

## পরমাণু নিয়ে কিছু তথ্য

- গ্রিসের দার্শনিক ডেমোক্রিটাস প্রথম বলেছিলেন, প্রত্যেক পদার্থের একক আছে যা অতি ক্ষুদ্র আর অবিভাজ্য। তিনি এর নাম দেন **এটম**। তবে কোনো বৈজ্ঞানিক পরীক্ষা দিয়ে এটি প্রমাণ করা সম্ভব হয়নি।
- বিজ্ঞানী অ্যারিস্টটেল এর বিরোধিতা করেছিলেন তাই এটি কোনো গ্রহণযোগ্যতা পায়নি।
- 1803 সালে ব্রিটিশ বিজ্ঞানী **জন ডাল্টন** বিভিন্ন পরীক্ষায় প্রাপ্ত ফলাফলের উপর ভিত্তি করে ডেমোক্রিটাসের ধারণাপ্রসূত পরমাণু সম্পর্কে একটি মতবাদ দেন। এই মতবাদ অনুসারে প্রতিটি পদার্থ তাজস্র ক্ষুদ্র এবং অবিভাজ্য কণার সমন্বয়ে গঠিত। তিনি দার্শনিক ডেমোক্রিটাসের সম্মানে এ একক ক্ষুদ্র কণার নাম দেন **Atom**, যার অর্থ **পরমাণু**।
- পরে প্রমাণিত হয় যে, পরমাণু অবিভাজ্য নয়। এদের ভাঙলে পরমাণুর চেয়েও ক্ষুদ্র কণিকা **ইলেকট্রন**, **প্রোটন**, **নিউট্রন** ইত্যাদি পাওয়া যায়। অর্থাৎ পরমাণু কতকগুলো ক্ষুদ্রতর কণার সমন্বয়ে গঠিত।

## মৌলিক ও যৌগিক পদার্থ

মৌলিক পদার্থ	যৌগিক পদার্থ
<ul style="list-style-type: none"> <li>• যে পদার্থকে ভাঙলে সেই পদার্থ ছাড়া অন্য কোনো পদার্থ পাওয়া যায় না তাকে মৌলিক পদার্থ বা মৌল বলে।</li> <li>• কিছু মৌলের উদাহরণ হলো নাইট্রোজেন, ফসফরাস, কার্বন, অক্সিজেন, হিলিয়াম, ক্যালসিয়াম, আর্গন, ম্যাগনেসিয়াম, সালফার ইত্যাদি।</li> <li>• এ পর্যন্ত <b>118টি মৌল আবিষ্কৃত</b> হয়েছে। এগুলোর মধ্যে <b>98টি মৌল প্রকৃতিতে</b> পাওয়া যায়। বাকি মৌলগুলো গবেষণাগারে তৈরি করা হয়েছে। এগুলোকে কৃত্রিম মৌল বলে।</li> <li>• <b>মানব শরীরে মোট 26</b> ধরনের ভিন্ন ভিন্ন মৌল আছে।</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• যে সকল পদার্থকে ভাঙলে দুই বা দুইয়ের অধিক মৌল পাওয়া যায় তাদেরকে যৌগ বা যৌগিক পদার্থ বলে।</li> <li>• উদাহরণস্বরূপ, পানিকে যদি ভাঙা হয় (অর্থাৎ রাসায়নিকভাবে বিশ্লেষণ করা যায়) তবে কিন্তু দুটি ভিন্ন মৌল হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পাওয়া যাবে। আবার, লেখার চককে যদি ভাঙা যায় তাহলে সেখানে ক্যালসিয়াম, কার্বন ও অক্সিজেন এ তিনটি মৌল পাওয়া যাবে।</li> <li>• যৌগের মধ্যে মৌলসমূহের সংখ্যার অনুপাত সব সময় একই থাকে। যেমন— যেখান থেকেই পানির নমুনা সংগ্রহ করা হোক না কেন রাসায়নিকভাবে বিশ্লেষণ করা হলে সব সময় দুই ভাগ হাইড্রোজেন এবং এক ভাগ অক্সিজেন পাওয়া যাবে।</li> <li>• যৌগের ধর্ম মৌলসমূহের ধর্ম থেকে সম্পূর্ণ আলাদা। যেমন— সাধারণ তাপমাত্রায় হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন গ্যাসীয় কিন্তু এদের থেকে উৎপন্ন যৌগ পানি সাধারণ তাপমাত্রায় তরল।</li> </ul>

## পরমাণু ও অণু

পরমাণু	অণু
<ul style="list-style-type: none"> <li>পরমাণু হলো মৌলিক পদার্থের ক্ষুদ্রতম কণা যার মধ্যে মৌলের গুণাগুণ বর্তমান থাকে।</li> <li>যেমন- নাইট্রোজেনের পরমাণুতে নাইট্রোজেনের ধর্ম বিদ্যমান আর অক্সিজেনের পরমাণুতে অক্সিজেনের ধর্ম বিদ্যমান থাকে।</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>দুই বা দুইয়ের অধিক সংখ্যক পরমাণু পরস্পরের সাথে রাসায়নিক বন্ধনের মাধ্যমে যুক্ত থাকলে তাকে অণু বলে।</li> <li>একই মৌলের একাধিক পরমাণু পরস্পরের সাথে যুক্ত হলে তাকে মৌলের অণু বলে। যেমন- <math>O_2</math> ।</li> <li>ভিন্ন ভিন্ন মৌলের পরমাণু পরস্পর যুক্ত হলে তাকে যৌগের অণু বলে। যেমন- <math>CO_2</math> । একটি কার্বন পরমাণু (C) দুটি অক্সিজেন পরমাণুর (O) সাথে যুক্ত হয়ে একটি কার্বন ডাই-অক্সাইড তাণু (<math>CO_2</math>) গঠিত হয়।</li> </ul>

## মৌলের প্রতীক ও সংকেত

প্রতীক	<ul style="list-style-type: none"> <li>কোনো মৌলের ইংরেজি বা ল্যাটিন নামের সংক্ষিপ্ত রূপকে প্রতীক বলে।</li> <li>মৌলের প্রতীক লিখতে কিছু নিয়ম অনুসরণ করতে হয়।             <ul style="list-style-type: none"> <li>প্রথমত মৌলের ইংরেজি নামের প্রথম অক্ষর দিয়ে প্রতীক লেখা হয় এবং তা ইংরেজি বর্ণমালার বড় হাতের অক্ষর দিয়ে প্রকাশ করা হয়। যেমন-                 <ul style="list-style-type: none"> <li>হাইড্রোজেন (Hydrogen) এর প্রতীক (H),</li> <li>কার্বন (Carbon) এর প্রতীক (C),</li> <li>অক্সিজেনের প্রতীক (O) ইত্যাদি।</li> </ul> </li> <li>যদি দুই বা দুইয়ের অধিক মৌলের ইংরেজি নামের প্রথম অক্ষর একই হয় তবে একটি মৌলকে নামের প্রথম অক্ষর (ইংরেজি বর্ণমালার বড় হাতের) দিয়ে প্রকাশ করা হয়। অন্যগুলোর ক্ষেত্রে প্রতীকটি দুই অক্ষরে লেখা হয়। নামের প্রথম অক্ষরটি ইংরেজি বর্ণমালার বড় হাতের অক্ষর এবং নামের অন্য একটি অক্ষর ছোট হাতের অক্ষর দিয়ে লেখা হয়। যেমন-                 <ul style="list-style-type: none"> <li>কার্বন (Carbon) এর প্রতীক (C),</li> <li>ক্লোরিন (Chlorine) এর প্রতীক (Cl),</li> <li>ক্যালসিয়াম (Calcium) এর প্রতীক (Ca),</li> <li>কোবাল্ট (Cobalt) এর প্রতীক (Co),</li> <li>ক্যাডমিয়াম (Cadmium) এর প্রতীক (Cd),</li> <li>ক্রোমিয়াম (Chromium) এর প্রতীক (Cr)।</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
--------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ কিছু মৌলের প্রতীক তাদের <b>ল্যাটিন</b> নাম থেকে নেওয়া হয়েছে। যেমন-           <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ সোডিয়াম (ল্যাটিন নাম Natrium) এর প্রতীক (Na),</li> <li>▪ কপার (ল্যাটিন নাম Cuprum) এর প্রতীক (Cu),</li> <li>▪ পটাশিয়াম (ল্যাটিন নাম Kalium) এর প্রতীক (K),</li> <li>▪ সিলভার (ল্যাটিন নাম Argentum) এর প্রতীক (Ag),</li> <li>▪ টিন (ল্যাটিন নাম Stannum) এর প্রতীক (Sn),</li> <li>▪ এন্টিমনি (Stibium) এর প্রতীক (Sb),</li> <li>▪ গোল্ড (ল্যাটিন নাম Aurum) এর প্রতীক (Au),</li> <li>▪ লেড (ল্যাটিন নাম Plumbum) এর প্রতীক (Pb),</li> <li>▪ টাংস্টেন (ল্যাটিন নাম Wolfram) এর প্রতীক (W),</li> <li>▪ আয়রন (ল্যাটিন নাম Ferrum) এর প্রতীক (Fe),</li> <li>▪ মারকারি (ল্যাটিন নাম Hydrargyrum) এর প্রতীক (Hg).</li> </ul> </li> </ul>
সংকেত	<ul style="list-style-type: none"> <li>• যেসব অক্ষর ও সংখ্যার সমন্বয়ে কোনো যৌগকে প্রকাশ করা হয়, তাকে ঐ যৌগের সংকেত বলে। যেমন-           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ নাইট্রোজেন এর সংকেত <math>N_2</math></li> <li>○ অ্যামোনিয়া এর সংকেত <math>NH_3</math></li> <li>○ সালফিউরিক এসিড এর সংকেত <math>H_2SO_4</math></li> <li>○ পানি এর সংকেত <math>H_2O</math></li> <li>○ হাইড্রোক্লোরিক এসিড এর সংকেত <math>HCl</math></li> </ul> </li> </ul>

## পরমাণুর সাংগঠনিক কণা

কণা	সংজ্ঞা	প্রকাশ	আবিষ্কারক	প্রকৃত ভর	প্রকৃত চার্জ
ইলেকট্রন	ঋণাত্মক আধানবিশিষ্ট পরমাণুর মৌলিক কণা	e	থমসন	$9.11 \times 10^{-28}g$	$-1.6 \times 10^{-19}C$
প্রোটন	ধনাত্মক আধানবিশিষ্ট পরমাণুর মৌলিক কণা	p	রাদারফোর্ড	$1.673 \times 10^{-24}g$	$+1.6 \times 10^{-19}C$
নিউট্রন	আধান নিরপেক্ষ পরমাণুর মৌলিক কণা	n	চ্যাডউইক	$1.675 \times 10^{-24}g$	0



## পারমাণবিক সংখ্যা ও ভরসংখ্যা

পারমাণবিক সংখ্যা	ভরসংখ্যা
<ul style="list-style-type: none"> <li>কোনো মৌলের একটি পরমাণুর নিউক্লিয়াসে উপস্থিত প্রোটনের সংখ্যাকে ঐ মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা বলা হয়। যেমন- হিলিয়াম (He) এর একটি পরমাণুর নিউক্লিয়াসে দুটি প্রোটন থাকে। তাই হিলিয়ামের পারমাণবিক সংখ্যা হলো দুই।</li> <li>কোনো পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যা দ্বারা ঐ পরমাণুকে চেনা যায়।</li> <li>প্রোটন সংখ্যা বা পারমাণবিক সংখ্যাকে Z দিয়ে প্রকাশ করা হয়।</li> <li>যেহেতু প্রত্যেকটা পরমাণুই চার্জ নিরপেক্ষ অর্থাৎ মোট চার্জ বা আধান শূন্য তাই পরমাণুর নিউক্লিয়াসে যতটি প্রোটন থাকে নিউক্লিয়াসের বাইরে ঠিক ততটি ইলেকট্রন থাকে।</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>কোনো পরমাণুর নিউক্লিয়াসে উপস্থিত প্রোটন ও নিউট্রন সংখ্যার যোগফলকে ঐ পরমাণুর ভরসংখ্যা বলে।</li> <li>ভরসংখ্যাকে A দিয়ে প্রকাশ করা হয়।</li> <li>যেহেতু ভরসংখ্যা হলো প্রোটন সংখ্যা ও নিউট্রন সংখ্যার যোগফল, কাজেই ভরসংখ্যা থেকে প্রোটন সংখ্যা বিয়োগ করলে নিউট্রন সংখ্যা পাওয়া যায়। সোডিয়ামের (Na) ভরসংখ্যা হলো 23, এর প্রোটন সংখ্যা 11, ফলে এর নিউট্রন সংখ্যা হচ্ছে <math>23 - 11 = 12</math></li> </ul>
<p>➤ কোনো পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যা পরমাণুর প্রতীকের নিচে বাম পাশে লেখা হয়, পরমাণুর ভরসংখ্যা প্রতীকের বাম পাশে উপরের দিকে লেখা হয়। যেমন- সোডিয়াম পরমাণুর প্রতীক Na, এর পারমাণবিক সংখ্যা 11 এবং ভরসংখ্যা 23। এটাকে নিম্নোক্তভাবে প্রকাশ করা যায়:</p> ${}_{11}^{23}\text{Na}$	

সাজ্জাদ স্যারের স্পেশাল হ্যাকঃ 1 থেকে 30 পর্যন্ত পারমাণবিক সংখ্যা কিভাবে মনে রাখা যায়???

নাম	প্রতীক	পারমাণবিক সংখ্যা	ছন্দ
হাইড্রোজেন	(H)	1	
হিলিয়াম	(He)	2	
লিথিয়াম	(Li)	3	
বেরিলিয়াম	(Be)	4	
বোরন	(B)	5	Hi(H) hello(He+Li) BBC(Be+B+C) news(N) on (O)
কার্বন	(C)	6	Friday(F) night(Ne).
নাইট্রোজেন	(N)	7	
অক্সিজেন	(O)	8	
ফ্লোরিন	(F)	9	
নিয়ন	(Ne)	10	

## কন্সপ্ট নোট

## রসায়ন

## ৩য় অধ্যায়

## পদার্থের গঠন

Prepared by: SAJJAD HOSSAIN

সোডিয়াম	(Na)	11	নামাজ(Na+Mg) এসে(Al+Si) পড়বে(P) স্কুলে(S+Cl) আক্তার(Ar) কাকা(K+Ca)।
ম্যাগনেসিয়াম	(Mg)	12	
অ্যালুমিনিয়াম	(Al)	13	
সিলিকন	(Si)	14	
ফসফরাস	(P)	15	
সালফার	(S)	16	
ক্লোরিন	(Cl)	17	
আর্গন	(Ar)	18	
পটাশিয়াম	(K)	19	
ক্যালসিয়াম	(Ca)	20	
স্ক্যান্ডিয়াম	(Sc)	21	সাইন্স(Sc) টিচার(Ti) VC(V+Cr) মাহফুজ(Mn+Fe) কণিকার(Co+Ni+Cu) জামাই(Zn)
টাইটেনিয়াম	(Ti)	22	
ভ্যানাডিয়াম	(V)	23	
ক্রোমিয়াম	(Cr)	24	
ম্যাঙ্গানিজ	(Mn)	25	
আয়রন	(Fe)	26	
কোবাল্ট	(Co)	27	
নিকেল	(Ni)	28	
কপার	(Cu)	29	
জিংক	(Zn)	30	

বাড়ির কাজ: নিম্নোক্ত প্রতীক থেকে প্রোটন, ইলেকট্রন ও ভরসংখ্যা নির্ণয় করো:  ${}^7_3\text{Li}$ ,  ${}^9_4\text{Be}$ ,  ${}^{40}_{20}\text{Ca}$

## পরমাণুর মডেল

মডেলের নাম	প্রদানকাল	অপর নাম
রাদারফোর্ডের পরমাণ মডেল	1911	সোলার সিস্টেম/ সৌর মডেল নিক্লিয়ার মডেল
বোরের পরমাণ মডেল	1913	-

## রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল

1911 খ্রিষ্টাব্দে বিজ্ঞানী রাদারফোর্ড পরমাণুর গঠন সম্পর্কে একটি মডেল প্রদান করেন। এ মডেল অনুসারে-

- প্রত্যেকটি পরমাণুর একটি কেন্দ্র আছে। এই কেন্দ্রের নাম **নিউক্লিয়াস**। নিউক্লিয়াসের ভেতরে প্রোটন ও নিউট্রন এবং নিউক্লিয়াসের বাইরে ইলেকট্রন অবস্থান করে। যেহেতু আপেক্ষিকভাবে ইলেকট্রনের ভর শূন্য ধরা হয় কাজেই নিউক্লিয়াসের ভেতরে অবস্থিত **প্রোটন এবং নিউট্রনের ভরই পরমাণুর ভর** হিসেবে বিবেচনা করা হয়।
- নিউক্লিয়াস অত্যন্ত ক্ষুদ্র এবং নিউক্লিয়াসের বাইরে ও পরমাণুর ভেতরে **বেশির ভাগ জায়গাই ফাঁকা**।
- সৌরজগতে** সূর্যকে কেন্দ্র করে বিভিন্ন কক্ষপথে যেমন গ্রহগুলো ঘুরে তেমনি নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে বিভিন্ন কক্ষপথে ইলেকট্রনগুলো ঘুরছে। কোনো পরমাণুর নিউক্লিয়াসে যে কয়টি প্রোটন থাকে নিউক্লিয়াসের বাইরে ঠিক সেই কয়টি ইলেকট্রন থাকে। যেহেতু প্রোটন এবং ইলেকট্রনের চার্জ একে অপরের সমান ও বিপরীত চিহ্নের, তাই পরমাণুর **সামগ্রিকভাবে চার্জ শূন্য**।



চিত্র 3.01: রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল।

- ধনাত্মক চার্জবাহী নিউক্লিয়াসের প্রতি ঋণাত্মক চার্জবাহী ইলেকট্রন এক ধরনের আকর্ষণ বল অনুভব করে। এই আকর্ষণ বল কেন্দ্রমুখী এবং এই কেন্দ্রমুখী বলের কারণে পৃথিবী যেমন সূর্যের চারদিকে ঘুরে ইলেকট্রন সেরকম নিউক্লিয়াসের চারদিকে ঘুরে। রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলকে সৌরজগতের সাথে তুলনা করা হয়েছে বলে এ মডেলটিকে **সোলার সিস্টেম মডেল বা সৌর মডেল** বলে। আবার, এ মডেলের মাধ্যমে বিজ্ঞানী রাদারফোর্ড সর্বপ্রথম নিউক্লিয়াস সম্পর্কে ধারণা দেন বলে এ মডেলটিকে **নিউক্লিয়ার মডেলও** বলা হয়।

## রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতা

রাদারফোর্ডই সর্বপ্রথম নিউক্লিয়াস এবং ইলেকট্রনের কক্ষপথ সম্বন্ধে ধারণা দেন। তিনিই সর্বপ্রথম একটি গ্রহণযোগ্য পরমাণু মডেল প্রদান করলেও তার পরমাণু মডেলের কিছু সীমাবদ্ধতা ছিল। সেগুলো হলো:

- এই মডেল ইলেকট্রনের **কক্ষপথের আকার (ব্যাসার্ধ) ও আকৃতি** সম্বন্ধে কোনো ধারণা দিতে পারেনি।



- সৌরজগতের সূর্য ও গ্রহগুলোর সামগ্রিকভাবে কোনো আধান বা চার্জ নেই কিন্তু পরমাণুতে ইলেকট্রন এবং নিউক্লিয়াসের আধান বা চার্জ আছে। কাজেই চার্জহীন সূর্য এবং গ্রহগুলোর সাথে চার্য়যুক্ত নিউক্লিয়াস এবং ইলেকট্রনের তুলনা করা সঠিক নয়।
- একের অধিক ইলেকট্রনবিশিষ্ট পরমাণুতে ইলেকট্রনগুলো কীভাবে নিউক্লিয়াসের চারদিকে পরিভ্রমণ করে তার কোনো ধারণা এ মডেলে দেওয়া হয়নি।



চিত্র 3.02: ইলেকট্রন শক্তি হারিয়ে  
নিউক্লিয়াসে পতিত হচ্ছে।

- **ম্যাক্সওয়েলের তত্ত্বানুসারে** ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে ঘূর্ণনের সময় ক্রমাগত শক্তি হারাতে থাকবে। ফলে ইলেকট্রনের ঘূর্ণন পথও ছোট হতে থাকবে এবং এক সময় ইলেকট্রনটি নিউক্লিয়াসে পতিত হবে। অর্থাৎ পরমাণুর অস্তিত্ব বিলুপ্ত হবে। কিন্তু বাস্তবে সেটা ঘটে না অর্থাৎ ম্যাক্সওয়েলের তত্ত্বানুসারে রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল সঠিক নয়।

### বোর পরমাণু মডেল

রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের ত্রুটিগুলোকে সংশোধন করে 1913 খ্রিস্টাব্দে বিজ্ঞানী নীলস্ বোর পরমাণুর একটি মডেল প্রদান করেন। বোর পরমাণু মডেলের মতবাদগুলো এরকম-

- পরমাণুতে যে সকল ইলেকট্রন থাকে সেগুলো নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে ইচ্ছামতো যেকোনো কক্ষপথে ঘুরতে পারে না। শুধু **নির্দিষ্ট ব্যাসার্ধের কতগুলো অনুমোদিত বৃত্তাকার কক্ষপথে** ঘুরে। এই নির্দিষ্ট ব্যাসার্ধের অনুমোদিত বৃত্তাকার কক্ষপথগুলোকে **প্রধান শক্তিস্তর বা শেল বা অরবিট বা স্থির কক্ষপথ** বলে। স্থির কক্ষপথে ঘুরার সময় ইলেকট্রনগুলো কোনোরূপ শক্তি শোষণ বা বিকিরণ করে না। স্থির কক্ষপথকে  $n$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়।  $n = 1, 2, 3, 4$  ইত্যাদি। অন্যভাবে বলা যায়,  $n = 1$  হলে  $K$  প্রধান শক্তিস্তর,  $n = 2$  হলে  $L$  প্রধান শক্তিস্তর,  $n = 3$  হলে  $M$  প্রধান শক্তিস্তর,  $n = 4$  হলে  $N$  প্রধান শক্তিস্তর ইত্যাদি।
- বোর মডেল অনুসারে কোনো শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের **কৌণিক ভরবেগ**

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

এখানে,

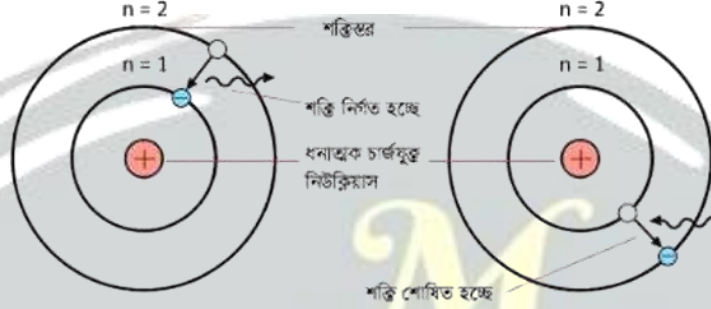
$m$  হচ্ছে ইলেকট্রনের ভর ( $9.11 \times 10^{-31}$  kg)

$r$  হচ্ছে ইলেকট্রন যে কক্ষপথ বা শক্তিস্তরে ঘুরবে তার ব্যাসার্ধ

$v$  হচ্ছে ইলেকট্রন যে কক্ষপথ বা শক্তিস্তরে ঘুরবে সেই কক্ষপথে ইলেকট্রনের বেগ

$h$  হচ্ছে প্ল্যাংক ধ্রুবক ( $h = 6.626 \times 10^{-34}$  m<sup>2</sup> kg/s)।

$n$  হচ্ছে প্রধান শক্তিস্তর বা প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা ( $n = 1, 2, 3$  ইত্যাদি।)



চিত্র 3.03: বোরের পরমাণু মডেল।

- (c) কোনো প্রধান শক্তিস্তরে ঘূর্ণনের সময় ইলেকট্রন কোনো শক্তি শোষণ বা বিকিরণ করে না, তবে ইলেকট্রন যখন নিম্ন শক্তিস্তর থেকে উচ্চ শক্তিস্তর এ যায় তখন শক্তি শোষণ করে। আবার, **ইলেকট্রন যখন উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তর এ যায় তখন শক্তি বিকিরণ হয়।** এই শোষিত বা বিকিরিত শক্তির পরিমাণ

$$h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

এখানে,

$c$  হচ্ছে আলোর বেগ ( $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ )

$\nu$  হচ্ছে শোষিত বা বিকিরিত শক্তির কম্পাঙ্ক (একক  $\text{s}^{-1}$  বা  $\text{Hz}$ )

$\lambda$  হচ্ছে শোষিত বা বিকিরিত শক্তির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য (একক  $\text{m}$ )

ইলেকট্রন উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তরে যাবার সময় যে আলো বিকিরণ করে তাকে প্রিজমের মধ্য দিয়ে Pass করলে পারমাণবিক বর্ণালির (atomic spectra) সৃষ্টি হয়।

### বোরের পরমাণু মডেলের সাফল্য

- 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 মডেলে পরমাণুর **শক্তিস্তরের আকার** বৃত্তাকার বলা হয়েছে।
- রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলে পরমাণু শক্তি শোষণ করলে বা শক্তি বিকিরণ 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।



- রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল অনুসারে কোনো মৌলের পারমাণবিক বর্ণালি ব্যাখ্যা করা যায় না কিন্তু বোরের পরমাণু মডেল অনুসারে এক ইলেকট্রন বিশিষ্ট পরমাণু, হাইড্রোজেন (H) এর বর্ণালি ব্যাখ্যা করা যায়।

### বোরের পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতা

- বোর মডেলের সাহায্যে এক ইলেকট্রন বিশিষ্ট পরমাণুর পারমাণবিক বর্ণালি ব্যাখ্যা করা যায় সত্যি কিন্তু একাধিক ইলেকট্রন বিশিষ্ট পরমাণুর পারমাণবিক বর্ণালি ব্যাখ্যা করা যায় না।
- বোরের পারমাণবিক মডেল অনুসারে এক শক্তিস্তর থেকে ইলেকট্রন অন্য শক্তিস্তরে গমন করলে পারমাণবিক বর্ণালিতে একটিমাত্র রেখা পাবার কথা। কিন্তু শক্তিশালী যন্ত্র দিয়ে পরীক্ষা করলে দেখা যায় প্রতিটি রেখা অনেকগুলো ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র রেখার সমষ্টি। প্রতিটি রেখা কেন অনেকগুলো ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র রেখার সমষ্টি হয় বোর মতবাদ অনুসারে তার ব্যাখ্যা দেওয়া যায় না।
- বোরের পরমাণুর মডেল অনুসারে পরমাণুতে শুধু বৃত্তাকার কক্ষপথ বিদ্যমান। কিন্তু পরে প্রমাণিত হয়েছে পরমাণুতে ইলেকট্রন শুধু বৃত্তাকার কক্ষপথেই নয় উপবৃত্তাকার কক্ষপথেও ঘুরে।

### উপশক্তিস্তরের ধারণা

- প্রতিটি প্রধান শক্তিস্তরকে  $n$  দিয়ে চিহ্নিত করা হয়। এই শক্তিস্তরগুলো আবার কতগুলো উপশক্তিস্তরে বিভক্ত থাকে এবং এই উপশক্তিস্তরকে  $l$  দ্বারা চিহ্নিত করা হয়।  $l$  এর মান হয় 0 থেকে  $n-1$  পর্যন্ত হয়। এই উপশক্তিস্তর গুলোকে  $s, p, d, f$  ইত্যাদি নামে আখ্যায়িত করা হয়।
- উপশক্তিস্তরগুলোকেও আবার কিছু ভাগে বিভক্ত করা সম্ভব, যেখানে ইলেকট্রনের ঘনত্ব সর্বাধিক (90-95%) পাওয়া সম্ভব, এসমস্ত অঞ্চলকে অরবিটাল বলা হয়।
- $n$  তম শক্তিস্তরে অরবিটাল পাওয়া যায়  $n^2$  টি। আবার প্রতিটি অরবিটালের ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা 2টি। সুতরাং, প্রতিটি শক্তিস্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা হচ্ছে:  $2n^2$
- প্রতিটি উপশক্তিস্তরে বর্তমান অরবিটালের সংখ্যা হলো  $(2l + 1)$ । আবার প্রতিটি অরবিটালের ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা 2টি। সুতরাং, প্রতিটি উপশক্তিস্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা হচ্ছে:  $2(2l + 1)$ ,

$n$	শক্তিস্তর	সর্বাধিক ইলেকট্রন সংখ্যা ( $2n^2$ )	$l$	উপশক্তিস্তর	অরবিটাল সংখ্যা= ( $2l+1$ )
1	K	2	0	s	1 টা
2	L	8	0	s	1 টা
			1	p	3 টা
3	M	18	0	S	1 টা
			1	P	3 টা
			2	d	5 টা
4	N	32	0	s	1 টা

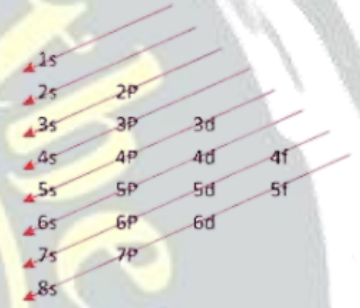
			1	p	3 টা
			2	d	5 টা
			3	f	7 টা

### পরমাণুতে ইলেকট্রন বিন্যাসের নীতি

পরমাণুতে ইলেকট্রন বিন্যাসের তিনটি নীতি আছে। এগুলো হলো : ১) পাওলির বর্জন নীতি, ২) আউফ-বাউ নীতি এবং ৩) হুন্ডস এর সূত্র।

### আউফ-বাউ নীতি

- পরমাণুতে ইলেকট্রন প্রথমে সর্বনিম্ন শক্তির অরবিটালে প্রবেশ করে এবং পরে ক্রমান্বয়ে উচ্চশক্তির অরবিটালে প্রবেশ করে। অর্থাৎ যে অরবিটালের শক্তি কম সেই অরবিটালে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে এবং যে অরবিটালের শক্তি বেশি সেই অরবিটালে ইলেকট্রন পরে প্রবেশ করবে।
- অরবিটালের মধ্যে কোনোটির শক্তি কম আর কোনোটির শক্তি বেশি তা অরবিটাল দুটির প্রধান শক্তিস্তরের মান ( $n$ ) এবং উপশক্তিস্তরের মান ( $l$ ) এর যোগফলের উপর নির্ভর করে। যে অরবিটালের  $(n+l)$  এর মান কম সেই অরবিটালের শক্তি কম এবং সেই অরবিটালেই ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে। অপরদিকে  $(n+l)$  এর মান যে অরবিটালের বেশি তার শক্তিও বেশি এবং সেই অরবিটালেই ইলেকট্রন পরে প্রবেশ করবে।
- 3d অরবিটালের জন্য  $n = 3$  এবং  $l = 2$  অতএব  $n+l$  এর মান  $3 + 2 = 5$  আবার 4s অরবিটালের জন্য  $n = 4$ ,  $l = 0$  অতএব  $n+l$  এর মান  $4 + 0 = 4$ । কাজেই 3d অরবিটালের চেয়ে 4s অরবিটাল কম শক্তিসম্পন্ন। তাই ইলেকট্রন প্রথমে 4s অরবিটালে এবং পরে 3d অরবিটালে প্রবেশ করবে।
- আবার, দুটি অরবিটালের  $(n+l)$  এর মান যদি সমান হয় তাহলে যে অরবিটালটিতে  $n$  এর মান কম সেই অরবিটালের শক্তি কম হবে এবং সেই অরবিটালে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে। যেমন- 3d ও 4p এর  $n+l$  এর মান যথাক্রমে  $3 + 2 = 5$  এবং  $4 + 1 = 5$  কিন্তু যেহেতু 3d অরবিটালে  $n$  এর মান কম, তাই এ অরবিটালের শক্তি কম এবং এ অরবিটালে ইলেকট্রন আগে প্রবেশ করবে। অপরদিকে 4p অরবিটালে  $n$  এর মান বেশি হওয়ায় এর শক্তি 3d এর চেয়ে বেশি। তাই এ অরবিটালে ইলেকট্রন পরে প্রবেশ করবে।
- এ হিসাব অনুযায়ী পরমাণুর অরবিটালের ক্রমবর্ধমান শক্তি হবে এরকম:
- $1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < 5f < 6d < 7p < 8s$
- এই নীতি অনুসারে আমরা নিম্নের মৌলগুলোর ইলেকট্রন বিন্যাস বিশ্লেষণ করতে পারব।

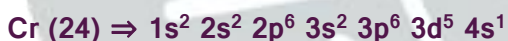


চিত্র 3.04: অরবিটালের শক্তিক্রম।

<b>K (19) <math>\rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1</math></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>যেহেতু 4s অরবিটালের শক্তি 3d অরবিটালের শক্তির চেয়ে কম, তাই পটাশিয়ামের সর্বশেষ 19 তম ইলেকট্রনটি 3d অরবিটালে প্রবেশ না করে 4s অরবিটালে প্রবেশ করে।</li> </ul>
<b>Sc (21) <math>\rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2</math></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>স্ক্যান্ডিয়ামের ক্ষেত্রে 19 ও 20 তম ইলেকট্রন দুটি 4s অরবিটাল পূর্ণ করে 21তম ইলেকট্রনটি পরবর্তী উচ্চ শক্তি সম্পন্ন (3d) অরবিটালে প্রবেশ করে।</li> </ul>
<b>Fe (26) <math>\rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2</math></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>বিশেষ করে মনে রাখতে হবে যে যখন ইলেকট্রন বিন্যাস লিখবে তখন একই প্রধান শক্তিস্তরের সকল উপশক্তিস্তর পাশাপাশি লিখবে। তা না হলে ইলেকট্রনের বিন্যাস লেখার সময় ভুল হয়ে যেতে পারে। যদিও এক্ষেত্রে 4s অরবিটালে ইলেকট্রন 3d অরবিটালের আগে প্রবেশ করে।</li> </ul>

### ইলেকট্রন বিন্যাসের সাধারণ নিয়মের কিছু ব্যতিক্রম

- সাধারণভাবে দেখা যায় যে, একই উপশক্তিস্তর p ও d এর অরবিটালগুলো অর্ধেক পূর্ণ ( $p^3$ ,  $d^5$ ) বা সম্পূর্ণরূপে পূর্ণ ( $p^6$ ,  $d^{10}$ ) হলে সে ইলেকট্রন বিন্যাস সুস্থিত হয়। তাই Cr (24) এর ইলেকট্রন বিন্যাস স্বাভাবিকভাবে হওয়ার কথা:  $Cr (24) \Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$  কিন্তু 3d অরবিটাল সুস্থিত অর্ধপূর্ণ হওয়ার আকাঙ্ক্ষায় 4s অরবিটাল হতে একটি ইলেকট্রন 3d অরবিটালে আসে। ফলে ক্রোমিয়ামের ইলেকট্রন বিন্যাস হয় এরকম:



বাড়ির কাজ: Cu (29) এর ইলেকট্রন বিন্যাস স্বাভাবিকভাবে হওয়ার কথা:  $Cu(29) \Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9 4s^2$  কিন্তু কপারের ইলেকট্রন বিন্যাস হয় এরকম:  $Cu(29) \Rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ , কারণটি ব্যাখ্যা করো।



## আইসোটোপ

- যে সকল পরমাণুর প্রোটন সংখ্যা সমান কিন্তু ভরসংখ্যা ও নিউট্রন সংখ্যা ভিন্ন তাদেরকে একে অপরের আইসোটোপ বলে।
- যেমন: হাইড্রোজেনের সাতটি আইসোটোপ ( $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$ ,  $^3\text{H}$ ,  $^4\text{H}$ ,  $^5\text{H}$ ,  $^6\text{H}$  এবং  $^7\text{H}$ ) আছে। এর মধ্যে শুধু প্রথম তিনটি প্রকৃতিতে পাওয়া যায়, অন্যগুলোকে ল্যাবরেটরিতে প্রস্তুত করা হয়।

নাম	প্রতীক	প্রোটন সংখ্যা Z	ভরসংখ্যা A	নিউট্রন সংখ্যা A-Z
প্রোটিয়াম	$^1_1\text{H}$	1	1	0
ডিউটেরিয়াম	$^2_1\text{H}$	1	2	1
ট্রিটিয়াম	$^3_1\text{H}$	1	3	2

## প্রকৃত ও আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর

প্রকৃত পারমাণবিক ভর	আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর
<ul style="list-style-type: none"> <li>কোনো পরমাণু বাস্তবে কতটুকু ভারী, তার পরিমাপই হলো প্রকৃত পারমাণবিক ভর।</li> <li>যেমন অ্যালুমিনিয়ামের একটি পরমাণুর ভর <math>4.482 \times 10^{-23}</math> গ্রাম।</li> <li><b>একক: গ্রাম।</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>কোনো পরমাণু কার্বন-12 আইসোটোপের পারমাণবিক ভরের <math>\frac{1}{12}</math> অংশের তুলনায় কতগুণ ভারী, তার পরিমাপই হলো আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর।</li> <li>কার্বন-12 আইসোটোপের পারমাণবিক ভরের <math>\frac{1}{12}</math> অংশের ভর হচ্ছে <math>1.66 \times 10^{-24}</math> গ্রাম।</li> <li><b>আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর =</b>  <math display="block">\frac{\text{প্রকৃত পারমাণবিক ভর}}{\text{কার্বন-12 আইসোটোপের পারমাণবিক ভরের } \frac{1}{12} \text{ অংশের ভর}}</math> <math display="block">= \frac{4.482 \times 10^{-23} \text{ গ্রাম}}{1.66 \times 10^{-24} \text{ গ্রাম}} = 27</math> </li> <li>যেমন: Al এর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর</li> <li><b>একক: নেই।</b></li> </ul>

## আইসোটোপের শতকরা হার থেকে মৌলের গড় আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর নির্ণয়

- প্রকৃতিতে বেশির ভাগ মৌলেরই একাধিক আইসোটোপ রয়েছে। তাই যে মৌলের একাধিক আইসোটোপ আছে সেই মৌলের সকল আইসোটোপের প্রকৃতিতে প্রাপ্ত শতকরা হার থেকে মৌলের গড় আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর এর মান গণনা করতে নিচের ধাপগুলো অনুসরণ করা হয়।
  - ধাপ 1: প্রথমে কোনো মৌলের প্রত্যেকটি আইসোটোপের ভরসংখ্যা এবং প্রকৃতিতে প্রাপ্ত ঐ আইসোটোপের শতকরা পরিমাণ গুণ দিতে হবে।
  - ধাপ 2: প্রাপ্ত গুণফলগুলোকে যোগ করতে হবে।
  - ধাপ 3: প্রাপ্ত যোগফলকে 100 দ্বারা ভাগ করলেই ঐ মৌলের গড় আপেক্ষিক ভর পাওয়া যাবে।
- যেমন- ধরা যাক একটি মৌল A এর দুটি আইসোটোপ আছে। একটি আইসোটোপের ভরসংখ্যা p, প্রকৃতিতে প্রাপ্ত ঐ আইসোটোপের শতকরা পরিমাণ m, অপর আইসোটোপের ভরসংখ্যা q এবং প্রকৃতিতে প্রাপ্ত ঐ আইসোটোপের শতকরা পরিমাণ n তাহলে
- মৌল A এর গড় আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর  $= \frac{p \times m + q \times n}{100}$

উদাহরণ: প্রকৃতিতে ক্লোরিনের 2 টি আইসোটোপ আছে  $^{35}\text{Cl}$  এবং  $^{37}\text{Cl}$ ।

- প্রকৃতিতে প্রাপ্ত  $^{35}\text{Cl}$  এর শতকরা পরিমাণ 75% এবং প্রকৃতিতে প্রাপ্ত  $^{37}\text{Cl}$  এর শতকরা পরিমাণ 25%। অতএব, ক্লোরিনের গড় আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর  $= \frac{35 \times 75 + 37 \times 25}{100} = 35.5$
- উল্লেখ্য, পর্যায় সারণিতেও ক্লোরিনের গড় আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 35.5 লেখা আছে। পর্যায় সারণিতে যে পারমাণবিক ভর লেখা আছে তা মূলত গড় আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর।

## মৌলের গড় আপেক্ষিক ভর নির্ণয়ের প্রয়োগ

- মৌলের গড় আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর থেকে আইসোটোপের শতকরা পরিমাণ নির্ণয়: প্রকৃতিতে যদি কোনো মৌলের দুটি আইসোটোপ থাকে তাহলে সেই মৌলের গড় আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর থেকে ঐ মৌলের বিভিন্ন আইসোটোপের প্রকৃতিতে প্রাপ্ত শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করা যায়।

উদাহরণ: প্রকৃতিতে কপারের দুটি আইসোটোপ আছে  $^{63}\text{Cu}$  এবং  $^{65}\text{Cu}$ । কপারের গড় আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 63.5 ।

- ধরা যাক, প্রকৃতিতে প্রাপ্ত  $^{63}\text{Cu}$  এর শতকরা পরিমাণ x % এবং প্রকৃতিতে প্রাপ্ত  $^{65}\text{Cu}$  এর শতকরা পরিমাণ (100 - x) %
- এখানে, কপারের গড় আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর  $= \frac{x \times 63 + (100 - x) \times 65}{100} = 63.5$   
বা, x = 75%
- প্রকৃতিতে প্রাপ্ত  $^{63}\text{Cu}$  এর শতকরা পরিমাণ = 75% এবং প্রকৃতিতে প্রাপ্ত  $^{65}\text{Cu}$  এর শতকরা পরিমাণ (100 - 75) % = 25%

## আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর থেকে আপেক্ষিক আণবিক ভর নির্ণয়

- কোনো মৌলিক বা যৌগিক পদার্থের অণুতে যে পরমাণুগুলো থাকে তাদের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর নিজ নিজ পরমাণু সংখ্যা দিয়ে গুণ করে যোগ করলে প্রাপ্ত যোগফলই হলো ঐ অণুর আপেক্ষিক আণবিক ভর। আপেক্ষিক পারমাণবিক ভরকে পারমাণবিক ভর এবং আপেক্ষিক আণবিক ভরকে সাধারণভাবে আণবিক ভর হিসেবে বিবেচনা করা হয়।

• $\text{Na}_2\text{CO}_3$	$(23 \times 2 + 12 + 16 \times 3) = 106$
• $\text{H}_2\text{SO}_4$	$(1 \times 2 + 32 + 16 \times 4) = 98$
• $\text{KMnO}_4$	$(39 + 55 + 16 \times 4) = 158$
• $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	$(39 \times 2 + 52 \times 2 + 16 \times 7) = 294$

## তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ও তাদের ব্যবহার

- কিছু কিছু আইসোটোপ আছে যাদের নিউক্লিয়াস স্বতঃস্ফূর্তভাবে (নিজে নিজেই) ভেঙে আলফা, বিটা, গামা ইত্যাদি তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্গত করে। একটি মৌলের যে সকল আইসোটোপ তেজস্ক্রিয় রশ্মি নিঃসরণ করে তাদেরকে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ বলে।
- এখন পর্যন্ত এ ধরনের আইসোটোপের সংখ্যা 3000 থেকে বেশি। এদের মধ্যে কিছু প্রকৃতিতে পাওয়া গেছে, অন্যগুলো গবেষণাগারে তৈরি করা হয়েছে।
- বর্তমানে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ চিকিৎসাক্ষেত্রে, কৃষিক্ষেত্রে, খাদ্য ও বীজ সংরক্ষণে, বিদ্যুৎ উৎপাদনে, কোনো কিছুর বয়স নির্ণয়সহ আরও অনেক ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়।

## চিকিৎসা ক্ষেত্রে

রোগ নির্ণয়ে	<ul style="list-style-type: none"> <li>আইসোটোপ ব্যবহার করে একজন রোগীর রোগাক্রান্ত স্থানের ছবি তোলা সম্ভব। এ পদ্ধতিতে ইঞ্জেকশনের মাধ্যমে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ <b>টেকনিশিয়াম-99 (<math>^{99}\text{Tc}</math>)</b> কে শরীরের ভেতরে প্রবেশ করানো হয়। এই আইসোটোপ যখন শরীরের নির্দিষ্ট স্থানে জমা হয় তখন ঐ তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ <b>গামা রশ্মি</b> বিকিরণ করে, তখন বাইরে থেকে গামা রশ্মি শনাক্তকরণ ক্যামেরা দিয়ে সেই স্থানের ছবি তোলা সম্ভব।</li> <li>এই তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ টেকনিশিয়াম-99 এর লাইফটাইম <b>6 ঘণ্টা</b>। তাই সামান্য সময়েই এর তেজস্ক্রিয়তা শেষ হয়ে যায় বলে এটি অনেক নিরাপদ।</li> </ul>
রোগ নিরাময়ে	<ul style="list-style-type: none"> <li>সর্বপ্রথম <b>থাইরয়েড ক্যানসার নিরাময়ে</b> তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ব্যবহার করা হয়। রোগীকে পরিমাণমতো তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ <math>^{131}\text{I}</math> সমৃদ্ধ দ্রবণ পান করানো হয়। এই আইসোটোপ থাইরয়েডে পৌঁছায়। এ আইসোটোপ থেকে <b>বিটা রশ্মি</b> নির্গত হয় এবং থাইরয়েডের ক্যানসার কোষকে ধ্বংস করে।</li> <li>এছাড়া ইরিডিয়াম (<math>^{192}\text{Ir}</math>) আইসোটোপ ব্রেইন ক্যানসার নিরাময়ে ব্যবহার করা হয়।</li> </ul>



- টিউমারের উপস্থিতি নির্ণয় ও নিরাময়ে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ  $^{60}\text{Co}$  ব্যবহার করা হয়।  $^{60}\text{Co}$  থেকে নির্গত গামা রশ্মি ক্যানসারের কোষকলাকে ধ্বংস করে।
- রক্তের লিউকোমিয়া রোগের চিকিৎসায়  $^{32}\text{P}$  এর ফসফেট ব্যবহার করা হয়।

## কৃষিক্ষেত্রে

ফসলের পুষ্টিতে	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ফসলের পুষ্টির জন্য জমিতে পরিমাণমতো সার ব্যবহার করতে হয়। সার মূল্যবান বস্তু। তাই অতিরিক্ত ব্যবহার করা আর্থিক ক্ষতির কারণ। একদিকে প্রয়োজনের অতিরিক্ত সার ব্যবহার পরিবেশের ক্ষতির কারণ, অপরদিকে প্রয়োজনের চেয়ে কম পরিমাণ সার ব্যবহার করা হলে ফসলের উৎপাদন কম হয়।</li> <li>• তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ব্যবহার করে জমিতে কী পরিমাণ নাইট্রোজেন ও ফসফরাস আছে তা জানা যায়। আর তা জেনে জমিতে আরও কী পরিমাণ নাইট্রোজেন ও ফসফরাস দিতে হবে তারও হিসাব করা যায়। উদ্ভিদ মূলের মাধ্যমে তেজস্ক্রিয় নাইট্রোজেন ও তেজস্ক্রিয় ফসফরাস গ্রহণ করে এবং তা উদ্ভিদের শরীরের বিভিন্ন অংশে শোষিত হয়।</li> <li>• এসব তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ থেকে তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্গত হয়। গাইগার মুলার কাউন্টার ব্যবহার করে এ তেজস্ক্রিয় রশ্মি শনাক্ত ও পরিমাপ করা হয়।</li> </ul>
ক্ষতিকারক পোকামাকড় নিয়ন্ত্রণ করতে	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ফসলের জন্য ক্ষতিকারক পোকামাকড় সব সময়ই মারাত্মক হুমকিস্বরূপ। এগুলো যেমন ফসলের উৎপাদন কমায় তেমনই এদের মাধ্যমে রোগজীবাণুও উদ্ভিদে প্রবেশ করে। এসব পোকামাকড় ধ্বংস করার জন্য ফসলে এবং জমিতে কীটনাশক দেওয়া হয়। এ কীটনাশক পরিবেশ ও আমাদের শরীরের জন্য ক্ষতিকর।</li> <li>• শুধু তাই নয়, এ কীটনাশক ক্ষতিকারক পোকামাকড়ের সাথে সাথে অনেক উপকারী পোকামাকড়ও ধ্বংস করে। তেজস্ক্রিয় আইসোটোপসমৃদ্ধ কীটনাশক ব্যবহারের মাধ্যমে জানা সম্ভব হয়েছে সর্বনিম্ন কতটুকু পরিমাণ কীটনাশক একটি ফসলের জন্য ব্যবহার করা যাবে।</li> </ul>
ফসলের মানোন্নয়নে	<ul style="list-style-type: none"> <li>• বিভিন্ন ধরনের তেজস্ক্রিয় রশ্মির নিয়ন্ত্রিত ব্যবহারের মাধ্যমে উদ্ভিদ কোষের জিনগত পরিবর্তন ঘটিয়ে উন্নত মানের ফসল উৎপাদন করা হয়।</li> </ul>

## শিল্পক্ষেত্রে

বিদ্যুৎ উৎপাদনে	<ul style="list-style-type: none"> <li>• কিছু কিছু পরমাণুকে ভেঙে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র পরমাণুতে পরিণত করলে অর্থাৎ ফিশান বিক্রিয়া ঘটালে প্রচুর পরিমাণে তাপশক্তি নির্গত হয়। এই তাপশক্তি ব্যবহার করে জেনারেটর দিয়ে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করা হয়। আমরা সেটিকে নিউক্লিয়ার বিদ্যুৎকেন্দ্র বলি।</li> <li>• বাংলাদেশে পাবনা জেলার রূপপুরে বাংলাদেশ সরকার পারমাণবিক বিদ্যুৎকেন্দ্র স্থাপন করতে যাচ্ছে। এ পারমাণবিক বিদ্যুৎকেন্দ্র স্থাপিত হলে দুই হাজার চারশ মেগাওয়াট বিদ্যুৎ উৎপাদন হবে বলে আশা করা হচ্ছে।</li> </ul>
-----------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের ক্ষতিকর প্রভাব

- তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ আমাদের অনেক উপকারে আসে সে কথা সত্যি কিন্তু এটি আমাদের জন্য ক্ষতির কারণও হতে পারে। তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ থেকে যে আলফা, বেরা ও গামা রশ্মি নির্গত হয়। তা কোষের জিনগত পরিবর্তন ঘটতে পারে যার ফলাফল হিসেবে ক্যানসারের মতো রোগ হতে পারে।
- দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধে জাপানের হিরোশিমা ও নাগাসাকিতে পারমাণবিক বোমার বিস্ফোরণ ঘটেছিল, তার জন্য কয়েক লক্ষ জীবন ধ্বংস হয়েছে। 1986 সালে রাশিয়ার চেরনোবিলে পারমাণবিক বিদ্যুৎকেন্দ্রে যে দুর্ঘটনা ঘটেছিল তার ফলে অনেক প্রাণ হারিয়েছে এবং ঐ এলাকায় পরিবেশ দূষণ ঘটেছে।

