

১.

মৌল	শেষ স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস	পর্যায়
A	$ns^2 np^5$	২য়
B	ns^1	৩য়
C	ns^1	৪র্থ

[এখানে, A, B, C প্রতীকী অর্থে, ব্যবহৃত কোনো মৌলের প্রতীক নয়।]

[ঢাকা বোর্ড ২০২৪]

(ক) ভরসংখ্যা কাকে বলে?

(খ) ইথিন ও বিউটিন এর স্থূল সংকেত একই – ব্যাখ্যা কর।

(গ) A ও C মৌল দ্বারা গঠিত যৌগের বন্ধন গঠন চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

(ঘ) B ও C একই গ্রুপের মৌল – যথাযথ সমীকরণসহ ব্যাখ্যা কর।

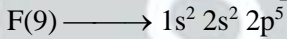
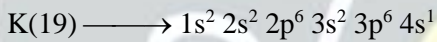
১ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) কোনো পরমাণুতে উপস্থিত প্রোটন ও নিউট্রন সংখ্যার যোগফলকে ঐ পরমাণুর ভরসংখ্যা বলা হয়।

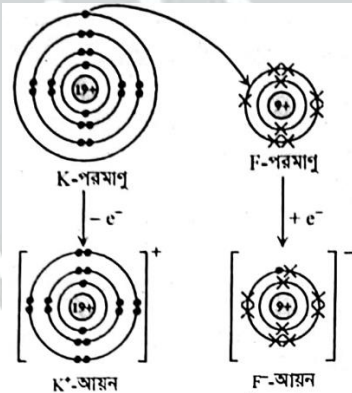
(খ) ইথিন ($CH_2 = CH_2$ বা C_2H_4) ও বিউটিন ($CH_3 - CH_2 - CH = CH_2$ বা C_4H_8) এর স্থূল সংকেত একই। কারণ C_2H_4 ও C_4H_8 উভয় যৌগের পরমাণু সংখ্যার অনুপাত C : H = 1 : 2। ফলে উভয়ের স্থূল সংকেত একই (CH_2) হয়।

(গ) উদ্দীপকের তথ্যমতে, A ও C মৌলদ্বয় যথাক্রমে F ও K এবং এদের দ্বারা গঠিত যৌগ KF। নিচে KF যৌগের বন্ধন গঠন চিত্রসহ বর্ণনা করা হলো-

K ও F পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ-



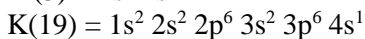
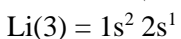
K পরমাণু তার সর্ববহিঃস্থ $4s^1$ শক্তিস্তরের একটি ইলেকট্রন ত্যাগ করে নিকটস্থ নিষ্ক্রিয় গ্যাস আর্গনের স্থিতিশীল অষ্টক কাঠামো লাভ করে এবং K^+ আয়নে পরিণত হয়। অপরদিকে F পরমাণু তার সর্ববহিঃস্থ ২য় শক্তিস্তরে 1টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে নিয়নের স্থিতিশীল অষ্টক কাঠামো লাভ করে এবং F^- আয়নে পরিণত হয়। এভাবে সৃষ্ট K^+ ও F^- আয়নদ্বয় বিপরীত আধানযুক্ত হওয়ায় তারা পরস্পর স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণ শক্তির দ্বারা যুক্ত হয়ে KF আয়নিক যৌগ গঠন করে।



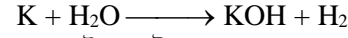
চিত্র : আয়নিক বন্ধনের মাধ্যমে KF যৌগ গঠন প্রক্রিয়া

(ঘ) উদ্দীপকের তথ্যমতে, B ও C মৌলদ্বয় যথাক্রমে Li ও K। Li ও K একই গ্রুপের মৌল। নিচে যথাযথ সমীকরণসহ ব্যাখ্যা করা হলো-

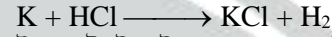
Li ও K এর ইলেকট্রন বিন্যাস-



ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যাচ্ছে, এদের যোজ্যতা স্তরে একই সংখ্যক ইলেকট্রন আছে। এরা উভয়েই পানির সাথে বিস্ফোরণসহ বিক্রিয়া করে তীব্র ক্ষার LiOH এবং KOH তৈরি করে।



আবার উভয় মৌল লঘু HCl এর সাথে বিক্রিয়া করে H_2 গ্যাস তৈরি করে।

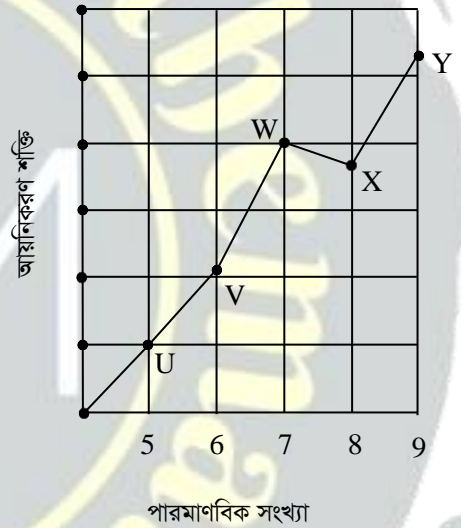


উভয় মৌলই হাইড্রোজেনের সাথে বিক্রিয়া করে ধাতব হাইড্রাইড তৈরি করে।



এরা উভয়েই বিজারক পদার্থ। এসব বৈশিষ্ট্য থেকে বলা যায়, Li ও K একই গ্রুপের মৌল।

২.



[এখানে U, V, W, X এবং Y প্রতীকী অর্থে]

[চট্টগ্রাম বোর্ড ২০২৪]

(ক) আয়ন কাকে বলে?

(খ) রূবিডিয়ামকে ক্ষার ধাতু বলা হয় কেন?

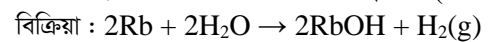
(গ) ইলেকট্রন বিন্যাসের মাধ্যমে 'Y' মৌলটির গ্রুপ ও পর্যায় নির্ণয় কর।

(ঘ) উদ্দীপকের মৌলগুলোর আয়নিকরণ শক্তির ক্রম শুধু উল্লেখ না হওয়ার কারণ বিশ্লেষণ কর।

২ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) রাসায়নিক বিক্রিয়ার সময় যেসব পরমাণু বা পরমাণুগুচ্ছ (মূলক) এক বা একাধিক ইলেকট্রন গ্রহণ বা বর্জনের মাধ্যমে ঋণাত্মক বা ধনাত্মক চার্জগ্রস্ত হয়, তাদেরকে আয়ন বলা হয়।

(খ) রূবিডিয়াম (Rb) কে ক্ষারধাতু বলা হয়। কারণ এটি গ্রুপ-1 এ অবস্থিত মৌল এবং পানির সাথে বিক্রিয়া করে তীব্র ক্ষার (RbOH) তৈরি করে।



ধাতু পানি ক্ষার

(গ) উদ্দীপকের লেখচিত্র হতে, Y মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা 9। নিচে ইলেকট্রন বিন্যাসের সাহায্যে Y মৌলের গ্রুপ ও পর্যায় নির্ণয় করা হলো-

৯ পারমাণবিক সংখ্যা বিশিষ্ট মৌল F, যার ইলেকট্রন বিন্যাস,
 $F(9) = 1s^2 2s^2 2p^5$

ইলেকট্রন বিন্যাস ২টি স্তরে বিন্যস্ত। এজন্য F মৌলটি ২য় পর্যায়ের মৌল। সর্বশেষ ইলেকট্রন p অরবিটালে যায় বলে

গ্রুপ = 10 + যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন = 10 + 7 = 17

সুতরাং, F মৌলটি ২য় পর্যায়ের গ্রুপ-17 তে অবস্থিত।

(ঘ) উদ্দীপকের U, V, W, X, Y মৌলগুলো যথাক্রমে B, C, N, O ও F। কেননা লেখচিত্র হতে, 5, 6, 7, 8, 9 পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট মৌলগুলো B, C, N, O, F মৌলগুলোর আয়নিকরণ শক্তি শুধু উর্ধ্বমুখী না হওয়ার কারণ নিচে বিশ্লেষণ করা হলো-

গ্যাসীয় অবস্থায় কোনো মৌলের 1 মোল বিচ্ছিন্ন পরমাণুর সর্ববহিঃস্থ স্তর থেকে একটি করে 1 মোল ইলেকট্রন অসীম দূরত্বে অপসারণ করে 1 মোল ধনাত্মক আয়নে পরিণত করতে যে পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হয় তাকে আয়নিকরণ পটেনসিয়াল বা আয়নিকরণ শক্তি বলে।

জানা আছে, আয়নিকরণ শক্তি একটি পর্যায়বৃত্ত ধর্ম। যেকোনো পর্যায়ে যতই ডানদিকে যাওয়া যায় অর্থাৎ পারমাণবিক সংখ্যা যতই বাড়ে আয়নিকরণ শক্তি ততই বেড়ে যায়। কারণ পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে কেন্দ্রের সাথে সর্ববহিঃস্থ ইলেকট্রনের আকর্ষণ বেড়ে যায়। ফলে সর্ববহিঃস্থ একটি ইলেকট্রন অপসারণ করতে বেশি শক্তির প্রয়োজন হয়। অর্থাৎ আয়নিকরণ শক্তির মান বেশি হয়। উদ্দীপকের B, C ও N এর আয়নিকরণ শক্তি উর্ধ্বক্রমে বৃদ্ধি পেলেও O এর ক্ষেত্রে নিম্নমুখী হয়ে পুনরায় উর্ধ্বমুখী হয়েছে। এক্ষেত্রে N এর আয়নিকরণ শক্তি O অপেক্ষা বেশি হয়েছে। কারণ অক্সিজেন ও নাইট্রোজেনের ইলেকট্রন বিন্যাস নিয়ে পাই-

$N(7) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$; I.P. = 1403 kJ mol⁻¹

$O(8) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$; I.P. = 1314 kJ mol⁻¹

অক্সিজেনের ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে একটি ইলেকট্রন অপসারণ করলে ইলেকট্রন বিন্যাস দাঁড়ায় $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ । একক ধনাত্মক চার্জযুক্ত অক্সিজেন O⁺ আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে অর্ধপূর্ণ 2p অরবিটালসমূহ থাকায় তা তুলনামূলকভাবে অধিকতর স্থিতিশীল। ফলে অক্সিজেনের আয়নিকরণ বিভব তুলনামূলকভাবে কম। অন্যদিকে নাইট্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস হচ্ছে $N(7) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$, যা তিনটি অর্ধপূর্ণ 2p অরবিটালের কারণে তুলনামূলকভাবে স্থিতিশীল। এটি থেকে একটি ইলেকট্রন অপসারণ করলে এ স্থিতিশীলতা ভঙ্গ হয়। ফলে নাইট্রোজেনের আয়নিকরণ বিভব স্বাভাবিক অপেক্ষা কিছু বেশি হয়। এ কারণে নাইট্রোজেনের অপেক্ষা অক্সিজেনের পারমাণবিক সংখ্যা বেশি হলেও নাইট্রোজেনের আয়নিকরণ শক্তি অক্সিজেনের প্রথম আয়নিকরণ শক্তি অপেক্ষা বেশি।

অর্থাৎ N > O

এজন্য উদ্দীপকের মৌলগুলোর আয়নিকরণ শক্তির ক্রম শুধু উর্ধ্বমুখী হয় না।

৩.

পারমাণবিক সংখ্যা	6	9	12
মৌল	X	Y	Z

[X, Y, Z প্রচলিত মৌলের প্রতীক নয়।]

[বরিশাল বোর্ড ২০২৪]

(ক) চর্বি কাকে বলে?

(খ) হাইড্রোজেন ফুয়েল সেলে কীভাবে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয়? ব্যাখ্যা কর।

(গ) উদ্দীপকের 'X' মৌলের অক্সাইড গঠনের ক্ষেত্রে অষ্টক নিয়ম মানা হয় - ব্যাখ্যা কর।

(ঘ) উদ্দীপকের মৌলগুলোর মধ্যে 'Y' মৌলের আয়নিকরণ শক্তির মান সবচেয়ে বেশি - যুক্তি দাও।

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) উচ্চতর ফ্যাটি এসিড ও গ্লিসারিনের ট্রাই এস্টার, যা কঠিন অবস্থায় থাকে তাকে চর্বি বলে।

(খ) হাইড্রোজেন ফুয়েল সেলে H₂ গ্যাস ধাতব প্রভাবক দ্বারা শোষিত হয়ে তড়িৎ বিশ্লেষ্য KOH দ্রবণের সংস্পর্শে আসলে অ্যানোডে H₂ এর জারণ ঘটে। ক্যাথোডে O₂ বিজারিত হয়।

অ্যানোডে জারণ : $2H_2(g) + 4OH^-(aq) \rightarrow 4H_2O(l) + 4e^-$

ক্যাথোডে বিজারণ : $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$

সামগ্রিক কোষ বিক্রিয়া : $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$

এভাবে অ্যানোড ও ক্যাথোডের দ্রবণে ইলেকট্রন আদান-প্রদানের মাধ্যমে ফুয়েল সেলে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয়।

(গ) উদ্দীপকের তথ্যমতে, X হলো কার্বন (C)। C এর অক্সাইড হলো CO₂। CO₂ যৌগ গঠনের ক্ষেত্রে অষ্টক নিয়ম মানা হয়। নিচে তা ব্যাখ্যা করা হলো-

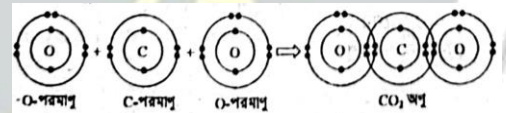
অণু গঠনকালে কোনো মৌল ইলেকট্রন গ্রহণ, বর্জন অথবা শেয়ারের মাধ্যমে তার সর্বশেষ শক্তিস্তরে ৪টি (৮) করে e⁻ ধারণের মাধ্যমে নিকটস্থ নিষ্ক্রিয় গ্যাসের ইলেকট্রন বিন্যাস লাভ করাকে অষ্টক নিয়ম বলা হয়।

CO₂ যৌগের গঠন :

⁶C-এর ইলেকট্রন বিন্যাস : $1s^2 2s^2 2p^2$

⁸O-এর ইলেকট্রন বিন্যাস : $1s^2 2s^2 2p^4$

CO₂ যৌগ গঠনের সময় কোনো পরমাণুর পক্ষে ইলেকট্রন ত্যাগ করা সম্ভব নয় বলে উভয় পরমাণু পরস্পরের সাথে ইলেকট্রন শেয়ারের মাধ্যমে সমযোজী বন্ধন গঠন করে। একটি C পরমাণুর 4টি যোজ্যতা ইলেকট্রনের সাথে 2টি O পরমাণু তাদের যোজ্যতা স্তরের 2টি করে ইলেকট্রন শেয়ার করে সমযোজী বন্ধনের মাধ্যমে CO₂ যৌগ গঠন করে। CO₂ এর অণুতে প্রতিটি অক্সিজেন পরমাণু C পরমাণুর সাথে দ্বিবন্ধনে যুক্ত। এর বন্ধন ডায়াগ্রামটি হলো,



চিত্র : CO₂-এ সমযোজী বন্ধন

দেখা যাচ্ছে, CO₂ অণুর গঠনে C ও O উভয় পরমাণুর যোজ্যতা স্তরে ৪(আট) টি করে ইলেকট্রন আছে। এজন্য CO₂ গঠনের সময় অষ্টক নিয়ম মানা হয়।

(ঘ) উদ্দীপকের তথ্যমতে, X, Y, Z হলো যথাক্রমে C, F ও Mg। মৌলগুলোর মধ্যে F মৌলের আয়নিকরণ শক্তির মান সবচেয়ে বেশি।

নিচে তা যুক্তিসহ বর্ণনা করা হলো-

গ্যাসীয় অবস্থায় কোনো মৌলের 1 মোল গ্যাসীয় পরমাণু থেকে 1 মোল ইলেকট্রন অপসারণ করে। মোল ধনাত্মক আয়নে পরিণত করতে যে পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হয় তাকে আয়নিকরণ পটেনসিয়াল বা আয়নিকরণ শক্তি বলে।

জানা আছে, আয়নিকরণ শক্তি একটি পর্যায়বৃত্ত ধর্ম। যেকোনো পর্যায়ে যতই ডানদিকে যাওয়া যায় অর্থাৎ পারমাণবিক সংখ্যা যতই বাড়ে আয়নিকরণ শক্তি ততই বেড়ে যায়। কারণ পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে কেন্দ্রের সাথে সর্ববহিঃস্থ ইলেকট্রনের আকর্ষণ বেড়ে যায়। ফলে সর্ববহিঃস্থ একটি ইলেকট্রন অপসারণ করতে বেশি শক্তির প্রয়োজন হয়। অর্থাৎ আয়নিকরণ শক্তির মান বেশি হয়।

আবার একই গ্রুপের উপর থেকে নিচে আয়নিকরণ শক্তির মান হ্রাস পায়। কারণ একই গ্রুপে উপর থেকে নিচের মৌলগুলোর ক্ষেত্রে পারমাণবিক আকার বৃদ্ধি পায়। ফলে কক্ষপথ থেকে ইলেকট্রন অপসারণ সহজ হয় বলে আয়নিকরণ শক্তির মান হ্রাস পায়।

C(6), F(9) ও Mg(12) এর ইলেকট্রন বিন্যাস-

C(6) = $1s^2 2s^2 2p^2$ (২য় পর্যায় গ্রুপ-14)

F(9) = $1s^2 2s^2 2p^5$ (২য় পর্যায় গ্রুপ-17)

Mg(12) = $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ (৩য় পর্যায় গ্রুপ-2)

দেখা যাচ্ছে, C ও F ২য় পর্যায়ের এবং Mg ৩য় পর্যায়ের মৌল। এজন্য Mg অপেক্ষা C ও F এর আয়নিকরণ শক্তি বেশি। কিন্তু C অপেক্ষা F সর্বদানে অবস্থিত হওয়ায় F এর আয়নিকরণ শক্তি C অপেক্ষা বেশি। অর্থাৎ F তথা Y এর আয়নিকরণ শক্তির মান সবচেয়ে বেশি।

৪.

মৌল	পারমাণবিক সংখ্যা
X	11
Y	12
Z	13

[X, Y, Z প্রতীকী অর্থে ব্যবহৃত]

[ময়মনসিংহ বোর্ড ২০২৪]

- (ক) ডোবেরাইনের ত্রয়ী সূত্রটি লিখ।
 (খ) “ক্লোরিন একটি হ্যালোজেন মৌল” – ব্যাখ্যা কর।
 (গ) ইলেকট্রন বিন্যাস উল্লেখপূর্বক পর্যায় সারণিতে Y মৌলের অবস্থান নির্ণয় কর।
 (ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত মৌল তিনটির পারমাণবিক ব্যাসার্ধের ক্রম বিশ্লেষণ কর।

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) ডোবেরাইনার ত্রয়ীসূত্র হলো- “পারমাণবিক ভর অনুসারে তিনটি করে মৌলকে সাজালে দ্বিতীয় মৌলের পারমাণবিক ভর প্রথম ও তৃতীয় মৌলের পারমাণবিক ভরের যোগফলের অর্ধেক বা তার কাছাকাছি”।
 (খ) হ্যালোজেন মানে লবণ উৎপাদনকারী। এর মূল উৎস সামুদ্রিক লবণ। হ্যালোজেন মৌলগুলোর সাথে, ধাতু যুক্ত হয়ে লবণ গঠিত হয়। যেমন Cl এর সাথে Na ধাতু যুক্ত হয়ে সোডিয়াম ক্লোরাইড লবণ বা খাদ্য লবণ (NaCl) গঠিত হয়।
 এজন্যই ক্লোরিন (Cl₂) একটি হ্যালোজেন মৌল।
 (গ) উদ্দীপকের তথ্যমতে, Y মৌলটি ম্যাগনেসিয়াম (Mg)। Mg এর ইলেকট্রন বিন্যাস-
 $Mg(12) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
 পর্যায় নির্ণয় : ইলেকট্রন বিন্যাস তিনটি স্তরে বিন্যস্ত হওয়ায় Mg ৩য় পর্যায়ের মৌল।
 গ্রুপ নির্ণয় : সর্বশেষ ইলেকট্রন s অরবিটালে প্রবেশ করেছে এবং পূর্বের অরবিটালে d অনুপস্থিত, এজন্য যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রনই গ্রুপ নির্দেশ করবে। সুতরাং গ্রুপ = 2
 অর্থাৎ Mg মৌল পর্যায় সারণির ৩য় শক্তিস্তরের গ্রুপ-2 এর মৌল।
 (ঘ) উদ্দীপকের তথ্যমতে, X, Y, Z মৌল তিনটি যথাক্রমে Na, Mg, Al; যেখানে মৌলগুলোর পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 11, 12, 13। নিচে এদের পারমাণবিক ব্যাসার্ধের ক্রম বিশ্লেষণ করা হলো-
 মৌলত্রয়ের ইলেকট্রন বিন্যাস,
 $Na(11) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
 $Mg(12) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
 $Al(13) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$

দেখা যাচ্ছে, মৌল 3টি ৩য় পর্যায় তথা একই পর্যায়ের মৌল। জানা আছে, পর্যায় সারণিতে একটি পর্যায়ের যতই বাম থেকে ডান দিকে অগ্রসর হওয়া যায়, ততই মৌলসমূহের বহিঃস্থ শক্তিস্তরে একটি করে ইলেকট্রন সংখ্যা বৃদ্ধি পায়। যদিও কক্ষপথ সংখ্যা অপরিবর্তিত থাকে। ফলে যোজনী ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াস কর্তৃক অধিকতর দৃঢ়ভাবে আকৃষ্ট হয়, যার জন্য পারমাণবিক ব্যাসার্ধ ক্রমশ হ্রাস পায়। ফলে পরমাণুর আকার ছোট হয়।

দেখা যাচ্ছে, Na, Mg ও Al এর মধ্যে Al সবচেয়ে ডানে অবস্থিত বলে এটি আকারে সবচেয়ে ছোট এবং Na সবচেয়ে বামে অবস্থিত বলে এটি আকারে সবচেয়ে বড়।

সুতরাং, মৌল তিনটির পারমাণবিক ব্যাসার্ধের ক্রম : Na > Mg > Al

৫.

A				X
Li			Y	Ne
			Z	

[A, Y, Z প্রতীকী অর্থে ব্যবহৃত]

[ঢাকা বোর্ড ২০২৩]

- (ক) ধাতু কাকে বলে?
 (খ) Mg^{2+} বলতে কী বুঝে? ব্যাখ্যা করো।
 (গ) ‘A’ এবং ‘X’ এর ইলেকট্রন আসক্তির ক্রম ব্যাখ্যা করো।
 (ঘ) ‘Y’ এবং ‘Z’ এর আয়নিকরণ শক্তি এবং পারমাণবিক ব্যাসার্ধ পরস্পর বিপরীতক্রমে পরিবর্তিত হয় – যুক্তিসহ ব্যাখ্যা করো।

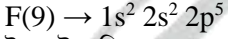
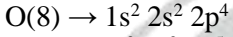
৫ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যেসব মৌলের পরমাণুগুলো সহজে ইলেকট্রন ত্যাগ করতে পারে, তাকে ধাতু বলে।
 (খ) Mg^{2+} হলো ম্যাগনেসিয়ামের দ্বিধনাত্মক আয়ন।
 Mg এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :
 $Mg(12) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
 ম্যাগনেসিয়াম (Mg) পরমাণুর শেষ শক্তিস্তরে 2টি ইলেকট্রন বিদ্যমান থাকায় এটি সহজেই উক্ত ইলেকট্রন দুটি ত্যাগ করে নিষ্ক্রিয় গ্যাস Ne এর ইলেকট্রন বিন্যাস অর্জন করে এবং Mg^{2+} তড়িৎ ধনাত্মক আয়ন গঠন করে। যেমন- $Mg - 2e^- \rightarrow Mg^{2+}$
 (গ) উদ্দীপকের A ও X মৌল দুটি যথাক্রমে হাইড্রোজেন (${}_1H$) ও হিলিয়াম (${}_2He$)। কেননা মৌল দুটি গ্রুপ 1 ও গ্রুপ 18 এর মৌল। H ও He এর ইলেকট্রন আসক্তির ক্রম নিচে ব্যাখ্যা করা হলো :
 H ও He এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :
 $H(1) \rightarrow 1s^1$
 $He(2) \rightarrow 1s^2$
 জানা আছে, যে কোনো পর্যায়ের যতই বামদিক থেকে ডানদিকে যাওয়া যায়, মৌলের ইলেকট্রন আসক্তির মান ততই বাড়তে থাকে। কারণ যেকোনো পর্যায়ে যতই বামদিক থেকে ডানদিকে যাওয়া যায়। মৌলের নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক প্রোটন সংখ্যা ততই বাড়তে থাকে। ফলে ইলেকট্রনের প্রতি নিউক্লিয়াসের আকর্ষণও তত বাড়তে থাকে। আর আকর্ষণ বাড়ার সাথে সাথে পারমাণবিক ব্যাসার্ধ কমে। পারমাণবিক ব্যাসার্ধ কমলে ইলেকট্রন আসক্তি বেড়ে যায়।
 ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যাচ্ছে, H ও He একই পর্যায় তথা ১ম পর্যায় এর মৌল। H ও He এর মধ্যে He সর্বদানে এবং H সর্ববামে অবস্থিত মৌল। অর্থাৎ He এর ইলেকট্রন আসক্তি H অপেক্ষা বেশি হওয়ার কথা। কিন্তু এক্ষেত্রে ব্যতিক্রমতা লক্ষ করা যায়। যেমন, H এর

1s অরবিটাল অপূর্ণ থাকলেও He এর 1s অরবিটাল পূর্ণ থাকে। তাই H 1টি e⁻ গ্রহণ করলেও He কোনো e⁻ গ্রহণ করছে চায় না। তাই He এর ইলেকট্রন আসক্তি প্রায় শূন্য ধরা হয়। এজন্য এদের - ইলেকট্রন আসক্তির ক্রম : H > He।

(ঘ) উদ্দীপকের Y ও Z মৌল দুটি হলো যথাক্রমে অক্সিজেন (O) ও ফ্লোরিন (F)। কেননা মৌল দুটি ২য় পর্যায়ের মৌল। মৌল দুটির আয়নিকরণ শক্তি ও পারমাণবিক ব্যাসার্ধ পরস্পর বিপরীত ক্রমে পরিবর্তিত হয়- নিচে তা ব্যাখ্যা করা হলো :

O ও F এর ইলেকট্রনবিন্যাস নিম্নরূপ :



ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যাচ্ছে, মৌল দুটি পর্যায় সারণির ২য় পর্যায়ের মৌল।

জানা আছে, যে কোনো পর্যায়ের বাম থেকে যতই ডানে যাওয়া যায় মৌলসমূহের আকার ক্রমশ কমতে থাকে। ২য় পর্যায়ের ⁶C থেকে ⁹F এর দিকে অগ্রসর হলে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে পারমাণবিক আকার আনুপাতিকহারে কমতে থাকে। এর কারণ হচ্ছে একই পর্যায়ের মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে একটি করে ইলেকট্রন যুক্ত হয় কিন্তু ইলেকট্রনের স্তর বাড়ে না। আর পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির অর্থ নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক আধানের পরিমাণ বৃদ্ধি। ফলে ইলেকট্রনসমূহ নিউক্লিয়াস কর্তৃক আরও জোরালোভাবে আকৃষ্ট হয়। ফলে ব্যাসার্ধ কমতে থাকে। অর্থাৎ আকার হ্রাস পেতে থাকে।

আবার পরমাণুর আকার যত হ্রাস পাবে আয়নিকরণ শক্তির মান তত বৃদ্ধি পাবে। ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যাচ্ছে, ২য় পর্যায়ের O ও F এর মধ্যে F ডানে এবং O বামে অবস্থিত মৌল। যার কারণে F এর আকার অপেক্ষা ছোট। অর্থাৎ O > F। আবার যেহেতু F এর আকার O অপেক্ষা তুলনামূলক ছোট, তাই F এর আয়নিকরণ শক্তি O অপেক্ষা বেশি; অর্থাৎ F > O।

সুতরাং বলা যায় যে, O ও F এর আয়নিকরণ শক্তি ও পারমাণবিক ব্যাসার্ধ এর বিপরীতক্রমে পরিবর্তিত হয়।

৬.

পর্যায় ↓	→ গ্রুপ →				
	1	2	15	16	17
2	Li	D			Q
3		A	R	S	T

[এখানে, A, D, Q, R ও T প্রতীকী অর্থে ব্যবহৃত]

[ময়মনসিংহ বোর্ড ২০২৩]

(ক) নিউক্লিয়ার অষ্টক সূত্রটি লেখ।

(খ) আয়নের পরিবর্তনশীল যোজনী ব্যাখ্যা করো।

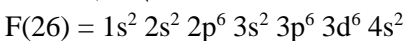
(গ) RT₃ একটি অণুর ভর নির্ণয় করো।

(ঘ) A, D, Q ও T মৌলগুলির পারমাণবিক আকারের তুলনা করো।

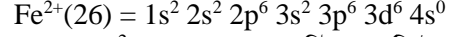
৬ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) নিউক্লিয়ার অষ্টক সূত্রটি হচ্ছে “মৌলসমূহকে যদি পারমাণবিক ভরের ছোট থেকে বড় অনুযায়ী সাজানো যায়, তবে যেকোনো পর্যায়ের ১ম একটি মৌলের ধর্ম তার অষ্টম মৌলের ধর্মের সাথে মিলে যায়।”

(খ) আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস :

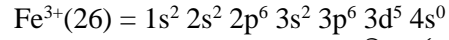


Fe এর যোজ্যতা স্তরে 2টি ইলেকট্রন থাকায় এটি 2টি ইলেকট্রন ত্যাগ করে Fe²⁺ আয়নে পরিণত হতে পারে। এজন্য Fe এর যোজনী 2 হয়।



আবার, Fe²⁺ আয়নের 3d অরবিটালে 6টি ইলেকট্রন থাকায় সুস্থিতির জন্য 1টি ইলেকট্রন ত্যাগ করে Fe³⁺ আয়নে পরিণত হতে পারে।

এজন্য Fe এর যোজনী 3।



সুতরাং, আয়নের (Fe) 2 ও 3 যোজনী অর্থাৎ পরিবর্তনশীল যোজনী প্রদর্শন করে।

(গ) উদ্দীপকের তথ্যমতে, R ও T মৌলদ্বয় যথাক্রমে ফসফরাস (P) ও ক্লোরিন (Cl)।

কেননা ৩য় পর্যায়ের 15 নং গ্রুপের মৌলটি ¹⁵P এবং ৩য় পর্যায়ের 17নং গ্রুপের মৌলটি ¹⁷Cl।

সুতরাং, RT₃ যৌগটি PCl₃।

আমরা জানি, PCl₃ অণুর আপেক্ষিক আণবিক ভর = 31 + (35.5 × 3) = 137.5; পরীক্ষায় দেখা গেছে, কার্বন-12 আইসোটোপের পারমাণবিক ভরের $\frac{1}{12}$ অংশ হচ্ছে 1.66×10^{-24} g।

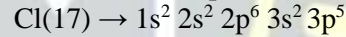
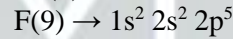
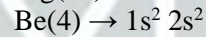
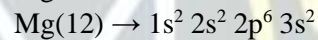
$$\therefore 1 \text{টি PCl}_3 \text{ অণুর ভর} = 137.5 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ g}$$

$$= 2.283 \times 10^{-22} \text{ g}$$

অতএব, PCl₃ এর একটি অণুর ভর 2.283×10^{-22} g।

(ঘ) উদ্দীপকের তথ্যমতে, A, D, Q, T মৌল চারটি যথাক্রমে Mg(12), Be(4), F(9), Cl(17)। নিচে মৌলগুলোর পারমাণবিক আকারের তুলনা করা হলো-

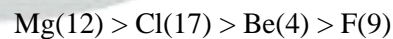
Mg, Be, F, Cl মৌলগুলোর e⁻ বিন্যাস করে পাই,



দেখা যাচ্ছে, Mg ও Cl একই পর্যায়ে এবং Be ও F ২য় পর্যায় তথা একই পর্যায়।

জানা আছে, পর্যায় সারণির একই পর্যায়ে বাম থেকে যত ডানে যাওয়া যায় মৌলসমূহের পারমাণবিক আকার ততই হ্রাস পায়। কারণ একই পর্যায়ে বাম থেকে ডানে যাওয়ার সাথে সাথে একটি করে পারমাণবিক সংখ্যা বাড়ে এবং তাদের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বৃদ্ধি পায়। এতে শক্তিস্তরের ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসের দিকে ঝুঁকে থাকে। ফলে পারমাণবিক আকার হ্রাস পায়। আবার একই গ্রুপে উপর থেকে নিচে মৌলসমূহের আকার বৃদ্ধি পায়। কারণ একই গ্রুপে উপর থেকে নিচে একটি করে নতুন শক্তিস্তর যুক্ত হয় কিন্তু বহিঃস্তরে কোনো ইলেকট্রন যুক্ত হয় না বলে পারমাণবিক আকার বৃদ্ধি পায়।

যেহেতু মৌলগুলোর মধ্যে Be ও F ২য় পর্যায়ে এবং Mg ও Cl ৩য় পর্যায়ে অবস্থিত। ২য় পর্যায় অপেক্ষা ৩য় পর্যায়ের আকার বড় হওয়ায় Be ও F অপেক্ষা Mg ও Cl এর আকার বড়। আবার Mg ও Cl এর মধ্যে Mg মৌলটি বাম দিকে অবস্থিত হওয়ায় Mg এর আকার Cl অপেক্ষা বড়। অপরদিকে Be ও F এর মধ্যে Be মৌলটি পর্যায় সারণির বামে অবস্থিত হওয়ায় এর আকার F অপেক্ষা বড়। সুতরাং মৌল চারটির পারমাণবিক আকারের ক্রম :



7. X, Y, Z ও R চারটি মৌল যাদের পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 17, 20, 23 ও 30।

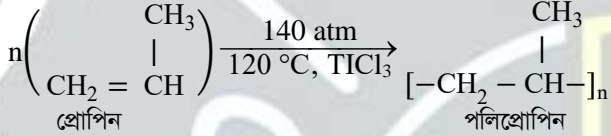
[রাজশাহী বোর্ড ২০২৩]

- (ক) নিঃসরণ কাকে বলে?
 (খ) পলিপ্রোপিনকে যুত পলিমার বলা হয় কেন?
 (গ) ইলেকট্রন বিন্যাস করে পর্যায় সারণিতে Z মৌলের অবস্থান নির্ণয় করো।
 (ঘ) উদ্দীপকের X, Y ও R মৌল তিনটির আকারের ক্রম বিশ্লেষণ করো।

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) সরু ছিদ্রপথে কোনো গ্যাসের অণুসমূহের উচ্চচাপ থেকে নিম্নচাপ অঞ্চলে বেরিয়ে আসার প্রক্রিয়াকে নিঃসরণ বলে।
 (খ) একই ধরনের একাধিক মনোমারের সমন্বয়ে যে পলিমার গঠিত হয় তাকে যুত পলিমার বলে। পলিপ্রোপিন একটি যুত পলিমার।

কারণ এতে মনোমার প্রোপিন $\left(\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2 = \text{CH} \end{array} \right)$ কে টাইটেনিয়াম ট্রাইক্লোরাইড (TiCl_3) প্রভাবকের উপস্থিতিতে প্রায় 120°C তাপমাত্রায় ও 140 atm চাপে উত্তপ্ত করলে পলিপ্রোপিন উৎপন্ন হয়।

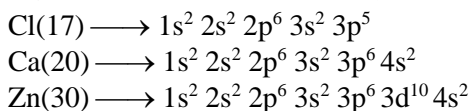


- (গ) উদ্দীপকের Z মৌলটি ভ্যানাডিয়াম (V)। কারণ ভ্যানাডিয়ামের (V) পারমাণবিক সংখ্যা 23। নিচে ইলেকট্রন বিন্যাসের সাহায্যে পর্যায় সারণিতে V এর অবস্থান নির্ণয় করা হলো-
 $V(23) \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$
 পর্যায় নির্ণয় : V এর ইলেকট্রন বিন্যাসে সর্বশেষ শক্তিস্তর 4। এ কারণে এটি 4নং পর্যায়ে অবস্থিত।

গ্রুপ নির্ণয় : V এর সর্বশেষ ইলেকট্রন d অরবিটালে প্রবেশ করে। তাই, এটির গ্রুপ = d অরবিটালের e^- সংখ্যা + s অরবিটালের e^- সংখ্যা = $3 + 2 = 5$
 সুতরাং বলা যায় যে, Z মৌল তথা ভ্যানাডিয়াম (V) পর্যায় সারণিতে ৪র্থ পর্যায়ের ৫ নং গ্রুপে অবস্থিত।

- (ঘ) উদ্দীপকের X, Y ও R মৌলত্রয় যথাক্রমে ক্লোরিন (Cl), ক্যালসিয়াম (Ca) ও জিংক (Zn)। কেননা 17, 20 ও 30 পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট মৌলত্রয় যথাক্রমে ক্লোরিন (Cl), ক্যালসিয়াম (Ca) ও জিংক (Zn)। মৌল ৩টির পারমাণবিক আকারের ক্রম নিচে বিশ্লেষণ করা হলো-
 জানা আছে, পর্যায় সারণির একই পর্যায়ে বাম থেকে ডানে যাওয়া যায় মৌলসমূহের পারমাণবিক আকার ততই হ্রাস পায়। কারণ একই পর্যায়ে বাম থেকে ডানে যাওয়ার সাথে সাথে একটি করে পারমাণবিক সংখ্যা বাড়ে এবং তাদের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বৃদ্ধি পায়। এতে শক্তিস্তরের ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসের দিকে ঝুঁকে থাকে। ফলে পারমাণবিক আকার হ্রাস পায়। আবার একই গ্রুপে উপর থেকে নিচে মৌলসমূহের আকার বৃদ্ধি পায়। কারণ একই গ্রুপে উপর থেকে নিচে একটি করে নতুন স্তর যুক্ত হয় কিন্তু বহিঃস্তরে কোনো ইলেকট্রন যুক্ত হয় না বলে পারমাণবিক আকার বৃদ্ধি পায়।

Cl, Ca ও Zn এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ-



ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যাচ্ছে, Cl মৌলটি পর্যায় সারণির ৩য় পর্যায়ে অবস্থিত। Ca ও Zn মৌলদ্বয় ৪র্থ পর্যায়ের তথা একই পর্যায়ে

অবস্থিত। আবার ৪র্থ পর্যায়ে Ca মৌলটি Zn মৌলের বামে অবস্থিত। তাই Ca এর আকার Zn অপেক্ষা বড়। অন্যদিকে Cl ৩য় পর্যায়ের মৌল বলে এটির শক্তিস্তর 1টি কম। অর্থাৎ উপরের পর্যায়ে ডানে অবস্থিত বলে Cl এর আকার সবচেয়ে ছোট।
 সুতরাং, মৌল তিনটির আকারের ক্রম : $\text{Ca} > \text{Zn} > \text{Cl}$ বা $\text{Y} > \text{R} > \text{X}$

8. ${}_{21}\text{X}$, ${}_{17}\text{Y}$, ${}_{14}\text{Z}$ এবং ${}_{11}\text{W}$ চারটি মৌল।

[এখানে X, Y, Z এবং W প্রচলিত মৌলের প্রতীক নয়]

[চট্টগ্রাম বোর্ড ২০২৩]

- (ক) দুইয়ের নিয়ম কাকে বলে?
 (খ) Fe^{2+} জারক ও বিজারক হিসাবে কাজ করে - ব্যাখ্যা দাও।
 (গ) ইলেকট্রন বিন্যাসের মাধ্যমে X, Z, W মৌলের পর্যায় সারণিতে অবস্থান নির্ণয় করো।
 (ঘ) Y, Z এবং W মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি ও পারমাণবিক ব্যাসার্ধের ক্রম ব্যাখ্যা করো।

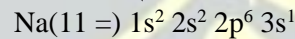
৮ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) অণু গঠনে কোনো পরমাণুর সর্বশেষ শক্তিস্তরে এক বা একাধিক জোড়া ইলেকট্রন বিদ্যমান থাকবে - এটিই হচ্ছে 'দুই' এর নিয়ম।
 (খ) জারণ-বিজারণের ইলেকট্রনীয় মতবাদ অনুসারে জানা আছে, যেসব মৌল, মূলক বা আয়ন বিক্রিয়াকালে ইলেকট্রন গ্রহণ করে সেগুলো হচ্ছে জারক এবং যেসব মৌল, মূলক বা আয়ন বিক্রিয়াকালে ইলেকট্রন বর্জন করে সেগুলো হচ্ছে বিজারক। এমন কিছু পদার্থ আছে যেগুলো পরিবেশে ইলেকট্রন ত্যাগ বা ইলেকট্রন গ্রহণের মাধ্যমে উভয়রূপী অবস্থা প্রকাশ করতে পারে। নিচে Fe^{2+} আয়ন জারক এবং বিজারক হিসেবে কীভাবে কাজ করে তা দেখানো হলো :

জারণ বিক্রিয়া : $\text{Fe}^{2+} \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + e^-$ (এ বিক্রিয়ায় Fe^{2+} বিজারক)
 বিজারণ বিক্রিয়া : $\text{Fe}^{2+} + 2e^- \longrightarrow \text{Fe}$ (এ বিক্রিয়ায় Fe^{2+} জারক)

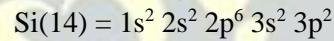
- (গ) উদ্দীপকের তথ্যমতে, ${}_{21}\text{X}$, ${}_{14}\text{Z}$ এবং ${}_{11}\text{W}$ মৌল তিনটি যথাক্রমে Sc(21), Si(14) এবং Na(11)। নিচে পর্যায় সারণিতে মৌলগুলোর অবস্থান দেওয়া হলো-

Na এর অবস্থান : Na এর ইলেকট্রন বিন্যাস-



এক্ষেত্রে ইলেকট্রন বিন্যাস ৩টি স্তরে বিন্যস্ত হওয়ায় Na ৩য় পর্যায়ের মৌল। যোজ্যতা স্তরে শুধু s অরবিটাল থাকায় এটি গ্রুপ-1 এর মৌল।

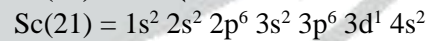
Si(14) এর অবস্থান : Si এর ইলেকট্রন বিন্যাস-



এক্ষেত্রে ইলেকট্রন বিন্যাস ৩টি স্তরে বিন্যস্ত হওয়ায় Si ৩য় পর্যায়ের মৌল। যোজ্যতা স্তরে s ও p অরবিটাল উপস্থিত থাকায়

Si এর গ্রুপ = $10 + (2 + 2) = 14$

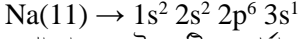
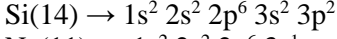
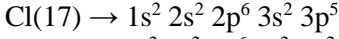
Sc(21) এর অবস্থান : Sc এর ইলেকট্রন বিন্যাস-



এক্ষেত্রে ইলেকট্রন বিন্যাস চারটি স্তরে বিন্যস্ত। এজন্য Sc ৪র্থ পর্যায়ের মৌল। যোজ্যতা স্তরে s অরবিটাল তার পূর্বের স্তরে d অরবিটাল উপস্থিত থাকায় গ্রুপ = $2 + 1 = 3$

- (ঘ) উদ্দীপকের তথ্য মতে, Y, Z এবং W মৌল তিনটির পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 17, 14, 11। সুতরাং মৌল ৩টি Cl(17), Si(14) এবং Na(11)। নিচে মৌল তিনটির ইলেকট্রন আসক্তি ও পারমাণবিক ব্যাসার্ধের ক্রম ব্যাখ্যা করা হলো-

Cl, Si ও Na এর e^- বিন্যাস নিয়ে পাই,



দেখা যাচ্ছে, মৌল ৩টি ৩য় পর্যায়ের ভিন্ন ভিন্ন গ্রুপের মৌল।

ইলেকট্রন আসক্তির ক্রম : পর্যায় সারণির একই পর্যায়ে মৌলগুলোর জন্য বাম দিক থেকে ডান দিকে ইলেকট্রন আসক্তি ক্রমশ বৃদ্ধি পায়। কারণ বাম থেকে ডান দিকে পারমাণবিক সংখ্যা ক্রমশ বৃদ্ধি পায়। ফলে নিউক্লিয়াসের প্রোটনের সংখ্যা বৃদ্ধি তথা ধনাত্মক চার্জ বৃদ্ধি পায় কিন্তু নতুন কোনো শক্তিস্তর সৃষ্টি না হওয়ায় নিউক্লিয়াস থেকে ইলেকট্রনের দূরত্ব তেমন বৃদ্ধি পায় না। ফলে ধনাত্মক চার্জের ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়। তাই অধিক আকর্ষণের জন্য মৌলগুলোর ইলেকট্রন আসক্তি বৃদ্ধি পায়।

উদ্দীপকের একই পর্যায়ভুক্ত Na, Si ও Cl মৌল তিনটির মধ্যে Cl মৌলটি সর্বদানে অবস্থিত হওয়ায় Cl এর ইলেকট্রন আসক্তির মান সর্বাধিক। তারপর Na ও Si এর মধ্যে Si ডানে অবস্থিত হওয়ায় Na অপেক্ষা Si এর ইলেকট্রন আসক্তির মান বেশি।

এজন্য মৌল তিনটির ইলেকট্রন আসক্তির ক্রম : $\text{Cl} > \text{Si} > \text{Na}$

পারমাণবিক ব্যাসার্ধের ক্রম : জানা আছে, পর্যায় সারণির যে কোনো পর্যায়ে যতই বামদিক থেকে ডানদিকে যাওয়া যায় পারমাণবিক সংখ্যা বাড়ে, পরমাণুর আকার ততই হ্রাস পায়। এর কারণ হলো পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে মৌলের পরমাণুর নিউক্লিয়াসে একটি করে প্রোটন যুক্ত হয় এবং সেই সাথে একটি করে ইলেকট্রনও যুক্ত হয়। তবে এ অতিরিক্ত ইলেকট্রনটি বহিঃস্থ একই শক্তিস্তরে যুক্ত হয় বলে ইলেকট্রনের স্তরের কোনো পরিবর্তন হয় না। নিউক্লিয়াসে প্রোটন সংখ্যা বৃদ্ধি পাওয়ায় বহিঃস্থ ইলেকট্রন মেঘ নিউক্লিয়াস কর্তৃক আরও দৃঢ়ভাবে আকৃষ্ট হয় এবং ফলস্বরূপ পরমাণুর আকারও ক্রমশ হ্রাস পায়।

প্রদত্ত মৌলসমূহ ৩য় তথা একই পর্যায়ভুক্ত। একই পর্যায়ে Cl মৌলটি সর্বদানে অবস্থিত হওয়ায় Cl এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ সবচেয়ে কম। পক্ষান্তরে Na সর্ববামে অবস্থিত হওয়ায় Na এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ সবচেয়ে বেশি।

তাই মৌল তিনটির পারমাণবিক ব্যাসার্ধের ক্রম : $\text{Na} > \text{Si} > \text{Cl}$

৯. ${}_{23}\text{A}$, ${}_{24}\text{B}$, ${}_{29}\text{C}$ [A, B, C প্রচলিত প্রতীক নয়]

[সিলেট বোর্ড ২০২৩]

(ক) মৌল কাকে বলে?

(খ) $\frac{M}{2} \text{Na}_2\text{CO}_3$ দ্রবণ বলতে কী বোঝায়?

(গ) পর্যায় সারণিতে A মৌলের অবস্থান ইলেকট্রন বিন্যাসের সাহায্যে নির্ণয় করো।

(ঘ) B ও C মৌল দুটির ইলেকট্রন বিন্যাস সাধারণ নিয়মের ব্যতিক্রম - বিশ্লেষণ করো।

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

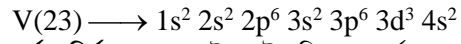
(ক) কোনো পদার্থের যে পরিমাণের মধ্যে 6.023×10^{23} টি পরমাণু, অণু বা আয়ন থাকে সেই পরিমাণকে ঐ পদার্থের মৌল বলা হয়।

(খ) $\frac{M}{2} \text{Na}_2\text{CO}_3$ বলতে বুঝায়, 1 লিটার Na_2CO_3 এর দ্রবণে দ্রবণে মৌল $\frac{1}{2}$ বা $\left(\frac{1}{2} \times 106\right) = 53 \text{ g Na}_2\text{CO}_3$ দ্রবীভূত আছে। নির্দিষ্ট

তাপমাত্রায় কোনো দ্রবণের প্রতি লিটার আয়তনে $\frac{1}{2}$ মৌল দ্রব দ্রবীভূত

থাকলে সেই দ্রবণকে $\frac{1}{2} \text{ M}$ দ্রবণ বলে।

(গ) উদ্দীপকের A মৌলটি হলো ভ্যানাডিয়াম (V)। নিচে ইলেকট্রন বিন্যাসের সাহায্যে পর্যায় সারণিতে অবস্থান নির্ণয় করা হলো-



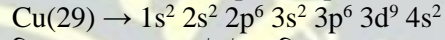
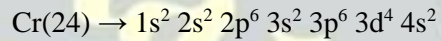
পর্যায় নির্ণয় : V এর ইলেকট্রন বিন্যাসে সর্বশেষ শক্তিস্তর 4। এ কারণে এটি 4নং পর্যায়ে অবস্থিত।

গ্রুপ নির্ণয় : V এর সর্বশেষ ইলেকট্রন d অরবিটালে প্রবেশ করে। তাই এটির গ্রুপ = d অরবিটালে e^- সংখ্যা + s অরবিটালে e^- সংখ্যা = $3 + 2 = 5$

সুতরাং বলা যায় যে, A মৌলটি তথা ভ্যানাডিয়াম (V) পর্যায় সারণির ৪র্থ পর্যায়ের 5নং গ্রুপে অবস্থিত।

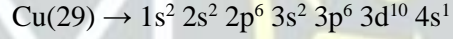
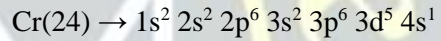
(ঘ) উদ্দীপকের B ও C মৌল দুটি হলো যথাক্রমে ক্রোমিয়াম (Cr) ও কপার (Cu)। কেননা Cr ও Cu এর পারমাণবিক সংখ্যা 24 ও 29। Cr ও Cu এর ইলেকট্রন বিন্যাস সাধারণ নিয়মের ব্যতিক্রম, নিচে তা বিশ্লেষণ করা হলো :

সাধারণ নিয়মে Cr ও Cu এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :



কিন্তু জানা আছে, একই উপশক্তিস্তর p ও d এর অরবিটালগুলো অর্ধেক পূর্ণ (p^3 ও d^{10}) বা সম্পূর্ণরূপে পূর্ণ (p^6 ও d^{10}) হলে, সে ইলেকট্রন বিন্যাস সুস্থিত হয়। তাই Cr ও Cu এর ইলেকট্রন বিন্যাসে সুস্থিতির জন্য s অরবিটাল থেকে 1টি করে ইলেকট্রন d অরবিটালে স্থানান্তরিত হয় এবং অধিক স্থিতিশীল হয়।

যার ফলে Cr ও Cu এর ইলেকট্রন বিন্যাস পরিবর্তন হয়। যেমন-



সুতরাং বলা যায়, B ও C তথা Cr ও Cu এর ইলেকট্রন বিন্যাস সাধারণ নিয়মের ব্যতিক্রম।

১০.

							He
X	Mg	Y				Z	

[সিলেট বোর্ড ২০২৩]

(ক) উভয়মুখী বিক্রিয়া কাকে বলে?

(খ) অক্সিজেনের যোজনী এবং যোজ্যতা ইলেকট্রন এক নয় - ব্যাখ্যা করো।

(গ) X, Y এবং Z মৌল তিনটির ইলেকট্রন আসক্তির ক্রম ব্যাখ্যা করো।

(ঘ) X এবং Z মৌল দুটি উভয় অত্যন্ত সক্রিয় মৌল কিন্তু তাদের সক্রিয়তার কারণ ভিন্ন - বিশ্লেষণ করো।

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক পদার্থ বিক্রিয়া করে উৎপাদে পরিণত হয় আবার উৎপাদ পদার্থগুলো বিক্রিয়া করে পুনরায় বিক্রিয়ক পদার্থে পরিণত হয় তাকে উভমুখী বিক্রিয়া বলা হয়।

(খ) কোনো অধাতব মৌলের সর্বশেষ কক্ষপথে বিজোড় ইলেকট্রন সংখ্যাকে ঐ মৌলের যোজনী বলে। অক্সিজেনের ইলেকট্রন বিন্যাস নিয়ে পাই-



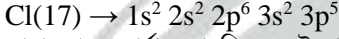
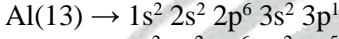
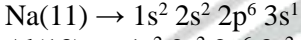
অক্সিজেন হলো একটি অধাতু এবং এর শেষ কক্ষপথে বিজোড় ইলেকট্রন সংখ্যা 2। সুতরাং অক্সিজেনের যোজনী 2। আবার, কোনো মৌলের সর্বশেষ প্রধান শক্তিস্তরের মোট ইলেকট্রন সংখ্যাকে সেই মৌলের

যোজ্যতা ইলেকট্রন বলে। ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায় যে, অক্সিজেনের সর্বশেষ প্রধান শক্তিস্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা হলো $(2 + 4) = 6$ টি। অর্থাৎ যোজ্যতা ইলেকট্রন 6।

সুতরাং, অক্সিজেনের যোজনী ও যোজনী ইলেকট্রন যথাক্রমে 2 ও 6, যা এক নয়।

(গ) উদ্দীপকে X, Y ও Z মৌল তিনটি যথাক্রমে সোডিয়াম (Na), অ্যালুমিনিয়াম (Al) ও ক্লোরিন (Cl)।

মৌলগুলোর ইলেকট্রন বিন্যাস নিয়ে পাই,



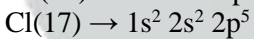
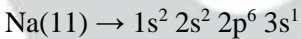
জানা আছে, পর্যায় সারণির একই পর্যায়ে মৌলগুলোর জন্য বাম দিক থেকে ডান দিকে ইলেকট্রন আসক্তি ক্রমশ বৃদ্ধি পায়। কেননা একই পর্যায়ের বামের মৌলের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বেশি এবং ডানের মৌলের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ কম। পারমাণবিক ব্যাসার্ধ কমলে ইলেকট্রন আসক্তির মান বাড়ে আর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বাড়লে ইলেকট্রন আসক্তির মান কমে, কারণ বাম থেকে ডান দিকে পারমাণবিক সংখ্যা ক্রমশ বৃদ্ধি পায়। ফলে নিউক্লিয়াসের, প্রোটনের সংখ্যা বৃদ্ধি তথা ধনাত্মক চার্জ বৃদ্ধি পায় কিন্তু নতুন কোনো শক্তিস্তর সৃষ্টি না হওয়ায় নিউক্লিয়াস থেকে ইলেকট্রনের দূরত্ব তেমন বৃদ্ধি পায় না। ফলে ধনাত্মক চার্জের ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়। তাই অধিক আকর্ষণের জন্য মৌলগুলোর ইলেকট্রন আসক্তি বৃদ্ধি পায়।

ইলেকট্রন বিন্যাস হতে, Na, Al ও Cl মৌল তিনটি পর্যায় সারণির ৩য় পর্যায়ের মৌল। Na সর্ববামে এবং Cl সর্বডানে অবস্থিত। একই পর্যায়ে বাম থেকে ডানে ইলেকট্রন আসক্তির মান ক্রমান্বয়ে বৃদ্ধি পায় বলে Cl এর ইলেকট্রন আসক্তি সর্বাধিক এবং Na এর ইলেকট্রন আসক্তি সর্বনিম্ন। সুতরাং, মৌল তিনটির ইলেকট্রন আসক্তির ক্রম : $\text{Cl} > \text{Al} > \text{Na}$ ।

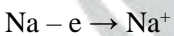
(ঘ) উদ্দীপকের তথ্য মতে, X ও Z মৌল দুটি যথাক্রমে Na(11) ও Cl(17)। মৌল দুটি অত্যধিক সক্রিয় হলেও সক্রিয়তার কারণ ভিন্ন। নিচে কারণসহ তা বিশ্লেষণ করা হলো-

জানা আছে, সক্রিয়তা হলো কোনো মৌলের ইলেকট্রন ত্যাগ ও গ্রহণ করার ক্ষমতা। যে মৌল যত দ্রুত ইলেকট্রন ত্যাগ বা গ্রহণ করতে পারে সে মৌল তত বেশি সক্রিয়।

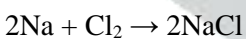
Na(11) ও Cl(17) এর ইলেকট্রন বিন্যাস :



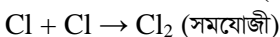
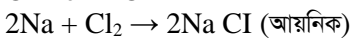
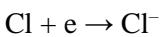
দেখা যাচ্ছে, Na এর যোজ্যতা স্তরে 1টি মাত্র ইলেকট্রন আছে। এজন্য Na পরমাণু খুব সহজেই একটি ইলেকট্রন দান করে Na^+ আয়নে পরিণত হতে পারে বলে Na অত্যধিক সক্রিয়। যেমন,



এজন্য ধাতব সোডিয়াম অধাতব যেকোনো মৌলের সাথে দ্রুত যুক্ত হয়ে আয়নিক যৌগ গঠন করতে পারে। যেমন :



অপরদিকে, Cl 17) পরমাণুর যোজ্যতা স্তরে 7টি ইলেকট্রন আছে অর্থাৎ নিকটতম নিষ্ক্রিয় গ্যাস অপেক্ষা 1টি ইলেকট্রন কম আছে। এজন্য Cl পরমাণু খুব সহজে 1টি ইলেকট্রন গ্রহণ বা শেয়ার করে যৌগ গঠন করতে পারে বলে F পরমাণু অত্যধিক সক্রিয়। যেমন,



সুতরাং দেখা যাচ্ছে, উদ্দীপকের Na ও Cl মৌল দুটি অত্যধিক সক্রিয় হলেও এদের সক্রিয়তার কারণ ভিন্ন। অর্থাৎ ঘ ঘ ইলেকট্রন ত্যাগ করে সক্রিয় হয় এবং Cl ইলেকট্রন গ্রহণ সক্রিয় হয়।

১১. ${}^{23}_{11}\text{A}$, ${}^{28}_{14}\text{B}$ এবং ${}^{52}_{24}\text{D}$

[এখানে, A, B, D প্রকৃত মৌল নয়, প্রতীকী অর্থে ব্যবহৃত।]

[যশোর বোর্ড ২০২৩]

(ক) সিলভারের ল্যাটিন নাম লেখো।

(খ) পরমাণুর নিউক্লিয়াস ধনাত্মক চার্জবিশিষ্ট কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) A ও B এর আয়নিকরণ শক্তির তুলনামূলক ব্যাখ্যা করো।

(ঘ) গ্রুপে মৌলের অবস্থান সর্বদাই বহিঃস্থ ইলেকট্রন সংখ্যার সমান হয় না - উদ্দীপকের আলোকে বিশ্লেষণ করো।

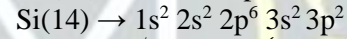
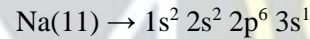
১১ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) সিলভারের ল্যাটিন নাম Argentum.

(খ) পরমাণুর নিউক্লিয়াস ধনাত্মক চার্জবিশিষ্ট। কারণ নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরে থাকে প্রোটন ও নিউট্রন। প্রোটনের চার্জ ধনাত্মক এবং তা $+1.60 \times 10^{-10} \text{ C}$ । অপরদিকে নিউট্রন চার্জহীন। যেহেতু নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরে কেবল প্রোটনের চার্জ থাকে এবং তা ধনাত্মক, সেহেতু পরমাণুর নিউক্লিয়াস ধনাত্মক চার্জবিশিষ্ট হয়।

(গ) উদ্দীপকের তথ্যমতে, A হলো সোডিয়াম (Na) এবং B হলো সিলিকন (Si)। নিচে Na ও Si এর আয়নিকরণ শক্তির তুলনামূলক ব্যাখ্যা দেওয়া হলো-

Na ও Si এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিয়ে পাই,



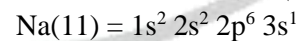
দেখা যাচ্ছে, মৌলদ্বয় ৩য় পর্যায় তথা একই পর্যায়ে অবস্থিত।

জানা আছে, যেকোনো পর্যায়ে যতই ডানদিকে যাওয়া যায় অর্থাৎ পারমাণবিক সংখ্যা যতই বাড়ে আয়নিকরণ শক্তি ততই বেড়ে যায়। কারণ পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে কেন্দ্রের সাথে সর্ববহিঃস্থ ইলেকট্রনের আকর্ষণ বেড়ে যায়। ফলে সর্ববহিঃস্থ একটি ইলেকট্রন অপসারণ করতে বেশি শক্তির প্রয়োজন হয়। অর্থাৎ আয়নিকরণ শক্তির মান বেশি হয়। উদ্দীপকের পর্যায় সারণিতে একই পর্যায় Na থেকে যতই ডানে যাওয়া যায় আয়নিকরণ শক্তি বাড়তে থাকে।

Na ও Si একই পর্যায়ের যথাক্রমে বামে ও ডানে অবস্থিত। Na গ্রুপ-1 এ এবং ঝর গ্রুপ-14 এর মৌল। যেহেতু বাম থেকে ডানে আয়নিকরণ শক্তি বৃদ্ধি পায় তাই Na অপেক্ষা Si এর আয়নিকরণ শক্তির মান বেশি হয়। অর্থাৎ $\text{Na} < \text{Si}$ ।

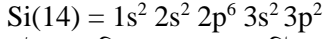
(ঘ) গ্রুপে মৌলের অবস্থান নির্ভর করে সর্বশেষ ইলেকট্রন কোন অরবিটালে প্রবেশ করে তার উপর। সর্বদাই এটি বহিঃস্থ ইলেকট্রন সংখ্যার সমান হয় না। নিচে উদ্দীপকের আলোকে বিশ্লেষণ করা হলো-

উদ্দীপকের A, B, D মৌল তিনটি যথাক্রমে Na, Si ও Cr। যদি কোনো মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসের বাইরের প্রধান শক্তিস্তরে শুধু s অরবিটাল থাকে, তবে ঐ s অরবিটালের মোট ইলেকট্রন গ্রুপ নির্দেশ করবে। যেমন Na এর ইলেকট্রন বিন্যাস:



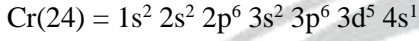
দেখা যাচ্ছে, Na এর যোজ্যতা স্তরে শুধু s অরবিটালে 1টি ইলেকট্রন আছে। এজন্য Na এর গ্রুপ-1।

আবার যদি কোনো মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসের বাইরের প্রধান শক্তিস্তরে শুধু s ও p অরবিটাল থাকে, তবে ঐ s ও p অরবিটাল এর মোট ইলেকট্রন সংখ্যার সাথে 10 যোগ করে গ্রুপ সংখ্যা নির্ণয় করা হয়। যেমন : Si এর ইলেকট্রন বিন্যাস-



বাইরের শক্তিস্তরে s ও p অরবিটাল থাকায় Si এর গ্রুপ = (2 + 2) + 10 = 14

আবার, কোনো মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসে সবচেয়ে বাইরের প্রধান শক্তিস্তরে যদি অরবিটালে থাকে এবং আগের প্রধান শক্তিস্তরে যদি d অরবিটাল থাকে তবে s ও d অরবিটালের ইলেকট্রন সংখ্যা যোগ করলেই পাওয়া যাবে নির্ণয় গ্রুপ সংখ্যা। যেমন-



এজন্য Cr এর গ্রুপ = 5 + 1 = 6

সুতরাং দেখা যাচ্ছে, গ্রুপে মৌলের অবস্থান সর্বদাই বহিঃস্থ ইলেকট্রন সংখ্যার সমান হয় না।

১২.

মৌল	প্রোটন সংখ্যা
X	1
Y	14
Z	47

[এখানে X, Y ও Z প্রতীকী অর্থে ব্যবহৃত।]

[বরিশাল বোর্ড ২০২৩]

- (ক) ভর সংখ্যা কাকে বলে?
- (খ) প্রোপিনকে অলিফিন বলা হয় কেন? ব্যাখ্যা করো।
- (গ) পর্যায় সারণির গ্রুপ-1 এ 'X' মৌলের অবস্থান যুক্তিগত কিনা? ব্যাখ্যা করো।
- (ঘ) 'Y' ও 'Z' মৌল উভয়ই ইলেকট্রন বিন্যাসের সাধারণ নিয়ম অনুসরণ করে কিনা? তোমার উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দাও।

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) পরমাণুর নিউক্লিয়াসে অবস্থিত প্রোটন ও নিউট্রন সংখ্যার সমষ্টিকে নিউক্লিয়ন সংখ্যা বা ভর সংখ্যা বলে।
- (খ) অলিফিন (Olefin) শব্দটি গ্রিক শব্দ Olefiant থেকে এসেছে। গ্রিক শব্দ Olefiant এর অর্থ হলো Oil forming বা তেল উৎপাদনকারী। অ্যালকিন হলো অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন। অ্যালকিনে দ্বি-বন্ধন থাকার কারণে এরা খুব সক্রিয়। এদের নিম্নতর সদস্যগুলো (ইথিন, প্রোপিন ইত্যাদি) হ্যালোজেনের (Cl_2 , Br_2) সঙ্গে বিক্রিয়ায় তৈলাক্ত পদার্থ উৎপন্ন করে তাই অ্যালকিনকে অলিফিন বলা হয়।
- (গ) প্রোটন সংখ্যানুযায়ী 'X' মৌলটি হলো হাইড্রোজেন।
হাইড্রোজেনের অবস্থান : হাইড্রোজেন একটি অধাতু। কিন্তু, পর্যায় সারণিতে হাইড্রোজেনকে তীব্র তড়িৎ ধনাত্মক ক্ষার ধাতু Na, K, Rb, Cs, Fr এর সাথে গ্রুপ-1 এ স্থান দেওয়া হয়েছে। এর কারণ ক্ষার ধাতুর মতো H এর বাইরের প্রধান শক্তিস্তরে একটিমাত্র ইলেকট্রন রয়েছে। আবার, হাইড্রোজেনের অনেক ধর্ম ক্ষার ধাতুগুলোর ধর্মের সাথে মিলে যায়। অন্যদিকে, হ্যালোজেন মৌল (F, Cl, Br, I) এর একটি পরমাণু যেমন একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করতে পারে, হাইড্রোজেনও তেমনি একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করতে পারে। অর্থাৎ, H এর অনেক ধর্ম হ্যালোজেন মৌলের ধর্মের সাথেও মিলে যায়। তবে হাইড্রোজেনের বেশির ভাগ ধর্ম ক্ষার ধাতুসমূহের ধর্মের সাথে মিলে যাওয়ায় এবং পর্যায় সারণির মূলভিত্তি ইলেকট্রন বিন্যাস অনুযায়ী একে ক্ষার ধাতুর সাথে গ্রুপ-1 এ স্থান দেওয়া হয়েছে এবং তা যুক্তিসংগত।
- (ঘ) উদ্দীপকের Y ও Z মৌলদ্বয় যথাক্রমে Si(14) ও Ag(47)। Si এর ইলেকট্রন বিন্যাস-
- $$\text{Si}(14) \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$$

Si এর ইলেকট্রন বিন্যাস হতে আমরা দেখতে পাই যে এটি ইলেকট্রন বিন্যাসের সাধারণ নিয়মকে অনুসরণ করে। আবার, Ag এর ইলেকট্রন বিন্যাস-

$\text{Ag}(47) \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^1$
এখানে, Ag এর সর্বশেষ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস $4d^{10} 5s^1$ হওয়ার কথা থাকলেও এখানে স্বাভাবিক নিয়মের ব্যতিক্রম ঘটেছে। কারণ পূর্ণ ও অর্ধপূর্ণ অরবিটালগুলো অধিকতর স্থিতিশীল হয়। অর্থাৎ np^3 , np^6 , nd^5 , nd^{10} , nf^7 , nf^{14} অরবিটালগুলো বেশি স্থিতিশীল। এর ফলেই Ag এর ইলেকট্রন বিন্যাসে $4d^{10} 5s^1$ না হয়ে $4d^{10} 5s^1$ হয়েছে। সুতরাং বলা যায়, Si ইলেকট্রন বিন্যাসের স্বাভাবিক নিয়ম অনুসরণ করলেও Ag এর ক্ষেত্রে এর ব্যতিক্রম ঘটে।

১৩.

P			Ne
Na	X	Y.....	Z
Q			R

[P, Q, X, Y, Z, R প্রতীকী অর্থে ব্যবহৃত]

[ঢাকা বোর্ড ২০২২]

- (ক) ইলেকট্রন আসক্তি কাকে বলে?
- (খ) ক্লোরিন একটি হ্যালোজেন মৌল - ব্যাখ্যা করো।
- (গ) পারমাণবিক ভর পর্যায় সারণির মূলভিত্তি নয় - উদ্দীপকের Z এবং Q এর আলোকে ব্যাখ্যা করো।
- (ঘ) P, Q, X, Y মৌলসমূহকে পারমাণবিক আকারের উর্ধ্বক্রমে সাজিয়ে এর যৌক্তিক কারণ বিশ্লেষণ করো।

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

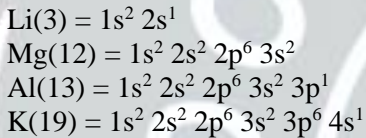
- (ক) কোনো মৌলের 1 mol চার্জ নিরপেক্ষ গ্যাসীয় বিচ্ছিন্ন পরমাণু 1 mol ইলেকট্রনের সাথে যুক্ত হয়ে একক ঋণাত্মক চার্জযুক্ত গ্যাসীয় আয়ন সৃষ্টি করতে যে পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়, তাকে সেই মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি বলে।
- (খ) হ্যালোজেন মানে লবণ উৎপাদনকারী। এর মূল উৎস সামুদ্রিক লবণ। হ্যালোজেন মৌলগুলোর সাথে ধাতু যুক্ত হয়ে লবণ গঠিত হয়। যেমন Cl এর সাথে Na ধাতু যুক্ত হয়ে সোডিয়াম ক্লোরাইড লবণ বা খাদ্য লবণ (NaCl) গঠিত হয়।
এজন্যই ক্লোরিন (Cl) কে হ্যালোজেন মৌল বলা হয়।
- (গ) উদ্দীপকের তথ্য মতে, Z ও Q মৌল দুটি যথাক্রমে আর্গন (Ar) ও পটাসিয়াম (K)। কেননা, Z মৌলটি নিষ্ক্রিয় মৌল ^{10}Ne এর গ্রুপে অবস্থিত। আর Ne মৌলটির নিচের মৌলটি আর্গন (Ar)। আবার Q মৌলটি Na এর নিচের মৌল। Na 1 নং গ্রুপের ও ৩য় পর্যায়ের মৌল। অর্থাৎ 1 নং গ্রুপের ৪র্থ পর্যায়ের মৌলটি K। পারমাণবিক ভর পর্যায় সারণির মূল ভিত্তি নয় এটি K ও Ar এর আলোকে নিচে ব্যাখ্যা করা হলো-
- পারমাণবিক ভর পর্যায় সারণির মূল ভিত্তি হিসাবে ধরে নিলে মৌলগুলো তাদের পারমাণবিক ভরের ক্রমানুসারে সাজানো হবে। Ar এর পারমাণবিক ভর 40 এবং পটাসিয়ামের (K) পারমাণবিক ভর 39। পারমাণবিক ভরকে পর্যায় সারণির মূল ভিত্তি ধরে নিলে K এর অবস্থান অং এর আগে অর্থাৎ গ্রুপ-18 তে নিষ্ক্রিয় গ্যাসের সাথে হবে এবং Ar এর অবস্থান K এর পরে অর্থাৎ গ্রুপ-1 এ ক্ষার ধাতুর সাথে হবে। বাস্তবে K এর বৈশিষ্ট্য নিষ্ক্রিয় গ্যাস থেকে এবং Ar এর বৈশিষ্ট্য ক্ষার ধাতু থেকে সম্পূর্ণ ভিন্ন। এ কারণে পারমাণবিক ভর পর্যায় সারণির মূল ভিত্তি হতে পারে না।

(ঘ) উদ্দীপকের তথ্য মতে, P, Q, X, Y মৌল চারটি যথাক্রমে লিথিয়াম (Li), পটাসিয়াম (K), ম্যাগনেসিয়াম (Mg) ও অ্যালুমিনিয়াম (Al)। নিচে এ মৌলসমূহকে পারমাণবিক আকারের উর্ধ্বক্রমে সাজিয়ে এর যৌক্তিক কারণ বিশ্লেষণ করা হলো-

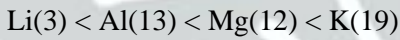
জানা আছে, পারমাণবিক আকার মৌলের একটি পর্যায়বৃত্ত ধর্ম। পর্যায় সারণির বাম হতে ডানদিকে অগ্রসর হলে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে মৌলসমূহের পারমাণবিক আকার হ্রাস পায়। এর কারণ হলো পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে মৌলের পরমাণুর নিউক্লিয়াসে একটি করে প্রোটন যুক্ত হয় এবং সেই সাথে একটি করে ইলেকট্রনও যুক্ত হয়। নিউক্লিয়াসে প্রোটন সংখ্যা বৃদ্ধি পাওয়ায় বহিঃস্থ ইলেকট্রন মেঘ নিউক্লিয়াস কর্তৃক আরও দৃঢ়ভাবে আকৃষ্ট হয় এবং ফলস্বরূপ পরমাণুর আকারও ক্রমশ কমতে থাকে।

আবার একই গ্রুপের উপর থেকে নিচে মৌলসমূহের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি পায়। এর কারণ হলো একই গ্রুপে উপর থেকে নিচে অবস্থিত মৌলগুলোর ক্ষেত্রে যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন বৃদ্ধি না পেলেও নতুন একটি যোজ্যতা স্তরের সৃষ্টি হয়। ফলে নতুন আগত ইলেকট্রনের সাথে কেন্দ্রীয় নিউক্লিয়াসের দূরত্ব বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ, পরমাণুর ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি পায়।

উদ্দীপকের Li(3), K(19), Mg(12), Al(13) মৌল চারটির ইলেকট্রন বিন্যাস:



ইলেকট্রন বিন্যাস অনুসারে, Li ২য় পর্যায়ে Mg, Al ৩য় পর্যায়ে এবং K ৪র্থ পর্যায়ে অবস্থিত। আবার, Li ও K একই গ্রুপের মৌল। অর্থাৎ 1 নং গ্রুপের নিচের মৌল K। নিচের পর্যায়ে অবস্থিত হওয়ায় K এর আকার সবচেয়ে বড় এবং Li উপরের পর্যায়ে অবস্থিত হওয়ায় আকার সবচেয়ে ছোট। Mg একই পর্যায়ে Al এর বামে অবস্থিত বলে Mg এর আকার Al অপেক্ষা বড়। সুতরাং মৌল চারটির আকারের উর্ধ্বক্রম :



১৪.

Li					⁹ F
W			X	Cl	Y
Z					

[যেখানে, W, X, Y ও Z প্রচলিত প্রতীক নহে।]

[ময়মনসিংহ বোর্ড ২০২২]

(ক) মেডেলিফের পর্যায় সূত্রটি লেখো।

(খ) CO_3^{2-} কে যৌগমূলক বলা হয় কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) উদ্দীপকের 'W' ও 'Z' মৌলের মধ্যে কোনটি অধিক সক্রিয়? ব্যাখ্যা করো।

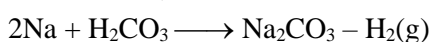
(ঘ) W, X, Y মৌলগুলোর আয়নিকরণ শক্তির ক্রম বিশ্লেষণ করো।

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) মেডেলিফের পর্যায় সূত্রটি হলো :

“মৌলসমূহের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মাবলি তাদের পারমাণবিক ভর বৃদ্ধির সাথে পর্যায়ক্রমে আবর্তিত হয়।”

(খ) CO_3^{2-} কে যৌগমূলক বলা হয়। কারণ CO_3^{2-} মূলকটি 1টি C পরমাণু ও 3টি O পরমাণুর সমন্বয়ে গঠিত, যা একটি মাত্র পরমাণুর ন্যায় আচরণ করে এবং বিক্রিয়া শেষে অপরিবর্তিত থাকে।



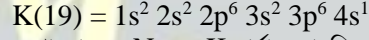
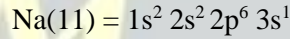
↓
কার্বনেট মূলক

↓
কার্বনেট মূলক

(গ) উদ্দীপকের তথ্যমতে, W ও Z মৌল দুটি যথাক্রমে Na ও K। এদের মধ্যে K অধিক সক্রিয়। নিচে তা ব্যাখ্যা করা হলো-

সক্রিয়তা হলো কোনো পরমাণুর যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন ত্যাগ বা গ্রহণের প্রবণতা। যে মৌল যত তাড়াতাড়ি ইলেকট্রন ত্যাগ বা গ্রহণ করতে পারে সে মৌলের সক্রিয়তা তত বেশি। ধাতুর ক্ষেত্রে একই গ্রুপে উপর থেকে নিচে মৌলসমূহের পারমাণবিক আকার বৃদ্ধির সাথে সক্রিয়তা বৃদ্ধি পায়। কারণ পারমাণবিক আকার বৃদ্ধি পেলে নিউক্লিয়াসের সাথে আকর্ষণ হ্রাস পায়। ফলে ইলেকট্রন ত্যাগের প্রবণতা বৃদ্ধি পায় বলে ধাতুর সক্রিয়তা বৃদ্ধি পায়।

Na ও K এর ইলেকট্রন বিন্যাস :



দেখা যাচ্ছে, Na ও K পর্যায় সারণির গ্রুপ-1 এর ৩য় ও ৪র্থ পর্যায়ে অবস্থিত ধাতু। K এর আকার বড় হওয়ায় এটি Na অপেক্ষা খুব সহজেই ইলেকট্রন ত্যাগ করে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশ নিতে পারে।

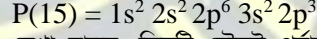
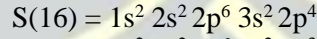
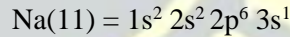
তাই K এর সক্রিয়তা Na অপেক্ষা বেশি।

(ঘ) উদ্দীপকের তথ্যমতে, W, X, Y মৌল তিনটি যথাক্রমে সোডিয়াম ($_{11}\text{Na}$), ফসফরাস ($_{15}\text{P}$) ও সালফার ($_{16}\text{S}$)। নিচে মৌল তিনটির আয়নিকরণ শক্তির ক্রম বিশ্লেষণ করা হলো-

গ্যাসীয় অবস্থায় কোনো মৌলের 1 মোল গ্যাসীয় পরমাণু থেকে 1 মোল ইলেকট্রন অপসারণ করে 1 মোল ধনাত্মক আয়নে পরিণত করতে যে পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হয় তাকে আয়নিকরণ পটেনসিয়াল বা আয়নিকরণ শক্তি বলে।

আয়নিকরণ শক্তি একটি পর্যায়বৃত্ত ধর্ম। যেকোনো পর্যায়ে যতই ডানদিকে যাওয়া যায় অর্থাৎ পারমাণবিক সংখ্যা যতই বাড়ে আয়নিকরণ শক্তি ততই বেড়ে যায়। কারণ পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে কেন্দ্রের সাথে সর্ববহিঃস্থ ইলেকট্রনের আকর্ষণ বেড়ে যায়। ফলে সর্ববহিঃস্থ একটি ইলেকট্রন অপসারণ করতে বেশি শক্তির প্রয়োজন হয়। অর্থাৎ আয়নিকরণ শক্তির মান বেশি হয়।

উদ্দীপকের Na, S ও Ar এর ইলেকট্রন বিন্যাস :



দেখা যাচ্ছে, তিনটি মৌলই পর্যায় সারণির ৩য় পর্যায়ের মৌল। ৩য় পর্যায়ের সর্ববামে Na এবং S মৌলটি ডানে অবস্থিত। এজন্য Na এর আয়নিকরণ শক্তির মান সবচেয়ে কম এবং S এর আয়নিকরণ শক্তির মান সবচেয়ে বেশি। অর্থাৎ, S এর আয়নিকরণ শক্তির মান Na থেকে বেশি কিন্তু P অপেক্ষা কম। কারণ P এর e^- বিন্যাসে সর্বশেষ শক্তিস্তরে অর্ধপূর্ণ p অরবিটাল রয়েছে, যা অধিকতর স্থিতিশীল। তাই P এর বহিঃস্থ স্তরের অপসারণ করতে বেশি শক্তির প্রয়োজন। তাই P এর আয়নিকরণ শক্তি সবচেয়ে বেশি।

সুতরাং মৌল তিনটির আয়নিকরণ শক্তির ক্রম : $\text{P} > \text{S} > \text{Na}$

১৫. $_{12}\text{A}$, $_{19}\text{B}$, $_{20}\text{C}$ [A, B, C প্রতীক অর্থে ব্যবহৃত]

[রাজশাহী বোর্ড ২০২২]

(ক) মেডেলিফের পর্যায় সূত্রটি লেখো।

(খ) He কে গ্রুপ 18 তে রাখা হয় কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) পর্যায় সারণিতে C মৌলের অবস্থান নির্ণয় করো।

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত A, B, C মৌলত্রয়ের পারমাণবিক ব্যাসার্ধের ক্রম বিশ্লেষণ করো।

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) মেন্ডেলিফের পর্যায় সূত্রটি হলো : “মৌলসমূহের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মাবলি তাদের পারমাণবিক ভর বৃদ্ধির সাথে পর্যায়ক্রমে আবর্তিত হয়।”

(খ) হিলিয়াম (He) কে গ্রুপ 18 এ রাখার কারণ নিম্নরূপ-

He এর ইলেকট্রন বিন্যাস : $\text{He}(2) \rightarrow 1s^2$ ।

ইলেকট্রন বিন্যাস অনুযায়ী, একে গ্রুপ-2 এ স্থান দেওয়া উচিত ছিল। কিন্তু গ্রুপ-2 এর মৌলসমূহ তীব্র তড়িৎ ধনাত্মক, যা মৃৎক্ষার ধাতু। অপরদিকে He একটি নিষ্ক্রিয় গ্যাস। এর ধর্ম অন্যান্য নিষ্ক্রিয় গ্যাস Ne, Ar, Kr, Xe, Rn ইত্যাদির সাথে মিলে যায়। এসব নিষ্ক্রিয় গ্যাস 18 নং গ্রুপে অবস্থিত। He এর ধর্ম কখনই 2 নং গ্রুপের মৃৎক্ষার ধাতুর মতো হয় না। এজন্য He কে নিষ্ক্রিয় গ্যাসসমূহের সাথে গ্রুপ- 18 তে রাখা হয়েছে।

(গ) উদ্দীপকের তথ্য মতে, ^{20}C মৌলটি ক্যালসিয়াম (Ca)। কেননা 20 পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট মৌলটি হচ্ছে Ca। প্রদত্ত C মৌলটি তথা Ca এর অবস্থান নিম্নরূপ-

Ca(20) এর ইলেকট্রন বিন্যাস-

$\text{Ca}(20) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

পর্যায় নির্ণয় : Ca এর ইলেকট্রনসমূহ 4টি স্তরে বিন্যস্ত হওয়ায় Ca ৪র্থ পর্যায়ের মৌল।

গ্রুপ নির্ণয় : Ca এর ইলেকট্রন বিন্যাসে সর্বশেষ স্তরের s অরবিটালে 2টি ইলেকট্রন রয়েছে। তাই এটি 2নং গ্রুপের মৌল।

সুতরাং বলা যায়, C মৌলটি তথা Ca মৌলটি পর্যায় সারণির ৪র্থ পর্যায়ের 2নং গ্রুপে অবস্থিত।

(ঘ) উদ্দীপকের তথ্য মতে, ^{12}A , ^{19}B ও ^{20}C মৌলত্রয় যথাক্রমে Mg, K এবং Ca। কেননা 12, 19 ও 20 পারমাণবিক সংখ্যা বিশিষ্ট মৌলত্রয় যথাক্রমে ম্যাগনেসিয়াম (Mg), পটাসিয়াম (K) এবং ক্যালসিয়াম (Ca)। মৌল ৩টির পারমাণবিক আকারের ক্রম নিচে বিশ্লেষণ করা হলো-

জানা আছে, পর্যায় সারণির একই পর্যায়ে বাম থেকে যত ডানে যাওয়া যায় মৌলসমূহের পারমাণবিক আকার ততই হ্রাস পায়। কারণ একই পর্যায়ে বাম থেকে ডানে যাওয়ার সাথে সাথে একটি করে পারমাণবিক সংখ্যা বাড়ে এবং তাদের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বৃদ্ধি পায়। এতে শক্তিস্তরের ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসের দিকে ঝুঁকে থাকে। ফলে পারমাণবিক আকার হ্রাস পায়। আবার একই গ্রুপে উপর থেকে নিচে মৌলসমূহের আকার বৃদ্ধি পায়। কারণ একই গ্রুপে উপর থেকে নিচে একটি করে নতুন স্তর যুক্ত হয় কিন্তু বহিঃস্তরে কোনো ইলেকট্রন যুক্ত হয় না বলে পারমাণবিক আকার বৃদ্ধি পায়।

Mg, K, Ca মৌলগুলোর ইলেকট্রন বিন্যাস করে পাই-

$\text{Mg}(12) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

$\text{K}(19) \rightarrow 1s^2 2s 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

$\text{Ca}(20) \rightarrow 1s^2 2s 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যাচ্ছে, Mg মৌলটি পর্যায় সারণির ৩য় পর্যায়ে অবস্থিত। K ও Ca মৌলদ্বয় ৪র্থ পর্যায়ে তথা একই পর্যায়ে অবস্থিত। আবার ৪র্থ পর্যায়ে K মৌলটি Ca মৌলের বামে অবস্থিত। তাই K মৌলের আকার Ca অপেক্ষা বড়। অন্যদিকে Mg মৌল ৩য় পর্যায়ের মৌল বলে শক্তিস্তর ১টা কম। অর্থাৎ উপরের পর্যায়ে অবস্থিত বলে আকার সবচেয়ে ছোট।

সুতরাং, প্রদত্ত মৌল ৩টির পারমাণবিক আকারের ক্রম :

$\text{K} > \text{Ca} > \text{Mg}$ বা $\text{B} > \text{C} > \text{A}$

১৬. A, B, C এবং D চারটি মৌল যাদের পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 8, 13, 16 এবং 24। [A, B, C এবং D প্রতীকী অর্থে ব্যবহৃত]

[দিনাজপুর বোর্ড ২০২২]

(ক) তড়িৎ ঋণাত্মকতা কাকে বলে?

(খ) KF কঠিন অবস্থায় বিদ্যুৎ পরিবহন করে না - ব্যাখ্যা করো।

(গ) পর্যায় সারণিতে 'D' মৌলের অবস্থান নির্ণয় করো।

(ঘ) A, B এবং C মৌলগুলোর আয়নিকরণ শক্তির ক্রম বিশ্লেষণ করো।

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) দুটি পরমাণু যখন সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে অণুতে পরিণত হয় তখন অণুর পরমাণুগুলো বন্ধনের ইলেকট্রন দুটিকে নিজের দিকে আকর্ষণ করে, এই আকর্ষণকে তড়িৎ ঋণাত্মকতা বলে।

(খ) KF কঠিন অবস্থায় বিদ্যুৎ পরিবহন করে না। কারণ কঠিন অবস্থায় KF অণু ত্রিমাত্রিকভাবে সুবিন্যস্ত হয়ে একটি স্ফটিক তৈরি করে। এ অবস্থায় ধনাত্মক (K^+) ও ঋণাত্মক (F^-) আয়নে পরিণত হতে পারে না। আমরা জানি, বিদ্যুৎ পরিবহনের জন্য ইলেকট্রনের আদান-প্রদান প্রয়োজন হয়। কিন্তু কঠিন KF ইলেকট্রন স্থানান্তর করতে পারে না বলে বিদ্যুৎ পরিবহন করে না।

(গ) উদ্দীপক হতে,

^{24}D মৌলটি হচ্ছে ক্রোমিয়াম (Cr); কেননা 24 পারমাণবিক সংখ্যা বিশিষ্ট মৌলটি হচ্ছে Cr। ইলেকট্রন বিন্যাসের সাহায্যে পর্যায় সারণিতে Cr এর অবস্থান নির্ণয় করা হলো-

Cr এর অবস্থান নির্ণয় :

ক্রোমিয়াম (Cr) এর ইলেকট্রন বিন্যাস-

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

ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যায়, Cr এর সর্বশেষ ইলেকট্রনটি d অরবিটালে প্রবেশ করায় এটি d ব্লকভুক্ত মৌল।

পর্যায় নির্ণয় : Cr এর ইলেকট্রনসমূহ মোট চারটি স্তরে বিন্যস্ত হওয়ায় Cr(24) ৪র্থ পর্যায়ের মৌল।

গ্রুপ নির্ণয় : Cr(24) মৌলটি d ব্লকভুক্ত হওয়ায় এর গ্রুপ = d অরবিটালে মোট ইলেকট্রন সংখ্যা + যোজ্যতা স্তরের মোট ইলেকট্রন সংখ্যা = 5 + 1 = 6

সুতরাং, Cr(24) মৌলটি পর্যায় সারণির ৪র্থ পর্যায়ের গ্রুপ-6-এ অবস্থিত।

(ঘ) উদ্দীপকের A, B এবং C মৌল তিনটির পারমাণবিক সংখ্যা 8, 13 ও 16 হওয়ায় মৌল তিনটি যথাক্রমে (অক্সিজেন), Al (অ্যালুমিনিয়াম) এবং সালফার (S)। নিচে মৌলগুলোর আয়নিকরণ শক্তির ক্রম বিশ্লেষণ করা হলো-

গ্যাসীয় অবস্থায় কোনো মৌলের 1 মোল গ্যাসীয় পরমাণু থেকে 1 মোল ইলেকট্রন অপসারণ করে 1 মোল ধনাত্মক আয়নে পরিণত করতে যে পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হয় তাকে আয়নিকরণ পটেনসিয়াল বা আয়নিকরণ শক্তি বলে।

আয়নিকরণ শক্তি একটি পর্যায়বৃত্ত ধর্ম। যেকোনো পর্যায়ে যতই ডানদিকে যাওয়া যায় অর্থাৎ পারমাণবিক সংখ্যা যতই বাড়ে আয়নিকরণ শক্তি ততই বেড়ে যায়। কারণ পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে কেন্দ্রের সাথে সর্ববহিঃস্থ ইলেকট্রনের আকর্ষণ বেড়ে যায়। ফলে সর্ববহিঃস্থ একটি ইলেকট্রন অপসারণ করতে বেশি শক্তির প্রয়োজন হয়। অর্থাৎ আয়নিকরণ শক্তির মান বেশি হয়।

আবার একই গ্রুপের উপর থেকে নিচে আয়নিকরণ শক্তির মান হ্রাস পায়। কারণ একই গ্রুপে উপর থেকে নিচের মৌলগুলোর ক্ষেত্রে পারমাণবিক

আকার বৃদ্ধি পায়। ফলে কক্ষপথ থেকে ইলেকট্রন অপসারণ সহজ হয় বলে আয়নিকরণ শক্তির মান হ্রাস পায়।

উদ্দীপকের O(8), Al(B) ও S(16) এর ইলেকট্রন বিন্যাস :

$$O(8) = 1s^2 2s^2 2p^4 \text{ (২য় পর্যায়, গ্রুপ-16)}$$

$$Al(13) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1 \text{ (৩য় পর্যায়, গ্রুপ-13)}$$

$$S(16) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 \text{ (৩য় পর্যায়, গ্রুপ-16)}$$

দেখা যাচ্ছে, O মৌলটি ২য় পর্যায়ের এবং Al ও S ৩য় পর্যায়ের মৌল।

O মৌলটি ২য় পর্যায়ের হওয়ায় এর আয়নিকরণ শক্তি সর্বাধিক। Al ও S এর মধ্যে S অপেক্ষাকৃত ৩য় পর্যায়ের ডানে অবস্থিত বলে S এর আয়নিকরণ শক্তি Al অপেক্ষা বেশি।

তাই মৌল তিনটির আয়নিকরণ শক্তির ক্রম : $O(8) > S(16) > Al(13)$ ।

১৭.

Li							
W	Mg	Al	Si	Z	S	Cl	
X							
Y							
Cs	[বিঃদ্র : W, X, Y ও Z মৌলের প্রচলিত প্রতীক নয়]						

[কুমিল্লা বোর্ড ২০২২]

(ক) ইলেকট্রন আসক্তি কাকে বলে?

(খ) Fe^{2+} ও Fe^{3+} আয়নের মধ্যে কোনটি অধিক সুস্থিত? ব্যাখ্যা করো।

(গ) পর্যায় সারণিতে 'Z' মৌলের অবস্থান নির্ণয় করো।

(ঘ) W, X ও Y মৌলগুলো একই রকম ধর্ম প্রদর্শন করে - বিক্রিয়াসহ বিশ্লেষণ করো।

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) কোনো মৌলের 1 mol চার্জ নিরপেক্ষ গ্যাসীয় বিচ্ছিন্ন পরমাণু 1 mol ইলেকট্রনের সাথে যুক্ত হয়ে একক ঋণাত্মক চার্জযুক্ত গ্যাসীয় আয়ন সৃষ্টি করতে যে পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়, তাকে সেই মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি বলে।

(খ) Fe^{2+} ও Fe^{3+} আয়নের মধ্যে Fe^{3+} আয়ন অধিক সুস্থিত। কারণ আয়ন দুটির ইলেকট্রন বিন্যাস :

$$Fe^{2+}(26) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^0 \text{ (সুস্থিত নয়)}$$

$$Fe^{3+}(26) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 3d^5 4s^0 \text{ (সুস্থিত)}$$

ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যাচ্ছে, Fe^{3+} আয়নের d অরবিটাল ইলেকট্রন দ্বারা অর্ধপূর্ণ থাকে বলে Fe^{3+} আয়নটি সুস্থিত। অপরদিকে Fe^{2+} আয়নের 3d অরবিটালে এটি ইলেকট্রন থাকায় ৬টি ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ বা অর্ধপূর্ণ কোনটিই নয়। তাই Fe^{3+} সুস্থিত নয়।

(গ) উদ্দীপকের তথ্য অনুসারে, 'Z' মৌলটি ফসফরাস (P)। নিচে ^{15}P এর ইলেকট্রন বিন্যাস,

$$P(15) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$$

উপরিউক্ত ইলেকট্রন বিন্যাসটি মোট তিনটি স্তরে বিন্যস্ত হওয়ায় ফসফরাসের পর্যায় সংখ্যা 3। আবার সর্ববহিঃস্থ স্তরে মোট ইলেকট্রন সংখ্যা 5। কিন্তু যোজ্যতা স্তরে s ও p অরবিটাল থাকায় এর গ্রুপ হবে = $10 + 5 = 15$ ।

সুতরাং, ফসফরাস (P) মৌলটি পর্যায় সারণির ৩য় পর্যায় ও গ্রুপ 15 তে অবস্থিত।

(ঘ) উদ্দীপকের তথ্য মতে, W, X ও Y মৌলগুলো যথাক্রমে Na, K, Rb। কেননা, 1 নং গ্রুপের মৌল Li এর নিচের মৌল ৩টি যথাক্রমে ^{11}Na ,

^{19}K , ^{37}Rb । মৌলগুলো একই রকম ধর্ম প্রদর্শন করে। নিচে বিক্রিয়াসহ তা বিশ্লেষণ করা হলো-

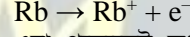
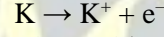
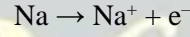
Na, K, Rb এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিয়ে পাই,

$$Na(11) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$$

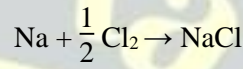
$$K(19) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$$

$$Rb(37) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1$$

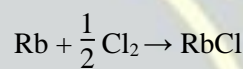
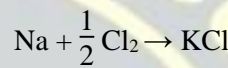
ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যাচ্ছে, প্রত্যেকের যোজ্যতা স্তরে 1টি করে ইলেকট্রন আছে এবং এরা একটি করে ইলেকট্রন দান করে একক ধনাত্মক চার্জযুক্ত আয়নে পরিণত হয়। এজন্য এরা প্রত্যেকেই ধাতু এবং এদের যোজনী 1। এদের প্রত্যেকের সক্রিয়তা অনেক বেশি। যেমন,



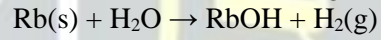
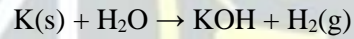
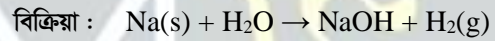
এরা প্রত্যেকেই অধাতব মৌল যেমন হ্যালাজেনের সাথে যুক্ত হয়ে আয়নিক যৌগ তৈরি করে। যেমন,



আয়নিক যৌগ



এরা প্রত্যেকেই পানির সাথে বিস্ফোরণসহ বিক্রিয়া করে তীব্র ক্ষারীয় যৌগ উৎপন্ন করে।



উপরের আলোচনা থেকে বলা যায়, Na, K ও Rb মৌলগুলো একই রকম ধর্ম প্রদর্শন করে।

১৮. ^{11}X , ^{12}Y , ^{15}Z , ^{16}Q

[এখানে, X, Y, Z ও Q প্রতীকী অর্থে; প্রচলিত কোনো মৌলের প্রতীক নয়?]

[চট্টগ্রাম বোর্ড ২০২২]

(ক) মুদ্রা ধাতু কাকে বলে?

(খ) F⁻ ও Ne এর মধ্যে কোনটির আকার বড়? ব্যাখ্যা করো।

(গ) উদ্দীপকের মৌলগুলোর মধ্যে কোনটির ধাতব ধর্ম সর্বাধিক? ব্যাখ্যা করো।

(ঘ) উদ্দীপকের মৌলগুলোর ইলেকট্রন আসক্তি ও আয়নিকরণ শক্তির বিন্যাস দেখিয়ে ইচ্ছা করে সিরিগিতি প্রদর্শন করো।

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) পর্যায় সারণির গ্রুপ-11 তে অবস্থিত ধাতব বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন (উজ্জ্বলতা) অবস্থান্তর মৌল যেমন- তামা (Cu), রূপা (Ag) ও স্বর্ণকে (Au) মুদ্রা ধাতু বলা হয়।

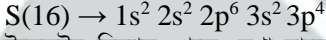
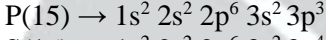
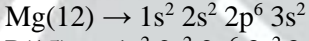
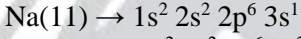
(খ) F⁻ এবং Ne এর মধ্যে F⁻ আয়নের আকার বড়। কারণ F⁻ আয়নে 9টি প্রোটন ও 10টি ইলেকট্রন থাকায়। নিউক্লিয়াস কর্তৃক বহিঃস্থ স্তরের অধিক সংখ্যক ইলেকট্রনের প্রতি আকর্ষণ কমে যায়। ফলে পরমাণুর আকার বড় হয়। পক্ষান্তরে Ne পরমাণুতে 10টি ইলেকট্রন ও 10টি প্রোটন থাকায় বহিঃস্তরে তুলনামূলক কম ইলেকট্রন থাকায় ইলেকট্রনের প্রতি নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ অধিক হয়। ফলে পরমাণুর আকার ক্ষুদ্র হয়।

এজন্য F^- আয়নের আকার (147 pm), যা Ne পরমাণুর আকার (38 pm) এর তুলনায় অনেক বড়।

- (গ) উদ্দীপকের $_{11}X$, $_{12}Y$, $_{15}Z$ ও $_{16}Q$ মৌল চারটি যথাক্রমে Na(11), Mg(12), P(15) ও S(16)। কেননা 11, 12, 15 ও 16 পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট মৌল 4টি যথাক্রমে Na, Mg, P, S। এদের মধ্যে Na(11) এর ধাতব ধর্ম সর্বাধিক। নিচে তা ব্যাখ্যা করা হলো- যেসব মৌল সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন সহজে ত্যাগ করে ধনাত্মক আধান তৈরি করে এবং ধাতব বন্ধন গঠন করে তাদেরকে ধাতু বলে। আবার যেসব মৌল যত সহজে ইলেকট্রন ত্যাগ করে তাদের ধাতব ধর্ম তত বেশি।

আবার, যেসব মৌলের পারমাণবিক আকার যত বড় তাদের যোজন ইলেকট্রনের উপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ বল তত কম হয়। ফলে তারা সহজে ইলেকট্রন ত্যাগ করতে পারে এবং তাদের ধাতব ধর্ম বেশি হয়।

Na, Mg, P ও S এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিয়ে পাই,

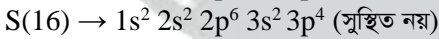
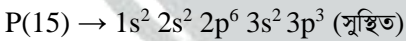


ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যাচ্ছে, মৌল চারটি পর্যায় সারণির ৩য় পর্যায়ের মৌল। Na(11) ৩য় পর্যায়ের সর্ববামে অবস্থিত হওয়ায় Na পরমাণুর আকার সবচেয়ে বড়। কারণ একই পর্যায়ের বাম থেকে ডানে পরমাণুর আকার হ্রাস পায়। Na পরমাণুর আকার বড় ও যোজ্যতা স্তরে মাত্র 1টি ইলেকট্রন থাকায় এটি খুব সহজেই 1টি ইলেকট্রন দান করতে পারে বলে Na পরমাণুর ধাতব ধর্ম সবচেয়ে বেশি। অন্যদিকে Mg(12), P(15), S(16) পরমাণুর আকার Na অপেক্ষা ছোট এবং যোজ্যতা স্তরে 2টি, 5টি, 6টি ইলেকট্রন থাকায় এদের ধাতব ধর্ম Na অপেক্ষা কম।

- (ঘ) উদ্দীপকের তথ্য মতে, মৌল চারটি যথাক্রমে $_{11}Na$, $_{12}Mg$, $_{15}P$, $_{16}S$ । এদের ইলেকট্রন আসক্তি ও আয়নিকরণ শক্তির ক্রম একই হবে না। নিচে তা বিশ্লেষণ করা হলো-

আয়নিকরণ শক্তির ক্রম : আয়নিকরণ শক্তি একটি পর্যায়বৃত্ত ধর্ম। যেকোনো পর্যায়ে যতই ডানদিকে যাওয়া যায় অর্থাৎ পারমাণবিক সংখ্যা যতই বাড়ে আয়নিকরণ শক্তি ততই বেড়ে যায়। কারণ পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে কেন্দ্রের সাথে সর্ববহিঃস্থ ইলেকট্রনের আকর্ষণ বেড়ে যায়। ফলে সর্ববহিঃস্থ একটি ইলেকট্রন অপসারণ করতে বেশি শক্তির প্রয়োজন হয়। অর্থাৎ আয়নিকরণ শক্তির মান বেশি হয়।

মৌল চারটি পর্যায় সারণির ৩য় পর্যায়ের মৌল। Na সর্ববামে এবং S সর্বডানে অবস্থিত। তাই এদের আয়নিকরণ শক্তির ক্রম : $Na < Mg < P < S$ হওয়ার কথা। কিন্তু S ও P এর ইলেকট্রন বিন্যাস :



দেখা যাচ্ছে, P(15) এর ইলেকট্রন বিন্যাসে যোজ্যতা স্তর ইলেকট্রন দ্বারা অর্ধপূর্ণ থাকায় এটি অধিক সুস্থিত। তাই এর যোজ্যতা স্তর থেকে e^- ত্যাগ করবে S অপেক্ষা অধিক শক্তি প্রয়োজন বলে P এর আয়নিকরণ শক্তি S অপেক্ষা বেশি। এজন্য মৌল চারটির আয়নিকরণ শক্তির ক্রম : $Na < Mg < S < P$

ইলেকট্রন আসক্তির ক্রম : পর্যায় সারণির একই পর্যায়ে মৌলগুলোর জন্য বাম দিক থেকে ডান দিকে ইলেকট্রন আসক্তি ক্রমশ বৃদ্ধি পায়। কেননা একই পর্যায়ে বাম থেকে ডানে ক্রমশঃ পারমাণবিক ব্যাসার্ধ হ্রাস পায়। পারমাণবিক ব্যাসার্ধ কমলে ইলেকট্রন আসক্তির মান বাড়ে। আর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বাড়লে ইলেকট্রন আসক্তির মান কমে। কারণ বাম

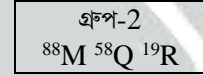
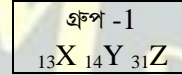
থেকে ডান দিকে পারমাণবিক সংখ্যা ক্রমশ বৃদ্ধি পায়। ফলে নিউক্লিয়াসের প্রোটনের সংখ্যা বৃদ্ধি তথা ধনাত্মক চার্জ বৃদ্ধি পায় কিন্তু নতুন কোনো শক্তিস্তর সৃষ্টি না হওয়ায় নিউক্লিয়াস থেকে ইলেকট্রনের দূরত্ব তেমন বৃদ্ধি পায় না। ফলে ধনাত্মক চার্জের ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়। তাই অধিক আকর্ষণের জন্য মৌলগুলোর ইলেকট্রন আসক্তি বৃদ্ধি পায়।

উদ্দীপকের Na, Mg, P, S মৌল চারটি পর্যায় সারণির ৩য় পর্যায়ের ক্রমশ বাম থেকে ডানে অবস্থিত। Na সর্ববামে এবং S সর্বডানে অবস্থিত। এজন্য Na এর ইলেকট্রন আসক্তি সর্বনিম্ন এবং S এর ইলেকট্রন আসক্তি সর্বাধিক।

সুতরাং মৌলগুলোর ইলেকট্রন আসক্তির ক্রম :



১৯.



[সিলেট বোর্ড ২০২২]

(ক) কণার গতিতত্ত্ব কাকে বলে?

(খ) ব্রোঞ্জ একটি সংকর ধাতু - ব্যাখ্যা করো।

(গ) গ্রুপ-২ এ উল্লিখিত মৌলসমূহের পর্যায় সারণিতে অবস্থান নির্ণয় করো।

(ঘ) গ্রুপ-1 এর মৌলসমূহের পারমাণবিক আকারের ক্রম বিশ্লেষণ করো।

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) আন্তঃকণা আকর্ষণ শক্তি এবং কণাগুলোর গতিশক্তি দিয়ে পদার্থের কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় অবস্থা ব্যাখ্যা করার তত্ত্বকে কণার গতিতত্ত্ব বলে।

(খ) দুই বা ততোধিক ভিন্ন প্রকৃতির ধাতুকে গলিয়ে নতুন যে ধাতু তৈরি করা হয় তাকে সংকর ধাতু বলে। ব্রোঞ্জ একটি সংকর ধাতু। কারণ কপার (Cu) ও টিন (Sn) কে গলিয়ে তরলে পরিণত করে। এ তরলদ্বয়কে একত্রে মিশিয়ে অতঃপর মিশ্রণকে ঠান্ডা করে কঠিন সংকর ধাতু ব্রোঞ্জ তৈরি করা হয়। যেহেতু ব্রোঞ্জ তৈরিতে দুটি ভিন্ন ধাতু প্রয়োজন তাই ব্রোঞ্জ একটি সংকর ধাতু।

(গ) উদ্দীপকের গ্রুপ-২ এ উল্লিখিত মৌলগুলো ^{88}M ^{58}Q ^{19}R । সুতরাং মৌল তিনটি হবে $^{88}_{38}Sr$, $^{58}_{27}Co$, $^{19}_9F$ । নিচে পর্যায় সারণিতে মৌল তিনটির অবস্থান নির্ণয় করা হলো-

$^{19}_9F$ এর অবস্থান : F এর ইলেকট্রন বিন্যাস : $F(9) = 1s^2 2s^2 2p^5$
F(9) এর যোজ্যতা স্তর 2টি। কাজেই এটি ২য় পর্যায়ের মৌল এবং সর্বশেষ ইলেকট্রন p অরবিটাল যায় বলে গ্রুপ = $10 + 7 = 17$ ।
সুতরাং F পর্যায় সারণির ২য় পর্যায়ের গ্রুপ-17 তে অবস্থিত।

$^{58}_{27}Co$ এর অবস্থান : Co(27) এর ইলেকট্রন বিন্যাস-
 $Co(27) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$
ইলেকট্রন বিন্যাস চারটি স্তরে বিন্যস্ত হওয়ায় ঈড় ৪র্থ পর্যায়ের মৌল। আবার সর্বশেষ ইলেকট্রনটি d অরবিটালে প্রবেশ করায় গ্রুপ = $7 + 2 = 9$ । অর্থাৎ Co পর্যায় সারণির ৪র্থ পর্যায়ের গ্রুপ-9 এ অবস্থিত।

$^{88}_{38}Sr$ এর অবস্থান : Sr(38) এর ইলেকট্রন বিন্যাস :
 $Sr(38) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^2$
Sr এর ইলেকট্রন পাঁচটি স্তরে বিন্যস্ত। এজন্য Sr মৌলটি ৫ম পর্যায়ের অবস্থিত। সর্বশেষ ইলেকট্রন s অরবিটালে প্রবেশ করায় s অরবিটালের মোট e^- সংখ্যা গ্রুপ নির্দেশ করে অর্থাৎ গ্রুপ-2।

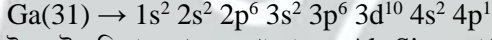
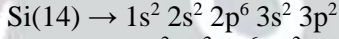
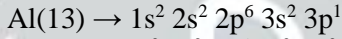
সুতরাং Sr(38) পর্যায় সারণির ৫ম পর্যায়ের গ্রুপ-2 তে অবস্থিত।

(ঘ) উদ্দীপকের গ্রুপ-1 এর মৌলগুলো $_{13}\text{X}$, $_{14}\text{Y}$, $_{31}\text{Z}$ । সুতরাং মৌল তিনটি $_{13}\text{Al}$, $_{14}\text{Si}$ এবং $_{31}\text{Ga}$ । কেননা 13, 14 ও 31 পারমাণবিক সংখ্যা বিশিষ্ট মৌল ৩টি যথাক্রমে Al, Si, Ga। নিচে মৌলগুলোর পারমাণবিক আকারের ক্রম বিশ্লেষণ করা হলো-

জানা আছে, পর্যায় সারণির বাম হতে ডানদিকে অগ্রসর হলে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে মৌলসমূহ পারমাণবিক আকার হ্রাস পায়। এর কারণ হলো পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে মৌলের পরমাণুর নিউক্লিয়াসে একটি করে প্রোটন যুক্ত হয় এবং সেই সাথে একটি করে ইলেকট্রনও যুক্ত হয়। নিউক্লিয়াসে প্রোটন সংখ্যা বৃদ্ধি পাওয়ায় বহিঃস্থ ইলেকট্রন মেঘ নিউক্লিয়াস কর্তৃক আরও দৃঢ়ভাবে আকৃষ্ট হয় এবং ফলস্বরূপ পরমাণুর আকারও ক্রমশ কমতে থাকে।

আবার একই গ্রুপের উপর থেকে নিচে মৌলসমূহের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি পায়। এর কারণ হলো একই গ্রুপে উপর থেকে নিচে অবস্থিত। মৌলগুলোর ক্ষেত্রে যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন বৃদ্ধি না পেলেও নতুন একটি যোজ্যতা স্তরের সৃষ্টি হয়। ফলে নতুন আগত ইলেকট্রনের সাথে কেন্দ্রীয় নিউক্লিয়াসের দূরত্ব বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ, পরমাণুর ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি পায়।

প্রদত্ত মৌল Al, Si, Ga এর ইলেকট্রন বিন্যাস করে পাই,



ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যাচ্ছে, Al, Si ৩য় পর্যায়ের মৌল এবং Ga ৪র্থ পর্যায়ের মৌল। Ga অপেক্ষাকৃত নিচের পর্যায়ে অবস্থিত বলে আকার সবচেয়ে বড়। আবার ৩য় পর্যায়ের তথা একই পর্যায়ের Al মৌলটি Si এর বামে অবস্থিত বলে আকার তুলনামূলক বড়। সুতরাং প্রদত্ত মৌল তথা Al, Si ও Ga মৌলসমূহের পারমাণবিক আকারের ক্রম :



২০.

গ্রুপ→		P	Q
পর্যায়	X	Na	E
↓	Y	G	J
	Z	Rb	Sr

[E, G ও J প্রচলিত কোন মৌল নয়]

[যশোর বোর্ড ২০২২]

(ক) সুপ্ত যোজনী কাকে বলে?

(খ) ক্যালসিয়ামকে মৃৎক্ষার ধাতু বলা হয় কেন? ব্যাখ্যা করো।

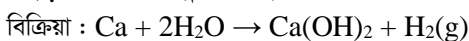
(গ) 'Y' পর্যায়ের মৌলগুলোর পারমাণবিক আকারের ক্রম ব্যাখ্যা করো।

(ঘ) 'Q' গ্রুপের মৌলগুলোর আয়নিকরণ শক্তির ক্রম বিশ্লেষণ করো।

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) কোনো মৌলের সর্বোচ্চ যোজনী ও সক্রিয় যোজনীর পার্থক্যকে সুপ্ত যোজনী বলে।

(খ) ক্যালসিয়াম (Ca)-কে মৃৎক্ষার ধাতু বলা হয়; এর কারণ হলো এটি গ্রুপ-2 এর মৌল এবং এদের অক্সাইডসমূহ পানিতে ক্ষারীয় দ্রবণ তৈরি করে। এছাড়া মৌলটি বিভিন্ন যৌগ হিসেবে মাটিতে থাকে।



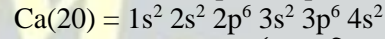
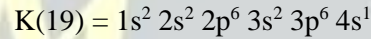
ক্ষার

(গ) উদ্দীপকের Y পর্যায়ের মৌল দুটি G ও J। G মৌলটি Na এর নিচে বলে এটি K(19) এবং J মৌলটি Sr এর উপরে হওয়ায় এটি Ca।

প্রদত্ত Y পর্যায়ের K ও Ca মৌলের পারমাণবিক আকারের ক্রম নিচে ব্যাখ্যা করা হলো-

জানা আছে, যে কোনো পর্যায়ের বাম থেকে ডানে যাওয়া যায় মৌলসমূহের আকার ক্রমশ কমতে থাকে। ২য় পর্যায়ের C থেকে F এর দিকে অগ্রসর হলে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে পারমাণবিক আকার আনুপাতিকহারে কমতে থাকে। এর কারণ হচ্ছে একই পর্যায়ের মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে একটি করে ইলেকট্রন যুক্ত হয় কিন্তু ইলেকট্রনের স্তর বাড়ে না। আর পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির অর্থ নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক আধানের পরিমাণ বৃদ্ধি। ফলে ইলেকট্রনসমূহ নিউক্লিয়াস কর্তৃক আরও জোরালোভাবে আকৃষ্ট হয়। ফলে ব্যাসার্ধ কমতে থাকে। অর্থাৎ আকার হ্রাস পেতে থাকে।

K ও Ca এর ইলেকট্রন বিন্যাস :



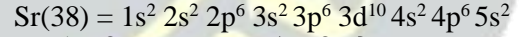
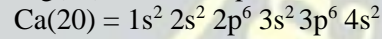
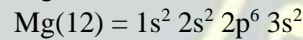
দেখা যাচ্ছে, K ও Ca পর্যায় সারণির ৪র্থ পর্যায়ের গ্রুপ-1 ও গ্রুপ-2 এর মৌল। অর্থাৎ K বামে অবস্থিত হওয়ায় K এর আকার Ca অপেক্ষা বড়। অর্থাৎ মৌলদ্বয়ের আকারের ক্রম : $_{19}\text{K} > _{20}\text{Ca}$

(ঘ) উদ্দীপকের গ্রুপ হলো পর্যায় সারণির গ্রুপ-2 এবং E, J মৌলদ্বয় হলো যথাক্রমে Mg ও Ca। সুতরাং Q গ্রুপের Mg, Ca, Sr মৌল তিনটির আয়নিকরণ শক্তির ক্রম নিচে বিশ্লেষণ করা হলো-

গ্যাসীয় অবস্থায় কোনো মৌলের সর্বশেষ শক্তিস্তর থেকে 1টি ইলেকট্রন সরিয়ে একে একক ধনাত্মক চার্জযুক্ত আয়নে পরিণত করতে যে শক্তির প্রয়োজন তাকে আয়নিকরণ শক্তি বলে।

জানা আছে, একই পর্যায়ের বাম থেকে ডানে আয়নিকরণ শক্তির মান বৃদ্ধি পায় এবং একই গ্রুপের উপর থেকে নিচে আয়নিকরণ শক্তির মান হ্রাস পায়। কারণ উপর থেকে নিচে অবস্থিত মৌলসমূহের ক্ষেত্রে যোজ্যতা স্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা বৃদ্ধি না পেলেও যোজ্যতা স্তরের সংখ্যা বৃদ্ধি পায়। ফলে যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রনের সাথে নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ হ্রাস পায় এবং আয়নিকরণ শক্তির মান কমে যায়।

Mg, Ca, Sr এর ইলেকট্রন বিন্যাস-



ইলেকট্রন বিন্যাস অনুসারে, মৌল তিনটি একই গ্রুপ-2 এর ৩য়, ৪র্থ ও ৫ম পর্যায়ের মৌল। যেহেতু একই গ্রুপে উপর থেকে নিচে আয়নিকরণ শক্তি হ্রাস পায়, সেহেতু Sr এর আয়নিকরণ শক্তি সবচেয়ে কম এবং Mg এর আয়নিকরণ শক্তি সবচেয়ে বেশি।

সুতরাং মৌল তিনটির আয়নিকরণ শক্তির ক্রম :



২১. $_{9}\text{A}$, $_{17}\text{B}$, $_{35}\text{C}$

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

[বরিশাল বোর্ড ২০২২]

(ক) ক্যাটায়ন কাকে বলে?

(খ) Mg এর পারমাণবিক সংখ্যা 12 বলতে কী বোঝ?

(গ) উদ্দীপকের মৌল তিনটির পারমাণবিক আকারের পরিবর্তন ব্যাখ্যা করো।

(ঘ) “ইলেকট্রন বিন্যাসই পর্যায় সারণির মূল ভিত্তি।” - উদ্দীপকের মৌলগুলোর সাহায্যে বিশ্লেষণ করো।

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

[ঢাকা বোর্ড ২০২১]

(ক) ধনাত্মক আধানযুক্ত পরমাণুকে ক্যাটায়ন বলে।

(খ) কোনো মৌলের একটি পরমাণুর নিউক্লিয়াসে অবস্থিত প্রোটনের সংখ্যাকে ঐ মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা বলে। একে Z দ্বারা প্রকাশ করা হয়। Mg পরমাণুর নিউক্লিয়াসে মোট 12টি প্রোটন অবস্থিত। এজন্য Mg এর পারমাণবিক সংখ্যা 12। পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যা প্রতীকের নিচে বাম পাশে লেখা হয়। যেমন, ${}_{12}Mg$ দ্বারা বুঝায় Mg এর পারমাণবিক সংখ্যা 12।

(গ) উদ্দীপকের ${}_{9}A$, ${}_{17}B$ ও ${}_{35}C$ মৌল তিনটি যথাক্রমে $F(9)$, $Cl(17)$ ও $Br(35)$ । এরা পর্যায় সারণির গ্রুপ-17 এর মৌল। নিচে মৌল তিনটির পারমাণবিক আকারের ক্রম পরিবর্তন ব্যাখ্যা করা হলো-

জানা আছে, একই গ্রুপে উপর থেকে যত নিচে যাওয়া যায় মৌলসমূহের পারমাণবিক আকার তত বৃদ্ধি পায়। কারণ উপর থেকে নিচে মৌলসমূহের ক্ষেত্রে যোজ্যতা স্তরে কোনো ইলেকট্রন সংখ্যা বৃদ্ধি পায় না কিন্তু একটি করে নতুন যোজ্যতা স্তর তৈরি হয়। ফলে নিউক্লিয়াসের সাথে বহিঃস্তরের ইলেকট্রনের আকর্ষণ কমে যায়, যার কারণে আকার বৃদ্ধি পায়।

$$F(9) = 1s^2 2s^2 2p^5$$

$$Cl(17) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$$

$$Br(35) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$$

ইলেকট্রন বিন্যাস অনুসারে F , Cl , Br মৌল তিনটি গ্রুপ-17 এর ২য়, ৩য় ও ৪র্থ পর্যায়ের মৌল। Br তুলনামূলক নিচের পর্যায়ে অবস্থিত হওয়ায় Br এর আকার সবচেয়ে বড় এবং F উপরের পর্যায়ে অবস্থিত হওয়ায় আকার সবচেয়ে ছোট।

সুতরাং মৌল তিনটির আকারের ক্রম : $Br > Cl > F$ ।

(ঘ) উদ্দীপকের তথ্য মতে, মৌল তিনটি যথাক্রমে $F(9)$, $Cl(17)$ ও $Br(35)$ । ইলেকট্রন বিন্যাসই পর্যায় সারণির মূল ভিত্তি। নিচে উদ্দীপকের মৌল তিনটির আলোকে ব্যাখ্যা করা হলো-

F , Cl , Br মৌল তিনটির ইলেকট্রন বিন্যাস

$$F(9) = 1s^2 2s^2 2p^5$$

$$Cl(17) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$$

$$Br(35) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$$

ইলেকট্রন বিন্যাসের মাধ্যমে কোনো মৌল কত নম্বর পর্যায় ও কত নম্বর গ্রুপে অবস্থান করে তা বের করা যায়। আবার যে সকল মৌলের বাইরের প্রধান শক্তিস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস একই রকম সে সকল মৌল একই গ্রুপে অবস্থান করে। উদ্দীপকের মৌল তিনটির যোজ্যতা স্তরে 7টি অর্থাৎ একই রকম ইলেকট্রন থাকায় এরা একই গ্রুপে স্থান পেয়েছে। যেসব মৌলের যোজ্যতা স্তরে 7টি করে ইলেকট্রন থাকে তারা 1টি করে ইলেকট্রন গ্রহণ করে অ্যানায়নে পরিণত হয়। উদ্দীপকের মৌল তিনটির যোজ্যতা স্তরে 7টি করে ইলেকট্রন থাকায় এরা 1টি করে ইলেকট্রন গ্রহণ করে F^- , Cl^- , Br^- আয়নে পরিণত হয়। যেহেতু মৌলগুলো ইলেকট্রন গ্রহণ করছে তাই এরা অধাতু এবং তীব্র জারক। $F(9)$, $Cl(17)$, $Br(35)$ মৌলগুলোর যোজ্যতা স্তরে 7টি ইলেকট্রন থাকায় এরা ইলেকট্রন ত্যাগ করতে পারে না; নিজেদের মধ্যে শেয়ার করে F_2 , Cl_2 , Br_2 সমযোজী অণু সৃষ্টি করতে পারে। ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে আরও দেখা যাচ্ছে, শক্তিস্তর যত বৃদ্ধি পায় পারমাণবিক আকার তত বৃদ্ধি পায়। সে হিসাবে মৌল তিনটির পারমাণবিক আকার $Br > Cl > F$ । সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ বিষয় হলো ইলেকট্রন বিন্যাস এটি স্পষ্টতঃ পর্যায় সারণিতে 1টি মৌল একটিমাত্র স্থান দখল করে। এজন্যই ইলেকট্রন বিন্যাসই পর্যায় সারণির মূলভিত্তি।

(ক) অরবিট কাকে বলে?

(খ) পরমাণু সামগ্রিকভাবে চার্জ নিরপেক্ষ - ব্যাখ্যা করো।

(গ) ইলেকট্রন বিন্যাস করে Q এবং R মৌলের পর্যায় সারণিতে অবস্থান নির্ণয় করো।

(ঘ) উদ্দীপকের P মৌলের আকার এবং এর আয়নের আকার ডায়াগ্রামসহ বিশ্লেষণ করো।

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) পরমাণুর যে সকল স্থির কক্ষপথে ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে আবর্তন করে তাদেরকে অরবিট বলে।

(খ) পরমাণুর কেন্দ্রে নিউক্লিয়াস অবস্থিত। এতে প্রোটন ও নিউট্রন রয়েছে। প্রোটন ধনাত্মক চার্জযুক্ত, নিউট্রন চার্জ নিরপেক্ষ অর্থাৎ কেন্দ্র নিউক্লিয়াস ধনাত্মক চার্জযুক্ত। অপরদিকে নিউক্লিয়াসের চারদিকে নির্দিষ্ট কক্ষপথে ঋণাত্মক চার্জযুক্ত ইলেকট্রন থাকে। প্রোটন ও ইলেকট্রন সংখ্যা সমান। ফলে নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক চার্জ ও বিভিন্ন স্তরে অবস্থানকারী ইলেকট্রনের ঋণাত্মক চার্জ পরস্পরকে প্রশমিত করে। এজন্য পরমাণু সামগ্রিকভাবে চার্জ শূন্য।

(গ) উদ্দীপকের ${}_{33}Q$ ও ${}_{37}R$ মৌলদ্বয় যথাক্রমে $As(33)$ ও $Rb(37)$ । ইলেকট্রন বিন্যাস করে As ও Rb মৌলের পর্যায় সারণিতে অবস্থান নির্ণয় করা হলো-

$As(33)$ এর ইলেকট্রন বিন্যাস :

$$As(33) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$$

পর্যায় নির্ণয় : As এর ইলেকট্রন বিন্যাসে সবচেয়ে বাইরের শক্তিস্তর 4। এ কারণে 4টি এনং পর্যায়ের মৌল।

গ্রুপ নির্ণয় : As এর ইলেকট্রন বিন্যাসে সর্বশেষ শক্তিস্তরে তথা যোজ্যতা স্তরে ৩ অরবিটাল রয়েছে।

$$\therefore \text{গ্রুপ} = \text{যোজ্যতা স্তরের মোট ইলেকট্রন সংখ্যা} + 10$$

$$= (2 + 3) + 10 = 15$$

আবার, $Rb(37)$ এর ইলেকট্রন বিন্যাস :

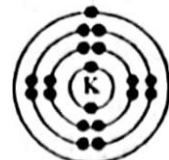
$$Rb(37) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1$$

পর্যায় নির্ণয় : Rb এর ইলেকট্রন বিন্যাসে সবচেয়ে বাইরের শক্তিস্তর 5। তাই এটি ৫ম পর্যায়ের মৌল।

গ্রুপ নির্ণয় : Rb এর ইলেকট্রন বিন্যাসে সর্বশেষ ইলেকট্রন s অরবিটালে যায় ফলে s অরবিটালের মোট e^- সংখ্যা এর গ্রুপ নির্দেশ করে। যেহেতু Rb এর সর্বশেষ শক্তিস্তর $5s$ অরবিটালে 1টি e^- আছে। তাই এটি গ্রুপ-1 এর মৌল।

(ঘ) উদ্দীপকের তথ্যমতে, ${}_{19}P$ মৌলটি পটাসিয়াম (K)। নিচে পটাসিয়ামের (K) আকার ও এর আয়ন (K^+) এর আকার ডায়াগ্রামসহ নিচে বিশ্লেষণ করা হলো, $K(19)$ এর ইলেকট্রন বিন্যাস $= 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

K এর সর্ববহিঃস্থ স্তরে 1টি মাত্র ইলেকট্রন আছে এবং এর চারটি কক্ষপথ আছে। যোজ্যতা স্তরে 1টি মাত্র ইলেকট্রন থাকায় কেন্দ্রীয় নিউক্লিয়াসের সাথে বহিঃস্তরের ইলেকট্রনের আকর্ষণ কম থাকে। ফলে K এর আকার বড় হয়।

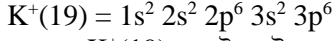


K পরমাণু

২২. ${}_{19}P$, ${}_{33}Q$, এবং ${}_{37}R$ তিনটি মৌল।

[এখানে P , Q , R প্রতীকী অর্থে ব্যবহৃত]

আবার, K পরমাণু যখন সর্বশেষ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন দান করে তখন এটি K^+ আয়নে পরিণত হয়। K^+ আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাস :



এক্ষেত্রে $K^+(19)$ এর ইলেকট্রনগুলো তিনটি স্তরে বিন্যস্ত। চারটি স্তরে বিন্যস্ত K পরমাণুর তুলনায় K^+ আয়নের আকার ছোট। তাছাড়া K^+ আয়নের যোজ্যতা স্তরে আটটি ইলেকট্রন কেন্দ্রীয় নিউক্লিয়াসের সাথে খুব দৃঢ়ভাবে আকৃষ্ট থাকে বলে K^+ আয়নের আকার ক্ষুদ্র হয়।



K^+ আয়ন

সুতরাং উপরের আলোচনা থেকে বলা যায়, K পরমাণুর আকার K^+ আয়নের আকার থেকে বড় হয়।

২৩.

গ্রুপ →	P	Q	R	S	T
W	Li			F	Ne
X	A	C	D	Cl	Ar
↓ পর্যায়	Y	B		E	
Z	Rb			G	

[চিত্রে পর্যায় সারণির একটি খণ্ডিত অংশ দেখানো হয়েছে। যেখানে, A, B, C, D, E এবং G প্রতীকী অর্থে ব্যবহৃত]

[ময়মনসিংহ বোর্ড ২০২১]

- (ক) ডোবেরাইনার এর ত্রয়ী সূত্রটি লেখো।
 (খ) লিথিয়াম একটি ক্ষার ধাতু – ব্যাখ্যা করো।
 (গ) উদ্দীপকের C ও D মৌলদ্বয়ের মধ্যে কোনটির ইলেকট্রন আসক্তি বেশি? ব্যাখ্যা করো।
 (ঘ) 'X' পর্যায় এবং 'S' গ্রুপে মৌলগুলির আকারের তুলনামূলক বিশ্লেষণ করো।

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) ডোবেরাইনারের ত্রয়ীসূত্র হচ্ছে “পারমাণবিক ভরের ক্রম অনুসারে তিনটি করে মৌলকে সাজালে দ্বিতীয় মৌলের পারমাণবিক ভর প্রথম ও তৃতীয় মৌলের পারমাণবিক ভরের যোগফলের অর্ধেক বা তার কাছাকাছি।”

- (খ) লিথিয়াম (Li) কে ক্ষার ধাতু বলা হয়। কারণ Li গ্রুপ-1 এর মৌল এবং পানির সাথে বিক্রিয়া করে তীব্র ক্ষারীয় যৌগ LiOH উৎপন্ন করে।



তীব্র ক্ষার

আবার, LiOH অম্লের অম্লত্বকে বিনষ্ট করতে পারে এবং বিক্রিয়ায় লবণ ও পানি উৎপন্ন করে।



ক্ষার অম্ল লবণ পানি

তাই লিথিয়ামকে ক্ষার ধাতু বলা হয়।

- (গ) উদ্দীপকে C ও D মৌল দুটি যথাক্রমে ম্যাগনেসিয়াম ($_{12}\text{Mg}$) ও সালফার ($_{16}\text{S}$)। C মৌলটি হচ্ছে 2নং গ্রুপের মৃৎক্ষার ধাতু। 1নং গ্রুপের $_{11}\text{Na}$ এর পর্যায়ের পরের মৌলটি $_{12}\text{C}$ তথা $_{12}\text{Mg}$ । অপরদিকে D মৌলটি হ্যালাজেন মৌল $_{17}\text{Cl}$ এর পূর্বের মৌল তথা $_{16}\text{S}$ মৌল। মৌল দুটির মধ্যে S এর ইলেকট্রন আসক্তির মান বেশি। নিচে তা ব্যাখ্যা করা হলো-

পর্যায় সারণির একই পর্যায়ে মৌলগুলোর জন্য বাম দিক থেকে ডান দিকে ইলেকট্রন আসক্তি ক্রমশ বৃদ্ধি পায়। কেননা একই পর্যায়ের বামের

মৌলের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বেশি এবং ডানের মৌলের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ কম। পারমাণবিক ব্যাসার্ধ কমলে ইলেকট্রন আসক্তির মান বাড়ে আর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বাড়লে ইলেকট্রন আসক্তির মান কমে, কারণ বাম থেকে ডান দিকে পারমাণবিক সংখ্যা ক্রমশ বৃদ্ধি পায়। ফলে নিউক্লিয়াসের প্রোটনের সংখ্যা বৃদ্ধি তথা ধনাত্মক চার্জ বৃদ্ধি পায় কিন্তু নতুন কোনো পলিষ্টের সৃষ্টি না হওয়ায় নিউক্লিয়াস থেকে ইলেকট্রনের দূরত্ব তেমন বৃদ্ধি পায় না। ফলে ধনাত্মক চার্জের ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়। তাই অধিক আকর্ষণের জন্য মৌলগুলোর ইলেকট্রন আসক্তি বৃদ্ধি পায়।

উদ্দীপকের Mg ও S মৌল দুটির মধ্যে S মৌলটি ডানে অবস্থিত তাই পারমাণবিক ব্যাসার্ধ কম এবং Mg বামে অবস্থিত, তাই পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বেশি। উভয়ই ৩য় পর্যায়ের মৌল হওয়ায় বামে অবস্থিত Mg অপেক্ষা ডানে অবস্থিত S মৌলের ইলেকট্রন আসক্তির মান বেশি।

অর্থাৎ ইলেকট্রন আসক্তির ক্রম : $S > Mg$ ।

- (ঘ) উদ্দীপকের তথ্য মতে, X পর্যায়ের মৌলগুলো যথাক্রমে Na, Mg, S, Cl, Ar অর্থাৎ ৩য় পর্যায়ের মৌল। আবার S গ্রুপে তথা 17নং গ্রুপে অবস্থিত মৌলগুলো যথাক্রমে F, Cl, Br, I। নিচে মৌলগুলোর আকারের তুলনা করা হলো-

জানা আছে, যে কোনো পর্যায়ের বাম হতে ডান দিকে যাওয়া যায় মৌলসমূহের আকার আনুপাতিক হারে কমেতে থাকে। অর্থাৎ ৩য় পর্যায়ের Na থেকে Cl এর দিকে অগ্রসর হলে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে আকার আনুপাতিক হারে কমেতে থাকে। আর পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির অর্থ নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক আধানের পরিমাণের বৃদ্ধি ফলে ইলেকট্রনসমূহ নিউক্লিয়াস কর্তৃক আরও জোরালোভাবে আকৃষ্ট হয়। ফলে ব্যাসার্ধও কমেতে থাকে অর্থাৎ Na এর পারমাণবিক সংখ্যা কম তথা বামে অবস্থিত হওয়ায় এর ব্যাসার্ধ বেশি। অপরদিকে Cl এর পারমাণবিক সংখ্যা বেশি তথা ডানে অবস্থিত হওয়ায় নিউক্লিয়াসের ইলেকট্রনের প্রতি দৃঢ় আকর্ষণের কারণে এর আকার Na, Mg, S মৌলের তুলনায় কম। Ar মৌল নিষ্ক্রিয় হওয়ায় বেশ সুস্থিত। তাই এর প্রতি নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ খুব বেশি। তাই আকার সবচেয়ে ছোট। উদ্দীপকে উল্লিখিত ৩য় পর্যায়ের মৌলগুলোর পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে আকারের পরিবর্তন হকের মাধ্যমে দেখানো হলো-

মৌল	Na	Mg	S	Cl	Ar
পারমাণবিক ব্যাসার্ধ (nm)	0.191	0.160	0.102	0.099	0.095

সুতরাং প্রদত্ত পর্যায়টির মৌলগুলোর ক্রম : $\text{Na} > \text{Mg} > \text{S} > \text{Cl} > \text{Ar}$ আবার, উদ্দীপকের S গ্রুপ হলো পর্যায় সারণির 17 নম্বর গ্রুপ।

জানা আছে, একই গ্রুপে উপর থেকে ডান দিকে যাওয়া যায় মৌলসমূহের পারমাণবিক আকার তত বৃদ্ধি পায়। কারণ উপর থেকে নিচে মৌলসমূহের ক্ষেত্রে যোজ্যতা স্তরে কোনো ইলেকট্রন বৃদ্ধি পায় না কিন্তু একটি করে নতুন যোজ্যতা স্তর তৈরি হয়। ফলে নিউক্লিয়াসের সাথে বহিঃস্তরের ইলেকট্রনের আকর্ষণ কমে যায়, যার কারণে আকার বৃদ্ধি পায়।

অর্থাৎ প্রদত্ত গ্রুপ-17 এর মৌলগুলোর আকারের ক্রম : $I > Br > Cl > F$

২৪.



[ময়মনসিংহ বোর্ড ২০২১]

- (ক) অবস্থান্তর মৌল কাকে বলে?
- (খ) 2p অপেক্ষা 2s অরবিটাল এর শক্তি কম – ব্যাখ্যা করো।
- (গ) (i) নং এর মৌলসমূহের ধাতব ধর্ম ব্যাখ্যা করো।
- (ঘ) (ii) নং এর মৌলসমূহ একই গ্রুপের অন্তর্ভুক্ত কিনা – বিক্রিয়াসহ বিশ্লেষণ করো।

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

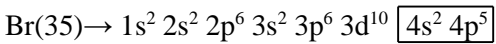
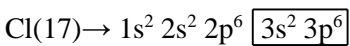
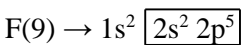
- (ক) যেসব ধাতব মৌলের স্থিতিশীল আয়নের ইলেকট্রন বিন্যাসে d-অরবিটাল আংশিকভাবে ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ থাকে তাদেরকে অবস্থান্তর মৌল বলে।
- (খ) ইলেকট্রন বিন্যাসের ক্ষেত্রে, কোনো অরবিটালের শক্তির মান, এর প্রধান শক্তিস্তরের মান (n) এবং উপশক্তিস্তরের মান (l) এর যোগফলের উপর নির্ভর করে। 2p এর ক্ষেত্রে (n + l) এর মান = 2 + 1 = 3। এবং 2s এর ক্ষেত্রে (n + l) এর মান = 2 + 0 = 2
- দেখা যাচ্ছে, 2p অরবিটালের ক্ষেত্রে, (n + l) এর মান, 2s অরবিটালের চেয়ে বেশি।
- সুতরাং, 2p অপেক্ষা 2s এর শক্তি কম।
- (গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত (i) নং এর মৌলসমূহ যথাক্রমে Li ও Be। এদের মধ্যে লিথিয়াম (Li) পর্যায় সারণিতে গ্রুপ-1 এবং বেরিলিয়াম (Be) গ্রুপ-2 এর মৌল।
- যে সকল মৌল চকচকে, আঘাত করলে ধাতব শব্দ করে এবং তাপ ও বিদ্যুৎ পরিবাহী তাদের ধাতু বলে। আধুনিক সংজ্ঞা অনুযায়ী, যে সকল মৌল এক বা একাধিক ইলেকট্রন ত্যাগ করে ধনাত্মক আয়নে পরিণত হয় তাদের ধাতু বলে। ধাতুর ইলেকট্রন ত্যাগের এই ধর্মকে ধাতব ধর্ম বলে।
- যে মৌলের পরমাণু যত সহজে ইলেকট্রন ত্যাগ করে সেই মৌলের ধাতব ধর্ম তত বেশি। লিথিয়াম ও বেরিলিয়ামের ধাতব ধর্ম তুলনায় কতগুলো বিষয় উপস্থাপিত হলো :

i. আয়নিকরণ শক্তি : পর্যায় সারণিতে যত বাম থেকে ডানে যাওয়া যায় আয়নিকরণ শক্তি তত বৃদ্ধি পায়। ফলে ধাতব ধর্ম হ্রাস পায়। তাই, লিথিয়াম এর তুলনায় বেরিলিয়াম ধাতব ধর্ম কম প্রদর্শন করে।

ii. ইলেকট্রন আসক্তি : পর্যায় সারণিতে যত বাম থেকে ডানে যাওয়া যায়, ইলেকট্রন আসক্তি তত বাড়ে। এটিও একটি পর্যাবৃত্ত ধর্ম। কাজেই, Li, Be এর তুলনায় অধিক ধাতব ধর্ম প্রদর্শন করে।

সুতরাং, উদ্দীপক (i) এর Li, Be এর তুলনায় অধিক ধাতব ধর্ম বিশিষ্ট।

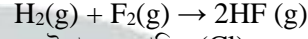
- (ঘ) (ii) নং এর মৌলসমূহ ফ্লোরিন (F), ক্লোরিন (Cl) এবং ব্রোমিন (Br)। এদের ইলেকট্রন বিন্যাসে সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে 7টি ইলেকট্রন বিদ্যমান থাকে।



উপরোক্ত মৌলসমূহের ইলেকট্রন বিন্যাস লক্ষ্য করলে দেখা যায়, এদের প্রত্যেকের সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে 7টি ইলেকট্রন আছে। যেখানে, s অরবিটালে 2টি এবং p অরবিটালে 5টি ইলেকট্রন উপস্থিত। ফলে এদের গ্রুপ সংখ্যা হয় 2 + 5 + 10 = 17। এদেরকে হ্যালোজেন বলে।

হ্যালোজেন শব্দের অর্থ লবণ উৎপন্নকারী। হ্যালোজেন মৌলসমূহ হাইড্রোজেনের সাথে মিলে হাইড্রাসিড গঠন করে। এদের সাধারণ সংকেত HX।

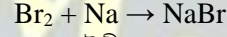
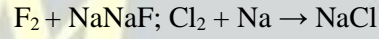
এখানে, ফ্লোরিন (F), হাইড্রোজেনের সাথে বিক্রিয়া করে HF নামের হাইড্রাসিড উৎপন্ন করে।



একইভাবে, ক্লোরিন (Cl) এবং ব্রোমিন (Br) অনুরূপ বিক্রিয়া প্রদর্শন করে। $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$; $H_2(g) + Br_2(g) \rightarrow 2HBr(g)$

উপরোক্ত HF, HCl এবং HBr সবগুলোই হাইড্রাসিড।

আবার, এই মৌল গুলো ধাতুর সাথে বিক্রিয়া করে ধাতব লবণ উৎপন্ন করে। যেমন-



যেহেতু উদ্দীপকের F, Cl, Br মৌল ৩টি একই ধরনের বিক্রিয়া প্রদর্শন করে সেহেতু এরা একই গ্রুপের মৌল।

২৫. সোনিয়া চারটি মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস করে তাদের রাসায়নিক ধর্ম পর্যবেক্ষণ করল। মৌল চারটি হলো : ${}_3K$, ${}_{11}L$, ${}_{24}M$ এবং ${}_{29}N$ । [K, L, M, N প্রচলিত কোনো মৌলের প্রতীক নয়।]

[রাজশাহী বোর্ড ২০২১]

(ক) ঘনীভবন পলিমারকরণ বিক্রিয়া কাকে বলে?

(খ) Rb কে ক্ষারধাতু বলা হয় কেন?

(গ) উদ্দীপকের মৌলগুলোর মধ্যে প্রথম দুটো মৌলের রাসায়নিক ধর্ম একই রকম হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা করো।

(ঘ) উদ্দীপকের কোন মৌল দুটি ব্যতিক্রমধর্মী ইলেকট্রন বিন্যাস প্রদর্শন করে? উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি দাও।

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যে পলিমারকরণ বিক্রিয়ায় কমপক্ষে দুটি ক্রিয়াশীল কার্যকরী মূলকবিশিষ্ট মনোমার অণুসমূহ পরস্পরের সাথে যুক্ত হওয়ার সময় ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অণু, যেমন- H_2O , CO_2 , CH_2OH ইত্যাদি অপসারণ করে, সেই পলিমারকরণ বিক্রিয়াকে ঘনীভবন পলিমারকরণ বলে।

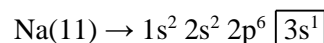
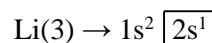
- (খ) পর্যায় সারণিতে উপস্থিত যেসকল মৌলসমূহ পানির সাথে বিক্রিয়া করে তীব্রক্ষার গঠন করে সেগুলোকে ক্ষারধাতু বলে। হাইড্রোজেন ব্যতিত পর্যায় সারণির 1 নং গ্রুপের সকল মৌলকেই ক্ষার ধাতু বলে। ক্ষার ধাতুসমূহের পরমাণুর সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে 1 টি ইলেকট্রন থাকায় তা খুব সহজেই অন্য কোনো অধাতব মৌলকে ইলেকট্রন দান করার মাধ্যমে ধাতব আয়নে পরিণত হতে পারে। ফলে ক্ষার ধাতুসমূহের রাসায়নিক সক্রিয়তা অনেক বেশি হয়। ফলে এরা পানির সাথে তীব্রভাবে বিক্রিয়া করে হাইড্রোজেন গ্যাস ও তীব্র ক্ষার উৎপন্ন করে।

Rb ধাতু সরাসরি পানির সাথে বিক্রিয়া করে তীব্র ক্ষার বুভিডিয়াম হাইড্রোক্সাইড ও হাইড্রোজেন তৈরি করে।



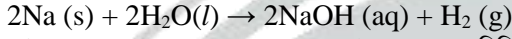
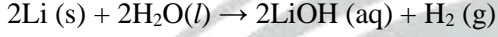
- (গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত মৌল দুটি যথাক্রমে ${}_3K$ এবং ${}_{11}L$ । এদের পারমাণবিক সংখ্যার ক্রম থেকে বোঝা যায় যে, ${}_3K$ মৌলটি মূলত লিথিয়াম (Li) এবং ${}_{11}L$ মৌলটি সোডিয়াম (Na)।

নিচে Li ও Na এর ইলেকট্রন বিন্যাস দেয়া হলো :



উপরিউক্ত মৌলসমূহের ইলেকট্রন বিন্যাসে সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের মাত্র 1টি ইলেকট্রন বিদ্যমান। কাজেই মৌলসমূহ পর্যায় সারণির গ্রুপ-1 এ অবস্থিত। এদেরকে ক্ষার ধাতু বলে। একই গ্রুপের মৌলসমূহ সাধারণত একই রকম বৈশিষ্ট্য প্রদর্শন করে। এরা উভয়ই রাসায়নিক বিক্রিয়ায় একটি ইলেকট্রন খুব সহজেই ত্যাগ করে আয়নে পরিণত হতে পারে। তাই সাধারণত এরা খুব তীব্র রাসায়নিক বিক্রিয়া করে থাকে।

যেমন- Li এবং Na পানির সাথে তীব্রভাবে বিক্রিয়া করে এদের হাইড্রোক্সাইড এবং হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে।



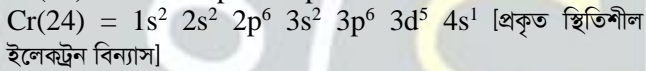
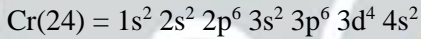
Li এবং Na হ্যালাজেন (যেমন : Cl) এর সাথে বিক্রিয়া করে লবণ উৎপন্ন করে,



অর্থাৎ, উদ্দীপকের প্রথম দুটো মৌল একই গ্রুপের হওয়ায় এদের রাসায়নিক ধর্ম একই রকম।

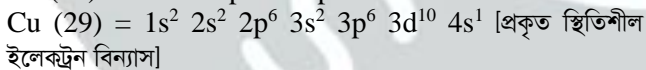
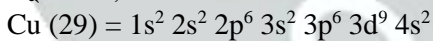
(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত মৌলসমূহের মধ্যে ^{24}M এবং ^{29}N ব্যতিক্রমধর্মী ইলেকট্রন বিন্যাস প্রদর্শন করে। এদের পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 24 ও 29, যা পর্যায় সারণিতে বিদ্যমান মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যাক্রম অনুসারে সাজালে মৌলসমূহ যথাক্রমে ক্রোমিয়াম (Cr) এবং কপার (Cu) পাওয়া যায়।

Cr ও Cu এর ইলেকট্রন বিন্যাস স্বাভাবিক নিয়মের ব্যতিক্রম হয়। নিম্নে এর কারণ বিশ্লেষণ করা হলো :



আমরা জানি, d এর ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা 10, অর্থাৎ $3d^{10}$ যেকোন অরবিটাল পূর্ণ (সম্পূর্ণ) বা অর্ধপূর্ণ থাকলে তার স্থিতিশীলতা বেশি হয়। এ অরবিটালের $3d^5$ এবং $3d^{10}$ ইলেকট্রন বিন্যাসটি অধিক সুস্থিত এবং স্থিতিশীল। কিন্তু $3d^4$ অর্ধপূর্ণতা $3d^5$ অপেক্ষা 1টা ইলেকট্রন কম থাকায় তার স্থিতিশীলতা বিনষ্ট হয়। তাই স্থিতিশীলতা অর্জনের লক্ষে Cr এর $4s^2$ থেকে 1টা ইলেকট্রন $3d^4$ এ প্রবেশ করে $3d^5$ ইলেকট্রন বিন্যাসে অর্জন করে স্থিতিশীল হয়। এই কারণে Cr এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিয়মের ব্যতিক্রম পরিলক্ষিত হয়।

অনুরূপভাবে,



এখানে Cu এর 3d অরবিটালে 9টি এবং 4s অরবিটালে 2টি ইলেকট্রন বিদ্যমান। কিন্তু $3d^9$ পূর্ণতা $3d^{10}$ অপেক্ষা 1টা ইলেকট্রন কম থাকায় তার স্থিতিশীলতা বিনষ্ট হয়। তাই স্থিতিশীলতা অর্জনের লক্ষে Cu এ $4s^2$ থেকে 1টা ইলেকট্রন $3d^9$ প্রবেশ করে $3d^{10}$ ইলেকট্রন বিন্যাস অর্জন করে স্থিতিশীল হয়। এই কারণে Cu এর ইলেকট্রন বিন্যাসে নিয়মের ব্যতিক্রম পরিলক্ষিত হয়।

২৬.

Be				
Mg	Al	Y	Z	S
X				
Sr				

[X, Y, Z মৌলের প্রতীক নয়, প্রতীকী অর্থে ব্যবহৃত।]

[রাজশাহী বোর্ড ২০২১]

(ক) সাইক্লোবিউটিন এর সংকেত লেখো।

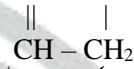
(খ) ক্লোরিনের যোজনী ও যোজ্যতা ইলেকট্রন একই নয় কেন?

(গ) উদ্দীপকের ছকের Z মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস দেখিয়ে পর্যায় সারণিতে অবস্থান নির্ণয় করো।

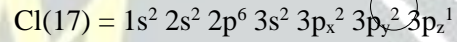
(ঘ) X, Y এবং Z মৌলগুলির পারমাণবিক আকারের ক্রম বিশ্লেষণ করো।

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) সাইক্লোবিউটিন এর সংকেত : $\text{CH} - \text{CH}_2$ বা, C_4H_6 ।

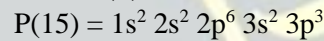


(খ) জানা আছে, অধাতব মৌলের সর্বশেষ শক্তিস্তরের বিজোড় ইলেকট্রন সংখ্যাকে যোজনী বলে এবং সর্বশেষ শক্তিস্তরের মোট ইলেকট্রন সংখ্যাকে যোজ্যতা ইলেকট্রন বলে। Cl এর ইলেকট্রন-বিন্যাস,



ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যায়, এতে যোজ্যতা স্তরে বিজোড় ইলেকট্রন 1 হওয়ায় যোজনী-1 এবং যোজ্যতা স্তরের মোট ইলেকট্রন সংখ্যা 7টি হওয়ায় যোজ্যতা ইলেকট্রন 7। এ কারণেই অধাতব মৌল Cl এর যোজ্যতা ইলেকট্রন ও যোজনী একই নয়।

(গ) উদ্দীপকের তথ্য অনুসারে, 'Z' মৌলটি ফসফরাস (P)। নিচে এর ইলেকট্রন বিন্যাস দেখিয়ে পর্যায় সারণিতে এর অবস্থান নির্ণয় করা হলো, ফসফরাস (P) এর ইলেকট্রন বিন্যাস,



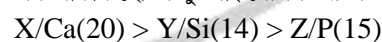
উপরিউক্ত ইলেকট্রন বিন্যাসটি মোট তিনটি স্তরে বিন্যস্ত হওয়ায় ফসফরাসের পর্যায় সংখ্যা 3। আবার সর্ববহিঃস্থ স্তরে মোট ইলেকট্রন সংখ্যা 5। কিন্তু যোজ্যতা স্তরে s ও p অরবিটাল থাকায় এর গ্রুপ = 10 + 5 = 15।

সুতরাং, পর্যায় সারণিতে ফসফরাস (P) মৌলটি ৩য় পর্যায় ও গ্রুপ 15 তে অবস্থিত।

(ঘ) উদ্দীপকের তথ্য মতে, X, Y এবং Z মৌল তিনটি যথাক্রমে Ca(20), Si(14) ও P(15)। নিচে মৌল তিনটির পারমাণবিক আকারের ক্রম বিশ্লেষণ করা হলো,

জানা আছে, পর্যায় সারণির একই পর্যায়ে বাম থেকে ডানে যাওয়া যায় মৌলসমূহের পারমাণবিক আকার ততই হ্রাস পায়। কারণ একই পর্যায়ে বাম থেকে ডানে যাওয়ার সাথে সাথে একটি করে পারমাণবিক সংখ্যা বাড়ে এবং তাদের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বৃদ্ধি পায়। এতে শক্তিস্তরের ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসের দিকে ঝুঁকে থাকে। ফলে পারমাণবিক আকার হ্রাস পায়। আবার একই গ্রুপে উপর থেকে নিচে মৌলসমূহের আকার বৃদ্ধি পায়। কারণ একই গ্রুপে উপর থেকে নিচে একটি করে নতুন শক্তিস্তর যুক্ত হয় কিন্তু বহিঃস্তরে কোনো ইলেকট্রন যুক্ত হয় না বলে পারমাণবিক আকার বৃদ্ধি পায়।

উদ্দীপকের Si ও P মৌল দুটি ৩য় পর্যায়ে এবং Ca মৌলটি ৪র্থ পর্যায়ে অবস্থিত। Ca নিচের পর্যায়ে অবস্থিত হওয়ায় এর আকার সবচেয়ে বড়। অপরদিকে Si ও P এর ক্ষেত্রে বার অপেক্ষা P ডানে অবস্থিত হওয়ায় P এর আকার ছোট। সুতরাং মৌল তিনটির আকারের ক্রম :



২৭. পর্যায় সারণিতে অবস্থান অনুযায়ী Q গ্রুপ-1 এর ৪র্থ পর্যায়ের মৌল এবং W, X, Y ও Z গ্রুপ-17 এর ২য়, ৩য়, ৪র্থ ও ৫ম পর্যায়ের মৌল। [এখানে, W, X, Y ও Z মৌলের প্রতীক নয়, প্রতীকী অর্থে ব্যবহৃত।]

[রাজশাহী বোর্ড ২০২১]

(ক) ভরসংখ্যা কাকে বলে?

সৃজনশীল (সিকিউ) নোট

রসায়ন

৪র্থ অধ্যায়

পর্যায় সারণি

Prepared by: SAJJAD HOSSAIN

- (খ) M শেলের উপশক্তিস্তরসমূহের ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা দেখাও।
 (গ) Q মৌলের ১৯তম ইলেকট্রন 3d তে না গিয়ে 4s এ যায় কেন? ব্যাখ্যা করো।
 (ঘ) উদ্দীপকের W, X, Y ও Z মৌলগুলোর ইলেকট্রন আসক্তির তুলনা করো।

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) কোনো মৌলের পরমাণুর নিউক্লিয়াসে উপস্থিত প্রোটন ও নিউট্রনের মোট সংখ্যাকে সে মৌলের পরমাণুর ভরসংখ্যা বলা হয়।
 (খ) নিচে ছকের মাধ্যমে M শেলের উপ শক্তিস্তরসমূহের ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা দেখানো হলো,

প্রধান কোয়ান্টা ম সংখ্যা	নির্ণীত শক্তিস্তর	সহকারী কোয়ান্টা ম সংখ্যা	উপস্তর	উপস্তরে র সংখ্যা	চুম্বকীয় কোয়ান্টা ম সংখ্যা (m)	অরবিটাল সংখ্যা	উপস্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা = $2(2l + 1)$
M	n = 3	0	3s		0	1	$2(2 \times 0 + 1) = 2$
		1	3p		-1, 0, +1	3	$2(2 \times 1 + 1) = 6$
		2	3d		-2, -1, 0, +1, +2	5	$2(2 \times 2 + 1) = 10$
							মোট ইলেকট্রন সংখ্যা = 18

- (গ) উদ্দীপকের তথ্যমতে, Q মৌলটি পটাসিয়াম (K), যা ৪র্থ পর্যায়ের গ্রুপ-1 এর মৌল। K এর 19 তম ইলেকট্রন 3d তে না গিয়ে 4s এ যায়। নিচে এর কারণ ব্যাখ্যা করা হলো, আউফবাউ নিতি অনুসারে, ইলেকট্রন প্রথমে নিম্ন শক্তির অরবিটালে এবং পরে উচ্চ শক্তির অরবিটালে গমন করে। দুটি অরবিটালের মধ্যে কোনটি নিম্ন শক্তির আর কোনটি উচ্চ শক্তির তা (n + l) এর মানের ওপর নির্ভর করে। যার (n + l) এর মান কম সেটি নিম্ন শক্তির অরবিটাল। 3d এবং 4s অরবিটালের জন্য (n + l) এর মান নিম্নরূপ :
 3d অরবিটালে : n = 3, l = 2 ∴ n + l = 3 + 2 = 5
 4s অরবিটালে : n = 4, l = 0 ∴ n + l = 4 + 0 = 4
 সুতরাং 3d এর চেয়ে 4s অরবিটালের শক্তি কম (4s < 3d) হওয়ায় পটাসিয়ামের 19তম ইলেকট্রন 3d অরবিটালে না গিয়ে 4s অরবিটালে স্থান গ্রহণ করে। ফলে K(19) এর ইলেকট্রন বিন্যাস হয়,
 $K(19) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 s^2$
 (ঘ) উদ্দীপকের W, X, Y ও Z মৌল চারটি যথাক্রমে গ্রুপ-17 এর ২য়, ৩য়, ৪র্থ ও ৫ম পর্যায়ের মৌল হওয়ায় মৌলগুলো যথাক্রমে ফ্লোরিন (F),

ক্লোরিন (Cl), ব্রোমিন (Br) ও আয়োডিন (I)। নিচে মৌলগুলোর ইলেকট্রন আসক্তির তুলনা করা হলো
 গ্যাসীয় অবস্থায় কোনো মৌলের এক মোল গ্যাসীয় পরমাণুতে এক মোল ইলেকট্রন প্রবেশ করিয়ে এক মোল ঋণাত্মক আয়নে পরিণত করতে যে পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়, তাকে ঐ মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি বলে। উদ্দীপকের মৌল চারটি পর্যায় সারণির একই গ্রুপ-17 এর সদস্য। পর্যায় সারণির একই গ্রুপের মৌলের ক্ষেত্রে ইলেকট্রন আসক্তি নিচের থেকে উপরের দিকে ক্রমশ বাড়তে থাকে। কারণ হলো নিউক্লিয়াস থেকে সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের ইলেকট্রনের দূরত্ব হ্রাস পাওয়া। একই গ্রুপের মৌলের জন্য নিচ থেকে উপরের দিকে একটি করে শক্তিস্তর হ্রাস পেতে থাকে এবং ফলস্বরূপ নিউক্লিয়াস ও ইলেকট্রনের আকর্ষণ বাড়তে থাকে। অর্থাৎ অসীম হতে আগত ইলেকট্রনকে সর্বশেষ শক্তিস্তরে ধরে রাখার প্রবণতা বাড়তে থাকে বা ইলেকট্রন আসক্তি বাড়তে থাকে। তবে একমাত্র ব্যতিক্রম হলো F এর ইলেকট্রন আসক্তি Cl অপেক্ষা কম হয়। এর কারণ হলো ক্লোরিন অপেক্ষা ফ্লোরিনের আকার অপেক্ষাকৃত ছোট হয়। এর ফলে F এর দ্বিতীয় শক্তিস্তরে 7টি ইলেকট্রন থাকায় ইলেকট্রন ঘনত্ব বেশি হয় এবং Cl এর তৃতীয় শক্তিস্তরে 7টি ইলেকট্রন দ্বারা সৃষ্ট ইলেকট্রন ঘনত্ব কম হয়। এতে অসীম হতে একটি ইলেকট্রন ফ্লোরিন অপেক্ষা ক্লোরিন সহজে টানতে পারে। তাই ক্লোরিন অপেক্ষা ফ্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তি কমে যায়। কাজেই মৌলগুলোর ইলেকট্রন আসক্তির নীট ক্রম হবে, $Cl > F > Br > I$

২৮.

C	X	O	F
---	---	---	---

['X'প্রতীকী অর্থে ব্যবহৃত]

[দিনাজপুর বোর্ড ২০২১]

- (ক) পর্যায় সারণি কাকে বলে?
 (খ) ক্যালসিয়ামকে মৃৎক্ষার ধাতু বলা হয় কেন? ব্যাখ্যা করো।
 (গ) উদ্দীপকের 'X' মৌলটির পর্যায় সারণিতে অবস্থান নির্ণয় করো।
 (ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত মৌলগুলোর পারমাণবিক আকারের ক্রম বিশ্লেষণ করো।

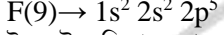
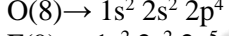
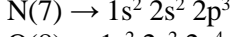
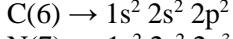
২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) এ পর্যন্ত আবিষ্কৃত মৌলসমূহকে তাদের ধর্ম, বৈশিষ্ট্য ও ইলেকট্রন বিন্যাস অনুযায়ী সাজানোর জন্য যে ছক ব্যবহার করা হয়, তাকে পর্যায় সারণি বলে।
 (খ) ক্যালসিয়াম (Ca)-কে মৃৎক্ষার ধাতু বলা হয়; এর কারণ হলো এটি গ্রুপ-2 এর মৌল এবং এদের অক্সাইডসমূহ পানিতে ক্ষারীয় দ্রবণ তৈরি করে। এছাড়া মৌলটি বিভিন্ন যৌগ হিসেবে মাটিতে থাকে।
 বিক্রিয়া : $Ca + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2(g)$
 ক্ষার
 (গ) পর্যায় সারণিতে অবস্থিত ${}_6C$ এর পরের মৌলটি নাইট্রোজেন (${}_7N$)। তাই উদ্দীপকের X মৌলটি নাইট্রোজেন (N), যার পারমাণবিক সংখ্যা 7। নিচে পর্যায় সারণিতে নাইট্রোজেনের অবস্থান দেখানো হলো :
 নাইট্রোজেন (N) এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ,
 $N(7) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^3$
 N-এর ইলেকট্রন বিন্যাস দুইটি স্তরে বিন্যস্ত হওয়ায় এর পর্যায় সংখ্যা 2। আবার সর্ববহিঃস্থ স্তরে তথা যোজ্যতা স্তরে ইলেকট্রন সংখ্যা = (3 + 2) বা 5। কিন্তু সর্বশেষ শক্তিস্তরে s ও p অরবিটাল থাকায় সর্ববহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রনের সাথে 10 যোগ করতে হবে। সুতরাং নির্ণেয় গ্রুপ সংখ্যা = 5 + 10 = 15।

সুতরাং, X তথা নাইট্রোজেন (N) মৌলটি পর্যায় সারণির ২য় পর্যায় ও গ্রুপ 15 তে অবস্থিত।

(ঘ) উদ্দীপক প্রদত্ত তথ্যমতে, মৌলগুলো হলো ${}^6\text{C}$, ${}^7\text{N}$, ${}^8\text{O}$ ও ${}^9\text{F}$ । মৌলগুলোর পারমাণবিক আকারের ক্রম নিচে বিশ্লেষণ করা হলো :

মৌলগুলোর ইলেকট্রন বিন্যাস করে পাই,



ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যাচ্ছে, মৌলগুলো পর্যায় সারণির ২য় পর্যায়ের মৌল।

জানা আছে, যে কোনো পর্যায়ের বাম থেকে যতই ডানে যাওয়া যায় মৌলসমূহের আকার ক্রমশ কমতে থাকে। ২য় পর্যায়ের C থেকে F এর দিকে অগ্রসর হলে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে পারমাণবিক আকার আনুপাতিকহারে কমতে থাকে। এর কারণ হচ্ছে একই পর্যায়ের মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে একটি করে ইলেকট্রন যুক্ত হয় কিন্তু ইলেকট্রনের স্তর বাড়ে না। আর পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির অর্থ নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক আধানের পরিমাণ বৃদ্ধি। ফলে ইলেকট্রনসমূহ নিউক্লিয়াস কর্তৃক আরও জোরালোভাবে আকৃষ্ট হয়। ফলে ব্যাসার্ধ কমতে থাকে। অর্থাৎ আকার হ্রাস পেতে থাকে।

C, N, O ও F এর মধ্যে C সর্ববামে অবস্থিত হওয়ায় এর আকার বড়। অপরদিকে F এর পারমাণবিক সংখ্যা বেশি তথা পর্যায়ের সর্বডানে অবস্থিত হওয়ায় পারমাণবিক আকার অন্য মৌল থেকে কম।

সুতরাং C, N, O ও F এর পারমাণবিক আকারের ক্রম হলো : $C > N > O > F$ ।

২৯. নিচের পর্যায় সারণির একটি খণ্ডিত অংশ প্রদর্শিত হলো :

	13	14
2	X	Y
3	Al	Si

[X, Y প্রতীকী অর্থে ব্যবহৃত।]

[দিনাজপুর বোর্ড ২০২১]

(ক) আয়নিকরণ শক্তি কাকে বলে?

(খ) ক্লোরিনকে হ্যালোজেন বলা হয় কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) উদ্দীপকের X ও Y এর মধ্যে কোনটি আধাতব ধর্ম বেশি? ব্যাখ্যা করো।

(ঘ) যুক্তিসহ উদ্দীপকে উল্লিখিত মৌলগুলোর ইলেকট্রন আসক্তির তুলনা করো।

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) গ্যাসীয় অবস্থায় কোনো মৌলের এক মোল গ্যাসীয় পরমাণু থেকে এক মোল ইলেকট্রন অপসারণ করে এক মোল ধনাত্মক আয়নে পরিণত করতে যে শক্তির প্রয়োজন হয়, তাকে ঐ মৌলের আয়নিকরণ শক্তি বলে।

(খ) হ্যালোজেন শব্দের অর্থ সামুদ্রিক লবণ-উৎপাদক। গ্রুপ-17 এর 6টি মৌলকে হ্যালোজেন বলা হয়, ক্লোরিনের ইলেকট্রন বিন্যাস অনুযায়ী গ্রুপ-17 এর মৌল। এছাড়া Cl_2 একটি সামুদ্রিক লবণ উৎপাদক। KCl , NaCl ইত্যাদি, বিভিন্ন লবণের উৎপাদনে ক্লোরিন থাকে। তাই Cl_2 কে হ্যালোজেন বলা হয়।

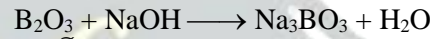
(গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত X ও Y মৌলদ্বয় মূলত পর্যায় সারণিতে বিদ্যমান ২য় পর্যায়ের 13 ও 14 নং গ্রুপের সদস্য। এদের অবস্থান যথাক্রমে Al ও Si এর উপরে। কাজেই পারমাণবিক সংখ্যাক্রম এবং গ্রুপ সদস্যদের ক্রম অনুযায়ী এরা যথাক্রমে বোরন (B) এবং কার্বন (C)।

পর্যায় সারণির ক্ষেত্রে একই পর্যায়ের বাম থেকে ডানদিকে গেলে ধাতব ধর্ম হ্রাস পায়। সাধারণত ধাতু পরমাণুসমূহ তাদের ধাতব বৈশিষ্ট্যের কারণে ইলেকট্রন সহজে ত্যাগ করে। পর্যায় সারণিতে বাম থেকে ডানে গেলে মৌলগুলোর ধাতব ধর্ম প্রদর্শন কমে যায় এবং অধাতব ধর্ম প্রদর্শনের মাত্রা বেড়ে যায়।

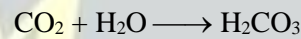
B অপেক্ষা C এর অধাতব ধর্ম বেশি তা এদের অক্সাইডের প্রকৃতি থেকে জানা যায়। B এর অক্সাইড B_2O_3 যা একটি উভধর্মী অক্সাইড অপর দিকে CO_2 একটি অম্লীয় অক্সাইড।



ক্ষারধর্মীয়



অম্লধর্মী



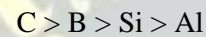
অম্লধর্মী

সুতরাং, আমরা বলতে পানি, B অপেক্ষা C এর অধাতব ধর্ম বেশি।

(ঘ) উদ্দীপকের ২য় পর্যায়ের 'X' ও 'Y' মৌল দুটি হলো যথাক্রমে বোরন (B) ও কার্বন (C)। অপরদিকে ৩য় পর্যায়ের মৌল দুটি হলো যথাক্রমে Al ও Si। গ্যাসীয় অবস্থায় কোনো মৌলের এক মোল গ্যাসীয় পরমাণুতে এক মোল ইলেকট্রন প্রবেশ করিয়ে এক মোল ঋণাত্মক আয়নে পরিণত করতে যে পরিমাণ শক্তি নির্গত হয় তাকে ঐ মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি বলে। ইলেকট্রন আসক্তি একটি পর্যায়বৃত্ত ধর্ম। একই পর্যায়ের বাম, হতে যতোই ডান দিকে যাওয়া যায় মৌলের ইলেকট্রন আসক্তির মান ততোই বৃদ্ধি পায়। কারণ একই পর্যায়ের বাম হতে ডান দিকে গেলে পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যা তথা নিউক্লিয়াসে প্রোটন সংখ্যা বৃদ্ধি পায়। ফলে একই সাথে বহিঃস্থ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন সংখ্যাও বৃদ্ধি পায়। বহিঃস্থ শক্তি স্তরের ইলেকট্রন এবং কেন্দ্রের নিউক্লিয়াসের মধ্যে প্রবল আকর্ষণে পরমাণুর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ ক্রমান্বয়ে হ্রাস পায়। যেহেতু পারমাণবিক আকার হ্রাস পেলে বহিঃস্থ শক্তিস্তরের ইলেকট্রনের প্রতি আকর্ষণ বাড়ে সেহেতু আগমনকারী নতুন ইলেকট্রনের প্রতি আকর্ষণ বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ, ইলেকট্রন আসক্তির মান বৃদ্ধি পায়। একইভাবে যদি পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি পায় তাহলে ইলেকট্রন আসক্তির মান হ্রাস পায়। তাই ২য় পর্যায়ের B এর ডানে C অবস্থিত হওয়ায় B অপেক্ষা C এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ কম হয়। ফলে B অপেক্ষা C এর ইলেকট্রন আসক্তি বেশি হয়। অর্থাৎ, $C > B$

আবার, Si ও Al অপেক্ষা B ও C এর আকার ছোট।

তাই, B, C, Si ও Al এর ইলেকট্রন আসক্তির ক্রম হবে-



৩০.

গ্রুপ →

	P	Q	R	S	T
W	Li			F	Ne
X	A	C		D	Cl
↓ পর্যায়	Y			E	
Z	Rb			G	

চিত্রে একটি পর্যায় সারণির খণ্ডাংশ দেখানো হয়েছে। [যেখানে A, B, C, D E এবং G প্রচলিত কোনো মৌল নয়।]

[কুমিল্লা বোর্ড ২০২১]

(ক) মেডেলিফের পর্যায় সূত্রটি লেখো।

(খ) 'K' কে ক্ষার ধাতু বলা হয় কেন?

(গ) উদ্দীপকে 'C' ও 'D' মৌলদ্বয়ের মধ্যে কোনটির ইলেকট্রন আসক্তি বেশি? ব্যাখ্যা করো।

(ঘ) 'X' পর্যায় এবং 'S' গ্রুপে মৌলগুলোর আকারের তুলনামূলক বিশ্লেষণ করো।

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) “মৌলসমূহের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মাবলি তাদের পারমাণবিক ভর বৃদ্ধির সাথে পর্যায়ক্রমে আবর্তিত হয়।”
- (খ) যেসব মৌল পানির সাথে তীব্রভাবে বিক্রিয়া করে তীব্রক্ষার ও হাইড্রোজেন তৈরি করে সেগুলোকে ক্ষার ধাতু বলে। হাইড্রোজেন ব্যতিত পর্যায় সারণির ১নং গ্রুপের সকল মৌলকেই ক্ষার ধাতু বলে। ক্ষার ধাতুসমূহের পরমাণুর সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে ১টি ইলেকট্রন থাকায় তা খুব সহজেই অন্য কোনো অধাতব মৌলকে পরমাণু দান করার মাধ্যমে ধাতব আয়নে পরিণত হতে পারে। ফলে ক্ষারধাতুসমূহের রাসায়নিক সক্রিয়তা অনেক বেশি হয়। এরা পানির সাথে তীব্রভাবে বিক্রিয়া করে হাইড্রোজেন গ্যাস ও তীব্র ক্ষার উৎপন্ন করে। পটাসিয়াম পর্যায় সারণির ১নং গ্রুপে অবস্থিত। এটি পানির সাথে বিক্রিয়া করে H_2 গ্যাস ও KOH এর ক্ষার দ্রবণ তৈরি করে। সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে অবস্থিত একমাত্র ইলেকট্রনটি অধাতুকে প্রদান করে পটাসিয়াম আয়নিক যৌগ তৈরি করে। H_2O এর সাথে K এর বিক্রিয়া হলো-



সুতরাং, পটাসিয়াম ক্ষার দ্রবণ তৈরি করে বলে একে ক্ষার ধাতু বলা হয়।

- (গ) উদ্দীপকে C ও D মৌল দুটি যথাক্রমে ম্যাগনেসিয়াম ($_{12}Mg$) ও সালফার ($_{16}S$)। C মৌলটি হচ্ছে ২নং গ্রুপের মৃৎক্ষার ধাতু। ১নং গ্রুপের $_{11}Na$ এর পর্যায়ের পরের মৌলটি $_{12}C$ তথা $_{12}Mg$ । অপরদিকে D মৌলটি হ্যালোজেন মৌল $_{17}Cl$ এর পূর্বের মৌল তথা $_{16}S$ মৌল। মৌল দুটির মধ্যে S এর ইলেকট্রন আসত্তির মান বেশি। নিচে তা ব্যাখ্যা করা হলো-

পর্যায় সারণির একই পর্যায়ে মৌলগুলোর জন্য বাম দিক থেকে ডান দিকে ইলেকট্রন আসক্তি ক্রমশ বৃদ্ধি পায়। কেননা একই পর্যায়ের বামের মৌলের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বেশি এবং ডানের মৌলের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ কম। পারমাণবিক ব্যাসার্ধ কমলে ইলেকট্রন আসত্তির মান বাড়ে আর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বাড়লে ইলেকট্রন আসত্তির মান কমে, কারণ বাম থেকে ডান দিকে পারমাণবিক সংখ্যা ক্রমশ বৃদ্ধি পায়। ফলে নিউক্লিয়াসের প্রোটনের সংখ্যা বৃদ্ধি তথা ধনাত্মক চার্জ বৃদ্ধি পায় কিন্তু নতুন কোনো পজিট্রন সৃষ্টি না হওয়ায় নিউক্লিয়াস থেকে ইলেকট্রনের দূরত্ব তেমন বৃদ্ধি পায় না। ফলে ধনাত্মক চার্জের ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়। তাই অধিক আকর্ষণের জন্য মৌলগুলোর ইলেকট্রন আসক্তি বৃদ্ধি পায়।

উদ্দীপকের Mg ও S মৌল দুটির মধ্যে S মৌলটি ডানে অবস্থিত তাই পারমাণবিক ব্যাসার্ধ কম এবং Mg বামে অবস্থিত, তাই পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বেশি। উভয়ই ৩য় পর্যায়ের মৌল হওয়ায় বামে অবস্থিত Mg অপেক্ষা ডানে অবস্থিত S মৌলের ইলেকট্রন আসত্তির মান বেশি।

অর্থাৎ ইলেকট্রন আসত্তির ক্রম : $S > Mg$ ।

- (ঘ) উদ্দীপকের তথ্য মতে, X পর্যায়ের মৌলগুলো যথাক্রমে Na, Mg, S, Cl, Ar অর্থাৎ ৩য় পর্যায়ের মৌল। আবার S গ্রুপে তথা ১৭নং গ্রুপে অবস্থিত মৌলগুলো যথাক্রমে F, Cl, Br, I । নিচে মৌলগুলোর আকারের তুলনা করা হলো-

জানা আছে, যে কোনো পর্যায়ের বাম হতে যতই ডান দিকে যাওয়া যায় মৌলসমূহের আকার আনুপাতিক হারে কমতে থাকে। অর্থাৎ ৩য় পর্যায়ে Na থেকে Cl এর দিকে অগ্রসর হলে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে আকার আনুপাতিক হারে কমতে থাকে। আর পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির অর্থ নিউক্লিয়াসের ধনাত্মক আধানের পরিমাণের বৃদ্ধি ফলে ইলেকট্রনসমূহ নিউক্লিয়াস কর্তৃক আরও জোরালোভাবে আকৃষ্ট হয়। ফলে ব্যাসার্ধও কমতে থাকে অর্থাৎ Na এর পারমাণবিক সংখ্যা কম তথা বামে

অবস্থিত হওয়ায় এর ব্যাসার্ধ বেশি। অপরদিকে Cl এর পারমাণবিক সংখ্যা বেশি তথা ডানে অবস্থিত হওয়ায় নিউক্লিয়াসের ইলেকট্রনের প্রতি দৃঢ় আকর্ষণের কারণে এর আকার Na, Mg, S মৌলের তুলনায় কম। Ar মৌল নিষ্ক্রিয় হওয়ায় বেশ সুস্থিত। তাই এর প্রতি নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ খুব বেশি। তাই আকার সবচেয়ে ছোট। উদ্দীপকে উল্লিখিত ৩য় পর্যায়ের মৌলগুলোর পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে আকারের পরিবর্তন হকের মাধ্যমে দেখানো হলো-

মৌল	Na	Mg	S	Cl	Ar
পারমাণবিক ব্যাসার্ধ (nm)	0.191	0.160	0.102	0.099	0.095

সুতরাং প্রদত্ত পর্যায়টির মৌলগুলোর ক্রম : $Na > Mg > S > Cl > Ar$ আবার, উদ্দীপকের S গ্রুপ হলো পর্যায় সারণির ১৭ নম্বর গ্রুপ।

জানা আছে, একই গ্রুপে উপর থেকে নিচে যাওয়া যায় মৌলসমূহের পারমাণবিক আকার তত বৃদ্ধি পায়। কারণ উপর থেকে নিচে মৌলসমূহের ক্ষেত্রে যোজ্যতা স্তরে কোনো ইলেকট্রন বৃদ্ধি পায় না কিন্তু একটি করে নতুন যোজ্যতা স্তর তৈরি হয়। ফলে নিউক্লিয়াসের সাথে বহিঃস্তরের ইলেকট্রনের আকর্ষণ কমে যায়, যার কারণে আকার বৃদ্ধি পায়।

অর্থাৎ প্রদত্ত গ্রুপ-১৭ এর মৌলগুলোর আকারের ক্রম : $I > Br > Cl > F$

31. W, X, Y এবং Z চারটি মৌল যাদেও পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 29, 24, 22 এবং 20। [এখানে W, X, Y এবং Z প্রচলিত কোনো প্রতীক নয়।]

[কুমিল্লা বোর্ড ২০২১]

(ক) ল্যাট্যানাইড সারির মৌল কাকে বলে?

(খ) PVC এক ধরনের যুত পলিমার - ব্যাখ্যা করো।

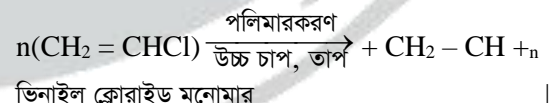
(গ) ইলেকট্রন বিন্যাসের সাহায্যে পর্যায় সারণিতে 'W' মৌলের অবস্থান নির্ণয় করো।

(ঘ) X, Y ও Z মৌলের আয়নিকরণ শক্তির ভিন্নতার কারণ বিশ্লেষণ করো।

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যে সকল মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা ৫৭ থেকে ৭১ পর্যন্ত এরকম ১৫টি (ল্যান্থানাম থেকে লুটেসিয়াম) f ব্লক মৌলকে ল্যান্থানাইড সারির মৌল বলে।

- (খ) একই ধরনের একাধিক মনোমারের সমন্বয়ে যে পলিমার গঠিত হয় তাকে যুত পলিমার (Homo Polymer) বলে। PVC (Poly Vinyl Chloride) একটি যুত পলিমার। কারণ এতে মনোমার ভিনাইল ক্লোরাইড ($CH_2 = CHCl$) কে জৈব পারঅক্সাইড প্রভাবকের উপস্থিতিতে অধিক চাপ ও উচ্চ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে PVC উৎপন্ন হয়।

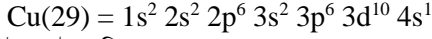


ভিনাইল ক্লোরাইড মনোমার

Cl
পলিভিনাইল ক্লোরাইড
(PVC)

- (গ) উদ্দীপকের 'W' মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা ২৯। সুতরাং মৌলটি কপার (Cu)। নিচে ইলেকট্রন বিন্যাসের সাহায্যে Cu মৌলের পর্যায় সারণিতে অবস্থান নির্ণয় করা হলো-

Cu(29) এর ইলেকট্রন বিন্যাস :



ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যায়, Cu এর সর্বশেষ ইলেকট্রনটি d অরবিটালে প্রবেশ করায় এটি d- ব্লকভুক্ত মৌল।

পর্যায় নির্ণয় : Cu এর ইলেকট্রনসমূহ মোট চারটি স্তরে বিন্যস্ত হওয়ায় Cu(29) ৪র্থ পর্যায়ের মৌল।

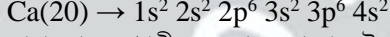
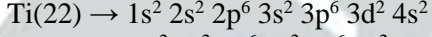
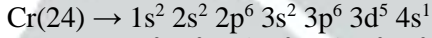
গ্রুপ নির্ণয় : Cu(29) মৌলটি d ব্লকভুক্ত হওয়ায় এবং বাইরের প্রধান শক্তিস্তরে অরবিটাল থাকায় এর গ্রুপ হবে d ও s অরবিটালের মোট ইলেকট্রনের যোগফলের সমান।

কাজেই Cu এর গ্রুপ = (s + d) অরবিটালের মোট e^- সংখ্যা = 1 + 10 = 11 নং গ্রুপ।

অর্থাৎ পর্যায় সারণিতে Cu এর অবস্থান হলো ৪র্থ পর্যায়ের গ্রুপ-11 তে।

(ঘ) উদ্দীপকের তথ্য অনুসারে, X, Y, Z মৌল তিনটি যথাক্রমে ক্রোমিয়াম (24Cr), টাইটেনিয়াম (22Ti) ও ক্যালসিয়াম (20Ca)। নিচে মৌলগুলোর আয়নিকরণ শক্তির ভিত্তিতে কারণ বিশ্লেষণ করা হলো-

Cr, Ti ও Ca₂ মৌলগুলোর ইলেকট্রন বিন্যাস নিয়ে পাই,

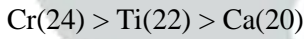


জানা আছে, গ্যাসীয় অবস্থায় কোনো মৌলের 1 মোল গ্যাসীয় পরমাণু থেকে 1 মোল ইলেকট্রন অপসারণ করে 1 মোল ধনাত্মক আয়নে পরিণত করতে যে পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হয় তাকে আয়নিকরণ পটেনসিয়াল বা আয়নিকরণ শক্তি বলে।

আয়নিকরণ শক্তি একটি পর্যায়বৃত্ত ধর্ম। একই পর্যায়ের বামের মৌলের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বেশি এবং ডানের মৌলের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ কম। পারমাণবিক ব্যাসার্ধ কমলে আয়নিকরণ শক্তির মান বাড়ে এবং পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বাড়লে আয়নিকরণ শক্তির মান কমে।

ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যাচ্ছে, Ca(20), Ti(22), Cr(24) মৌল তিনটি পর্যায় সারণির ৪র্থ পর্যায়ের মৌল। মৌল তিনটির মধ্যে Ca সর্ব বামে এবং Cr ডানে অবস্থিত। অর্থাৎ Ca এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বেশি এবং Cr এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ কম। এ কারণে Ca এর আয়নিকরণ শক্তি সবচেয়ে কম এবং Cr এর আয়নিকরণ শক্তি সবচেয়ে বেশি। Ti এর আয়নিকরণ শক্তি Ca ও Cr এর মাঝামাঝি।

সুতরাং, উদ্দীপকের মৌল তিনটির আয়নিকরণ শক্তির ক্রম :



৩২.

মৌল	A	B	C	D	E
পারমাণবিক সংখ্যা	12	13	14	20	29

[চট্টগ্রাম বোর্ড ২০২১]

(ক) পর্যায় সারণি কাকে বলে?

(খ) Ca মৃৎক্ষার ধাতু - ব্যাখ্যা করো।

(গ) E মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস সাধারণ নিয়মের ব্যতিক্রম কেন? ব্যাখ্যা করো।

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত A, B, C, D এর পারমাণবিক আকার ও তড়িৎ ঋণাত্মকতার ক্রম বিশ্লেষণ করো।

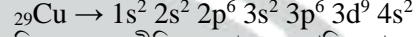
৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

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

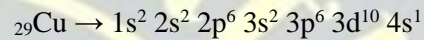
(খ) Ca ধাতুর বিভিন্ন যৌগ মাটিতে পাওয়া যায়। অতএব Ca মৃৎক্ষার ধাতু। আবার Ca ধাতুর হাইড্রোক্সাইড যৌগ Ca(OH)₂ একটি ক্ষার। সুতরাং Ca একটি ক্ষার ধাতু। সামগ্রিকভাবে Ca কে তাই মৃৎক্ষার ধাতু বলা হয়।

(গ) উদ্দীপকের E মৌলটি কপার (29Cu)। কেননা Cu এর পারমাণবিক সংখ্যা 29। কপারের ইলেকট্রন বিন্যাস সাধারণ নিয়মের ব্যতিক্রম। নিচে এর কারণ ব্যাখ্যা করা হলো,

সাধারণ নিয়ম অনুসারে, 29Cu মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস দাঁড়ায়,

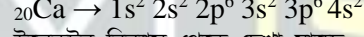
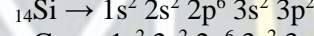
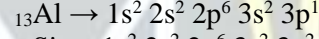
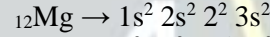


কিন্তু ছন্ডের নীতি অনুসারে সমশক্তিসম্পন্ন অরবিটালসমূহ অর্ধপূর্ণ বা সম্পূর্ণরূপে পূর্ণ হলে সে ইলেকট্রন বিন্যাস অধিকতর সুস্থিতি অর্জন করে। এর ফলে d⁹s² এর পরিবর্তে d¹⁰s¹ বিন্যাস অধিকতর স্থায়ী হয়। কারণ 3d⁹4s² এর বেলায় d অরবিটাল অর্ধপূর্ণ বা পূর্ণ কোনো অবস্থায় পড়ে না। তাই 4s থেকে 1টি ইলেকট্রন 3d⁹ এ চলে এসে 3d¹⁰ হয়, যা পূর্ণ। এটি অধিকতর স্থায়ী হয়। এ কারণেই 29Cu মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস ব্যতিক্রম নিয়মে হয়। এ নিয়ম অনুযায়ী 29Cu এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :



(ঘ) উদ্দীপকের তথ্যমতে, A, B, C, D মৌল চারটি যথাক্রমে 12Mg, 13Al, 14Si ও 20Ca। নিচে এদের পারমাণবিক আকার ও তড়িৎ ঋণাত্মকতার ক্রম বিশ্লেষণ করা হলো,

মৌলগুলোর ইলেকট্রন বিন্যাস নিয়ে পাই,



ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যাচ্ছে, Mg, Al, Si ৩য় পর্যায় তথা একই পর্যায়ের মৌল। আবার, Mg ও Ca মৌলদ্বয় ২নং তথা একই গ্রুপের মৌল এবং Ca ৪র্থ পর্যায়ের মৌল।

জানা আছে, পর্যায় সারণির একই পর্যায়ে বাম থেকে ডানে যাওয়া যায় মৌলসমূহের পারমাণবিক আকার ততই হ্রাস পায়। কারণ একই পর্যায়ে বাম থেকে ডানে যাওয়ার সাথে সাথে একটি করে পারমাণবিক সংখ্যা বাড়ে। পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে একটি করে ইলেকট্রন যুক্ত হয়, কিন্তু ইলেকট্রনের স্তর সংখ্যা বাড়ে না। পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধি অর্থ নিউক্লিয়াসে ধনাত্মক আধান বৃদ্ধি। ফলে ইলেকট্রন কর্তৃক জোড়ে আকৃষ্ট হয় এবং পারমাণবিক আকার হ্রাস পায়। আবার একই গ্রুপে উপর থেকে নিচে মৌলসমূহের আকার বৃদ্ধি পায়। কারণ একই গ্রুপে উপর থেকে নিচে একটি করে নতুন স্তর যুক্ত হয় কিন্তু বহিঃস্তরে কোনো ইলেকট্রন যুক্ত হয় না বলে পারমাণবিক আকার বৃদ্ধি পায়।

যেহেতু Mg, Al, Si পর্যায় সারণির ৩য় পর্যায়ে এবং Ca ৪র্থ পর্যায়ে অবস্থিত। অর্থাৎ Ca এর শক্তিস্তর ১টা বেশি। এ কারণে Ca এর আকার সবচেয়ে বড়। আবার ৩য় পর্যায়ের মৌলগুলোর মধ্যে Mg বামে অবস্থিত বলে এর আকার এ পর্যায়ের অন্যান্য মৌল থেকে বড়।

সুতরাং মৌলগুলোর পারমাণবিক আকারের ক্রম : Ca > Mg > Al > Si।

তড়িৎ ঋণাত্মকতার ক্রম : জানা আছে, একই পর্যায়ে বাম দিক থেকে ডান দিকে পারমাণবিক আকার হ্রাসের সাথে সাথে তড়িৎ ঋণাত্মকতা বৃদ্ধি পায়। সাধারণত পর্যায় সারণির একই পর্যায়ে বামদিক হতে ডানদিকে অগ্রসর হলে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে কোনো নতুন শক্তিস্তরের যুক্ত হয় না। কিন্তু নিউক্লিয়াস কর্তৃক সর্বশেষ শক্তিস্তরের ইলেকট্রনের উপর আকর্ষণ শক্তি বৃদ্ধি পায়। ফলে পরমাণুর আকার ক্রমশ

হ্রাস পায়। এজন্য সমযোজী বন্ধনের শেয়ারকৃত ইলেকট্রনের উপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ ক্রমশ বৃদ্ধি পায়।

যেহেতু Ca এর আকার সবচেয়ে বড়; তাই এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা সবচেয়ে কম। আবার ৩য় পর্যায়ে ডানদিকে Si অবস্থিত বলে এর আকার সবচেয়ে ছোট, তাই এর তড়িৎ ঋণাত্মকতা সবচেয়ে বেশি।

সুতরাং মৌল চারটির তড়িৎ ঋণাত্মকতার ক্রম :

Si(14) > Al(13) > Mg(12) > Ca(20)

৩৩. ${}_1W$, ${}_2X$, ${}_7Y$ ও ${}_{12}Z$ চারটি মৌল।

[W, X, Y, Z প্রচলিত অর্থে কোনো মৌলের প্রতীক নয়]

[চট্টগ্রাম বোর্ড ২০২১]

(ক) পর্যায় কাকে বলে?

(খ) $CH_3 - CH_3$ একটি সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন - ব্যাখ্যা করো।

(গ) Y ও Z মৌলের আলোকে ব্যাখ্যা করো যে, ইলেকট্রন বিন্যাস পর্যায় সারণির মূলভিত্তি।

(ঘ) পর্যায় সারণিতে W ও X মৌলের অবস্থান সামঞ্জস্যপূর্ণ নয় - উক্তিটি বিশ্লেষণ করো।

৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) পর্যায় সারণিতে আনুভূমিকভাবে যে ৭টি প্রধান সারি বিদ্যমান তাদের পর্যায় বলে।

(খ) সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন হলো হাইড্রোজেন ও কার্বনের সমন্বয়ে গঠিত এমন জৈব যৌগ, যাদের কার্বন পরমাণুগুলো কেবল একক সিগমা বন্ধন দ্বারা যুক্ত থাকে। এদের সাধারণ সংকেত C_nH_{2n+2} । $CH_3 - CH_3$ জৈব যৌগটি হাইড্রোজেন ও কার্বনের সমন্বয়ে গঠিত এবং কার্বন পরমাণুতে কেবল একক সিগমা বন্ধন বিদ্যমান।

সুতরাং, $CH_3 - CH_3$ একটি সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন।

(গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত ${}_7Y$, ${}_{12}Z$ মৌলসমূহ যথাক্রমে নাইট্রোজেন (N) এবং ম্যাগনেসিয়াম (Mg)। এদের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :

$N(7) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^3$

$Mg(12) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$

কোনো মৌলের যতটি শক্তিস্তরে ইলেকট্রন বিন্যস্ত থাকে, শক্তিস্তরের সে সংখ্যাই হলো ঐ মৌলের পর্যায় সংখ্যা। সে অনুসারে N ও Mg এর পর্যায় যথাক্রমে ২ ও ৩।

আবার, কোনো মৌলের পরমাণুতে সর্বশেষ ইলেকট্রন যে অরবিটালে প্রবেশ করে সেই অরবিটালের নাম অনুযায়ী ঐ মৌলের ব্লক এর নামকরণ হয়। এখানে, স্পষ্টত N মৌলের পরমাণুতে সর্বশেষ ইলেকট্রন p অরবিটালে এবং Mg মৌলের পরমাণুতে সর্বশেষ ইলেকট্রন s অরবিটালে প্রবেশ করে। তাই নাইট্রোজেন (N) হলো ব্লক মৌল এবং ম্যাগনেসিয়াম (Mg) হলো ব্লক মৌল।

আমরা জানি, কোনো মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসে বাইরের প্রধান শক্তিস্তরে যদি শুধু s ও p অরবিটাল থাকে তবে ঐ s ও p অরবিটালের ইলেকট্রন সংখ্যার সাথে 10 যোগ করলে যে সংখ্যা পাওয়া যায়, তাই ঐ মৌলের গ্রুপ সংখ্যা নির্দেশ করে। সে অনুসারে N এর ইলেকট্রন বিন্যাস অনুযায়ী গ্রুপ সংখ্যা $2 + 3 + 10 = 15$ ।

আবার, যে সকল মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসে বাইরের প্রধান শক্তিস্তরে যদি শুধু s অরবিটাল থাকে, তবে ঐ s অরবিটালের ইলেকট্রন সংখ্যাই হবে গ্রুপ সংখ্যা। যেহেতু Mg এর সর্বশেষ অরবিটাল s অরবিটাল। কাজেই s অরবিটালে উপস্থিত ইলেকট্রন সংখ্যাই হবে Mg এর গ্রুপ সংখ্যা। অতএব, সে অনুসারে Mg এর গ্রুপ সংখ্যা হবে ২।

অর্থাৎ, ইলেকট্রন বিন্যাসের সাহায্যে মৌলের পর্যায় ও গ্রুপ নির্ণয় করার মাধ্যমে মৌলসমূহকে তাদের ধর্ম অনুযায়ী সাজানো সম্ভব হয়েছে।

উপরোক্ত আলোচনার প্রেক্ষিতে বলা যায় যে, ইলেকট্রন বিন্যাসই পর্যায় সারণির মূলভিত্তি।

(ঘ) পর্যায় সারণিতে উল্লিখিত W ও X মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 1 ও 2। পারমাণবিক সংখ্যার ক্রম অনুযায়ী পর্যায় সারণিতে উক্ত মৌলসমূহ যথাক্রমে হাইড্রোজেন (H) এবং হিলিয়াম (He)। উদ্দীপকের A ও B মৌলদ্বয় পর্যায় সারণির ১ম পর্যায়ের যথাক্রমে 1 নং ও 18 নং গ্রুপে অবস্থিত।

হাইড্রোজেনের অবস্থান : হাইড্রোজেন একটি অধাতু। কিন্তু, পর্যায় সারণিতে হাইড্রোজেনকে তীব্র তড়িৎ ধনাত্মক ক্ষার ধাতু Na, K, Rb, Cs, Fr এর সাথে গ্রুপ-1 এ স্থান দেওয়া হয়েছে। এর কারণ ক্ষার ধাতুর মতো H এর বাইরের প্রধান শক্তিস্তরে একটিমাত্র ইলেকট্রন রয়েছে। আবার, হাইড্রোজেনের অনেক ধর্ম ক্ষার ধাতুগুলোর ধর্মের সাথে মিলে যায়। অন্যদিকে, হ্যালাজেন মৌল (F, Cl, Br, I) এর একটি পরমাণু যেমন একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করতে পারে, হাইড্রোজেনও তেমনি একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করতে পারে। অর্থাৎ H এর অনেক ধর্ম হ্যালাজেন মৌলের ধর্মের সাথেও মিলে যায়। তবে হাইড্রোজেনের বেশির ভাগ ধর্ম ক্ষার ধাতুসমূহের ধর্মের সাথে মিলে যাওয়ায় এবং পর্যায় সারণির মূলভিত্তি ইলেকট্রন বিন্যাস অনুযায়ী একে ক্ষার ধাতুর সাথে গ্রুপ-1 এ স্থান দেওয়া হয়েছে।

হিলিয়ামের অবস্থান : ইলেকট্রন বিন্যাস অনুসারে He ($1s^2$) কে গ্রুপ-2 মৌলের সাথে রাখা উচিত, কিন্তু He কে নিষ্ক্রিয় গ্যাসসমূহের সাথে রাখা হয়েছে। এর কারণসমূহ হলো- (i) গ্রুপ 2 এর মৌলসমূহ রাসায়নিকভাবে সক্রিয়, কিন্তু He রাসায়নিকভাবে নিষ্ক্রিয়। (ii) গ্রুপ-2 এর প্রত্যেকটি মৌলের সর্বশেষ শক্তিস্তরে দুটি করে ইলেকট্রন আছে (ns^2) এবং তা অপূর্ণ, কিন্তু He এর সর্বশেষ ১ম শক্তিস্তর দুটি ইলেকট্রন ($1s^2$) দ্বারা পূর্ণ। উল্লিখিত আলোচনার প্রেক্ষিতে এটাই প্রতীয়মান যে, H ও He এর অবস্থান সামঞ্জস্যপূর্ণ নয়।

৩৪. দৃশ্যকল্প-১ :

মৌল	সৃষ্ট আয়ন	সৃষ্ট আয়নে ইলেকট্রন সংখ্যা
X	X^+	10
Y	Y^{2+}	10
Z	Z^-	18

দৃশ্যকল্প-২ : Q একটি মৌল যার একটি পরমাণুর ভর $6.64 \times 10^{-23}g$
[সিলেট বোর্ড ২০২১]

(ক) সুপ্ত যোজনী কাকে বলে?

(খ) প্রোপানল একটি পোলার যৌগ - ব্যাখ্যা করো।

(গ) উদ্দীপকের Q মৌলটি পর্যায় সারণির কোন ধাতব মৌলকে নির্দেশ করে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো।

(ঘ) উদ্দীপকের X, Y ও Z মৌলসমূহের পারমাণবিক আকারের ক্রমবিশ্লেষণ করো।

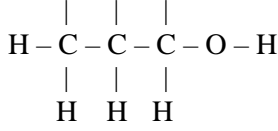
৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) কোনো মৌলের সর্বোচ্চ যোজনী ও কোনো যৌগে ঐ মৌলের সক্রিয় যোজনীর মধ্যকার পার্থক্যকে সেই যৌগে সেই মৌলের সুপ্ত যোজনী বলে।

(খ) যে সমযোজী যৌগে পোলারিটি সৃষ্টি হয় তাকে পোলার সমযোজী যৌগ বলে। অর্থাৎ যে সব সমযোজী যৌগের অণুতে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক চার্জযুক্ত প্রান্তের সৃষ্টি হয় তাদেরকে পোলার যৌগ বলে।

প্রোপানল (C_3H_7OH) এর রাসায়নিক সংকেত : $CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$

H H H



আণবিক কাঠামো থেকে লক্ষ্য করলে দেখা যায় যে, প্রোপানলের একটি হাইড্রোক্সিল (OH) মূলক এর সাথে যুক্ত রয়েছে একটি সম্পৃক্ত কার্বন পরমাণু যেখানে, কার্বনের সাথে অক্সিজেন ও অক্সিজেনের সাথে হাইড্রোজেনের বন্ধন দুটি সমযোজী বন্ধন। অক্সিজেনের তড়িৎ ঋণাত্মকতা H এবং C অপেক্ষা অনেক বেশি হওয়ার। ফলে শেয়ারকৃত বন্ধন ইলেকট্রনযুগল অক্সিজেনের দিকে অধিক চলে আসে। ফলে অক্সিজেন পরমাণুতে আংশিক ঋণাত্মক চার্জ এবং কার্বন ও হাইড্রোজেন পরমাণুতে আংশিক ধনাত্মক চার্জ সৃষ্টি হয়। অর্থাৎ, ডাইপোল গঠিত হয়। এজন্য প্রোপানল একটি পোলার যৌগ।

- (গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত Q মৌলটির একটি পরমাণুর ভর $6.64 \times 10^{-23} \text{g}$ । এখন, মৌলটির আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর বের করে প্রাপ্ত ভরসংখ্যা পর্যায় সারণিতে উপস্থিত মৌলসমূহের ভর সংখ্যার সাথে মিলালে আমরা ধাতব মৌলটি খুঁজে বের করতে পারব।

আমরা জানি,
কোনো মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর
= $\frac{\text{এই মৌলের একটি পরমাণুর ভর}}{\text{একটি কার্বন - 12 আইসোটোপের ভরের } \frac{1}{12} \text{ অংশ}}$
= $\frac{6.64 \times 10^{-23} \text{g}}{1.66 \times 10^{-24} \text{g}} = 40$

[∵ কার্বন - 12 আইসোটোপের পারমাণবিক ভর $\times \frac{1}{12} = 1.66 \times 10^{-24} \text{g}$]

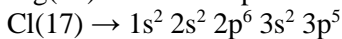
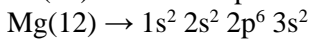
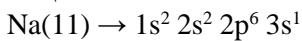
অতএব, Q মৌলটির আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর = 40। আমরা জানি, পর্যায় সারণিতে 40 পারমাণবিক ভর বিশিষ্ট মৌলটি হলো ক্যালসিয়াম (Ca)

- (ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত X, Y ও Z মৌলের সৃষ্ট আয়নে বিদ্যমান ইলেকট্রন সংখ্যা যথাক্রমে 10, 10 এবং 18। আবার, সৃষ্ট আয়নসমূহ যথাক্রমে X^+ , Y^{2+} এবং Z^- ।

অর্থাৎ, X ও Y মৌলসমূহ যথাক্রমে 1টি ও 2টি ইলেকট্রন দেয়ার মাধ্যমে যথাক্রমে X^+ ও Y^{2+} আয়নে পরিণত হয়।

সুতরাং, 1টি ও 2টি ইলেকট্রন যথাক্রমে X^+ ও Y^{2+} আয়ন গ্রহণ করলে মৌলসমূহ দাঁড়ায় X ও Y এবং এদের পরমাণুতে ইলেকট্রনের সংখ্যা দাঁড়ায় যথাক্রমে 11 ও 12। যা পর্যায় সারণিতে বিদ্যমান মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যার ক্রম থেকে যাচাই করলে আমরা পাই এরা যথাক্রমে Na এবং Mg।

আবার, Z^- ঋণাত্মক আয়নটি একটি ইলেকট্রন ত্যাগের মাধ্যমে এর শক্তিস্তর গুলোতে ইলেকট্রন সংখ্যা হবে 17, যা একই নিয়মে পারমাণবিক সংখ্যার ক্রম অনুযায়ী মৌলটি দাঁড়ায় ক্লোরিন (Cl)। এদের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :



উপরোক্ত ইলেকট্রন বিন্যাস পর্যালোচনা করে দেখা যায়, এরা প্রত্যেকেই পর্যায়-3 এর মৌল।

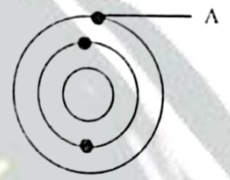
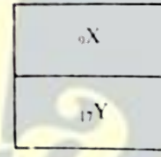
পর্যায়বৃত্ত নীতি-অনুযায়ী একই পর্যায়ের যত বাম থেকে ডান দিকে যাওয়া যায় পারমাণবিক আকার ততই হ্রাস পায়। কারণ, বাম থেকে ডানে গেলে

নিউক্লিয়াসে ধনাত্মক প্রোটন সংখ্যা ও শেষ কক্ষপথে ইলেকট্রন সংখ্যা বাড়ে কিন্তু কক্ষপথ সংখ্যা বাড়ে না। তাই প্রোটন ও ইলেকট্রনের আকর্ষণ বাড়ে তাই ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসের কাছাকাছি চলে আসে, ফলে আকার হ্রাস পায়। এই তিনটি মৌলের মধ্যে Na পর্যায়ের সর্ব বামে এরপর তার ডানে রয়েছে Mg এবং তারও ডানে রয়েছে Cl। সুতরাং, Na এর আকার বাকি দুই মৌল হতে বড় এবং Cl এর আকার Na ও Mg এর থেকে ছোট হবে।

সুতরাং, মৌলসমূহের পারমাণবিক আকারের ক্রম হবে

$$\text{Na} > \text{Mg} > \text{Cl}$$

৩৫.



[সিলেট বোর্ড ২০২১]

- (ক) নিউক্লিয়াসের অষ্টক সূত্রটি বিবৃত করো।

- (খ) সাইক্লোপেন্টেন একটি বদ্ধ শিকল হাইড্রোকার্বন - ব্যাখ্যা করো।

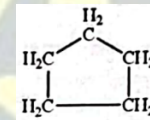
- (গ) উদ্দীপকের A চিহ্নিত ইলেকট্রনটির কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় করো।

- (ঘ) উদ্দীপকের উল্লিখিত 'X' ও 'Y' মৌল দুটি একই রকম ধর্ম প্রদর্শন করে কিনা - বিক্রিয়ার মাধ্যমে যুক্তি দাও।

৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) নিউক্লিয়াসের অষ্টক সূত্রটি হচ্ছে “মৌলসমূহকে যদি পারমাণবিক ভরের ছোট থেকে বড় অনুযায়ী সাজানো যায়, তবে যেকোনো পর্যায়ের ১ম একটি মৌলের ধর্ম তার অষ্টম মৌলের ধর্মের সাথে মিলে যায়”।

- (খ) যে সকল হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলের দুই প্রান্তের কার্বন পরমাণু পরস্পর যুক্ত হয়ে একটি বলয় বা চক্র গঠন করে তাকে বদ্ধ শিকল হাইড্রোকার্বন বলে। নিচে সাইক্লোপেন্টেনের গাঠনিক সংকেত দেখানো হলো :



দেখা যাচ্ছে যে, কার্বন শিকলের দুই প্রান্তে কার্বন পরস্পর যুক্ত হয়ে একটি চক্র গঠন করে। আবার যৌগটিতে শুধু C ও H রয়েছে। তাই এটি হাইড্রোকার্বন।

সুতরাং, সাইক্লোপেন্টেন একটি বদ্ধ শিকল হাইড্রোকার্বন।

- (গ) উদ্দীপকের A চিহ্নিত ইলেকট্রনটি ২য় প্রধান শক্তিস্তরে ঘুরছে। বোর মডেল অনুসারে কোন শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ,

$$\begin{aligned} mvr &= \frac{nh}{2\pi} \\ &= \frac{2 \times 6.626 \times 10^{-34}}{2 \times 3.1416} \\ &= 2.11 \times 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s} \end{aligned}$$

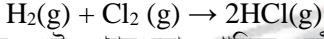
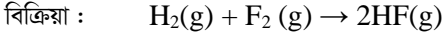
এখানে,
প্লাংক ধ্রুবক,
 $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg/s}$
প্রধান শক্তিস্তর, $n = 2$
 $\pi = 3.1416$

সুতরাং, A চিহ্নিত ইলেকট্রনটির কৌণিক ভরবেগ $2.11 \times 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}$ ।

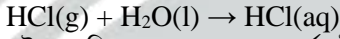
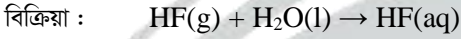
- (ঘ) উদ্দীপকের ${}_9\text{X}$ ও ${}_{17}\text{Y}$ মৌল দুটি হলো ফ্লোরিন (F) ও ক্লোরিন (Cl)। কারণ এদের পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 9 ও 17। ফ্লোরিন ও ক্লোরিন গ্রুপ 17 এর মৌল তথা একই গ্রুপের মৌল। তাই ফ্লোরিন ও ক্লোরিন

মৌল দুটি একই ধর্ম প্রদর্শন করে। নিচে তা বিক্রিয়ার মাধ্যমে যুক্তি দেওয়া হলো :

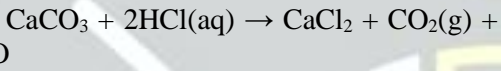
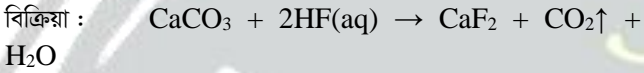
F_2 ও Cl_2 গ্যাস হাইড্রোজেনের সাথে সংযোজন বিক্রিয়ার মাধ্যমে যথাক্রমে $HF(g)$ ও $HCl(g)$ গ্যাস উৎপন্ন করে।



আবার, উৎপন্ন এই গ্যাসগুলো পানিতে দ্রবীভূত করা হলে হাইড্রোফ্লোরাইড এসিড তথা হাইড্রোক্লোরিক এসিড $[HF(aq)]$ ও হাইড্রোক্লোরিক এসিড $[HCl(aq)]$ এ পরিণত হয়।



এই হাইড্রোফ্লোরাইড এসিডসমূহ যেকোনো কার্বনেট লবণের সাথে বিক্রিয়া করে CO_2 গ্যাস উৎপন্ন করে।



সুতরাং উপরের বিক্রিয়া থেকে দেখা যাচ্ছে, Cl_2 ও F_2 একই রকমের ধর্ম ও বিক্রিয়া প্রদর্শন করে।

৩৬.

মৌল	মৌল চিহ্নিতকরণ
A	৩য় পর্যায়ের গ্রুপ-17 এ অবস্থিত
B	শেষ স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস $4s^1$
C	Ca এর 4 ঘর ডানে অবস্থিত
D	Zn এর 1 ঘর বামে অবস্থিত

[A, B, C, D প্রতীকী অর্থে ব্যবহৃত।]

[বরিশাল বোর্ড ২০২১]

(ক) অষ্টক সূত্রটি বিবৃত করো।

(খ) C_4H_{10} কে প্যারাইফিন বলা হয় কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) C ও D মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস সাধারণ নিয়মের ব্যতিক্রম - ব্যাখ্যা করো।

(ঘ) উদ্দীপকের A, B ও D মৌলসমূহের ইলেকট্রন আসক্তির ক্রম বিশ্লেষণ করো।

৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) মৌলসমূহকে তাদের পারমাণবিক ভরের ক্রম অনুসারে সাজালে দেখা যায় যে কোনো পর্যায়ের প্রথম মৌল থেকে শুরু করে অষ্টম মৌলে ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মের পুনরাবৃত্তি ঘটে।

(খ) প্যারাইফিন অর্থ আসজিহীন। C_4H_{10} যৌগটি হলো বিউটেন (অ্যালকেন)। অ্যালকেনসমূহ কার্বন-কার্বন এবং কার্বন-হাইড্রোজেন একক সমযোজী বন্ধন দ্বারা গঠিত। এ ছাড়া এসব যৌগে একক সিগমা বন্ধন ছাড়া দ্বি-বন্ধন বা ত্রি-বন্ধন না থাকায় এরা সহজে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করতে চায় না, অর্থাৎ এরা আসজিহীন। তাই, C_4H_{10} কে প্যারাইফিন বলা হয়।

(গ) উদ্দীপকে 'C' মৌলটি Ca এর 4 ঘর ডানে অবস্থিত এবং 'D' মৌলটি Zn এর 1 ঘর বামে অবস্থিত। Ca এর 4 ঘর ডানে অবস্থিত মৌলটি হলো ক্রোমিয়াম (Cr)। Zn এর 1 ঘর বামে অবস্থিত মৌলটি হলো কপার (Cu)। অর্থাৎ C ও D মৌল দুটি যথাক্রমে Cr ও Cu। এদের ইলেকট্রন বিন্যাস সাধারণ নিয়মের ব্যতিক্রম। নিচে তা ব্যাখ্যা করা হলো- Cr এর ইলেকট্রন বিন্যাস হলো :

$Cr(24) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^4$ [আউফবাউ নীতি অনুযায়ী ইলেকট্রন বিন্যাস]

$Cr(24) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ [প্রকৃত অস্থিতিশীল ইলেকট্রন বিন্যাস]

$Cr(24) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 4s^1$ [প্রকৃত অস্থিতিশীল ইলেকট্রন বিন্যাস]

d এর ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা 10, অর্থাৎ $3d^{10}$ যেকোন অরবিটাল পূর্ণ (সম্পূর্ণ) বা অর্ধপূর্ণ থাকলে তার স্থিতিশীলতা বেশি হয়। d অরবিটালের $3d^5$ এবং $3d^{10}$ ইলেকট্রন বিন্যাসটি অধিক সুস্থিত এবং স্থিতিশীল। কিন্তু $3d^4$ অর্ধপূর্ণতা $3d^5$ অপেক্ষা 1টা ইলেকট্রন কম থাকায় তার স্থিতিশীলতা বিনষ্ট হয়। তাই স্থিতিশীলতা অর্জনের লক্ষ্যে Cr এর $4s^2$ থেকে 1টা ইলেকট্রন $3d^4$ এ প্রবেশ করে $3d^5$ ইলেকট্রন বিন্যাস অর্জন করে স্থিতিশীল হয়। d অরবিটালে কখনও 4টি ইলেকট্রন ধারণ করে না। এই কারণে Cr এর ইলেকট্রন বিন্যাসে নিয়মের ব্যতিক্রম পরিলক্ষিত হয়।

Cu এর ইলেকট্রন বিন্যাস হলো :

$Cu(29) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^9$ [আউফবাউ নীতি অনুযায়ী ইলেকট্রন বিন্যাস]

$Cu(29) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9 4s^2$ [প্রকৃত অস্থিতিশীল ইলেকট্রন বিন্যাস]

$Cu(29) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ [প্রকৃত অস্থিতিশীল ইলেকট্রন বিন্যাস]

d এর ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা 10, অর্থাৎ $3d^{10}$ যেকোন অরবিটাল পূর্ণ (সম্পূর্ণ) বা অর্ধপূর্ণ থাকলে তার স্থিতিশীলতা বেশি হয়। d অরবিটালের $3d^5$ এবং $3d^{10}$ ইলেকট্রন বিন্যাসটি অধিক সুস্থিত অর্থাৎ স্থিতিশীল। কিন্তু $3d^5$ পূর্ণতা $3d^{10}$ অপেক্ষা 1টা ইলেকট্রন কম থাকায় তার স্থিতিশীলতা বিনষ্ট হয়। তাই স্থিতিশীলতা অর্জনের লক্ষ্যে Cu এর $4s^2$ থেকে 1টা ইলেকট্রন $3d^9$ এ প্রবেশ করে $3d^{10}$ ইলেকট্রন বিন্যাস অর্জন করে স্থিতিশীল হয়। এ অরবিটালে কখনও 4 বা 9 টি ইলেকট্রন ধারণ করে না। এই কারণে Cu এর ইলেকট্রন বিন্যাসে নিয়মের ব্যতিক্রম পরিলক্ষিত হয়।

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত A মৌলের অবস্থান ৩য় পর্যায়ের গ্রুপ-17 এ অবস্থিত। কাজেই, পর্যায় সারণি অনুযায়ী মৌলটি ক্লোরিন (Cl)। আবার, শেষ স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস $4s^1$ অনুযায়ী B মৌলটি ৪র্থ পর্যায়ের গ্রুপ-1 এর মৌল পটাশিয়াম (K)। সুতরাং, A ও B মৌলদ্বয় যথাক্রমে ক্লোরিন (Cl) এবং পটাশিয়াম (K) এবং 'গ' হতে প্রাপ্ত C মৌলটি Cr। সুতরাং, উদ্দীপকে A, B ও C মৌলদ্বয় যথাক্রমে Cl, K এবং Cr। আমরা জানি, গ্যাসীয় অবস্থায় 1 mol পরমাণু 1 mol ইলেকট্রন গ্রহণ করে 1 mol গ্যাসীয় আয়নে পরিণত হতে যে পরিমাণ শক্তি ত্যাগ করে তাকে ইলেকট্রন আসক্তি বলে।

নিম্নে ইলেকট্রন আসক্তির গ্রুপভিত্তিক ও পর্যায়ভিত্তিক সম্পর্ক ব্যাখ্যা করা হলো :

i. গ্রুপভিত্তিক সম্পর্ক : একই গ্রুপের উপর থেকে নিচে পরমাণুতে একটি করে নতুন শক্তিস্তর সংযুক্ত হয়। ফলে সর্ববহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রনের উপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ কমে যায়। এতে করে নিউক্লিয়াস কর্তৃক যোজ্যতা স্তরে নতুন ইলেকট্রন সংযুক্ত করা কষ্টসাধ্য হয় এবং পরমাণুর ইলেকট্রন আসক্তি হ্রাস পায়। অর্থাৎ, একই গ্রুপের উপর থেকে নিচে ইলেকট্রন আসক্তি হ্রাস পায়।

ii. পর্যায়ভিত্তিক সম্পর্ক : একই পর্যায়ের বাম থেকে ডানে পরমাণুতে একটি করে নতুন ইলেকট্রন ও প্রোটন সংযুক্ত হয়। ফলে, যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রনের উপর প্রোটনের তথা নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ বৃদ্ধি

পায়। যেহেতু একই পর্যায়ের বাম থেকে ডানে পরমাণুতে নতুন কোনো শক্তিস্তর সংযুক্ত হয় না, তাই বাম থেকে ডানে পরমাণুর আকার হ্রাস পায়। একই সাথে নিউক্লিয়াস কর্তৃক ইলেকট্রন আকর্ষণ সহজ হয় এবং ঋণাত্মক আয়ন গঠনের সময় বেশি শক্তি ত্যাগ করতে পারে। অর্থাৎ একই পর্যায়ের বাম থেকে ডানে ইলেকট্রন আসক্তি বাড়ে।

উপরোক্ত তথ্য অনুসারে, Cl পর্যায় সারণিতে ৩য় পর্যায়ের গ্রুপ-17 এর অন্তর্ভুক্ত এবং K ও Cr ৪র্থ পর্যায়ের অন্তর্ভুক্ত মৌলসমূহ। যেহেতু, পর্যায়ের ক্ষেত্রে উপর থেকে নীচের দিকে পরমাণুর আকার, বৃদ্ধির ফলে ইলেকট্রন আসক্তি হ্রাস পায়। কাজেই, Cl এর তুলনায় K ও Cr এর ইলেকট্রন আসক্তি কম হবে।

অপরদিকে, K ও Cr ৪র্থ পর্যায়ের যথাক্রমে গ্রুপ-1 ও গ্রুপ-6 এর মৌল। আমরা জানি, একই পর্যায়ের বাম থেকে ডানে মৌলসমূহের পরমাণুর আকার কমানোর সাথে সাথে ইলেকট্রন আসক্তিও বাড়তে থাকে। ফলে K এর তুলনায় Cr এর ইলেকট্রন আসক্তি বেশি। নিম্নে মৌলসমূহের ইলেকট্রন আসক্তির ক্রম সম্বলিত ছক নিম্নে দেয়া হল :

মৌলের নাম	ইলেকট্রন আসক্তির মান (KJ/mol)
Cl	349
Cr	64.3
K	48.4

সুতরাং, উদ্দীপকে উল্লিখিত মৌলসমূহের ইলেকট্রন আসক্তির সঠিক ক্রম হল $Cl > Cr > K$ ।

৩৭.

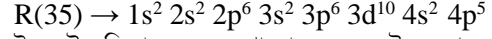
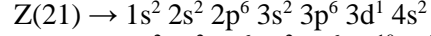
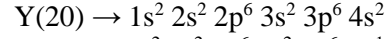
			9P
			17Q
19X	20Y	21Z	35R
			53S

[এখানে P, Q, R, S, X, Y, Z প্রচলিত অর্থে কোনো প্রতীক নয়]
[ঢাকা বোর্ড ২০২০]

- (ক) ডোবেরাইনারের ত্রয়ী সূত্র কী?
(খ) 'Ar' কে নিষ্ক্রিয় মৌল বলা হয় কেন? ব্যাখ্যা করো।
(গ) উদ্দীপকের X মৌল থেকে R মৌল পর্যন্ত পারমাণবিক ব্যাসার্ধ হ্রাস-বৃদ্ধির কারণ ব্যাখ্যা করো।
(ঘ) উদ্দীপকের উল্লিখিত শ্রেণির মৌলগুলোর ধর্ম অভিন্ন প্রকৃতির কিনা সমীকরণসহ বিশ্লেষণ করো।

৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

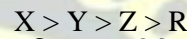
- (ক) পারমাণবিক ভরের ক্রম অনুসারে তিনটি করে মৌলকে সাজালে দ্বিতীয় মৌলের পারমাণবিক ভর প্রথম ও তৃতীয় মৌলের পারমাণবিক ভরের যোগফলের অর্ধেক বা তার কাছাকাছি, যাকে ডোবেরাইনারের ত্রয়ী সূত্র বলা হয়।
(খ) নিষ্ক্রিয় মৌলগুলোর সর্বশেষ শক্তিস্তরে অষ্টক পূর্ণ থাকায় নিষ্ক্রিয় মৌলগুলো যথেষ্ট স্থিতিশীল থাকে। ফলে এসব মৌলগুলো সহজে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না। আর্গনের (Ar) ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ :
 $Ar(18) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
দেখা যাচ্ছে যে, Ar এর সর্বশেষ শক্তিস্তর অষ্টকপূর্ণ। ফলে এটি ইলেকট্রন আদান-প্রদান বা শেয়ারের মাধ্যমে কোনো যৌগ গঠন করে না। তাই Ar একটি নিষ্ক্রিয় মৌল।
(গ) উদ্দীপকের X মৌল থেকে R মৌল পর্যন্ত ইলেকট্রন বিন্যাস নিয়ে পাই-
 $X(19) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$



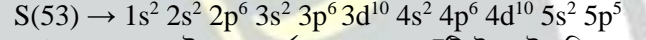
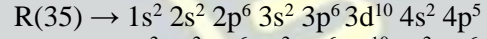
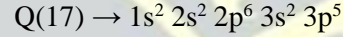
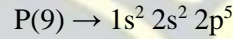
ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যাচ্ছে যে, মৌলগুলো ৪র্থ পর্যায়ের মৌল। মৌলগুলোর পারমাণবিক ব্যাসার্ধের হ্রাস-বৃদ্ধির কারণ নিচে ব্যাখ্যা করা হলো-

জানা আছে, কোনো পর্যায়ে বাম থেকে ডান দিকে মৌলসমূহের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ ক্রমাগত হ্রাস পায়। কারণ বাম থেকে ডানে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধি পেলেও শক্তিস্তর বৃদ্ধি পায় না। ফলে মৌলসমূহের যোজন ইলেকট্রনের উপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ শক্তি বৃদ্ধি পায়। ফলে পারমাণবিক ব্যাসার্ধ ক্রমশ হ্রাস পায়।

উদ্দীপকের X, Y, Z ও R মৌল চারটি ৪র্থ পর্যায়ের মৌল হওয়ায় এদের মধ্যে সবচেয়ে বামে X অবস্থিত এবং সবচেয়ে ডানে R মৌল অবস্থিত। তাই X এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ সবচেয়ে বেশি এবং R এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ সবচেয়ে কম। এদের পারমাণবিক ব্যাসার্ধের ক্রম নিম্নরূপ :

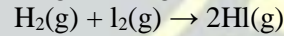
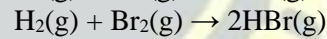
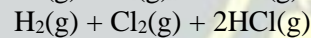
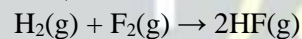


(ঘ) উদ্দীপকের শ্রেণিটির মৌলগুলোর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ-

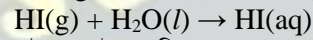
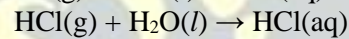
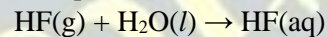


দেখা যাচ্ছে যে, মৌলগুলো সর্বশেষ কক্ষপথে 7টি ইলেকট্রন বিদ্যমান। তাই এরা 17নং শ্রেণির মৌল। অর্থাৎ P, Q, R ও S হলো যথাক্রমে F, Cl, Br ও I। 17নং শ্রেণির মৌলগুলোর ধর্ম অভিন্ন প্রকৃতির। নিচে তা বিশ্লেষণ করা হলো :

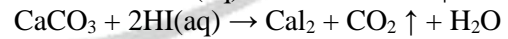
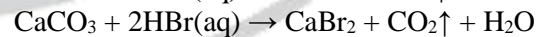
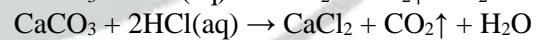
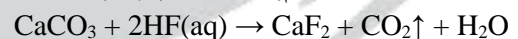
17নং গ্রুপের মৌল F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 গ্যাস হাইড্রোজেনের সাথে বিক্রিয়া করে যথাক্রমে $HF(g)$, $HCl(g)$, $HBr(g)$, $HI(g)$ গ্যাস উৎপন্ন করে।



আবার এই গ্যাসগুলোকে যদি পানিতে দ্রবীভূত করা হয় তাহলে হাইড্রোহ্যালাইড এসিড যথা $HF(aq)$, $HCl(aq)$, $HBr(aq)$, $HI(aq)$ উৎপন্ন হয়।



এই হ্যালাইড এসিডসমূহ যেকোনো কার্বনেট লবণের সাথে বিক্রিয়া করে কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করে। যেমন-



উপরের বিক্রিয়াগুলো থেকে বোঝা যায় যে, 17নং গ্রুপের মৌল F, Cl, Br ও I একই রকমের ধর্ম প্রদর্শন করে। অর্থাৎ এদের ধর্ম অভিন্ন প্রকৃতির।

৩৮.

N	A
---	---

সৃজনশীল (সিকিউ) নোট

রসায়ন

৪র্থ অধ্যায়

পর্যায় সারণি

Prepared by: SAJJAD HOSSAIN

Al	Si	B	C	Cl	Ar
		D	Se		

[এখানে A, B, C এবং D প্রতীকী অর্থে]

[ময়মনসিংহ বোর্ড ২০২০]

- (ক) সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন কী?
 (খ) কপারের ইলেকট্রন বিন্যাস স্বাভাবিক নিয়ম মেনে চলে না কেন?
 (গ) ইলেকট্রন বিন্যাস উল্লেখপূর্বক পর্যায় সারণিতে 'D' মৌলটির অবস্থান নির্ণয় করো।
 (ঘ) যুক্তিসহ A, B এবং C এর আয়নিকরণ শক্তির তুলনা করো।

৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যে সকল হাইড্রোকার্বনে শুধু কার্বন-কার্বন একক বন্ধন (C – C) থাকে তাদেরকে সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন বলে।
 (খ) সাধারণভাবে দেখা যায় যে, সমশক্তিসম্পন্ন অরবিটালসমূহ অর্ধপূর্ণ বা সম্পূর্ণ পূর্ণ হলে সে ইলেকট্রন বিন্যাস অধিকতর সুস্থিতি অর্জন করে। এক্ষেত্রে $d^{10}s^1$ এবং d^5s^1 ইলেকট্রন বিন্যাসবিশিষ্ট মৌল অধিকতর স্থায়ী হয়।
 কপার (Cu) এর ইলেকট্রন বিন্যাসে $(1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1)$ সুস্থিতির জন্য $3d^9 4s^2$ এর পরিবর্তে $3d^{10} 4s^1$ হয়। এজন্য কপারের ইলেকট্রন বিন্যাস সাধারণ নিয়ম মানে না।
 (গ) উদ্দীপকের তথ্যানুসারে, D মৌলটি আর্সেনিক (As)। কেননা D মৌলটি N এর গ্রুপ তথা 15 নং গ্রুপে অবস্থিত। N এর দুই ঘর নিচে রয়েছে As মৌলটি। নিচে As এর ইলেকট্রন বিন্যাস উল্লেখপূর্বক পর্যায় সারণিতে এর অবস্থান নির্ণয় করা হলো-
 As এর ইলেকট্রন বিন্যাস-
 $As(33) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$
 পর্যায় নির্ণয় : As এর ইলেকট্রন বিন্যাস চারটি স্তরে বিন্যস্ত হওয়ায় এটি ৪র্থ পর্যায়ের মৌল।
 গ্রুপ নির্ণয় : As এর সর্বশেষ শক্তিস্তরে s ও p অরবিটাল থাকায় এর গ্রুপ = 10 + যোজ্যতা ভরের মোট ইলেকট্রন = 10 + 5 = 15।
 অর্থাৎ, As মৌলটি ৪র্থ পর্যায়ের গ্রুপ- 15 তে অবস্থিত।
 (ঘ) উদ্দীপকে তথ্যানুসারে, A, B, C মৌল তিনটি যথাক্রমে অক্সিজেন (O), ফসফরাস (P) ও সালফার (S)। নিচে এদের আয়নিকরণ শক্তির তুলনা করা হলো-
 আয়নিকরণ শক্তি একটি পর্যায়বৃত্ত ধর্ম। একই পর্যায়ের বাম থেকে ডানে গেলে আয়নিকরণ শক্তি সাধারণত বাড়ে (কয়েকটি ব্যতিক্রম ছাড়া)। কেননা একই পর্যায়ে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির ফলে। ইলেকট্রনের শক্তিস্তর বাড়ে না, ফলে নিউক্লিয়াস থেকে সর্ববহিঃস্থ ইলেকট্রনের দূরত্ব বাড়ে না বরঞ্চ কিছু কমে যায়। উপরন্তু নিউক্লিয়াসের চার্জ বৃদ্ধির ফলে সর্ববহিঃস্থ ইলেকট্রনটি অধিকতর দৃঢ়ভাবে আকৃষ্ট হয়। অর্থাৎ তা অপসারণের জন্য অধিকতর শক্তির প্রয়োজন হয়।
 আবার একই গ্রুপে অবস্থিত মৌলগুলোর ক্ষেত্রে উপর থেকে নিচে। পারমাণবিক আকার বাড়ে বলে যোজ্যতা ইলেকট্রনের সাথে নিউক্লিয়াসের দূরত্বও বৃদ্ধি পায়। আকর্ষণ কমে যাওয়ায় সহজে ইলেকট্রন ত্যাগ করতে পারে বলে আয়নিকরণ শক্তির মান হ্রাস পায়।
 উদ্দীপকের অক্সিজেন (O) মৌলটি ২য় পর্যায়ে এবং P ও S মৌল দুটি ৩য় পর্যায়ে অবস্থিত। এ কারণে অক্সিজেন (O) উপরের পর্যায়ে হওয়ায় আয়নিকরণ শক্তির মান সবচেয়ে বেশি। P ও S ৩য় পর্যায়ের যথাক্রমে বাম ও ডানে অবস্থিত। S ডানে হওয়ায় এর আয়নিকরণ শক্তি বেশি হওয়ার কথা। কিন্তু P এর আয়নিকরণ শক্তি S অপেক্ষা বেশি। কারণ P ও S এর ইলেকট্রন বিন্যাস :
 $P(15) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ (সুস্থিত)

$$S(16) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 \text{ (সুস্থিত নয়)}$$

ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যায়, P এর যোজ্যতা স্তরের p অরবিটাল ইলেকট্রন দ্বারা অর্ধপূর্ণ থাকায় এটি সুস্থিত। এ কারণে এখান থেকে ইলেকট্রন ত্যাগ অনেক শক্তির প্রয়োজন বলে P এর আয়নিকরণ শক্তি অনেক বেশি। পক্ষান্তরে S এর যোজ্যতা স্তরের p অরবিটালে অর্ধপূর্ণ বা পূর্ণ কোনটিই নয় বলে S এর আয়নিকরণ শক্তি কম। তাই মৌল তিনটির আয়নিকরণ শক্তির ক্রম :

$$O(1314 \text{ kJ/mol}) > P(1062 \text{ kJ/mol}) > S(999 \text{ kJ/mol})$$

৩৯. পর্যায় সারণির একটি খন্ডিতাংশ নিচের দেওয়া হলো :

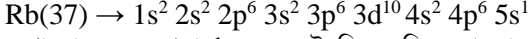
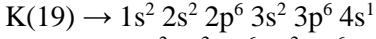
A			D
H	B	C	X
Y		Q	Ne
Na		R	Ar
Z			Kr
P			Xe

[চট্টগ্রাম বোর্ড ২০২০]

- (ক) আইসোটোপ কাকে বলে?
 (খ) C_3H_7 – একটি অ্যালকাইল মূলক – ব্যাখ্যা দাও।
 (গ) উদ্দীপকের A গ্রুপটির ধাতব ক্রমের – ব্যাখ্যা দাও।
 (ঘ) উদ্দীপকের A ও C গ্রুপ দুটির সক্রিয়তার ক্রম পরস্পরের বিপরীত – বিশ্লেষণ করো।

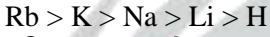
৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যে সকল পরমাণুর প্রোটন সংখ্যা সমান কিন্তু ভরসংখ্যা ও নিউট্রন সংখ্যা ভিন্ন তাদেরকে একে অপরের আইসোটোপ বলে।
 (খ) C_3H_7 একটি অ্যালকাইল মূলক ব্যাখ্যা করা হলো :
 অ্যালকেন থেকে একটি হাইড্রোজেন পরমাণু অপসারণ করলে যে একযোজী মূলকের সৃষ্টি হয় তাকে অ্যালকাইল মূলক বলে। যেহেতু অ্যালকেনের সাধারণ সংকেত C_nH_{2n+2} , তাই অ্যালকাইল মূলকের সাধারণ সংকেত হবে C_nH_{2n+1}
 $n = 3$ হলে অ্যালকাইল মূলক হবে $C_3H_{2 \times 3 + 1} = C_3H_7$ – যা প্রোপাইল মূলক। এ থেকে বলা যায় যে, C_3H_7 একটি অ্যালকাইল মূলক।
 (গ) উদ্দীপকের A গ্রুপটির মৌলসমূহ হলো : H, Li, Na, K, Rb।
 অর্থাৎ Y, Z ও P হলো Li, K ও Rb।
 সুতরাং A গ্রুপটি হলো পর্যায় সারণির গ্রুপ-1। নিচে গ্রুপটির ধাতব ধর্ম ব্যাখ্যা করা হলো :
 জানা আছে, যেসব মৌল সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের ইলেকট্রন সহজে ত্যাগ করে ধনাত্মক আধান তৈরি করে এবং ধাতব বন্ধন গঠন করে সেসব মৌলই হচ্ছে ধাতু। আবার, যেসব মৌল যত সহজে ইলেকট্রন ত্যাগ করে তাদের ধাতব ধর্ম তত বেশি।
 যেসব মৌলের পারমাণবিক আকার যত ছোট তাদের সর্বশেষ শক্তিস্তরের ইলেকট্রনের উপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ বল তত বেশি হয়। ফলে তারা সহজে ইলেকট্রন ত্যাগ করতে পারে না। ফলে তাদের ধাতব ধর্ম হ্রাস পায়। আর যেসব মৌলের পারমাণবিক আকার যত বড় তাদের যোজনী ইলেকট্রনের উপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ বল তত কম হয়। ফলে তারা সহজে ইলেকট্রন ত্যাগ করতে পারে। ফলে তাদের ধাতব ধর্ম বেশি হয়।
 গ্রুপ-1 এর মৌলসমূহের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ-
 $H(1) \rightarrow 1s^2$
 $Li(3) \rightarrow 1s^2 2s^1$
 $Na(11) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$



দেখা যাচ্ছে যে, গ্রুপ-1 এর যতই নিচের দিকে যাওয়া যায় প্রতিটির ক্ষেত্রে একটি করে নতুন শক্তিস্তর যুক্ত হচ্ছে। ফলে যোজনী ইলেকট্রনের উপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ কমেতে থাকে। তাই মৌলসমূহ সহজে ইলেকট্রন ত্যাগ করে ধনাত্মক আধান তৈরি করতে পারে। ফলে মৌলসমূহের ধাতব ধর্ম বৃদ্ধি পায়। মৌলসমূহের মধ্যে H সবার উপর এবং জন সবার নিচে অবস্থিত হওয়ায় জন এর আকার সবচেয়ে বড়। তাই জন এর ধাতব ধর্ম সবচেয়ে বেশি এবং H এর ধাতব ধর্ম সবচেয়ে কম।

সুতরাং প্রদত্ত মৌলসমূহের ধাতব ধর্মের ক্রম নিম্নরূপ :



(ঘ) উদ্দীপকের A গ্রুপটি হলো গ্রুপ-1['গ' হতে] এবং C গ্রুপটি হলো গ্রুপ-17। কারণ, D গ্রুপের প্রদত্ত মৌল Ne, Ar, Kr, Xe হচ্ছে নিষ্ক্রিয় মৌল, যাদের গ্রুপ 18। আবার D এর পূর্বের গ্রুপ C হচ্ছে 17 নং গ্রুপ। গ্রুপ-1 হলো ক্ষার ধাতুর এবং গ্রুপ-17 হলো অধাতুর গ্রুপ। গ্রুপ দুটির সক্রিয়তার ক্রম পরস্পর বিপরীত।

নিচে বিষয়টি বিশ্লেষণ করা হলো-

গ্রুপ 1 এর ক্ষার ধাতুসমূহের সক্রিয়তা অর্থাৎ Na থেকে নিচের দিকে Rb পর্যন্ত সক্রিয়তা বৃদ্ধি পায়। বিষয়টি এই গ্রুপের মৌলগুলোর সাথে H₂O এর বিক্রিয়া হতে স্পষ্ট হওয়া যায়।

বিক্রিয়া : $2M + 2H_2O = 2MOH + H_2$ (যেখানে; M = Li, Na, K, Rb) বিক্রিয়া হতে দেখা যায়, Li থেকে Rb পর্যন্ত পানির সাথে বিক্রিয়ার তীব্রতা পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে বৃদ্ধি পায় অর্থাৎ মৌলগুলোর সক্রিয়তার ক্রম হচ্ছে: $Rb > K > Na > Li$ ।

আবার গ্রুপ 17 এর মৌলসমূহের সক্রিয়তার ক্রম গ্রুপ 1 এর মৌলসমূহের সক্রিয়তার ক্রমের সম্পূর্ণ বিপরীতধর্মী। অর্থাৎ গ্রুপ 17 এর মৌলসমূহের সক্রিয়তার ক্রম উপর হতে নিচের দিকে ক্রমশ কমেতে থাকে। মৌলগুলোর হাইড্রোজেনের সাথে বিক্রিয়ার ক্রম থেকে স্পষ্ট বুঝা যায়।

বিক্রিয়া : $X_2 + H_2 = 2HX$ (যেখানে XF, Cl, Br, I)

বিক্রিয়াগুলো হতে দেখা যায়, ফ্লোরিন নিম্ন তাপমাত্রায় এবং অন্ধকারে বিস্ফোরণ সহকারে বিক্রিয়া করলেও ক্লোরিনের (Cl) উচ্চ তাপমাত্রা এবং আয়োডিনের তাপ ও প্রভাব উভয়ই প্রয়োজন হয়।

অর্থাৎ সক্রিয়তার ক্রম ক্রমশ কমেতে থাকে। এই গ্রুপের মৌলগুলোর সক্রিয়তার ক্রম হচ্ছে- $F > Cl > Br > I$ ।

সুতরাং উদ্দীপকে A ও C গ্রুপ তথা 1নং ও 17নং গ্রুপদ্বয়ের সক্রিয়তার ক্রম পরস্পরের বিপরীত।

বিকল্প পদ্ধতি :

1নং ও 17নং গ্রুপদ্বয়ের সক্রিয়তার ক্রম পরস্পরের বিপরীত- বিষয়টি আয়নিকরণ শক্তি ও ইলেকট্রন আসক্তি দ্বারা ও ব্যাখ্যা করা যায়। নিচে তা বিশ্লেষণ করা হলো-

1নং গ্রুপ তথা ক্ষার ধাতুর গ্রুপের সক্রিয়তার কারণ নিম্ন আয়নিকরণ শক্তি। এই গ্রুপের মৌলসমূহের আয়নিকরণ শক্তি যত কম হবে, মৌলসমূহের সক্রিয়তা তত বেশি হবে। প্রদত্ত গ্রুপের উপর থেকে নিচে ক্রমান্বয়ে আকার বৃদ্ধি পায়। যার ফলে ইলেকট্রনের প্রতি নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ ক্রমশ কমেতে থাকে। এজন্যই পরমাণু সহজেই ইলেকট্রন ত্যাগ করতে পারে। অর্থাৎ গ্রুপে উপর থেকে নিচে ক্রমশ আয়নিকরণ শক্তি ক্রমশ কমেতে থাকে। তাই 1নং গ্রুপের মৌলসমূহের সক্রিয়তা উপর থেকে নিচের দিকে বৃদ্ধি পায়।

অপরদিকে, 17নং গ্রুপ তথা হ্যালাজেন গ্রুপের মৌলসমূহের সক্রিয়তার কারণ উচ্চ ইলেকট্রন আসক্তি। এই গ্রুপের মৌলসমূহের ইলেকট্রন আসক্তি যত বেশি হবে মৌলসমূহের সক্রিয়তা তত বেশি হবে। যেহেতু কোনো গ্রুপের উপর থেকে নিচের দিকে পরমাণুর আকার বৃদ্ধি পায়, সেহেতু ইলেকট্রনের প্রতি নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ কমেতে থাকে। যার ফলে এ গ্রুপের উপর থেকে নিচে ইলেকট্রন আসক্তি কমেতে থাকে। অর্থাৎ, 17নং গ্রুপের মৌলসমূহের সক্রিয়তা উপর থেকে নিচে হ্রাস পায়।

সুতরাং উদ্দীপকের A ও C গ্রুপ তথা 1নং গ্রুপ ও 17নং গ্রুপ দুটির সক্রিয়তার ক্রম পরস্পরের বিপরীত।

৪০. নিচের তথ্যসমূহ লক্ষ কর এবং সংশ্লিষ্ট প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

মৌল	X	Cl পরমাণুর চেয়ে 2টি প্রোটন কম আছে।
	Y	পর্যায় সারণিতে Ca এর চার ঘন ডানে অবস্থিত।
	Z	৪র্থ পর্যায়ের 11 নং গ্রুপে অবস্থিত।

[এখানে X, Y ও Z প্রচলিত মৌলের প্রতীক নয়।]

[ঢাকা বোর্ড ২০১৯]

(ক) মুদ্রা ধাতু কাকে বলে?

(খ) I₂ কে তরল অবস্থায় পাওয়া সম্ভব কিনা? ব্যাখ্যা করো।

(গ) ইলেকট্রন বিন্যাসের মাধ্যমে পর্যায় সারণিতে Y এ অবস্থান নির্ণয় করো।

(ঘ) X, Y ও Z মৌল তিনটির পারমাণবিক আকারের ক্রম বিশ্লেষণ করো।

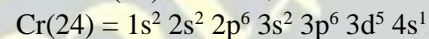
৪০ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) পর্যায় সারণির গ্রুপ-11 তে অবস্থিত ধাতব বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন (উজ্জ্বলতা) অবস্থান্তর মৌল যেমন- তামা (Cu), রূপা (Ag) ও স্বর্ণকে (Au) মুদ্রা ধাতু বলা হয়।

(খ) I₂ কে তরল অবস্থায় পাওয়া সম্ভব না। কারণ এটি একটি উর্ধ্বপাতিত পদার্থ। উর্ধ্বপাতিত পদার্থগুলোকে তাপ দিলে তা তরলে পরিণত না হয়ে সরাসরি বাষ্পে পরিণত হয়। যেহেতু I₂ একটি উর্ধ্বপাতিত পদার্থ, সেহেতু কঠিন I₂ কে তাপ দিলে তা তরলে পরিণত না হয়ে সরাসরি I₂ এর বাষ্পে পরিণত হয়। অর্থাৎ I₂ কে তরল অবস্থায় পাওয়া সম্ভব নয়।

(গ) উদ্দীপকের Y মৌলটি পর্যায় সারণিতে 20Ca এর চার ঘর ডানে অবস্থিত অর্থাৎ এটি Cr(24)। নিচে পর্যায় সারণিতে Cr এর অবস্থান নির্ণয় করা হলো-

ক্রোমিয়াম (Cr) এর ইলেকট্রন বিন্যাস-



ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যায়, Cr এর সর্বশেষ ইলেকট্রনটি d অরবিটালে প্রবেশ করায় এটি d ব্লকভুক্ত মৌল।

পর্যায় নির্ণয় : Cr এর ইলেকট্রনসমূহ মোট চারটি স্তরে বিন্যস্ত হওয়ায় Cr(24) ৪র্থ পর্যায়ের মৌল।

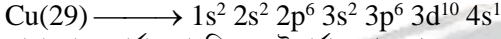
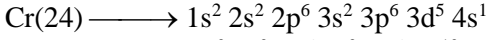
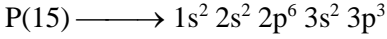
গ্রুপ নির্ণয় : Cr(24) মৌলটি d ব্লকভুক্ত হওয়ায় এর গ্রুপ = d অরবিটালে মোট ইলেকট্রন সংখ্যা যোজ্যতা স্তরের মোট ইলেকট্রন সংখ্যা = 5 + 1 = 6

সুতরাং, Cr(24) মৌলটি পর্যায় সারণির ৪র্থ পর্যায়ের গ্রুপ-6-এ অবস্থিত।

(ঘ) উদ্দীপকের X মৌলটিতে Cl পরমাণুর চেয়ে 2টি প্রোটন কম আছে। যেহেতু জানা আছে, 17Cl পরমাণুতে প্রোটন সংখ্যা 17; তাই X মৌলটি ফসফরাস (15P)। Y মৌলটি Cr (গ-থেকে) এবং Z মৌলটি ৪র্থ পর্যায়ের 11 নং গ্রুপে অবস্থিত অর্থাৎ ত মৌলটি Cu(1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p⁶ 3d¹⁰ 4s¹)। সুতরাং X, Y ও Z মৌল তিনটি যথাক্রমে P, Cr ও

Cu। নিচে মৌল তিনটির পারমাণবিক আকারের ক্রম বিশ্লেষণ করা হলো-

মৌল তিনটির ইলেকট্রন বিন্যাস নিয়ে পাই,



জানা আছে, পর্যায় সারণির একই পর্যায়ে বাম থেকে যত ডানে যাওয়া যায় মৌলসমূহের পারমাণবিক আকার ততই হ্রাস পায়। কারণ একই পর্যায়ে বাম থেকে ডানে যাওয়ার সাথে সাথে একটি করে পারমাণবিক সংখ্যা বাড়ে এবং তাদের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বৃদ্ধি পায়। এতে শক্তিস্তরের ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসের দিকে ঝুঁকে থাকে। ফলে পারমাণবিক আকার হ্রাস পায়। আবার একই গ্রুপে উপর থেকে নিচে মৌলসমূহের আকার বৃদ্ধি পায়। কারণ একই গ্রুপে উপর থেকে নিচে একটি করে নতুন স্তর যুক্ত হয় কিন্তু বহিঃস্তরে কোনো ইলেকট্রন যুক্ত হয় না বলে পারমাণবিক আকার বৃদ্ধি পায়।

উদ্দীপকের P মৌলটি ৩য় পর্যায়ে এবং Cr ও Cu মৌল দুটি ৪র্থ পর্যায়ের অবস্থিত। অর্থাৎ, P মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস ৩টি স্তরে বিন্যস্ত এবং Cr ও Cu মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস ৪টি স্তরে বিন্যস্ত। কাজেই P এর আকার সবচেয়ে ছোট। আবার ${}_{24}Cr$ ও ${}_{29}Cu$ এর ক্ষেত্রে একই পর্যায়ের তথা ৪র্থ পর্যায়ের Cu মৌলটি ডান দিকে হওয়ায় নিয়ম অনুসারে Cr অপেক্ষা Cu এর আকার ছোট। সুতরাং P, Cr ও Cu মৌল তিনটির পারমাণবিক আকারের ক্রম নিম্নরূপ :



৪১. নিচের তথ্যসমূহ লক্ষ কর এবং সংশ্লিষ্ট প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

	X	Cl পরমাণুর চেয়ে ২টি প্রোটন কম আছে।
মৌল	Y	পর্যায় সারণিতে Ca এর চার ঘন ডানে অবস্থিত।
	Z	৪র্থ পর্যায়ের ১১ নং গ্রুপে অবস্থিত।

[এখানে X, Y ও Z প্রচলিত মৌলের প্রতীক নয়।]

[রাজশাহী বোর্ড ২০১৯]

(ক) মুদ্রা ধাতু কাকে বলে?

(খ) I_2 কে তরল অবস্থায় পাওয়া সম্ভব কিনা? ব্যাখ্যা করো।

(গ) ইলেকট্রন বিন্যাসের মাধ্যমে পর্যায় সারণিতে Y এ অবস্থান নির্ণয় করো।

(ঘ) X, Y ও Z মৌল তিনটির পারমাণবিক আকারের ক্রম বিশ্লেষণ করো।

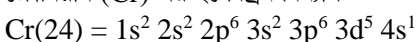
৪১ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) পর্যায় সারণির গ্রুপ-১১ তে অবস্থিত ধাতব বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন (উজ্জ্বলতা) অবস্থান্তর মৌল যেমন- তামা (Cu), রূপা (Ag) ও স্বর্ণকে (Au) মুদ্রা ধাতু বলা হয়।

(খ) I_2 কে তরল অবস্থায় পাওয়া সম্ভব না। কারণ এটি একটি উর্ধ্বপাতিত পদার্থ। উর্ধ্বপাতিত পদার্থগুলোকে তাপ দিলে তা তরলে পরিণত না হয়ে সরাসরি বাষ্পে পরিণত হয়। যেহেতু I_2 একটি উর্ধ্বপাতিত পদার্থ, সেহেতু কঠিন I_2 কে তাপ দিলে তা তরলে পরিণত না হয়ে সরাসরি I_2 এর বাষ্পে পরিণত হয়। অর্থাৎ I_2 কে তরল অবস্থায় পাওয়া সম্ভব নয়।

(গ) উদ্দীপকের Y মৌলটি পর্যায় সারণিতে ${}_{20}Ca$ এর চার ঘন ডানে অবস্থিত অর্থাৎ এটি Cr(24)। নিচে পর্যায় সারণিতে Cr এর অবস্থান নির্ণয় করা হলো-

ক্রোমিয়াম (Cr) এর ইলেকট্রন বিন্যাস-



ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যায়, Cr এর সর্বশেষ ইলেকট্রনটি d অরবিটালে প্রবেশ করায় এটি d ব্লকভুক্ত মৌল।

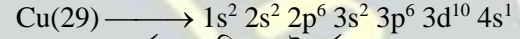
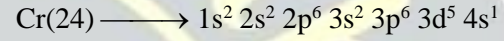
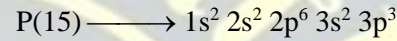
পর্যায় নির্ণয় : Cr এর ইলেকট্রনসমূহ মোট চারটি স্তরে বিন্যস্ত হওয়ায় Cr(24) ৪র্থ পর্যায়ের মৌল।

গ্রুপ নির্ণয় : Cr(24) মৌলটি d ব্লকভুক্ত হওয়ায় এর গ্রুপ = d অরবিটালে মোট ইলেকট্রন সংখ্যা যোজ্যতা স্তরের মোট ইলেকট্রন সংখ্যা = 5 + 1 = 6

সুতরাং, Cr(24) মৌলটি পর্যায় সারণির ৪র্থ পর্যায়ের গ্রুপ-৬-এ অবস্থিত।

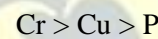
(ঘ) উদ্দীপকের X মৌলটিতে Cl পরমাণুর চেয়ে ২টি প্রোটন কম আছে। যেহেতু জানা আছে, ${}_{17}Cl$ পরমাণুতে প্রোটন সংখ্যা ১৭; তাই X মৌলটি ফসফরাস (${}_{15}P$)। Y মৌলটি Cr (গ-থেকে) এবং Z মৌলটি ৪র্থ পর্যায়ের ১১ নং গ্রুপে অবস্থিত অর্থাৎ ত মৌলটি Cu($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$)। সুতরাং X, Y ও Z মৌল তিনটি যথাক্রমে P, Cr ও Cu। নিচে মৌল তিনটির পারমাণবিক আকারের ক্রম বিশ্লেষণ করা হলো-

মৌল তিনটির ইলেকট্রন বিন্যাস নিয়ে পাই,



জানা আছে, পর্যায় সারণির একই পর্যায়ে বাম থেকে যত ডানে যাওয়া যায় মৌলসমূহের পারমাণবিক আকার ততই হ্রাস পায়। কারণ একই পর্যায়ে বাম থেকে ডানে যাওয়ার সাথে সাথে একটি করে পারমাণবিক সংখ্যা বাড়ে এবং তাদের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বৃদ্ধি পায়। এতে শক্তিস্তরের ইলেকট্রনগুলো নিউক্লিয়াসের দিকে ঝুঁকে থাকে। ফলে পারমাণবিক আকার হ্রাস পায়। আবার একই গ্রুপে উপর থেকে নিচে মৌলসমূহের আকার বৃদ্ধি পায়। কারণ একই গ্রুপে উপর থেকে নিচে একটি করে নতুন স্তর যুক্ত হয় কিন্তু বহিঃস্তরে কোনো ইলেকট্রন যুক্ত হয় না বলে পারমাণবিক আকার বৃদ্ধি পায়।

উদ্দীপকের P মৌলটি ৩য় পর্যায়ে এবং Cr ও Cu মৌল দুটি ৪র্থ পর্যায়ের অবস্থিত। অর্থাৎ, P মৌলটির ইলেকট্রন বিন্যাস ৩টি স্তরে বিন্যস্ত এবং Cr ও Cu মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস ৪টি স্তরে বিন্যস্ত। কাজেই P এর আকার সবচেয়ে ছোট। আবার ${}_{24}Cr$ ও ${}_{29}Cu$ এর ক্ষেত্রে একই পর্যায়ের তথা ৪র্থ পর্যায়ের Cu মৌলটি ডান দিকে হওয়ায় নিয়ম অনুসারে Cr অপেক্ষা Cu এর আকার ছোট। সুতরাং P, Cr ও Cu মৌল তিনটির পারমাণবিক আকারের ক্রম নিম্নরূপ :



৪২.

								B
Na								Al
X	Ca	Sc	Ti	Y	...	Zn		Ga
Z								

[যশোর বোর্ড ২০১৯]

(ক) ম্যাগনেসিয়ামের সংশোধিত পর্যায় সূত্রটি লিখ।

(খ) Ne মৌলটি যৌগ গঠন করতে আগ্রহী নয় কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) ইলেকট্রন বিন্যাস করে পর্যায় সারণিতে 'Y' মৌলের অবস্থান ব্যাখ্যা করো।

(ঘ) উদ্দীপকের 'X', 'Y', 'Z' মৌলগুলোর মধ্যে কোনটির পারমাণবিক ব্যাসার্ধ তুলনামূলক কম? উত্তরের পক্ষে যুক্তি দাও।

৪২ নং প্রশ্নের উত্তর

[চট্টগ্রাম বোর্ড ২০১৯]

(ক) ম্যাগনেসিয়ামের সংশোধিত পর্যায় সূত্র- “মৌলসমূহের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মাবলি তাদের পারমাণবিক সংখ্যা অনুযায়ী পর্যায়ক্রমে আবর্তিত হয়।”

(খ) Ne মৌলটি যৌগ গঠন করতে অগ্রহী নয়। কারণ $Ne(10) = 1s^2 2s^2 2p^6$ এর ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যায়, Ne এর যোজ্যতা স্তর ইলেকট্রন (৮) দ্বারা পূর্ণ। এটি অত্যন্ত স্থিতিশীল ইলেকট্রনীয় কাঠামো। এজন্য এটি কোনো ইলেকট্রন গ্রহণ বা বর্জন করতে চায় না। ফলে এটি যৌগ গঠন করতে অগ্রহী নয়।

(গ) উদ্দীপকের সারণি অনুযায়ী, “Y” মৌলটি ভ্যানাডিয়াম, V(23)। V(23) এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিয়ে পাই-

$$V(23) = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$$

ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যায়, V পর্যায় সারণির d ব্লক এর মৌল এবং ইলেকট্রন বিন্যাস চারটি স্তরে বিন্যস্ত।

পর্যায় নির্ণয় : V(23) এর ইলেকট্রনসমূহ চারটি স্তরে বিন্যস্ত হওয়ায় এটি ৪র্থ পর্যায়ে অবস্থিত।

গ্রুপ নির্ণয় : V(23) মৌলটি এ ব্লকভুক্ত হওয়ায় এর গ্রুপ = d অরবিটালের মোট ইলেকট্রন + যোজ্যতা স্তরের মোট ইলেকট্রন = 3 + 2 = 5

অর্থাৎ, V(23) মৌলটি পর্যায় সারণির ৪র্থ পর্যায়ের গ্রুপ-1 এ অবস্থিত।

(ঘ) উদ্দীপকের X, Y, Z মৌলগুলো যথাক্রমে পটাশিয়াম (K), ভ্যানাডিয়াম (V) এবং রুবিডিয়াম (Rb)। কেননা মৌলসমূহের ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে পাই,

$$X_{19}K \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$$

$$Y_{23}V \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$$

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

সুতরাং, K ও V হলো ৪র্থ পর্যায়ের মৌল এবং Rb হলো ৫ম পর্যায়ের মৌল। এদের মধ্যে V এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ তুলনামূলক কম।

নিচে উত্তরের পক্ষে যুক্তি দেওয়া হলো-

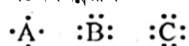
পারমাণবিক আকার তথা পারমাণবিক ব্যাসার্ধ মৌলের একটি পর্যায়বৃত্ত ধর্ম। পর্যায় সারণির বাম হতে ডানদিকে অগ্রসর হলে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে মৌলসমূহ পারমাণবিক আকার হ্রাস পায়। এর কারণ হলো পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে মৌলের পরমাণুর নিউক্লিয়াসে একটি করে প্রোটন যুক্ত হয় এবং সেই সাথে একটি করে ইলেকট্রনও যুক্ত হয়। নিউক্লিয়াসে প্রোটন সংখ্যা বৃদ্ধি পাওয়ায় বহিঃস্থ ইলেকট্রন মেঘ নিউক্লিয়াস কর্তৃক আরও দৃঢ়ভাবে আকৃষ্ট হয় এবং ফলস্বরূপ পরমাণুর আকারও ক্রমশ কমতে থাকে।

আবার একই গ্রুপের উপর থেকে নিচে মৌলসমূহের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি পায়। এর কারণ হলো একই গ্রুপে উপর থেকে নিচে অবস্থিত মৌলগুলোর ক্ষেত্রে যোজ্যতা স্তরের ইলেকট্রন বৃদ্ধি না পেলেও নতুন একটি যোজ্যতা স্তরের সৃষ্টি হয়। ফলে নতুন আগত ইলেকট্রনের সাথে কেন্দ্রীয় নিউক্লিয়াসের দূরত্ব বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ, পরমাণুর ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি পায়।

সুতরাং, K, V ও Rb মৌল তিনটির মধ্যে Rb মৌলটি ৫ম পর্যায়ে অর্থাৎ নিচের পর্যায়ে অবস্থিত হওয়ায় এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ সবচেয়ে বেশি। K ও V এর মধ্যে K একই পর্যায়ের বামে অবস্থিত হওয়ায় K-এর ব্যাসার্ধ V অপেক্ষা বেশি। অর্থাৎ, V এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ তুলনামূলক কম।

সুতরাং, মৌল তিনটির পারমাণবিক ব্যাসার্ধের ক্রম : $V < K < Rb$ ।

৪৩. A, B ও C মৌল তিনটি পর্যায় সারণির ৩য় পর্যায়ে অবস্থিত। এদের বহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রনিক গঠন নিম্নরূপ :



(ক) তড়িৎ ঋণাত্মকতা কাকে বলে?

(খ) Rb কে ক্ষার ধাতু বলা হয় কেন? ব্যাখ্যা করো।

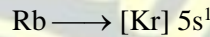
(গ) উদ্দীপকের B মৌলটি একাধিক যোজনী প্রদর্শন করতে পারে - ব্যাখ্যা করো।

(ঘ) উদ্দীপকের মৌল তিনটির পারমাণবিক আকার ও ইলেকট্রন আসক্তি ভিন্ন কি? বিশ্লেষণ করো।

৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) সমযোজী বন্ধন দ্বারা যুক্ত কোনো পরমাণুর নিজের দিকে শেয়ারকৃত ইলেকট্রন জোড়কে আকর্ষণ করার ক্ষমতাকে সংশ্লিষ্ট মৌলের তড়িৎ ঋণাত্মকতা বলে।

(খ) যেসব মৌল পানির সাথে বিক্রিয়া করে তীব্র ক্ষার গঠন করে তাদেরকে ক্ষার ধাতু বলে। ক্ষার ধাতুসমূহের সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে একটিমাত্র ইলেকট্রন বিদ্যমান এবং এদেরকে পর্যায় সারণির গ্রুপ-1 এ স্থান দেওয়া হয়েছে। Rb এর সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরে একটি ইলেকট্রন বিদ্যমান এবং এটি পর্যায় সারণির গ্রুপ-1 এ অবস্থিত।



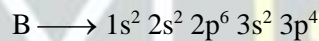
Rb মৌল H_2O এর সাথে বিক্রিয়া করে তীব্র ক্ষার RbOH উৎপন্ন করে।



তীব্র ক্ষার

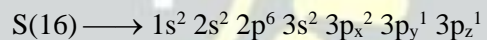
উপরিউক্ত কারণে Rb কে ক্ষার ধাতু বলা হয়।

(গ) উদ্দীপকের B মৌলটি হলো পর্যায় সারণির ৩য় পর্যায়ের মৌল, যার সর্ববহিঃস্থ স্তরের ইলেকট্রন সংখ্যা ৬। B মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ-



দেখা যাচ্ছে যে, B মৌলের মোট e^- সংখ্যা তথা পারমাণবিক সংখ্যা 16, যা সালফারের (S)।

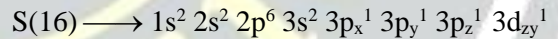
S এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ-



দেখা যাচ্ছে যে, শেষ কক্ষপথে অযুগ্ম ইলেকট্রন সংখ্যা 2।

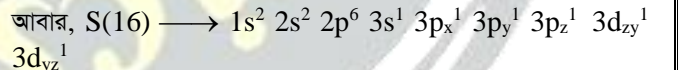
অর্থাৎ S এর যোজনী 2।

উভেজিত অবস্থায়,



দেখা যাচ্ছে যে, শেষ কক্ষপথে অযুগ্ম ইলেকট্রন সংখ্যা 4।

অর্থাৎ S এর যোজনী 4।

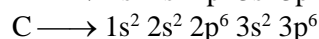
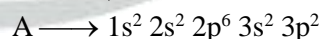


দেখা যাচ্ছে যে, শেষ কক্ষপথে অযুগ্ম ইলেকট্রন সংখ্যা 6।

অর্থাৎ S এর যোজনী 6।

সর্বোপরি বলা যায় যে, সালফার মৌলটি একাধিক যোজনী 2, 4 ও 6 প্রদর্শন করে।

(ঘ) উদ্দীপকের A ও C মৌল হলো ৩য় পর্যায়ের মৌল যাদের সর্বশেষ কক্ষপথে ইলেকট্রন সংখ্যা যথাক্রমে 4 ও ৪টি। A ও C এর ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ-



দেখা যাচ্ছে যে, A ও C এর e^- সংখ্যা তথা পারমাণবিক সংখ্যা 14 ও 18 যা যথাক্রমে সিলিকন (Si) ও আর্গনের (Ar)।

উদ্দীপকের “গ” থেকে প্রাপ্ত B মৌল হলো সালফার (S)।

মৌল তিনটি একই পর্যায়ের মৌল। আমরা জানি, একই পর্যায়ের বাম থেকে ডান দিকে অগ্রসর হলে পারমাণবিক আকার কমে। কারণ, একই পর্যায়ের বাম থেকে ডানে গেলে ইলেকট্রন সংখ্যা বৃদ্ধি পায় কিন্তু শক্তিস্তর বৃদ্ধি পায় না। ফলে শেষ কক্ষপথে ইলেকট্রনের ঘনত্ব বৃদ্ধি পায় অর্থাৎ নিউক্লিয়াস কর্তৃক ইলেকট্রনসমূহ বেশি আকৃষ্ট হয়। ফলে পারমাণবিক ব্যাসার্ধ কমে যায় অর্থাৎ পারমাণবিক আকার হ্রাস পায়। Si, S ও Ar এর পারমাণবিক আকারের ক্রম :

$$Si > S > Ar$$

পারমাণবিক আকার হ্রাস পায়

জানা আছে, একই পর্যায়ের যতই বাম থেকে ডানে যাওয়া যায় ইলেকট্রন আসক্তির মান তত বাড়ে। অর্থাৎ একই পর্যায়ের বাম থেকে ডানে গেলে পরমাণুর আকার হ্রাস পায় ফলে নিউক্লিয়াস ইলেকট্রনের প্রতি বেশি আকৃষ্ট হয়। যার কারণে ইলেকট্রন আসক্তি বাড়তে থাকে।

Si, S ও Ar এর ইলেকট্রন আসক্তির ক্রম :

$$Si < S < Ar$$

পারমাণবিক আসক্তি বৃদ্ধি পায়

সুতরাং, বলা যায়, প্রদত্ত মৌল তিনটি তথা Si, S ও Ar এর পারমাণবিক আকার ও ইলেকট্রন আসক্তি ভিন্ন।

88.

পর্যায়	Möæc
↓	→
2	2
3	D
4	

14	15	16	17
			L
X			Y

(একটি খণ্ডিত পর্যায় সারণি)

[বরিশাল বোর্ড ২০১৯]

- (ক) গলনাঙ্ক কাকে বলে?
 (খ) পর্যায় সারণিতে 'He' কোন গ্রুপে অবস্থিত? ব্যাখ্যা করো।
 (গ) 'D' ও 'Y' মৌল দ্বারা গঠিত যৌগের বন্ধন গঠন বর্ণনা করো।
 (ঘ) D, L, X মৌলের আয়নিকরণ শক্তির ক্রম বিশ্লেষণ করো।

৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) ১ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে তাপ প্রদানের ফলে যে তাপমাত্রায় কোনো কঠিন পদার্থ তরলে পরিণত হয় সেই তাপমাত্রাকে উক্ত কঠিন পদার্থের গলনাঙ্ক বলে।
 (খ) হিলিয়াম (He) এর ইলেকট্রন বিন্যাস $1s^2$ । অর্থাৎ হিলিয়ামের (He) সর্বশেষ কক্ষপথে ২টি ইলেকট্রন রয়েছে। তাই স্বাভাবিকভাবে He এর অবস্থান পর্যায় সারণিতে দ্বিতীয় গ্রুপে মৃৎক্ষার ধাতুদের সাথে হওয়া উচিত। He এর সর্বশেষ কক্ষপথ ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ থাকায় He গ্রুপ-II এর মৌলসমূহের মত সক্রিয়তা, ধাতব বৈশিষ্ট্য প্রদর্শন করে না। সর্বোপরি, মৃৎক্ষার ধাতুদের সাথে ইলেকট্রন বিন্যাস ব্যতীত বৈশিষ্ট্যগত কোন মিল না থাকায় ঐব কে গ্রুপ-II এ না রেখে শূন্য (0) গ্রুপে রাখা হয়েছে।
 (গ) উদ্দীপকের D ও Y হলো তৃতীয় পর্যায়ের মৌল। আবার D মৌল গ্রুপ-2 এ অবস্থিত হওয়ায় এটি ম্যাগনেসিয়াম (Mg) এবং Y মৌল গ্রুপ 17 এ অবস্থিত হওয়ায় এটি ক্লোরিন (Cl)। Mg ও Cl দ্বারা গঠিত যৌগ হলো $MgCl_2$ যা আয়নিক যৌগ। নিচে এদের বন্ধন গঠন বর্ণনা করা হলো-
 Mg পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস, $12Mg \rightarrow 2, 8, 2$

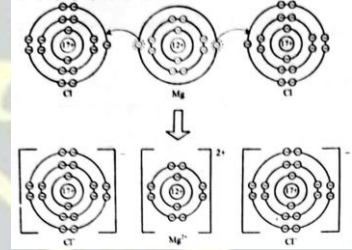
অর্থাৎ ম্যাগনেসিয়ামের সর্ববহিঃস্থ স্তরে ২টি ইলেকট্রন বিদ্যমান।

আবার, Cl পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস, $17Cl \rightarrow 2, 8, 7$

অর্থাৎ ক্লোরিন পরমাণুর বহিঃস্থ স্তরে ৭টি ইলেকট্রন বিদ্যমান।

রাসায়নিক বিক্রিয়ায় সময় Mg পরমাণু তার সর্ববহিঃস্থ স্তরের ২টি ইলেকট্রন Cl পরমাণুকে দান করে অষ্টক পূর্ণ করে এবং নিকটস্থ নিষ্ক্রিয় গ্যাস নিয়নের (Ne) ইলেকট্রন বিন্যাস ($10Ne \rightarrow 2, 8$) অর্জন করে এবং সে সাথে Mg^{2+} আয়নে পরিণত হয়।

অন্যদিকে ২টি Cl পরমাণুর প্রত্যেকে ১টি করে Mg প্রদত্ত ইলেকট্রন গ্রহণ করে অষ্টক পূর্ণ করে নিকটস্থ নিষ্ক্রিয় গ্যাস আর্গনের (Ar) ইলেকট্রন বিন্যাস (2, 8, 8) অর্জন করে এবং সে সাথে Cl^- আয়নে পরিণত করে। এখন বিপরীতধর্মী ধনাত্মক Mg^{2+} আয়ন এবং দুটি ঋণাত্মক Cl^- আয়ন স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণের দ্বারা আবদ্ধ হয়ে $MgCl_2$ আয়নিক যৌগ গঠন করে।



চিত্র : $MgCl_2$ এর আয়নিক বন্ধন গঠন

- (ঘ) উদ্দীপকের D, L ও X মৌল তিনটি হলো যথাক্রমে ম্যাগনেসিয়াম (Mg), ফ্লোরিন (F) ও সিলিকন (Si)। এখানে L মৌলটি ২য় পর্যায়ের এবং গ্রুপ 17 এর মৌল হওয়ায় মৌলটি, $9F(1s^2 2s^2 2p^5)$ । X মৌলটি ৩য় পর্যায়ের এবং 14নং গ্রুপের হওয়ায় মৌলটি $14Si(1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2)$ । অপরদিকে, L মৌলটি $Mg[1s^2 2s^2 2p^6 3s^2]$ (গ থেকে প্রাপ্ত)।

নিচে এদের আয়নিকরণ শক্তির ক্রম বিশ্লেষণ করা হলো-

Mg ও Si হলো একই পর্যায়ের মৌল। জানা আছে, একই পর্যায়ের বাম থেকে ডানে মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে পারমাণবিক আকার হ্রাস পাওয়ার সাথে সাথে আয়নিকরণ শক্তি বৃদ্ধি পায়। কারণ, পরমাণুর আকার যত ছোট হতে থাকে, মৌলের পরমাণু থেকে ইলেকট্রন অপসারণ করা তত কষ্টকর হয়।

অপরদিকে একই গ্রুপের নিচে অবস্থিত মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে পারমাণবিক আকার বৃদ্ধি পায় অর্থাৎ আয়নিকরণশক্তি হ্রাস পায়।

আবার, F মৌলটি পর্যায় সারণির সর্বডানে এবং সবার উপরে অবস্থিত হওয়ায় পারমাণবিক আকার সবচেয়ে ক্ষুদ্র। Mg ও Si অপেক্ষা F এর আকার ক্ষুদ্র হওয়ায় F এর আয়নিকরণ শক্তি সবচেয়ে বেশি। আবার Mg এর আকার Si অপেক্ষা বড় হওয়ায় আয়নিকরণ শক্তি তুলনামূলকভাবে কম।

সুতরাং, Mg, Si ও F এর আয়নিকরণ শক্তির বৃদ্ধির ক্রম হলো- $F > Si > Mg$ ।