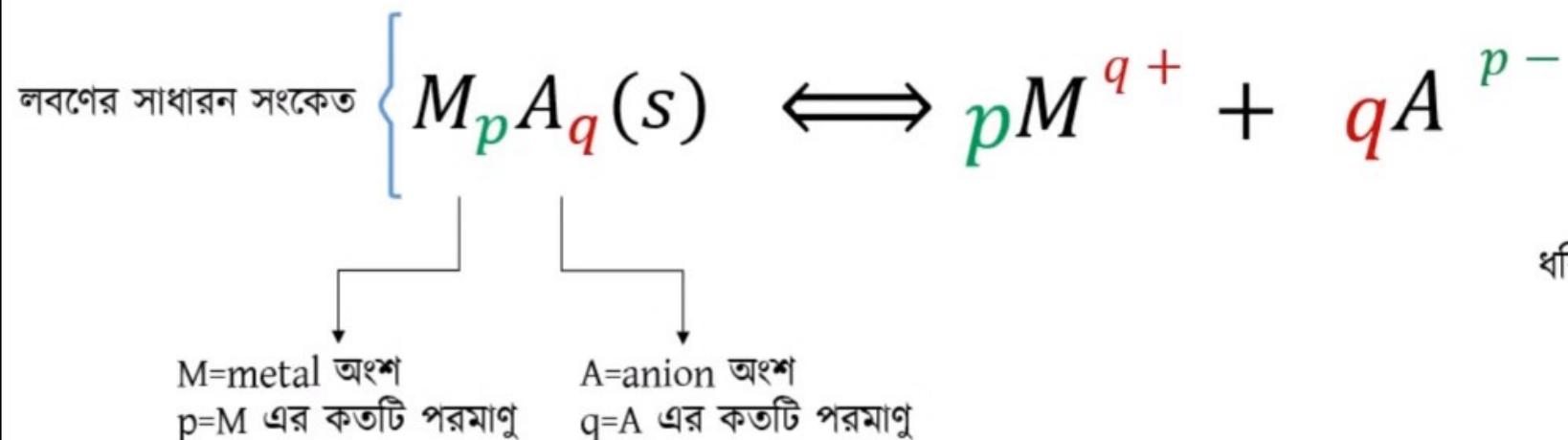


কোনো লবণের দ্রবণীয়তা



)

কোনো লবণের দ্রবণীয়তা



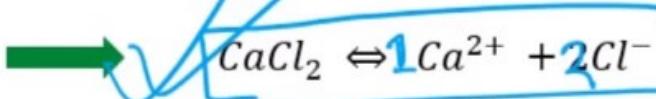
ধরি,

 $[M^{q+}]$ = metal অংশ এর ঘনমাত্রা $[A^{p-}]$ = anion অংশ এর ঘনমাত্রা

দ্রবণটির আয়নন্বয়ের গুণফল (যেকোনো অবস্থায়),

আয়নিক গুণফল $K_{ip} = [M^{q+}]^p [A^{p-}]^q$ (সহগগুলো power হয়ে যাবে)

- $CaCl_2$ দ্রবণে Ca^{2+} এর ঘনমাত্রা 1.5M এবং Cl^- এর পরিমাণ 4M এর হলে দ্রবনটির আয়নিক গুণফল বের কর?



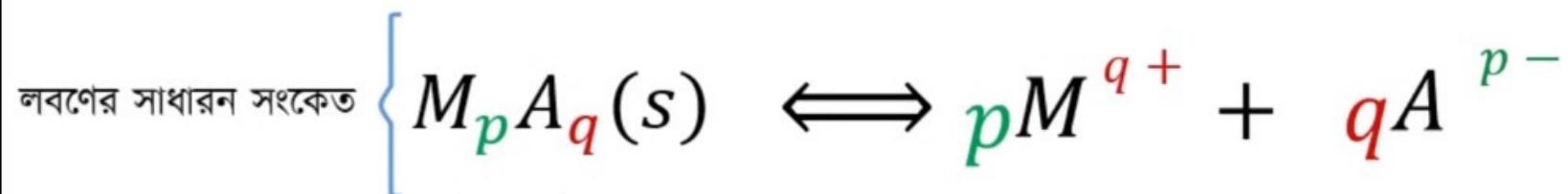
$$\therefore K_{ip} = [Ca^{2+}]^1 [Cl^-]^2$$

$$\rightarrow K_{ip} = [1.5]^1 [4]^2 \rightarrow K_{ip} = (1.5)(16) = 24 mol^3 L^{-3}$$

$$(mol^{-1})^2$$

$$mol^3 L^{-3}$$

কোনো লবণের দ্রবণীয়তা



M=metal অংশ
p=M এর কতটি পরমাণু
A=anion অংশ
q=A এর কতটি পরমাণু

solvability product

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

ধরি,
 $[M^{q+}]$ = metal অংশ এর ঘনমাত্রা
 $[A^{p-}]$ = anion অংশ এর ঘনমাত্রা

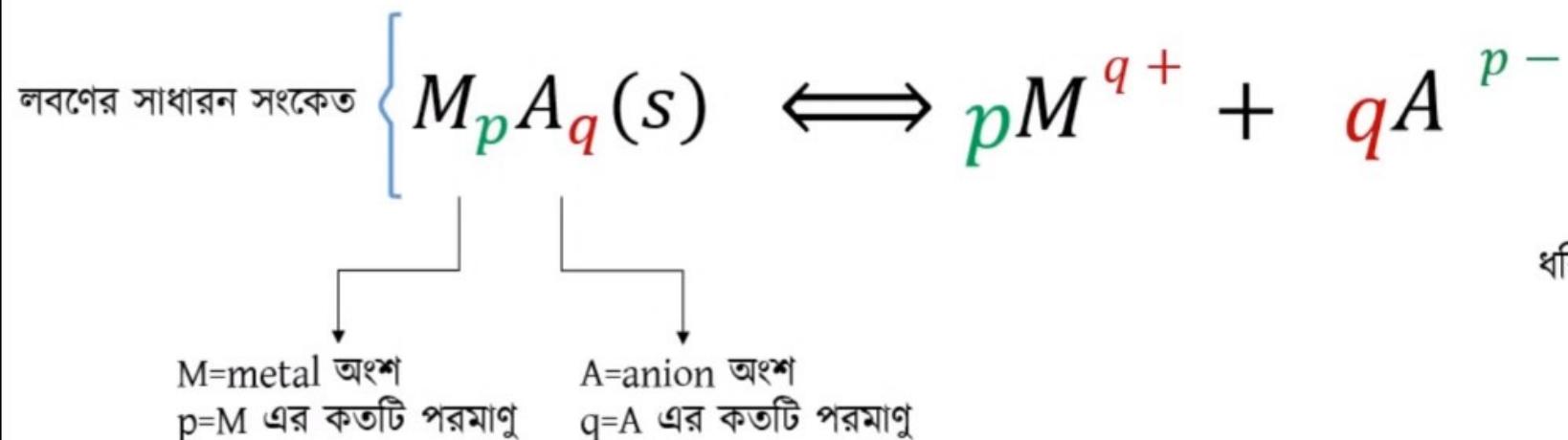
দ্রবণটির আয়নন্ধরের গুণফল (সম্পৃক্ত অবস্থায়),

দ্রাব্যতা গুণফল

(সহগগুলো power হয়ে যাবে)

- সম্পৃক্ত অবস্থায় $CaCl_2$ দ্রবণে Ca^{2+} এর ঘনমাত্রা 1.5M এবং Cl^- এর পরিমাণ 4M এর হলে দ্রবণটির দ্রাব্যতা গুণফল বের কর?

কোনো লবণের দ্রবণীয়তা



ধরি,

 $[M^{q+}]$ = metal অংশ এর ঘনমাত্রা $[A^{p-}]$ = anion অংশ এর ঘনমাত্রা

দ্রবণটির আয়নন্ধরের গুণফল (সম্পৃক্ত অবস্থায়),

দ্রাব্যতা গুণফল

$$K_{sp} = [M^{q+}]^p [A^{p-}]^q \quad (\text{সহগগুলো power হয়ে যাবে})$$

- সম্পৃক্ত অবস্থায় $CaCl_2$ দ্রবণে Ca^{2+} এর ঘনমাত্রা 1.5M এবং Cl^- এর পরিমাণ 4M এর হলে দ্রবণটির দ্রাব্যতা গুণফল বের কর?



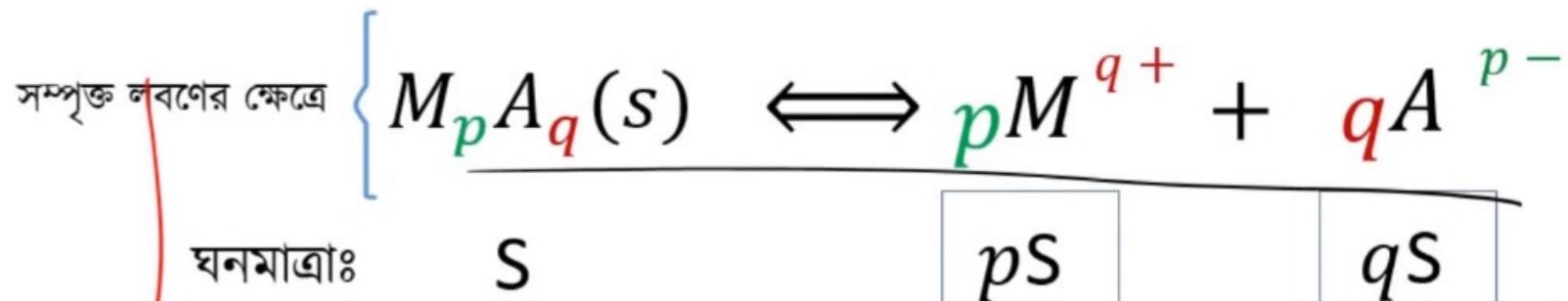
$$\therefore K_{sp} = [Ca^{2+}]^1 [Cl^-]^2$$

$$\rightarrow K_{sp} = [1.5]^1 [4]^2 \rightarrow K_{sp} = (1.5)(16) = 24 \text{ mol}^3 L^{-3} \quad (=)$$

দ্রাব্যতা(S) ও দ্রবণ গুণফলের(K_{sp}) সম্পর্ক

আমরা জানি,

সম্পূর্ণ অবস্থায় দ্রবণের মোলারিটি (1 L সম্পূর্ণ দ্রবণের মধ্যে দ্রব যত মোল) তা-ই দ্রাব্যতা অর্থাৎ S



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

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

$\text{CaCl}_2 \rightleftharpoons 1\text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^-$

$$K_{sp} = (1S)^1 (2S)^2$$

$$\frac{[M^{q+}]}{[M_p A_q]} = \frac{p}{1}$$

$$\rightarrow [M^{q+}] = p[M_p A_q]$$

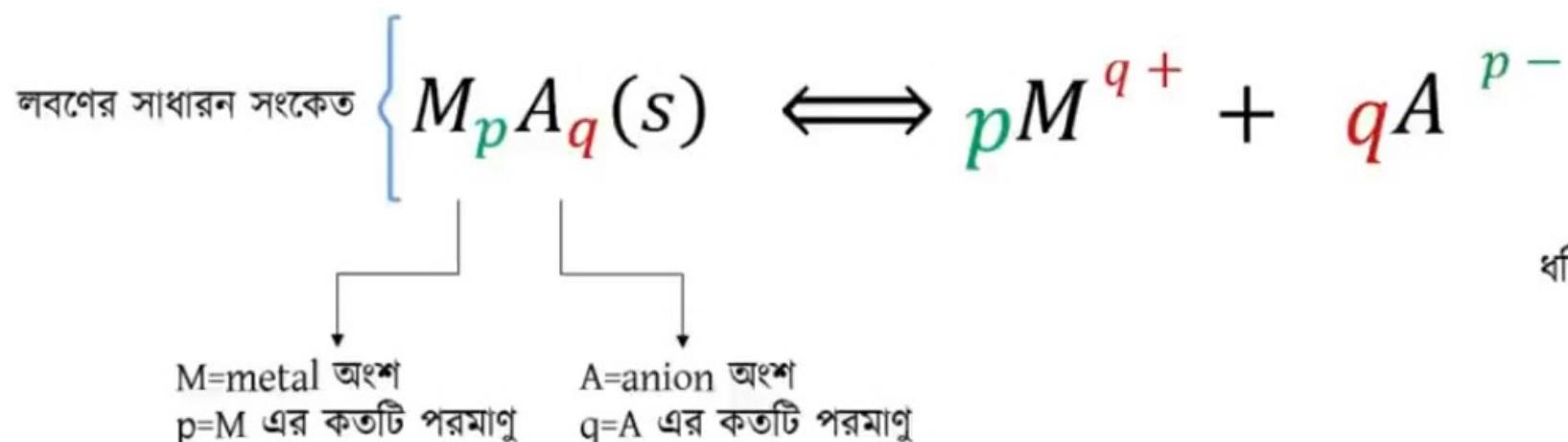
$$\rightarrow [M^{q+}] = pS$$

$$\frac{[A^{p-}]}{[M_p A_q]} = \frac{q}{1}$$

$$\rightarrow [A^{p-}] = q[M_p A_q]$$

$$\rightarrow [A^{p-}] = qS$$

কোনো লবণের দ্রবণীয়তা



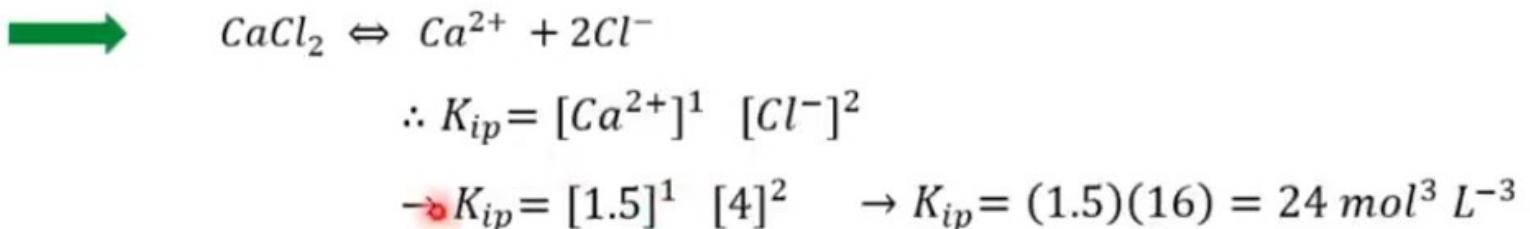
ধরি,

 $[M^{q+}]$ = metal অংশ এর ঘনমাত্রা $[A^{p-}]$ = anion অংশ এর ঘনমাত্রা

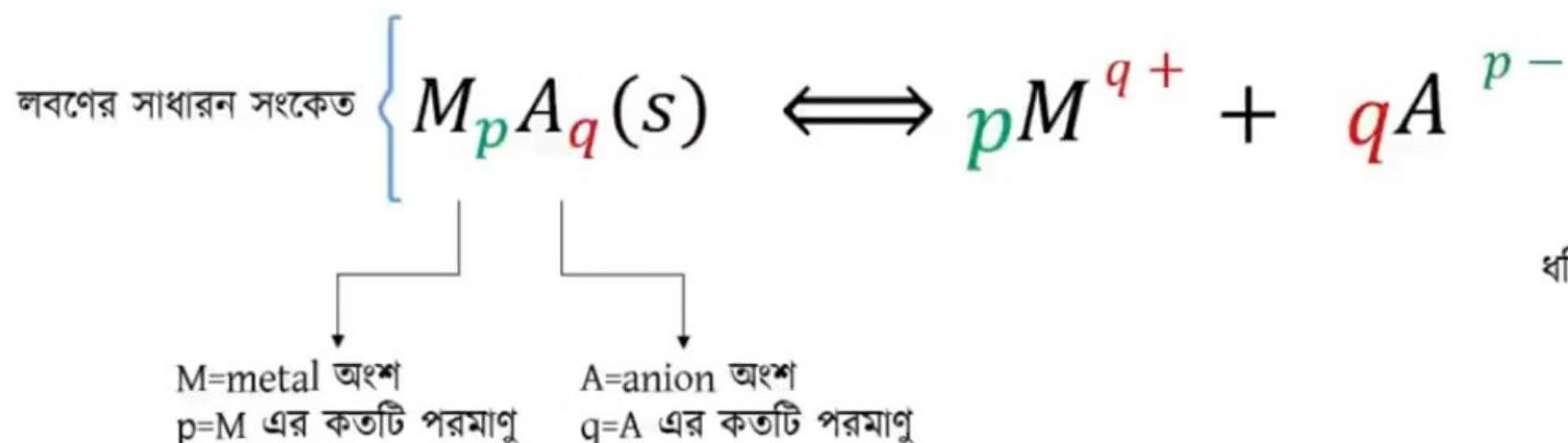
দ্রবণটির আয়নন্বয়ের গুণফল (যেকোনো অবস্থায়),

আয়নিক গুণফল $K_{ip} = [M^{q+}]^p [A^{p-}]^q$ (সহগগুলো power হয়ে যাবে)

- $CaCl_2$ দ্রবণে Ca^{2+} এর ঘনমাত্রা 1.5M এবং Cl^- এর পরিমাণ 4M এর হলে দ্রবনটির আয়নিক গুণফল বের কর?



কোনো লবণের দ্রবণীয়তা



ধরি,

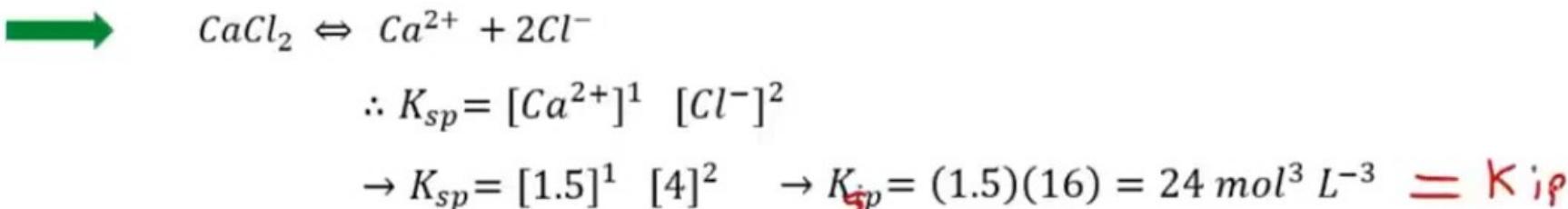
 $[M^{q+}]$ = metal অংশ এর ঘনমাত্রা $[A^{p-}]$ = anion অংশ এর ঘনমাত্রা

দ্রবণটির আয়নন্বয়ের গুণফল (সম্পৃক্ত অবস্থায়),

দ্রাব্যতা গুণফল

$$K_{sp} = [M^{q+}]^p [A^{p-}]^q \quad (\text{সহগগুলো power হয়ে যাবে})$$

- সম্পৃক্ত অবস্থায় $CaCl_2$ দ্রবণে Ca^{2+} এর ঘনমাত্রা 1.5M এবং Cl^- এর পরিমাণ 4M এর হলে দ্রবণটির দ্রাব্যতা গুণফল বের কর?



অর্থাৎ, কোনো দ্রবণের আয়নিক গুণফল হল বর্তমান অবস্থায় দ্রবণটিতে বিদ্যমাণ আয়ণগুলোর গুণফল

অপরদিকে, কোনো দ্রবণের দ্রাব্যতা গুণফল হল সম্পৃক্ত অবস্থায় নিলে দ্রবণটিতে থাকা আয়ণগুলোর গুণফল

কাজেই, সকল দ্রাব্যতা গুণফলই আয়নিক গুণফল কিন্তু সকল আয়নিক গুণফল দ্রাব্যতা গুণফল নয়

কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো লবণের বা যৌগের সুনির্দিষ্ট দ্রাব্যতা গুণফলের মাণ (K_{sp}) রয়েছে অর্থাৎ **দ্রাব্যতা গুণফল = ধ্রুবক**

এবং কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো লবণের বা যৌগের সুনির্দিষ্ট আয়নিক গুণফলের মাণ (K_{ip}) দ্রবণটির অবস্থার ওপর নির্ভর করে।

K_{sp} ও K_{ip} এর মাণ তুলনা করে দ্রবণের অবস্থা সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়,

(i) $K_{ip} = K_{sp}$ হলে বুঝতে হবে, সম্পৃক্ত দ্রবণ

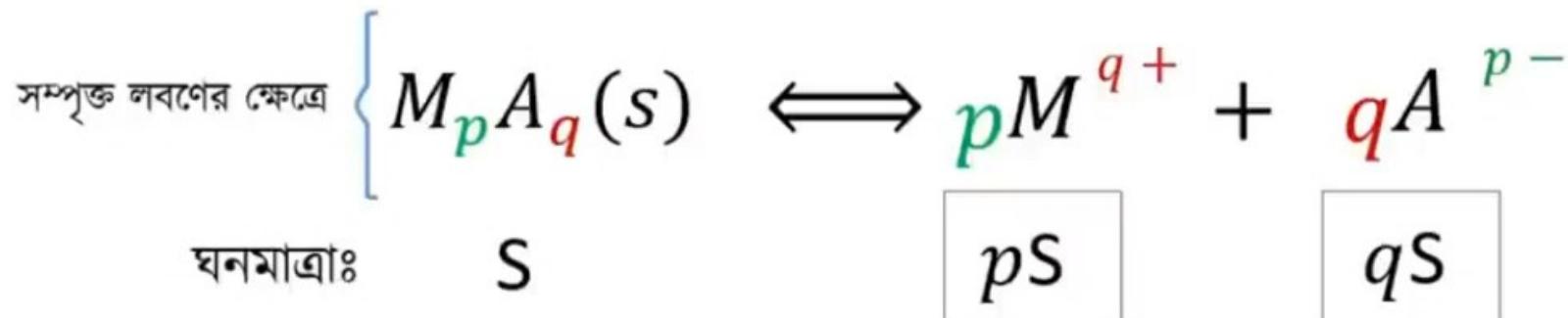
(ii) $K_{ip} < K_{sp}$ হলে বুঝতে হবে, অসম্পৃক্ত দ্রবণ

(iii) $K_{ip} > K_{sp}$ হলে বুঝতে হবে, অধক্ষিপ্ত দ্রবণ

দ্রাব্যতা(S) ও দ্রাবতা গুণফলের(K_{sp}) সম্পর্ক

আমরা জানি,

সম্পৃক্ত অবস্থায় দ্রবণের মোলারিটি (1 L সম্পৃক্ত দ্রবণের মধ্যে দ্রব যত মোল) তা-ই দ্রাব্যতা অর্থাৎ S



$$\frac{[M^{q+}]}{[M_p A_q]} = \frac{p}{1}$$

$$\rightarrow [M^{q+}] = p[M_p A_q]$$

$$\rightarrow [M^{q+}] = pS$$

$$\frac{[A^{p-}]}{[M_p A_q]} = \frac{q}{1}$$

$$\rightarrow [A^{p-}] = q[M_p A_q]$$

$$\rightarrow [A^{p-}] = qS$$

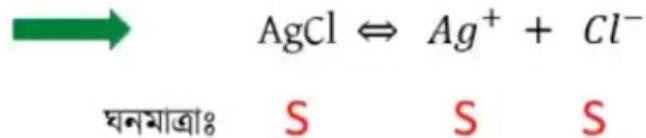
$$K_{sp} = [M^{q+}]^p [A^{p-}]^q$$

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

•

PROBLEMS

- AgCl এর দ্রাব্যতা $1.3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ হলে এর দ্রাব্যতা গুণফল কত?



AgCl এর দ্রাব্যতা,
 $S = 1.3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

$$K_{sp} = [\text{Ag}^+]^1 [\text{Cl}^-]^1$$

$$\Rightarrow K_{sp} = (1S)^1 (1S)^1$$

$$\Rightarrow K_{sp} = S^2$$

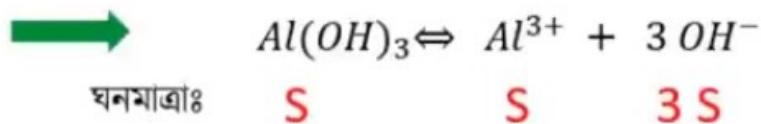
$$\Rightarrow K_{sp} = (1.3 \times 10^{-5})^2$$

$$\therefore K_{sp} = 1.6 \times 10^{-10} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$$

- 25°C Al(OH)_3 এর দ্রাব্যতা গুণফল 4.6×10^{-33} হলে এর দ্রাব্যতা কত?

PROBLEMS

- 25°C $Al(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফল 4.6×10^{-33} হলে এর দ্রাব্যতা কত?



$$K_{sp} = [Al^{3+}]^1 [OH^-]^3$$

$$\Rightarrow K_{sp} = (1S)^1 (3S)^3$$

$$\Rightarrow 4.6 \times 10^{-33} = 27S^4$$

$$\Rightarrow S = \left(\frac{4.6 \times 10^{-33}}{27} \right)^{1/4}$$

$$\therefore S = 3.61 \times 10^{-9} mol L^{-1}$$

$Al(OH)_3$ এর দ্রাব্যতা গুণফল,

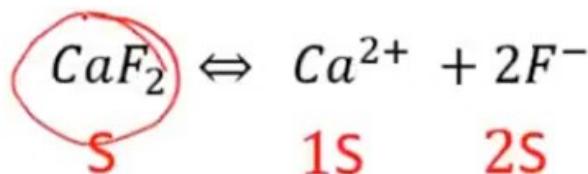
$$K_{sp} = 4.6 \times 10^{-33}$$

PROBLEMS

- 25°C তাপমাত্রায় CaF_2 এর দ্রাব্যতা গুণফল 3.4×10^{-11} হলে-

(i) এর দ্রাব্যতা(g/L) এ কত?

(ii) সম্পূর্ণ দ্রবণে $[\text{F}^-] = ?$



ঘনমাত্রাঃ

(ধরি, CaF_2 এর দ্রাব্যতা= S mol/L)

$$K_{sp} = (1S)^1 (2S)^2$$

$$\rightarrow K_{sp} = 4S^3 \rightarrow S = 2.04 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\rightarrow S = \frac{2.04 \times 10^{-4} \text{ mol}}{1 \text{ L}}$$

$$\rightarrow S = \frac{(2.04 \times 10^{-4} \times 78) \text{ gm}}{1 \text{ L}}$$

$$n = \frac{W}{M}$$

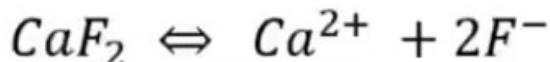
$\Rightarrow W = n \times M$

PROBLEMS

- 25°C তাপমাত্রায় CaF_2 এর দ্রাব্যতা গুণফল 3.4×10^{-11} হলে-

(i) এর দ্রাব্যতা(g/L) এ কত?

(ii) সম্পূর্ণ দ্রবণে $[\text{F}^-] = ?$



ঘনমাত্রাঃ

S 1S 2S

(ধরি, CaF_2 এর দ্রাব্যতা= S mol/L)

$$K_{sp} = (1S)^1 (2S)^2$$

$$\rightarrow K_{sp} = 4S^3 \quad \rightarrow S = 2.04 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\rightarrow S = \frac{2.04 \times 10^{-4} \text{ mol}}{1 \text{ L}}$$

$$\rightarrow S = \frac{(2.04 \times 10^{-4} \times 78) \text{ gm}}{1 \text{ L}}$$

$$\rightarrow S = 0.0159 \text{ g/L}$$

$$[\text{F}^-] = 2S$$

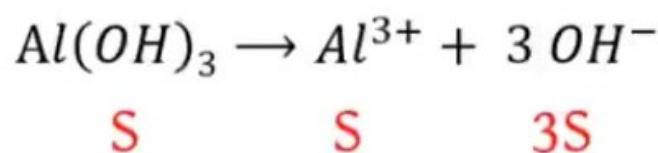
$$\rightarrow [\text{F}^-] = 2 \times 2.04 \times 10^{-4}$$

$$\rightarrow [\text{F}^-] = 4.08 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

PROBLEMS

- 25°C তাপমাত্রায় Al(OH)_3 এর সম্পৃক্ত দ্রবণে $[\text{OH}^-] = 2 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ হলে-
 - এর দ্রাব্যতা কত?
 - সম্পৃক্ত দ্রাব্যতা গুণফল কত?

→ ধরি, Al(OH)_3 এর দ্রাব্যতা S



$$\text{তাহলে, } [\text{OH}^-] = 3S$$

$$\Rightarrow 2 \times 10^{-3} = 3S$$

$$\therefore S = \frac{2 \times 10^{-3}}{3} = 6.667 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$K_{\text{sp}} = 27S^4 = \square$$

PROBLEMS

- 25°C তাপমাত্রায় AgCl এর 100mL $10^{-5}M$ দ্রবণের সাথে 0.03M CaBr₂ এর 100 mL দ্রবণ যোগ করা হল। AgBr এর অধঃক্ষেপ তৈরি হবে কিনা? (AgBr এর $K_{sp} = 5 \times 10^{-13}$)



মিশ্রণে

$$n_{\text{AgCl}} = V \times S = 10^{-6} \text{ mol}$$

$$n_{\text{CaBr}_2} = V \times S = 3 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{মোট আয়তন} = 100 + 100 = 200 \text{ mL}$$

STEP
1

PROBLEMS

- 25°C তাপমাত্রায় AgCl এর 100mL $10^{-5} M$ দ্রবণের সাথে 0.03M $CaBr_2$ এর 100 mL দ্রবণ যোগ করা হল। AgBr এর অধঃক্ষেপ তৈরি হবে কিনা? (AgBr এর $K_{sp} = 5 \times 10^{-13}$)



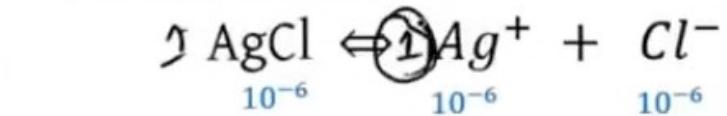
মিশ্রণে

$$n_{AgCl} = V \times S = 10^{-6} mol$$

$$n_{CaBr_2} = V \times S = 3 \times 10^{-3} mol$$

$$\text{মোট আয়তন} = 100 + 100 = 200 \text{ mL}$$

মিশ্রণে Ag^+ এর পরিমাণঃ



$$\therefore n_{Ag^+} = 10^{-6} mol$$

মিশ্রণে Br^- এর পরিমাণঃ

$$\frac{n_{Ag^+}}{n_{AgCl}} = \frac{\cancel{1}}{\cancel{1}}$$

$$\Rightarrow \cancel{n_{Ag^+}} = n_{AgCl} = 10^{-6}$$

PROBLEMS

- 25°C তাপমাত্রায় AgCl এর 100mL $10^{-5}M$ দ্রবণের সাথে 0.03M CaBr₂ এর 100 mL দ্রবণ যোগ করা হল। AgBr এর অধঃক্ষেপ তৈরি হবে কিনা? (AgBr এর $K_{sp} = 5 \times 10^{-13}$)

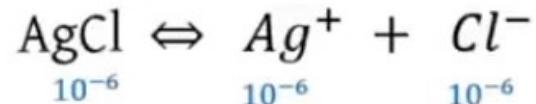


$$n_{\text{AgCl}} = V \times S = 10^{-6} \text{ mol}$$

$$n_{\text{CaBr}_2} = V \times S = 3 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{মোট আয়তন} = 100 + 100 = 200 \text{ mL}$$

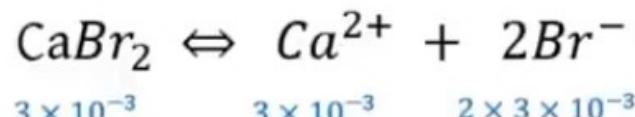
মিশ্রণে Ag^+ এর পরিমাণঃ



$$\therefore n_{\text{Ag}^+} = 10^{-6} \text{ mol}$$

$$\therefore [\text{Ag}^+] = \frac{n}{V} = \frac{10^{-6}}{(200 \div 1000)} = 5 \times 10^{-6} M$$

মিশ্রণে Br^- এর পরিমাণঃ



$$\therefore n_{\text{Br}^-} = 6 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\therefore [\text{Br}^-] = \frac{n}{V} = \frac{6 \times 10^{-3}}{(200 \div 1000)} = 0.03 M$$

AgBr এর জন্যে,



$$\text{ঘনমাত্রাঃ} \quad \quad \quad 5 \times 10^{-6} \quad \quad \quad 0.03$$

$$\therefore K_{ip} = [\text{Ag}^+]^1 [\text{Br}^-]^1$$

$$\therefore K_{ip} = (5 \times 10^{-6})^1 (0.03)^1$$

$$\therefore K_{ip} = 1.5 \times 10^{-7}$$

যেহেতু, AgBr এর $K_{ip} > K_{sp}$

\therefore AgBr এর অধঃক্ষেপ পড়বে

PROBLEMS

- 25°C তাপমাত্রায় NaOH এর 40mL 0.05 M দ্রবণের সাথে 6×10^{-4} M ZnSO₄ এর 50 mL দ্রবণ যোগ করা হল। কোনো অধঃক্ষেপ তৈরি হবে কিনা? (Zn(OH)₂ এর $K_{sp} = 1 \times 10^{-17}$)

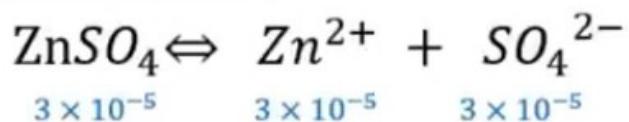


মিশ্রণে
 $n_{NaOH} = V \times S = 2 \times 10^{-3} mol$

$n_{ZnSO_4} = V \times S = 3 \times 10^{-5} mol$

মোট আয়তন = 40+50 = 90mL

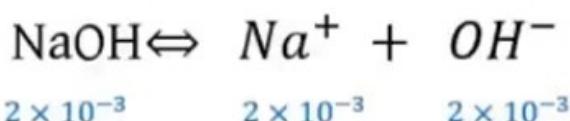
মিশ্রণে Zn²⁺ এর পরিমাণঃ



$$\therefore n_{Zn^{2+}} = 3 \times 10^{-5} mol$$

$$\therefore [Zn^{2+}] = \frac{n}{V} = \frac{3 \times 10^{-5}}{(90 \div 1000)} = 3.33 \times 10^{-4} M$$

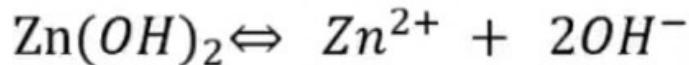
মিশ্রণে OH⁻ এর পরিমাণঃ



$$\therefore n_{OH^-} = 2 \times 10^{-3} mol$$

$$\therefore [OH^-] = \frac{n}{V} = \frac{2 \times 10^{-3}}{(90 \div 1000)} = 0.022 M$$

Zn(OH)₂ এর জন্যে,



$$\text{ঘনমাত্রাঃ} \quad \quad \quad 3.33 \times 10^{-4} \quad \quad \quad 0.022$$

$$\therefore K_{ip} = [Zn^{2+}]^1 [OH^-]^2$$

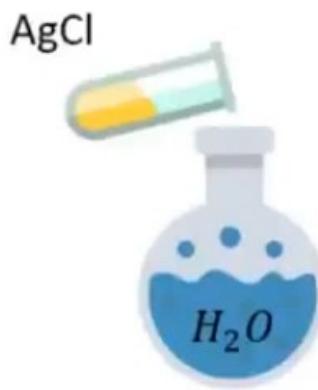
$$\therefore K_{ip} = (3.33 \times 10^{-4})^1 (0.022)^2$$

$$\therefore K_{ip} = 1.61 \times 10^{-7}$$

যেহেতু, Zn(OH)₂ এর $K_{ip} > K_{sp}$

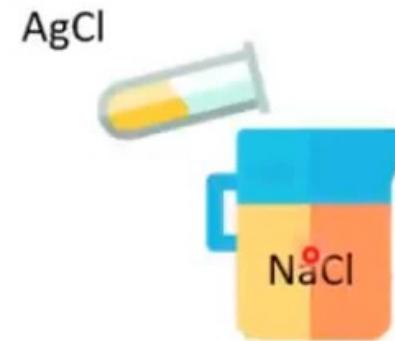
\therefore Zn(OH)₂ এর অধঃক্ষেপ পড়বে

সমায়ন প্রভাব (COMMON ION EFFECT)



AgCl এর পানিতে দ্রব্যতা S

অর্থাৎ পানির 1 L এ AgCl এর S মোল পরিমাণ দ্রব নিলে
সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরি হয়



AgCl এর NaCl দ্রব্যতা S'

অর্থাৎ NaCl এর 1 L এ AgCl এর S' মোল পরিমাণ দ্রব নিলে
সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরি হয়

S > S'

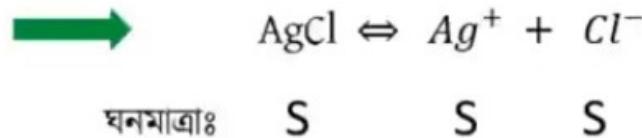
কেননা NaCl এ আগে থেকেই কিছু Cl⁻ থাকায় নতুন Cl⁻ তথা AgCl নেবার প্রবণতা কম থাকবে। এই
প্রভাবকে সমায়ন প্রভাব বলে

কিন্তু উভয়ক্ষেত্রেই কিন্তু দ্রব্যতা গুণফল অর্থাৎ K_{sp} একই থাকে

এখানে অবশ্যই,

PROBLEMS

- পানিতে AgCl এর দ্রাব্যতা $1.3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ হলে, 0.5M NaCl দ্রবণে AgCl এর দ্রাব্যতা কত?



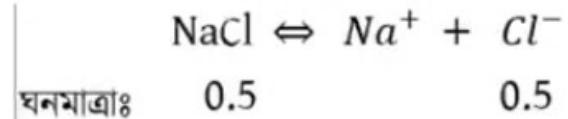
$$K_{sp} = [\text{Ag}^+]^1 [\text{Cl}^-]^1$$

$$\rightarrow K_{sp} = (1S)^1 (1S)^1$$

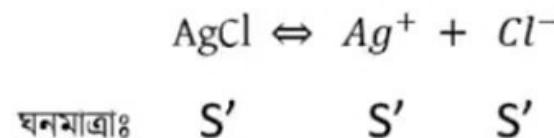
$$\rightarrow K_{sp} = S^2$$

$$\rightarrow K_{sp} = (1.3 \times 10^{-5})^2$$

$$\rightarrow K_{sp} = 1.6 \times 10^{-10} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$$



0.5M NaCl দ্রবণে AgCl এর দ্রাব্যতা S' হলে,



$$K_{sp} = [\text{Ag}^+]^1 [\text{Cl}^-]^1$$

$$\rightarrow K_{sp} = (1S')^1 (1S' + 0.5)^1 \quad (\text{যেহেতু পাত্রে আগেই } 0.5\text{M} \text{ এর Cl ছিল})$$

$$\rightarrow 1.6 \times 10^{-10} = (1S')^1 (1S' + 0.5)^1$$

$$\rightarrow S' = 3.199 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$$