তৃতীয় অধ্যায়

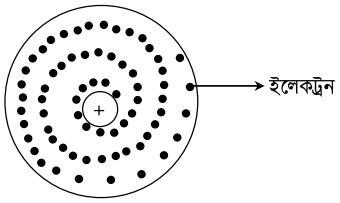
পদার্থের গঠন

Structure of Matter

গুরুত্বপূর্ণ সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন – ১ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

একটি মৌলের পরমাণুর মডেল আঁকার জন্য বলা হলে নবম শ্রেণির ছাত্র ফরিদ নিচের চিত্রটি অঙ্কন করল।



ক. পারমাণবিক সংখ্যা কাকে বলে?

খ. $^{64}_{29}X$ এবং $^{64}_{30}Y$ পরমাণু দুইটির নিউক্লিয়ন সংখ্যা সমান কিন্তু নিউট্রন সংখ্যা ভিন্ন– ব্যাখ্যা কর।

গ. ফরিদের আঁকা মডেলটি যে পরমাণু মডেলকে নির্দেশ করে তা ব্যাখ্যা কর।

ঘ. অঙ্কিত মডেল অনুসারে পরমাণুর স্থায়িত্ব সম্পর্কে যৌক্তিক মতামত দাও।

১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো মৌলের পরমাণুর নিউক্লিয়াসে বা কেন্দ্রে যত সংখ্যক প্রোটন থাকে, সেই সংখ্যাকে ঐ মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা বলে।

খ. নিউক্লিয়ন সংখ্যা হচ্ছে প্রোটন ও নিউট্রন সংখ্যার যোগফল। সুতরাং নিউট্রন সংখ্যা = নিউক্লিয়ন সংখ্যা বা ভরসংখ্যা (A) – প্রোটন সংখ্যা বা পারমাণবিক সংখ্যা (Z)

$^{64}_{29}X$ এর নিউট্রন সংখ্যা = 64 –29 = 35

$^{64}_{30}Y$ এর নিউট্রন সংখ্যা = 64 – 30 = 34

এখানে, $^{64}_{29}X$ এবং $^{64}_{30}Y$ মৌল দুটির প্রোটন সংখ্যা বা পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 29, 30 এবং নিউক্লিয়ন সংখ্যা বা ভরসংখ্যা যথাক্রমে 64, 64; অর্থাৎ, মৌল দুটির পারমাণবিক সংখ্যা বা প্রোটন সংখ্যা ভিন্ন। তাই নিউক্লিয়ন সংখ্যা সমান হলেও, নিউট্রন সংখ্যা ভিন্ন হবে।

গ. ফরিদের আঁকা মডেলটি রাদারফোর্ড পরমাণু মডেলকে সমর্থন করে। নিম্নে রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলটি সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পাওয়া যায়। নিচে মডেলটি ব্যাখ্যা করা হলো :

১. পরমাণুর কেন্দ্রস্থলে একটি ধনাত্মক চার্জবিশিষ্ট ভারি বস্তু বিদ্যমান। এই ভারি 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।

২. পরমাণু বিদ্যুৎনিরপেক্ষ। অতএব নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক চার্জযুক্ত প্রোটন সংখ্যার সমান সংখ্যক ঋণাত্মক চার্জযুক্ত ইলেকট্রন পরমাণুর নিউক্লিয়াসকে পরিবেষ্টন করে রাখে।

৩. সৌরজগতের সূর্যের চারদিকে ঘূর্ণায়মান গ্রহসমূহের মতো পরমাণুর ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসের চারদিকে অবিরাম ঘুরছে। ধনাত্মক চার্জবিশিষ্ট নিউক্লিয়াস ও ঋণাত্মক চার্জবিশিষ্ট ইলেকট্রনসমূহের পারস্পরিক স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণজনিত কেন্দ্রমুখী বল এবং ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের কেন্দ্র বহির্মুখী বল পরস্পর সমান।

ঘ. উদ্দীপকে বিদ্যমান অঙ্কিত মডেল বিশ্লেষণ করলে দেখা যায়, ইলেকট্রনগুলো সর্পিলাকারে ঘুরতে ঘুরতে নিউক্লিয়াসে পতিত হচ্ছে, তাই অঙ্কিত মডেলটি একটি অস্থায়ী পরমাণু মডেল।

'গ' থেকে জানা যায়, অঙ্কিত মডেলটি রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলকে সমর্থন করে। এই মডেলের ৩য় স্বীকার্য অনুযায়ী ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসের চারদিকে ঘোরে। এ সময় ধনাত্মক চার্জবিশিষ্ট নিউক্লিয়াস ও ঋণাত্মক চার্জবিশিষ্ট ইলেকট্রনসমূহের পারস্পরিক স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণজনিত কেন্দ্রমুখী বল এবং ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের কেন্দ্র বহির্মুখী বল পরস্পর সমান থাকে। তাই এটি স্থায়িত্ব লাভ করবে। কিন্তু, ম্যাক্সওয়েলের মতবাদ অনুসারে এই পরমাণু মডেলটির স্থায়ীত্ব লাভ করা সম্ভব নয়। কারণ, কোনো চার্জযুক্ত বস্তু বা কণা কোনো বৃত্তাকার পথে ঘুরতে থাকলে তা ক্রমাগত শক্তি বিকিরণ করবে এবং আবর্তন চক্রও ধীরে ধীরে কমতে থাকবে। যেহেতু ইলেকট্রন ঋণাত্মক চার্জযুক্ত, তাই ইলেকট্রনসমূহ ক্রমশ শক্তি হারাতে হারাতে নিউক্লিয়াসে প্রবেশ করবে। অর্থাৎ, অঙ্কিত পরমাণু মডেল অনুসারে পরমাণু সম্পূর্ণভাবে একটি অস্থায়ী অবস্থাপ্রাপ্ত হবে।

প্রশ্ন –২ ▶ নিচের ছকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

$_4W$	$_{12}X$	$_{20}Y$	$_{29}Z$

[এখানে W, X, Y এবং Z প্রতীকী অর্থে; প্রচলিত কোনো মৌলের প্রতীক নয়]

ক. ভরসংখ্যা কী?

খ. $_{3}Li$ ও $_{11}Na$ এর যোজনী একই কেন ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্দীপকের কোন কোন মৌলের সর্বশেষ স্তরে সমানসংখ্যক ইলেকট্রন বিদ্যমান?

ঘ. উপরের একটি মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস স্বাভাবিক নিয়মে করা যায় না – যুক্তিসহ উপস্থাপন কর।

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ভরসংখ্যা হলো কোনো মৌলের পরমাণুর প্রোটন ও নিউট্রনের মোট সংখ্যা।

খ. যোজনী হলো কোনো মৌলের সর্ববহিস্থ শক্তিস্তরে বিদ্যমান ইলেকট্রন সংখ্যা।

$_{3}Li$ ও $_{11}Na$ এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :

$_{3}Li \rightarrow 1s^2 2s^1$

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

যেহেতু লিথিয়াম (Li) ও সোডিয়াম (Na) উভয় মৌলের সর্ববহিস্থ স্তরে একটি করে ইলেকট্রন বিদ্যমান। তাই, এদের যোজনী একই এবং তা হলো 1।

গ. উদ্দীপকে প্রদত্ত মৌলগুলোর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :

মৌলের প্রতীক	মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস	সর্বশেষ কক্ষপথে ইলেকট্রনের সংখ্যা
$_{4}W$	$1s^2\ 2s^2$	2
$_{12}X$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$	2
$_{20}Y$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2 3p^6\ 4s^2$	2
$_{29}Z$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10} 4s^1$	1

দেখা যাচ্ছে যে, প্রদত্ত মৌলগুলোর মধ্যে $_{29}Z$ বাদে বাকি তিনটির অর্থাৎ $_{4}W$, $_{12}X$, $_{20}Y$ মৌলসমূহের সর্বশেষ স্তরে সমান সংখ্যক ইলেকট্রন বিদ্যমান।

ঘ. উদ্দীপকের একটি মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস স্বাভাবিক নিয়মে করা যায় না এবং সেটি হলো $_{29}Z$। সাধারণ নিয়ম অনুসারে পরমাণুতে ইলেকট্রন শক্তির ক্রমানুসারে নিম্ন থেকে উচ্চ শক্তিসম্পন্ন অরবিটালে প্রবেশ করে। সাধারণ নিয়ম অনুসারে নিম্ন শক্তিস্তর বা উপশক্তিস্তর ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ হলে পরবর্তী শক্তিস্তরে বা উপশক্তিস্তরে ইলেকট্রন প্রবেশ করে। অর্থাৎ s পূর্ণ হলে p, p পূর্ণ হলে d এভাবে বিভিন্ন কক্ষপথে ইলেকট্রন বণ্টিত হয়। কাজেই, $_{29}Z$ এর ইলেকট্রন বিন্যাস হওয়া উচিত ছিল : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9 4s^2$

প্রকৃতপক্ষে $_{29}Z$এর ইলেকট্রন বিন্যাস: $1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$

ইলেকট্রন বিন্যাসের সাধারণ নিয়ম অনুযায়ী Z এর 4s অরবিটালে 2টি এবং 3d অরবিটালে 9টি ইলেকট্রন থাকার কথা। কিন্তু সেক্ষেত্রে 3d অরবিটাল 1টি মাত্র ইলেকট্রনের অভাবে অপূর্ণ থেকে যায়। কিন্তু সমশক্তি সম্পন্ন অরবিটালসমূহ অর্ধপূর্ণ বা সম্পূর্ণরূপে পূর্ণ হলে সেই ইলেকট্রন বিন্যাস অধিকতর সুস্থিতি অর্জন করে। কাজেই d^9 কাঠামোর চেয়ে d^{10} কাঠামো অনেক বেশি সুস্থিত। ফলে d^9s^2 এর চেয়ে $d^{10}s^1$ ইলেকট্রনবিশিষ্ট মৌল অধিকতর স্থায়ী হয়। তাই Z এর ক্ষেত্রে স্থিতিশীলতা অর্জনের জন্য 4s থেকে 1টি ইলেকট্রন 3d তে গিয়ে একটি সুস্থিত কাঠামোর সৃষ্টি হয়। অতএব যৌক্তিক কারণেই $_{29}Z$ মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস স্বাভাবিক নিয়মে করা যায় না।

প্রশ্ন –৩ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

$_{26}A$, $_{29}B$

[এখানে A ও B প্রতীকী অর্থে, প্রচলিত কোনো মৌলের প্রতীক নয়।]

ক. সমাণু কী? ১

খ. উদাহরণসহ আইসোটোপের সংজ্ঞা দাও। ২

গ. উদ্দীপকে দ্বিতীয় মৌলটির ইলেকট্রনবিন্যাস ব্যতিক্রম–ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. প্রথম মৌলটির ইলেকট্রনবিন্যাস লিখে এর যোজনীর ব্যাখ্যা দাও। ৪

৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. একই আণবিক সংকেতবিশিষ্ট দুটি যৌগের ধর্ম ভিন্ন হলে তাদেরকে পরস্পরের সমাণু (Isomer) বলে।

খ. বিভিন্ন ভরসংখ্যাবিশিষ্ট একই মৌলের পরমাণুকে পরস্পরের আইসোটোপ বলে। যেমন– ক্লোরিনের দুটি আইসোটোপ হলো যথাক্রমে $^{৩৫}_{১৭}Cl$ এবং $^{৩৭}_{১৭}Cl$। নিউট্রন সংখ্যার ভিন্নতার কারণে আইসোটোপ তৈরি হয়। কারণ একই মৌলের পরমাণুর প্রোটন বা ইলেকট্রনের সংখ্যা কখনো পরিবর্তন হয় না।

গ. উদ্দীপকের ২য় মৌলটি হলো $_{29}B$। এটি মূলত 29 পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট মৌল কপার (Cu)। বোরের পরমাণু মডেল থেকে আমরা জানি যে, পরমাণুর ইলেকট্রনসমূহ তাদের নিজ নিজ শক্তি অনুযায়ী বিভিন্ন শক্তিস্তরে অবস্থান করে। ইলেকট্রন বিন্যাসের সময় নিম্ন শক্তিস্তর ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ হলে পরবর্তী শক্তিস্তরে ইলেকট্রন প্রবেশ করে। প্রতিটি প্রধান শক্তিস্তর (orbit) আবার এক বা একাধিক উপশক্তি স্তর (orbital) নিয়ে গঠিত। এ উপস্তরগুলোকে s, p, d f ইত্যাদি নামে আখ্যায়িত করা হয়। s উপশক্তিস্তরে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা 2, p উপস্তরের 6, d উপস্তরের 10 এবং f উপস্তরের 14। ইলেকট্রন সমূহের সাধারণ ধর্ম হচ্ছে এরা প্রথমে নিম্নতর শক্তি সম্পন্ন উপস্তর পূর্ণ করে এবং ক্রমান্বয়ে উচ্চ শক্তিসম্পন্ন উপস্তরে গমন করে। এই তত্ত্ব অনুসারে 4s উপস্তরে ইলেকট্রন 3d এর পূর্বে প্রবেশ করে।

তবে সাধারণভাবে দেখা যায় যে, সমশক্তিসম্পন্ন অরবিটালসমূহ অর্ধ বা সম্পূর্ণরূপে পূর্ণ হলে সে ইলেকট্রন বিন্যাস অধিকতর সুস্থিতি অর্জন করে। এজন্য $d^{10}s^2$ এবং d^5s^1 ইলেকট্রন বিন্যাসবিশিষ্ট মৌল অধিকতর স্থায়ী হয়। কপারের ক্ষেত্রে ইলেকট্রন বিন্যাসের এরূপ ব্যতিক্রম পরিলক্ষিত হয়–

$Cu(29) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6\ 3s^2 3\,p^6\ 3d^{10}\ 4s^1$

ঘ. উদ্দীপকে উল্লেখিত প্রথম মৌলটি হলো 26^A যা হলো 26 পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট মৌল Fe। আয়রন (Fe) এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ–

$Fe(26) \rightarrow 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6\ \boxed{3d^6\ 4s^2}$ (সাধারণ অবস্থায়)

কোনো মৌলের পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাসে সর্বশেষ কক্ষপথে যত সংখ্যক ইলেকট্রন বা অযুগ্ম ইলেকট্রন থাকে তাকে ঐ মৌলের যোজনী বলে। ধাতব মৌলের ক্ষেত্রে সর্বশেষে কক্ষপথের ইলেকট্রন সংখ্যা এবং অধাতব মৌলের ক্ষেত্রে সর্বশেষ কক্ষপথের উপস্তরসমূহের মধ্যে ইলেকট্রন পুনর্বিন্যাসের কারণে অযুগ্ম ইলেকট্রন সংখ্যা পরিবর্তিত হয়। যার দরুন মৌলসমূহ পরিবর্তনশীল যোজ্যতা বা একাধিক যোজ্যতা প্রদর্শন করে। তাই, সাধারণ অবস্থায় আয়রনের যোজনী হয় 2।

আবার, উত্তেজিত অবস্থায় আয়রনের (Fe) ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ–

$Fe^*(26) \rightarrow 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 2s^2 3p^6\ 3d^5\ \boxed{4s^2\ 4px^1}\ 4py^\circ\ 4pz^\circ$

'*' চিহ্ন দ্বারা মৌলের উত্তেজিত অবস্থা প্রকাশ করে। এ অবস্থায় মৌলের যোজ্যতাস্তরের ফাঁকা উপস্তরে ইলেকট্রন পুনর্বিন্যস্ত হয়। p উপস্তরের সংখ্যা ৩টি (px, py, pz) থাকে। p উপস্তরের ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা ছয়টি। প্রতিটি p উপস্তরে 2 টি করে ইলেকট্রন থাকতে পারে। তবে, প্রথমে

p উপস্তরসমূহের প্রত্যেকটিতে একটি করে ইলেকট্রন প্রবেশ করে। এজন্য উত্তেজিত অবস্থায় আয়রনের যোজনী হয় '3'।

প্রশ্ন –৪ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

নবম শ্রেণির রসায়ন শিক্ষক অভিজিৎ রায় তার শিক্ষার্থীদেরকে পরমাণুর গঠন সম্পর্কে বোঝানোর সময় একটি পরমাণুর সৌর মডেলের প্রস্তাবনা সম্পর্কে বোঝাচ্ছিলেন। অতঃপর, তিনি শিক্ষার্থীদেরকে উক্ত মডেলের প্রস্তাবনাগুলোর সীমাবদ্ধতা নিজেদের মধ্যে আলোচনার মাধ্যমে খুঁজে বের করতে বললেন।

ক. নিউক্লিয় বিক্রিয়ার ক্ষতিকর প্রভাব কী? ১

খ. তেজস্ক্রিয় রশ্মি সূর্যের আলোর ন্যায় নিরাপদ কখন? ২

গ. উদ্দীপকের শিক্ষক কর্তৃক বর্ণিত পরমাণু মডেলটির প্রস্তাবনাগুলো তুলে ধর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের পরমাণু মডেলের প্রতটি প্রস্তাবনা ভালোভাবে বিশ্লেষণপূর্বক সীমাবদ্ধতাসমূহ আলোচনা কর। ৪

৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া হলো হিরোসিমা ও নাগাসাকিতে নিক্ষিপ্ত এটম বোমাসহ সব ধরনের পারমাণবিক বোমার শক্তির উৎস।

খ. তেজস্ক্রিয় পদার্থ থেকে নির্গত রশ্মিকে তেজস্ক্রিয় রশ্মি বলা হয়।
অতিরিক্ত তেজস্ক্রিয় রশ্মির ব্যবহার স্বাস্থ্যের জন্য মারাত্মক ক্ষতিকর খাদ্যদ্রব্যে ব্যবহারের ক্ষেত্রে তেজস্ক্রিয় রশ্মি অবশ্যই পরিমিত মাত্রায় সংরক্ষিত স্থানে প্রয়োগ করতে হবে। পরিমিত মাত্রায় এ তেজস্ক্রিয় রশ্মি (গামা রশ্মি)–র ব্যবহার সূর্যের আলোর ন্যায় নিরাপদ।

গ. উদ্দীপকের শিক্ষক কর্তৃক বর্ণিত পরমাণুর মডেলটিকে পরমাণুর সৌর মডেল বা রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল বলে। এ মডেলটির প্রস্তাবনাগুলো নিম্নরূপ :

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

ii. পরমাণু বিদ্যুৎনিরপেক্ষ। অতএব নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক আধানযুক্ত প্রোটন সংখ্যার সমান সংখ্যক ঋনাত্মক আধানযুক্ত ইলেকট্রন পরমাণুর নিউক্লিয়াসকে পরিবেষ্টন করে রাখে।

iii. সৌরজগতের সূর্যের চারিদিকে ঘূর্ণায়মান গ্রহসমূহের মতো পরমাণুর ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসের চারিদিক অবিরাম ঘুরছে। ধনাত্মক আধান বিশিষ্ট নিউক্লিয়াস ও ঋনাত্মক আধান বিশিষ্ট ইলেকট্রনসমূহের পারস্পারিক স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণজনিত কেন্দ্রমুখী বল এবং ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের কেন্দ্র বর্হিমুখী বল পরপর সমান।

ঘ. উদ্দীপকে উল্লেখিত পরমাণু মডেলটির প্রস্তাবনাগুলো ভালোভাবে বিশ্লেষণের পর প্রাপ্ত সীমাবদ্ধতাসমূহ নিম্নে আলোচিত হলো :

i. সৌরমন্ডলের গ্রহসমূহ সামগ্রিকভাবে চার্জবিহীন অথচ ইলেকট্রনসমূহ ঋণাত্মক চার্জযুক্ত।

ii. ম্যাক্সওয়েলের তত্ত্বানুসারে কোনো চার্জযুক্ত বস্তু বা কণা বৃত্তাকার কক্ষপথে ঘুরতে থাকলে তা ক্রমাগত শক্তি বিকিরণ করবে এবং আবর্তনচক্রও ধীরে ধীরে ছোট হতে থাকবে। সুতরাং, ইলেকট্রনসমূহ ক্রমশ শক্তি হারাতে হারাতে নিউক্লিয়াসে প্রবেশ করবে। সুতরাং, রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল অনুসারে পরমাণু সম্পূর্ণভাবে একটি অস্থায়ী অবস্থা প্রাপ্ত হবে। অথচ পরমাণু হতে ক্রমাগত শক্তি বিকিরণ বা ইলেকট্রনের নিউক্লিয়াসে প্রবেশ কখনোই ঘটে না।

iii. পরমাণুর বর্ণালি গঠনের কোনো সুষ্ঠু ব্যাখ্যা এ মডেল দিতে পারে না।

iv. আবর্তনশীল ইলেকট্রনের কক্ষপথের আকার ও আকৃতি সম্বন্ধে কোনো ধারণা এ মডেলে দেওয়া হয় নি।

v. একাধিক ইলেকট্রনবিশিষ্ট পরমাণুতে ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসকে কীভাবে পরিভ্রমণ করে তার কোনো উল্লেখ এ মডেলে নেই।

প্রশ্ন –৫ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ডা. অমিত একজন ক্যানসার বিশেষজ্ঞ। বিভিন্ন তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ব্যবহার করে তিনি রোগ নির্ণয় ও নিরাময় করেন। এসকল কাজে তিনি α, β এবং γ রশ্মি ব্যবহার করেন। তবে এ ধরনের রশ্মির ব্যবহারে কিছু ক্ষতিকর প্রভাবও রয়েছে।

ক. শক্তিস্তর কী? ১

খ. অক্সিজেনের আপেক্ষিক আণবিক ভর কীভাবে জানা যায়? ২

গ. উদ্দীপকের শেষোক্ত উক্তিটির যথার্থতা ব্যাখ্যা

কর। ৩

ঘ. কৃষিক্ষেত্রে ও বিদ্যুৎ উৎপাদনে আইসোটোপগুলোর গুরুত্ব আলোচনা কর। ৪

৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো মৌলের পরমাণুর নিউক্লিয়াসের চারিদিকে ইলেকট্রনসমূহের আবর্তনের জন্য বৃত্তাকার কক্ষপথকে শক্তিস্তর বা অরবিট বলে।

খ. একটি অক্সিজেন অণু অক্সিজেনের 2টি পরমাণু নিয়ে গঠিত। অক্সিজেনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর হলো 16 এবং অক্সিজেনের একটি অণু–তে পরমাণুর সংখ্যা হলো 2টি। সুতরাং,

অক্সিজেনের (O_2) আপেক্ষিক আণবিক ভর $= 16 \times 2 = 32$ g.

গ. তেজস্ক্রিয় পদার্থ থেকে বিভিন্ন ধরনের রশ্মি নির্গত হয়। এই পদার্থসমূহের কোনোটির সময়কাল বেশি আবার কোনোটির কম। এসকল তেজস্ক্রিয় রশ্মি (α, β, γ) ক্যানসার হওয়ার একটি বিশেষ কারণ। সঠিক মাত্রায় ব্যবহার না করলে এসকল রশ্মি কল্যাণকর না হয়ে অকল্যাণকর হয়ে দাঁড়ায়।

ক্যান্সার রোগের চিকিৎসায় কেমোথেরাপিতে তেজস্ক্রিয় পদার্থ ব্যবহার করা হয়। কেমোথেরাপির ফলে মাথার চুল পড়ে যায়, বমি বমি ভাব হয়। অনেক ক্ষেত্রে এসকল রশ্মি আমাদের জন্য প্রয়োজনীয় ব্যাকটেরিয়াকেও মেরে ফেলে।

তাছাড়া, নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া হতে প্রাপ্ত নিউক্লিয় শক্তি যেমন বিদ্যুৎ উৎপাদনে ব্যবহৃত হয় তেমনি ধ্বংসাত্মক কাজেও ব্যবহার করা হয়। হিরোসিমা ও নাগাসাকিতে নিক্ষিপ্ত পারমাণবিক বোমাসহ সকল ধরনের আগ্নেয়াস্ত্রের শক্তির উৎস হলো নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া।

ঘ. উদ্দীপকে উল্লেখিত তেজস্ক্রিয় রশ্মিগুলোর বহুবিধ ব্যবহার রয়েছে। তন্মধ্যে, কৃষিক্ষেত্রে ও বিদ্যুৎ উৎপাদনে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপগুলোর ব্যবহার নিম্নে তুলে ধরা হলো :

কৃষিক্ষেত্রে তেজস্ক্রিয় রশ্মির ব্যবহার : তেজস্ক্রিয় রশ্মি ব্যবহার করে নতুন নতুন উন্নত মানের বীজ উদ্ভাবন করা হচ্ছে। যার দরুণ ফলনের মানের উন্নতি ও পরিমাণ বাড়ানো হচ্ছে। তেজস্ক্রিয় ^{32}P যুক্ত ফসফেট দ্রবণ উদ্ভিদের মূলধারায় সূচিত করা হয়। গাইগার কাউন্টার ব্যবহার করে পুরো উদ্ভিদে এর চলাচল চিহ্নিত করে ফসফরাস ব্যবহার করে বিজ্ঞানীরা কী কৌশলে (mechanism) উদ্ভিদ বেড়ে উঠে তা জানতে পারেন।

বিদ্যুৎ উৎপাদনে তেজস্ক্রিয় রশ্মির ব্যবহার : আইসোটোপসমূহ ক্ষয়ের সময় বা নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় সময় প্রচুর পরিমাণে তাপ উৎপন্ন করে। এই তাপশক্তিকে বিভিন্ন ডিভাইস ব্যবহার করে বিদ্যুৎশক্তিতে রূপান্তরিত করা হয়। পৃথিবীর বিভিন্ন দেশের পারমাণবিক চুল্লি থেকে নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ার মাধ্যমে প্রচুর পরিমাণে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয়।

সুতরাং, দেখা যাচ্ছে যে, তেজস্ক্রিয় রশ্মি ব্যবহারে কৃষিক্ষেত্রে এবং বিদ্যুৎ উৎপাদনে ব্যাপক সাফল্য অর্জন সম্ভব হয়েছে।

প্রশ্ন –৬ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

মৌল	পারমাণবিক ভর	পারমাণবিক সংখ্যা
P	12	6
Q	14	6
R	40	20

ক. আয়রনের ইলেকট্রন বিন্যাস দেখাও। ১

খ. ^{99m}Tc এর ব্যবহার লিখ। ২

গ. উদ্দীপকের P এবং Q এর মধ্যে সম্পর্ক দেখাও। ৩

ঘ. বোরের পরমাণু মডেল অনুসারে R মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস পর্যালোচনা কর। ৪

৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. আয়রনের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ–

$$Fe(26) \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 1p^6\ 3s^2 3p^6\ 3d^6 4s^2$$

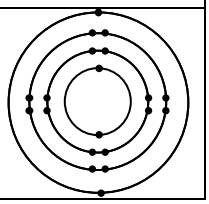
খ. ^{99m}Tc থেকে গামা (γ) রশ্মি নির্গত হয়। ভর সংখ্যার পরে 'm' দ্বারা আইসোটোপের মেটাস্টাবল (metastable) অবস্থা প্রকাশ পায়। ^{99m}Tc থেকে গামা রশ্মি নির্গত হওয়ার পর 99_{Tc} ভরবিশিষ্ট আইসোটোপ উৎপন্ন হয়। দেহের হাড় বেড়ে যাওয়া এবং কোথায়, কেন ব্যথা হচ্ছে তা নির্ণয়ের জন্য ^{99m} Tc ইনজেকশন দিলে বেশ কিছু সময় পরে পর্দায় দেখা যায় হাড়ের কোথায় কী ধরনের সমস্যা আছে।

গ. উদ্দীপকের ছকে উল্লেখিত P এবং Q পরমাণুদ্বয়ের পারমাণবিক সংখ্যা একই কিন্তু পারমাণবিক ভর ভিন্ন। অর্থাৎ এদের ভরসংখ্যা ভিন্ন।

বিভিন্ন ভরসংখ্যাবিশিষ্ট একই মৌলের পরমাণুকে পরস্পরের আইসোটোপ বলা হয়। অর্থাৎ, একই মৌলের ভিন্ন ভিন্ন ভরসংখ্যা কিন্তু একই পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট পরমাণুসমূহ হলো পরস্পরের আইসোটোপ। উদ্দীপকের P এবং Q উভয় মৌলদ্বয়ের পারমাণবিক সংখ্যা একই অর্থাৎ 6 কিন্তু ভরসংখ্যা যথাক্রমে 12 এবং 14। সুতরাং, উদ্দীপকের P ও Q মৌলদ্বয় পরস্পরের আইসোটোপ।

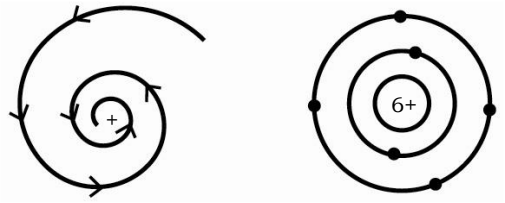
ঘ. উদ্দীপকের R মৌলটি হলো '20' পারমাণবিক সংখ্যা এবং '40' পারমাণবিক ভর বিশিষ্ট মৌল ক্যালসিয়াম (Ca)। বোরের পরমাণু মডেল অনুসারে মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নে আলোচনা করা হলো :

বোরের পরমাণু মডেল থেকে আমরা জেনেছি যে, পরমাণুর ইলেকট্রনসমূহ তাদের নিজ নিজ শক্তি অনুযায়ী বিভিন্ন শক্তিস্তরে অবস্থান করে। ক্যালসিয়ামের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :

মৌল	পারমাণবিক সংখ্যা	অরবিট বা প্রধান শক্তিস্তর				ইলেকট্রন বিন্যাসের চিত্র
		K	L	M	N	
Ca	20	2	8	8	2	

$2n^2$ সূত্রানুসারে, ক্যালসিয়ামের M শেলে 10টি ইলেকট্রন থাকার কথা থাকলেও এটি সাধারণত ৪টি ইলেকট্রন ধারণ করে। ইলেকট্রনসমূহের সাধারণ ধর্ম হচ্ছে এরা প্রথমে নিম্ন শক্তি সম্পন্ন উপস্তর (orbit) পূর্ণ করে এবং ক্রমান্বয়ে উচ্চ শক্তিসম্পন্ন উপস্তরে গমন করে। এজন্য ক্যালসিয়ামের (Ca) ইলেকট্রন বিন্যাস এরূপ হয়।

প্রশ্ন –৭ ▶ নিচের চিত্র দুটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



চিত্র – ১ চিত্র – ২

ক. নিউক্লিয়ন সংখ্যা কী? ১

খ. তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের দুইটি ক্ষতিকর প্রভাব লিখ। ২

গ. চিত্র–১ এ প্রদর্শিত পরমাণু মডেলের মূল বক্তব্যগুলি বর্ণনা কর। ৩

ঘ. চিত্র–১ অপেক্ষা চিত্র–২ পরমাণুতে ইলেকট্রনের অবস্থান সম্পর্কিত ধারণাকে অধিকতর গ্রহণযোগ্য করেছে– যুক্তি দাও। ৪

৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. নিউক্লিয়ন সংখ্যা হলো মৌলে পরমাণুর কেন্দ্রে নিউক্লিয়াসে অবস্থানকারী প্রোটন ও নিউট্রন সংখ্যার সমষ্টি।

খ. তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের দুইটি ক্ষতিকর প্রভাব নিম্নে দেওয়া হলো :

i. তেজস্ক্রিয় আইসোটোপকে ক্যান্সার রোগের অন্যতম কারণ হিসেবে বিবেচনা করা হয়,

ii. পারমাণবিক অস্ত্র তৈরিতে ব্যবহৃত হয় যা অসংখ্য মানুষের প্রাণহানি ঘটায়।

গ. চিত্র–১ এ প্রদর্শিত পরমাণু মডেলটি হলো রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল যা 1911 সালে প্রকাশিত হয়েছে। একে পরমাণুর সৌর মডেলও বলা হয়।

নিচে চিত্র–১ এ প্রদর্শিত রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের মূল বক্তব্যগুলো বর্ণনা করা হলো :

১. পরমাণুর কেন্দ্রস্থলে একটি ধনাত্মক চার্জবিশিষ্ট 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।

২. পরমাণু বিদ্যুৎনিরপেক্ষ। অতএব নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক চার্জযুক্ত প্রোটন সংখ্যার সমান সংখ্যক ঋণাত্মক চার্জযুক্ত ইলেকট্রন পরমাণুর নিউক্লিয়াসকে পরিবেষ্টন করে রাখে।

৩. সৌরজগতের সূর্যের চারদিকে ঘূর্ণায়মান গ্রহসমূহের মতো পরমাণুর ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসের চারদিকে অবিরাম ঘুরছে। ধনাত্মক চার্জবিশিষ্ট নিউক্লিয়াস ও ঋণাত্মক চার্জবিশিষ্ট ইলেকট্রনসমূহের পারস্পরিক স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণজনিত কেন্দ্রমুখী বল এবং ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রনের কেন্দ্র বহির্মুখী বল পরস্পর সমান।

ঘ. চিত্র–১ অপেক্ষা চিত্র–২ পরমাণুতে ইলেকট্রনের অবস্থান সম্পর্কিত ধারণাকে অধিকতর গ্রহণযোগ্য করেছে।

উদ্দীপকের ১নং চিত্রের মডেলটি ধনাত্মক নিউক্লিয়াস এবং তার চারপাশে ঘূর্ণনরত ঋণাত্মক ইলেকট্রন সম্পর্কে ধারণা দিচ্ছে। অপরদিকে ২নং চিত্রের মডেল অনুমোদিত কক্ষপথের ধারণা দেয়ার মাধ্যমে নিউক্লিয়াসের বাইরে ইলেকট্রন বিচরণের নির্দিষ্ট স্থান উল্লেখ করেছে। অর্থাৎ ১নং চিত্র মূলত রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল এবং ২নং চিত্র মূলত নীলস বোরের পরমাণু মডেল। নিচে চিত্র দুটির তুলনামূলক আলোচনা থেকে ইলেকট্রনের অবস্থান সম্পর্কিত ধারণার গ্রহণযোগ্যতা নির্ণয় করা হলো :

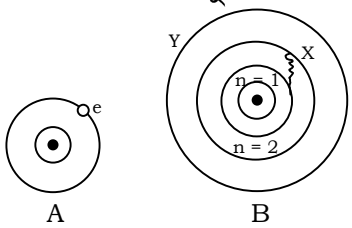
১. রাদারফোর্ড এর মডেল ধারণা দেয় পরমাণুর কেন্দ্রে অবস্থিত ধনাত্মক নিউক্লিয়াস এবং তার চারপাশে থাকা ঋণাত্মক ইলেকট্রন এর অস্তিত্ব সম্পর্কে। কিন্তু আবর্তনশীল ইলেকট্রন এর কক্ষপথের আকার ও আকৃতি সম্পর্কে কোনো ধারণা দেয় না। অন্যদিকে বোর মডেল কিছু অনুমোদিত স্থায়ী কক্ষপথের ধারণা দেয় যাতে ইলেকট্রনসমূহ কোনোরূপ শক্তি বিকিরণ না করে অনবরত ঘুরতে থাকে। এই কক্ষপথগুলোকে শক্তিস্তর বলে। চিত্র–২ এ বিভিন্ন শক্তিস্তরে অবস্থিত ইলেকট্রন দেখানো হয়েছে।

২.১নং চিত্রের মডেল একটিমাত্র ইলেকট্রন বিশিষ্ট পরমাণুর আকৃতি সম্পর্কে ধারণা দেয় কিন্তু একাধিক ইলেকট্রন বিশিষ্ট পরমাণুতে ইলেকট্রনগুলো কীভাবে নিউক্লিয়াসকে পরিক্রমণ করবে তার কোনো ধারণা পাওয়া যায় না। কিন্তু ২নং চিত্রের মডেল একাধিক ইলেকট্রনবিশিষ্ট পরমাণুর আকৃতি ও অবস্থান সম্পর্কে ধারণা দেয়।

৩.১নং চিত্রের মডেলটি পরমাণুতে ইলেট্রনের ঘূর্ণনকে সৌরজগতের সাথে তুলনা করেছে যা একটি বড় ভুল। কারণ সৌরজগতের গ্রহগুলো চার্জ নিরপেক্ষ। তাছাড়া, ম্যাক্সওয়েলের তত্ত্বানুসারে কোনো চার্জযুক্ত বস্তু বা কণা কোনো বৃত্তাকার পথে ঘুরতে থাকলে তা ক্রমাগত শক্তি বিকিরণ করবে এবং তার আবর্তনচক্রও ধীরে ধীরে কমতে থাকবে। সুতরাং ইলেকট্রনসমূহ ক্রমশ শক্তি হারাতে হারাতে নিউক্লিয়াসে প্রবেশ করবে। অর্থাৎ রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল অনুসারে পরমাণু সম্পূর্ণভাবে একটি অস্থায়ী অবস্থা প্রাপ্ত হবে। অথচ পরমাণু হতে ক্রমাগত শক্তি বিকিরণ বা ইলেকট্রনের নিউক্লিয়াসে প্রবেশ কখনই ঘটে না। মডেল ২ শক্তির বিকিরণ বিষয়ক মতবাদ উপস্থাপনের মাধ্যমে শক্তি শোষণ বা বর্জনে ইলেকট্রন এর নির্দিষ্ট কক্ষপথে বিচরণের ধারণাকে আরও স্পষ্ট করে।

প্রশ্ন –৮ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

শ্রেণিকক্ষে শিক্ষক পরমাণুর মডেল আঁকতে বললেন। সুমন A মডেলটি এবং সুমনা B মডেলটি আঁকল।



ক. অরবিটাল কী? ১

খ. পটাসিয়ামের 19–তম ইলেকট্রনটি 3d অরবিটালে প্রবেশ না করে 4s অরবিটালে প্রবেশ করে কেন? ২

গ. উদ্দীপকের B মডেলের আলোকে পরমাণুর X ও Y শক্তিস্তরের অরবিটালের সংখ্যা ও ধারণকৃত ইলেকট্রন সংখ্যা হিসাব কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের দুটি মডেলের তুলনামূলক অবস্থান তুলে ধর। ৪

৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. অরবিটাল হলো পরমাণুতে নিউক্লিয়াসের চারপাশে বিদ্যমান অনুমোদিত বৃত্তাকার কক্ষপথ বা শক্তিস্তরের উপশক্তিস্তর।

খ. 3d অরবিটালের চেয়ে 4s অরবিটালের ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা কম বলে পটাশিয়ামের 19 তম ইলেকট্রনটি 3d অরবিটালে প্রবেশ না করে 4s অরবিটালে প্রবেশ করে।

পটাসিয়ামের ইলেকট্রন বিন্যাসটি হলো:

$K(19) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{\circ} 4s^1$ দেখা যাচ্ছে যে 3d অরবিটাল পর্যন্ত 18টি ইলেকট্রন প্রবেশ করার পর 19 তম ইলেকট্রনটি 3d অরবিটালে প্রবেশ করার কথা থাকলেও তা না হয়ে 4s অরবিটালে প্রবেশ করেছে। কারণ, মৌলের পরমাণুতে ইলেকট্রনসমূহ বিভিন্ন শক্তিস্তরে ধারণক্ষমতা অনুসারে সজ্জিত হয়। যেহেতু 4s অরবিটালের শক্তি 3d অরবিটালের শক্তির চেয়ে কম, তাই পটাসিয়ামের সর্বশেষ ইলেকট্রনটি 3d অরবিটালে প্রবেশ না করে 4s অরবিটালে প্রবেশ করে।

গ. উদ্দীপকের B মডেলের আলোকে X ও Y হলো যথাক্রমে ২য় ও ৩য় শক্তিস্তর। অর্থাৎ $n = 2$ এবং $n = 3$ বা যথাক্রমে L ও M শেল। নিচে L ও M শেলে অরবিটাল সংখ্যা ও ইলেকট্রন সংখ্যা হিসাব করা হলো :

শক্তিস্তর	উপস্তর	ইলেকট্রন সংখ্যা	ইলেকট্রন বিন্যাস
L শেল	2s 2p	8	$2s^2\ 2p^6$
M শেল	3s 3p 3d	18	$3s^2\ 3p^6$ $3d^{10}$

ঘ. উদ্দীপকের A মডেলটি ধনাত্মক নিউক্লিয়াস এবং তার চারপাশে ঘূর্ণনরত ঋণাত্মক ইলেকট্রন সম্পর্কে ধারণা দিচ্ছে। অপরদিকে, মডেল B অনুমোদিত কক্ষপথের ধারণা দেয়ার মাধ্যমে নিউক্লিয়াসের বাইরে ইলেকট্রন বিচরণের নির্দিষ্ট স্থান উল্লেখ করেছে। অর্থাৎ মডেল A মূলত রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল এবং মডেল B মূলত নীলস বোরের পরমাণু মডেলকে নির্দেশ করছে। নিম্নে মডেল দুটির তুলনামূলক আলোচনা করা হলো–

১. রাদারফোর্ড (A) এর মডেল ধারণা দেয় পরমাণুর কেন্দ্রে অবস্থিত ধনাত্মক নিউক্লিয়াস এবং তার চারপাশে থাকা ঋণাত্মক ইলেকট্রন এর অস্তিত্ব সম্পর্কে কিন্তু আবর্তনশীল ইলেকট্রন এর কক্ষপথের আকার ও আকৃতি সম্পর্কে A মডেলটি কোনো ধারণা দেয় না। অন্যদিকে বোর (B) মডেল কিছু অনুমোদিত বা স্থায়ী কক্ষপথের ধারণা দেয় যাতে ইলেকট্রনসমূহ কোনোরূপ শক্তি বিকিরণ না করে অনবরত ঘুরতে থাকে। এই কক্ষপথগুলোকে শক্তিস্তর বলে। মডেল B তে প্রদত্ত $n = 1, 2, 3$ যথাক্রমে K, L, M ইত্যাদি শক্তিস্তরকে বোঝায়।

২. A মডেলটি একটিমাত্র ইলেকট্রন বিশিষ্ট পরমাণুর আকৃতি সম্পর্কে ধারণা দেয় যা মূলত হাইড্রোজেন। কিন্তু একাধিক ইলেকট্রন বিশিষ্ট পরমাণুতে ইলেকট্রনগুলো কীভাবে নিউক্লিয়াসকে পরিক্রমণ করবে তার কোনো ধারণা A মডেলে পাওয়া যায় না। কিন্তু B মডেলটি এ ত্রুটি দূর করে।

৩. A মডেলটি পরমাণুতে ইলেকট্রনের ঘূর্ণনকে সৌরজগতের সাথে তুলনা করেছে যা একটি বড় ভুল। কারণ সৌরজগতের গ্রহগুলো চার্জ নিরপেক্ষ হলেও ইলেকট্রনসমূহ চার্জ নিরপেক্ষ নয়। এগুলো ঋণাত্মক চার্জবিশিষ্ট। মডেল B, শক্তির বিকিরণ বিষয়ক মতবাদ উপস্থাপনের মাধ্যমে শক্তি শোষণ বা বর্জনে ইলেকট্রন এর নির্দিষ্ট কক্ষপথে বিচরণের ধারণাকে আরও স্পষ্ট করে।

প্রশ্ন –৯ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

বোরন মৌলের দুটো আইসোটোপ রয়েছে : $^{10}_{5}B$ এবং $^{11}_{5}B$। প্রথমটির পর্যাপ্ততার শতকরা পরিমাণ হলো 20%।

ক. N শেলে কতটি ইলেকট্রন থাকতে পারে? ১

খ. পারমাণবিক সংখ্যাকে একটি পরমাণুর নিজস্ব সত্তা বলা হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকে প্রদত্ত আইসোটোপদ্বয়ে প্রোটন, নিউট্রন ও ইলেকট্রন সংখ্যাসহ এদের অবস্থান নির্দেশ কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের তথ্য থেকে বোরনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর নির্ণয় কর। ৪

৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. N শেলে 32টি ইলেকট্রন থাকতে পারে।

খ. পারমাণবিক সংখ্যা একটি পরমাণুর তথা মৌলের পরিচয় বহন করে বলে একে পরমাণুর নিজস্ব সত্তা বলা হয়।

কোনো মৌলের রাসায়নিক ধর্ম ও অন্যান্য মৌলিক ধর্ম পারমাণবিক সংখ্যার ওপর নির্ভরশীল। মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা পরিবর্তিত হলে মৌলের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম পরিবর্তিত হয়। কারণ, দুটি ভিন্ন মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা কখনোই এক হয় না। অর্থাৎ নির্দিষ্ট মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা নির্দিষ্ট থাকায় ঐ মৌলের ধর্মও নির্দিষ্ট থাকে। এ কারণেই পারমাণবিক সংখ্যাই হলো পরমাণুর নিজস্ব সত্তা।

গ. $^{10}_{5}B$ সংকেত থেকে জানা যায়, $^{10}_{5}B$ এর ইলেকট্রন বিন্যাস = 2, 3। পারমাণবিক সংখ্যা = 5 এবং ভর সংখ্যা = 10।

যেহেতু পারমাণবিক সংখ্যা = প্রোটন সংখ্যা = ইলেকট্রন সংখ্যা

আবার যেহেতু ভর সংখ্যা প্রোটন ও নিউট্রন সংখ্যার সমষ্টি, সুতরাং, নিউট্রন সংখ্যা = ভরসংখ্যা– প্রোটন সংখ্যা = (10 – 5) = 5

অপরদিকে, $^{11}_{5}B$ এর পারমাণবিক সংখ্যা = প্রোটন সংখ্যা = ইলেকট্রন সংখ্যা = 5, ভরসংখ্যা = 11 এবং ইলেকট্রন বিন্যাস = 2, 3।

যেহেতু নিউট্রন সংখ্যা = ভরসংখ্যা – প্রোটন সংখ্যা ;

সেহেতু $^{11}_{5}B$ এর নিউট্রন সংখ্যা = 11 – 5 = 6।

ঘ. উদ্দীপকের তথ্যানুযায়ী, $^{10}_{5}B$ ও $^{11}_{5}B$ আইসোটোপ দুটির মধ্যে $^{10}_{5}B$ এর পরিমাণ হলো, 20%।

অতএব, একটি বোরনের নমুনায়, $^{11}_{5}B$ রয়েছে 100 – 20% = 80%।

নিচের ছকে বোরনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর নির্ণয় করা হলো।

আইসোটোপ	^{10}B	^{11}B
ভরসংখ্যা	10	11
শতকরা পরিমাণ	20	80
আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর	(10 × 20 ÷ 100) + (11 × 80 ÷ 100) = 2 + 8.8 = 10.8	

সুতরাং, নির্ণেয় বোরনের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 10.8।

প্রশ্ন –১০ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

প্রকৃতিতে বহু ধরনের আইসোটোপ বিদ্যমান। এদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হচ্ছে ^{14}C, ^{99m}Tc, ^{131}I, ^{153}Sm, ^{89}Sr, ^{60}Co, ^{238}Pu, ^{32}P, ^{137}Cs.

ক. তেজস্ক্রিয়তা কী? ১

খ. তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ বলতে কী বোঝ? ২

গ. উদ্দীপকের আইসোটোপসমূহের মধ্যে কোন্ আইসোটোপ কোন রোগ, রোগাক্রান্ত স্থান নির্ণয়ে ও রোগের চিকিৎসায় ব্যবহৃত হয়? ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের কোন কোন আইসোটোপ মানুষের খাদ্য উন্নয়নে কাজে লাগে, আলোচনা কর। ৪

১০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ভারি মৌলের পরমাণুর নিউক্লিয়াস থেকে স্বতঃস্ফূর্তভাবে অবিরাম গতিতে বিশেষ ধরনের অদৃশ্য রশ্মি বিকিরণের মাধ্যমে সম্পূর্ণ নতুন ধরনের মৌলে পরিণত হওয়াকে তেজস্ক্রিয়তা বলে।

খ. যেসব আইসোটোপ তেজস্ক্রিয় ধর্ম প্রদর্শন করে তাদের তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ বলে।

আমরা জানি, একই মৌলের বিভিন্ন ভরসংখ্যাবিশিষ্ট পরমাণুকে আইসোটোপ বলে। প্রকৃতিতে বিদ্যমান অস্থিত আইসোটোপগুলো স্বতঃস্ফূর্তভাবে বিভিন্ন ধরনের রশ্মি (α–আলফা, β–বিটা, γ–গামা) বিকিরণ করে অন্য মৌলের আইসোটোপে পরিণত হয়। প্রকৃতপক্ষে, এসব পরমাণুর নিউক্লিয়াসে পরিবর্তন ঘটে। পরমাণু থেকে নির্গত রশ্মিসমূহ অধিক গতিসম্পন্ন। মৌলের পরমাণুর এই ধর্মকে তেজস্ক্রিয়তা বলে। আর এ ধরনের আইসোটোপকে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ বলে।

গ. উল্লিখিত আইসোটোপগুলোর মধ্যে ^{99m}Tc, ^{153}Sm, ^{89}Sr, ^{60}Co, ^{131}I, ^{32}P, ^{238}Pu, ^{137}Cs বিভিন্ন রোগ বা রোগাক্রান্ত স্থান নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয়।

দেহের হাড় বেড়ে যাওয়া এবং ব্যথা নির্ণয়ের জন্য ^{99m}Tc (টেকনেসিয়ামের আইসোটোপ) ইঞ্জেকশন দিলে বেশ কিছু সময় পর হাড়ের কোথায় কী ধরনের সমস্যা আছে তা পর্দায় দেখা যায়, ^{99m}Tc থেকে γ রশ্মি নির্গত হয়। ভর সংখ্যার পরে 'm' দ্বারা আইসোটোপের metastable অবস্থা প্রকাশিত হয়। ^{99m}Tc থেকে গামা রশ্মি নির্গত হওয়ার পর ^{99}Tc ভর বিশিষ্ট আইসোটোপ উৎপন্ন হয় : $^{99m}Tc \rightarrow {}^{99}Tc + \gamma$।

এছাড়াও ^{153}Sm অথবা ^{89}Sr ব্যবহার করেও হাড়ের ব্যথার চিকিৎসা করা হয়। ^{60}Co থেকে নির্গত γ রশ্মি নিক্ষেপ করে ক্যান্সার কোষকলাকে ধ্বংস করা হয়। ^{131}I, থাইরয়েড গ্রন্থির কোষকলা বৃদ্ধি প্রতিহত করে। ^{32}P রক্তের লিউকোমিয়া, ^{137}Cs বিভিন্ন ধরনের ক্যান্সার এবং ^{238}Pu হার্টে পেসমেকার বসাতে ব্যবহৃত হয়।

ঘ. উদ্দীপকের দুটি আইসোটোপ ^{60}Co ও ^{32}P মানুষের খাদ্য উন্নয়ন, খাদ্য সমস্যার সমাধান, খাদ্য সংরক্ষণ ও কৃষিক্ষেত্রে অধিক ফলনের কাজে ব্যবহৃত হয়। নিচে এ বিষয়ে আলোচনা করা হলো–

কৃষিক্ষেত্রে : তেজস্ক্রিয় রশ্মি ব্যবহার করে কৃষিক্ষেত্রে নতুন নতুন উন্নত মানের বীজ উদাবন করা হচ্ছে। এ প্রক্রিয়ায় ফলনের মানের উন্নতি ও পরিমাণ বাড়ানো হচ্ছে।

$^{32}_{15}P \rightarrow$ উদিদে ^{32}P $\leftarrow$ গাইগার কাউন্টার

তেজস্ক্রিয় ^{32}P যুক্ত ফসফেট দ্রবণ উদিদের মূলধারায় সূচিত করা হয়। গাইগার কাউন্টার ব্যবহার করে, পুরো উদিদে এর চলাচল চিহ্নিত করে ফসফরাস ব্যবহার করে উদিদের বেড়ে ওঠার কৌশল নির্ণয় করা হয়।

খাদ্য সংরক্ষণে : সকল প্রকার শাক–সবজি, ফল সঠিক সংরক্ষণের অভাবে বা রান্নাপ্রক্রিয়া সঠিক না হলে বিভিন্ন ধরনের ক্ষতিকর ব্যাকটেরিয়ার জন্ম হয় যা আমাদের শরীরের জন্য ক্ষতিকর। ক্ষেত্রবিশেষে মৃত্যুর কারণ পর্যন্ত হতে পারে। সাধারণত ^{60}Co থেকে যে গামা রশ্মি নির্গত হয় তা এসব ক্ষতিকর ব্যাকটেরিয়াকে মেরে ফেলে। পোলট্রি ফার্মেও এ রশ্মি ব্যবহার করা হয় যখন কোনো ব্যাকটেরিয়াজনিত রোগের উদব ঘটে।

প্রশ্ন –১১ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

নিম্নে কতিপয় প্রতীকী মৌল দেয়া হলো :

$_{12}X$, $_{20}Z$, $_{23}A$, $_{26}Y$

ক. আইসোটোপ কী? ১

খ. প্রধান শক্তিস্তরগুলোর সাথে সংশ্লিষ্ট উপশক্তিস্তরগুলোর সম্পর্ক দেখাও। ২

গ. উদ্দীপকের X এর ইলেকট্রন বিন্যাসে প্রধান শক্তিস্তর উপশক্তিস্তরগুলোর শক্তিক্রম অনুসরণ করে ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. প্রধান শক্তিস্তরের সকল উপস্তর পাশাপাশি লিখে উদ্দীপকের X, Z, A, Y মৌলগুলোর ইলেকট্রন বিন্যাস দেখাও। ৪

১১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. একই মৌলের ভিন্ন ভিন্ন ভরসংখ্যাবিশিষ্ট পরমাণুসমূহকে পরস্পরের আইসোটোপ বলে।

খ. প্রধান শক্তিস্তরসমূহের সাথে সংশ্লিষ্ট উপশক্তিস্তরসমূহের সম্পর্ক K(n = 1) শক্তিস্তরের উপস্তরে সংখ্যা 1টি = 1s(1 হলো ১ম প্রধান শক্তিস্তর)। এর ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা = 2টি।

L(n = 2) শক্তিস্তরের উপস্তর সংখ্যা = 2টি যা হলো 2s, 2p।

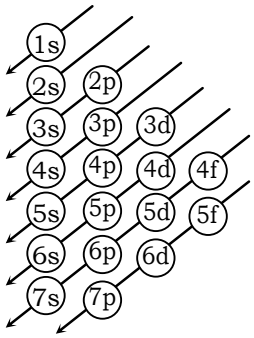
P এর ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা = 6টি

M (n = 3) শক্তিস্তরের উপস্তর সংখ্যা 3টি যা হলো 3s, 3p, 3d।

d এর ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা = 10টি।

N(n = 4) শক্তিস্তরের উপস্তর সংখ্যা 4টি যা হলো 4s, 4p, 4d, 4f। f এর ইলেকট্রন ধারণক্ষমতা =14টি।

গ. উদ্দীপকের X মৌলটির পারমাণবিক সংখ্যা 12। এর ইলেকট্রন বিন্যাস 2, 8, 2। ইলেকট্রনগুলো K, L ও M প্রধান শক্তিস্তরে থাকে। আবার আমরা জানি, পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাসে ইলেকট্রনসমূহ বিভিন্ন অরবিটালে (উপশক্তিস্তরে) তাদের শক্তির নিম্নক্রম থেকে উচ্চক্রম অনুসারে প্রবেশ করে। স্থিতিশীলতা অর্জনের জন্য প্রথমে নিম্নশক্তির অরবিটালে ইলেকট্রন গমন করে এবং অরবিটাল পূর্ণ করে; এরপর ক্রমান্বয়ে উচ্চশক্তির অরবিটাল সমূহে ইলেকট্রন প্রবেশ করে। এভাবে প্রধান শক্তিস্তরের উপশক্তিস্তরগুলোর শক্তিক্রম নিম্নোক্ত ছকের মাধ্যমে জানা যায়।



প্রদত্ত শক্তিক্রম অনুসারে X এর ইলেকট্রন বিন্যাস হবে $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$।

অতএব দেখা যাচ্ছে যে, উদ্দীপকের X মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাসে প্রধান শক্তিস্তর উপশক্তিস্তরগুলোর শক্তিক্রম অনুসরণ করে।

ঘ. উদ্দীপকে প্রদত্ত মৌলগুলোর পারমাণবিক সংখ্যা থেকে জানা যায় যে, মৌলসমূহের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :

----------X(12) → 2, 8, 2

----------Z(20) → 2, 8, 8, 2

----------A(23) → 2, 8, 8, 5

---------- Y(26) → 2, 8, 14, 2

--- এভাবে ইলেকট্রনগুলো প্রধান শক্তিস্তরে সজ্জিত থাকে। তবে বিভিন্ন উপশক্তিস্তরে বণ্টিত হয়। উল্লেখ্য যে, প্রথম শক্তিস্তর K(n = 1) এর উপশক্তিস্তর একটি (1s)। দ্বিতীয় শক্তিস্তর L(n = 2) এর উপশক্তিস্তর দুইটি (2s ও 2p)। তৃতীয় শক্তিস্তর M(n = 3) এর উপশক্তিস্তর তিনটি (3s, 3p ও 3d) এবং চতুর্থ শক্তিস্তর N(n = 4) এর উপশক্তিস্তর চারটি (4s, 4p, 4d ও 4f)। তবে, নিম্নশক্তিস্তরে ইলেকট্রন পূর্ণ হয়ে গেলে উচ্চ শক্তিস্তরে ইলেকট্রন প্রবেশ করে না। ইলেকট্রন বিন্যাসের এ নিয়ম অনুসারে উদ্দীপকে প্রদত্ত X, Z, A ও Y মৌলগুলোর ইলেকট্রন বিন্যাস প্রধান শক্তিস্তরের সকল উপস্তর পাশাপাশি লিখে দেখানো হলো :

---------- X(12) → K: $1s^2$ | L: $2s^2\,2p^6$ | M: $3s^2$

----------Z(20) → K: $1s^2$ | L: $2s^2\,2p^6$ | M: $3s^2\,3p^6\,3d^0$ | N: $4s^2$

----------A(23) → K: $1s^2$ | L: $2s^2\,2p^6$ | M: $3s^2\,3p^6\,3d^3$ | N: $4s^2$

----------Y(26) → K: $1s^2$ | L: $2s^2\,2p^6$ | M: $3s^2\,3p^6\,3d^6$ | N: $4s^2$

প্রশ্ন –১২ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

কিছু মৌলের পারস্পরিক সংখ্যাসহ প্রতীক দেয়া হলো :

$_{11}A$, $_{19}Z$, $_{24}Y$, $_{29}X$

ক. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের ভিত্তি কী ছিল? ১

খ. $_4Be$ ও $_{12}Mg$ এর যোজনী একই কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের কোন কোন মৌলের রাসায়নিক ধর্মে মিল রয়েছে, ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের কোন কোন মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসের ক্ষেত্রে ভিন্নতা পরিলক্ষিত হয় যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

১২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের ভিত্তি ছিল আলফা কণা বিচ্ছুরণ পরীক্ষা।

খ. $_4Be$ ও $_{12}Mg$ মৌলের পরমাণুর শেষ উপশক্তিস্তরের ইলেকট্রন সংখ্যা একই বলে তাদের যোজনী একই।

আমরা জানি, কোনো মৌলের পরমাণুর শেষ উপশক্তিস্তরের ইলেকট্রন সংখ্যাকে তার যোজনী বলে। নিম্নে প্রদত্ত পরমাণুদ্বয়ের ইলেকট্রন বিন্যাস দেয়া হলো :

$_4Be$ এর ইলেকট্রন বিন্যাস = $\overset{K}{\boxed{1s^2}}\ \overset{L}{\boxed{2s^2}}$

$_{12}Mg$ এর ইলেকট্রন বিন্যাস = $\overset{K}{\boxed{1s^2}}\ \overset{L}{\boxed{2s^2 2p^6}}\ \overset{M}{\boxed{3s^2}}$

দেখা যাচ্ছে যে, $_4Be$ ও $_{12}Mg$ এর শেষ উপশক্তিস্তরের ইলেকট্রন সংখ্যা অভিন্ন। এ কারণেই উভয় মৌলের যোজনী একই।

গ.উদ্দীপকে উল্লিখিত মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা থেকে জানা যায় যে প্রদত্ত মৌলগুলো হলো যথাক্রমে Na, K, Cr ও Cu.

Na(11), K(19), Cr(24), Cu(29) মৌলসমূহের ইলেকট্রন বিন্যাসের দ্বারা সাধারণত রাসায়নিক ধর্ম নির্ণীত হয়। আমরা জানি, একই শ্রেণির মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসে বহিঃস্থ স্তরে একই রকম কাঠামো বিরাজ করে। তাই, এদের রাসায়নিক ধর্ম একই ধরনের হয়। কারণ মৌলের সর্ববহিঃস্থ উপস্তরের ইলেকট্রনই রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে।

---------- $_{11}Na$ = $\overset{K}{\boxed{1s^2}}\ \overset{L}{\boxed{2s^2\ 2p^6}}\ \overset{M}{\boxed{3s^1}}$

K L M N

---------- $_{19}K$ = $\boxed{1s^2}$ $\boxed{2s^2\ 2p^6}$ $\boxed{3s^2\ 3p^6\ 3d^0}$ $\boxed{4s^1}$

K L M N

---------- Cr(24) = $\boxed{1s^2}$ $\boxed{2s^2\ 2p^6}$ $\boxed{3s^2\ 3p^6\ 3d^5}$ $\boxed{4s^1}$

K L M N

---------- Cu(29) = $\boxed{1s^2}$ $\boxed{2s^2\ 2p^6}$ $\boxed{3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}}$ $\boxed{4s^1}$

দেখা যাচ্ছে যে, Cr(24) ও Cu(29) এর ইলেকট্রন বিন্যাস Na ও K থেকে সম্পূর্ণ ভিন্ন। কিন্তু Na(11) ও K(19) এর রাসায়নিক ধর্ম সাদৃশ্যপূর্ণ। এই দুইটি মৌলের যোজ্যতা ইলেকট্রন ($2s^1$ ও $4s^1$) সহজেই ইলেকট্রন ত্যাগ করে বলে এদের সক্রিয়তা বেশি, তাই এরা তীব্র তড়িৎ ধনাত্মক। সুতরাং, উদ্দীপকের $_{11}A$ ও $_{13}Z$ মৌলের রাসায়নিক ধর্মে মিল রয়েছে।

ঘ.উদ্দীপকের X, Y, Z, A হলো যথাক্রমে Cu, Cr, K, Na। 'গ' থেকে এদের ইলেকট্রন বিন্যাস জানা যায় এবং দেখা যায়, Na ও K ইলেকট্রন বিন্যাস শেষ ধাপে p^6s^1 কিন্তু Cr ও Cu এর ক্ষেত্রে তা ভিন্ন। কারণ, আমরা জানি, সমশক্তি সম্পন্ন অরবিটালসমূহ অর্ধপূর্ণ বা সম্পূর্ণরূপে পূর্ণ হলে সে ইলেকট্রন বিন্যাস অধিকতর সুস্থিতি অর্জন করে। অর্থাৎ np^3, np^6, nd^5, nd^{10}, nf^7 এবং nf^{14} সবচেয়ে সুস্থিত হয়। এর ফলেই $d^{10}\ 4s^2$ এবং d^5s^1 ইলেকট্রন বিন্যাস বিশিষ্ট মৌল অধিকতর স্থায়ী হয়।

---------- Cr(24) এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ হতে পারত :

K L M N

---------- Cr(24) : $\boxed{1s^2}$ $\boxed{2s^2\ 2p^6}$ $\boxed{3s^2\ 3p^6\ 3d^4}$ $\boxed{4s^2}$

--------- কিন্তু বাস্তবক্ষেত্রে Cr-এর সঠিক ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :

K L M N

---------- Cr (24) : $\boxed{1s^2}$ $\boxed{2s^2\ 2p^6}$ $\boxed{3s^2\ 3p^6\ 3d^5}$ $\boxed{4s^1}$

শেষোক্ত ইলেকট্রন বিন্যাস 4s এবং 3d এর উভয় অরবিটালই অর্ধপূর্ণ। অনুরূপভাবে, Cu(29) এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ হওয়া উচিত ছিল।

K L M N

---------- Cu(29) : $\boxed{1s^2}$ $\boxed{2s^2\ 2p^6}$ $\boxed{3s^2\ 3p^6\ 3d^9}$ $\boxed{4s^2}$

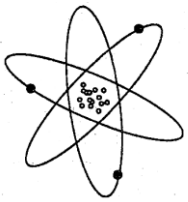
--- অথচ, সুস্থিত বিন্যাস অর্জনের প্রেক্ষাপটে Cr(29) এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :

K L M N

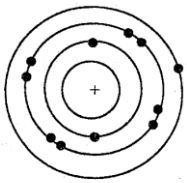
---------- Cu(29) = $\boxed{1s^2}$ $\boxed{2s^2\ 2p^6}$ $\boxed{3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}}$ $\boxed{4s^1}$

সুতরাং, উদ্দীপকে উল্লিখিত মৌলগুলোর ভেতর Cr(24) ও Cu(29) এর ইলেকট্রন বিন্যাসে ভিন্নতা পরিলক্ষিত হয়।

প্রশ্ন –১৩ ▶ নিচের চিত্র দুটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



চিত্র-১



চিত্র-২

ক. ভর সংখ্যা কী? ১

খ. ^{1}H, ^{2}H, ^{3}H পরমাণু তিনটির মধ্যে কী মিল আছে ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের ১নং চিত্রের সাহায্যে পরমাণুর গঠন সম্পর্কে কী কী ধারণা পাওয়া যায় তার ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. কোন চিত্রটি পরমাণুর গঠনের জন্য বেশি গুরুত্বপূর্ণ উদ্দীপকের চিত্র দুটি বিশ্লেষণ করে ব্যাখ্যা কর। ৪

১৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ভর সংখ্যা হলো প্রোটন ও নিউট্রন সংখ্যার যোগফল।

খ. ^{1}H, ^{2}H ও ^{3}H পরমাণু তিনটির মধ্যে মিল হলো যে এরা একই মৌলের পরমাণু। পরমাণু তিনটির ভর সংখ্যা যথাক্রমে 1, 2 ও 3। কিন্তু প্রতীক থেকে জানা যায়, এরা H (হাইড্রোজেন) মৌলের পরমাণু।

অর্থাৎ এদের প্রত্যেকের পারমাণবিক সংখ্যা 1। অতএব, এরা একই মৌলের আইসোটোপ। ফলে পরমাণু তিনটির রাসায়নিক ধর্মেও মিল রয়েছে।

গ. উদ্দীপকের চিত্র–১ এর সাহায্যে জানা যায়, পরমাণুর মোট আয়তনের তুলনায় তার কেন্দ্রে নিউক্লিয়াসের আয়তন অতি নগণ্য। উদ্দীপকের চিত্রটি থেকে রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়। এ মডেল অনুযায়ী নিউক্লিয়াসে পরমাণুর সমস্ত ধনাত্মক চার্জ ও প্রায় সমস্ত ভর কেন্দ্রীভূত। পরমাণুর নিউক্লিয়াসে ধনাত্মক আধানযুক্ত প্রোটন ও সমান সংখ্যক ঋণাত্মক আধানযুক্ত ইলেকট্রন নিউক্লিয়াসের চারিদিকে ঘূর্ণায়মান থাকে। নিউক্লিয়াস ও ইলেকট্রনের মধ্যে কেন্দ্রমুখী বল ও কেন্দ্র বহির্মুখী বল আছে যা পরস্পরের সমান।

ঘ. দ্বিতীয় চিত্রটি পরমাণুর গঠনের জন্য বেশি গুরুত্বপূর্ণ।

প্রথম চিত্রের সাহায্যে রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল ও দ্বিতীয় চিত্রের সাহায্যে বোর পরমাণু মডেল বোঝানো হয়েছে।

প্রথম চিত্রের সাহায্যে পরমাণুর গঠন সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায় যা 'গ' তে আলোচিত হয়েছে। কিন্তু এ মডেলে ইলেকট্রন আবর্তনের কক্ষপথের আকার–আকৃতি সম্পর্কে কোনো ধারণা দেওয়া হয়নি, অন্যদিকে দ্বিতীয় চিত্রের অর্থাৎ বোর পরমাণুর মডেলের সাহায্যে ইলেকট্রনের কক্ষপথের আকার ও আকৃতি সম্বন্ধে ধারণা লাভ করা যায়। এছাড়াও ইলেকট্রনের শক্তি শোষণ ও বিকিরণ সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়, যা থেকে পারমাণবিক বর্ণালির সাহায্যে ইলেকট্রনের শক্তি শোষণ বা বিকিরণ বা পারমাণবিক বর্ণালি সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়।

যেহেতু দ্বিতীয় মডেলের সাহায্যে পরমাণুর গঠন সম্পর্কে বিস্তারিত ধারণা পাওয়া যায় সেহেতু দ্বিতীয় মডেলটিই বেশি গুরুত্বপূর্ণ।

প্রশ্ন –১৪ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

পরমাণুর প্রোটন এবং নিউট্রনের ভরের সমষ্টিকে কার্বন-12 আইসোটোপের ভরের $\frac{1}{12}$ অংশ দিয়ে ভাগ করলে সেই পরমাণুর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর নির্ণয় করতে পারা যায়।

ক. একটি নিউট্রনের ভর কত? ১

খ. Ca–পরমাণুর গঠন চিত্র অংকন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর। ২

গ. অ্যালুমিনিয়ামের একটি পরমাণুর ভর যদি $4{\cdot}482 \times 10^{-23}$g হয়, তবে এর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর

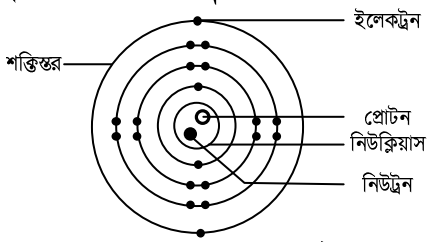
কত? ৩

ঘ. মৌলের একটি পরমাণুর ভর বা অণুর ভর এই সূত্রদ্বয় ব্যবহার করে একটি পানির অণুর ভর কত নির্ণয় কর। ৪

১৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. একটি নিউট্রনের ভর $1{\cdot}675 \times 10^{-24}$ গ্রাম।

খ. ক্যালসিয়াম (Ca) পরমাণুর গঠনচিত্র নিম্নে দেওয়া হলো–



চিত্র : Ca– পরমাণুর গঠন চিত্র

গ. কোনো মৌলের একটি পরমাণুর ভর হাইড্রোজেনের একটি পরমাণুর তুলনায় যতগুণ ভারী তাকে ঐ মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর বলে। গাণিতিকভাবে,

$$\text{মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর} = \frac{\text{মৌলের একটি পরমাণুর ভর}}{\text{হাইড্রোজেনের একটি পরমাণুর ভর}}$$

যদিও বর্তমানে কার্বন–12 আইসোটোপের ভরের অংশকে পারমাণবিক ভরের প্রমাণ হিসেবে গ্রহণ করা হয। আধুনিক সংজ্ঞানুসারে,

মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর

$$= \frac{\text{মৌলের একটি পরমাণুর ভর}}{\text{একটি কার্বন–12 আইসোটোপের ভরের } \frac{1}{12} \text{ অংশ}}$$

উল্লেখ্য, কার্বন–12 আইসোটোপের ভরের $\frac{1}{12}$ অংশের ভর হলো $1{\cdot}66 \times 10^{-24}$ গ্রাম এবং অ্যালুমিনিয়ামের একটি পরমাণুর ভর $4{\cdot}482 \times 10^{-23}$ গ্রাম।

$$\therefore \text{অ্যালুমিনিয়ামের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর} = \frac{4{\cdot}482 \times 10^{-23}}{1{\cdot}66 \times 10^{-24}}$$

$$= 27 \text{ গ্রাম}$$

ঘ. মৌলের একটি পরমাণুর ভর = মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর × একটি কার্বন–12 আইসোটোপের ভরের $\frac{1}{12}$ অংশ

আবার, পদার্থের একটি অণুর ভর = পদার্থের আপেক্ষিক আণবিক ভর × একটি কার্বন–12 আইসোটোপের ভরের $\frac{1}{12}$ অংশ।

পানি একটি তরল পদার্থ যার রাসায়নিক সংকেত H_2O।

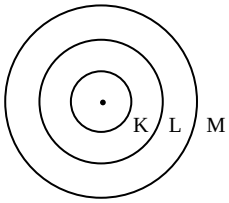
H_2O–এর আপেক্ষিক আণবিক ভর = $(2 \times 1 + 16) = 18$ গ্রাম

∴ পানির একটি অণুর ভর = পানির আপেক্ষিক আণবিক ভর × একটি কার্বন–12 আইসোটোপের ভরের $\frac{1}{12}$ অংশ

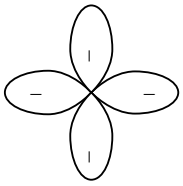
$= 18 \times 1{\cdot}66 \times 10^{-24}$

$= 2{\cdot}98 \times 10^{-23}$ গ্রাম।

প্রশ্ন –১৫ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



(১) অরবিট



(২) অরবিটাল

ক. IUPAC-এর পূর্ণরূপ কী? ১

খ. Zn–এর পারমাণবিক সংখ্যা 30 বলতে কী বোঝ? ২

গ. উদ্দীপকের (১)নং মডেলটির বর্ণনা দাও। ৩

ঘ. উদ্দীপকের (১)নং ও (২)নং–এর মধ্যে তুলনামূলক বৈশিষ্ট্যসমূহ তুলে ধর। ৪

▸◂ ১৫নং প্রশ্নের উত্তর ▸◂

ক. IUPAC–এর পূর্ণরূপ হলো– International Union of Pure and Applied Chemistry.

খ. জিংক (Zn) মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা 30 বলতে বোঝা যায় যে, জিংক মৌলের পরমাণুর নিউক্লিয়াসে প্রোটন বা ইলেকট্রন সংখ্যা 30টি।

কোনো মৌলের স্বাতন্ত্র্য তার পারমাণবিক সংখ্যার উপর নির্ভর করে। এটি যেকোনো মৌলের মৌলিক ধর্ম। সুতরাং জিংক (Zn) পরমাণুতে পারমাণবিক সংখ্যার (30) সমান সংখ্যক ইলেকট্রন আছে।

গ. উদ্দীপকের (১)নং চিত্রের মডেলটি দ্বারা বোর পরমাণু মডেলকে বুঝানো হয়েছে।

1913 সালে নীলস্ বোর তাঁর বিখ্যাত পরমাণু মডেল প্রকাশ করেন। এ মডেলের স্বীকার্যসমূহ হলো :

i. নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে বৃত্তাকার পথে ইলেকট্রনসমূহ ঘুরতে থাকে।

ii. নিউক্লিয়াসের চারদিকে বৃত্তাকার কতগুলো স্থির কক্ষপথ আছে যাতে অবস্থান নিয়ে ইলেকট্রনসমূহ ঘুরতে থাকে, তাদেরকে অরবিট বা শক্তিস্তর বলা হয়।

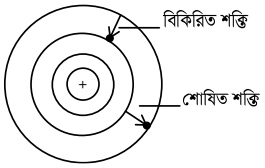
iii.কোনো ইলেকট্রন যখন একটি নিম্নতর শক্তিস্তর (n = 1) থেকে উচ্চতর শক্তিস্তরে (n = 2)-তে স্থানান্তরিত হয় তখন এটি নির্দিষ্ট পরিমাণ শক্তি শোষণ করে। আবার, যখন কোনো উচ্চতর শক্তিস্তর যেমন n = 2 থেকে নিম্নতর কক্ষপথ n = 1–এ স্থানান্তরিত হয় তখন শক্তি বিকিরণ করে।

ঘ. উদ্দীপকের (১) এবং (২)নং চিত্রে অরবিট ও অরবিটালকে বুঝানো হয়েছে। অরবিট ও অরবিটালের মধ্যে তুলনামূলক বৈশিষ্ট্যসমূহ নিম্নে তুলে ধরা হলো–

অরবিট	অরবিটাল
i) নিউক্লিয়াসের চারিদিকে যে বৃত্তাকার কক্ষপথে ইলেকট্রনসমূহ আবর্তন করে, তাকে অরবিট বলে।	i) ইলেকট্রন মেঘের উচ্চ ঘনত্ববিশিষ্ট ত্রিমাত্রিক অঞ্চলসমূহকে অরবিটাল বলে।
ii) ইলেকট্রনের অরবিটসমূহ বৃত্তাকার।	ii) বিভিন্ন অরবিটালের ক্ষেত্রে আকৃতি বিভিন্ন। যেমন– s–অরবিটাল গোলক আকৃতির, p– অরবিটাল দুটি লোব বিশিষ্ট ডাম্বেলের মত, d– অরবিটাল ডাবল ডাম্বেলের মত।
iii) অরবিটসমূহ প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যার সাথে সম্পর্কিত।	iii) অরবিটালসমূহ প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা এবং সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যার সাথে সম্পর্কিত।
iv) অরবিটসমূহকে	iv) অরবিটালসমূহকে

K, L, M, N, O প্রভৃতি দ্বারা চিহ্নিত করা হয়।	s, p, d, f, g ইত্যাদি দ্বারা চিহ্নিত করা হয়।

প্রশ্ন –১৬ ▸ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



? ক. আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর কাকে বলে? ১

খ. কপারের ইলেকট্রন বিন্যাস ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উপরিউক্ত পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতা লিখ। ৩

ঘ. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের সাথে উপরিউক্ত পরমাণু মডেলের পার্থক্য লিখ। ৪

১৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো মৌলের আইসোটোপগুলোর শতকরা পর্যাপ্ততার পরিমাণকে গড় করলে যে ভর পাওয়া যায় তাকে ঐ মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর বলে।

খ. কপারের ইলেকট্রন বিন্যাস তার পারমাণবিক সংখ্যা থেকে ব্যাখ্যা করা যায়–

কপারের পারমাণবিক সংখ্যা হলো 29।

সুতরাং এর ইলেকট্রন বিন্যাস– $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$

আমরা জানি, কোনো পরমাণুতে নিম্ন শক্তিস্তর ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ হলে পরবর্তী শক্তিস্তরে ইলেকট্রন প্রবেশ করে। ২য় শক্তিস্তরের পর শক্তিস্তরসমূহের ক্রম $3s < 3p < 4s < 3d$

এই ক্রম অনুসারে Cu (29) এর ইলেকট্রন বিন্যাস $3d^9 4s^2$ হতে পারত। কিন্তু তাতে d অরবিটাল পূর্ণ হয় না বলে ইলেকট্রন বিন্যাস সুস্থিতি অর্জন করে না। কারণ, সমশক্তিসম্পন্ন অরবিটালসমূহ অর্ধপূর্ণ বা সম্পূর্ণরূপে পূর্ণ হলে সে ইলেকট্রন বিন্যাস অধিকতর সুস্থিত হয়। ফলে $d^9 s^2$ এর চেয়ে $d^{10} s^1$ ইলেকট্রন বিন্যাসবিশিষ্ট মৌল অধিকতর স্থায়ী হয়। সুতরাং কপার (29) এর ইলেকট্রন বিন্যাস– $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$.

গ. উপরিউক্ত পরমাণু মডেলটি হলো বোরের পরমাণু মডেল যা 1913 সালে নীলস বোর কর্তৃক প্রকাশিত হয়। উদ্দীপকের চিত্র থেকে দেখা যায় এ মডেল পরমাণুর গঠন বর্ণনার সাথে সাথে বিকিরিত ও শোষিত শক্তিকে পারমাণবিক বর্ণালি হিসেবে বর্ণনা করে। তবে, বোর পরমাণু মডেলের যেমন অনেক সফলতা রয়েছে তেমনি এর কিছু সীমাবদ্ধতাও আছে। যেমন,

১. বোর পরমাণু মডেল হাইড্রোজেন ও হাইড্রোজেন সদৃশ এক ইলেকট্রনবিশিষ্ট আয়ন বা আয়নসমূহের বর্ণালি ব্যাখ্যা করতে পারলেও একাধিক ইলেকট্রনবিশিষ্ট পরমাণুসমূহের বর্ণালি ব্যাখ্যা করতে পারে না।

২. এক শক্তিস্তর হতে অপর শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের স্থানান্তর ঘটলে, বোর পরমাণু মডেল অনুসারে বর্ণালিতে একটি করে রেখা সৃষ্টি হওয়ার কথা। কিন্তু হাইড্রোজেন ও অন্যান্য পরমাণুসমূহের আয়নের রেখা–বর্ণালি অধিকতর সূক্ষ্ম যন্ত্র দ্বারা পরীক্ষণ করলে দেখা যায়, প্রতিটি রেখা কয়েকটি সূক্ষ্ম রেখায় বিভক্ত থাকে।

ঘ. উপরিউক্ত পরমাণু মডেলটি হলো বোর পরমাণু মডেল। এ মডেল প্রকাশিত হওয়ার আগে বিজ্ঞানী রাদারফোর্ডও পরমাণুর গঠন সম্পর্কে মডেল প্রকাশ করেছিলেন। দুটি মডেলই পরমাণুর গঠন সম্পর্কে ধারণা দিলেও উভয়ের মধ্যে কিছু মত ও পদ্ধতিগত ভিন্নতা রয়েছে। নিচে রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের সাথে উপরিউক্ত পরমাণু মডেলের পার্থক্য বর্ণিত হলো :

i. রাদারফোর্ড এর মডেল ধারণা দেয় পরমাণুর কেন্দ্রে অবস্থিত ধনাত্মক নিউক্লিয়াস এবং তার চারপাশে থাকে ঋণাত্মক ইলেকট্রন এর অস্তিত্ব সম্পর্কে কিন্তু আবর্তনশীল ইলেকট্রন এর কক্ষপথের আকার ও আকৃতি সম্পর্কে কোনো ধারণা দেয় না। অন্যদিকে বোর মডেল কিছু অনুমোদিত স্থায়ী কক্ষপথের ধারণা দেয় যাতে ইলেকট্রনসমূহ কোনোরূপ শক্তি বিকিরণ না করে অনবরত ঘুরতে থাকে। এই কক্ষপথগুলোকে শক্তিস্তর বলে। যা উদ্দীপকের চিত্রে দেখানো হয়েছে।

ii. রাদারফোর্ডের মডেল একটিমাত্র ইলেকট্রন বিশিষ্ট পরমাণুর আকৃতি সম্পর্কে ধারণা দেয় কিন্তু একাধিক ইলেকট্রন বিশিষ্ট পরমাণুতে ইলেকট্রনগুলো কীভাবে নিউক্লিয়াসকে পরিক্রমণ করবে তার কোনো ধারণা পাওয়া যায় না। কিন্তু বোর মডেল এ ত্রুটি দূর করে।

iii. রাদারফোর্ডের মডেল পরমাণুতে ইলেকট্রনের ঘূর্ণনকে সৌরজগতের সাথে তুলনা করেছে যা একটি বড় ভুল। কারণ সৌরজগতের গ্রহগুলো চার্জ নিরপেক্ষ হলেও ইলেকট্রনসমূহ চার্জ নিরপেক্ষ নয়। এগুলো ঋণাত্মক চার্জবিশিষ্ট। অন্যদিকে প্রদত্ত বোর মডেল শক্তির বিকিরণ বিষয়ক মতবাদ উপস্থাপনের মাধ্যমে শক্তি শোষণ বা বর্জনে ইলেকট্রন এর নির্দিষ্ট কক্ষপথে বিচরণের ধারণাকে আরও স্পষ্ট করে।

প্রশ্ন –১৭ ▶ নিচের তালিকাটি দেখ এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

$^{16}_{8}A$	$^{23}_{11}B$	$^{53}_{26}C$	$^{130}_{64}D$

?

ক. অরবিট কি? ১

খ. আইসোটোপ কি? উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের মৌলগুলির ক্ষেত্রে তাদের মৌলিক কণিকার সংখ্যা নিরুপণ কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের A, B ও C মৌলগুলির ইলেকট্রন বিন্যাস দেখাও। ৪

১৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. অরবিট হলো পরমাণুতে নিউক্লিয়াসের চারদিকে কতগুলো কক্ষপথ বা শক্তিস্তর বা শেল যাতে ইলেকট্রনসমূহ ঘূর্ণনরত অবস্থায় অবস্থান করে।

খ. আইসোটোপ হলো একই মৌলের বিভিন্ন ভরসংখ্যা বিশিষ্ট পরমাণু।

একটি মৌলের পরিচয় হলো তার পারমাণবিক সংখ্যা। অর্থাৎ একটি মৌলের সকল পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যা একই হয়। কিন্তু একই মৌলের সব পরমাণুর ভরসংখ্যা বিভিন্ন হতে পারে। ভর সংখ্যা হলো প্রোটন ও নিউট্রন সংখ্যার সমষ্টি। যেমন– প্রকৃতিতে হাইড্রোজেনের তিনটি আইসোটোপ ($_1^1H$, $_1^2H$ ও $_1^3H$) পাওয়া যায়। এদের সবার পারমাণবিক সংখ্যা 1 কিন্তু ভরসংখ্যা যথাক্রমে 1, 2 ও 3।

গ. উদ্দীপকের মৌলগুলির পারমাণবিক সংখ্যা ও ভর সংখ্যা ব্যবহার করে তাদের মৌলিক কণিকাসমূহের সংখ্যা নিরূপণ করা যায়। কারণ পারমাণবিক সংখ্যা হলো মৌলে বিদ্যমান প্রোটন সংখ্যা। আমরা জানি, মৌলের পরমাণুতে প্রোটনের সমান সংখ্যক ইলেকট্রন থাকে। কাজেই,

ইলেকট্রন সংখ্যা = প্রোটন সংখ্যা = পারমাণবিক সংখ্যা।

আবার, মৌলের প্রতীকে প্রদত্ত ভর সংখ্যা থেকে মৌলের নিউট্রন সংখ্যা নির্ণয় করা যায়। কারণ, ভর সংখ্যা হলো নিউট্রন ও প্রোটন সংখ্যার সমষ্টি। সুতরাং

নিউট্রন সংখ্যা = ভর সংখ্যা – প্রোটন সংখ্যা

এই সম্পর্কগুলো ব্যবহার করে উদ্দীপকের মৌলগুলোর ক্ষেত্রে তাদের মৌলিক কণিকার সংখ্যা নিরূপণ করা হলো–

মৌলের প্রতীক	পারমাণবিক (Z) সংখ্যা	ভর (A) সংখ্যা	প্রোটন সংখ্যা	ইলেকট্রন সংখ্যা	নিউট্রন (A –

					Z) সংখ্যা
$^{16}_{8}A$	8	16	8	8	8
$^{23}_{11}B$	11	23	11	11	12
$^{53}_{26}C$	26	53	26	26	27
$^{130}_{64}D$	64	130	64	64	66

ঘ. উদ্দীপকের A, B ও C মৌলগুলোর পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 8, 11 ও 26। নিচে এদের ইলেকট্রন বিন্যাস দেখানো হলো।

$A(8) \rightarrow \boxed{K\rightarrow 2}\boxed{L\rightarrow 6}$

$\rightarrow 1s^2 2s^2 2p^4$

$B(11) \rightarrow \boxed{K\rightarrow 2}\boxed{L\rightarrow 8}\boxed{M\rightarrow 1}$

$\rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

$C(26) \rightarrow \boxed{K\rightarrow 2}\boxed{L\rightarrow 8}\boxed{M\rightarrow 14}\boxed{N\rightarrow 2}$

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

প্রশ্ন –১৮ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

প্রকৃতিতে বহু ধরনের আইসোটোপ বিদ্যমান। এদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য তিনটি আইসোটোপ হলো :

$^{60}_{27}Co$, $^{99m}_{43}Tc$, $^{131}_{53}I$

ক. তেজস্ক্রিয়তা কাকে বলে? ১

খ. আপেক্ষিক আণবিক ভরের একক নেই কেন? ২

গ. উদ্দীপকের উল্লিখিত আইসোটোপগুলোর পর্যায় সারণিতে অবস্থান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. "মানব জীবনে আইসোটোপের ভূমিকা অপরিসীম" উদ্দীপকে উল্লিখিত

আইসোটোপগুলোর আলোকে উক্তিটির যথার্থতা বিশ্লেষণ কর। ৪

১৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. অস্থিত আইসোটোপসমূহের বিভিন্ন ধরনের রশ্মি যেমন– α, β, γ প্রভৃতি রশ্মি বিকিরণ করে অন্য মৌলের আইসোটোপে পরিণত হওয়ার ধর্মকে তেজস্ক্রিয়তা বলে।

খ. আপেক্ষিক আণবিক ভর দুটি একই জাতীয় রাশির অনুপাত বলে এর একক নেই।

আমরা জানি,

$$\text{আপেক্ষিক আণবিক ভর} = \frac{\text{কোনো যৌগের 1টি অণুর ভর}}{1\text{টি C}-12 \text{ পরমাণুর } \frac{1}{12} \text{ অংশের ভর}}$$

যেহেতু আপেক্ষিক আণবিক ভর দুটি ভরের অনুপাত, সুতরাং এর কোনো একক নেই।

গ. উদ্দীপকে উল্লেখিত আইসোটোপগুলোর পর্যায় সারণিতে অবস্থান নিম্নরূপ :

মৌল	পারমাণবিক সংখ্যা	ইলেকট্রন বিন্যাস	পর্যায় সারণিতে অবস্থান
$^{60}_{27}Co$	27	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$	গ্রুপ –9, পর্যায় –4
$^{99m}_{43}Tc$	43	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^6 5s^1$	গ্রুপ –7, পর্যায় –5
$^{131}_{53}I$	53	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^5$	গ্রুপ –17, পর্যায় –5

ঘ. উদ্দীপকে বর্ণিত আইসোটোপসমূহ হলো $^{60}_{27}Co$, $^{99m}_{43}Tc$, $^{131}_{53}I$। এগুলো মানব জীবনের বিভিন্ন ক্ষেত্রে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। যেমন :

$^{60}_{27}$Co : টিউমারের উপস্থিতি নির্ণয় ও তা নিরাময়ে ^{60}Co থেকে নির্গত গামা রশ্মি নিক্ষেপ করে ক্যান্সার কোষ কলাকে ধ্বংস করা হয়। ^{60}Co হতে নির্গত γ রশ্মি খাদ্যে উপস্থিত ক্ষতিকর ব্যাকটেরিয়াকে মেরে ফেলে খাদ্যদ্রব্যকে সংরক্ষণ করে।

$^{99m}_{43}$Tc : দেহের হাড় বেড়ে যাওয়া এবং কোথায় কেন ব্যথা হচ্ছে তা নির্ণয়ের জন্য Tc –99m বা 99m Tc ইঞ্জেকশন দিলে বেশ কিছু সময় ধরে পর্দায় দেখা যায় হাড়ের কোথায় কি ধরনের সমস্যা আছে।

$^{131}_{53}$I : ^{131} I থাইরয়েড গ্রন্থির কোষ কলা বৃদ্ধি প্রতিহত করে।

সুতরাং, মানব জীবনে আইসোটোপের ভূমিকা অপরিসীম– উক্তিটি যথার্থ ও যৌক্তিক।

প্রশ্ন –১৯ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

শ্রেণিকক্ষে বিতর্ক অনুষ্ঠানে লাল দল বলল "পরমাণুর নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে কতগুলো বৃত্তাকার স্থির কক্ষপথে ইলেকট্রনগুলো ঘুরতে থাকে।" কিন্তু সবুজ দল বলল, "সৌরজগতের সূর্যকে কেন্দ্র করে গ্রহগুলোর ন্যায় নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে ইলেক্ট্রনগুলো ঘুরতে থাকে।"

ক. ফিটকিরির সংকেতটি লিখ। ১
খ. তেঁতুল দ্বারা পিতলের তৈরি সামগ্রী পরিষ্কারকরণের রসায়ন ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উদ্দীপকের লাল দলটি পরমাণু সম্পর্কিত কোন বিজ্ঞানীর প্রস্তাবনাকে প্রতিফলিত করে? কারণসহ ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. পরমাণুর গঠন ব্যাখ্যায় লাল ও সবুজ উভয় দলের মতামত বিশ্লেষণ কর। ৪

১৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ফিটকিরির সংকেতটি হলো $[K_2SO_4. Al_2(SO_4)_3. 24H_2O]$

খ. তেঁতুল দ্বারা পিতলের তৈরি সামগ্রীকে পরিষ্কার করলে তাম্রমল দূরীভূত হয়ে সোনালি সৌন্দর্য ফিরে পায়।

কিছুদিন পরিষ্কার করা না হলে পিতলের তৈরি সামগ্রীর গায়ে তাম্রমল (এক প্রকার কপার লবণ)–এর সৃষ্টি হয়। তাম্রমল সাধারণত $CuCO_3$ এবং $Cu(OH)_2$–এর মিশ্রণ যা জৈব এসিডে দ্রবীভূত

হয়। এজন্য টারটারিক এসিডসমৃদ্ধ ফল দ্বারা পিতলের তৈরি সামগ্রীকে পরিষ্কার করলে এটি পুনরায় তার সৌন্দর্য লাভ করে।

গ. উদ্দীপকের লাল দলটি নীলস বোর–এর পরমাণু সম্পর্কিত প্রস্তাবনা প্রতিফলন করে। তাঁর প্রস্তাবনায় ছিল :

১. নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে বৃত্তাকার পথে ইলেকট্রনসমূহ ঘুরতে থাকে।

২. নিউক্লিয়াসের চারদিকে বৃত্তাকার কতগুলো স্থির কক্ষপথ আছে যাতে অবস্থান নিয়ে ইলেকট্রনসমূহ ঘুরতে থাকে।

শ্রেণিকক্ষের বির্তক অনুষ্ঠানে লাল দলের বর্ণনায় উক্ত প্রস্তাবনা ফুটে উঠেছে বলে এটি ছিল নীলস বোর–এর দেয়া প্রস্তাবনা।

ঘ. পরমাণুর গঠন ব্যাখ্যায় লাল দল নীলস বোর–এর প্রস্তাবনা পেশ করে। আর, সবুজ দল রাদারফোর্ড–এর প্রস্তাবনা পেশ করে।

সবুজ দল পরমাণুতে ইলেকট্রনের ঘূর্ণনকে সৌরজগতের সাথে তুলনা করে ইলেকট্রন ও নিউক্লিয়াসের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করেছে। লাল দল ইলেকট্রন এর নির্দিষ্ট কক্ষপথে বিচরণের ধারণাকে আরও স্পষ্ট করে।

সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, লাল দল ও সবুজ দলের মতামতে কিছুটা ভিন্নতা থাকলেও পরমাণুর গঠন ব্যাখ্যায় উভয় দলই গুরুত্বপূর্ণ ধারণা দিয়েছে। উভয় দলের বর্ণিত প্রস্তাবনা রসায়ন চর্চাকে অনেকখানি অগ্রসর করেছে।

প্রশ্ন –২০

মৌল	প্রোটন	নিউট্রন	ইলেকট্রন
A	12	12	12
B	13	14	13
C	14	14	14
D	15	16	15

?

ক. অ্যাভোগেড্রো সংখ্যা বলতে কী বোঝ? ১

খ. চিকিৎসা বিজ্ঞানে আইসোটোপের ব্যবহার ব্যাখ্যা কর। ২

গ. C মৌলের একটি পরমাণুর ভর নির্ণয় কর। ৩

ঘ. C মৌলের একটি পরমাণুর ভর থেকে এর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর নির্ণয় কর এবং B ও C মৌল দুটির তুলনা কর। ৪

২০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো বস্তুর এক মোলে যত সংখ্যক অণু থাকে সেই সংখ্যাকে অ্যাভোগেড্রো সংখ্যা বলা হয়। এর মান $6{\cdot}02 \times 10^{23}$।

খ. চিকিৎসা বিজ্ঞানে আইসোটোপের দু'ধরনের ব্যবহার রয়েছে,

(ক) কোনো রোগ বা রোগাক্রান্ত স্থান নির্ণয়

(খ) রোগ নিরাময়

দেহের হাড় বেড়ে যাওয়া এবং কোথায়, কেন ব্যথা হচ্ছে তা নির্ণয়ের জন্য, টিউমারের নিরাময়ের জন্য, রক্তের লিউকোমিয়া রোগের চিকিৎসায়, হার্টে পেইসমেকার বসাতে আর বিভিন্ন ধরনের ক্যান্সার নিরাময়ে আইসোটোপ ব্যবহৃত হয় ।

গ. আমরা জানি, মৌলের একটি পরমাণুর ভর = আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর × একটি কার্বন–12 আইসোটোপের ভরের $\frac{1}{12}$ অংশ।

উদ্দীপকের C মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 14। কার্বন– 12 আইসোটোপের ভরের $\frac{1}{12}$ অংশের ভর হলো $1{\cdot}66 \times 10^{-24}$g

সুতরাং, C মৌলের পরমাণুর ভর $= (14 \times 1{\cdot}66 \times 10^{-24})$g

$= 2{\cdot}324 \times 10^{-23}$g

ঘ. আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর

$$= \frac{\text{C মৌলের পরমাণুর ভর}}{\text{একটি কার্বন– 12 আইসোটোপের ভরের } \frac{1}{12} \text{ অংশ}}$$

$$= \frac{2{\cdot}324 \times 10^{-23}}{1{\cdot}66 \times 10^{-24}} = 14$$

B ও C মৌলের নিউট্রন সংখ্যা একই কিন্তু প্রোটন ও ইলেকট্রন সংখ্যা ভিন্ন। সুতরাং, B হলো Al মৌল আর C হলো Si মৌল।

প্রশ্ন –২১ ▸ নিচের ছকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

মৌল	প্রতীক	ভর সংখ্যা
A	$^{16}_{8}O$	16
B	$^{23}_{11}Na^{+}$	23
C	$^{17}_{8}O$	17

ক. ভরসংখ্যা বলতে কী বুঝ? ১

খ. পরমাণু কেন আধানগ্রস্থ হয়? ২

গ. A ও C পরস্পরের আইসোটোপ–ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. $^{23}_{11}Na^{+}$ এর তাৎপর্য ব্যাখ্যা কর। ৪

▸◂ ২১নং প্রশ্নের উত্তর ▸◂

ক. ভরসংখ্যা হলো একটি পরমাণুতে প্রোটন এবং নিউট্রনের সংখ্যার যোগফল।

খ. পরমাণুতে ইলেকট্রন ও প্রোটন সংখ্যার তারতম্য হলে পরমাণু আধানগ্রস্ত হয়। সাধারণত পরমাণুতে প্রোটন এবং ইলেকট্রনের সংখ্যা সমান থাকে। কোনো কারণে ইলেকট্রনের সংখ্যা বেড়ে বা কমে গেলে বলা হয়, পরমাণু আধানগ্রস্ত হয়েছে। ইলেকট্রন আগমন করলে বলা হয় ঋণাত্মক আধানগ্রস্ত হওয়া, আর ইলেকট্রনের বহির্গমন ঘটলে বলা হয় ধনাত্মক আধানগ্রস্ত হওয়া।

গ. প্রদত্ত সংকেতসমূহ থেকে দেখা যায় A ও C মৌলদ্বয় পরস্পরের আইসোটোপ।

আমরা জানি, আইসোটোপ হলো একই পরমাণুর ভিন্ন ভরসংখ্যা বিশিষ্ট মৌল। A এবং C এর ক্ষেত্রে প্রতীক এবং ভরসংখ্যা বিবেচনা করে আমরা দেখতে পাই, উভয়ের পারমাণবিক সংখ্যা একই (8), কিন্তু ভরসংখ্যা ভিন্ন যথাক্রমে 16 এবং 17। এ বিষয়টি আইসোটোপের সংজ্ঞাকে সমর্থন করে। সুতরাং, A এবং C পরস্পরের আইসোটোপ।

ঘ. কোনো একটি মৌলের প্রতীক নিম্নরূপে প্রকাশ করা হয় :

$$^{A}_{Z}X^{m\pm}$$

উপরিউক্ত প্রতীকের সাথে প্রদত্ত প্রতীকের তুলনা করে পাই,

$Z = 11, A = 23, m = +1$

এ প্রতীকের তাৎপর্য হলো মৌলটির পারমাণবিক সংখ্যা 11, ভর সংখ্যা 23 এবং আধান +1, তথা মৌলটি ধনাত্মক আধানগ্রস্ত। সাধারণত একটি মৌলের পরমাণুতে প্রোটন এবং ইলেকট্রনের সংখ্যা সমান থাকে। কোনো কারণে ইলেকট্রনের সংখ্যা বেড়ে বা কমে গেলে বলা হয়, পরমাণু আধানগ্রস্ত হয়েছে। ইলেকট্রন আগমন করলে বলা হয় ঋণাত্মক আধানগ্রস্ত হওয়া, আর ইলেকট্রনের বহির্গমন ঘটলে বলা হয় ধনাত্মক আধানগ্রস্ত হওয়া।

প্রদত্ত পরমাণুটি সোডিয়ামের এবং এটি অধিকতর ইলেকট্রন আসক্তিসম্পন্ন কোনো মৌলকে ইলেকট্রন প্রদান করার কারণে এর ইলেকট্রনের সংখ্যা প্রোটনের সংখ্যা থেকে এক কমে গিয়েছে। অর্থাৎ এটিতে 11টি প্রোটন এবং 10টি ইলেকট্রন রয়েছে। সেই সাথে রয়েছে $23 - 11 = 12$ টি নিউট্রন।

প্রশ্ন –২২ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

প্রতিটি প্রধান শক্তিস্তরে e– ধারণ ক্ষমতা $2n^2$ যেখানে $n = 1, 2, 3 \ldots$ ইত্যাদি। প্রধান শক্তিস্তরসমূহকে যথাক্রমে K, L, M, N, O, P, Q দ্বারা আখ্যায়িত করা হয়। স্থিতিশীলতা অর্জনের জন্য e– নিম্নশক্তিস্তরে গমন করে।

ক. তেজস্ক্রিয়তা কী? ১

খ. রাদারফোর্ড ও বোর পরমাণু মডেলের মধ্যে কোনটি বেশি গ্রহণযোগ্য– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের ধারণা অনুযায়ী Ti ও Rb এর e^- বিন্যাস শক্তির ক্রম ছক অনুসারে দেখাও। ৩

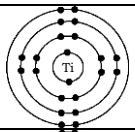
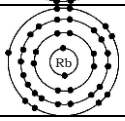
ঘ. উদ্দীপকের সর্বশেষ বাক্য অনুযায়ী, Cr ও Cu এর e^- বিন্যাসের ব্যতিক্রম ঘটে–যৌক্তিক ব্যাখ্যা কর। ৪

▶◀ ২২নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. তেজস্ক্রিয় পদার্থের রশ্মি বিকিরণের বৈশিষ্ট্যকে বলা হয় তেজস্ক্রিয়তা।

খ. রাদারফোর্ড ও বোর পরমাণু মডেলের মধ্যে বোর পরমাণু মডেল অধিকতর গ্রহণযোগ্য। বোর পরমাণু মডেল রাদারফোর্ডের সৌরমডেলের সীমাবদ্ধতাসমূহ সংশোধন করে, পরমাণুর গঠন এবং একই সাথে পারমাণবিক বর্ণালি ব্যাখ্যা করে। বোরের পরমাণু মডেল থেকে আমরা জানতে পারি পরমাণুর ইলেকট্রনসমূহ তাদের নিজ নিজ শক্তি অনুযায়ী বিভিন্ন শক্তিস্তরে অবস্থান করে।

গ. Ti ও Rb এর e^- বিন্যাস শক্তির ক্রম নিম্নরূপ :

মৌল	পারমাণবিক সংখ্যা	অরবিট বা প্রধান শক্তিস্তর				বিন্যাসের চিত্র
		K	L	M	N	
Ti	22	2	8	8	4	
Rb	37	2	8	18	9	

ঘ. স্থিতিশীলতা অর্জনের জন্য Cr ও Cu এর e^- বিন্যাসের ব্যতিক্রম ঘটে। কারণ, আমরা জানি, সমশক্তি সম্পন্ন অরবিটালসমূহ অর্ধপূর্ণ বা সম্পূর্ণরূপে পূর্ণ হলে সে ইলেকট্রন বিন্যাস অধিকতর সুস্থিতি অর্জন করে। অর্থাৎ np^3, np^6, nd^5, nd^{10}, nf^7 এবং nf^{14} সবচেয়ে সুস্থিত হয়। এর ফলেই $d^{10}4s^1$ এবং d^5s^1 ইলেকট্রন বিন্যাস বিশিষ্ট মৌল অধিকতর স্থায়ী হয়। Cr(24) এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ হতে পারত :

K L M N

Cr(24) : $\boxed{1s^2}$ $\boxed{2s^2\ 2p^6}$ $\boxed{3s^2\ 3p^6\ 3d^4}$ $\boxed{4s^2}$

কিন্তু, বাস্তবক্ষেত্রে Cr-এর সঠিক ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :

K L M N

Cr(24) : $\boxed{1s^2}$ $\boxed{2s^2\ 2p^6}$ $\boxed{3s^2\ 3p^6\ 3d^5}$ $\boxed{4s^1}$

শেষোক্ত ইলেকট্রন বিন্যাস 4s এবং 3d এর উভয় অরবিটালই অর্ধপূর্ণ। অনুরূপভাবে, Cu(29) এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ হওয়া উচিত ছিল–

K L M N

Cr(29) : $\boxed{1s^2}$ $\boxed{2s^2\ 2p^6}$ $\boxed{3s^2\ 3p^6\ 3d^9}$ $\boxed{4s^2}$

অথচ, সুস্থিত বিন্যাস অর্জনের প্রেক্ষাপটে Cr(29) এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :

K L M N

Cu(29) : $\boxed{1s^2}$ $\boxed{2s^2\ 2p^6}$ $\boxed{3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}}$ $\boxed{4s^1}$

সুতরাং উদ্দীপকে উল্লিখিত মৌলগুলোর ভেতর Cr(24) ও Cu(29) এর ইলেকট্রন বিন্যাসে ভিন্নতা পরিলক্ষিত হয়।

প্রশ্ন –২৩ ▶ নিচের মৌল দুটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

i) $_{13}Al$ ii) $_{19}K$

ক. অরবিট কী? ১

খ. তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ বলতে কী বুঝ? ২

গ. (i) নং মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 27 হলে, মৌলটির একটি পরমাণুর ভর নির্ণয় কর। ৩

ঘ. (ii) নং মৌলের শেষ ইলেকট্রনটি $3d$ অরবিটালে না গিয়ে 4s অরবিটালে যাওয়ার কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

২৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. অরবিট হলো নিউক্লিয়াসের চারদিকে বৃত্তাকার কতগুলো স্থির কক্ষপথ বা শক্তিস্তর যাতে অবস্থান নিয়ে ইলেকট্রনসমূহ ঘুরতে থাকে।

খ. যেসব আইসোটোপ বিভিন্ন ধরনের রশ্মি যেমন– α (আলফা), β (বিটা), γ (গামা) ইত্যাদি বিকিরণ করে অন্য মৌলের আইসোটোপে পরিণত হয় তাদের তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ বলে।

প্রকৃতিতে বিদ্যমান আইসোটোপগুলোর মধ্যে অধিকাংশই অস্থিত যারা অবিরাম স্বতঃস্ফূর্তভাবে বিভিন্ন রশ্মি বিকিরণ করে। প্রকৃতপক্ষে এ সকল পরমাণুর নিউক্লিয়াসে পরিবর্তন ঘটে। পরমাণু থেকে নির্গত সেসব রশ্মি অধিক গতিসম্পন্ন। এসব তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ার মাধ্যমেও তৈরি করা যায়।

গ. (i) নং মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 27 হলে, কার্বন– 12 আইসোটোপের ভরের $\frac{1}{12}$ অংশ ব্যবহার করে মৌলটির একটি পরমাণুর ভর নির্ণয় করা যায়। কারণ,

মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর

$$= \frac{\text{মৌলের একটি পরমাণুর ভর}}{\text{একটি কার্বন– 12 আইসোটোপের ভরের } \frac{1}{12} \text{ অংশ}}$$

বা, একটি পরমাণুর ভর = আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর × একটি কার্বন– 12 আইসোটোপের ভরের $\frac{1}{12}$ অংশ।

আমরা জানি,

কার্বন– 12 আইসোটোপের ভরের $\frac{1}{12}$ অংশের ভর হলো 1.66×10^{-24}g.

সুতরাং, (i) নং মৌলের–

একটি পরমাণুর ভর = $(27 \times 1.66 \times 10^{-24})$g

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

ঘ. (ii) নং মৌলটি হলো $_{19}K$। এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ–

$_{19}K \rightarrow 2\ 8\ 8\ 1$

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

দেখা যাচ্ছে, মৌলটির শেষ ইলেকট্রনটি 3d অরবিটালে না গিয়ে 4s অরবিটালে প্রবেশ করেছে।

আমরা জানি, মৌলসমূহের ইলেকট্রনকে বিভিন্ন শক্তিস্তরে ধারণক্ষমতা অনুসারে সাজানো যায়। নিম্ন শক্তিস্তর ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ হলে পরবর্তী শক্তিস্তরে ইলেকট্রন প্রবেশ করে। সে হিসেবে $_{19}K$ এর ইলেকট্রন বিন্যাস হতে পারত $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1$। কিন্তু, চতুর্থ শক্তিস্তরের s উপস্তরের শক্তি তৃতীয় শক্তিস্তরের d উপস্তরের তুলনায় কম। আর ইলেকট্রনসমূহের সাধারণ ধর্ম হচ্ছে এরা প্রথমে নিম্ন শক্তিসম্পন্ন উপস্তর পূর্ণ করে এবং ক্রমান্বয়ে উচ্চ শক্তিসম্পন্ন উপস্তরে গমন করে।

অর্থাৎ, পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাসের সময় ইলেকট্রনসমূহ বিভিন্ন অরবিটালে (উপশক্তিস্তরে) তাদের শক্তির নিম্নক্রম থেকে উচ্চক্রম অনুসারে প্রবেশ করে।স্থিতিশীলতা অর্জনের জন্য প্রথমে নিম্নশক্তির অরবিটালে ইলেকট্রন গমন করে এবং অরবিটাল পূর্ণ করে। এরপর ক্রমান্বয়ে উচ্চশক্তির অরবিটাল ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ হয়। অরবিটালসমূহের শক্তিক্রম নিম্নরূপ :

$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d$

এই নীতি অনুসরণ করে আমরা K (19) এর ইলেকট্রন বিন্যাস দেখাতে পারি,

K (19) $\rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^\circ 4s^1$

যেহেতু 4s অরবিটালের শক্তি 3d অরবিটালের শক্তির চেয়ে কম, তাই পটাসিয়ামের সর্বশেষ ইলেকট্রনটি 3d অরবিটালে না প্রবেশ করে 4s অরবিটালে স্থান নিয়েছে।

প্রশ্ন –২৪ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

আইসোটোপের ব্যবহার কৃষি, চিকিৎসা, শিল্প ও গবেষণা ক্ষেত্রে অনেক উন্নতি সাধন করেছে। অপরপক্ষে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ব্যবহার করে আমাদের মানব সভ্যতাকে হুমকির মুখে ফেলেছে। সুতরাং আইসোটোপের ব্যবহার "একদিকে আশীর্বাদ অন্যদিকে অভিশাপ"।

?

ক. পরমাণু কী? ১

খ. রাদারফোর্ড পরমাণু মডেল কেন পারমাণবিক বর্ণালির ব্যাখ্যা দিতে পারে না– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের বিষয়বস্তুর আলোকে আমরা কীভাবে উপকৃত হতে পারি ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের আলোকে "একদিকে আশীর্বাদ অন্যদিকে অভিশাপ" বক্তব্যটির যথার্থতা মূল্যায়ন কর। ৪

২৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. মৌলিক পদার্থের ক্ষুদ্রতম কণিকাকে পরমাণু বলে।

খ. রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল শক্তি শোষণ ও বিকিরণ সম্পর্কে কোন ধারণা দেয় না বলে এটি পারমাণবিক বর্ণালির ব্যাখ্যা দিতে পারে না।

পারমাণবিক বর্ণালির উৎস হলো ইলেকট্রনের শক্তি শোষণ বা শক্তি বিকিরণ। রাদারফোর্ডের মডেলে শক্তি শোষণ ও বিকিরণ সম্পর্কে কোনো ধারণা না থাকায়, এ মন্তব্যটি পারমাণবিক বর্ণালির ব্যাখ্যা দিতে পারে না।

গ. উদ্দীপকের বিষয়বস্তুর আলোকে, তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের নানাবিধ ব্যবহারিক প্রয়োগের মাধ্যমে আমরা উপকৃত হতে পারি। কারণ, বিজ্ঞান ও প্রযুক্তির উন্নতি সাধনে বিজ্ঞানের সব শাখায় তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের প্রচুর ব্যবহার রয়েছে।

রোগাক্রান্ত স্থান নির্ণয়ে ও রোগ নিরাময়ে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ব্যবহার করা হয়। ^{60}Co আইসোটোপ থেকে নির্গত তীব্র গামা রশ্মি নিক্ষেপ করে দেহের সুস্থ কোষকলা ঠিক রেখে ক্যান্সার টিউমার কোষকলাকে ধ্বংস করা হয়। থাইরয়েড গ্রন্থির ক্যান্সারের চিকিৎসায় আয়োডিন–131 ব্যবহৃত হয়। blood-leucamia রোগের চিকিৎসায় তেজস্ক্রিয় ফসফরাস (^{32}P) এর ফসফেট ব্যবহৃত হয়। কৃষিক্ষেত্রে উন্নত বীজ, উন্নত সার ও ফসল সংরক্ষণে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের ব্যাপক ব্যবহার আছে। কীটপতঙ্গ নিয়ন্ত্রণেও তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের ব্যবহার আছে। শিল্পক্ষেত্রে ধাতব পাতের পুরুত্ব পরিমাপে, পাইপ লাইনে ছিদ্র অনুসন্ধানে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের ব্যবহার আছে। বয়স নির্ধারণে

তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ব্যবহৃত হয়। বিভিন্ন জীবাশ্ম ফসিল, মমি, উল্কাপিন্ড হতে আরম্ভ করে পৃথিবীর বয়স তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের সাহায্যে নির্ধারণ করা যায়।

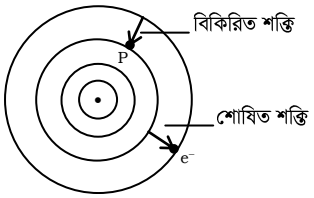
ঘ. তেজস্ক্রিয় মৌল ও তেজস্ক্রিয় রশ্মির ব্যবহার একদিকে যেমন আশীর্বাদ হয়ে পৃথিবীর অগ্রযাত্রার পথে নতুন দুয়ার খুলে দিয়েছে তেমনি অভিশাপ হয়ে ধ্বংসও করছে সেই অগ্রযাত্রার পথকে।

উদ্দীপক থেকে এবং 'গ' এর আলোচনা থেকে এটা স্পষ্ট যে, কৃষি, চিকিৎসা, শিল্প ও গবেষণা ক্ষেত্রে আইসোটোপের ব্যবহার অনেক উন্নতি সাধন করেছে। কিন্তু এর মাত্রাতিরিক্ত ব্যবহারও তেজস্ক্রিয় বিকিরণ জীবদেহের জন্য মারাত্মক ক্ষতিকর। দীর্ঘদিন মাত্রাতিরিক্ত তেজস্ক্রিয় বিকিরণের সংস্পর্শে থাকলে মানুষের রোগ প্রতিরোধ ক্ষমতা হ্রাস পায়। মানসিক বিকাশ এমন কী বিকলাঙ্গতা সৃষ্টি করতে পারে। উচ্চমাত্রায় তেজস্ক্রিয় বিকিরণ মানবদেহে ক্যান্সারের জন্ম দিতে পারে। তেজস্ক্রিয়তার ক্ষতিকর প্রভাব বংশপরম্পরায় পরিলক্ষিত হয়। তেজস্ক্রিয় বর্জ্য প্রাকৃতিক পরিবেশ ও জীবের জন্য মারাত্মক ক্ষতিকর। তাছাড়া পারমাণবিক চুল্লিতে দুঘটনা ঘটলে আশপাশের আবহাওয়া ও জীবের মারাত্মক ক্ষতি হয়।

উপরিউক্ত আলোচনা থেকে আমরা বুঝতে পারি, তেজস্ক্রিয় আইসোটোপের ব্যবহার আমাদের জন্য একদিকে আশীর্বাদ অন্যদিকে অভিশাপ।

প্রশ্ন –২৫ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

দশম শ্রেণির ছাত্রছাত্রীরা সৌর মডেল সম্পর্কে জানতে চাইলে রসায়ন শিক্ষক উক্ত মডেলের সীমাবদ্ধতার কথা তুলে ধরেন এবং আরও একটি উন্নত পরমাণু মডেলের বর্ণনা দেন। মডেলটিবুঝাতে গিয়ে নিচের চিত্রটি অঙ্কন করেন :



ক. একটি প্রোটনের ভর একটি ইলেকট্রনের ভরের কত গুণ? ১

খ. পরমাণুতে কোন কণিকার ভিন্নতার কারণে মৌলসমূহের বিভিন্ন আইসোটোপ সৃষ্টি হয়? একটি উদাহরণ দিয়ে বুঝিয়ে দাও। ২

গ. সম্মানিত শিক্ষক সৌর মডেলের কী কী সীমাবদ্ধতার কথা বলেছেন তা উল্লেখ কর। ৩

ঘ. শ্রদ্ধেয় শিক্ষক যে উন্নত মডেলের দিকে ইঙ্গিত করেছেন সেই মডেলটি ব্যাখ্যা কর। ৪

২৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. একটি প্রোটনের ভর একটি ইলেকট্রনের ভরের 1840 গুণ।

খ. পরমাণুতে মৌলিক কণিকা নিউট্রনের ভিন্নতার কারণে আইসোটোপ সৃষ্টি হয়।

আমরা জানি, একই মৌলের ভিন্ন ভিন্ন ভরসংখ্যাবিশিষ্ট পরমাণুকে পরস্পরের আইসোটোপ বলে। একই মৌলের সব পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যাই একই হয়। অর্থাৎ সব পরমাণুতে প্রোটন সংখ্যা একই। কিন্তু ভর সংখ্যা হলো প্রোটন ও নিউট্রন সংখ্যার সমষ্টি। যেহেতু একই মৌলের পরমাণুর প্রোটন সংখ্যা কখনো পরিবর্তন হয় না, সুতরাং নিউট্রন সংখ্যাই পরিবর্তিত হয়। যেমন, নিচের ছকে হাইড্রোজেনের তিনটি আইসোটোপের গঠন, প্রতীক এবং প্রোটন ও নিউট্রন সংখ্যা দেওয়া হলো–

নাম	প্রতীক	প্রোটন সংখ্যা	ভর সংখ্যা	নিউট্রন সংখ্যা
হাইড্রোজেন	${}_{1}^{1}H$	1	1	0
ডিউটেরিয়াম	${}_{1}^{2}H$ বা ${}_{1}^{2}D$	1	2	1
ট্রিটিয়াম	${}_{1}^{3}H$ বা ${}_{1}^{3}T$	1	3	2

গ. সম্মানিত শিক্ষক সৌর মডেলের কিছু গুরুত্বপূর্ণ সীমাবদ্ধতার কথা বলেছেন। সেগুলো নিম্নে উল্লেখ করা হলো–

১. সৌরমন্ডলের গ্রহসমূহ সামগ্রিকভাবে চার্জবিহীন অথচ ইলেকট্রনসমূহ ঋণাত্মক চার্জযুক্ত।

২. ম্যাক্সওয়েলের তত্ত্বানুসারে কোনো চার্জযুক্ত বস্তু বা কণা কোনো বৃত্তাকার পথে ঘুরতে থাকলে তা ক্রমাগত শক্তি বিকিরণ করবে এবং তার আবর্তনচক্রও ধীরে ধীরে কমতে থাকবে। সুতরাং ইলেকট্রনসমূহ ক্রমশ শক্তি হারাতে হারাতে নিউক্লিয়াসে প্রবেশ করবে। অর্থাৎ রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল অনুসারে পরমাণু সম্পূর্ণভাবে একটি অস্থায়ী অবস্থা প্রাপ্ত হবে। অথচ পরমাণু হতে ক্রমাগত শক্তি বিকিরণ বা ইলেকট্রনের নিউক্লিয়াসে প্রবেশ কখনই ঘটে না।

৩. পরমাণুর বর্ণালি গঠনের কোনো সুষ্ঠু ব্যাখ্যা এ মডেল দিতে পারে না।

৪. আবর্তনশীল ইলেকট্রনের কক্ষপথের আকার ও আকৃতি সম্বন্ধে কোনো ধারণা রাদারফোর্ডের মডেলে দেয়া হয় নি।

৫. একাধিক ইলেকট্রনবিশিষ্ট পরমাণুতে ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসকে কিভাবে পরিভ্রমণ করে তার কোনো উল্লেখ এ মডেলে নেই।

ঘ. শ্রদ্ধেয় শিক্ষক যে উন্নত মডেলের দিকে ইঙ্গিত করেছেন সেটি হলো বিজ্ঞানী নীলস বোর কর্তৃক প্রদত্ত পরমাণু মডেল যা বর্ণনা করতে গিয়ে তিনি উদ্দীপকে প্রদত্ত চিত্রটি অংকন করেন।

দশম শ্রেণির ছাত্রীরা 1911 সালে বিজ্ঞানী রাদারফোর্ড কর্তৃক প্রকাশিত পরমাণুর সৌর মডেল সম্পর্কে জানতে চাইলে বিজ্ঞান শিক্ষক উক্ত মডেলটির সীমাবদ্ধতার কথা তুলে ধরেন যা 'গ' তে আলোচিত হয়েছে। পরে শিক্ষক সেসব সীমাবদ্ধতার প্রেক্ষিতে 1913 সালে প্রকাশিত বিজ্ঞানী নীলস বোর এর পরমাণু মডেল সম্পর্কে ধারণা দেন। এ মডেলটি রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের তুলনায় উন্নত যা সৌরমডেলের সীমাবদ্ধতাসমূহ সংশোধন করে, পরমাণুর গঠন এবং একই সাথে পারমাণবিক বর্ণালি ব্যাখ্যা করে। নিচে মডেলটি ব্যাখ্যা করা হলো–

1913 সাল তাঁর বিখ্যাত পরমাণু মডেল প্রকাশ করেন। এ মডেলের স্বীকার্যসমূহ হলো:

১. নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে বৃত্তাকার পথে ইলেকট্রনসমূহ ঘুরতে থাকে।

২. নিউক্লিয়াসের চারদিকে বৃত্তাকার কতগুলো স্থির কক্ষপথ আছে যাতে অবস্থান নিয়ে ইলেকট্রনসমূহ ঘুরতে থাকে। এগুলোকে শক্তিস্তর বা অরবিট বলা হয়। শক্তিস্তরসমূহকে কল্পিত সংখ্যা n–এর মান অনুসারে K, L, M, N দ্বারা প্রকাশ করা হয়। প্রথম শক্তিস্তরকে n = 1, (K শক্তিস্তর) ২য় শক্তিস্তরকে n = 2 (L শক্তিস্তর)। এভাবে n-এর মান 3, 4, 5 ইত্যাদি পূর্ণসংখ্যা মানে বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং শক্তিস্তরসমূহকে যথাক্রমে M, N, O দ্বারা প্রকাশ করা হয়। একটি নির্দিষ্ট শক্তিস্তরে অবস্থানকালে ইলেকট্রনসমূহ শক্তি শোষণ অথবা বিকিরণ করে না।

৩. যখন কোনো ইলেকট্রন একটি নিম্নতর কক্ষপথ বা শক্তিস্তর যেমন n = 1 থেকে উচ্চতর কক্ষপথ n = 2 তে স্থানান্তরিত হয় তখন নির্দিষ্ট পরিমাণ শক্তি শোষণ করে। আবার, যখন কোনো উচ্চতর শক্তিস্তর যেমন n = 2 থেকে নিম্নতর কক্ষপথ n = 1 –এ স্থানান্তরিত হয় তখন শক্তি বিকিরণ করে।