অধ্যায়

6

মৌলসমূহৰ নিষ্কাসনৰ সাধাৰণ নীতি আৰু পদ্ধতি

General Principles and Processes of Isolation of Elements

DAILY ASSAM

উদ্দেশ্য (Objectives)

এই অধ্যায়টো অধ্যয়ন কৰি নিম্নোক্ত বিষয় সম্বন্ধে সবিশেষ জানিব পাৰিবা —

- খনিজ পদাৰ্থ, আকৰিক, গাঢ়তা, ধাতু নিষ্কাসনৰ বাবে আকৰিকৰ উপযোগী সাধন (benefaction), দগ্ধীকৰণ, তাপজাৰণ, শোধন আদি পদবোৰৰ ব্যাখ্যা
- নিষ্কাসন পদ্ধতিত প্ৰয়োগ কৰা জাৰণ আৰু বিজাৰণ পদ্ধতিৰ মূলনীতি
- Al, Cu, Zn আৰু Fe নিষ্কাসনৰ মূলনীতিত প্ৰয়োগ হোৱা গীৱছৰ শক্তি আৰু এনট্ৰপি (তাপ গতিবিজ্ঞানৰ) আদিৰ বিষয়ে সম্যক ধাৰণা
- কিছুমান অক্সাইড, যেনে, Fe_2O_3 ৰ তুলনাত Cu_2O কিয় সহজতে বিজাৰিত হয় সেইবোৰৰ ব্যাখ্যা
- এক বিশেষ উষ্ণতাত কিয় CO এবিধ উত্তম বিজাৰক দ্ৰব্য, আনহাতে আন কিছুমান ক্ষেত্ৰত ক'ক কিয় উত্তম বিজাৰক সেইবোৰৰ ব্যাখ্যা
- বিজাৰণৰ বাবে কিয় কিছুমান বিশেষ বিজাৰক দ্ৰব্য বাছি লোৱা হয় তাৰ ব্যাখ্যা

Thermodynamics illustrates why only a certain reducing element and a minimum specific temperature are suitable for reduction of a metal oxide to the metal in an extraction.

কাৰ্বন, ছালফাৰ, গ'ল্ড আৰু সম্ভ্ৰান্ত গেছসমূহৰ লেখীয়া কিছুমান মৌল প্ৰকৃতিত মুক্ত অৱস্থাত পোৱা যায়; আনহাতে আন কিছুমান মৌল কেৱল যুক্ত অৱস্থাতহে থাকে। যুক্ত অৱস্থাত থকা মৌল এবিধৰ নিষ্কাসন আৰু পৃথকীকৰণত ৰসায়নৰ বিভিন্ন নীতি জড়িত হৈ থাকে। এবিধ মৌল বিভিন্ন যৌগত বিভিন্ন ধৰণে থাকিব পাৰে। ধাতুৰ নিষ্কাসন পদ্ধতি ৰাসায়নিকভাৱে সুসাধ্য (feasible) আৰু বাণিজ্যিকভাৱে লাভজনক হ'ব লাগে। তথাপিও ধাতুৰ নিষ্কাসন পদ্ধতিৰ কিছুমান সাধাৰণ নীতি আছে।

খনিজ পদাৰ্থ (minerals) হ'ল খনন কাৰ্য্যৰদ্বাৰা আহৰণ কৰা ভূত্বকত থকা কিছুমান প্ৰাকৃতিক ৰাসায়নিক দ্ৰব্য। ধাতুযুক্ত খনিজ পদাৰ্থবোৰৰ ভিতৰত মাত্ৰ কিছুসংখ্যক খনিজ পদাৰ্থক ধাতুৰ উৎস হিচাপে গণ্য কৰিব পাৰি। এনেবোৰ খনিজ পদাৰ্থক **আকৰিক** (ore) বোলা হয়। ধাতু এটা নিষ্কাসন কৰিবলৈ হ'লে আমি প্ৰথমে সেই ধাতুটো থকা আকৰিকটো বাছি ল'ব লাগে।

এটা আকৰিকত কাচিৎহে অকল ইপ্সিত ধাতুটো থাকে। ই পাৰ্থিব (earthly) বা অবাঞ্চিত দ্ৰব্যৰে সংমিশ্ৰিত হৈ থাকে। এনে অবাঞ্চিত দ্ৰব্যবোৰক **খনিজ মল** (gangue) বোলা হয়। এটা আকৰিকৰপৰা ধাতুৰ নিষ্কাসন আৰু পৃথকীকৰণত জড়িত মূল পৰ্য্যায়বোৰ হ'ল—

- আকৰিকৰ গাঢ়ীকৰণ (concentration)
- গাঢ়ীকৃত আকৰিকৰপৰা ধাতু পৃথকীকৰণ (isolation)
- ধাতুৰ পৰিশোধন (purification)

আকৰিকৰপৰা ধাতুৰ পৃথকীকৰণৰ সমগ্ৰ বিজ্ঞানসন্মত আৰু প্ৰযুক্তিবিদ্যাগত পদ্ধতি হ'ল **ধাতুবিদ্যা** (metallurgy)।

এই অধ্যায়ত আকৰিক গাঢ়ীকৰণৰ বিভিন্ন পদ্ধতি আলোচনা কৰা হ'ব। তাৰ পাছত ধাতু নিষ্কাসনত (বা ধাতুবিদ্যাত) ব্যৱহৃত কিছুমান পদ্ধতিৰ মূলনীতি আলোচনা কৰা হ'ব। এই নীতিসমূহে গাঢ়ীকৃত আকৰিকৰ ধাতুলৈ বিজাৰণত জড়িত তাপগতিবিজ্ঞান আৰু বিদ্যুৎৰাসায়নিক দিশ সামৰি ল'ব।

6.1 ধাতুৰ অৱস্থিতি (Occurance of Metals)

পৃথিৱীত সকলো মৌলৰ প্ৰাচুৰ্য একে নহয়। ধাতুৰ ভিতৰত এলুমিনিয়ামৰ প্ৰাচুৰ্য সৰ্বাধিক। ই পৃথিৱীৰ খোলত থকা তৃতীয় প্ৰাচুৰ্যতম মৌল (ওজন হিচাপত প্ৰায় শতকৰা 8.3 ভাগ)। বহুতো আগ্নেয় খনিজ পদাৰ্থৰ [যেনে— অভ্ৰ বা বালিচন্দা (মাইকা) আৰু আলতীয়া মাটিৰ (clay)] ই মুখ্য উপাদান। বহুতো ৰত্নমণিক (gemstone) হ'ল Al_2O_3ৰ অশুদ্ধ ৰূপ। ইয়াৰ ভিতৰত ৰুবীত (Ruby) Cr, **চেফায়াৰত** (Sapphire, টান মণি, নীলম, কোৰান্দাম মণি আদি) Co অশুদ্ধি হিচাপে থাকে।

আইৰন হ'ল ভূত্বকত থকা দ্বিতীয় প্ৰাচুৰ্য্যতম ধাতু। ইয়াৰ বিভিন্ন যৌগসমূহৰ বিভিন্ন ব্যৱহাৰ দেখা যায়। সেয়েহে আইৰন অতি দৰ্কাৰী ধাতু। জীৱবিজ্ঞানত আইৰন এবিধ অত্যাৱশ্যকীয় (essential) ধাতু।

তালিকা 6.1ত এলুমিনিয়াম, আইৰন, কপাৰ আৰু জিংকৰ মুখ্য আকৰিকৰ নাম আৰু সংযুতি দিয়া হ'ল।

তালিকা 6.1 : কিছুমান প্ৰয়োজনীয় ধাতুৰ মুখ্য আকৰিক

ধাতু	আকৰিক	সংযুতি
এলুমিনিয়াম	বক্সাইট	$AlO_x(OH)_{3-2x}$ (য'ত $0 < x < 1$)
	কেয়'লিনাইট (একপ্ৰকাৰ মাটি)	$[Al_2(OH)_4 Si_2O_5]$
আইৰন	হেমেটাইট	Fe_2O_3
	মেগনেটাইট	Fe_3O_4
	ছিডেৰাইট	$FeCO_3$
	আইৰন পাইৰাইটিছ	FeS_2
কপাৰ	কপাৰ পাইৰাইটিছ	$CuFeS_2$
	মেলাকাইট	$CuCO_3.Cu(OH)_2$
	কিউপ্ৰাইট	Cu_2O
	কপাৰ গ্লান্স	Cu_2S
জিংক	জিংক ব্লেণ্ড বা স্ফেলাৰাইট	ZnS
	কেলেমাইন	$ZnCO_3$
	জিংকাইট	ZnO

এলুমিনিয়াম নিষ্কাসনৰ বাবে সাধাৰণতে বক্সাইট আকৰিক লোৱা হয়। আইৰনৰ বাবে আইৰন অক্সাইড লোৱা হয়। ইয়াক প্ৰচুৰ পৰিমাণে পোৱা যায় আৰু ই প্ৰদূষক গেছ উৎপন্ন নকৰে। (আইৰন পাইৰাইটিছৰ ক্ষেত্ৰত প্ৰদূষক গেছ, SO_2 নিৰ্গত হয়)। কপাৰ আৰু জিংকৰ ক্ষেত্ৰত তালিকাত থকা যি কোনো আকৰিক (প্ৰাচুৰ্যতাৰ ভিত্তিত আৰু আন কিছুমান কাৰকৰ ভিত্তিত) ল'ব পাৰি। গাঢ়ীকৰণৰ আগেয়ে আকৰিকখিনি ভাঙি গুড়ি কৰা হয়।

6.2 আকৰিক গাঢ়ীকৰণ (Concentration of Ores)

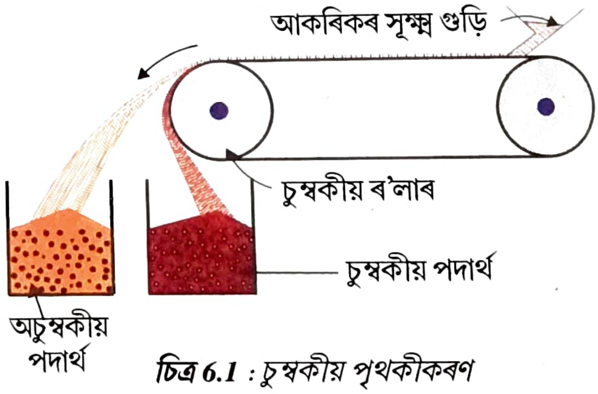
আকৰিকৰপৰা অবাঞ্চিত দ্ৰব্য (যেনে— মাটি, বালি, শিল ইত্যাদি) আতৰ কৰা পদ্ধতিয়ে হ'ল গাঢ়ীকৰণ। গাঢ়ীকৰণৰ বিভিন্ন পদ্ধতি আছে। নিষ্কাসন কৰিবলগীয়া ধাতুৰ যৌগবোৰৰ বিভিন্ন ভৌতিক ধৰ্মৰ পাৰ্থক্য আৰু আকৰিকত থকা অশুদ্ধিৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰি উপযুক্ত পদ্ধতিটো বাছি লোৱা হয়। ধাতুৰ প্ৰকাৰ, প্ৰাপ্য সুবিধা আৰু পাৰিৱেশিক কাৰক (environmental factors) আদিও গাঢ়ীকৰণত বিবেচনা কৰা হয়।

6.2.1 জলধৌতকৰণ (Hydraulic Washing)

আকৰিকৰ টুকুৰাবোৰ খনিজমলতকৈ গধুৰ হ'লে এই পদ্ধতি প্ৰয়োগ কৰা হয়। এই পদ্ধতিত আকৰিকৰ গুড়িবোৰ পানীৰ ওপৰমুৱা সোঁতৰদ্বাৰা ধোৱা হয়। পাতল অশুদ্ধিৰ কণাবোৰ পানীয়ে ধুই নিয়ে আৰু আকৰিকৰ গধুৰ টুকুৰাবোৰ তলিত ৰৈ যায়। আইৰনৰ আকৰিক (হেমেটাইট), টিনৰ আকৰিক (টিনষ্টন) আদি এই পদ্ধতিৰে গাঢ় কৰা হয়। এই পদ্ধতিটো এক ধৰণৰ মাধ্যাকৰ্ষণিক (gravity) পৃথকীকৰণ।

6.2.2 চুম্বকীয় পৃথকীকৰণ (Magnetic Separation)

আকৰিকত থকা উপাদানসমূহৰ চুম্বকীয় ধৰ্মৰ পাৰ্থক্যৰ ভিত্তিত এই পদ্ধতি প্ৰয়োগ কৰা হয়। যেতিয়া আকৰিক বা অশুদ্ধিবোৰৰ যি কোনো এটা চুম্বক ক্ষেত্ৰৰদ্বাৰা আকৰ্ষিত হয়, তেনে ক্ষেত্ৰত এনে পৃথকীকৰণ পদ্ধতি ব্যৱহাৰ হয়। উদাহৰণ হিচাপে, আইৰনৰ আকৰিকৰ (হেমেটাইট) চুম্বকীয় ধৰ্ম থকা বাবে এনে আকৰিক এই পদ্ধতিৰে গাঢ় কৰা হয়। গুড়ি কৰা আকৰিক এডাল বহনকাৰী ফিটাৰ (conveyer belt) ওপৰত ৰখা হয় (চিত্ৰ 6.1)। ফিটাডাল দুটা চকাৰ ওপৰত ঘূৰি থাকে। ইয়াৰে এটা চকা চুম্বকীয়। চকা ঘূৰিবলৈ আৰম্ভ কৰিলে, চুম্বকীয় চকাটোৱে চুম্বকীয় গুড়িবোৰ আকৰ্ষণ কৰে আৰু (চিত্ৰ 6.1 ঃ চুম্বকীয় পৃথকীকৰণ) অচুম্বকীয় অশুদ্ধিৰ গুড়িবোৰ আঁতৰি যায়।



চিত্ৰ 6.1 : চুম্বকীয় পৃথকীকৰণ

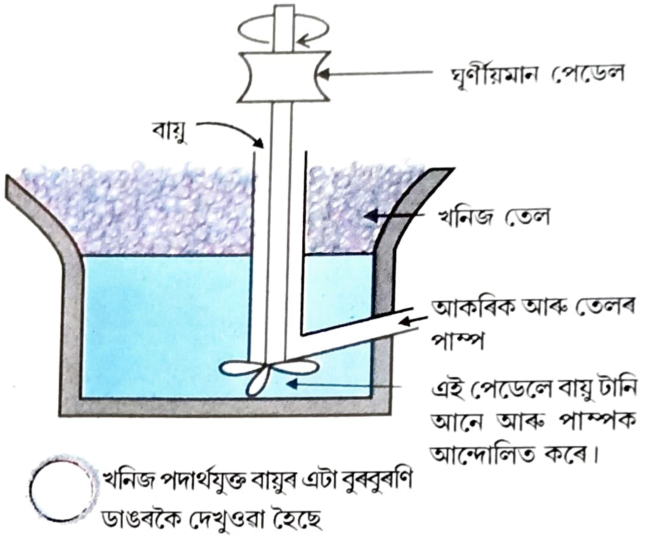
6.2.3 ফেন ওপঙন পদ্ধতি (Froth-Floation Method)

ছালফাইড আকৰিকৰপৰা অশুদ্ধি আঁতৰাবলৈ এই পদ্ধতিটো ব্যৱহৃত হয়। এই পদ্ধতিত আকৰিকৰ গুড়ি পানীৰ লগত মিহলাই লোৱা হয়। মিশ্ৰণটোত ফেন প্ৰস্তুত কাৰক (collectors) আৰু ফেন সুস্থিৰকাৰক (froth stabilizer) যোগ কৰি লোৱা হয়।

ফেন প্ৰস্তুতকাৰক দ্ৰব্যসমূহে (যেনে— পাইন তেল, ফেটি এছিড, জেনথেট তেল আদি) আকৰিকক (ছালফাইড) সিক্ত কৰে আৰু পানীয়ে খনিজ মলক সিক্ত কৰে।

ফেন সুস্থিৰকাৰকে (যেনে— ক্ৰেছল, এনিলিন আদিয়ে) ফেন সুস্থিৰ কৰে।

খনিজ পদাৰ্থৰ কণাবোৰ তেলে সিক্ত কৰে, আনহাতে অশুদ্ধিসমূহ পানীয়ে সিক্ত কৰে। মিশ্ৰটোৰ মাজেদি ফুটা থকা নলীৰে তীব্ৰভাৱে বায়ু সোঁত ব'বলৈ দিয়া হয়। ফলত পানীৰ ওপৰত ফেনৰ সৃষ্টি হয় আৰু ফেনত খনিজ পদাৰ্থৰ কণাবোৰ পৃথক হৈ পৰে। ফেন পাতল হোৱা বাবে পানীৰ ওপৰত ওপঙি উঠে। মাটি, বালি আদি অশুদ্ধিবোৰ পানীত তিতি গধুৰ হৈ পৰে আৰু পাত্ৰৰ তলিত জমা হয়। ছালফাইড আকৰিকযুক্ত ফেনখিনিক বিন্ধাযুক্ত হেঁতাৰে পৃথক কৰি শুকুৱাই লোৱা হয়। এইখিনিত গাঢ়ীকৃত আকৰিক থাকে।



চিত্ৰ 6.2 : ফেন ওপঙন পদ্ধতি

কেতিয়াবা তেল আৰু পানীৰ অনুপাত নিয়ন্ত্ৰিত কৰি দুটা ছালফাইড আকৰিক পৃথক কৰিব পাৰি। আন নিম্নকাৰী দ্ৰব্য (depressant) যোগ কৰিও এই পদ্ধতিটো সম্পন্ন কৰিব পাৰি। উদাহৰণ হিচাপে, ZnS আৰু PbS মিহলি হৈ থকা এটা আকৰিকৰ পৃথকীকৰণৰ ক্ষেত্ৰত NaCN নিম্নকাৰী পদাৰ্থ (depressant agent) হিচাপে ব্যৱহাৰ কৰা হয়। ই ZnS ক ফেনৰ সৈতে অহাত বাধা দিয়ে; PbS কহে ফেনৰ লগত আহিব দিয়ে।

অনুসন্ধিৎসু ধুবুনী (Innovative Washerwoman)

যদি এজন ব্যক্তিৰ বিজ্ঞান মানসিকতা আৰু সূক্ষ্ম পৰ্য্যৱেক্ষণ কৰিব পৰা গুণ থাকে তেন্তে তেওঁ অসাধ্য সাধন কৰিব পাৰে। এগৰাকী ধুবুনীৰ এক উদ্ভাৱনাপূৰ্ণ মানসিকতাৰ ফলত এনে এটা পৰিঘটনা উপলব্ধ হৈছিল। ধুবুনী গৰাকীয়ে খনিত কাম কৰা বনুৱা এজনৰ কাপোৰ ধোওঁতে বালি আৰু একেধৰণৰ কিছুমান লেতেৰা দ্ৰব্য কাপোৰ ধোৱা চৰীয়াটোৰ তলিত জমা হোৱা লক্ষ্য কৰিছিল। তেওঁ লগতে লক্ষ্য কৰিছিল খনিৰ পৰা কোট চোলাত লাগি অহা কপাৰযুক্ত কিছুমান যৌগ চাবোনৰ ফেনৰ লগত ওপঙি আছিল। ধুবুনী গৰাকীৰ এগৰাকী গ্ৰাহক আছিল ৰসায়নবিদ মিছেছ কেৰী এভাৰছন (Mrs Carrie Everson)। তেওঁৰ এই অভিজ্ঞতাখিনি এদিন তেওঁ শ্ৰীমতী এভাৰছনৰ আগত বৰ্ণনা কৰিলে। ৰসায়নবিদগৰাকীয়ে এই সমলৰপৰা চিন্তা কৰিলে যে এই ধাৰণাৰ ওপৰত ভিত্তি কৰি শিলাময় আৰু মাটি জাতীয় দ্ৰব্যৰপৰা কপাৰৰ যৌগসমূহ পৃথকীকৰণ কৰিব পৰা যাব। এনে ধৰণে এটা ধাৰণাৰ আৱিষ্কাৰ হৈছিল। সেই সময়ত যিবোৰ আকৰিকত বেছি পৰিমাণে কপাৰ থাকে তেনেবোৰ আকৰিকৰপৰাহে কপাৰ নিষ্কাসন কৰা হৈছিল। ফেন ওপঙন পদ্ধতিৰ আৱিষ্কাৰৰ পাছত কপাৰ আহৰণ কৰাটো আনকি নিম্নমানৰ আকৰিকৰপৰাও সম্ভৱ হৈ পৰিছিল। ফলত পৃথিৱীত কপাৰৰ উৎপাদন যথেষ্ট বৃদ্ধি হয় আৰু কপাৰৰ মূল্যও কম হয়।

6.2.4 নিষ্কালন (Leaching)

কোনো এটা উপযুক্ত দ্ৰাৱকত আকৰিক দ্ৰবীভূত হ'লে সাধাৰণতে নিষ্কালন পদ্ধতি প্ৰয়োগ কৰা হয়। তলত এই পদ্ধতিৰ উদাহৰণ দিয়া হ'ল।

(a) বক্সাইটৰপৰা এলুমিনাৰ নিষ্কালন (Leaching of alumina from bauxite)

এলুমিনিয়ামৰ মুখ্য আকৰিক বক্সাইটত সাধাৰণতে ছিলিকা (SiO_2), আইৰন অক্সাইড আৰু টাইটেনিয়াম অক্সাইড অশুদ্ধি হিচাপে থাকে। চূৰ্ণীকৃত এনে আকৰিক 35-36 bar চাপ আৰু 473-523 K উষ্ণতাত গাঢ় NaOH ৰ লগত উত্তপ্ত কৰা হয়। তেতিয়া Al_2O_3 ৰপৰা দ্ৰাব্য ছ'ডিয়াম এলুমিনেট উৎপন্ন হয়। লগে লগে SiO_2ৰ পৰাও দ্ৰাব্য ছ'ডিয়াম ছিলিকেট উৎপন্ন হয়। এনেদৰে Al_2O_3 দ্ৰৱলৈ আহে আৰু অশুদ্ধিবোৰ অদ্ৰাব্য অৱস্থাত পৃথক হৈ পৰে।

$$Al_2O_3(S) + 2NaOH(aq) + 3H_2O\ (l) \rightarrow 2Na[Al(OH)_4]\ (aq) \qquad (6.1)$$

দ্ৰৱৰ মাজেদি CO_2 গেছ চালিত কৰি দ্ৰৱত থকা এলুমিনেট প্ৰশমিত কৰা হয়। ফলত জলযুক্ত Al_2O_3 অধঃক্ষিপ্ত হয়। বিক্ৰিয়া মিশ্ৰটোত সদ্যপ্ৰস্তুত জলযুক্ত Al_2O_3 যোগ কৰা হয় আৰু ই অধঃক্ষেপনত সহায় কৰে।

$$2Na[Al\ (OH)_4]\ (aq) + CO_2\ (g) \rightarrow Al_2O_3.xH_2O(s) + 2NaHCO_3(aq) \qquad (6.2)$$

ছ'ডিয়াম ছিলিকেট দ্ৰৱীভূত অৱস্থাত থাকে আৰু অধঃক্ষিপ্ত জলযুক্ত এলুমিনা ছেঁকি, শুকুৱাই উত্তপ্ত কৰা হয়। ফলত বিশুদ্ধ Al_2O_3 প্ৰস্তুত হয়।

$$Al_2O_3.xH_2O(s) \xrightarrow{1470\ K} Al_2O_3(s) + xH_2O \qquad (6.3)$$

(b) অন্যান্য উদাহৰণ

ছিলভাৰ আৰু গ'ল্ডৰ ধাতুবিদ্যাত বায়ুৰ পৰিৱেশত NaCN বা KCNৰ লঘু দ্ৰৱৰদ্বাৰা প্ৰতিটো ধাতু নিষ্কালিত (leached) কৰা হয়। তাৰ পাছত দ্ৰবীভূত অৱস্থাত আন ধাতুৰ প্ৰতিষ্ঠাপনৰদ্বাৰা ইপ্সিত ধাতু নিষ্কাসন কৰা হয়।

$$4M\ (s) + 8\ CN^-(aq) + 2H_2O\ (aq) + O_2\ (g) \rightarrow$$
$$4[M(CN)_2]^-(aq) + 4OH^-(aq) \qquad [\ M = Ag \text{ বা } Au] \qquad (6.4)$$

$$2[M(CN)_2]^-\ (aq) + Zn\ (s) \rightarrow [Zn\ (CN)_4]^{2-}\ (aq) + 2M\ (s) \qquad (6.5)$$

পাঠস্থ প্ৰশ্নমালা

6.1 তালিকা 6.1ত উল্লেখ কৰা কোনটো আকৰিক চুম্বকীয় পৃথকীকৰণ পদ্ধতিৰে গাঢ়ীকৰণ কৰিব পাৰি?

6.2 এলুমিনিয়াম নিষ্কাসনত নিষ্কালনৰ তাৎপৰ্য্য কি?

6.3 গাঢ়ীকৃত আকৰিকৰপৰা অশোধিত ধাতুৰ নিষ্কাসন (Extraction of Crude Metal from Concentrated Ore)

গাঢ়ীকৰণ কৰাৰ পিছত আকৰিকটোক এনে এটা অৱস্থালৈ পৰিৱৰ্তিত কৰা হয় যাক বিজাৰিত কৰা সহজ। উদাহৰণ স্বৰূপে, সচৰাচৰ ছালফাইড আকৰিকক প্ৰথমে অক্সাইডলৈ পৰিবৰ্তিত কৰি পাছত বিজাৰিত কৰা হয়। অক্সাইডবোৰ বিজাৰণ কৰা তুলনামূলক হিচাপে সহজ (বক্সত চোৱা)। সেই কাৰণে গাঢ়ীকৃত আকৰিকৰপৰা ধাতু নিষ্কাসন মূলতঃ দুটা মুখ্য ভাগত কৰা হয় —

(a) আকৰিকক অক্সাইডলৈ পৰিৱৰ্তন।

(b) অক্সাইডৰপৰা ধাতুলৈ বিজাৰণ।

(a) অক্সাইডলৈ পৰিৱৰ্তন

(i) **দগ্ধীকৰণ (calcination)** ঃ সীমিত পৰিমাণৰ বায়ুৰ উপস্থিতিত গলনাংকৰ তলত আকৰিকক উত্তপ্ত কৰাটোৱে হ'ল দগ্ধীকৰণ। দগ্ধীকৰণৰ ফলত আকৰিকত থকা উদ্বায়ী দ্ৰব্যসমূহ আঁতৰ হৈ ধাতৱ অক্সাইড উৎপন্ন হয়।

$$Fe_2O_3.xH_2O(s) \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_3(s) + xH_2O(g) \quad (6.6)$$

$$ZnCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} ZnO(s) + CO_2(g) \quad (6.7)$$

$$CaCO_3.MgCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} CaO(s) + MgO(s) + 2\,CO_2(g) \quad (6.8)$$

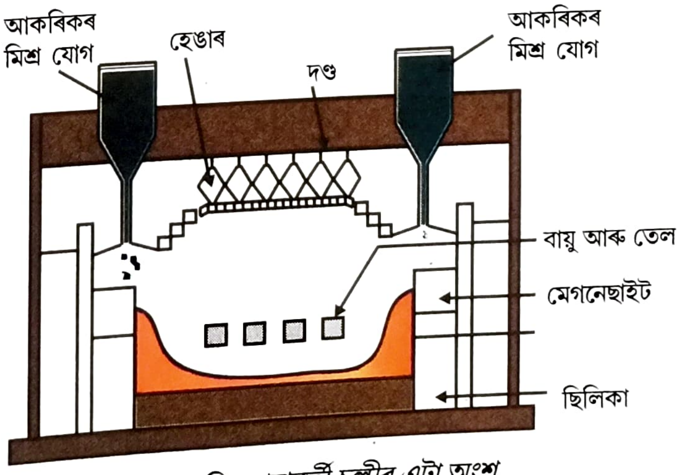
(ii) **তাপজাৰণ (roasting)** ঃ তাপজাৰণ পদ্ধতিত ধাতুটোৰ গলনাংকতকৈ কম উষ্ণতাত এটা চুল্লীত (furnace) নিয়মিত বায়ুপ্ৰবাহৰ উপস্থিতিত উত্তপ্ত কৰা হয়। ছালফাইড আকৰিকৰ ক্ষেত্ৰত সংঘটিত হোৱা কিছুমান বিক্ৰিয়া তলত দিয়া হ'ল —

$$2\,ZnS + 3O_2 \longrightarrow 2\,ZnO + 2\,SO_2 \quad (6.9)$$

$$2\,PbS + 3O_2 \longrightarrow 2\,PbO + 2\,SO_2 \quad (6.10)$$

$$2\,Cu_2S + 3O_2 \longrightarrow 2\,Cu_2O + 2\,SO_2 \quad (6.11)$$

কপাৰৰ ছালফাইড আকৰিক পৰাবৰ্তী চুল্লীত উত্তপ্ত কৰা হয়। আকৰিকত আইৰন থাকিলে উত্তপ্ত কৰাৰ আগেয়ে ইয়াৰ লগত ছিলিকা মিহলাই ল'ব লাগে। তেতিয়া অশুদ্ধি আইৰন অক্সাইডখিনিয়ে আইৰন ছিলিকেট উৎপন্ন কৰে আৰু ইয়াক ধাতুমল (slags) হিচাপে আঁতৰোৱা হয়। লগে লগে কপাৰ মেটি (copper matte) উৎপন্ন হয়। কপাৰ মেটি হ'ল Cu_2S আৰু FeS ৰ মিশ্ৰ।



চিত্ৰ 6.3 : আধুনিক পৰাবৰ্তী চুল্লীৰ এটা অংশ

$$FeO + SiO_2 \longrightarrow \underset{\text{ধাতুমল}}{FeSiO_3} \quad (6.12)$$

উপৰিউক্ত বিক্ৰিয়াত উৎপন্ন হোৱা SO_2 গেছ H_2SO_4 এছিডৰ পণ্য উৎপাদনত ব্যৱহৃত হয়।

(b) অক্সাইডৰ ধাতুলৈ বিজাৰণ

ধাতুৰ অক্সাইডক সচৰাচৰ আন কিছুমান বিজাৰক দ্ৰব্যৰ (C বা CO বা আন ধাতু) লগত মিহলাই উত্তপ্ত কৰি বিজাৰিত কৰা হয়।

বিজাৰক দ্ৰব্যই (উদাহৰণ হিচাপে, কাৰ্বন) ধাতুৰ অক্সাইডৰ অক্সিজেনৰ লগত যোজিত হয় আৰু ধাতুটো মুক্ত কৰে।

$$M_xO_y + y\,C \longrightarrow x\,M + y\,CO \quad (6.13)$$

কিছুমান ধাতৰ অক্সাইড সহজে বিজাৰিত হয়; আনহাতে কিছুমান ধাতৰ অক্সাইডক বিজাৰিত কৰাটো অত্যন্ত কঠিন (বিজাৰণ হ'ল ইলেকট্ৰনৰ প্ৰাপ্তি)। উভয় ক্ষেত্ৰতে তাপ প্ৰয়োগ কৰিব লাগিব। তাপীয় বিজাৰণৰ বাবে প্ৰয়োজনীয় উষ্ণতাৰ বিভিন্নতা আৰু কোনো এটা ধাতৰ অক্সাইডৰ (M_xO_y) বাবে কোনটো মৌল বিজাৰক পদাৰ্থ হিচাপে নিৰ্বাচন কৰা উচিত হ'ব সেয়া গীবছৰ শক্তিৰ ধাৰণাৰে জানিব পাৰি।

6.4 ধাতুবিদ্যাত তাপগতিবিজ্ঞান সম্বন্ধীয় নীতি (Thermodynamics principles of metallurgy)

ধাতুবিদ্যাত বিভিন্ন পৰিবৰ্তনৰ ব্যাখ্যা কৰিবলৈ তাপগতিবিজ্ঞানৰ কিছুমান মৌলিক ধাৰণাৰ প্ৰয়োজন। এই ক্ষেত্ৰত গীবছৰ শক্তি অতি গুৰুত্বপূৰ্ণ ৰাশি। নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত এটা পদ্ধতিৰ গীবছৰ শক্তিৰ পৰিবৰ্তন (ΔG) তলত দিয়া সম্বন্ধটোৰপৰা পাব পাৰি—

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (6.14)$$

ইয়াত ΔH আৰু ΔS হ'ল ক্ৰমে পদ্ধতিটোত হোৱা এনথালপিৰ পৰিবৰ্তন আৰু এনট্ৰপিৰ পৰিবৰ্তন। যি কোনো বিক্ৰিয়াৰ বাবে গীবছ শক্তি পৰিবৰ্তন তলত দিয়া সমীকৰণটোৰ পৰাও পাব পাৰি—

$$\Delta G^{\ominus} = -RT \ln K \quad (6.15)$$

ইয়াত, T উষ্ণতাত K হ'ল বিক্ৰিয়াৰ সাম্য ধ্ৰুৱক। সমীকৰণ 6.15 ৰপৰা দেখা যায় যে, $\Delta G^{\ominus}$ ৰ ঋণাত্মক মানে K ৰ ধনাত্মক মান বুজায়। বিক্ৰিয়াটোত স্বতঃস্ফূৰ্তভাৱে বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থ উৎপন্ন হ'লেহে ΔG ৰ মান ঋণাত্মক হয়।

* ধাতুবিদ্যাত অশুদ্ধিৰ লগত সংযোগক (flux) যোগ কৰি ধাতুমল পোৱা যায়। আকৰিকৰপৰা ধাতুমল অশুদ্ধিৰ তুলনাত অতি সহজে পৃথক হৈ পৰে।

এনেবোৰ তথ্যৰপৰা আমি তলত দিয়া সিদ্ধান্তত উপনীত হ'ব পাৰোঁ —

1. বিক্ৰিয়াটো স্বতঃস্ফূৰ্তভাৱে সংঘটিত হ'লেহে ΔGৰ মান ঋণাত্মক হ'ব। ΔS ৰ মান ধনাত্মক হ'লে, উষ্ণতা (T) বৃদ্ধিৰ লগে লগে $T\Delta S$ ৰ মান বাঢ়ে। এনেদৰে যেতিয়া ΔH ৰ মান $T\Delta S$ তকৈ কম হয় $(\Delta H < T\Delta S)$; তেতিয়া ΔG ৰ মান ঋণাত্মক হ'ব।
2. যদি এটা তন্ত্রত দুটা বিক্ৰিয়াৰ বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থ একেলগে ৰখা হয়, আৰু যদি দুয়োটা সম্ভৱপৰ বিক্ৰিয়াৰ মুঠ ΔGৰ মান ঋণাত্মক হয়, সামগ্রিকভাৱে বিক্ৰিয়াটো সংঘটিত হ'ব। এনে ক্ষেত্ৰত বিক্ৰিয়া দুটাৰ এটাক আনটোৰ সৈতে সংলগ্ন কৰি ব্যাখ্যা আগবঢ়োৱা হয়। তাৰ বাবে বিক্ৰিয়া দুটাৰ ΔG ৰ মান যোগ কৰি সামগ্রিক গীবছ শক্তি পৰিবৰ্তনৰ মান আৰু চিহ্ন (ধনাত্মক নে ঋণাত্মক) ঠাৱৰ কৰিব বিচৰা হয়। বিক্ৰিয়াৰ এনে সংলগ্নকৰণ (coupling) অক্সাইড যৌগৰ সংগঠনৰ গীৱছ শক্তিৰ পৰিবৰ্তনৰ $(\Delta G^{\ominus})$ বিপৰীতে উষ্ণতাৰ (T) মানৰ লেখ অংকন কৰি ব্যাখ্যা কৰিব পাৰি।

এলিংঘাম চিত্ৰ (Ellingham diagram)

এইচ্ জে টি এলিংঘামে (H.J.T. Ellingham) পোন প্রথমে গীৱছৰ শক্তিৰ লেখ চিত্ৰ ব্যৱহাৰ কৰিছিল (চিত্ৰ 6.4 চোৱা)। এই চিত্ৰৰপৰা অক্সাইডৰ বিজাৰণৰ ক্ষেত্ৰত বিজাৰকৰ নিৰ্বাচন সম্বন্ধে এটা সুস্থিৰ নীতি জানিব পাৰি। এনে চিত্ৰই আকৰিকৰ তাপীয় বিজাৰণ সম্ভৱ হ'ব নে নহয় সেয়া জনাত সহায় কৰে। বিক্ৰিয়াটো সম্ভৱ হোৱাৰ মূল চৰ্ত হ'ল, এক নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত গীৱছৰ শক্তিৰ পৰিৱৰ্তন ঋণাত্মক হ'ব লাগিব।

(a) এটা মৌলৰ অক্সাইড গঠনৰ বাবে বিক্ৰিয়াটোৰ $\Delta_f G^0$ ৰ বিপৰীতে T ৰ লেখ চিত্ৰই হ'ল এলিংঘাম চিত্ৰ। তলত এটা উদাহৰণ দিয়া হ'ল —

$$2x\ M(s) + O_2(g) \longrightarrow 2\ M_xO(s)$$

এই বিক্ৰিয়াটোত গেছীয় বিক্ৰিয়কৰ পৰিমাণ (অৰ্থাৎ আণৱিক যাদৃচ্ছিকতা, randomness) বাওঁফালৰ তুলনাত সোঁফাললৈ কমিছে; কিয়নো বিক্ৰিয়াটোত O_2 গেছ নাইকিয়া হৈছে। ফলত ΔS ৰ মান ঋণাত্মক হ'ব। ফলত সমীকৰণ 6.14 ত থকা $T\Delta S$ ৰাশিটোৰ চিহ্ন সলনি হৈ (ধনাত্মক) হ'ব। ফলস্বৰূপে উষ্ণতা বৃদ্ধি হ'লেও ΔG ৰ মান বাঢ়িব। (সাধাৰণতে উষ্ণতা বৃদ্ধিৰ লগে লগে ΔGৰ মান কমে)। ফলত বেছিভাগ ক্ষেত্ৰতে $M_xO(s)$ গঠন বিক্ৰিয়াত লেখবোৰৰ ধনাত্মক প্ৰৱনতা দেখা যায়।

(b) প্ৰাৱস্থাৰ পৰিৱৰ্তন (কঠিন $\rightarrow$ জুলীয়া, বা, জুলীয়া $\longrightarrow$ গেছ) ন'হলে প্ৰতিডাল লেখ এডাল সৰল ৰেখা হয়।

নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত এনে প্ৰাৱস্থাৰ পৰিৱৰ্তন সেই উষ্ণতাত লেখডালৰ প্ৰৱণতাৰ ধনাত্মক বৃদ্ধিয়ে নিৰ্দেশ কৰে। উদাহৰণ হিচাপে, Zn, ZnO লেখ চিত্ৰত লেখডালৰ হঠাৎ পৰিৱৰ্তনে যৌগটোৰ গলনাংক সূচায়।

DAILY ASSAM

(c) লেখডালত এনে এটা বিন্দু আছে যাৰ তলত ΔG ৰ মান ঋণাত্মক (গতিকে M_xO সুস্থিৰ)। এই বিন্দুৰ ওপৰত M_xO নিজে নিজে অপঘটিত হয়।

(d) এলিংঘাম চিত্ৰত কিছুমান সাধাৰণ (common) ধাতুৰ জাৰণ বিক্ৰিয়াৰ $\Delta G^\ominus$ৰ মান (তেনেদৰে জাৰিত পদাৰ্থটোৰ বিজাৰণ বিক্ৰিয়াৰ) আৰু কিছুমান বিজাৰক দ্ৰব্যৰ $\Delta G^\ominus$ৰ মান দিয়া হৈছে। বিভিন্ন উষ্ণতাত অক্সাইড গঠনৰ বাবে $\Delta_f G^\ominus$ ৰ মানো দিয়া হৈছে।

(e) ছালফাইড আৰু হেলাইড লৱণৰ ক্ষেত্ৰত একেধৰণৰ লেখ অংকন কৰা হৈছে। ইয়াৰপৰা স্পষ্টকৈ বুজা যায় যে M_xS ৰ বিজাৰণ প্ৰক্ৰিয়া অতি কঠিন। এইক্ষেত্ৰত M_xS ৰ $\Delta_f G^\ominus$ ৰ লগত বিজাৰকৰ জাৰণ বিক্ৰিয়াটোৰ $\Delta G^\ominus$যোগ কৰিলেও যোগফল ঋণাত্মক নহয়।

এলিংঘাম চিত্ৰৰ সীমাবদ্ধতা (Limitation of Ellingham Diagram)

1. লেখডালে বিক্ৰিয়াটো সম্ভৱ হয় নে নহয় অকল সেয়াহে নিৰ্দেশ কৰে; অৰ্থাৎ ই বিজাৰক দ্ৰব্য এটাৰদ্বাৰা অক্সাইড যৌগটো বিজাৰিত হোৱাৰ প্ৰৱণতা বুজায়। এইটো তাপগতিবিজ্ঞানৰ ধাৰণাৰ ভিত্তিতহে সম্ভৱ। ই বিজাৰণ বিক্ৰিয়া এটা কিমান বেগত সম্পন্ন হ'ব সেয়া নুবুজায়।
2. $\Delta G^\ominus$ৰ ব্যাখ্যা মূলতঃ K ৰ মানৰ ভিত্তিত কৰা হয় ($\Delta G^0 = -RT \ln K$)। ইয়াৰপৰা এইটো অনুমান কৰা হয় যে বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থ সাম্যাৱস্থাত আছে।

$$M_xO + A\ (\text{বিজাৰক}) \rightleftharpoons xM + AO\ (\text{জাৰক})$$

বিক্ৰিয়ক আৰু বিক্ৰিয়াজাত পদাৰ্থ কঠিন অৱস্থাত থাকিলে এইটো সদায় নঘটে। [যি নহওক, গোটেইবোৰ পদাৰ্থ কঠিন অৱস্থাত থাকিলে বিক্ৰিয়াৰ গতিবেগ অতি লেহেম হোৱাৰ কাৰণ ইয়াৰ সহায়ত ব্যাখ্যা কৰিব পাৰি। গলিত অৱস্থাত থকা আকৰিকৰ ক্ষেত্ৰত বিক্ৰিয়া সম্পন্ন হোৱাত সুবিধা হয়। এইটো মন কৰিবলগীয়া কথা যে উষ্ণতাৰ পৰিৱৰ্তন ঘটালেও যি কোনো ৰাসায়নিক বিক্ৰিয়াৰ ΔH (এনথালপি পৰিৱৰ্তন) আৰু ΔSৰ (এনট্ৰপিৰ পৰিৱৰ্তন) মান প্ৰায় স্থিৰ থাকে। সেয়েহে সমীকৰণ 6.14 ত থকা একমাত্ৰ নিয়ন্ত্ৰক ৰাশি হ'ল T। আমি জানো, যৌগ এটাৰ ভৌতিক অৱস্থাৰ ওপৰত ΔS ৰ মান নিৰ্ভৰশীল। যিহেতু তন্ত্ৰ এটাৰ এনট্ৰপি তন্ত্ৰটোৰ বিশৃংখলতা বা যাদৃচ্ছিকতাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰশীল, সেয়েহে তন্ত্ৰটোত থকা দ্ৰব্য গলিলে (কঠিন অৱস্থাৰ পৰা জুলীয়া অৱস্থালৈ পৰিবৰ্তিত হ'লে) বা উতলিলে (জুলীয়া অৱস্থাৰপৰা ভাপলৈ পৰিবৰ্তন হ'লে) তন্ত্ৰটোৰ এনট্ৰপি বাঢ়ে।]

ধাতৰ অক্সাইড বিজাৰিত কৰিলে বিজাৰক দ্ৰব্যটোৱে নিজৰ অক্সাইড গঠন কৰে। বিজাৰকৰ এই জাৰণ বিক্ৰিয়াত $\Delta G^\ominus$ ৰ মান যথেষ্ট বেছি ঋণাত্মক হ'লেহে দুয়োটা বিক্ৰিয়াৰ (বিজাৰক দ্ৰব্যৰ জাৰণ আৰু ধাতৰ অক্সাইডৰ বিজাৰণ) ΔG^0 ৰ মানৰ যোগফল ঋণাত্মক হ'ব পাৰে। বিজাৰক পদাৰ্থটোৰ ভূমিকা সেইখিনিতেই।

আমি জানো, বিজাৰণৰ ফলত ধাতুৰ অক্সাইডৰ অপঘটন ঘটে—

$$M_xO(s) \longrightarrow xM\ (s\ \text{বা}\ l) + \frac{1}{2}O_2\ (g) \qquad (6.16)$$

বিজাৰক দ্ৰব্যটোৱে অক্সিজেনখিনি লৈ লয়। সমীকৰণ 6.16 ক ধাতুটোৰ জাৰণৰ বিপৰীত প্ৰক্ৰিয়া বুলিও গণ্য কৰিব পাৰি—

$$xM\,(s \text{ বা } l) + \frac{1}{2}O_2\,(g) \longrightarrow M_xO(s) \qquad [\Delta G^0_{(M,\,M_xO)}] \qquad (6.17)$$

সমীকৰণ 6.16ত দেখুওৱা ধৰণে বিজাৰণ বিক্ৰিয়া সম্পন্ন হ'লে বিজাৰক দ্ৰব্যৰ (C বা CO) তলত দিয়া ধৰণে জাৰণ ঘটে –

$$C(s) + \frac{1}{2}O_2\,(g) \longrightarrow CO\,(g) \qquad [\Delta G_{(C,\,CO)}] \qquad (6.18)$$

$$CO(g) + \frac{1}{2}O_2\,(g) \longrightarrow CO_2\,(g) \qquad [\Delta G_{(CO,\,CO_2)}] \qquad (6.19)$$

কাৰ্বনৰ ক্ষেত্ৰত ইয়াৰ সম্পূৰ্ণ জাৰণৰ ফলত CO_2 উৎপন্ন হয় –

$$\frac{1}{2}C\,(s) + \frac{1}{2}O_2\,(g) \longrightarrow \frac{1}{2}CO_2\,(g) \qquad [\frac{1}{2}\Delta G_{(C,\,CO_2)}] \qquad (6.20)$$

সমীকৰণ 6.18, 6.19 আৰু 6.20 প্ৰতিটোৰেপৰা সমীকৰণ 6.17 বিয়োগ কৰি তলত দিয়া সমীকৰণবোৰ পাব পাৰি।

$$M_xO(s) + C\,(s) \longrightarrow xM\,(s \text{ বা } l) + CO\,(g) \qquad (6.21)$$

$$M_xO(s) + CO\,(g) \longrightarrow xM\,(s \text{ বা } l) + \frac{1}{2}CO_2\,(g) \qquad (6.22)$$

$$M_xO(s) + \frac{1}{2}C\,(s) \longrightarrow xM\,(s \text{ বা } l) + \frac{1}{2}CO_2\,(g) \qquad (6.23)$$

ওপৰত উল্লেখ কৰা বিক্ৰিয়াসমূহে ধাতৰ অক্সাইডৰ (M_xO) প্ৰকৃত বিজাৰণৰ ব্যাখ্যা দিয়ে। সাধাৰণতে, এই বিক্ৰিয়াবোৰৰ $\Delta_r G^\ominus$ ৰ মান অনুৰূপ $\Delta_f G^\ominus$ ৰ মানৰ একেধৰণৰ বিয়োগৰদ্বাৰা পাব পাৰি।

দেখা গৈছে, উত্তপ্ত কৰাৰ ফলত (উষ্ণতা বৃদ্ধি) $\Delta_r G^\ominus$ ৰ ঋণাত্মক মান বৃদ্ধি হয়। সেয়েহে উষ্ণতা এনেদৰে বাছি লোৱা হয় যাতে দুয়োটা জাৰণ-বিজাৰণ যুগ্ম পদ্ধতিৰ $\Delta_r G^\ominus$ ৰ যোগফলৰ মান ঋণাত্মক হয়। $\Delta_r G^\ominus$ ৰ বিপৰীতে T ৰ লেখ অংকন কৰিলে দুডাল লেখে পৰস্পৰে কটাকটি কৰা দেখা যায় (M_xO ৰ লেখ আৰু বিজাৰক দ্ৰব্যৰ জাৰণৰ লেখ)। এই ছেদ বিন্দুৰ পিছত $\Delta_r G^\ominus$ ৰ মান দুয়োটা পদ্ধতিৰ বাবে অধিক ঋণাত্মক হৈ পৰে। এই বিন্দুৰ পাছৰ দুটা M_xO ৰ মানৰ পাৰ্থক্যই ওপৰৰ শাৰীত থকা অক্সাইড যৌগৰ বিজাৰণ তলৰ শাৰীত থকা মৌলৰ বিজাৰণৰদ্বাৰা সম্ভৱ হয় নে নহয় তাকে সূচায়। এনে পাৰ্থক্য অধিক হ'লে বিজাৰণ সহজ হৈ পৰে।

উদাহৰণ 6.1 কি অৱস্থাত Mg এ এলুমিনাক বিজাৰিত কৰিব পাৰে লিখা।

সমাধান সমীকৰণ দুটা হ'ল,

(a) $\frac{4}{3}Al + O_2 \longrightarrow \frac{2}{3}Al_2O_3$

(b) $2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$

Al_2O_3 আৰু MgO লেখৰ সংযোগ বিন্দুত (6.4 চিত্ৰত A চিহ্নিত কৰা হৈছে), বিক্ৰিয়াটোৰ বাবে $\Delta G^\ominus$ ৰ মান শূন্য হয়।

$$\frac{2}{3}Al_2O_3 + 2Mg \longrightarrow 2Mg + \frac{4}{3}Al$$

এই বিন্দুৰ তলৰ উষ্ণতাত Mg এ এলুমিনাক বিজাৰিত কৰিব পাৰে।

উদাহৰণ 6.2 যদিও তাপগতিবিজ্ঞানৰ মতে সম্ভৱ, ধাতুবিদ্যাত এলুমিনাৰ বিজাৰণত মেগনেছিয়াম ধাতু দৰাচলতে ব্যৱহাৰ কৰা নহয় কিয়?

সমাধান Al_2O_3 আৰু MgO লেখৰ সংযোগ বিন্দুৰ তলৰ উষ্ণতাতহে Mg এ এলুমিনা বিজাৰণ কৰিব পাৰে। কিন্তু পদ্ধতিটো মিতব্যয়ী নহয়।

উদাহৰণ 6.3 বিজাৰণ উষ্ণতাত ধাতু এটা জুলীয়া অৱস্থাত উৎপন্ন হ'লে সেই ধাতুটোৰ অক্সাইডৰ বিজাৰণ কিয় সহজ হয়?

সমাধান ধাতু এটা কঠিন অৱস্থাত থাকিলে এনট্ৰপিৰ মান কমে আৰু জুলীয়া অৱস্থাত থাকিলে সেই মান বাঢ়ে। জুলীয়া অৱস্থাত ধাতু এটা উৎপন্ন হ'লে আৰু ধাতৰ অক্সাইডটো কঠিন অৱস্থাত বিজাৰিত হ'লে বিজাৰণ পদ্ধতিটোৰ এনট্ৰপিৰ পৰিৱৰ্তনৰ (ΔS) মান ধনাত্মক দিশৰ ফালে বাঢ়ে। ফলত $\Delta G^{\ominus}$ ৰ মান ঋণাত্মক দিশৰ ফালে বাঢ়ে আৰু বিজাৰণ অধিক সহজতে সম্পন্ন হয়।

6.4.1 প্ৰয়োগ (Applications)

(a) অক্সাইডৰপৰা আইৰন নিষ্কাসন

প্ৰথমে আইৰনৰ অক্সাইড আকৰিক তাপজাৰণ / দগ্ধীকৰণ (পানী আঁতৰাবলৈ, কাৰ্বনেটৰ অপঘটন কৰিবলৈ আৰু ছালফেট জাৰিত কৰিবলৈ ব্যৱহাৰ কৰা পদ্ধতি) পদ্ধতিৰে গাঢ়ীকৰণ কৰা হয়। পিচত গাঢ়ীকৃত আকৰিকৰ লগত চুণশিল আৰু ক'ক মিহলাই এটা মাৰুৎ চুল্লীত ওপৰৰপৰা সুমুৱাই দিয়া হয়। এনে কৰিলে অক্সাইড যৌগটো ধাতুলৈ বিজাৰিত হয়। ক'কে অক্সাইড যৌগক কেনেকৈ বিজাৰিত কৰে আৰু মাৰুৎ চুল্লী কিয় নিৰ্বাচিত কৰা হয়, এই তথ্যবোৰ তাপগতিবিজ্ঞানৰপৰা ব্যাখ্যা কৰিব পাৰি। এই পদ্ধতিটোৰ মুখ্য বিজাৰণ পৰ্যায়বোৰৰ এটা হ'ল,

$$FeO(s) + C(s) \longrightarrow Fe\ (s\ বা\ l) + CO\ (g) \qquad (6.24)$$

এই বিক্ৰিয়াটোক দুটা সৰল বিক্ৰিয়াৰ সমষ্টি বুলি বিবেচনা কৰিব পাৰি। এটা বিক্ৰিয়াত FeO ৰ বিজাৰণ ঘটে আৰু আনটোত C জাৰিত হৈ CO_2 উৎপন্ন হয়।

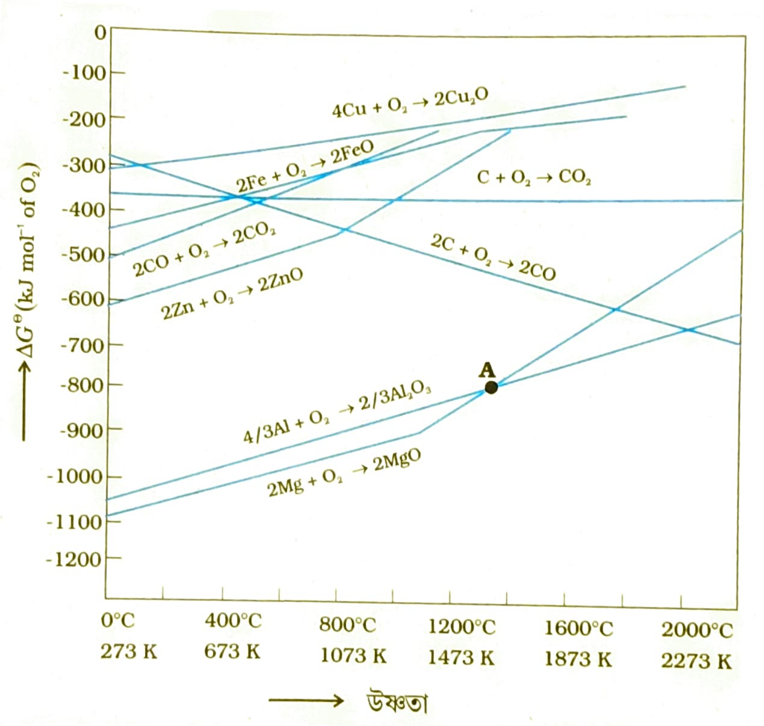
$$FeO(s) \longrightarrow Fe\ (s) + \frac{1}{2}O_2\ (g) \qquad [\Delta G_{(FeO,\ Fe)}] \qquad (6.25)$$

$$C(s) + \frac{1}{2}O_2\ (g) \longrightarrow CO\ (g) \qquad [\Delta G_{(C,\ CO)}] \qquad (6.26)$$

যেতিয়া দুয়োটা বিক্ৰিয়া সংঘটিত হৈ সমীকৰণ 6.23 পোৱা যায় তেতিয়া মুঠ গীবছৰ শক্তিৰ পৰিৱৰ্তন তলত দিয়া ধৰণে ঘটে।

$$\Delta G_{(C,\ CO)} + \Delta G_{(FeO,\ Fe)} = \Delta_r G \qquad (6.27)$$

প্ৰকৃততে, সমীকৰণ 6.27ত থকা $\Delta_r G$ ৰ মান ঋণাত্মক হ'লে লব্ধ বিক্ৰিয়াটো স্বতঃস্ফূৰ্তভাৱে ঘটে। সমীকৰণ 6.25 ত দেখুওৱা বিক্ৰিয়াটোৰ ক্ষেত্ৰত $\Delta G^{\ominus}$ ৰ বিপৰীতে অকা T ৰ লেখডাল ওপৰমুৰা হয়; অৰ্থাৎ উষ্ণতা বাঢ়িলে $\Delta G^{\ominus}$ ৰ মানো বাঢ়ে। আনহাতে কাৰ্বনৰপৰা COলৈ হোৱা পৰিৱৰ্তনৰ ক্ষেত্ৰত এনে লেখ তলমুৰা হয়। প্ৰায় 1073 K উষ্ণতাৰ ওপৰত C-CO পৰিৱৰ্তনৰ লেখডাল Fe-FeO পৰিবৰ্তনৰ লেখৰ তললৈ আছে $[\Delta G_{(C, CO)}] < [\Delta G_{(FeO, Fe)}]$। গতিকে উষ্ণতাৰ এই পৰিসৰত ক'কে FeOক বিজাৰিত কৰে আৰু নিজে COলৈ জাৰিত হয়। একেধৰণে CO ৰদ্বাৰা তুলনামূলকভাৱে কম উষ্ণতাত Fe_3O_4 আৰু Fe_2O_3ৰ বিজাৰণ ব্যাখ্যা কৰিব পাৰি (চিত্ৰ 6.4)।



চিত্ৰ 6.4 : কিছুমান অক্সাইডৰ গঠনৰ গীৱছৰ শক্তি ΔG^0 ৰ বিপৰীতে উষ্ণতাৰ (T) লেখ চিত্ৰ (নক্সা চিত্ৰ)

উষ্ণতাৰ বিভিন্ন পৰিসৰত মাৰুৎ চুল্লীত আইৰন অক্সাইডৰ বিজাৰণ ঘটে। চুল্লীৰ তলৰপৰা উত্তপ্ত বায়ু চালিত কৰা হয় আৰু ক'ক দাহিত হোৱাৰ ফলত নিম্ন অঞ্চলৰ উষ্ণতা প্ৰায় 2200 K হয়। ক'কৰ দহনৰ ফলত উৎপন্ন হোৱা তাপ এই পদ্ধতিত ব্যৱহৃত হয়। CO আৰু উৎপন্ন হোৱা তাপ চুল্লীৰ ওপৰৰ ফাললৈ যায়। ওপৰৰ অঞ্চলত উষ্ণতা কম আৰু ওপৰৰপৰা পতিত আইৰন অক্সাইড (Fe_2O_3 আৰু Fe_3O_4) পৰ্যায়ক্ৰমে বিজাৰিত হৈ FeO উৎপন্ন হয়। নিম্ন উষ্ণতাৰ অঞ্চলত ঘটা বিজাৰণ বিক্ৰিয়া আৰু উচ্চ উষ্ণতাত ঘটা বিজাৰণ বিক্ৰিয়া $\Delta G^{\ominus}$ৰ বিপৰীতে T ৰ লেখচিত্ৰৰ অনুৰূপ সংযোগ বিন্দুৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। এই বিক্ৰিয়াবোৰ তলত দেখুওৱা ধৰণে ঘটে।

500 – 800 K উষ্ণতাত (নিম্ন উষ্ণতা)

$$3\ Fe_2O_3 + CO \longrightarrow 2\ Fe_3O_4 + CO_2 \qquad (6.28)$$

$$Fe_3O_4 + 4\ CO \longrightarrow 3\ Fe + 4\ CO_2 \qquad (6.29)$$

$$Fe_2O_3 + CO \longrightarrow 2\ FeO + CO_2 \qquad (6.30)$$

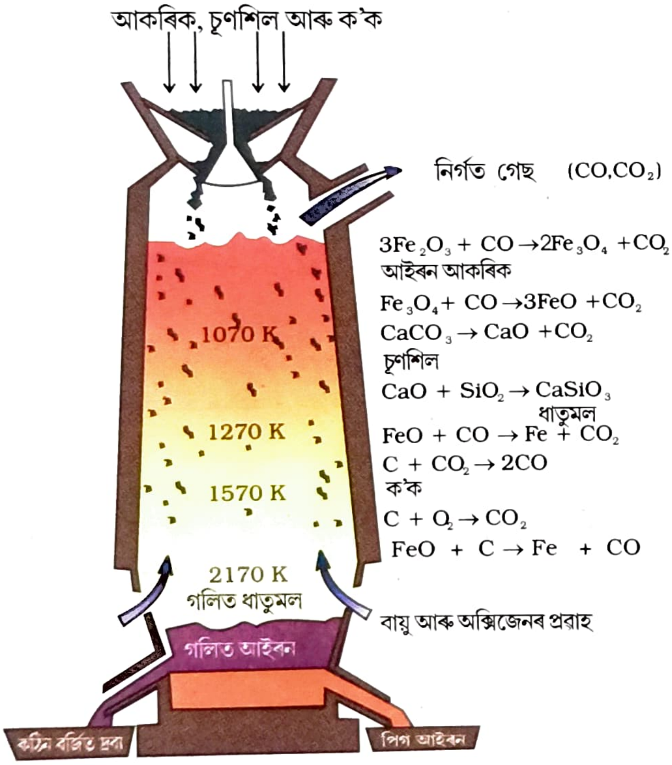
900 – 1500 K উষ্ণতাত (নিম্ন উষ্ণতা)

$$C + CO_2 \longrightarrow 2\ CO \qquad (6.31)$$

$$FeO + CO \longrightarrow Fe + 2\ CO_2 \qquad (6.32)$$

চুণশিলো CaO লৈ বিয়োজিত হয়। এই CaO এ আকৰিকত থকা ছিলিকেটক ধাতুমল হিচাপে পৃথক কৰে। এই ধাতুমল গলিত অৱস্থাত আইৰনৰপৰা পৃথক হৈ পৰে।

মাৰুৎ চুল্লীৰপৰা পোৱা আইৰনত প্ৰায় শতকৰা 4 ভাগ কাৰ্বন থকাৰ উপৰিও আন বহুতো অশুদ্ধি (S, Si, P, Mn) কম পৰিমাণে থাকে। ইয়াকে **পিগ আইৰন** (pig iron) বোলে। বিভিন্ন আকাৰত ইয়াক প্ৰস্তুত কৰা হয়। ঢলা আইৰন বা **কাষ্ট আইৰন** (cast iron) পিগ আইৰনতকৈ বেলেগ। পিগ আইৰন আৰু পেলনীয়া টুকুৰা আইৰন ক'কৰ লগত মিহলাই তাৰ মাজেদি উত্তপ্ত বায়ুপ্ৰবাহ চালিত কৰি কাষ্ট আইৰন প্ৰস্তুত কৰা হয়। ইয়াত থকা কাৰ্বনৰ পৰিমাণ কম (প্ৰায় 3%)। এইবিধ আইৰন অত্যন্ত কঠিন আৰু ঠুনুকা (brittle)।



চিত্ৰ 6.5 : মাৰুৎ চুল্লী

পুনঃ বিজাৰণ

পিটা আইৰন বা ঘাটসহনীয় আইৰন (wroght iron) হ'ল বাণিজ্যিক আইৰনৰ আটাইতকৈ বিশুদ্ধ ৰূপ। হেমেটাইটৰ প্ৰলেপ দিয়া পৰাবৰ্ত চুল্লীত কাষ্ট আইৰনৰ অশুদ্ধি জাৰিত কৰি এইবিধ আইৰন প্ৰস্তুত কৰা হয়। হেমেটাইটে কাৰ্বনক জাৰিত কৰি কাৰ্বন মনক্সাইড উৎপন্ন কৰে।

$$Fe_2O_3 + 3\ C \longrightarrow 2\ Fe + 3\ CO \qquad (6.33)$$

এই পদ্ধতিত চুণশিল সংহাৰক (flux) হিচাপে প্ৰয়োগ কৰা হয়। ছালফাৰ, ছিলিকন আৰু ফছফৰাছ আদি অশুদ্ধি জাৰিত হৈ ধাতুমলৰ লগ লাগে। ৰোলাৰৰ (rollers) মাজেদি যাবলৈ দি ধাতুমলৰপৰা ধাতুটো পৃথক কৰা হয়।

(b) কিউপ্ৰাছ অক্সাইডৰ (কপাৰ(I) অক্সাইড) পৰা কপাৰ নিষ্কাসন

Cu_2O অক্সাইড গঠনৰ লেখত (চিত্ৰ 6.4) $\Delta_r G^\ominus$ ৰ বিপৰীতে T ৰ ৰেখাডাল একেবাৰে ওপৰত আছে। (বিশেষকৈ 500 - 600 K উষ্ণতাৰ ওপৰত C, CO আৰু C, CO_2

লেখদুডাল Cu_2O গঠনৰ লেখৰ বহুত তলত আছে)। গতিকে কপাৰৰ অক্সাইড আকৰিকক ক'কৰ লগত উত্তপ্ত কৰি ধাতুটো সহজে পাব পাৰি। কপাৰৰ বেছিভাগ আকৰিকেই হ'ল ছালফাৰ আকৰিক; কিছুমানহে আইৰন থকা আকৰিক। ছালফাইড আকৰিকৰ তাপজাৰণ বা বিগলনৰদ্বাৰা ধাতুটোৰ অক্সাইড পাব পাৰি।

$$2\,Cu_2S + 3\,O_2 \longrightarrow 2\,Cu_2O + 2\,SO_2 \quad (6.34)$$

ক'কৰ উপস্থিতিত অক্সাইড আকৰিকৰ বিজাৰণৰদ্বাৰা ধাতব কপাৰ পাব পাৰি।

$$Cu_2S + C \longrightarrow 2\,Cu + CO \quad (6.35)$$

এই পদ্ধতিত আকৰিক আৰু ছিলিকাৰ মিশ্ৰ পৰাবৰ্ত চুল্লীত (reverberatory furnace) উত্তপ্ত কৰা হয়। চুল্লীৰ ভিতৰত আইৰন অক্সাইডখিনি আইৰন ছিলিকেট (ধাতুমল) হিচাপে পৃথক হয় আৰু কপাৰ মেটি (copper matte) প্ৰস্তুত হয়। কপাৰ মেটিত Cu_2S আৰু FeS থাকে।

$$FeO + SiO_2 \longrightarrow \underset{\text{ধাতুমল}}{FeSiO_3} \quad (6.36)$$

উৎপন্ন হোৱা কপাৰ মেটি ছিলিকাৰদ্বাৰা প্ৰলেপ দিয়া পৰিবৰ্তকত ভৰোৱা হয়। বাহিৰৰপৰা কিছু পৰিমাণে ছিলিকা যোগ কৰি গৰম বায়ুপ্ৰবাহ চালিত কৰা হয়। ফলত পৰিবৰ্তকৰ মিশ্ৰত বাকী থকা FeS ৰ পৰিৱৰ্তন ঘটি FeO উৎপন্ন হয়। লগে লগে Cu_2S আৰু Cu_2O ধাতৱ কপাৰলৈ পৰিৱৰ্তিত হয়। পদ্ধতিটোত তলত দিয়া বিক্ৰিয়াবোৰ সংঘটিত হয়।

$$2\,FeS + 3O_2 \longrightarrow 2\,FeO + 2\,SO_2 \quad (6.37)$$

$$FeO + SiO_2 \longrightarrow FeSiO_3 \quad (6.38)$$

$$2Cu_2S + 3O_2 \longrightarrow 2\,Cu_2O + 2\,SO_2 \quad (6.39)$$

$$2Cu_2O + Cu_2S \longrightarrow 6\,Cu + SO_2 \quad (6.40)$$

বিক্ৰিয়াৰ ফলত উৎপন্ন হোৱা SO_2 গলিত কপাৰৰ মাজেৰে নিৰ্গত হোৱা বাবে ধাতুৰ কঠিন অৱস্থাপ্ৰাপ্ত কপাৰৰ পৃষ্ঠভাগ ক্ষত-বিক্ষত হয়। ইয়াক **বিক্ষত কপাৰ** (blister copper) বোলে।

(c) জিংক অক্সাইডৰপৰা জিংক নিষ্কাসন

ক'কৰদ্বাৰা জিংক অক্সাইডৰ বিজাৰণ ঘটোৱা হয়। কপাৰ নিষ্কাসনৰ ক্ষেত্ৰত প্ৰয়োজনীয় উষ্ণতাৰ তুলনাত ZnO ৰ বিজাৰণৰ বাবে অধিক উষ্ণতাৰ প্ৰয়োজন হয়। অক্সাইডবোৰ ক'ক আৰু বালিৰে মিহলাই ইটাৰ আকৃতিত প্ৰস্তুত কৰি লৈ উত্তপ্ত কৰা হয়।

$$ZnO + C \xrightarrow[673\ K]{\text{ক'ক}} Zn + CO \quad (6.41)$$

ধাতুটোৰ পাতন ঘটাই দ্ৰুত শীতলীকৰণৰদ্বাৰা সংগ্ৰহ কৰা হয়।

পাঠস্থ প্ৰশ্নমালা

6.3 নিম্নোক্ত বিক্ৰিয়াটো তাপগতিবিজ্ঞান অনুসৰি সম্ভৱ আৰু গীবছৰ মুক্ত শক্তিৰ মানৰ পৰাও এই কথা স্পষ্ট।

$$Cr_2O_3 + 2Al \longrightarrow Al_2O_3 + 2Cr \qquad (\Delta G^0 = -421 \text{ kJ})$$

সাধাৰণ উষ্ণতাত এই বিক্ৰিয়াটো কিয় নঘটে?

6.4 বিশেষ অৱস্থাত Mg এ SiO_2ক আৰু Si এ MgO ক বিজাৰিত কৰিব পৰা কথাটো সঁচানে? এই চৰ্তসমূহ কি?

6.5 ধাতু নিষ্কাসনৰ বিদ্যুৎৰাসায়নিক তত্ত্ব (Electrochemical Principles of Metallurgy)

তাপগতিবিজ্ঞানৰ তত্ত্বসমূহ ধাতু নিষ্কাসনৰ আগ্নেয় প্ৰক্ৰিয়াত (Pyrometallurgy) কিদৰে প্ৰয়োগ হয় এই বিষয়ে আগৰ অনুচ্ছেদসমূহত পাই আহিছোঁ। একেধৰণৰ তত্ত্ব দ্ৰৱত বা গলিত অৱস্থাত থকা ধাতৱ আয়নসমূহৰ বিজাৰণৰ ক্ষেত্ৰতো প্ৰযোজ্য হয়। এনে পদ্ধতিত ধাতৱ আয়নসমূহ বিদ্যুৎবিশ্লেষণৰদ্বাৰা বা কিছুমান বিজাৰক মৌল যোগ কৰি বিজাৰিত কৰা হয়।

গলিত ধাতুৰ লৱণৰ বিজাৰণৰ ক্ষেত্ৰত বিদ্যুৎবিশ্লেষণ পদ্ধতি অৱলম্বন কৰা হয়। এই পদ্ধতি বিদ্যুৎৰাসায়নিক তত্ত্বৰ ভিত্তিত সম্পন্ন কৰা হয়। তলত দিয়া সম্বন্ধটোৰ পৰা এই কথা বুজিব পাৰি —

$$\Delta G^{\ominus} = -nE^{\ominus}F \tag{6.42}$$

ইয়াত n হ'ল ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যা (mol); $E^{\ominus}$ হ'ল তন্ত্ৰটোৰ বিজাৰণ-জাৰণ যুগ্মৰ বিদ্যুৎ বিভৱ (electrode potential)। অধিক সক্ৰিয় ধাতুৰ এনে ইলেকট্ৰ'ড বিভৱৰ মান অধিক ঋণাত্মক। সেয়েহে এনে সক্ৰিয় ধাতুৰ বিজাৰণ কঠিন। যদি দুটা ইলেকট্ৰ'ড বিভৱৰ মানৰ পাৰ্থক্য ধনাত্মক হয় তেনেহ'লে সমীকৰণ 6.42 ত থকা $\Delta G^{\ominus}$ ৰ মান ঋণাত্মক হ'ব। তেনেক্ষেত্ৰত কম সক্ৰিয় ধাতু দ্ৰৱৰপৰা পৃথক হৈ পৰে আৰু অধিক সক্ৰিয় ধাতু দ্ৰৱত দ্ৰৱীভূত হয়। উদাহৰণ হিচাপে,

$$Cu^{2+}(aq) + Fe(s) \longrightarrow Cu(s) + Fe^{2+}(aq) \tag{6.43}$$

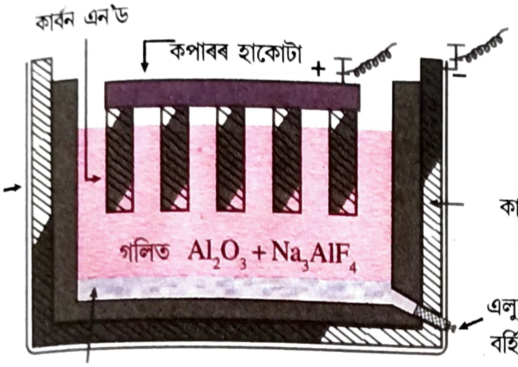
সাধাৰণ বিদ্যুৎবিশ্লেষণত M^{n+} আয়ন ঋণাত্মক ইলেকট্ৰ'ডত (কেথ'ড) আধানহীন হৈ তাত জমা হয়। উৎপন্ন হোৱা ধাতুৰ সক্ৰিয়তাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰি উপযুক্ত পদাৰ্থ ইলেকট্ৰ'ড হিচাপে বাচি লোৱা হয়। কেতিয়াবা কেতিয়াবা গলিত দ্ৰব্যৰ লগত কিছুমান সংহাৰক যোগ কৰিও দ্ৰৱক অধিক পৰিবাহী কৰা হয়।

এলুমিনিয়াম (Aluminium)

এলুমিনিয়াম ধাতুৰ নিষ্কাসনত শোধিত Al_2O_3ৰ লগত Na_3AlF_6 বা CaF_2 মিহলাই লোৱা হয়। Na_3AlF_6 বা CaF_2ৰ মিশ্ৰই Al_2O_3ৰ গলনাংক হ্ৰাস কৰে আৰু দ্ৰৱৰ পৰিবাহিতা বৃদ্ধি কৰে। এই বিদ্যুৎবিশ্লেষ্য গলাই বিদ্যুৎবিশ্লেষণ কৰা হয়। পদ্ধতিটোত কেথ'ড হিচাপে ষ্টীল (steel) আৰু এন'ড হিচাপে গ্ৰেফাইট ব্যৱহাৰ কৰা হয়। গ্ৰেফাইটৰ এন'ডত বিজাৰণ ঘটি ধাতু উৎপন্ন হয়।

পদ্ধতিটোত সামগ্ৰিকভাৱে নিম্নোক্ত বিক্ৰিয়াটো সংঘটিত হয় —

$$2Al_2O_3 + 3C \longrightarrow 4Al + 3CO \quad (6.44)$$



চিত্ৰ 6.6 : এলুমিনিয়ামৰ নিষ্কাসনৰ বৈদ্যুতিক কোষ

বিদ্যুৎবিশ্লেষণৰ এই পদ্ধতিটোক হল-হেৰ'ল্ট (Hall-Heroult) পদ্ধতি নামেৰে জনা যায়।

বিদ্যুৎ কোষত কাৰ্বনৰ ইলেকট্ৰ'ড ব্যৱহাৰ কৰি গলিত Al_2O_3 ৰ বিদ্যুৎবিশ্লেষণ কৰা হয়। এন'ডত মুক্ত হোৱা অক্সিজেনে এন'ডৰ কাৰ্বনৰ লগত বিক্ৰিয়া কৰি CO আৰু CO_2 উৎপন্ন কৰে। এনেদৰে উৎপন্ন হোৱা প্ৰতি কিল'গ্ৰাম এলুমিনিয়ামে এন'ডৰ 0.5 kg কাৰ্বনৰ দহন ঘটায়। বিদ্যুৎবিশ্লেষণত ঘটা বিক্ৰিয়াসমূহ হ'ল —

কেথ'ড ঃ Al^{3+} (গলিত) $+ 3e^- \longrightarrow Al\ (l)$ (6.45)

এন'ড ঃ $C(s) + O^{2-}$ (গলিত) $\longrightarrow CO\ (g) + 2\ e^-$ (6.46)

$C(s) + 2O^{2-}$ (গলিত) $\longrightarrow CO_2\ (g) + 4\ e^-$ (6.47)

নিম্নমানৰ আকৰিক আৰু বৰ্জিত টুকুৰাৰপৰা কপাৰ (Copper from Low Grade Ores and Scraps)

নিম্নমানৰ আকৰিকৰপৰা হাইড্ৰ'মেটেলাৰ্জি (hydrometallurgy) পদ্ধতিৰে কপাৰ নিষ্কাসন কৰা হয়। এনে আকৰিক প্ৰথমে এছিড বা বেকটেৰিয়া ব্যৱহাৰ কৰি নিক্ষালিত কৰি লোৱা হয়। Cu^{2+} ৰ দ্ৰৱত বৰ্জিত আইৰনৰ টুকুৰা বা H_2 যোগ কৰা হয়। (সমীকৰণ 6.42; 6.48)।

$$Cu^{2+}(aq) + H_2\ (g) \longrightarrow Cu(s) + 2H^+(aq) \quad (6.48)$$

উদাহৰণ 6.4 এক নিৰ্দিষ্ট স্থানত নিম্নমানৰ কপাৰৰ আকৰিক পোৱা যায় আৰু লগতে জিংক আৰু আইৰনৰ টুকুৰাও পোৱা যায়। নিক্ষালিত কপাৰ আকৰিকৰ বিজাৰণত জিংক আৰু আইৰনৰ টুকুৰাৰ কোনটো ব্যৱহাৰ কৰিলে বিজাৰণৰ ফল ভাল হ'ব আৰু কিয়?

সমাধান বিদ্যুৎৰাসায়নিক শ্ৰেণীত জিংকৰ স্থান আইৰনৰ ওপৰত (জিংক অধিক সক্ৰিয় ধাতু)। সেয়েহে জিংকৰ টুকুৰা ব্যৱহাৰ কৰিলে বিক্ৰিয়াটোৰ বেগ বেছি হ'ব। কিন্তু জিংক ধাতু আইৰনৰ তুলনাত অত্যন্ত ব্যয়বহুল। সেয়েহে আইৰনৰ টুকুৰা ব্যৱহাৰ কৰাটো অধিক বাঞ্ছনীয় আৰু সুবিধাজনক।

6.6 জাৰণ আৰু বিজাৰণ (Oxidation Reduction)

বিজাৰণৰ উপৰি, কিছুমান নিষ্কাসনত (বিশেষকৈ অধাতুৰ ক্ষেত্ৰত) জাৰণ বিক্ৰিয়া প্ৰয়োগ কৰা হয়। জাৰণ বিক্ৰিয়াৰ ভিত্তিত নিষ্কাসনৰ এটা উদাহৰণ হ'ল ব্ৰাইনৰপৰা ক্ল'ৰিনৰ নিষ্কাসন (সাগৰৰ পানীত সাধাৰণ লৱণ হিচাপে ক্ল'ৰিনৰ প্ৰাচুৰ্য অধিক)।

$$2Cl^- (aq) + 2H_2O(l) \longrightarrow 2OH^-(aq) + H_2(g) + Cl_2(g) \qquad (6.49)$$

বিক্ৰিয়াটোৰ ΔG^0 ৰ মান $+422$ kJ। ΔG^0 ৰ এই মান ব্যৱহাৰ কৰি ($\Delta G^0 = -nFE^0$ ব্যৱহাৰ কৰি) E^0 ৰ মান -2.2 V পোৱা যায়। গতিকে বিদ্যুৎবিশ্লেষণৰ বাবে 2.2 V তকৈ বেছি বাহ্যিক বিদ্যুৎ চালক বলৰ (external emf) প্ৰয়োজন হ'ব। কিছুমান অন্তৰায় সৃষ্টিকাৰী (hindering) বিক্ৰিয়াৰ বাবে বিদ্যুৎবিশ্লেষণত অতিৰিক্ত বিদ্যুৎ বিভৱৰ প্ৰয়োজন হয়। বিদ্যুৎবিশ্লেষণৰ ফলত Cl_2 উৎপন্ন হোৱাৰ লগতে NaOH আৰু H_2 উপজাত দ্ৰব্য হিচাপে পোৱা যায়। গলিত NaCl ৰ বিদ্যুৎবিশ্লেষণৰ দ্বাৰা Na ধাতু পাব পাৰি; ইয়াত NaOH উৎপন্ন নহয়।

আগতে আলোচনা কৰাৰ দৰে গ'ল্ড আৰু ছিলভাৰৰ নিষ্কাসনত ধাতুটো CN^- ৰ দ্বাৰা নিষ্কালিত কৰা হয়। এইটোও এটা জাৰণ বিক্ৰিয়া ($Ag \longrightarrow Ag^+$ বা $Au \rightarrow Au^+$)। পাছত প্ৰতিষ্ঠাপন পদ্ধতিৰে ধাতুটো নিষ্কাসন কৰা হয়।

$$4\,Au(s) + 8\,CN^-(aq) + 2H_2O(aq) + O_2(g) \longrightarrow 4\,[Au(CN)_2]^-(aq) + 4\,OH^-(aq) \qquad (6.50)$$

$$2\,[Au(CN)_2]^-(aq) + Zn(s) \rightarrow 2Au(s) + [Zn(CN)_4]^{2-}(aq) \qquad (6.51)$$

এই বিক্ৰিয়াত জিংকে বিজাৰক হিচাপে বিক্ৰিয়া কৰে।

6.7 শোধন (Refining)

ধাতু এবিধ যি পদ্ধতিৰে নিষ্কাসন কৰা নহওক কিয়, ইয়াৰ লগত কিছু অশুদ্ধি থাকে। বিশুদ্ধ ধাতু পাবলৈ ধাতু আৰু অশুদ্ধিৰ ধৰ্মৰ পাৰ্থক্যৰ ওপৰত ভিত্তি কৰি কিছুমান কৌশল অৱলম্বন কৰা হয়। ইয়াৰে কিছুমান তলত উল্লেখ কৰা হ'ল —

(a) পাতন — (b) বিগলন (গলাই পৃথক কৰা, গলন)

(c) বিদ্যুৎবিশ্লেষণ — (d) মাণ্ডলিক শোধন বা মণ্ডল শোধন

(e) বাষ্পীয় প্ৰাৱস্থা শোধন — (f) ক্ৰমেট'গ্ৰাফি পদ্ধতি

তলত এইবোৰ বিস্তৃতভাৱে বৰ্ণনা কৰা হ'ল।

(a) পাতন (Distillation)

নিম্ন উতলাংকবিশিষ্ট ধাতু, যেনে — জিংক আৰু মাৰ্কাৰিৰ ক্ষেত্ৰত এইটো অতি প্ৰয়োজনীয় পদ্ধতি। অশুদ্ধ ধাতুটোৰ বাষ্পীভৱন ঘটাই পাতিত দ্ৰব্য হিচাপে বিশুদ্ধ ধাতুটো পাব পাৰি।

(b) গলাই পৃথকীকৰণ (Liquation)

যিবোৰ ধাতুৰ গলনাংক ধাতুটোত থকা অশুদ্ধিবোৰতকৈ কম সেইবোৰ ধাতুক এই পদ্ধতিটোৰে শোধন কৰিব পাৰি। নিম্ন গলনাংকৰ ধাতুক (যেনে — টিন) গলাই এখন হেলনীয়া পৃষ্ঠৰ ওপৰেদি যাবলৈ দিয়া হয়। এনে কৰাৰ ফলত উচ্চ গলনাংকৰ অশুদ্ধিৰপৰা ধাতুটো পৃথক হৈ বৈ আহি গ্ৰাহক পাত্ৰত জমা হয়।

(c) বিদ্যুৎশোধন (Electrolytic refining)

এই পদ্ধতিত অশুদ্ধ ধাতুটোক এন'ড হিচাপে লোৱা হয়। একে ধাতুৰে এচটা বিশুদ্ধ পাত কেথ'ড হিচাপে লোৱা হয়। এই পাত দুচটা বিদ্যুৎবিশ্লেষ্যৰ দ্ৰবত ডুবাই ৰখা হয়। বিদ্যুৎবিশ্লেষ্য হিচাপে ধাতুটোৰ এটা দ্ৰৱণীয় লৱণ লোৱা হয়। পদ্ধতিটোত অধিক ক্ষাৰকীয় ধাতু দ্ৰবতে ৰৈ যায় আৰু কম ক্ষাৰকীয় ধাতু এন'ড পংকৰ ফালে গতি কৰে। আগৰ অংশত পোৱাৰ দৰে, ইলেকট্ৰ'ড বিভৱ, উচ্চ বিভৱ (over potential) আৰু গীৱছৰ শক্তিৰ ধাৰণাৰদ্বাৰা এই পদ্ধতি ব্যাখ্যা কৰিব পাৰি। বিক্ৰিয়াসমূহ হ'ল —

এন'ডত ঃ $M \longrightarrow M^{n+} + ne^-$

কেথ'ডত ঃ $M^{n+} + ne^- \longrightarrow M$ (6.52)

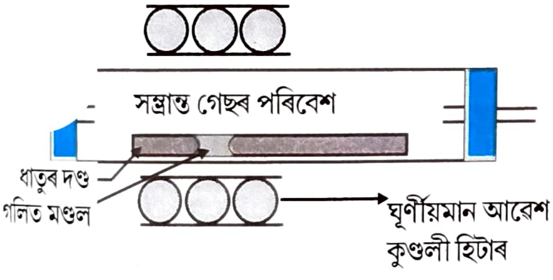
বিদ্যুৎবিশ্লেষণ পদ্ধতিৰে কপাৰ শোধন কৰা হয়। ইয়াত এন'ড হ'ল অশুদ্ধ কপাৰৰ পাত আৰু বিশুদ্ধ কপাৰৰ পাত হ'ল কেথ'ড। এছিড মিশ্ৰিত কপাৰ ছালফেটৰ দ্ৰব হ'ল বিদ্যুৎবিশ্লেষ্য। বিদ্যুৎবিশ্লেষণৰ ফলত এন'ডৰপৰা বিশুদ্ধ কপাৰ গৈ কেথ'ডত জমা হয়।

এন'ডত ঃ $Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$

কেথ'ড ঃ $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$ (6.53)

বিক্ষত কপাৰৰপৰা অশুদ্ধিবোৰ এন'ডৰ তলত এন'ড পংক (anode mud) হিচাপে জমা হয়। এন'ড পংকত এন্টিমনি, ছেলেনিয়াম, টেলুৰিয়াম, ছিলভাৰ, গ'ল্ড আৰু প্লেটিনাম আদি ধাতুসমূহ থাকে। এনেবোৰ ধাতুৰ পুনৰুদ্ধাৰৰদ্বাৰা শোধনত হোৱা ব্যয় কমাব পাৰি। জিংক ধাতুও এই পদ্ধতিৰে শোধন কৰিব পাৰি।

(d) মাণ্ডলিক (মণ্ডল) শোধন পদ্ধতি (Zone refining)



চিত্ৰ 6.7 ঃ মাণ্ডলিক শোধন পদ্ধতি

এই পদ্ধতিৰ মূলনীতি হ'ল, ধাতুৰ কঠিন অৱস্থাৰ তুলনাত গলিত অৱস্থাত অশুদ্ধিসমূহ অধিক দ্ৰাব্য। সেয়েহে অশুদ্ধি থকা ধাতুৰ গলিত দ্ৰবক চেঁচা হ'বলৈ দিলে দ্ৰবৰপৰা প্ৰথমে বিশুদ্ধ ধাতুৰ ক্ৰিষ্টেল আঁতৰি যায়। অশুদ্ধিসমূহ গলিত অৱস্থাতেই দ্ৰৱত থাকি যায়। শোধন কৰিবলগীয়া ধাতুৰ এডাল দণ্ড প্ৰস্তুত কৰি লোৱা হয়। এটা ঘূৰণীয়া হিটাৰ প্ৰথমে অশোধিত দণ্ডডালৰ এটা মূৰত যুক্ত কৰি লোৱা হয় (চিত্ৰ 6.7)।

তাৰ পাছত হিটাৰটো এটা মূৰৰপৰা আনটো মূৰলৈ লাহে লাহে আগুৱাই নি থকা হয়। এনে কৰিলে পূৰ্বে গলিত মণ্ডলৰপৰা বিশুদ্ধ ধাতুৰ ক্ৰিষ্টেল পৃথক হৈ পৰে। অশুদ্ধিবোৰ পৰৱৰ্তী গলিত মণ্ডললৈ স্থানান্তৰিত হয়। এনেদৰে হিটাৰটো আনটো

মূৰলৈ আগুৱাই নি থাকিলে পশ্চৱৰ্তী অংশ বা মণ্ডলত বিশুদ্ধ ধাতু জমা হৈ গৈ থাকিব আৰু লগতে অশুদ্ধিও নতুন নতুন গলিত মণ্ডললৈ স্থানান্তৰিত হ'ব। এনেদৰে দণ্ডডালৰ শেষ প্ৰান্তত অশুদ্ধিবোৰ জমা হ'ব। হিটাৰটো দণ্ডডালৰ ওপৰেৰে পুনৰ একে দিশত কেইবাবাৰো আগুৱাই নিয়া হয়। এনেদৰে পদ্ধতিটো একে দিশত কেইবাবাৰো সম্পন্ন কৰা হয়। শেষত দণ্ডডালৰ অশুদ্ধি জমা হোৱা অংশটো কাটি আঁতৰাই পেলালে বিশুদ্ধ ধাতুটোৰ এডাল দণ্ড পোৱা যায়। এই পদ্ধতিৰে শোধন কৰা ধাতুৰ বিশুদ্ধতা অতি বেছি। এনেদৰে শোধন কৰা ধাতু অৰ্ধপৰিবাহী প্ৰস্তুতকৰণত ব্যৱহাৰ হয়। অৰ্ধপৰিবাহী হিচাপে ব্যৱহাৰ কৰা জাৰ্মেনিয়াম, ছিলিকন, ব'ৰন, গেলিয়াম আৰু ইন্দিয়াম আদিক এই পদ্ধতিৰে পৰিশোধন কৰা হয়।

(e) ***বাষ্পীয় প্ৰাৱস্থা শোধন (Vapour phase refining)***

এই পদ্ধতিত ধাতুটো ইয়াৰ উদ্বায়ী যৌগলৈ পৰিবৰ্তিত কৰা হয়। তাৰ পাছত যৌগটো সংগ্ৰহ কৰি বিযোজিত কৰিলে বিশুদ্ধ ধাতু পোৱা যায়। ইয়াৰ বাবে দুটা প্ৰয়োজনীয় চৰ্ত হ'ল—

(i) সচৰাচৰ পোৱা বিকাৰকৰদ্বাৰা ধাতুটো তাৰ উদ্বায়ী যৌগলৈ ৰূপান্তৰ কৰিব পৰা হ'ব লাগিব, আৰু

(ii) উদ্বায়ী যৌগটো সহজতে বিযোজিত হ'ব পৰা বিধৰ হ'ব লাগে যাতে ধাতুটো তাৰপৰা সহজতে পাব পাৰি।

তলত দিয়া উদাহৰণৰ পৰা পদ্ধতিটো সহজতে বুজিব পাৰি।

নিকেল শোধনৰ মণ্ডৰ পদ্ধতি (Mond Process for Refining Nickel) ঃ

এই পদ্ধতিত কাৰ্বন মনক্সাইডৰ উপস্থিতিত নিকেল উত্তপ্ত কৰা হয়। ফলত নিকেল টেট্ৰাকাৰ্বনিল নামৰ এবিধ উদ্বায়ী যৌগ উৎপন্ন হয়।

$$Ni + 4CO \xrightarrow{330-350\ K} Ni(CO)_4 \qquad (6.54)$$

এনেদৰে উৎপন্ন হোৱা কাৰ্বনিল যৌগ উচ্চ উষ্ণতাত উত্তপ্ত কৰিলে ই বিযোজিত হয় আৰু বিশুদ্ধ নিকেল প্ৰস্তুত হয়।

$$Ni(CO)_4 \xrightarrow{450-470\ K} Ni + 4CO \qquad (6.55)$$

জিৰক'নিয়াম বা টাইটেনিয়াম শোধনৰ ভান আৰকেলৰ পদ্ধতি (van Arkel Method for refining Zirconium or Titanium) ঃ

Zr আৰু Ti আদি কিছুমান ধাতুত অশুদ্ধি হিচাপে থকা সকলোখিনি অক্সিজেন আৰু নাইট্ৰ'জেন আঁতৰাবলৈ এই পদ্ধতিটো অতি গুৰুত্বপূৰ্ণ। এটা বায়ুশূন্য পাত্ৰত আয়'ডিনৰ লগত অশোধিত ধাতু উত্তপ্ত কৰা হয়। উৎপন্ন হোৱা ধাতৰ আয়'ডাইডৰ ধৰ্ম অধিক সহযোজী হোৱা বাবে এইবোৰ সহজতে বাষ্পীভূত হৈ আঁতৰি যায়।

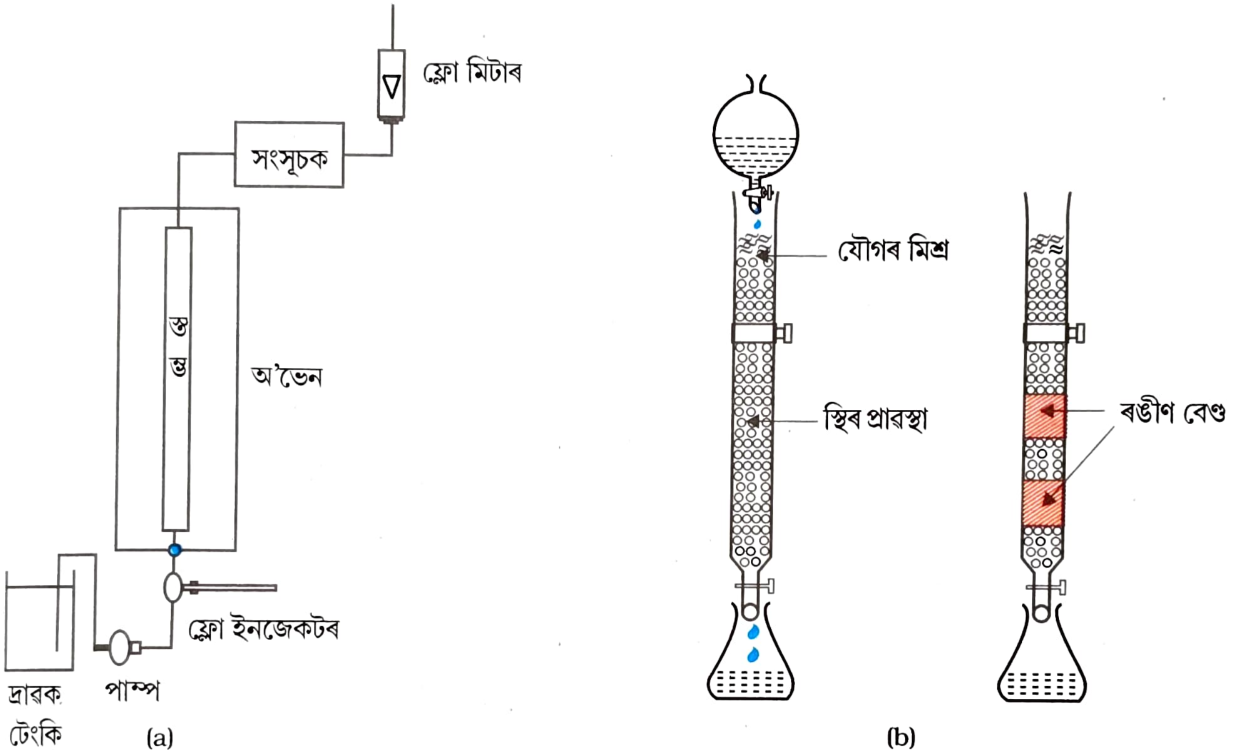
$$Zr + 2I_2 \longrightarrow ZrI_4 \qquad (6.56)$$

টাংষ্টেন ফিলামেন্টৰদ্বাৰা বৈদ্যুতিক পদ্ধতিৰে প্ৰায় 1800 K উষ্ণতাত ধাতৰ আয়'ডাইড বিয়োজিত হয়। ফিলামেন্টডালত বিশুদ্ধ ধাতু জমা হয়।

$$Zr\,I_4 \longrightarrow Zr + 2\,I_2 \qquad (6.57)$$

(f) ক্ৰমেট'গ্ৰাফী পদ্ধতি (Chromatographic Methods)

এটা মিশ্ৰত থকা উপাদানসমূহৰ অধিশোষকত অধিশোষিত হোৱাৰ প্ৰৱণতা বেলেগ বেলেগ। এয়াই হ'ল এই পদ্ধতিটোৰ মূলনীতি। মিশ্ৰটো জুলীয়া বা গেছীয় মাধ্যমত ৰাখি অধিশোষকৰ ওপৰেদি যাবলৈ দিয়া হয়। অধিশোষকৰ স্তম্ভত মিশ্ৰটোৰ বিভিন্ন উপাদান বিভিন্ন মাত্ৰাত অধিশোষিত হয়। পাছত অধিশোষিত হোৱা উপাদানখিনি উপযুক্ত



চিত্ৰ 6.8 : স্তম্ভপৃষ্ঠ ক্ৰমেট'গ্ৰাফীৰ ছবি

ক্ৰ'মেটগ্ৰাফী পদ্ধতিত সচল প্ৰাৱস্থা এটা আৰু স্থিৰ প্ৰাৱস্থা এটা জড়িত হৈ থাকে। মিশ্ৰ দ্ৰব্য এটাৰ নমুনা বা নমুনাৰ আৰক সচল প্ৰাৱস্থাত দ্ৰবীভূত কৰি লোৱা হয়। সচল প্ৰাৱস্থাটো সাধাৰণতে গেছ, জুলীয়া বা এবিধ অধিক্ৰান্তিক তৰল পদাৰ্থ (Supercritical fluid)। স্থিৰ প্ৰাৱস্থা অচল আৰু অদ্ৰাব্য (উদাহৰণ হিচাপে — স্তম্ভ ক্ৰ'মেটগ্ৰাফীত Al_2O_3)। সচল প্ৰাৱস্থাটো স্থিৰ প্ৰাৱস্থাৰ মাজেদি পঠিওৱা হয়। সচল প্ৰাৱস্থা আৰু স্থিৰ প্ৰাৱস্থা এনেদৰে বাছি লোৱা হয় যাতে মিশ্ৰ নমুনাটোৰ বিভিন্ন উপাদানৰ দুয়োটা প্ৰাৱস্থাতে দ্ৰাব্যতা বেলেগ বেলেগ হয়। যিটো উপাদান স্থিৰ প্ৰাৱস্থাত সম্পূৰ্ণৰূপে দ্ৰাব্য সেই উপাদানটোৰ স্থিৰ প্ৰাৱস্থাত অতিক্ৰম কৰিবলৈ বেছি সময় লাগিব। আনহাতে যিটো উপাদান স্থিৰ প্ৰাৱস্থাত কমকৈ দ্ৰবীভূত হয় আৰু সচল প্ৰাৱস্থাত বেছি পৰিমাণে দ্ৰবীভূত হয় তাক অতিক্ৰম কৰিবলৈ কম সময় লাগিব। মিশ্ৰ নমুনাত থকা উপাদানসমূহ স্থিৰ প্ৰাৱস্থাৰ মাজেৰে অতিক্ৰম কৰোতে পৰস্পৰে পৃথক হৈ পৰে। প্ৰাৱস্থা দুটাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰি আৰু মিশ্ৰ নমুনাৰ সঞ্চাৰিত কৰা (inject) পদ্ধতিৰ ওপৰত ভিত্তি কৰি বিভিন্ন ক্ৰ'মেটগ্ৰাফী কৌশলৰ নামকৰণ কৰা হয়। বিভিন্ন পদ্ধতিবোৰ বিশদভাৱে একাদশ শ্ৰেণীৰ অধ্যায় 12 ত (12.8.5) বৰ্ণনা কৰা হৈছে।

DAILY ASSAM

তলৰ তালিকাত কিছুমান ধাতুৰ অৱস্থান আৰু নিষ্কাসন উল্লেখ কৰা হ'ল।

ধাতু	অৱস্থান	নিষ্কাসনৰ সাধাৰণ পদ্ধতি	মন্তব্য
এলুমিনিয়াম	1. বক্সাইট, $Al_2O_3.2H_2O$ 2. ক্ৰায়'লাইট, Na_3AlF_6	গলিত Na_3AlF_6 ৰ লগত Al_2O_3 গলাই মিশ্ৰ দ্ৰৱৰ বিদ্যুৎবিশ্লেষণ	নিষ্কাসনৰ বাবে বিদ্যুতৰ এটা ভাল উৎসৰ প্ৰয়োজন।
আইৰন	1. হেমেটাইট, Fe_2O_3 2. মেগনেটাইট, Fe_3O_4	মাৰুৎ চুল্লীত অক্সাইড আকৰিকক CO আৰু ক'কৰ দ্বাৰা বিজাৰণ	প্ৰায় 2170 K উষ্ণতাৰ প্ৰয়োজন।
কপাৰ	1. কপাৰ পাইৰাইটিছ, $CuFeS_2$ 2. কপাৰ গ্লান্স, Cu_2S 3. মেলাছাইট, $CuCO_3.Cu(OH)_2$ 4. কিউপ্ৰাইট, Cu_2O	ছালফাইডৰ আংশিক তাপজাৰণ আৰু বিজাৰণ	বিশেযভাৱে প্ৰস্তুত কৰা পৰিবৰ্তকত স্বতঃবিজাৰণ সহজতে ঘটে। নিম্নমানৰ আকৰিকৰ ক্ষেত্ৰত হাইড্ৰ'মেটেলাৰ্জি পদ্ধতিত ছালফিউৰিক এছিডৰ নিক্ষালন
জিংক	1) জিংক ব্লেণ্ড বা স্ফেলেৰাইট, ZnS 2) কেলেমাইন, $ZnCO_3$ 3) জিংকাইট, ZnO	তাপজাৰণ আৰু তাৰ পাছত ক'কৰদ্বাৰা বিজাৰণ	আংশিক পাতনৰদ্বাৰা ধাতুৰ শোধন।

অনুশীলনী

6.1 হাইড্ৰ'মেটেলাৰ্জি পদ্ধতিৰে কপাৰ নিষ্কাসন কৰিব পাৰি; আনহাতে জিংক নিষ্কাশন কৰিব নোৱাৰি। ব্যাখ্যা কৰা।

6.2 ফেন ওপঙন পদ্ধতিত নিম্নকাৰী দ্ৰব্যৰ (depressant) ভূমিকা কি?

6.3 বিজাৰণ পদ্ধতিৰে পাইৰাইটিছৰপৰা কপাৰ নিষ্কাসন কৰাটো ইয়াৰ অক্সাইড আকৰিকৰপৰা কপাৰ নিষ্কাসন কাৰ্যতকৈ অধিক কঠিন কিয়?

6.4 ব্যাখ্যা কৰা

(i) মাণ্ডলিক শোধন (ii) স্তম্ভ ক্ৰ'মেট'গ্ৰাফী

DAILY ASSAM

6.5 673 K উষ্ণতাত কাৰ্বন আৰু CO ৰ ভিতৰত কোনটো উত্তম বিজাৰক?

6.6 কপাৰৰ বিদ্যুৎশোধন প্ৰক্ৰিয়াত উৎপন্ন হোৱা এন'ড পংকৰ মৌলসমূহৰ নাম লিখা। সেইবোৰ কিয় এন'ড পংকত থাকে?

6.7 আইৰন নিষ্কাসনত মাৰুৎ চুল্লীৰ বিভিন্ন মণ্ডলত ঘটা ৰাসায়নিক বিক্ৰিয়াসমূহ লিখা।

6.8 জিংক ব্লেন্দিৰপৰা জিংকৰ নিষ্কাসনত ঘটা ৰাসায়নিক বিক্ৰিয়াসমূহ লিখা।

6.9 কপাৰ নিষ্কাসনত ছিলিকাৰ ভূমিকা উল্লেখ কৰা।

6.10 'ক্ৰ'মেট'গ্ৰাফী' বুলিলে কি বুজা?

6.11 ক্ৰ'মেট'গ্ৰাফীত স্থিৰ প্ৰাৱস্থা নিৰ্বাচনৰ বাবে কি কি নীতি ল'ব লাগে।

6.12 নিকেল শোধনৰ এটা পদ্ধতি বৰ্ণনা কৰা।

6.13 ছিলিকাযুক্ত বক্সাইট আকৰিকত থকা ছিলিকাৰপৰা এলুমিনা কিদৰে পৃথক কৰিবা? প্ৰয়োজনীয় সমীকৰণ দিয়া।

6.14 তাপজাৰণ আৰু দগ্ধীকৰণৰ মাজৰ পাৰ্থক্য উদাহৰণসহ লিখা।

6.15 পিগ আইৰন আৰু কাষ্ট আইৰনৰ মাজত পাৰ্থক্য কি?

6.16 'খনিজ পদাৰ্থ' আৰু 'আকৰিক'ৰ মাজৰ পাৰ্থক্য লিখা।

6.17 ছিলিকাৰে প্ৰলেপ দিয়া পৰিবৰ্তকত কপাৰ মেটি কিয় ৰখা হয়?

6.18 এলুমিনিয়াম নিষ্কাসনৰ ধাতুবিদ্যাত ক্ৰায়'লাইটৰ ভূমিকা কি?

6.19 নিম্নমানৰ কপাৰ আকৰিকৰ ক্ষেত্ৰত নিক্ষালন পদ্ধতি কিদৰে সম্পন্ন কৰা হয়?

6.20 CO ৰ দ্বাৰা বিজাৰিত কৰি ZnO ৰ পৰা কিয় Zn নিষ্কাসন কৰা নহয়?

6.21 Cr_2O_3 ৰ গঠনৰ ΔG^0 ৰ মান হ'ল - 540 kJ mol^{-1} আৰু Al_2O_3 ৰ ক্ষেত্ৰত এই মান হ'ল - 827 kJ mol^{-1} হ'লে Al ৰ দ্বাৰা Cr_2O_3 ৰ বিজাৰণ সম্ভৱনে? উপৰুক্ত তথ্যৰ ভিত্তিত ব্যাখ্যা কৰা।

6.22 C আৰু CO ৰ মাজত ZnO ৰ বিজাৰণৰ বাবে কোনটো বেছি উত্তম বিজাৰক?

6.23 এটা বিশেষ বিক্ৰিয়াত বিজাৰক দ্ৰব্যৰ নিৰ্বাচন তাপগতিবিজ্ঞানীয় কাৰকৰ ওপৰত নিৰ্ভৰশীল। উক্তিটো তুমি মানি লোৱানে? উদাহৰণসহ তোমাৰ মতামত ব্যাখ্যা কৰা।

6.24 ক্ল'ৰিন উপজাত দ্ৰব্য হিচাপে পোৱা কিছুমান পদ্ধতিৰ নাম দিয়া। NaCl ৰ জলীয় দ্ৰৱ এটাৰ বিদ্যুৎবিশ্লেষণ ঘটালে কি ঘটিব?

6.25 এলুমিনিয়ামৰ ইলেকট্ৰ'মেটেলাৰ্জিত গ্ৰেফাইটৰ দণ্ডৰ ভূমিকা কি?

6.26 তলত উল্লেখ কৰা পদ্ধতিৰে ধাতু শোধনৰ মূলনীতিসমূহ লিখা।

(i) মাণ্ডলিক শোধন

(ii) বিদ্যুৎশোধন

(iii) বাষ্প প্ৰাৱস্থা শোধন

6.27 কি অৱস্থাত Al এ MgO ক বিজাৰিত কৰিব পাৰে?

(পাঠস্থ প্ৰশ্নমালা 6.4 চোৱা)

কিছুমান পাঠস্থ প্ৰশ্নৰ উত্তৰ

6.1 যিবোৰ আকৰিকৰ এটা উপাদান (অশুদ্ধি বা প্ৰকৃত আকৰিক) চুম্বকীয়, তেনে আকৰিক গাঢ় কৰা হয়। উদাহৰণ— আইৰন থকা আকৰিক (হেমেটাইট, মেগনেটাইট, ছিডেৰাইট আৰু আইৰন পাইৰাইটছ)

6.2 নিষ্কালন তাৎপৰ্যপূৰ্ণ; কিয়নো ই SiO_2, Fe_2O_3 আদি অশুদ্ধিবোৰ বক্সাইট আকৰিকৰপৰা পৃথক কৰে।

6.3 যিবোৰ বিক্ৰিয়া তাপগতিবিজ্ঞানীয় মতেও সম্ভৱ সেইবোৰৰ ক্ষেত্ৰতো কিছু পৰিমাণৰ সক্ৰিয়ন শক্তিৰ প্ৰয়োজন, গতিকে উত্তপ্ত কৰাটো প্ৰয়োজন।

6.4 হয়, 1350^0C উষ্ণতাৰ তলত Mg এ Al_2O_3 ক বিজাৰিত কৰিব পাৰে। 1350^0C ৰ ওপৰত Al এ MgO ক বিজাৰিত কৰিব পাৰে। এই কথাটো ΔG^0 ৰ বিপৰীতে T ৰ লেখৰ (চিত্ৰ 6.4) পৰা সিদ্ধান্ত কৰিব পাৰি।

DAILY ASSAM