QUICKY LEARN

CamScanner

অধ্যায় - ৫

রাসায়নিক বন্ধন

রাসায়নিক বন্ধন :

যে আকর্ষণ বলের মাধ্যমে একটি পরমাণু অন্য পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়, তাকে রাসায়নিক বন্ধন বলে।

যোজ্যতা ইলেকট্রন :

কোনো মৌলের সর্বশেষ শক্তিস্তরের মোট ইলেকট্রন সংখ্যাকে সেই মৌলের যোজ্যতা ইলেকট্রন বলে।

যোজনী :

কোনো মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসে সর্বশেষ কক্ষপথে যতসংখ্যক ইলেকট্রন থাকে অথবা যত সংখ্যক বেজোড় ইলেকট্রন থাকে তাকে মৌলের যোজনী বলে।

অক্সিজেনের যোজনী ও যোজনী ইলেকট্রন এক নয়- ব্যাখ্যা কর।

উ:- কোনো অধাতব মৌলের সর্বশেষ কক্ষপথের বিজোড় ইলেকট্রন সংখ্যাকে ঐ মৌলের যোজনী বলে।

অক্সিজেনের ইলেকট্রন বিন্যাস:

$O_{(8)} = 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^2\ 2p_y^1\ 2p_z^1$

অক্সিজেন হলো একটি অধাতু এবং শেষ কক্ষপথে বিজোড় ইলেকট্রন সংখ্যা 2। সুতরাং, অক্সিজেনের যোজনী হলো 2।

CamScanner

আবার, কোনো মৌলের সর্বশেষ প্রধান শক্তিস্তরের মোট ইলেকট্রন সংখ্যাকে সেই মৌলের যোজনী ইলেকট্রন বলে। অক্সিজেনের সর্বশেষ শক্তিস্তরে মোট ইলেকট্রন সংখ্যা 6টি। সুতরাং, অক্সিজেনের যোজনী ইলেকট্রন হলো 6। অর্থাৎ, অক্সিজেনের যোজনী ও যোজনী ইলেকট্রন এক নয়।

যৌগমূলক: যখন একাধিক মৌলের একাধিক পরমাণুর সমন্বয়ে গঠিত একটি পরমাণুগুচ্ছ যা একটি আয়নের ন্যায় আচরণ করে, তখন তাকে যৌগমূলক বলে।

সক্রিয় যোজনী: কোনো যৌগের মৌলের কার্যকরী যোজনীকে সক্রিয় যোজনী বলে।

সুপ্ত যোজনী: সর্বোচ্চ যোজনী থেকে কার্যকরী যোজনী বাদ দিলে যা পাওয়া যায়, তাকে সুপ্ত যোজনী বলে।

মৌল	যোজনী
C	2, 4
P	3, 5
S	2, 4, 6
Fe	2, 3
Cu	1, 2

$FeCl_2$

∴ কার্যকরী যোজনী = 2

∴ সুপ্ত যোজনী = সর্বোচ্চ যোজনী − কার্যকরী যোজনী

CamScanner

$= 3 - 2$
$= 1$

প্র PCl_3

∴ কার্যকরী যোজনী = 3

∴ সুপ্ত যোজনী = সর্বোচ্চ যোজনী − কার্যকরী যোজনী

$= 5 - 3$
$= 2$

প্র PCl_5

∴ কার্যকরী যোজনী = 5

∴ সুপ্ত যোজনী = সর্বোচ্চ যোজনী − কার্যকরী যোজনী

$= 5 - 5$
$= 0$

প্র "যোজনী ও জারণ সংখ্যা এক নয়" – ব্যাখ্যা কর

উঃ কোনো মৌলের একটি পরমাণু যতটি ইলেকট্রন ত্যাগ বা গ্রহণ করে তাকে তার যোজনী বলে। আবার, ইলেকট্রন ত্যাগ বা গ্রহণের ফলে পরমাণুতে সৃষ্ট ধনাত্মক ও ঋণাত্মক চার্জের সংখ্যাকে ঐ মৌলের জারণ সংখ্যা বলে। যেমন: $MgCl_2$ – এ Mg দুইটি ইলেকট্রন ত্যাগ করে কাজেই Mg এর যোজনী 2. ইলেকট্রন ত্যাগের ফলে Mg^{2+} হয় কাজেই এর জারণ সংখ্যা +2. একইভাবে, Cl একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করে কাজেই Cl - এর যোজনী 1. ইলেকট্রন গ্রহণের ফলে Cl^- হয় কাজেই এর জারণ সংখ্যা −1. যোজনী সবসময় পূর্ণ সংখ্যা হলেও জারণ সংখ্যা ভগ্নাংশ হতে পারে কাজেই, আমরা বলতে পারি, যোজনী ও জারণ সংখ্যা এক নয়।

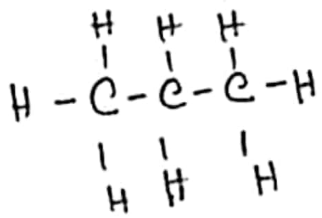
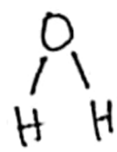
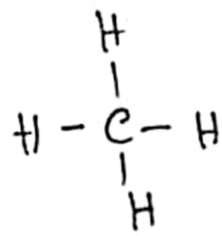
CamScanner

আণবিক সংকেত:

একটি মৌল বা যৌগের অণুতে যে যে বিভিন্ন মৌলের পরমাণু থাকে তাদের প্রতীক এবং যে মৌলের পরমাণু যতটি থাকে সেই সরল সংখ্যা দিয়ে প্রকাশিত সংকেতকে আণবিক সংকেত বলে। একে রাসায়নিক সংকেত বলে।

গাঠনিক সংকেত:

একটি অণুতে মৌলের পরমাণুগুলো যেভাবে সাজানো থাকে প্রতীক এবং বন্ধনের মাধ্যমে তা প্রকাশ করাকে গাঠনিক সংকেত বলে।

আণবিক সংকেত	গাঠনিক সংকেত
(i) C_3H_8 (প্রোপেন)	
(ii) H_2O	
(iii) CH_4	

◻ নিষ্ক্রিয় গ্যাসগুলো এক পরমাণুক কেন?

উঃ একমাত্র হিলিয়াম ছাড়া অন্য সকল নিষ্ক্রিয় মৌলের যোজ্যতা স্তরে ৪টি ইলেকট্রন রয়েছে। He- এর পারমাণবিক সংখ্যা ২। ১ম প্রধান শক্তিস্তরে একটি মাত্র উপস্তর থাকায় এর যোজ্যতা স্তর ২টি ইলেকট্রন দ্বারা পূর্ণ থাকে যা He- এর জন্য স্থায়ী বিন্যাস। He -এর যোজ্যতা স্তরে ২ এবং অন্যান্য নিষ্ক্রিয় গ্যাসের যোজ্যতা স্তরে ৪টি ইলেকট্রন স্থিতিশীল অবস্থা প্রদান করে। শক্তিস্তর পূর্ণ থাকায় নিষ্ক্রিয় গ্যাসগুলো ইলেকট্রন গ্রহন, ত্যাগ বা শেয়ার করতে পারে না। ফলে, নিষ্ক্রিয় গ্যাসের পরমাণু পরস্পরের সাথে যুক্ত হতে পারে না। এজন্য, নিষ্ক্রিয় গ্যাসগুলো এক পরমাণুক।

◻ রাসায়নিক বন্ধন কেন গঠিত হয়?

উঃ প্রতিটি মৌলের পরমাণু তার নিকটবর্তী নিষ্ক্রিয় মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস লাভ করে স্থিতিশীল অবস্থায় যেতে চায়। এ স্থিতিশীল বিন্যাস অর্জনের জন্য প্রতিটি মৌল রাসায়নিক বন্ধনে আবদ্ধ হয়। কখনও ইলেকট্রন আদান-প্রদান কিংবা কখনো ইলেকট্রন শেয়ারের মাধ্যমে রাসায়নিক বন্ধন গঠিত হয়। যেমন:

NaCl - এ ইলেকট্রন আদান-প্রদানের মাধ্যমে আয়নিক বন্ধন গঠিত হয়।

CS CamScanner

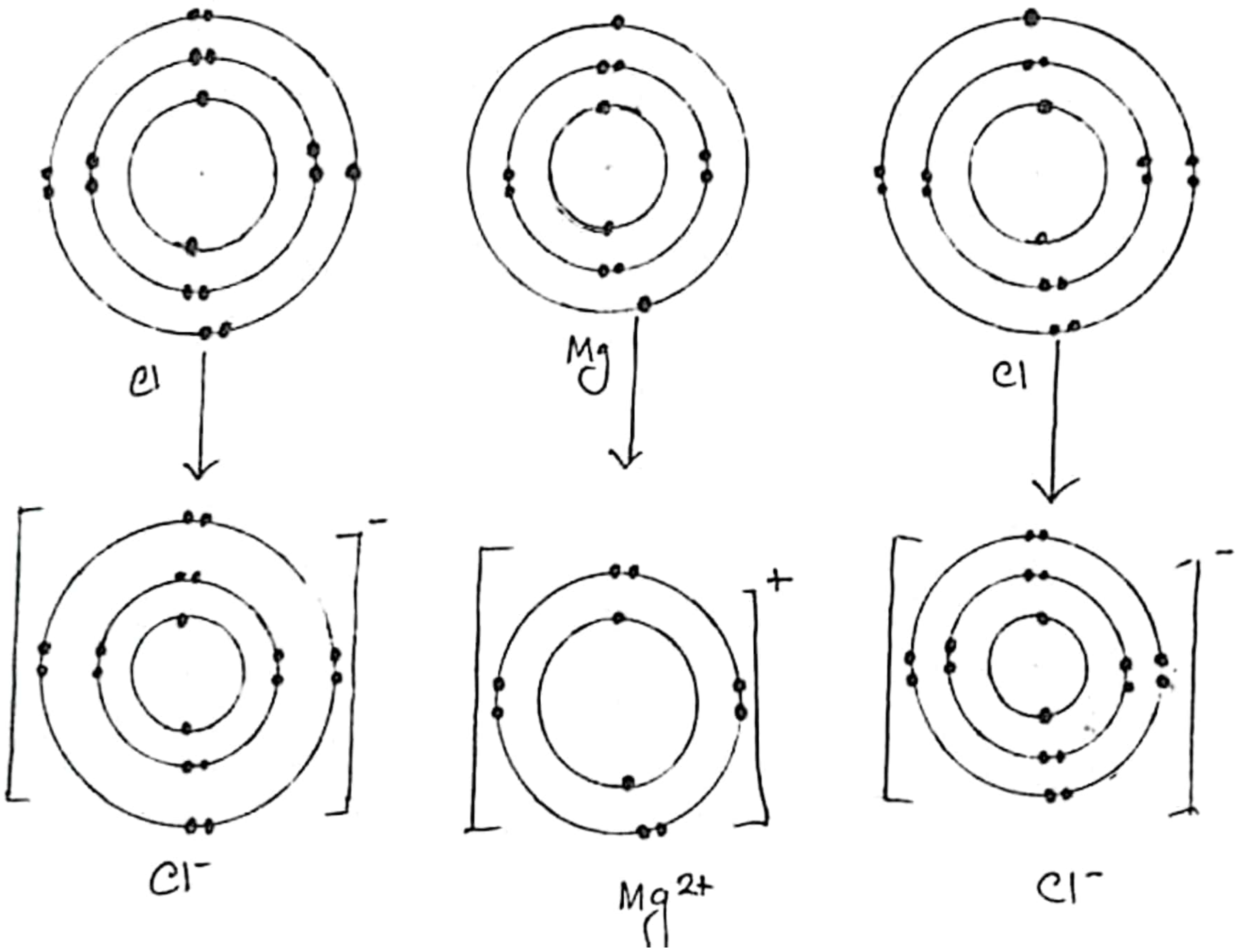
ক্যাটায়ন: ধনাত্মক আধানযুক্ত পরমাণুকে ক্যাটায়ন বলে।

অ্যানায়ন: ঋণাত্মক আধানযুক্ত পরমাণুকে অ্যানায়ন বলে।

আয়নিক বন্ধন: ইলেকট্রন আদান-প্রদানের মাধ্যমে গঠিত ক্যাটায়ন এবং অ্যানায়নসমূহ যে স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণ বল দ্বারা যৌগের অণুতে আবদ্ধ থাকে, তাকে আয়নিক বন্ধন বলে।

* আয়নিক বন্ধন (ধাতু - অধাতু)
* ধাতু ইলেকট্রন ত্যাগ করে।
* অধাতু " গ্রহণ করে।

$MgCl_2$ - এর বন্ধন প্রকৃতি—



CS CamScanner

$Mg_{(12)} = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$

Mg একটি ধাতু। এর শেষকক্ষপথে ২টি ইলেকট্রন থাকায় সহজেই ২টি ইলেকট্রন থাকায় তাহলেই ২টি ইলেকট্রন ত্যাগ করে Mg^{2+} গঠন করে।

$$Mg - 2e^- \longrightarrow Mg^{2+}$$

$Cl_{(17)} = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$

Cl একটি অধাতু। এর শেষকক্ষপথে ৭টি ইলেকট্রন থাকায় শেষকক্ষপথে স্থিতিশীলতা অর্জনের জন্য শেষকক্ষপথে 1 টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে Cl^- গঠন করে।

$$2Cl + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$$

অতএব, Mg^{2+} এবং $2Cl^-$ এর মধ্যে আয়নিক বন্ধন গঠিত হয়।

আয়নিক যৌগ :

যে যৌগে আয়নিক বন্ধন থাকে সেই যৌগকে আয়নিক যৌগ বলা হয়।

আয়নিক যৌগের বৈশিষ্ট্য :

① **গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক :** এই যৌগের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক অনেক বেশি। আয়নিক যৌগে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আধান থাকে। ও আয়নদ্বয়

CamScanner

পরস্পরের সাথে দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ থাকে। আয়নিক যৌগে প্রচুর সংখ্যা ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়ন পরস্পরের কাছাকাছি থেকে ত্রিমাত্রিকভাবে স্থিরভাবে সজ্জিত হয়ে একটি স্ফটিক তৈরি করে। এতে এদের আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল অনেক বেশি হয়। তাই এদের গলিয়ে ফেলতে অনেক বেশি তাপের প্রয়োজন। কাজেই এসব যৌগের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক অনেক বেশি।

② দ্রাব্যতা / দ্রবণীয়তা:

সকল আয়নিক যৌগ পানিতে দ্রবীভূত হয়। কিন্তু কিছু আয়নিক যৌগ আছে যেমন: AgCl পানিতে দ্রবীভূত হয় না। পানিতে আয়নিক যৌগ যোগ করলে পানির অণুসমূহের ধনাত্মক প্রান্ত আয়নিক যৌগের ঋণাত্মক প্রান্ত বা অ্যানায়নকে আকর্ষণ করে। একইভাবে পানির অণুর ঋণাত্মক প্রান্ত আয়নিক যৌগের ধনাত্মক প্রান্ত বা ক্যাটায়নকে আকর্ষণ করে। এই আকর্ষণ বলের মান যখন আয়নিক যৌগের অ্যানায়ন ও ক্যাটায়নের মধ্যকার আকর্ষণ বল থেকে বেশি হয় তখন অ্যানায়ন ও ক্যাটায়ন পরস্পর থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে পানির অণু দিয়ে পরিবেষ্টিত হয়। এভাবে আয়নিক যৌগ পানিতে দ্রবীভূত হয়। NaCl আয়নিক যৌগ।

CamScanner

দ্রাব্যতা / দ্রবণীয়তা:

সমযোজী যৌগ সাধারণত পানিতে দ্রবীভূত হয় না। তবে কিছু কিছু সমযোজী যৌগ আছে যেমন: চিনি ($C_{12}H_{22}O_{11}$), গ্লুকোজ ($C_6H_{12}O_6$), অ্যালকোহল এগুলো পানিতে দ্রবীভূত হয়।

সমযোজী যৌগে সাধারণত ধনাত্মক ও ঋণাত্মক প্রান্ত থাকে না। তাই পানির অণুর ধনাত্মক ও ঋণাত্মক প্রান্তের সাথে সমযোজী যৌগের কোনো আকর্ষণ বা বিকর্ষণ ঘটে না। ফলে যৌগ পানিতে দ্রবণীয় হয় না।

বিদ্যুৎ পরিবাহিতা:

জলীয় দ্রবণে সমযোজী যৌগ বিদ্যুৎ পরিবহন করে না। কারণ সমযোজী যৌগ কোনো বিচ্ছিন্ন আয়ন তৈরি করে না। যেহেতু, সমযোজী যৌগের দ্রবণে আয়ন থাকে না, তাই তা বিদ্যুৎ পরিবহন করতে পারে না।

*** অধাতু - অধাতু (সমযোজী বন্ধন)**

ইথানল একটি পোলার যৌগ - ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: ইথানলের সংকেত হলো C_2H_5OH। ইথানল এর O-H বন্ধনে বিদ্যমান ইলেকট্রন মেঘকে তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্যের কারণে অক্সিজেন নিজের দিকে টেনে নেয়। ফলে, অক্সিজেন পরমাণু আংশিক ঋণাত্মক এবং H পরমাণু আংশিক ধনাত্মক পরমাণুতে পরিণত হয়। অর্থাৎ C_2H_5OH যৌগে পোলারিটির ($C_2H_5-O^{\delta-}-H^{\delta+}$) সৃষ্টি হওয়ায় এটি একটি পোলার যৌগ।

CS CamScanner

পোলার সমযোজী যৌগ:

যেসকল সমযোজী যৌগের মাঝে পোলারিটি বিদ্যমান তাদেরকে পোলার সমযোজী যৌগ বলে।

CO_2 এ সমযোজী বন্ধন:

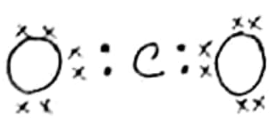
CO_2 এর গঠন:

C ও O এর পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 6 ও 8 এবং এদের ইলেকট্রন বিন্যাস:

$C_{(6)} = 1s^2\ 2s^2\ 2p^2$

$O_{(8)} = 1s^2\ 2s^2\ 2p^4$

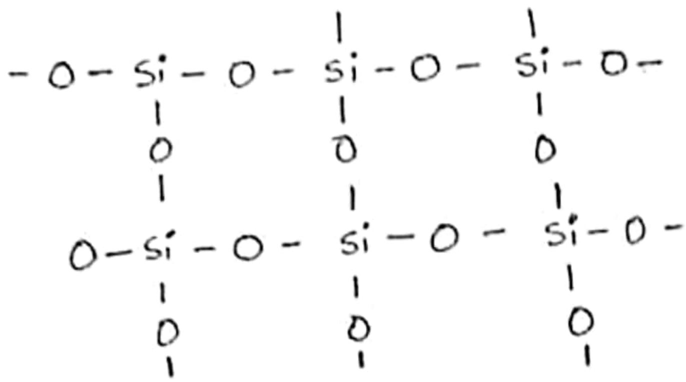
এখানে কার্বন ও অক্সিজেনের সর্ববহিঃস্থ কক্ষপথে যথাক্রমে 4 ও 6 টি ইলেকট্রন বিদ্যমান। যেহেতু উভয় মৌলই অধাতু তাই একটি কার্বন পরমাণু দুটি অক্সিজেন পরমাণুর সাথে মোট 4 টি ইলেকট্রন শেয়ার করে অষ্টকপূর্ণ করবে। একইভাবে প্রতিটি অক্সিজেন পরমাণু দুটি করে ইলেকট্রন শেয়ার করে অষ্টক পূর্ণ করার মাধ্যমে কার্বন ডাই অক্সাইড উৎপন্ন করবে।



চিত্র: CO_2 - এর সমযোজীতার গঠন।

সমযোজী যৌগের নাম	আকৃতি
১ CH_4	চতুস্তলকীয়
২ H_2O	কৌণিক
৩ NH_3	পিরামিডীয়
৪ CO_2	সরলরৈখিক

SiO_2 (বালি) - এর গঠন:



চিত্র: বালি (SiO_2)

SiO_2 - এ সিলিকন ও অক্সিজেনের তড়িৎ ঋণাত্মকতার পার্থক্য (3.5 - 1.7) বা 1.8 হলে SiO_2 যৌগটি পোলার হলো আর এই একটি Si পরমাণু পার্শ্ববর্তী আরও দুটি SiO_2 অণুর অক্সিজেনের সাথে যুক্ত হয়। একইভাবে একটি অক্সিজেন পরমাণু পাশের আরেকটি Si পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়। এভাবে একটি Si পরমাণু চতুস্তলকের কেন্দ্রে অবস্থান করে এভাবে মিলমার সিলিকন (SiO_2) গঠন করে এবং তাই, SiO_2-এর

CamScanner

গলাতে বা ফুটাতে অধিক সমযোজী বন্ধন ভাঙতে হয়। তাই প্রয়োজন, SiO_2 এর গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক বেশি।

মুক্তজোড় ইলেকট্রন:

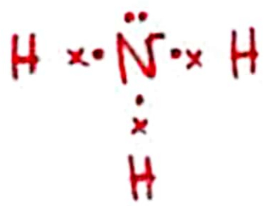
কোনো পরমাণুর যোজ্যতাস্তরের ইলেকট্রন জোড়, যারা বন্ধন গঠনে অংশগ্রহণ করে না, এদেরকে মুক্তজোড় ইলেকট্রন বলে।

নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন যুগল:

কোনো পরমাণুর সর্ববহিঃস্থ স্তরের যে ইলেকট্রন যুগল বন্ধনে অংশ নেয় না, তাকে নিঃসঙ্গ ইলেকট্রন বলে।

মুক্তজোড় ও বন্ধনজোড়:

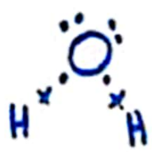
* NH_3



বন্ধনজোড়: ৩টি

মুক্তজোড়: ১টি

* H_2O



বন্ধনজোড়: ২টি

মুক্তজোড়: ২টি

□ বর্ষাকালে খাদ্যলবণ গলে যায় কেন?

উ: বর্ষাকালে বায়ুমন্ডলে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বেশি থাকে। খাদ্য লবণে বিভিন্ন পানি গ্রাহী পদার্থ বিদ্যমান থাকে। ফলে খাদ্য লবণ বায়ুমন্ডল হতে পানি শোষণ করে পানিতে দ্রবীভূত হয়। খাদ্য লবণ পানিতে দ্রবীভূত হয়, তার পোলারিটির জন্য। তাই খাদ্য লবণ যখন জলীয় বাষ্পের সংস্পর্শে আসে তখন তা পোলারিটি জন্য গলে যায়।

□ ইলেকট্রন বিন্যাস:

* p-এর অরবিটাল ৩টি।
  p_x, p_y, p_z
* d-এর অরবিটাল ৫টি।
  d_{xy}, d_{yz}, d_{zx}, $d_{x^2-y^2}$, d_{z^2}

□ $S(16) = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p_x^2\ 3p_y^1\ 3p_z^1$

* $S(16) = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p_x^1\ 3p_y^1\ 3p_z^1\ 3d_{xy}^1$

* $S(16) = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1\ 3p_x^1\ 3p_y^1\ 3p_z^1\ 3d_{xy}^1\ 3d_{yz}^1$

CamScanner

PCl₅ গঠিত হয় কিন্তু NCl₅ গঠিত হয় না কেন?

উত্তর: নাইট্রোজেন ও ফসফরাসের ইলেকট্রন বিন্যাস-

* $N(7) = 1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$

* $P(15) = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p_x^1\ 3p_y^1\ 3p_z^1$

ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যাচ্ছে, N ও P উভয়ের যোজ্যতাস্তরে ৩টি বিজোড় ইলেকট্রন বিদ্যমান। ফলে উভয়েই NCl_3 ও PCl_3 গঠন করতে পারে।

উত্তেজিত অবস্থায় ফসফরাসের 3s স্তরের ইলেকট্রন যুগল ভেঙে একটি ইলেকট্রন ফাঁকা 3d অরবিটালে উন্নীত হতে পারে বলে এর বিজোড় ইলেকট্রন সংখ্যা হয় 5। ফলে ফসফরাস PCl_5 গঠন করে।

* $P(15) = 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1\ 3p_x^1\ 3p_y^1\ 3p_z^1\ 3d^1$

কিন্তু নাইট্রোজেন পরমাণুর ২য় শক্তিস্তরে কোনো ফাঁকা 2d অরবিটাল না থাকায় উত্তেজিত অবস্থায় এর বিজোড় ইলেকট্রন সংখ্যা বৃদ্ধি পাওয়ার কোনো সুযোগ নেই। ফলে NCl_5 গঠিত হয় না।

CamScanner

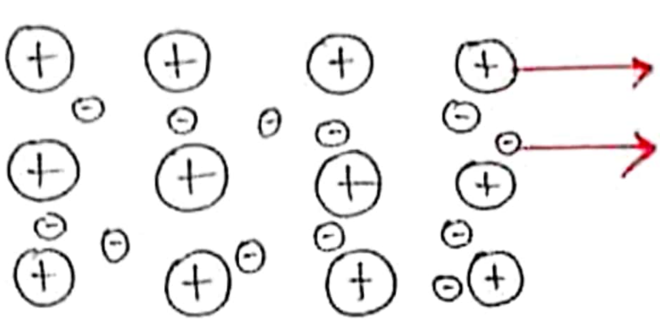
প্র "গ্রাফাইট বিদ্যুৎ পরিবাহী কিন্তু হীরক বিদ্যুৎ পরিবাহী নয়" – ব্যাখ্যা কর।

উঃ হীরক স্ফটিকে প্রতিটি কার্বন পরমাণু অপর চারটি কার্বন পরমাণুর সাথে সমযোজী বন্ধনে যুক্ত। ফলে প্রতিটি কার্বন পরমাণুই চতুস্তলকীয়ভাবে অপর চারটি কার্বন পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়। ফলে এর ঘনত্ব বেশি হয়। এভাবে স্ফটিকটি সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ একটি বৃহদাকার অনুতে পরিণত হয়। এক্ষেত্রে হীরকের উপাদান কার্বন পরমাণুর সবগুলো যোজনী ইলেক্ট্রন সমযোজী বন্ধন গঠনে ব্যবহৃত হওয়ায় তার কোনো মুক্ত ইলেক্ট্রন বা ফাঁকা অরবিটাল উপস্থিত নেই। তাই হীরক বিদ্যুৎ পরিবহন করে না।

গ্রাফাইটের স্ফটিক গঠন ডায়মন্ড অপেক্ষা ভিন্ন ধরনের। এক্ষেত্রে প্রতিটি কার্বন পরমাণু এর নিকটতম প্রতিবেশী অন্য তিনটি পরমাণুর সাথে সমযোজী বন্ধনে যুক্ত। এভাবে অসংখ্য কার্বন পরমাণু যুক্ত হয়ে জালের মতো একটি সমতলীয় স্তর সৃষ্টি করে। এক্ষেত্রে 1 টি মুক্ত ইলেক্ট্রন থাকায় এর ঘনত্ব হীরক অপেক্ষা কম হয়। ফলে কার্বনের চতুর্থ যোজ্যতা ইলেক্ট্রনটি মুক্ত থাকে। এই মুক্ত ইলেক্ট্রনই গ্রাফাইটের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ পরিবহনে সহায়তা করে। এজন্য গ্রাফাইট বিদ্যুৎ পরিবাহী।

ধাতব বন্ধন:

ধাতব পরমাণুসমূহ যে আকর্ষণ বল দ্বারা পরস্পরের সাথে আবদ্ধ থাকে, তাকে ধাতব বন্ধন বলে।



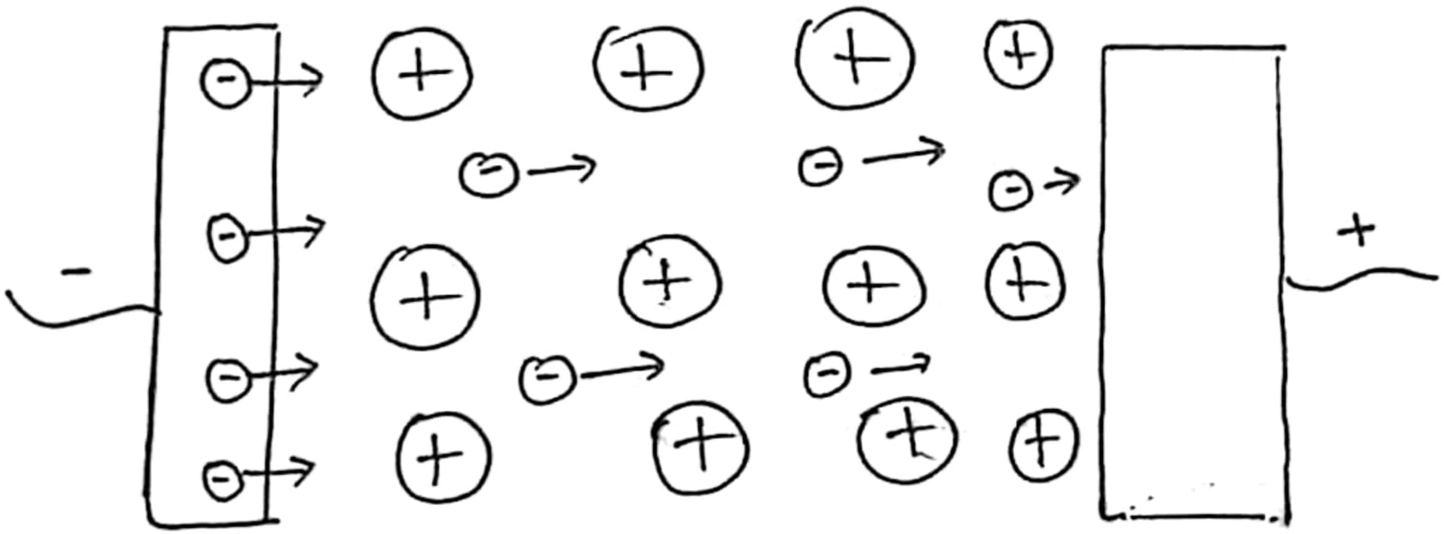
চিত্র: ধাতব বন্ধন।

*** পারমাণবিক শাঁস:** ধাতুতে পরমাণুসমূহ তার সর্বশেষ শক্তিস্তরের এক বা একাধিক ইলেকট্রনকে ত্যাগ করে ধনাত্মক আয়নে পরিণত হয়, এই ধনাত্মক আয়নকে পারমাণবিক শাঁস বলা হয়।

*** সঞ্চরণশীল ইলেকট্রন:** ধাতব পরমাণু কর্তৃক ত্যাগকৃত ইলেকট্রনগুলো উক্ত পারমাণবিক শাঁসের মধ্যবর্তী স্থানে মুক্তভাবে ঘোরাফেরা করে। এই ধরনের ইলেকট্রনকে সঞ্চরণশীল ইলেকট্রন বলে।

*** ধাতুর বিদ্যুৎ পরিবাহিতা:** সকল ধাতুই বিদ্যুৎ সুপরিবাহী। ধাতুর স্ফটিকে মুক্তভাবে বিচরণশীল ইলেকট্রনগুলো বিদ্যুৎ পরিবহনের কাজটি করে থাকে। একটি ধাতব খণ্ডের দুই প্রান্তের সাথে ব্যাটারির ধনাত্মক (+) ও ঋণাত্মক (−) প্রান্ত সংযুক্ত করলে ইলেকট্রনগুলো ঋণাত্মক প্রান্ত থেকে ধনাত্মক প্রান্তের দিকে প্রবাহিত হবে অর্থাৎ ধনাত্মক প্রান্ত থেকে ঋণাত্মক প্রান্তের

দিকে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করে। অবস্থানকালি ইলেকট্রন না থাকলে ধাতুর মধ্যে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতো না।



চিত্র: ধাতুর বিদ্যুৎ পরিবহন কৌশল।