DAILY ASSAM

অধ্যায়

৪

d- আৰু f -গোষ্ঠীৰ মৌল
The d- and f- Block Elements

উদ্দেশ্য (Objectives)

এই অধ্যায়টো অধ্যয়ন কৰি তলত দিয়া বিষয় সম্বন্ধে সবিশেষ জানিব পাৰিবা—

- পৰ্যাবৃত্ত তালিকাত *d* আৰু *f* গোষ্ঠীৰ মৌলৰ অৱস্থান
- সংক্ৰমণশীল আৰু আন্তঃসংক্ৰমণ-শীল (ক্ৰমে *d* আৰু *f* গোষ্ঠীৰ) মৌলবোৰৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস
- ইলেকট্ৰ'ড বিভৱৰ (electrode potential) আধাৰত বিভিন্ন জাৰণ অৱস্থাৰ সুস্থিৰতা
- $K_2Cr_2O_7$ আৰু $KMnO_4$ ৰ দৰে প্ৰয়োজনীয় যৌগৰ প্ৰস্তুত-প্ৰণালী, ধৰ্ম, গঠন আৰু ব্যৱহাৰ
- *d* আৰু *f* গোষ্ঠীৰ মৌলবোৰৰ সাধাৰণ বৈশিষ্ট্যসমূহ; সেইবোৰৰ পৰ্যায় আৰু বৰ্গত পৰিবৰ্তন
- *f* গোষ্ঠীৰ মৌলবোৰৰ বৰ্ণনা; লগতে ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস, জাৰণ অৱস্থা আৰু ৰাসায়নিক ধৰ্মৰ ভিত্তিত লেন্থেনয়ড আৰু এক্টিনয়ড মৌলবোৰৰ এক তুলনাত্মক বৰ্ণনা।

Iron, copper, silver and gold are among the transition elements that have played important roles in the development of human civilisation. The inner transition elements such as Th, Pa and U are proving excellent sources of nuclear energy in modern times.

পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ বৰ্গ 3ৰপৰা বৰ্গ 12লৈ এই মৌলসমূহক *d*-গোষ্ঠীৰ মৌল বোলে। *d*-গোষ্ঠীত মৌলবোৰ চাৰিটা পৰ্যায়ত আছে। চাৰিওটা পৰ্যায়তে এই মৌলবোৰৰ পৰমাণুৰ *d* অৰবিটেলবোৰ ইলেকট্ৰনৰদ্বাৰা একাদিক্ৰমে পূৰ্ণ হয়। যিবোৰ মৌলৰ পৰমাণুত 4*f* বা 5*f* অৰবিটেলবোৰ ক্ৰমান্বয়ে ইলেকট্ৰনৰদ্বাৰা পূৰ্ণ হয় সেইবোৰেই হ'ল *f* গোষ্ঠীৰ মৌল। এই মৌলবোৰ দৰাচলতে বৰ্গ 3ৰ মৌল। কিন্তু পৰ্যাবৃত্ত তালিকাখনত তলভাগত ইহঁতক *f*-গোষ্ঠী মৌল হিচাপে ৰখা হয়। *d*- আৰু *f*- গোষ্ঠীৰ মৌলবোৰ বুজাবলৈ ক্ৰমে **সংক্ৰমণশীল** (transition) আৰু **আন্তঃসংক্ৰমণশীল** (inner transition) ধাতু নাম দুটা ব্যৱহাৰ কৰা হয়।

সংক্ৰমণশীল মৌলৰ শ্ৰেণী প্ৰধানতঃ তিনিটা — 3*d* শ্ৰেণী (Scৰপৰা Zn), 4*d* শ্ৰেণী (Y ৰপৰা Cd) আৰু 5*d* শ্ৰেণী (La ৰপৰা Hg; Ce ৰপৰা Lu লৈ থকা মৌলকেইটাক বাদ দি)। Acৰে আৰম্ভ হোৱা 6*d* শ্ৰেণী বৰ্তমানলৈকে অসম্পূৰ্ণ হৈ আছে। আন্তঃসংক্ৰমণশীল ধাতুৰ শ্ৰেণী দুটা (4*f* আৰু 5*f*) লেন্থেনয়ড (lanthanoids) আৰু এক্টিনয়ড (actinoids) হিচাপে জনা যায়।

মুঠতে যিবোৰ মৌলৰ ভূমিস্তৰ অথবা কোনো এক সুস্থিৰ জাৰণ অৱস্থাত *d* অৰবিটেল অসম্পূৰ্ণ হৈ থাকে সেইবোৰক সংক্ৰমণশীল মৌল বোলা হয়। বৰ্গ 12ত থকা ধাতু জিংক, কেডমিয়াম আৰু মাৰ্কাৰিৰ ভূমিস্তৰ অৱস্থা আৰু সচৰাচৰ জাৰণ

DAILY ASSAM

অৱস্থাত (+2) উভয়তে d অৰবিটেল পূৰ্ণ (d^{10}) হৈ থাকে। সেইবাবে এই তিনিটা মৌলক সংক্ৰমণশীল মৌল বুলি ধৰা নহয়। তথাপিও এই মৌল তিনিটাই $3d$, $4d$ আৰু $5d$ শ্ৰেণীৰ শেষত অৱস্থান কৰা বাবে সিহঁতৰ ৰসায়ন সংক্ৰমণশীল মৌলসমূহৰ লগতে আলোচনা কৰা হয়।

আংশিকভাৱে ইলেকট্ৰনেৰে পৰিপূৰ্ণ d আৰু f অৰবিটেলৰ বাবেই d- আৰু f-গোষ্ঠীৰ মৌলবোৰৰ যৌগবোৰ মূল-বৰ্গীয় (main-group) মৌলই গঠন কৰা যৌগবোৰতকৈ ভালেখিনি বেলেগ। তথাপিও মূল-বৰ্গীয় মৌলৰ ক্ষেত্ৰত ব্যৱহৃত যোজ্যতা তত্ত্বৰদৰে একেধৰণৰ তত্ত্বকেই সংক্ৰমণশীল মৌলৰ ক্ষেত্ৰতো সফলভাৱে প্ৰয়োগ কৰিব পাৰি।

ছিলভাৰ, গ'ল্ড, প্লেটিনামৰ লেখীয়া অতি মূল্যবান ধাতু আৰু আইৰন, কপাৰ আৰু টাইটেনিয়ামৰ দৰে উদ্যোগিকভাৱে গুৰুত্বপূৰ্ণ ধাতু সংক্ৰমণশীল মৌলৰ অন্তৰ্গত।

এই অধ্যায়ত আমি প্ৰথমতে মৌলবোৰৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস, অৱস্থান আৰু সাধাৰণ বৈশিষ্ট্যসমূহ আলোচনা কৰিম। কিন্তু আমাৰ বিশেষ দৃষ্টি থাকিব $3d$ অৰ্থাৎ প্ৰথম শাৰীৰ সংক্ৰমণশীল মৌল আৰু ইহঁতে গঠন কৰা ভিন ভিন যৌগবোৰৰ ওপৰত। তাৰ পিছত আমি আন্তঃসংক্ৰমণশীল মৌলৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস, জাৰণ অৱস্থা আৰু ৰাসায়নিক সক্ৰিয়তাৰ সাধাৰণ দিশসমূহ সম্বন্ধে আলোচনা কৰিম।

সংক্ৰমণশীল মৌল (d- গোষ্ঠী)

[THE TRANSITION ELEMENTS (d-BLOCK)]

8.1 পৰ্যাবৃত্ত তালিকাত স্থান (Position in the Periodic Table)

পৰ্যাবৃত্ত তালিকাত d-গোষ্ঠী মৌলৰ বাওঁফালে s-গোষ্ঠী আৰু সোঁফালে p- গোষ্ঠী মৌল আছে। d-গোষ্ঠীৰ মৌলসমূহৰ অৱস্থান s- আৰু p- গোষ্ঠীৰ মৌলৰ মাজত হোৱা হেতুকেই 'সংক্ৰমণ' নামটো দিয়া হৈছে। d-গোষ্ঠীৰ মৌলৰ পৰমাণুত অন্তিম শক্তিস্তৰৰ ভিতৰৰ শক্তিস্তৰত থকা d-অৰবিটেলত ইলেকট্ৰন সোমায়। ইয়াৰ ফলতে সংক্ৰমণশীল মৌলৰ $3d$, $4d$, $5d$ আৰু $6d$ শ্ৰেণী তিনিটাৰ সৃষ্টি হয়। সংক্ৰমণশীল মৌলৰ প্ৰথম তিনিটা শ্ৰেণীকেইটা তালিকা 8.1ত দেখুওৱা হৈছে।

8.2 d-গোষ্ঠীৰ মৌলৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস (Electronic Configuration of the d-Block Elements)

এই মৌলসমূহৰ সাধাৰণ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস হ'ল $(n-1)d^{1-10}ns^{1-2}$। $(n-1)$এ অন্তৰ্বৰ্তী d অৰবিটেলসমূহক সূচায় আৰু nএ বহিৰতম s অৰবিটেল বুজায়। ns অৰবিটেলত এটা বা দুটা ইলেকট্ৰন থাকে; আনহাতে d অৰবিটেলত এটাৰপৰা দহটালৈ ইলেকট্ৰন থাকিব পাৰে। তথাপি $(n-1)d$ আৰু ns অৰবিটেলৰ মাজত শক্তিৰ পাৰ্থক্য অতি কম হোৱা বাবে উপৰিউক্ত বিন্যাসৰ একাধিক ব্যতিক্ৰম দেখা যায়। তদুপৰি অৰ্ধপূৰ্ণ আৰু সম্পূৰ্ণ অৰবিটেলবোৰ আপেক্ষিকভাৱে অধিক সুস্থিৰ। Cr আৰু Cuৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাসত এই কাৰকৰ প্ৰভাৱ ভালদৰে প্ৰতিফলিত হয়।

উদাহৰণ স্বৰূপে, Crৰ ক্ষেত্ৰত ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস $3d^4 4s^2$ নহৈ $3d^5 4s^1$ হয়। $3d$ আৰু $4s$ অৰবিটেল দুটাৰ মাজত শক্তিৰ ব্যৱধান কম হোৱা বাবে ইলেকট্ৰন এটাই $4s$ ৰ সলনি $3d$ অৰবিটেলত প্ৰৱেশ কৰাত বাধাপ্ৰাপ্ত নহয়। একেদৰে Cuৰ ক্ষেত্ৰতো $3d^9 4s^2$ ৰ সলনি $3d^{10} 4s^1$ বিন্যাসহে প্ৰযোজ্য। তালিকা 8.1ত সংক্ৰমণশীল মৌলসমূহৰ বহিঃখোলৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাসবোৰ দিয়া হৈছে।

DAILY ASSAM

Zn, Cd আৰু Hg —এই মৌলতিনিটাৰ সাধাৰণ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস হ'ল $(n\text{-}1)d^{10}ns^2$। এই মৌলকেইটাৰ ভূমিস্তৰ আৰু সচৰাচৰ জাৰণ অৱস্থাৰ উভয়তে d অৰবিটেল পৰিপূৰ্ণ অৱস্থাত থাকে। সেইবাবে এইবোৰক সংক্ৰমণশীল মৌল বোলা নহয়।

আন অৰবিটেলৰ তুলনাত সংক্ৰমণশীল মৌলৰ d অৰবিটেলবোৰ পৰমাণুৰ পৃষ্ঠভাগলৈ বিস্তৃত হৈ থাকে। সেইবাবে এইবোৰ পাৰিপাৰ্শ্বিকদ্বাৰা অধিকভাৱে প্ৰভাৱিত হয়। লগতে সিহঁতে আশে-পাশে থকা অণু আৰু পৰমাণুৰ ওপৰত প্ৰভাৱ পেলাব পাৰে। কোনো কোনো ক্ষেত্ৰত নিৰ্দিষ্ট এক d^n (n = 1 - 9) বিন্যাসৰ আয়নৰ

তালিকা 8.1 : সংক্ৰমণশীল মৌলৰ (ভূমি অৱস্থাত) বহিঃখোলৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস

প্ৰথম শ্ৰেণী

	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Z	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$4s$	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2
$3d$	1	2	3	5	5	6	7	8	10	10

দ্বিতীয় শ্ৰেণী

	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
Z	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
$5s$	2	2	1	1	1	1	1	0	1	2
$4d$	1	2	4	5	6	7	8	10	10	10

তৃতীয় শ্ৰেণী

	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg
Z	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80
$6s$	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2
$5d$	1	2	3	4	5	6	7	9	10	10

চতুৰ্থ শ্ৰেণী

	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub
Z	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112
$7s$	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
$6d$	1	2	3	4	5	6	7	8	10	10

DAILY ASSAM

(যেনে, Mn^{2+} আৰু Fe^{3+}, d^5) একে ধৰণৰ ইলেকট্ৰনীয় আৰু চুম্বকীয় ধৰ্ম দেখা যায়। আংশিকভাৱে পৰিপূৰ্ণ d অৰবিটেল থকা এই সংক্ৰমণশীল মৌলসমূহে জাৰণ অৱস্থাৰ বিভিন্নতা, বৰণযুক্ত আয়ন উৎপাদন আৰু ভিন ভিন লিগাণ্ডৰ লগত জটিল যৌগ গঠনৰ নিচিনা বৈশিষ্ট্য প্ৰদৰ্শন কৰে।

সংক্ৰমণশীল মৌল আৰু এইবোৰ মৌলৰ যৌগই অনুঘটকীয় আৰু অনুচুম্বকীয় ধৰ্মও দেখুৱায়। এই বিশেষত্বসমূহ এইটো অধ্যায়ত পিছলৈ বিশদভাৱে আলোচনা কৰা হ'ব।

যি কোনো এটা প্ৰধান বৰ্গত থকা মৌলবোৰৰ ধৰ্মৰ মিল থাকে। কিন্তু সংক্ৰমণশীল মৌলৰ ক্ষেত্ৰত সাধাৰণতে পৰ্যায়তহে সাদৃশ্য দেখা যায়। তথাপিও এটা বৰ্গত থকা মৌলবোৰৰ মাজত কিছুপৰিমাণে সাদৃশ্য নথকা নহয়। আমি পোনতে সাধাৰণ বৈশিষ্ট্যসমূহ আৰু শ্ৰেণীবোৰত (বিশেষকৈ $3d$ শ্ৰেণীত) মৌলবোৰৰ ধৰ্মৰ পৰিৱৰ্তনৰ ধাৰা সম্পৰ্কে অধ্যয়ন কৰিম। তাৰ পিছত বৰ্গীয় সাদৃশ্যসমূহ আলোচনা কৰিম।

উদাহৰণ 8.1

স্কেণ্ডিয়ামক (Sc, $Z = 21$) সংক্ৰমণশীল মৌল বুলি বিবেচিত কৰা হয়; কিন্তু জিংকক (Zn, $Z = 32$) সংক্ৰমণশীল মৌল বুলি বিবেচিত কৰা নহয়। ইয়াৰ ভিত্তি কি?

সমাধান

স্কেণ্ডিয়াম পৰমাণুৰ সাধাৰণ অৱস্থাত আংশিকভাৱে পৰিপূৰ্ণ d অৰবিটেল ($3d^1$) আছে। সেই কাৰণে ই সংক্ৰমণশীল মৌল। আনহাতে জিংকৰ পৰমাণুৰ ভূমিস্তৰ বা সচৰাচৰ জাৰিত (Zn^{2+}) অৱস্থাত d অৰবিটেলবোৰ পূৰ্ণ ($3d^{10}$)হে থাকে। সেইবাবে Zn সংক্ৰমণশীল মৌল নহয়।

পাঠস্থ প্ৰশ্নমালা

8.1 ছিলভাৰ পৰমাণুৰ ভূমিস্তৰ অৱস্থাত d অৰবিটেল পূৰ্ণ ($4d^{10}$) হৈ থাকে। ইয়াক এবিধ সংক্ৰমণশীল মৌল বুলি কেনেকৈ ক'বা?

8.3 সংক্ৰমণশীল মৌলৰ (d- গোষ্ঠী) সাধাৰণ ধৰ্ম [General Properities of the Transition Elements (d-Block)]

8.3.1 ভৌতিক ধৰ্ম (Physical Properties)

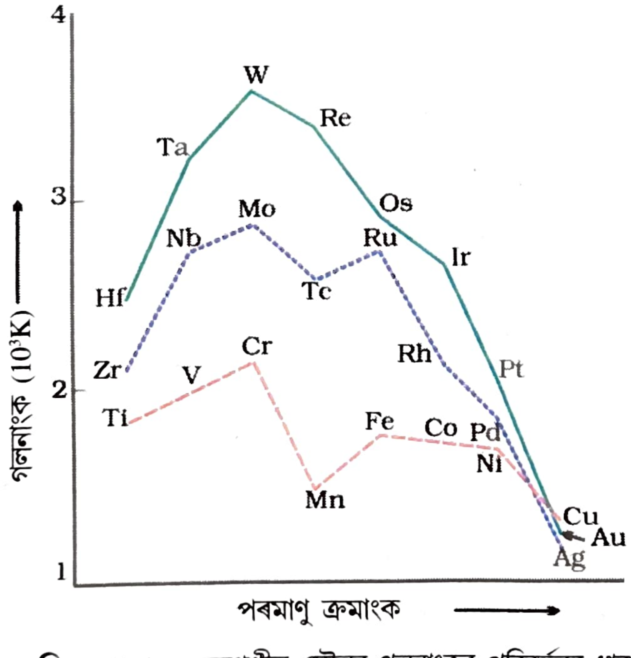
প্ৰায় আটাইবোৰ সংক্ৰমণশীল মৌলই আদৰ্শ ধাতৱ ধৰ্ম [যেনে— উচ্চ টান প্ৰতিৰোধী ক্ষমতা (tensile strength), নমনীয়তা (ductility), ঘাতসহনীয়তা (malleability), উচ্চ তাপ আৰু বৈদ্যুতিক পৰিবাহিতা আৰু ধাতৱ দ্যুতি (lustre)] প্ৰদৰ্শন কৰে। জিংক, কেডমিয়াম, মাৰ্কাৰি আৰু মেংগানিজৰ বাহিৰে প্ৰায় আটাইবোৰ সংক্ৰমণশীল মৌলৰে সাধাৰণ উষ্ণতাত এক বা ততোধিক গতানুগতিক ধাতৱ গঠন দেখা যায়।

সংক্ৰমণশীল মৌলৰ লেটিছ্ গঠন (Lattice Structures of Transitional Elements)

Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
hcp (bcc)	*hcp (bcc)*	*bcc*	*bcc (bcc, ccp)*	X *(hcp)*	*bcc (hcp)*	*ccp*	*ccp*	*ccp*	X *(hcp)*
Y	**Zr**	**Nb**	**Mo**	**Tc**	**Ru**	**Rh**	**Pd**	**Ag**	**Cd**
hcp (bcc)	*hcp (bcc)*	*bcc*	*bcc*	*hcp*	*hcp*	*ccp*	*ccp*	*ccp*	X *(hcp)*
La	**Hf**	**Ta**	**W**	**Re**	**Os**	**Ir**	**Pt**	**Au**	**Hg**
hcp (ccp,bcc)	*hcp (bcc)*	*bcc*	*bcc*	*hcp*	*hcp*	*ccp*	*ccp*	*ccp*	X

(bcc= body centred cubic দেহকেন্দ্ৰিক ঘনক; hcp= hexagonal close packed নিৰন্ধ্ৰ সংকুলিত ষড়ভুজীয়; ccp (fcc)= cubic close packed (face centred cubic)নিৰন্ধ্ৰ সংকুলিত ঘনক; X= ব্যতিক্ৰমী ধাতৱ গঠন)

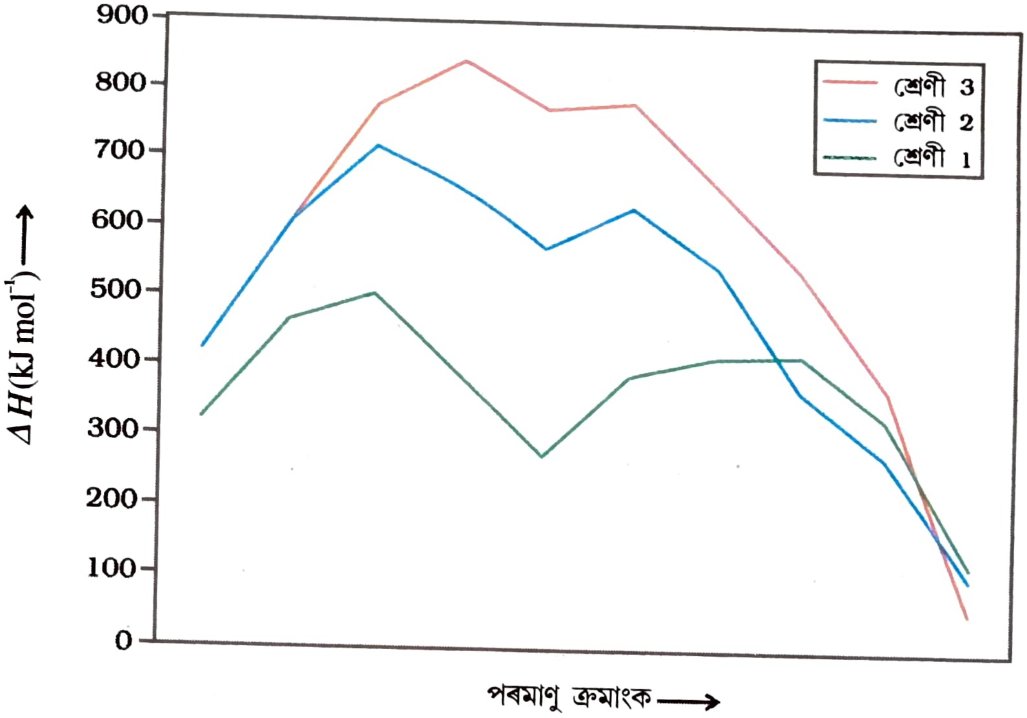
সংক্ৰমণশীল ধাতুবোৰ (Zn, Cd আৰু Hg ৰ বাহিৰে) বৰ কঠিন আৰু এইবোৰ কম উদ্বায়ী। সিহঁতৰ গলনাংক আৰু উতলাংক অতি উচ্চ। চিত্ৰ 8.1ত 3*d*, 4*d* আৰু 5*d* শ্ৰেণীৰ সংক্ৰমণশীল ধাতুসমূহৰ গলনাংক দেখুওৱা হৈছে। সিহঁতৰ *ns* ইলেকট্ৰনবোৰৰ লগতে (*n*-1)*d* ইলেকট্ৰনবোৰ আন্তঃপাৰমাণৱিক ধাতৱ বান্ধনিত জড়িত হোৱা বাবে এইবোৰ ধাতুৰ গলনাংক বেছি। এটা শ্ৰেণীত মৌলবোৰৰ পৰমাণু ক্ৰমাংক বঢ়াৰ লগে লগে d^5 বিন্যাসত মৌলৰ গলনাংক সৰ্বোচ্চ হয়; তাৰ পিছত পৰমাণু ক্ৰমাংক পুনৰ বাঢ়িলে গলনাংক কমে। অৱশ্যে এই ক্ষেত্ৰত Mn আৰু Tc হ'ল ব্যতিক্ৰম। সংক্ৰমণশীল মৌলৰ পৰমাণুকৰণ এনথালপি (atomisation enthalpy) উচ্চ। পৰমাণু ক্ৰমাংকৰ সৈতে পৰমাণুকৰণ এনথালপি কেনেদৰে পৰিৱৰ্তিত হয় সেয়া চিত্ৰ 8.2ত দেখুওৱা হৈছে। চিত্ৰৰপৰা এইটো স্পষ্ট যে প্ৰতিটো শ্ৰেণীৰ মাজ ভাগত এই মানবোৰ সৰ্বাধিক। ইয়াৰপৰা সিদ্ধান্ত কৰিব পাৰি যে প্ৰতিটো *d* অৰবিটেলত এটাকৈ অযুগ্ম ইলেকট্ৰন থাকিলে আন্তঃপাৰমাণৱিক আন্তঃক্ৰিয়া (atomic interaction) বৰ্ধনত সহায়ক হয়। সাধাৰণতে যোজক ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যা যিমানেই বেছি হয় সিমানেই পৰমাণুবোৰৰ মাজৰ বান্ধনি শক্তিশালী হয়। পৰমাণুকৰণ এনথালপিয়ে ধাতুৰ ইলেকট্ৰ'ড বিভৱৰ ওপৰত গুৰুত্বপূৰ্ণ প্ৰভাৱ পেলায়।



চিত্ৰ 8.1 ঃ সংক্ৰমণশীল মৌলৰ গলনাংকৰ পৰিৱৰ্তনৰ ধাৰা

অতি উচ্চ পৰমাণুকৰণ এনথালপি (অৰ্থাৎ অতি উচ্চ উতলাংক) বিশিষ্ট ধাতুবোৰৰ সক্ৰিয়তা কম হয়।

চিত্ৰ 8.2ৰপৰা ক'ব পৰা যায় যে প্ৰথমটো শ্ৰেণীৰ তুলনাত দ্বিতীয় আৰু তৃতীয় শ্ৰেণীৰ ধাতুবোৰৰ পৰমাণুকৰণ এনথালপি ভালেখিনি বেছি। এইবাবেই আমি ক'ব পাৰো যে দ্বিতীয় আৰু তৃতীয় শ্ৰেণীৰ সংক্ৰমণশীল মৌলই (অৰ্থাৎ গধুৰ সংক্ৰমণশীল ধাতুবোৰে) গঠন কৰা যৌগবোৰত ধাতৱ বান্ধনি প্ৰায়ে পৰিলক্ষিত হয়।

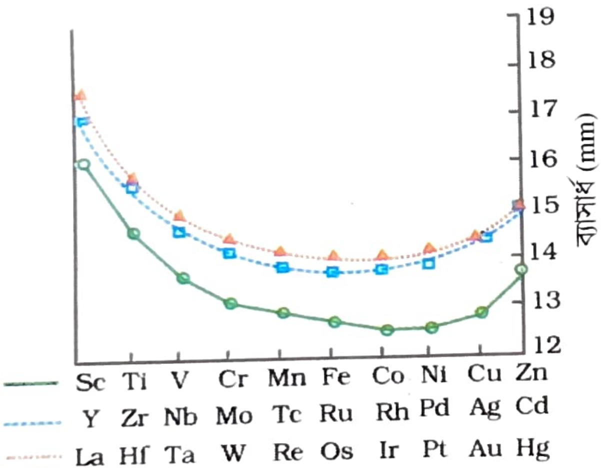


চিত্ৰ 8.2 : সংক্ৰমণশীল মৌলৰ পৰমাণু ক্ৰমাংকৰ সৈতে পৰমাণুকৰণ এনথাল্পিৰ পৰিবৰ্তন

8.3.2 সংক্ৰমণশীল ধাতুৰ পাৰমাণৱিক আৰু আয়নীয় আকাৰৰ তাৰতম্য (Variation in Atomic and Ionic Sizes of Transition Metals)

কোনো এটা শ্ৰেণীৰ অন্তৰ্ভূক্ত আৰু একে আধানযুক্ত আয়নৰ ব্যাসাৰ্ধ সাধাৰণতে পৰমাণু ক্ৰমাংকৰ বৃদ্ধিৰ লগে লগে কমি যায়। নিউক্লিয়াছৰ আধান বৃদ্ধি হোৱাৰ লগে লগে পৰমাণুটোত ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যা বাঢ়ে। এই মৌলবোৰৰ ক্ষেত্ৰত নিউক্লিয়াছৰ আধানৰ মান এক বঢ়াৰ লগে লগে d অৰবিটেলত এটাকৈ ইলেকট্ৰন বৃদ্ধি পায়। কিন্তু d ইলেকট্ৰনৰ ছিল্ডিং ক্ষমতা (shieling effect) বিশেষ কাৰ্যকৰী নহয়। সেইবাবে পৰমাণু ক্ৰমাংক বৃদ্ধিৰ লগে লগে মুঠ নিউক্লীয় আধান আৰু বহিৰতম ইলেকট্ৰনৰ মাজৰ আকৰ্ষণ বাঢ়ি যায়। ফলস্বৰূপে আয়নীয় ব্যাসাৰ্ধৰ মান কমি যায়। এটা শ্ৰেণীৰ মৌলসমূহৰ পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধৰ একে ধৰণৰ পৰিৱৰ্তন দেখা যায়। এটা শ্ৰেণীত পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধৰ পৰিৱৰ্তন আচলতে অতি কম। এটা শ্ৰেণীৰ মৌলৰ পাৰমাণৱিক আকাৰৰ সৈতে আন এক শ্ৰেণীৰ অনুৰূপ মৌলৰ পাৰমাণৱিক আকাৰৰ তুলনা কৰিলে অৱশ্যে এক আকৰ্ষণীয় তথ্য উন্মোচিত হয়। চিত্ৰ 8.3ৰ ৰেখাসমূহে প্ৰথম

($3d$) শ্ৰেণীৰপৰা দ্বিতীয় ($4d$) শ্ৰেণীলৈ হোৱা ব্যাসাৰ্ধৰ বৃদ্ধি নিৰ্দেশ কৰিছে। চিত্ৰৰ পৰা এইটো স্পষ্ট যে $4d$ আৰু $5d$ শ্ৰেণীৰ অনুৰূপ মৌলসমূহৰ ব্যাসাৰ্ধবোৰ প্ৰায় একে হয়। পাৰমাণৱিক সংখ্যা বঢ়া সত্বেও পাৰমাণৱিক অথবা আয়নীয় ব্যাসাৰ্ধৰ আকাংক্ষিত বৃদ্ধি নোহোৱাৰ মূল কাৰণ হ'ল $4f$ অৰবিটেলৰ উপস্থিতি। অৰ্থাৎ $5d$ শ্ৰেণীৰ মৌলৰ $5d$ অৰবিটেলত ইলেকট্ৰন সোমোৱাৰ আগতে $4f$ অৰবিটেলকেইটা ইলেকট্ৰনেৰে পৰিপূৰ্ণ হয়। $4f$ ইলেকট্ৰনে $6s$ আৰু $5d$ ইলেকট্ৰনক নিউক্লিয়াছৰ আকৰ্ষণ ক্ষমতাৰপৰা ভালদৰে ছিল্ডিং কৰিব নোৱাৰে; অৰ্থাৎ $4f$ ইলেকট্ৰনৰ ছিল্ডিং কম। কিন্তু পৰমাণু ক্ৰমাংক বৃদ্ধিৰ লগে লগে নিউক্লীয় আধানো বাঢ়ি যায়। সেইবাবে পৰমাণু ক্ৰমাংকৰ বৃদ্ধিৰ লগে লগে লেন্থেনয়ডবোৰৰ পাৰমাণৱিক বা আয়নীয় ব্যাসাৰ্ধ কমে। এই পৰিঘটনাক **লেন্থেনয়ড সংকোচন** (lanthanoid contraction) বুলি কোৱা হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, লেন্থেনামৰ আয়নীয় ব্যাস্যাৰ্ধৰ (La^{3+}, 106 pm) তুলনাত Lu^{3+}ৰ ব্যাসাৰ্ধ (85pm) ভালেখিনি কম। এই ক্ষেত্ৰত পাৰমাণৱিক সংখ্যা 57ৰপৰা 71লৈ বাঢ়িছে যদিও La^{3+}ৰপৰা Lu^{3+}লৈ ব্যাসাৰ্ধ কমিছে। লেন্থেনয়ড সংকোচনৰ সামগ্ৰিক ফলশ্ৰুতি হিচাপে তৃতীয় d শ্ৰেণী ($5d$) আৰু দ্বিতীয় d শ্ৰেণীৰ ($4d$) মৌলসমূহৰ পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধৰ (যেনে— Zr, 160pm আৰু Hf, 159 pm) মাজত পাৰ্থক্য কম। সেইবাবে সিহঁতৰ ৰাসায়নিক আৰু ভৌতিক ধৰ্মসমূহো পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ ভিত্তিত আশা কৰাতকৈও বেছি সদৃশ।



চিত্ৰ 8.3 : সংক্ৰমণশীল মৌলৰ পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধৰ ধাৰা

লেন্থেনয়ড সংকোচনৰ লগত জড়িত প্ৰধান কাৰকটো সাধাৰণ সংক্ৰমণশীল মৌলৰ শ্ৰেণীৰ ক্ষেত্ৰত প্ৰযোজ্য কাৰকৰ লগত প্ৰায় একে; অৰ্থাৎ, একেবোৰ অৰবিটেলৰ এটা ইলেকট্ৰনে আন এটাক অসম্পূৰ্ণকৈ কৰা ছিল্ডিং (imperfect shielding)। যি নহওক, $4f$ ইলেকট্ৰনৰ পৰস্পৰৰ মাজৰ ছিল্ডিং ক্ষমতা d ইলেকট্ৰনৰ তুলনাত কম। সেয়েহে এটা শ্ৰেণীত নিউক্লীয় আধান বাঢ়িলে $4f^{n}$ অৰবিটেলৰ আকাৰ নিয়মীয়াভাৱে কমি যায়। অৰবিটেলবোৰৰ ছিল্ডিং প্ৰভাৱ নিম্নোক্ত ক্ৰমত কমে—

$$s > p > d > f$$

লেন্থেনয়ডবোৰৰ ক্ষেত্ৰত পাৰমাণৱিক ভৰ বঢ়াৰ লগে লগে পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ কমে। সেইবাবে এই মৌলবোৰৰ ঘনত্ব ক্ৰমাগতভাৱে বাঢ়ি যায়। সেইকাৰণে টাইটেনিয়ামৰ পৰা (Z = 22) কপাৰলৈ (Z = 29) ঘনত্বৰ বৃদ্ধি বিশেষভাৱে লক্ষণীয় (তালিকা 8.2)।

তালিকা 8.2 : প্ৰথম শ্ৰেণীৰ সংক্ৰমণশীল মৌলবোৰৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস আৰু অন্যান্য ধৰ্ম।

		Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
মৌল পাৰমাণৱিক ক্ৰমাংক		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস											
	M	$3d^1 4s^2$	$3d^2 4s^2$	$3d^3 4s^2$	$3d^5 4s^1$	$3d^5 4s^2$	$3d^6 4s^2$	$3d^7 4s^2$	$3d^8 4s^2$	$3d^{10} 4s^1$	$3d^{10} 4s^2$
	M^+	$3d^1 4s^1$	$3d^2 4s^1$	$3d^3 4s^1$	$3d^5$	$3d^5 4s^1$	$3d^6 4s^1$	$3d^7 4s^1$	$3d^8 4s^1$	$3d^{10}$	$3d^{10} 4s^1$
	M^{2+}	$3d^1$	$3d^2$	$3d^3$	$3d^4$	$3d^5$	$3d^6$	$3d^7$	$3d^8$	$3d^9$	$3d^{10}$
	M^{3+}	[Ar]	$3d^1$	$3d^2$	$3d^3$	$3d^4$	$3d^5$	$3d^6$	$3d^7$	–	–
পৰমাণুকৰণ এনথালপি ($\Delta_a H^\ominus$ (kJ mol^{-1})		326	473	515	397	281	416	425	430	339	126
আয়নীকৰণ এনথাল্পি, ($\Delta_i H^\ominus$ (kJ mol^{-1})											
$\Delta_i H^\ominus$	I	631	656	650	653	717	762	758	736	745	906
$\Delta_i H^\ominus$	II	1235	1309	1414	1592	1509	1561	1644	1752	1958	1734
$\Delta_i H^\ominus$	III	2393	2657	2833	2990	3260	2962	3243	3402	3556	3829
ধাতৱ/আয়নীয়	M	164	147	135	129	137	126	125	125	128	137
ব্যাসাৰ্ধ (pm)	M^{2+}	–	–	79	82	82	77	74	70	73	75
	M^{3+}	73	67	64	62	65	65	61	60	–	–
প্ৰমাণ ইলেকট্ৰ'ড বিভৱ	M^{2+}/M	–	-1.63	-1.18	-0.90	-1.18	-0.44	-0.28	-0.25	+0.34	-0.76
$E^\ominus$(v)	M^{3+}/M^{2+}	–	-0.37	-0.26	-0.41	+1.57	+0.77	+1.97	–	–	–
ঘনত্ব (g cm^{-3})		3.43	4.1	6.07	7.19	7.21	7.8	8.7	8.9	8.9	7.1

উদাহৰণ 8.2 সংক্ৰমণশীল মৌলবোৰে কিয় উচ্চ পৰমাণুকৰণ এনথালপি দেখুৱায়?

সমাধান বেছিসংখ্যক অযুগ্ম ইলেকট্ৰন থকা হেতুকে এইবোৰ মৌলৰ ক্ষেত্ৰত আন্তঃপাৰমাণৱিক আন্তঃক্ৰিয়াৰ (interatomic interaction) মাত্ৰা বেছি। সেইবাবে পৰমাণুবোৰৰ মাজতে পাৰস্পৰিক বান্ধনিৰ তীব্ৰতা বেছি আৰু ফলস্বৰূপে এই ধাতুবোৰৰ পৰমাণুকৰণ এনথালপিৰ মান বেছি হয়।

পাঠস্থ প্ৰশ্নমালা

8.2 Sc ৰপৰা (Z = 21) Znলৈ (Z = 30) এই মৌলকেইটাৰ ভিতৰত Zn ৰ পৰমাণুকৰণ এনথালপি সৰ্বনিম্ন (126 kJ mol^{-1}) কিয়?

8.3.3 আয়নীকৰণ এনথালপি (Ionization Enthalpy)

পৰমাণু ক্ৰমাংক বঢ়াৰ লগে লগে নিউক্লীয় আধান আৰু ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যা দুয়োটাই বাঢ়ে। সংক্ৰমণশীল মৌলবোৰৰ ক্ষেত্ৰত বহিৰতম ইলেকট্ৰন d অৰবিটেলত সোমায়। নিউক্লীয় আধান বৃদ্ধি হোৱা বাবে প্ৰতিটো শ্ৰেণীৰ ক্ষেত্ৰতেই আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান বাওঁফালৰপৰা সোঁফাললৈ বাঢ়ি একাদিক্ৰমে যায়। এইক্ষেত্ৰত

অৱশ্যে সামান্য বৈসাদৃশ্য পৰিলক্ষিত হয়। তালিকা 8.2ত প্ৰথম শ্ৰেণীটোৰ ($3d$) মৌলবোৰৰ আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান দিয়া হৈছে। ইয়াৰপৰা লক্ষ্য কৰিব পাৰি যে মূল বৰ্গৰ মৌলবোৰৰ ক্ষেত্ৰত হোৱাৰ দৰে এই মৌলকেইটাৰ ক্ৰমিক (successive) আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান উল্লেখনীয়ভাৱে নাবাঢ়ে। প্ৰথম আয়নীকৰণ এনথালপি সাধাৰণতে বাঢ়ে যদিও মৌলবোৰৰ দ্বিতীয় আৰু তৃতীয় আয়নীকৰণ এনথালপিৰ বৃদ্ধিৰ মান তুলনামূলকভাৱে যথেষ্ট বেছি।

$3d$ শ্ৰেণীৰ ধাতুৰ ক্ষেত্ৰত প্ৰথম আয়নীকৰণ এনথালপিৰ পৰিৱৰ্তন কিছু অনিয়মিত। এটা ইলেকট্ৰন অপসাৰিত হ'লে $4s$ আৰু $3d$ অৰবিটেলৰ আপেক্ষিক শক্তিৰ পৰিৱৰ্তন হোৱা বাবে এনে হয়। এটা ইলেকট্ৰন অপসাৰিত হোৱাৰ ফলত একক ধনাত্মক আয়ন গঠন হয়। তাত $4s$ ইলেকট্ৰন নাথাকে, $3d$ ইলেকট্ৰনহে থাকে। এনেদৰে আয়নীকৰণৰ সৈতে পুনৰসংস্থাপন শক্তি (reorganization energy) জৰিত হৈ থাকে। আকৌ s অৰবিটেলৰপৰা d অৰবিটেললৈ ইলেকট্ৰন স্থানান্তৰিত হোৱা বাবে d অৰবিটেলত ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যা বাঢ়ে। ফলত বিনিময় শক্তিও (exchange energy) বাঢ়ে। কাৰ্যকৰী নিউক্লীয় আধান বাঢ়িলে সাধাৰণতে আয়নীকৰণ শক্তি বাঢ়িব বুলি সাধাৰণভাৱে আশা কৰিব পাৰি। কিন্তু Crৰ বাবে এই মান কম হয়। ইয়াৰ কাৰণ হ'ল Crৰপৰা Cr^+ গঠিত হ'লে d ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যাৰ তাৰতম্য নহয়। Znৰ প্ৰথম আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান বেছি; কিয়নো এই মৌলটোৰ ক্ষেত্ৰত মাথোন সম্পূৰ্ণৰূপে পৰিপূৰ্ণ $4s$ ইলেকট্ৰনৰহে অপসাৰণ ঘটে; Zn^+ আয়নৰ d অৰবিটেলত s ইলেকট্ৰন সোমোৱাৰ কোনো উপায় নাথাকে।

এই ধাতুবোৰৰ নিম্নতম সাধাৰণ জাৰণ অৱস্থা হ'ল +2। এনে ধাতুৰ গেছীয় পৰমাণু Mৰপৰা M^{2+} প্ৰস্তুত হওঁতে পৰমাণুকৰণ শক্তিৰ উপৰি প্ৰথম আৰু দ্বিতীয় আয়নীকৰণ এনথালপিৰ যোগফলৰ সমান শক্তিৰ প্ৰয়োজন হয়। ইয়াৰে দ্বিতীয় আয়নীকৰণ এনথালপিৰ প্ৰভাৱ সৰ্বাধিক। দ্বিতীয় আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান Cr আৰু Cuৰ ক্ষেত্ৰত অস্বাভাৱিকভাৱে বেছি; কিয়নো এই ধাতু দুটাৰ ক্ষেত্ৰত M^+ আয়নৰ ক্ৰমে d^5 আৰু d^{10} বিন্যাস দুটাৰ বিভংগন হয়। ইয়াৰ বাবে যথেষ্ট বিনিময় শক্তি খৰছ হয়। আনহাতে Znৰ ক্ষেত্ৰত দুটা ইলেকট্ৰনৰ স্থানান্তৰ হ'লে ই সুস্থিৰ d^{10} বিন্যাস লাভ কৰে। সেইবাবে ইয়াৰ দ্বিতীয় আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান নিম্ন। তৃতীয় আয়নীকৰণ এনথালপিৰ ক্ষেত্ৰত $4s$ অৰবিটেলৰ প্ৰভাৱ নাথাকে। পৰমাণু ক্ৰমাংক বৃদ্ধিৰ লগে লগে এই এনথালপিৰ মান বাঢ়ে যদিও d^5 (Mn^{2+}) আৰু d^{10} বিন্যাসৰ (Zn^{2+}) আয়নৰ ক্ষেত্ৰত ইয়াৰ মান যথেষ্ট বেছি। তৃতীয় আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান সাধাৰণতে বেছি; Mn^{2+} আৰু Fe^{2+} আয়নৰ ক্ষেত্ৰত এই মানৰ যথেষ্ট পাৰ্থক্য দেখা যায়। ইয়াৰ কাৰণ এই যে d^6 (Fe^{2+}) বিন্যাসৰপৰা d^5 (Fe^{3+}) বিন্যাসপ্ৰাপ্তি সহজ; কিন্তু d^5 (Mn^{2+}) বিন্যাসৰপৰা d^4 (Mn^{3+}) হোৱাটো জটিল। কপাৰ, নিকেল আৰু জিংকৰ তৃতীয় আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান যথেষ্ট বেছি; সেইবাবে এই ধাতুকেইটাৰ ক্ষেত্ৰত দুইতকৈ অধিক জাৰণ অৱস্থা সচৰাচৰ দেখা নাযায়।

আয়নীকৰণ এনথালপিয়ে জাৰণ অৱস্থাৰ আপেক্ষিক সুস্থিৰতা সম্পৰ্কে আমাক কিছু ধাৰণা দিয়ে যদিও পৰিঘটনাটো আচলতে অতি জটিল; ইয়াৰ সৰলীকৰণ বৰ সহজ নহয়।

8.3.4 জাৰণ অৱস্থা (Oxidation States)

এটা সংক্ৰমণশীল মৌলই ইয়াৰ বিভিন্ন যৌগত বিভিন্ন জাৰণ অৱস্থা দেখুৱাব পাৰে। এই ধৰ্মটো সংক্ৰমণশীল মৌলৰ উল্লেখযোগ্য বৈশিষ্ট্য। তালিকা 8.3ত প্ৰথম শ্ৰেণীৰ (3*d*) মৌলবোৰৰ সাধাৰণতে লক্ষ্য কৰা জাৰণ অৱস্থাবোৰ দিয়া হৈছে।

তালিকা 8.3 : প্ৰথম শ্ৰেণীৰ সংক্ৰমণশীল মৌলৰ জাৰণ অৱস্থা (সচৰাচৰ পোৱা জাৰণ অৱস্থাবোৰ গাঢ় কৰি দেখুওৱা হৈছে)

Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
	+2	+2	+2	**+2**	**+2**	**+2**	**+2**	+1	**+2**
+3	+3	+3	**+3**	+3	**+3**	**+3**	+3	**+2**	
	+4	+4	+4	+4	+4	+4	+4		
		+5	+5	+5					
			+6	+6	+6				
				+7					

আটাইতকৈ বেছিসংখ্যক জাৰণ অৱস্থা দেখুওৱা মৌলকেইটা শ্ৰেণীটোৰ মাজভাগত অৱস্থিত। উদাহৰণ স্বৰূপে, মেংগানিজে +2 ৰপৰা +7লৈ আটাইবোৰ জাৰণ অৱস্থা দেখুৱায়। কমসংখ্যক জাৰণ অৱস্থা দেখুওৱা মৌলবোৰ শ্ৰেণীটোৰ দুয়োমূৰে থাকে। হেৰুৱাবলৈ বা ভাগ-বতৰা কৰিবলৈ অতি কম (Sc, Ti) অথবা অতি বেছি সংখ্যক (Cu, Zn) *d* ইলেকট্ৰন থকা বাবে এনে হয়। সেয়ে শ্ৰেণীটোৰ প্ৰথম মৌল স্কেণ্ডিয়ামৰ +2 জাৰণ সংখ্যা প্ৰায় জনা নাযায়; আনহাতে Ti(III) বা Ti(II)তকৈ টাইটেনিয়াম (IV) অধিক সুস্থিৰ হিচাপে জনা যায়। শ্ৰেণীটোৰ আনটো মূৰত থকা জিংকৰ একমাত্ৰ জাৰণ অৱস্থা হ'ল +2 (*d* ইলেকট্ৰন জড়িত নহয়)। পৰিমিত সুস্থিৰতাৰ সৰ্বোচ্চ জাৰণ অৱস্থাৰ মান মেংগানিজ পৰ্যন্ত *s* আৰু *d* ইলেকট্ৰনৰ যোগফলৰ সমান ($Ti^{IV}O_2$, $V^{V}O_2^{+}$, $Cr^{VI}O_4^{2}$, $Mn^{VII}O_4$); কিন্তু তাৰ পিছতেই উচ্চ জাৰণ অৱস্থাৰ সুস্থিৰতা হঠাতে কমে। ফলস্বৰূপে $Fe^{II,III}$, $Co^{II,III}$, Ni^{II}, $Cu^{I,II}$, Zn^{II} ৰ লেখীয়া আয়ন প্ৰস্তুত হয়।

জাৰণ অৱস্থাৰ বিভিন্নতা সংক্ৰমণশীল মৌলৰ এক বৈশিষ্ট্য। *d* অৰবিটেল অসম্পূৰ্ণ হৈ থকা বাবে একেটা মৌলৰ বিভিন্ন জাৰণ অৱস্থা সম্ভৱ হয়। একেটা কাৰণতে বিভিন্ন জাৰণ অৱস্থাবোৰৰ মাজৰ পাৰ্থক্য একক হয় (যেনে—V^{II}, V^{III}, V^{IV}, V^{V})। সংক্ৰমণশীল মৌলৰ বাহিৰে আন মৌলৰ জাৰণ অৱস্থা সাধাৰণতে দুই-দুইকৈ সলনি হয় (যেনে— P^{III}, P^{V}, Pb^{II}, Pb^{IV})। আন মৌলৰ সৈতে সংক্ৰমণশীল মৌলৰ এয়াও এক পাৰ্থক্য।

বৰ্গ 4 ৰপৰা বৰ্গ 10লৈকে *d* গোষ্ঠীৰ মৌলৰ জাৰণ অৱস্থাৰ পৰিৱৰ্তনৰ এক আকৰ্ষণীয় দিশ দেখা যায়। নিষ্ক্ৰিয় যুগ্ম প্ৰভাৱৰ বাবে *p*- গোষ্ঠীৰ গধুৰ মৌলবোৰে প্ৰধানকৈ নিম্ন জাৰণ অৱস্থা দেখুৱায়; কিন্তু *d*- গোষ্ঠীৰ মৌলৰ ক্ষেত্ৰত ওলোটাটোহে সত্য। উদাহৰণ স্বৰূপে, বৰ্গ 6 ত Cr(VI) ৰ তুলনাত Mo(VI) আৰু W(VI) অধিক সুস্থিৰ। সেইবাবে এছিডীয় মাধ্যমত ডাইক্ৰ'মেট হিচাপে থকা Cr(VI) এটা তীব্ৰ জাৰক।

আনহাতে MoO_3 আৰু WO_3ৰ এনে ধৰ্ম নাই।

জটিল যৌগত এটা লিগাণ্ডৰ σ বান্ধনিৰ উপৰি π গ্ৰহণকাৰী ক্ষমতা (π-acceptor) থাকিলে ধাতুৰ জাৰণ অৱস্থা কম দেখা যায়। উদাহৰণ স্বৰূপে, $Ni(CO)_4$ আৰু $Fe(CO)_5$ আদি যৌগত Ni আৰু Fe ধাতুৰ জাৰণ অৱস্থা শূন্য।

উদাহৰণ 8.3 এটা সংক্ৰমণশীল মৌলৰ নাম কোৱা যিয়ে পৰিৱৰ্তনশীল জাৰণ অৱস্থা নেদেখুৱায়।

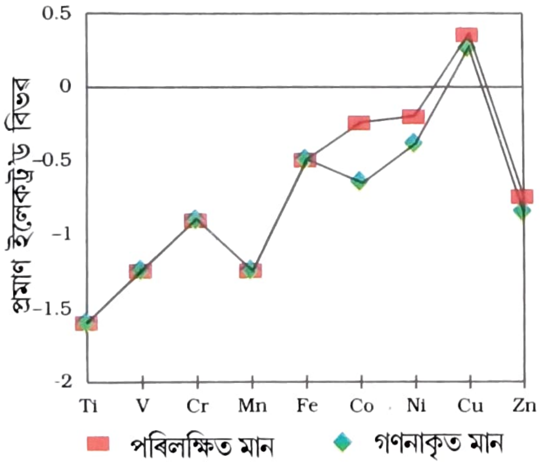
সমাধান স্কেণ্ডিয়ামে (Sc, $Z = 21$) পৰিৱৰ্তনশীল জাৰণ অৱস্থা নেদেখুৱায়।

পাঠস্থ প্ৰশ্নমালা

8.3 3*d* শ্ৰেণীৰ কোনটো ধাতুৱে সবাতোকৈ বেছি সংখ্যক জাৰণ অৱস্থা দেখুৱায় আৰু কিয় দেখুৱায়?

8.3.5 M^{2+}/M ৰ প্ৰমাণ ইলেকট্ৰ'ড বিভৱৰ ধাৰাবাহিকতা (Trends in the M^{2+}/M Standard Electrode Potentials)

ধাতুৰ পৰমাণু (M) দ্ৰৱত M^{2+}লৈ ৰূপান্তৰ হওঁতে ইয়াৰ সৈতে জড়িত তাপ-ৰাসায়নিক তথ্যসমূহ আৰু প্ৰমাণ ইলেকট্ৰ'ড বিভৱৰ ($E^{\ominus}$) মান তালিকা 8.4 ত দিয়া হৈছে। $E^{\ominus}$ ৰ পৰীক্ষালব্ধ মান আৰু তালিকা 8.4 ৰ তথ্যৰে গণনা কৰি পোৱা মান চিত্ৰ 8.4ত তুলনা কৰা হৈছে।



চিত্ৰ 8.4 ঃ প্ৰমাণ ইলেকট্ৰ'ড বিভৱৰ পৰিলক্ষিত আৰু গণনাকৃত মান Ti ৰপৰা Zn লৈ ($M^{2+} \rightarrow M^0$)

শ্ৰেণীটোত অকল Cu ৰ প্ৰমাণ ইলেকট্ৰ'ড বিভৱৰ ($E^{\ominus}$) মান ধনাত্মক; সেইবাবে ই এছিডৰ লগত বিক্ৰিয়া কৰি H_2 নিৰ্গত নকৰে। জাৰক এছিডৰ (যেনে, HNO_3 আৰু উত্তপ্ত গাঢ় H_2SO_4) লগত ইয়াৰ বিক্ৰিয়া হয়; তেনেক্ষেত্ৰত এছিডটো বিজাৰিত হয়। Cu(s)ৰপৰা Cu^{2+}(aq)লৈ ৰূপান্তৰ হ'বলৈ প্ৰয়োজন হোৱা উচ্চ মানৰ শক্তি জলযোজন এনথালপিৰপৰা (hydration enthalpy) পোৱা নাযায়। শ্ৰেণীটোত বাওঁফালৰপৰা

সোঁফাললৈ প্ৰমাণ ইলেকট্ৰ'ড বিভৱৰ ঋণাত্মক মান সাধাৰণতে কমে (ব্যতিক্ৰম আছে)। এই মান প্ৰথম আৰু দ্বিতীয় আয়নীকৰণ এনথালপিৰ যোগফলৰ লগত জড়িত। দেখা যায় যে Mn, Ni আৰু Znৰ প্ৰমাণ ইলেকট্ৰ'ড বিভৱৰ মান উপৰিউক্ত ধাৰাৰ তুলনাত অধিকভাৱে ঋণাত্মক।

উদাহৰণ 8.4

Cr^{2+} আৰু Mn^{3+}ৰ উভয়ৰে d^4 ইলেক্ট্ৰনীয় বিন্যাস থকা সত্বেও Cr^{2+} এ বিজাৰক আৰু Mn^{3+}এ জাৰকৰ ধৰ্ম কিয় দেখুৱায়?

সমাধান

Cr^{2+} হ'ল বিজাৰক; কিয়নো ইয়াৰ d^4 বিন্যাস যেতিয়া d^3 লৈ সলনি হয় পিছৰটোৰে t_{2g} স্তৰক অৰ্ধপূৰ্ণ কৰি তোলে (দ্বাদশ শ্ৰেণী, অধ্যায় 9)। আনহাতে Mn^{3+} ৰ পৰা Mn^{2+} লৈ পৰিৱৰ্তনত অধিক সুস্থিৰ d^5 বিন্যাস পোৱা যায়।

পাঠস্থ প্ৰশ্নমালা

8.4 কপাৰৰ $E^{\theta}_{(M^{2+}/M)}$ মান ধনাত্মক (+0.34V)। ইয়াৰ সম্ভাব্য কাৰণ কি হ'ব পাৰে? (আভাস ঃ ইয়াৰ $\Delta_a H^{\theta}$ ৰ উচ্চ আৰু $\Delta_{hyd} H^{\theta}$ ৰ নিম্ন মানৰ কথা বিবেচনা কৰা)

তালিকা 8.4 : প্ৰথম শ্ৰেণীৰ সংক্ৰমণশীল মৌলৰ তাপৰাসায়নিক তথ্য (kJ mol^{-1}) আৰু প্ৰমাণ ইলেকট্ৰ'ড বিভৱ ($M^{II} \rightarrow M$ বিজাৰণৰ বাবে)।

মৌল (M)	$\Delta_a H^{\ominus}$ (M)	$\Delta_i H_1^{\ominus}$	$\Delta_i H_2^{\ominus}$	$\Delta_{hyd} H^{\ominus}(M^{2+})$	$E^{\ominus}$(V)
Ti	469	661	1310	-1866	-1.63
V	515	648	1370	-1895	-1.18
Cr	398	653	1590	-1925	-0.90
Mn	279	716	1510	-1862	-1.18
Fe	418	762	1560	-1998	-0.44
Co	427	757	1640	-2079	-0.28
Ni	431	736	1750	-2121	-0.25
Cu	339	745	1960	-2121	0.34
Zn	130	908	1730	-2059	-0.76

Mn^{2+} ত d অৰবিটেল অৰ্ধপূৰ্ণ (d^5) আৰু Zn^{2+} ত সম্পূৰ্ণ (d^{10}) হৈ আছে। এই বিন্যাস অধিক সুস্থিৰ হোৱা হেতুকে ইহঁতৰ E^{θ}ৰ মানত ব্যতিক্ৰম দেখা গৈছে। আকৌ শ্ৰেণীটোত Ni ৰ $\Delta_{hyd} H^{\theta}$ ৰ মান সৰ্বোচ্চ ঋণাত্মক; এই মান ইয়াৰ E^{θ}ৰ লগত জড়িত।

8.3.6 M^{3+}/M^{2+} প্ৰমাণ ইলেকট্ৰ'ড বিভৱৰ ধাৰা (Trends in the M^{3+}/M^{2+} Standard Electrode Potentials)

তালিকা 8.2ত M^{3+}/M^{2+} প্ৰমাণ ইলেকট্ৰ'ড বিভৱৰ ($E^{\ominus}$) মান দিয়া হৈছে। তালিকাৰপৰা স্পষ্ট যে শ্ৰেণীটোত এই বিভৱৰ পৰিৱৰ্তন অনিয়মিত। Scৰ এই বিভৱৰ মান কম; ই Sc^{3+}ৰ সুস্থিৰতা নিৰ্দেশ কৰিছে। Sc^{3+} আয়নৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস সম্ভ্ৰান্ত গেছৰ দৰে হোৱা বাবে ই অতি সুস্থিৰ। Zn^{2+} ৰ d^{10} বিন্যাসৰ বিশেষ সুস্থিৰতাৰ ফলস্বৰূপে ইয়াৰ এই বিভৱৰ মান সৰ্বোচ্চ। Mn^{2+} ৰ d^5 বিন্যাসো সুস্থিৰ বাবে ইয়াৰ $E^{\ominus}(Mn^{3+}/Mn^{2+})$ মানো তুলনামূলকভাৱে অধিক। আনহাতে Fe ৰ এই বিভৱৰ মান তুলনামূলকভাৱে কম; অৰ্থাৎ Fe^{3+} (d^5) যথেষ্ট সুস্থিৰ।

8.3.7 উচ্চ জাৰণ অৱস্থাৰ সুস্থিৰতাৰ ধাৰা (Trends in the Stability of Higher Oxidation States)

$3d$ শ্ৰেণীৰ সংক্ৰমণশীল মৌলবোৰৰ সুস্থিৰ হেলাইডবোৰ তালিকা 8.5ত উল্লেখ কৰা হৈছে। TiX_4 (টেট্ৰাহেলাইড), VF_5 আৰু CrF_6ত মৌলকেইটাৰ সৰ্বোচ্চ জাৰণ সংখ্যা পৰিলক্ষিত হৈছে। Mnৰ +7 জাৰণ অৱস্থাটো সৰল হেলাইডৰ ক্ষেত্ৰত পোৱা নাযায়; কিন্তু MnO_3Fত পোৱা যায়। শ্ৰেণীটোত Mnৰ পিছত আন ধাতুৰ ট্ৰাইহেলাইড (FeX_3 আৰু CoF_3ৰ বাহিৰে) পোৱা নাযায়। ফ্লুৰিনে সৰ্বোচ্চ জাৰণ অৱস্থাক সুস্থিৰতা প্ৰদান কৰাৰ কাৰণ CoF_3ৰ লেটিছ শক্তি বেছি। VF_5 আৰু CrF_6ৰ দৰে অধিক সহযোজী ধৰ্মবিশিষ্ট যৌগৰ ক্ষেত্ৰত M – F বান্ধনি এনথালপি বেছি।

হেলাইডবোৰৰ ক্ষেত্ৰত অকল ফ্লুৰিনৰ সৈতেহে ভেনেডিয়ামে +5 (V^{V}) জাৰণ অৱস্থাযুক্ত VF_5 যৌগ গঠন কৰে। আন হেলাইডবোৰ জলযোজিত হয় বাবে সেইবোৰক পৃথকভাৱে পোৱা নাযায়; কিয়নো জলযোজনৰ ফলত অক্স'হেলাইড, VOX_3হে উৎপন্ন হয়। ধাতুৰ নিম্ন জাৰণ অৱস্থাত ফ্লুৰাইডসমূহ দুঃস্থিত। উদাহৰণ স্বৰূপে, VX_2 (X = Cl, Br বা I) গঠন হয়; কিন্তু VF_5 দুঃস্থিত। একেদৰে CuX (Cu^{I}) সুস্থিৰ নহয়। আনহাতে, Cu^{II}ৰ সকলোবোৰ হেলাইড পোৱা যায় যদিও CuI_2 জনা নাযায়। এই ক্ষেত্ৰত, Cu^{2+}এ আয়ডাইড আয়নক I_2লৈ জাৰিত কৰে —

$$2Cu^{2+} + 4I^- \rightarrow Cu_2I_2(s) + I_2$$

বহুতো Cu(I) যৌগ জলীয় দ্ৰৱত দুঃস্থিত আৰু সেইবোৰে বিক্ৰিয়াত তলত দিয়াধৰণে ভাগ লয়—

$$2Cu^+ \rightarrow Cu^{2+} + Cu$$

এই বিক্ৰিয়াক অসমঞ্জস বিক্ৰিয়া বোলা হয়। কিয়নো ইয়াত Cu^+ জাৰিতও হয়, বিজাৰিতও হয়।

Cu^+ ৰ তুলনাত Cu^{2+} ৰ $\Delta_{hyd}H^{\ominus}$ মান বেছি ঋণাত্মক। সেইবাবে জলীয় Cu^+ তকৈ জলীয় Cu^{2+} অধিক সুস্থিৰ। এই জলযোজন শক্তি Cuৰ দ্বিতীয় আয়নীকৰণ এনথালপিৰ পৰিপূৰক।

তালিকা 8.5 : 3*d* ধাতুৰ হেলাইডসমূহৰ সংকেত

জাৰণ সংখ্যা									
+ 6			CrF_6						
+ 5		VF_5	CrF_5						
+ 4	TiX_4	VX^I_4	CrX_4	MnF_4					
+ 3	TiX_3	VX_3	CrX_3	MnF_3	FeX^I_3	CoF_3			
+ 2	TiX_2^{III}	VX_2	CrX_2	MnX_2	FeX_2	CoX_2	NiX_2	CuX_2^{II}	ZnX_2
+ 1								CuX^{III}	

আভাস : $X = F \rightarrow I$; $X^I = F \rightarrow Br$; $X^{II} = F, Cl$; $X^{III} = Cl \rightarrow I$

অক্সিজেনেও মৌলকেইটাৰ উচ্চ জাৰণ অৱস্থা সুস্থিৰ কৰিব পাৰে। এই ক্ষেত্ৰত অক্সিজেনৰ এনে সুস্থিৰ কৰিব পৰা ক্ষমতা ধাতৱ অক্সাইডবোৰত দেখা যায়। অক্সাইডত ধাতুৰ সৰ্বোচ্চ জাৰণ অৱস্থা বৰ্গ নিৰ্দেশ কৰা ক্ৰমিক সংখ্যাৰ লগত মিলে (তালিকা 8.6)। Sc_2O_3ৰপৰা Mn_2O_7লৈ এনে হোৱা দেখা যায়। শ্ৰেণীটোত পৰমাণু ক্ৰমাংক বঢ়াৰ লগে লগে ধাতুকেইটাৰ জাৰণ অৱস্থাৰ বৃদ্ধি ঘটি বৰ্গ 7ত (Mn) সৰ্বোচ্চ হয়। বৰ্গ 7ৰ পিছতেই (বৰ্গ 8) Fe ৰ সৰ্বোচ্চ জাৰণ অৱস্থা (+3) Fe_2O_3 ত দেখা যায়। Feৰ ইয়াতকৈ বেছি জাৰণ অৱস্থা সাধাৰণতে দেখা নাযায়। যদিও খাৰীয় মাধ্যমত ফেৰেট (VI) $[(FeO_4)^{2-}]$ উৎপন্ন হয়, ই ততালিকে Fe_2O_3 আৰু O_2লৈ অপঘটিত হয়। অক্সাইডৰ উপৰিও অক্স কৈটায়নবোৰে V^V ক VO_2^+ ৰূপত, V^{IV} ক VO^{2+} ৰূপত আৰু Ti^{IV}ক TiO^{2+} ৰূপত সুস্থিৰ কৰে। এই উচ্চ জাৰণ অৱস্থাবোৰৰ সুস্থিৰকৰণত ফ্লুৰিনতকৈ অক্সিজেনৰ ক্ষমতা বেছি। সেয়েহে Mn ৰ সৰ্বোচ্চ জাৰণ অৱস্থাৰ ফ্লুৰাইড হ'ল MnF_4; কিন্তু সৰ্বোচ্চ জাৰণ অৱস্থাযুক্ত অক্সাইড হ'ল Mn_2O_7। অক্সিজেনে ধাতুৰ লগত বহুবান্ধনি গঠন কৰিব পাৰে বাবে এয়া সম্ভৱ হৈছে। সহযোজী অক্সাইড Mn_2O_7ত প্ৰতিটো Mn পৰমাণু চাৰিটা O-পৰমাণুৰদ্বাৰা চতুৰ্ফলকীয়ভাৱে পৰিবেষ্টিত হৈ থাকে। O-পৰমাণুৱে এই যৌগত Mn- O-Mn সেতু প্ৰস্তুত কৰে। V^V, Cr^{VI}, Mn^V আৰু Mn^{VII} ৰ ক্ষেত্ৰত চতুৰ্ফলকীয় $[MO_4]^{n-}$ আয়ন পোৱা যায়।

তালিকা 8.6 : 3*d* ধাতুৰ অক্সাইডসমূহ

জাৰণ সংখ্যা	বৰ্গ 3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
+ 7					Mn_2O_7					
+ 6				CrO_3						
+ 5			V_2O_5							
+ 4		TiO_2	V_2O_4	CrO_2	MnO_2					
+ 3	Sc_2O_3	Ti_2O_3	V_2O_3	Cr_2O_3	Mn_2O_3	Fe_2O_3				
					$Mn_3O_4^*$	$Fe_3O_4^*$	$Co_3O_4^*$			
+ 2		TiO	VO	(CrO)	MnO	FeO	CoO	NiO	CuO	ZnO
+ 1									Cu_2O	

* *মিশ্ৰিত অক্সাইড*

উদাহৰণ 8.5 VO^{2+} < $Cr_2O_7^{2-}$ < MnO_4^- শ্ৰেণীটোত বাওঁফালৰপৰা সোঁফাললৈ জাৰণ ক্ষমতা ক্ৰমান্বয়ে বাঢ়ি গৈছে। ইয়াক কেনেদৰে ব্যাখ্যা কৰিবা?

সমাধান এইবোৰে বিজাৰিত হৈ উৎপন্ন কৰা গোটকেইটাৰ ক্ৰমবৰ্ধমান সুস্থিৰতাৰ বাবেই জাৰণ ক্ষমতাৰ প্ৰদত্ত শ্ৰেণীটো পোৱা যায়।

পাঠস্থ প্ৰশ্নমালা

8.5 প্ৰথম শ্ৰেণীৰ সংক্ৰমণশীল মৌলকেইটাৰ আয়নীকৰণ এনথালপিৰ (প্ৰথম আৰু দ্বিতীয়) অনিয়মীয়া পৰিৱৰ্তন কেনেদৰে ব্যাখ্যা কৰিবা?

8.3.8 ৰাসায়নিক সক্ৰিয়তা আৰু $E^\ominus$ মান (Chemical Reactivity and $E^\ominus$ Values)

সংক্ৰমণশীল ধাতুসমূহৰ ৰাসায়নিক সক্ৰিয়তাৰ যথেষ্ট তাৰতম্য দেখা যায়। এইবোৰৰ বেছিভাগেই অতি বেছি বিদ্যুৎধনাত্মক। এইবোৰ খনিজ এছিডত দ্ৰৱীভূত হয়। আনহাতে কমসংখ্যক ধাতু 'সম্ভ্ৰান্ত'; অৰ্থাৎ সাধাৰণ এছিডে এইকেইটাৰ ওপৰত কোনো প্ৰভাৱ পেলাব নোৱাৰে।

প্ৰথম শ্ৰেণীৰ সংক্ৰমণশীল ধাতুবোৰৰ ভিতৰত কপাৰৰ বাহিৰে আন আটাইকেইটাই আপেক্ষিকভাৱে অধিক সক্ৰিয়। এইবোৰ ধাতু 1 M H^+ ৰদ্বাৰা জাৰিত হয়; কিন্তু এই ধাতুবোৰৰ হাইড্ৰ'জেন আয়নৰ দৰে জাৰকৰ লগত সংঘটিত হোৱা বিক্ৰিয়াৰ গতিবেগ অতি কম হ'ব পাৰে। উদাহৰণ স্বৰূপে, টাইটেনিয়াম আৰু ভেনাডিয়ামে দৰাচলতে সাধাৰণ উষ্ণতাত লঘু অজাৰক (non-oxidising) এছিডৰ প্ৰতি নিষ্ক্ৰিয়তা দেখুৱায়। M^{2+}/Mৰ প্ৰমাণ বিজাৰণ বিভৱৰ ($E^\ominus$) মান (তালিকা 8.2) যিমানেই বাঢ়ে M^{2+} আয়ন গঠিত হোৱাৰ প্ৰৱণতা সিমানেই কমে। শ্ৰেণীটোত বাওফালৰপৰা সোফাললৈ $E^\ominus$ৰ ঋণাত্মক মান কমে। $E^\ominus$ৰ মানৰ এই ধাৰা প্ৰথম আৰু দ্বিতীয় আয়নীকৰণ এনথালপিৰ যোগফলৰ লগত জড়িত। মন কৰিবা, Mn, Ni আৰু Znৰ $E^\ominus$ মানবোৰ উল্লিখিত সাধাৰণ ধাৰাৰ ভিত্তিত আশা কৰাতকৈ অধিক ঋণাত্মক। অৰ্ধপূৰ্ণ d অৰবিটেল (d^5) আৰু সম্পূৰ্ণৰূপে পৰিপূৰ্ণ d অৰবিটেলৰ (d^{10}) সুস্থিৰতাৰ বাবে ক্ৰমে মেংগানিজ আৰু জিংকৰ $E^\ominus$ মান পৰিৱৰ্তিত হয়। আনফালে নিকেলৰ জলযোজন এনথালপি সৰ্বোচ্চ ঋণাত্মক হোৱা বাবে ইয়াৰ $E^\ominus$ মানৰ পৰিৱৰ্তন ঘটে।

M^{3+}/M^{2+} (তালিকা 8.2) ৰেডক্স যুগ্মৰ $E^\ominus$ মানবোৰ চালি-জাৰি চালে ওলাই পৰে যে Mn^{3+} আৰু Co^{3+} আয়ন দুটা জলীয় দ্ৰৱত সবাতোকৈ তীব্ৰ জাৰক। Ti^{2+}, V^{2+} আৰু Cr^{2+} হ'ল আটাইতকৈ তীব্ৰ বিজাৰক; এইবোৰে লঘু এছিডৰপৰা হাইড্ৰ'জেন গেছ নিৰ্গত কৰে; যেনে—

$$2Cr^{2+}(aq) + 2H^+(aq) \longrightarrow 2Cr^{3+}(aq) + H_2(g)$$

উদাহৰণ 8.6 প্ৰথম শ্ৰেণীৰ সংক্ৰমণশীল মৌলৰ E^0 মানবোৰ হ'ল–

E^0	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
$(M^{2+}/M)V$	-1.18	-0.91	-118	-0.44	-0.28	-0.25	+0.34

ওপৰত দিয়া মানবোৰৰ অনিয়মিত পৰিবৰ্তনৰ কাৰণ ব্যাখ্যা কৰা।

সমাধান E^0 ৰ (M^{2+}/M) অনিয়মিত পৰিৱৰ্তনৰ কাৰণ দুটা— (i) আয়নীকৰণ এনথালপিৰ $(\Delta_i H_1 + \Delta_i H_2)$ অনিয়মিত পৰিৱৰ্তন আৰু (ii) উৰ্ধপাতন এনথালপি। মেংগানিজ আৰু ভেনাডিয়ামৰ বাবে ইয়াৰ মান তুলনামূলকভাৱে কম।

উদাহৰণ 8.7 Mn^{3+}/Mn^{2+} যুগ্মৰ E^0 মান Cr^{3+}/Cr^{2+} অথবা Fe^{3+}/Fe^{2+} ৰ তুলনাত বহুত বেছি ধনাত্মক। ব্যাখ্যা কৰা।

সমাধান Mn^{2+} ৰপৰা Mn^{3+} সৃষ্টি হ'ব লাগিলে সুস্থিৰ d^5 বিন্যাস d^4লৈ পৰিৱৰ্তিত হ'ব লাগিব। সেইবাবে Mn ৰ তৃতীয় আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান অতি বেছি। Mnৰ বাবে +3 জাৰণ অৱস্থা বেছি গুৰুত্বপূৰ্ণ নহয়।

পাঠস্থ প্ৰশ্নমালা

8.6 ধাতু এটাৰ সৰ্বোচ্চ জাৰণ অৱস্থা কিয় ইয়াৰ অক্সাইড আৰু ফ্লুৰাইডতহে দেখা যায়?

8.7 Cr^{2+} আৰু Fe^{2+}ৰ মাজত কোনটো তীব্ৰ বিজাৰক আৰু কিয়?

8.3.9 চুম্বকীয় ধৰ্ম (Magnetic properties)

কোনো পদাৰ্থৰ ওপৰত চুম্বক ক্ষেত্ৰ প্ৰয়োগ কৰিলে দুই ধৰণৰ চুম্বকীয় আচৰণ দেখা যায় – অপচুম্বকত্ব আৰু অনুচুম্বকত্ব (অধ্যায় 1)। প্ৰয়োগ কৰা চুম্বক ক্ষেত্ৰৰদ্বাৰা অপচুম্বকীয় পদাৰ্থ বিকৰ্ষিত হয়; আনহাতে অনুচুম্বকীয় পদাৰ্থ আকৰ্ষিত হয়। চুম্বকৰদ্বাৰা যিবোৰ পদাৰ্থ প্ৰৱলভাৱে আকৰ্ষিত হয় সেইবোৰক লৌহচুম্বক (ferromagnetic) পদাৰ্থ বোলা হয়। প্ৰকৃতাৰ্থত লৌহচুম্বকত্ব অনুচুম্বকত্বৰেই এক চৰম ৰূপ। সংক্ৰমণশীল মৌলবোৰে গঠন কৰা জটিল যৌগবোৰৰ ভিতৰত ভালেমান যৌগ অনুচুম্বকীয়।

অযুগ্ম ইলেকট্ৰনৰ উপস্থিতিৰ বাবে অনুচুম্বকত্ব পদাৰ্থই লাভ কৰে। এনে প্ৰতিটো ইলেকট্ৰনৰে *স্পিন কৌণিক ভৰবেগ* (spin angular momentum) আৰু *অৰবিটেল কৌণিক ভৰবেগৰ* লগত *চুম্বকীয় ভ্ৰামক* (magnetism moment) জড়িত থাকে। প্ৰথম শ্ৰেণীৰ সংক্ৰমণশীল মৌলবোৰৰ যৌগৰ বাবে অৰবিটেল কৌণিক ভৰবেগৰ অৱদান অতি কম আৰু তাৎপৰ্য্যহীন। গতিকে এইবোৰৰ ক্ষেত্ৰত চুম্বকীয় ভ্ৰামক (magnetic moment) মাথোন অযুগ্ম ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰশীল আৰু ইয়াৰ মান নিম্নোক্ত *স্পিন মাত্ৰ* সূত্ৰৰদ্বাৰা (spin only formula) গণনা কৰিব পাৰি —

$$\mu = \sqrt{n(n+2)} = 5.92 \text{ BM}$$

ইয়াত n হ'ল অযুগ্ম ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যা, আৰু μ হৈছে ব'ৰ মেগনেটন (Bohr magneton, BM) এককত চুম্বকীয় ভ্ৰামক। এটা অযুগ্ম ইলেকট্ৰন থাকিলে এই সূত্ৰৰপৰা গণনা কৰি পোৱা চুম্বকীয় ভ্ৰামকৰ মান 1.73 BM হ'ব।

অযুগ্ম ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যা বাঢ়িলে চুম্বকীয় ভ্ৰামকৰ মানো বাঢ়ে। সেয়ে চুম্বকীয় ভ্ৰামকৰ পৰীক্ষালব্ধ মানে কোনো অণু, পৰমাণু অথবা আয়নত থকা অযুগ্ম ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যাৰ ধাৰণা দিয়ে। পৰীক্ষালব্ধ চুম্বকীয় ভ্ৰামক আৰু 'স্পিন মাত্ৰ সূত্ৰ' ব্যৱহাৰ কৰি গণনা কৰা চুম্বকীয় ভ্ৰামকৰ কিছুমান মান তালিকা 8.7 ত দিয়া হৈছে। পৰীক্ষামূলক তথ্যবোৰ প্ৰধানতঃ দ্ৰৱীভূত বা গোটা অৱস্থাৰ জলযোজিত আয়নৰ ক্ষেত্ৰতহে প্ৰযোজ্য।

তালিকা 8.7 : গণনাকৃত আৰু পৰীক্ষালধ্ব চুম্বকীয় ভ্ৰামক (BM)

আয়ন	বিন্যাস	অযুগ্ম ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যা	চুম্বকীয় ভ্ৰামকৰ মান	
			গণনা কৰি পোৱা	পৰীক্ষালব্ধ
Sc^{3+}	$3d^0$	0	0	0
Ti^{3+}	$3d^1$	1	1.73	1.75
Tl^{2+}	$3d^2$	2	2.84	2.76
V^{2+}	$3d^3$	3	3.87	3.86
Cr^{2+}	$3d^4$	4	4.90	4.80
Mn^{2+}	$3d^5$	5	5.92	5.96
Fe^{2+}	$3d^6$	4	4.90	5.3 – 5.5
Co^{2+}	$3d^7$	3	3.87	4.4 – 5.2
Ni^{2+}	$3d^8$	2	2.84	2.9 – 3.4
Cu^{2+}	$3d^9$	1	1.73	1.8 – 2.2
Zn^{2+}	$3d^{10}$	0	0	

উদাহৰণ 8.8 25 পৰমাণু ক্ৰমাংকবিশিষ্ট মৌল এটাৰ দ্বিযোজী আয়ন জলীয় দ্ৰৱত থাকিলে চুম্বকীয় ভ্ৰামকৰ মান গণনা কৰা।

সমাধান পৰমাণু ক্ৰমাংক 25 হ'লে দ্বিযোজী আয়নটোৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস d^5 হ'ব। এই বিন্যাসৰ আটাইকেইটা ইলেকট্ৰন অযুগ্ম হ'ব। গতিকে চুম্বকীয় ভ্ৰামক হ'ব,

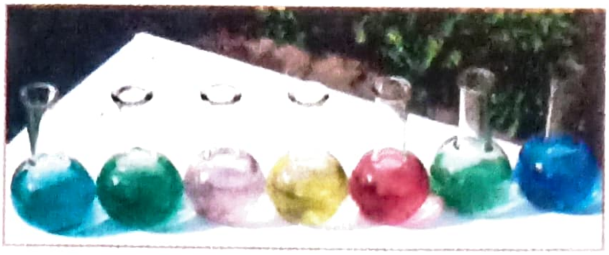
$$\mu = \sqrt{5(5+2)} = 5.92 \text{ BM}$$

পাঠস্থ প্ৰশ্নমালা

8.8 $M^{2+}(aq)$ আয়ন ($Z = 27$) এটাৰ স্পিন-মাত্ৰ চুম্বকীয় ভ্ৰামক গণনা কৰা।

8.3.10 ৰঙীন আয়ন গঠন (Formation of coloured ions)

নিম্নশক্তিৰ *d* অৰবিটেলৰ ইলেকট্ৰন এটাই পোহৰৰপৰা শক্তি শোষণ কৰি উচ্চ শক্তিযুক্ত *d* অৰবিটেললৈ সংক্ৰমিত হ'ব পাৰে। শোষিত হোৱা পোহৰৰ শক্তিক কম্পনাংক হিচাপে প্ৰকাশ কৰিব পাৰি। অৰ্থাৎ ইলেকট্ৰনৰ উত্তেজিতকৰণ শক্তি (energy of excitation) শোষিত হোৱা পোহৰৰ কম্পনাংকৰ সৈতে জড়িত (অধ্যায় 9)। এই কম্পনাংক সাধাৰণতে দৃশ্যমান অঞ্চলত পৰে। যিটো বৰণৰ পোহৰ শোষিত হয় তাৰ পৰিপূৰক (complementary) বৰণটোহে দেখা যায়। শোষিত হোৱা পোহৰৰ কম্পনাংক (বা, শক্তি) সংক্ৰমণশীল ধাতুটোৰ লগত সংযুক্ত লিগাণ্ডৰ প্ৰকৃতিৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। কোনো আয়ন পানীত দ্ৰবীভূত হৈ থাকিলে আয়নটোৰ লগত পানীৰ অণু লিগাণ্ড হিচাপে যোজিত হৈ থাকে। তেনে ক্ষেত্ৰত আয়নৰ বৰণ, তালিকা 8.8ত উল্লেখ কৰা হৈছে। *d* গোষ্ঠীৰ মৌলৰ আয়নৰ কিছুমান বৰণযুক্ত দ্ৰৱ চিত্ৰ 8.5ত দেখুওৱা হৈছে।



চিত্ৰ 8.5 : কেইটামান প্ৰথম শ্ৰেণীৰ সংক্ৰমণশীল ধাতুৰ আয়নৰ জলীয় দ্ৰৱৰ বৰণ। বাওঁফালৰপৰা সোঁফাললৈ ঃ V^{4+}, V^{3+}, Mn^{2+}, Fe^{3+}, Co^{2+}, Ni^{2+} আৰু Cu^{2+} ।

তালিকা 8.8 : কিছুমান প্ৰথম শ্ৰেণীৰ সংক্ৰমণশীল ধাতুৰ জলযুক্ত আয়নৰ বৰণ

বিন্যাস	উদাহৰণ	বৰণ
$3d^0$	Sc^{3+}	বৰণহীন
$3d^0$	Ti^{4+}	বৰণহীন
$3d^1$	Ti^{3+}	বেঙুনীয়া
$3d^1$	V^{4+}	নীলা
$3d^2$	V^{3+}	সেউজীয়া
$3d^3$	V^{2+}	বেঙুনীয়া
$3d^3$	Cr^{3+}	বেঙুনীয়া
$3d^4$	Mn^{3+}	বেঙুনীয়া
$3d^4$	Cr^{2+}	নীলা
$3d^5$	Mn^{2+}	গুলপীয়া
$3d^5$	Fe^{3+}	হালধীয়া
$3d^6$	Fe^{2+}	সেউজীয়া
$3d^6$; $3d^7$	Co^{3+}, Co^{2+}	নীল-গুলপীয়া
$3d^8$	Ni^{2+}	সেউজীয়া
$3d^9$	Cu^{2+}	নীলা
$3d^{10}$	Zn^{2+}	বৰণহীন

8.3.11 জটিল যৌগৰ গঠন (Formation of Complex Compounds)

ধাতুৰ আয়নৰ লগত কিছু সংখ্যক এনায়ন বা প্ৰশম অণু যোজিত হৈ বৈশিষ্টপূৰ্ণ ধৰ্মযুক্ত যি পদাৰ্থ উৎপন্ন কৰে তাকে জটিল যৌগ বা আয়ন বোলা হয়। ইয়াৰ কেইটামান উদাহৰণ হ'ল $[Fe(CN)_6]^{3-}$, $[Fe(CN)_6]^{4-}$, $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ আৰু $[PtCl_4]^{2-}$ (জটিল যৌগসমূহৰ বিষয়ে অধ্যায় 9 ত আলোচনা কৰা হৈছে)। সংক্ৰমণশীল মৌলবোৰে যথেষ্ট সংখ্যক জটিল যৌগ গঠন কৰে। এনে ধাতুবোৰৰ আয়নৰ তুলনামূলকভাৱে ক্ষুদ্ৰ আকাৰ, উচ্চ আয়নীয় আধান আৰু বান্ধনি গঠনৰ বাবে *d* অৰবিটেল উপলব্ধ হোৱা বাবে ইহঁতে জটিল যৌগ গঠন কৰিব পাৰে।

8.3.12 অনুঘটকীয় ধৰ্ম (Catalytic Properties)

সংক্ৰমণশীল মৌল আৰু সিহঁতৰ যৌগবোৰ অনুঘটকীয় সক্ৰিয়তাৰ বাবে গুৰুত্বপূৰ্ণ। এই সক্ৰিয়তাৰ কাৰণ হ'ল সংক্ৰমণশীল মৌল এটাৰ একাধিক জাৰণ অৱস্থা আৰু জটিল যৌগ গঠনৰ ক্ষমতা। ভেনাডিয়াম(V) অক্সাইড (সংস্পৰ্শ পদ্ধতিত), আইৰনৰ সূক্ষ্ম গুড়ি (হেবাৰৰ পদ্ধতিত) আৰু নিকেল (অনুঘটকীয় হাইড্ৰ'জেনযোজন) হ'ল কেইটামান উদাহৰণ। কঠিন পৃষ্ঠত হোৱা অনুঘটনত বিক্ৰিয়ক অণু আৰু অনুঘটকৰ পৃষ্ঠৰ মাজত বান্ধনি গঠন হয় (প্ৰথম শ্ৰেণীৰ সংক্ৰমণশীল মৌলবোৰে সিহঁতৰ $3d$ আৰু $4s$ ইলেকট্ৰনক বান্ধনিত ব্যৱহাৰ কৰে)। ফলত অনুঘটকৰ পৃষ্ঠত বিক্ৰিয়কৰ গাঢ়তা বাঢ়ে আৰু বিক্ৰিয়াত জড়িত অণুত থকা বান্ধনি দুৰ্বল হৈ পৰে (সক্ৰিয়ন শক্তি কমি যায়)। ইয়াৰ উপৰি সংক্ৰমণশীল ধাতুৰ আয়নে নিজৰ জাৰণ সংখ্যাৰ পৰিৱৰ্তন সাধিব পাৰে বাবে বিক্ৰিয়াত অনুঘটক হিচাপে অধিক কাৰ্যকৰী হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, Fe(III)এ আয়'ডাইড আৰু পাৰছালফেট আয়নৰ মাজত ঘটা বিক্ৰিয়াক অনুঘটিত কৰে।

$$2I^- + S_2O_8^{2-} \rightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$$

এই অনুঘটন ক্ৰিয়াৰ ব্যাখ্যা নিম্নোক্ত ধৰণে দিব পাৰি —

$$2Fe^{3+} + 2I^- \rightarrow 2Fe^{2+} + I_2$$

$$2Fe^{2+} + S_2O_8^{2-} \rightarrow 2Fe^{3+} + 2SO_4^{2-}$$

8.3.13 অন্তৰ্বৰ্তী যৌগৰ সংগঠন (Formation of Interstitial Compounds)

ধাতুৰ ক্ৰিষ্টেল লেটিছৰ অন্তৰ্ভাগত H, C, বা N ৰ দৰে ক্ষুদ্ৰ পৰমাণু আবদ্ধ হ'লে অন্তৰ্বৰ্তী যৌগৰ (interstitial compound) সৃষ্টি হয়। এনে যৌগ সচৰাচৰ অনাষ্টয়কিঅ'মিতীয় (nonstoichiometric)। এইবোৰৰ ধৰ্ম আয়নীয়ও নহয়, নাইবা সহযোজীও নহয়। এনে যৌগৰ উদাহৰণ হ'ল TiC, Mn_4N, Fe_3H, $VH_{0.56}$, $TiH_{1.7}$ আদি। এই সংকেতসমূহে ধাতুৰ স্বাভাৱিক জাৰণ অৱস্থা নিৰ্দেশ নকৰে। সংযুতিৰ ওপৰত ভিত্তি কৰি এই যৌগবোৰক অন্তৰ্বৰ্তী যৌগ বোলা হয়। এনে যৌগৰ প্ৰধান ভৌতিক আৰু ৰাসায়নিক ধৰ্ম নিম্নোক্ত ধৰণৰ—

(1) এইবোৰৰ গলনাংক উচ্চমানৰ, বিশুদ্ধ ধাতুতকৈ বেছি।

(2) অন্তৰ্বৰ্তী যৌগসমূহ অতি কঠিন; কিছুমান ব'ৰাইড, প্ৰায় হীৰাৰ সমানেই কঠিন।

(3) এইবোৰে ধাতৱ পৰিবাহিতা দেখুৱায়।

(4) এইবোৰ ৰাসায়নিকভাৱে নিষ্ক্ৰিয়।

8.3.14 সংকৰ ধাতু গঠন (Alloy Formation)

সংকৰ ধাতু হ'ল দুই বা ততোধিক ধাতুৰ সমসত্ব মিশ্ৰ। ইয়াক সমসত্ব (homogeneous) গোটা দ্ৰৱ (solid solution) বুলিব পাৰি, য'ত এবিধ ধাতু আন এবিধৰ লগত যাদৃচ্ছিকভাৱে মিহলি হৈ থাকে। ধাতৱ ব্যাসাৰ্ধৰ পাৰ্থক্য 15 শতাংশৰ (15%) ভিতৰত থকা ধাতুকেইটাই সংকৰ ধাতু গঠন কৰে। প্ৰায় সমান ব্যাসাৰ্ধ আৰু সংক্ৰমণশীল মৌলৰ বৈশিষ্ট্যপূৰ্ণ ধৰ্ম থকা বাবে এই ধাতুবোৰে সহজতে সংকৰ ধাতু গঠন কৰে। এনেদৰে প্ৰস্তুত হোৱা সংকৰ ধাতুবোৰ কঠিন হয় আৰু এইবোৰৰ গলনাংক সাধাৰণতে বেছি। এনে সংকৰ ধাতুৰ ভিতৰত ফেৰাছ সংকৰ ধাতু তীখা (steel) আৰু নিষ্কলংক তীখা উৎপাদনত আইৰনৰ সৈতে ক্ৰ'মিয়াম, ভেনাডিয়াম, টাংষ্টেন, মলিবডেনাম আৰু মেংগানিজ ব্যৱহাৰ কৰা হয়। সংক্ৰমণশীল ধাতু আৰু অসংক্ৰমণশীল (non-transitional) ধাতুৰ সংমিশ্ৰণত সৃষ্টি হোৱা সংকৰ ধাতু; (যেনে- পিতল কপাৰ আৰু জিংকৰ সংকৰ; আৰু ব্ৰ'ঞ্জ কপাৰ আৰু টিনৰ সংকৰ) উদ্যোগিকভাৱে যথেষ্ট গুৰুত্বপূৰ্ণ।

উদাহৰণ 8.9 কোনো জাৰণ অৱস্থাৰ অসমঞ্জসতা মানে কি? অসমঞ্জস বিক্ৰিয়া এটাৰ উদাহৰণ দিয়া।

সমাধান এটা পদাৰ্থৰ যেতিয়া কোনো এক জাৰণ অৱস্থা ইয়াতকৈ বেছি বা কম জাৰণ অৱস্থাৰ তুলনাত সুস্থিৰ নহয়, তেতিয়া ই অসমঞ্জস বিক্ৰিয়া দেখুৱায়। উদাহৰণ হিচাপে এছিড দ্ৰৱত মেংগানিজ(VII) আৰু মেংগানিজ (IV)ৰ তুলনাত মেংগানিজ (VI) দুঃস্থিত হয়।

$$3Mn^{VI}O_4^{2-} + 4H^+ \rightarrow 2Mn^{VII}O_4^- + Mn^{IV}O_2 + 2H_2O$$

পাঠ্যস্থ প্ৰশ্নমালা

8.9 জলীয় দ্ৰৱত Cu^+ কিয় সুস্থিৰ নহয় ব্যাখ্যা কৰা।

8.4 সংক্ৰমণশীল মৌলৰ কিছুমান গুৰুত্বপূৰ্ণ যৌগ (Some Important Compounds Transition Elements)

8.4.1 ধাতুৰ অক্সাইড আৰু অক্স'এনায়ন (Oxides and oxoanions of metals)

সাধাৰণতে উচ্চ উষ্ণতাত ধাতু আৰু অক্সিজেনৰ মাজত হোৱা বিক্ৰিয়াত এই অক্সাইডবোৰ উৎপন্ন হয়। স্কেণ্ডিয়ামৰ বাহিৰে আন সকলোবোৰ সংক্ৰমণশীল ধাতুৱে MO সংযুতিৰ আয়নীয় অক্সাইড গঠন কৰে। আগতেই উল্লেখ কৰা হৈছে যে অক্সাইডবোৰত ধাতুটোৰ উচ্চতম জাৰণ সংখ্যা ধাতুটো যি বৰ্গত থাকে সেই বৰ্গ নিৰ্দেশক সংখ্যাৰ লগত একে হোৱা দেখা যায়। জাৰণ সংখ্যাৰ এনে মিল Sc_2O_3ৰপৰা Mn_2O_7লৈ দেখা যায়। বৰ্গ 7ৰ পিছত, Fe_2O_3তকৈ আইৰনৰ উচ্চতৰ অক্সাইড নাই। অক্সাইডসমূহৰ উপৰি অক্স'কেটায়নবোৰে ধাতুকেইটাৰ উচ্চতৰ জাৰণ অৱস্থা সুস্থিৰ কৰে। উদাহৰণ স্বৰূপে, VO_2^+ত V^V, VO^{2+}ত V^{IV} আৰু TiO^{2+}ত Ti^{IV}এ সুস্থিৰতা লাভ কৰে।

ধাতুৰ জাৰণ সংখ্যা বাঢ়িলে, আয়নীয় ধৰ্ম কমে। মেংগানিজৰ ক্ষেত্ৰত Mn_2O_7 হ'ল এক সহযোজী অক্সাইড। ই সেউজীয়া বৰণৰ তেল। তেনেদৰে CrO_3 আৰু V_2O_5 দুয়োৰে গলনাংক যথেষ্ট কম। এই উচ্চ অক্সাইডবোৰৰ এছিডীয় ধৰ্ম বেছি।

এইবাৰে Mn_2O_7 এ $HMnO_4$ উৎপন্ন কৰে। একেদৰে CrO_3এ H_2CrO_4আৰু $H_2Cr_2O_7$ গঠন কৰে। V_2O_5 উভধৰ্মী অক্সাইড যদিও ই প্ৰধানতঃ এছিডধৰ্মী। ই VO_4^{3-} আৰু VO_2^+ লৱণ উৎপন্ন কৰে। V_2O_3 ক্ষাৰকীয়, V_2O_4 কম ক্ষাৰকীয় আৰু V_2O_5 উভধৰ্মী। V_2O_4 এ এছিডত দ্ৰবীভূত হৈ VO_2^+ লৱণ উৎপন্ন কৰে। একেধৰণে ক্ষাৰৰ লগত V_2O_5 এ বিক্ৰিয়া কৰি VO_4^{3-} আৰু এছিডৰ লগত বিক্ৰিয়া কৰি VO_4^+ উৎপন্ন কৰে। তেনেদৰে CrO হ'ল ক্ষাৰকীয়; কিন্তু Cr_2O_3 হ'ল উভধৰ্মী।

পটাছিয়াম ডাইক্ৰ'মেট $K_2Cr_2O_7$

পটাছিয়াম ডাইক্ৰ'মেট এবিধ অতি প্ৰয়োজনীয় ৰাসায়নিক দ্ৰব্য। ইয়াক চামৰা উদ্যোগত আৰু বহুতো এজ' যৌগ (azo compounds) প্ৰস্তুতিত জাৰক হিচাপে বহুলভাৱে ব্যৱহাৰ কৰা হয়। ডাইক্ৰ'মেটসমূহক সাধাৰণতে ক্ৰ'মেটৰপৰা প্ৰস্তুত কৰা হয়। ক্ৰ'মাইট ($FeCr_2O_4$) আকৰিকক মুকলি বায়ুৰ উপস্থিতিত ছ'ডিয়াম বা পটাছিয়াম কাৰ্বনেটৰ লগত একেলগে গলাই ক্ৰ'মেট যৌগ প্ৰস্তুত কৰা হয়। ছ'ডিয়াম কাৰ্বনেটৰ লগত সংঘটিত হোৱা বিক্ৰিয়াটো হ'ল —

$$4\,FeCr_2O_4 + 8\,Na_2CO_3 + 7\,O_2 \rightarrow 8\,Na_2CrO_4 + 2\,Fe_2O_3 + 8\,CO_2$$

বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থৰ লগত পানী মিহলাই ছেঁকি লোৱা হয়। পৰিশ্ৰুত ছ'ডিয়াম ক্ৰ'মেটৰ হালধীয়া দ্ৰৱত ছালফিউৰিক এছিড যোগ কৰি এছিডীয় কৰি লোৱা হয়। তেতিয়া কমলা বৰণৰ ছ'ডিয়াম ডাইক্ৰ'মেট ($Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$) ক্ৰিষ্টেল হিচাপে পাব পাৰি।

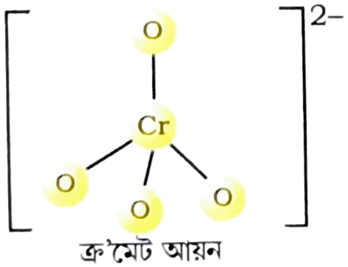
$$2\,Na_2Cr_2O_4 + 2\,H^+ \rightarrow Na_2Cr_2O_7 + 2\,Na^+ + H_2O$$

পটাছিয়াম ডাইক্ৰ'মেটৰ তুলনাত ছ'ডিয়াম ডাইক্ৰ'মেট বেছি দ্ৰৱণীয়। সেইবাবে ছ'ডিয়াম ডাইক্ৰ'মেটৰ দ্ৰৱত পটাছিয়াম ক্ল'ৰাইড মিহলাই পটাছিয়াম ডাইক্ৰ'মেট প্ৰস্তুত কৰা হয়।

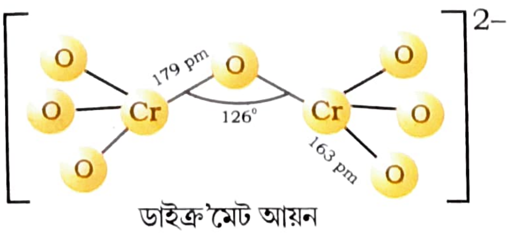
$$Na_2Cr_2O_7 + 2\,KCl \rightarrow K_2Cr_2O_7 + 2\,NaCl$$

পটাছিয়াম ডাইক্ৰ'মেটৰ কমলা বৰণৰ স্ফটিক এই মিশ্ৰৰপৰা পৃথক হৈ পৰে। দ্ৰৱৰ pH ৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰি জলীয় দ্ৰৱত ক্ৰ'মেট আৰু ডাইক্ৰ'মেটবোৰ ইটোৰপৰা সিটোলৈ ৰূপান্তৰিত হ'ব পাৰে। ক্ৰ'মেট আৰু ডাইক্ৰ'মেটত ক্ৰ'মিয়ামৰ জাৰণ অৱস্থা একে।

$$2\,CrO_4^{2-} + 2\,H^+ \rightarrow Cr_2O_7^{2-} + H_2O$$
$$Cr_2O_7^{2-} + 2\,OH^- \rightarrow 2\,CrO_4^{2-} + H_2O$$



ক্ৰ'মেট আয়ন



ডাইক্ৰ'মেট আয়ন

ক্ৰ'মেট (CrO_4^{2-}) আৰু ডাইক্ৰ'মেট ($Cr_2O_7^{2-}$) আয়নৰ গঠন সংকেত কাষৰ চিত্ৰত দেখুওৱা হৈছে। ক্ৰ'মেট আয়নটো চতুৰ্ফলকীয়; আনহাতে

ডাইক্ৰ'মেট আয়নত দুটা চতুৰ্ফলক লগ লাগি থাকে। ইয়াত Cr–O–Cr বান্ধনি কোণ 126^0 হয়।

ছ'ডিয়াম আৰু পটাছিয়াম ডাইক্ৰ'মেট অতি তীব্ৰ জাৰক। ছ'ডিয়াম লৱণটোৰ পানীত দ্ৰৱণীয়তা বেছি আৰু জৈৱ ৰসায়নত ইয়াক বহুলভাৱে জাৰক দ্ৰব্য হিচাপে ব্যৱহাৰ কৰা হয়। পটাছিয়াম ডাইক্ৰ'মেটক আয়তন সংক্ৰান্ত (volumetric) বিশ্লেষণত *প্ৰাথমিক প্ৰমাণ দ্ৰৱ* (primary standard) হিচাপে ব্যৱহাৰ কৰা হয়। এছিড দ্ৰৱত ইয়াৰ জাৰণ ক্ৰিয়া তলত দিয়া ধৰণে দেখুৱাব পাৰি —

$$Cr_2O_7^{2-} + 14\,H^+ + 6\,e^- \rightarrow 2\,Cr^{3+} + 7\,H_2O \qquad (E^\ominus = 1.33\ V)$$

এইবাৰে এছিডযুক্ত পটাছিয়াম ডাইক্ৰ'মেটে আয়'ডাইডক আয়'ডিন, ছালফাইডক ছালফাৰ, টিন(II)ক টিন(IV)লৈ আৰু আইৰন(II)ক আইৰন(III)লৈ জাৰিত কৰে। এই ক্ষেত্ৰত অৰ্ধ বিক্ৰিয়াবোৰ তলত দিয়া ধৰণৰ—

$$6\,I^- \rightarrow 3\,I_2 + 6\,e^-; \qquad 3\,Sn^{2+} \rightarrow 3\,Sn^{4+} + 6\,e^-$$

$$3\,H_2S \rightarrow 6\,H^+ + 3\,S + 6\,e^-; \qquad 6\,Fe^{2+} \rightarrow 6\,Fe^{3+} + 6\,e^-$$

পটাছিয়াম ডাইক্ৰ'মেট আৰু বিজাৰকৰ অৰ্ধ-বিক্ৰিয়া যোগ কৰি সামগ্ৰিক আয়নীয় সমীকৰণটো পাব পাৰি। উদাহৰণ হিচাপে

$$Cr_2O_7^{2-} + 14\,H^+ + 6\,Fe^{2+} \rightarrow 2\,Cr^{3+} + 6\,Fe^{3+} + 7\,H_2O$$

এই বিক্ৰিয়াৰ ভিত্তিতেই আয়তনসাপেক্ষ টাইট্ৰেছনৰদ্বাৰা $K_2Cr_2O_7$ৰ সহায়ত আইৰনৰ পৰিমাণ নিৰ্ণয় কৰিব পৰা যায়।

পটাছিয়াম পাৰমেংগানেট, $KMnO_4$

MnO_2, ক্ষাৰ ধাতুৰ হাইড্ৰক্সাইড আৰু KNO_3ৰ (জাৰক দ্ৰব্য) মিশ্ৰ গলাই পটাছিয়াম পাৰমেংগানেট প্ৰস্তুত কৰা হয়। বিক্ৰিয়াৰ পাছত ঘন সেউজীয়া বৰণৰ K_2MnO_4 উৎপন্ন হয়। প্ৰশম বা এছিডীয় মাধ্যমত ইয়াৰ অসমঞ্জস বিক্ৰিয়াৰ ফলত পাৰমেংগানেট উৎপন্ন হয়।

$$2\,MnO_2 + 4\,KOH + O_2 \rightarrow 2\,K_2MnO_4 + 2\,H_2O$$

$$3\,MnO_4^{2-} + 4\,H^+ \rightarrow 2\,MnO_4^- + MnO_2 + 2\,H_2O$$

MnO_2ক ক্ষাৰৰ লগত মিহলাই গলাই জাৰিত কৰা হয়। ইয়াৰ ফলত উৎপন্ন হোৱা K_2MnO_4ৰ ক্ষাৰীয় দ্ৰৱৰ বৈদ্যুতিক জাৰণৰ দ্বাৰা ব্যৱসায়িকভাৱে $KMnO_4$ৰ উৎপাদন কৰা হয়।

$$MnO_2 \xrightarrow[\text{বা } KNO_3\text{ৰ দ্বাৰা জাৰণ}]{KOH\text{ৰ লগত গলাই বায়ু}} \underset{\text{মেংগানেট আয়ন}}{MnO_4^{2-}} \quad ; \quad MnO_4^{2-} \xrightarrow[\text{বৈদ্যুতিক জাৰণ}]{\text{ক্ষাৰীয় দ্ৰৱত}} \underset{\text{পাৰমেংগানেট আয়ন}}{MnO_4^-}$$

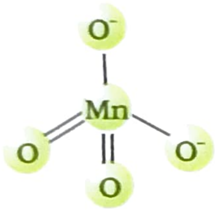
পৰীক্ষাগাৰত মেংগানিজ(II) আয়নযুক্ত লৱণক পাৰক্স'ডাইছালফেটৰ ($S_2O_8^{2-}$) দ্বাৰা জাৰিত কৰিও পাৰমেংগানেট প্ৰস্তুত কৰিব পৰা যায়। উদাহৰণ স্বৰূপে,

$$2\,Mn^{2+} + 5\,S_2O_8^{2-} + 8\,H_2O \rightarrow 2\,MnO_4^- + 10\,SO_4^{2-} + 16\,H^+$$

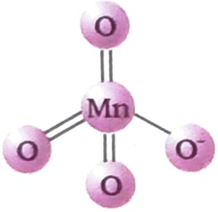
পটাছিয়াম পাৰমেংগানেটক ক্ৰিষ্টেলীয় অৱস্থাত প্ৰায় ক'লাবৰণীয়া দেখা যায় যদিও জলীয় দ্ৰৱত ইয়াৰ বৰণ ঘন বেঙুনীয়া। ইয়াৰ গঠন $KClO_4$ৰ লগত একে। $KMnO_4$ পানীত বেছি দ্ৰৱীভূত নহয় (293 K উষ্ণতাত প্ৰতি 100 g পানীত 6.4 g দ্ৰৱীভূত হয়)। এছিডযুক্ত জলীয় দ্ৰৱত ই MnO_2লৈ লাহে লাহে পৰিৱৰ্তিত হয়। আনহাতে 513 K উষ্ণতালৈ গৰম কৰিলে ইয়াৰ তলত দিয়া ধৰণে বিভংগন ঘটে—

$$2\,KMnO_4 \rightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$$

$KMnO_4$ৰ দুটা ভৌতিক ধৰ্ম অতি গুৰুত্বপূৰ্ণ। এটা হ'ল ইয়াৰ গাঢ় বৰণ আৰু আনটো হ'ল উষ্ণতাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰশীল অনুচুম্বকত্ব। $KMnO_4$ত থকা Mn(VII)ৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাসৰ বাবে এনে ধৰ্ম দেখা যায়। আণৱিক অৰবিটেল তত্ত্ব প্ৰয়োগ কৰি এইবোৰৰ উপযুক্ত ব্যাখ্যা আগবঢ়াব পৰা যায় যদিও এই ব্যাখ্যা সদ্যহতে ইয়াত আলোচনা কৰা নহ'ব।



চতুৰ্ফলকীয় মেংগানেট (সেউজীয়া) আয়ন



চতুৰ্ফলকীয় পাৰমেংগানেট (গুলপীয়া) আয়ন

মেংগানেট আৰু পাৰমেংগানেট দুয়োবিধ আয়নৰ গঠন চতুৰ্ফলকীয় (চিত্ৰলৈ চোৱা)। সেউজীয়া বৰণৰ মেংগানেট আয়নত এটা অযুগ্ম ইলেকট্ৰন থকা বাবে ই অনুচুম্বকীয়; কিন্তু পাৰমেংগানেট হ'ল অপচুম্বকীয়।

দুয়োটা চতুৰ্ফলকীয় আয়নতেই Mn-O বান্ধনিবোৰত আংশিকভাৱে দ্বিবান্ধনিৰ ধৰ্ম থাকে। সেইবাবে এই বান্ধনিবোৰত σ আৰু π উভয় বান্ধনিয়েই বৰ্তমান। অক্সিজেনৰ p অৰবিটেল আৰু মেংগানিজৰ d অৰবিটেল ব্যৱহৃত হৈ এই জটিল আয়ন দুটাত π বান্ধনিৰ সমাহাৰ ঘটে।

এছিডযুক্ত পাৰমেংগানেট দ্ৰৱই অকজেলেটক কাৰ্বন ডাইঅক্সাইডলৈ, আইৰন(II)ক আইৰন(III)লৈ, নাইট্ৰাইটক নাইট্ৰেটলৈ আৰু আয়'ডাইড আয়নক মুক্ত আয়'ডিনলৈ জাৰিত কৰে। বিজাৰককেইটাৰ অৰ্ধ বিক্ৰিয়াবোৰ হ'ল —

$$5\begin{array}{c}COO^- \\ | \\ COO^-\end{array} \longrightarrow 10\,CO_2 + 10\,e^-$$

$$5\,Fe^{2+} \longrightarrow 5\,Fe^{3+} + 5\,e^-$$

$$5\,NO_2^- + 5\,H_2O \longrightarrow 5\,NO_3^- + 10\,H^+ + 10\,e^-$$

$$10\,I^- \longrightarrow 5\,I_2 + 10\,e^-$$

$KMnO_4$ৰ অৰ্ধ বিক্ৰিয়াক বিজাৰকটোৰ অৰ্ধ বিক্ৰিয়াৰ লগত যোগ কৰি সম্পূৰ্ণ বিক্ৰিয়াটো লিখিব পাৰি। প্ৰয়োজন অনুসৰি বিক্ৰিয়াটো সমতুল কৰি ল'ব লাগে।

পাৰমেংগানেটৰপৰা মেংগানেট, মেংগানিজ ডাইঅক্সাইড আৰু মেংগানিজ(II)লৈ হোৱা বিজাৰণক আমি নিম্নোক্ত ধৰণে বুজাব পাৰো—

$MnO_4^- + e^- \rightarrow MnO_4^{2-}$ $(E^\ominus = +0.56 \text{ V})$

$MnO_4^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow MnO_2 + 2H_2O$ $(E^\ominus = +1.69 \text{ V})$

$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ $(E^\ominus = +1.52 \text{ V})$

দ্ৰৱৰ হাইড্ৰ'জেন আয়নৰ গাঢ়তাই বিক্ৰিয়াসমূহৰ ওপৰত গুৰুত্বপূৰ্ণ প্ৰভাৱ পেলায়। ৰেডক্স বিভৱৰ ভিত্তিত বহুতো বিক্ৰিয়া ব্যাখ্যা কৰিব পৰা যায় যদিও বিক্ৰিয়াৰ গতিও আন এক অতি গুৰুত্বপূৰ্ণ কাৰক। পাৰমেংগানেটে 1 mol গাঢ়তাৰ H^+ৰ উপস্থিতিত পানীক জাৰিত কৰিব পাৰে। কিন্তু বাস্তৱ ক্ষেত্ৰত এই বিক্ৰিয়া অতি লেহেম, যদিহে Mn^{2+} আয়ন নাথাকে অথবা উষ্ণতা বৃদ্ধি কৰা নহয়।

$KMnO_4$ৰ কেইটামান প্ৰয়োজনীয় জাৰণ বিক্ৰিয়া তলত দিয়া হৈছে।

1. এছিডযুক্ত দ্ৰৱত

(a) পটাছিয়াম আয়'ডাইডৰপৰা আয়'ডিন নিৰ্গত হয় —

$10 I^- + 2MnO_4^- + 16H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 5I_2$

(b) পাতল সেউজীয়া Fe^{2+} আয়ন ইষৎ মুগা বৰণৰ Fe^{3+}লৈ পৰিৱৰ্তিত হয় —

$5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O + 5Fe^{3+}$

(c) অকজেলেট আয়ন বা অকজেলিক এছিড 333K উষ্ণতাত জাৰিত হয় —

$5C_2O_4^{2-} + 2MnO_4^- + 16H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 10CO_2$

(d) হাইড্ৰ'জেন ছালফাইড জাৰিত হৈ ছালফাৰ অধঃক্ষিপ্ত হয় —

$H_2S \rightarrow 2H^+ + S^{2-}$

$5S^{2-} + 2MnO_4^- + 16H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 5S$

(e) ছালফিউৰাছ এছিড বা ছালফাইট আয়ন জাৰিত হৈ ছালফেট আয়ন অথবা ছালফিউৰিক এছিড উৎপন্ন হয়

$5SO_3^{2-} + 2MnO_4^- + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 3H_2O + 5SO_4^{2-}$

(f) নাইট্ৰাইট আয়ন নাইট্ৰেটলৈ জাৰিত হয়

$5NO_2^- + 2MnO_4^- + 6H^+ \rightarrow 2Mn^{2+} + 5NO_3^- + 3H_2O$

2. প্ৰশম বা সামান্য পৰিমাণে ক্ষাৰকীয় দ্ৰৱত

(a) এক উল্লেখনীয় বিক্ৰিয়া হ'ল আয়'ডাইডৰ আয়'ডেটলৈ জাৰণ

$2MnO_4^- + H_2O + I^- \rightarrow 2MnO_2 + 2OH^- + IO_3^-$

(b) থায়'ছালফেট প্ৰায় মাত্ৰাত্মকভাৱে (quantitatively) ছালফেটলৈ জাৰিত হয়

$8MnO_4^- + 3S_2O_3^{2-} + H_2O \rightarrow 8MnO_2 + 6SO_4^{2-} + 2OH^-$

(c) মেংগানাছ লৱণ MnO_2লৈ জাৰিত হয়; জিংক ছালফেট বা জিংক অক্সাইডে এই জাৰণ বিক্ৰিয়াক অনুঘটিত কৰে

$$2\,MnO_4^- + 3\,Mn^{2+} + 2\,H_2O \rightarrow 5\,MnO_2 + 4\,H^+$$

টোকাঃ হাইড্ৰ'ক্লৰিক এছিডৰ উপস্থিতিত পাৰমেংগানেটৰ টাইট্ৰেছন সন্তোষজনক নহয়; কিয়নো MnO_4^- এ Cl^- ক Cl_2লৈ জাৰিত কৰে।

ব্যৱহাৰ : বৈশ্লেষিক ৰসায়নত পটাছিয়াম পাৰমেংগানেট ব্যৱহৃত হোৱাৰ উপৰি জৈৱ ৰসায়নৰ বিভিন্ন যৌগ প্ৰস্তুতিত ই হ'ল এবিধ উত্তম জাৰক। এইবিধ যৌগ তীব্ৰ জাৰণ ক্ষমতাবিশিষ্ট হোৱা বাবে উণ, কপাহী, পাট আৰু আন সূতাৰ বিৰঞ্জন (bleaching) ঘটাবলৈ আৰু তেল বৰণহীন কৰিবলৈ ব্যৱহাৰ হয়।

আন্তঃসংক্ৰমণশীল মৌল (*f*- গোষ্ঠী)
[THE INNER TRANSITION ELEMENTS (*f*-BLOCK)]

f- গোষ্ঠীৰ মৌলৰ শ্ৰেণী দুটা — লেন্থেনয়ড (লেন্থেনামৰ পাছৰ চৈধ্যটা মৌল) আৰু এক্টিনয়ড (এক্টিনিয়ামৰ পাছৰ চৈধ্যটা মৌল)। যিহেতু লেন্থেনয়ডবোৰৰ সৈতে লেন্থেনামৰ যথেষ্ট সাদৃশ্য আছে, সেয়েহে লেন্থেনয়ডসমূহৰ বৰ্ণনাত এই মৌলকো সাধাৰণতে অন্তৰ্ভুক্ত কৰা হয়। একে লেন্থেনয়ড মৌলৰ বাবে ব্যৱহৃত সাধাৰণ সংকেত হ'ল Ln। সাধাৰণ সংক্ৰমণশীল মৌলবোৰৰ তুলনাত লেন্থেনয়ড শ্ৰেণীৰ মৌলৰ মাজত পাৰস্পৰিক সাদৃশ্য বেছিকৈ দেখা যায়। এই মৌলবোৰৰ মাথোঁ এটাই সুস্থিৰ জাৰণ অৱস্থা আছে। সেয়েহে এই মৌলসমূহৰ ৰসায়নে নিউক্লীয় আধান আৰু পাৰমাণৱিক আকাৰৰ ক্ষুদ্ৰ পৰিবৰ্তনে ঘটাব পৰা প্ৰভাৱ সম্বন্ধে পৰীক্ষা-নিৰীক্ষা কৰাৰ এক উৎকৃষ্ট সুবিধা দিয়ে। আনহাতে, এক্টিনয়ডবোৰৰ ৰাসায়নিক ধৰ্ম যথেষ্ট জটিল। ইয়াৰ কাৰণ হ'ল, ইহঁতৰ একাধিক জাৰণ অৱস্থা। আকৌ কোনো কোনো ক্ষেত্ৰত এই মৌলবোৰৰ তেজস্ক্ৰিয়তায়ো সিহঁতৰ অধ্যয়নৰ ক্ষেত্ৰত বিশেষ সমস্যাৰ সৃষ্টি কৰে। এই দুয়োটা শ্ৰেণীকে ইয়াত পৃথকভাৱে আলোচনা কৰা হৈছে।

8.5 লেন্থেনয়ড শ্ৰেণী (The Lanthanoids)

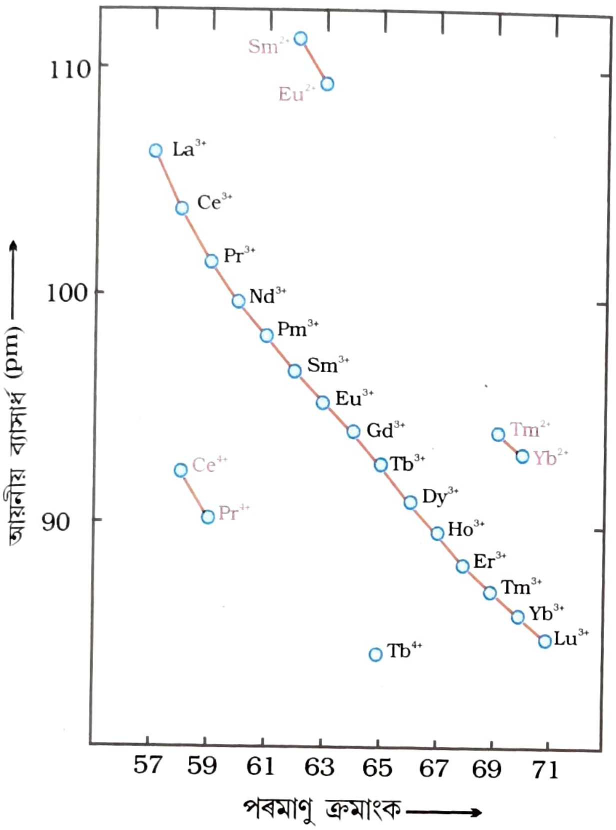
লেন্থেনাম আৰু লেন্থেনয়ডবোৰৰ (সাধাৰণ চিহ্ন Ln ব্যৱহাৰ কৰা হয়।) নাম, চিহ্ন, পাৰমাণৱিক আৰু আয়নীয় অৱস্থাৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস, পাৰমাণৱিক আৰু আয়নীয় ব্যাসাৰ্ধ তালিকা 8.9ত সন্নিবিষ্ট কৰা হৈছে।

8.5.1 ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস (Electronic configuration)

মন কৰিবলগীয়া যে এই সকলোবোৰ মৌলৰেই ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাসত $6s^2$ ইলেকট্ৰন আছে; কিন্তু $4f$ অৰবিটেলত থকা ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যা ভিন-ভিন (তালিকা 8.9)। আটাইবোৰ ত্ৰিধনাত্মক (+3, লেন্থেনয়ডবোৰৰ আটাইতকৈ সুস্থিৰ জাৰণ অৱস্থা) আয়নৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস $4f^n$ ধৰণৰ (n = 1 –14; পাৰমাণৱিক সংখ্যা বৃদ্ধিৰ লগে লগে nৰ মান 1ৰ পৰা 14 লৈ সলনি হয়।)

8.5.2 পাৰমাণৱিক আৰু আয়নীয় আকাৰ (Atomic and Ionic Sizes)

লেন্থেনামৰপৰা লিউটেছিয়ামলৈ পাৰমাণৱিক আৰু আয়নীয় ব্যাসাৰ্ধ কমি যোৱাটো **(লেন্থেনয়ড সংকোচন)** লেন্থেনয়ডবোৰৰ এক অন্যতম বৈশিষ্ট্য। তৃতীয় শ্ৰেণীৰ সংক্ৰমণশীল মৌলৰ ৰসায়নত ইয়াৰ সুদূৰপ্ৰসাৰী প্ৰভাৱ দেখা যায়। লেন্থেনয়ড শ্ৰেণীৰ মৌলৰ পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধৰ সংকোচন (ধাতুবোৰৰ অন্তৰ্গঠনৰ দ্বাৰা নিৰ্ধাৰিত) ইহঁতৰ ত্ৰিধনাত্মক (M^{3+}) আয়নৰ ক্ষেত্ৰত দেখাৰ দৰে নিয়মীয়া নহয় (চিত্ৰ 8.6)। এই সংকোচন সাধাৰণ সংক্ৰমণশীল মৌলৰ ক্ষেত্ৰত দেখা পোৱা সংকোচনৰ সৈতে একে। ইয়াৰ কাৰণ হ'ল একেটা অৰবিটেলত থকা এটা ইলেকট্ৰনৰ ক্ষেত্ৰত আন এটা ইলেকট্ৰনৰ অসম্পূৰ্ণ ছিল্ডিং। একেটা শ্ৰেণীত এটা $4f$ ইলেকট্ৰনৰ ক্ষেত্ৰত আন এটা একে ইলেকট্ৰনৰ ছিল্ডিং এটা d ইলেকট্ৰনৰ ক্ষেত্ৰত আন এটা d ইলেকট্ৰনৰ ছিল্ডিংৰ তুলনাত ভালেখিনি কম। শ্ৰেণীটোত পৰমাণু ক্ৰমাংক বঢ়াৰ লগে লগে নিউক্লীয় আধানৰ লগতে ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যাও বাঢ়ে। এই ইলেকট্ৰনৰ দ্বাৰা $4f$ অৰবিটেল ক্ৰমাগতভাৱে পূৰ্ণ হয়। কিন্তু $4f$ ইলেকট্ৰনৰ অসম্পূৰ্ণ ছিল্ডিংৰ বাবে পৰমাণু ক্ৰমাংক বৃদ্ধিৰ সৈতে ইহঁতৰ আকাৰ নিয়মিতভাৱে হ্ৰাস পায়।



চিত্ৰ 8.6 : লেন্থেনয়ডৰ আয়নীয় ব্যাসাৰ্ধৰ পৰিৱৰ্তন

লেন্থেনয়ড শ্ৰেণীত হোৱা পৰমাণুৰ আকাৰৰ সংকোচনকে লেন্থেনয়ড সংকোচন বোলা হয়। ইয়াৰ প্ৰভাৱত তৃতীয় শ্ৰেণীৰ সংক্ৰমণশীল মৌলবোৰৰ ব্যাসাৰ্ধ দ্বিতীয় শ্ৰেণীৰ অনুৰূপ মৌলৰ পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধৰ প্ৰায় সমান হয়। উদাহৰণ হিচাপে, লেন্থেনয়ড সংকোচনৰ ফলস্বৰূপে Zr (160 pm) আৰু Hf ৰ (159 pm) ব্যাসাৰ্ধ প্ৰায় সমান। ইয়াৰ ফলতে মৌল দুটা প্ৰকৃতিত একেলগে অৱস্থান কৰা বুলি ভবা হয়। তদুপৰি ইহঁতৰ নিষ্কাসনত হোৱা অসুবিধাৰ কাৰণো এইটোৱে বুলি ধাৰণা কৰা হয়।

8.5.3 জাৰণ অৱস্থা (Oxidation States)

লেন্থেনয়ডবোৰৰ ক্ষেত্ৰত La(III) আৰু Ln(III) যৌগবোৰেই প্ৰধান। অৱশ্যে +2 আৰু +4 জাৰণ অৱস্থাৰ আয়নো দ্ৰৱীভূত অথবা কঠিন অৱস্থাত পৰিলক্ষিত হয়। ইয়াৰ মুখ্য কাৰণ হ'ল পূৰ্ণ, অৰ্ধপূৰ্ণ আৰু খালী f অৰবিটেলৰ অতিৰিক্ত সুস্থিৰতা। সম্ভ্ৰান্ত গেছৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস পোৱা বাবে Ce(IV) প্ৰস্তুত হ'ব পাৰে; কিন্তু ই এক তীব্ৰ জাৰক। সেইবাবে এই আয়নো সহজে Ce(III)লৈ পৰিবৰ্তিত হয়। Ce^{4+} / Ce^{3+} ৰেডক্স যুগ্মৰ প্ৰমাণ ইলেকট্ৰ'ড বিভৱৰ ($E^{\ominus}$) মান হ'ল +1.74 V; ইয়াৰপৰা জানিব পাৰি যে Ce^{4+}এ পানীৰ অণুক জাৰিত কৰিব পাৰে। অৱশ্যে এই জাৰণ বিক্ৰিয়াৰ গতিবেগ বৰ কম আৰু সেয়েহে Ce(IV) এবিধ উত্তম বৈশ্লেষিক

বিকাৰক (analytical reagent)। Pr, Nd, Tb আৰু Dyৰেও MO_2 সংকেতৰ অক্সাইডৰ ক্ষেত্ৰতহে +4 জাৰণ অৱস্থা দেখুৱায়। ইউৰ'পিয়ামে (Eu) দুটা *s* ইলেকট্ৰন হেৰুৱাই f^7 বিন্যাস পোৱাত Eu^{2+} আয়নৰ সৃষ্টি হোৱাটোও সম্ভৱপৰ। অৱশ্যে Eu^{2+} এক তীব্ৰ বিজাৰক আৰু সেইবাবে Eu(II) সহজে জাৰিত হৈ Eu(III) জাৰণ অৱস্থালৈ পৰিৱৰ্তিত হয়। সেইদৰে f^{14} বিন্যাসযুক্ত Yb^{2+} আয়নো বিজাৰক। অৰ্ধপূৰ্ণ *f* অৰবিটেলযুক্ত Tb(IV) জাৰক। ছামাৰিয়ামৰ ধৰ্মসমূহ ইউৰ'পিয়ামৰ সৈতে একেধৰণৰ। ই +2 আৰু +3 দুয়োটা জাৰণ অৱস্থা প্ৰদৰ্শন কৰে।

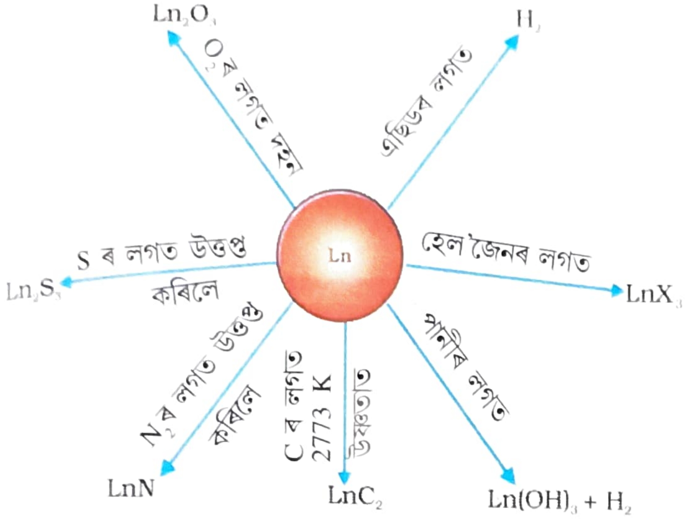
তালিকা 8.9 : লেন্থেনাম আৰু লেন্থেনয়ডসমূহৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস আৰু ব্যাসাৰ্ধ

পৰমাণু ক্ৰমাংক	নাম	সংকেত	ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস*			ব্যাসাৰ্ধ (pm)		
			Ln	Ln^{2+}	Ln^{3+}	Ln^{4+}	Ln	Ln^{3+}
57	লেন্থেনাম	La	$5d^1 6s^2$	$5d^1$	$4f^0$		187	106
58	চিৰিয়াম	Ce	$4f^1 5d^1 6s^2$	$4f^2$	$4f^1$	$4f^0$	183	103
59	প্ৰেছিঅ'ডিমিয়াম	Pr	$4f^3 6s^2$	$4f^3$	$4f^2$	$4f^1$	182	101
60	নিঅ'ডিমিয়াম	Nd	$4f^4 6s^2$	$4f^4$	$4f^3$	$4f^2$	181	99
61	প্ৰমেথিয়াম	Pm	$4f^5 6s^2$	$4f^5$	$4f^4$		181	98
62	ছামাৰিয়াম	Sm	$4f^6 6s^2$	$4f^6$	$4f^5$		180	96
63	ইউৰ'পিয়াম	Eu	$4f^7 6s^2$	$4f^7$	$4f^6$		199	95
64	গেড'লিনিয়াম	Gd	$4f^7 5d^1 6s^2$	$4f^7 5d^1$	$4f^7$		180	94
65	টাৰ্বিয়াম	Tb	$4f^9 6s^2$	$4f^9$	$4f^8$	$4f^7$	178	92
66	ডিছপ্ৰ'ছিয়াম	Dy	$4f^{10} 6s^2$	$4f^{10}$	$4f^9$	$4f^8$	177	91
67	হলমিয়াম	Ho	$4f^{11} 6s^2$	$4f^{11}$	$4f^{10}$		176	89
68	আৰ্বিয়াম	Er	$4f^{12} 6s^2$	$4f^{12}$	$4f^{11}$		175	88
69	থুলিয়াম	Tm	$4f^{13} 6s^2$	$4f^{13}$	$4f^{12}$		174	87
70	ইটাৰবিয়াম	Yb	$4f^{14} 6s^2$	$4f^{14}$	$4f^{13}$		173	86
71	লিউটেছিয়াম	Lu	$4f^{14} 5d^1 6s^2$	$4f^{14} 5d^1$	$4f^{14}$	–	–	–

মাথোন [Xe] বিন্যাসৰ বাহিৰৰ ইলেকট্ৰনবোৰহে দেখুওৱা হৈছে।

8.5.4 সাধাৰণ বৈশিষ্ট্যসমূহ (General Characteristics)

সকলোবোৰ লেন্থেনয়ড ছিলভাৰৰ দৰে বগা আৰু কোমল ধাতু। বায়ুৰ সংস্পৰ্শলৈ আহিলে এই ধাতুবোৰ মলিয়ন হৈ পৰে। পৰমাণু ক্ৰমাংক বাঢ়ি যোৱাৰ লগে লগে এই মৌলসমূহৰ কঠিনতা বাঢ়ি যায়। ইয়াৰে ছামাৰিয়াম মৌলটো তীখাৰ দৰে কঠিন। ইহঁতৰ গলনাংকৰ পৰিসৰ 1000 Kৰপৰা 1200 K উষ্ণতালৈ বিস্তৃত যদিও ছামাৰিয়াম ধাতু কিন্তু 1623 K উষ্ণতাতহে গলে। মৌলসমূহৰ এক বৈশিষ্ট্যমূলক ধাতৱীয় গঠন আছে। ইহঁত তাপ আৰু বিদ্যুতৰ সুপৰিবাহী। Eu আৰু Yb ৰ বাহিৰে আৰু কিছুমান ক্ষেত্ৰত Sm আৰু Tmৰ বাহিৰে আন মৌলসমূহৰ ঘনত্ব তথা আন ধৰ্মবোৰ সুষমভাৱে সলনি হয়।



চিত্ৰ 8.7 : লেন্থেনয়ডৰ ৰাসায়নিক বিক্ৰিয়া

কঠিন অৱস্থা আৰু জলীয় দ্ৰৱত বহুতো ত্ৰিযোজী লেন্থেনয়ড আয়ন ৰঙীণ হয়। *f*- ইলেকট্ৰনৰ উপস্থিতিৰ কাৰণেই এই আয়নবোৰ ৰঙীণ হয় বুলি ধৰা হয়। La^{3+} আৰু Lu^{3+} আয়নৰ বাহিৰে বাকী সকলোবোৰ আয়নেই বিশিষ্ট বৰণ প্ৰদৰ্শন কৰে। অৱশ্যে *f*-অৰবিটেলৰ মাজতেই ইলেকট্ৰনৰ সংক্ৰমণ হোৱা বাবে সম্ভৱতঃ অৱশোষণ পটিবোৰ (absorption bands) সংকীৰ্ণ হয়। f^0 (La^{3+} আৰু Ce^{4+}) আৰু f^{14} (Yb^{2+} আৰু Lu^{3+}) বিন্যাসৰ মৌলসমূহৰ বাহিৰে আন সকলোবোৰ লেন্থেনয়ড আয়ন অনুচুম্বকীয়। এই অনুচুম্বকীয় ধৰ্ম (paramagnetism) নিঅ'ডিমিয়ামৰ ক্ষেত্ৰত সৰ্বোচ্চ।

লেন্থেনয়ডসমূহৰ প্ৰথম আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান 600 kJ mol^{-1} ৰ ওচৰা-উচৰি; দ্বিতীয় আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান প্ৰায় 1200 kJ mol^{-1} । এই মানবোৰ কেলছিয়ামৰ আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মানৰ সৈতে মিলে। তৃতীয় আয়নীকৰণ এনথালপি সম্বন্ধে হোৱা বিস্তৃত অধ্যয়নে সূচায় যে প্ৰথমটো সংক্ৰমণশীল শ্ৰেণীৰ 3*d* অৰবিটেলৰ ক্ষেত্ৰত দেখাৰ দৰেই বিনিময় এনথালপিয়ে পূৰ্ণ, অৰ্ধপূৰ্ণ আৰু ৰিক্ত *f* অৰবিটেললৈ কিছু পৰিমাণে সুস্থিৰতা আনে। লেন্থেনাম, গেড'লিনিয়াম আৰু লিউটেছিয়ামৰ তৃতীয় আয়নীকৰণ এনথালপিৰ অস্বাভাৱিক নিম্নমানেও এই কথাকে সূচায়।

এই শ্ৰেণীটোৰ প্ৰথম কেইটামান মৌল সাধাৰণতে কেলছিয়ামৰ দৰে অতি সক্ৰিয়; কিন্তু পৰমাণু ক্ৰমাংক বাঢ়ি যোৱাৰ লগে লগে প্ৰধানকৈ এলুমিনিয়ামৰ সৈতেহে মৌলবোৰৰ সাদৃশ্য দেখিবলৈ পোৱা যায়। এই মৌলসমূহৰ ক্ষেত্ৰত তলত $Ln^{3+}|Ln$ প্ৰমাণ ইলেকট্ৰড বিভৱৰ ($E^\ominus$) মানবোৰ –2.2 Vৰপৰা –2.4 V ৰ ভিতৰত থাকে। এই ক্ষেত্ৰত অৰ্ধ বিক্ৰিয়াটো হ'ল

$$Ln^{3+}(aq) + 3e^- \longrightarrow Ln(s)$$

অৱশ্যে Euৰ এই বিভৱৰ মান –2.0 V যদিও এই পাৰ্থক্য সিমান লেখত ল'বলগীয়া নহয়। এই ধাতুবোৰক হাইড্ৰ'জেনৰ উপস্থিতিত সামান্য তপতালে সিহঁতে গেছটোৰ লগত যৌগ গঠন কৰে। ধাতুসমূহক কাৰ্বনৰ লগত উত্তপ্ত কৰি Ln_3C, Ln_2C_3 আৰু LnC_2ৰ দৰে কাৰ্বাইড প্ৰস্তুত কৰিব পাৰি। ধাতুবোৰে লঘু এচিডৰ লগত বিক্ৰিয়া কৰি হাইড্ৰ'জেন নিৰ্গত কৰে আৰু হেল'জেনৰ উপস্থিতিত দাহিত হৈ হেলাইড উৎপন্ন কৰে। তদুপৰি এইবোৰে M_2O_3 সংকেতৰ অক্সাইড আৰু $M(OH)_3$ সংকেতৰ হাইড্ৰক্সাইড যৌগ উৎপন্ন কৰে। এই হাইড্ৰক্সাইডবোৰ হ'ল কিছুমান সুনিৰ্দিষ্ট যৌগ; জলযোজিত (hydrated) অক্সাইড নহয়। ক্ষাৰ-মৃত্তিকা ধাতুৰ অক্সাইড

আৰু হাইড্ৰক্সাইডৰ দৰেই এইবোৰ ক্ষাৰকীয়। মৌলবোৰৰ সাধাৰণ বিক্ৰিয়াবোৰক চিত্ৰ 8.7ত দেখুওৱা হৈছে।

প্লেট আৰু পাইপ প্ৰস্তুতিৰ বাবে প্ৰয়োজনীয় সংকৰ তীখা (alloy steels) উৎপাদন কৰাৰ ক্ষেত্ৰত লেন্থেনয়ড ধাতুৰ সৰ্বোৎকৃষ্ট প্ৰয়োগ হয়। এবিধ বহুলভাৱে ব্যৱহৃত সংকৰ ধাতু হ'ল 'মিচ্ছমেটেল' (mischmetall)। ইয়াত লেন্থেনয়ড ধাতু (~95%) আৰু আইৰনৰ (~5%) লগতে যৎসামান্য পৰিমাণৰ S, C, Ca আৰু Al মিহলি হৈ থাকে। বুলেট, কামানৰ গুলি (shell), গুলি-বাৰুদ ভৰাব পৰা বাকচসদৃশ পাতলীয়া ফ্লিন্ট (lighter flint) আদি তৈয়াৰ কৰিবলৈ প্ৰয়োজন হোৱা Mgযুক্ত সংকৰ ধাতুৰ উৎপাদনত মিচ্ছমেটাল বহুলভাৱে ব্যৱহৃত হয়। লেন্থেনয়ডৰ মিশ্ৰ অক্সাইডক (mixed oxides) পেট্ৰ'লিয়ামৰ ক্ৰেকিঙত (cracking) অনুঘটক হিচাপে ব্যৱহাৰ কৰা হয়। কিছুমান Ln অক্সাইড টেলিভিশ্বনৰ পৰ্দা আৰু তেনেধৰণৰ উদ্ভাসিত পৃষ্ঠ (fluorescing surface) প্ৰস্তুতিত ফছফৰ (phosphor) হিচাপে ব্যৱহৃত হয়।

8.6 এক্টিনয়ড শ্ৰেণী (The Actinoids)

Thৰপৰা Lrলৈকে এই চৈধ্যটা মৌল এক্টিনয়ড শ্ৰেণীৰ অন্তৰ্ভুক্ত। এক্টিনিয়ামৰ সৈতে এই মৌলসমূহৰ নাম, সংকেত আৰু কিছুমান ধৰ্ম তালিকা 8.10ত দিয়া হৈছে।

তালিকা 8.10 : এক্টিনিয়াম আৰু এক্টিনয়ড মৌলৰ ধৰ্ম

পাৰমাণৱিক ক্ৰমাংক	নাম	সংকেত	ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস*			ব্যাসাৰ্ধ (pm)	
			M	M^{3+}	M^{4+}	M^{3+}	M^{4+}
89	এক্টিনিয়াম	Ac	$6d^17s^2$	$5f^0$		111	
90	থ'ৰিয়াম	Th	$6d^27s^2$	$5f^1$	$5f^0$		99
91	প্ৰটেক্টিনিয়াম	Pa	$5f^26d^17s^2$	$5f^2$	$5f^1$		96
92	ইউৰেনিয়াম	U	$5f^36d^17s^2$	$5f^3$	$5f^2$	103	93
93	নেপচুনিয়াম	Np	$5f^46d^17s^2$	$5f^4$	$5f^3$	101	92
94	প্লুট'নিয়াম	Pu	$5f^67s^2$	$5f^5$	$5f^4$	100	90
95	আমেৰিকিয়াম	Am	$5f^77s^2$	$5f^6$	$5f^5$	99	89
96	কিউৰিয়াম	Cm	$5f^76d^17s^2$	$5f^7$	$5f^7$	99	88
97	বাৰ্কেলিয়াম	Bk	$5f^97s^2$	$5f^8$	$5f^7$	98	87
98	কেলিফৰ্নিয়াম	Cf	$5f^{10}7s^2$	$5f^9$	$5f^8$	98	86
99	আইনষ্টাইনিয়াম	Es	$5f^{11}7s^2$	$5f^{10}$	$5f^9$	–	–
100	ফাৰ্মিয়াম	Fm	$5f^{12}7s^2$	$5f^{11}$	$5f^{10}$	–	–
101	মেন্দেলেভিয়াম	Md	$5f^{13}7s^2$	$5f^{12}$	$5f^{11}$	–	–
102	ন'বেলিয়াম	No	$5f^{14}7s^2$	$5f^{13}$	$5f^{12}$	–	–
103	লৰেন্সিয়াম	Lr	$5f^{14}6d^17s^2$	$5f^{14}$	$5f^{13}$	–	–

এক্টিনয়ডসমূহ তেজস্ক্রিয় মৌল। শ্ৰেণীটোৰ প্ৰথম মৌলকেইটাৰ অৰ্ধ-জীৱনকাল আপেক্ষিকভাৱে দীঘলীয়া; শেষৰ মৌলকেইটাৰ অৰ্ধ-জীৱন কাল এদিনৰপৰা মিনিটলৈ আৰু লৰেন্সিয়ামৰ ক্ষেত্ৰত (Z = 103) এই মান 3 মিনিট। এই শ্ৰেণীৰ বেছিভাগ মৌল অতি কম পৰিমাণেহে পাব পাৰি। শেষৰ মৌলকেইটা নেন'গ্ৰাম পৰিমাণতহে প্ৰস্তুত কৰা হৈছে। সেই কাৰণে এই মৌলবোৰৰ বিস্তৃত অধ্যয়ন কৰাটো কঠিন।

8.6.1 ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস (Electronic Configuration)

এক্টিনয়ড শ্ৰেণীৰ সকলোবোৰ মৌলৰেই $7s^2$ বিন্যাসৰ লগতে $5f$ আৰু $6d$ অৰবিটেল পৰিৱৰ্তিতভাৱে ইলেকট্ৰনেৰে পূৰ হোৱা বুলি ভবা হয়। থ'ৰিয়ামৰ (Z = 90) বাহিৰে Paৰপৰা আৰম্ভ কৰি পাছৰ মৌলবোৰত $5f$ অৰবিটেলত এটাৰ পিছত এটাকৈ ইলেকট্ৰন যোগ হয়। এনেদৰে অৱশেষত 103 পৰমাণু ক্ৰমাংকৰ মৌল Lrত 14টা ইলেকট্ৰনেৰে $5f$ অৰবিটেল সম্পূৰ্ণ হয়। লেন্থেনয়ড মৌলবোৰত দেখাৰ দৰে এক্টিনয়ডবোৰৰ অনিয়মীয়া ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাসৰো কাৰণ হৈছে $5f$ অৰবিটেলৰ বাবে হ'ব পৰা ৰিক্ত (f^0), অৰ্ধপূৰ্ণ (f^7) আৰু পূৰ্ণ (f^{14}) বিন্যাসসমূহৰ অতিৰিক্ত সুস্থিৰতা। সেয়েহে, Am আৰু Cmৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস ক্ৰমে [Rn]$5f^7 7s^2$ আৰু [Rn]$5f^7 6d^1 7s^2$। $5f$ আৰু $4f$ অৰবিটেলৰ বাবে তৰংগ-ফলনৰ (wave function) কৌণিক অংশ একেধৰণৰ যদিও $5f$ অৰবিটেলবোৰ $4f$ অৰবিটেলৰ সমানে পৰমাণুৰ অভ্যন্তৰলৈ সোমাই যোৱা বিধৰ নহয়। এইবাবে $5f$ অৰবিটেলে ৰাসায়নিক বান্ধনি গঠনত অধিকতৰভাৱে ভাগ ল'ব পাৰে।

8.6.2 আয়নীয় আকাৰ (Ionic Sizes)

লেন্থেনয়ডৰ ক্ষেত্ৰত পৰিলক্ষিত আকাৰৰ সাধাৰণ ক্ৰম বা ধাৰা এক্টিনয়ডবোৰতো দেখা যায়। মৌলসমূহৰ নাইবা M^{3+} আয়নবোৰৰ আকাৰ পৰ্যায় এটাত বাঁওফালৰপৰা সোঁফাললৈ কমি যায়। ইয়াক আমি লেন্থেনয়ডৰ দৰেই **এক্টিনয়ড সংকোচন** বুলি ক'ব পাৰো। অৱশ্যে এটা মৌলৰপৰা আন এটা মৌললৈ হোৱা সংকোচনৰ পৰিমাণ এইটো শ্ৰেণীত বৃহত্তৰ; কিয়নো $5f$ ইলেকট্ৰনৰ ছিল্ডিং ক্ষমতা অতি কম।

8.6.3 জাৰণ-অৱস্থা (Oxidation State)

$5f$, $6d$ আৰু $7s$ অৰবিটেলকেইটাৰ শক্তি প্ৰায় একে। সেই বাবে এক্টিনয়ড শ্ৰেণীত জাৰণ অৱস্থাৰ পৰিসৰ বেছি। জ্ঞাত জাৰণ অৱস্থাবোৰ তালিকা 8.11ত দেখুওৱা হৈছে।

তালিকা 8.11 : এক্টিনিয়াম আৰু এক্টিনয়ডৰ জাৰণ অৱস্থা

Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
3		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	4	4	4	4	4	4	4	4						
		5	5	5	5	5								
			6	6	6	6								
				7	7									

এক্টিনয়ডবোৰে সাধাৰণতে +3 জাৰণ অৱস্থা দেখুৱায়। শ্ৰেণীটোৰ প্ৰথম আধাসংখ্যক মৌলই সঘনাই উচ্চতৰ জাৰণ-অৱস্থা প্ৰদৰ্শন কৰে। উদাহৰণ স্বৰূপে, Thএ দেখুওৱা সৰ্বোচ্চ জাৰণ সংখ্যা হ'ল +4; আনহাতে Pa, U আৰু Np ৰ ক্ষেত্ৰত সৰ্বোচ্চ জাৰণ অৱস্থা যথাক্ৰমে +5, +6 আৰু +7 হয়গৈ। তাৰ পাছৰ মৌলবোৰৰ ক্ষেত্ৰত জাৰণ সংখ্যা আকৌ কমিবলৈ ধৰে (তালিকা 8.11)। এক্টিনয়ড আৰু লেন্থেনয়ডৰ মাজত থকা এক উল্লেখনীয় সাদৃশ্য এই যে দুয়োটা শ্ৰেণীৰ ক্ষেত্ৰতে +4 তকৈ +3 জাৰণ সংখ্যাৰ যৌগ সৰ্বাধিক। অৱশ্যে +3 আৰু +4 জাৰণ অৱস্থাত থকা যৌগৰ জল-অপঘটন সহজে হয়। এক্টিনয়ড শ্ৰেণীৰ মৌলবোৰৰ জাৰণ সংখ্যাৰ অনিয়মীয়া বিতৰণ তথা শ্ৰেণীটোৰ আৰম্ভণি আৰু শেষৰ মৌলসমূহৰ মাজত দেখা পাৰ্থক্যৰ বাবে জাৰণ সংখ্যাৰ ভিত্তিত ইহঁতৰ ধৰ্মৰ পৰ্যালোচনা কৰাটো সন্তোষজনক নহয়।

8.6.4 লেন্থেনয়ডৰ লগত তুলনা আৰু ইহঁতৰ সাধাৰণ বৈশিষ্ট্য (General Characteristics and Comparision with Lanthanoids)

আটাইবোৰ এক্টিনয়ড ধাতু দেখাত ছিলভাৰৰ দৰে যদিও ইহঁতৰ গঠন বিভিন্ন ধৰণৰ হ'ব পাৰে। ইহঁতৰ ধাতৰ ব্যাসাৰ্ধৰ অনিয়মতা লেন্থেনয়ডসমূহৰ তুলনাত বেছি। সেই কাৰণে এক্টিনয়ডবোৰৰ গঠনৰ তাৰতম্য দেখা যায়।

এক্টিনয়ডবোৰ অতিশয় সক্ৰিয় ধাতু; বিশেষকৈ মিহি গুড়ি ৰূপত থাকিলে ইহঁতৰ সক্ৰিয়তা সৰ্বোচ্চ হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, উতলা পানীৰ সৈতে বিক্ৰিয়া কৰি এই ধাতুবোৰে অক্সাইড আৰু হাইড্ৰাইডৰ মিশ্ৰ উৎপন্ন কৰে। আনহাতে প্ৰায়বোৰ অধাতুৰেই আপেক্ষিকভাৱে কম উষ্ণতাতেই এক্টিনয়ডবোৰৰ লগত বিক্ৰিয়া কৰে। হাইড্ৰ'ক্ল'ৰিক এছিডে ইহঁতৰ লগত বিক্ৰিয়া কৰে। কিন্তু নাইট্ৰিক এছিডৰ উপস্থিতিত এই মৌলকেইটাৰ ওপৰত অক্সাইডৰ এটা ৰক্ষাকাৰী আৱৰণ সৃষ্টি হোৱা হেতুকে এই এছিডে ইহঁতৰ বিশেষ অনিষ্ট সাধন কৰিব নোৱাৰে। ক্ষাৰে ইহঁতৰ লগত বিক্ৰিয়া নকৰে।

এক্টিনয়ডৰ চুম্বকীয় ধৰ্ম লেন্থেনয়ডৰ তুলনাত যথেষ্ট জটিল। এক্টিনয়ডৰ 5*f* অৰবিটেলত থকা অযুগ্ম ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যাই যেনেকৈ চুম্বকীয় সংবেদনশীলতাৰ (magnetic susceptibility) পৰিৱৰ্তন ঘটায় সেয়া মোটামুটিভাৱে লেন্থেনয়ডৰ ক্ষেত্ৰত পোৱা ফলাফলৰ লগত মিলে। কিন্তু লেন্থেনয়ডৰ চুম্বকীয় সংবেদনশীলতাৰ মান তুলনামূলকভাৱে বেছি।

প্ৰথম এক্টিনয়ড মৌলকেইটাৰ আয়নীকৰণ এনথালপি সম্পূৰ্ণ শুদ্ধকৈ জনা তথাপিও এই আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান প্ৰথম

লেন্থেনয়ড মৌলকেইটাৰ তুলনাত কম। ইয়াৰ কাৰণ এই যে $5f$ অৰবিটেলত থকা ইলেকট্ৰনবোৰৰ পৰমাণুৰ অন্তঃস্থললৈ ভেদ কৰিব পৰা ক্ষমতা (penetrating power) কম। সেয়েহে লেন্থেনয়ডৰ $4f$ ইলেকট্ৰনৰ তুলনাত এক্টিনয়ডৰ $5f$ ইলেকট্ৰনে নিউক্লীয় আধান কমকৈ অনুভৱ কৰে (অৰ্থাৎ $5f$ ইলেকট্ৰনৰ ক্ষেত্ৰত ছিল্ডিং বেছি হয়)। এক্টিনয়ডৰ এই বহিৰ্ভাগৰ ইলেকট্ৰনবোৰে নিউক্লিয়াছৰ আকৰ্ষণ কমকৈ অনুভৱ কৰা বাবে এইবোৰে ৰাসায়নিক বান্ধনিত সহজে অংশগ্ৰহণ কৰিব পাৰে।

লেন্থেনয়ড আৰু এক্টিনয়ডৰ বৈশিষ্ট্যৰ উপৰিউক্ত তুলনামূলক অধ্যয়নৰপৰা বুজা যায় যে এক্টিনয়ড মৌল শ্ৰেণীৰ দ্বিতীয়াৰ্ধ নোপোৱালৈকে লেন্থেনয়ডৰ সৈতে ধৰ্মৰ সাদৃশ্য চকুত নপৰে। লেন্থেনয়ডবোৰৰ দৰে প্ৰথমাৰ্ধৰ এক্টিনয়ড মৌলবোৰেও জাৰণ অৱস্থাৰ বাহিৰে আন ধৰ্মবোৰৰৰ ক্ৰম পৰিৱৰ্তনৰ পাৰস্পৰিক সাদৃশ্য দেখুৱায়। মৌলবোৰৰ আধাৰ আৰু ধৰ্মৰ ওপৰত লেন্থেনয়ড আৰু এক্টনয়ড সংকোচনৰ যথেষ্ট প্ৰভাৱ দেখা যায়। এক্টনয়ডবোৰৰ ৰসায়ন এতিয়ালৈকে যথেষ্ট পৰিমাণে উপলব্ধ নহয় বাবে লেন্থেনয়ড সংকোচনহে অধিক গুৰুত্বপূৰ্ণ।

উদাহৰণ 8.10 +4 জাৰণ অৱস্থা দেখুওৱা লেন্থেনয়ড শ্ৰেণীৰ এটা মৌলৰ নাম লিখা।

সমাধান চিৰিয়াম (Z = 58)

পাঠস্থ প্ৰশ্নমালা

8.10 লেন্থেনয়ড সংকোচনৰ তুলনাত এটা মৌলৰপৰা আন এটা মৌললৈ হোৱা এক্টিনয়ড সংকোচনৰ মান বেছি কিয়?

8.7 *d*- আৰু *f*- গোষ্ঠীৰ মৌলৰ কিছুমান প্ৰয়োগ (Some Applications of *d*- and *f*-Block Elements)

আইৰন আৰু বিভিন্ন প্ৰকাৰ তীখা হৈছে সবাতোকৈ আৱশ্যকীয় নিৰ্মাণ-সামগ্ৰী। এইবোৰৰ উৎপাদন নিৰ্ভৰ কৰে আইৰন অক্সাইডৰ বিজাৰণ, অশুদ্ধি পৃথকীকৰণ আৰু C তথা Cr, Mn, Ni ৰ দৰে পদাৰ্থ মিহলোৱাৰ ওপৰত। কিছুমান যৌগ বিশেষ উদ্দেশ্যৰে উৎপাদন কৰা হয়; যেনে, ৰঞ্জক উদ্যোগৰ বাবে TiO_2 আৰু শুষ্ক কোষত ব্যৱহাৰৰ বাবে MnO_2 আদি। বেটাৰি উদ্যোগত Zn আৰু Ni/Cdৰো ব্যৱহাৰ বহুলভাৱে হয়। বৰ্গ 11 ৰ ধাতুবোৰ (যিবোৰ মুদ্ৰা ধাতু বুলি জনাজাত) অতি মূল্যৱান। প্ৰাচীন কালৰপৰাই Cu, Ag আৰু Au আদিৰে মুদ্ৰা (coin) আৰু বহুমূলীয়া অলংকাৰ-পাতি তৈয়াৰ হৈ আহিছে। আজিকালি এইকেইবিধ ধাতুৰে নিৰ্মিত মুদ্ৰাবোৰ অৱশ্যে সংগ্ৰহিত সম্পদ (collection item) হিচাপেহে অধিক প্ৰসিদ্ধ। ইংলেণ্ডৰ বৰ্তমান কালৰ কপাৰ মুদ্ৰাবোৰ আচলতে কপাৰেৰে আবৃত তীখাহে। এই দেশৰ 'ছিলভাৰ' মুদ্ৰাবোৰ হ'ল Cu/Ni সংকৰ ধাতু। ভালেমান ধাতু আৰু ধাতুৰ যৌগ ৰাসায়নিক উদ্যোগৰ অত্যাৱশ্যকীয় অনুঘটক। ছালফিউৰিক এছিডৰ প্ৰস্তুতিত SO_2ক জাৰিত কৰিবলৈ V_2O_5 অনুঘটক হিচাপে ব্যৱহাৰ কৰা হয়। $TiCl_4$ আৰু

DAILY ASSAM

$Al(CH_3)_3$ হ'ল পলিথিন উৎপাদনত ব্যৱহৃত বিখ্যাত জিয়েগলাৰ (Ziegler) অনুঘটকৰ মূল ৰাসায়নিক দ্ৰব্য। হেবাৰৰ পদ্ধতিৰে N_2/H_2 মিশ্ৰৰপৰা এম'নিয়া উৎপাদনত আইৰন অনুঘটক হিচাপে ব্যৱহৃত হয়। চৰ্বীৰ (fats) হাইড্ৰ'জেনযোজন নিকেল অনুঘটকেহে সম্ভৱ কৰি তোলে। ৱেকাৰ (Wacker) পদ্ধতিৰে ইথাইনৰ ($CH \equiv CH$) পৰা ইথানেল (CH_3CHO) প্ৰস্তুতিত $PdCl_2$এ অনুঘটকৰ কাম কৰে। এলকাইন আৰু বেনজিনৰ দৰে আন যৌগৰ বহুযোগীকৰণত নিকেলৰ জটিল যৌগ অনুঘটক হিচাপে উপযোগী। AgBrৰ বিশেষ আলোক-সংবেদী ধৰ্মৰ বাবে এই পদাৰ্থবিধ ফটোগ্ৰাফী উদ্যোগত বহুলভাৱে ব্যৱহৃত হয়।

সাৰাংশ

বৰ্গ 3ৰপৰা বৰ্গ 12লৈ *d*-গোষ্ঠীৰ মৌলবোৰে পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ মধ্যাংশত অৱস্থান কৰে। এই মৌলবোৰত অন্তৰ্বতী *d* অৰবিটেলবোৰ একাদিক্ৰমে পৰিপূৰ্ণ হয়। ***f*- গোষ্ঠীৰ** মৌলবোৰ পৰ্যাবৃত্ত তালিকাখনত **তলফালে** আছে। এইটো গোষ্ঠীৰ মৌলসমূহত 4*f* আৰু 5*f* অৰবিটেলবোৰ একাদিক্ৰমে পৰিপূৰ্ণ হয়।

3*d*, 4*d* আৰু 5*d* অৰবিটেল ইলেকট্ৰনেৰে পৰিপূৰ্ণ হোৱাৰ ওপৰত ভিত্তি কৰি তিনিটা সংক্ৰমণশীল শ্ৰেণী পোৱা যায়। সকলোবোৰ সংক্ৰমণশীল মৌলই উচ্চ টান প্ৰতিৰোধী ক্ষমতা, নমনীয়তা, তাপীয় আৰু বৈদ্যুতিক পৰিবাহিতা আৰু ধাতৱ ধৰ্ম আদি বৈশিষ্ট্যমূলক ধৰ্ম প্ৰদৰ্শন কৰে। সিহঁতৰ গলনাংক আৰু উতলাংক বেছি। ইয়াৰ কাৰণ হ'ল, $(n-1)d$ ইলেকট্ৰনৰ জৰিয়তে পৰমাণুবোৰৰ মাজত গঠিত হোৱা শক্তিশালী বান্ধনি। প্ৰতিটো শ্ৰেণীৰে মধ্যাংশত উপৰিউক্ত ধৰ্মবোৰৰ সৰহভাগৰেই উচ্চতম মান দেখা যায়। ইয়াৰ দ্বাৰা বুজিব পৰা যায় যে প্ৰতিটো *d* অৰবিটেলতে একোটাকৈ অযুগ্ম ইলেকট্ৰন থাকিলে আন্তঃপাৰমাণৱিক আন্তক্ৰিয়া (interatomic interaction) শক্তিশালী হয়।

মূল বৰ্গৰ মৌলবোৰৰ ক্ষেত্ৰত পৰমাণু ক্ৰমাংক বাঢ়ি যোৱাৰ লগে লগে ক্ৰমিক **আয়নীকৰণ এনথালপি** যিমান বেছিকৈ বাঢ়ে, সংক্ৰমণশীল মৌলৰ ক্ষেত্ৰত তেনে নহয়। সেয়েহে $(n-1)d$ অৰবিটেলৰপৰা বিভিন্ন সংখ্যক ইলেকট্ৰন ওলাই যোৱাটো শক্তিৰ হিচাপত অবাঞ্ছনীয় নহয়। **$(n-1)d$ অৰবিটেলৰ প্ৰভাৱতেই** সংক্ৰমণশীল মৌলবোৰে কিছুমান বিশেষ ধৰণৰ ধৰ্ম দেখুৱায়। সেইবাবে, পৰিবৰ্তনশীল জাৰণ সংখ্যা দেখুওৱাৰ উপৰি এই মৌলবোৰে অনুচুম্বকীয় ধৰ্ম, অনুঘটকীয় ধৰ্ম দেখুৱায়। তদুপৰি এই মৌলবোৰে ৰঙীণ আয়ন আৰু জটিল যৌগ গঠন কৰে।

ৰাসায়নিক ধৰ্মৰ ফালৰপৰা সংক্ৰমণশীল মৌলবোৰৰ ইটো আনটোৰপৰা যথেষ্ট পৰিমাণে পৃথক। এইবোৰৰ মাজত কেইবাটাও মৌল খনিজ এছিডত দ্ৰৱীভূত হোৱাৰ জোখেৰে যথেষ্ট পৰিমাণে বিদ্যুৎ ধনাত্মক। ইয়াৰ বিপৰীতে কেইবাটাও সংক্ৰমণশীল মৌল আকৌ একেবাৰে নিষ্ক্ৰিয়। কপাৰক বাদ দি আন প্ৰথম শ্ৰেণীৰ সংক্ৰমণশীল মৌলবোৰ আপেক্ষিকভাৱে সক্ৰিয়।

সংক্ৰমণশীল মৌলবোৰে কেইবাটাও অধাতুৰ (যেনে— অক্সিজেন, নাইট্ৰ'জেন, ছালফাৰ আৰু

DAILY ASSAM

হেল'জেন) লগত বিক্রিয়া কৰি দ্বিমৌলিক যৌগ গঠন কৰে। উচ্চ উষ্ণতাত ধাতু আৰু অক্সিজেনৰ মাজত বিক্রিয়া ঘটি প্রথম শ্রেণীৰ সংক্রমণশীল ধাতুৰ অক্সাইড উৎপন্ন হয়। এই অক্সাইডসমূহে এছিড আৰু ক্ষাৰকীয় দ্রৱত দ্রবীভূত হৈ অক্স'-ধাতৱীয় লৱণ উৎপন্ন কৰে। ইয়াৰ উদাহৰণ হ'ল, পটাছিয়াম ডাইক্ৰ'মেট আৰু পটাছিয়াম পাৰমেংগানেট। বায়ুৰ উপস্থিতিত ক্ষাৰৰ সৈতে ক্র'মাইট আকৰিকৰ গলাই (fusion) ইয়াৰ আৰকৰ (extract) লগত এছিড যোগ কৰি পটাছিয়াম ডাইক্ৰ'মেট প্রস্তুত কৰা হয়। পটাছিয়াম পাৰমেংগানেটৰ প্রস্তুত প্রণালীত পাইৰ'লুছাইট আকৰিক (MnO_2) ব্যৱহাৰ কৰা হয়। পটাছিয়াম ডাইক্ৰ'মেট আৰু পাৰামেংগানেট দুয়োটাই শক্তিশালী জাৰক।

লেন্থেনয়ড আৰু এক্টিনয়ড— এই আন্তঃসংক্রমণশীল মৌলৰ শ্রেণী দুটা পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ *f*-গোষ্ঠীৰ অন্তৰ্ভুক্ত। অন্তৰ্বৰ্তী 4*f* অৰবিটেল ক্রমাগতভাৱে ইলেকট্রনৰ দ্বাৰা পূৰ হোৱাৰ লগে লগে পৰ্যায়টোত পাৰমাণৱিক আৰু আয়নীয় আকাৰ কমিবলৈ ধৰে (লেন্থেনয়ড সংকোচন)। এই সংকোচনৰ প্রভাৱ ইয়াৰ পাছৰ মৌলসমূহৰ ৰাসায়নিক ধৰ্মৰ ক্ষেত্ৰতো দেখিবলৈ পোৱা যায়। লেন্থেনাম আৰু আটাইবোৰ লেন্থেনয়ড শুভ্র, কোমল ধাতু। সিহঁতে পানীৰ লগত সহজে বিক্রিয়া কৰি +3 আয়নৰ সৃষ্টি কৰে। কিছুসংখ্যক মৌলই +4 আৰু +2 জাৰণ অৱস্থা দেখুৱায় যদিও ইহঁতৰ মুখ্য জাৰণ অৱস্থা +3। জাৰণ অৱস্থাৰ ভিন্নতাৰ দিশৰপৰা এক্টিনয়ডৰ ধৰ্ম অধিক জটিল। তদুপৰি প্রায়বোৰ এক্টিনয়ড মৌল তেজস্ক্রিয়, হোৱা বাবে এই মৌলসমূহৰ ৰসায়ন অধ্যয়ন কষ্টসাধ্য।

d- আৰু *f*- গোষ্ঠীৰ মৌলসমূহ আৰু সিহঁতৰ যৌগসমূহৰ ভালেমান ব্যৱহাৰিক প্রয়োগ আছে। তাৰ ভিতৰত উল্লেখযোগ্য হ'ল — বিভিন্ন ধৰণৰ ষ্টীল উৎপাদনৰ ক্ষেত্ৰত অনুঘটক হিচাপে, জটিল যৌগ প্রস্তুতি আদি। জৈৱ যৌগৰ প্রস্তুতিতো এই মৌলবোৰ (বিশেষকৈ *d* গোষ্ঠীৰ) বহুলভাৱে ব্যৱহাৰ কৰা হয়।

অনুশীলনী

8.1 তলত দিয়াবোৰৰ ইলেকট্রনীয় বিন্যাস লিখা ঃ

(i) Cr^{3+} (iii) Cu^{+} (v) Co^{2+} (vii) Mn^{2+}

(ii) Pm^{3+} (iv) Ce^{4+} (vi) Lu^{2+} (viii) Th^{4+}

8.2 +3 জাৰণ অৱস্থালৈ পৰিৱৰ্তনৰ ক্ষেত্ৰত Mn^{2+} ৰ যৌগসমূহ Fe^{2+} ৰ যৌগসমূহতকৈ কিয় বেছি সুস্থিৰ?

8.3 প্রথম পৰ্যায়ৰ সংক্রমণশীল মৌলবোৰৰ প্রথম অৰ্ধত পৰমাণু ক্রমাংক বাঢ়ি যোৱাৰ লগে লগে +2 জাৰণ অৱস্থাৰ সুস্থিৰতা কেনেকৈ বাঢ়ি যায় চমুকৈ ব্যাখ্যা কৰা।

8.4 ইলেকট্রনীয় বিন্যাসৰ ওপৰত প্রথম পৰ্যায়ৰ সংক্রমণশীল মৌলসমূহৰ জাৰণ অৱস্থাৰ সুস্থিৰতা কেনে ধৰণে নিৰ্ভৰ কৰে? উদাহৰণসহ তোমাৰ উত্তৰটো ব্যাখ্যা কৰা।

DAILY ASSAM

8.5 তলত দিয়া d-ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাসযুক্ত সংক্ৰমণশীল মৌলবোৰৰ ভূমি অৱস্থাত হ'ব পৰা সুস্থিৰ জাৰণ সংখ্যাবোৰ লিখা—

$$3d^3,\ 3d^5,\ 3d^8,\ 3d^4$$

8.6 সংক্ৰমণশীল শ্ৰেণীৰ প্ৰথম পৰ্যায়ৰ মৌলবোৰৰ কোনবোৰ ধাতুৰ অক্স'এনায়নে সিহঁতৰ বৰ্গ নিৰ্দেশ কৰা সংখ্যাৰ সৈতে একে জাৰণ সংখ্যা দেখুৱায়?

8.7 লেন্থেনয়ড সংকোচন বুলিলে কি বুজা? এই সংকোচনৰ ফলাফল কি?

8.8 সংক্ৰমণশীল মৌলৰ বৈশিষ্ট্যসমূহ কি আৰু ইহঁতক সংক্ৰমণশীল মৌল বুলি কিয় কোৱা হয়? d-গোষ্ঠীৰ কোনবোৰ মৌলক সংক্ৰমণশীল মৌল হিচাপে গণ্য কৰিব নোৱাৰি?

8.9 সংক্ৰমণশীল মৌলবোৰৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস অসংক্ৰমণশীল মৌলৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাসতকৈ কিয় বেলেগ?

8.10 লেন্থেনয়ডসমূহে কি কি জাৰণ অৱস্থা দেখুৱায়?

8.11 কাৰণ দৰ্শাই ব্যাখ্যা কৰা —

(i) সংক্ৰমণশীল মৌল আৰু সিহঁতৰ বহু সংখ্যক যৌগই অনুচুম্বকীয় ধৰ্ম দেখুৱায়।

(ii) সংক্ৰমণশীল মৌলৰ পৰমাণুকৰণ এনথালপি বেছি।

(iii) সংক্ৰমণশীল মৌলসমূহে সাধাৰণতে ৰঙীণ যৌগ গঠন কৰে।

(iv) সংক্ৰমণশীল মৌল আৰু সিহঁতৰ যৌগবোৰে উত্তম অনুঘটকৰ কাম কৰে।

8.12 অন্তৰ্বৰ্তী যৌগবোৰ কি? সংক্ৰমণশীল মৌলৰ এই যৌগবোৰ কিয় বেছিকৈ জনা যায়?

8.13 সংক্ৰমণশীল মৌলৰ পৰিৱৰ্তনশীল জাৰণ অৱস্থা অসংক্ৰমণশীল মৌলৰ জাৰণ অৱস্থাতকৈ কিদৰে পৃথক? উদাহৰণসহ ব্যাখ্যা কৰা।

8.14 আইৰন ক্ৰ'মাইট আকৰিকৰপৰা পটাছিয়াম ডাইক্ৰ'মেটৰ প্ৰস্তুতি বৰ্ণনা কৰা। পটাছিয়াম ডাইক্ৰ'মেটৰ দ্ৰৱ এটাৰ pH ৰ মান বৃদ্ধি কৰিলে কি হয়?

8.15 পটাছিয়াম ডাইক্ৰ'মেটৰ জাৰণ ক্ৰিয়া ব্যাখ্যা কৰা আৰু তলত দিয়াবোৰৰ লগত হোৱা বিক্ৰিয়াৰ আয়নীয় সমীকৰণ লিখা।

(i) আয়'ডাইড (ii) আইৰন (II) দ্ৰৱ (iii) H_2S

8.16 পটাছিয়াম পাৰমেংগানেটৰ প্ৰস্তুত প্ৰণালী ব্যাখ্যা কৰা। এছিডযুক্ত পাৰমেংগানেটৰ দ্ৰৱ এটাই (i) আইৰন(II) আয়ন, (ii) SO_2 আৰু (iii) অকজেলিক এছিডৰ লগত কি দৰে বিক্ৰিয়া কৰে? বিক্ৰিয়াসমূহৰ বাবে আয়নীয় সমীকৰণ লিখা।

8.17 M^{2+}/M আৰু M^{3+}/M^{2+} তন্ত্ৰৰ কিছুমান ধাতুৰ $E^\ominus$ ৰ মান হ'ল

Cr^{2+}/Cr	- 0.9 V	Cr^{3+}/Cr^{2+}	- 0.4 V
Mn^{2+}/Mn	- 1.2 V	Mn^{3+}/Mn^{2+}	+ 1.5 V
Fe^{2+}/Fe	- 0.4 V	Fe^{3+}/Fe^{2+}	0.8 V

DAILY ASSAM

এই তথ্যবোৰৰ পৰা মন্তব্য দিয়া

(i) Cr^{3+} আৰু Mn^{3+} ৰ তুলনাত এছিড দ্ৰৱত Fe^{3+} দ্ৰৱৰ সুস্থিৰতা আৰু

(ii) একেটা পদ্ধতি ব্যৱহাৰ কৰি ক্ৰ'মিয়াম অথবা মেংগানিজৰ তুলনাত কিমান সহজে আইৰনক জাৰণ কৰিব পাৰি?

8.18 Ti^{3+}, V^{3+}, Cu^{+}, Sc^{3+}, Mn^{2+}, Fe^{3+} আৰু Co^{2+} — এইবোৰৰ ভিতৰত কোনবোৰ আয়নৰ জলীয় দ্ৰৱ ৰঙীন? প্ৰতিটোৰে কাৰণ দৰ্শোৱা।

8.19 প্ৰথম পৰ্যায়ৰ সংক্ৰমণশীল মৌলবোৰৰ +2 জাৰণ অৱস্থাৰ সুস্থিৰতা তুলনা কৰা।

8.20 তলত দিয়াবোৰৰ ভিত্তিত এক্টিনয়ড আৰু লেন্থেনয়ডসমূহৰ ৰাসায়নিক ধৰ্ম তুলনা কৰা।

(i) ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস

(ii) পাৰমাণৱিক আৰু আয়নীয় আকাৰ আৰু

(iii) জাৰণ অৱস্থা

(iv) ৰাসায়নিক সক্ৰিয়তা

8.21 তলত দিয়াবোৰ কেনেকৈ ব্যাখ্যা কৰিবা?

(i) Cr^{2+} আৰু Mn^{3+} দুয়োটা আয়নেই d^4 বিন্যাসযুক্ত, কিন্তু Cr^{2+} হ'ল তীব্ৰ বিজাৰক আৰু Mn^{3+} হ'ল তীব্ৰ জাৰক।

(ii) জলীয় দ্ৰৱত Co^{2+} আয়ন সুস্থিৰ কিন্তু জটিল যৌগ গঠন কৰিব পৰা বিকাৰকৰ উপস্থিতিত ই সহজেই জাৰিত হয়।

(iii) আয়নীয় অৱস্থাত d^1 বিন্যাসটো দুঃস্থিত।

8.22 'অসমঞ্জস' বিক্ৰিয়া বুলিলে কি বুজা? জলীয় দ্ৰৱত হোৱা দুটা অসমঞ্জস বিক্ৰিয়াৰ উদাহৰণ দিয়া।

8.23 প্ৰথম পৰ্যায়ৰ সংক্ৰমণশীল মৌলৰ কোনবিধ ধাতুৱে সাধাৰণতে +1 জাৰণ অৱস্থা দেখুৱায় আৰু কিয়?

8.24 তলত দিয়া গেছীয় আয়নসমূহৰ যোৰ নপতা ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যা গণনা কৰা।
Mn^{3+}, Cr^{3+}, V^{3+} আৰু Ti^{3+}।
ইহঁতৰ কোনটো আয়ন জলীয় দ্ৰৱত আটাইতকৈ সুস্থিৰ?

8.25 সংক্ৰমণশীল মৌলৰ ৰসায়নত তলত দিয়া বৈশিষ্ট্যসমূহৰ উদাহৰণসহ কাৰণ দৰ্শোৱা

(i) সংক্ৰমণশীল মৌলৰ আটাইতকৈ নিম্ন জাৰন অৱস্থাবিশিষ্ট অক্সাইডটো ক্ষাৰকীয় আনহাতে আটাইতকৈ উচ্চ জাৰণ অৱস্থা বিশিষ্ট অক্সাইড উভধৰ্মী / এছিড ধৰ্মী।

(ii) সংক্ৰমণশীল মৌল এটাই ইয়াৰ অক্সাইড আৰু ফ্লুৰাইড যৌগত সৰ্বোচ্চ জাৰণ অৱস্থা দেখুৱায়।

(iii) ধাতু এটাৰ অক্স'এনায়নে সৰ্বোচ্চ জাৰণ অৱস্থা দেখুৱায়।

8.26 তলত দিয়াবোৰৰ প্ৰস্তুত প্ৰণালীৰ বিভিন্ন পৰ্যায়সমূহ উল্লেখ কৰা —

(i) ক্ৰ'মাইট আকৰিকৰপৰা $K_2Cr_2O_7$

(ii) পাইৰ'লুছাইট আকৰিকৰপৰা $KMnO_4$

DAILY ASSAM

8.27 সংকৰ ধাতু কি? কিছু পৰিমাণে লেন্থেনয়ড থকা দৰ্কাৰী সংকৰ ধাতু নাম লিখা। ইয়াৰ ব্যৱহাৰ উল্লেখ কৰা।

8.28 আন্তঃসংক্ৰমণশীল মৌলসমূহ কি? তলত দিয়া সংখ্যাবোৰৰ কোনবোৰে আন্তঃসংক্ৰমণশীল মৌলৰ পৰমাণু ক্ৰমাংক বুজাইছে নিৰ্ধাৰণ কৰা–

29, 59, 74, 95, 102, 104

8.29 এক্টিনয়ড মৌলসমূহৰ ৰাসায়নিক বৈশিষ্ট্য লেন্থেনয়ড মৌলবোৰৰ দৰে সুষম নহয়। এই মৌলসমূহৰ জাৰণ অৱস্থাক উদাহৰণ হিচাপে লৈ উক্ত বাক্যশাৰী প্ৰতিপন্ন কৰা।

8.30 এক্টিনয়ড শ্ৰেণীৰ আটাইতকৈ শেষৰ মৌলটো কি? এই মৌলবিধৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস লিখা। মৌলটোৰ সম্ভাব্য জাৰণ অৱস্থাৰ ওপৰত মন্তব্য দিয়া।

8.31 Ce^{3+} আয়নৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস লিখা আৰু হুণ্ডৰ নীতি ব্যৱহাৰ কৰি অযুগ্ম ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যা নিৰ্ধাৰণ কৰা। 'স্পিন মাত্ৰ সমীকৰণ'ৰপৰা ইয়াৰ চুম্বকীয় ভ্ৰামক গণনা কৰা।

8.32 +4 আৰু +2 জাৰণ অৱস্থা দেখুওৱা লেন্থেনয়ড মৌলসমূহৰ নাম লিখা। এই মৌলসমূহৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাসৰ সৈতে এনেধৰণৰ ধৰ্মৰ সংযোগ স্থাপনৰ চেষ্টা কৰা।

8.33 তলত দিয়াবোৰৰ ভিত্তিত এক্টিনয়ড আৰু লেন্থেনয়ডৰ ৰাসায়নিক ধৰ্ম তুলনা কৰা।

(i) ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস (ii) জাৰণ অৱস্থা আৰু (iii) ৰাসায়নিক সক্ৰিয়তা

8.34 তলত দিয়া পৰমাণু ক্ৰমাংক বিশিষ্ট মৌলসমূহৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস লিখা—

61, 91, 101 আৰু 109

8.35 বৰ্গ অনুযায়ী দ্বিতীয় আৰু তৃতীয় শ্ৰেণীৰ সংক্ৰমণশীল মৌলৰ লগত প্ৰথম শ্ৰেণীৰ সংক্ৰমণশীল মৌলসমূহৰ সাধাৰণ বৈশিষ্ট্যসমূহ তুলনা কৰা। এই ক্ষেত্ৰত তলত দিয়াবোৰৰ ওপৰত গুৰুত্ব আৰোপ কৰা।

(i) ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস (ii) জাৰণ অৱস্থা (iii) আয়নীকৰণ শক্তি আৰু (iv) পাৰমাণৱিক আকাৰ।

8.36 তলত দিয়া আয়নবোৰত থকা $3d$ ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যা নিৰ্ধাৰণ কৰা —

Ti^{2+}, V^{2+}, Cr^{3+}, Mn^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Co^{2+}, Ni^{2+} আৰু Cu^{2+}।

8.37 প্ৰথম পৰ্যায়ৰ সংক্ৰমণশীল মৌলবোৰৰ বহুতো ধৰ্ম গধুৰ সংক্ৰমণশীল মৌলবোৰতকৈ পৃথক — উক্তিটোৰ ওপৰত মন্তব্য দিয়া।

8.38 তলত দিয়া যৌগবোৰৰ চুম্বকীয় ভ্ৰামকৰ মানৰপৰা কি বুজা যায়?

উদাহৰণ	চুম্বকীয় ভ্ৰামক (BM)
$K_4[Mn(CN)_6]$	2.2
$[Fe(H_2O)_6]^{2+}$	5.3
$K_2[MnCl_4]$	5.9

DAILY ASSAM

কিছুমান পাঠস্থ প্ৰশ্নৰ উত্তৰ

8.1 ছিলভাৰে (Z = 47) +2 জাৰণ অৱস্থা দেখুৱায় য'ত আংশিকভাৱে পূৰ্ণ d অৰবিটেল ($4d$) থাকে। সেয়েহে ই এটা সংক্ৰমণশীল মৌল।

8.2 ধাতৱ বান্ধনি গঠনত জিংকৰ ক্ষেত্ৰত $3d$ ইলেকট্ৰনৰ ব্যৱহাৰ একেবাৰেই নহয়; আনহাতে, 3d শ্ৰেণীৰ আন মৌলবোৰৰ ক্ষেত্ৰত ধাতৱ বান্ধনি গঠনত $3d$ ইলেকট্ৰনৰ ব্যৱহাৰ হয়।

8.3 মেংগানিজ (Z = 25) পৰমাণুত সৰ্বাধিক সংখ্যক অযুগ্ম ইলেকট্ৰন থাকে।

8.5 আয়নীকৰণ এনথালপিৰ অনিয়মীয়া পৰিৱৰ্তন মূলতঃ $3d$ বিন্যাসৰ (উদাহৰণ d^0, d^5, d^{10} বিশেষভাৱে সুস্থিৰ) সুস্থিৰতাৰ লগত জড়িত।

8.6 অক্সিজেন আৰু ফ্লুৰিনৰ আকাৰ ক্ষুদ্ৰ আৰু ইহঁত উচ্চ বিদ্যুৎ ঋণাত্মক বাবে ইহঁতে ধাতুক তাৰ উচ্চতম জাৰণ অৱস্থালৈ জাৰিত কৰিব পাৰে।

8.7 Fe^{2+} ৰ তুলনাত Cr^{2+} এবিধ তীব্ৰ বিজাৰক। কাৰণ Cr^{2+} ৰ পৰা Cr^{3+} প্ৰস্তুত হ'লে d^4-d^3 পৰিৱৰ্তন হ'ব পাৰে। কিন্তু Fe^{2+} পৰা Fe^{3+} হওঁতে $d^6 \rightarrow d^5$ পৰিৱৰ্তনহে হয়।

8.9 জলীয় দ্ৰৱত Cu^+ ৰ অসমঞ্জস বিক্ৰিয়া ঘটে, অৰ্থাৎ

$$2\,Cu^+(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + Cu(s)$$

E^0 ৰ মানবোৰ ইয়াৰ বাবে অনুকূল।

8.10 নিউক্লীয় আধানৰপৰা $5f$ ইলেকট্ৰনবোৰ অধিক কাৰ্যকৰীভাৱে ছিল্ডিং হৈ থাকে। অৰ্থাৎ, $5f$ ইলেকট্ৰনবোৰে নিজে মৌলবোৰত ভালদৰে ইলেকট্ৰনক ছিল্ডিং কৰাত অসমৰ্থ।