চতুর্থ অধ্যায়

পর্যায় সারণি

Periodic Table

গুরুত্বপূর্ণ সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন –১ ▶ নিচের ছকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

গ্রুপ ↓ / পর্যায় →	X	Y	Z
A	$_{11}Na$	-	$_{17}Cl$
B	$_{19}K$	$_{21}Sc$	$_{35}Br$
C	$_{37}Rb$	$_{39}Y$	$_{53}I$

ক. 1 গ্রুপের মৌলকে কী ধাতু বলা হয়? ১

খ. হ্যালোজেন সমূহের রাসায়নিক ধর্মে সাদৃশ্য লক্ষ করা যায় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের ২য় পর্যায়ের মৌলসমূহের ইলেকট্রন বিন্যাস দেখিয়ে পর্যায় সারণিতে তাদের অবস্থান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. X ও Z গ্রুপের মৌলসমূহের ক্রিয়াশীলতা কি তাদের পারমাণবিক সংখ্যা দ্বারাই নিয়ন্ত্রিত হয়? যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. 1 গ্রুপের মৌলকে ক্ষারধাতু বলা হয়।

খ. হ্যালোজেনসমূহ একই গ্রুপের মৌল বলে তাদের রাসায়নিক ধর্মে সাদৃশ্য লক্ষ করা যায়।

হ্যালোজেনসমূহ গ্রুপ-17 এর মৌল। আমরা জানি, পর্যায় সারণিতে একই গ্রুপের মৌলসমূহ একই রকম ইলেকট্রন বিন্যাসের কারণে একই রকম রাসায়নিক ধর্ম বিশিষ্ট হয়। ফলে তারা একই গ্রুপে স্থান পায়। গ্রুপ-17 এর হ্যালোজেন F, Cl, Br, I, At প্রত্যেকেরই সর্ববহিঃস্থ কক্ষপথের ইলেকট্রন বিন্যাস ns^2np^5। একই রকম ইলেকট্রন বিন্যাস হওয়ার কারণেই হ্যালোজেনসমূহের রাসায়নিক ধর্মে সাদৃশ্য লক্ষ করা যায়।

গ. উদ্দীপকের ২য় পর্যায়ের মৌলসমূহ হলো ${}_{19}K$, ${}_{21}Sc$, ${}_{35}Br$।

মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা মৌলের পরিচয় বহন করে এবং মৌলের পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস পর্যায় সারণিতে মৌলের অবস্থান নির্ধারণ করে। ইলেকট্রন বিন্যাসে সর্ববহিঃস্থ কক্ষপথের n এর মান এবং সর্ববহিঃস্থ কক্ষপথে ইলেকট্রন সংখ্যা যথাক্রমে পর্যায় সারণিতে মৌলের পর্যায় এবং গ্রুপ নির্দেশ করে।

উদ্দীপকের B পর্যায়ের মৌলসমূহের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ–

${}_{19}K$ এর ইলেকট্রন বিন্যাস = 2, 8, 8, 1

$\therefore$ পর্যায় সারণিতে অবস্থান = ৪র্থ পর্যায়, গ্রুপ 1।

${}_{21}Sc$ = 2, 8, 8, 3

পর্যায় সারণিতে অবস্থান = ৪র্থ পর্যায়, গ্রুপ 3

${}_{35}Br$ = 2, 8, 18, 7

পর্যায় সারণিতে অবস্থান = ৪র্থ পর্যায়, গ্রুপ 17।

ঘ. X ও Z গ্রুপের মৌলগুলোর ক্রিয়াশীলতা তাদের পারমাণবিক সংখ্যা দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়।

X গ্রুপ–এ ক্রিয়াশীলতার ক্রম : Rb > K > Na

একই গ্রুপে যত নিচে যাওয়া যায় তত পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধি পায়। Na, K, Rb এরা সবাই ধাতু ও এদের সর্বশেষ স্তরে 1 টি করে ইলেকট্রন বিদ্যমান। X গ্রুপে যত নিচে যাওয়া যায় ততই নিউক্লিয়াস থেকে সর্ববহিঃস্থ স্তরের দূরত্ব বাড়ে। ফলে সর্ব বহিঃস্থ স্তরের একমাত্র ইলেকট্রনের প্রতি নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ কমে এবং এজন্যে ঐ মৌলটি ইলেকট্রনটি সহজে ত্যাগ করে। তাই সক্রিয়তার ক্রম Rb > K > Na, যা স্পষ্টতই পারমাণবিক সংখ্যার উপর নির্ভরশীল।

আবার, Z গ্রুপে ক্রিয়াশীলতার ক্রম : Cl > Br > I

Z গ্রুপের মৌলগুলো অধাতু এবং এদের সর্ববহিঃস্থ স্তরে ইলেকট্রন 7টি। পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে অর্থাৎ গ্রুপের উপর থেকে নিচের দিকে গেলে দেখা যায়, মৌলসমূহের বহিঃস্থ স্তরে ইলেকট্রন গ্রহণ করে অষ্টক পূরণের প্রবণতা হ্রাস পায়। কেননা, পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে মৌলের আকারও বৃদ্ধি পায়। তাই, Z গ্রুপের অধাতুসমূহের ক্রিয়াশীলতা নিচের দিকে হ্রাস পায়।

পারমাণবিক সংখ্যার সমান হলো প্রোটন সংখ্যা আর প্রোটন সংখ্যার সমান সংখ্যক ইলেকট্রন পরমাণুতে বিভিন্ন শেলে বিদ্যমান থাকে। অর্থাৎ ইলেকট্রন বিন্যাস পরমাণুর ধর্ম নিয়ন্ত্রণ করে। তাই বলা যায়, X ও Z গ্রুপের মৌলের সক্রিয়তা তাদের পারমাণবিক সংখ্যা দ্বারাই নিয়ন্ত্রিত হয়।

প্রশ্ন – ২ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

X, Y ও Z ক্রমিক পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট তিনটি মৌল। ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যায় Y ও Z মৌলের চতুর্থ শক্তিস্তরে সমান সংখ্যক ইলেকট্রন বিদ্যমান। X মৌলটির পারমাণবিক সংখ্যা 35।

ক. আধুনিক পর্যায় সারণির মূল ভিত্তি কী? ১

খ. পর্যায় সারণিতে একই গ্রুপের মৌলের ধর্ম অনুরূপ কেন? ২

গ. পর্যায় সারণিতে X ও Z মৌলের অবস্থান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. X, Y ও Z মৌলসমূহের পারমাণবিক আকার কীভাবে পরিবর্তিত হয়– ব্যাখ্যা কর। ৪

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. আধুনিক পর্যায় সারণির মূলভিত্তি হলো মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা তথা ইলেকট্রন বিন্যাস।

খ. পর্যায় সারণিতে কোনো মৌলের রাসায়নিক ধর্ম ও গ্রুপ মূলত তার ইলেকট্রন বিন্যাস নির্ধারণ করে বলে একই গ্রুপের মৌলের ধর্ম অনুরূপ হয়।
পর্যায় সারণিতে কোনো মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসই মূলত তার রাসায়নিক ধর্মাবলি নির্দেশ করে। আবার, সাধারণভাবে কোনো মৌলের সর্বশেষ শক্তিস্তরে অবস্থিত ইলেকট্রন সংখ্যাই উক্ত মৌলের গ্রুপ সংখ্যা নির্ধারণ করে। যেমন– গ্রুপ 1 এ অবস্থিত একই ধরনের ইলেকট্রন বিন্যাস বিশিষ্ট মৌলসমূহ সকলেই ক্ষারধাতু। অনুরূপভাবে গ্রুপ 18 তে অবস্থিত ns^2np^6 ইলেকট্রন বিন্যাসবিশিষ্ট মৌলসমূহ সকলেই নিষ্ক্রিয় গ্যাস। এসব কারণেই একই গ্রুপের মৌলের ধর্ম অনুরূপ হয়।

গ. X, Y এবং Z মৌলগুলোর পারমাণবিক আকারের ক্রম তাদের পারমাণবিক সংখ্যা এবং পর্যায় সারণিতে তাদের অবস্থানের উপর ভিত্তি করে পরিবর্তিত হয়।
উদ্দীপকের X মৌলটির পারমাণবিক সংখ্যা 35

কোনো মৌলের যতটি শক্তিস্তরে ইলেকট্রন বিন্যস্ত থাকে, শক্তিস্তরের সে সংখ্যাই হলো ঐ মৌলের পর্যায় সংখ্যা। X ও Y মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস চারটি শক্তিস্তরে বিন্যস্ত। কাজেই এদের পর্যায় সংখ্যা 4 এবং Z মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস পাঁচটি শক্তিস্তরে বিন্যস্ত বলে এর পর্যায় সংখ্যা 5।
আবার, সাধারণভাবে সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে অবস্থিত ইলেকট্রন সংখ্যাই কোনো নির্দিষ্ট পর্যায়ে উক্ত মৌলের গ্রুপ সংখ্যা। তবে পর্যায় – 4 থেকে পর্যায় –7 পর্যন্ত যে সকল মৌলের ইলেকট্রন d উপস্তরে প্রবেশ করে তাদের ক্ষেত্রে d উপস্তরে প্রবেশকৃত ইলেকট্রন এবং সর্বশেষ কক্ষপথের ইলেকট্রন সংখ্যার সমষ্টি তার গ্রুপ নির্দেশ করে। X ও Y পর্যায় –4 এর মৌল। এদের ইলেকট্রন d উপস্তরে প্রবেশ করেছে।
X এর সর্বশেষ কক্ষপথে ইলেকট্রন রয়েছে 7টি।
∴ X এর গ্রুপ সংখ্যা = 10 + 7 = 17
Y এর সর্বশেষ কক্ষপথে ইলেকট্রন রয়েছে 8টি।
∴ Y এর গ্রুপ সংখ্যা = 10 + 8 = 18
অতএব, দেখা যাচ্ছে যে, পর্যায় সারণিতে–
X মৌলটির অবস্থান = চতুর্থ পর্যায় গ্রুপ 17
Y মৌলটির অবস্থান = চতুর্থ পর্যায় গ্রুপ 18
Z মৌলটির অবস্থান = পঞ্চম পর্যায় গ্রুপ 1

ঘ. X, Y ও Z মৌলসমূহের পারমাণবিক আকার তাদের গ্রুপে ও পর্যায়ে অবস্থান অনুসারে পরিবর্তিত হয়।
যেহেতু X ও Y মৌল দুটি একই পর্যায়ে অবস্থিত এবং X বামদিকে ও Y ডানদিকে অবস্থিত, সুতরাং X মৌলটির পারমাণবিক আকার Y মৌলটির চেয়ে বেশি হবে। Y মৌল X মৌলের চেয়ে আকারে ছোট। অতএব, এই পর্যায়ের প্রথম মৌল অর্থাৎ চতুর্থ পর্যায়ের গ্রুপ-1 এর মৌলটি এই পর্যায়ের সকল মৌলের চেয়ে আকারে বড়। ঠিক তার নিচেই অর্থাৎ পঞ্চম পর্যায়ে গ্রুপ–1 এর মৌলটি হলো Z । যেহেতু কোনো গ্রুপের উপর থেকে নিচের দিকে পারমাণবিক আকার বৃদ্ধি পায়। সুতরাং Z এর আকার তার ঠিক উপরের মৌল থেকে বেশি হবে।
অতএব, প্রদত্ত X, Y ও Z মৌল তিনটির আকারের ক্রম নিম্নরূপে প্রকাশ করা যায়।

$$Z > X > Y$$

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

$_{30}X$, $_{33}Y$, $_{20}Z$ তিনটি প্রতীকী মৌল।

ক. $_{20}Ca$ এর ইলেকট্রন বিন্যাস কী? ১
খ. Ca কে মৃৎক্ষার ধাতু বলা হয় কেন? ২
গ. উদ্দীপকের মৌল তিনটির আকারের ক্রম ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের মৌল তিনটির ক্রিয়াশীলতা বিশ্লেষণ কর। ৪

৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. $_{20}Ca$ এর ইলেকট্রন বিন্যাস হলো– 2, 8, 8, 2 বা $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

খ. Ca এর বিভিন্ন যৌগ মাটিতে পাওয়া যায় বলে একে মৃৎক্ষার ধাতু বলা হয়।

Ca এর পারমাণবিক সংখ্যা 20। এর ইলেকট্রন বিন্যাস 2, 8, 8, 2। সর্বশেষ কক্ষপথে 2টি ইলেকট্রন থাকায় এটি পর্যায় সারণিতে গ্রুপ-2 তে অবস্থিত। আমরা জানি, গ্রুপ–2-এ অবস্থিত Be থেকে শুরু করে Ra পর্যন্ত মৌলসমূহকে মৃৎক্ষার ধাতু বলা (alkaline earth metal) হয়। এই মৌলসমূহ বিভিন্ন যৌগ হিসেবে মাটিতে থাকে। এ কারণেই Ca কে মৃৎক্ষার ধাতু বলা হয়।

গ. উদ্দীপকের মৌল তিনটির ইলেকট্রন বিন্যাস–

$_{30}X$ বা $Zn \rightarrow 2, 8, 18, 2$

$_{33}Y$ বা $As \rightarrow 2, 8, 18, 5$

$_{20}Z$ বা $Ca \rightarrow 2, 8, 8, 2$

অর্থাৎ এরা প্রত্যেকেই চতুর্থ পর্যায়ের মৌল। একই পর্যায়ে বাম থেকে ডানে গেলে অর্থাৎ পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে সর্ববহিঃস্থ স্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা বাড়ে কিন্তু শেল বাড়ে না। তাই ধনাত্মক নিউক্লিয়াস ও ঋণাত্মক ইলেকট্রনের মধ্যে আকর্ষণ জোরদার হয়। ফলে আকার হ্রাস পায়। সুতরাং উদ্দীপকের মৌল তিনটির আকারের ক্রম $\rightarrow Ca > Zn > As$

ঘ. উদ্দীপকের মৌল তিনটির বাতাসের সাথে বিক্রিয়া থেকে এদের ক্রিয়াশীলতা ব্যাখ্যা করা যায়।

Ca কক্ষ তাপমাত্রায় বাতাসের সাথে বিক্রিয়া করে CaO তৈরি করে।

$2Ca + O_2 \rightarrow 2CaO$

Zn কক্ষ তাপমাত্রায় খুবই ধীরে ধীরে বাতাসের সাথে বিক্রিয়া করে। কিন্তু তাপ প্রদান করলে দ্রুত ZnO তৈরি করে।

$2Zn + O_2 \rightarrow ZnO$

As কক্ষ তাপমাত্রায় বাতাসের সাথে বিক্রিয়া করে না। উত্তপ্ত করা হলে As_2O_3 তৈরি করে।

$4As + 3O_2 \rightarrow 2As_2O_3$

সুতরাং, উদ্দীপকের মৌলগুলোর সক্রিয়তার ক্রম $\rightarrow Ca > Zn > As$।

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

$XCO_3 + 2HCl \rightarrow XCl_2 + Y + H_2O$; এখানে X একটি মৌল কিন্তু Y একটি যৌগিক পদার্থ।

ক. কার্বনেট লবণ HCl এর সাথে বিক্রিয়া করে কোন গ্যাস তৈরি করে? ১

খ. অবস্থান্তর মৌল বলতে কী বুঝ? ২

গ. উৎপাদের প্রথম যৌগের অধাতব মৌলের গ্রুপের উপর থেকে ৩টি মৌলের পানির সাথে ক্রিয়াশীলতার ক্রম ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উৎপাদের Y যৌগটির শনাক্তকরণ পরীক্ষা সমীকরণসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কার্বনেট লবণ HCl এর সাথে বিক্রিয়া করে কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস তৈরি করে।

খ. পর্যায় সারণিতে গ্রুপ–3 থেকে গ্রুপ–11 পর্যন্ত গ্রুপে অবস্থিত মৌলসমূহকে অবস্থান্তর মৌল বলে। অবস্থান্তর মৌলসমূহের নিজস্ব বর্ণ রয়েছে। এরা ধাতব পদার্থ হিসেবে প্রচুর ব্যবহৃত হয়। সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন প্রদান করে আয়নিক যৌগ তৈরি করে।

গ. উৎপাদের প্রথম যৌগের অধাতব মৌলটি ক্লোরিন। এটি পর্যায় সারণির গ্রুপ–17 এর সদস্য। এই গ্রুপে উপর থেকে 3টি মৌল হচ্ছে ফ্লোরিন, ক্লোরিন ও ব্রোমিন। পানির সাথে এদের সক্রিয়তার ক্রম ফ্লোরিন > ক্লোরিন > ব্রোমিন।

ফ্লোরিন পানির সাথে প্রচণ্ডভাবে বিক্রিয়া করে হাইড্রোজেন ফ্লোরাইড ও অক্সিজেন উৎপন্ন করে।

$2H_2O + 2F_2 = 4HF + O_2$

ক্লোরিন পানিতে দ্রবীভূত হয়ে নিম্নোক্ত উভমুখী বিক্রিয়াটি করে।

$Cl_2 + H_2O$ L $HOCl + HCl$

দীর্ঘ সময় রেখে দিলে নিম্নোক্ত বিক্রিয়া ঘটে–

$2HOCl = 2HCl + O_2$

অর্থাৎ সর্বমোট বিক্রিয়া হচ্ছে $2Cl_2 + 2H_2O = 4HCl + O_2$ কিন্তু ব্রোমিন পানিতে দ্রবীভূত হয়ে নিম্নোক্ত উভমুখী বিক্রিয়া করে, যা আর অগ্রসর হয় না।

$H_2O + Br_2 \rightleftharpoons HBr + HOBr$

ঘ. উৎপাদের Y যৌগটি কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস। এটির শনাক্তকরণ পরীক্ষা চুনের পানি বা $Ca(OH)_2$ দ্বারা করা হয়। একটি টেস্ট টিউবে (পরীক্ষা নলে) কিছু চুনের পানি নিয়ে তাতে CO_2 গ্যাস চালনা করলে প্রথমে চুনের পনি ঘোলা হয়। কারণ, কার্বন ডাইঅক্সাইড চুনের পানির সাথে বিক্রিয়া করে অদ্রবণীয় ক্যালসিয়াম কার্বনেট তৈরি করে।

$CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$

এরপর টেস্ট টিউবে আরো CO_2 গ্যাস চালনা করলে কিছুক্ষণ পর টেস্ট টিউবটির দ্রবণ আবার পরিষ্কার বা স্বচ্ছ হয়। কারণ তখন ক্যালসিয়াম কার্বনেট দ্রবণীয় বাই কার্বনেটে পরিণত হয়।

$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$

প্রশ্ন –৫ ▶ নিচের পর্যায় সারণির ছকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

1																	18
H	2											13	14	15	16	17	He
Li															O	F	Ne
Na		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				S	Cl	
K																	

ক. ক্ষার ধাতু কী? ১

খ. একটি মৌল A এর ইলেকট্রন বিন্যাস $1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^2\ 3p^6\ 3d^3\ 4s^2$; পর্যায় সারণিতে মৌলটির অবস্থান কোথায়? ২

গ. উদ্দীপকের ৩য় পর্যায়ে অবস্থিত গ্রুপ–1 ও গ্রুপ–17 এর দুটি মৌলের মধ্যে কী ধরনের বন্ধনের মাধ্যমে যৌগ গঠিত হতে পারে ইলেকট্রন বিন্যাসের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. "একই গ্রুপে অবস্থিত ধাতুসমূহের রাসায়নিক ধর্ম একই রকম।" গ্রুপ-1 এর যে কোনো দুটি ধাতুর কার্বনেটের

সাথে এসিডের বিক্রিয়ার সাহায্যে উক্তিটির সত্যতা প্রমাণ কর। ৪

৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ক্ষার ধাতু হলো পর্যায় সারণির গ্রুপ–1 এ অবস্থিত মৌলসমূহ।

খ. এখানে A মৌলটির সর্ববহিস্থ শক্তিস্তর হলো 4। অতএব এটি চতুর্থ পর্যায়ের মৌল। আবার মৌলটিতে d অরবিটালে ইলেকট্রন প্রবেশ করে ($3d^3$)। আমরা জানি, পর্যায় 4 থেকে 7 পর্যন্ত যে সকল মৌলের ইলেকট্রন d উপস্তরে প্রবেশ করে তাদের ক্ষেত্রে d উপস্তরে প্রবেশকৃত ইলেকট্রন এবং সর্বশেষ কক্ষপথের ইলেকট্রন সংখ্যার সমষ্টি তার গ্রুপ নির্দেশ করে। তাই A মৌলের গ্রুপ হলো $3 + 2 = 5$। সুতরাং মৌলটির অবস্থান হলো চতুর্থ পর্যায়ের গ্রুপ-5।

গ. উদ্দীপকের ৩য় পর্যায়ের গ্রুপ 1 ও গ্রুপ 17 এর মৌলদ্বয় যথাক্রমে Na ও Cl এদের পারমাণবিক সংখ্যা ও ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :

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

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

ধাতব Na পরমাণুটি একটি ইলেকট্রন দান করে স্থিতিশীল ইলেকট্রন বিন্যাস অর্জন করে এবং Na^+ আয়নে পরিণত হয়। অপরদিকে অধাতব Cl, Na কর্তৃক বর্জিত ইলেকট্রনটি গ্রহণ করে স্থিতিশীল ইলেকট্রন বিন্যাস অর্জন করে এবং Cl^- গঠন করে।

$Na^+ \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$

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

ইলেকট্রন আদান প্রদানে সৃষ্ট Na^+ ও Cl^- আয়নদ্বয় পরস্পর শক্তিশালী আয়নিক বন্ধন দ্বারা আবদ্ধ হয়ে সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) গঠন করে।

ঘ. পর্যায় সারণির প্রত্যেক গ্রুপের মৌলসমূহের মধ্যে ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম একই রকম।

গ্রুপ-1 এর ধাতুসমূহ খুবই সক্রিয়। এদের ধর্মের মধ্যে বেশ কিছু মিল রয়েছে। যেমন, এদের কার্বনেটসমূহ এসিডের সাথে একই রকম বিক্রিয়া দেয়া। নিচে শাব্দিক সমীকরণের সাহায্যে তা দেখানো হলো–

গ্রুপ-1 এর ধাতুর কার্বনেট + এসিড → লবণ + পানি + কার্বন ডাইঅক্সাইড

উদাহরণ হিসেবে Na_2CO_3 ও K_2CO_3 এর সাথে HCl এর বিক্রিয়া নিম্নে দেয়া হলো :

$Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$

$K_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2KCl + H_2O + CO_2$

উপরোক্ত উভয় বিক্রিয়াতেই গ্রুপ–1 এর দুটি ভিন্ন ধাতুর (Na ও K) কার্বনেটের সাথে HCl এসিডের বিক্রিয়ার উৎপাদ হিসেবে লবণ, পানি ও কার্বন ডাইঅক্সাইড পাওয়া যায়। অর্থাৎ গ্রুপ-1এর ধাতুসমূহের রাসায়নিক ধর্ম একই রকম।

অতএব, দেখা যাচ্ছে যে, একই গ্রুপের অবস্থিত ধাতুসমূহের রাসায়নিক ধর্ম একইরকম–উক্তিটি সম্পূর্ণরূপে সত্য।

প্রশ্ন –৬ ▶ নিচের ছকটি দেখে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

									F	
Na	Mg				Al	Si	P	S	Cl	Ar
									Br	
									I	

ক. পর্যায় কাকে বলে? ১

খ. ফসফরাস মৌলের পর্যায় সারণিতে অবস্থান ব্যাখ্যা কর। ২

গ. যে কোনো পর্যায়ের মৌলের আকারের পরিবর্তন উল্লিখিত পর্যায়টির মাধ্যমে প্রমাণ কর। ৩

ঘ. উল্লিখিত গ্রুপটির সক্রিয়তার ক্রম H_2O এর সাথে বিক্রিয়ার মাধ্যমে বিশ্লেষণ কর। ৪

৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পর্যায় সারণির আনুভূমিক সারিগুলোকে পর্যায় বলে।

খ. ফসফরাস পর্যায় সারণিতে ৩য় পর্যায়ের গ্রুপ 15 তে অবস্থান করে।

কোনো মৌলের সর্ববহিস্থ শেলের ইলেকট্রন সংখ্যা অনুসারে তার গ্রুপ এবং স্তরের সংখ্যা অনুসারে পর্যায় নির্ধারণ করা হয়। ফসফরাস (15) এর ইলেকট্রন বিন্যাস 2, 8, 5। এর শেল সংখ্যা 3টি। সুতরাং, এর পর্যায় সংখ্যা 3 এবং সর্ববহিঃস্থ স্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা 5। যেহেতু তিনটি শক্তিস্তরে বিন্যস্ত ইলেকট্রনের ক্ষেত্রে গ্রুপ সংখ্যা = সর্ববহিঃস্থ কক্ষপথের ইলেকট্রন সংখ্যা + 10। অতএব এটি পর্যায় সারণিতে গ্রুপ–15 তে অবস্থান করবে।

গ. উল্লিখিত পর্যায়টি (Na থেকে Ar) হলো ৩য় পর্যায়।

আমরা জানি, পরমাণুর আকার পর্যায়বৃত্ত ধর্ম। যে কোনো পর্যায়ে যতই ডানদিকে যাওয়া যায়, অর্থাৎ পারমাণবিক সংখ্যা যতই বাড়ে, পরমাণুর আকার ততই হ্রাস পায়। এর কারণ হচ্ছে একই পর্যায়ে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে একটি করে ইলেকট্রন যুক্ত হয়, কিন্তু ইলেকট্রনের স্তরসংখ্যা বাড়ে না। পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির অর্থ নিউক্লিয়াসে ধনাত্মক আধানের বৃদ্ধি। ফলে ইলেকট্রনসমূহ

নিউক্লিয়াস কর্তৃক আরো জোরে আকৃষ্ট হয়। ফলে পরমাণুর ব্যাসার্ধ হ্রাস পায়। এখানে উল্লিখিত ৩য় পর্যায়ে বিভিন্ন মৌলের পারমাণবিক ব্যাসার্ধের সাথে এসব ইলেকট্রন বিন্যাসও দেয়া হলো :

মৌল	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
ইলেকট্রন বিন্যাস	2, 8, 1	2, 8, 2	2, 8, 3	2, 8, 4	2, 8, 5	2, 8, 6	2, 8, 7
পারমাণবিক ব্যাসার্ধ (Å) 1Å = 10^{-8}cm	2.23	1.82	1.72	1.46	1.23	1.09	0.97

দেখা যাচ্ছে যে, প্রদত্ত পর্যায়ে Na থেকে শুরু করে Ar পর্যন্ত পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে পারমাণবিক ব্যাসার্ধ তথা পারমাণবিক আকার হ্রাস পেয়েছে।

ঘ. উল্লিখিত গ্রুপটি (F থেকে I) হলো 17নং গ্রুপ, একে হ্যালোজেন গ্রুপ বলে।

হ্যালোজেনসমূহের (F, Cl, Br, I, At) প্রথম দিকের মৌলসমূহ শক্তিশালী জারক। পর্যায় সারণির একই গ্রুপের নিচের দিকে আসতে থাকলে এদের জারণ ধর্ম তথা সক্রিয়তা কমতে থাকে। ফ্লোরিন ও ক্লোরিন অধিক শক্তিশালী জারক। ফ্লোরিন পানিকে কক্ষ তাপমাত্রায় জারিত করে প্রধানত অক্সিজেন (O_2) এবং কিছু ওজোন (O_3) উৎপন্ন করে।

$2F_2 + 2H_2O = 4HF + O_2$

$3F_2 + 3H_2O = 6HF + O_2$

আবার, ক্লোরিন গ্যাস পানিকে জারিত করে অক্সিজেন গ্যাস উৎপন্ন করে।

$2Cl_2 + 2H_2O = 4HCl + O_2$

কিন্তু হ্যালোজেন গ্রুপের নিচের দিকের সদস্য ব্রোমিন (Br) ও আয়োডিন (I) পানিকে কক্ষ তাপমাত্রায় জারিত করতে পারে না। সুতরাং পানির সাথে বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে আমরা উল্লিখিত গ্রুপটির সক্রিয়তার ক্রম নিম্নরূপে প্রকাশ করতে পারি।

$$\underset{\text{সক্রিয়তা কমছে}}{F > Cl > Br > I \longrightarrow}$$

প্রশ্ন – ৭ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

টুম্পা রসায়ন ল্যাবে এসে দেখল দুটি মৌল পাশাপাশি রাখা আছে। যারা সক্রিয়তার দিক থেকে সম্পূর্ণ বিপরীত। পর্যায় সারণিতেও এরা ক্রম বজায় রেখেছে যাদের দ্বিতীয়টির ইলেকট্রন বিন্যাস 2, 8, 8, 1.

ক. Rb কী প্রকৃতির মৌল? ১

খ. গ্রুপ 11 তে অবস্থিত মৌলগুলোকে মুদ্রাধাতু বলা হয় কেন? ২

গ. টুম্পার দেখা দু'টি মৌলের সক্রিয়তা ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের মৌল দু'টি পর্যায় সারণির মূলভিত্তির আলোচনায় কীভাবে যুক্ত তা বিশ্লেষণ কর। ৪

৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. Rb ধাতু প্রকৃতির মৌল।

খ. পর্যায় সারণিতে গ্রুপ–11 তে তামা (Cu), রূপা (Ag) ও সোনা (Au) মৌলসমূহ অবস্থিত। এদের ধাতব বৈশিষ্ট্য যেমন– উজ্জ্বলতা বিদ্যমান। ঐতিহাসিকভাবে এসব ধাতু দ্বারা মুদ্রা তৈরি করে তা ক্রয়–বিক্রয় ও অন্যান্য প্রয়োজনে বিনিময়ের মাধ্যমে হিসেবে ব্যবহার করা হয়। তাই এদেরকে মুদ্রাধাতু (Coinage metals) বলা হয়।

গ. টুম্পার দেখা দুটি মৌলের দ্বিতীয়টির ইলেকট্রন বিন্যাস 2, 8, 8, 1, অর্থাৎ পারমাণবিক সংখ্যা 19। কাজেই মৌলটির নাম পটাসিয়াম। এর পূববর্তী মৌল, যার পারমাণবিক সংখ্যা 18, নাম হচ্ছে আর্গন। এর ইলেকট্রন বিন্যাস, 2, 8, 8। এই মৌলটির সর্ববহিঃস্থ স্তরে অষ্টক পূর্ণ রয়েছে। আমরা জানি, পরমাণুর স্বাভাবিক প্রবৃত্তি হচ্ছে সর্ববহিঃস্থ স্তরে আটটি ইলেকট্রন পূর্ণ করা। যেহেতু আর্গনের বহিঃস্থ স্তরে আটটি ইলেকট্রন রয়েছে তাই এটি নিষ্ক্রিয়।

পক্ষান্তরে, পটাসিয়ামের বহিঃস্থ স্তরে ইলেকট্রন রয়েছে একটি। আটটি ইলেকট্রন পূরণ করার জন্য এর দরকার আরো সাতটি ইলেকট্রন যা পাওয়া অসম্ভব। তাই পটাসিয়াম একটি ইলেকট্রন ছেড়ে দিয়ে ধনাত্মক আয়নে পরিণত হয় এবং আয়নিক বন্ধনের মাধ্যমে যৌগ গঠন করে। সুতরাং পটাসিয়াম অত্যন্ত সক্রিয় একটি ধাতু।

কাজেই বলা যায়, সক্রিয়তার দিক থেকে দু'টি মৌল সম্পূর্ণ বিপরীত প্রকৃতির।

ঘ. উদ্দীপকের মৌল দুটি অর্থাৎ পটাসিয়াম ও আর্গন পর্যায় সারণির মূলভিত্তি তথা ইলেকট্রন বিন্যাস ও পারমাণবিক সংখ্যার প্রয়োজনীয়তার আলোচনার সাথে যুক্ত।

বিজ্ঞানী ম্যান্ডেলিফ প্রথম আধুনিক পর্যায় সারণিতে মৌলসমূহকে পারমাণবিক ভরের ভিত্তিতে সাজানোর চেষ্টা করেন। কিন্তু পারমাণবিক ভরের ভিত্তিতে মৌলসমূহের বিন্যাস করলেও কিছু কিছু ব্যতিক্রম লক্ষ করা যায়।

পটাসিয়াম (K) ও আর্গন (Ar) এর অবস্থান উদাহরণ হিসেবে বিবেচনা করি। পটাসিয়ামের (K) পারমাণবিক ভর– 39 ও আর্গনের (Ar) পারমাণবিক ভর হলো– 40। যদি পটাসিয়ামকে পারমাণবিক ভর অনুসারে সাজানো হয়, তাহলে আর্গনের আগে স্থান দিতে হয়। সেক্ষেত্রে পটাসিয়ামের অবস্থান হয় গ্রুপ 18 তে এবং গ্রুপ–IA-এ স্থান পায় আর্গন। বাস্তবে ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মাবলির বিচারে পটাসিয়ামের সাথে গ্রুপ–IA-এ অবস্থিত ক্ষার ধাতুগুলোর এবং আর্গনের সাথে গ্রুপ–18-তে অবস্থিত নিষ্ক্রিয় গ্যাসের সাদৃশ্য পরিলক্ষিত হয়।

কিন্তু মৌলদুটিকে পারমাণবিক সংখ্যার ভিত্তিতে সাজালে এ ধরনের জটিলতার অবসান হয়। অতএব, উদ্দীপকের মৌল দুটি পর্যায় সারণির মূলভিত্তির আলোচনার সাথে সম্পৃক্ত।

প্রশ্ন –৮ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

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

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

$C \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

ক. আইসোটোপ কী? ১

খ. নিষ্ক্রিয় গ্যাস বলতে কী বুঝ? ২

গ. A মৌলটির গ্রুপের সদস্যদের বৈশিষ্ট্যমূলক ধর্ম ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. B এবং C মৌলদ্বয়ের গ্রুপের তুলনামূলক বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা কর। ৪

৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে সকল পরমাণুর প্রোটন সংখ্যা সমান কিন্তু ভর সংখ্যা ভিন্ন, তাদেরকে আইসোটোপ বলে।

খ. পর্যায় সারণিতে গ্রুপ–18 তে অবস্থিত মৌলসমূহকে নিষ্ক্রিয় গ্যাস বলে।

এদের সর্ববহি:স্থ শক্তিস্তর প্রয়োজনীয় সংখ্যক ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ থাকায় এরা ইলেকট্রন আদান–প্রদান বা শেয়ারের মাধ্যমে যৌগ গঠনে সাধারণত আগ্রহ প্রদর্শন করে না।

গ. উদ্দীপকের A মৌলটি সোডিয়াম যা গ্রুপ–1 এ অবস্থিত।

পর্যায় সারণিতে মৌলের অবস্থানের মাধ্যমে তার ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম সম্পর্কে সহজেই ধারণা করা যায়। যেমন গ্রুপ–1 এ অবস্থিত হাইড্রোজেন ব্যতীত অন্য মৌলগুলো হচ্ছে Li, Na, K, Rb, Cs, Fr এদেরকে ক্ষারধাতু বলা হয় এবং এদের ছুরি দিয়ে কাটা যায়। সব মৌলই তার সর্ববহি:স্থ শক্তিস্তরের একটি ইলেকট্রন প্রদান করে আয়নিক যৌগ (লবণ) তৈরি করে। সবাই পানির সাথে বিক্রিয়া করে হাইড্রোজেন গ্যাস ও ক্ষার দ্রবণ উৎপন্ন করে।

এটাই A মৌল অর্থাৎ Na এর গ্রুপের সদস্যদের বৈশিষ্ট্যমূলক ধর্ম।

ঘ. ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যায়, B মৌলটি গ্রুপ-1 এর সদস্য যারা ক্ষারধাতু। পক্ষান্তরে C মৌলটি গ্রুপ-17 এর সদস্য যারা হ্যালোজেন। B ও C মৌলের গ্রুপের তুলনামূলক বৈশিষ্ট্য নিচে আলোচনা করা হলো–

B মৌলটির গ্রুপ	**C মৌলটির গ্রুপ**
এই গ্রুপের সদস্যরা ধাতু।	এই গ্রুপের সদস্যরা অধাতু।
এরা (Be ছাড়া) পানির সাথে বিক্রিয়া করে হাইড্রোজেন তৈরি করে।	এদের কোনো কোনো সদস্য (F, Cl) পানির সাথে বিক্রিয়া করে অক্সিজেন তৈরি করে।
Be ব্যতীত অন্য সদস্যরা পানির সাথে ক্ষার দ্রবণ তৈরি করে।	এরা প্রত্যেকেই পানির সাথে বিক্রিয়ায় এসিড তৈরি করে।
পানির সাথে বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে সক্রিয়তা উপর থেকে নিচের দিকে বৃদ্ধি পায়।	পানির সাথে বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে সক্রিয়তা উপর দিক থেকে নিচের দিকে হ্রাস পায়।

প্রশ্ন –৯ ▶ নিচের সারণিটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

H				He
		B		

			C	D	
A					

?

ক. ত্রয়ী সূত্রটি লিখ। ১

খ. অবস্তান্তর মৌলের কয়েকটি বৈশিষ্ট্য লিখ। ২

গ. AB ও BC যৌগ দুটির সংকেত লিখে তাদের অক্সাইড ধর্মের তুলনা কর। ৩

ঘ. পর্যায় সারণিতে H এর অবস্থান যুক্তিযুক্ত কি? তোমার উত্তরের পক্ষে যুক্তি দাও। ৪

৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পর্যায় সারণিতে দুটি মৌলের পারমাণবিক ভরের গড় অন্য একটি মৌলের পারমাণবিক ভরের প্রায় সমান এবং মৌল তিনটির ধর্ম একই রকম।

খ. অবস্থান্তর মৌলের কয়েকটি প্রধান প্রধান বৈশিষ্ট্য নিম্নে দেওয়া হলো–

i. অবস্থান্তর মৌলসমূহের নিজস্ব বর্ণ রয়েছে।

ii. এরা ধাতব পদার্থ হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

iii. এরা সর্ববহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রন প্রদান করে আয়নিক যৌগ তৈরি করে।

গ. উদ্দীপকের AB ও BC যৌগ দুটির সংকেত হলো যথাক্রমে KO_2 ও SO_2। নিম্নে এদের মধ্যে তুলনা দেয়া হলো।

পটাসিয়াম সুপার অক্সাইড (KO_2) একটি ক্ষারধর্মী অক্সাইড। কারণ ইহা পানির সাথে বিক্রিয়ায় KOH ও O_2 উৎপন্ন করে।

$$4\ KO_2(s) + 2H_2O\ (l) \rightarrow 4KOH(aq) + 3O_2(g)$$

কিন্তু SO_2 একটি অম্লধর্মী অক্সাইড। কারণ ইহা পানিতে দ্রবীভূত হয়ে সালফিউরাস এসিড উৎপন্ন করে।

$$SO_2(g) + H_2O\ (l) = H_2SO_3(aq)$$

উৎপন্ন H_2SO_3 ক্ষারের সাথে বিক্রিয়ায় লবণ ও পানি উৎপন্ন করে।

$$H_2SO_3 + 2NaOH = Na_2SO_3 + H_2O$$

ঘ. পর্যায় সারণিতে H এর অবস্থান নিয়ে বিতর্ক রয়েছে। গ্রুপ-1 এর সদস্যগুলো হলো Na, K প্রভৃতি ক্ষার ধাতুসমূহ। তবে H এর পর্যায় সারণিতে গ্রুপ 1 এর সদস্য হিসেবে নিম্নে কিছু যুক্তি দেখানো হলো–

১. যোজ্যতা ইলেকট্রন : ক্ষার ধাতুসমূহ যেমন Li, Na, K, Rb প্রভৃতির ন্যায় হাইড্রোজেনেরও একটি মাত্র যোজ্যতা ইলেকট্রন আছে। যেমন–

$Li(3) = 1s^2 2s^1$

$H(l) = 1s^1$

২. তড়িৎ ধনাত্মকতা : ক্ষারধাতুর ন্যায় H মৌলটি তড়িৎ ধনাত্মক। ফলে সহজেই ইলেকট্রন ত্যাগ করে তা ধনাত্মক হাইড্রোজেন আয়ন বা প্রোটন (H^+) এ পরিণত হয়।

৩. ধাতুর মতো হ্যালাইড গঠন : ক্ষার ধাতুর ন্যায় হাইড্রোজেনও ঋণাত্মক হ্যালোজেনের সাথে যুক্ত হয়ে হ্যালাইড গঠন করে, যেমন : NaCl, HCl।

আবার, যেহেতু পর্যায় সারণিতে মৌলসমূহকে পারমাণবিক সংখ্যা অনুসারে সাজানো হয়েছে। সেহেতু হাইড্রোজেনের পারমাণবিক সংখ্যা 1 হওয়ায় এর বহিঃস্থ স্তরে 1টি ইলেকট্রন থাকায় এটি গ্রুপ 1–এ স্থান পায়।

প্রশ্ন –১০ ▸ নিচের মৌলগুলোর ইলেকট্রন বিন্যাস লক্ষ কর :

A (... $2s^1$), B (...$4s^1$), C (... $5s^1$), D (... $7s^1$)

ক. IUPAC কী? ১

খ. IUPAC এর কার্যাবলি কী কী? ২

গ. উপরের মৌলগুচ্ছে কিছু কিছু অবস্থানে মৌল উল্লেখ নেই। সে মৌলগুলো কী কী? প্রতিটি মৌলের নাম লেখ। ৩

ঘ. উদ্দীপকের মৌলগুলোর প্রকৃতি কীরূপ? তোমার উত্তরের সমর্থনে যুক্তি দেখাও। ৪

১০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. IUPAC হচ্ছে আন্তর্জাতিক রসায়ন ও ফলিত রসায়ন সংস্থা (International Union of Pure and Applied Chemistry)

খ. IUPAC–এর কার্যাবলি :

১. রসায়ন ও ফলিত রসায়নের বিভিন্ন নিয়ম–কানুন তৈরি করা।

২. রসায়ন ও ফলিত রসায়নের বিভিন্ন বিষয়াদির ক্রমবর্ধমান পরিবর্তনের বা সৃষ্টির কোনটি গ্রহণীয় আর কোনটি বর্জনীয় তার দেখভাল নিয়ন্ত্রণ করা।

৩. নতুন তৈরি মৌলগুলোর স্বীকৃতি দেওয়া।

গ. প্রশ্নে উল্লিখিত মৌলগুলো হলো A (... $2s^1$) = Li; B(... $4s^1$) =K; C (... $5s^1$) = Rb; D (... $7s^1$) = Fr

সুতরাং যে মৌলগুলোর অবস্থান প্রশ্নে নেই সেগুলো হলো H = $1s^1$; Na = $3s^1$ এবং Cs = $6s^1$। কারণ পর্যায় সারণিতে গ্রুপ 1 মৌলগুলোর বহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস এমন– H = $1s^1$; Li = $2s^1$; Na = $3s^1$; K = $4s^1$; Rb = $5s^1$; Cs = $6s^1$ এবং Fr = $7s^1$। একটি ছকে এগুলো দেখানো হলো :

মৌল	ইলেকট্রনীয় গঠন	নাম
H (1)	$1s^1$	হাইড্রোজেন
Li (3)	$1s^2\ 2s^1$	লিথিয়াম
Na (11)	$1s^2 2s^2 2p^6\ 3s^1$	সোডিয়াম
K (19)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$	পটাসিয়াম
Rb (37)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ $4s^2 4p^6\ 5s^1$	রুবিডিয়াম
Cs (55)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ $4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6\ 6s^1$	সিজিয়াম
Fr (87)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ $4s^2 4p^6$ $4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 5d^{10} 6s^2 6p^6\ 7s^1$	ফ্রানসিয়াম

ঘ. উদ্দীপকের মৌলগুলো গ্রুপ–1 এর। এদের প্রত্যেকের পরমাণুর সর্ববহিঃস্থ কক্ষপথে 1টি করে মৌল আছে। এরা প্রত্যেকেটি ক্ষার ধাতু। নিচে এদের প্রকৃতি বর্ণিত হলো–

1. মৌলগুলোর উপর থেকে নিচের দিকে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে নতুন স্তর যুক্ত হওয়ায় পারমাণবিক আকার ক্রমশ বৃদ্ধি পায়।

2. মৌলগুলো সক্রিয় ধাতু। দৃঢ় ধাতব কাঠামো থাকায় তাদের গলনাঙ্ক, স্ফুটনাঙ্ক, ঘনত্ব ইত্যাদি বেশ উচ্চ। আবার ধাতুসমূহের মধ্যে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে নিউক্লিয়াসের চার্জ বৃদ্ধি পায় বলে ধাতব কাঠামো ক্রমশ দৃঢ়তর হয়।

3. এ গ্রুপে মৌলগুলোর তড়িৎ ঋণাত্মকতা খুবই কম। কারণ মৌলগুলো ধাতু হওয়ায় ইলেকট্রনকে নিজের দিকে আকর্ষণ করার পরিবর্তে দান করার প্রবণতা দেখায়।

4. মৌলগুলো উপর থেকে নিচের দিকে যাওয়ার সময় পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধি পেতে থাকে। এতে পরমাণুতে নতুন নতুন স্তরে ইলেকট্রন প্রবেশ করে। ফলে উপর থেকে নিচের আয়নিকরণ শক্তির মান হ্রাস পেতে থাকে।

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

Q, R, S, T তিন শক্তিস্তর বিশিষ্ট চারটি মৌলের পরমাণু যাদের শেষ কক্ষপথে ইলেকট্রন আছে যথাক্রমে 1, 4, 6, 7.

ক. পর্যায় সারণি কাকে বলে? ১

খ. গ্রুপ–2 মৌলসমূহকে মৃৎক্ষার ধাতু বলা হয় কেন? ২

গ. Q, R ও T মৌল ৩টির অবসথান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের মৌলগুলোর সাহায্যে প্রমাণ কর একই পর্যায়ে বামদিক থেকে ডানদিকে মৌলসমূহের ধাতব ধর্ম হ্রাস পায় অধাতব ধর্ম বৃদ্ধি পায় বিশ্লেষণ কর। ৪

১১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. এ পর্যন্ত আবিষ্কৃত মৌলগুলোকে তাদের ধর্ম, বৈশিষ্ট্য ও ইলেকট্রন বিন্যাস অনুযায়ী সাজানোর জন্য যে ছক ব্যবহার করা হয় তাকে পর্যায় সারণি বলে।

খ. গ্রুপ–2 এ অবস্থিত মৌলসমূহ বিভিন্ন যৌগ হিসেবে মাটিতে থাকে বলে এদের মৃৎক্ষার ধাতু বলে।

গ্রুপ 2-এর Be থেকে শুরু করে Ra পর্যন্ত মৌলসমূহকে মৃৎক্ষার ধাতু বলা হয়। এদের ধর্ম অনেকটা ক্ষারধাতুর মতোই। এদের অক্সাইডসমূহ পানিতে ক্ষারীয় দ্রবণ তৈরি করে। এরাও সর্ববহি:স্থ শক্তিস্তরের ২টি ইলেকট্রন প্রদান করে আয়নিক যৌগ (লবণ) তৈরি করে।

গ. Q, R এবং T মৌল ৩টি তিন শক্তিস্তর বিশিষ্ট। এদের ইলেকট্রন বিন্যাস করলে প্রত্যেকের সর্বশেষ ইলেকট্রনটি তৃতীয় শক্তিস্তরে যায়। কাজেই মৌল ৩টি তৃতীয় পর্যায়ে অবস্থিত।

Q এর ইলেকট্রন বিন্যাস : 2, 8, 1

যেহেতু Q এর সর্বশেষ স্তরে ইলেকট্রন আছে 1টি, তাই এর অবস্থান গ্রুপ 1-এ।

R এর ইলেকট্রন বিন্যাস– 2, 8, 4.

সর্বশেষ শক্তিস্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা 4, কিন্তু পর্যায় সংখ্যা 3। কাজেই মৌলটি গ্রুপ সংখ্যা 4 না হয়ে হবে (4 + 10) = 14

T এর ইলেকট্রন বিন্যাস 2, 8, 7.

কাজেই R মৌলের অনুরূপ কারণে এর গ্রুপ সংখ্যা হবে (7 + 10) = 17.

∴ Q, R এবং T মৌলের অবস্থান হবে পর্যায় সারণির তৃতীয় পর্যায়ে যথাক্রমে গ্রুপ-1, গ্রুপ–14 এবং গ্রুপ–17 তে।

ঘ. উদ্দীপকের মৌলগুলোর অক্সাইড থেকে প্রমাণ করা যায় একই পর্যায়ে যত বাম দিক থেকে ডানে যাওয়া যায় ততই ধাতব ধর্ম হ্রাস পায়, অধাতব ধর্ম বৃদ্ধি পায়।

Q, R, S, T মৌল চারটি হচ্ছে যথাক্রমে সোডিয়াম, সিলিকন, ফসফরাস ও ক্লোরিন। সোডিয়াম অক্সাইড ক্ষারধর্মী। পানির সাথে একই পর্যায়ের বিভিন্ন মৌলের বিক্রিয়া হতে ক্রমান্বয়ে পরিবর্তনের প্রমাণ পাওয়া যায়। যেমন– Na_2O পানির সাথে বিক্রিয়া করে NaOH উৎপন্ন করে, যা তীব্র ক্ষার।

$Na_2O + H_2O = 2NaOH.$

সিলিকন ডাই অক্সাইড পানি বা অম্লের সাথে বিক্রিয়া করে না, কিন্তু এটি ক্ষারের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে। অর্থাৎ এটি অম্লধর্মী।

$SiO_2 + 2NaOH = Na_2SiO_3 + H_2O$

ফসফরাস পেন্টাক্সাইড পানির সাথে বিক্রিয়া করে দুর্বল অম্ল ফসফরিক এসিড উৎপন্ন করে। ক্ষারের সাথে বিক্রিয়ায় ফসফেট লবণ ও পানি উৎপন্ন হয়।

$P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4$

$P_2O_5 + 4NaOH = 2Na_2HPO_4 + H_2O$

ক্লোরিন হেপ্টাক্সাইড পানির সাথে বিক্রিয়া করে শক্তিশালী অতি দুর্বল অম্ল পারক্লোরিক এসিড উৎপন্ন করে। ক্ষারের সাথে বিক্রিয়ায় পারক্লোরেট লবণ ও পানি উৎপন্ন হয়।

$Cl_2O_7 + H_2O = 2HClO_4$

$Cl_2O_7 + 2NaOH = 2NaClO_4 + H_2O$

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

Na, Li, Mg, K, Ra, Rb, Cs, Ca, Sr, Ba, Be ইত্যাদি কয়েকটি মৌলের প্রতীক দেয়া হলো। এ মৌলগুলো পর্যায় সারণির গ্রুপ 1 ও গ্রুপ 2-তে অবস্থিত।

ক. গ্রুপ কাকে বলে? ১

খ. 2 নং গ্রুপের মৌলগুলোকে মৃৎক্ষার ধাতু বলা হয় কেন? ২

গ. তুমি 1 নং গ্রুপের মৌলগুলোর মধ্যে কী সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য দেখতে পাও? ৩

ঘ. গ্রুপ 1 ও 2 এর মৌলসমূহের রাসায়নিক ধর্ম বিশ্লেষণ কর। ৪

১২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পর্যায় সারণির উল্লম্ব বা খাড়া স্তম্ভগুলোকে গ্রুপ বা শ্রেণি বলে।

খ. 2 নং গ্রুপের মৌলগুলো মাটিতে পাওয়া যায় বলে এদেরকে মৃৎক্ষার ধাতু বলা হয়।

গ্রুপ 2 নং এর মৌলগুলো হলো : Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra। এ মৌলগুলোকে মৃৎক্ষার ধাতু বলে। কারণ এসব ধাতু মৃত্তিকার উপাদান হিসেবে মাটিতে পাওয়া যায় এবং এরা পানির সঙ্গে বিক্রিয়া করে ক্ষারক গঠন করে। তাই এদের মৃৎক্ষার ধাতু বলে।

গ. 1 নং গ্রুপে অবস্থিত ধাতুগুলোর মধ্যে যে যে সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য দেখা যায় তা নিচে আলোচনা করা হলো :

সাদৃশ্য :

১. গ্রুপ–1 এর ক্ষার ধাতুগুলোর প্রধান মিল হচ্ছে তাদের সর্ববহিঃস্থ স্তরে 1টি করে ইলেকট্রন থাকে। তাই এদের যোজনী 1। এরা অতি সহজে যোজনী স্তরের ইলেকট্রনটি ত্যাগ করে + 1 চার্জ গঠনের মাধ্যমে আয়নিক যৌগ গঠন করে। যেমন–

$$2Na + Cl_2 = 2NaCl$$

২. এরা সকলেই পানির সঙ্গে বিক্রিয়া করে ক্ষার উৎপন্ন করে।

$$M + 2H_2O = 2MOH + H_2 \quad [M = Li, Na, K, Rb, Cs]$$

৩. গ্রুপ 1 এর সবাই বিজারক হিসেবে কাজ করে।

বৈসাদৃশ্য :

১. একই গ্রুপে উপর থেকে নিচে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সঙ্গে শক্তিস্তরের সংখ্যা বৃদ্ধি পাওয়াতে ধাতুগুলোর আকার বৃদ্ধি পায়। এতে ইলেকট্রনের ওপর নিউক্লিয়াসের নিয়ন্ত্রণ হ্রাস পেতে থাকায় ক্রিয়াশীলতা ক্রমান্বয়ে বৃদ্ধি পায়। যেমন, গ্রুপ 1–এ লিথিয়ামের চেয়ে সোডিয়াম অধিক সক্রিয় আবার পটাসিয়াম সোডিয়াম অপেক্ষা অধিক ক্রিয়াশীল অর্থাৎ এদের রাসায়নিক ক্রিয়াশীলতার ক্রম : Fr > Cs > Rb > K > Na > Li অর্থাৎ, এই গ্রুপের সবগুলো মৌলের সক্রিয়তা একই রকম নয়।

২. 1 নং গ্রুপের উপর হতে নিচের ধাতুগুলোর–

ক. আয়নীকরণ শক্তি বৃদ্ধি পায়,
খ. ইলেকট্রন আসক্তি বৃদ্ধি পায়।

৩. এদের ধাতব বৈশিষ্ট্যও বৃদ্ধি পায়।
ধাতব বৈশিষ্ট্যের ক্রম Fr > Cs > Rb > K > Na > Li

ঘ. গ্রুপ 1 ও 2 এর মৌলসমূহের ধর্ম নিচে উল্লেখ করা হলো :

গ্রুপ 1 মৌলসমূহের ধর্ম :

১. গ্রুপ–1 এর মৌলের সর্ববহিঃস্থ কক্ষপথে 1টি করে ইলেকট্রন বিদ্যমান।
২. এদেরকে ক্ষার ধাতু বলে।
৩. এরা যৌগ গঠনকালে সাধারণত একটি ইলেকট্রন ত্যাগ করে।
৪. 1 নং গ্রুপের মৌলসমূহ অধিক সক্রিয়।
৫. 1 নং গ্রুপের মৌলের আকার 2 নং গ্রুপের মৌলের আকারের চেয়ে বড়।

গ্রুপ-2 মৌলসমূহের ধর্ম :

১. গ্রুপ–2 মৌলের সর্ববহিঃস্থ কক্ষপথে 2টি করে ইলেকট্রন বিদ্যমান।
২. এদেরকে মৃৎক্ষার ধাতু বলে।
৩. এরা যৌগ গঠনকালে সাধারণত দুটি করে ইলেকট্রন দান করে।
৪. গ্রুপ–2 এর মৌলসমূহ গ্রুপ–1 এর মৌলগুলোর চেয়ে অপেক্ষাকৃত কম সক্রিয়।
৫. 2 নং গ্রুপের মৌলের আকার 1 নং গ্রুপের মৌলের আকার অপেক্ষা ছোট।

প্রশ্ন –১৩ ▶ নিচের পর্যায় সারণির অংশটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

		18
		He
		Ne
S	X	$_{18}$Ar
		Kr
		Xe
		Rh

ক. অপধাতু কাকে বলে? ১
খ. পারমাণবিক আকারের সাথে মৌলের রাসায়নিক ধর্মের সম্পর্ক কী? ২

গ. প্রদত্ত খন্ডিত পর্যায় সারণি থেকে মৌলটিকে শনাক্ত কর এবং X ও Ar এর মধ্যকার রাসায়নিক ধর্মের পার্থক্য ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকে প্রদত্ত পর্যায়ের প্রথম মৌলটি কি অবস্থান্তর মৌল? তোমার উত্তরের পক্ষে যুক্তি দাও। ৪

১৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে মৌল ধাতু ও অধাতু উভয় ধর্ম প্রদর্শন করে তাকে অপধাতু বলে।

খ. পযায় সারণির একই পর্যায়ের বাম থেকে ডানদিকে পারমাণবিক আকার হ্রাসের সাথে সাথে মৌলের আয়নিকরণ শক্তি, তড়িৎ ঋণাত্মকতা, ইলেকট্রন আসক্তি ইত্যাদি ধর্ম বৃদ্ধি পায়।

অপরদিকে, একই গ্রুপের উপর থেকে নিচের দিকে পারমাণবিক আকার বৃদ্ধির সাথে সাথে আয়নিকরণ শক্তি, তড়িৎ ঋণাত্মকতা, ইলেকট্রন আসক্তি ইত্যাদি ধর্ম হ্রাস পায়।

গ. উদ্দীপকে পর্যায় সারণির খন্ডিত অংশের X মৌলটি তৃতীয় পর্যায়ের গ্রুপ 17 তে অবস্থিত। অর্থাৎ এর পারমাণবিক সংখ্যা 17। অতএব, এটি ক্লোরিন (Cl)।

Cl (X) ও Ar এর মধ্যকার রাসায়নিক ধর্মের পার্থক্য :

ক্লোরিন (Cl) ও আর্গন (Ar) হলো পর্যায় সারণির তৃতীয় পর্যায়ের গ্রুপ 17 ও 18 এ অবস্থিত মৌল। এদের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :

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

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

ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যায় Cl এর সর্ববহিস্থ শক্তি স্তরে 7টি ইলেকট্রন রয়েছে। আমরা জানি, প্রত্যেক মৌলই তার সর্ববহিস্থ শক্তিস্তরে অষ্টক (octet) বা দ্বৈত (duplet বা duet) পূরণের লক্ষ্যে ইলেকট্রন আদান–প্রদান বা শেয়ার করে। Cl এর অষ্টক পূরণের জন্য সে একটি ইলেকট্রন গ্রহণ বা শেয়ার করে। অন্যদিকে, Ar–এর ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যায় এর সর্বশেষ শক্তিস্তরে ৪টি ইলেকট্রন বিদ্যমান। ফলে এটি অন্য কোনো পরমাণুর সাথে ইলেকট্রন আদান–প্রদান বা শেয়ার করে না। একটি পরমাণুর সবচেয়ে স্থিতিশীল ইলেকট্রন বিন্যাস আর্গনের রয়েছে ফলে এটি রাসায়নিকভাবে নিষ্ক্রিয়। একই কারণে আর্গনের আয়নিকরণ শক্তি ক্লোরিনের চেয়ে বহুগুণ বেশি।

ঘ. উদ্দীপকে প্রদত্ত পর্যায়ের প্রথম মৌলটি হলো সালফার (S) এবং এ মৌলটি অবস্থান্তর মৌল নয়। এর পারমাণবিক সংখ্যা 16 এবং ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :

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

ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যাচ্ছে যে, S মৌলটির ইলেকট্রনসমূহ 3টি কক্ষপথ বা শক্তিস্তরে বিন্যস্ত। সুতরাং এটি পর্যায় 3-এর মৌল, আবার এর সর্ববহিঃস্থ কক্ষপথে 2 + 4 = 6 টি ইলেকট্রন রয়েছে।

আমরা জানি, দুইটি ও তিনটি শক্তিস্তরে ইলেকট্রন বিন্যস্ত কোনো মৌলের ক্ষেত্রে, যদি সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের দুটির বেশি ইলেকট্রন থাকে সেক্ষেত্রে সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের উপস্থিত ইলেকট্রন সংখ্যার সাথে দশ (10) যোগ করে গ্রুপ সংখ্যা নির্ণয় করা সম্ভব।

তাহলে সালফার (S) এর গ্রুপ সংখ্যা, 6 + 10 = 16।

অতএব, মৌলটি পর্যায় সারণিতে ৩য় পর্যায়ের গ্রুপ 16 তে অবস্থিত। অর্থাৎ এটি একটি অধাতু যা ইলেকট্রন গ্রহণ করে বিভিন্ন ধাতুর সঙ্গে আয়নিক যৌগ গঠন করে।

অন্যদিকে, অবস্থান্তর মৌলসমূহ পর্যায় সারণির গ্রুপ 3 থেকে গ্রুপ 11 পর্যন্ত ইলেকট্রন প্রদান করে বিভিন্ন অধাতুর সঙ্গে আয়নিক যৌগ গঠন করে।

অতএব, ভৌত ও রাসায়নিক উভয় ধর্ম বিবেচনায় এবং পর্যায় সারণিতে অবস্থান অনুযায়ী S (সালফার) অবস্থান্তর মৌল নয়।

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

পর্যায় সারণির কোনো একটি গ্রুপের মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা এবং প্রতীক হলো : $_{3}A$, $_{11}B$, $_{19}C$, $_{37}D$

ক. অবস্থান্তর মৌল কাকে বলে? ১

খ. পারমাণবিক সংখ্যাকে পর্যায় সারণির মূল ভিত্তি বলা হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকে বর্ণিত মৌলসমূহ পর্যায় সারণির যে গ্রুপে অবস্থিত সে গ্রুপের মৌলসমূহের ক্ষেত্রে দেখাও যে, আয়নিকরণ শক্তি একটি পর্যায়বৃত্ত ধর্ম। ৩

ঘ. উদ্দীপকে বর্ণিত মৌলসমূহ কেন 17 নং গ্রুপের মৌলসমূহের সাথে আয়নিক যৌগ গঠন করে ব্যাখ্যা কর। ৪

▶◀ ১৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. পর্যায় সারণিতে গ্রুপ–3 থেকে গ্রুপ–11 পর্যন্ত গ্রুপে অবস্থিত মৌলসমূহকে অবস্থান্তর মৌল বলে।

খ. পর্যায় সারণিতে কোনো মৌলের স্থান পারমাণবিক সংখ্যা দ্বারা নির্ধারিত হয় বলে পারমাণবিক সংখ্যাকে পর্যায় সারণির মূল ভিত্তি বলা হয়।

পর্যায় সারণিতে কোনো মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসই মূলত তার রাসায়নিক ধর্মাবলি নির্দেশ করে। আর ইলেকট্রন বিন্যাস নির্ভর করে মৌলের পারমাণবিক সংখ্যার উপর। কারণ কোনো ইলেকট্রন সংখ্যার সমসংখ্যক প্রোটন মৌলের থাকে। আর প্রোটন সংখ্যাই পারমাণবিক সংখ্যা। এ কারণেই পারমাণবিক সংখ্যাকে পর্যায় সারণির মূল ভিত্তি বলে।

গ. উদ্দীপকে বর্ণিত মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা থেকে তাদের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :

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

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

$_{19}C \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$

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

উপরের ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যায় যে, সব পরমাণুরই শেষ কক্ষপথে 1টি ইলেকট্রন বিদ্যমান। অর্থাৎ তারা সবাই গ্রুপ–1 এর মৌল। এদের যোজ্যতা স্তরে একটি ইলেকট্রন থাকায় তা নিউক্লিয়াস দ্বারা দুর্বলভাবে আকৃষ্ট থাকে। এ ইলেকট্রনকে অপেক্ষাকৃত কম শক্তি দ্বারা সহজে অপসারণ করা সম্ভব। আবার একই সাথে এই গ্রুপে যত উপর থেকে নিচের দিকে যাওয়া যায় পরমাণুর আকার বাড়তে থাকায় যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রনের উপর পরমাণুর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ কমতে থাকে। ফলে একই গ্রুপে যতই নিচের দিকে যাওয়া যায় যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন অপসারণ তত সহজ হয় অর্থাৎ কম শক্তি লাগে বলে আয়নিকরণ শক্তির মান কম হয়। সুতরাং, গ্রুপ–1 এ যতই উপর থেকে নিচের দিকে যাওয়া যায় আয়নিকরণ শক্তির মান ততই কমতে থাকে।

অতএব, দেখা যাচ্ছে যে, উদ্দীপকে বর্ণিত মৌলসমূহের ক্ষেত্রে আয়নিকরণ শক্তি একটি পর্যায়বৃত্ত ধর্ম।

ঘ. উদ্দীপকের মৌলসমূহ হলো গ্রুপ–1 এর মৌল। এ গ্রুপের মৌলসমূহের সর্ববহিঃস্থ কক্ষপথে 1টি করে ইলেকট্রন আছে। আর গ্রুপ 17–তে অবস্থিত মৌলসমূহ হলো F, Cl, Br, I। এদের ইলেকট্রন বিন্যাস হলো :

$_{9}F \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^5$

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

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

$_{53}I \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^5$

উপরের ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যায় যে, প্রত্যেক পরমাণুর সর্ববহিস্থ স্তরে 7টি ইলেকট্রন আছে। এরা তীব্র তড়িৎ ঋণাত্মক। তীব্র তড়িৎ ধনাত্মক মৌলের কাছ থেকে এরা সহজে ইলেকট্রন গ্রহণ করে ঋণাত্মক আয়নে পরিণত হয় এবং তীব্র তড়িৎ ঋণাত্মক ধাতু ধনাত্মক আয়নে পরিণত হয়। এভাবে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়ন পরস্পর স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণ দ্বারা আকৃষ্ট হয়ে আয়নিক যৌগ গঠন করে।

সুতরাং, বলা যায় গ্রুপ– 17 এর শেষ কক্ষপথে 7টি ইলেকট্রন অর্থাৎ 1টি ইলেকট্রনের ঘাটতি এবং উদ্দীপকে মৌলসমূহ গ্রুপ– 1 যাদের যোজ্যতাস্তরে একটি ইলেকট্রন থাকায় সহজে ইলেকট্রন দান করতে পারে বলে গ্রুপ– 17 এর মৌলসমূহের সাথে আয়নিক যৌগ গঠন করে।

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

পর্যায় সারণির একটি অংশবিশেষ নিচে দেওয়া হলো। সারণিতে ব্যবহৃত A, B, C, D, X ও Y মৌলের রাসায়নিক প্রতীক নয় কিন্তু এরা ভিন্ন ভিন্ন মৌলকে নির্দেশ করে। A মৌলটি অধিক তড়িৎ ঋণাত্মক।

16	17
X	$_{9}A$
Y	$_{17}B$
	$_{35}C$
	$_{53}D$

ক. মুদ্রাধাতু কাদের বলা হয়? ১

খ. নিষ্ক্রিয় গ্যাসগুলোর নিষ্ক্রিয়তার কারণ ব্যাখ্যা করো। ২

গ. X ও A মৌলের ধাতব ও অধাতব বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. A ও B মৌল দুইটির আকার কীভাবে তাদের আয়নিকরণ শক্তি ও ইলেকট্রন আসক্তিকে প্রভাবিত করে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পর্যায় সারণিতে গ্রুপ–11 তে অবস্থিত তামা (Cu), রুপা (Ag) ও সোনা (Au) এ তিনটি মৌলকে মুদ্রাধাতু বলা হয়।

খ. নিষ্ক্রিয় গ্যাসের নিষ্ক্রিয়তার কারণ হলো তাদের ইলেকট্রন বিন্যাস। পর্যায় সারণিতে গ্রুপ–18 তে অবস্থিত মৌলসমূহকে নিষ্ক্রিয় মৌল বলে। এদের সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তর প্রয়োজনীয় সংখ্যক ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ থাকায় এরা ইলেকট্রন আদান–প্রদান বা শেয়ারের মাধ্যমে যৌগ গঠনে সাধারণত আগ্রহ প্রদর্শন করে না। এ কারণেই বন্ধন গঠনে বা রাসায়নিক বিক্রিয়ার প্রতি এই মৌলসমূহ নিষ্ক্রিয় থাকে।

গ. পর্যায় সারণিতে X ও A দ্বিতীয় পর্যায়ের মৌল।

X গ্রুপ–16 এবং A গ্রুপ–17 তে অবস্থিত। A এর পারমাণবিক সংখ্যা 9। এর ইলেকট্রন বিন্যাস 2, 7 এবং X এর ইলেকট্রন বিন্যাস 2, 6 অর্থাৎ X এর পারমাণবিক সংখ্যা 8।

পর্যায় সারণিতে যে কোনো একটি পর্যায়ের বাম দিকের মৌলগুলো ধাতব প্রকৃতির এবং যতই ডান দিকে যাওয়া যায় মৌলগুলোর ধাতব বৈশিষ্ট্য কমতে থাকে। ছকে প্রদত্ত মৌলগুলোর পারমাণবিক সংখ্যা অনুযায়ী X মৌলটি হলো অক্সিজেন ও A মৌলটি হলো ফ্লোরিন। আমরা জানি, ফ্লোরিন একটি সক্রিয় অধাতু। পর্যায় সারণির দ্বিতীয় পর্যায়ের ডানদিকের দ্বিতীয় মৌল ফ্লোরিন এবং তৃতীয় মৌল অক্সিজেন।

সুতরাং, অক্সিজেন ফ্লোরিন থেকে কম অধাতব বৈশিষ্ট্যের অর্থাৎ X > A।

ঘ. উদ্দীপকের A এবং B মৌলদ্বয়ের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ–

A(9)এর ইলেকট্রন বিন্যাস– $1s^2 2s^2 3p^5$

B(17) এর ইলেকট্রন বিন্যাস– $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায়, A-এর ইলেকট্রন স্তর দুইটি কিন্তু B এর ইলেকট্রন স্তর তিনটি। নতুন ইলেকট্রন স্তর সংযোজন হওয়ায় B মৌলের পারমাণবিক আকার A এর চেয়ে বড় অর্থাৎ A ক্ষুদ্রাকার।

আয়নিকরণ শক্তির উপর আকারের প্রভাব : উদ্দীপকে A ও B দুটি মৌল 17নং গ্রুপের হওয়ায় এরা হ্যালোজেন। হ্যালোজেন মৌলগুলোর আয়নিকরণ শক্তির মান খুবই বেশি। পারমাণবিক আকার বৃদ্ধির সাথে সাথে আয়নিকরণ শক্তির মান A হতে B এর দিকে কমতে থাকে।

B এর তুলনায় A আকার অত্যন্ত ক্ষুদ্রাকার। সেজন্য A পরমাণুর বহিস্থস্তর থেকে ইলেক্রটন অপসারণ করতে যথেষ্ট বেশি শক্তির প্রয়োজন হয়।

ইলেকট্রন আসক্তির উপর আকারের প্রভাব : পারমাণবিক সংখ্যা ও আকার বৃদ্ধির সাথে 17 গ্রুপের মৌলগুলোর ইলেকট্রনের আসক্তি একই শ্রেণির উপর থেকে নিচের দিকে ক্রমান্বয়ে কমতে থাকে। কিন্তু A এর ইলেকট্রন আসক্তি পরবর্তী মৌল B এর চেয়ে কম। এর কারণ A এর অরবিটালের আকার খুব ছোট হওয়ায় এই ক্ষুদ্র পরিসরে নতুন ইলেকট্রন সংযোজিত হলে ইলেকট্রন মেঘের ঘনত্ব বেড়ে যায়।

প্রশ্ন –১৬ ▶ নিচের মৌলগুলোর ইলেকট্রন বিন্যাস লক্ষ কর :

$X(21) \rightarrow [Ar]\ 3d^1\ 4s^2$

$Y(26) \rightarrow [Ar]\ 3d^6\ 4s^2$

$Z(29) \rightarrow [Ar]\ 3d^{10}\ 4s^1$

ক. পর্যায় সারণির তৃতীয় পর্যায়ের কতটি মৌল বিদ্যমান? ১

খ. ম্যান্ডেলিফকে পর্যায় সারণির জনক বলা হয় কেন? ২

গ. পর্যায় সারণিতে X, Y ও Z মৌল তিনটির অবস্থান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উল্লিখিত মৌলগুলোর অবস্থান্তর হওয়ার যৌক্তিকতা তোমার নিজের ভাষায় মূল্যায়ন কর। ৪

১৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পর্যায় সারণির তৃতীয় পর্যায়ে ৮টি মৌল বিদ্যমান।

খ. পর্যায় সারণির উদাবনে বিভিন্ন বিজ্ঞানীর অবদান থাকলেও অবদানের গুরুত্ব বিবেচনা করে ম্যান্ডেলিফকে পর্যায় সারণির জনক বলা হয়।

রাশিয়ান রসায়নবিদ ডিমিট্রি ম্যান্ডেলিফ মৌলসমূহের রাসায়নিক ধর্ম নিয়ে গবেষণা করে 1869 সাল পর্যন্ত আবিষ্কৃত মৌলসমূহের পারমাণবিক ভরের উচ্চ ক্রমানুযারে সাজিয়ে দেখেন একই ধর্মবিশিষ্ট মৌলসমূহ একই কলামে স্থান পায়। এর উপর ভিত্তি করে তিনি পর্যায় সূত্র প্রস্তাব করেন।

গ. উদ্দীপকের X, Y ও Z মৌলসমূহের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :

$X(21) = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^1\ 4s^2$

$Y(26) = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^6\ 4s^2$

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

X মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাসে সর্বোচ্চ শক্তিস্তর সংখ্যা 4।

সুতরাং এটি ৪র্থ পর্যায়ের মৌল। আবার বহিঃস্থ d ও s উপস্তরে মোট 3টি ইলেকট্রন থাকায় এর গ্রুপ হবে 3।

Y মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাসে, সর্বোচ্চ শক্তিস্তর সংখ্যা 4, সুতরাং এটি পর্যায় সারণিতে গ্রুপ 8 এ অবস্থিত।

Z মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাসে সর্বোচ্চ শক্তিস্তর সংখ্যা 4 সুতরাং, এটি ৪র্থ পর্যায়ের মৌল। আবার বহিঃস্থ d ও s অরবিটালে 10টির বেশি ইলেকট্রন হওয়ায় s ও d অরবিটালের মোট ইলেকট্রন সংখ্যা মৌলটির গ্রুপ নির্দেশ করে। তাই Z মৌলটি গ্রুপ 11 তে অবস্থিত।

ঘ. উল্লিখিত মৌলগুলোর অবস্থান্তর মৌল হওয়ার যৌক্তিকতা তাদের ইলেকট্রন বিন্যাসের মধ্যেই নিহিত আছে।

উদ্দীপকে প্রদত্ত মৌলগুলোর ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায় যে, মৌলগুলোর ইলেকট্রনগুলো চারটি শক্তিস্তরে বিন্যস্ত। অর্থাৎ এরা পর্যায় সারণিতে চতুর্থ পর্যায়ের মৌল। এবং তাদের ইলেকট্রন d

উপস্তরে প্রবেশ করেছে। আমরা জানি, পর্যায় 4 থেকে পর্যায় 7 পর্যন্ত যে সকল মৌলের ইলেকট্রন d উপস্তরে প্রবেশ করে তাদের d উপস্তরে প্রবেশকৃত ইলেকট্রন এবং সর্বশেষ কক্ষপথের ইলেকট্রন সংখ্যার সমষ্টি তার গ্রুপ নির্দেশ করে। এ হিসাবে, 'গ' থেকে দেখা যায় X, Y ও Z মৌলগুলি যথাক্রমে 3, 8 ও 11 নং গ্রুপে অবস্থিত। আমরা জানি, পর্যায় সারণিতে 3 থেকে 11 পর্যন্ত গ্রুপে অবস্থিত মৌলসমূহকে অবস্থান্তর মৌল বলে।

এ কারণেই উদ্দীপকে উল্লেখিত মৌলগুলি অবস্থান্তর মৌল। অর্থাৎ এদের অবস্থান্তর মৌল হওয়ার যৌক্তিকতা এদের ইলেকট্রন বিন্যাস।

প্রশ্ন –১৭ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

মৌল	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar

ক. পর্যায় সারণির কোন গ্রুপের মৌলগুলোকে ক্ষারধাতু বলে? ১

খ. ম্যান্ডেলিফকে পর্যায় সারণির জনক বলা হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের ছকের তৃতীয় এবং অষ্টম মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস দেখিয়ে পর্যায় সারণিতে এদের অবস্থান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের মৌলগুলোর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বামদিক থেকে ডান দিকে কমে যায় কেন? বিশ্লেষণ কর। ৪

১৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পর্যায় সারণির গ্রুপ–1 এর মৌলসমূহকে ক্ষারধাতু বলা হয়।

খ. পর্যায় সারণি উদাবনে বিভিন্ন বিজ্ঞানীর অবদান থাকলেও অবদানের গুরুত্ব বিবেচনা করে ম্যান্ডেলিফকে পর্যায় সারণির জনক বলা হয়।

রাশিয়ান রসায়নবিদ ডিমিট্রি ম্যান্ডেলিফ মৌলসমূহের রাসায়নিক ধর্ম নিয়ে গবেষণা করে 1869 সাল পর্যন্ত আবিষ্কৃত মৌলসমূহকে পারমাণবিক ভরের উচ্চক্রম অনুসারে সাজিয়ে দেখেন একই ধর্মবিশিষ্ট মৌলসমূহ একই কলামে স্থান পায়। এর ভিত্তিতে তিনি পর্যায় সূত্র প্রস্তাব করেন।

গ. উদ্দীপকের ছকের তৃতীয় এবং অষ্টম মৌল হলো যথাক্রমে অ্যালুমিনিয়াম (Al) এবং আর্গন (Ar)। মৌলদ্বয়ের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ–

Al (13) $\longrightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$

Ar (18) $\longrightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

পর্যায় সারণিতে কোনো মৌলের অবস্থান তার ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে বোঝা যায়। কোনো মৌলের যতটি শক্তিস্তরে ইলেকট্রন বিন্যস্ত থাকে, শক্তিস্তরের সে সংখ্যাই হলো ঐ মৌলের পর্যায় সংখ্যা। উদ্দীপকের উভয় মৌলের ইলেকট্রন তিনটি শক্তিস্তরে বিন্যস্ত। সুতরাং উদ্দীপকের মৌলদ্বয় অর্থাৎ অ্যালুমিনিয়াম (Al) ও আর্গন (Ar) উভয়ের পর্যায় সংখ্যা 3। অতএব, এরা তৃতীয় পর্যায়ের মৌল।

অনুরূপভাবে, সাধারণত (কিছু ব্যতিক্রম ব্যতীত) সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে অবস্থিত ইলেকট্রন সংখ্যাই কোনো নির্দিষ্ট পর্যায়ে উক্ত মৌলের গ্রুপ বা শ্রেণিসংখ্যা নির্দেশ করে। উদ্দীপকের অ্যালুমিনিয়ামের সর্বশেষ কক্ষপথে 3টি এবং আর্গনের সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে 8টি ইলেকট্রন থাকে। এজন্য, অ্যালুমিনিয়াম (Al) এবং আর্গনের (Ar) গ্রুপ বা শ্রেণিসংখ্যা যথাক্রমে 13 এবং 18।

সুতরাং, উদ্দীপকের তৃতীয় মৌল অ্যালুমিনিয়ামের (Al) অবস্থান তৃতীয় পর্যায়ের 13নং গ্রুপে এবং অষ্টম মৌল আর্গনের (Ar) অবস্থান তৃতীয় পর্যায়ের 18নং গ্রুপে।

ঘ. উদ্দীপকের ছকে উল্লেখিত মৌলগুলোর দ্বারা পর্যায় সারণির তৃতীয় পর্যায়ে অবস্থিত মৌলগুলোকে বোঝানো হয়েছে।

পর্যায় সারণিতে একই পর্যায়ে যতই বামদিক থেকে ডানদিকে যাওয়া যায় ততই পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধি পেতে থাকে। পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে মৌলের পরমাণুতে ইলেকট্রন সংখ্যা বৃদ্ধি পেতে থাকে কিন্তু শেল সংখ্যা বাড়ে না। যার ফলে কেন্দ্রে অবস্থিত ধণাত্মক চার্জবিশিষ্ট নিউক্লিয়াসের প্রতি বহিঃস্থ শক্তিস্তরে অবস্থিত ইলেকট্রনের আকর্ষণ বৃদ্ধি পায়। যার ফলে মৌলসমূহের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ তার পারমাণবিক সংখ্যার বৃদ্ধি সাথে সাথে কমে যেতে থাকে। এজন্য পর্যায় সারণির তৃতীয় পর্যায়ের মৌলসমূহের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বামদিক থেকে ডানদিকে ক্রমান্বয়ে কমতে থাকে। উদ্দীপকের ছকের মৌলসমূহের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ ক্রম নিম্নরূপ–

মৌল : Na > Al > Si > P > S > Cl > Ar

পারমাণবিক ব্যাসার্ধ (nm)

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

মৌল	পারমাণবিক
A	6
B	8
C	11
D	11

E	17

?

ক. কোন ধাতুটি ছুরি দিয়ে কাটা যায়? ১

খ. হ্যালোজেন বলতে কী বোঝ? ২

গ. উদ্দীপকের C ও E দ্বারা গঠিত যৌগ পানিতে দ্রবীভূত হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের A, B এবং D যৌগত্রয়ের ভৌতধর্মের ভিন্নতার কারণ– বিশ্লেষণ কর। ৪

১৮নং প্রশ্নের উত্তর

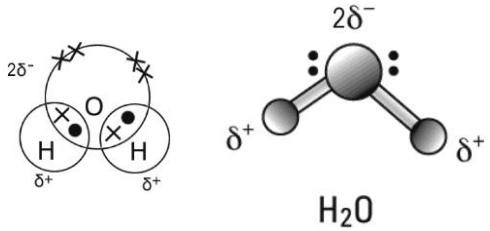
ক. সোডিয়াম ধাতুটি ছুরি দিয়ে কাটা যায়।

খ. পর্যায় সারণির গ্রুপ–17 তে অবস্থিত পাঁচটি মৌল (F, Cl, Br, I এবং At) কে একত্রে হ্যালোজেন বলে।

হ্যালোজেন শব্দের অর্থ লবণ গঠনকারী। এরা সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে একটি ইলেকট্রন গ্রহণের মাধ্যমে হ্যালাইড আয়ন তৈরি কর। এরা নিজেদের মধ্যে ইলেকট্রন ভাগাভাগির মাধ্যমে দ্বি–মৌল অণু গঠন করে।

গ. উদ্দীপকের সারণিতে উল্লেখিত C মৌলটি হলো '11' পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট মৌল সোডিয়াম (Na) এবং E মৌলটি হলো '17' পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট মৌল ক্লোরিন (Cl)। সুতরাং, C ও E দ্বারা গঠিত যৌগটি হবে সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) যা একটি আয়নিক যৌগ।

আয়নিক যৌগের ধনাত্মক ও ঋণাত্মক প্রান্ত থাকে। আয়নিক যৌগের ধণাত্মক প্রান্ত পানির ঋণাত্মক অক্সিজেন প্রান্ত দ্বারা আকর্ষিত হয় এবং আয়নিক যৌগের ঋণাত্মক প্রান্ত পানির ধনাত্মক হাইড্রোজেন প্রান্ত দ্বারা আকর্ষিত হয়। এজন্য, সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) পানিতে দ্রবীভূত হয়।



H_2O

সুতরাং, উদ্দীপকের C(Na) ও E(Cl) দ্বারা গঠিত NaCl যৌগটি পানিতে দ্রবণীয়।

ঘ. উদ্দীপকের A, B এবং D মৌল তিনটি হলো যথাক্রমে '6', '8' এবং '14' পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট মৌল যথাক্রমে কার্বন (C), অক্সিজেন (O) এবং সিলিকন (Si)। সুতরাং, AB_2 এবং DB_2 যৌগদ্বয় যথাক্রমে কার্বন ডাইঅক্সাইড (CO_2) এবং সিলিকন ডাইঅক্সাইড (SiO_2)।

মধ্যকার আন্তঃআণবিক আকর্ষণ শক্তি অনেক কম থাকে। তাই, সাধারণ তাপমাত্রায় CO_2 গ্যাসীয় পদার্থ।

আবর, সিলিকন ডাইঅক্সাইডের অণুসমূহের বন্ধন শক্তি অনেক বেশি হওয়ায় এটি সাধারণ তাপমাত্রায় কঠিন অবস্থায় থাকে। তাই, সাধারণ তাপমাত্রায় উদ্দীপকের AB_2 যৌগ তথা CO_2 গ্যাসীয় হলেও DB_2 তথা SiO_2 যৌগটি কঠিন অবস্থায় থাকে।

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

F, Cl, Br, I

ক. প্রকৃতিতে কয়টি মৌল পাওয়া যায়? ১

খ. সোডিয়ামকে ক্ষারধাতু বলা হয় কেন? ২

গ. ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখাও যে, উদ্দীপকের মৌলগুলো একযোজী। ৩

ঘ. উদ্দীপকে উল্লেখিত মৌলগুলো যে গ্রুপে অবস্থিত সেই গ্রুপের উপর থেকে নিচের দিকের মৌলগুলোর শক্তিস্তর ও নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ পর্যায়ক্রমে বৃদ্ধি পায়– বিশ্লেষণ কর। ৪

১৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সর্বশেষ স্বীকৃত 114টি মৌলের মধ্যে 98টি মৌল প্রকৃতিতে পাওয়া যায়।

খ. অন্যান্য ক্ষারধাতুসমূহের ন্যায় সোডিয়াম তার সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে অবস্থিত একমাত্র ইলেকট্রনটি অধাতুকে প্রদান করে আয়নিক লবণ তৈরি করে বিধায় সোডিয়ামকে ক্ষারধাতু বলা হয়।

সোডিয়াম পর্যায় সারণির গ্রুপ–1 এ অবস্থিত। এটি পানির সাথে বিক্রিয়া করে ক্ষার (সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড) দ্রবণ ও হাইড্রোজেন গ্যাস তৈরি। এজন্য, সোডিয়ামকে ক্ষারধাতু বলে।

গ. উদ্দীপকের মৌলগুলোর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ–

$F(9) \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^5$
$Cl(17) \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ \ 3s^2\ 3p^5$
$Br(35) \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ \ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^5$
$I\ (53) \rightarrow 1s^2\ 2s^2 2p^6\ \ \ 3s^2 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^{10}\ 5s^2\ 5p^5$

কোনো মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস সর্বশেষ কক্ষপথে যত সংখ্যক ইলেকট্রন থাকে বা যত সংখ্যক বেজোড় ইলেকট্রন থাকে তাকে মৌলের যোজনী বা যোজ্যতা বলে। কোনো অধাতব মৌল তার অষ্টক পূরণের জন্য যত সংখ্যক ইলেকট্রন গ্রহণ করে সে সংখ্যাকেও ঐ মৌলের যোজ্যতা বলে।

উদ্দীপকের মৌলগুলোর ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায় যে, তাদের প্রত্যেকের সর্ববহিঃস্থ স্তরে 7টি ইলেকট্রন বিদ্যমান। সুতরাং এদের অষ্টক পূরণের জন্য প্রত্যেকটি মৌলের একটি করে ইলেকট্রন গ্রহণ করা প্রয়োজন অর্থাৎ এরা প্রত্যেকেই একযোজী মৌল।সুতরাং ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায় যে, উদ্দীপকের মৌলগুলো একযোজী।

ঘ. উদ্দীপকের মৌলগুলোর পর্যায় সারণির 17নং গ্রুপে অবস্থিত। পর্যায় সারণিতে কোনো গ্রুপের উপর থেকে নিচের দিকে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে শক্তিস্তরের সংখ্যা তথা নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ পর্যায়ক্রমে বৃদ্ধি পায়।

পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির অর্থ নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক আধানের বৃদ্ধি। একই গ্রুপের যতই উপর থেকে নিচের দিকে যাওয়া যায়, ততই ইলেকট্রনের এক একটি নতুন স্তর যুক্ত হয়, ফলে পারমাণবিক আকার তথা নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি পায়। গ্রুপ–17 মৌলসমূহের ক্ষেত্রে–

মৌল	ইলেকট্রন বিন্যাস	পারমাণবিক ব্যাসার্ধ (Å)
F	2, 7	
Cl	2, 8, 7	0.97
Br	2, 8, 18, 7	
I	2, 8, 18, 18, 7	

সুতরাং, উপরিউক্ত ছক থেকে দেখা যায় যে, উদ্দীপকের মৌলসমূহের গ্রুপের উপর থেকে নিচের দিকের মৌলগুলোর শক্তিস্তরে ও নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ পর্যায়ক্রমে বাড়তে থাকে।

প্রশ্ন –২০ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

a – 2, a – 1, a, a + 1, a + 2 এখানে a এর বাইরের স্তর 8টি ইলেকট্রন থাকে এবং a ৩য় পর্যায়ের মৌল।

ক. মুদ্রাধাতু কী? ১

খ. আধুনিক পর্যায় সারণির উল্লেখযোগ্য দুইটি বৈশিষ্ট্য লিখ। ২

গ. a + 2 কোন শ্রেণি এবং কোন পর্যায় ব্যাখ্যা
কর। ৩

ঘ. a + 1 এবং a + 2 মৌলের মধ্যে কোনটির গলনাঙ্ক বেশি এবং কেন? বিশ্লেষণ কর। ৪

২০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পর্যায় সারণির গ্রুপ-1 তে অবস্থিত মৌলত্রয় যথাক্রমে তামা, রূপা ও সোনাকে একত্রে মুদ্রা ধাতু বলা হয়।

খ. আধুনিক পর্যায় সারণির উল্লেখযোগ্য দুইটি বৈশিষ্ট্য নিম্নরূপ–

i. পর্যায় সারণিত 7টি পর্যায় বা আনুভূমিক সারি (row) ও 18টি গ্রুপ বা খাড়া স্তম্ভ (Column) রয়েছে।

ii. প্রতিটি পর্যায় বামদিক থেকে গ্রুপ–1 হিসেবে শুরু করে গ্রুপ–18 পর্যন্ত বিস্তৃত।

গ. উদ্দীপকের a + 2 তে a–এর বাইরের স্তরে 4টি ইলেকট্রন থাকে এবং a তৃতীয় পর্যায়ের মৌল। উদ্দীপকের a মৌলটি হলো সিলিকন (Si)। সিলিকনের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ–

$$Si\ (14) \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2 3p^2$$

এখন, a + 2 হবে a–এর দুই ঘর ডানের মৌলটি তথা S_{16}। মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ–

$$S(16) \rightarrow 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2 3p^4$$

এখানে, মৌলটি তৃতীয় পর্যায়ভুক্ত এবং সর্বশেষ শক্তিস্তরে 6টি ইলেকট্রন থাকে। যদি সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে দুটির বেশি ইলেকট্রন থাকে সেক্ষেত্রে সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে অবস্থিত ইলেকট্রনের সংখ্যার সাথে 10 যোগ করে মৌলটির গ্রুপ সংখ্যা নির্ণয় করা হয়।

সুতরাং, (a + 2) মৌলটি তৃতীয় পর্যায় এবং 16 শ্রেণিভুক্ত।

ঘ. উদ্দীপকের (a + 1) এবং (a + 2) মৌলদ্বয় যথাক্রমে '15' ও '16' পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট মৌল ফসফরাস (P) এবং সালফার (s)।

একই পর্যায়ের বামদিক থেকে ডানদিকে গলনাংক বৃদ্ধি পাচ্ছে অর্থাৎ ফসফরাস (P) থেকে সালফারের (S) গলনাংক বেশি। পর্যায় সারণির বাম দিক থেকে ডানদিকে অর্থাৎ গ্রুপ–1 থেকে গ্রুপ–

17 পর্যন্ত মৌলসমূহের গলনাংক প্রথমে বৃদ্ধি পেয়ে (ধাতু পর্যন্ত) পরবর্তীতে আবার (অধাতু থেকে) হ্রাস পায়।

এর কারণ হলো, একই পর্যায়ের বামদিক থেকে ডানদিক গেলে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে প্রোটন সংখ্যা বৃদ্ধির ফলে ইলেকট্রনসমূহ আরও বেশি নিউক্লিয়াস কর্তৃক আকর্ষিত হয়। এর ফলে পারমাণবিক ব্যাসার্ধ হ্রাস পায়। পারমাণবিক ব্যাসার্ধ হ্রাস পেলে আন্তঃআণবিক শক্তি বৃদ্ধি পায়। এর ফলে আন্তঃআণবিক শক্তিকে অতিক্রম করে মৌলটির গলতে আরও বেশি তাপমাত্রায় প্রয়োজন হয়।

এজন্য, (a + 1) ও (a + 2) মৌলদ্বয়ের মধ্যে (a + 2) মৌলের গলনাংক বেশি।

প্রশ্ন –২১ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

মিসেস ববি সরকারি মাধ্যমিক বিদ্যালয়ের একজন প্রধান শিক্ষিকা। তিনি শিক্ষার্থীদের নিকট বললেন যে, হাইড্রোজেন মৌলটি পর্যায় সারণির গ্রুপ–1 এ অবস্থিত হলেও এটিকে গ্রুপ–17 তে স্থান দেওয়ার পক্ষেও কিছু যৌক্তিক কারণ রয়েছে।

ক. পর্যায় সূত্রটি লিখ। ১

খ. নিষ্ক্রিয় গ্যাসের নিষ্ক্রিয়তার কারণ কী? ২

গ. উদ্দীপকে উল্লেখিত মৌলটির গ্রুপ–1– এ অবস্থান দেওয়ার পক্ষে যুক্তিসমূহ ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের উল্লেখিত মৌলটির গ্রুপ–17 তে স্থান দেওয়ার পক্ষে যৌক্তিক কারণসমূহ বিশ্লেষণ কর। ৪

২১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ম্যান্ডেলিফের সংশোধিত পর্যায় সূত্রটি হলো– "মৌলসমূহের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মাবলি তাদের পারমাণবিক সংখ্যা অনুযায়ী পর্যায়ক্রমে আবর্তিত হয়।"

খ. নিষ্ক্রিয় গ্যাসের নিষ্ক্রিয়তার কারণ হলো তাদের স্থিতিশীল দ্বিত বা অষ্টকপূর্ণ ইলেকট্রন বিন্যাস।

পর্যায় সারণির গ্রুপ–18 তে অবস্থিত নিষ্ক্রিয় মৌলসমূহের সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তর প্রয়োজনীয় সংখ্যক ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ থাকায় এরা ইলেকট্রন আদান–প্রদান বা শেয়ারের মাধ্যমে যৌগ গঠনে সাধারণত আগ্রহ প্রদর্শন করে না। এজন্য বন্ধন গঠনে বা রাসায়নিক বিক্রিয়ার প্রতি এই মৌলসমূহ নিষ্ক্রিয় থাকে।

গ. উদ্দীপকে উল্লেখিত মৌলটি বলতে হাইড্রোজেনকে বোঝানো হয়েছে। হাইড্রোজেনকে গ্রুপ–1 এ স্থান দেওয়ার পক্ষে যুক্তিসমূহ নিম্নে ব্যাখ্যা করা হলো–

ইলেকট্রনীয় কাঠামো : গ্রুপ–1 এর মৌলসমূহের ন্যায় হাইড্রোজেনের সর্ববহিঃস্থ স্তরে একটি মাত্র ইলেকট্রন বিদ্যমান।

$$H(1) \rightarrow 1s^1,\ Li(3) \rightarrow 1s^2\ 2s^1$$

যোজ্যতা : হাইড্রোজেনের বেশিরভাগ যৌগে এর যোজ্যতা এক। গ্রুপ–1 এর ধাতুসমূহের ক্ষেত্রেও যোজ্যতা 1 হওয়ায় হাইড্রোজেনকে গ্রুপ–1 এ অবস্থান দেওয়া উচিত।

তড়িৎ ধনাত্মকতা : গ্রুপ–1 এর ক্ষারধাতুসমূহের ন্যায় হাইড্রোজেন তীব্র তড়িৎ ধনাত্মক মৌল। গ্রুপ–1 এর মৌলসমূহ থেকে একটি ইলেকট্রন অপসারণে যেরূপ একক ধনাত্মক আয়নের সৃষ্টি হয় সেরূপে হাইড্রোজেনও একক ধনাত্মক আয়নে পরিণত হয়।

$$Na^- - e^- \rightarrow Na^+ \qquad H - e^- \rightarrow H^+$$

সুতরাং, উপরিউক্ত আলোচনা থেকে বলা যায় যে, হাইড্রোজেনকে গ্রুপ–1 এ স্থান দেওয়া উচিত।

ঘ. উদ্দীপকের হাইড্রোজেন মৌলটিকে গ্রুপ–VII এ তথা হ্যালোজেন গ্রুপে স্থান দেওয়ার পক্ষে যৌক্তিক কারণসমূহ নিচে বিশ্লেষণ করা হলো–

পারমাণবিক সংখ্যার ক্রম : হাইড্রোজেন এবং হিলিয়ামের পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 1 ও 2। তাই হাইড্রোজেন ও হিলিয়ামের মাঝে অন্য কোনো মৌল থাকতে পারে না। এজন্য, হাইড্রোজেনকে হিলিয়ামের ঠিক পূর্বে গ্রুপ–17 তে স্থান দেওয়া উচিত।

পরমাণুকত্ব : গ্রুপ–17 এর মৌল ফ্লোরিন ও ক্লোরিনের ন্যায় সাধারণ তাপমাত্রায় হাইড্রোজেন গ্যাসটিও দ্বিপরমাণুক।

অধাতব ধর্ম : গ্রুপ–17 এর হ্যালোজেনসমূহের ন্যায় হাইড্রোজেনও একটি গ্যাসীয় অধাতব মৌল।

যোজ্যতা : হ্যালোজেনসমূহের মতে হাইড্রোজেনও একযোজী।

অতএব, বলা যায় যে, উদ্দীপকের হাইড্রোজেন মৌলটির 17নং গ্রুপে অবস্থানের পক্ষে যথেষ্ট যৌক্তিকতা রয়েছে।