DAILY ASSAM

অধ্যায় 3

মৌলবোৰৰ শ্ৰেণীবিভাজন আৰু পৰ্যায়গত ধৰ্ম

CLASSIFICATION OF ELEMENTS AND PERIODICITY IN PROPERTIES

উদ্দেশ্য (Objectives)

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

- ধৰ্মৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰি মৌলবোৰক শ্ৰেণীবিভক্ত কৰাৰ ধাৰণাই কেনেকৈ পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ জন্ম দিলে।
- পৰ্যাবৃত্ত সূত্ৰ বুলিলে কি বুজা যায়।
- মৌলবোৰক শ্ৰেণীবিভক্ত কৰাৰ মূল ভেটি হিচাপে পৰমাণু ক্ৰমাংক আৰু ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাসৰ তাৎপৰ্য।
- 100তকৈ বেছি পৰমাণু ক্ৰমাংক বিশিষ্ট মৌলৰ IUPAC নামকৰণ প্ৰথা।
- *s, p, d, f* গোষ্ঠীত মৌলবোৰৰ শ্ৰেণীবিভাজন আৰু প্ৰতিটো গোষ্ঠীৰ মৌলৰ মূল বৈশিষ্ট্য।
- মৌলবোৰৰ ভৌতিক আৰু ৰাসায়নিক ধৰ্মৰ পৰ্যায়গত পৰিৱৰ্তন।
- মৌলবোৰৰ সক্ৰিয়তাৰ তুলনা আৰু সক্ৰিয়তাৰ সৈতে প্ৰকৃতিত এইবোৰৰ অৱস্থানৰ সম্বন্ধ।
- আয়নীকৰণ এনথালপি আৰু ধাতৱ ধৰ্মৰ মাজৰ সম্বন্ধ।
- পাৰমাণৱিক/আয়নীয় ব্যাসাৰ্ধ, আয়নীকৰণ এনথালপি, ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপি, বিদ্যুৎঋণাত্মকতা, যোজ্যতা আদি পৰমাণুৰ অতি গুৰুত্বপূৰ্ণ ধৰ্মসমূহৰ ধাৰণা।

"The Periodic Table is arguably the most important concept in chemistry, both in principle and in practice. It is the everyday support for students, it suggests new avenues of research to professionals, and it provides a succinct organization of the whole of chemistry. It is a remarkable demonstration of the fact that the chemical elements are not a random cluster of entities; but instead display trends and lie together in families. An awareness of the Periodic Table is essential to anyone who wishes to disentangle the world and see how it is built up from the fundamental building blocks of the chemistry, the chemical elements."

Glenn T. Seaborg

এই অধ্যায়ত প্ৰথমে আমি পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ বিকাশ সম্বন্ধে আলোচনা কৰিম। সাধাৰণ আৰম্ভণিৰে তালিকাখনে আজিৰ অৱস্থা কেনেকৈ পালে এই কথা ব্যাখ্যা কৰিম। মৌলবোৰৰ এই পৰ্যায়গত শ্ৰেণীবিভাজন যে ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাসৰেই ফলশ্ৰুতি সেয়াও আমাৰ আলোচনাৰপৰা স্পষ্ট হ'ব। অধ্যায়টোৰ দ্বিতীয় ভাগত মৌলবোৰৰ ভৌতিক আৰু ৰাসায়নিক ধৰ্মবোৰৰ পৰ্যায়গত পৰিৱৰ্তনৰ বিষয়ে বিতংভাৱে আলোচনা কৰা হ'ব।

3.1 মৌলবোৰৰ শ্ৰেণীবিভাজন কিয় কৰিব লাগে? (WHY DO WE NEED TO CLASSIFY ELEMENTS?)

আমাৰ চাৰিওফালে হাজাৰ হাজাৰ যৌগ আছে। সকলোবোৰ যৌগৰে মূল হৈছে মৌলবোৰ। 1800 চনত মাত্ৰ 31টা মৌলৰ কথা মানুহে জানিছিল। 1865 চনলৈ এই সংখ্যাটো বাঢ়ি 63 হ'লগৈ। সম্প্ৰতি আমি 118টা মৌলৰ কথা জানো। অৱশ্যে পৰমাণু ক্ৰমাংক 92ৰ পাছৰ মৌলবোৰ পৰীক্ষাগাৰত কৃত্ৰিমভাৱে প্ৰস্তুত কৰা; প্ৰকৃতিত পোৱা নহয়।

DAILY ASSAM

নতুন মৌল সংশ্লেষণৰ বাবে বিজ্ঞানীসকলে সদায় চেষ্টা চলায়েই আছে।

ৰসায়নত আমি পদাৰ্থৰ বিষয়ে অধ্যয়ন কৰোঁ। মৌলবোৰেই সকলো পদাৰ্থৰ মূল বাবে এইবোৰক ভালদৰে অধ্যয়ন কৰা দৰকাৰ। কিন্তু ইমানবোৰ মৌলৰ প্ৰতিটোকে বা সিহঁতৰ যৌগবোৰক সুকীয়াকৈ অধ্যয়ন কৰাটো অতি কঠিন। এই সমস্যা সমাধানৰ বাবে বিজ্ঞানীসকলে মৌলবোৰক শ্ৰেণীবিভক্ত কৰাৰ উপায় উদ্ভাৱন কৰিছে। সেইবাবে মৌলবোৰ সম্বন্ধীয় জ্ঞানকো প্ৰণালীবদ্ধ ৰূপত পোৱা সম্ভৱ হৈছে। ফলত মৌলবোৰৰ ৰাসায়নিক ধৰ্মৰ যুক্তিসংগত ব্যাখ্যা দিয়াৰ উপৰি নতুন নতুন অধ্যয়নৰ দিশ মুকলি হৈছে।

3.2 পৰ্যায়গত শ্ৰেণীবিভাজনৰ আৰম্ভণি (GENESIS OF PERIODIC CLASSIFICATION)

আমি এতিয়া পোৱা পৰ্যাবৃত্ত তালিকাখনত মৌলবোৰক কিছুমান বৰ্গ আৰু পৰ্যায়ত সজোৱা হৈছে। তালিকাখন একে দিনতে প্ৰস্তুত কৰা হোৱা নাই। বিভিন্ন সময়ত বিভিন্ন বিজ্ঞানীয়ে পৰীক্ষা আৰু পৰ্যবেক্ষণৰদ্বাৰা লাভ কৰা জ্ঞান প্ৰণালীবদ্ধভাবে সজাই আজিৰ পৰ্যাবৃত্ত তালিকাখন পোৱা গৈছে।

1800 চনত জাৰ্মান ৰসায়নবিদ যে এটা ট্ৰায়াডত থকা মাজৰ মৌলটোৰ **পাৰমাণৱিক ভাৰ** (আপেক্ষিক পাৰমাণৱিক ভৰেই হ'ল পাৰমাণৱিক ভাৰ) প্ৰথম আৰু তৃতীয় মৌল দুটাৰ পাৰমাণৱিক ভাৰৰ গড় মানৰ সমান (তালিকা 3.1)। আকৌ মাজৰ মৌলটোৱে বাকী দুটা মৌলৰ মধ্যৱৰ্তী ধৰ্ম দেখুৱায়। ডবাৰাইনাৰৰ এই সম্বন্ধক **ট্ৰায়াড সূত্ৰ** (law of triads) বোলা হয়।

ডবাৰাইনাৰৰ এই সূত্ৰটো মাত্ৰ কেইটামান মৌলৰ ক্ষেত্ৰতহে প্ৰযোজ্য হয় বাবে ই গ্ৰহণযোগ্য নহ'ল। ইয়াৰ পাছত 1862 চনত ফ্ৰান্সৰ ভূতত্ত্ববিদ **এ. ই. বি. দ্য চানকৰ্টইছে** (A E B de Chancourtois) আন এটা ধাৰণা দিয়ে। তেওঁ এটা চুঙাৰ আকৃতিত মৌলবোৰক পাৰমাণৱিক ভাৰৰ বৰ্ধিত ক্ৰমত সজাইছিল। তেওঁৰ এই চুঙা আকৃতিৰ তালিকাখনেও সমাদৰ নাপালে। 1865 চনত **জন আলেকজেণ্ডাৰ নিউলেণ্ডছ** (John Alexander Newlands) নামৰ ইংৰাজ ৰসায়নবিদজনে **অষ্টক সূত্ৰ** (law of octaves) আগবঢ়ায়। তেওঁ মৌলবোৰক পাৰমাণৱিক ভাৰৰ বৰ্ধিত ক্ৰমত সজাই লক্ষ্য কৰিছিল যে প্ৰতি অষ্টম মৌলটোৰ সৈতে প্ৰথম মৌলটোৰ ধৰ্মৰ মিল থাকে (তালিকা 3.2)। এই সম্বন্ধটো সংগীতৰ প্ৰথম আৰু অষ্টম স্বৰৰ (সা, ৰে, গা, মা,..) মিল থকাৰ

তালিকা 3.1 ডবাৰাইনাৰৰ ট্ৰায়াড

ট্ৰায়াডৰ মৌল	পাৰমাণৱিক ভাৰ	ট্ৰায়াডৰ মৌল	পাৰমাণৱিক ভাৰ	ট্ৰায়াডৰ মৌল	পাৰমাণৱিক ভাৰ
Li	7	Ca	40	Cl	35.5
Na	23	Sr	88	Br	80
K	39	Ba	137	I	127

জ'হান ডবাৰাইনাৰে (Johann Dobereiner) পোনপ্ৰথমে মৌলবোৰৰ ধৰ্মৰ এটা ধাৰা লক্ষ্য কৰিছিল। 1829 চন মানত তেওঁ তিনিটাকৈ মৌলৰ কিছুমান থুপ চিনাক্ত কৰিবলৈ সমৰ্থ হৈছিল। এই থুপবোৰক তেওঁ **ট্ৰায়াড** (triad) নামেৰে অভিহিত কৰিছিল। তেওঁ লক্ষ্য কৰিছিল যে প্ৰতিটো ট্ৰায়াডৰ মৌল তিনিটাৰ ভৌতিক আৰু ৰাসায়নিক ধৰ্মৰ মিল আছে। তদুপৰি তেওঁ দেখিছিল

দৰে। নিউলেণ্ডছৰ অষ্টক সূত্ৰটো কেলছিয়ামলৈকে মৌলবোৰৰ ক্ষেত্ৰতহে কিছু পৰিমাণে প্ৰযোজ্য হয়। সেই সময়ত তেওঁৰ ধাৰণাটো সমাদৃত হোৱা নাছিল যদিও পিচত 1887 চনত নিউলেণ্ডছক লণ্ডনৰ ৰয়েল ছ'ছাইটিয়ে (Royal Society of London) **ডেভি পদক** (Davy Medal) প্ৰদান কৰে।

DAILY ASSAM

তালিকা 3.2 নিউলেণ্ডছৰ অষ্টক

মৌল	Li	Be	B	C	N	O	F
পাৰমাণৱিক ভাৰ	7	9	11	12	14	16	19
মৌল	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
পাৰমাণৱিক ভাৰ	23	24	27	29	31	32	35.5
মৌল	K	Ca					
পাৰমাণৱিক ভাৰ	39	40					

পৰ্যাবৃত্ত তালিকাখনৰ বিকাশৰ সৈতে জড়িত আন দুগৰাকী ৰসায়ন বিজ্ঞানী হ'ল ৰাছিয়াৰ **ডিমিট্ৰি মেণ্ডেলিভ** (Dmitri Mendeleev, 1834-1907) আৰু জাৰ্মানীৰ **ল'থাৰ মেয়াৰ** (Lothar Meyer, 1830-1895)। সম্পূৰ্ণ সুকীয়াভাৱে অধ্যয়ন কৰি দুয়োগৰাকীয়ে 1869 চনত তলত দিয়া ধৰণে মন্তব্য কৰে—

> মৌলবোৰক পাৰমাণৱিক ভাৰৰ বৰ্ধিত ক্ৰমত সজালে নিৰ্দিষ্ট ব্যৱধানৰ অন্তৰে অন্তৰে একে ধৰণৰ ভৌতিক আৰু ৰাসায়নিক ধৰ্মৰ পুনৰাবৃত্তি ঘটে।

ল'থাৰ মেয়াৰে পাৰমাণৱিক আয়তন (atomic volume), গলনাংক (melting point) আৰু উতলাংকৰ (boiling point) (এইবোৰ ভৌতিক ধৰ্ম) বিপৰীতে পাৰমাণৱিক ভাৰৰ লেখ আঁকিছিল। পাৰমাণৱিক আয়তনৰ বিপৰীতে পাৰমাণৱিক ভাৰৰ লেখৰপৰা দেখা যায় যে পাৰমাণৱিক ভাৰ বঢ়াৰ লগে লগে পাৰমাণৱিক আয়তন প্ৰথমে বাঢ়ি পিছত কমে ; তাৰ পিচত বাঢ়ে, আৰু কমে (চিত্ৰ 3.1)। এনেদৰে সৰ্বোচ্চ বিন্দুৰপৰা (যেনে, Na) কমি সৰ্বনিম্ন বিন্দুৰ মাজেৰে পুনৰ সৰ্বোচ্চ (যেনে, K) হোৱাকে এটা **পৰ্যায়** (period) বোলা হয়। গতিকে ক'ব পৰা যায় যে মৌলৰ পাৰমাণৱিক আয়তন পাৰমাণৱিক ভাৰৰ সৈতে পৰ্যায়ক্ৰমে সলনি হয়। ল'থাৰ মেয়াৰে 1868 চনত মৌলবোৰৰ এখন তালিকা প্ৰস্তুত কৰিছিল। তালিকাখন আধুনিক পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ নিচিনাই আছিল যদিও **মেণ্ডেলিভৰ** তালিকাখনৰ পাছতহে প্ৰকাশ পাইছিল।

ল'থাৰ মেয়াৰে মৌলবোৰৰ ভৌতিক ধৰ্ম অধ্যয়ন কৰিছিল যদিও ডিমিট্ৰি মেণ্ডেলিভে প্ৰধানকৈ ৰাসায়নিক ধৰ্মসমূহ অধ্যয়ন কৰিছিল। এনেকুৱা অধ্যয়নৰ ফলস্বৰূপে তেওঁ পোন প্ৰথমে **পৰ্যাবৃত্ত সূত্ৰ** (periodic law) আগবঢ়ায়। মেণ্ডেলিভৰ পৰ্যাবৃত্ত সূত্ৰটো হ'ল—

> **মৌলবোৰৰ ধৰ্মসমূহ (ভৌতিক আৰু ৰাসায়নিক) সিহঁতৰ পাৰমাণৱিক ভাৰৰ সৈতে পৰ্যায়ক্ৰমে সলনি হয়।**

মেণ্ডেলিভে মৌলবোৰক কিছুমান অনুভূমিক শাৰী আৰু উলম্ব স্তম্ভত পাৰমাণৱিক ভাৰৰ বৰ্ধিত ক্ৰমত সজাইছিল। তালিকাখনত একে ধৰ্মবিশিষ্ট মৌলবোৰক একেটা স্তম্ভত ৰখা হৈছিল। মেণ্ডেলিভৰ এই তালিকাখন ল'থাৰ মেয়াৰৰ তালিকাখনতকৈ উন্নত। মৌলবোৰৰ শ্ৰেণীবিভাজন কৰোতে মেণ্ডেলিভে ৰাসায়নিক ধৰ্মৰ লগতে ভৌতিক ধৰ্মও বিবেচনা কৰিছিল। মৌলবোৰে উৎপন্ন কৰা যৌগৰ আনুভৱিক সূত্ৰৰ লগতে এইবোৰৰ ধৰ্মৰ ওপৰতো তেওঁ নিৰ্ভৰ কৰিছিল। মৌলবোৰৰ এই তালিকাখনকে **পৰ্যাবৃত্ত তালিকা** (periodic table) বোলা হয়।

মেণ্ডেলিভৰ পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ যথেষ্ট অৱদান আছে। তলত কিছুমান উল্লেখ কৰা হ'ল—

i. কিছুমান মৌলৰ পাৰমাণৱিক ভাৰ তেওঁ শুদ্ধকৈ নিৰ্ণয় কৰিছিল। উদাহৰণ স্বৰূপে, বেৰিলিয়ামৰ (Be) পাৰমাণৱিক ভাৰ সেই সময়ত 13.5 বুলি ভবা হৈছিল। মেণ্ডেলিভে শুদ্ধকৈ নিৰূপন কৰি ইয়াৰ পাৰমাণৱিক ভাৰ 9 বুলি ঠাৰৰ কৰে বাবে

DAILY ASSAM

তালিকাখনত Be ৰ স্থান Li (পাৰমাণৱিক ভাৰ 7) আৰু Bৰ (পাৰমাণৱিক ভাৰ 11) মাজত হয়।

ii. মেণ্ডেলিভৰ সময়ত মাত্ৰ 63টা মৌলহে আৱিষ্কৃত হৈছিল। সেই সময়ত অনাৱিষ্কৃত হৈ থকা কিছুমান মৌলসম্বন্ধে তেওঁ ভৱিষ্যৎ বাণী কৰিছিল। উদাহৰণ স্বৰূপে, আন কিছুমান মৌলৰ লগতে গেলিয়াম (Ga) আৰু জাৰ্মেনিয়াম (Ge) নামৰ মৌল দুটাও তেতিয়ালৈকে আৱিষ্কৃত হোৱা নাছিল। মেণ্ডেলিভে এই মৌল দুটা আৱিষ্কাৰ হ'ব বুলি ভৱিষ্যৎবাণী কৰিছিল। লগে লগে তেওঁ তালিকাখনত সেইবোৰৰ স্থান ক্ৰমে এলুমিনিয়াম আৰু ছিলিকনৰ তলত নিৰ্দিষ্ট কৰি দিছিল। তদুপৰি মৌল দুটাৰ পাৰমাণৱিক ভাৰৰ লগতে সিবোৰৰ ভৌতিক আৰু ৰাসায়নিক ধৰ্মও তেওঁ আগতীয়াকৈ বৰ্ণনা কৰিছিল। মেণ্ডেলিভে এই মৌল দুটাৰ নাম ৰাখিছিল ক্ৰমে **একা-এলুমিনিয়াম** (eka-aluminium) আৰু **একা-ছিলিকন** (eka-silicon)। আৱিষ্কাৰ হোৱাৰ পাছত একা-এলুমিনিয়ামৰ নাম গেলিয়াম আৰু একা-ছিলিকনৰ নাম জাৰ্মেনিয়াম ৰখা হৈছে। সিহঁতৰ ধৰ্মও মেণ্ডেলিভৰ ভৱিষ্যৎবাণীৰ সৈতে মিলা দেখা গৈছে (তালিকা 3.3)।

মেণ্ডেলিভৰ ভৱিষ্যৎবাণীৰ সফলতাৰ বাবে তেওঁৰ পৰ্যাবৃত্ত তালিকাখনে যথেষ্ট প্ৰসাৰ লাভ কৰে। চিত্ৰ 3.2ত 1905 চনত প্ৰকাশ পোৱা মেণ্ডেলিভৰ পৰ্যাবৃত্ত তালিকাখন দেখুওৱা হৈছে।

মেণ্ডেলিভৰ পৰ্যাবৃত্ত তালিকাখন কিন্তু দোষমুক্ত নহয়। কিয়নো মৌলবোৰক তেওঁ পাৰমাণৱিক ভাৰৰ বৰ্ধিত ক্ৰমত সজাইছিল যদিও ঠাই বিশেষে বেছি পাৰমাণৱিক ভাৰযুক্ত মৌলক কম পাৰমাণৱিক ভাৰযুক্ত মৌলৰ আগতে স্থান দিছিল। উদাহৰণ স্বৰূপে, আৰ্গনক (পাৰমাণৱিক ভাৰ 40) পটাছিয়ামৰ (পাৰমাণৱিক ভাৰ 39) আগতে, টেলুৰিয়ামক (পাৰমাণৱিক ভাৰ 127.6) আয়'ডিনৰ (পাৰমাণৱিক ভাৰ 126.9) আগতে স্থান দিবলগীয়া হৈছিল।

3.3 আধুনিক পৰ্যাবৃত্ত সূত্ৰ আৰু পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ সাম্প্ৰতিক ৰূপ (MODERN PERIODIC LAW AND THE PRESENT FORM OF THE PERIODIC TABLE)

ইতিমধ্যে উল্লেখ কৰা হৈছে যে মেণ্ডেলিভৰ সময়ত পৰমাণুৰ গঠন সম্বন্ধে মানুহে একো জনা নাছিল। কিন্তু কুৰি শতিকাৰ আৰম্ভণিতে পৰমাণুৰ ভিতৰত থকা কণাৰ বিষয়ে বহুতো তথ্য আৱিষ্কৃত হ'ল। 1913 চনত হেনৰি ম'জলে (Henry Moseley) নামৰ ইংৰাজ পদাৰ্থ বিজ্ঞানীগৰাকীয়ে পৰমাণু ক্ৰমাংকৰ ধাৰণাটো আগবঢ়ায়। লগে লগে তেওঁ প্ৰায়ভাগ মৌলৰে পৰমাণু ক্ৰমাংক নিৰ্ণয় কৰি উলিয়াইছিল। তেওঁ মৌলৰ X-ৰশ্মি বৰ্ণালী অধ্যয়ন কৰি নতুন তথ্য কিছুমান লাভ কৰে। তেওঁ লক্ষ্য কৰিছিল যে মৌলৰ X-ৰশ্মি বৰ্ণালীত নিয়মিত চানেকি থাকে।

তালিকা 3.3 একা-এলুমিনিয়াম (গেলিয়াম) আৰু একা-ছিলিকনৰ (জাৰ্মেনিয়াম) ধৰ্ম সম্বন্ধে মেণ্ডেলিভৰ ভৱিষৎবাণী

ধৰ্ম	একা-এলুমিনিয়াম (মেণ্ডেলিভৰ ভৱিষ্যৎবাণী)	গেলিয়াম (পৰীক্ষালব্ধ)	একা-ছিলিকন (মেণ্ডেলিভৰ ভৱিষ্যৎবাণী)	জাৰ্মেনিয়াম (পৰীক্ষালব্ধ)
পাৰমাণৱিক ভাৰ	68	70	72	72.6
ঘনত্ব (g/cm^{-3})	5.9	5.94	5.5	5.36
গলনাংক (K)	কম	302.93	বেছি	1231
অক্সাইডৰ সংকেত	E_2O_3	Ga_2O_3	EO_2	GeO_2
ক্ল'ৰাইডৰ সংকেত	ECl_3	$GaCl_3$	ECl_4	$GeCl_4$

DAILY ASSAM

বৰ্গ আৰু শ্ৰেণীত মৌলসমূহৰ পৰ্যাবৃত্ত ৰূপ

শ্ৰেণী / পৰ্যায়	মৌলবোৰৰ বৰ্গ: 0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	-	Hydrogen H 1.008	-	-					
2	Helium He 4.0	Lithium Li 7.03	Beryllium Be 9.1	Boron B 11.0	Carbon C 12.0	Nitrogen N 14.04	Oxygen O 16.00	Fluorine F 19.0	
3	Neon Ne 19.9	Sodium Na 23.5	Magnesium Mg 24.3	Aluminium Al 27.0	Silicon Si 28.4	Phosphorus P 31.0	Sulphur S 32.06	Chlorine Cl 35.45	
4	Argon Ar 38	Potassium K 39.1	Calcium Ca 40.1	Scandium Sc 44.1	Titanium Ti 48.1	Vanadium V 51.4	Chromium Cr 52.1	Manganese Mn 55.0	Iron Fe 55.9, Cobalt Co 59, Nickel Ni 59 (Cu)
5		Copper Cu 63.6	Zinc Zn 65.4	Gallium Ga 70.0	Germanium Ge 72.3	Arsenic As 75	Selenium Se 79	Bromine Br 79.95	
6	Krypton Kr 81.8	Rubidium Rb 85.4	Strontium Sr 87.6	Yttrium Y 89.0	Zirconium Zr 90.6	Niobium Nb 94.0	Molybdenum Mo 96.0	-	Ruthenium Ru 101.7, Rhodium Rh 103.0, Palladium Pd 106.5 (Ag)
7		Silver Ag 107.9	Cadmium Cd 112.4	Indium In 114.0	Tin Sn 119.0	Antimony Sb 120.0	Tellurium Te 127.6	Iodine I 126.9	
8	Xenon Xe 128	Caesium Cs 132.9	Barium Ba 137.4	Lanthanum La 139	Cerium Ce 140	-	-	-	
9		-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	-	Ytterbium Yb 173	-	Tantalum Ta 183	Tungsten W 184	-	Osmium Os 191, Iridium Ir 193, Platinum Pt 194.9 (Au)
11		Gold Au 197.2	Mercury Hg 200.0	Thallium Tl 204.1	Lead Pb 206.9	Bismuth Bi 208	-	-	
12	-	-	Radium Ra 224	-	Thorium Th 232	-	Uranium U 239		
	R	R_2O	RO	R_2O_3	HIGHER SALINE OXIDES: RO_2	R_2O_5	RO_3	R_2O_7	RO_4
					HIGHER GASEOUS HYDROGEN COMPOUNDS: RH_4	RH_3	RH_2	RH	

চিত্ৰ 3.1 পূৰ্বতে প্ৰকাশিত মেণ্ডেলিভৰ পৰ্যাবৃত্ত তালিকা

DAILY ASSAM

Dmitri Ivanovich Mendeleev (1856-1907)

ডিমিট্ৰি মেণ্ডেলিভৰ জন্ম হৈছিল ৰাছিয়াৰ ছাইবেৰিয়াত থকা ট'বাল্‌স্ক্‌ নামৰ ঠাইত। পিতাকৰ মৃত্যুৰ পাছত তেওঁলোকৰ পৰিয়ালটোৱে চেণ্ট পিটাৰ্ছবাৰ্গলৈ উঠি আহে। মেণ্ডেলিভে 1856 চনত ৰসায়নত স্নাতকোত্তৰ সন্মান লাভ কৰাৰ পাছত 1865 চনত ডক্টৰেট ডিগ্ৰি লাভ কৰে। 1867 চনত চেণ্ট পিটাৰ্ছবাৰ্গ বিশ্ববিদ্যালয়ত তেওঁ Professor of General Chemistry হিচাপে নিযুক্ত হৈ অধ্যাপনা কৰিবলৈ লয়। তেওঁৰ মহান পাঠপুথি Principles of Chemistry ৰচনা কৰিবলৈ লৈ তেওঁ পৰ্যাবৃত্ত সূত্ৰ আগবঢ়ায় আৰু লগে লগে পৰ্যাবৃত্ত তালিকাখনো প্ৰস্তুত কৰে। সেই সময়ত পৰমাণুৰ গঠন মানুহৰ অজ্ঞাত আছিল। মেণ্ডেলিভে মৌলসমূহৰ ধৰ্মৰ সৈতে পাৰমাণৱিক ভাৰৰ সম্বন্ধ নিৰ্ণয় কৰাটো সঁচাকৈয়ে প্ৰশংসনীয় কাম আছিল। মৌলবোৰৰ ধৰ্ম মিলাবলৈ যাওঁতে বেছি পাৰমাণৱিক ভাৰৰ কিছুমান মৌলক তেওঁ আগতে বহুৱাব লগা হৈছিল। তেনেকুৱা কিছুমান মৌলৰ পাৰমাণৱিক ভাৰ তেওঁ শুদ্ধ নহয় বুলি সিদ্ধান্ত কৰিছিল। তেওঁৰ পৰ্যাবৃত্ত তালিকাত তেওঁ কিছুমান ঠাই খালী ৰাখিছিল আৰু সেই ঠাই পূৰাবলৈ কিছুমান মৌল আৱিষ্কাৰ হ'ব বুলি ভৱিষ্যৎবাণী কৰিছিল। তেওঁ আনকি আৱিষ্কাৰ হ'বলগীয়া মৌলকেইটাৰ ধৰ্ম সম্বন্ধেও ভৱিষ্যৎবাণী কৰিছিল। মৌলকেইটা আৱিষ্কাৰ হোৱাৰ পাছত মেণ্ডেলিভৰ ভৱিষ্যৎবাণী আখৰে আখৰে মিলি যোৱা দেখা গৈছে।

মেণ্ডেলিভৰ পৰ্যাবৃত্ত সূত্ৰই ৰসায়নত গৱেষণাৰ বিভিন্ন দিশ উন্মুক্ত কৰে। 1890 চনত হিলিয়াম আৰু আৰ্গন নামৰ সম্ভ্ৰান্ত গেছ দুটা আৱিষ্কৃত হয়। লগে লগে বৰ্গটো সম্পূৰ্ণ কৰিবলৈ আন সম্ভ্ৰান্ত গেছ থকাৰ সম্ভাৱনা প্ৰকট হৈ উঠে। এই ধাৰণা লৈয়ে ৰামছে (Ramsay) নামৰ বিজ্ঞানীজনে ক্ৰিপ্টন আৰু জেনন আৱিষ্কাৰ কৰে। বিংশ শতিকাৰ আৰম্ভণিতে ইউৰেনিয়াম আৰু থ'ৰিয়ামৰ তেজস্ক্ৰিয় বিভংগন সম্বন্ধীয় অধ্যয়নতো পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ অৱদান আছে।

মেণ্ডেলিভ এগৰাকী বহুমুখী প্ৰতিভাসম্পন্ন ব্যক্তি আছিল। ৰাছিয়াৰ প্ৰাকৃতিক সম্পদৰ ওপৰত তেওঁ যথেষ্ট অধ্যয়ন কৰিছিল। তেওঁ নিৰ্ভুল চাপমান যন্ত্ৰ এটাও সাজি উলিয়াইছিল। 1890 চনত তেওঁ অধ্যাপনাৰপৰা অৱসৰ লৈছিল। তেওঁ জোখ-মাখৰ কাৰ্যালয়ৰ (Bureau of Weights and Measures) সঞ্চালক নিযুক্ত হৈছিল। মৃত্যুৰ সময়লৈকে (1907 চন) মেণ্ডেলিভে বিভিন্ন গৱেষণা চলাই গৈছিল।

101 পৰমাণু ক্ৰমাংক বিশিষ্ট মৌলটো (মেণ্ডেলেভিয়াম, Md) মেণ্ডেলিভৰ নামেৰে নামকৰণ কৰা হৈছে। এই মৌলটো আমেৰিকাৰ বিজ্ঞানী গ্লেন টি ছিবৰ্গে (Glenn T Seaborg) আৱিষ্কাৰ কৰিছিল। ৰাছিয়াৰ বিজ্ঞানী মেণ্ডেলিভৰ মহান অৱদানৰ প্ৰতি সন্মান জনাই মৌলটোৰ (101) নাম মেণ্ডেলিভিয়াম ৰখাৰ বাবে ছিবৰ্গে প্ৰস্তাৱ কৰিছিল।

তদুপৰি মৌলই নিৰ্গত কৰা X-ৰশ্মিৰ কম্পনাংকৰ বৰ্গমূলৰ ($\sqrt{v}$, v কম্পনাংক) বিপৰীতে পৰমাণু ক্ৰমাংকৰ (Z) লেখডাল এডাল সৰলৰেখা হয়। কিন্তু $\sqrt{v}$ ৰ বিপৰীতে পাৰমাণৱিক ভাৰৰ লেখ আকিলে সৰলৰেখা পোৱা নাযায়। ম'জলেয়ে এই পৰীক্ষালানিৰপৰা সিদ্ধান্ত কৰে যে **পৰমাণু ক্ৰমাংক মৌলৰ মূল ধৰ্ম**। সেইবাবে তেওঁ মেণ্ডেলিভৰ পৰ্যাবৃত্ত সূত্ৰটো সংশোধন কৰে আৰু ইয়াকে **আধুনিক পৰ্যাবৃত্ত সূত্ৰ** (Modern Periodic Law) বোলা হয়। এই সূত্ৰটো হ'ল—

মৌলৰ ভৌতিক আৰু ৰাসায়নিক ধৰ্মসমূহ মৌলবোৰৰ পৰমাণু ক্ৰমাংকৰ সৈতে পৰ্যায়গতভাৱে সলনি হয়।

আধুনিক পৰ্যাবৃত্ত সূত্ৰই প্ৰকৃতিত পোৱা মৌল-বোৰৰ মাজত গুৰুত্বপূৰ্ণ সাদৃশ্য প্ৰকাশ কৰিছে। এই সূত্ৰৰ ওপৰত ভিত্তি কৰি মেণ্ডেলিভৰ তালিকাৰ আৰ্হিত মৌলবোৰৰ এখন তালিকা প্ৰস্তুত কৰা হয়। এইখনক **আধুনিক পৰ্যাবৃত্ত তালিকা** (Modern Periodic Law) বোলা হয়। বিজ্ঞানী ব'ৰে এই তালিকাখনৰ উন্নতি সাধি আৰু এখন নতুন তালিকা প্ৰস্তুত কৰে। এইখনক **দীৰ্ঘাকৃতিৰ পৰ্যাবৃত্ত তালিকা** (Long Form of the Periodic Table) বোলা হয় (চিত্ৰ 3.3)। এই পৰ্যাবৃত্ত তালিকাখনকেই সাধাৰণতে ব্যৱহাৰ কৰা হয় যদিও আন বিভিন্ন ধৰণৰ তালিকা প্ৰস্তুত কৰা হৈছে।

দীৰ্ঘাকৃতিৰ পৰ্যাবৃত্ত তালিকাত থকা অনুভূমিক শাৰীবোৰক **পৰ্যায়** (periods, মেণ্ডেলিভে শাৰীবোৰক series বুলি কৈছিল) আৰু উল্লম্ব স্তম্ভবোৰক **বৰ্গ** (group বা family) বোলা হয়। তালিকাখনত মুঠতে 18 টা বৰ্গ আছে। আগেয়ে বৰ্গবোৰক IA, ...VIIA, VIII, IB...., VII B আৰু 0 (শূন্য) চিহ্নৰে বুজোৱা হৈছিল। কিন্তু বিশুদ্ধ আৰু প্ৰায়োগিক ৰসায়নৰ আন্তৰ্জাতিক সংস্থাৰ (International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC) অনুমোদন অনুসৰি আজি কালি বৰ্গবোৰক ক্ৰমে 1 ৰপৰা 18লৈ সংখ্যাকেইটাৰে চিহ্নিত কৰা হয়।

বৰ্গ 1ত (চিত্ৰ 3.3) থকা মৌলবোৰ হ'ল ধাতু। ইহঁতক **ক্ষাৰ ধাতু** (alkali metals) বোলা হয়। বৰ্গ 2 ত থকা আটাইকেইটা ধাতুক **ক্ষাৰমৃত্তিকা ধাতু** (alkalline earth metals), বৰ্গ 11ৰ ধাতুবোৰক **মুদ্ৰা ধাতু** (coinage metals), বৰ্গ 17ৰ মৌলবোৰক (অধাতু) **হেল'জেন** (halogens) আৰু বৰ্গ 18ৰ মৌলবোৰক (অধাতু) **সম্ভ্ৰান্ত গেছ** (noble gases) বোলা হয়।

দীৰ্ঘাকৃতিৰ পৰ্যাবৃত্ত তালিকাত মুঠতে 7 টা পৰ্যায় আছে। পৰ্যায়কেইটাৰ প্ৰতিটোতে থকা মৌলৰ সংখ্যা, পৰিপূৰ্ণ হোৱা অৰবিটেল আদি তালিকা 3.4ত দিয়া হৈছে। পৰ্যাবৃত্ত তালিকাখনৰ ষষ্ঠ পৰ্যায়ৰ 14টা মৌল তলত বেলেগকৈ ৰখা হৈছে। ইহঁতক **লেন্থেনয়ড** (lanthanoids) বোলা হয়। একেদৰে সপ্তম পৰ্যায়ৰ 14টা মৌলকো লেন্থেনয়ড্‌ৰ তলতে স্থান দিয়া হৈছে। এইবোৰ হ'ল **এক্টিনয়ড** (actinoids)*।

3.4 100 তকৈ বেছি পৰমাণু ক্ৰমাংকবিশিষ্ট মৌলৰ নামকৰণ (NOMENCLATURE OF ELEMENTS WITH ATOMIC NUMBERS > 100)

বৰ্তমান পৰ্যাবৃত্ত তালিকাখনত 118টা মৌল আছে। ইয়াৰে প্ৰথম 94টা মৌল প্ৰকৃতিত পোৱা যায়। ইউৰেনিয়ামৰ ($_{92}U$) পাছৰ মৌল দুটাকো (নেপচুনিয়াম, $_{93}Np$ আৰু প্লুট'নিয়াম, $_{94}Pu$) প্ৰকৃতিত পোৱা যায়। ইহঁতক পিট্‌চ ব্লেণ্ডি (pitch blende) নামৰ ইউৰেনিয়ামৰ আকৰিকটোত এক্টিনিয়াম ($_{80}Ac$) আৰু প্ৰট'এক্টিনিয়ামৰ

* 1940 চনত গ্লেন টি ছিবৰ্গে (Glenn T Seaborg) প্লুট'নিয়াম নামৰ মৌলটো আৱিষ্কাৰ কৰে। ইয়াৰ পাছতে পৰমাণু ক্ৰমাংক 94ৰ পৰা 102লৈকে মৌলবোৰ আৱিষ্কৃত হয়। তাৰ পাছত পৰ্যাবৃত্ত তালিকাত লেন্থেনয়ড্‌ছক এক্টিনয়ড্‌ছৰ তলত স্থান দিয়াৰ সিদ্ধান্ত লোৱা হয়। 1951 চনত ছিবৰ্গে ৰসায়নত নবেল বঁটা লাভ কৰে। 106 পৰমাণু ক্ৰমাংকযুক্ত মৌলটোক তেওঁৰ নামেৰে ছিবৰ্গিয়াম (seaborgium, Sg) হিচাপে নামকৰণ কৰা হৈছে।

প্ৰতিনিধি মৌল | d- সংক্ৰমণশীল মৌল | প্ৰতিনিধি মৌল | সম্ভ্ৰান্ত গেছ

পৰ্যায় সংখ্যা	1 IA	2 IIA	3 IIIA	4 IVA	5 VA	6 VIA	7 VIIA	8	9 VIII	10	11 IB	12 IIB	13 IIIB	14 IVB	15 VB	16 VIB	17 VIIB	18 0
1	1 H $1s^1$																	2 He $1s^2$
2	3 Li $2s^1$	4 Be $2s^2$											5 B $2s^22p^1$	6 C $2s^22p^2$	7 N $2s^22p^3$	8 O $2s^22p^4$	9 F $2s^22p^5$	10 Ne $2s^22p^6$
3	11 Na $3s^1$	12 Mg $3s^2$											13 Al $3s^23p^1$	14 Si $3s^23p^2$	15 P $3s^23p^3$	16 S $3s^23p^4$	17 Cl $3s^23p^5$	18 Ar $3s^23p^6$
4	19 K $4s^1$	20 Ca $4s^2$	21 Sc $3d^14s^2$	22 Ti $3d^24s^2$	23 V $3d^34s^2$	24 Cr $3d^54s^1$	25 Mn $3d^54s^2$	26 Fe $3d^64s^2$	27 Co $3d^74s^2$	28 Ni $3d^84s^2$	29 Cu $3d^{10}4s^1$	30 Zn $3d^{10}4s^2$	31 Ga $4s^24p^1$	32 Ge $4s^24p^2$	33 As $4s^24p^3$	34 Se $4s^24p^4$	35 Br $4s^24p^5$	36 Kr $4s^24p^6$
5	37 Rb $5s^1$	38 Sr $5s^2$	39 Y $4d^15s^2$	40 Zr $4d^25s^2$	41 Nb $4d^45s^1$	42 Mo $4d^55s^1$	43 Tc $4d^55s^2$	44 Ru $4d^75s^1$	45 Rh $4d^85s^1$	46 Pd $4d^{10}$	47 Ag $4d^{10}5s^1$	48 Cd $4d^{10}5s^2$	49 In $5s^25p^1$	50 Sn $5s^25p^2$	51 Sb $5s^25p^3$	52 Te $5s^25p^4$	53 I $5s^25p^5$	54 Xe $5s^25p^6$
6	55 Cs $6s^1$	56 Ba $6s^2$	57 La* $5d^16s^2$	72 Hf $4f^{14}5d^26s^2$	73 Ta $5d^36s^2$	74 W $5d^46s^2$	75 Re $5d^56s^2$	76 Os $5d^66s^2$	77 Ir $5d^76s^2$	78 Pt $5d^96s^1$	79 Au $5d^{10}6s^1$	80 Hg $5d^{10}6s^2$	81 Tl $6s^26p^1$	82 Pb $6s^26p^2$	83 Bi $6s^26p^3$	84 Po $6s^26p^4$	85 At $6s^26p^5$	86 Rn $6s^26p^6$
7	87 Fr $7s^1$	88 Ra $7s^2$	89 Ac** $6d^17s^2$	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

f-আন্তঃসংক্ৰমণশীল সংখ্যা

*লেন্থেনয়ড $4f^n5d^{0-1}6s^2$	58 Ce $4f^25d^06s^2$	59 Pr $4f^35d^06s^2$	60 Nd $4f^45d^06s^2$	61 Pm $4f^55d^06s^2$	62 Sm $4f^65d^06s^2$	63 Eu $4f^75d^06s^2$	64 Gd $4f^75d^16s^2$	65 Tb $4f^95d^06s^2$	66 Dy $4f^{10}5d^16s^2$	67 Ho $4f^{11}5d^06s^2$	68 Er $4f^{12}5d^06s^2$	69 Tm $4f^{13}5d^06s^2$	70 Yb $4f^{14}5d^06s^2$	71 Lu $4f^{14}5d^16s^2$
**একটিনিয়ড $5f^n6d^{0-2}7s^2$	90 Th $5f^06d^27s^2$	91 Pa $5f^26d^17s^2$	92 U $5f^36d^17s^2$	93 Np $5f^46d^17s^2$	94 Pu $5f^66d^07s^2$	95 Am $5f^76d^07s^2$	96 Cm $5f^76d^17s^2$	97 Bk $5f^96d^07s^2$	98 Cf $5f^{10}6d^07s^2$	99 Es $5f^{11}6d^07s^2$	100 Fm $5f^{12}6d^07s^2$	101 Md $5f^{13}6d^07s^2$	102 No $5f^{14}6d^07s^2$	103 Lr $5f^{14}6d^17s^2$

চিত্ৰ 3.2 *দীৰ্ঘাকৃতিৰ পৰ্যাবৃত্ত তালিকা। মৌলসমূহৰ পৰমাণু ক্ৰমাংক আৰু সিহঁতৰ পৰমাণুৰ ভূমিস্তৰ অৱস্থাত বাহিৰৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস দেখুওৱা হৈছে। 1984 চনত IUPACৰ দ্বাৰা মঞ্জুৰ হোৱা মতে বৰ্গবোৰ 1–18 লৈ চিহ্নিত কৰা হৈছে। এই চিহ্নবোৰ পুৰণি পদ্ধতিত থকা IA–VIIA, VIII, IB–VIIB আৰু 0 চিহ্নবোৰৰ সলনি ব্যৱহৃত হয়।*

তালিকা 3.3 দীৰ্ঘাকৃতিৰ পৰ্যাবৃত্ত তালিকাত থকা পৰ্যায়সমূহ

পৰ্যায়	পৰ্যায়টোৰ নাম	মৌলৰ সংখ্যা	পৰিপূৰ্ণ হ'ব ধৰা অৰবিটেল	পৰমাণু ক্ৰমাংক/মৌল ..... ৰ পৰা ... লৈ	
প্ৰথম	হ্ৰস্বতম (shortest)	2	1*s*	$_{1}H$	$_{2}He$
দ্বিতীয়	চুটি (short)	8	2*s*, 2*p*	$_{3}Li$	$_{10}Ne$
তৃতীয়	চুটি (short)	8	3*s*, 3*p*	$_{11}Na$	$_{18}Ar$
চতুৰ্থ	দীঘল (long)	18	4*s*, 3*d*, 4*p*	$_{19}K$	$_{36}Kr$
পঞ্চম	দীঘল (long)	18	5*s*, 4*d*, 5*p*	$_{37}Rb$	$_{54}Xe$
ষষ্ঠ	দীৰ্ঘতম (longest)	32	6*s*, 4*f*, 5*d*, 6*p*	$_{55}Cs$	$_{86}Rn$
সপ্তম	দীৰ্ঘতম (longest)	32	7*s*, 5*f*, 6*d*, 7*p*	$_{87}Fr$	$_{118}Og$

($_{91}Pa$) লগতে পোৱা যায়। যিবোৰ মৌলৰ পৰমাণু ক্ৰমাংক 92তকৈ বেছি সেইবোৰক **উত্তৰ-ইউৰেনিয়াম** (transuranium) মৌল বোলা হয়। 94তকৈ অধিক পৰমাণু ক্ৰমাংকবিশিষ্ট মৌলবোৰ পৰীক্ষাগাৰত প্ৰস্তুত কৰা হৈছে।

আগেয়ে নতুন মৌল এটা আৱিষ্কৃত হওঁতেই প্ৰায়ে আৱিষ্কাৰকজনে মৌলটোৰ নামকৰণ কৰিছিল আৰু IUPAC-এ তাত অনুমোদন জনাইছিল। আজিকালি এনেদৰে মৌলৰ নামকৰণ কৰাত সমস্যাৰ সৃষ্টি হোৱা দেখা গৈছে। ইয়াৰ কাৰণ আছে। এতিয়া নতুনকৈ আৱিষ্কৃত মৌলৰ পৰমাণু ক্ৰমাংক বহুত বেছি হ'ব লাগিব। এনেকুৱা মৌল অতি দুঃস্থিত (unstable); পৰীক্ষাগাৰত এই মৌলৰ অতি কম পৰিমাণহে প্ৰস্তুত কৰা সম্ভৱ। আনকি কিছুমান ক্ষেত্ৰত কেইটামান পৰমাণুহে সংশ্লেষণ কৰিব পাৰি। গতিকে এনেকুৱা মৌল সংশ্লেষণ কৰিবলৈ হ'লে অত্যাধুনিক পৰীক্ষাগাৰৰ লগতে অতি উন্নত যন্ত্ৰ-পাতিৰো প্ৰয়োজন। পৃথিৱীৰ কিছুমান পৰীক্ষাগাৰত এনে সুবিধা আছে। এই পৰীক্ষাগাৰবোৰত অতি প্ৰতিযোগিতা-মূলকভাবে নতুন মৌলৰ অনুসন্ধান চলোৱা হয়। সেয়েহে বিজ্ঞানীসকলে কেতিয়াবা সম্পূৰ্ণ নিশ্চিত নোহোৱাকৈও নতুন মৌল আৱিষ্কাৰৰ ঘোষণাৰদ্বাৰা কৃতিত্ব দাবী কৰিব বিচাৰে। তেনে এটা উদাহৰণ হ'ল 104 পৰমাণু ক্ৰমাংকবিশিষ্ট মৌলটো। আমেৰিকাৰ বিজ্ঞানীসকলে মৌলটো আৱিষ্কাৰ কৰাৰ কৃতিত্ব দাবী কৰি ইয়াৰ নাম ৰাডাৰফৰ্ডিয়াম (Rf) ৰাখে। ৰাছিয়াৰ বিজ্ঞানীসকলেও

তালিকা 3.4 মৌলৰ IUPAC নামকৰণৰ বাবে অংকবোৰৰ নাম

অংক	নাম	সংক্ষেপ ৰূপ
0	nil (নিল)	n
1	un (আন)	u
2	bi (বাই)	b
3	tri (ট্ৰাই)	t
4	quad (কোৱাড)	q
5	pent (পেণ্ট)	p
6	hex (হেক্স)	h
7	sept (ছেপ্ট)	s
8	oct (অক্ট)	o
9	enn (এন)	e

একে দাবীৰে মৌলটোৰ নাম কুৰ্চাট'ভিয়াম (Ku) ৰাখে। এনে সমস্যাবোৰ আঁতৰাবলৈ IUPAC-এ মৌলৰ নামকৰণৰ এটা পদ্ধতি উলিয়ায়। পদ্ধতিটোত মৌলটোৰ পৰমাণু ক্ৰমাংকৰপৰা (100ৰ ওপৰৰ) নামটো পোনপটীয়াভাৱে লিখিব পাৰি। তাৰ বাবে মৌলটোৰ পৰমাণু ক্ৰমাংকত থকা অংককেইটাৰ নামবোৰ (তালিকা 3.5) প্ৰথমতে ক্ৰমানুসাৰে লিখিব লাগে। শেষৰ (অৰ্থাৎ এককৰ ঘৰৰ) অংকটোৰ নামৰ সৈতে 'ium' যোগ দিলে মৌলটোৰ নাম পোৱা যায়। তালিকা 3.6ত 100তকৈ বেছি পৰমাণু ক্ৰমাংকযুক্ত মৌলৰ IPUAC নাম দিয়া হৈছে।

IPUAC-এ এটা কথা স্পষ্ট কৰি দিছে যে যেতিয়ালৈকে নতুন মৌলৰ আৱিষ্কাৰ সঠিকভাৱে প্ৰমাণিত নহয় আৰু ইয়াৰ নামটো IPUAC-এ যেতিয়ালৈকে অনুমোদন নকৰে তেতিয়ালৈকে মৌলটোৰ নাম এই পদ্ধতিৰে লিখিব লাগিব। সেই কাৰণে নতুনকৈ আৱিষ্কৃত হোৱা মৌল এটাই প্ৰথমে নাম এটা পায়। পিচত মৌলটোৰ স্থায়ী নাম আৰু চিহ্ন IPUACত থকা বিভিন্ন দেশৰ বিজ্ঞানীসকলে (প্ৰতিনিধি) নিশ্চিত কৰে। এই স্থায়ী নামটো মৌলটো আৱিষ্কাৰ হোৱা দেশখনৰ নাম অনুসাৰে হ'ব পাৰে, নতুবা কোনো এগৰাকী মহান বিজ্ঞানীৰ স্মৃতিতো হ'ব পাৰে। এতিয়ালৈ আৱিষ্কৃত হোৱা মৌলৰ সৰ্বোচ্চ পৰমাণু ক্ৰমাংক হ'ল

তালিকা 3.5 100 তকৈ বেছি পৰমাণু ক্ৰমাংকযুক্ত মৌলৰ নাম

পৰমাণু ক্ৰমাংক	নাম	চিহ্ন	IUPAC নাম	IUPAC চিহ্ন
101	আননিলইউনিয়াম (Unnilunium)	Unu	মেণ্ডেলিভিয়াম	Md
102	আননিলবিয়াম (Unnilubium)	Unb	নবেলিয়াম	No
103	আননিলট্ৰিয়াম (Unniltrium)	Unt	লৰেন্সিয়াম	Lr
104	আননিলকোৱাডিয়াম (Unnilquadium)	Unq	ৰাডাৰফ'ৰ্ডিয়াম	Rf
105	আননিলপেণ্টিয়াম (Unnilpentium)	Unp	ডুবনিয়াম	Db
106	আননিলহেক্সিয়াম (Unnilhexium)	Unh	ছিবৰ্গিয়াম	Sg
107	আননিলছেপ্টিয়াম (Unnilseptium)	Unp	ব'ৰিয়াম	Bh
108	আননিলঅক্টিয়াম (Unniloctium)	Uno	হেছনিয়াম	Hs
109	আননিলএনিয়াম (Unnilennium)	Une	মেইটনাৰিয়াম	Mt
110	আনআননিলিয়াম (Ununnilium)	Uun	ডাৰ্মছ্টেডিয়াম	Ds
111	আনআনইউনিয়াম (Unununium)	Uuu	ৰন্টেজেনিয়াম	Rg
112	আনআনবিয়াম (Ununbium)	Uub	কপাৰনিছিয়াম	Cn
113	আনআনিট্ৰিয়াম (Ununtrium)	Uut	নিল'লিয়াম	Nh
114	আনআনকোৱাডিয়াম (Ununquadium)	Uuq	ফ্লেৰ'ভিয়াম	Fl
115	আনআনপেণ্টিয়াম (Ununpentium)	Uup	মস্ক'ভিয়াম	Mc
116	আনআনহেক্সিয়াম (Ununhexium)	Uuh	লিভাৰম'ৰিয়াম	Lv
117	আনআনছেপ্টিয়াম (Ununseptium)	Uus	টেনেছাইন	Ts
118	আনআনঅক্টিয়াম (Ununoctium)	Uuo	অগেনেছন	Og

118।

উদাহৰণ 3.1

120 পৰমাণু ক্ৰমাংকবিশিষ্ট মৌলটোৰ IUPAC নাম আৰু চিহ্ন লিখা।

সমাধান

1, 2 আৰু 0 ক un (u), bi (b) আৰু nil (n) ৰে বুজোৱা হয়।

গতিকে মৌলটোৰ IUPAC নাম Unbinilium (আনবাইনিলিয়াম) হ'ব। মৌলটোৰ চিহ্ন Ubn হ'ব।

3.5 মৌলৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস আৰু পৰ্যাবৃত্ত তালিকা (ELECTRONIC CONFIGURATIONS OF ELEMENTS AND PERIODIC TABLE)

আগৰ অধ্যায়ত পৰমাণুৰ গঠন সম্বন্ধে আলোচনা কৰিছোঁ। তাত আমি পাইছোঁ যে পৰমাণুত থকা যি কোনো এটা ইলেকট্ৰনৰ সৈতে চাৰিটা কোৱাণ্টাম সংখ্যা জড়িত হৈ থাকে। সেই চাৰিটাৰ ভিতৰত মুখ্য কোৱাণ্টাম সংখ্যাই (n) ইলেকট্ৰনৰ মূল শক্তি স্তৰ (বা, **খোল**) নিৰ্দেশ কৰে। এটা পৰমাণুত থকা ইলেকট্ৰনবোৰ কিছুমান **অৰবিটেলত** থাকে। পৰমাণুটোৰ বিভিন্ন অৰবিটেলত ইলেকট্ৰনৰ বিতৰণেই হ'ল তাৰ **ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস**। পৰমাণু এটাৰ বহিৰতম খোলত থকা ইলেকট্ৰনক যোজ্যতা ইলেকট্ৰন আৰু সেই খোলটোক যোজ্যতা খোল বোলা হয়। আমি এতিয়া মৌলৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাসৰ সৈতে দীৰ্ঘাকৃতিৰ পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ সম্বন্ধৰ বিষয়ে আলোচনা কৰিম।

3.5.1 পৰ্যায় এটাত ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস (Electronic configuration in Periods)

দৰাচলতে পৰ্যায় এটাই যোজ্যতা খোলৰ মুখ্য কোৱাণ্টাম সংখ্যাৰ (n) মান নিৰ্দেশ কৰে। কথাখিনি এটা উদাহৰণৰ সহায়ত বুজি পাব পাৰি। প্ৰথম পৰ্যায়ত থকা মৌল দুটা হ'ল হাইড্ৰ'জেন আৰু হিলিয়াম। ইহঁত দুটাৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস হ'ল ক্ৰমে $1s^1$ আৰু $1s^2$; অৰ্থাৎ ইহঁত দুটাৰ ক্ষেত্ৰত প্ৰথম খোলটোৱেই (n=1, K খোল) হ'ল যোজ্যতা খোল। সেই কাৰণে প্ৰথম পৰ্যায় বুলি কোৱাৰ লগে লগে যোজ্যতা খোলৰ মুখ্য কোৱাণ্টাম সংখ্যাৰ মান (n =1) বুজা যাব। K খোলত (n =1) একেটাই অৰবিটেল ($1s$) থকা বাবে আমি ক'ব পাৰো যে প্ৰথম পৰ্যায়ত এই প্ৰথম খোলটো ইলেকট্ৰনৰদ্বাৰা পৰিপূৰ্ণ হৈছে (কিয়নো এটা অৰবিটেলত সৰ্বোচ্চ দুটা ইলেকট্ৰন থাকিব পাৰে)।

দ্বিতীয় পৰ্যায় (n = 1) লিথিয়ামেৰে (Li, $1s^2 2s^1$) আৰম্ভ হৈছে। লিথিয়ামৰ পিচৰ মৌলটো হ'ল বেৰিলিয়াম (Be, $1s^2 2s^2$)। ইয়াৰ পিচৰ মৌল ব'ৰনত (B, $1s^2 2s^2 2p^1$) ইলেকট্ৰন $2p$ অৰবিটেলত সোমায় আৰু এনেদৰে নিয়নত (Ne, $1s^2 2s^2 2p^6$) এই অৰবিটেলো ইলেকট্ৰনৰদ্বাৰা পৰিপূৰ্ণ হয়। গতিকে দেখা গ'ল যে দ্বিতীয় পৰ্যায়ত দ্বিতীয় খোলটো (n = 2, L খোল) যোজ্যতা খোল। এই পৰ্যায়টোত L খোলটোও ইলেকট্ৰনৰদ্বাৰা ক্ৰমান্বয়ে পৰিপূৰ্ণ হৈছে। যিহেতু L খোলত সৰ্বোচ্চ 8 টা ইলেকট্ৰন (n = 2, $2s$ অৰবিটেলত 2 টা আৰু $2p$ অৰবিটেলত 6 টা) থাকিব পাৰে, সেইবাবে দ্বিতীয় পৰ্যায়ত 8 টা মৌল আছে।

তৃতীয় পৰ্যায়ৰ (n = 3) প্ৰথম মৌলটো হ'ল ছডিয়াম (Na, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$) আৰু অন্তিম মৌলটো হ'ল আৰ্গন (Ar, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$)। এই পৰ্যায়টোত $3s$ আৰু $3p$ অৰবিটেল ইলেকট্ৰনৰদ্বাৰা ক্ৰমান্বয়ে পৰিপূৰ্ণ হৈছে। $3s$ আৰু $3p$ অৰবিটেলত মুঠতে 8 টা (সৰ্বোচ্চ) ইলেকট্ৰন সোমাব পাৰে বাবে তৃতীয় পৰ্যায়ত 8 টা মৌল আছে।

চতুৰ্থ পৰ্যায়টো ($n = 4$) পটাছিয়ামেৰে (K, $1s^2$ $2s^2$ $2p^6$ $3s^2 3p^6 4s^1$) আৰম্ভ হৈছে। ইয়াৰ পিচৰ মৌল কেলছিয়ামত (Ca, [Ar]$4s^2$) $4s$ অৰবিটেলটো পৰিপূৰ্ণ হয়। আমি ইতিমধ্যে পাইছো যে $4s$ অৰবিটেল পৰিপূৰ্ণ হোৱাৰ পাছত ইলেকট্ৰন $3d$ অৰবিটেলত সোমায়। কেলছিয়ামৰ পাছৰ মৌল স্কেণ্ডিয়ামত (Sc, [Ar] $4s^2$ $3d^1$) $3d$ অৰবিটেলৰ পৰিপূৰ্ণকৰণ আৰম্ভ হয় আৰু জিংকত (Zn, [Ar] $4s^2$ $3d^{10}$) এই অৰবিটেল সম্পূৰ্ণৰূপে পৰিপূৰ্ণ হয়। ইয়াৰ পাছৰ মৌল গেলিয়ামত (Ga, [Ar] $4s^2$ $3d^{10}$ $4p^1$) ইলেকট্ৰন $4p$ অৰবিটেলত সোমায় আৰু এই অৰবিটেল পৰিপূৰ্ণ হয় ক্ৰিপ্টনত (Kr)। গতিকে চতুৰ্থ পৰ্যায়ত একাদিক্ৰমে $4s$, $3d$ আৰু $4p$ অৰবিটেল পৰিপূৰ্ণ হয়। এই অৰবিটেলকেইটাত মুঠতে 18টা ইলেকট্ৰন থাকিব পাৰে বাবে চতুৰ্থ পৰ্যায়ত সৰ্বমুঠ 18টা মৌল আছে।

পঞ্চম পৰ্যায়ৰ ($n = 5$) প্ৰথম মৌলটো হ'ল ৰুবিডিয়াম (Rb) আৰু অন্তিম মৌলটো হ'ল জেনন (Xe)। চতুৰ্থ পৰ্যায়ৰ দৰে এই পৰ্যায়ত $5s$, $4d$ আৰু $5p$ অৰবিটেলকেইটা পৰিপূৰ্ণ হয়। ৰুবিডিয়ামত $5s$, ইট্ৰিয়ামত (Y) $4d$ আৰু ইণ্ডিয়ামত (In) $4p$ অৰবিটেলৰ পৰিপূৰ্ণকৰণ আৰম্ভ হোৱাৰ পাছত জেননত $4p$ অৰবিটেল সম্পূৰ্ণৰূপে পৰিপূৰ্ণ হয়। পঞ্চম পৰ্যায়তো মুঠতে 18টা মৌল আছে।

ষষ্ঠ পৰ্যায়ত ($n = 6$) $6s$, $4f$, $5d$ আৰু $6p$ অৰবিটেলকেইটা ক্ৰমান্বয়ে ইলেকট্ৰনৰদ্বাৰা পৰিপূৰ্ণ হয়। চিৰিয়াম (Ce, Z=58) নামৰ মৌলটোত $4f$ অৰবিটেলৰ পৰিপূৰ্ণকৰণ আৰম্ভ হয় আৰু লুটেছিয়ামত (Lu, Z=71) এই অৰবিটেলো সম্পূৰ্ণৰূপে পৰিপূৰ্ণ হয়। এই পৰ্যায়টোত মুঠতে 32টা মৌল আছে। চিৰিয়ামৰপৰা লুটেছিয়ামলৈ এই 14 টা মৌলক **লেন্থেনয়ড** বোলা হয়। ইহঁতক $4f$ - **আন্তঃসংক্ৰমণশীল শ্ৰেণী** ($4f$-inner transition series) বুলিও কোৱা হয়।

সপ্তম পৰ্যায়টো (n =7) ষষ্ঠ পৰ্যায়ৰ দৰেই। এই পৰ্যায়ত $7s$, $5f$, $6d$ আৰু $7p$ অৰবিটেলবোৰ ক্ৰমান্বয়ে ইলেকট্ৰনৰদ্বাৰা পৰিপূৰ্ণ হ'ব লাগে। পৰীক্ষাগাৰত কৃত্ৰিমভাৱে প্ৰস্তুত কৰা মৌলবোৰ এই পৰ্যায়টোতে আছে। ইয়াতো $5f$ অৰবিটেলৰ পৰিপূৰ্ণকৰণ থ'ৰিয়ামত (Th, Z = 90) আৰম্ভ হৈ লৰেন্সিয়ামত (Lr, Z =103) সম্পূৰ্ণ হয়। এই মৌল কেইটা হ'ল **এক্টিনয়ড** বা $5f$ **আন্তঃসংক্ৰমণশীল শ্ৰেণী**। সপ্তম পৰ্যায়টো 118 পৰমাণু ক্ৰমাংকযুক্ত মৌলটোত (অগেনেছন) হৈছে।

উদাহৰণ 3.2

পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ পঞ্চম পৰ্যায়ত 18টা মৌল থকা কথাটো তুমি কেনেদৰে প্ৰতিপন্ন কৰিবা?

সমাধান

পঞ্চম পৰ্যায়ত $5s$, $4d$ আৰু $5p$ অৰবিটেলকেইটা ইলেকট্ৰনৰদ্বাৰা পৰিপূৰ্ণ হয়।

$4d$ অৰবিটেল 5 টা আৰু $5p$ অৰবিটেল তিনিটা হোৱা বাবে পঞ্চম পৰ্যায়ত মুঠতে 9টা অৰবিটেল ইলেকট্ৰনৰদ্বাৰা পৰিপূৰ্ণ হয়। এই 9টা অৰবিটেলত সৰ্বোচ্চ 18 টা ইলেকট্ৰন থাকিব পাৰে। গতিকে পঞ্চম পৰ্যায়ত মুঠতে 18টা মৌলহে আছে।

3.5.2 বৰ্গ হিচাপে ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস (Groupwise Electronic Configurations)

পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ একেটা বৰ্গত থকা মৌলবোৰৰ যোজ্যতা খোলৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস একে ধৰণৰ।

মৌলৰ ৰাসায়নিক ধৰ্ম প্ৰধানকৈ যোজ্যতা খোলত থকা ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। সেই কাৰণে একেটা বৰ্গৰ মৌলৰ ধৰ্মও প্ৰায় একে। উদাহৰণ স্বৰূপে, বৰ্গ 1ৰ মৌলবোৰৰ (ক্ষাৰ ধাতু) যোজ্যতা খোলৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস একে ধৰণৰ। ইহঁতৰ যোজ্যতা খোলৰ সাধাৰণ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস ns^1 বাবে ইহঁতৰ ৰাসায়নিক ধৰ্মও একে ধৰণৰ। একেদৰে বৰ্গ 2ৰ

পৰমাণু ক্ৰমাংক	মৌল	ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস
3	Li	$1s^2 2s^1$ বা, [He] $2s^1$
11	Na	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ বা, [Ne] $3s^1$
19	K	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ বা, [Ar] $4s^1$
37	Rb	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^1$ বা, [Kr] $5s^1$
55	Cs	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 6s^1$ বা, [Xe]$5s^1$
87	Fr	[Rn] $7s^1$

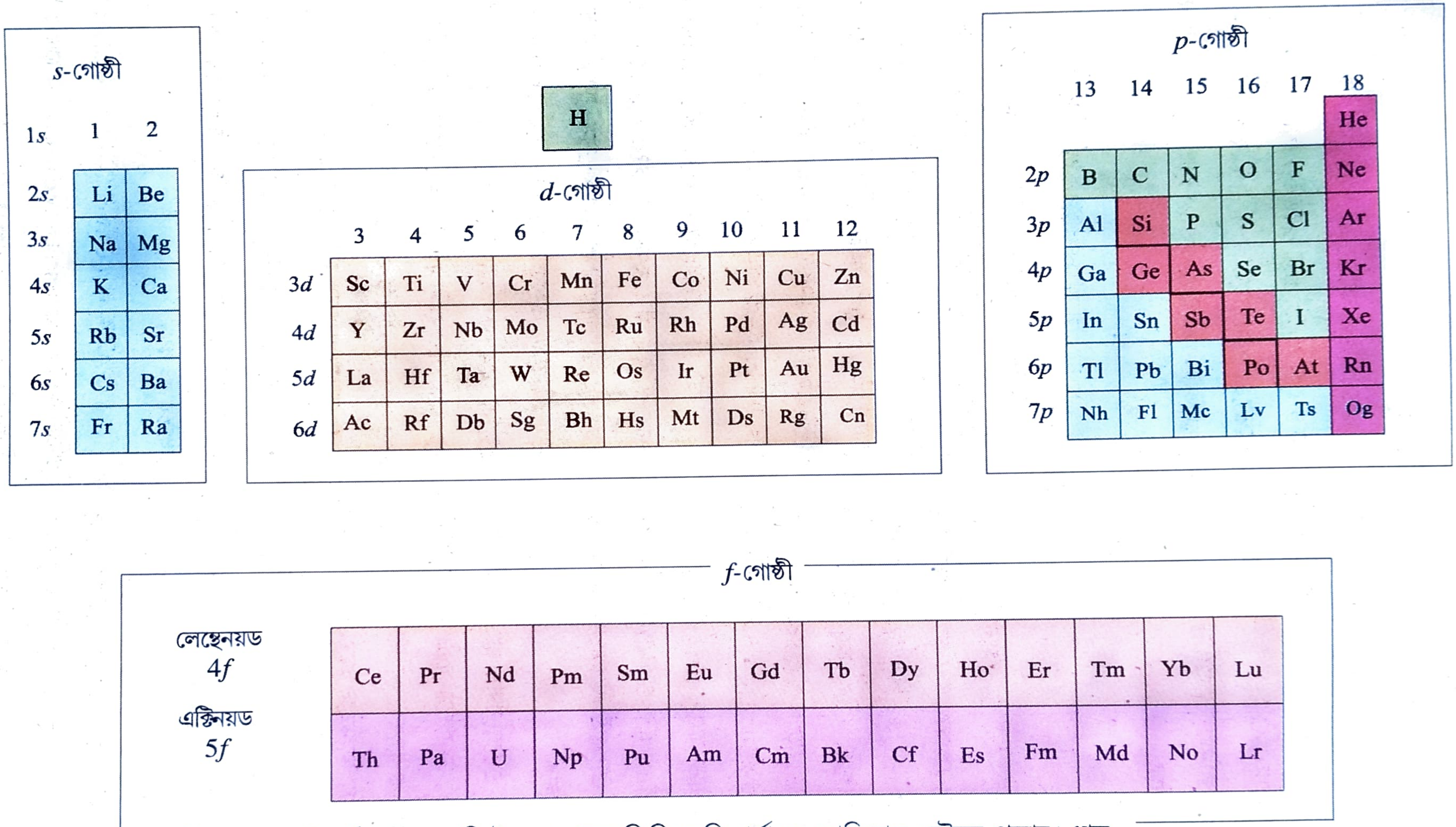
মৌলবোৰৰ যোজ্যতা খোলৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস একে ধৰণৰ (ns^2) বাবে ইহঁতৰ ধৰ্মও একে। আকৌ প্ৰশম পৰমাণুৰ ক্ষেত্ৰত ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যা পৰমাণু ক্ৰমাংকৰ সমান। সেই কাৰণে মৌলৰ ধৰ্ম সিবোৰৰ পৰমাণু ক্ৰমাংকৰ সৈতেহে পৰ্যায়গতভাৱে সলনি হয়; পাৰমাণৱিক ভাৰৰ সৈতে নহয়।

3.6 ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস আৰু মৌলৰ প্ৰকাৰ ঃ *s*-, *p*-, *d*-, *f*- গোষ্ঠী (ELECTRONIC CONFIGURATIONS AND TYPES OF ELEMENTS : *s*-, *p*-, *d*-, *f*- BLOCKS)

দৰাচলতে মৌলৰ পৰমাণুৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাসৰ ওপৰত ভেটি কৰি ইহঁতৰ পৰ্যায়গত ধৰ্ম বা পৰ্যায়গত শ্ৰেণীবিভাজনৰ ব্যাখ্যা দিব পাৰি। পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ একেটা বৰ্গত থকা মৌলবোৰৰ ৰাসায়নিক ধৰ্ম একে ; কাৰণ ইহঁতৰ বহিৰতম অৰবিটেলবোৰত ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যা আৰু বিতৰণ একে। পৰমাণুৰ ইলেকট্ৰনযুক্ত বহিৰতম অৰবিটেলৰ প্ৰকাৰৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰি মৌলবোৰক চাৰিটা গোষ্ঠীত বিভক্ত কৰা হৈছে ; যেনে, *s*-গোষ্ঠী (*s*-block), *p*-গোষ্ঠী (*p*-block), *d*-গোষ্ঠী (*d*-block) আৰু *f*-গোষ্ঠী (*f*-block)। এই গোষ্ঠীকেইটা চিত্ৰ 3.3ত দেখুওৱা হৈছে।

গোষ্ঠী হিচাপে শ্ৰেণী বিভাজনত দুটা ব্যতিক্ৰম তোমালোকে নিশ্চয় মন কৰিছা। এটা ব্যতিক্ৰম হৈছে হিলিয়ামৰ ($1s^2$) স্থান সম্পৰ্কত। হিলিয়াম *s*-গোষ্ঠীৰ অন্তৰ্গত; ভূমিস্তৰ অৱস্থাত ইয়াৰ দুয়োটা ইলেকট্ৰন *s* অৰবিটেলত আছে। পৰ্যাবৃত্ত তালিকাত কিন্তু হিলিয়ামক *p*-গোষ্ঠীৰ বৰ্গ 18ত ৰখা হৈছে। হিলিয়ামৰ যোজ্যতা খোলটো (n =1) ইলেকট্ৰনৰদ্বাৰা সম্পূৰ্ণৰূপে পৰিপূৰ্ণ হৈ আছে আৰু ই সম্ভ্ৰান্ত গেছৰ ধৰ্ম দেখুৱায়। সেইবাবে ইয়াক *p*-গোষ্ঠীৰ সম্ভ্ৰান্ত গেছসমূহৰ সৈতে ৰাখিবলগীয়া হৈছে।

আনটো ব্যতিক্ৰম হৈছে হাইড্ৰ'জেন সম্পৰ্কীয়। বৰ্গ 1ৰ ক্ষাৰ ধাতুবোৰৰ দৰে হাইড্ৰ'জেনৰো *s* অৰবিটেলত এটা ইলেকট্ৰন ($1s^1$) আছে। সেইবাবে ইয়াক বৰ্গ 1 ত ৰাখিব পাৰি। আনহাতে হেল'জেনৰ দৰে হাইড্ৰ'জেনেও এটা ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ কৰি নিকটতম সম্ভ্ৰান্ত গেছৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস লাভ কৰিব পাৰে। সেই কাৰণে হাইড্ৰ'জেনক বৰ্গ 17 ত হেল'জেনৰ সৈতে ৰখাৰ



চিত্ৰ 3.3 পৰিপূৰ্ণ হোৱা অৰবিটেলৰ ওপৰত ভিত্তি কৰি পৰ্যাবৃত্ত তালিকাত মৌলৰ প্ৰকাৰ। ধাতু ( ), অধাতু ( ) আৰু ধাতুকল্প ( )হিচাপেও মৌলবোৰৰ শ্ৰেণীবিভাজন দেখুওৱা হৈছে।

সপক্ষে যুক্তি আছে। এনেবোৰ কাৰণতে হাইড্ৰ'জেনক এটা বিশেষ অৱস্থা হিচাপে গণ্য কৰা হৈছে। গতিকে ইয়াক পৰ্যাবৃত্ত তালিকাত সকলোৰে ওপৰত অকলশৰীয়াকৈ ৰখা হৈছে (চিত্ৰ 3.2 আৰু 3.3)।

আমি এতিয়া প্ৰতিটো গোষ্ঠীৰ মৌলবোৰৰ বৈশিষ্ট্য আলোচনা কৰিম।

3.6.1 *s*-গোষ্ঠীৰ মৌলসমূহ (The *s*-block Elements)

বৰ্গ 1 (ক্ষাৰ ধাতু) আৰু বৰ্গ 2ৰ (ক্ষাৰমৃত্তিকা ধাতু) মৌলবোৰৰ যোজ্যতা খোলৰ সাধাৰণ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস ক্ৰমে ns^1 আৰু ns^2; এই আটাইবোৰেই হ'ল *s*-গোষ্ঠীৰ মৌল। ইহঁত অতি সক্ৰিয় ধাতু আৰু ইহঁতৰ আয়নীকৰণ এন্থালপি (3.7 অংশ চোৱা) কম। ক্ষাৰ ধাতুৰ পৰমাণুৱে বহিৰতম ইলেকট্ৰনটো (ns^1) সহজে হেৰুৱাই একক ধনাত্মক আধানযুক্ত আয়ন (ion) উৎপন্ন কৰে। একেদৰে ক্ষাৰমৃত্তিকা ধাতুৰ পৰমাণুৱে বহিৰতম ইলেকট্ৰন দুটা (ns^2) হেৰুৱাই দ্বিধনাত্মক আধানযুক্ত (+2) আয়ন উৎপন্ন কৰে।

দুয়োটা বৰ্গৰে মৌলবোৰৰ ধাতৱ ধৰ্ম আৰু সক্ৰিয়তা বৰ্গৰ তললৈ ক্ৰমান্বয়ে বাঢ়ি যায়। আকৌ ধাতুকেইটা অতি সক্ৰিয় বাবে প্ৰকৃতিত ইহঁতক মুক্ত অৱস্থাত পোৱা নাযায়। লিথিয়াম আৰু বেৰিলিয়ামৰ বাহিৰে বৰ্গ দুটাৰ বাকী মৌলকেইটাই সাধাৰণতে আয়নীয় যৌগ উৎপন্ন কৰে।

3.6.2 *p*-গোষ্ঠীৰ মৌলসমূহ (The *p*-Block Elements)

বৰ্গ 13 ৰপৰা বৰ্গ 18 লৈকে আটাইবোৰ মৌলই হ'ল *p*-গোষ্ঠীৰ অন্তৰ্গত। বৰ্গ 13 ৰ মৌলকেইটাৰ ক্ষেত্ৰত যোজ্যতা খোলৰ সাধাৰণ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস হ'ল ns^2np^1 ; একদৰে বৰ্গ 14 ৰ ক্ষেত্ৰত ns^2np^2, বৰ্গ 15ৰ ক্ষেত্ৰত ns^2np^3, বৰ্গ 16ত ns^2np^4, বৰ্গ 17 ত ns^2np^5, আৰু শেষত বৰ্গ 18ৰ ক্ষেত্ৰত ns^2np^6 হৈছে। অৰ্থাৎ প্ৰতিটো পৰ্যায়তে বৰ্গ 13 ৰপৰা বৰ্গ 18লৈ *p*অৰবিটেলকেইটা ক্ৰমান্বয়ে ইলেকট্ৰনৰদ্বাৰা পৰিপূৰ্ণ হৈছে।

বৰ্গ 18 ৰ মৌলকেইটা হ'ল **সম্ভ্ৰান্ত গেছ**। দেখা গ'ল যে সম্ভ্ৰান্ত গেছৰ পৰমাণুৰ যোজ্যতা খোলত থকা *s* আৰু *p* অৰবিটেলবোৰ ইলেকট্ৰনৰদ্বাৰা সম্পূৰ্ণৰূপে পৰিপূৰ্ণ হৈ থাকে। যোজ্যতা খোলৰ এই ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাসটো (ns^2np^6) অতি সুস্থিৰ। ইলেকট্ৰন আঁতৰাই বা সুমুৱাই এই বিন্যাসটোৰ পৰিৱৰ্তন ঘটোৱা অতি কঠিন। সেই কাৰণে সম্ভ্ৰান্ত গেছসমূহৰ সক্ৰিয়তা অতি কম।

বৰ্গ 17 ৰ মৌলবোৰক **হেল'জেন** (halogens) আৰু বৰ্গ 16 ৰ মৌলবোৰক **চালক'জেন** (chalcogens) বোলা হয়। এই দুয়োটা বৰ্গৰ মৌলবোৰ ৰাসায়নিকভাবে অতি গুৰুত্বপূৰ্ণ অধাতু। বৰ্গ 17 ৰ মৌলৰ পৰমাণুৱে এটাকৈ আৰু বৰ্গ 16 ৰ মৌলৰ পৰমাণুৱে দুটাকৈ ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ কৰি সম্ভ্ৰান্ত গেছৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস লাভ কৰে। ইহঁতৰ ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপিৰ (3.7 অংশ চোৱা) ঋণাত্মক মান যথেষ্ট বেছি।

বৰ্গকেইটাৰ তললৈ মৌলবোৰৰ ধাতৱ ধৰ্ম বাঢ়ি যায়। আনহাতে পৰ্যায় এটাত বাওঁফালৰপৰা সোঁফাললৈ অধাতৱ ধৰ্ম বাঢ়ে।

s-গোষ্ঠী আৰু *p*-গোষ্ঠীৰ মৌলবোৰক একেলগে **প্ৰতিনিধি মৌল** (representative elements) বা **মূল বৰ্গৰ মৌল** (main group elements) বোলা হয়।

3.6.3 *d*- গোষ্ঠীৰ মৌলসমূহ ঃ সংক্ৰমণশীল মৌল (The *d*-Block Elements : Transition Elements)

পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ বৰ্গ 3 ৰ পৰা বৰ্গ 12 লৈ আটাইবোৰেই হ'ল *d*-গোষ্ঠীৰ মৌল। এই মৌলকেইটাত *d*-অৰবিটেল ক্ৰমাগতভাৱে ইলেকট্ৰনৰদ্বাৰা পৰিপূৰ্ণ হয় বাবে ইহঁতক *d*-গোষ্ঠীৰ মৌল বোলা হয়। ইহঁতৰ বহিঃ খোলৰ সাধাৰণ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস হ'ল $(n-1)\ d^{1-10}\ ns^{1-2}$। ইহঁত সকলোবোৰ ধাতু। বৰ্গ 12 ত থকা ধাতুকেইটাৰ (Zn. Cd আৰু Hg) বহিঃখোলৰ সাধাৰণ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস হ'ল $(n-1)d^{10}\ ns^2$। এই তিনিটাৰ বাহিৰে *d* গোষ্ঠীৰ আন ধাতুকেইটা হ'ল **সংক্ৰমণশীল মৌল** (transition elements)। ইহঁতে কিছুমান বিশেষ ধৰ্ম দেখুৱায়; যেনে,

- ইহঁতে ৰঙীন আয়ন উৎপন্ন কৰে।
- ইহঁতে **পৰাৱৰ্তী যোজ্যতা** (variable valency, একাধিক যোজ্যতা, বা একাধিক জাৰণ অৱস্থা) দেখুৱায়।
- ইহঁতে **অনুচুম্বকীয় ধৰ্ম** (paramagnetism) দেখুৱায়।
- ইহঁতক প্ৰায়ে অনুঘটক হিচাপে ব্যৱহাৰ কৰা হয়।

Zn, Cd আৰু Hg- এ সংক্ৰমণশীল মৌলৰ বেছিভাগ ধৰ্ম নেদেখুৱায়। দৰাচলতে সংক্ৰমণশীল মৌলবোৰে *s*-গোষ্ঠীৰ অতি সক্ৰিয় ধাতু আৰু বৰ্গ 13, বৰ্গ 14-ৰ কম সক্ৰিয় ধাতুবোৰৰ মাজত সেতুৰ নিচিনাকৈ থকা বাবে সিহঁতৰ নাম সংক্ৰমণশীল মৌল ৰখা হৈছে। চতুৰ্থ পৰ্যায়ত 3*d* সংক্ৰমণশীল শ্ৰেণী আৰু পঞ্চম পৰ্যায়ত 4*d*-সংক্ৰমণশীল শ্ৰেণীৰ মৌলবোৰ আছে।

3.6.4 *f*-গোষ্ঠীৰ মৌল ঃ আন্তঃসংক্ৰমণশীল মৌল (*f*-Block Elements : Inner-Transition Elements)

পৰ্যাবৃত্ত তালিকাখনত তলৰফালে থকা **লেন্থেনয়ড** [Ceৰ পৰা (Z = 58) Lu লৈ (Z = 71)] আৰু **এক্টিনয়ড** [Thৰ পৰা (Z = 90) Lrলৈ (Z = 103) মৌলসমূহ হ'ল *f*-গোষ্ঠীৰ মৌল। ইহঁতৰ সাধাৰণ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস হ'ল $(n-2)\ f^{\,1-14}(n-1)d^{\,0-1}ns^2$; অৰ্থাৎ এই মৌলবোৰত *f* অৰবিটেল ক্ৰমাগতভাৱে ইলেকট্ৰনৰদ্বাৰা পৰিপূৰ্ণ হয়। *f*-গোষ্ঠীৰ মৌলবোৰক **আন্তঃ সংক্ৰমণশীল মৌল** বুলিও কোৱা হয়। লেন্থেনয়ডবোৰতকৈ এক্টিনয়ডবোৰৰ ৰসায়ন যথেষ্ট জটিল। এক্টিনয়ডবোৰে বহুতো **জাৰণ অৱস্থাত** (oxidation state) থাকিব পাৰে। তাৰোপৰি এক্টিনয়ডবোৰ **তেজস্ক্ৰিয়** (radioactive)। এই শ্ৰেণীটোৰ বহুত কেইটা মৌলক পৰীক্ষাগাৰত সংশ্লেষণ কৰা হৈছে। কেইটামান মৌল আকৌ অতি কম পৰিমাণেহে (নেন'গ্ৰামতকৈও কম) প্ৰস্তুত কৰিব পৰা গৈছে আৰু সেইবোৰৰ সম্পূৰ্ণ অধ্যয়ন এতিয়ালৈকে সম্ভৱ হোৱা নাই। ইউৰেনিয়ামৰ পাছৰ মৌলবোৰক **উত্তৰ-ইউৰেনিয়াম মৌল** (transuranium elements) বোলা হয়।

উদাহৰণ 3.3

117 আৰু 120 পৰমাণু ক্ৰমাংকবিশিষ্ট মৌল দুটাৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস লিখা। পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ কোন কোন বৰ্গত ইহঁতক ৰাখিবা?

সমাধান

117 পৰমাণু ক্ৰমাংকবিশিষ্ট মৌলটোৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস হ'ব $[Rn]5f^{14}\ 6d^{10}\ 7s^2\ 7p^5$

মৌলটো হেল'জেন পৰিয়ালৰ (ns^2np^5) অন্তৰ্গত হ'ব। গতিকে মৌলটোৰ স্থান বৰ্গ 17 ত হ'ব।

120 পৰমাণু ক্ৰমাংকযুক্ত মৌলটোৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস হ'ল $[Uuo]8s^2$ বা $[Og]8s^2$।

মৌলটোৰ স্থান বৰ্গ 2 ত (ক্ষাৰমৃত্তিকা ধাতু) হ'ব।

3.6.5 ধাতু, অধাতু আৰু ধাতুকল্প (Metal, Non-metals and Metalloids)

গোষ্ঠী হিচাপে (s-, p-, d-, f-) মৌলবোৰৰ শ্ৰেণী-বিভাজন সম্পৰ্কে আমি আলোচনা কৰিলোঁ। আদিতে মৌলবোৰক **ধাতু** (metals) আৰু **অধাতু** (non-metal) হিচাপেহে শ্ৰেণীবিভক্ত কৰিছিল। আমি এতিয়া এই শ্ৰেণীবিভাজন সম্বন্ধে আলোচনা কৰিম। পৰ্যাবৃত্ত তালিকাখনত বাঁওফালে থকা মৌলবোৰ হ'ল ধাতু। এতিয়ালৈকে আৱিষ্কৃত হোৱা মৌলবোৰৰ 78%তকৈও বেছি অংশই হ'ল ধাতু। সাধাৰণ উষ্ণতাত ধাতুবোৰ কঠিন পদাৰ্থ যদিও মাৰ্কাৰি হ'ল জুলীয়া ধাতু। গেলিয়াম আৰু ছিজিয়াম ধাতু দুটাৰো গলনাংক যথেষ্ট কম (ক্ৰমে 303 K আৰু 302 K)। ধাতুৰ গলনাংক (melting point) আৰু উতলাংক (boiling point) সাধাৰণতে বেছি। ইহঁত তাপ আৰু বিদ্যুতৰ সুপৰিবাহী। তাৰোপৰি ইহঁত নমনীয় (ductile) আৰু ঘাতসহনীয় (malleable)। অধাতুবোৰৰ পৰ্যাবৃত্ত তালিকাত স্থান হ'ল সোঁফালে ওপৰত। দৰাচলতে পৰ্যায়ত বাঁওফালৰপৰা সোঁফাললৈ ধাতব ধৰ্ম ক্ৰমান্বয়ে কমে আৰু অধাতব ধৰ্ম বাঢ়ে। সাধাৰণ উষ্ণতাত অধাতু-বোৰ কঠিন বা গেছীয় পদাৰ্থ। ইহঁতৰ গলনাংক আৰু উতলাংক সাধাৰণতে কম যদিও কাৰ্বন আৰু ব'ৰন ব্যতিক্ৰম। অধাতুবোৰ তাপ আৰু বিদ্যুতৰ অপৰিবাহী। বেছিভাগ অধাতব কঠিন পদাৰ্থই হ'ল ঠুনুকা (brittle) ; ইহঁত নমনীয় বা ঘাতসহনীয় নহয়। বৰ্গ এটাৰ তললৈ মৌলবোৰৰ ধাতব ধৰ্ম বাঢ়ে।

ইতিমধ্যে উল্লেখ কৰা হৈছে যে পৰ্যাবৃত্ত তালিকাত বাঁওফালৰপৰা সোঁফাললৈ ক্ৰমান্বয়ে অধাতব ধৰ্ম বাঢ়ে। মৌলবোৰৰ ধৰ্মৰ এই পৰিবৰ্তন হঠাতে হোৱা নাই। তালিকাখনত (চিত্ৰ 3.3) থকা ছিলিকন, জাৰ্মেনিয়াম, আৰ্ছেনিক, এণ্টিমনি আৰু টেলুৰিয়াম নামৰ মৌলকেইটাই ধাতু আৰু অধাতু দুয়োটাৰে ধৰ্ম দেখুৱায়। ইহঁতক **ধাতুকল্প** (metalloids) বা **অৰ্ধধাতু** (semi-metals) বোলা হয়।

উদাহৰণ 3.4

পৰমাণু ক্ৰমাংক আৰু পৰ্যাবৃত্ত তালিকাত স্থান বিবেচনা কৰি তলত দিয়া মৌলকেইটাক ধাতব ধৰ্মৰ বৰ্ধিত ক্ৰমত সজোৱা — Si, Be, Mg, Na, P।

সমাধান

$_4$Be আৰু $_{12}$Mg হ'ল বৰ্গ 2 ৰ মৌল

আকৌ $_{11}$Na, $_{12}$Mg, $_{14}$Si আৰু $_{15}$P তৃতীয় পৰ্যায়ৰ মৌল।

বৰ্গ এটাত তললৈ মৌলবোৰৰ ধাতব ধৰ্ম বাঢ়ে আৰু পৰ্যায় এটাত বাওফালৰপৰা সোফাললৈ ধাতব ধৰ্ম কমে। গতিকে ধাতব ধৰ্মৰ বৰ্ধিত ক্ৰমটো হ'ব—

$$P < Si < Be < Mg < Na$$

3.7 মৌলবোৰৰ ধৰ্মৰ পৰ্যায়গত পৰিৱৰ্তন (PERIODIC TRENDS IN PROPERTIES OF ELEMENTS)

পৰ্যাবৃত্ত তালিকাত বৰ্গ এটাৰ তললৈ বা পৰ্যায় এটাত বাঁওফালৰপৰা সোঁফাললৈ মৌলবোৰৰ ভৌতিক আৰু ৰাসায়নিক ধৰ্ম নিৰ্দিষ্ট ক্ৰমত সলনি হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, বৰ্গ 1 ধাতুৰ ৰাসায়নিক সক্ৰিয়তা বেছি, তালিকাখনৰ মাজৰ মৌলবোৰৰ সক্ৰিয়তা কম, আৰু বৰ্গ 17ৰ হেল'জেনসমূহত সক্ৰিয়তা সৰ্বোচ্চ হয়। তেনেদৰে প্ৰতিনিধি মৌলবোৰৰ এটা বৰ্গত (ধৰা বৰ্গ 1ৰ ক্ষাৰ ধাতুসমূহত) তললৈ মৌলবোৰৰ ৰাসায়নিক সক্ৰিয়তা বাঢ়ে; কিন্তু অধাতুসমূহৰ ক্ষেত্ৰত (ধৰা, বৰ্গ 17ৰ হেল'জেনবোৰত) বৰ্গটোৰ তললৈ সক্ৰিয়তা কমে। কিন্তু মৌলবোৰৰ ধৰ্ম কিয়নো নিৰ্দিষ্ট ক্ৰমত সলনি হয়? পৰ্যায়গত ধৰ্মৰ ব্যাখ্যা কেনেকৈ দিব পাৰি? এনেকুৱা প্ৰশ্নবোৰৰ উত্তৰ পাব লাগিলে পৰমাণুৰ গঠন আৰু

পৰমাণুৰ ধৰ্মসমূহৰ বিষয়ে ভালদৰে জানিব লাগিব। ইয়াত আমি ভৌতিক আৰু ৰাসায়নিক ধৰ্মসমূহৰ পৰ্যায়গত পৰিৱৰ্তন সম্বন্ধে আলোচনা কৰিম। লগতে ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যা আৰু শক্তি স্তৰৰ ধাৰণা ব্যৱহাৰ কৰি এই পৰিৱৰ্তনৰ ব্যাখ্যা দিবলৈ চেষ্টা কৰিম। মৌলবোৰৰ ধৰ্মৰ পৰ্যায়গত পৰিৱৰ্তন আমি প্ৰতিনিধি মৌলৰ ক্ষেত্ৰত আলোচনা কৰিম।

3.7.1 ভৌতিক ধৰ্মৰ পৰিৱৰ্তন (Trends in Physical Properties)

মৌলৰ ভৌতিক ধৰ্ম বহুতো আছে ; যেনে— গলনাংক, উতলাংক, গলন তাপ (heat of fusion), বাষ্পীভৱন তাপ (heat of vapourization), পৰমাণুকৰণ শক্তি (energy of atomization) আদি। এই ধৰ্মবোৰ পৰ্যায়গতভাৱে সলনি হয়। আমি কিন্তু ইয়াত আন কেইটামান ধৰ্মৰ বিষয়েহে আলোচনা কৰিম। সেইকেইটা হ'ল পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ (atomic radius) , আয়নীয় ব্যাসাৰ্ধ (ionic radius), আয়নীকৰণ এনথালপি (ionization enthalpy), ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপি (electron gain enthalpy) আৰু বিদ্যুৎঋণাত্মকতা (electronegativity)।

(a) *পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ (Atomic Radius)*

বল এটাৰ ব্যাসাৰ্ধ সহজে জুখিব পাৰি; কিন্তু পৰমাণু এটাৰ ব্যাসাৰ্ধ জোখা সহজ নহয়। ইয়াৰ কাৰণ কেইবাটাও। প্ৰথমতে, পৰমাণুৰ আকাৰ অতি সৰু (ব্যাসাৰ্ধ প্ৰায় $1.2\ \text{Å} = 1.2 \times 10^{-10}$ m) । দ্বিতীয়তে, পৰমাণুৰ এটা সুনিৰ্দিষ্ট পৰিসীমা নাথাকে। সেইবাবে পৰমাণুৰ আকাৰ (বা, পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ) সঠিকভাৱে পাব নোৱাৰি। আন কথাত এটা মুক্ত পৰমাণুৰ আকাৰ সঠিককৈ জুখিব পৰা পদ্ধতি আচলতে নাই। কিন্তু অণুত থকা পৰমাণু দুটাৰ মাজৰ দূৰত্ব জানিলে তাৰপৰা পৰমাণুৰ আকাৰ নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি। অধাতু আৰু ধাতুৰ ক্ষেত্ৰত কথাটো আমি তলত দিয়া ধৰণে ভাবিব পাৰোঁ। অধাতু এটাৰ দুটা পৰমাণুৱে একবান্ধনিৰে (single bond) যোজিত হৈ গঠন কৰা অণুটোত পৰমাণু দুটাৰ মাজৰ দূৰত্ব পৰীক্ষাৰদ্বাৰা নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি। এই দূৰত্বৰ আধাই হ'ল অধাতুটোৰ পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ। এই পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধক **সহযোজী ব্যাসাৰ্ধ** (covalent radius) বোলা হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে, Cl_2 অণুত Cl পৰমাণু দুটাৰ নিউক্লিয়াছ দুটাৰ মাজৰ দূৰত্ব (বান্ধনি দৈৰ্ঘ্য, bond distance) হ'ল 198 pm (পিক'মিটাৰ)। ইয়াৰ আধা (99 pm) হ'ল ক্ল'ৰিনৰ সহযোজী ব্যাসাৰ্ধ (পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ)।

যিকোনো এটা ধাতুত তাৰ পৰমাণুবোৰ এক নিৰ্দিষ্ট ধৰণে সজ্জিত হৈ থাকে। ধাতুটোত নিকটতম দুটা পৰমাণুৰ নিউক্লিয়াছ দুটাৰ মাজৰ দূৰত্বক **আন্তঃনিউক্লীয় দূৰত্ব** (internuclear distance) বোলা হয়। আন্তঃনিউক্লীয় দূৰত্বৰ আধাই হ'ল ধাতুটোৰ পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ আৰু ইয়াক **ধাতৱ ব্যাসাৰ্ধ** (metallic radius) বোলা হয়। যেনে, কপাৰত দুটা নিকটতম কপাৰ পৰমাণুৰ আন্তঃনিউক্লীয় দূৰত্ব হ'ল 256 pm ; গতিকে কপাৰৰ ধাতৱ ব্যাসাৰ্ধ 128 pm হ'ব।

এই পুথিত সহযোগী ব্যাসাৰ্ধ (অধাতুৰ ক্ষেত্ৰত) আৰু ধাতৱ ব্যাসাৰ্ধক (ধাতুৰ ক্ষেত্ৰত) আমি **পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ** বুলিয়েই উল্লেখ কৰিম। X-ৰশ্মি বা আন বৰ্ণালীবীক্ষণ পদ্ধতিৰে পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি। তালিকা 3.6 ত কিছুমান মৌলৰ পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধৰ মান দিয়া হৈছে।

তালিকা 3.6 (a) পৰ্যায়ত পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ (pm)

পৰমাণু (পৰ্যায় II)	Li	Be	B	C	N	O	F
পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ	152	111	88	77	74	66	64
পৰমাণু (পৰ্যায় III)	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ	186	160	143	117	110	104	99

তালিকা 3.6 (b) বৰ্গত পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ

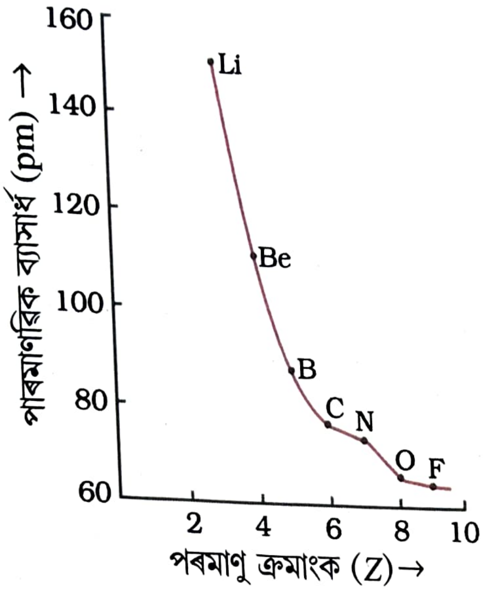
পৰমাণু (বৰ্গ 1)	পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ (pm)	পৰমাণু (বৰ্গ 17)	পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ (pm)
Li	152	F	64
Na	186	Cl	99
K	231	Br	114
Rb	244	I	133
Cs	262	At	140

পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধৰ এই মানবোৰৰপৰা দুটা কথা স্পষ্ট হয় —

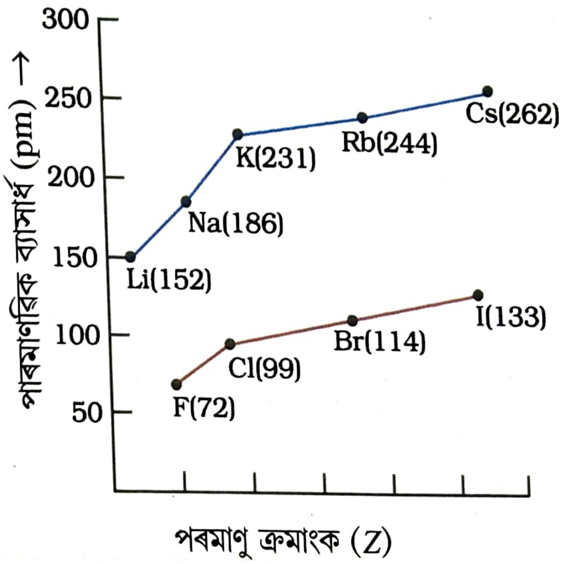
- এটা পৰ্যায়ত বাঁওফালৰপৰা সোঁফাললৈ পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ সাধাৰণতে কমে। দ্বিতীয় পৰ্যায়ৰ মৌলবোৰৰ ক্ষেত্ৰত এই পৰিবৰ্তন চিত্ৰ 3.4 (a) ত দেখুওৱা হৈছে।
- পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ এটা বৰ্গত পৰমাণু ক্ৰমাংক বঢ়াৰ লগে লগে পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধও বাঢ়ে। চিত্ৰ 3.4 (b)ত এই পৰিবৰ্তন দেখুওৱা হৈছে।

নিউক্লীয় আধান আৰু শক্তি স্তৰ ধাৰণা ব্যৱহাৰ কৰি পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধৰ এই পৰিৱৰ্তন ব্যাখ্যা কৰিব পাৰি। পৰ্যাবৃত্ত তালিকাত প্ৰতিনিধি মৌলৰ এটা পৰ্যায়ত বহিৰতম ইলেকট্ৰনবোৰ একেটা যোজ্যতা খোলতে থাকে; কিন্তু পৰমাণু ক্ৰমাংক বঢ়াৰ লগে লগে কাৰ্যকৰী নিউক্লীয় আধান বাঢ়ে। ফলস্বৰূপে পৰমাণু ক্ৰমাংক বঢ়াৰ লগে লগে ইলেকট্ৰন আৰু নিউক্লিয়াছৰ মাজৰ আকৰ্ষণী বলো বাঢ়ি যায়। সেই কাৰণে পৰ্যায় এটাত বাঁওফালৰপৰা সোঁফাললৈ পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ কমে। আনহাতে বৰ্গ এটাৰ তললৈ (যেনে, ক্ষাৰ ধাতু আৰু হেল'জেনসমূহ; চিত্ৰ 3.4) মুখ্য কোৱাণ্টাম সংখ্যাৰ (n) মান বাঢ়ে ; অৰ্থাৎ খোলৰ সংখ্যা বাঢ়ে। ভিতৰৰ খোলবোৰ ইলেকট্ৰনেৰে পৰিপূৰ্ণ হৈ থাকে। এই ভিতৰৰ খোলৰ ইলেকট্ৰনে বাহিৰৰ খোলৰ ইলেকট্ৰনৰ প্ৰতি নিউক্লিয়াছৰ আকৰ্ষণ কমাই দিয়ে। ফলত নিউক্লিয়াছ আৰু যোজ্যতা খোলৰ ইলেকট্ৰনৰ মাজৰ দূৰত্ব বাঢ়ে ; অৰ্থাৎ পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ বা পৰমাণুৰ আকাৰ বাঢ়ে।

মনত ৰাখিবা, আমি কিন্তু ইয়াত সম্ভ্ৰান্ত গেছৰ পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধৰ কথা এতিয়ালৈকে আলোচনা কৰা নাই। সম্ভ্ৰান্ত গেছসমূহ একপাৰমাণৱিক (monoatomic)।



চিত্ৰ 3.4 *(a) পৰ্যায়ত (দ্বিতীয় পৰ্যায়) পৰমাণু ক্ৰমাংকৰ সৈতে পাৰমাণৱিক ব্যাসার্ধৰ পৰিবৰ্তন*



চিত্ৰ 3.4 *(b) ক্ষাৰ ধাতু আৰু হেল'জেনৰ ক্ষেত্ৰত পৰমাণু ক্ৰমাংকৰ সৈতে পাৰমাণৱিক ব্যাসার্ধৰ পৰিবৰ্তন*

সিহঁতে Cl_2, H_2 আদিৰ নিচিনা অণু গঠন নকৰে। সিহঁতৰ মুক্ত পৰমাণুৰ ব্যাসার্ধ অতি বেছি। দৰাচলতে সম্ভ্রান্ত গেছৰ পাৰমাণৱিক ব্যাসার্ধৰ সৈতে আন মৌলৰ সহযোজী ব্যাসার্ধ তুলনা কৰা অনুচিত; সিহঁতক আন মৌলৰ ভেন ডাৰ ৱাল্‌ছ ব্যাসার্ধৰ সৈতেহে তুলনা কৰিব পাৰি।

(b) আয়নীয় ব্যাসার্ধ *(Ionic Radius)*

পৰমাণুৱে ইলেকট্ৰন হেৰুৱালে কেটায়ন (cation) আৰু ইলেকট্ৰন লাভ কৰিলে এনায়নৰ (anion) সৃষ্টি হয়। কেটায়ন আৰু এনায়নবোৰে কুলম্বৰ আকৰ্ষণী বলৰদ্বাৰা লগ লাগি আয়নীয় যৌগ (ক্ৰিষ্টেল, crystal) গঠন কৰে। আয়নীয় ক্ৰিষ্টেলত নিকটতম কেটায়ন আৰু এনায়নৰ মাজৰ দূৰত্ব পৰীক্ষাৰদ্বাৰা নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি। ইয়াৰপৰা আয়নীয় ব্যাসার্ধ গণনা কৰিব পাৰি। পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ পৰ্যায় আৰু বৰ্গত পাৰমাণৱিক ব্যাসার্ধ যিদৰে সলনি হয় আয়নীয় ব্যাসার্ধও সেইদৰে পৰিবৰ্তিত হয়।

এটা কেটায়ন মূল পৰমাণুতকৈ আকাৰত সৰু; কাৰণ মূল পৰমাণুটোতকৈ কেটায়নত ইলেকট্ৰন কম থাকে যদিও নিউক্লীয় আধান একেই থাকে। উদাহৰণ স্বৰূপে, ছ'ডিয়ামৰ (Na) পাৰমাণৱিক ব্যাসার্ধ 186 pm; কিন্তু Na^+ৰ আয়নীয় ব্যাসার্ধ 95 pm মাথোন। আনহাতে এনায়নৰ আকাৰ মূল পৰমাণুটোতকৈ ডাঙৰ হয়। যেনে ফ্লুৰিনৰ পাৰমাণৱিক ব্যাসার্ধ 64 pm; কিন্তু ফ্লুৰাইড আয়নৰ (F^-) ব্যাসার্ধ হ'ল 136 pm। ইয়াৰ কাৰণ হ'ল প্ৰশম পৰমাণুটোতকৈ এনায়নত ইলেকট্ৰন বেছি থাকে। সেই বাবে ইলেকট্ৰনৰ মাজত বিকৰ্ষণ বাঢ়ে আৰু কাৰ্যকৰী নিউক্লীয় আধান কমে। ফলস্বৰূপে এনায়নৰ আকাৰো বাঢ়ে।

একে সংখ্যক ইলেকট্ৰন থকা পৰমাণু বা আয়নবোৰক **সমইলেকট্ৰনীয় প্ৰজাতি** (isoelectronic species) বোলা হয়। উদাহৰণ স্বৰূপে O^{2-}, F^-, Na^+ আৰু Mg^{2+}ৰ প্ৰত্যেকৰে 10টাকৈ ইলেকট্ৰন আছে। গতিকে ইহঁত সমইলেকট্ৰনীয়। ইহঁত প্ৰতিটোৰে নিউক্লীয় আধান বেলেগ বেলেগ বাবে ইহঁতৰ ব্যাসার্ধও বেলেগ বেলেগ হ'ব।

সমইলেকট্ৰনীয় আয়নবোৰৰ ভিতৰত যিটো আয়নৰ ধনাত্মক আধান আটাইতকৈ বেছি সেইটো আয়নৰ ব্যাসাৰ্ধ আটাইতকৈ কম ; কাৰণ এই আয়নটোৰ ক্ষেত্ৰত নিউক্লিয়াছ আৰু ইলেকট্ৰনৰ মাজত আকৰ্ষণ বেছি হয়। আকৌ সমইলেকট্ৰনীয় আয়নবোৰৰ ভিতৰত যিটো আয়নৰ ঋণাত্মক আধান সৰ্বোচ্চ সেই আয়নটোৰ ব্যাসাৰ্ধ আটাইতকৈ বেছি হয়। এই ক্ষেত্ৰত ইলেকট্ৰনৰ মাজৰ বিকৰ্ষণ বেছি হোৱা বাবে আয়নটোৰ আকাৰ বেছি হয়।

উদাহৰণ 3.5

নিম্নোক্তবোৰৰ ভিতৰত কোনটোৰ আকাৰ আটাইতকৈ বেছি আৰু কোনটোৰ আকাৰ আটাইতকৈ কম হ'ব কাৰণ দৰ্শোৱা—

$$Mg, Mg^{2+}, Al, Al^{3+}$$

সমাধান

Mg আৰু Al একেটা পৰ্যায়তে আছে। এটা পৰ্যায়ত বাঁওফালৰপৰা সোঁফাললৈ পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ কমে। গতিকে Al ৰ ব্যাসাৰ্ধ Mg তকৈ কম।

কেটায়নৰ ব্যাসাৰ্ধ মূল পাৰমাণুতকৈ কম। গতিকে Mg^{2+} ৰ ব্যাসাৰ্ধ Mg তকৈ কম আৰু Al^{3+} ৰ ব্যাসাৰ্ধ Al তকৈ কম।

Mg^{2+} আৰু Al^{3+} হ'ল সমইলেকট্ৰনীয় আয়ন। সমইলেকট্ৰনীয় আয়নৰ যিটোৰ ধনাত্মক আধান বেছি সেইটোৰ ব্যাসাৰ্ধও কম হয়। গতিকে Al^{3+} ৰ ব্যাসাৰ্ধ Mg^{2+} তকৈ কম হ'ব।

গতিকে Mg ৰ আকাৰ আটাইতকৈ বেছি আৰু Al^{3+}ৰ আকাৰ আটাইতকৈ কম।

(c) আয়নীকৰণ এনথালপি (Ionization Enthalpy)

আয়নীকৰণ এনথালপি হ'ল মৌল এটাৰ ইলেকট্ৰন হেৰুওৱা প্ৰবণতাৰ জোখ। ভূমিস্তৰ অৱস্থাত থকা অকলশৰীয়া (isolated) গেছীয় পৰমাণু বা আয়নৰ বহিৰতম ইলেকট্ৰন এটা আতৰাবলৈ ন্যূনতম যিমানখিনি শক্তিৰ প্ৰয়োজন হয় তাকে **আয়নীকৰণ এনথালপি** বোলা হয়। গেছীয় প্ৰশম পৰমাণুৰ বহিৰতম ইলেকট্ৰন এটা আঁতৰাওতে প্ৰয়োজন হোৱা ন্যূনতম শক্তিখিনি হ'ল **প্ৰথম আয়নীকৰণ এনথালপি** (first ionization enthalpy)। আন কথাত, এটা মৌলৰ (X) প্ৰথম আয়নীকৰণ এনাথালপি নিম্নোক্ত বিক্ৰিয়াটোৰ (সমীকৰণ 3.1) এনথালপি পৰিৱৰ্তনৰ (enthalpy change, $\Delta_i H$) সমান।

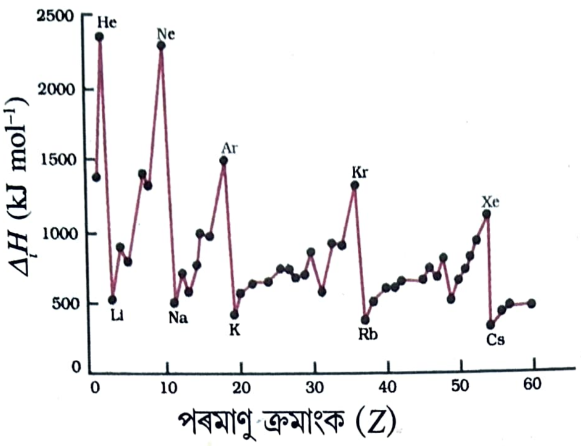
$$X(g) \longrightarrow X^+(g) + e^- \quad (3.1)$$

প্ৰথম আয়নীকৰণ এনথালপিৰ প্ৰভাৱত প্ৰশম পৰমাণু একক ধনাত্মক (monopositive) আধানবিশিষ্ট আয়নলৈ পৰিৱৰ্তিত হয়। গেছীয় একক ধনাত্মক আধান-বিশিষ্ট আয়নৰ বহিৰতম ইলেকট্ৰনটো আঁতৰাবলৈ ন্যূনতম যিখিনি শক্তিৰ প্ৰয়োজন হয় তাকে **দ্বিতীয় আয়নীকৰণ এনথালপি** (second ionization enthalpy) বোলা হয়। অৰ্থাৎ তলত উল্লেখ কৰা বিক্ৰিয়াটো (সমীকৰণ 3.2) সংঘটিত কৰিবলৈ প্ৰয়োজন হোৱা শক্তিখিনিয়ে হ'ল দ্বিতীয় আয়নীকৰণ এনথালপি।

$$X^+(g) \longrightarrow X^{2+}(g) + e^- \quad (3.2)$$

আয়নীকৰণ এনথালপি $kJ\ mol^{-1}$ এককত প্ৰকাশ কৰা হয়।

পৰমাণুৰপৰা ইলেকট্ৰন আঁতৰাবলৈ শক্তিৰ প্ৰয়োজন হয়; অৰ্থাৎ শক্তি শোষিত হয়। সেইবাবে আয়নীকৰণ এনথালপি সদায় ধনাত্মক। প্ৰথম আয়নীকৰণ এনথালপিতকৈ দ্বিতীয় আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান সদায় বেছি। কাৰণ সংজ্ঞা অনুসৰি প্ৰথম আয়নীকৰণ এনথালপিৰ সহায়ত প্ৰশম পৰমাণুৰপৰা আৰু দ্বিতীয় আয়নীকৰণ এনথালপিৰ সহায়ত ধনাত্মক আয়নৰপৰা বহিৰতম ইলেকট্ৰন আঁতৰোৱা হয়। প্ৰশম পৰমাণুতকৈ ধনাত্মক আয়নৰপৰা ইলেকট্ৰন আঁতৰোৱা কঠিন।

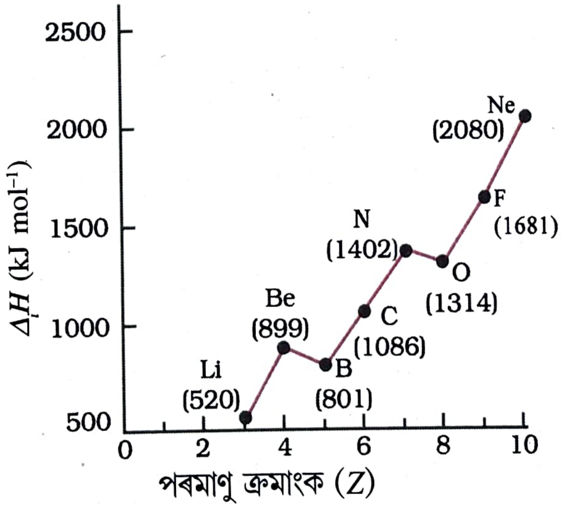


চিত্ৰ 3.5 *পৰমাণু ক্ৰমাংকৰ সৈতে প্ৰথম আয়নীকৰণ শক্তিৰ ($\Delta_i H$) পৰিৱৰ্তন (পৰমাণু ক্ৰমাংক 1ৰ পৰা 60 লৈ)*

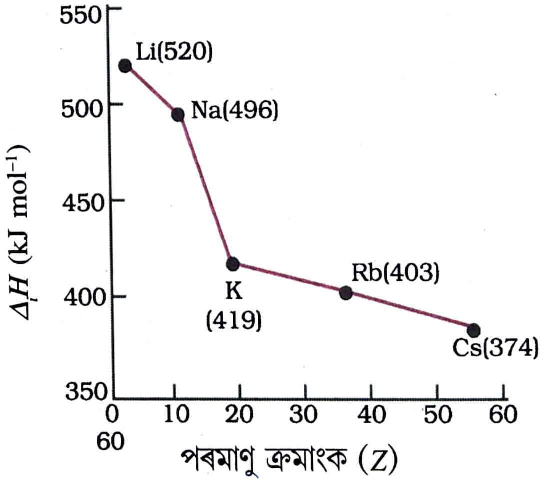
একেধৰণে **তৃতীয় আয়নীকৰণ এনথালপিৰ** (third ionization enthalpy) মান দ্বিতীয় আয়নীকৰণ এনথালপিতকৈ বেছি। চতুৰ্থ, পঞ্চম আদি আয়নীকৰণ এনথালপিৰ ক্ষেত্ৰতো এনেকুৱা ক্ৰম প্ৰযোজ্য হ'ব। এইখিনিতে এটা কথা মনত ৰাখিবা— এনেয়ে আয়নীকৰণ এনথালপি বুলি ক'লে প্ৰথম আয়নীকৰণ এনথালপি বুজা যায়।

চিত্ৰ 3.5ত প্ৰথম 60 টা মৌলৰ (পৰমাণু ক্ৰমাংক 1ৰপৰা 60লৈ) প্ৰথম আয়নীকৰণ এনথালপিৰ বিপৰীতে পৰমাণু ক্ৰমাংকৰ লেখ দেখুওৱা হৈছে। লেখডালৰ পৰ্যাবৃত্ততা (periodicity) মন কৰিব লগীয়া— পৰমাণু ক্ৰমাংক বঢ়াৰ লগে লগে আয়নীকৰণ এনথালপি প্ৰথমতে বাঢ়ি সৰ্বোচ্চ হয় (যেনে Heত), পিচত কমি নিম্নতম বিন্দু পায় (যেনে Li ত); তাৰ পাছত আকৌ বাঢ়ে, আকৌ কমে— এনেদৰে পৰ্যায়গতভাৱে সলনি হয়। লেখৰপৰা দেখা গৈছে যে প্ৰতিটো পৰ্যায়ত সম্ভ্ৰান্ত গেছৰ আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান সৰ্বোচ্চ। ইয়াৰ কাৰণ এই যে সম্ভ্ৰান্ত গেছৰ পৰমাণুৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস অতি সুস্থিৰ আৰু ফলত ইহঁতে ইলেকট্ৰন হেৰুৱাব নিবিচাৰে (বা, গ্ৰহণ কৰিবও নিবিচাৰে)। লেখৰপৰা এইটোও স্পষ্ট যে ক্ষাৰ ধাতুসমূহত আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান সৰ্বনিম্ন হয়। ইয়াৰ অৰ্থ হ'ল আন মৌলৰ তুলনাত ক্ষাৰ ধাতুবোৰে সহজে ইলেকট্ৰন এৰি দিব পাৰে। সেইকাৰণে ক্ষাৰ ধাতুবোৰ অতি সক্ৰিয়।

প্ৰতিনিধি মৌলৰ এটা পৰ্যায়ত পৰমাণু ক্ৰমাংক বঢ়াৰ লগে লগে (বাঁওফালৰপৰা সোঁফাললৈ) আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মানো বাঢ়ে। চিত্ৰ 3.6 (a)ত দ্বিতীয় পৰ্যায়ৰ মৌলবোৰৰ ক্ষেত্ৰত আয়নীকৰণ



চিত্ৰ 3.6 *(a) দ্বিতীয় পৰ্যায়ৰ মৌলসমূহৰ প্ৰথম আয়নীকৰণ শক্তিৰ ($\Delta_i H$) বিপৰীতে পৰমাণু ক্ৰমাংকৰ লেখ*



চিত্ৰ 3.6 *(b) ক্ষাৰ ধাতুবোৰৰ প্ৰথম আয়নীকৰণ শক্তিৰ ($\Delta_i H$) বিপৰীতে পৰমাণু ক্ৰমাংকৰ লেখ*

এনথালপিৰ এই পৰিৱৰ্তন দেখুওৱা হৈছে। আকৌ বৰ্গ এটাৰ তললৈ আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান কমে। চিত্ৰ 3.6 (b)ত এই পৰিবৰ্তন ক্ষাৰ ধাতুৰ উদাহৰণেৰে দেখুওৱা হৈছে। ইয়াৰ আগতে আমি বৰ্গ আৰু পৰ্যায়ত পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধৰ পৰিৱৰ্তন সম্বন্ধে আলোচনা কৰিছোঁ। আয়নীকৰণ এনথালপিৰ সৈতে পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধৰ সম্বন্ধ আমি নিশ্চয় অনুমান কৰিব পাৰোঁ।

আয়নীকৰণ এনথালপিৰ এই পৰিৱৰ্তনৰ কাৰণ জানিবলৈ দুটা কথা বিবেচনা কৰিব লাগিব—

i. ইলেকট্ৰনৰ প্ৰতি নিউক্লিয়াছৰ আকৰ্ষণ, আৰু

ii. ইলেকট্ৰনবোৰৰ মাজৰ বিকৰ্ষণ।

পৰমাণুত থকা সকলোবোৰ ইলেকট্ৰনকে নিউক্লিয়াছে আকৰ্ষণ কৰে। কিন্তু ছিল্ডিঙৰ (2.8.4 অংশ চোৱা) কাৰণে বাহিৰৰ খোলৰ ইলেকট্ৰনে ভিতৰৰ খোলৰ ইলেকট্ৰনতকৈ নিউক্লিয়াছৰ আকৰ্ষণ কমকৈ অনুভব কৰে। অৰ্থাৎ ছিল্ডিঙৰ বাবে বাহিৰৰ খোলৰ ইলেকট্ৰনৰ ক্ষেত্ৰত নিউক্লিয়াছৰ প্ৰকৃত আধানতকৈ কাৰ্যকৰী নিউক্লীয় আধানৰ মান কম হয়। লিথিয়াম (Li, $1s^2\ 2s^1$) পৰমাণুৰ সহায়ত কথাখিনি ব্যাখ্যা কৰিব পাৰি। ভিতৰৰ খোলত থকা $1s$ ইলেকট্ৰনৰ ছিল্ডিঙৰ বাবে Li পৰমাণুৰ $2s$ ইলেকট্ৰনটোৱে নিউক্লিয়াছৰ আকৰ্ষণ কমকৈ অনুভব কৰে। $2s$ ইলেকট্ৰনটোৰ বাবে কাৰ্যকৰী নিউক্লীয় আধান Li ৰ প্ৰকৃত নিউক্লীয় আধানতকৈ (+3) কম হয়। সাধাৰণতে ভিতৰৰ খোলৰ অৰবিটেলবোৰ সম্পূৰ্ণৰূপে পৰিপূৰ্ণ হৈ থাকিলে ছিল্ডিং বেছি কাৰ্যকৰী হয়। এনেকুৱা অৱস্থা ক্ষাৰ ধাতুৰ ক্ষেত্ৰত দেখা যায়। ক্ষাৰ ধাতুৰ পৰমাণুৰ বহিৰতম খোলত মাত্ৰ এটা ইলেকট্ৰন (ns^1) থাকে। ইয়াৰ ভিতৰৰ খোলত সম্ভ্ৰান্ত গেছৰ সুস্থিৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস আছে বাবে ছিল্ডিং বেছি কাৰ্যকৰী হয়।

পৰ্যায় এটাত বাঁওফালৰপৰা সোঁফাললৈ নিউক্লীয় আধান আৰু ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যা দুয়োটাই বাঢ়ে। উদাহৰণ স্বৰূপে, দ্বিতীয় পৰ্যায়ত লিথিয়ামৰপৰা ফ্লুৰিনলৈ যাওতে নিউক্লীয় আধান আৰু ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যা বাঢ়িছে। পৰ্যায়টোত ইলেকট্ৰনবোৰ কিন্তু একেটা খোলত থকা অৰবিটেলতে সোমাইছে। সেই বাবে ছিল্ডিঙৰ মান খুব বেছি নাবাঢ়ে। গতিকে পৰ্যায়টোত Li ৰ পৰা Fলৈ নিউক্লীয় আধান বাঢ়ে যদিও ইয়াৰ ওপৰত ছিল্ডিং-এ প্ৰভাব বিশেষ পেলাব নোৱাৰে। সেয়েহে Li ৰ পৰা Fলৈ কাৰ্যকৰী নিউক্লীয় আধান বাঢ়ে। ফলস্বৰূপে বহিৰতম ইলেকট্ৰনবোৰৰ প্ৰতি নিউক্লিয়াছৰ আকৰ্ষণ Li ৰপৰা F লৈ বাঢ়ি গৈ থাকে। সেই কাৰণে আয়নীকৰণ এনথালপিও সাধাৰণতে একেটা ক্ৰমতে বাঢ়ি যায়। আনহাতে বৰ্গ এটাত তললৈ খোলৰ সংখ্যা বাঢ়ি যায় আৰু লগে লগে ছিল্ডিংও বাঢ়ে। বৰ্গৰ তললৈ নিউক্লীয় আধানো বাঢ়ে যদিও ছিল্ডিং বেছি হোৱা বাবে কাৰ্যকৰী নিউক্লীয় আধান প্ৰায় একে থাকে; কিন্তু খোলৰ সংখ্যা বাঢ়ি যায় বাবে নিউক্লিয়াছৰপৰা বহিৰতম ইলেকট্ৰনৰ দূৰত্বও বাঢ়ি যায়। সেই কাৰণে বৰ্গ এটাৰ তললৈ আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান কমে।

ব'ৰনৰ ($Z = 5$; $1s^1\ 2s^2\ 2p^1$) নিউক্লীয় আধান বেৰিলিয়ামতকৈ ($Z = 4$; $1s^2\ 2s^2$) বেছি। তথাপিও ব'ৰনৰ আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান বেৰিলিয়ামতকৈ কম [চিত্ৰ 3.6(a)]। ইয়াৰ ব্যাখ্যা নিম্নোক্তধৰণে দিব পাৰি। প্ৰথম আয়নীকৰণ এনথালপিৰ প্ৰভাবত বেৰিলিয়ামৰপৰা এটা s- ইলেকট্ৰন ($2s$ ৰপৰা) আঁতৰে; কিন্তু ব'ৰনৰপৰা p ইলেকট্ৰন ($2p$ ৰপৰা) আঁতৰি যায়। $2p$ ইলেকট্ৰনতকৈ $2s$ ইলেকট্ৰনে নিউক্লিয়াছৰ বেছি ওচৰলৈ সোমাই আহিব পাৰে। অৰ্থাৎ $2s$ (বা, s-) ইলেকট্ৰনে $2p$ (বা, p-) ইলেকট্ৰনতকৈ নিউক্লিয়াছৰ আকৰ্ষণ বেছিকৈ অনুভব কৰে। আকৌ বেৰিলিয়ামৰ $2s$ ইলেকট্ৰনতকৈ ব'ৰনৰ $2p$ ইলেকট্ৰনৰ ক্ষেত্ৰত ছিল্ডিং বেছি হয়। সেইকাৰণে বেৰিলিয়ামৰ $2s$ ইলেকট্ৰনৰ তুলনাত ব'ৰণৰ $2p$ ইলেকট্ৰনটো আঁতৰোৱা সহজ। অৰ্থাৎ বেৰিলিয়ামতকৈ ব'ৰণৰ প্ৰথম আয়নীকৰণ এনথালপি কম।

চিত্ৰ 3.6 (a)ত আন এটা ব্যতিক্ৰম নিশ্চয় মন কৰিছা— অক্সিজেনৰ ($1s^2 2s^2 2p^4$) প্ৰথম আয়নীকৰণ এনথালপি নাইট্ৰ'জেনতকৈ ($1s^2 2s^2 2p^3$) কম। নাইট্ৰ'জেনৰ $2p$ ইলেকট্ৰন তিনিটাৰ প্ৰতিটোৱে একোটা বেলেগ বেলেগ $2p$ অৰবিটেলত ($2p_x$, $2p_y$, $2p_z$) থাকে (হুণ্ডৰ নীতি)। আনহাতে অক্সিজেনৰ $2p$ অৰবিটেলত 4টা ইলেকট্ৰন আছে। ইয়াৰে দুটা ইলেকট্ৰন একেটা $2p$ অৰবিটেলত থাকে ; বাকী দুটা $2p$ অৰবিটেলত এটাকৈ ইলেকট্ৰন থাকে। দুটা ইলেকট্ৰন একেটা $2p$ অৰবিটেলত থকা বাবে সিহঁতৰ মাজত ইলেকট্ৰন-ইলেকট্ৰন বিকৰ্ষণ বেছি হয়। গতিকে এই দুটা ইলেকট্ৰনৰ এটাক তুলনামূলকভাবে সহজে আঁতৰাব পাৰি। সেইবাবে অক্সিজেনৰ প্ৰথম আয়নীকৰণ শক্তি নাইট্ৰ'জেনতকৈ কম।

উদাহৰণ 3.6

পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ তৃতীয় পৰ্যায়ত থকা মৌল Na, Mg আৰু Siৰ প্ৰথম আয়নীকৰণ এনথালপি ($\Delta_i H$) ক্ৰমে 496 kJ mol^{-1}, 737 kJ mol^{-1} আৰু 786 kJ mol^{-1} হ'লে Al ৰ প্ৰথম আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান 575 kJ mol^{-1} নে 760 kJ mol^{-1} ৰ ওচৰা-ওচৰি হ'ব? কাৰণ দৰ্শোৱা।

সমাধান

Al ৰ ইলেক্ট্ৰনীয় বিন্যাস হ'ল $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$ আৰু Mg ৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস হ'ল $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$; প্ৰথম আয়নীকৰণ শক্তিৰ প্ৰভাবত Al ৰ $3p$ ইলেকট্ৰনটো আৰু Mg ৰ $3s$ ইলেকট্ৰন এটা আঁতৰিব। $3p$ ইলেকট্ৰনৰ ক্ষেত্ৰত ছিল্ডিং বেছি হোৱা বাবে Al ৰ প্ৰথম আয়নীকৰণ এনথালপি Mg তকৈ কম হ'ব লাগিব। যিহেতু Mg ৰ প্ৰথম আয়নীকৰণ এনথালপি 737 kJ mol^{-1}, গতিকে Al ৰ প্ৰথম আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান 575 kJ mol^{-1}ৰ ওচৰা-উচৰি হ'ব লাগিব।

(d) ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপি *(Electron Gain Enthalpy)*

এটা গেছীয় প্ৰশম পৰমাণু (বা আয়নে, X) এটা ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ কৰি ঋণাত্মক আয়ন উৎপন্ন কৰোতে প্ৰক্ৰিয়াটোত হোৱা এনথালপিৰ পৰিৱৰ্তনকে **ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপি** ($\Delta_{eg}H$) বোলা হয়। প্ৰক্ৰিয়াটো তলত দিয়া ধৰণে দেখুৱাব পাৰি—

$$X(g) + e^- \rightarrow X^-(g) \qquad (3.3)$$

কোনো মৌলৰ পৰমাণু এটাই কিমান সহজে ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ কৰিব পাৰে তাৰেই জোখ হ'ল ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপি। মৌলৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰি পৰমাণুৱে ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ কৰা প্ৰক্ৰিয়াটো **তাপবৰ্জী** (exothermic) বা **তাপগ্ৰাহী** (endothermic) হ'ব পাৰে। বহতো মৌলৰ পৰমাণুৱে ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ কৰিলে শক্তি নিৰ্গত হয়। তেনে ক্ষেত্ৰত ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপি ঋণাত্মক। যেনে, বৰ্গ 17 ৰ মৌলবোৰৰ (হেল'জেনসমূহ) ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপি বহুত বেছি ঋণাত্মক ; কিয়নো হেল'জেনৰ পৰমাণু এটাই সহজে এটা ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ কৰি সম্ভ্ৰান্ত গেছৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস লাভ কৰিব পাৰে। আনহাতে আন কিছুমান মৌলৰ পৰমাণুৱে ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ কৰিব লাগিলে শক্তি শোষিত হয়। তেতিয়া ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপি ধনাত্মক হয়। যেনে, সম্ভ্ৰান্ত গেছৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস সুস্থিৰ। ইহঁতৰ পৰমাণুৱে ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ কৰিলে ইলেকট্ৰনটো ক্ৰমানুসাৰে উচ্চ শক্তি স্তৰৰ (বা, উচ্চ মুখ্য কোৱাণ্টাম সংখ্যাৰ স্তৰ) অৰবিটেলত সোমাব লাগিব। তেনে ক্ষেত্ৰত ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাসটো সুস্থিৰ নহ'ব। মন কৰিবা, পৰ্যাবৃত্ত তালিকাখনত সম্ভ্ৰান্ত গেছসমূহৰ আগৰ বৰ্গত ওপৰৰ ফালে থকা মৌলকেইটাৰ ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপি যথেষ্ট ঋণাত্মক।

পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ পৰ্যায় আৰু বৰ্গত পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধৰ পৰিৱৰ্তন যথেষ্ট শৃংখলাবদ্ধ। তেনেদৰে আয়নীকৰণ এনথালপিৰ পৰিৱৰ্তনো কিছু শৃংখলাবদ্ধ ; কিন্তু ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপিৰ পৰিৱৰ্তন সিমান শৃংখলাবদ্ধ নহয়। সাধাৰণভাবে পৰ্যায় এটাত পৰমাণু ক্ৰমাংক বঢ়াৰ লগে লগে ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপিৰ ঋণাত্মক মান বাঢ়ে (ব্যতিক্ৰম আছে)। পৰ্যায় এটাত বাওঁফালৰপৰা সোঁফাললৈ কাৰ্যকৰী নিউক্লীয় আধান বাঢ়ে। কিন্তু খোলৰ সংখ্যা একে থাকে। ফলত পৰমাণুৰ আকাৰো বাওঁফালৰপৰা সোঁফাললৈ কমে। কাৰ্যকৰী নিউক্লীয় আধান বঢ়া আৰু পৰমাণুৰ আকাৰ কমা বাবে গ্ৰহণ কৰা ইলেকট্ৰনটোৱে নিউক্লিয়াছৰ আকৰ্ষণ বেছিকৈ অনুভব কৰে। ফলত ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ সহজ হয় ; অৰ্থাৎ ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপিৰ ঋণাত্মক মান পৰ্যায়ত বাওঁফালৰপৰা সোঁফাললৈ সাধাৰণতে বাঢ়ে।

বৰ্গ এটাত তললৈ ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপিৰ ঋণাত্মক মান সাধাৰণতে কমে (তালিকা 3.7)। বৰ্গটোত তললৈ পৰমাণু ক্ৰমাংক বাঢ়িলেও কাৰ্যকৰী নিউক্লীয় আধান প্ৰায় একে থাকে ; কিন্তু খোলৰ সংখ্যা বাঢ়ে, অৰ্থাৎ পৰমাণুৰ আকাৰ বাঢ়ে। গতিকে গ্ৰহণ কৰা ইলেকট্ৰনটো নিউক্লিয়াছৰপৰা আঁতৰত থাকে বাবে ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ সহজ নহয়। ফলস্বৰূপে ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপিৰ ঋণাত্মক মানো বৰ্গৰ তললৈ সাধাৰণতে

প্ৰথম আয়নীকৰণ এনথালপি, দ্বিতীয় আয়নীকৰণ এনথালপি আদিৰ দৰে প্ৰথম ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপি, দ্বিতীয় ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপি আদিৰো সংজ্ঞা দিব পৰা যায়। গেছীয় প্ৰশম পৰমাণুৱে এটা ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ কৰিলে যি এনথালপিৰ পৰিৱৰ্তন হয় সেয়াই হ'ল প্ৰথম ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপি। গেছীয় একঋণাত্মক আধানবিশিষ্ট পৰমাণুৱে এটা ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ কৰিলে যি এনথালপিৰ পৰিৱৰ্তন হয় তাকে দ্বিতীয় ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপি বোলে। মৌলভেদে প্ৰথম ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপি ঋণাত্মক বা ধনাত্মক হয় যদিও দ্বিতীয় ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপি সদায় ধনাত্মক।

তালিকা 3.7 কিছুমান প্ৰতিনিধি বৰ্গৰ মৌলৰ ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপি* (kJ mol^{-1})

বৰ্গ 1	$\Delta_{eg}H$	বৰ্গ 16	$\Delta_{eg}H$	বৰ্গ 17	$\Delta_{eg}H$	বৰ্গ 18	$\Delta_{eg}H$
H	–73					He	+48
Li	–60	O	–141	F	–328	Ne	+116
Na	–53	S	–200	Cl	–349	Ar	+96
K	–48	Se	–195	Br	–325	Kr	+96
Rb	–47	Te	–190	I	–295	Xe	+77
Cs	–46	Po	–174	At	–270	Rn	+68

* *বহুত কিতাপত ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপিৰ ঋণাত্মক মানক ইলেকট্ৰন আসক্তি (electron affinity, A_e) হিচাপে বুজোৱা হৈছে। পৰমাণু এটাই ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ কৰিলে যদি শক্তি নিৰ্গত হয়, তেতিয়া ইলেকট্ৰন আসক্তিৰ মান ধনাত্মক হিচাপে লোৱা হয়। আনহাতে পৰমাণু এটাই ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ কৰোঁতে যদি শক্তি প্ৰয়োগ কৰিবলগীয়া হয়, ইলেকট্ৰন আসক্তি ঋণাত্মক হয়। এই ধাৰণা তাপগতিবিজ্ঞানৰ ধাৰণাৰ বিপৰীত।*

কমে। কিন্তু তালিকা 3.7ত তুমি নিশ্চয় এটা কথা মন কৰিছা— অক্সিজেন আৰু ফ্লুৰিনৰ ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপিৰ ঋণাত্মক মান যথাক্ৰমে ছালফাৰ আৰু ক্ল'ৰিনতকৈ কম। অক্সিজেন বা ফ্লুৰিনে ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ কৰিলে এই ইলেকট্ৰন দ্বিতীয় খোলৰ (n = 2) $2p$ অৰবিটেলত সোমায়। আনহাতে ছালফাৰ বা ক্ল'ৰিনে গ্ৰহণ কৰা ইলেকট্ৰন তৃতীয় খোলৰ (n = 3) $3p$ অৰবিটেলত সোমায়। অক্সিজেন বা ফ্লুৰিনৰ দ্বিতীয় খোলৰ আকাৰ সৰু বাবে গ্ৰহণ কৰা ইলেকট্ৰনটোৱে বাকী ইলেকট্ৰনৰপৰা যথেষ্ট বিকৰ্ষণ অনুভব কৰে। আনহাতে ছালফাৰ বা ক্ল'ৰিনৰ তৃতীয় খোলৰ আকাৰ যথেষ্ট ডাঙৰ বাবে গ্ৰহণ কৰা ইলেকট্ৰনটোৱে একে খোলৰ বাকী ইলেকট্ৰনৰপৰা কম বিকৰ্ষণ অনুভৱ কৰে। সেইবাবে অক্সিজেন বা ফ্লুৰিনৰ তুলনাত ছালফাৰ বা ক্ল'ৰিনে সহজে ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ কৰিব পাৰে ; অৰ্থাৎ ইহঁতৰ ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপিৰ ঋণাত্মক মান বেছি।

উদাহৰণ 3.7

তলৰ কোনটোৰ ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপিৰ ঋণাত্মক মান সৰ্বাধিক আৰু কোনটোৰ সৰ্বনিম্ন হ'ব ব্যাখ্যা কৰা—

P, S, Cl, F

সমাধান

P, S আৰু Cl তৃতীয় পৰ্যায়ৰ মৌল। পৰ্যায় এটাত বাওঁফালৰপৰা সোঁফাললৈ কাৰ্যকৰী নিউক্লীয় আধান বাঢ়ে বাবে ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপিৰ ঋণাত্মক মানো বাঢ়ে। সেইকাৰণে এই মৌল তিনিটাৰ ভিতৰত Pৰ ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপিৰ ঋণাত্মক মান কম আৰু Clৰ বেছি হ'ব।

F আৰু Cl হ'ল বৰ্গ 17ৰ মৌল। বৰ্গত তললৈ ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপিৰ ঋণাত্মক মান সাধাৰণতে কমে যদিও Cl ৰ এইমান F তকৈ বেছি হয়। Fএ গ্ৰহণ কৰা ইলেকট্ৰনটো তাৰ $2p$ অৰবিটেলত সোমায় আৰু Clএ গ্ৰহণ কৰা ইলেকট্ৰনটো $3p$ অৰবিটেলত সোমায়। Fৰ $2p$ অৰবিটেল আকাৰত সৰু বাবে ইলেকট্ৰনৰ মাজত বিকৰ্ষণ Clৰ তুলনাত বেছি। সেইবাবে Clএ Fতকৈ সহজে ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ কৰিব পাৰে।

গতিকে প্ৰদত্ত মৌলকেইটাৰ ভিতৰত Clৰ ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপিৰ ঋণাত্মক মান সৰ্বাধিক আৰু Pৰ সৰ্বনিম্ন।

(e) *বিদ্যুৎঋণাত্মকতা (Electronegativity)*

এটা অণুত থকা পৰমাণু এটাই ভাগ-বতৰা কৰা ইলেকট্ৰনবোৰক (shared electrons) আকৰ্ষণ কৰিব পৰা ক্ষমতাৰ জোখেই হ'ল **বিদ্যুৎঋণাত্মকতা**। মনত ৰাখিবা, বিদ্যুৎঋণাত্মকতা আৰু আমি ইতিমধ্যে উল্লেখ কৰা ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপি একে নহয়। বিদুৎঋণাত্মকতা হ'ল অণুত বান্ধনিযুক্ত (bonded) পৰমাণুৰ ধৰ্ম ; কিন্তু ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপি হ'ল গেছীয় মুক্ত পৰমাণুৰ ধৰ্ম। আকৌ ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপি আৰু আয়নীকৰণ শক্তিৰ মান পৰীক্ষাৰদ্বাৰা নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি; কিন্তু বিদ্যুৎঋণাত্মকতাৰ মান জুখিব নোৱাৰি। বিদ্যুৎ ঋণাত্মকতাৰ মান বিভিন্ন ধৰণে গণনা কৰা হয়। সেই পদ্ধতিবোৰ হ'ল— পাউলিং স্কেল (Pauling scale), মুলিকেন-জাফে স্কেল (Mulliken-Jaffe Scale) আৰু আলৰেড-ৰচ' স্কেল (Allred-Rachow Scale)। সাধাৰণতে পাউলিং স্কেলত বিদ্যুৎঋণাত্মকতাৰ মান প্ৰকাশ কৰা হয়। এই পদ্ধতিটো আমেৰিকাৰ বিজ্ঞানী লিনাছ পাউলিঙে 1922 চনত উদ্ভাৱন কৰিছিল। তেওঁ লক্ষ্য কৰিছিল যে সকলোবোৰ মৌলৰ ভিতৰত ফ্লুৰিনে ভাগ-বতৰা কৰা ইলেকট্ৰনযোৰক আটাইতকৈ জোৰে আকৰ্ষণ কৰে। তেওঁ ফ্লুৰিনৰ বিদ্যুৎঋণাত্মকতা 4.0 (সৰ্বোচ্চ মান) বুলি ধৰি লৈছিল আৰু এই সাপেক্ষে আন মৌলৰ বিদ্যুৎঋণাত্মকতা গণনা কৰিছিল। কিছুমান মৌলৰ

তালিকা 3.8 (a) পৰ্য্যায়ত মৌলৰ বিদ্যুৎঋণাত্মকতাৰ মান (পাউলিং স্কেল)

মৌল (পৰ্যায় II)	Li	Be	B	C	N	O	F
বিদ্যুৎঋণাত্মকতা	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
মৌল (পৰ্যায় III)	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
বিদ্যুৎঋণাত্মকতা	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.5	3.0

তালিকা 3.8 (b) বৰ্গত মৌলৰ বিদ্যুৎঋণাত্মকতাৰ মান

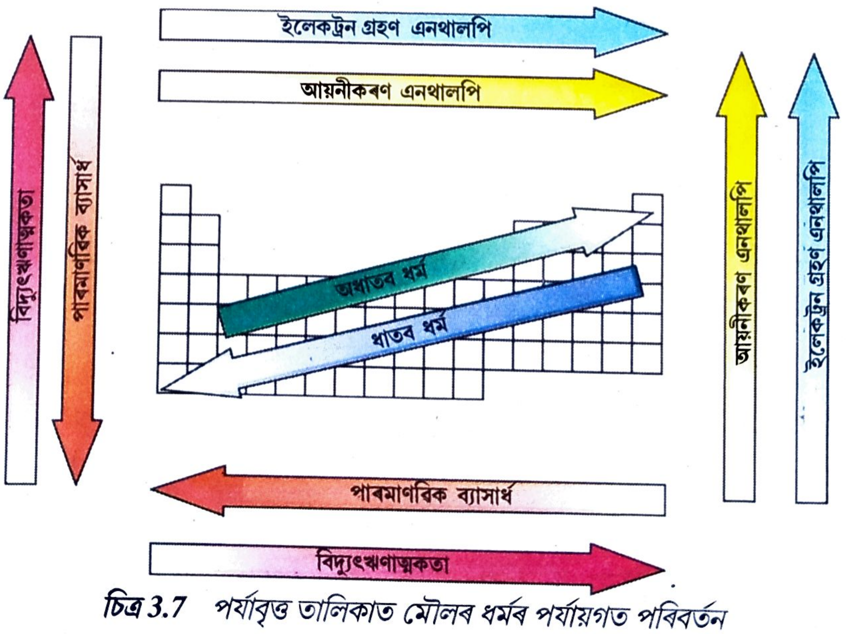
পৰমাণু (বৰ্গ I)	বিদ্যুৎঋণাত্মকতা	মৌল (বৰ্গ 17)	বিদ্যুৎঋণাত্মকতা
Li	1.0	F	4.0
Na	0.9	Cl	3.0
K	0.8	Br	2.8
Rb	0.8	I	2.5
Cs	0.7	At	2.2

বিদ্যুৎঋণাত্মকতাৰ আসন্ন মান (approximate value) তালিকা 3.8 (a)ত দিয়া হৈছে।

যি কোনো মৌলৰ বিদ্যুৎঋণাত্মকতাৰ মান ধ্ৰুৱক নহয় ; মৌলটোৰ বিদ্যুৎঋণাত্মকতা ই কেনে ধৰণৰ মৌলৰ সৈতে যোজিত হৈ আছে তাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। তথাপিও বিদ্যুৎঋণাত্মকতা এটা অতি আৱশ্যকীয় ধাৰণা ; বিশেষকৈ ৰাসায়নিক বান্ধনিৰ ব্যাখ্যাত ইয়াৰ গুৰুত্ব অপৰিসীম।

পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ এটা পৰ্যায়ত বাওঁফালৰপৰা সোঁফাললৈ মৌলবোৰৰ বিদ্যুৎঋণাত্মকতা বাঢ়ে। তালিকা 3.8 (a)ত ইয়াৰ উদাহৰণ দিয়া হৈছে। আকৌ বৰ্গ এটাত তললৈ বিদ্যুৎঋণাত্মকতাৰ মান কমে; তালিকা 3.8 (b)ত এই পৰিবৰ্তনো দেখুওৱা হৈছে।

ডাঙৰ পৰমাণুতকৈ আকাৰত সৰু পৰমাণুৰ নিউক্লিয়াছে ভাগ-বতৰা কৰা ইলেকট্ৰনযোৰক বেছি জোৰেৰে আকৰ্ষণ কৰিব পাৰে; অৰ্থাৎ ডাঙৰ পৰমাণুতকৈ সৰু পৰমাণুৰ বিদ্যুৎঋণাত্মকতা বেছি। প্ৰতিনিধি মৌলৰ পৰ্যায় এটাত বাওঁফালৰপৰা সোঁফাললৈ পাৰমাণৱিক



চিত্ৰ 3.7 পৰ্যাবৃত্ত তালিকাত মৌলৰ ধৰ্মৰ পৰ্যায়গত পৰিবৰ্তন

ব্যাসাৰ্ধ (বা পৰমাণুৰ আকাৰ) কমে। গতিকে পৰ্যায়ত বাওঁফালৰপৰা সোঁফাললৈ বিদ্যুৎঋণাত্মকতা বাঢ়ে। আনহাতে বৰ্গ এটাৰ তললৈ মৌলবোৰৰ পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ বাঢ়ে বাবে বিদ্যুৎঋণাত্মকতা এই দিশত কমি যায়। আকৌ অধাতুবোৰে সাধাৰণতে ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ কৰিব বিচাৰে; কিন্তু ধাতুবোৰে সাধাৰণতে ইলেকট্ৰন এৰিহে দিয়ে। গতিকে অধাতুৰ বিদ্যুৎঋণাত্মকতা ধাতুতকৈ বেছি। এই কথাখিনি আমি এনেদৰেও ক'ব পাৰোঁ— প্ৰতিনিধি মৌলবোৰৰ এটা পৰ্যায়ত বাওঁফালৰপৰা সোঁফাললৈ মৌলবোৰৰ বিদ্যুৎঋণাত্মকতা বঢ়াৰ লগে লগে অধাতব ধৰ্মও বাঢ়ি যায় (বা, ধাতব ধৰ্ম কমি যায়)। তেনেদৰে বৰ্গ এটাৰ তললৈ মৌলবোৰৰ বিদ্যুৎঋণাত্মকতা কমে কৰণে অধাতব ধৰ্ম কমে (বা ধাতব ধৰ্ম বাঢ়ে)।

ওপৰত উল্লেখ কৰা মৌলবোৰৰ ধৰ্মসমূহৰ পৰ্যায়গত পৰিবৰ্তন চিত্ৰ 3.7ত দেখুওৱা হৈছে।

3.7.2 মৌলবোৰৰ ৰাসায়নিক ধৰ্মৰ পৰ্যায়গত পৰিৱৰ্তন (PERIODIC TRENDS IN CHEMICAL PROPERTIES)

এই অংশত আমি প্ৰথমে যোজ্যতাৰ পৰ্যায়গত পৰিৱৰ্তন সম্বন্ধে আলোচনা কৰিম। পিচত কৰ্ণ সম্বন্ধ (diagonal relationship), নিষ্ক্ৰিয় যুগ্ম প্ৰভাৱ (inert pair effect), লেন্থেনয়ড সংকোচন (lanthanoid contraction) আদিৰ বিষয়েও আলোচনা কৰা হ'ব।

(a) যোজ্যতা বা জাৰণ অৱস্থাৰ পৰ্যায়গত পৰিৱৰ্তন (Periodicity of Valence or Oxidation States)

যোজ্যতা হ'ল মৌলৰ অতি বৈশিষ্ট্যপূৰ্ণ ধৰ্ম। প্ৰতিনিধি মৌলৰ যোজ্যতা সাধাৰণতে বহিৰতম অৰবিটেলত থকা ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যাৰ সমান [আৰু/বা, (8 - বহিৰতম অৰবিটেলৰ ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যা)ৰ সমান] হ'ব পাৰে। অৱশ্যে ইয়াৰ ব্যতিক্ৰমো হ'ব পাৰে। তলত প্ৰতিনিধি মৌলসমূহৰ যোজ্যতা দিয়া হৈছে।

আজিকালি মৌলৰ যোজ্যতাৰ সলনি জাৰণ অৱস্থাৰ (oxidation state) ধাৰণাটো প্ৰায়ে ব্যৱহাৰ কৰা হয়। জাৰণ অৱস্থাৰ বিষয়ে অধ্যায় 8ত বিশদভাৱে আলোচনা কৰা হৈছে যদিও ইয়াত আমি কেইটামান উদাহৰণ দিব খুজিছো। অতি চমুকৈ মৌলৰ জাৰণ অৱস্থা মানে হ'ল ইয়াৰ পৰমাণু এটাৰ সামগ্ৰিক আধান। জাৰণ অৱস্থা নিৰ্ণয়ৰ বাবে এটা যৌগত থকা মৌলৰ পৰমাণু এটাই ইলেকট্ৰন ভাগ-বতৰা কৰিলেও আদান-প্ৰদান কৰা বুলি ধৰি লোৱা হয়। বিদ্যুৎঋণাত্মকতাৰ ধাৰণা এই ক্ষেত্ৰত অতি গুৰুত্বপূৰ্ণ— যাৰ বিদ্যুৎঋণাত্মকতা বেছি তাৰ জাৰণ অৱস্থা ঋণাত্মক হ'ব। উদাহৰণ হিচপে, Na_2O আৰু OF_2 যৌগদুটাৰ কথা বিবেচনা কৰে। যৌগদুটাত থকা মৌল তিনিটাৰ বিদ্যুৎঋণাত্মকতাৰ বৰ্ধিত ক্ৰমটো $Na < O < F$ হ'ব। Na_2O যৌগটোত প্ৰতিটো Na পৰমাণুৱে ([Ne]$3s^1$) এটাকৈ ইলেকট্ৰন হেৰুৱাইছে। গতিকে যৌগটোত Na-ৰ জাৰণ অৱস্থা +1 হ'ব। তেনেদৰে অক্সিজেন পৰমাণুৱে দুটা ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ কৰা বাবে ইয়াৰ জাৰণ অৱস্থা –2 হ'ব। আনহাতে OF_2 যৌগটোত প্ৰতিটো Fপৰমাণুৱে ($1s^2 2s^2 2p^5$) অক্সিজেনৰ সৈতে এটাকৈ ইলেকট্ৰন ভাগ-বতৰা কৰিছে; আকৌ ফ্লুৰিনৰ বিদ্যুৎঋণাত্মকতা অক্সিজেনতকৈ বেছি বাবে ইয়াৰ জাৰণ অৱস্থা –1 হ'ব। অক্সিজেনৰ ($1s^2 2s^2 2p^4$) বিদ্যুৎঋণাত্মকতা ফ্লুৰিনতকৈ কম আৰু ই দুটা ইলেকট্ৰন ভাগ-বতৰা কৰা বাবে যৌগটোত ইয়াৰ জাৰণ অৱস্থা +2 হ'ব।

বৰ্গ	1	2	13	14	15	16	17	18
যোজ্যতা ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যা	1	2	3	4	5	6	7	8
যোজ্যতা	1	2	3	4	3, 5	2, 6	1, 7	0, 8

উদাহৰণ 3.8

পৰ্যাবৃত্ত তালিকা প্ৰয়োগ কৰি তলত দিয়া প্ৰতিযোৰ মৌলই গঠন কৰা যৌগৰ সংকেত লিখা—

(a) ছিলিকন আৰু ব্ৰ'মিন

(b) এলুমিনিয়াম আৰু ছালফাৰ

সমাধান

(a) ছিলিকন বৰ্গ 14ৰ মৌল আৰু ইয়াৰ যোজ্যতা 4; আকৌ ব্ৰ'মিন বৰ্গ 17ৰ মৌল আৰু ইয়াৰ যোজ্যতা হ'ল 1; গতিকে ছিলিকন (Si) আৰু ব্ৰ'মিনে (Br) উৎপন্ন কৰা যৌগটোৰ সংকেত $SiBr_4$ হ'ব।

(b) এলুমিনিয়াম (Al) বৰ্গ 13ৰ মৌল আৰু ইয়াৰ যোজ্যতা 3। তেনেদৰে ছালফাৰ (S) বৰ্গ 16ৰ মৌল আৰু ইয়াৰ যোজ্যতা 2; গতিকে Al আৰু Sএ উৎপন্ন কৰা যৌগটোৰ সংকেত Al_2S_3 হ'ব।

প্ৰতিনিধি মৌলবোৰৰ যোজ্যতাৰ পৰ্যায়গত পৰিৱৰ্তন তালিকা 3.9ত দেখুওৱা হৈছে। মৌলবোৰৰ হাইড্ৰাইড আৰু অক্সাইড যৌগ হিচাপে এই পৰিৱৰ্তন তালিকাভুক্ত কৰা হৈছে। কিছুমান মৌলই পৰিৱৰ্তী যোজ্যতা দেখুৱায়। পৰিৱৰ্তী যোজ্যতা বিশেষকৈ সংক্ৰমণশীল মৌলৰ এটা বৈশিষ্ট্য।

(b) দ্বিতীয় পৰ্যায়ৰ মৌলৰ অসংগত আচৰণ (Anomalous Behaviour of Second Period Elements)

বৰ্গ 1, বৰ্গ 2 আৰু বৰ্গ 13–17ৰ ভিতৰত প্ৰতিটো বৰ্গৰে প্ৰথম মৌলটোৰ ধৰ্ম বৰ্গটোৰ বাকী মৌলকেইটাৰ ধৰ্মৰ সৈতে বহুত ক্ষেত্ৰত নিমিলে। উদাহৰণ স্বৰূপে, বৰ্গ 1ৰ প্ৰথম মৌল Liৰ ধৰ্ম বৰ্গটোৰ বাকী মৌলকেইটাতকৈ কিছু বেলেগ হয়। যেনে, বৰ্গটোৰ বাকী মৌলকেইটাই প্ৰধানকৈ আয়নীয় যৌগ গঠন কৰে যদিও Li ৰ যৌগসমূহ মূলতঃ সহযোজী। একেদৰে বৰ্গ 2 ৰ বেৰিলিয়ামৰ ধৰ্ম বৰ্গটোৰ আন মৌলবোৰতকৈ কিছু বেলেগ। বেৰিলিয়ামৰ যৌগসমূহ প্ৰধানকৈ সহযোজী ; কিন্তু বৰ্গটোৰ আনকেইটা মৌলৰ যৌগসমূহ প্ৰায়ে আয়নীয়। দৰাচলতে লিথিয়ামৰ ধৰ্ম বৰ্গ 2 ৰ তৃতীয় পৰ্যায়ৰ মৌল মেগনেছিয়ামৰ ধৰ্মৰ সৈতেহে মিলে। তেনেদৰে বৰ্গ 13ৰ মৌল এলুমিনিয়ামৰ সৈতেহে বেৰিলিয়ামৰ ধৰ্মৰ সাদৃশ্য আছে। একেদৰে বৰ্গ 14ৰ মৌল ছিলিকনৰ সৈতে বৰ্গ 13ৰ প্ৰথম মৌল ব'ৰনৰ ধৰ্মৰ মিল দেখা যায়। ইহঁতৰ প্ৰতিযোৰ মৌলৰ মাজত ধৰ্মৰ মিল কৰ্ণ দিশত হোৱা

তালিকা 3.9 হাইড্ৰাইড আৰু অক্সাইড হিচাপে প্ৰতিনিধি মৌলবোৰৰ যোজ্যতাৰ পৰ্যায়গত পৰিৱৰ্তন

বৰ্গ	1	2	13	14	15	16	17
হাইড্ৰাইডৰ সংকেত	LiH		B_2H_6	CH_4	NH_3	H_2O	HF
	NaH	CaH_2	AlH_3	SiH_4	PH_3	H_2S	HCl
	KH			GeH_4	AsH_3	H_2Se	HBr
				SnH_4	SbH_3	H_2Te	HI
অক্সাইডৰ সংকেত	Li_2O	MgO	B_2O_3	CO_2	N_2O_3, N_2O_5	–	–
	Na_2O	CaO	Al_2O_3	SiO_2	P_4O_6, P_4O_{10}	SO_3	Cl_2O_7
	K_2O	SrO	Ga_2O_3	GeO_2	As_2O_3, As_2O_5	SeO_3	–
		BaO	In_2O_3	SnO_2	Sb_2O_3, Sb_2O_5	TeO_3	–
				PbO_2	Bi_2O_3	–	–

তালিকা 3.10 কৰ্ণ সম্বন্ধ দেখুওৱা মৌলকেইটাৰ ধাতৱ ব্যাসাৰ্ধ আৰু আয়নীয় ব্যাসাৰ্ধ

ধৰ্ম	মৌল		
	Li	Be	B
ধাতৱ ব্যাসাৰ্ধ (পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ) (pm)	152	111	88
	Na	Mg	Al
	186	160	143
	Li^+	Be^{2+}	
আয়নীয় ব্যাসাৰ্ধ (pm)	76	31	
	Na^+	Mg^{2+}	
	102	72	

বাবে ইয়াক **কৰ্ণ সম্বন্ধ** (diagonal relationship) বোলা হয়। Li আৰু Mgৰ ধৰ্মৰ মিল থকাৰ কাৰণ এই যে ইহঁত দুটাৰ পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ আৰু আয়নীয় ব্যাসাৰ্ধ প্ৰায় সমান (তালিকা 3.10)।

প্ৰতিনিধি মৌলসমূহৰ প্ৰতিটো বৰ্গৰ প্ৰথম মৌলটোৰ ধৰ্ম বৰ্গটোৰ আন মৌলবোৰৰ ধৰ্মতকৈ কিছু বেলেগ। প্ৰথম মৌলকেইটাৰ এই অসংগত আচৰণৰ কাৰণ হ'ল— i/ ইহঁতৰ আকাৰ সৰু, ii/ ইহঁতৰ আধান আৰু ব্যাসাৰ্ধৰ অনুপাত যথেষ্ট বেছি, আৰু iii/ ইহঁতৰ বিদ্যুৎঋণাত্মকতা বেছি। তাৰোপৰি প্ৰথম প্ৰতিটো মৌলৰ এটা পৰমাণুত মাত্ৰ চাৰিটা (2*s* আৰু 2*p*) যোজ্যতা অৰবিটেল থাকে আৰু এইবোৰে বান্ধনি গঠনত অংশগ্ৰহণ কৰিব পাৰে। কিন্তু প্ৰতিটো বৰ্গৰ দ্বিতীয় মৌলটোৰ পৰমাণুত 9টা যোজ্যতা অৰবিটেল (3*s*, 3*p* আৰু 3*d*) আছে। ফলস্বৰূপে প্ৰতিটো বৰ্গৰ প্ৰথম মৌলটোৰ সৰ্বোচ্চ সহযোজ্যতা 4 হ'ব পাৰে। কিন্তু তলৰ মৌলকেইটাত ইয়াৰ মান 4 তকৈ বেছি হ'ব পাৰে। উদাহৰণ স্বৰূপে, ব'ৰনে $[BF_4]^-$ আয়নটো গঠন কৰে আৰু ইয়াত ব'ৰনৰ সহযোজ্যতা হ'ল 4 ; কিন্তু Al এ $[AlF_6]^{3-}$ আয়ন গঠন কৰে (Alৰ সহযোজ্যতা = 6)। আকৌ *p*-গোষ্ঠীৰ প্ৰথম মৌলটোৰ পৰমাণুবোৰে নিজৰ মাজত $p_\pi - p_\pi$ বান্ধনিৰে দ্বিবান্ধনি বা ত্ৰিবান্ধনি গঠন কৰিব পাৰে ; যেনে, C = C, C   C, N = N, N   N আদি। ইহঁতে একে পৰ্যায়ৰ আন মৌলৰ পৰমাণুৰ সৈতেও একে ধৰণৰ বান্ধনি গঠন কৰে ; যেনে, C = O, C = N, C   N, N = O আদি। বৰ্গৰ বাকী মৌলবোৰৰ এনেকুৱা বান্ধনি গঠনৰ প্ৰৱণতা কম।

উদাহৰণ 3.9

$[Al\,Cl\,(H_2O)_5]^{2+}$ যৌগটোত Al ৰ জাৰণ অৱস্থা আৰু সহযোজ্যতা একেনে?

সমাধান

যৌগটোত Al ৰ জাৰণ অৱস্থা = +3

আৰু Al ৰ সহযোজ্যতা = 6

3.7.3 পৰ্যায়গত পৰিৱৰ্তন আৰু ৰাসায়নিক সক্ৰিয়তা (Periodic Trends and Chemical Reactivity)

ইতিমধ্যে আমি পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ, আয়নীয় ব্যাসাৰ্ধ, আয়নীকৰণ এনথালপি, ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপি আৰু যোজ্যতাৰ পৰ্যায়গত পৰিৱৰ্তন সম্বন্ধে আলোচনা কৰিলোঁ। এই ধৰ্মবোৰৰ পৰ্যায়গত পৰিৱৰ্তনৰ মূলতে হ'ল মৌলবোৰৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস। দৰাচলতে মৌলবোৰৰ ভৌতিক আৰু ৰাসায়নিক ধৰ্মসমূহ সিবোৰৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাসৰেই প্ৰতিফলন। আমি এতিয়া এই ধৰ্মবোৰৰ সৈতে মৌলবোৰৰ ৰাসায়নিক সক্ৰিয়তাৰ সম্পৰ্ক বিচাৰি চাম।

আমি পাইছোঁ যে পৰ্যায় এটাত বাঁওফালৰপৰা সোঁফাললৈ পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ সাধাৰণতে কমে। ফলস্বৰূপে পৰ্যায়ত পৰমাণু ক্ৰমাংক বঢ়াৰ লগে লগে আয়নীকৰণ এনথালপি সাধাৰণতে বাঢ়ে (ব্যতিক্ৰম আছে;

3.7.1 অংশ চোৱা) আৰু ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপিৰ ঋণাত্মক মান সাধাৰণতে বাঢ়ে (ব্যতিক্ৰম আছে)। পৰ্যায়ত একেবাৰে বাওঁফালে থকা মৌলকেইটাৰ আয়নীকৰণ এনথালপি সৰ্বনিম্ন আৰু একেবাৰে সোঁফালে থকা মৌলৰ (সম্ভ্ৰান্ত গেছসমূহক বাদ দি) ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপিৰ ঋণাত্মক মান সৰ্বোচ্চ। ইয়াৰ অৰ্থ হ'ল, পৰ্যায়ৰ একেবাৰে বাঁওফালে থকা মৌলই (ক্ষাৰ ধাতু) সহজে ইলেকট্ৰন এৰি দিব পাৰে আৰু একেবাৰে সোঁফালৰ মৌলই (হেল'জেন) সহজে ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ কৰিব পাৰে। অৰ্থাৎ পৰ্যায়ত দুই মূৰে থকা মৌলৰ ৰাসায়নিক সক্ৰিয়তা সৰ্বাধিক ; মাজত সক্ৰিয়তা কম। একেবাৰে বাওঁফালে থকা মৌলই (ক্ষাৰ ধাতুৱে) ইলেকট্ৰন হেৰুৱাই (কেটায়ন উৎপন্ন কৰি) সৰ্বাধিক সক্ৰিয়তা দেখুৱায়। যিয়ে ইলেকট্ৰন সহজে হেৰুৱাব পাৰে সেইটো হ'ল **তীব্ৰ বিজাৰক পদাৰ্থ** (reducing agent) আৰু যিয়ে সহজে ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ কৰে তাক **তীব্ৰ জাৰক পদাৰ্থ** (oxidising agent) বোলা হয়। অধ্যায় 8-ত এই বিষয়ে পঢ়িবলৈ পাবা। আকৌ আমি জানোঁ যে ধাতুৱে ইলেকট্ৰন হেৰুৱায় আৰু অধাতুৱে সাধাৰণতে ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ কৰে। গতিকে পৰ্যায়ত একেবাৰে বাওঁফালে থকা মৌলৰ ধাতব ধৰ্ম সৰ্বাধিক। পৰ্যায়ৰ সোঁফাললৈ ধাতৱ ধৰ্ম কমিব ধৰে আৰু অধাতৱ ধৰ্ম বাঢ়ে।

মৌলই অক্সিজেন আৰু হেল'জেনৰ সৈতে সংঘটিত কৰা বিক্ৰিয়াৰ সহায়ত তাৰ সক্ৰিয়তা প্ৰকাশ কৰিব পাৰি। ইয়াত আমি অকল অক্সিজেনৰ সৈতে মৌলই সংঘটিত কৰা বিক্ৰিয়াৰ কথাহে উল্লেখ কৰিম। পৰ্যায়ৰ দুই মূৰত থকা মৌলবোৰে অক্সিজেনৰ সৈতে সহজে বিক্ৰিয়া কৰি সিহঁতৰ অক্সাইড উৎপন্ন কৰে। একেবাৰে বাওঁফালে থকা মৌলসমূহৰ (ক্ষাৰ ধাতুৰ) সাধাৰণতে পোৱা অক্সাইডসমূহ (normal oxides ; যেনে, Na_2O) আটাইতকৈ বেছি ক্ষাৰীয় (basic)। আনহাতে একেবাৰে সোঁহাতে থকা মৌলবোৰৰ (হেল'জেনৰ) অক্সাইডসমূহ আটাইতকৈ বেছি আম্লিক (acidic ; যেনে, Cl_2O_7)। মাজত থকা মৌলসমূহৰ অক্সাইডসমূহৰ কিছুমান উভয়ধৰ্মী (amphoteric ; যেনে, Al_2O_3, As_2O_3) আৰু কিছুমান প্ৰশম (neutral ; যেনে CO, NO, N_2O)। উভধৰ্মী অক্সাইডে ক্ষাৰকৰ সৈতে এছিডৰ ধৰ্ম দেখুৱায় আৰু এছিডৰ সৈতে ক্ষাৰকৰ ধৰ্ম দেখুৱায়। কিন্তু প্ৰশম অক্সাইডে এছিড বা ক্ষাৰক কাৰো ধৰ্ম নেদেখুৱায়।

উদাহৰণ 3.10

পানীৰ সৈতে সংঘটিত হোৱা বিক্ৰিয়াৰ সহায়ত দেখুওৱা যে Na_2O হ'ল ক্ষাৰীয় অক্সাইড আৰু Cl_2O_7 আম্লিক অক্সাইড।

সমাধান

Na_2O এ পানীৰ সৈতে বিক্ৰিয়া কৰি তীব্ৰ ক্ষাৰ (NaOH) উৎপন্ন কৰে ;

$$Na_2O + H_2O \rightarrow 2NaOH$$

আনহাতে Cl_2O_7 এ পানীৰ সৈতে বিক্ৰিয়া কৰি তীব্ৰ এছিড ($HClO_4$) উৎপন্ন কৰে—

$$Cl_2O_7 + H_2O \rightarrow 2HClO_4$$

লিটমাছ কাগজেৰে ইহঁতৰ ক্ষাৰীয় বা এছিড ধৰ্ম পৰীক্ষা কৰিব পাৰি।

প্ৰতিনিধি মৌলসমূহৰ পৰ্যায়ত বাওঁফালৰপৰা সোঁফাললৈ পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ কমি যোৱা কথাটো জানিছাই। সংক্ৰমণশীল মৌলবোৰৰ পৰ্যায়তো (যেনে, 3*d* শ্ৰেণী) বাওঁফালৰপৰা সোঁফাললৈ পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ হ্ৰাস পায়। কিন্তু এই হ্ৰাস প্ৰতিনিধি মৌলসমূহৰ ক্ষেত্ৰত হোৱা হ্ৰাসতকৈ বহুত কম। আন্তঃসংক্ৰমণশীল মৌলৰ (4*f* শ্ৰেণী) পৰ্যায়ত বাওঁফালৰপৰা সোঁফাললৈ হোৱা পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধৰ হ্ৰাস তুলনামূলকভাৱে আৰু কম। সংক্ৰমণশীল মৌলৰ আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান

DAILY ASSAM

সাধাৰণতে *s*-গোষ্ঠীৰ মৌলবোৰতকৈ বেছি যদিও *p*-গোষ্ঠীৰ মৌলতকৈ কম। সেইকাৰণে ইহঁত বৰ্গ 1 আৰু বৰ্গ 2ৰ ধাতুসমূহতকৈ কম বিদ্যুৎধনাত্মক।

আমি পাইছোঁ যে প্ৰতিনিধি মৌলসমূহৰ বৰ্গত পৰমাণু ক্ৰমাংক বঢ়াৰ লগে লগে পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ বাঢ়ে। ফলস্বৰূপে বৰ্গৰ তললৈ আয়নীকৰণ এনথালপি কমে। ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপি বৰ্গৰ তললৈ কমে যদিও ব্যতিক্ৰম আছে [3.7.1 (d) অংশ চোৱা]। গতিকে বৰ্গত তললৈ মৌলবোৰৰ ধাতব ধৰ্ম বাঢ়ে আৰু অধাতব ধৰ্ম কমে। বৰ্গত তললৈ মৌলবোৰৰ বিজাৰণ ক্ষমতাও বাঢ়ে। সংক্ৰমণশীল মৌলবোৰৰ ক্ষেত্ৰত পিছে বৰ্গত তললৈ ওলোটা পৰিবৰ্তনহে দেখা যায়। এই পৰিবৰ্তনো পৰমাণুৰ আকাৰ আৰু আয়নীকৰণ এনথালপিৰ ধাৰণা ব্যৱহাৰ কৰি ব্যাখ্যা কৰিব পাৰি।

সাৰাংশ

এই অধ্যায়ত আমি প্ৰথমে **পৰ্যাবৃত্ত সূত্ৰ** আৰু **পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ** বিকাশ সম্বন্ধে আলোচনা কৰিলোঁ। **মেণ্ডেলিভৰ পৰ্যাবৃত্ত তালিকাত** মৌলবোৰক পাৰমাণৱিক ভাৰৰ বৰ্ধিত ক্ৰমত সজোৱা হৈছিল। আধুনিক পৰ্যাবৃত্ত তালিকাত মৌলবোৰক পৰমাণু ক্ৰমাংকৰ বৰ্ধিত ক্ৰমত সজোৱা হয়। এই তালিকাখনত 7টা অনুভূমিক শাৰী (পৰ্যায়) আৰু 18টা **উলম্ব** স্তম্ভ (বৰ্গ বা family) আছে। পৰ্যায়ত পৰমাণু ক্ৰমাংক এক একৈ (ধাৰাবাহিকভাৱে) বাঢ়ি যায় ; বৰ্গত কিন্তু নিৰ্দিষ্ট ক্ৰমতহে বাঢ়ে। একে বৰ্গত থকা মৌলবোৰৰ **যোজ্যতা খোলৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস** একে ধৰণৰ। সেইবাবে একে বৰ্গৰ মৌলবোৰৰ ৰাসায়নিক ধৰ্ম একে। এটা পৰ্যায়ত বাওঁফালৰপৰা সোঁফাললৈ মৌলবোৰৰ পৰমাণুত থকা ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যা ধাৰাবাহিকভাৱে বাঢ়ে বাবে সিহঁতৰ যোজ্যতা বেলেগ বেলেগ। ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাসৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰি চাৰি প্ৰকাৰৰ মৌল আছে — *s*-গোষ্ঠী, *p*-গোষ্ঠী, *d*-গোষ্ঠী আৰু *f*-গোষ্ঠীৰ মৌল। হাইড্ৰ'জেন পৰমাণুৰ 1*s* অৰবিটেলত মাত্ৰ এটা ইলেকট্ৰন থকা বাবে পৰ্যাবৃত্ত তালিকাত ইয়াক সুকীয়া স্থান দিয়া হৈছে। এতিয়ালৈ আৱিষ্কৃত হোৱা মৌলবোৰৰ ভিতৰত ধাতুৰ পৰিমাণ 78%তকৈ বেছি। অধাতুৰ সংখ্যা 20% তকৈ কম। পৰ্যাবৃত্ত তালিকাখনত ধাতু আৰু অধাতুবোৰক পৃথক কৰি কেইটামান মৌল (যেনে- Si, Ge, As) আছে। সেই মৌলকেইটাক ধাতুকল্প বা অৰ্ধধাতু বোলা হয়। বৰ্গ এটাত পৰমাণু ক্ৰমাংক বঢ়াৰ লগে লগে মৌলবোৰৰ ধাতব ধৰ্ম বাঢ়ে। কিন্তু পৰ্যায়ত বাওঁফালৰপৰা সোঁফাললৈ মৌলৰ ধাতব ধৰ্ম কমে। মৌলবোৰৰ ভৌতিক আৰু ৰাসায়নিক ধৰ্ম সিবোৰৰ পৰমাণু ক্ৰমাংকৰ সৈতে পৰ্যায়গতভাৱে সলনি হয়।

পৰমাণুৰ আকাৰ, আয়নীকৰণ এনথালপি, ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপি, বিদ্যুৎঋণাত্মকতা আৰু **যোজ্যতা** — এই ধৰ্মবোৰ পৰ্যাবৃত্ত তালিকাত পৰ্যায়গতভাৱে সলনি হয়। পৰ্যায়ত বাওঁফালৰপৰা সোঁফাললৈ পৰমাণুৰ আকাৰ কমে আৰু বৰ্গত ওপৰৰপৰা তললৈ পৰমাণুৰ আকাৰ বাঢ়ে। আয়নীকৰণ এনথালপি পৰ্যায়ত বাওঁফালৰপৰা সোঁফাললৈ সাধাৰণতে বাঢ়ে ; বৰ্গত ওপৰৰপৰা তললৈ কমে। বিদ্যুৎঋণাত্মকতাও পৰ্যায় আৰু বৰ্গত একে ধৰণে সলনি হয়। পৰ্যায়ত বাওঁফালৰপৰা সোঁফাললৈ ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপিৰ

DAILY ASSAM

ঋণাত্মক মান বাঢ়ে ; বৰ্গত ওপৰৰপৰা তললৈ ইয়াৰ ঋণাত্মক মান কমে। প্ৰতিনিধি মৌলবোৰৰ যোজ্যতাও পৰ্যায়গতভাৱে সলনি হয়। পৰ্যায় এটাৰ দুই মূৰে মৌলবোৰৰ **ৰাসায়নিক সক্ৰিয়তা** সৰ্বাধিক ; মাজত কম। পৰ্যায়ত বাওমূৰে থকা মৌলই ইলেকট্ৰন সহজে এৰি দিব পাৰে (আয়নীকৰণ এনথালপি কম) বাবে ইহঁতৰ সক্ৰিয়তা বেছি। আনহাতে সোঁফালে থকা মৌলই সহজে ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ কৰে (সম্ভ্ৰান্ত গেছক বাদ দি) বাবে ইহঁতৰ সক্ৰিয়তা বেছি। সক্ৰিয় মৌলবোৰ প্ৰকৃতিত মুক্ত অৱস্থাত নাথাকে ; যৌগ হিচাপেহে থাকে। পৰ্যায়ত বাঁওফালে থকা মৌলবোৰে ক্ষাৰকীয় অক্সাইড আৰু সোঁফালে থকা মৌলই আম্লিক অক্সাইড গঠন কৰে। পৰ্যায়ৰ মাজত থকা মৌলৰ অক্সাইডসমূহ উভধৰ্মী বা প্ৰশম।

অনুশীলনী

3.1 পৰ্য্যাবৃত্ত তালিকাত মৌলবোৰক সজোৱাৰ মূল নীতিটো কি?

3.2 মৌলবোৰৰ শ্ৰেণীবিভাজন কৰিবলৈ মেণ্ডেলিভে কোনটো গুৰুত্বপূৰ্ণ ধৰ্ম ব্যৱহাৰ কৰিছিল?

3.3 মেণ্ডেলিভৰ পৰ্যাবৃত্ত সূত্ৰ আৰু আধুনিক পৰ্যাবৃত্ত সূত্ৰৰ মাজত মূল পাৰ্থক্যটো কি?

3.4 কোৱাণ্টাম সংখ্যাৰ ওপৰত ভেটি কৰি প্ৰমাণ কৰা যে পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ ষষ্ঠ পৰ্যায়ত 32টা মৌল থাকিব পাৰে।

3.5 Z=114 মৌলটোক পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ কোনটো পৰ্যায় আৰু বৰ্গত ৰাখিবা?

3.6 পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ তৃতীয় পৰ্যায় আৰু বৰ্গ 17ত থকা মৌলটোৰ পৰমাণু ক্ৰমাংক লিখা।

3.7 কোন দুটা মৌলৰ নামকৰণৰ সৈতে তলত উল্লেখ কৰা অনুষ্ঠান জড়িত?

(i) লৰেন্স বাৰ্কলে পৰীক্ষাগাৰ (ii) ছিবৰ্গৰ দল

3.8 একেটা বৰ্গত থকা মৌলবোৰৰ ৰাসায়নিক আৰু ভৌতিক ধৰ্ম কিয় একে হয়?

3.9 পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ আৰু আয়নীয় ব্যাসাৰ্ধ বুলিলে কি বুজা?

3.10 পৰ্যায় আৰু বৰ্গত পাৰমাণৱিক ব্যাসাৰ্ধ কেনেদৰে সলনি হয়? এই পৰিৱৰ্তনৰ কাৰণ ব্যাখ্যা কৰা।

3.11 সমইলেকট্ৰনীয় পৰমাণু বুলিলে কি বুজা? তলত দিয়াবোৰৰপৰা সমইলেকট্ৰনীয় পৰমাণু বা আয়নসমূহ বাচি উলিওৱা—

(i) F^- (ii) Ar (iii) Mg^{2+} (iv) Rb^+

DAILY ASSAM

3.12 নিম্নোক্ত আয়নসমূহ বিবেচনা কৰা ঃ N^{3-}, O^{2-}, F^{-}, Mg^{2+} আৰু Al^{3+}

(a) এই আয়নবোৰ কি ক্ষেত্ৰত একে?

(b) আয়নবোৰক আয়নীয় ব্যাসাৰ্ধৰ বৰ্ধিত ক্ৰমত সজোৱা।

3.13 মূল পৰমাণুতকৈ কেটায়নৰ ব্যাসাৰ্ধ কম, কিন্তু এনায়নৰ ব্যাসাৰ্ধ বেছি কিয় ব্যাখ্যা কৰা।

3.14 আয়নীকৰণ এনথালপি আৰু ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপিৰ সংজ্ঞা দিওতে 'পৃথকীকৃত গেছীয় পৰমাণু' আৰু 'ভূমিস্তৰ অৱস্থা'ৰ কথা উল্লেখ কৰা হয়। এই দুটা ৰাশিৰ তাৎপৰ্য্য কি লিখা।

(আভাস ঃ তুলনা কৰাৰ বাবে প্ৰয়োজন।)

3.15 হাইড্ৰ'জেন পৰমাণুৰ ভূমিস্তৰ অৱস্থাত ইলেকট্ৰনটোৰ শক্তি -2.18×10^{-18} J হ'লে হাইড্ৰ'জেন পৰমাণুৰ আয়নীকৰণ এনথালপি J mol^{-1} এককত গণনা কৰা।
(আভাস ঃ ম'লৰ ধাৰণা ব্যৱহাৰ কৰা।)

3.16 দ্বিতীয় পৰ্যায়ৰ মৌলকেইটাৰ আয়নীকৰণ এনথালপি নিম্নোক্ত ক্ৰমত বাঢ়ে—

Li < B < Be < C < O < N < Ne

ব্যাখ্যা কৰা, কিয়

(i) Beৰ আয়নীকৰণ এনথালপি ($\Delta_i H$) Bতকৈ বেছি

(ii) N আৰু F তকৈ Oৰ আয়নীকৰণ এনথালপি কম।

3.17 ছডিয়ামৰ প্ৰথম আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান মেগনেছিয়ামতকৈ কম, কিন্তু ছডিয়ামৰ দ্বিতীয় আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান মেগনেছিয়ামৰ দ্বিতীয় আয়নীকৰণ এনথালপিতকৈ বেছি — ব্যাখ্যা কৰা।

3.18 প্ৰতিনিধি মৌলবোৰৰ আয়নীকৰণ এনথালপি বৰ্গত তললৈ কমে— কি কি কাৰকৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰি এই পৰিবৰ্তন হয়?

3.19 বৰ্গ 13 ৰ মৌলবোৰৰ আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান (kJ mol^{-1} এককত) তলত দিয়া হৈছে —

B	Al	Ga	In	Tl
801	577	597	558	589

আয়নীকৰণ এনথালপিৰ পৰিবৰ্তনৰ সাধাৰণ ক্ৰমৰপৰা ইয়াত দেখা বিচ্যুতি কেনেদৰে ব্যাখ্যা কৰিবা?

3.20 তলত দিয়া প্ৰতিটো যোৰৰ কোনটো মৌলৰ ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপিৰ ঋণাত্মক মান বেছি হ'ব—

(i) O নে F ii) F নে Cl

3.21 অক্সিজেনৰ প্ৰথম ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপিতকৈ দ্বিতীয় ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপি ধনাত্মক, নে বেছি ঋণাত্মক, নে কম ঋণাত্মক হ'ব ব্যাখ্যা কৰা।

3.22 ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপি আৰু বিদ্যুৎঋণাত্মকতাৰ মাজৰ মূল পাৰ্থক্য লিখা।

3.23 পাউলিং স্কেল অনুসৰি নাইট্ৰ'জেনৰ সকলোবোৰ যৌগতে ইয়াৰ বিদ্যুৎঋণাত্মকতা 3.0 – কথাষাৰ তুমি মানি ল'বানে?

3.24 পৰমাণু এটাই (a) এটা ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ কৰিলে, বা
(b) এটা ইলেকট্ৰন ত্যাগ কৰিলে,
ব্যাসাৰ্ধৰ কেনেকুৱা পৰিবৰ্তন হ'ব আলোচনা কৰা।

3.25 এটা মৌলৰ দুটা সমস্থানিকৰ আয়নীকৰণ এনথালপিৰ মান একে হ'ব নে বেলেগ হ'ব ব্যাখ্যা কৰা।

3.26 ধাতু আৰু অধাতুৰ মাজৰ মূল পাৰ্থক্যসমূহ লিখা।

3.27 পৰ্যাবৃত্ত তালিকা ব্যৱহাৰ কৰি তলৰ প্ৰশ্নবোৰৰ উত্তৰ দিয়া—

(a) বহিৰতম অৰবিটেলত 5টা ইলেকট্ৰন থকা মৌল এটাৰ নাম লিখা।

(b) দুটা ইলেকট্ৰন হেৰুওৱাৰ প্ৰবণতা থকা মৌল এটাৰ নাম লিখা।

(c) দুটা ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ কৰাৰ প্ৰবণতা থকা মৌল এটাৰ নাম লিখা।

(d) ধাতু, অধাতু, জুলীয়া আৰু সাধাৰণ উষ্ণতাত গেছ হিচাপে থকা মৌলবিশিষ্ট বৰ্গটো চিনাক্ত কৰা।

3.28 বৰ্গ 1 ৰ মৌলবোৰৰ সক্ৰিয়তা $Li < Na < K < Rb < Cs$ ক্ৰমত বাঢ়ে ; আনহাতে বৰ্গ 17ৰ মৌলবোৰৰ সক্ৰিয়তা $F > Cl > Br > I$ ক্ৰমত বাঢ়ে — ব্যাখ্যা কৰা।

3.29 *s*–, *p*–, *d*– আৰু *f*– গোষ্ঠীৰ মৌলৰ বহিৰতম ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস লিখা।

3.30 তলত কিছুমান মৌলৰ বহিৰতম ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস দিয়া হৈছে। পৰ্যাবৃত্ত তালিকাত প্ৰতিটোৰ স্থান উল্লেখ কৰা।

(i) $ns^2np^4, n = 3$ (ii) $(n-1)\,d^2\,ns^2, n = 4$ (iii) $(n-2)\,f^7\,(n-1)\,d^1\,ns^2, n = 6$

3.31 তলত কিছুমান মৌলৰ প্ৰথম আয়নীকৰণ এনথালপি ($\Delta_i H_1$), দ্বিতীয় আয়নীকৰণ এনথালপি ($\Delta_i H_2$) আৰু ইলেকট্ৰন গ্ৰহণ এনথালপিৰ ($\Delta_{eg} H$) মান kJ mol^{-1} এককত দিয়া হৈছে—

মৌল	$\Delta_i H_1$	$\Delta_i H_2$	$\Delta_{eg} H$
I	520	7300	–60
II	419	3051	–48
III	1681	3374	–328
IV	1008	1846	–295
V	2372	5251	+48
VI	738	1451	–40

DAILY ASSAM

এতিয়া তলৰ প্ৰশ্নকেইটাৰ উত্তৰ দিয়া—

(a) আটাইতকৈ কম সক্ৰিয় মৌল কোনটো?

(b) আটাইতকৈ বেছি সক্ৰিয় ধাতু কোনটো?

(c) আটাইতকৈ বেছি সক্ৰিয় অধাতু কোনটো?

(d) আটাইতকৈ কম সক্ৰিয় অধাতু কোনটো?

(e) কোনটো মৌলই MX_2 (X=হেল'জেন) সংকেতবিশিষ্ট সুস্থিৰ দ্বিমৌলিক হেলাইডগঠন কৰিব?

(f) কোনটো মৌলই MX সংকেতবিশিষ্ট সুস্থিৰ মূলতঃ সহযোজী হেলাইড গঠন কৰিব?

3.32 নিম্নোক্ত মৌলৰ প্ৰতিটো যোৰে গঠন কৰা দ্বিমৌলিক যৌগৰ সংকেত লিখা।

(a) লিথিয়াম আৰু অক্সিজেন

(b) মেগনেছিয়াম আৰু নাইট্ৰ'জেন

(c) এলুমিনিয়াম আৰু আয়'ডিন

(d) ছিলিকন আৰু অক্সিজেন

(e) ফছফৰাছ আৰু ফ্লুৰিন

(f) মৌল 71(পৰমাণু ক্ৰমাংক) আৰু ফ্লুৰিন

3.33 আধুনিক পৰ্যাবৃত্ত তালিকাত পৰ্যায় এটাই কিহৰ মান নিৰ্দেশ কৰে—

(a) পৰমাণু ক্ৰমাংক

(b) পাৰমাণৱিক ভৰ

(c) মুখ্য কোৱাণ্টাম সংখ্যা

(d) এজিমিউথেল কোৱাণ্টাম সংখ্যা

3.34 আধুনিক পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ সৈতে জড়িত তলৰ কোনটো উক্তি অশুদ্ধ—

(a) *p* গোষ্ঠীৰ 6টা স্তম্ভ আছে, কিয়নো *p*-অৰবিটেলত সৰ্বোচ্চ 6টা ইলেকট্ৰন থাকিব পাৰে।

(b) *d* গোষ্ঠীৰ 8টা স্তম্ভ আছে, কিয়নো *d*-অৰবিটেলত সৰ্বোচ্চ 8টা ইলেকট্ৰন থাকিব পাৰে।

(c) প্ৰতিটো গোষ্ঠীত থকা স্তম্ভৰ সংখ্যা সেই অৰবিটেলটোত থাকিব পৰা সৰ্বোচ্চ ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যাৰ সমান।

(d) পৰমাণুৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাস লিখোতে যিটো অন্তিম অৰবিটেলত ইলেকট্ৰন সোমায় সেই অৰবিটেলটোৰ এজিমিউথেল কোৱাণ্টাম সংখ্যাৰ (l) মানক গোষ্ঠীয়ে নিৰ্দেশ কৰে।

3.35 যোজ্যতা ইলেকট্ৰনক প্ৰভাবান্বিত কৰিব পাৰিলে মৌলটোৰ ধৰ্ম সলনি হয়। তলৰ কোনটোৱে যোজ্যতা ইলেকট্ৰনক প্ৰভাবান্বিত কৰে—

(a) যোজ্যতা অৰবিটেলৰ মুখ্য কোৱাণ্টাম সংখ্যা

(b) নিউক্লীয় আধান

(c) নিউক্লিয়াছৰ ভৰ

(d) ভিতৰৰ খোলৰ ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যা

3.36 F^-, Ne আৰু Na^+ — এই সমইলেকট্ৰনীয় পৰমাণুকেইটাৰ আকাৰক প্ৰভাবান্বিত কৰা কাৰকসমূহ হ'ল —

DAILY ASSAM

(a) নিউক্লীয় আধান

(b) যোজ্যতা অৰবিটেলৰ মুখ্য কোৱাণ্টাম সংখ্যা

(c) বহিৰতম অৰবিটেলত ইলেকট্ৰন-ইলেকট্ৰন বিকৰ্ষণ

(d) ওপৰৰ এটাও নহয়, কাৰণ অৰবিটেলৰ আকাৰ একে

3.37 আয়নীকৰণ এনথালপি সংক্ৰান্তত তলৰ কোনটো উক্তি অশুদ্ধ—

(a) প্ৰতিটো ইলেকট্ৰন বৃদ্ধিৰ বাবে আয়নীকৰণ এনথালপি বাঢ়ে।

(b) সম্ৰান্ত গেছৰ ইলেকট্ৰনীয় বিন্যাসৰপৰা ইলেকট্ৰন আঁতৰাওতে আয়নীকৰণ এনথালপিৰ সৰ্বোচ্চ বৃদ্ধি হয়।

(c) যোজ্যতা ইলেকট্ৰন শেষ হ'লে আয়নীকৰণ এনথালপিৰ বহুত বৃদ্ধি হয়।

(d) nৰ উচ্চ মানবিশিষ্ট অৰবিটেলতকৈ কম মানবিশিষ্ট অৰবিটেলৰপৰা ইলেকট্ৰন আঁতৰোৱা সহজ।

3.38 B, Al, Mg আৰু K-ৰ ধাতব ধৰ্মৰ হ্ৰাসমান ক্ৰমটো হ'ল—

(a) $B > Al > Mg > K$

(b) $Al > Mg > B > K$

(c) $Mg > Al > K > B$

(d) $K > Mg > Al < B$

3.39 B, C, N, F, আৰু Si ৰ অধাতব ধৰ্মৰ হ্ৰাসমান ক্ৰমটো হ'ল—

(a) $B > C > Si > N > F$

(b) $Si > C > B > N < F$

(c) $F > N > C > B > Si$

(d) $F > N > C < Si > B$

3.40 F, Cl, O আৰু N ৰ সক্ৰিয়তাৰ হ্ৰাসমান ক্ৰমটো হ'ল—

(a) $F > Cl > O > N$

(b) $F > O > Cl > N$

(c) $Cl > F > O > N$

(d) $O > F > N < Cl$