



মৌলসমূহের পর্যায় ভিত্তিক ধর্ম

ভূমিকা

মৌল সমূহের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মের মধ্যে একটি পর্যায় ভিত্তিক পরিবর্তন লক্ষ্য করেই পর্যায় সারণি তৈরীর প্রাথমিক প্রচেষ্টা থেকে আধুনিক পর্যায় সারণির উদ্ভব। আধুনিক পর্যায় সূত্রটি হলো- “বিভিন্ন মৌলের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম এদের পারমাণবিক সংখ্যার পর্যায় ক্রিয়াদর্শ।” তাই মৌলসমূহের পর্যায় ভিত্তিক ধর্মের আলোকে এখন পর্যন্ত আবিষ্কৃত 111টি মৌল এবং এদের বিপুল সংখ্যক যৌগের পাঠকে শৃংখলাবদ্ধ বা শ্রেণীবিন্যস্ত করা হয়েছে।

পর্যায় সারণির মৌলসমূহকে ধর্মের সাদৃশ্য অনুযায়ী ১৮টি গ্রুপ বা শ্রেণীতে বিন্যস্ত করা হয়েছে। আবার এদেরকে ৭টি পর্যায়েও বিভক্ত করা হয়েছে। কোন একটি পর্যায়ের বাম থেকে শুরু করে ডান দিকে গেলে মৌলসমূহের ধর্মের ক্রম পরিবর্তন ঘটে এবং নির্দিষ্ট ব্যবধানের পর ধর্মের পুনরাবৃত্তি ঘটে অর্থাৎ পর্যায়বৃত্ততা পরিলক্ষিত হয়। এ ইউনিটে বিভিন্ন মৌলের ক্রম অগ্রসরমান পারমাণবিক সংখ্যার ইলেকট্রন বিন্যাসের আলোকে ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মাবলীর পরিবর্তনের পর্যায়বৃত্ততা আলোচনা করা হবে।

পাঠ ১

পরমাণুর ইলেকট্রন সজ্জা এবং পর্যায় সারণি

Electronic Configuration of Atom & Periodic Table

ভূমিকা

আধুনিক পর্যায়সারণিতে মৌলসমূহের শ্রেণী বিন্যাস প্রধানত তাদের ইলেকট্রন বিন্যাসের উপর নির্ভর করে। মৌলসমূহের ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে সুস্পষ্ট ধারণা পাওয়া যায়। এ পাঠে মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসের উপর নির্ভর করে পর্যায় সারণিতে মৌলের অবস্থান সম্পর্কে আলোচনা করা হবে।

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে

- কোন মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসের উপর ভিত্তি করে পর্যায় সারণিতে মৌলের অবস্থান বর্ণনা করা যাবে।

১৪.১ পরমাণুর ইলেকট্রন সজ্জা ও পর্যায়সারণি

একটি মৌলের বহিঃস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস মৌলটির ধর্মাবলীকে নিয়ন্ত্রণ করে। পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে মৌলসমূহের ধর্মের ক্রম পরিবর্তন ও ইলেকট্রন বিন্যাসের পরিবর্তন ঘটে। কিন্তু নির্দিষ্ট ব্যবধানের পর ধর্মের পুনরাবৃত্তি ঘটে আর একই সাথে ইলেকট্রন বিন্যাসেরও অনুরূপতা ঘটে। যে সব মৌলের বহিঃস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস অনুরূপ হয় তাদের ধর্মও অনুরূপ হয়।

পর্যায় সারণিতে কোন একটি পর্যায়ের বাম থেকে ডান দিকে গেলে 1টি করে ইলেকট্রন বৃদ্ধি পায় এবং পর্যায়ের শেষ মৌলটির বহিঃস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস s^2 (হিলিয়ামের ক্ষেত্রে) বা s^2p^6 হয়। এই ধরনের মৌলের যোজনী শূন্য এবং এই মৌলগুলি পর্যায় সারণির ডান দিকে 'শূন্য' শ্রেণীতে রয়েছে। এই মৌলগুলো নিষ্ক্রিয় গ্যাস শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত। নিষ্ক্রিয় গ্যাস ছাড়া অন্যান্য মৌলের পরমাণুর সবচেয়ে বাইরের স্তরের মোট ইলেকট্রন সংখ্যা পর্যায় সারণিতে মৌলের শ্রেণী/গ্রুপ নির্দেশ করে। সবচেয়ে বাইরের স্তরে সুস্থিত ইলেকট্রন কাঠামো (ns^2 বা ns^2np^6) না থাকলে মৌলসমূহ A শ্রেণীতে স্থান পায় এবং এই ধরনের মৌলসমূহকে প্রতিলক্ষণী (representative) মৌল বলা হয়। প্রতিলক্ষণী মৌলসমূহের বাইরের ns বা $ns np$ স্তরে ইলেকট্রন থাকে এবং এই স্তরের মোট ইলেকট্রনের সংখ্যা পর্যায় সারণির কোন গ্রুপ বা শ্রেণীতে মৌলটি অবস্থিত তা নির্দেশ করে।

যে সব মৌলের সবচেয়ে বাইরের স্তরে ঠিক আগের স্তরের d অরবিটালে ক্রমে ক্রমে ইলেকট্রন প্রবেশ করে তাদেরকে d ব্লক মৌল বা অবস্থান্তর মৌল বলে। এই মৌলগুলো IIIB থেকে VIIIB শ্রেণীর এবং IB ও IIB শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত। এছাড়াও VIII শ্রেণীর মৌলসমূহ অবস্থান্তর শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত। IIB শ্রেণীর মৌলগুলো d ব্লকের হলেও এদেরকে d^{10} বিন্যাসের জন্য অবস্থান্তর মৌল বলে না। অবস্থান্তর মৌলসমূহের ক্ষেত্রে পরমাণুর $(n-1)d$ ও ns অরবিটালে সর্বমোট ইলেকট্রন সংখ্যা শ্রেণী নির্দেশ করে। তবে $(n-1)d$ স্তরে 10টি ইলেকট্রন থাকলে কেবল ns স্তরের ইলেকট্রন সংখ্যাই শ্রেণী নির্দেশ করে।

সারণি-১: প্রতিক্রমী মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস ও পর্যায় সারণিতে বিভিন্ন গ্রুপে অবস্থান

মৌল (পারমাণবিক সংখ্যা)	বাইরের স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস	বাইরের স্তরের মোট ইলেকট্রন সংখ্যা	পর্যায় সারণির গ্রুপ
Na (11)	$3s^1$	1	IA
K (19)	$4s^1$	1	IA
Mg (12)	$3s^2$	2	IIA
Ca (20)	$3s^2$	2	IIA
Al (13)	$3s^2 3p^1$	3	IIIA
Ga (31)	$4s^2 4p^1$	3	IIIA
Si (14)	$3s^2 3p^2$	4	IVA
Ge (32)	$4s^2 4p^2$	4	IVA
P (15)	$3s^2 3p^3$	5	VA
As (33)	$4s^2 4p^3$	5	VA
S (16)	$3s^2 3p^4$	6	VIA
Se (34)	$4s^2 4p^4$	6	VIA
Cl (17)	$3s^2 3p^5$	7	VIIA
Br (35)	$4s^2 4p^5$	7	VIIA

অবস্থান্তর মৌলগুলোর সবচেয়ে বাইরের স্তরে, ns^2 বিন্যাস থাকলে এবং এর তেতরের স্তরের $(n-1)d$ অরবিটালে $(n-1)d^6$, $(n-1)d^7$ বা $(n-1)d^8$ ইলেকট্রন বিন্যাস থাকলে মৌলসমূহ VIII শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত হয়। VIII শ্রেণীতে তিনটি মৌল পরপর একই শ্রেণীতেই বিন্যস্ত থাকে। নিচের সারণিতে d-ব্লক মৌলসমূহের পর্যায় সারণির বিভিন্ন শ্রেণীতে অবস্থান দেখানো হয়েছে।

সারণি-২: d-ব্লক মৌলসমূহের ইলেকট্রন বিন্যাস ও পর্যায় সারণিতে বিভিন্ন গ্রুপে অবস্থান

মৌল (পারমাণবিক সংখ্যা)	বাইরের ২টি স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস	বাইরের ২টি স্তরের মোট ইলেকট্রন সংখ্যা	পর্যায় সারণির গ্রুপ	
Cu (29)	$(n-1)d^{10} ns^1$	1 (d^{10} থাকায় গণনায় আসেনি)	IB	
Zn (30)	$(n-1)d^{10} ns^2$	2 (d^{10} থাকায় গণনায় আসেনি)	IIB	
Sc (21)	$(n-1)d^1 ns^2$	3	IIIB	
Ti (22)	$(n-1)d^2 ns^2$	4	IVB	
V (23)	$(n-1)d^3 ns^2$	5	VB	
Cr (24)	$(n-1)d^5 ns^1$	6	VIB	
Mn (25)	$(n-1)d^5 ns^2$	7	VII B	
Fe (26)	$(n-1)d^6 ns^2$	→	VIII	
Co (27)				$(n-1)d^7 ns^2$
Ni (28)				

উপরের আলোচনা থেকে স্পষ্টত:ই প্রতীয়মান হয় যে একই শ্রেণীর মৌলসমূহের সবচেয়ে বাইরের স্তরের বা বাইরের দু'টি স্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস অনুরূপ।

আবার পর্যায় সারণিতে মৌলসমূহকে 1 থেকে 7 এই 7টি পর্যায়ে বিভক্ত করা হয়েছে।

১ম পর্যায়ে দু'টি মৌল H(1) ও He(2) আছে। এদের ইলেকট্রন বিন্যাস যথাক্রমে $1s^1$ ও $1s^2$ । প্রথম পর্যায়ের মৌল দু'টিরই প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা 1। ২য় পর্যায়ে ৮টি মৌল রয়েছে। প্রথম মৌল Li(3) এর ইলেকট্রন বিন্যাস $1s^2 2s^1$ এবং শেষ মৌল Ne(10) এর ইলেকট্রন বিন্যাস $1s^2 2s^2 2p^6$ । এই পর্যায়ের বহিঃস্তরের প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যার মান 2। তাই পর্যায় সারণিতে কোন মৌল কোন পর্যায়ে অবস্থান করবে তা ঐ মৌলের পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাসে সবচেয়ে বাইরের স্তরের প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যার মান দ্বারা নির্দেশিত হয়।

সারসংক্ষেপ

- সবচেয়ে বাইরের স্তরে সুস্থিত ইলেকট্রন কাঠামো ns^2 বা ns^2np^6 থাকলে মৌলসমূহ শূন্য (০) শ্রেণীতে স্থান পায় আর যে সকল মৌলের ns ও np কাঠামোতে 7 বা 7 এর চেয়ে কম ইলেকট্রন থাকে তারা A শ্রেণীগুলোতে স্থান পায়। এই মৌলসমূহের বাইরের ns বা ns ও np স্তরে মোট যে কয়টি ইলেকট্রন সংখ্যা পর্যায় সারণির শ্রেণী নির্দেশ করে।
- B শ্রেণীর মৌলসমূহের ক্ষেত্রে $(n-1)d$ ও ns অরবিটাল দু'টোর মোট ইলেকট্রন সংখ্যা শ্রেণী নির্দেশ করে।
- পর্যায় সারণিতে কোন মৌল কোন পর্যায়ে অবস্থান করবে তা ঐ মৌলের পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাসে সবচেয়ে বাইরের স্তরের প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যার মান দ্বারা নির্দেশিত হয়।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন

বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

১। নিচের ইলেকট্রন বিন্যাসের মৌলটি পর্যায় সারণিতে কোন শ্রেণীতে অবস্থান করে?

$$\dots\dots 4s^2 4p^2$$

(ক) IIIA

(খ) IVA

(গ) IVB

(ঘ) IIA

২। $(n-1)d^{10} ns^2$ ইলেকট্রন বিন্যাসের মৌলটি পর্যায় সারণির কোন শ্রেণীর?

(ক) IIB

(খ) VIII

(গ) VIB

(ঘ) IB

৩। $(n-1)d^7 ns^2$ ইলেকট্রন বিন্যাসের মৌলটি পর্যায় সারণিতে কোন শ্রেণীতে অবস্থান করে?

(ক) VIB

(খ) VIIA

(গ) VIII

(ঘ) VIIB

৪। $3d^8 4s^2$ এই মৌলটি পর্যায় সারণিতে কোন পর্যায়ে অবস্থান করে?

(ক) ৩য়

(খ) ১০ম

(গ) ২য়

(ঘ) ৪র্থ

রচনামূলক ও সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। পর্যায় সারণিতে মৌলের ধর্মের পর্যায়বৃত্ততা বর্ণনা করুন।
- ২। মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস কিভাবে পর্যায়সারণিতে মৌলের অবস্থান নির্দেশ করে তার বর্ণনা দিন।
- ৩। IA, IIA VII-A শ্রেণীতে মৌলসমূহের অবস্থান কিভাবে নির্দেশিত হয় উল্লেখ করুন।
- ৪। পর্যায়সারণিতে B শ্রেণীর মৌলসমূহের অবস্থান কিভাবে নির্দেশিত হয় বর্ণনা করুন।

পাঠ ২ মৌলসমূহের ভৌত ধর্মের পর্যায়ক্রমিক পরিবর্তন

ভূমিকা

আধুনিক পর্যায়সারণির প্রধান কার্যকারিতা হলো মৌল সমূহের ধর্মাবলীর অধ্যয়ন সহজতর করা। যার অন্যতম উদাহরণ মৌলসমূহের ভৌতধর্মাবলীর পর্যায়ক্রমিক পরিবর্তন। এই পাঠে মৌলসমূহের ভৌত ধর্মাবলীর পর্যায়ক্রমিক পরিবর্তনের উপর আলোচনা করা হবে।

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে-

- মৌলের বিভিন্ন ধর্ম যেমন গলনাংক, স্ফুটনাংক, পারমাণবিক ব্যাসার্ধ, প্রথম আয়নীকরণ শক্তি, ইলেকট্রন আসক্তি, তড়িৎ ধনাত্মকতা প্রভৃতির পর্যায়ক্রমিক পরিবর্তন ব্যাখ্যা করা যাবে।

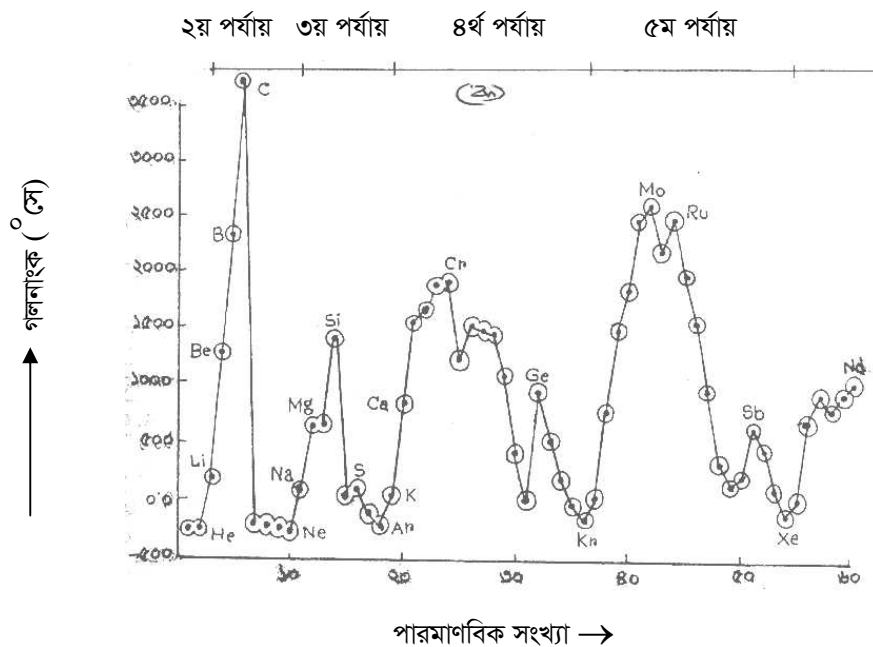
১৪.২.১ মৌলসমূহের গলনাংক ও স্ফুটনাংকের পর্যায়ক্রমিক পরিবর্তন

মৌলের গলনাংক ও স্ফুটনাংক এই দু'টি ভৌত ধর্ম তাদের পারমাণবিক সংখ্যা তথা বহিঃস্থ শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে পর্যায়ক্রমিকভাবে পরিবর্তিত হয়। নিচের সারণিতে ৩য় পর্যায়ের মৌলগুলোর অর্থাৎ Na থেকে Ar-এর গলনাংক ও স্ফুটনাংক দেয়া হলো।

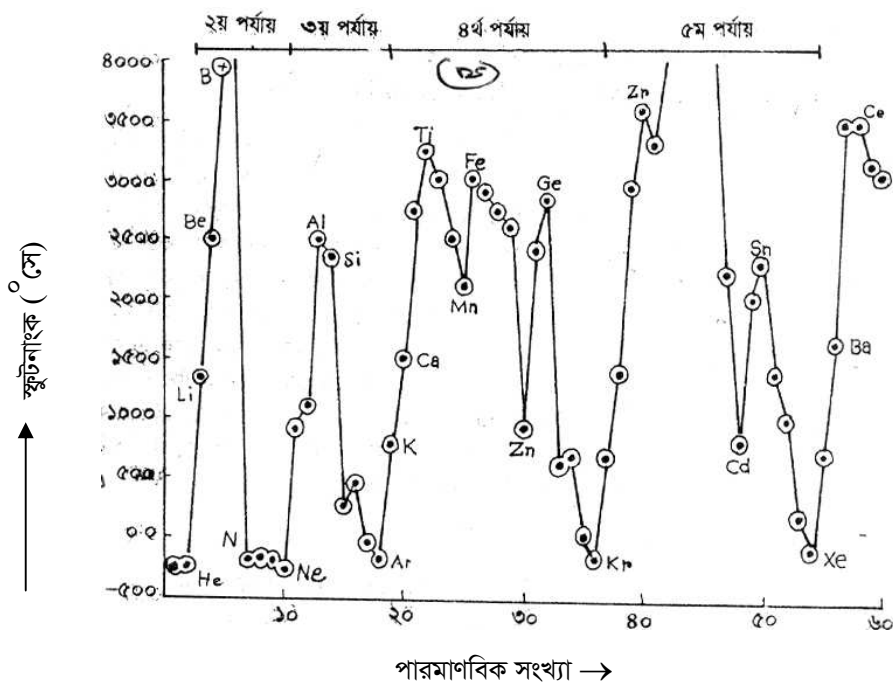
সারণি-৩: আধুনিক পর্যায় সারণির ৩য় পর্যায়ের মৌলগুলির গলনাংক ও স্ফুটনাংক

মৌল	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
শ্রেণী	I-A	II-A	III-A	IV-A	V-A	VI-A	VII-A	0
গলনাংক (° সে)	98	651	660	1410	44	119	-101	-189
স্ফুটনাংক (° সে)	890	1120	2447	2355	280	415	-34	-186

সারণি-৩ থেকে দেখা যাচ্ছে যে কোন পর্যায়ের বাম থেকে ডান দিকে যাওয়ার সময় I-A থেকে IV-A শ্রেণী পর্যন্ত গলনাংক ও স্ফুটনাংক বৃদ্ধি পায়। এই পর্যায়ে রয়েছে Na, Mg ও Al ধাতু। ধাতব বন্ধনের শক্তি পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে অর্থাৎ নিউক্লিয়ার চার্জ ও বাইরের শক্তিস্তরের ইলেকট্রনের সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে বৃদ্ধি পায়। এই ধাতব বন্ধন ভেঙ্গে ফেলার জন্য তাই ক্রমে ক্রমে বেশী শক্তির প্রয়োজন হয় এবং এর ফলে গলনাংকও বৃদ্ধি পেতে থাকে। শ্রেণী IV-A এর মৌল Si এর Si-Si সমযোজী বন্ধনে বেশী পরিমাণে শক্তির প্রয়োজন হয় বলে এর গলনাংকও বেশী। এর পর ফসফরাস থেকে ক্লোরিন পর্যন্ত অধাতুগুলো কঠিন অবস্থায় দুর্বল ভানডার ওয়াল্‌স বলের সাহায্যে যুক্ত বলে গলনাংক ক্রমে ক্রমে কমে যায় (ব্যতিক্রম s)। সালফার কঠিন অবস্থায় S₈ হিসেবে থাকে বলে এর গলনাংক ফসফরাসের (P₄) চেয়ে বেশী। একটি পর্যায়ে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে গ্রুপ IV-A থেকে VII-A পর্যন্ত গলনাংক ও স্ফুটনাংক হ্রাস পায়। ১৪.১ চিত্রে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে মৌলের গলনাংক ও স্ফুটনাংকের পর্যায়ক্রমিক পরিবর্তন দেখানো হলো।



চিত্র: ১৪.১ ক



চিত্র: ১৪.১ খ

চিত্র-১৪.১: পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে মৌলের গলনাংক ও স্ফুটনাংকের পর্যায়ক্রমিক পরিবর্তন।

একটি শ্রেণীর উপর থেকে নিচের দিকে গেলে মৌলসমূহের গলনাংক ও স্ফুটনাংক কমতে থাকে।

১৪.২.২ পারমাণবিক ব্যাসার্ধের পর্যায়ক্রমিক পরিবর্তন

পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে পর্যায় সারণিতে কোন পর্যায়ের বাম থেকে ডান দিকে যাওয়ার সময় মৌলসমূহের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ ক্রমে ক্রমে কমতে থাকে। কোন একটি পর্যায়ে বাম থেকে ডানে গেলে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে পরমাণুর একই শক্তি স্তরে ক্রমে ক্রমে একটি করে ইলেকট্রন বাড়তে থাকে। একই সাথে মৌলসমূহের কেন্দ্রে ধনাত্মক চার্জও বৃদ্ধি পেতে থাকে। এ জন্য বাইরের স্তরের ইলেকট্রনের উপর নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ তীব্রতর হয়। এভাবে ক্রম বর্ধমান আকর্ষণের প্রভাবে বাইরের স্তরের ইলেকট্রনের দূরত্ব নিউক্লিয়াস থেকে কমতে থাকে অর্থাৎ পরমাণুর ব্যাসার্ধ ধীরে ধীরে হ্রাস পায় ব্যতিক্রম আর্গন। নিচের সারণিতে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে আধুনিক পর্যায় সারণির ৩য় পর্যায়ের মৌলসমূহের পারমাণবিক ব্যাসার্ধের ক্রম পরিবর্তন দেখানো হলো।

সারণি-৪: পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে ৩য় পর্যায়ের মৌলসমূহের পারমাণবিক ব্যাসার্ধের ক্রম পরিবর্তন

মৌল (পারমাণবিক সংখ্যা)	Na (11)	Mg (12)	Al (13)	Si (14)	P (15)	S (16)	Cl (17)	Ar (18)
শেষ স্তরে ইলেকট্রন বিন্যাস	$3s^1$	$3s^2$	$3s^2 3p^1$	$3s^2 3p^2$	$3s^2 3p^3$	$3s^2 3p^4$	$3s^2 3p^5$	$3s^2 3p^6$
পারমাণবিক ব্যাসার্ধ Å	1.57	1.36	1.25	1.17	1.10	1.04	0.99	1.91

শেষ মৌল আর্গনের ক্ষেত্রে বন্ধনহীন (non-bonded) দু'টি পরমাণুর ভেতর ব্যাসার্ধ বলে এর মান আগের মৌলগুলোর তুলনায় অনেক বেশী।

কোন একটি শ্রেণীর উপর থেকে নিচের দিকে অগ্রসর হলে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে মৌলসমূহের পরমাণুর নতুন নতুন শক্তিস্তরে ইলেকট্রন প্রবেশ করে। এই জন্য পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি পেতে থাকে। সারণি-৫-এ পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে IA শ্রেণীর মৌলসমূহের পারমাণবিক ব্যাসার্ধের বৃদ্ধি দেখানো হলো।

সারণি-৫: পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে IA শ্রেণীর মৌলসমূহের পারমাণবিক ব্যাসার্ধের পরিবর্তন

মৌল (পারমাণবিক সংখ্যা)	ইলেকট্রন বিন্যাস	পারমাণবিক ব্যাসার্ধ (Å)
Li (3)	$1s^2 2s^1$	1.23
Na (11) $2p^6 3s^1$	1.57
K (19) $3s^2 3p^6 4s^1$	2.03
Rb (37) $4s^2 4p^6 5s^1$	2.16
Cs (55) $5s^2 5p^6 6s^1$	2.35

১৪.২.৩: আয়নীকরণ শক্তির (Ionization Energy) ও পর্যায় ক্রমিক পরিবর্তন

গ্যাসীয় অবস্থায় কোন মৌলের নিরপেক্ষ পরমাণু থেকে ইলেকট্রন অপসারণ করে ধনাত্মক আয়নে পরিণত করতে যে শক্তির প্রয়োজন হয় তাকে মৌলটির আয়নীকরণ শক্তি বলা হয়। পরমাণুর বাইরের স্তর থেকে একটি ইলেকট্রন অপসারণ করতে যে শক্তির প্রয়োজন হয় তাকে প্রথম আয়নীকরণ শক্তি, পরের ১টি ইলেকট্রন অপসারণ করতে যে শক্তির প্রয়োজন হয় তাকে দ্বিতীয় আয়নীকরণ শক্তি বলা হয়।

নিচের সারণিতে আধুনিক পর্যায় সারণির ২য় পর্যায়ের মৌলসমূহের প্রথম আয়নীকরণ শক্তির মান দেয়া হলো।

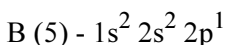
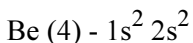
সারণি-৬: আধুনিক পর্যায় সারণির ২য় পর্যায়ের মৌলসমূহের ১ম আয়নীকরণ শক্তি

মৌল (পারমাণবিক সংখ্যা)	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
১ম আয়নীকরণ শক্তি (kJmol^{-1})	520	899	801	1086	1403	1410	1681	2080

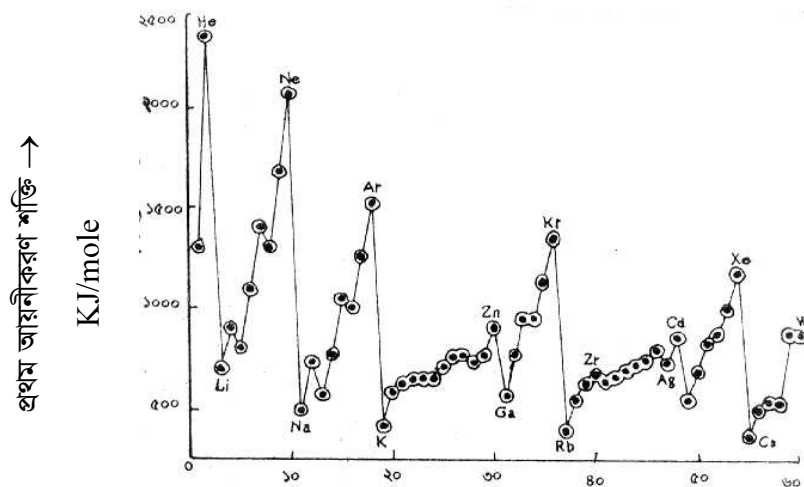
দেখা যাচ্ছে যে পর্যায়ের বাম থেকে ডান দিকে গেলে সাধারণত: ১ম আয়নীকরণ শক্তি বৃদ্ধি পায়। পর্যায় সারণির বাম থেকে ডান দিকে গেলে পরমাণুর আকার ছোট হতে থাকে। এতে বাইরের স্তরের ইলেকট্রনের সাথে নিউক্লিয়াসের আকর্ষণ বাড়তে থাকে। ফলে ইলেকট্রন অপসারণ কষ্টকর হয়, তাই আয়নীকরণ শক্তি বৃদ্ধি পেতে থাকে।

(ব্যতিক্রমঃ Be এর চেয়ে B এর ১ম আয়নীকরণ শক্তি কম)

এই মৌলদ্বয়ের ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে দেখা যায়-



Be এর শেষ স্তরে s অরবিটালে ২টি ইলেকট্রন থাকে; যা সুস্থিত বিন্যাস। এই বিন্যাস থেকে ইলেকট্রন অপসারণ করার জন্য B এর $2p^1$ অরবিটাল থেকে ইলেকট্রন অপসারণ করার চেয়ে বেশী শক্তির প্রয়োজন হয়। তাই B এর ১ম আয়নীকরণ শক্তি Be এর চেয়ে কম।



চিত্র: ১৪.২ পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে মৌলসমূহের প্রথম আয়নীকরণ শক্তির পরিবর্তন

আবার কোন শ্রেণীর উপর থেকে নিচের দিকে গেলে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে মৌলের পরমাণুর বাইরের স্তরের ইলেকট্রনের দূরত্ব নিউক্লিয়াস থেকে বাড়তে থাকে বলে আকর্ষণ কমতে থাকে, ফলে ইলেকট্রনের অপসারণ সহজতর হয়। এ জন্য আয়নীকরণ শক্তির মান কমতে থাকে। IA শ্রেণীর Li, Na, K, Rb ও Cs এর প্রথম আয়নীকরণ শক্তি যথাক্রমে 520, 496, 419, 403 এবং 375 kJ mol⁻¹।

এই আলোচনা থেকে স্পষ্টতই প্রতীয়মান হয় যে মৌলসমূহের প্রথম আয়নীকরণ শক্তি একটি পর্যায়ক্রমিক ধর্ম। 18.২ চিত্রে পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে মৌলসমূহের প্রথম আয়নীকরণ শক্তির পরিবর্তন দেখানো হলো।

18.২.8 ইলেকট্রন আসক্তি (Electron affinity) ও তড়িৎ ঋণাত্মকতা (Electronegativity)-এর পর্যায়ক্রমিক পরিবর্তন

(i) **ইলেকট্রন আসক্তি:** কোন মৌলের পরমাণু নিরপেক্ষ গ্যাসীয় অবস্থায় একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করে ঋণাত্মক আয়নে পরিণত হলে যে পরিমাণ শক্তি নির্গত হয় তাই মৌলটির ইলেকট্রন আসক্তি। ইলেকট্রন আসক্তির মান সাধারণত: পরমাণুর আকার (size) ও কার্যকরী নিউক্লিয়ার চার্জের উপর নির্ভরশীল। মৌলের পরমাণুর কার্যকরী নিউক্লিয়ার চার্জ যত বেশী ও আকার যত ছোট হবে, ইলেকট্রন আসক্তি তত বেশী হবে। এ জন্য সাধারণভাবে পর্যায় সারণির কোন পর্যায়ের বাম থেকে ডান দিকে গেলে পরমাণুর ইলেকট্রন আসক্তির মান বাড়তে থাকে তবে কোন শ্রেণীর উপর থেকে নিচের দিকে গেলে পরমাণুর আকার বাড়তে থাকে বলে ইলেকট্রন আসক্তি কমতে থাকে।

(ii) ইলেকট্রোনেগেটিভিটি বা তড়িৎ-ঋণাত্মকতা

তড়িৎ ঋণাত্মকতা: আপাতদৃষ্টিতে তড়িৎ আসক্তি ও তড়িৎ ঋণাত্মকতা একই মনে হলেও এদের মধ্যে পার্থক্য আছে। দুইটি পরমাণু ইলেকট্রন শেয়ার বা ভাগাভাগি করার মাধ্যমে সমযোজী যৌগ গঠন করে। এ ধরনের যৌগে শেয়ারকৃত ইলেকট্রন যুগলকে মৌলদ্বয়ের যে কোনটি কর্তৃক নিজের দিকে আকর্ষণ করার ক্ষমতাকে ইলেকট্রোনেগেটিভিটি বা তড়িৎঋণাত্মকতা বলে।

সব মৌলই কিছু না কিছু পরিমাণ তড়িৎ-ঋণাত্মকতা প্রকাশ করে, এটি মৌলের একটি বিশিষ্ট ধর্ম। ৭নং সারণিতে আধুনিক পর্যায় সারণির ২য় পর্যায়ের মৌলসমূহের তড়িৎ-ঋণাত্মকতার মান দেখান হলো।

সারণি-৭: আধুনিক পর্যায় সারণির ২য় পর্যায়ের মৌলসমূহের তড়িৎ-ঋণাত্মকতা

মৌল	Li	Be	B	C	N	F
তড়িৎ-ঋণাত্মকতা (পাউলিং স্কেল)	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0

সারণি-৭ এ দেখা যাচ্ছে যে পর্যায়ের বাম দিক থেকে ডান দিকে গেলে তড়িৎ-ঋণাত্মকতার মান বাড়তে থাকে। তড়িৎ-ঋণাত্মকতাও একটি পর্যায়ক্রমিক ধর্ম। পর্যায় সারণির বাম দিকের মৌলসমূহ অর্থাৎ ক্ষার ধাতুর তড়িৎ-ঋণাত্মকতা সবচেয়ে কম, এদের তড়িৎ-ধনাত্মকতা বেশী। পর্যায় সারণির ডান দিকের হ্যালোজেন মৌলসমূহের তড়িৎ-ঋণাত্মকতা সবচেয়ে বেশী, আর সবচেয়ে বেশী তড়িৎ-ঋণাত্মক মৌল হলো ফ্লোরিন।

কোন শ্রেণীর উপর থেকে নিচের দিকে গেলে তড়িৎ-ঋণাত্মকতা কমতে থাকে। IA শ্রেণীর মৌলসমূহ অর্থাৎ Li, Na, K, Rb ও Cs -এর তড়িৎ-ঋণাত্মকতা যথাক্রমে 1.0, 0.9, 0.8, 0.8 এবং 0.7।

সারসংক্ষেপ

- মৌলের বিভিন্ন ধর্ম যেমন গলনাংক, স্ফুটনাংক, পারমাণবিক ব্যাসার্ধ, প্রথম আয়নীকরণ শক্তি, ইলেকট্রন আসক্তি, তড়িৎ ঋণাত্মকতা ইত্যাদি পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে পর্যায়ক্রমিকভাবে পরিবর্তিত হয়।
- কোন পর্যায়ের বাম থেকে ডান দিকে যাওয়ার সময় I থেকে IV শ্রেণী পর্যন্ত গলনাংক ও স্ফুটনাংক বাড়তে থাকে এবং IV থেকে VII শ্রেণী পর্যন্ত কমতে থাকে। অন্যদিকে কোন শ্রেণীর উপর থেকে নিচের দিকের মৌলের গলনাংক ও স্ফুটনাংক কমতে থাকে।
- কোন পর্যায়ের বাম থেকে ডান দিকে গেলে মৌলসমূহের পরমাণুর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ ক্রমে ক্রমে কমতে থাকে আর শ্রেণীর উপর থেকে নিচের দিকে গেলে পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি পেতে থাকে।
- কোন পর্যায়ের বাম দিক থেকে ডান দিকে গেলে মৌলসমূহের প্রথম আয়নীকরণ শক্তি বাড়তে থাকে আর শ্রেণীর উপর থেকে নিচের দিকে প্রথম আয়নীকরণ শক্তি কমতে থাকে।
- কোন পর্যায়ের বাম থেকে ডান দিকে গেলে পরমাণুর ইলেকট্রন আসক্তি ও তড়িৎ ঋণাত্মকতা বাড়তে থাকে আর কোন শ্রেণীর উপর থেকে নিচের দিকে গেলে ইলেকট্রন আসক্তি ও তড়িৎ ঋণাত্মকতা কমতে থাকে।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন

বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

- ১। সিলিকনের গলনাংক অ্যালুমিনিয়ামের চেয়ে অনেক বেশী কারণ-

(ক) সিলিকন একটি ধাতুকল্প	(খ) Si-Si সমযোজী বন্ধন ভাঙতে বেশী শক্তি ব্যয় হয়
(গ) সিলিকন একটি ধাতু	(ঘ) Si এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধ Al এর চেয়ে কম
- ২। আর্গনের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ পর্যায়ের অন্যান্য মৌলের পরমাণুর তুলনায় অনেক বেশী। কারণ-

(ক) এটি বন্ধন-হীন দুটি পরমাণুর ব্যাসার্ধ	(খ) সমযোজী বন্ধনযুক্ত দুটি পরমাণুর ব্যাসার্ধ
(গ) আর্গন একটি গ্যাস	(ঘ) আর্গনের d অরবিটালে কোন ইলেকট্রন নেই
- ৩। কোন পরমাণুর বাইরের শক্তি স্তর থেকে ১ম ইলেকট্রন অপসারণ করার পর পরের ইলেকট্রনটি অপসারণ করার জন্য যে শক্তির প্রয়োজন হয় তাকে

(ক) ১ম আয়নীকরণ শক্তি	(খ) ২য় আয়নীকরণ শক্তি
(গ) ৩য় আয়নীকরণ শক্তি	(ঘ) ৪র্থ আয়নীকরণ শক্তি বলা হয়
- ৪। পরমাণুর ইলেকট্রন আসক্তি নির্ভর করে

(ক) পরমাণুর আকার	(খ) পরমাণুর কার্যকরী নিউক্লিয়ার চার্জ
(গ) পরমাণুর আকৃতি	(ঘ) পরমাণুর আকার ও কার্যকরী নিউক্লিয়ার চার্জের উপর

রচনামূলক ও সংক্ষিপ্ত উত্তরের প্রশ্ন

- ১। আধুনিক পর্যায় সারণিতে কোন একটি পর্যায়ের মৌলসমূহের স্ফুটনাংক ও গলনাংক পর্যায়ক্রমে পরিবর্তিত হয়। ব্যাখ্যা করুন।
- ২। মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি কাকে বলে?
- ৩। মৌলের ইলেকট্রন আসক্তি ও তড়িৎ ঋণাত্মকতা এক নয়। ব্যাখ্যা করুন।
- ৪। ১ম আয়নীকরণ শক্তি কাকে বলে?
- ৫। একটি মৌলের ১ম আয়নীকরণ শক্তি ও ২য় আয়নীকরণ শক্তি, কোনটির মান বেশী এবং কেন?

পাঠ ৩

তৃতীয় পর্যায়: সোডিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ও অ্যালুমিনিয়াম

ভূমিকা

মৌলসমূহের ভৌতধর্মের ন্যায় রাসায়নিক ধর্ম ও পর্যায়ক্রমে পরিবর্তিত হয়। আধুনিক পর্যায়সারণির ৩য় পর্যায়ের মৌল- সোডিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ও অ্যালুমিনিয়ামের কতিপয় রাসায়নিক ধর্মের পর্যায়ভিত্তিক পরিবর্তন এই পাঠে আলোচনা করা হবে।

উদ্দেশ্য

এই পাঠ শেষে আধুনিক পর্যায় সারণির ৩য় পর্যায়ের তিনটি মৌল- সোডিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ও অ্যালুমিনিয়ামের

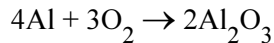
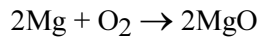
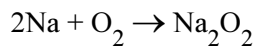
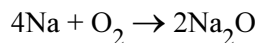
- সাথে অক্সিজেন, ক্লোরিন ও পানির বিক্রিয়া বর্ণনা করা যাবে।
- অক্সাইড সমূহের সংকেত ও অম্ল-ক্ষারক ধর্ম বর্ণনা করা যাবে।
- ক্লোরাইড সমূহের সংকেত ও পানির সাথে বিক্রিয়া বর্ণনা করা যাবে।

১৪.৩.১: সোডিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ও অ্যালুমিনিয়ামের সাথে অক্সিজেন, ক্লোরিন ও পানির বিক্রিয়া

১৪.৩.১.১: অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া

আধুনিক পর্যায় সারণির ৩য় পর্যায়ের মৌলগুলোর মধ্যে সোডিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ও অ্যালুমিনিয়াম সহজেই অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে। এই ধাতুগুলোকে বায়ুর সংস্পর্শে রাখলেই এদের উপর অক্সাইডের একটি স্তর পড়ে।

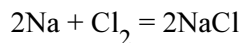
বায়ুতে রাখলেই সোডিয়াম Na_2O ও Na_2O_2 এবং উত্তপ্ত করলে ম্যাগনেসিয়াম MgO ও অ্যালুমিনিয়াম Al_2O_3 উৎপন্ন করে। বিক্রিয়াসমূহ:



এই মৌল ৩টির মধ্যে Na খুবই সক্রিয়; তাই একে উন্মুক্ত রাখা যায় না। প্যারাফিন বা কেরোসিন তেলে ডুবিয়ে রাখতে হয়।

১৪.৩.১.২: ক্লোরিনের সাথে বিক্রিয়া

ক্লোরিনের সাথে Na, Mg ও Al এর সরাসরি বিক্রিয়ার ফলে ক্লোরাইড লবণ উৎপন্ন হয়।



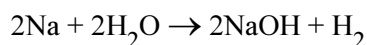
এই বিক্রিয়া বেশ দ্রুত এবং প্রায় বিস্ফোরণ অবস্থায় ঘটে বলে ধাতব ক্লোরাইডগুলো সাধারণত: সরাসরি বিক্রিয়ার মাধ্যমে প্রস্তুত করা হয় না।

১৪.৩.১.৩ পানির সাথে বিক্রিয়া

আধুনিক পর্যায় সারণির তৃতীয় পর্যায়ের মৌলসমূহের পানির সাথে বিক্রিয়ার একটি ক্রম লক্ষ্য করা যায়। পর্যায়ের বাম থেকে ডান দিকে যাওয়ার সময় সক্রিয়তা কমতে থাকে।

Na-এর সাথে বিক্রিয়া:

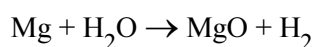
সোডিয়াম পানির সাথে তীব্রভাবে বিস্ফোরণ সহ বিক্রিয়া করে, NaOH ও হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে।



সোডিয়ামকে পানিতে ফেললে বিক্রিয়ার তীব্রতার জন্য আগুন ধরে যায়।

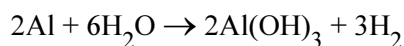
Mg-এর সাথে বিক্রিয়া:

কক্ষ তাপমাত্রার পানির সাথে ম্যাগনেসিয়ামের বিক্রিয়ার গতি বেশ মন্থর হলেও জলীয় বাষ্পের সাথে বিক্রিয়া করে Mg খুব সহজেই হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।



Al-এর সাথে বিক্রিয়া:

অ্যালুমিনিয়াম ও ঠান্ডা পানির সাথে কোন বিক্রিয়া করে না তবে জলীয় বাষ্পের সাথে বিক্রিয়া করে হাইড্রোক্সাইড ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।



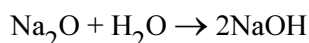
১৪.৩.২: সোডিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ও অ্যালুমিনিয়াম এর অক্সাইডসমূহের সংকেত ও অম্ল-ক্ষারকীয় ধর্ম

নিচের সারণিতে এই তিনটি মৌলের অক্সাইডের বিভিন্ন ধর্মের উল্লেখ করা হয়েছে।

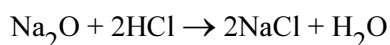
সারণি-৮: সোডিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ও অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডের বিভিন্ন ধর্ম

সংকেত	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃
20° সে. এ ভৌত অবস্থা	কঠিন	কঠিন	কঠিন
বন্ধন প্রকৃতি			
অম্ল-ক্ষার ধর্ম	আয়নিক ক্ষারকীয়	আয়নিক ক্ষারকীয়	আয়নিক উভধর্মী

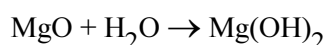
সোডিয়াম অক্সাইড বেশ ক্ষারকীয়, পানির সাথে বিক্রিয়া করে তীব্র ক্ষার উৎপন্ন করে।



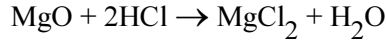
Na₂O এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে।



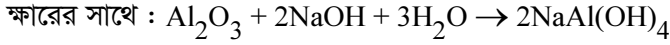
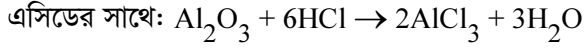
MgO ক্ষারকীয় হলেও পানির সাথে তীব্রভাবে বিক্রিয়া করেনা এর কারণ উচ্চ ধনাত্মক চার্জযুক্ত Mg²⁺ আয়ন দৃঢ়ভাবে O²⁻ আয়নের সাথে যুক্ত থাকে। তবে উচ্চতাপমাত্রায় পানির সাথে বিক্রিয়া করে Mg(OH)₂ উৎপন্ন করে।



MgO এসিডের সাথে সহজেই বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে।



Al₂O₃ পানির সাথে বিক্রিয়া করে না। এটি একটি উভধর্মী অক্সাইড অর্থাৎ এসিড ও ক্ষার উভয়ের সাথে বিক্রিয়া করে।



১৪.৩.৩ সোডিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ও অ্যালুমিনিয়ামের ক্লোরাইডসমূহের সংকেত ও পানির সাথে বিক্রিয়া

নিচের সারণিতে এই তিনটি মৌলের ক্লোরাইডসমূহের বিভিন্ন ধর্মের উল্লেখ করা হয়েছে।

সারণি-৯: সোডিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ও অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের বিভিন্ন ধর্ম

সংকেত	NaCl	MgCl ₂	Al ₂ Cl ₆
20° সে এ ভৌত অবস্থা	কঠিন	কঠিন	কঠিন
বন্ধন আকৃতি	আয়নিক	আয়নিক	সমযোজী
পানির সংস্পর্শে	দ্রবীভূত হয়	দ্রবীভূত হয়	বিক্রিয়া করে না

NaCl আয়নিক যৌগ, পানিতে দ্রবীভূত হয় কিন্তু কোন বিক্রিয়া করেনা। পানি একটি পোলার দ্রাবক হওয়ায় দ্রবণে Na⁺ ও Cl⁻ আয়ন পানির অণুর যথাক্রমে ঋনাত্মক ও ধনাত্মক প্রান্তের দ্বারা আকৃষ্ট হয়ে পরিবেষ্টিত অবস্থায় থাকে। এই ধরনের অবস্থাকে পানি-যোজিত অবস্থা বলা হয়। NaCl এর জলীয় দ্রবণের pH = 7.0, অর্থাৎ এটি একটি নিরপেক্ষ দ্রবণ। MgCl₂ এর জলীয় দ্রবণের pH = 6.5, অর্থাৎ দ্রবণ স্বল্প মাত্রায় অম্লীয়। MgCl₂ এর অল্প মাত্রায় সমযোজী ধর্ম আছে। ইহা পানির সাথে খুব স্বল্প মাত্রায় বিক্রিয়া করে।

AlCl₃ এর জলীয় দ্রবণ অম্লধর্মী। জলীয় দ্রবণে AlCl₃ আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয়ে H⁺ আয়ন (HCl) উৎপন্ন করে বলে দ্রবণের pH 3.0 হয় এবং দ্রবণটি তাই বেশ অম্ল ধর্মী।



সারসংক্ষেপ

- সোডিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ও অ্যালুমিনিয়াম এই তিনটি মৌল পর্যায়সারণির ৩য় পর্যায়ের মৌল। এদের অক্সিজেন, ক্লোরিন ও পানির সাথে বিক্রিয়ার সক্রিয়তা পর্যায়ের ডান দিকে যাওয়ার সময় অর্থাৎ পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে কমতে থাকে।
- সোডিয়াম ও ম্যাগনেসিয়ামের অক্সাইড ক্ষারকীয় কিন্তু অ্যালুমিনিয়ামের অক্সাইড উভয়ধর্মী। Na ও Mg এর অক্সাইড পানির সাথে বিক্রিয়া করে ক্ষার উৎপন্ন করে।
- সোডিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড আয়নিক কিন্তু অ্যালুমিনিয়ামের ক্লোরাইড সমযোজী। সোডিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ নিরপেক্ষ হলেও AlCl₃ এর জলীয় দ্রবণ অম্লধর্মী।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন

বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন ($\sqrt{\quad}$) দিন।

- ১। ম্যাগনেসিয়াম বিক্রিয়া করে-

(ক) ঠান্ডা পানির সাথে	(খ) সাধারণ উষ্ণতায় পানির সাথে
(গ) উষ্ণ পানির সাথে	(ঘ) জলীয় বাষ্পের সাথে।
- ২। Al_2O_3

(ক) মৃদুএসিড ধর্মী	(খ) ক্ষারধর্মী
(গ) উভধর্মী	(ঘ) অম্লধর্মী
- ৩। পানির সাথে তীব্রভাবে বিক্রিয়া করে

(ক) Na_2O	(খ) MgO
(গ) Al_2O_3	(ঘ) SiO_2
- ৪। $MgCl_2$ এর জলীয় দ্রবণের pH

(ক) 7.0	(খ) 3.0
(গ) 6.5	(ঘ) 7.5

রচামূলক ও সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। বায়ুর সংস্পর্শে সোডিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ও অ্যালুমিনিয়ামের বিক্রিয়াসমূহ রাসায়নিক সমীকরণের সাহায্যে উপস্থাপন করুন।
- ২। পানির সাথে Na, Mg ও Al এর বিক্রিয়াগুলির তীব্রতা উল্লেখ করে কারণ লিখুন।
- ৩। Na, Mg ও Al - অক্সাইডসমূহের সংকেত লিখুন এবং তাদের ধর্মাবলী আলোচনা করুন।

পাঠ ৪ সিলিকন, ফসফরাস, সালফার ও ক্লোরিন

ভূমিকা

পাঠ-৩ এ পর্যায় সারণির ৩য় পর্যায়ের তিনটি মৌল (Na, Mg এবং Al) এর রাসায়নিক ধর্মাবলী আলোচনা করা হয়েছে। এই পাঠে পর্যায় সারণির ৩য় পর্যায়ের অপর ৪টি মৌল যথা সিলিকন, ফসফরাস, সালফার ও ক্লোরিনের রাসায়নিক ধর্মাবলী আলোচনা করা হবে।

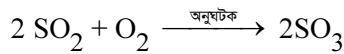
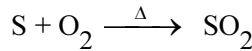
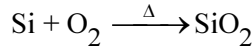
উদ্দেশ্য

এই পাঠ শেষে পর্যায় সারণির ৩য় পর্যায়ের ডান দিকের চারটি মৌল যথা- সিলিকন, ফসফরাস, সালফার ও ক্লোরিনের

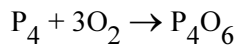
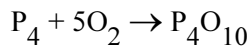
- ক্লোরিন বাদে বাকী তিনটি মৌলের সাথে অক্সিজেন, পানি এবং সাথে ক্লোরিনের বিক্রিয়া বর্ণনা করা যাবে।
- অক্সাইডসমূহের সংকেত এবং এদের এসিড ও ক্ষারক ধর্ম বর্ণনা করা যাবে।
- সিলিকন, ফসফরাস ও সালফার ক্লোরাইডের সংকেত ও পানির সাথে বিক্রিয়া বর্ণনা করা যাবে।

১৪.৪.১.১ অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া

সিলিকন ও সালফারকে অক্সিজেন সহযোগে দহন করলে অক্সাইড উৎপন্ন হয়।



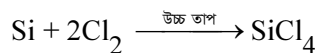
ফসফরাসকে বায়ুর উপস্থিতিতে আনলেই বিক্রিয়া সংঘটিত হয় এবং অক্সিজেন প্রাপ্তির উপর নির্ভর করে, P_2O_5 (P_4O_{10}) ও P_4O_6 উৎপন্ন হয়।



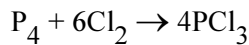
ক্লোরিন ও অক্সিজেনের সরাসরি বিক্রিয়া ঘটে না।

১৪.৪.১.২: ক্লোরিনের সাথে বিক্রিয়া

সিলিকন উচ্চতাপে ক্লোরিনের সাথে বিক্রিয়া করে SiCl_4 গঠন করে।



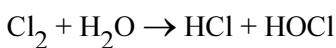
ফসফরাস ক্লোরিনের সাথে বিক্রিয়া করে PCl_3 উৎপন্ন করে।



সালফারের সাথে ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় S_2Cl_2 সহ বেশ কিছু ক্লোরাইড (SCl_6 , SCl_4 , SCl_2) উৎপন্ন হয়।

১৪.৪.১.৩: পানির সাথে বিক্রিয়া

সিলিকন, ফসফরাস ও সালফার পানির সাথে বিক্রিয়া করে না। ক্লোরিন পানিতে অল্প মাত্রায় দ্রবণীয়। ক্লোরিন পানির সাথে বিক্রিয়া করে হাইড্রোক্লোরিক এসিড (HCl) এবং হাই পো-ক্লোরাস এসিড (HOCl) উৎপন্ন করে।



১৪.৪.২ সিলিকন, ফসফরাস, সালফার ও ক্লোরিন এই চারটি মৌলের অক্সাইডের সংকেত ও অল্প ক্ষার ধর্ম

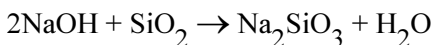
নিচের সারণিতে সিলিকন, ফসফরাস, সালফার ও ক্লোরিন এই চারটি মৌলের বিভিন্ন অক্সাইডের কয়েকটি ধর্মের উল্লেখ করা হয়েছে।

সারণি-১০: Si, P, S ও Cl এর বিভিন্ন অক্সাইডের ধর্মাবলী

সংকেত	SiO ₂	P ₄ O ₁₀ (P ₄ O ₆)	SO ₃ (SO ₂)	Cl ₂ O ₇ (Cl ₂ O)
20°C এ ভৌত অবস্থা	কঠিন	কঠিন (কঠিন)	কঠিন (গ্যাস)	তরল (গ্যাস)
বন্ধন প্রকৃতি	সমযোজী	সমযোজী	সমযোজী	সমযোজী
অল্প-ক্ষার ধর্ম পানি সাথে	অম্লীয় বিক্রিয়া করে না	অম্লীয় বিক্রিয়া করে H ₃ PO ₄ উৎপন্ন করে	অম্লীয় বিক্রিয়া করে H ₂ SO ₄ উৎপন্ন করে	অম্লীয় বিক্রিয়া করে HClO ₄ উৎপন্ন করে

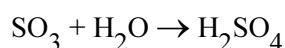
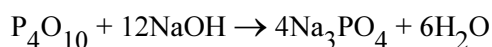
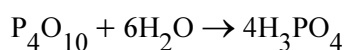
অক্সাইডগুলোর মধ্যে SiO₂ একটি বিশাল ত্রি-মাত্রিক কাঠামোতে Si-O-Si সমযোজী বন্ধনের মাধ্যমে আবদ্ধ থাকে। P, S ও Cl এর অক্সাইডগুলোর অধিকাংশ সমযোজী যৌগের মত বিচ্ছিন্ন অণুর সরল আণবিক গঠন আছে। ৩য় পর্যায়ের মৌলের অক্সাইডের ধর্ম পর্যায়ের বাম থেকে ডানের দিকে ক্ষারকীয় থেকে অম্লীয় হয়।

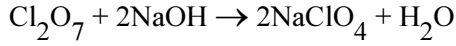
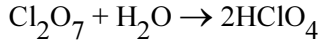
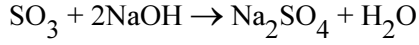
SiO₂ (বালি) পানিতে অদ্রবণীয় এবং পানির সাথে বিক্রিয়া করে না। তবে অল্পধর্মী হওয়ায় SiO₂ গাঢ় ক্ষার দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে সিলিকেট (কাঁচ) উৎপন্ন করে।



Na₂SiO₃ পানিতে দ্রবীভূত হয়ে একটি ঘন আঠালো (Viscous) পদার্থ তৈরী করে যা পানি-কাঁচ (Water-glass) হিসেবে পরিচিত।

P, S ও Cl এর অক্সাইডগুলোর অম্লীয় ধর্ম থাকায় এগুলো পানির সাথে বিক্রিয়া করে এসিড এবং ক্ষারের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে।



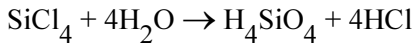


১৪.৪.৩ : সিলিকন, ফসফরাস ও সালফার এর ক্লোরাইডের সংকেত ও পানির সাথে বিক্রিয়া নিচের সারণিতে Si, P ও S এই তিনটি মৌলের ক্লোরাইডসমূহের কয়েকটি ধর্মের উল্লেখ করা হলো।

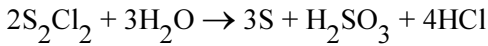
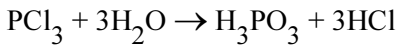
সারণি-১১: Si, P ও S এর বিভিন্ন ক্লোরাইডের ধর্মাবলী

সংকেত	SiCl ₄	PCl ₃ (PCl ₅)	S ₂ Cl ₂
20° সে-এ ভৌত অবস্থা	তরল	তরল	তরল
বন্ধন প্রকৃতি	সমযোজী	সমযোজী	সমযোজী
গঠন কাঠামো	সরল আণবিক	সরল আণবিক	সরল আণবিক
পানির সাথে	বিক্রিয়া করে HCl উৎপন্ন করে	বিক্রিয়া করে HCl উৎপন্ন করে	বিক্রিয়া করে HCl উৎপন্ন করে

SiCl₄ পানিতে অর্দ্র-বিশ্লেষিত হয়ে অর্থোসিলিসিক এসিড ও হাইড্রোক্লোরিক এসিড উৎপন্ন করে।



অধাতব ক্লোরাইডসমূহ যথা - PCl₃, PCl₅ এবং S₂Cl₂ সমযোজী বন্ধন বিশিষ্ট। এরা পানির সাথে বিক্রিয়ায় অর্দ্র বিশ্লিষ্ট হয়ে HCl উৎপন্ন করে এ জন্যই এদের জলীয় দ্রবণ তীব্র অম্লধর্মী।



এই জলীয় দ্রবণগুলোর pH এর মান 2.0। ৩য় পর্যায়ের মৌলসমূহের ক্লোরাইডগুলোর প্রকৃতি বাম থেকে ডানে যাওয়ার সময় নিরপেক্ষ থেকে অম্লধর্মী হয়। এ জন্যই NaCl এর জলীয় দ্রবণের pH 7.0 হলেও S₂Cl₂ এর জলীয় দ্রবণের pH 2.0।

সারসংক্ষেপ

- ৩য় পর্যায়ের শেষের দিকের চারটি মৌল Si থেকে Cl এর অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়ার সক্রিয়তা ক্রমে ক্রমে কমতে থাকে। বস্তুত পক্ষে ক্লোরিন ও অক্সিজেনের কোন সরাসরি বিক্রিয়া ঘটে না।
- Si, P ও S এর পানির সাথে বিক্রিয়া নেই তবে ক্লোরিন পানির সাথে বিক্রিয়া করে এসিড উৎপন্ন করে।
- ৩য় পর্যায়ের মৌলসমূহের অক্সাইডগুলোর ধর্ম পর্যায়ের বাম থেকে ডান দিকে যাওয়ার সময় ক্ষারকীয় থেকে অম্লীয় হতে থাকে।
- এই পর্যায়ের মৌলগুলির ক্লোরাইডের ধর্মেরও ক্রম পরিবর্তন হয়। পর্যায়ের প্রথম মৌল Na এর ক্লোরাইড নিরপেক্ষ কিন্তু ডান দিকের মৌলগুলোর ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ বেশ অম্লধর্মী।

পাঠ্যের মূল্যায়ন

বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

- ১। পর্যাপ্ত বায়ুর উপস্থিতিতে P ও অক্সিজেনের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন হয়
ক) P_4O_{10} খ) P_4O_6 গ) P_2O_3 ঘ) H_3PO_3
- ২। ক্লোরিন পানির সাথে বিক্রিয়া করে উৎপন্ন করে
ক) HCl খ) HOCl গ) HCl ও HOCl ঘ) HCl ও Cl_2
- ৩। SiO_2 এর প্রকৃতি
ক) নিরপেক্ষ খ) ক্ষারধর্মী গ) উভয়ধর্মী ঘ) অম্লধর্মী
- ৪। PCl_3 এর জলীয় দ্রবণের pH মান
ক) 3.0 খ) 2.0 গ) 4.0 ঘ) 6.5

রচনামূলক/সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসের সাহায্যে পর্যায় সারণিতে মৌলের অবস্থান কিভাবে নির্ণয় করা যায় সে সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত আলোচনা করুন।
- ২। d-ব্লক মৌলসমূহের ইলেকট্রন বিন্যাস ও পর্যায় সারণির বিভিন্ন শ্রেণীতে অবস্থান সম্পর্কে আলোকপাত করুন।
- ৩। চিত্র সহকারে মৌলের গলনাংক ও স্ফুটনাংকের পর্যায়ক্রমিক পরিবর্তন বর্ণনা করুন।
- ৪। “পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে পর্যায়সারণিতে পারমাণবিক ব্যাসার্ধ ক্রমে ক্রমে কমতে থাকে।” এই উক্তির যথার্থতা প্রমাণ করুন।
- ৫। Si এর গলনাংক Al এর চেয়ে কেন বেশী? ব্যাখ্যা করুন।
- ৬। মৌলসমূহের প্রথম আয়নীকরণ শক্তির পর্যায়ক্রমিক পরিবর্তন সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত আলোচনা করুন।
- ৭। “Be এর চেয়ে B এর ১ম আয়নীকরণ শক্তি কম”- উক্তিটির যথার্থতা প্রমাণ করুন।
- ৮। মৌলের তড়িৎ ঋনাত্মকতা একটি পর্যায়ক্রমিক ধর্ম উদাহরণসহ আলোচনা করুন।
- ৯। Na, Mg ও Al এই তিনটি ধাতুর পানির সাথে বিক্রিয়ার ধরণ উল্লেখ করুন।
- ১০। Na, Mg ও Al অক্সাইড সমূহের অম্ল-ক্ষারকীয় ধর্ম আলোচনা করুন।
- ১১। NaCl, $MgCl_2$ ও $AlCl_3$ এর পানির সাথে বিক্রিয়ার প্রকৃতি আলোচনা করুন।
- ১২। Si, S ও P এর সাথে অক্সিজেনের বিক্রিয়ার বর্ণনা দিন।
- ১৩। SiO_2 , P_4O_{10} , SO_3 এবং Cl_2O_7 এই অক্সাইডসমূহের অম্লীয় ধর্ম উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করুন।
- ১৪। পানি কাঁচ কি? এর প্রস্তুতির বিক্রিয়া উল্লেখ করুন।
- ১৫। $SiCl_4$, PCl_3 ও S_2Cl_2 -এর সাথে পানির বিক্রিয়া বর্ণনা করুন।
- ১৬। “৩য় পর্যায়ের মৌলসমূহের অক্সাইডগুলোর ধর্ম পর্যায়ের বাম থেকে ডান দিকে যাওয়ার সময় ক্ষারকীয় থেকে অম্লীয় হতে থাকে”- ব্যাখ্যা করুন।