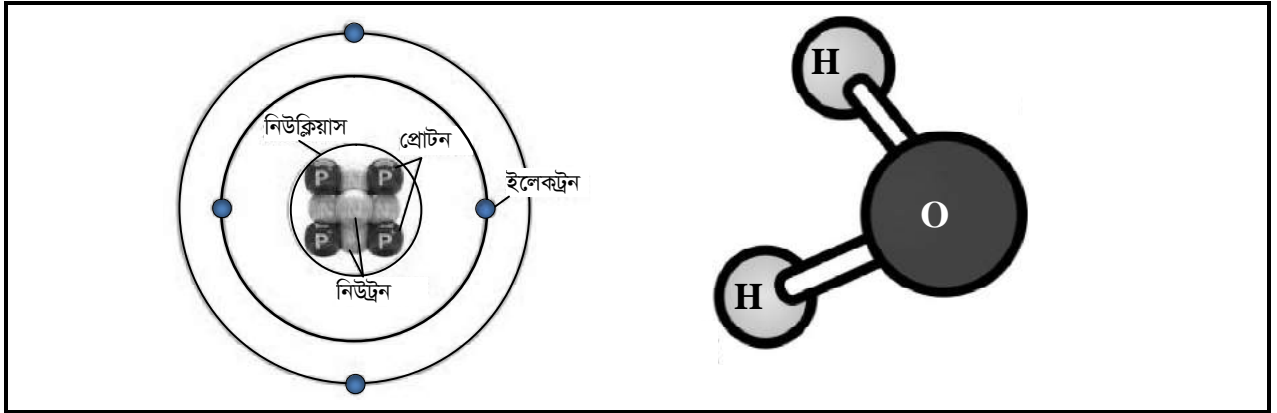


# পদার্থের গঠন STRUCTURE OF MATTER



## ভূমিকা (Introduction)

আমাদের চারপাশের যে জিনিসগুলো স্থান দখল করে, যাদের ভর আছে, আয়তন আছে এবং বল প্রয়োগ করলে কিছু না কিছু বাধা প্রদান করে, সেগুলোকে আমরা পদার্থ বলি। এই পদার্থগুলো অতিশয় ক্ষুদ্র, ক্ষুদ্র অসংখ্য কণা দিয়ে গঠিত। এই কণাগুলো এতটাই ক্ষুদ্র যে অতি উচ্চ ক্ষমতাসম্পন্ন অণুবীক্ষণ যন্ত্র দ্বারাও এগুলোকে দেখা যায় না। যে পদার্থগুলো একই ধরনের মৌলিক কণা নিয়ে গঠিত তারা হল মৌলিক পদার্থ এবং মৌলিক পদার্থের ক্ষুদ্রতম কণা হলো পরমাণু। আবার যে পদার্থগুলো একাধিক মৌলিক কণা নিয়ে গঠিত তারা হলো যৌগিক পদার্থ এবং যৌগিক পদার্থের ক্ষুদ্রতম কণা হলো অণু। প্রতিটি পদার্থ নিজস্ব বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন পরমাণু দিয়ে গঠিত। পরমাণুগুলো ইলেকট্রন, প্রোটন, নিউট্রন নামক মূল কণিকা দিয়ে গঠিত। এই ইউনিটে পদার্থের গঠন সম্পর্কে আলোচনা করা হবে।



ইউনিট সমাপ্তির সময়

ইউনিট সমাপ্তির সর্বোচ্চ সময় ৩ সপ্তাহ

### এই ইউনিটের পাঠসমূহ

- পাঠ - ৩.১ : মৌল, পরমাণু ও পরমাণুর কণিকাসমূহ
- পাঠ - ৩.২ : পারমাণবিক ভর, আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর ও আণবিক ভর
- পাঠ - ৩.৩ : আইসোটোপ, তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ও এদের ব্যবহার
- পাঠ - ৩.৪ : পরমাণুর মডেল
- পাঠ - ৩.৫ : পরমাণুতে ইলেকট্রন বিন্যাস

## মৌল, পরমাণু ও পরমাণুর কণিকাসমূহ



### উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা-

- মৌলিক পদার্থ বা মৌলসমূহ সনাক্ত করতে পারবেন।
- পরমাণুর মৌলিক কণিকাসমূহের বৈশিষ্ট্য বর্ণনা করতে পারবেন।
- পারমাণবিক সংখ্যা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।



### মুখ্য শব্দ

মৌলিক পদার্থ, মৌলিক কণিকা, সূক্ষ্ম কণিকা, ইলেকট্রন, প্রোটন, নিউট্রন, পারমাণবিক সংখ্যা।



### মৌল বা মৌলিক পদার্থ (Element)

আপনারা প্রতি নিয়ত এ পৃথিবীতে অসংখ্য পদার্থ দেখছেন। এই পদার্থগুলোর মধ্যে কতগুলো পদার্থ আছে যেগুলোকে ভেঙে যত ক্ষুদ্র কণাতে পরিনত করা হোক না কেন প্রত্যেক ক্ষুদ্র কণাতেই ঐ পদার্থের ধর্ম ও গুণাগুণ বিদ্যমান থাকে। যে পদার্থগুলোকে ভাঙলে বা বিশ্লেষণ করলে ঐ পদার্থ ছাড়া অন্য কোন ধর্ম বিশিষ্ট পদার্থ পাওয়া যায় না তাদেরকে মৌলিক পদার্থ বা সংক্ষেপে মৌল বলা হয়। পৃথিবীতে বর্তমানে আবিষ্কৃত মৌলের সংখ্যা ১১৮টি। আপনারা হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, কার্বন, সোডিয়াম, পটাসিয়াম বা হিলিয়ামের নাম শুনেছেন। এগুলো সব মৌলিক পদার্থ। এই মৌলিক পদার্থগুলোকে প্রতীক দ্বারা প্রকাশ করা হয়, যেমন হাইড্রোজেনের প্রতীক H। আবার সোডিয়ামের প্রতীক Na। প্রতিটি মৌলিক পদার্থের নির্দিষ্ট পারমাণবিক সংখ্যা ও ভরসংখ্যা রয়েছে। এ বিষয়ে আপনারা বিস্তারিত আগের শ্রেণিতে পড়েছেন।



### শিক্ষার্থীর কাজ

নিচের সারণীতে কতগুলো মৌলিক পদার্থের নাম দেয়া হলো। এদের পরমাণুর প্রতীক ও পারমাণবিক সংখ্যা লিখুন।

মৌলের নাম	প্রতীক	পারমাণবিক সংখ্যা
হাইড্রোজেন		
হিলিয়াম		
কার্বন		
নাইট্রোজেন		
অক্সিজেন		
সোডিয়াম		
ফসফরাস		
সালফার		
আর্গন		
পটাসিয়াম		
ক্যালসিয়াম		

### পরমাণুর মৌলিক কণিকাসমূহ (Fundamental Particles of Atom)

ডালটনের পরমাণুবাদে পরমাণুকে অবিভাজ্য ধরা হলেও ঊনবিংশ শতাব্দীর শেষভাগে প্রমাণিত হয় যে, পরমাণু অনেকগুলো সূক্ষ্ম কণার সমন্বয়ে গঠিত। এ সব অতি সূক্ষ্ম কণিকাকে আর বিভাজন করা যায় না। এদেরকে পরমাণুর মৌলিক কণিকা বলা হয়। অর্থাৎ যে সব সূক্ষ্ম কণিকা দ্বারা পরমাণু গঠিত তাদেরকে মৌলিক কণিকা বলা হয়।


পরমাণুর মৌলিক কণিকাগুলো হলো-

১. ইলেকট্রন
২. প্রোটন ও
৩. নিউট্রন।

**ইলেকট্রন (Electron) :** পরমাণুর ক্ষুদ্রতম কণিকা ইলেকট্রন। সকল মৌলের পরমাণুর একটি সাধারণ উপাদান হল ইলেকট্রন। এর ভর অতি সামান্য। একটি ইলেকট্রন একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর তুলনায় 1840 গুণ হালকা। ইলেকট্রন একক ঋণাত্মক তড়িৎধর্মী কণা। ইলেকট্রনের সংকেত  $e^-$ । ইলেকট্রনের আসল ভর ও প্রকৃত আধান যথাক্রমে  $9.11 \times 10^{-28} \text{g}$  ও  $-1.60 \times 10^{-19} \text{Coulomb}$ । আপেক্ষিক আধান -1।

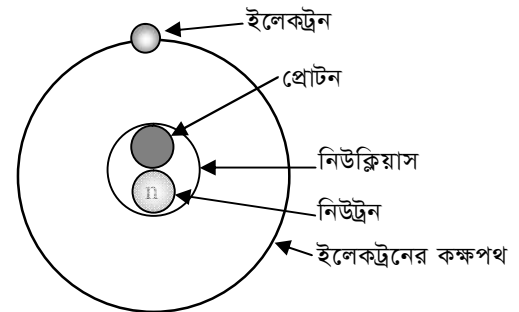
**প্রোটন (Proton) :** ইলেকট্রনের মত প্রোটনও সকল মৌলের পরমাণুর একটি সাধারণ মূল কণিকা। এটি পরমাণুর নিউক্লিয়াস বা কেন্দ্রে থাকে। হাইড্রোজেন পরমাণু থেকে একটি ইলেকট্রন অপসারণ করলে যে ধনাত্মক বিদ্যুৎবাহী কণা পাওয়া যায় তাকেই প্রোটন বলা হয়। ইহার সংকেত  $H^+$ । প্রোটনের ভর প্রায় হাইড্রোজেনের ভরের সমান। প্রোটনের আসল ভর ও আধান যথাক্রমে  $1.67 \times 10^{-24} \text{g}$  ও  $1.60 \times 10^{-19} \text{C}$ । প্রোটনের আপেক্ষিক ভর 1 একক। প্রোটনের আরেকটি সংকেত P। আপেক্ষিক আধান +1।

**নিউট্রন (Neutron) :** নিউট্রন আধানহীন (Neutral) বা চার্জ নিরপেক্ষ কণা। ১৯৩২ সালে চ্যাডউইক (James Chadwick) নিউট্রন আবিষ্কার করেন। ইহার ভর প্রায় প্রোটনের ভরের সমান। একমাত্র হাইড্রোজেন পরমাণু ছাড়া সকল পরমাণুর নিউক্লিয়াসে নিউট্রন বিদ্যমান। নিউট্রনের প্রতীক হচ্ছে n। নিউট্রনের আসল ভর  $1.675 \times 10^{-24} \text{g}$ । আপেক্ষিক আধান 0(শূন্য)।

	শিক্ষার্থীর কাজ	নিচের কনিকাগুলোর ক্ষেত্রে সারণিটি পূর্ণ করুন।
---	-----------------	---

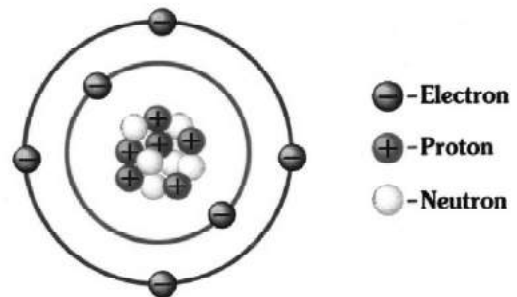
পরমাণুর মৌলিক কণিকার নাম	প্রতীক	আপেক্ষিক ভর	আপেক্ষিক আধান	প্রকৃত ভর	প্রকৃত আধান
ইলেকট্রন (Electron)					
প্রোটন (Proton)					
নিউট্রন (Neutron)					

ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন এই তিনটি পরমাণুর স্থায়ী কণিকা। পরমাণুর কণিকাগুলো বিভিন্ন সংখ্যায় একত্রিত হয়ে ভিন্ন ভিন্ন পরমাণু সৃষ্টি করে। মৌলিক কণিকাগুলোর আধান এবং ক্ষেত্রবিশেষে ভর খুব সামান্য। স্বাভাবিক অবস্থায় পরমাণুর প্রোটন ও ইলেকট্রনের সংখ্যা সমান থাকে। নিউট্রন সংখ্যা কখনো সমান আবার কখনো বেশি থাকে। পরমাণুর কেন্দ্রে নিউক্লিয়াস থাকে। প্রোটন ও নিউট্রন নিউক্লিয়াসে অবস্থান করে।




চিত্র ১: পরমাণুর গঠন


কোন মৌলের পরমাণুর নিউক্লিয়াসে উপস্থিত প্রোটনের সংখ্যাকে ঐ মৌলের পরমাণবিক সংখ্যা (Atomic number) বলে। মৌলের ধর্ম এর পারমাণবিক সংখ্যার উপর নির্ভর করে। পরমাণুর নিউক্লিয়াসের বাইরে চারদিকে বিভিন্ন শক্তিস্তরে ইলেকট্রনসমূহ নিজস্ব শক্তি অনুযায়ী বিভিন্ন কক্ষপথে অবস্থান নিয়ে ঘুরতে থাকে। যেমন, কার্বন পরমাণুতে প্রোটন সংখ্যা 6 টি এবং নিউট্রন সংখ্যা হল 6 টি। পাশে কার্বন পরমাণুর গঠনচিত্র দেওয়া হলো:



চিত্র ২: কার্বন পরমাণুর গঠন

	<b>শিক্ষার্থীর কাজ</b>	নিচের সারণীর তথ্য থেকে নিউক্লিয়াসে প্রোটন ও নিউট্রন এবং বিভিন্ন স্তরে ইলেকট্রন বিন্যাস করে পরমাণুসমূহের গঠন চিত্র অঙ্কন করুন।
---	------------------------	--

মৌল	প্রোটন/ইলেকট্রন সংখ্যা	নিউট্রন সংখ্যা
Li	3	4
Be	4	5
N	7	7
Na	11	12

	<b>সার-সংক্ষেপ :</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>যে পদার্থগুলোকে ভাঙলে বা বিশ্লেষণ করলে ঐ পদার্থ ছাড়া অন্য কোন ধর্ম বিশিষ্ট পদার্থ পাওয়া যায় না তাদেরকে মৌলিক পদার্থ বা সংক্ষেপে মৌল বলে।</li> <li>যে সব সূক্ষ্ম কণিকা দ্বারা পরমাণু গঠিত, তাদেরকে মৌলিক কণিকা বলা হয়।</li> <li>পরমাণুর মৌলিক কণিকাগুলো হলো- ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন।</li> <li>ইলেকট্রন একক ঋণাত্মক তড়িৎধর্মী কণা। ইলেকট্রনের সংকেত <math>e^-</math>।</li> <li>হাইড্রোজেন পরমাণু থেকে একটি ইলেকট্রন অপসারণ করলে যে ধনাত্মক বিদ্যুৎবাহী কণা পাওয়া যায় তাকেই প্রোটন বলা হয়। ইহার সংকেত <math>H^+</math>।</li> <li>নিউট্রন আধানহীন (Neutral) বা চার্জ নিরপেক্ষ কণা। ইহার ভর প্রায় প্রোটনের ভরের সমান।</li> <li>কোন মৌলের পরমাণুর নিউক্লিয়াসে উপস্থিত প্রোটনের সংখ্যাকে ঐ মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা বলে।</li> </ul>	

	<b>পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৩.১</b>
---	-------------------------------

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন

১. নিচের কোনটি লেড (Lead) এর প্রতীক ?

(ক) Pd                      (খ) Pb                      (গ) Ld                      (ঘ) Pm

২. প্রোটনের আসল ভর কত?

(ক) 1                      (খ)  $1.765 \times 10^{-24} \text{g}$                       (গ)  $1.67 \times 10^{-24} \text{g}$                       (ঘ)  $9.11 \times 10^{-24} \text{g}$

৩. স্বাভাবিক অবস্থায় পরমাণুর স্থায়ী কণিকার ক্ষেত্রে কোনটি সত্য ?

(ক) প্রোটন ও নিউট্রনের সংখ্যা সমান                      (খ) প্রোটন ও ইলেকট্রনের সংখ্যা সমান  
(গ) নিউট্রন ও ইলেকট্রনের সংখ্যা সমান                      (ঘ) প্রোটন ও ইলেকট্রনের সংখ্যা ভিন্ন

৪. মৌলিক কণিকাসমূহের ক্ষেত্রে নিচের তথ্যগুলো পাওয়া গেল-

- প্রোটন পরমাণুর নিউক্লিয়াসে থাকে
- একটি ইলেকট্রন একটি হাইড্রোজেনের তুলনায় ১৮৪০ গুণ হালকা
- হাইড্রোজেন ছাড়া সকল পরমাণুর নিউক্লিয়াসে নিউট্রন বিদ্যমান।

নিচের কোনটি সঠিক ?

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

## পাঠ-৩.২ পারমাণবিক ও আণবিক ভর



### উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা-

- ভর সংখ্যা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- পরমাণুর ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন হিসাব করতে পারবে।
- আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর বর্ণনা করতে পারবেন।
- আণবিক ভর বর্ণনা করতে পারবেন।



### মুখ্য শব্দ

পারমাণবিক সংখ্যা, ভর সংখ্যা, নিউক্লিয়ন সংখ্যা, আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর, আণবিক ভর, এ্যাটমিক মাস ইউনিট, গ্রাম পারমাণবিক ভর, গ্রাম আণবিক ভর ও মৌল।



### পারমাণবিক সংখ্যা (Atomic number)

আমরা আগেই জেনেছি যে, কোন মৌলের পরমাণুর নিউক্লিয়াসে উপস্থিত প্রোটনের সংখ্যাকে ঐ মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা বলে। ইহাকে  $Z$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়। যেমন, হাইড্রোজেন (H) পরমাণুর নিউক্লিয়াসে 1টি প্রোটন আছে। কাজেই উহার পারমাণবিক সংখ্যা 1। আবার, কার্বনের পরমাণুতে 6টি প্রোটন আছে, বিধায় কার্বনের পারমাণবিক সংখ্যা 6। পারমাণবিক সংখ্যা মৌলের মৌলিক ধর্ম (Fundamental property)।

**ভর সংখ্যা (Mass Number) :** কোন মৌলের পরমাণুর নিউক্লিয়াসে অবস্থিত প্রোটন ও নিউট্রনের সংখ্যাকে ঐ পরমাণুর ভর সংখ্যা বলা হয়। ইলেকট্রনের ভর প্রায় শূন্য ধরা হয়। ভর সংখ্যাকে  $A$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়। সোডিয়াম ধাতুর পরমাণুতে প্রোটন সংখ্যা 11 টি এবং নিউট্রন সংখ্যা হল 12 টি। তাই সোডিয়ামের ভর সংখ্যা 23।

### পারমাণবিক সংখ্যা ও ভর সংখ্যা লেখার নিয়ম

ইতোমধ্যে আমরা জেনেছি যে, কোন মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা ( $Z$ ) যত তার নিউক্লিয়াসে ঠিক ততটি প্রোটন থাকে। যদি কোন পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যা  $Z$  হয়, তবে সেই পরমাণুতে  $Z$  সংখ্যক প্রোটন ও  $Z$  সংখ্যক ইলেকট্রন আছে। পরমাণুর ভর সংখ্যা যদি  $A$  হয়, তবে নিউট্রনের সংখ্যা =  $A - Z$ ।

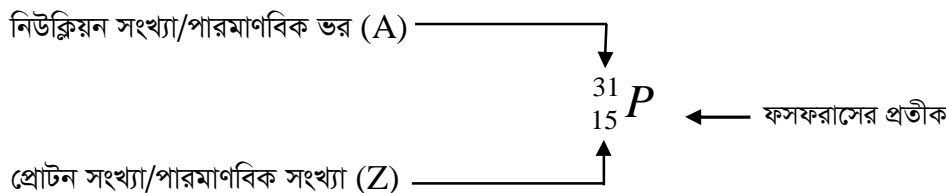
কোন মৌলের পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যা, ভর সংখ্যা নিম্ন রীতিতে দেখানো হয়।

${}^A_ZX$  এখানে,  $X$  = মৌলের প্রতীক


$Z$  = মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা। এটি প্রতীকের বাম পার্শ্বে পাদদেশে বসে।

$A$  = পরমাণুর ভর সংখ্যা। এটি প্রতীকের বাম পার্শ্বে শীর্ষদেশে বসে। এটি প্রোটন ও নিউট্রনের সংখ্যা যাকে নিউক্লিয়ন সংখ্যাও বলা হয়।

উদাহরণ হিসেবে ফসফরাস ( $P$ ) মৌলের কথা বিবেচনা করি। ফসফরাসের প্রোটন সংখ্যা 15 এবং নিউক্লিয়ন সংখ্যা বা পারমাণবিক ভর 31। অতএব, নিউট্রন সংখ্যা হবে  $31 - 15 = 16$ ।



নীচের সারণিতে বিভিন্ন মৌলের পরমাণুতে Z, A এবং A- Z এর সংখ্যা লক্ষ্য করুন।


	<b>শিক্ষার্থীর কাজ</b>	নীচের সারণিতে কয়েকটি মৌলের পরমাণুতে প্রোটন, ইলেকট্রন, নিউট্রনের সংখ্যা ও পরমাণুর সংক্ষিপ্ত প্রকাশ নির্ণয় করা হয়েছে। অবশিষ্ট মৌলের পরমাণুগুলোর ক্ষেত্রে খালি ঘরগুলো পূর্ণ করুন।
---	------------------------	---

সারণি ৩.১: বিভিন্ন মৌলের পরমাণুতে Z, A এবং (A- Z) এর সংখ্যা ও পরমাণুর সংক্ষিপ্ত প্রকাশ

মৌলের প্রতীক	পারমাণবিক সংখ্যা Z	ভরসংখ্যা A	প্রোটন (Z)	ইলেকট্রন	নিউট্রন (A- Z)	সংক্ষিপ্ত প্রকাশ
H	1	1	1	1	1-1 = 0	${}^1_1\text{H}$
H	1	1	1	0	1-1 = 0	${}^1_1\text{H}^+$
H	1	2	1	1	2-1 = 1	${}^2_1\text{H}$
He	2	4	2	2	4-2 = 2	${}^4_2\text{He}$
O	8	16	8	8	16-8 = 8	${}^{16}_8\text{O}$
Li	3	7	3	3		
Be	4	9	4	4		
B	5	11	5	5		
C	6	12	6	6		
N	7	14	7	10		
O	8	16	8	8		
F	9	19	9	9		
Ne	10	20	10	10		

উদাহরণ-১:  ${}^{13}_6\text{C}$  লেখার অর্থ লিখুন।

সমাধান: C হল কার্বনের প্রতীক। কার্বনের এই পরমাণুতে কার্বনের পারমাণবিক সংখ্যা 6 এবং ভরসংখ্যা 13। অর্থাৎ কার্বন পরমাণুর নিউক্লিয়াসে 6টি প্রোটন এবং  $13-6=7$  টি নিউট্রন আছে।

	<b>শিক্ষার্থীর কাজ</b>	${}^{17}_8\text{O}$ , ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ , ${}^{39}_{19}\text{K}$ , ${}^{64}_{29}\text{Cu}$ -এ সংকেতগুলো থেকে পারমাণবিক সংখ্যা, প্রোটন, ইলেকট্রন ও নিউট্রন সংখ্যা নির্ণয় করুন।
---	------------------------	--

**আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর**


পরমাণু ও অণু এত ক্ষুদ্র যে বিজ্ঞানীগণের পক্ষে এদের প্রকৃত ভর সরাসরি পরিমাপ করা প্রায় অসম্ভব। তাই বিজ্ঞানীরা পরোক্ষভাবে (ভর বর্ণালী বিক্ষণ পদ্ধতিতে) পরমাণুর ভর পরিমাপ করে দেখেছেন যে, হাইড্রোজেনের একটি পরমাণুর প্রকৃত ভর =  $0.167 \times 10^{-23}$  গ্রাম এবং কার্বনের একটি পরমাণুর প্রকৃত ভর =  $1.992 \times 10^{-23}$  গ্রাম। সুতরাং বুঝা যাচ্ছে পরমাণুর প্রকৃত ভরের এ মানগুলো এত ক্ষুদ্র যে রাসায়নিক গণনার ক্ষেত্রে এদের ব্যবহার করা বেশ অসুবিধাজনক। তাই কোন একটি পরমাণুর প্রকৃত ভরকে প্রমাণ(Standard) ধরে তার সাপেক্ষে অন্যান্য মৌলের পরমাণু কতগুণ ভারী তা নির্ণয় করা হয়। একেই সংশ্লিষ্ট মৌলের পরমাণুর আপেক্ষিক ভর বলা হয়। প্রাথমিক পর্যায়ে একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর ভরকে প্রমাণ হিসাবে ধরে আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর গণনা করা হত। বর্তমানে একটি কার্বন-12 পরমাণুর ভরের 12 ভাগের 1 ভাগকে প্রমাণ ধরে বিভিন্ন পরমাণুর আপেক্ষিক ভর গণনা করা হয়। অর্থাৎ

$$\text{কোন মৌলের (আপেক্ষিক) পারমাণবিক ভর} = \frac{\text{মৌলটির একটি পরমাণুর ভর}}{\text{একটি কার্বন-12 পরমাণু ভরের } \frac{1}{12} \text{ অংশ}}$$

‘কার্বন-12’ আইসোটোপের ভরের 12 ভাগের 1 ভাগকে অ্যাটমিক মাস ইউনিট(atomic mass unit সংক্ষেপে **amu**) বলা হয়।  $1 \text{ amu} = 1.66 \times 10^{-24}$  গ্রাম। আপেক্ষিক পারমাণবিক ভরকে পারমাণবিক ভরও বলা হয়। পর্যায় সারণিতে পরমাণুসমূহের যে পারমাণবিক ভর দেয়া হয়েছে তা সকলই আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর। কোনো পরমাণুর আইসোটোপ না থাকলে সেগুলোর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর ও ভর সংখ্যা সমান হয়। আমরা পরবর্তী পাঠে আইসোটোপ নিয়ে আলোচনা করব। চলুন এবার আমরা অক্সিজেনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর মাপার চেষ্টা করি।

**উদাহরণ-২:** অক্সিজেনের একটি পরমাণুর ভর  $2.6560 \times 10^{-23}$  গ্রাম। অক্সিজেনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর নির্ণয় করুন।

$$\begin{aligned} \text{সমাধান: অক্সিজেনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর} &= \frac{\text{মৌলটির একটি পরমাণুর ভর}}{\text{একটি কার্বন-12 পরমাণু ভরের } \frac{1}{12} \text{ অংশ}} \\ &= \frac{2.6560 \times 10^{-23}}{1.66 \times 10^{-24}} = 15.9967 \end{aligned}$$

	<b>শিক্ষার্থীর কাজ</b>	Al -এর প্রোটন সংখ্যা 13, এর একটি পরমাণুর ভর যদি $4.482 \times 10^{-23}$ গ্রাম হয় তবে এর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর নির্ণয় করুন।
---	------------------------	--

অনেক পরমাণুর পারমাণবিক ভর পূর্ণ সংখ্যায় না হয়ে দশমিক ভগ্নাংশে দেখা যা়। যেমন, ক্লোরিনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর ৩৫.৫। ক্লোরিনের ২টি আইসোটোপ  $^{35}\text{Cl}$  ও  $^{37}\text{Cl}$  রয়েছে। প্রকৃতিতে  $^{35}\text{Cl}$  আইসোটোপটি ৭৫% এবং  $^{37}\text{Cl}$  আইসোটোপটি ২৫% পাওয়া যায়।

চলুন, এবার তাহলে দেখা যাক আমরা ক্লোরিনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর কিভাবে নির্ণয় করতে পারি।

	$^{35}\text{Cl}$	$^{37}\text{Cl}$
ভর সংখ্যা	35	37
শতকরা পরিমাণ	75	25
ক্লোরিনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর	$(35 \times 75 \div 100) + (37 \times 25 \div 100) = 26.25 + 9.25 = 35.5$	

**আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর থেকে আপেক্ষিক আণবিক ভর**


আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর থেকে কোনো মৌল/যৌগের আপেক্ষিক আণবিক ভর সহজেই নির্ণয় করা যায়। যেমন নাইট্রোজেনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 14 অর্থাৎ নাইট্রোজেনের 1টি পরমাণুর ভর হল 14। তাহলে, নাইট্রোজেন অণুর আপেক্ষিক আণবিক ভর =  $14 \times 2 = 28$ ।

কারণ একটি নাইট্রোজেন অণুতে নাইট্রোজেনের 2টি পরমাণু থাকে। অনুরূপভাবে আমরা  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ইত্যাদির আপেক্ষিক আনবিক ভর নির্ণয় করতে পারি।

**উদাহরণ-৩:**  $\text{H}_2\text{O}$  এর আপেক্ষিক আনবিক ভর নির্ণয় করুন।

সমাধান: পানির অণুতে ২ পরমাণু হাইড্রোজেন ও ১ পরমাণু অক্সিজেন রয়েছে। হাইড্রোজেনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 1 এবং অক্সিজেনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 16।


$$\text{সুতরাং } \text{H}_2\text{O} \text{ এর আপেক্ষিক আনবিক ভর} = 1 \times 2 + 16 \times 1 = 18।$$

	<b>শিক্ষার্থীর কাজ</b>	$\text{CO}_2$ , $\text{NaCl}$ , $\text{NaOH}$ , $\text{HCl}$ , $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , $\text{H}_2\text{SO}_4$ ইত্যাদির আপেক্ষিক আনবিক ভর নির্ণয় করুন।
---	------------------------	--

বিভিন্ন রাসায়নিক গণনায় আণবিক ভর ও পারমাণবিক ভর বা গ্রাম আণবিক ভর ও গ্রাম পারমাণবিক ভর ব্যবহার করা হয়।

**গ্রাম পারমাণবিক ভর, গ্রাম আণবিক ভর ও মৌল:**

আপনারা লক্ষ্য করেছেন পদার্থের আপেক্ষিক আণবিক ভর এবং আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর উভয়ই দুইটি ভরের অনুপাত। তাই এইগুলি সরল সংখ্যা এবং এদের কোন একক নাই। তবে আণবিক ও পারমাণবিক ভর পরিমাণ বস্তুকে গ্রাম (gram)-এ ওজন করা হলে তাকে গ্রাম আণবিক ভর (gram molecular mass) ও গ্রাম পারমাণবিক ভর (gram atomic mass) বলা হয়। কোন বস্তুর এক গ্রাম আণবিক ভর পরিমাণকে ঐ বস্তুর মোল বলা হয়। যেমন- সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড ( $\text{NaOH}$ ) এর আণবিক ভর  $(23 + 16 + 1) = 40$ । সুতরাং 40.0g পরিমাণ সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড ( $\text{NaOH}$ ) সমান 1.0 মোল সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড।

	<b>সার-সংক্ষেপ :</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• কোন মৌলের পরমাণুর নিউক্লিয়াসে অবস্থিত প্রোটন ও নিউট্রনের সংখ্যাকে ঐ পরমাণুর ভর সংখ্যা বলা হয়।</li> <li>• আপেক্ষিক পারমাণবিক ভরকে পারমাণবিক ভরও বলা হয়।</li> <li>• <math>1 \text{ amu} = 1.66 \times 10^{-24}</math> গ্রাম।</li> <li>• আণবিক ও পারমাণবিক ভর পরিমাণ বস্তুকে গ্রাম-এ ওজন করা হলে তাকে গ্রাম আণবিক ভর ও গ্রাম পারমাণবিক ভর বলা হয়।</li> <li>• কোন বস্তুর এক গ্রাম আণবিক ভর পরিমাণকে ঐ বস্তুর মোল বলা হয়।</li> </ul>	

	<b>পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৩.২</b>
---	-------------------------------

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন

১. আধুনিক সংজ্ঞানুযায়ী কোনটির সাথে তুলনা করে বিজ্ঞানীগণ আণবিক বা পারমাণবিক ভর নির্ণয় করেন ?  
(ক) C-14                      (খ) C-12                      (গ) O-16                      (ঘ) Cl-35
২. নিচের কোন মৌলের পরমাণুর ভর কার্বন-12 আইসোটোপের 1/12 অংশ অপেক্ষা 16 গুণ ভারী ?  
(ক) N                              (খ) P                              (গ) O                              (ঘ) Cl
৩. F এর প্রোটন সংখ্যা 9 এবং নিউট্রন সংখ্যা 10 হলে ভর সংখ্যা কত?  
(ক) 9                              (খ) 1                              (গ) 10                              (ঘ) 19
৪. HCl এর আপেক্ষিক আনবিক ভর কত?  
(ক) 35.5                              (খ) 2                              (গ) 36.5                              (ঘ) 71



## পাঠ-৩.৩

## আইসোটোপ ও এর ব্যবহার



## উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা-

- আইসোটোপ ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- তেজস্ক্রিয়তা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের চিহ্নিত করতে পারবেন।
- আইসোটোপের ব্যবহার ব্যাখ্যা করতে পারবে।



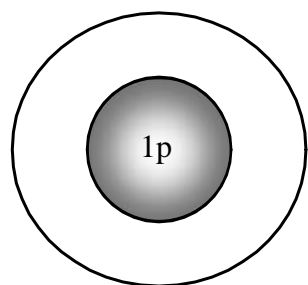
## মুখ্য শব্দ

আইসোটোপ, তেজস্ক্রিয়তা, তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ, থাইরয়েড গ্রন্থি, শ্বেত-কণিকা।

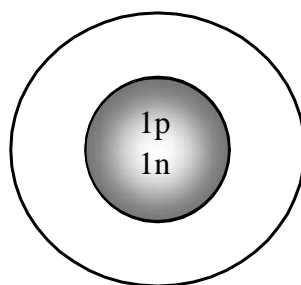


## আইসোটোপ (Isotope)

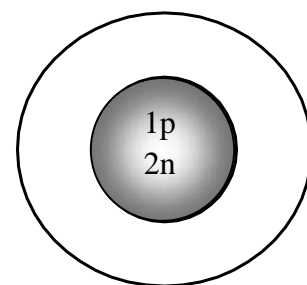
ডালটনের পারমাণবিক মতবাদ অনুযায়ী একটি মৌলের সব পরমাণু সমান ভর বিশিষ্ট। কিন্তু পরবর্তীকালে দেখা যায় যে, একই মৌলের বিভিন্ন পরমাণুর ভিন্ন ভিন্ন ভর হতে পারে। তবে, এক্ষেত্রে প্রোটন বা ইলেকট্রনের সংখ্যা সমান থাকে, কিন্তু নিউট্রন সংখ্যা ভিন্ন হয়। যেমন, হাইড্রোজেনের সাতটি আইসোটোপ ( ${}^1_1\text{H}$ ,  ${}^2_1\text{H}$ ,  ${}^3_1\text{H}$ ,  ${}^4_1\text{H}$ ,  ${}^5_1\text{H}$ ,  ${}^6_1\text{H}$ ,  ${}^7_1\text{H}$ ) আছে যাদের ভর যথাক্রমে 1, 2, 3, 4, 5, 6 ও 7। এই সাতটি আইসোটোপের মধ্যে স্থায়ী আইসোটোপ তিনটি যা প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। এরা হল হাইড্রোজেন/প্রোটিয়াম ( ${}^1_1\text{H}$ ), ডিউটেরিয়াম ( ${}^2_1\text{H}$ ) ও ট্রিটিয়াম ( ${}^3_1\text{H}$ )। যে সব পরমাণুর প্রোটন সংখ্যা সমান, কিন্তু ভর সংখ্যা ভিন্ন সে সব পরমাণুকে পরস্পরের আইসোটোপ বলা হয়। আইসোটোপসমূহের মধ্যে রাসায়নিক ধর্মের কোন পার্থক্য দেখা যায় না।



হাইড্রোজেন বা প্রোটিয়াম




ডিউটেরিয়াম



ট্রিটিয়াম

চিত্র ৩: হাইড্রোজেনের তিনটি স্থায়ী আইসোটোপ (p = Proton, n = Neutron)

হাইড্রোজেনের আইসোটোপ তিনটিতেই হাইড্রোজেনের পারমাণবিক সংখ্যা 1। কিন্তু প্রথমটির ভর সংখ্যা 1 দ্বিতীয়টির 2 এবং তৃতীয়টির 3। প্রথম আইসোটোপে কোন নিউট্রন নেই, দ্বিতীয়টিতে 1টি নিউট্রন এবং তৃতীয়টিতে 2টি নিউট্রন আছে। প্রকৃতিতে সকল আইসোটোপের পরিমাণ সমান থাকে না। যেমন, এক লক্ষ হাইড্রোজেন পরমাণুর মধ্যে হাইড্রোজেনের পরিমাণ 99985 টি। ডিউটেরিয়াম পরমাণুর সংখ্যা 15টি এবং ট্রিটিয়ামের সংখ্যা অতি নগণ্য।

	শিক্ষার্থীর কাজ	নিচের সারণিতে হাইড্রোজেনের সাতটি আইসোটোপ $^1_1\text{H}$ , $^2_1\text{H}$ , $^3_1\text{H}$ , $^4_1\text{H}$ , $^5_1\text{H}$ , $^6_1\text{H}$ , $^7_1\text{H}$ ও এদের ভর দেওয়া আছে আইসোটোপগুলোর পারমাণবিক সংখ্যা, প্রোটন, ইলেকট্রন ও নিউট্রন সংখ্যা নির্ণয় করুন।
---	-----------------	---

মৌলের প্রতীক	ভরসংখ্যা A	পারমাণবিক সংখ্যা, Z	প্রোটন (Z)	ইলেকট্রন	নিউট্রন (A - Z)
$^1_1\text{H}$	1	1	1	1	1-1 = 0
$^2_1\text{H}$	2	1	1	1	2-1 = 1
$^3_1\text{H}$	3				
$^4_1\text{H}$	4				
$^5_1\text{H}$	5				
$^6_1\text{H}$	6				
$^7_1\text{H}$	7				

### তেজস্ক্রিয়তা ও তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ (Radioactivity and radioactive isotope) ও তাদের ব্যবহার

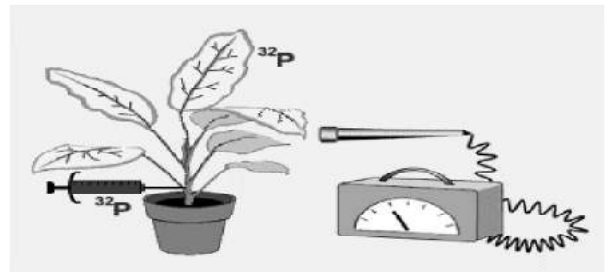
প্রকৃতিতে এমন কতগুলো মৌল রয়েছে যেগুলো থেকে স্বতঃস্ফূর্তভাবে বিভিন্ন ধরনের রশ্মি যেমন-  $\alpha$ -আলফা,  $\beta$ -বিটা,  $\gamma$ -গামা রশ্মি) নির্গত হয় এবং মৌলগুলো অন্য মৌলে পরিণত হয়। কোন মৌলের এই ধর্মকে তেজস্ক্রিয়তা (Radioactivity) বলে। যে সকল মৌল থেকে এসব রশ্মি নির্গত হয় তাদেরকে তেজস্ক্রিয় মৌল এবং এ ধরনের বিশেষ গুণবিশিষ্ট রশ্মিকে তেজস্ক্রিয় রশ্মি বলে। পর্যায় সারণিতে  $_{82}\text{Pb}$  এর পরবর্তী মৌলসমূহ বিশেষ করে  $_{86}\text{Rn}$  থেকে শুরু করে সারণির শেষের দিকের সব মৌল এবং তাদের যৌগসমূহ তেজস্ক্রিয়। প্রাকৃতিক এবং কৃত্রিম উপায়ে তৈরি আইসোটোপের মধ্যে কিছু আইসোটোপ সুস্থিত হলেও বেশির ভাগ আইসোটোপই অস্থিত। এই আইসোটোপগুলো তেজস্ক্রিয় রশ্মি বিকিরণ করে অন্য মৌলের আইসোটোপে পরিণত হয়। এ ধরনের আইসোটোপগুলোকে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ বলে।

প্রকৃতপক্ষে তেজস্ক্রিয় রশ্মি বিকিরণের ফলে মৌলের পরমাণুর নিউক্লিয়াসে বিভাজন ঘটে এবং মৌলটি অন্য মৌলে পরিবর্তিত হয়। প্রাকৃতিক এবং কৃত্রিম উপায়ে তৈরি আইসোটোপের সংখ্যা ১৩০০ এরও অধিক। নিউক্লিয় বিক্রিয়ার মাধ্যমে এসব তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ তৈরি করা হয়। তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ থেকে নির্গত রশ্মিসমূহ অধিক গতিসম্পন্ন এবং বিভিন্ন ক্ষেত্রে এদের ব্যাপক ব্যবহার রয়েছে।

### তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের ব্যবহার (Uses of radioactive isotopes)

বিজ্ঞান ও প্রযুক্তির সব শাখায় তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের ব্যাপক ব্যবহার রয়েছে। চলুন, এখানে এ সম্পর্কে আলোচনা করি।

- ১) কৃষি বিজ্ঞানে : তেজস্ক্রিয়তা ব্যবহার করে উন্নত মানের বীজ উদ্ভাবনের মাধ্যমে কৃষিক্ষেত্রে ফলন বৃদ্ধি করা সম্ভব হয়েছে। এ ছাড়াও উদ্ভিদের বৃদ্ধি পর্যবেক্ষণ ( $^{32}\text{P}$ ) জন্য তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ব্যবহার করা হয়।



চিত্র ৪: উদ্ভিদে  $^{32}\text{P}$  ব্যবহার

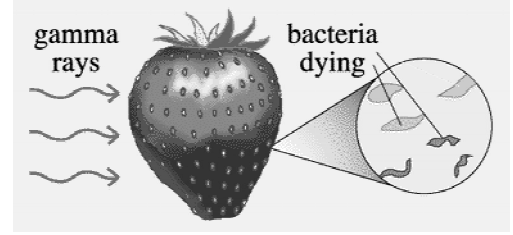
**চিকিৎসাক্ষেত্রে ব্যবহার :** চিকিৎসাক্ষেত্রে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের প্রধানত দু'ধরনের ব্যবহার আছে। যেমন,

ক) রোগ নিরাময়ে ও

খ) কোন রোগ বা রোগাক্রান্ত স্থান নির্ণয়

- i. শরীরের কোন স্থানে কোন ক্ষতিকর ক্যান্সার টিউমার-এর উপস্থিতি তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ দ্বারা নির্ণয় করা যায়। আবার নিরাময়ের জন্য  $^{60}\text{Co}$  থেকে নির্গত গামা রশ্মি নিষ্ক্ষেপ করে ক্যান্সার আক্রান্ত কোষকে ধ্বংস করা হয়।
- ii. থাইরয়েড গ্রন্থি বা এর অস্বাভাবিক বৃদ্ধিজনিত রোগের চিকিৎসায় আয়োডিন-131 ( $^{131}\text{I}$ ) ব্যবহৃত হয়। এ তেজস্ক্রিয় আয়োডিন আইসোটোপ থাইরয়েড গ্রন্থিতে অবস্থিত কোষ কলা বৃদ্ধি প্রতিহত করে।
- iii. শ্বেত-কণিকা অত্যধিক বৃদ্ধিজনিত রক্তাল্পতা (blood-leucaemia) রোগের চিকিৎসায় তেজস্ক্রিয় ফসফরাস-৩২ ( $^{32}\text{P}$ ) এর ফসফেট ব্যবহৃত হয়।
- iv. দেহের হাড় বেড়ে যাওয়া এবং কোথায়, কি কারণে ব্যাথা হচ্ছে তা নির্ণয়ের জন্য  $^{99m}\text{Tc}$  (Isotope of Technetium) আইসোটোপ ব্যবহার করা হয়।
- v. প্লুটোনিয়াম -২৩৮ হাটে পেইসমেকার বসাতে ব্যবহার করা হয়।

২) **খাদ্য দ্রব্য সংরক্ষণে :** বিভিন্ন কৃষিজাত ও অন্যান্য পচনশীল খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণে ব্যাপকভাবে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ থেকে নির্গত তেজস্ক্রিয়তা ব্যবহার করা হচ্ছে। খাদ্যদ্রব্য বেশিদিন ঘরে বা গুদামে রাখলে তা বিভিন্ন পোকামাকড় বা জীবাণুর আক্রমণে নষ্ট হতে পারে। তেজস্ক্রিয় বিকিরণ প্রয়োগ করলে এ সকল আক্রমণ থেকে খাদ্যদ্রব্যকে রক্ষা করা যায়।  $^{60}\text{Co}$  থেকে নির্গত গামা রশ্মি প্রয়োগ করে ক্ষতিকর ব্যাকটেরিয়া থেকে খাদ্যদ্রব্যকে রক্ষা করা হয়।



চিত্র ৫: তেজস্ক্রিয় রশ্মি ব্যবহার করে খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণ

- ৩) **জীবন রহস্য উদঘাটনে :** তেজস্ক্রিয় ফসফরাস (P-32, C-14, DNA, RNA) এবং কার্বন ব্যবহার করে ডি-অক্সিরাইবো নিউক্লিক অ্যাসিড এবং রাইবোনিউক্লিক অ্যাসিড এর গঠনের হার পর্যালোচনা করে মানুষের জীবন রহস্য সম্পর্কে অনেক তথ্য উদঘাটনে সক্ষম হয়েছে।
- ৪) **বিদ্যুৎ উৎপাদনে :** আইসোটোপসমূহের বা নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ার সময় প্রচুর পরিমাণে তাপ উৎপন্ন হয়। এই তাপ শক্তিকে ব্যবহার করে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করা হয়। পৃথিবীর বিভিন্ন দেশে পারমাণবিক চুল্লিতে নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ার মাধ্যমে প্রচুর পরিমাণে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করা হয়।

**এছাড়াও** শিল্পক্ষেত্রে, পৃথিবীর বয়স নির্ধারণে C-14 আইসোটোপ, কীটপতঙ্গ দমনে, ধাতব পাতের পুরুত্ব নির্ধারণে, পাইপ লাইনের ছিদ্র অন্বেষণে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ব্যবহার করা হয়।

**তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ব্যবহারের ক্ষতিকর প্রভাব :**

তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ থেকে বিভিন্ন ধরনের রশ্মি নির্গত হয়। এই রশ্মিগুলোর যথেষ্ট ব্যবহার উদ্ভিদ ও প্রাণী কোষের ব্যাপক ক্ষতি করতে পারে। গামা ( $\gamma$ ) রশ্মি জীবন্ত কোষের ক্ষতি করে। তেজস্ক্রিয় বিকিরণ ক্যান্সার হওয়ার একটি কারণ। পারমাণবিক আইসোটোপের মাধ্যমে তৈরি পারমাণবিক বোমার ব্যবহার নিমিষে একটি সভ্যতাকে ধ্বংস করে দিতে পারে। তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের নিয়ন্ত্রিত ব্যবহারই কেবল মানব সভ্যতার কল্যাণ বয়ে আনতে পারে।



## সার-সংক্ষেপ :

- যে সব পরমাণুর প্রোটন সংখ্যা সমান, কিন্তু ভর সংখ্যা ভিন্ন সে সব পরমাণুকে পরস্পরের আইসোটোপ বলা হয়।
- কতগুলো মৌল রয়েছে যেগুলো থেকে স্বতঃস্ফূর্তভাবে বিভিন্ন ধরনের রশ্মি নির্গত হয় এবং মৌলগুলো অন্য মৌলে পরিণত হয়। মৌলের এই ধর্মকে তেজস্ক্রিয়তা বলে।
- প্রাকৃতিক এবং কৃত্রিম উপায়ে তৈরি আইসোটোপের অস্থিত আইসোটোপগুলো তেজস্ক্রিয় রশ্মি বিকিরণ করে অন্য মৌলের আইসোটোপে পরিণত হয়। এ ধরনের আইসোটোপগুলোকে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ বলে।
- মানব কল্যাণে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের ব্যাপক ব্যবহার রয়েছে। তবে এর ক্ষতিকর প্রভাবও রয়েছে।



## পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৩.৩

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন

১. অস্থিত আইসোটোপগুলো কয় ধরনের রশ্মি বিকিরণ করে ?

- (ক) 1 ধরনের (খ) 2 ধরনের  
(গ) 3 ধরনের (ঘ) 4 ধরনের

২. পৃথিবীর বয়স নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয় কোন মৌলের পরমাণু ?

- (ক) C-14 (খ)  $^{60}\text{Co}$   
(গ)  $^{32}\text{P}$  (ঘ) C-17

৩. আইসোটোপ ব্যাখ্যা করতে গিয়ে নিচের তথ্যগুলো পাওয়া গেল-

- i. পারমাণবিক সংখ্যা একই হয়  
ii. ইলেকট্রন সংখ্যা ভিন্ন ভিন্ন হয়  
iii. ভর সংখ্যায় ভিন্নতা হয়

নিচের কোনটি সঠিক ?

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

- $^{37}_{17}\text{Cl}$ ,  $^{39}_{19}\text{K}$ ,  $^{16}_8\text{O}$ ,  $^{40}_{18}\text{Ar}$ ,  $^{17}_8\text{O}$ ,  $^{40}_{20}\text{Ca}$ ,  $^{18}_8\text{O}$ ,  $^{40}_{19}\text{K}$ , এখানে কয়েকটি মৌলের আইসোটোপ দেওয়া আছে।

উপরের তথ্যের আলোকে ৪ ও ৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

৪. উপরের কোনগুলো পরস্পরের আইসোটোপ ?

- ক)  $^{16}_8\text{O}$ ,  $^{17}_8\text{O}$ ,  $^{18}_8\text{O}$  খ)  $^{39}_{19}\text{K}$ ,  $^{40}_{18}\text{Ar}$ ,  $^{40}_{20}\text{Ca}$   
গ)  $^{37}_{17}\text{Cl}$ ,  $^{39}_{19}\text{K}$ ,  $^{16}_8\text{O}$  ঘ)  $^{37}_{17}\text{Cl}$ ,  $^{39}_{19}\text{K}$ ,  $^{40}_{20}\text{Ca}$ ,

৫. অক্সিজেন পরমাণুর ইলেকট্রন সংখ্যা কত?

- ক) 7 খ) 8  
গ) 16 ঘ) 17

## পাঠ-৩.৪ পরমাণু মডেল



### উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা-

- রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতা উল্লেখ করতে পারবেন।
- বোরের পরমাণু মডেল ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- রাদারফোর্ড ও বোরের পরমাণু মডেলের মধ্যে কোনটি বেশি গ্রহণযোগ্য তার ব্যাখ্যা দিতে পারবেন।
- বিভিন্ন কক্ষপথ ও এর উপস্তরে পরমাণুর ইলেকট্রনের বিন্যাস করতে পারবেন।



### মুখ্য শব্দ

রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল, বোরের পরমাণু মডেল, সৌর মডেল, নিউক্লিয়াস, কেন্দ্রমুখী স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণ বল, ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের কেন্দ্রবিমুখী বল, সূক্ষ্ম রেখা।



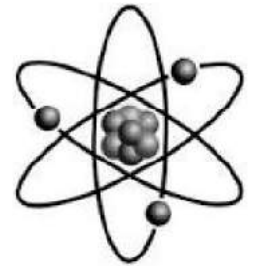
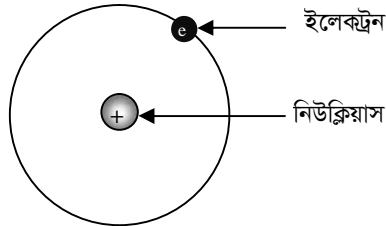
### পরমাণু মডেল (Atom Model)

আপনারা নিচের শ্রেণিতে পরমাণু ও এর মডেল সম্পর্কে ধারণা পেয়েছেন। পরমাণুর মডেল সম্পর্কে বিস্তারিত গবেষণা হয়েছে। ১৮৯৭-১৯৩২ খ্রিস্টাব্দ পর্যন্ত সময়ের মধ্যে বিভিন্ন বিজ্ঞানী পরমাণুর উপর বিভিন্ন পরীক্ষা-নিরীক্ষার পর প্রাপ্ত তথ্য থেকে পরমাণুর গঠন সম্পর্কে যে মতবাদ উপস্থাপন করেন, তা পরমাণু মডেল নামে পরিচিত। যেমন, থমসন পরমাণু মডেল, রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল, বোর পরমাণু মডেল ইত্যাদি। আমরা এ পাঠে রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল ও বোর পরমাণু মডেল নিয়ে আলোচনা করব।

### রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল (Rutherford's Atom Model)

পরমাণুতে মৌলিক কণিকাগুলো কিভাবে সজ্জিত আছে সে সম্পর্কে বিজ্ঞানী রাদারফোর্ড একটি মডেল প্রস্তাব করেন এটি রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল নামে পরিচিত। তিনি পরমাণুর গঠনকে সৌরজগতের সাথে তুলনা করেন। তাই তাঁর প্রস্তাবিত মডেলকে পরমাণুর সৌর মডেলও বলা হয়। তাঁর প্রস্তাবগুলো হলো-

- (১) পরমাণুর কেন্দ্রস্থলে অত্যন্ত ক্ষুদ্র পরিসরে ধনাত্মক আধান বিশিষ্ট ভারী কেন্দ্র বিদ্যমান যা পরমাণুর প্রায় সব ভর বহন করে। এর নাম নিউক্লিয়াস। এর আয়তন সমগ্র পরমাণুর আয়তনের তুলনায় অত্যন্ত নগণ্য।
- (২) সকল পরমাণু আধান নিরপেক্ষ। অতএব, নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক আধানের সমান সংখ্যক ঋণাত্মক আধান বিশিষ্ট ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসের চারিদিকে আবর্তন করে।
- (৩) সৌরমডলে গ্রহগুলো যেমন সূর্যের চারিদিকে ঘূর্ণায়মান তেমনি পরমাণুতে ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসের চারিদিকে নির্দিষ্ট কক্ষপথে সর্বদা ঘূর্ণায়মান। ধনাত্মক আধান বিশিষ্ট নিউক্লিয়াস এবং ঋণাত্মক আধান বিশিষ্ট ইলেকট্রনের মধ্যে পারস্পরিক কেন্দ্রমুখী স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণ বল এবং ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের কেন্দ্রবিমুখী বল পরস্পর সমান ও বিপরীতমুখী।

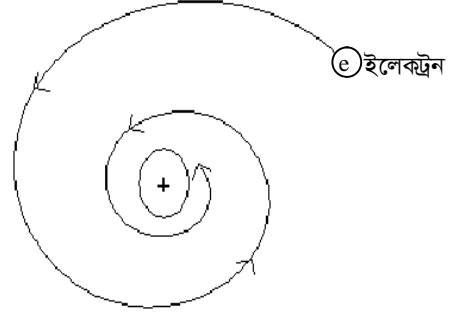


চিত্র ১: রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল।

### রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতা (Limitations of Rutherford model) :

রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল পরমাণুতে নিউক্লিয়াস এবং নিউক্লিয়াসের চারিদিকে পরিভ্রমণরত ইলেকট্রনের অস্ফিড়ত্ব সম্পর্কে সঠিক নির্দেশনা প্রদান করলেও এর সীমাবদ্ধতার কারণে এটি গ্রহণযোগ্য নয়। এর সীমাবদ্ধতা বা ত্রুটিসমূহ নিম্নরূপ :

১. সৌরমণ্ডলের গ্রহগুলো তড়িৎ নিরপেক্ষ। কিন্তু পরমাণুর কক্ষপথে আবর্তনকারী ইলেকট্রনসমূহ ঋণাত্মক চার্জযুক্ত এবং এরা পরস্পরকে বিকর্ষণ করে।
২. ম্যাক্সওয়েলের (James Clerk Maxwell) তড়িৎ চুম্বকীয় তত্ত্বানুসারে চার্জযুক্ত ইলেকট্রন কণা বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণায়মান থাকলে তা অবিচ্ছিন্নভাবে (Continuous) শক্তি বিকিরণ করার কথা। এভাবে শক্তি হারাতে থাকলে নিউক্লিয়াসের আকর্ষণে ইলেকট্রনের কক্ষপথ সর্পিলাকারে হ্রাস পেয়ে এক সময় ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসকে পতিত হবে (চিত্র ৫)। অর্থাৎ রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলেরই আর কোন অস্ফিড়ত্ব থাকে না। অথচ পরমাণু হতে ক্রমাগত শক্তি বিকিরণ বা ইলেকট্রনসমূহের নিউক্লিয়াসে পতন কখনই ঘটে না।
৩. আবর্তনশীল ইলেকট্রনের কক্ষপথের আকার ও আকৃতি সম্বন্ধে কোনো ধারণা রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলে পাওয়া যায় না।
৪. একাধিক ইলেকট্রন বিশিষ্ট পরমাণুতে ইলেকট্রনগুলো কিভাবে পরিভ্রমণ করে তার কোনো উল্লেখ এ মডেলে নেই।
৫. পরমাণুর বর্ণালী সম্বন্ধে কোনো সুষ্ঠু ব্যাখ্যা এ মডেলে নেই।

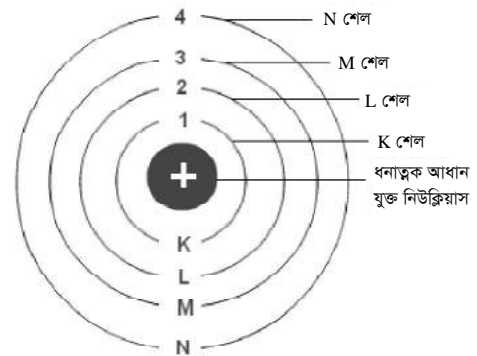


চিত্র ২: কুন্ডলিপথে ইলেকট্রনের ক্রমাগত শক্তি বিকিরণ ও নিউক্লিয়াসে পতন।

### বোর পরমাণু মডেল (Bohr Atom Model) :

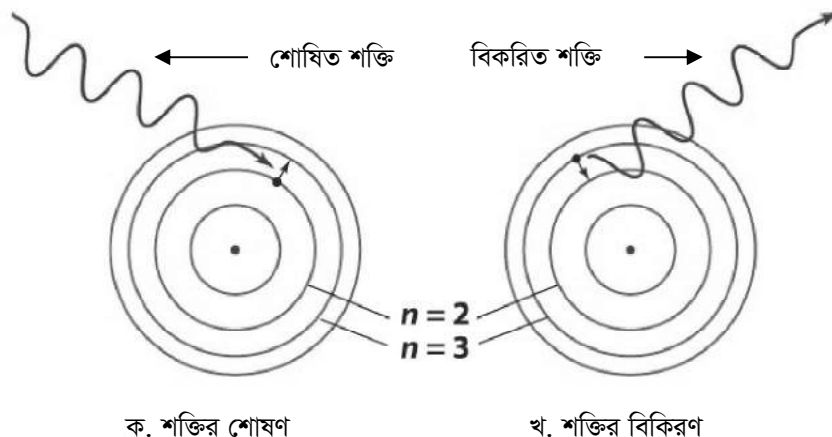
পরমাণুর গঠন সম্পর্কে ১৯১৩ সালে ডেনমার্কের পদার্থবিজ্ঞানী নীলস বোর রাদার ফোর্ডের পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতা দূরীকরণসহ ম্যাক্স প-এঙ্কের কোয়ান্টাম তত্ত্ব যুক্ত করে একটি মডেল প্রদান করেন। এটি বোর পরমাণু মডেল নামে পরিচিত। বোর মডেলের স্বীকার্যসমূহ (assumptions/postulates) হল-

- (১) নিউক্লিয়াসের চারিদিকে কতগুলো অনুমোদিত বৃত্তাকার কক্ষপথে ইলেকট্রন আবর্তন করে।
- (২) নিউক্লিয়াসের চারিদিকে বৃত্তাকার এসব কক্ষপথে আবর্তনকালে ইলেকট্রনসমূহ কোন শক্তি শোষণ বা বিকিরণ করে না। এসব কক্ষপথকে শক্তিস্তর (energy level) বা অরবিট বলা হয়। বিভিন্ন মৌলের পরমাণুর ক্ষেত্রে ভিন্ন সংখ্যক শক্তিস্তর বা অরবিট রয়েছে। এগুলোকে  $n$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়।  $n$ -এর মান ১, ২, ৩, ৪ প্রভৃতি পূর্ণ সংখ্যা।  $n = ১$  হলে ১ম শক্তিস্তর বা K-শেল,  $n = ২$  হলে ২য় শক্তিস্তর বা L-শেল,  $n = ৩$  হলে ৩য় শক্তিস্তর বা M-শেল,  $n = ৪$  হলে ৪র্থ শক্তিস্তর বা N-শেল।



চিত্র ৩: পরমাণুর বিভিন্ন কক্ষপথ।

- (৩) ইলেকট্রন নির্দিষ্ট পরিমাণ শক্তি শোষণ করে লাফ দিয়ে নিম্নতর শক্তিস্তর যেমন  $n = 1$  থেকে উচ্চ শক্তিস্তর যেমন  $n = 2$  তে গমন করতে পারে। অনুরূপভাবে নির্দিষ্ট পরিমাণ শক্তি বিকিরণ করে উচ্চতর শক্তিস্তর যেমন  $n = 2$  থেকে নিম্ন শক্তিস্তর যেমন  $n = 1$  এ গমন করতে পারে।



ক. শক্তির শোষণ

খ. শক্তির বিকিরণ

চিত্র ৪: বোর পরমাণু মডেলে শক্তির শোষণ ও বিকিরণ প্রক্রিয়া

**বোর পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতা (Limitations of Bohr Atom Model) :**

বোর পরমাণু মডেলের যেমন অনেক সফলতা আছে তেমন এর বেশ কিছু সীমাবদ্ধতাও রয়েছে। যেমন,

১. বোর পরমাণু মডেল হাইড্রোজেন পরমাণু ও হাইড্রোজেন সদৃশ এক ইলেকট্রন বিশিষ্ট আয়ন যেমন ( $\text{He}^+$ ,  $\text{Li}^+$ ) সমূহের বর্ণালি ব্যাখ্যা করতে পারলেও একাধিক ইলেকট্রন বিশিষ্ট পরমাণুসমূহের বর্ণালি ব্যাখ্যা করতে পারে না।
২. বোর মডেল অনুসারে প্রতিটি ইলেকট্রন এক শক্তিস্তর থেকে অপর শক্তিস্তরে স্থানান্তরের ফলে যে বর্ণালির সৃষ্টি হয় তাতে একটি রেখা পাওয়ার কথা। কিন্তু বর্ণালি বিশ্লেষণে হাইড্রোজেন ও অন্যান্য পরমাণুসমূহের আয়নের রেখা বর্ণালিতে প্রতিটি রেখা কয়েকটি সূক্ষ্ম রেখায় বিভক্ত দেখা যায়। এ সূক্ষ্ম রেখার (fine lines) উৎপত্তির কারণ বোর মডেল ব্যাখ্যা করতে পারে না।

**সার-সংক্ষেপ :**

- পরমাণুতে মৌলিক কণিকাগুলো কিভাবে সজ্জিত আছে সে সম্পর্কে বিজ্ঞানী রাদারফোর্ড একটি মডেল প্রস্তুত করেন যা রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল নামে পরিচিত।
- পরমাণুর কেন্দ্রস্থলে অত্যন্ত ক্ষুদ্র পরিসরে ধনাত্মক আধান বিশিষ্ট ভারী কেন্দ্র বিদ্যমান যা পরমাণুর প্রায় সব ভর বহন করে। এর নাম নিউক্লিয়াস।
- সকল পরমাণু বিদ্যুৎ নিরপেক্ষ।
- নিউক্লিয়াসের চারিদিকে কতগুলো অনুমোদিত বৃত্তাকার কক্ষপথে ইলেকট্রন আবর্তন করে। এসব কক্ষপথকে শক্তিস্তর (energy level) বলা হয়।
- একটি পরমাণুর নিউক্লিয়াসে যতটি প্রোটন থাকে, ঠিক ততটি ইলেকট্রন তার বাইরের কক্ষপথে বা শক্তিস্তরে থাকে।
- একটি প্রধান শক্তিস্তরকে সাধারণত একটি শক্তি শেল (Energy shell) বলা হয়।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৩.৪

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

১. নিচের কোন পরমাণু মডেলটি সৌর মডেল নামে পরিচিত ?
 

(ক) রাদারফোর্ডের মডেল	(খ) নীলস বোরের মডেল
(গ) অ্যাভোগেড্রোর মডেল	(ঘ) ডাল্টনের মডেল
  
২. বোর মডেল অনুসারে ইলেকট্রন উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তরে গমন করলে-
 

(ক) শক্তি শোষণ করে	(খ) শক্তি বিকিরণ করে
(গ) শক্তি পরিবর্তিত হয়	(ঘ) শক্তি অপরিবর্তিত থাকে
  
৩. নিউক্লিয়াসে কেন্দ্রীভূত থাকে-
 

(ক) ধনাত্মক চার্জ	(খ) আলফা কণা
(গ) ঋনাত্মক চার্জ	(ঘ) ইলেকট্রন
  
৪. বোর মডেল অনুসারে যে কক্ষপথে ইলেকট্রনসমূহ নিউক্লিয়াসের চারিদিকে আবর্তন করে, সেগুলো-
  - i. শক্তিস্তর
  - ii. অরবিট
  - iii. স্থির কক্ষপথ
 নিচের কোনটি সঠিক ?
 

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



## পাঠ-৩.৫ পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস



উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা-

- পরমাণুর বিভিন্ন কক্ষপথ ও এর উপস্তরে ইলেকট্রন বিন্যাসের নিয়ম করতে পারবেন।
- বিভিন্ন কক্ষপথ ও এর উপস্তরে পরমাণুর ইলেকট্রনসমূহকে বিন্যাস করতে পারবেন।



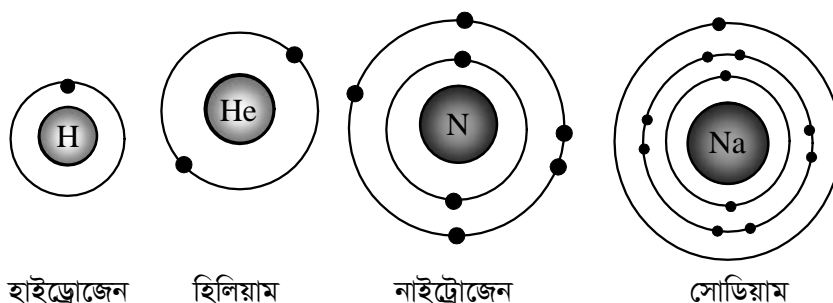
মুখ্য শব্দ

কক্ষপথ, প্রধান শক্তিস্তর, উপশক্তিস্তর



পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস (Electron Configuration of Atoms)

একটি মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা যত অর্থাৎ তার নিউক্লিয়াসে যতটি প্রোটন থাকে, ঠিক ততটি ইলেকট্রন তার বাইরের কক্ষপথে বা শক্তিস্তরে থাকে। হাইড্রোজেন পরমাণুতে ১টি, হিলিয়াম পরমাণুতে ২টি, নাইট্রোজেন পরমাণুতে ৭টি, আবার অনেক পরমাণু আছে যাতে শতাধিক ইলেকট্রন আছে।

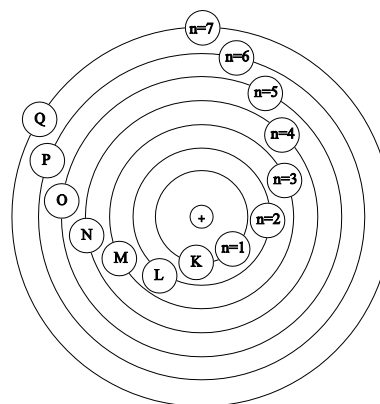


চিত্র ১: কয়েকটি মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস

কোন পরমাণুর নির্দিষ্ট সংখ্যক ইলেকট্রন ঐ পরমাণুর বিভিন্ন শক্তিস্তরের বিভিন্ন অরবিটালে নির্দিষ্ট নিয়মে সজ্জিত থাকে। বিভিন্ন অরবিটালে ইলেকট্রনের সজ্জাই হল পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস।

বোর তত্ত্বের উপর ভিত্তি করে ইলেকট্রন বিন্যাসের নিয়ম :

- বোর তত্ত্বানুসারে ইলেকট্রনসমূহ তাদের নিজ নিজ শক্তি অনুযায়ী নিউক্লিয়াসের চারিদিকে কতগুলো অনুমোদিত কক্ষপথ বা শক্তিস্তরে পরিভ্রমণ করে। এইরূপ শক্তিস্তরকে প্রধান শক্তিস্তর বলে। প্রত্যেক পরমাণুতে একাধিক প্রধান শক্তিস্তর বিদ্যমান। আপনারা পূর্বেই জেনেছেন যে, প্রধান শক্তিস্তরগুলোকে  $n$  দ্বারা চিহ্নিত করা হয়।  $n = 1$  হলে ১ম শক্তিস্তর বা K-শেল যা নিউক্লিয়াসের সবচেয়ে কাছে অবস্থান করে। পরবর্তী উচ্চতর শক্তিস্তরগুলো যথাক্রমে ২য় শক্তিস্তর বা L-শেল, ৩য় শক্তিস্তর বা M-শেল, ৪র্থ



শক্তিস্তর বা N- শেল ইত্যাদি। নিউক্লিয়াস থেকে পরবর্তী শেলগুলোর দূরত্ব ক্রমান্বয়ে বৃদ্ধি পেতে থাকে।

চিত্র ২: পরমাণুর শক্তিস্তরের বিন্যাস

(৩) নিউক্লিয়াসের সবচেয়ে নিকটতম শেলটি সবচেয়ে কম শক্তিসম্পন্ন। দূরত্ব যত বাড়ে, শেল তত শক্তি সম্পন্ন হয়। ইলেকট্রন সর্বদা কম শক্তিসম্পন্ন স্তরে অবস্থান করে। তবে, শক্তি শোষণের মাধ্যমে উচ্চ শক্তি সম্পন্ন স্তরে যেতে পারে।

(৪) প্রতিটি শেলে সর্বাধিক  $2n^2$  সংখ্যক ইলেকট্রন ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) থাকতে পারে।

এই সূত্রানুসারে,

১ম শেলে (K- শেল) অর্থাৎ  $n=1$  শেলে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা  $2n^2 = 2 \times 1^2 = 2$  টি

২য় শেলে (L- শেল) অর্থাৎ  $n=2$  " " " "  $2n^2 = 2 \times 2^2 = 8$  টি

৩য় শেলে (M- শেল) অর্থাৎ  $n=3$  " " " "  $2n^2 = 2 \times 3^2 = 18$  টি

৪র্থ শেলে (N- শেল) অর্থাৎ  $n=4$  " " " "  $2n^2 = 2 \times 4^2 = 32$  টি

৫ম শেল থেকে উচ্চতর শেল গুলোর ক্ষেত্রে এ নিয়ম আর প্রযোজ্য হয় না।

সারণী ৫.২ঃ কয়েকটি মৌলের কক্ষপথে বা শক্তিস্তরে ইলেকট্রন বিন্যাস

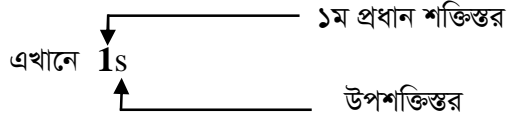
বিভিন্ন শেলে ইলেকট্রনের সংখ্যা					
পারমাণবিক সংখ্যা	মৌল	K	L	M	N
1	H	1			
2	He	2			
3	Li	2	1		
4	Be	2	2		
5	B	2	3		
6	C	2	4		
7	N	2	5		
8	O	2	6		
9	F	2	7		
10	Ne	2	8		
11	Na	2	8	1	
12	Mg	2	8	2	
13	Al	2	8	3	
14	Si	2	8	4	
15	P	2	8	5	
16	S	2	8	6	
17	Cl	2	8	7	
18	Ar	2	8	8	
19	K	2	8	8	1
20	Ca	2	8	8	2

ইলেকট্রন প্রথমে নিম্নতর শক্তিস্তরে প্রবেশ করে। পরে আস্তে আস্তে পরবর্তী উচ্চতর শক্তিস্তরে প্রবেশ করে। 1 থেকে 18 পারমাণবিক সংখ্যা বিশিষ্ট মৌলসমূহ অর্থাৎ হাইড্রোজেন (H) থেকে আর্গন (Ar) পর্যন্ত এই নিয়ম মেনে চলে। কিন্তু পারমাণবিক সংখ্যা 19 অর্থাৎ পটাসিয়াম (K) অথবা তার অধিক পারমাণবিক সংখ্যা বিশিষ্ট মৌলের পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাসের সময় তৃতীয় শক্তিস্তর পুরোপুরি পূর্ণ না হয়ে চতুর্থ শক্তিস্তরে ইলেকট্রন প্রবেশ করে। কেন এমন হয় বলতে

পারবেন কি? উপরের সারণিতে পটাসিয়াম ও ক্যালসিয়ামের ইলেকট্রন বিন্যাস লক্ষ্য করি। সূত্রানুযায়ী পটাসিয়ামের তৃতীয় শেল M- শেলে 9টি এবং ক্যালসিয়ামের 10টি ইলেকট্রন থাকার কথা। কিন্তু তা না হয়ে পটাসিয়ামের M- শেলে 8টি ও চতুর্থ শেল N- শেলে 1টি এবং ক্যালসিয়ামের ক্ষেত্রে M- শেলে 8টি ও N- শেলে 2টি করে ইলেকট্রন রয়েছে। এর কারণ হর প্রতিটি প্রধান শক্তিস্তর (orbital) আবার এক বা একাধিক উপশক্তিস্তরে (orbital) বিভক্ত। চতুর্থ শক্তিস্তরের কোনো একটি উপশক্তিস্তরের শক্তি তৃতীয় শক্তিস্তরের একটি উপশক্তিস্তরের শক্তি অপেক্ষা কম। তাই এরূপ ঘটনা ঘটে।

প্রধান শক্তিস্তরের যে সকল উপশক্তিস্তর রয়েছে সেগুলোকে s, p, d ও f ইত্যাদি নামে চিহ্নিত করা হয়। প্রতিটি উপশক্তিস্তরের সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা রয়েছে। যেমন-s উপশক্তিস্তরের ধারণ ক্ষমতা 2, p উপশক্তিস্তরের 6, d উপশক্তিস্তরের 10 এবং f উপশক্তিস্তরের 14।

১ম শক্তিস্তরের (K- শেল) উপশক্তিস্তর 1 টি যাকে 1s বলে।



২য় শক্তিস্তরের (L- শেল) উপশক্তিস্তর 2 টি : 2s, 2p

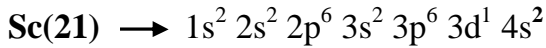
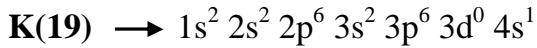
৩য় শক্তিস্তরের (M- শেল) উপশক্তিস্তর 3 টি : 3s, 3p, 3d

৪র্থ শক্তিস্তরের (N- শেল) উপশক্তিস্তর 4 টি : 4s, 4p, 4d, 4f

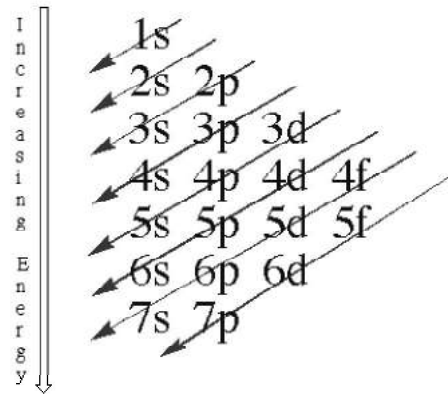
পরমাণুতে ইলেকট্রন বিন্যাসের সময় ইলেকট্রনসমূহ তাদের বিভিন্ন অরবিটালে শক্তির নিম্নক্রম থেকে উচ্চক্রম অনুসারে প্রবেশ করে। প্রথমে নিম্নশক্তির অরবিটালে ইলেকট্রন প্রবেশ করে অরবিটালটিকে পূর্ণ করে, তারপর ক্রমান্বয়ে উচ্চশক্তির অরবিটাল ইলেকট্রন প্রবেশ করে ও পূর্ণ হয়। অরবিটালসমূহের শক্তির ক্রম নিম্নরূপ :

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

অরবিটালসমূহের শক্তির ক্রম অনুসরণ করে। আমরা পটাসিয়াম K(19) ও স্ক্যান্ডিয়াম Sc(21) এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপে দেখাতে পারি :

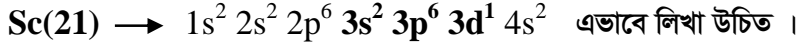
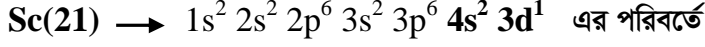


অরবিটালসমূহের শক্তির ক্রমে লক্ষ্য করলে দেখা যায় যে, 4s অরবিটালের শক্তি 3d অরবিটালের শক্তির চেয়ে কম, তাই পটাসিয়ামের সর্বশেষ বা ১৯তম ইলেকট্রনটি 3d অরবিটালে না গিয়ে 4s অরবিটালে স্থান করে নিয়েছে। কিন্তু স্ক্যান্ডিয়ামের বেলায় নিম্নতর শক্তিস্তর 4s অরবিটাল পূর্ণ করে পরবর্তী উচ্চতর শক্তিস্তর 3d অরবিটালে সর্বশেষ ২১তম ইলেকট্রনটি প্রবেশ করেছে। কাজেই পরমাণুসমূহের ইলেকট্রন বিন্যাসের ক্ষেত্রে অরবিটালসমূহের শক্তির ক্রম মনে রাখা খুবই জরুরী। অরবিটালসমূহের শক্তির ক্রম মনে রাখার জন্য পাশের ছকটির সাহায্য নিতে পারেন।



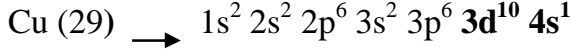
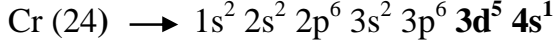
চিত্র ৩: বিভিন্ন শক্তিস্তরে ইলেকট্রন প্রবেশের ক্রম

পরমাণুসমূহের ইলেকট্রন বিন্যাস লেখার ক্ষেত্রে প্রধান শক্তিস্তরের সকল উপশক্তিস্তরকে পাশাপাশি লেখা উচিত। উদাহরণের সাহায্যে লক্ষ্য করি :



ইলেকট্রন বিন্যাসের সাধারণ নিয়মের ব্যতিক্রম:

ইলেকট্রন বিন্যাসের সাধারণ নিয়মে কোন কোন ক্ষেত্রে ব্যতিক্রম ঘটে দেখা যায় যেমন, Cr ও Cu। Cr ও Cu এর ইলেকট্রন বিন্যাস লক্ষ্য করি।



সাধারণভাবে দেখা যায় যে, সমশক্তিসম্পন্ন অরবিটালসমূহ অর্ধপূর্ণ হলে বা সম্পূর্ণরূপে পূর্ণ হলে পরমাণু অধিক স্থিতিশীল হয়। অর্থাৎ  $np^3$ ,  $nd^5$ ,  $nd^{10}$ ,  $nf^7$  ও  $nf^{14}$  বিন্যাস সবচেয়ে সুস্থিত হয়। এ কারণেই Cr ও Cu এর বিন্যাসে স্বাভাবিক নিয়মের ব্যতিক্রম ঘটে। অর্থাৎ  $d^{10}s^1$ ,  $d^5s^1$  ইলেকট্রন বিন্যাসবিশিষ্ট মৌলসমূহ অধিকতর স্থায়ী হয়।



### সার-সংক্ষেপ :

- একটি মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা যত অর্থাৎ তার নিউক্লিয়াসে যতটি প্রোটন থাকে, ঠিক ততটি ইলেকট্রন তার বাইরের কক্ষপথে বা শক্তিস্তরে থাকে।
- বোর তত্ত্বানুসারে ইলেকট্রনসমূহ তাদের নিজ নিজ শক্তি অনুযায়ী নিউক্লিয়াসের চারিদিকে কতগুলো অনুমোদিত কক্ষপথ বা শক্তিস্তরে পরিভ্রমণ করে। এইরূপ শক্তিস্তরকে প্রধান শক্তিস্তর বলে।
- নিউক্লিয়াসের সবচেয়ে নিকটতম শক্তিস্তর বা শেলটি সবচেয়ে কম শক্তিসম্পন্ন।
- ইলেকট্রন প্রথমে নিম্নতর শক্তিস্তরে প্রবেশ করে। পরে আস্তে আস্তে পরবর্তী উচ্চতর শক্তিস্তরে প্রবেশ করে।
- প্রতিটি শেলে সর্বাধিক  $2n^2$  সংখ্যক ইলেকট্রন ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) থাকতে পারে।
- প্রধান শক্তিস্তরের যে সকল উপশক্তিস্তর রয়েছে সেগুলোকে s, p, d ও f ইত্যাদি নামে আখ্যায়িত করা হয়।
- সমশক্তিসম্পন্ন অরবিটালসমূহ অর্ধপূর্ণ হলে বা পরিপূর্ণ হলে পরমাণু অধিক স্থিতিশীল হয়।



### পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৩.৫

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

১. পরমাণুর যে কোন প্রধান শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের ধারণ ক্ষমতা কত?

(ক)  $2n^2$

(খ)  $3n^2$

(গ)  $5n^2$

(ঘ)  $6n^2$

২. কোনটি ক্যালসিয়ামের ইলেকট্রন বিন্যাস ?

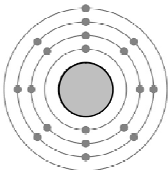
(ক) 2, 8, 1

(খ) 2, 8, 8, 1

(গ) 2, 8, 8, 2

(ঘ) 2, 8, 10

৩.



চিত্রে কোন মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস দেখানো হয়েছে ?

(ক) Na

(খ) Mg

(গ) Ca

(ঘ) K

৪. নিচের তথ্যসমূহ লক্ষ করুন-

i. প্রধান শক্তিস্তরসমূহকে সাধারণত শক্তি সেল (energy shell) বলা হয়।

ii. নিউক্লিয়াসের নিকটতম শেলটি সবচেয়ে বেশী শক্তিসম্পন্ন।

iii. ইলেকট্রন সর্বদা কম শক্তিসম্পন্ন স্তরে অবস্থান করে।

নিচের কোনটি সঠিক ?

(ক) i

(খ) i ও iii

(গ) ii ও iii

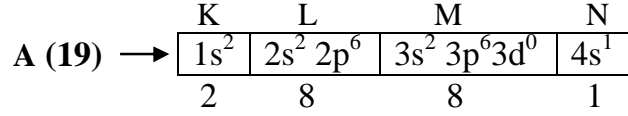
(ঘ) i, ii ও iii



চূড়ান্ত মূল্যায়ন

### সৃজনশীল প্রশ্ন-১

A একটি নমুনা মৌল যার শক্তিস্তরে ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :



- ক. ইলেকট্রন বিন্যাস কি ? ১
- খ. পরমাণুর তৃতীয় শক্তিস্তরে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা কত ? ২
- গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত A মৌলের সর্বশেষ ইলেকট্রনটি 3d -তে না প্রবেশ করে 4s অরবিটালে প্রবেশ করে কেন? ব্যাখ্যা করুন। ৩
- ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাসে বোর মডেলের গুরুত্ব বিশ্লেষণ করুন। ৪

### সৃজনশীল প্রশ্ন-২

সানজিদার বাবা রসায়ন পড়ানোর সময় শিক্ষার্থীদের উদ্দেশ্যে বললেন, জন ডাল্টনকে আধুনিক রসায়নের জনক বলা হয়। তার পরমাণুবাদে পরমাণুকে অবিভাজ্য ধরা হয়। কিন্তু পরবর্তীতে বিভিন্ন পরীক্ষায় প্রমাণিত হয় যে, পরমাণুকে আরও সূক্ষ্মকণিকায় বিভক্ত করা সম্ভব, যা ডাল্টনের পরমাণুবাদের সীমাবদ্ধতা প্রকাশ করে। বিখ্যাত বিজ্ঞানী নীলস বোর এ সম্পর্কে একটি উন্নত মডেল প্রদান করেন।

- ক. মৌলিক কণিকা কী? ১
- খ. পরমাণুর মৌলিক কণিকাগুলো কিভাবে অবস্থান করে চিত্র দ্বারা দেখান। ২
- গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত সূক্ষ্ম কণিকা সমূহের বর্ণনা দিন। ৩
- ঘ. উদ্দীপকে আলোচিত বোর মডেলের প্রস্তুতবসমূহ বিশ্লেষণ করুন। ৪

### সৃজনশীল প্রশ্ন -৩

ফাহিমদা তার শিক্ষকের নিকট পরমাণুর গঠন ও এর কণিকাসমূহ সম্পর্কে জানতে চাইলে তিনি পরমাণু সম্পর্কে বিভিন্ন বিজ্ঞানীর মতবাদ ব্যাখ্যা করেন। রাদারফোর্ডের পরমাণুর গঠন বর্ণনা করতে গিয়ে বলেন যে, এটি পরমাণুর গঠন সম্পর্কে সঠিক নির্দেশনা দিলেও এর কিছু সীমাবদ্ধতার কারণে এটি গ্রহণযোগ্যতা হারায়। পরবর্তীতে নীলস বোর পরমাণুর গঠনের উন্নত একটি মডেল প্রদান করেন।

- ক. আইসোটোপ বলতে কী বোঝেন? ১
- খ. ধণাত্মক ও ঋণাত্মক মৌলিক কণিকার বর্ণনা দিন। ২
- গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত রাদারফোর্ডের মডেলের সীমাবদ্ধতাসমূহ আলোচনা করুন। ৩
- ঘ. উদ্দীপকে প্রদত্ত বোর মডেলটি সর্বাধিক গ্রহণযোগ্য পারমাণবিক মডেল- আপনার মতামত বিশ্লেষণ করুন। ৪



উত্তরমালা

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৩.১ :	১। খ	২। গ	৩। খ	৪। ঘ
পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৩.২ :	১। খ	২। গ	৩। ঘ	৪। গ
পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৩.৩ :	১। গ	২। ক	৩। খ	৪। ক    ৫। খ

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৩.৪ :	১। ক	২। খ	৩। ক	৪। ঘ
পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৩.৫ :	১। ক	২। গ	৩। ঘ	৪। খ