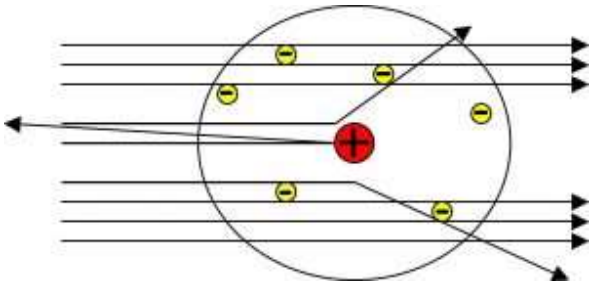
রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল



► অনেক গুলো α কণার মাঝে খুবই অল্প পরিমাণ α কণা (২০ হাজার এর মধ্যে একটি) তাদের মূলপথের সরাসরি বিপরীত দিকে ফিরে আসে।

► অধিকাংশ α কণাই সোনার পাতটিকে ভেদ করে চলে যায়।

► কিছু সংখ্যক α কণা তাদের গতিপথ থেকে একটু বেকে যায়।

α কণার এই তিন ধরণের বিক্ষেপন পরীক্ষার মাধ্যমে বিজ্ঞানী রাদারফোর্ড কিছু সিদ্ধান্ত নেন, যা ''রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল'' নামে পরিচিত এবং এটিকে ''সৌর মডেল'' ও বলা হয়।

(1) α কণা ধনাত্মক চার্জবিশিষ্ট এবং আমরা জানি ধনাত্মক চার্জ এবং ঋণাত্মক চার্জ পরস্পরকে বিকর্ষণ করে। সুতরাং পরমাণুর ভেতরে ধনাত্মক কোনো অংশ আছে, যার কারনে অল্প পরিমাণ α কণা বিকর্ষণ করে এবং মূলপথের বিপরীত দিকে চলে আসে।

(2) পরমাণুর ভেতরে এই ধনাত্মক অংশকে নিউক্লিয়াস বলে। এটি পরমাণুর কেন্দ্রে অবস্থিত এবং পরমাণুর সামগ্রিক ভর বলতে এই নিউক্লিয়াসের ভরকেই বুঝায়। পরমাণুর আকারের তুলনায় নিউক্লিয়াসের আকার খুবই ছোট। নিউক্লিয়াসের আকার গোলাকার এবং এর ব্যাস 10-12 থেকে 10-13 এর মধ্যে।

(3) পরমাণু আধান নিরপেক্ষ। নিউক্লিয়াস এর ভেতরে প্রোটন এবং নিউট্রন থাকে (প্রোটন ধনাত্মক চার্জ বিশিষ্ট)। পরমাণুর নিউক্লিয়াসের এই ধনাত্মক চার্জের পরিমাণ মৌলের পারমাণবিক সংখ্যার সমান। যেহেতু পরমাণুটি আধান নিরপেক্ষ সুতরাং নিউক্লিয়াসের ভেতরে যতগুলো প্রোটন থাকে তার ঠিক সমান সংখ্যক পরিমাণ ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসের বাইরে থাকে (ইলেকট্রন ঋণাত্মক চার্জবিশিষ্ট এবং আমরা জানি, ধনাত্মক চার্জ এবং ঋণাত্মক চার্জ একটি আরকেটিকে নিরপেক্ষ করে ফেলে)।

4) এটিকে "সৌর মডেল" বলা হয়, কারণ সূর্য কে কেন্দ্র করে যেমন গ্রহ ঘুরতে থাকে ঠিক তেমন নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করেও ইলেকট্রন চারিদিকে ঘুরতে থাকে।

5) ঘুরতে থাকা ইলেকট্রনের এর উপর দুই রকম বল কাজ করে–

► স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণজনিত কেন্দ্রমুখী বল (ইলেকট্রনের দিক কেন্দ্রের দিকে)
► ইলেকট্রনের কেন্দ্রবিমুখী বল (ইলেকট্রনের দিক কেন্দ্রের বিপরীত দিকে)

এই দুই প্রকার বল পরস্পর সমান এবং বিপরীতমুখী হওয়ায় ইলেকট্রন নিউক্লিয়াস থেকে দূরে যেতে বা নিউক্লিয়াসের নিকটে আসে না।

রাদারফোর্ড পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতা

(1) তিনি এই মডেলটিকে সৌর মডেল এর সাথে তুলনা করেছেন। কিন্তু সূর্য এবং তার আশেপাশের গ্রহ গুলো চার্জ নিরপেক্ষ, অপরদিকে প্রোটনের চার্জ ধনাত্মক এবং ইলেকট্রনের চার্জ ঋণাত্মক।

(2) ঘূর্ণনরত ইলেকট্রনের কক্ষপথের আকার এবং আকৃতি সম্পর্কে রাদারফোর্ড কোনো ধারণা দেন নি।

(3) ম্যাক্সওয়েল বলেছেন, ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসের চারিদকে ঘূর্ণনের সময় শক্তি বিকিরণ করে অর্থাৎ ইলেকট্রনের শক্তি আস্তে আস্তে কমতে থাকবে (যেমন করিম এক জায়গা থেকে ৫০ জুল শক্তি নিয়ে দৌড়ানো শুরু করল, এক পর্যায়ে তার শক্তি কমতে কমতে শূণ্য হয়ে যাবে)। সে হিসেবে ইলেকট্রন এক সময় শক্তি হারাতে হারাতে নিউক্লিয়াসের সাথে মিশে যাবে, এতে পরমাণুর কোনো অস্তিত্বই থাকবে না।

বোর পরমাণু মডেল

এই মডেলটি ম্যাক্স প্লাঙ্কের কোয়ান্টাম তত্তের উপর ভিত্তি করে প্রস্তাবিত।

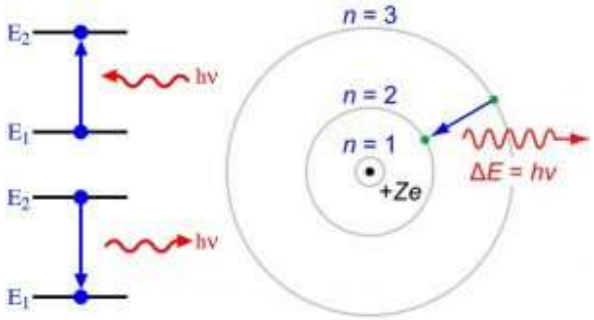
বোর মডেলের প্রস্তাবগুলো হলো:

শক্তিস্তর সম্পর্কিত প্রস্তাব: নিউক্লিয়াসের বাইরে কতগুলো নির্দিষ্ট শক্তির বৃত্তাকার কক্ষপথ থাকে, যাদের মধ্যে ইলেকট্রন অবস্থান করে নিউক্লিয়াসের চারদিকে ঘুরতে থাকে। নির্দিষ্ট শক্তির এই বৃত্তাকার কক্ষপথ গুলোকে শক্তিস্তর বা অরবিট বলে।নিউক্লিয়াসের সবচেয়ে কাছের শক্তিস্তরকে ১ম, এর পরের শক্তিস্তরকে ২য় এবং এভাবে ৩য় প্রভৃতি শক্তিস্তর বলা হয়। এদেরকে n দ্বারা প্রকাশ করা হয়, n=1(K-shell), 2(L-shell), 3(M-shell), 4(N-shell)...

কৌণিক ভরবেগ সম্পর্কিত প্রস্তাব: একটি নির্দিষ্ট শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ নির্দিষ্ট এবং তা $h/2\pi$ এর গুণিতক। অর্থাৎ কৌণিক ভরবেগ, $mvr = nh/2\pi$

এখানে,
m= ইলেকট্রনের ভর
v= ইলেকট্রনের গতিবেগ
r= শক্তিস্তরের ব্যাসার্ধ
h= প্লাঙ্কের ধ্রুবক
n= 1(ইলেকট্রন ১ম শক্তিস্তরে), 2(ইলেকট্রন ২য় শক্তিস্তরে), 3,,,,,,

শক্তির শোষণ ও বিকিরণ সম্পর্কিত প্রস্তাব: ইলেকট্রন যখন নিম্ন শক্তিস্তর (E_1) থেকে উপরের শক্তিস্তরে (E_2) যায় একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ শক্তি শোষণ করে এবং উপরের শক্তিস্তর থেকে (E_2) নিম্ন শক্তিস্তরে (E_1)আসার জন্য একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ শক্তি বিকিরণ করে, এই শোষিত বা বিকিরিত শক্তির পরিমাণকে ΔE দ্বারা প্রকাশ করা হয়।



বোর পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতা

1) বোর পরমাণু মডেল, শুধুমাত্র এক ইলেকট্রন বিশিষ্ট পরমাণু (হাইড্রোজেন পরমাণুর) বর্ণালী নিয়ে ব্যাখ্যা করেছেন। কিন্তু যে সকল পরমাণুর অনেক গুলো ইলেকট্রন তাদের বর্ণালী নিয়ে কোনো ব্যাখ্যা করেননি। (বর্ণালী মানে হল রঙ। রংধনু যেমন সাতটি রঙের সমষ্টি বর্ণালীও তেমন অনেকগুলো রঙের সমষ্টি হতে পারে)

2) এই মডেল অনুসারে, ইলেকট্রন যখন এক শক্তিস্তর থেকে অন্য শক্তিস্তরে যাবে তখন বর্ণালীতে এক একটি রেখা পাউয়ার কথা। কিন্তু উচ্চ শক্তির অণুবীক্ষণ যন্ত্র দিয়ে বিশ্লেষণ করে দেখা যায় যে,কোন কোন রেখার পাশে একাধিক সূক্ষ্ম রেখা থাকে, এসব সুক্ষ্ম রেখা নিয়ে বোর কোন ধারণা দেননি।

রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল এবং বোর পরমাণু মডেলের তুলনা:

1)নিউক্লিয়াসের বাইরে ঘুরতে থাকা ইলেকট্রনের কক্ষপথ নিয়ে রাদারফোর্ড কোন ধারাণা দেন নি।

বোর মডেল অনুসারে, নিউক্লিয়াসের বাইরে কতগুলো বৃত্তাকার কক্ষপথে ইলেকট্রন ঘুরতে থাকে এবং ঐ কক্ষপথ গুলোকে শক্তিস্তর (n) বলে।

2) এই মডেল অনুসারে, নিউক্লিয়াসের চারিদিকে ইলেকট্রনের ঘূর্ণনের সময় তার শক্তি কমতে থাকে এবং নিউক্লিয়াসের আকর্ষণে গতিপথ ছোট হয়ে একসময় ইলেকট্রনটি নিউক্লিয়াসের সাথে মিশে যাবে। বাস্তবে তা ঘটে না।

বোর মডেল অনুসারে, ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসের চারিদিকে কতোগুলো নির্দিষ্ট শক্তির বৃত্তাকার কক্ষপথে ঘুরবে এবং ঘুরার সময় তা কনো শক্তি শোষণ ও বিকিরণ করবে না।

3) রাদারফোর্ড মডেলের সাহায্যে পরমাণুর বর্ণালী ব্যাখ্যা করা যায় না।

বোর এর মতবাদ অনুসারে হাইড্রোজেন বর্ণালী ব্যাখ্যা করা যায়।

গাণিতিক সমস্যা-১: একটি পরমাণুর চতুর্থ শক্তিস্তরের ব্যাসার্ধ 8.5×10^{-8} cm হলে ঐ শক্তিস্তরের ইলেকট্রনটির গতিবেগ গণনা করো?

যেহেতু চতুর্থ শক্তিস্তর সুতরাং, n = 4
প্লাঙ্কের ধ্রুবক, $h = 6.626 \times 10^{-34}$ js
আমরা জানি,
শক্তিস্তরের ব্যাসার্ধ, $r = 8.5 \times 10^{-8}$ cm
$= 8.5 \times 10^{-10}$ m
ইলেকট্রনের ভর, $m = 9.11 \times 10^{-28}$ g
$= 9.11 \times 10^{-31}$ kg
গতি, v=?
আমরা জানি,
কৌণিক ভরবেগ,
$mvr = nh/2\pi$
$\Rightarrow v = nh/2\pi mr$
$\Rightarrow v = 4 \times 6.626 \times 10^{-34}/2 \times 3.14 \times 9.11 \times 10^{-31} \times 8.5 \times 10^{-10}$m
$\Rightarrow v = 5.45 \times 10^{5}$ ms^{-1}

গাণিতিক সমস্যা-২: যদি পরমাণুর দুটি শক্তিস্তরের পার্থক্য 35.64×10^{-13} erg হয় তবে উচ্চতর শক্তিস্তর থেকে নিম্নতর শক্তিস্তরে একটি ইলেকট্রনের পতন ঘটলে বিকিরিত আলোক রশ্মির কম্পাঙ্ক কত হবে?

এখানে, প্লাঙ্ক ধ্রুবক, $h = 6.626 \times 10^{-27}$erg sec
বোর মডেল অনুযায়ী,
$h\upsilon = E_2 - E_1$
$\Rightarrow \upsilon = (E_2 - E_1) / h$
$= 35.64 \times 10^{-13}$ erg / 6.626×10^{-27} erg sec
$= 5.38 \times 10^{14} s^{-1}$

গাণিতিক সমস্যা-৩: কোন একটি বিকিরিত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 500 m। ফোটনের শক্তি $kjmol^{-1}$ এককে নির্ণয় করো?

এখানে,
প্লাঙ্কের ধ্রুবক, $h = 6.626 \times 10^{-34}$ Js
বিকিরিত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 500$ m
আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^{8}$ ms^{-1}
আমরাজানি, ফোটনের শক্তি, $E = h\upsilon$
$= hc / \lambda$

$= 6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8} / 500$
$= 3.9744 \times 10^{-28}$ J