# QUICKY LEARN

CS CamScanner

# ৩য় অধ্যায়

## পদার্থের গঠন

### ⊛ মৌলিক পদার্থঃ-

যেসকল পদার্থকে ভাঙলে বা রাসায়নিকভাবে বিশ্লেষণ করলে উক্ত পদার্থ ভিন্ন অন্যকোনো পদার্থ পাওয়া যায় না তাকে মৌলিক পদার্থ বলে। এ পর্যন্ত আবিস্কৃত মৌলিক পদার্থের সংখ্যা ১১৮ টি। এর মধ্যে প্রকৃতিতে পাওয়া যায় ৯৮টি মৌল।

⊛ আমাদের শরীরে ২৬ ধরনের ভিন্ন ভিন্ন মৌল রয়েছে।

### ⊛ যৌগিক পদার্থঃ-

যেসকল পদার্থকে ভাঙলে বা রাসায়নিকভাবে বিশ্লেষণ করলে দুই বা ততোধিক মৌলিক পদার্থ পাওয়া যায়- তাকে যৌগিক পদার্থ বলে। যৌগিক পদার্থের সংখ্যা অসংখ্য।

### ⊛ পরমাণুঃ

পরম + অণু ⟶ পরমাণু → অত্যন্ত ক্ষুদ্র

পরম → অত্যন্ত

অণু → ক্ষুদ্র

⊛ মৌলিক পদার্থের ক্ষুদ্রতম কণা যার মধ্যে উক্ত মৌলের

CS CamScanner

গুণাগুন বিদ্যমান থাকে। তাকে পরমাণু বলে। পরমাণুর সংখ্যা ১১৮ রকম।

⊛ **অণু:-**

দুই বা ততোধিক পরমাণু পরস্পরের সাথে রাসায়নিক বন্ধনের মাধ্যমে যুক্ত থাকলে তাকে অণু বলে।

আবার,

মৌলিক বা যৌগিক পদার্থের ক্ষুদ্রতম কণাকে অণু বলে।

⊛ অণু ২ প্রকার। যথা: (i) মৌলিক অণু: $H_2$, $O_2$, $O_3$, $P_4$, $S_8$.

(ii) যৌগিক অণু: $H_2O$, $H_2S$, $N_2O$, NaCl.

⊛ $P_4$ ⟶ শ্বেত ফসফরাস।

⊛ $P_n$ ⟶ লোহিত ফসফরাস।

⊛ শেষে $-COOH$ থাকলে তাকে "কার্বলিক এসিড / দুর্বল এসিড / জৈব এসিড" বলে।

⊛ R ⟶ অ্যালকাইল মূলক।

⊛ RH ⟶ অ্যালকেন।

CamScanner

✲ মৌলিক ও যৌগিক পদার্থের মধ্যে পার্থক্যঃ-

| মৌলিক পদার্থ | যৌগিক পদার্থ |
|---|---|
| ১. যেসকল পদার্থকে ভাঙলে বা রাসায়নিকভাবে বিশ্লেষণ করলে উক্ত পদার্থ ভিন্ন অন্য কোনো পদার্থ পাওয়া যায় না তাকে মৌলিক পদার্থ বলে। | ১. যেসকল পদার্থকে ভাঙলে বা রাসায়নিকভাবে বিশ্লেষণ করলে দুই বা ততোধিক মৌলিক পদার্থ পাওয়া যায় তাকে যৌগিক পদার্থ বলে। |
| ২. মৌলিক পদার্থের একক হলো পরমাণু। | ২. যৌগিক পদার্থের একক হলো অণু। |
| ৩. মৌলিক পদার্থ ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন দিয়ে গঠিত। | ৩. যৌগিক পদার্থ দুই বা ততোধিক মৌলিক পদার্থ দিয়ে গঠিত। |
| ৪. মৌলিক পদার্থের সংখ্যা সীমিত। | ৪. যৌগিক পদার্থের সংখ্যা অসীম হিসেবে বিবেচনা করা হয়। |
| ৫. মৌলিক পদার্থের উদাহরণঃ কার্বন, হাইড্রোজেন, লৌহ ইত্যাদি। | ৫. যৌগিক পদার্থের উদাহরণঃ পানি, এসিড, লবণ ইত্যাদি। |

CS CamScanner

❋ **প্রতীকঃ** কোনো মৌলের ইংরেজি বা ল্যাটিন নামের সংক্ষিপ্ত রূপকে প্রতীক বলে।

❋ **প্রতীক লেখার নিয়মঃ**

① কোনো মৌলের ইংরেজি নামের প্রথম অক্ষরকে Capital letter - এ লিখে মৌলের প্রতীক প্রকাশ করা হয়। যেমনঃ

হাইড্রোজেনের প্রতীক → H
অক্সিজেনের প্রতীক → O
নাইট্রোজেনের প্রতীক → N

② যখন দুই বা ততোধিক মৌলের ইংরেজি নামের প্রথম অক্ষর একই হয় তখন একটি মৌলের প্রতীক হিসেবে আদ্যক্ষর ব্যবহার করা হয় এবং অপর মৌলের জন্য ওই প্রথম অক্ষরের সাথে উল্লেখযোগ্যরূপে উচ্চারিত অপর একটি ইংরেজি ছোট অক্ষর যোগ করে মৌলের প্রতীক নির্ধারণ করা হয়। যেমনঃ

| | |
|---|---|
| বোরন → B | কার্বন → C |
| বেরিলিয়াম → Be | ক্যালসিয়াম → Ca |
| বেরিয়াম → Ba | ক্যাডমিয়াম → Cd |
| বিসমাথ → Bi | ক্লোরিন → Cl |

CS CamScanner

ব্রোমিন → Br | কোবাল্ট → Co
বার্কেলিয়াম → Bk. | সিরিয়াম → Ce.

③ কয়েকটি মৌলের প্রতীক তাদের ল্যাটিন (১০), আরবি (২) এবং জার্মান (১) থেকে নেওয়া হয়েছে।

| বাংলা | ইংরেজি | ল্যাটিন | |
|---|---|---|---|
| ১। সোডিয়াম | Sodium | Natrium | Na |
| ২। পটাশিয়াম | Potassium | Kalium | K |
| ৩। লোহা | Iron | Ferrum | Fe |
| ৪। তামা | Copper | Cuprum | Cu |
| ৫। রূপা | Silver | Argentum | Ag |
| ৬। টিন | Tin | Stannum | Sn |
| ৭। অ্যান্টিমনি | Antimony | Stibium | Sb |
| ৮। সোনা | Gold | Aurum | Au |
| ৯। পারদ | Mercury | Hydrargyrum | Hg |
| ১০। সীসা | Lead | Plumbum | Pb. |

④ জার্মানঃ

১। টাংস্টেন → Tungsten → Wolfram → W.

CamScanner

⑪ আরবীঃ-

১। ফার্সি বোরন ⟶ Borron ⟶ B.

২। জিরকোনিয়াম ⟶ Zirconium ⟶ Zr.

※ -COOH ⟶ কার্বক্সিল এসিড / দুর্বল এসিড / জৈব এসিড ⟶ -COOH শেষে থাকলে।

※ R ⟶ অ্যালকাইল মূলক / RH ⟶ অ্যালকেন।

※ জন ডাল্টনের পরমাণুবাদের স্বীকার্যসমূহঃ-

(i) প্রত্যেক পদার্থ পরমাণু নামক অসংখ্য অতিক্ষুদ্র কণা দ্বারা গঠিত। ডাল্টন যৌগের ক্ষুদ্রতম কণিকার নাম দেন "যৌগ পরমাণু (Compound atom)" এবং মৌলের ক্ষুদ্রতম কণিকার নাম দেন "সরল পরমাণু (Simple atom)"

(ii) একই পদার্থের সকল পরমাণুর ধর্ম ও ভর অভিন্ন।

(iii) ভিন্ন ভিন্ন পরমাণুর ধর্ম ও ভর বিভিন্ন।

(iv) পরমাণুসমূহ অবিভাজ্য, তাদের সৃষ্টি বা ধ্বংস নেই।

(v) দুই বা ততোধিক পদার্থের পরমাণুর সংযোগে নতুন পদার্থ সৃষ্টি হয়। এ সংযোগ পূর্ণ সংখ্যার নির্দিষ্ট সরল অনুপাতে হতে হয়।

(vi) পরমাণুসমূহ সরাসরি রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে।

(vii) রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে কোনো পরমাণু ধ্বংস বা নতুন কোনো পরমাণু

CamScanner

সৃষ্টি হয় না। শুধু তাদের মধ্যকার সংযোগ প্রকৃতির পরিবর্তন ঘটে।

## সীমাবদ্ধতাঃ

এ কথা অনস্বীকার্য যে ডাল্টনের পরমাণুবাদই আধুনিক রসায়নের ভিত্তি তবে এ তত্ত্বে কিছু ত্রুটি রয়েছে।

(i) ডাল্টনের মতবাদে মৌলিক ও যৌগিক পদার্থের ক্ষুদ্রতম কণাসমূহের মধ্যে কোনো পার্থক্য দেখানো হয়নি। ক্ষুদ্রাকার মৌলিক পদার্থের ক্ষেত্রে "সরল পরমাণু" এবং যৌগিক পদার্থের ক্ষেত্রে "যৌগিক পরমাণু" এর কথা বলা হয়েছে।

(ii) ডাল্টনের মতে পরমাণু ক্ষুদ্রতম কণা এবং অবিভাজ্য। আধুনিক গবেষণায় জানা গেছে – পরমাণু বিভাজ্য এবং পরমাণুকে ভাঙলে $e^-$, $p$ ও $n$ পাওয়া যায়।

(iii) ডাল্টনের মতে একই মৌলের পরমাণুসমূহের ভর এবং ধর্ম অভিন্ন। জানা গেছে – একই মৌলের বিভিন্ন ভরের পরমাণু রয়েছে যাদের আইসোটোপ বলে।

## রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলঃ-

আলফা কণা বিচ্ছুরণ পরীক্ষার সিদ্ধান্তের উপর ভিত্তি করে রাদারফোর্ড পরমাণুর গঠন সম্পর্কে একটি মডেল প্রদান করেন। রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল নিম্নরূপঃ-

① পরমাণুর কেন্দ্রস্থলে একটি ভারী বস্তু বিদ্যমান। এই ভারী বস্তুকে পরমাণুর কেন্দ্র বা নিউক্লিয়াস বলা হয়। পরমাণুর মোট আয়তনের তুলনায় নিউক্লিয়াসের আয়তন অতি নগণ্য। নিউক্লিয়াসে পরমাণুর সমস্ত ধনাত্মক চার্জ ও প্রায় সমস্ত ভর কেন্দ্রীভূত।

## রাদারফোর্ডের আলফা কণা বিচ্ছুরণ পরীক্ষাঃ

ইলেকট্রন ও প্রোটন আবিষ্কারের পর পরমাণুর গঠন সম্পর্কে বিভিন্ন বিজ্ঞানী বিভিন্ন আকৃতির ধারণা করেন। এ সম্পর্কে নিশ্চিত প্রমাণ লাভের উদ্দেশ্যে রাদারফোর্ড একটি পরীক্ষা করেন। তার কিছুদিন পূর্বেই আবিষ্কৃত হয় যে, কিছু কিছু মৌল থেকে অনবরত তেজস্ক্রিয় রশ্মি বা কণা নির্গত হয়। এ ধরনের একটি কণা হচ্ছে আলফা (α) কণা। পরবর্তীতে জানা যায়, হিলিয়াম পরমাণু হতে ২টি $e^-$ সরিয়ে নিলে যা হয় তাই আলফা কণা অর্থাৎ, (α) কণা হচ্ছে দ্বি-ধনাত্মক হিলিয়াম পরমাণু ($He^{++}$) এবং আলফা কণার প্রচণ্ড গতি থাকে।

※ **পরীক্ষার বর্ণনাঃ** রাদারফোর্ড প্রচণ্ড গতিসম্পন্ন আলফা কণাসমূহকে একটি পাতলা সোনার পাতের (0.0004 cm) উপর নিক্ষেপ করেন। সোনার পাতের পিছনে জিংক সালফাইড আবৃত একটি গোলাকার পর্দা রাখেন।

**পর্যবেক্ষণঃ**

(i) প্রায় 99% আলফা কণাই এ পাত ভেদ করে সোজাসুজি চলে যায়। ZnS পদার্থকে দীপ্তিমান বা আলোকিত করে।

(ii) কয়েকটি আলফা কণা, তাদের গতিপথ থেকে সামান্য বেঁকে যায়।

(iii) খুব কম সংখ্যক (α) আলফা কণা (প্রায় 20,000 এর মধ্যে একটি) সোজা বিপরীত দিকে চলে আসে।

**সিদ্ধান্তঃ** এ পরীক্ষা থেকে রাদারফোর্ড নিম্নোক্ত সিদ্ধান্ত গ্রহণ করেন।

(i) পরমাণুর অধিকাংশ স্থানই ফাঁকা। যেহেতু, α কণার তুলনায় $e^-$ কণা-এর ভর অতি নগণ্য। যেহেতু, এই ফাঁকা স্থানে $e^-$

CamScanner

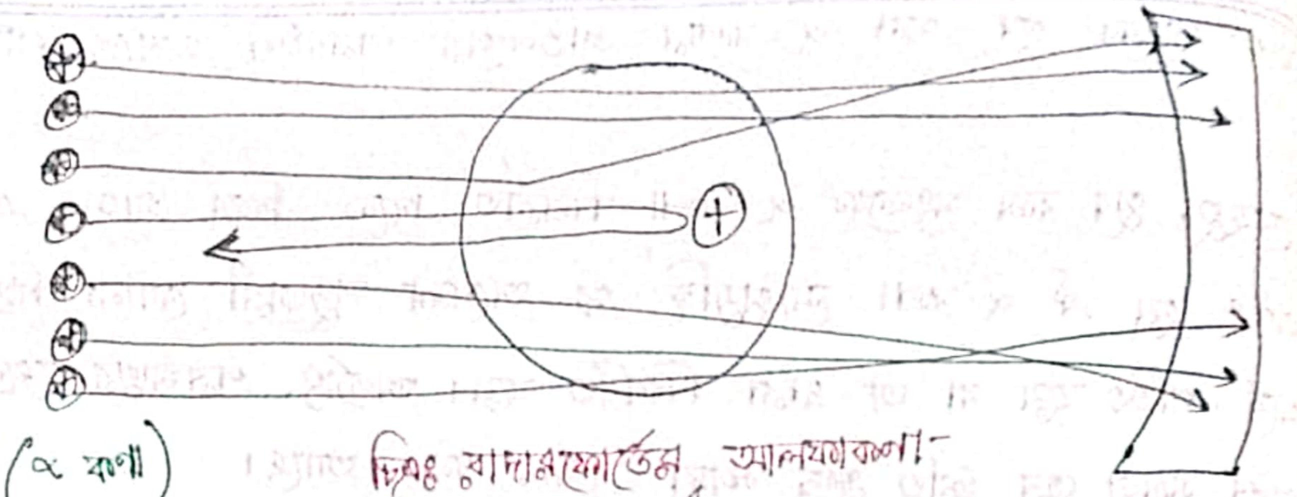
থাকতে পারে। তবে এরা α-কণার গতিপথের পরিবর্তন ঘটাতে পারে না।

(ii) যেহেতু, খুব কম সংখ্যক α কণা বিপরীত দিকে ফিরে আসে। এতে প্রমাণিত হয় ঐ α কণা সোজাসুজি এর অপেক্ষা ভারী কোনো কিছুর সাথে সংঘর্ষে পতিত হয় বা তা দ্বারা বিকর্ষিত হয়। অর্থাৎ, পরমাণুর কেন্দ্রে পরমাণুর সমগ্র ভর অতি ক্ষুদ্র স্থান দখল করে আছে।

(iii) যেহেতু, α কণাসমূহ ধনাত্মক চার্জযুক্ত এবং এক্ষেত্রে বিকর্ষিত হয়। সেহেতু পরমাণুর কেন্দ্রও ধনাত্মক চার্জযুক্ত হবে। তিনি ভারী ও ধনাত্মক চার্জযুক্ত পরমাণু এর কেন্দ্রকে নিউক্লিয়াস নামকরণ করেন।

(iv) আলফা কণার গতিপথের পরিবর্তন হিসাব করে দেখান যে, পরমাণুর নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক চার্জের পরিমাণ মৌলের পারমাণবিক সংখ্যার সমান।

(v) পরমাণুর আকার (ব্যাস $1 \times 10^{-8}$ cm) এর তুলনায় নিউক্লিয়াসের আকার (ব্যাস $1 \times 10^{-12}$ বা $1 \times 10^{-13}$ cm) খুবই ছোট। একটি পরমাণু নিউক্লিয়াসের চেয়ে 10 হাজার থেকে 1 লক্ষগুণ বড়।




(α কণা) চিত্রঃ রাদারফোর্ডের আলফাকণা বিচ্ছুরণ পরীক্ষা

(ক) আলফা কণা ধনাত্মক।
(খ) বিটা কণা ঋণাত্মক।
(গ) গামা কণা নিরপেক্ষ চার্জযুক্ত।

(ঘ) **পরমাণু মডেলঃ** 1897 – 1932 খ্রিষ্টাব্দ পর্যন্ত বিভিন্ন বিজ্ঞানী পরমাণুর উপর পরীক্ষা – নিরীক্ষা থেকে প্রাপ্ত তথ্য থেকে পরমাণুর গঠন সম্পর্কে যে মতবাদ উপস্থাপন করেন তা "পরমাণু মডেল" নামে পরিচিত। যেমনঃ-

(i) থমসন plum-pudding পরমাণু মডেল (1898)
(ii) রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল (1911)
(iii) বোর পরমাণু মডেল (1913)
(iv) বোর সমারফিল্ড পরমাণু মডেল (1916)
(v) তরঙ্গ বলবিদ্যা পরমাণু মডেল (1924).

(ক) 1924 খ্রিষ্টাব্দে লুই দ্য ব্রগলি কর্তৃক এই তরঙ্গ বলবিদ্যা মডেল প্রস্তাবিত হয়।

CamScanner

## ❀ রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলঃ (1911 সালে)

আলফা কণা বিচ্ছুরণ পরীক্ষার সিদ্ধান্তের উপর ভিত্তি করে বিজ্ঞানী রাদারফোর্ড পরমাণুর গঠন সম্পর্কে একটি মডেল প্রদান করেন। রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল নিম্নরূপঃ-

(I) পরমাণুর কেন্দ্রস্থলে একটি ভারী বস্তু বিদ্যমান। এই ভারী বস্তুকে পরমাণুর কেন্দ্র বা নিউক্লিয়াস বলা হয়। পরমাণুর মোট আয়তনের তুলনায় নিউক্লিয়াসের আয়তন অতি নগন্য। নিউক্লিয়াসে পরমাণুর সমস্ত ধনাত্মক চার্জ ও প্রায় সমস্ত ভর কেন্দ্রীভূত।

(II) পরমাণু বিদ্যুৎ নিরপেক্ষ। অতএব, নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক চার্জ সংখ্যার সমান সংখ্যক ঋণাত্মক চার্জযুক্ত e- পরমাণুর নিউক্লিয়াসকে পরিবেষ্টিত করে রাখে।

(III) নিউক্লিয়াস অত্যন্ত ক্ষুদ্র এবং পরমাণুর ভেতর বেশিরভাগ জায়গা ফাঁকা।

(IV) সৌরজগতে সূর্যকে কেন্দ্র করে বিভিন্ন কক্ষপথে যেমন গ্রহগুলো ঘুরে- ঠিক তেমনি নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে বিভিন্ন কক্ষপথে (e-) গুলো ঘুরছে। কোনো পরমাণুর নিউক্লিয়াসে যে কয়টি প্রোটন থাকে, নিউক্লিয়াসের বাইরে সেই কয়টি ইলেক্ট্রন থাকে। যেহেতু, প্রোটন এবং ইলেকট্রনের চার্জ একে অপরের সমান ও বিপরীত চিহ্নের। তাই পরমাণু সামগ্রিকভাবে- চার্জশূন্য।

(v) ধনাত্মক চার্জবাহী নিউক্লিয়াসের প্রতি ঋণাত্মক চার্জবাহী ইলেকট্রন এক ধরনের আকর্ষণ বল অনুভব করে। ধনাত্মক আধানবিশিষ্ট নিউক্লিয়াস এবং ঋণাত্মক আধানবিশিষ্ট e- সমূহের পারস্পরিক স্থিরবৈদ্যুতিক আকর্ষণজনিত কেন্দ্রমুখী বল এবং ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের কেন্দ্র - বহির্মুখী বল পরস্পর সমান।

(*) রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলকে সৌরজগতের সাথে তুলনা করা হয় বলে এ মডেলটিকে সোলার সিস্টেম মডেল বা সৌর মডেল বলে। আবার, এ মডেলের মাধ্যমে বিজ্ঞানী রাদারফোর্ড সর্বপ্রথম নিউক্লিয়াস সম্পর্কে ধারণা দেন তাই এ মডেলকে নিউক্লিয়ার মডেলও বলে।

## * রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতাঃ

রাদারফোর্ডই সর্বপ্রথম নিউক্লিয়াস এবং ইলেকট্রনের কক্ষপথ সম্পর্কে ধারণা দেন। তিনিই সর্বপ্রথম একটি গ্রহণযোগ্য পরমাণু মডেল প্রদান করলেও তার পরমাণু মডেলে কিছু সীমাবদ্ধতা ছিল। সেগুলো হলোঃ

(i) এই মডেল ইলেকট্রনের কক্ষপথের আকার ও আকৃতি ~~সম্বন্ধে~~ সম্বন্ধে কোনো ধারণা দিতে পারেন নি।

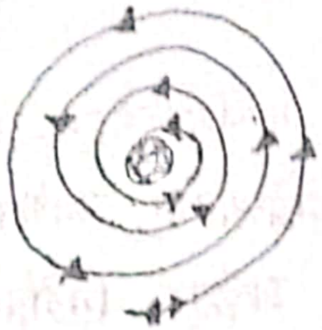
(ii) সৌরজগতের সূর্য এবং গ্রহগুলোর সামগ্রিকভাবে কোনো আধান বা চার্জ নেই। কিন্তু পরমাণুর e⁻ এবং নিউক্লিয়াসের আধান বা চার্জ আছে। কাজেই চার্জহীন সূর্য এবং গ্রহগুলোর সাথে চার্জযুক্ত নিউক্লিয়াস এবং e⁻-এর তুলনা করা হয়েছে। কাজেই চার্জহীন বস্তুর সাথে চার্জযুক্ত বস্তুর তুলনা করা সঠিক নয়।

(iii) একের অধিক ইলেকট্রনবিশিষ্ট পরমাণুতে ইলেকট্রনগুলো কীভাবে নিউক্লিয়াসকে ঘিরে পরিভ্রমণ করছে তার কোনো ধারণা এ মডেলে দেওয়া হয় নি।

(iv) ম্যাক্সওয়েলের তত্ত্বানুসারে ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে ঘূর্ণনের সময় ক্রমাগত শক্তি হারাতে থাকবে। ফলে e⁻ এর ঘূর্ণন পথও ছোট হতে থাকবে এবং একসময় সেটি নিউক্লিয়াসের উপর পতিত হবে। অর্থাৎ পরমাণুর অস্তিত্ব বিলুপ্ত হবে বা পরমাণু স্থায়ী হবে না। কিন্তু প্রকৃতিতে সেটা ঘটে না। অর্থাৎ, ম্যাক্সওয়েলের তত্ত্বানুসারে রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল সঠিক নয়।

CamScanner

৬ পরমাণুর কক্ষপথ সম্পর্কে কোনো সুষ্ঠু ব্যাখ্যা এ মডেল দিতে পারে নি।



বি নিউক্লিয়াস থেকে ইলেকট্রন যত দূরে থাকবে ইলেকট্রনের শক্তি ত বেশি হবে।

$n\lambda = v$ (শব্দের বেগ)

$\lambda$ = তরঙ্গ দৈর্ঘ্য

$c = \upsilon\lambda$

$E = h\nu$ [$h$ = প্লাঙ্কের ধ্রুবক]

$\nu$ = কম্পাঙ্ক

- মহাজাগতিক রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য → $< 0.00005$ nm
- গামা রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য → $0.0005 - 0.15$ nm
- রঞ্জন রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য → $0.01 - 10$ nm.
- অতিবেগুনী রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য → $< 380$ nm.
- দৃশ্যমান রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য → $380 - 700$ nm.
- অবলোহিত রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য → $> 700$ nm.
- রেডিও ও টেলিভিশন রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য → $> 2.2 \times 10^5$ nm

বি ① $1\ nm = 10^{-9}\ m$.

## ⊛ বোরের পরমাণু মডেলের সূত্রপাত:-

রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতা এবং ত্রুটি দূর করার লক্ষ্যে- বিজ্ঞানী Niels Bohr (1913) খ্রিস্টাব্দে পরমাণুর গঠন সম্পর্কে তার- নিজস্ব মতবাদ উপস্থাপন করেন যা বোরের পরমাণু মডেল নামে পরিচিত। আলোর বিকিরণ ও বর্ণালী বিষয়ক ম্যাক্সপ্লাঙ্কের কোয়ান্টাম তত্ত্বের উপর ভিত্তি করে বোরের পরমাণু মডেল প্রতিষ্ঠিত।

ম্যাক্সপ্লাঙ্কের কোয়ান্টাম তত্ত্ব অনুসারে — কোনো বস্তু বিচ্ছিন্নভাবে এবং নির্দিষ্ট পরিমাণ বা তার সরল গুণিতক শক্তি শোষণ করে। শক্তির এ নির্দিষ্ট একক পরিমাণকে কোয়ান্টাম বলে।

বিজ্ঞানী আইনস্টাইন পরবর্তীকালে এই কোয়ান্টাম বা শক্তি নির্দিষ্ট একক প্যাকেটকে গুচ্ছাকার কণা হিসেবে উল্লেখ করেন এবং নাম দেন ফোটন (Photon)। প্রতিটি ফোটন কণা বা আলোর একক কোয়ান্টাম শক্তির পরিমাণ (E) হচ্ছে ঐ নির্দিষ্ট আলোর বিকিরিত রশ্মির কম্পাঙ্কের সমানুপাতিক। অর্থাৎ, $E \propto \nu$

$\therefore E = h\nu$

↓ কম্পাঙ্ক

এখানে, $h$ = প্লাঙ্কের ধ্রুবক

$h = 6.626 \times 10^{-34}$ Js

বা, $h = 6.626 \times 10^{-34}\ m^2 kg s^{-1}$

(খ) কম্পাঙ্ক $f = \frac{1}{T}$ ।

## (ক) বোরের পরমাণু মডেলঃ-

① শক্তিস্তরঃ- পরমাণুতে যে অসংখ্য ইলেকট্রন থাকে সেগুলো নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে ইচ্ছামত যেকোনো কক্ষপথে ঘুরতে পারে না। নির্দিষ্ট ব্যাসার্ধের কক্ষগুলো অনুমোদিত বৃত্তাকার কক্ষপথে ঘুরে। এই নির্দিষ্ট ব্যাসার্ধের অনুমোদিত বৃত্তাকার কক্ষপথগুলোকে প্রধান কক্ষপথ / প্রধান শক্তিস্তর / স্থির কক্ষপথ / অরবিট / শেল বলে। স্থির কক্ষপথে ঘুরার সময় ইলেকট্রনগুলো কোনোরূপ শক্তি শোষণ বা বিকিরণ করে না। স্থির কক্ষপথগুলোকে (n) দ্বারা প্রকাশ করা হয়। ($n = 1,$ $3, 4, 5$) ইত্যাদি।

$n = 1$ হলে K শেল, $n = 2$ হলে L শেল, $n = 3$ হলে M শেল, $n = 4$ হলে N শেল, $n = 5$ হলে O শেল ইত্যাদি

(খ) কৌণিক ভরবেগঃ ইলেকট্রনসমূহ শুধুমাত্র সেই সমস্ত কক্ষপথে আবর্তন করবে যেখানে এর কৌণিক ভরবেগ $\frac{h}{2\pi}$ এর সরলগুণিতক হবে। অর্থাৎ, কোনো একটি কক্ষপথে বিচরণকালে ইলেকট্রনের কৌণিক

আবেগ —

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

এখানে,
n = কক্ষপথের সংখ্যা (1, 2, 3, 4 ....)
v = ইলেকট্রনের বেগ
r = শক্তিস্তরের ব্যাসার্ধ

h = প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক ($6.626 \times 10^{-34}$ Js)

$\pi = 3.1416$

m = e এর ভর ($9.11 \times 10^{-31}$ kg)

## (iii) শক্তি বিকিরণঃ

ইলেকট্রন একটি শক্তিস্তরে অবস্থান করার সময় কোনোরূপ শক্তি শোষণ বা বিকিরণ করে না। সাধারণ / স্বাভাবিক অবস্থায় ইলেকট্রন এক শক্তিস্তর থেকে অন্য শক্তিস্তরে যেতে পারে না। তবে উত্তেজিত অবস্থায় লাফিয়ে একস্তর থেকে অন্যস্তরে যেতে পারে। আর এজন্য ইলেকট্রন শক্তি শোষণ বা বিকিরণ করে। ইলেকট্রন শক্তি শোষণ করে উত্তেজিত হয় এবং লাফিয়ে নিম্নস্তর থেকে উচ্চস্তরে অবস্থান গ্রহণ করে। বিপরীতক্রমে, উচ্চশক্তিস্তর থেকে লাফিয়ে নিম্নশক্তিস্তরে অবতরণ করলে শক্তির বিকিরণ ঘটে। শোষিত বা বিকিরিত

শক্তি — $E = h\nu$

$= h\frac{c}{\lambda}$ $\left[\nu = \frac{c}{\lambda}\right.$

λ = ল্যামডা

$$\therefore E = \frac{hc}{\lambda}$$

h = প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক
c = আলোর বেগ
λ = তরঙ্গদৈর্ঘ্য

বৃত্তাকার কক্ষপথেই নয় উপবৃত্তাকার কক্ষপথেই ঘুরে।

## * বোরের পরমাণু মডেলের সাফল্যঃ-

(i) রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল অনুসারে সৌরজগতে সূর্যকে কেন্দ্র করে গ্রহ-উপগ্রহগুলো যেমন ঘুরছে পরমাণুতে ইলেকট্রনগুলোও তেমন নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে ঘুরছে। এখানে ইলেকট্রনের শক্তিস্তরের আকার সম্পর্কে কোনো কথা বলা হয়নি কিন্তু বোরের পারমাণবিক মডেল। মডেলে পরমাণুর শক্তিস্তরের আকার বৃত্তাকার বলা হয়েছে।

(ii) রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলে পরমাণু শক্তি শোষণ করলে পরমাণুর গঠনে কী ধরনের পরিবর্তন ঘটে সে কথা বলা হয়নি কিন্তু বোর পরমাণু মডেলে বলা হয়েছে পরমাণু শক্তি শোষণ করলে ইলেকট্রন নিম্ন শক্তিস্তর থেকে উচ্চ শক্তিস্তরে ওঠে। আবার, পরমাণু শক্তি বিকিরণ করলে ইলেকট্রন উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তরে নেমে আসে।

(iii) ~~রাদারফোর্ড~~ রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল অনুসারে কোনো মৌলের পারমাণবিক বর্ণালী ব্যাখ্যা করা যায় না কিন্তু বোরের পরমাণু মডেল অনুসারে এক ইলেকট্রন বিশিষ্ট পরমাণু হাইড্রোজেন (H) এর বর্ণালী ব্যাখ্যা করা যায়।

CamScanner

(ক) রাদারফোর্ড ও বোর মডেলের মধ্যে কোনটির গ্রহণযোগ্যতা বেশি?

⇒ বোরের পরমাণু মডেলের অন্যতম প্রধান সাফল্য হচ্ছে কক্ষপথের আকার, হাইড্রোজেন পরমাণুর বর্ণালী ব্যাখ্যা, ইলেকট্রনের শক্তি শোষণ বা বিকিরণের ধারণা দেওয়া। রাদারফোর্ডের সৌর মডেলের প্রধান ভিত্তি ছিলো সৌরজগতের সাথে পরমাণু অভ্যন্তরীণ বিন্যাসের তুলনা যা ম্যাক্সওয়েলের তত্ত্বানুসারে পরবর্তীতে মিথ্যা প্রমাণিত হয়। বোরের মডেলের যদিও অনেক সীমাবদ্ধতা আছে, কিন্তু সৌরমডেলের কিছু ত্রুটি দূর করতে পেরেছিল। তাই এই দুই মডেলের মধ্যে বোরের পরমাণু মডেল অধিক গ্রহণযোগ্য।

## ✳ কোয়ান্টাম সংখ্যা:

পরমাণুতে অবস্থিত ইলেকট্রনের কক্ষপথের আকার, আকৃতি, ত্রিমাত্রিক বিন্যাস এবং নিজ অক্ষে ঘূর্ণনের দিক প্রকাশক সংখ্যা সমূহকে কোয়ান্টাম সংখ্যা বলে। পরমাণুতে একটি $e^-$ এর অবস্থান উপস্থাপনের জন্য ৪টি কোয়ান্টাম সংখ্যার প্রয়োজন হয়।

পরমাণুতে ইলেকট্রনের সঠিক অবস্থা ও অবস্থান ব্যাখ্যা করার জন্য ৪টি কাল্পনিক সংখ্যা ব্যবহার করা হয়, এদেরকে কোয়ান্টাম সংখ্যা বলে এবং এই তত্ত্বকে কোয়ান্টাম তত্ত্ব বলে। পরমাণুর নিউক্লিয়াসের চারিদিকে শক্তিস্তর সমূহে বিভিন্ন সংখ্যক ইলেকট্রন থাকতে পারে। যা ভিন্ন ভিন্ন শক্তিস্তরে বিন্যস্ত থাকে। বোরের পরমাণু মডেল অনুযায়ী e⁻ বৃত্তাকার কক্ষপথে ঘুরছে। আর শ্রডিঞ্জারের তরঙ্গ ও কোয়ান্টাম বলবিদ্যা অনুসারে ইলেকট্রন অবস্থানের সর্বাধিক অঞ্চল অরবিটালের আকার, আকৃতি, ত্রিমাত্রিক বিন্যাস বর্ণনা করা হয়েছে।

(i) প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা (Principal Quantum Number).
(ii) সহকারি কোয়ান্টাম সংখ্যা (Subsidiary Quantum Number).
(iii) চুম্বক কোয়ান্টাম সংখ্যা (Magnetic Quantum Number).
(iv) স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা (Spin Quantum Number).

(i) প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যাঃ

বোর পরমাণু মডেল অনুযায়ী পরমাণুর ইলেকট্রনসমূহ নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে নির্দিষ্ট বৃত্তাকার অরবিট বা শক্তিস্তরে আবর্তন করে।

পরমাণুতে ইলেকট্রনসমূহের আবর্ত বা প্রধান শক্তিস্তরসমূহের ক্রমিক সংখ্যাকে প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা বলে।

বোরের পরমাণু মডেল অনুসারে নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে r ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট বিভিন্ন শক্তিস্তরে m ভরের v বেগে ঘূর্ণায়মান $e^-$ এর কৌণিক ভরবেগ, $mvr = \frac{nh}{2\pi}$ ; এখানে h = প্লাংকের ধ্রুবক এবং n = 1, 2, 3 ..... প্রভৃতি পূর্ণসংখ্যা যা শক্তিস্তর নির্দেশ করে। এই সংখ্যাকেই প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা বলে।

পরমাণুতে কোনো একটি ইলেকট্রন কোন প্রধান শক্তিস্তরে থেকে নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে ঘূর্ণায়মান তা যে প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা দ্বারা প্রকাশ করা হয়, তাকে প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা বলে। অর্থাৎ, নিউক্লিয়াস থেকে ইলেকট্রনের দূরত্ব তথা কক্ষপথের ব্যাসার্ধ বা শক্তিস্তরের আকার প্রকাশক সংখ্যাই হলো প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা। প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যাকে K, L, M, N, O প্রভৃতি শেল (Shell) হিসেবে প্রকাশ করা হয়। এদেরকে কক্ষ বা আবর্তও বলে।

যেকোনো প্রধান শক্তিস্তরে সর্বোচ্চ $2n^2$ সংখ্যক $e^-$ থাকতে পারে।

CS CamScanner

$n = 1$ হলে ১ম প্রধান শক্তিস্তর K শেলে সর্বোচ্চ $e^- = 2 \cdot 1^2 = 2$ টি।
$n = 2$ হলে ২য় প্রধান শক্তিস্তর L শেলে সর্বোচ্চ $e^- = 2 \cdot 2^2 = 8$ টি।
$n = 3$ হলে ৩য় প্রধান শক্তিস্তর M শেলে সর্বোচ্চ $e^- = 2 \cdot 3^2 = 18$ টি।
$n = 4$ হলে ৪র্থ প্রধান শক্তিস্তর N শেলে সর্বোচ্চ $e^- = 2 \cdot 4^2 = 32$ টি

অনুরূপভাবে, $n = 5$ হলে O শেল ; $n = 6$ হলে P শেল ; $n = 7$ হলে Q শেল।

প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা →

(i) পরমাণুর আকার (size) নির্দেশ করে।
(ii) কোনো শক্তিস্তরে সর্বোচ্চ $e^-$ ধারণ ক্ষমতা নির্দেশ করে।

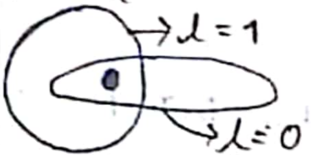
## (ii) সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যাঃ-

পরমাণুর বর্ণালীতে প্রাপ্ত অসংখ্য সূক্ষ্ম রেখাকে ব্যাখ্যা করার জন্য বোরের পরমাণু মডেল সংশোধন করে বিজ্ঞানী সোমারফেল্ড (Sommerfeld) প্রস্তাব করেন যে, ইলেকট্রন বৃত্তাকার কক্ষপথ ছাড়াও উপবৃত্তাকার কক্ষপথে আবর্তিত হয়। উপবৃত্তাকার কক্ষপথগুলোকে সহকারী বা অ্যাজিমুথাল কোয়ান্টাম সংখ্যা দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এবং $l$ দ্বারা সূচিত করা হয়। একে উপশক্তিস্তর বা সাবশেল বা উপকক্ষ বা অরবিটাল বলে। এরূপ উপবৃত্তাকার কক্ষপথে ঘূর্ণনশীল ইলেকট্রনের কাল্পনিক কৌণিক ভরবেগ —

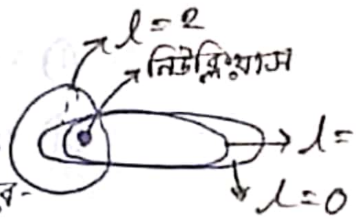
$$mvr = \frac{h\sqrt{l(l+1)}}{2\pi}$$

সহকারি কোয়ান্টাম সংখ্যা, $l$ এর মান 0 থেকে $(n-1)$ পর্যন্ত পূর্ণ সংখ্যা হতে পারে। $n$ এর মান যত হবে ঐ প্রধান শক্তিস্তরে উপস্তরের সংখ্যা ততটি হবে। যেমনঃ ১ম শক্তিস্তরে $(n=1)$ 1 টি মাত্র উপস্তর থাকবে। ৪র্থ শক্তিস্তরে $(n=4)$ মোট 4 টি উপস্তর থাকবে।

$n=2$ হলে $l = 0, 1$




$n=3$ হলে $l = 0, 1, 2$ উপস্তর হবে এবং একটি কক্ষপথ বৃত্তাকার এবং অপর দুটি উপবৃত্তাকার হবে। $l$ এর মান সর্বোচ্চ হলে সেটি বৃত্তাকার হবে।




চিত্রঃ উপবৃত্তাকার কক্ষপথ

যেকোনো উপস্তরে ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা $2(2l+1)$ এর সমান হবে। যেমনঃ $l$ এর মান 2 হলে d উপস্তরে $2(2\times2+1) = 10$ টি ইলেকট্রন থাকতে পারবে।

সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা, $l$ এর মান 0, 1, 2, 3 প্রভৃতি হলে সংশ্লিষ্ট সাবশেল বা উপশক্তিস্তরকে যথাক্রমে s, p, d, f দ্বারা প্রকাশ করা হয়। s উপস্তরে সর্বোচ্চ 2 টি, p উপস্তরে সর্বোচ্চ 6 টি; d উপস্তরে 10 টি এবং f উপস্তরে 14 টি ইলেকট্রন বিন্যস্ত হতে পারে। s, p, d, f প্রতীকগুলো বিভিন্ন বর্ণালীর নামের আদ্যক্ষর থেকে নেওয়া হয়েছে

Sharp বর্ণালী থেকে s, Principal বর্ণালী = p, Defused বর্ণালী = d এবং Fundamental বর্ণালী = f.

| n এর মান | l এর মান | উপকক্ষ | সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা- $2(2l+1)$. |
|---|---|---|---|
| 1 | 0 | s | 2 |
| 2 | 0, 1 | s, p | 2, 6 |
| 3 | 0, 1, 2 | s, p, d | 2, 6, 10 |
| 4 | 0, 1, 2, 3 | s, p, d, f | 2, 6, 10, 14. |

2d, 3f, 4g উপস্তরের অস্তিত্ব নেই। কারণ, n = 2 হলে l = 0, 1 এর জন্য দুটি উপস্তর 2s ও 2p থাকে। কিন্তু 2d পাওয়া যায় না। আবার n = 3, l = 0, 1, 2 উপস্তরের জন্য 3s, 3p, 3d তিনটি উপস্তর কিন্তু 3f থাকে। অনুরূপভাবে, n = 4, l = 0, 1, 2, 3 উপস্তরের জন্য- 4s, 4p, 4d, 4f পাওয়া যায় কিন্তু 4g পাওয়া যায় না।

l = 0 হলে s উপস্তর গোলাকার-
l = 1 হলে p উপস্তর ডাম্বেলাকার-
l = 2 হলে d উপস্তর ডাবল ডাম্বেলাকার-
l = 3 হলে f উপস্তর আকৃতি জটিল।

## # সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা:-

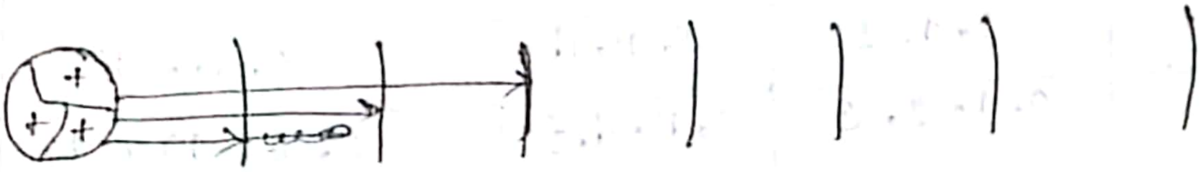
(ক) পরমাণুর কোন একটি ইলেকট্রন প্রধান শক্তিস্তরের কোন উপস্তরে থেকে নিউক্লিয়াসকে আবর্তন করছে তা প্রকাশ করে।

CamScanner

(ঙ) শক্তিস্তরের গঠন তথা আকৃতি (shape) নির্দেশ করে।

(চ) উপশক্তিস্তরে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা প্রকাশ করে।

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $2n^2$ = | 2 | 8 | 18 | 32 | 50 | 72 | 98 | সর্বোচ্চ e- ধারণ ক্ষমতা |
| = | K | L | M | N | O | P | Q | (Shell) |



| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $n$ = | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Orbit |
| $l$ = | 0 (s) | 0 (s), 1 (p) | 0 (s), 1 (p), 2 (d) | 0 (s), 1 (p), 2 (d), 3 (f) | | | | |
| | 2 | 2, 6 | 2, 6, 10 | 2, 6, 10, 14 | | | | উপস্তরে e- ধারণ ক্ষমতা |

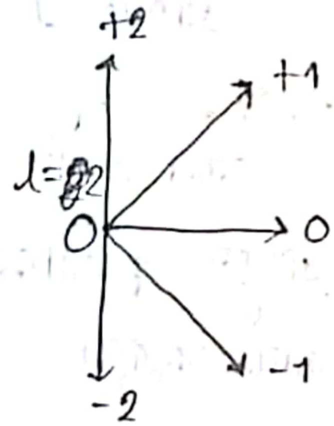
চিত্রঃ বিভিন্ন শক্তিস্তরে ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা

## # চৌম্বক বা ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা ($m_l$):-

পরমাণুর নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক চার্জবাহী প্রোটন ও কক্ষপথে ঋণাত্মক চার্জযুক্ত ইলেকট্রন থাকায় পরমাণুর অভ্যন্তরে একটি বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র-

এবং তার প্রভাবে চৌম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়। চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রভাবে ইলেকট্রনের কক্ষপথের অরিয়েন্টেশন বা বিভিন্ন ত্রিমাত্রিক দিক বিন্যাস ঘটে। এ বিন্যাস প্রকরণসমূহ প্রকাশ করার জন্য যে কোয়ান্টাম সংখ্যা ব্যবহার করা হয় তাকে ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা বলে। একে m দ্বারা সূচিত করা হয়।

উপশক্তিস্তর সমূহ চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রভাবে বিভিন্ন দিকে বিন্যস্ত হতে পারে। বিজ্ঞানী জীম্যান কোন পরমাণুতে বাহ্যিক চৌম্বক ক্ষেত্রের উপস্তরসমূহের ওপর প্রভাব বর্ণনা করেন এবং বর্ণালীতে বহু সূক্ষ্ম রেখার উৎপত্তির কারণ হিসেবে চিহ্নিত করেন।




চিত্রঃ চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রভাবে অরবিটাল বিভাজন।

তিনি ইলেকট্রন প্রাপ্তির সর্বাধিক সম্ভাবনাময় অঞ্চল অরবিটালের ধারণা প্রবর্তন ও ব্যাখ্যা করেন। এজন্য অরবিটালের ওপর চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রভাবকে জীম্যান প্রভাব বলে। আর বিদ্যুতিক ক্ষেত্রের প্রভাব হলে তাকে স্টার্ক প্রভাব বলে। এরূপ দিক বিন্যাসিত অরবিটালে কোনো ইলেকট্রনের মোট কৌনিক ভরবেগ —

$$mvr = \frac{m_l h}{2\pi}$$

এখানে, m ইলেকট্রনের ভর এবং $m_l$ ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা

CS CamScanner

নির্দেশ করে।

ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা বা $m_l$ এর মান $-l$ সহ হতে শূন্যসহ $+l$ পর্যন্ত হতে পারে।

সুতরাং,

প্রতিটি $l$ এর জন্য $m_l$ এর $(2l+1)$ সংখ্যক মান থাকবে।

অর্থাৎ,

কোন একটি নির্দিষ্ট $l$ অরবিটাল চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রভাবে $(2l+1)$ সংখ্যক ত্রিমাত্রিক অক্ষতলে বিন্যাসিত হয়ে $(2l+1)$ সংখ্যক অরবিটাল সৃষ্টি করবে।

- $l$ এর মান 0 হলে s উপস্তরে $(2\times0+1) = 1$ টি অরবিটাল।
- $l$ এর মান 1 হলে p উপস্তরে $(2\times1+1) = 3$ টি অরবিটাল।
- $l$ এর মান 2 হলে d উপস্তরে $(2\times2+1) = 5$ টি অরবিটাল।
- $l$ এর মান 3 হলে f উপস্তরে $(2\times3+1) = 7$ টি অরবিটাল

ভিন্নভাবে বলা যায়,

$l = 0$ হলে $m_l = -0, 0, +0$

s অরবিটালের কোনো বিভাজন নেই। অর্থাৎ, s উপস্তরে 1 টি মাত্র অরবিটাল থাকবে।

$l = 1$ হলে $m_l = 1, 0, +1$

p উপস্তর 3 টি উপাংশে বিশ্লিষ্ট হবে। অর্থাৎ, p উপস্তরের $p_x$, $p_y$, $p_z$ এই তিনটি অরবিটাল থাকবে।

$l = 2$ হলে $m_l = -2, -1, 0, +1, +2$.

d উপস্তর 5 টি উপাংশে বিশ্লিষ্ট হবে। অর্থাৎ d উপস্তরের $d_{xy}$, $d_{yz}$, $d_{zx}$, $d_{x^2-y^2}$ ও $d_{z^2}$ এই পাঁচটি অরবিটাল থাকবে। ভিন্নভাবে বলা যায়, d উপস্তরের ইলেকট্রন প্রাপ্তির পাঁচটি সম্ভাবনাময় অঞ্চল তৈরি হবে।

$l = 3$ হলে $m_l = -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$

f উপস্তরে 7 টি অরবিটাল থাকবে। অতএব, f উপস্তরের ইলেকট্রন প্রাপ্তির সম্ভাবনাময় অঞ্চল 7টি।

উপস্তরের মধ্যে অরবিটালসমূহ সমশক্তিসম্পন্ন (degenerate)। p উপস্তরে $p_x$, $p_y$, $p_z$ তিনটি সমশক্তিসম্পন্ন অরবিটালে ইলেকট্রন বিন্যস্ত থাকতে পারে। পলির বর্জন নীতি অনুসারে প্রতিটি অরবিটালে সর্বোচ্চ 2 টি, ইলেকট্রন থাকতে পারে। অর্থাৎ, কোনো অরবিটালে বিপরীত স্পিনবিশিষ্ট দুটি ইলেকট্রন প্রবেশ করতে পারবে এবং অরবিটাল তৃতীয়-

ইলেকট্রন বর্জন করবে। সে হিসাবে p উপস্তরে ৩ টি অরবিটালে সর্বোচ্চ ৬ টি ইলেকট্রন থাকতে পারে। অনুরূপভাবে, d উপশক্তিস্তরে ৫ টি সমশক্তিসম্পন্ন অরবিটাল x, y, z অক্ষ বরাবর ত্রিমাত্রিক অঞ্চলে বিস্তৃত রয়েছে যার প্রতিটি অরবিটালে ২ টি করে ৩য় শক্তিস্তরের ৩ টি উপস্তরে মোট ৩ টি ইলেকট্রন থাকবে।

## ৩। ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা:-

(i) কোন উপশক্তিস্তরে ইলেকট্রন পাওয়ার সম্ভাব্য অঞ্চল অরবিটা অরবিটালের সংখ্যা নির্দেশ করে।

(ii) ত্রিমাত্রিক অঞ্চলে ইলেকট্রনের বিন্যাস (orientation) বুঝায়।

মূলত উপস্তরের মধ্যে অরবিটালের অবস্থান, যদিও অনেক ক্ষেত্রে উপস্তরকে অরবিটাল বলা হয়। সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা উপস্তর নির্দেশ করে যার মধ্যে ইলেকট্রন প্রাপ্তির সর্বাধিক সম্ভাবনাময় অঞ্চল অরবিটাল ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা দ্বারা নির্দেশ

করা হয়। যেমনঃ নারিকেল বলতে খাদ্য অংশ বুঝালেও সাধারণভাবে সম্পূর্ণ ফলটিকেই নির্দেশ করে।

## (iv) স্পিন বা ঘূর্ণন কোয়ান্টাম সংখ্যা (s):

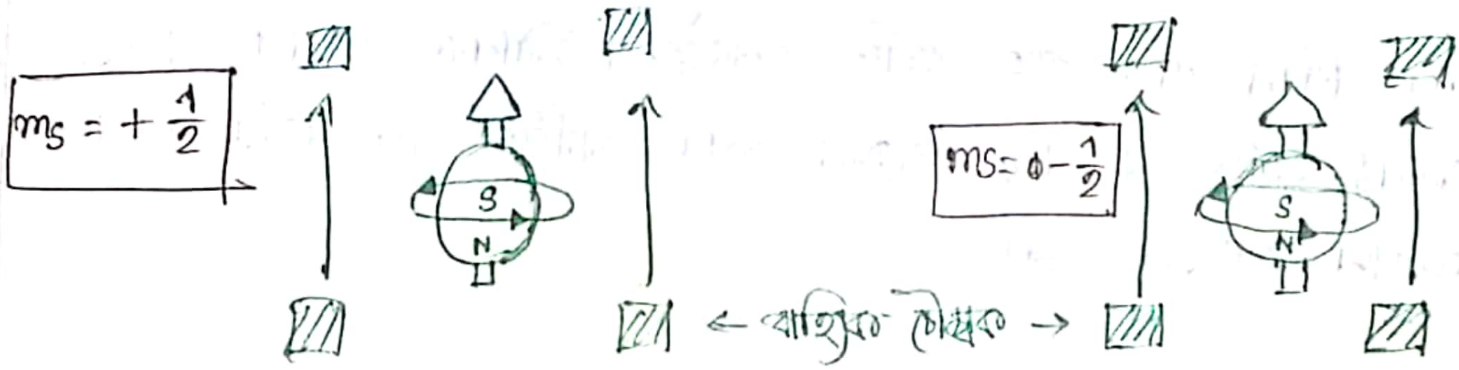
হাইড্রোজেন পরমাণুতে ইলেকট্রন বন্টন করতে তিনটি কোয়ান্টাম সংখ্যার সাথে ইলেকট্রনের অবস্থাকে সম্পূর্ণ করতে আরও একটি কোয়ান্টাম সংখ্যার প্রয়োজনীয়তা দেখা দেয়। এই অতিরিক্ত কোয়ান্টাম সংখ্যা একটি ইলেকট্রনের বিশুদ্ধ (intrinsic) কৌণিক ভরবেগের সাথে জড়িত থাকে ইলেকট্রনের স্পিন বলে। স্পিন গতি হতে একটি ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ পাওয়া যায়। যেমনঃ একটি গ্রহ নিজ অক্ষের ওপর আবর্তিত হয়ে সূর্যের চারিদিকে নির্দিষ্ট কক্ষপথ অতিক্রম করে।

নিজ অক্ষের ওপর আবর্তনকেই মূলত স্পিন বা ঘূর্ণন বলে। এই ঘূর্ণনের দিক ঘড়ির কাঁটার দিকে বা বিপরীত দিকে হতে পারে। ইলেকট্রনের স্পিন কৌণিক ভরবেগকে $mvr = \frac{\sqrt{s(s+1)}\,h}{2\pi}$ সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা হয়। যেখানে স্পিনকে s দ্বারা বুঝানো হয়। ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের একটি চৌম্বক ভ্রামকও আছে যার ফলে বাহির চৌম্বক ক্ষেত্রে এটা নিজ অক্ষে পৃথিবী যেমন সূর্যের চারিদিকে ঘুরে তেমনি লাটিমের ন্যায় ঘুরতে পারে। তবে ইলেকট্রন নিজ অক্ষে

ঘড়ির কাঁটার দিকে অথবা বিপরীত দিকে দুভাবে ঘুরতে পারে। বর্ণালিমিতিক উপায়ে পর্যবেক্ষিত যে ইলেকট্রন বাহ্যিক চৌম্বক ক্ষেত্রে মাত্র দুইদিকে ঘুরতে পারে যেখানে ভেক্টর উপস্থাপিত স্পিন কৌণিক ভরবেগ হয় ক্ষেত্রের দিকে বা ক্ষেত্রের বিপরীত দিকে।

সুতরাং, s ভেক্টরের উপাদান স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যার মাত্র দুটি মান $+\frac{1}{2}$ বা $-\frac{1}{2}$ হতে পারে।

ইলেকট্রনের স্পিন হল,




চিত্রঃ ইলেকট্রন ঘূর্ণনের দিক

ইলেকট্রনসমূহ ক্ষুদ্র চুম্বকের ন্যায় কাজ করে। অরবিটালে ইলেকট্রনের স্পিনকে তীর চিহ্ন ↑ বা ↓ দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। উপরের দিকের তীর চিহ্ন (↑) কে $s = +\frac{1}{2}$ এবং নিচের দিকের তীর চিহ্ন (↓) কে $s = -\frac{1}{2}$ দ্বারা প্রকাশ করা হয়। সুতরাং, একটি অরবিটালে দুটি ইলেকট্রন বিপরীতমুখী থাকে।

# পরমাণুতে $e^-$ বিন্যাসঃ-

কোনো পরমাণুর নির্দিষ্ট $e^-$ এ পরমাণুর বিভিন্ন শক্তিস্তরস্থিত নির্দিষ্ট উপশক্তিস্তরের বিভিন্ন অরবিটালে নির্দিষ্ট নিয়মে সজ্জিত থাকে। পরমাণুর বিভিন্ন অরবিটালে ইলেকট্রনের এ সজ্জাকে পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস বলে। ইলেকট্রন বিন্যাসের সাধারণ নিয়মগুলো হলোঃ-

(i) আউফবাউ নীতি।
(ii) পলির বর্জন নীতি।
(iii) হুন্ডের বহুত্ব নীতি।
(iv) অর্ধপূর্ণ ও পূর্ণ অরবিটাল নীতি।
(v) $(n+l)$ এর নিয়ম।

## (i) আউফবাউ নীতিঃ

ইলেকট্রন সর্বপ্রথম সর্বনিম্ন শক্তিস্তর পূর্ণ করে। পরে ক্রমান্বয়ে উচ্চশক্তির অরবিটাল পূর্ণ করতে থাকে। ইলেকট্রন দ্বারা অরবিটাল পূর্ণ হওয়ার এ নিয়মকে আউফবাউ নীতি বলে। আউফবাউ একটি জার্মান শব্দ যার অর্থ তৈরি করা ~~(Buid~~ (Building up). অরবিটালের শক্তিক্রম মনে রাখার জন্য আউফবাউ নিম্নের চিত্র ব্যবহার করেন।

$n = 1$ হলে $l = 0\ (s)$

$n = 2$ হলে $l = 0\ (s)\ ,\ 1\ (p)$

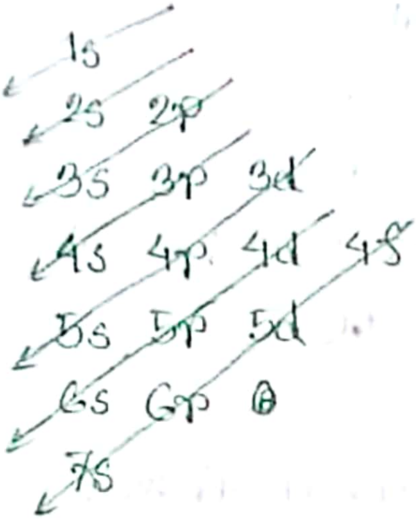
n = 3 হলে $l$ = 0(s), 1(p), 2(d).

n = 4 হলে $l$ = 0(s), 1(p), 2(d), 3(f).

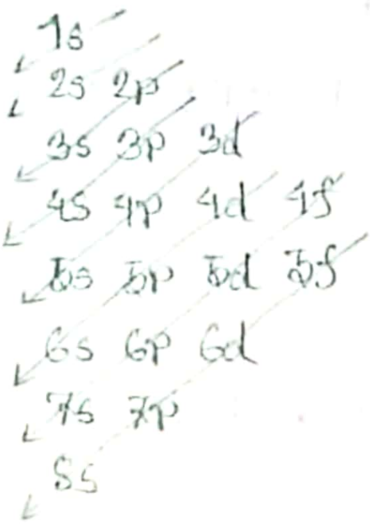
n = 5 হলে $l$ = 0..... 4 পর্যন্ত

n = 6 হলে $l$ = 0 ...... 5 পর্যন্ত।

n = 7 হলে $l$ = 0...... 6 পর্যন্ত।




1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d 5p 6s 4f 5d 6p 7s.



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

↳ শেষ কক্ষপথ

(#) ss ps ps dps dps fdps.

(11) **পলির বর্জন নীতিঃ** ১৯২৫ সালে 'Wolfgang Pauli' একটি নীতি প্রয়োগ করেন। যা একটি অরবিটালের একটি ইলেকট্রনের কোয়ান্টাম সংখ্যা নিয়ন্ত্রণ করে। এই নীতিটি একটি পরমাণুর একই অরবিটালের ইলেকট্রনের কোয়ান্টাম সংখ্যার মান নির্ণয়কে সীমিত করেছে এই জন্য এই নীতিকে বর্জন নীতি বলে।

⊠ একটি পরমাণুতে দুটি e- এর চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনো একই রূপ হবে না।

অর্থাৎ, একটি পরমাণুতে অবস্থানরত ইলেকট্রনগুলোর নিজেদের মধ্যে চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মধ্যে অন্ততপক্ষে একটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান অবশ্যই ভিন্ন হবে।

একটি অরবিটাল কখনো দুই এর অধিক ইলেকট্রন ধারণ করতে পারে না। এটা পলির বর্জন নীতির উপর প্রতিষ্ঠিত। পলির বর্জন নীতিকে অন্যভাবে বলা যায়, একটি পরমাণুতে কোনো অরবিটালের যেকোনো

CS CamScanner

দুটি e- এর জন্য চারটি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান কখনোও একই হতে পারে না এই নিয়ম অনুযায়ী দুটি e- এর জন্য একটা প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা, একই সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা, একই চৌম্বক কোয়ান্টাম সংখ্যা হতে পারে। কিন্তু স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা অবশ্যই ভিন্ন হবে। একটি ইলেকট্রনের স্পিন $+\frac{1}{2}$ হলে অপর ইলেকট্রনের স্পিন $-\frac{1}{2}$ হবে।

যেমনঃ He পরমাণুতে দুটি ইলেকট্রন থাকে। এ দুটি e- এর 4টি কোয়ান্টাম সংখ্যার মধ্যে প্রথম 3টি কোয়ান্টাম সংখ্যার মান সমান হলেও ৪র্থ অর্থাৎ, $_2He \longrightarrow 1s^2$;

| ১ম ইলেকট্রনের জন্য | ২য় ইলেকট্রনের জন্য |
|---|---|
| $n=1$ | $n=1$ |
| $l=0$ | $l=0$ |
| $m=0$ | $m=0$ |
| $s=+\frac{1}{2}$ | $s=-\frac{1}{2}$ |

একটি অরবিটালে সর্বাধিক ২টি ইলেকট্রন থাকা সম্ভব। যাদের ঘূর্ণন বিপরীতমুখী।

(iii) হুন্ডের বহুত্ব নীতিঃ s, p, d, f উপস্তরে যথাক্রমে 1, 3, 5, 7 টি অরবিটাল রয়েছে। প্রতিটি অরবিটালে সর্বোচ্চ এক জোড়া বা দুটি বিপরীতমুখী স্পিন বিশিষ্ট ইলেকট্রন প্রবেশ করতে পারে। প্রতিটি উপস্তরের অরবিটালগুলো সমশক্তিসম্পন্ন। সুতরাং, যেকোনো উপস্তরের প্রতিটি অরবিটালে একটি করে e- প্রবেশ না করা পর্যন্ত কোনো অরবিটালে একত্রে দুটি e প্রবেশ করবে না। এতে সর্বোচ্চ সংখ্যক বিজোড় ইলেকট্রন পাওয়া যায়। একে হুন্ডের বহুত্ব নীতি বলে।

হুন্ডের বহুত্ব নীতিটি খুবই যুক্তিযুক্ত। কারণ, ঋণাত্মক আধানসম্পন্ন ইলেকট্রনের বা ইলেকট্রন সমূহের মধ্যে পারস্পরিক বিকর্ষণের ফলে সর্বোচ্চ দূরত্ব বজায় থাকবে। তাই একটি ইলেকট্রন প্রথমে একটি অরবিটাল অধিকার করার পর পরবর্তী ইলেকট্রন সমশক্তিবিশিষ্ট অন্য অরবিটাল অধিকার করার চেষ্টা করবে। যদি ফাঁকা অরবিটাল পাওয়া যায় তবে একই অরবিটালে জোড়বদ্ধ হয়ে ইলেকট্রন প্রবেশ করবে না।

ব্যাখ্যাঃ

(i) প্রতিটি অরবিটালে সমশক্তিসম্পন্ন একটি করে ইলেকট্রন প্রবেশ না করা পর্যন্ত কোনো অরবিটালে ইলেকট্রন যুগলিত হবে না। এতে সর্বোচ্চ সংখ্যক বিজোড় ইলেকট্রন পাওয়া যায়। এই বিজোড় ইলেকট্রনই মৌলের যোজ্যতা বা

CamScanner

যোজনী নির্দেশ করে।

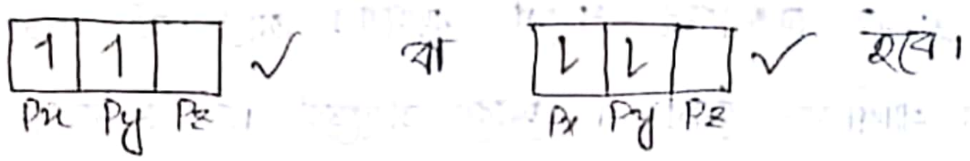
যেমনঃ P উপস্তরে 3টি সমশক্তিসম্পন্ন অরবিটাল রয়েছে। P উপস্তরে 1টি ইলেকট্রন থাকলে 3টির অরবিটালের যেকোনো একটিতে একমুখীভাবে 1টি ইলেকট্রন প্রবেশ করতে পারে। কারণ, প্রতিটি অরবিটাল সমশক্তিসম্পন্ন। $P^2$ এর ক্ষেত্রে 3 টি অরবিটালের যেকোনো 2টি তে একমুখীভাবে ইলেকট্রন প্রবেশ করবে।

$P^3$ এর ক্ষেত্রে 3 টি অরবিটালের প্রতিটিতেই একমুখীভাবে 3টি ইলেকট্রন প্রবেশ করবে। একটি অরবিটাল ফাঁকা রেখে কোনো অরবিটালে একসাথে 2 টি ইলেকট্রন প্রবেশ করতে পারবে না। কিন্তু $P^4$ এর ক্ষেত্রে 3টি অরবিটালের যেকোনো একটিতে জোড়াবদ্ধভাবে 2টি ইলেকট্রন বিপরীত স্পিনে প্রবেশ করবে এবং বাকি 2টি ইলেকট্রন একমুখীভাবে অপর 2টি অরবিটালে প্রবেশ করবে। $P^5$ হলে 3টি অরবিটালের মধ্যে 2টি তে উভয়মুখীভাবে 2টি করে ইলেকট্রন এবং 1টিতে একমুখীভাবে 1টি বিজোড় ইলেকট্রন থাকবে। $P^6$ হলে প্রতিটি অরবিটালে জোড়বদ্ধ হয়ে 2টি করে ইলেকট্রন প্রবেশ করবে। অর্থাৎ, সব ইলেকট্রনগুলোই যুগলিত হবে।

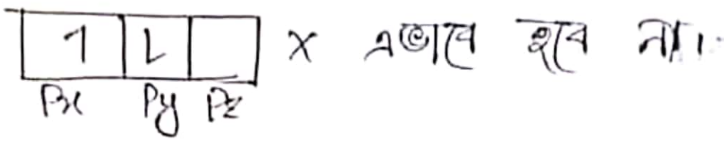
CamScanner

(ii) সমশক্তিসম্পন্ন প্রতিটি অরবিটালে প্রথম ইলেকট্রনের স্পিন একইদিকে হবে। ২য় ইলেকট্রনটি অবশ্যই বিপরীত স্পিনবিশিষ্ট হবে। যেমনঃ

$p^2$ এর ইলেকট্রন বিন্যাসঃ-




কিন্তু,




$p^4$ এর ইলেকট্রন বিন্যাসঃ→

## (খ) (n+l) নীতিঃ

ইলেকট্রনসমূহ বিভিন্ন অরবিটালে শক্তির উচ্চ ক্রমানুযায়ী প্রবেশ করে। দুটি অরবিটালের মধ্যে কোনটি নিম্নশক্তির তা তাদের প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা (n) এর সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা (l) এর মান হতে অর্থাৎ, (n+l) নিয়ম দ্বারা হিসাব করা যায়। বিভিন্ন উপশক্তিস্তরের তুলনামূলক শক্তির মান জানার জন্য এই নিয়ম প্রয়োজন হয়। নিম্নরূপে এই নীতি ব্যাখ্যা করা যায়।

(i) যে অরবিটালের ক্ষেত্রে $(n+l)$ এর মান নিম্নতর তা নিম্নশক্তির অরবিটাল এবং ইলেকট্রন প্রথমে সেখানেই প্রবেশ করবে। অর্থাৎ যে, অরবিটালে প্রবেশ করতে ইলেকট্রনের কম শক্তি প্রয়োজন হবে, ইলেকট্রন প্রথমে সেখানেই প্রবেশ করবে। আর এই কম শক্তির বিষয়টি $(n+l)$ এর গাণিতিক যোগফল থেকে সহজেই হিসাব করা যায়। $(n+l)$ এর যোগফল বেশি হলে বুঝতে হবে সেখানে প্রবেশ করতে ইলেকট্রনের বেশি শক্তি প্রয়োজন হবে।

(ii) ~~যদি~~ যদি দুটি অরবিটালের ক্ষেত্রে $(n+l)$ এর মান সমান হয়, তবে তাদের মধ্যে যে অরবিটালের ক্ষেত্রে $n$ এর মান নিম্ন, ইলেকট্রন তাতেই প্রথমে প্রবেশ করবে। যেমনঃ-

3d এর ক্ষেত্রে,
$n=3$, $l=2$

অতএব, $n+l=5$

এবং
4s এর ক্ষেত্রে,
$n=4$, $l=0$

অতএব,
$n+l=4$.

অতএব, 3d অপেক্ষা 4s এর শক্তি নিম্ন তাই ইলেকট্রন 3d তে আগে প্রবেশ না করে 4s অরবিটালে প্রবেশ করে। K(19) ও Ca(20) এর ক্ষেত্রে ইলেকট্রন 3d তে প্রবেশ না করে 4s এ

(i) যে অরবিটালের ক্ষেত্রে $(n+l)$ এর মান নিম্নতর তা নিম্নশক্তির অরবিটাল এবং ইলেকট্রন প্রথমে সেখানেই প্রবেশ করবে। অর্থাৎ যে, অরবিটালে প্রবেশ করতে ইলেকট্রনের কম শক্তি প্রয়োজন হবে, ইলেকট্রন প্রথমে সেখানেই প্রবেশ করবে। আর এই কম শক্তির বিষয়টি $(n+l)$ এর গাণিতিক যোগফল থেকে সহজেই হিসাব করা যায়। $(n+l)$ এর যোগফল বেশি হলে বুঝতে হবে সেখানে প্রবেশ করতে ইলেকট্রনের বেশি শক্তি প্রয়োজন হবে।

(ii) ~~যদি~~ যদি দুটি অরবিটালের ক্ষেত্রে $(n+l)$ এর মান সমান হয়, তবে তাদের মধ্যে যে অরবিটালের ক্ষেত্রে $n$ এর মান নিম্ন, ইলেকট্রন তাতেই প্রথমে প্রবেশ করবে। যেমনঃ-

3d এর ক্ষেত্রে,

$n=3$ , $l=2$

অতএব, $n+l=5$

এবং

4s এর ক্ষেত্রে,

$n=4$ , $l=0$

অতএব,

$n+l=4$.

অতএব, 3d অপেক্ষা 4s এর শক্তি নিম্ন তাই ইলেকট্রন 3d তে আগে প্রবেশ না করে 4s অরবিটালে প্রবেশ করে। K(19) ও Ca(20) এর ক্ষেত্রে ইলেকট্রন 3d তে প্রবেশ না করে 4s এ

CamScanner

প্রবেশ করবে।

3d এর ক্ষেত্রে,

$n+l = 3+2 = 5.$

4s এর ক্ষেত্রে,

$n+l = 4+1 = 5.$

এই উভয়ক্ষেত্রে (n+l) এর মান সমান (5)। কিন্তু 3d এর ক্ষেত্রে প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা n এর মান নিম্ন। তাই 4p অপেক্ষা 3d এর শক্তি নিম্ন বলে ইলেকট্রন প্রথমে 3d তে ও পরে 4p অরবিটালে প্রবেশ করে।

## অরবিট এবং অরবিটালের পার্থক্য (Difference between Orbit and Orbital).

| অরবিট | অরবিটাল- |
|---|---|
| ① বোর পরমাণু মডেল অনুসারে নিউক্লিয়াসের চারিদিকে যে বৃত্তাকার কক্ষপথে ইলেকট্রন পরিভ্রমণ করে তাকে অরবিট বলে। | ① কোয়ান্টাম বলবিদ্যা অনুসারে ইলেকট্রনসমূহের কোনো সুনির্দিষ্ট কক্ষপথ নেই তবে নিউক্লিয়াসের চারিদিকে কিছু স্থানে ইলেকট্রন মেঘের ঘনত্ব বেশি এই অধিক ইলেকট্রন মেঘ ঘনত্ববিশিষ্ট ইলেকট্রন প্রাপ্তির সম্ভাবনাময় অঞ্চলগুলোকে অরবিটাল বলে। |

| | |
|---|---|
| ② অরবিট হচ্ছে প্রধান শক্তিস্তর নির্দেশক। | ② অরবিটাল হচ্ছে প্রধান শক্তিস্তরের মধ্যে অবস্থিত একটি সম্ভাব্য অঞ্চল বা উপস্তর। |
| ③ অরবিটসমূহ প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা $n$- এর সাথে সম্পর্কিত। | ③ অরবিটালসমূহ প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা $n$- ছাড়াও সহকারি কোয়ান্টাম সংখ্যা $l$-এর সাথে সম্পর্কিত। সূক্ষ্ম হিসেবে ম্যাগনেটিক কোয়ান্টাম সংখ্যা, $m_l$ দ্বারা অরবিটালসমূহ সুনির্দিষ্টভাবে চিহ্নিত করা হয়। |
| ④ অরবিট প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা $n = 1, 2, 3$ দ্বারা সূচিত করা হয় যা K, L, M প্রভৃতি শেল হিসেবে প্রকাশ করা হয়। | ④ অরবিটালগুলোকে সহকারি কোয়ান্টাম সংখ্যা $l = 0, 1, 2, 3$ বা s, p, d, f দ্বারা সূচিত করা হয়। আরও সূক্ষ্মভাবে চিহ্নিতকরণের জন্য অরবিটালের দিকাস্থিতিসহ উল্লেখ করতে হয়। যেমনঃ p উপস্তরের তিনটি অরবিটাল হলো $p_x$, $p_y$, $p_z$. |
| ⑤ অরবিটের অরবিট পরমাণুর আয়তন বা আকার প্রকাশ করে। | ⑤ অরবিটাল পরমাণুর আকৃতি প্রকাশ করে। যেমনঃ s অরবিটাল বর্তুলাকার, p অরবিটাল ডাম্বেলাকার |
| ⑥ প্রতিটি অরবিটে সর্বোচ্চ $2n^2$ সংখ্যক ইলেকট্রন থাকতে | ⑥ প্রতিটি অরবিটালে সর্বোচ্চ দুটি বিপরীত স্পিনযুক্ত ইলেকট্রন থাকতে পারে। s অরবিটালে 2টি, p |

| | |
|---|---|
| পারে। n = প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা, 1, 2, 3 ..... প্রভৃতি পূর্ণসংখ্যা। যেমনঃ K শেলে 2 টি, L শেলে 8 টি ও M শেলে 18 টি ইলেকট্রন থাকতে পারে। | অরবিটালে 6 টি, 5 টি, d অরবিটালে 10 টি, 7 টি এবং f অরবিটালে 14 টি ইলেকট্রন থাকতে পারে। |

## ইলেকট্রন বিন্যাসঃ-

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ss | ps | ps | dps | dps | fdps |
| 12 | 23 | 34 | 345 | 456 | 4567 |

⇒ 1s 2s 2p 3s 3p 3d 4s 4p 4d 4f 5s 5p 5d 5 6s 6p 7s.

$_1H \longrightarrow 1s^1$.

$_2He \longrightarrow 1s^2$.

$_3Li \longrightarrow 1s^2\ 2s^1$.

$_4Be \longrightarrow 1s^2\ 2s^2$.

$_5B \longrightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^1$.

$_6C \longrightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^2$.

$_7N \longrightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^3$.

$_8O \longrightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^4$.

$_9F \longrightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^5$.

CS CamScanner

$_{10}Ne \longrightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6$ .

$_{11}Na \longrightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$ .

$_{12}Mg \longrightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$ .

$_{13}Al \longrightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$ .

$_{14}Si \longrightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^2$ .

$_{15}P \longrightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$ .

$_{16}S \longrightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$ .

$_{17}Cl \longrightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$

$_{18}Ar \longrightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$ .

$_{19}K \longrightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$ .

$_{20}Ca \longrightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2$ .

বি ইলেকট্রনসমূহ অরবিটালের শক্তি অনুযায়ী বসবে। কিন্তু অরবিটালসমূহকে বক্রপথ অনুযায়ী সাজাতে হবে।

বি অর্ধপূর্ণ ও পূর্ণ অরবিটাল অধিক সুস্থিতিশীল। তাই $d^4$ কে $d^5$ এবং $d^9$ কে $d^{10}$ বানাতে হবে।

CS CamScanner

$_{21}Sc \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^1$.

$\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^1\ 4s^2$.

$_{22}Ti \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^2$.

$\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^2\ 4s^2$.

$_{23}V \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^3$.

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$ ~~$4s^2$~~ $3d^3\ 4s^2$.

$_{24}Cr \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^4$.

$\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^4\ 4s^2$.

$\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^1$.

$_{25}Mn \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^5$.

$\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^2$.

$_{26}Fe \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^6$.

$\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$ ~~$4s^2$~~ $3d^6\ 4s^2$.

$_{27}Co \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^7$.

$\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^7\ 4s^2$.

CS CamScanner

$_{28}Ni \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^8.$

$\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^8\ 4s^2.$

$_{29}Cu \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^9.$

$\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$ ~~4s~~ $3d^{10}\ 4s^2.$

$\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}$ ~~$4s^2$~~ $4s^1.$

$_{30}Zn \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}.$

$\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2.$

$_{31}Ga \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^1.$

$\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^1.$

$_{32}Ge \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^2.$

$\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^2.$

$_{33}As \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^3.$

$\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^3.$

$_{34}Se \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^4.$

$\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^4.$

CamScanner

$_{35}Br \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^5$.

$\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^5$.

$_{36}Kr \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6$.

$\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6$.

$_{37}Rb \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^1$.

$\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 5s^1$.

$_{38}Sr \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2$.

$\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 5s^2$.

$_{39}Y \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^1$.

$\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^1\ 5s$

$_{40}Zr \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^2$.

$\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^2\ 5s^2$.

$_{17}Cl \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$

$\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p_x^2\ 3p_y^2\ 3p_z^1$.

$\rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6$ [↑↓] [↑↓ | ↑↓ | ↑] .

$3s^2$ $3p_x^2$ $3p_y^2$ $3p_z^1$

ভরঃ-

(i) ইলেকট্রন ($e^-$) ⟶ $9.11 \times 10^{-31}$ kg.

(ii) প্রোটন ($P^+$) ⟶ $1.670 \times 10^{-27}$ kg.

(iii) নিউট্রন (N) ⟶ $1.675 \times 10^{-27}$ kg.

(৩) X - এর পারমাণবিক সংখ্যা 17 এবং নিউট্রন সংখ্যা 18। X - এর পরমাণুর ভর কত?

⟹ পারমাণবিক সংখ্যাকেই মৌলের প্রোটন সংখ্যা বলে। অতএব, X - এর প্রোটন সংখ্যা 17।

কোনো পরমাণুর সমস্ত ভর তার নিউক্লিয়াসে নিহিত। নিউক্লিয়াসের মধ্যে পরমাণুর সমস্ত প্রোটন ও নিউট্রন রয়েছে। অর্থাৎ, প্রোটন ও নিউট্রন মোট ভরই নিউক্লিয়াসের ভর এবং নিউক্লিয়াসের ভরই উক্ত পরমাণুর ভর।

এখন,

একটি প্রোটনের ভর = $1.670 \times 10^{-27}$ kg.

∴ 17 টি প্রোটনের ভর = $(1.670 \times 10^{-27} \times 17)$ kg

$= 2.839 \times 10^{-26}$ kg.

আবার,

একটি নিউট্রনের ভর = $1.675 \times 10^{-27}$ kg.

∴ 18টি নিউট্রনের ভর = $(1.675 \times 10^{-27} \times 18)$ kg.

CamScanner

$= 3.015 \times 10^{-26}$.

$\therefore$ X - এর 1 টি পরমাণুর ভর $= (2.839 \times 10^{-26} + 3.015 \times 10^{-26})$

$= 5.854 \times 10^{-26}$ kg.

Ans: $5.854 \times 10^{-26}$ kg.

② Y এর প্রোটন সংখ্যা 13, ভরসংখ্যা 27। Y এর একটি পরমাণুর ভর কত?

$\Rightarrow$ Y এর প্রোটন 13, ভরসংখ্যা 27.

$\therefore$ Y এর নিউট্রন সংখ্যা $(27 - 13)$.

$= 14$.

1 টি ~~পরমাণুর~~ প্রোটনের ভর $1.670 \times 10^{-27}$ kg.

$\therefore$ 13 টি প্রোটনের ভর $(1.670 \times 10^{-27} \times 13)$ kg.

$= 2.171 \times 10^{-26}$ kg.

আবার,

1 টি নিউট্রনের ভর $1.675 \times 10^{-27}$ kg.

$\therefore$ 14 টি নিউট্রনের ভর $(1.675 \times 10^{-27} \times 14)$ kg.

$= 2.345 \times 10^{-26}$ kg.

CamScanner

∴ $x$-এর একটি পরমাণুর ভর $(2.171 \times 10^{-26} + 2.345 \times 10^{-26})$ kg

$= 4.516 \times 10^{-26}$ kg.

Ans: $4.516 \times 10^{-26}$ kg.

**পরমাণুর মূল কণিকাঃ-** পরমাণু যেসকল অতিশয় ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র কণা দ্বারা গঠিত তাকে পরমাণুর মূল কণিকা বলে। পরমাণুর মূল কণিকা ৩ প্রকার। যথাঃ-

১) স্থায়ী মূল কণিকা।
২) অস্থায়ী মূল কণিকা।
৩) কম্পোজিট কণিকা।

**১) স্থায়ী মূল কণিকাঃ-** যেসকল মূল কণিকা সকল পরমাণুতে সকল সময় পাওয়া যায় তারা স্থায়ী মূল কণিকা। স্থায়ী মূল কণিকা ৩ প্রকার। যথাঃ-

(i) ইলেকট্রন $(e^-)$.
(ii) প্রোটন $(P^+)$.
(iii) নিউট্রন (N).

**২) অস্থায়ী মূল কণিকাঃ-** যেসকল মূল কণিকা কোনো পরমাণুতে কখনো কখনো পাওয়া যায় তারা অস্থায়ী মূল কণিকা। অস্থায়ী মূল

কণিকার সংখ্যা প্রায় ৩০০ টির মতো। যেমনঃ নিউট্রন, মেসন, পাইওন, পজিট্রন, অ্যান্টিনিউট্রনো ইত্যাদি।

③ কম্পোজিট কণিকাঃ- পরমাণুতে স্থায়ী ও অস্থায়ী কণিকা বাদে যে কণিকা পাওয়া যায় তাকে কম্পোজিট কণিকা বলে। যেমনঃ আলফা কণা, ডিউটেরিয়াম।

ইলেকট্রনঃ- পরমাণুর নিউক্লিয়াসের বাইরে নির্দিষ্ট কক্ষপথে ঘূর্ণায়মান ঋণাত্মক আধানযুক্ত কণাকে ইলেকট্রন বলে।

① নামকরণঃ স্টোনি।

② আবিষ্কারকঃ থমসন।

③ আবিষ্কারের সালঃ 1897.

④ প্রতীকঃ $e^-$

⑤ প্রকৃত ভরঃ $9.11 \times 10^{-28}$ g / $9.11 \times 10^{-31}$ kg.

⑥ আপেক্ষিক ভরঃ $\frac{1}{1840}$.

⑦ প্রকৃত আধানঃ $-1.60 \times 10^{-19}$ কুলম্ব।

⑧ আপেক্ষিক আধানঃ $-1$.

⑨ অবস্থানঃ নিউক্লিয়াসের বাইরে নির্দিষ্ট কক্ষপথে।

CamScanner

(গ) আপেক্ষিক আধান: 0

(ঘ) অবস্থান: নিউক্লিয়াসে।

**আইসোটোপ:** একই মৌলের ভিন্ন ভিন্ন ভরসংখ্যা বিশিষ্ট পরমাণুকে একে অপরের আইসোটোপ বলে। অর্থাৎ, যেসকল পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যা / প্রোটন সংখ্যা সমান কিন্তু ভরসংখ্যা ভিন্ন তাদেরকে পরস্পরের আইসোটোপ বলে।

আইসোটোপ শব্দটি Iso এবং topos শব্দ থেকে এসেছে। Iso শব্দের অর্থ সম বা একই এবং topos শব্দের অর্থ স্থান। যেমন: H এর তিনটি আইসোটোপ রয়েছে।

| $^{1}_{1}H$ | $^{2}_{1}H$ | $^{3}_{1}H$ (ভর সংখ্যা ← 3, P সংখ্যা ← 1) |
|---|---|---|
| প্রোটিয়াম | ডিউটেরিয়াম | ট্রিটিয়াম |
| A = 1 | A = 2 | A = 3 |
| P = 1 | P = 1 | P = 1 |
| N = 0 | N = 1 | N = 2 |

উপরের সংকেতগুলো থেকে দেখা যাচ্ছে, প্রতিটি পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যা একই, কিন্তু ভরসংখ্যা ভিন্ন। আমরা জানি, পরমাণুর নিউক্লিয়াসে অবস্থিত প্রোটন ও নিউট্রন সংখ্যার সমষ্টিকে ভরসংখ্যা বলে। যেহেতু, প্রতিটি পরমাণুর ভরসংখ্যা ভিন্ন কিন্তু প্রোটন সংখ্যা একই। সেহেতু, এদের নিউট্রন সংখ্যাও ভিন্ন।

CamScanner

সুতরাং,
নিউট্রন সংখ্যার ভিন্নতাই আইসোটোপ সৃষ্টির প্রধান কারণ।

☒ **আইসোবারঃ** যেসকল পরমাণুর ভরসংখ্যা সমান কিন্তু পারমাণবিক সংখ্যা বা প্রোটন সংখ্যা ভিন্ন তাদেরকে পরস্পরের আইসোবার বলে। ISO শব্দের অর্থ সম বা একই এবং BAR শব্দের অর্থ চাপ বা ভর। যেমনঃ

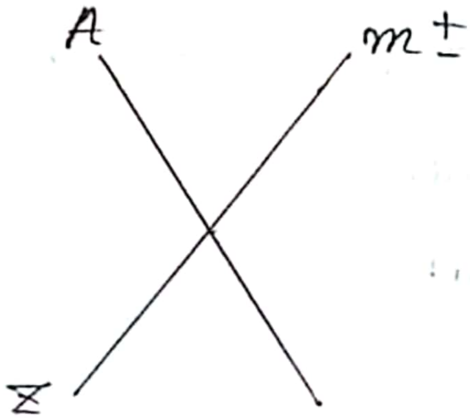
$^{14}_{6}C$ $^{14}_{7}N$. অথবা $^{65}_{29}Cu$ $^{65}_{30}Zn$.

☒ **আইসোটোনঃ** যেসকল পরমাণুর নিউট্রন সংখ্যা সমান কিন্তু ভরসংখ্যা এবং পারমাণবিক সংখ্যা ভিন্ন তাদেরকে পরস্পরের আইসোটোন বলে। যেমনঃ-

$^{13}_{6}C$ $^{14}_{7}N$.

| ~~আইসোটো~~ | প্রোটন সংখ্যা | ভর সংখ্যা | নিউট্রন সংখ্যা |
|---|---|---|---|
| আইসোটোপ | সমান | × | × |
| আইসোবার | × | সমান | × |
| আইসোটোন | × | × | সমান |

CamScanner




A = ভরসংখ্যা
= (P+n)
= নিউক্লিয়ন সংখ্যা

Z = পারমাণবিক সংখ্যা
= প্রোটন সংখ্যা

m± = চার্জ বা আধান সংখ্যা।

① $^{23}_{11}Na \longrightarrow$

| $p^+$ | $e^-$ | N |
|---|---|---|
| 11 | 10 | 12 |

② $^{35}_{17}Cl^- \longrightarrow$

| P | $e^-$ | N |
|---|---|---|
| ~~16~~ 17 | 18 | 18 |

③ $^{32}_{16}S^{2-} \longrightarrow$

| P | $e^-$ | N |
|---|---|---|
| 16 | 18 | 16 |

④ $^{65}_{30}Zn^{2+} \longrightarrow$

| P | $e^-$ | N |
|---|---|---|
| 30 | 28 | 35 |

CamScanner

এ পর্যন্ত বিভিন্ন সময়ে বিভিন্ন বিজ্ঞানী আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর নির্ণয়ের জন্য ৩টি স্কেল প্রস্তাব করেন।

(i) হাইড্রোজেন স্কেল।

(ii) অক্সিজেন স্কেল।

(iii) কার্বন স্কেল।

(i) হাইড্রোজেন স্কেলঃ- বিজ্ঞানী জন ডাল্টন ১৮০৩ সালে হাইড্রোজেন স্কেল প্রস্তাব করেন। এ স্কেল অনুযায়ী সবচেয়ে হালকা মৌল হাইড্রোজেনের পরমাণুর ভরকে standard ধরে তার সাপেক্ষে অন্য মৌলের একটি পরমাণু কতগুণ ভারী তা নির্ণয় করা হয়। যেমনঃ- এ স্কেল অনুসারে কার্বনের একটি পরমাণুর ভর হাইড্রোজেনের একটি পরমাণুর ভরের 12 গুণ। তাই কার্বনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 12। তবে বর্তমানে এই স্কেল ব্যবহার করা হয় না।

(ii) অক্সিজেন স্কেলঃ বিজ্ঞানী স্টাস ১৮৬০ সালে এই স্কেলটি প্রস্তাব করেন। এ স্কেল অনুসারে অক্সিজেন পরমাণুর ভর 16 ধরে অন্যান্য পরমাণুর আপেক্ষিক ভর নির্ণয় করা হয়। তবে এই

স্কেলটিও এখন পরিত্যক্ত।

(iii) **কার্বন স্কেল:**- কার্বন স্কেলটি আধুনিক স্কেল। ১৯৬২ সালে আন্তর্জাতিক রসায়নবিদ সম্মেলনে (IUPAC) সর্বসম্মতভাবে কার্বন স্কেল স্থির করা হয়। এই স্কেল অনুসারে কার্বনের আইসোটোপ $^{12}_{6}C$ - এর একটি পরমাণুর ভরকে 12 ধরে অন্যান্য মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর নির্ণয় করার প্রস্তাব দেওয়া আছে। (IUPAC) সম্মেলনে একক হিসেবে C-12 আইসোটোপের ভরের $\frac{1}{12}$ অংশকে atomic mass unit বা সংক্ষেপে a.m.u নাম দেওয়া হয়। একে ডাল্টন বলা হয়।

$$1 \text{ a.m.u} = 1.6605 \times 10^{-24} g = 1 \text{ ডাল্টন।}$$

$$1 \text{ a.m.u} = 1.66 \times 10^{-24} g.$$

কার্বন স্কেলের সুবিধা হলো কার্বন খুব সহজলভ্য মৌল। এছাড়া হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন উভয়েই গ্যাস। কিন্তু কার্বন কঠিন। তাই কার্বন ব্যবহারে ও সংরক্ষণে সুবিধাজনক।

প্র। আপেক্ষিক পারমাণবিক ভরের কোনো একক থাকে না কেন?
⇒ কোনো মৌলের একটি পরমাণুর ভর এবং C-12 আইসোটোপের $\frac{1}{12}$ অংশের ভরের অনুপাতকে ঐ মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর বলে।

$$\text{মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর} = \frac{\text{মৌলের 1টি পরমাণুর ভর}}{\text{C-12 আইসোটোপের } \frac{1}{12} \text{ অংশের ভর}}$$

যেহেতু,
আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর দুটি সমজাতীয় রাশির অনুপাত তাই এর কোনো একক নেই।

~~প্র আপেক্ষিক পারমাণবিক ভরের কোনো একক থাকে না কেন?~~
⇒

প্র আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর ভগ্নাংশ হলেও ভরসংখ্যা ভগ্নাংশ হয় না কেন?
⇒ কোনো মৌলের একটি পরমাণুর ভর এবং C-12 আইসোটোপের $\frac{1}{12}$ অংশের ভরের অনুপাতকে আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর বলে।

যেহেতু,
আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর দুটি রাশির অনুপাত তাই এর মান ভগ্নাংশ হতে পারে।

CS CamScanner

আবার,
পরমাণুর নিউক্লিয়াসে অবস্থিত প্রোটন সংখ্যা ও নিউট্রন সংখ্যার সমষ্টিকে ভর সংখ্যা বলে।

যেহেতু,
প্রোটন সংখ্যা ও নিউট্রন সংখ্যা কখনো ভগ্নাংশ হয় না। তাই এদে যোগফল অর্থাৎ ভরসংখ্যা কখনো ভগ্নাংশ হয় না।

৩. X এর ১টি পরমাণুর ভর $9.296 \times 10^{-23}$ g হলে X এর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর কত?

⇒ আমরা জানি,

$$X \text{ এর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর} = \frac{X \text{ এর 1টি পরমাণুর ভর}}{\text{C-12 আইসোটোপের } \frac{1}{12} \text{ অংশ}}$$

$$= \frac{9 \times 2.96 \times 10^{-23}}{1.66 \times 10^{-24}} \text{ g}$$

$$= 56.$$

যেহেতু,
X এর আ. পা. ভর 56. সুতরাং, পরমাণুটি হচ্ছে Fe (লোহা)।

CS CamScanner

২. y এর ১টি পরমাণুর ভর $3.4362 \times 10^{-22}$ g হলে y এর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর কত?

⇒ আমরা জানি,

$$\text{y এর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর} = \frac{\text{y এর 1 টি পরমাণুর ভর}}{\text{C-12 আইসোটোপের } \frac{1}{12} \text{ অংশ}}$$

$$= \frac{3.4362 \times 10^{-22}}{1.66 \times 10^{-24}\ g}$$

$$= 207.$$

যেহেতু,
y এর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 207. সুতরাং, পরমাণুটি হচ্ছে Pb (লেড)।

৩. পটাশিয়ামের ১০ টি পরমাণুর ভর কত?

⇒ K এর একটি পরমাণুর ভর = K এর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর × C-12 আইসোটোপের $\frac{1}{12}$ অংশের ভর।

$$= 39 \times 1.66 \times 10^{-24}\ g.$$

$$= 6.474 \times 10^{-23}.$$

CS CamScanner

∴ K এর 10 টি পরমাণুর ভর $= 6.474 \times 10^{-23} \times 10$

$= 6.474 \times 10^{-22}$.

Ans: $6.474 \times 10^{-22}$.

CamScanner

= ७. ৩৭৫৪ ...

১. H এর একটি পরমাণুর ভর = H এর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর × কার্বন-১২ আইসোটোপের $\frac{1}{12}$ অংশের ভর

$= 1 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g

$= 1.66 \times 10^{-24}$ g.

২. He এর 1টি পরমাণুর ভর $= 4 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g

$= 6.64 \times 10^{-24}$ g.

৩. Li এর 1টি পরমাণুর ভর $= 7 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g

$= 1.162 \times 10^{-23}$ g.

৪. Be এর একটি পরমাণুর ভর $= 9 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g

$= 1.494 \times 10^{-24}$ g

. B এর একটি পরমাণুর ভর $= 11 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g

$=$ ~~1.88~~ $1.826 \times 10^{-23}$ g

. C এর একটি পরমাণুর ভর $= 12 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g

$= 1.992 \times 10^{-23}$ g

CS CamScanner

৭. N এর এর একটি পরমাণুর ভর $= 14 \times 1.66 \times 10^{[illegible]} g$

$= 2.324 \times 10^{-23} g$

৮. O এর একটি পরমাণুর ভর $= 16 \times 1.66 \times 10^{-24} g$

$= 2.656 \times 10^{-23} g$

৯. F এর একটি পরমাণুর ভর $= 19 \times 1.66 \times 10^{-24} g$

$= 3.154 \times 10^{-23} g$

১০. Ne এর একটি পরমাণুর ভর $= 20 \times 1.66 \times 10^{-24} g$

$= 3.32 \times 10^{-23} g$

১১. Na এর একটি পরমাণুর ভর $= 23 \times 1.66 \times 10^{-24} g$

$= 3.818 \times 10^{-8} g$

১২. Mg এর একটি পরমাণুর ভর $= 24 \times 1.66 \times 10^{-24} g$

$= 3.984 \times 10^{-23} g$

১৩. Al এর একটি পরমাণুর ভর $= 27 \times 1.66 \times 10^{-24} g$

$= 4.482 \times 10^{-23} g$

CS CamScanner

১৪. Si এর একটি পরমাণুর ভর $= 28 \times 1.66 \times 10^{-24} g$

$= 4.648 \times 10^{-23} g$

১৫. P এর একটি পরমাণুর ভর $= 31 \times 1.66 \times 10^{-24} g$

$= 5.146 \times 10^{-28} g$

১৬. S এর একটি পরমাণুর ভর $= 32 \times 1.66 \times 10^{-24} g$

$= 5.312 \times 10^{-23} g$

১৭. Cl এর একটি পরমাণুর ভর $= 35.5 \times 1.66 \times 10^{-24} g$

$= 5.893 \times 10^{-23} g$

১৮. Ar এর একটি পরমাণুর ভর $= 40 \times 1.66 \times 10^{-24} g$

$= 6.64 \times 10^{-22} g$

১৯. K এর 1টি পরমাণুর ভর $= 39 \times 1.66 \times 10^{-24} g$

$= 6.474 \times 10^{-23} g$.

২০. Ca এর 1টি পরমাণুর ভর $= 40 \times 1.66 \times 10^{-24} g$

$= 6.64 \times 10^{-23} g$.

CamScanner

২১. Sc এর 1টি পরমাণুর ভর = $45 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g.
= $7.47 \times 10^{-23}$ g.

২২. Ti এর 1টি পরমাণুর ভর = $48 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g.
= $7.968 \times 10^{-23}$ g.

২৩. V এর 1টি পরমাণুর ভর = $51 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g
= $8.466 \times 10^{-23}$ g.

২৪. Cr এর 1টি পরমাণুর ভর = $52 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g
= $8.632 \times 10^{-23}$ g.

২৫. Mn এর 1টি পরমাণুর ভর = $55 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g
= $9.13 \times 10^{-23}$ g.

২৬. Fe এর 1টি পরমাণুর ভর = $56 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g
= $9.296 \times 10^{-23}$ g.

২৭. Co এর 1টি পরমাণুর ভর = $59 \times 1.66 \times 10^{-24}$ g.
= $9.794 \times 10^{-23}$ g.

CamScanner

২৮. Ni এর 1টি পরমাণুর ভর = 58.7 × $1.66 \times 10^{-24}$ g.

= ~~9~~ $9.7442 \times 10^{-23}$ g.

২৯. Cu এর 1টি পরমাণুর ভর = 63.5 × 1.66 × $10^{-24}$ g.

= $1.0541 \times 10^{-22}$ g.

৩০. Zn এর একটি পরমাণুর ভর = 65 × 1.66 × $10^{-24}$ g

= $1.079 \times 10^{-22}$ g.

⑥ x এর অণুর সংকেত $x_8$। এর অণুর ভর $4.25 \times 10^{-22}$ g। এর নাম কী?-

=> ∴ $x_8$ এর 1টি অণুতে পরমাণু আছে ৪টি-

৪ টি x পরমাণুর ভর $4.25 \times 10^{-22}$ g

∴ 1 " x " " $\frac{4.25 \times 10^{-22}}{8}$ g

= $5.3125 \times 10^{-23}$ g.

$x_8$ এর আ. পা. ভর = $\frac{5.3125 \times 10^{-23}}{1.66 \times 10^{-24}}$

= 32 (S)

Ans

৩। $^{32}A$ ও $^{35}A$ । A এর গড় আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 32.07 হলে। এদের শতকরা পরিমাণ কত? -

=> ধরি,

$^{32}A$ এর প্রকৃতিতে পর্যাপ্ততার শতকরা পরিমাণ $x\%$

$^{35}A$ এর প্রকৃতিতে পর্যাপ্ততার শতকরা পরিমাণ = $(100-x)\%$

দেওয়া আছে,

A এর গড় আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর = 32.07.

এখন,

A এর গড় আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর = $\frac{(32 \times x) + \{34 \times (100 - x)\}}{100}$

বা, $32.07 = \frac{32x + 3400 - 34x}{100}$

বা, $32.07 = 3400 - 2x$

বা, $2x = 3400 -$ ~~2307~~ $3207$

বা, $x = \frac{193}{2}$

$\therefore x = 96.5$.

$\therefore$ $^{32}A = 96.5\%$

এবং,

$^{35}A = (100 - 96.5)\%$

$= 3.5\%$

Ans: 96.5% এবং 3.5% ।

CS CamScanner

$m$ = $e^-$ এর ভর।

$v$ = বেগ।

$r$ = ব্যাসার্ধ।

$h$ = প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক

$= 6.626 \times 10^{-34}$

$n$ = কক্ষপথের সংখ্যা

$\nu$ = কম্পাঙ্ক

$v_2$ = $3.10^8 \ ms^{-1}$

(ক) ব্যাসার্ধ নির্ণয়ের সূত্র

$r_1 = 0.53 \mathring{A}$

$= (0.53 \times 10^{-8})$ cm

$= (0.53 \times 10^{-8} \times 10^{-2})$ cm

$= 0.53 \times 10^{-10}$ m.

$A^0$ = অ্যাংস্ট্রম

$1 \mathring{A} = 10^{-8}$ cm

$1 cm = 10^{-2}$ m

$\mathring{A} = 10^{-10}$ m

CamScanner

$r_n = n^2 \times r_1$

(খ) ২য় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ ~~নির্ণয় করঃ~~

$$r_2 = (2)^2 \times r_1$$

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

$$= 2.12 \times 10^{-10}\ m.$$

(গ) ৩য় শক্তিস্তরে ঘূর্ণায়মান $e^-$ এর কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় করঃ-

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

$$= \frac{3 \times 6.626 \times 10^{-34}\ m^2kgs^{-1}}{2 \times 3.1416}$$

$$= 3.16 \times 10^{-34}\ m^2kgs^{-1}$$

(ঘ) ৩য় শক্তিস্তরে ঘূর্ণায়মান $e^-$ এর বেগ নির্ণয় করঃ

$$r_3 = (3)^2 \times r_1$$

$$= 9 \times 0.53 \times 10^{-10}\ m$$

$$= 4.77 \times 10^{-10}\ m.$$

CamScanner

$mvr_3 = \frac{nh}{2\pi}$

বা, $v = \frac{nh}{2\pi m r_3}$

বা, $v = \frac{3 \times 6.626 \times 10^{-34}\ m^2 kg s^{-1}}{2 \times 3.1416 \times 9.11 \times 10^{-31} kg \times 4.77 \times 10^{-10} m}$

$= 7.28 \times 10^5\ ms^{-1}$.

Ans: $7.28 \times 10^5\ ms^{-1}$.

(ক) কোনো মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর = $\frac{\text{মৌলের 1টি পরমাণুর ভর}}{\text{C-12 আইসোটোপের } \frac{1}{12} \text{ অংশের ভর}}$

(খ) 1টি পরমাণুর ভর = আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর × C-12 আইসোটোপের $\frac{1}{12}$ অংশের ভর।

(গ) ৫ম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো:

$\Rightarrow r_5 = (5)^2 \times 0.53 \times 10^{-10}\ m$

$= 1.325 \times 10^{-9}\ m$

কক্ষপথের ব্যাসার্ধ নির্ণ
সূত্র: $r_n = n^2 \times r_1$

$r_1 = 0.53 \times 10^{-10} m$