দশম অধ্যায়

খনিজ সম্পদ : ধাতু-অধাতু

Mineral Resources : Metals-Non

সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন –১ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ক্যালামাইনের তাপজারণে উৎপন্ন ZnO কে চিত্রের ন্যায় রিটর্টে নিয়ে জিংক ধাতু আহরণ করা হয়। উৎপন্ন ধাতুকে তড়িৎ বিশ্লেষণের সাহায্যে আরেও বিশুদ্ধ করা হয়।

ক. ক্যালামাইনের রাসায়নিক সংকেত লিখ।

খ. তাপজারণের ব্যাখ্যা দাও।

গ. রিটর্টে সংঘটিত মূল বিক্রিয়াটি ব্যাখ্যা কর।

ঘ. উদ্দীপকের ধাতু কেবল তড়িৎ বিশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় নিষ্কাশন না করে তিন ধাপে করার কারণ মূল্যায়ন কর।

১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ক্যালামাইনের রাসায়নিক সংকেত $ZnCO_3$।

খ. তাপজারণ হলো আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশনের একটি ধাপ।

ঘনীকৃত আকরিককে অক্সাইডে রূপান্তরের সময় যেসব পদ্ধতি অবলম্বন করা হয় সেগুলোর মধ্যে তাপজারণ একটি। সাধারণত সালফাইড আকরিকের তাপজারণ করা হয়। সালফাইড আকরিককে বায়ু প্রবাহের উপস্থিতিতে গলনাঙ্ক তাপমাত্রার নিম্ন তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়। খনিজমল যেমন : সালফার, আর্সেনিক, ফসফরাস ইত্যাদি উদ্বায়ী অক্সাইডরূপে দূরীভূত হয়।

$$2ZnS \text{ (জিংক ব্লেন্ড)} + 3O_2 \xrightarrow{\triangle} 2ZnO + 2SO_2$$

$$2PbS \text{ (গ্যালেনা)} + 3O_2 \xrightarrow{\triangle} 2PbO + 2SO_2$$

গ. রিটর্টে সংঘটিত মূল বিক্রিয়াটি হলো কার্বন বিজারণ বিক্রিয়া।

রিটর্টের মধ্যে রাখা রাসায়নিক পদার্থসমূহ হচ্ছে জিঙ্ক অক্সাইড (ZnO) এবং কোক তথা কার্বন (C)।

রিটর্টের মধ্যে নিম্নরূপ বিক্রিয়া সংঘটিত হয় :

$$ZnO(s) + C(s) \longrightarrow Zn(s) + CO(g)$$

এই বিক্রিয়ায় কার্বন বিজারণ পদ্ধতিতে ধাতুর অক্সাইডের সাথে কোক যোগ করে বিজারণের মাধ্যমে ধাতুকে মুক্ত করা হয়েছে। অর্থাৎ ZnO কার্বন দ্বারা বিজারিত হয়ে Zn ধাতুর বাষ্প এবং কার্বন মনোক্সাইড উৎপন্ন হয়। সুতরাং, রিটর্টে সংঘটিত মূল বিক্রিয়াটি হলো কার্বন বিজারণ বিক্রিয়া।

ঘ. Zn মধ্যম সক্রিয় ধাতু বলে কেবল তড়িৎ বিশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় ধাতু নিষ্কাশন না করে তিন ধাপে করা হয়।

উচ্চ সক্রিয় ধাতুসমূহকে তড়িৎ বিশ্লেষণ দ্বারা মুক্ত করা হয়। সক্রিয়তা সিরিজে K থেকে Al পর্যন্ত ধাতুগুলো অত্যন্ত সক্রিয় বলে এদের প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায় না এবং এদের তড়িৎ বিশ্লেষণের মাধ্যমে মুক্ত করা হয়। অপরদিকে, Mn, Zn, Cr, Fe মধ্যম সক্রিয় ধাতু। এদের কার্বন বিজারণ পদ্ধতিতে মুক্ত করা হয়।

যেহেতু, Zn একটি মধ্যম সক্রিয় ধাতু, তাই নিম্নোক্ত তিন ধাপে Zn ধাতু নিষ্কাশন করা হয়।

i. ঘনীকৃত আকরিককে অক্সাইডে রূপান্তর

ii. ধাতব অক্সাইডকে মুক্ত ধাতুতে রূপান্তর

iii. ধাতু বিশোধন

বিক্রিয়াগুলো নিম্নরূপ–

$$2ZnS(s) + 3O_2(g) \longrightarrow 2ZnO(s) + 2SO_2(g)$$ [তাপজারণ]

$$ZnO(s) + C(s) \longrightarrow Zn(s) + CO(g)$$ [কার্বন বিজারণ]

প্রশ্ন –২ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

একটি খনিতে বক্সাইট ও ক্যালামাইন মিশ্রিত কিছু খনিজের অস্তিত্ব পাওয়া গেল। ড. টমাসের নেতৃত্বে একদল রসায়নবিদ উক্ত খনিজ থেকে দুটি ভিন্ন পদ্ধতিতে ধাতু দুটি নিষ্কাশন করলেন।

?

ক. খনিজ কাকে বলে?

খ. "সকল খনিজই আকরিক নয়" ব্যাখ্যা কর।

গ. দ্বিতীয় আকরিকটির বিয়োজনে প্রাপ্ত অক্সাইডদ্বয়ের প্রকৃতি ব্যাখ্যা কর।

ঘ. ভিন্ন পদ্ধতিতে ধাতু দুটি নিষ্কাশনের কারণ যুক্তিসহ লিখ।

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ভূপৃষ্ঠে বা ভূগর্ভে কোনো কোনো শিলাস্তূপে প্রচুর পরিমাণ যৌগ অথবা মুক্ত মৌল হিসেবে যেসব মূল্যবান ধাতু বা অধাতু পাওয়া যায়, সেগুলোকে খনিজ বলে।

খ. ভূপৃষ্ঠে বা ভূগর্ভের কোনো কোনো শিলাস্তূপে জমাকৃত যৌগ বা মুক্ত মৌলই হলো সংশ্লিষ্ট যৌগ বা মৌলের খনিজ।

অন্যদিকে, আকরিক বলতে বোঝায় যেগুলো থেকে লাভজনকভাবে ধাতু নিষ্কাশন করা যায়। অর্থাৎ একটি মৌলের বা যৌগের সকল খনিজ আকরিক নাও হতে পারে। কেবল লাভজনক হলেই আকরিক বলা হয়। তাই বলা যায় সকল খনিজই আকরিক নয়।

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত দ্বিতীয় আকরিকটি হচ্ছে ক্যালামাইন। ক্যালামাইন হলো Zn-এর একটি আকরিক যার রাসায়নিক সংকেত হচ্ছে $ZnCO_3$।

$ZnCO_3$ উত্তাপে নিম্নোক্তরূপে বিযোজিত হয় :

$$ZnCO_3(s) \rightleftharpoons ZnO(s) + CO_2(g)$$

উপর্যুক্ত সমীকরণ থেকে দেখা যায় যে, ক্যালামাইনের বিযোজনে যে দুটি অক্সাইড পাওয়া যায় তা হলো জিঙ্ক অক্সাইড (ZnO) এবং কার্বন ডাইঅক্সাইড (CO_2)। জিঙ্ক অক্সাইড সাদা পাউডার জাতীয় পদার্থ। অন্যদিকে, কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস। ZnO উভধর্মী এবং CO_2 অম্লধর্মী।

কারণ, জিংক অক্সাইড এসিড ও ক্ষারক উভয়ের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি তৈরি করে।

$$ZnO + 2HCl = ZnCl_2 + H_2O$$

$$ZnO + 2NaOH = Na_2ZnO_2 + H_2O$$

সোডিয়াম জিংকেট

কার্বন ডাইঅক্সাইড (CO_2) পানির সাথে বিক্রিয়া করে কার্বনিক এসিড (H_2CO_3) উৎপন্ন করে।

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$$

সুতরাং, দ্বিতীয় আকরিকটির বিযোজনে প্রাপ্ত জিংক অক্সাইড (ZnO) উভধর্মী এবং কার্বন ডাইঅক্সাইড (CO_2) অম্লধর্মী অক্সাইড।

ঘ. ভিন্ন পদ্ধতিতে ধাতু দুটি নিষ্কাশনের কারণ হলো ধাতু দুটির সক্রিয়তার ভিন্নতা।

ধাতু নিষ্কাশনের দুটি ভিন্ন পদ্ধতি রয়েছে। যথা : (i) কার্বন বিজারণ ও (ii) তড়িৎ বিশ্লেষণ। কার্বন বিজারণ পদ্ধতিতে ধাতব অক্সাইডের সাথে কোক তথা কার্বন (C) মিশিয়ে উত্তপ্ত করার মাধ্যমে ধাতুকে মুক্ত করা হয়। সাধারণত মধ্যম সক্রিয় ধাতু যেমন : Mn, Zn, Cr, Fe প্রভৃতি ধাতুর বেলায় এই

পদ্ধতি অবলম্বন করা হয়। আবার, তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে সংশ্লিষ্ট আকরিকের গলিত দ্রবণের মধ্যে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করে ধাতুকে মুক্ত করা হয়। সাধারণত অধিক সক্রিয় ধাতুসমূহের ক্ষেত্রে এই পদ্ধতি অবলম্বন করা হয়। উদ্দীপকে উল্লিখিত খনিজ দুটি হলো বক্সাইট ও ক্যালামাইন। এরা যথাক্রমে অ্যালুমিনিয়াম (Al) এবং জিঙ্ক (Zn) এর খনিজ। Zn হলো মধ্যম সক্রিয় ধাতু। তাই কার্বন বিজারণ পদ্ধতিতে ক্যালামাইন থেকে নিম্নোক্ত পদ্ধতিতে Zn ধাতু নিষ্কাশন করা হয় :

$$ZnCO_3 \xrightarrow{\triangle} ZnO + CO_2$$

$$2ZnO + C \longrightarrow 2Zn + CO_2$$

অন্যদিকে Al একটি সক্রিয় ধাতু, তাই তড়িৎ বিশ্লেষণের মাধ্যমে নিম্নোক্তভাবে বক্সাইট থেকে Al ধাতু নিষ্কাশন করা হয়–

$$Al_2O_3(aq) \longrightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3O^{2-}$$

ক্যাথোডে : অ্যালুমিনিয়াম আয়ন ইলেকট্রন গ্রহণ করে অ্যালুমিনিয়ামে বিজারিত হয়।

$$Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$$

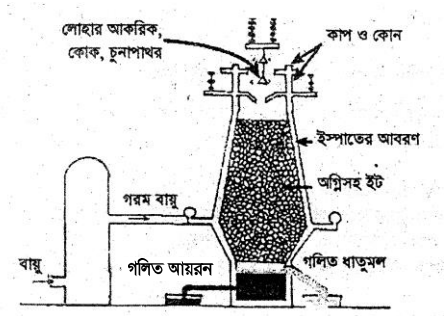
অ্যানোডে : অক্সাইড আয়ন ইলেকট্রন ত্যাগ করে অক্সিজেনে পরিণত হয়।

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

$$O + O \longrightarrow O_2$$

সুতরাং, উপরের আলোচনা তুলনামূলক বিশ্লেষণ করলে দেখা যায় যে, ধাতুদ্বয়ের সক্রিয়তার ভিন্নতার কারণেই ভিন্ন পদ্ধতিতে ধাতু দুটি নিষ্কাশনের মূল কারণ।

প্রশ্ন –৩ ▸ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. ব্রাস কী? ১

খ. Al ধাতু প্রকৃতিতে যৌগ হিসেবে থাকে কেন? ২

গ. চুল্লিতে সংঘটিত বিক্রিয়াসমূহ লেখ। ৩

ঘ. বিক্রিয়ার উৎপাদ, আর কারো সাথে বিক্রিয়া করতে পারে কিনা? তোমার মতামত বিশ্লেষণ কর। ৪

৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ব্রাস হলো 35% Cu এবং 65% Zn এর সংকর।

খ. Al ধাতু রাসায়নিকভাবে অত্যন্ত সক্রিয় এবং তীব্র তড়িৎ ধনাত্মক মৌল। সহজেই অন্য মৌল বা যৌগের সাথে বিক্রিয়া করে। প্রকৃতিতে কখনো মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায় না। এজন্য Al ধাতু প্রকৃতিতে যৌগ হিসেবে অবস্থান করে।

গ. চুল্লিতে সংঘটিত বিক্রিয়াসমূহ হলো :

হেমাটাইট + কার্বন মনোঅক্সাইড = ম্যাগনেটাইট + কার্বন ডাইঅক্সাইড

$$3Fe_2O_3 + CO = 2Fe_3O_4 + CO_2$$

ম্যাগনেটাইট + কার্বন মনোঅক্সাইড = ফেরাস অক্সাইড + কার্বন ডাইঅক্সাইড

$$Fe_3O_4 + CO = 3FeO + CO_2$$

ফেরাস অক্সাইড + কার্বন মনোঅক্সাইড = আয়রন + কার্বন ডাইঅক্সাইড

$$FeO + CO = Fe + CO_2$$

ক্যালসিয়াম কার্বনেট = ক্যালসিয়াম অক্সাইড + কার্বন ডাইঅক্সাইড

$$CaCO_3 = CaO + CO_2$$

ক্যালসিয়াম অক্সাইড + সিলিকা = ক্যালসিয়াম সিলিকেট

$$CaO + SiO_2 = CaSiO_3$$

ঘ. বাত্যাচুল্লিতে আয়রন নিষ্কাশনের সময় মধ্যবর্তী উৎপাদ ফেরাস অক্সাইড (FeO), এসিডিক ফ্লাক্স যেমন : SiO_2 এর সাথে বিক্রিয়া করতে পারে। এতে করে ফেরাস অক্সাইড (FeO), সিলিকন ডাইঅক্সাইডের (SiO_2) সাথে বিক্রিয়া করে অদ্রবণীয় ফেরাস সিলিকেট ($FeSiO_3$) ধাতব মল উৎপন্ন করে।

$$FeO+SiO_2 \rightarrow FeSiO_3$$ (অদ্রবণীয় ধাতব মল)

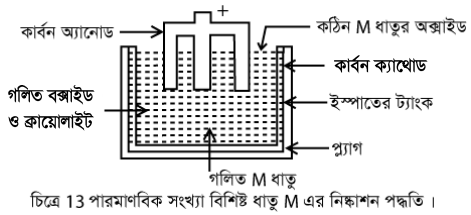
এক্ষেত্রে FeO হচ্ছে ক্ষারকীয় অক্সাইড। আয়রন নিষ্কাশনে যদি FeO অধিক ক্ষারকীয় অক্সাইড বিদ্যমান থাকে তবে FeO আর SiO_2 এর সাথে সিলিকেট গঠন করে না। ফলে ধাতুমল হিসেবে আয়রনের অপচয় হয় না। এজন্য চুল্লিতে চুনাপাথর দেওয়া হয়।

এতে করে চুনাপাথর ($CaCO_3$) উত্তাপে বিযোজিত হয়ে ক্যালসিয়াম অক্সাইড (CaO) উৎপন্ন করে। এটি FeO অপেক্ষা অধিক ক্ষারকীয়। এটি SiO_2 এর সাথে বিক্রিয়া করে ধাতব সিলিকেট তৈরি করে।

$$CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2$$

$$CaO + SiO_2 \longrightarrow Ca\,SiO_3$$

প্রশ্ন –৪ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



চিত্রে 13 পারমাণবিক সংখ্যা বিশিষ্ট ধাতু M এর নিষ্কাশন পদ্ধতি।

ক. বক্সাইট কী? ১

খ. অ্যালুমিনা হতে কার্বন বিজারণ পদ্ধতিতে অ্যালুমিনিয়াম ধাতু নিষ্কাশন করা যায় না কেন? ২

গ. কীভাবে M ধাতুটি নিষ্কাশন করা হয় ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. M ধাতুর অক্সাইডের তড়িৎ বিশ্লেষণকালে অ্যানোডে অক্সিজেন ও কার্বন ডাইঅক্সাইড এবং ক্যাথোড বা ধাতু উৎপন্ন হওয়ার যৌক্তিক কারণ ব্যাখ্যা কর। ৪

৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. বক্সাইট হলো অ্যালুমিনিয়ামের একটি আকরিক যার সংকেত $Al_2O_3 .2H_2O$।

খ. Al–এর আকরিক Al_2O_3–কে কার্বন বিজারণ পদ্ধতিতে মুক্ত করা যায় না, কারণ Al হচ্ছে উচ্চ সক্রিয় ধাতু।

উচ্চ সক্রিয় ধাতুসমূহকে তড়িৎ বিশ্লেষণ দ্বারা মুক্ত করা হয়। সক্রিয়তা সিরিজের K থেকে Al পর্যন্ত ধাতুগুলো অত্যন্ত সক্রিয় বলে এদের প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায় না এবং এদের তড়িৎ বিশ্লেষণের মাধ্যমে মুক্ত করা হয়। তাই অ্যালুমিনা (Al_2O_3) থেকে অ্যালুমিনিয়াম ধাতু নিষ্কাশন করা হয়।

গ. M ধাতুর অক্সাইড হলো অ্যালুমিনা, Al_2O_3। এটি অধিক সক্রিয় ধাতুসমূহের অক্সাইড। এ থেকে ধাতু মুক্ত করার জন্য তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

Al_2O_3 এর গলনাঙ্ক প্রায় 2050^0C। এতো উচ্চ তাপমাত্রা অর্জন ব্যয়বহুল। তাই এর সাথে ক্রায়োলাইট নামক খনিজের দ্রবণ মিশিয়ে কাজ করা হয়। উভয়ের মিশ্রণে Al $900\text{-}950^0C$ তাপমাত্রায় গলে যায়। একটি ইস্পাতের ট্যাংকের ভেতরের অংশ গ্রাফাইটের স্তর অর্থাৎ কার্বন দ্বারা আবৃত করা হয়। এ কার্বন স্তর ক্যাথোড হিসেবে কাজ করে। অ্যানোড হিসেবে কার্বন দণ্ড ব্যবহৃত হয়। এ ট্যাংকে গলিত বক্সাইটের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করা হয়। এ তড়িৎ প্রবাহের কারণে Al_2O_3 এর তড়িৎ বিশ্লেষণ চলতে থাকে এবং M ধাতুটি নিষ্কাশিত হয়।

তড়িৎ বিশ্লেষণের মূলনীতি :

$M_2On \longrightarrow 2M^{n+} + nO^{2-}$ অর্থাৎ $Al_2O_3 \longrightarrow 2Al^{3+} + 3O^{2-}$

ঘ. M ধাতুর অক্সাইড অর্থাৎ Al_2O_3–এর তড়িৎ বিশ্লেষণ চলাকালে ইস্পাতের ট্যাংকে ক্যাথোডে অ্যালুমিনিয়াম ধাতু অর্থাৎ M সঞ্চিত হতে থাকে। M ধাতু ক্রায়োলাইট থেকে ভারী হওয়ায় নিচের দিকে জমতে থাকে।

ট্যাংকের নিচের প্লাগ মাঝে মাঝে খুলে M ধাতুকে বের করে আনা হয়। অ্যানোডে অক্সিজেন উৎপন্ন হয়, যা কার্বনের সাথে বিক্রিয়া করে CO_2 উৎপন্ন করে। তড়িৎ বিশ্লেষণে রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহ হচ্ছে –

ক্যাথোডে : $Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al\ (M)$

অ্যানোডে : $O^{2-} \longrightarrow O + 2e^-$

$2O \longrightarrow O_2(g)$

পরবর্তীতে কার্বনের সাথে অক্সিজেনের বিক্রিয়া :

$C + O_2 \longrightarrow CO_2$

প্রশ্ন –৫ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ভূত্বকে উপস্থিত গুরুত্বপূর্ণ মৌলসমূহ হলো : ক্যালসিয়াম, অক্সিজেন, সিলিকন, অ্যালুমিনিয়াম, আয়রন, পটাসিয়াম, সোডিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম। এগুলো প্রকৃতিতে খনিজ বা আকরিক রুপে পাওয়া যায় এবং এদের সক্রিয়তা বিভিন্ন রকম।

ক. ভূত্বকের উপাদানগুলোর মধ্যে অধাতু কী কী? ১

খ. অ্যালুমিনিয়াম ও সোডিয়ামের যে যৌগ প্রকৃতিতে পাওয়া যায় তাদের নাম ও সংকেত লেখ। ২

গ. উদ্দীপকের প্রথম মৌলটি প্রকৃতিতে কীভাবে পাওয়া যায়? বর্ণনা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের ধাতুগুলোকে সক্রিয়তাক্রমের ভিত্তিতে সাজাও এবং সক্রিয়তার ভিন্নতা ব্যাখ্যা কর। ৪

৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ভূত্বকের উপাদানগুলোর মধ্যে অধাতু হলো অক্সিজেন ও সিলিকন।

খ. অ্যালুমিনিয়ামের যে যৌগ প্রকৃতিতে পাওয়া যায় তা হলো বক্সাইট। এর সংকেত $Al_2O_3.2H_2O$ এবং সাগরের পানির মধ্যে সোডিয়ামের যৌগ পাওয়া যায়। এর সংকেত $NaCl$।

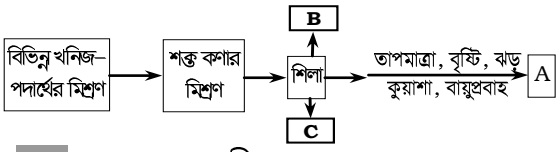
গ. উদ্দীপকের প্রথম মৌলটি হলো ক্যালসিয়াম যা প্রকৃতিতে কঠিন পাললিক শিলা আকারে পাওয়া যায়।

ক্যালসিয়ামের যৌগ হলো চুনাপাথর বা ক্যালসিয়াম কার্বনেট ($CaCO_3$)। চুনাপাথর (ক্যালসিয়াম কার্বনেট) বৃষ্টির পানিতে ধুয়ে সাগরে যায়। যেখানে তলানি জমে চুনাপাথর ও বেলে পাথর সৃষ্টি হয়। তলানি বিভিন্ন স্তরে জমা হয়। এজন্য শিলাতে বিভিন্ন স্তর দেখা যায়। টিলা বা পর্বত চূড়াতেও বিভিন্ন স্তর দেখা যায়। সিমেন্ট জাতীয় পদার্থ ক্যালসিয়াম কার্বনেট ক্ষুদ্র কণাগুলোকে শক্ত করে ধরে রেখে পাথর বা শিলায় পরিণত করে। এই শিলা পাললিক শিলা। এভাবে ক্যালসিয়ামের শিলা গঠিত হয়।

ঘ. উদ্দীপকের অক্সিজেন ও সিলিকন মৌল দুটি ছাড়া বাকিগুলো ধাতু। এগুলোর সক্রিয়তা ক্রম হলো পটাসিয়াম > ক্যালসিয়াম > সোডিয়াম > ম্যাগনেসিয়াম > অ্যালুমিনিয়াম > আয়রন বা লোহা প্রকৃতিতে উচ্চ সক্রিয় ধাতুসমূহের যৌগ প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায় এবং মধ্যম ও কম সক্রিয় ধাতুর যৌগ খুব কম পাওয়া যায়।

K উচ্চ সক্রিয় ধাতু আর Fe মধ্যম সক্রিয় ধাতু। তাই K এর চেয়ে Fe মূল্যবান। নিষ্ক্রিয় ধাতু যেমন স্বর্ণকে (Au) প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া গেলেও তা প্রায় বিরল। এজন্য স্বর্ণ অত্যন্ত মূল্যবান।

প্রশ্ন –৬ ▸ নিচের ছকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. ম্যাগমা কী? ১

খ. স্বর্ণ অত্যন্ত মূল্যবান কেন? ২

গ. A কীভাবে তৈরি হয়? ৩

ঘ. B ও C শিলার গঠন প্রক্রিয়া বর্ণনা কর। ৪

৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ভূগর্ভের উচ্চ তাপে গলিত শিলাকে ম্যাগমা বলে।

খ. স্বর্ণ বিরল বলে তা মূল্যবান।

স্বর্ণ একটি নিষ্ক্রিয় ধাতু। প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া গেলেও তা প্রায় বিরল।

গ. A হলো ক্ষয়প্রাপ্ত শিলা যা প্রাকৃতিক কারণে তৈরি হয়।

বিভিন্ন খনিজ পদার্থ মিশ্রিত হয়ে শক্ত কণার মিশ্রণ তৈরি হয়। অধিকাংশ শিলা কতগুলো শক্ত কণার মিশ্রণে সৃষ্টি হয়। নানাবিধ প্রাকৃতিক কারণে এই শিলা ক্ষয়প্রাপ্ত হয় অর্থাৎ A তে পরিণত হয়। যেমন : আবহাওয়ার সাথে সাথে অর্থাৎ তাপমাত্রা, বৃষ্টি, কুয়াশা, ঝড়, বায়ু প্রবাহ ইত্যাদির কারণে শিলা ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। এ কারণে চুনাপাথর (ক্যালসিয়াম কার্বনেট) বৃষ্টির পানিতে ধুয়ে সাগরে যায়। সেখানে তলানি জমে চুনাপাথর ও বেলে পাথর সৃষ্টি হয়।

ঘ. এখানে B হলো আগ্নেয় শিলা এবং C হলো পাললিক শিলা। নিচে এদের গঠন প্রক্রিয়া বর্ণনা করা হলো :

আগ্নেয় শিলার গঠন : ভূগর্ভের উচ্চ তাপে শিলা গলে যায়। এই গলিত অবস্থাকে ম্যাগমা বলে। ম্যাগমা ঠান্ডা হলে পুনরায় কঠিন শিলায় পরিণত হয়। এই শিলাকে আগ্নেয় শিলা বলে।

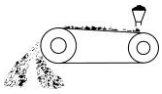
পাললিক শিলার গঠন : বিভিন্ন খনিজ পদার্থ মিশ্রিত হয়ে এই কণাগুলো তৈরি হয়েছে। শিলা সবসময় এক রকম থাকে না। আবহাওয়ার সাথে সাথে অর্থাৎ তাপমাত্রা, বৃষ্টি, কুয়াশা, ঝড়, বায়ু প্রবাহ ইত্যাদির কারণে শিলা ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। চুনাপাথর (ক্যালসিয়াম কার্বনেট) বৃষ্টির পানিতে ধুয়ে সাগরে যায়। সেখানে তলানি জমে চুনাপাথর ও বেলে পাথর সৃষ্টি হয়। তলানি বিভিন্ন স্তরে জমা হয়। এজন্য শিলাতে বিভিন্ন স্তর দেখা যায়। টিলা বা পর্বত চূড়াতেও বিভিন্ন স্তর দেখা যায়। সিমেন্ট জাতীয় পদার্থ

ক্যালসিয়াম কার্বনেট ক্ষুদ্র কণাগুলোকে শক্ত করে ধরে রেখে পাথর বা শিলায় পরিণত করে। এই শিলা হলো পাললিক শিলা।

প্রশ্ন –৭ ▸ নিচের চিত্রগুলো পর্যবেক্ষণ কর এবং সংশ্লিষ্ট প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

চিত্র : ১

চিত্র : ২



চিত্র : ৩

ক. আকরিক কী? ১

খ. লোহা অপেক্ষা স্টিলের ব্যবহার উপযোগিতা বেশি কেন? ২

গ. উদ্দীপকের পদ্ধতিগুলোর কার্যকারিতা ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. ২নং চিত্রের পদ্ধতিটি কোন ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয় বিশ্লেষণ কর। ৪

৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে সকল খনিজ থেকে লাভজনকভাবে ধাতু নিষ্কাশন করা যায় তাকে আকরিক বলে।

খ. লোহা হলো ধাতু আর স্টিল হলো লোহার ধাতু সংকর। ধাতব লোহার 99% এবং অধাতু 1% গলিত অবস্থায় মিশ্রিত করে স্টিল তৈরি করা হয়। স্টিল লোহা অপেক্ষা বেশি নমনীয় ঘাতসহ এবং ক্ষয় কম হয়। তাই লোহা অপেক্ষা স্টিলের ব্যবহার উপযোগিতা বেশি।

গ. উদ্দীপকের চিত্র–১ এর পদ্ধতি হলো ধাতু নিষ্কাশনের সময় আকরিকের মধ্যে যান্ত্রিক উপায়ে পানি প্রবাহিত করা। এতে অভিকর্ষ বলের সহায়তায় ধাতুর আকরিকের হালকা খনিজমলগুলো পৃথকীকরণ করা হয়।

উদ্দীপকের চিত্র–২ এর পদ্ধতিগুলো তেল ফেনা ভাসমান পদ্ধতি। এতে সালফাইড আকরিকসমূহ তেলসিক্ত হয়ে পানির উপরে ফেনার মতো ভেসে ওঠে। ফেনাসহ আকরিক পৃথক করে নেওয়া হয়। খনিজমল পাত্রের তলায় পড়ে থাকে।

উদ্দীপকের চিত্র–৩ এর পদ্ধতি হলো চৌম্বকীয় পৃথকীকরণ, আকরিক বা খনিজমলের কোনো একটির যদি চৌম্বক ধর্ম থাকে তাহলে এই পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

ঘ. ২নং চিত্রের পদ্ধতি সাধারণত সালফাইড আকরিক ঘনীকরণে ব্যবহৃত হয়।

সালফাইড আকরিক সহজে তেল সিক্ত হয়। বিচূর্ণিত আকরিক একটি বড় গামলায় নিয়ে এতে পানি যোগ করে অল্প পরিমাণে উপযুক্ত তেল মিশানো হয়। অতঃপর পানিতে বায়ুপ্রবাহের সাহায্যে আলোড়ন সৃষ্টি করা হয়।

সাধারণত চালকোসাইট (Cu_2S), জিংক ব্লেন্ড (ZnS), গ্যালেনা (PbS), সিন্নাবার (HgS), কপার পাইরাইট ($CuFeS_2$) ইত্যাদি আকরিক ঘনীকরণে এই পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়। এতে আকরিক থেকে খনিজমল দূর হয়।

প্রশ্ন –৮ ▸ নিচের ছকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ধাতুর আকরিক → আকরিক বিচূর্ণন → আকরিকের ঘনীকরণ → অক্সাইডে রূপান্তর (A) → মুক্ত ধাতুতে রূপান্তর → বিশোধন (B)

ক. মানুষ সর্বপ্রথম কোন ধাতু নিষ্কাশন করেছিল? ১

খ. আকরিক বিচূর্ণকে জো ক্রাশারে ও বল ক্রাশারে কী করা হয়? ২

গ. ধাতু নিষ্কাশনে A ধাপটি ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের B ধাপটির গুরুত্ব মূল্যায়ন কর। ৪

৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. মানুষ সর্বপ্রথম কপার ধাতু নিষ্কাশন করেছিল।

খ. প্রকৃতিতে অধিকাংশ আকরিক বিশাল বিশাল শিলা খণ্ড হিসেবে পাওয়া যায়। এই বিশাল শিলাখণ্ডকে ভেঙে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণায় রূপান্তর করা হয়। এজন্য আকরিককে প্রথমে জো ক্রাশারে ছোট ছোট টুকরা করা হয় এবং পরে বল ক্রাশারে পাউডারে পরিণত করা হয়।

গ. ধাতু নিষ্কাশনে A ধাপটি হলো ঘনীকৃত আকরিককে অক্সাইডে রূপান্তর। ভস্মীকরণ ও তাপজারণ দ্বারা এ রূপান্তর সম্পন্ন করা হয়।

ভস্মীকরণ : ঘনীকৃত আকরিককে গলনাঙ্কের চেয়ে কম তাপমাত্রায় বায়ুর অনুপস্থিতিতে উত্তপ্ত করা হয়। এর ফলে আকরিক থেকে জৈব উপাদান ও জলীয়বাষ্প দূরীভূত হয়। এ প্রক্রিয়ায় ধাতুর আর্দ্র অক্সাইড বা কার্বনেট, ধাতব অক্সাইডে পরিণত হয়।

$CaCO_3$ (চুনাপাথর) $\xrightarrow{\triangle}$ $CaO + CO_2$

$Al_2O_3.\ 2H_2O$ (বক্সাইট) $\xrightarrow{\triangle}$ $Al_2O_3 + 2H_2O$

$2Fe_2O_3\ .3H_2O$ (হেমাটাইট) $\xrightarrow{\triangle}$ $2Fe_2O_3 + 3H_2O$

তাপজারণ : সাধারণত সালফাইড আকরিকের তাপজারণ করা হয়। সালফাইড আকরিককে বায়ু প্রবাহের উপস্থিতিতে গলনাঙ্ক তাপমাত্রার নিম্ন তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়। খনিজমল যেমন, সালফার, আর্সেনিক, ফসফরাস ইত্যাদি উদ্বায়ী অক্সাইডরূপে দূরীভূত হয়।

$2ZnS$ (জিংক ব্লেন্ড) $+ 3O_2 \xrightarrow{\triangle} 2ZnO + 2SO_2$

$2PbS$ (গ্যালে না) $+ 3O_2 \xrightarrow{\triangle} 2PbO + 2SO_2$

ঘ. ধাতুর আকরিকের B ধাপটি হলো বিশোধন যার গুরুত্ব অপরিসীম। তড়িৎ বিশ্লেষণে শেষ পর্যন্ত ধাতুর আকরিকে কিছু খনিজমল থেকে যায়। এই খনিজমল দূর করার জন্য আকরিকের সাথে ফ্লাক্স বা বিগালক যোগ করা হয়। উচ্চ তাপমাত্রায় আকরিকের ধাতব অক্সাইড বিজারিত হয়ে ধাতু মুক্ত হয় এবং

ফ্লাক্স খনিজমলের সাথে যুক্ত হয়ে ধাতুমল উৎপন্ন করে। ধাতুমল গলিত ধাতুতে দ্রবীভূত হয় না। অপেক্ষাকৃত হালকা বলে ধাতুমল সহজেই গলিত ধাতু থেকে পৃথক করা যায়। এ প্রক্রিয়াকে বিগলন বলে।

খনিজমলগুলো এসিড বা ক্ষার ধর্ম বিশিষ্ট হয়। এসিড ধর্ম বিশিষ্ট খনিজমল দূর করার জন্য ক্ষার ধর্ম বিশিষ্ট ফ্লাক্স এবং ক্ষার ধর্মবিশিষ্ট খনিজমল দূর করার জন্য এসিড ধর্ম বিশিষ্ট ফ্লাক্স যোগ করা হয়। যেমন :

$$CaO + SiO_2 \longrightarrow CaSiO_3$$

ক্ষারকীয় ফ্লাক্স এসিডিক খনিজমল ক্যালসিয়াম সিলিকেট

$$MnO + SiO_2 \longrightarrow MnSiO_3$$

ক্ষারকীয় খনিজমল এসিডিক ফ্লাক্স ম্যাঙ্গানিজ সিলিকেট

$$FeO(s) + SiO_2 \longrightarrow FeSiO_3$$

ক্ষারকীয় খনিজমল এসিডিক ফ্লাক্স ফেরাস সিলিকেট

বিগলন প্রক্রিয়ায় প্রাপ্ত ধাতুকে আরো বিশুদ্ধ করার জন্য তড়িৎ বিশোধন করা হয়। যেমন : বিগলন প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন কপার বা তামা 98% বিশুদ্ধ হয়। একে তড়িৎবিশ্লেষণ করলে 99.9% বিশুদ্ধ কপার বা তামা পাওয়া যায়। তড়িৎ বিশ্লেষণে শক্তি ব্যবহার করে রাসায়নিক বিক্রিয়া সংগঠন করা হয়।

অতএব, উদ্দীপকের B ধাপটির গুরুত্ব অনস্বীকার্য।

প্রশ্ন –৯ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

X একটি যৌগ, যার গলনাঙ্ক 801^0C। এটি সমুদ্রের পানি শুকিয়ে পাওয়া যায়। Y একটি যৌগ যা X থেকে সোডিয়াম নিষ্কাশন গলনাঙ্ক কমানোর জন্য ব্যবহার করা হয়। 40-42% X ও 58 - 60% Y এর গলনাঙ্ক প্রায় 600^0C।

ক. ক্যালামাইনের সংকেত কী? ১

খ. কপার এর নিষ্কাশনে স্ববিজারণ বলতে কী বোঝ? ২

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত পদ্ধতিতে সোডিয়াম নিষ্কাশনের প্রক্রিয়া বর্ণনা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত পদ্ধতিতে সোডিয়ামের সাথে ক্যালসিয়াম ধাতু মুক্ত হবে কিনা তা ব্যাখ্যা কর। ৪

৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ক্যালামাইনের সংকেত হলো $ZnCO_3$।

খ. কপারের নিষ্কাশনে চালকোসাইট (Cu_2S) অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে Cu_2O উৎপন্ন করে।

$$Cu_2S + O_2 \longrightarrow Cu_2O + SO_2$$

উৎপন্ন Cu_2O আবার Cu_2S এর সাথে বিক্রিয়া করে কপার ধাতু যুক্ত করে। একে Cu এর স্ববিজারণ বলা হয়।

$$Cu_2S + Cu_2O \longrightarrow Cu + SO_2$$

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত পদ্ধতিটি হচ্ছে ডাউনের পদ্ধতি। ডাউনের পদ্ধতিতে NaCl এর সাথে $CaCl_2$ মিশ্রিত করে সোডিয়াম ধাতু নিষ্কাশন করা হয়। সুতরাং, উদ্দীপকে X যৌগটি হচ্ছে NaCl এবং Y যৌগটি হচ্ছে $CaCl_2$। এ প্রণালিতে বিগলিত সোডিয়াম ক্লোরাইডকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করা হয়। ফলে ক্যাথোডে সোডিয়াম ধাতু বিমুক্ত হয়।

$$NaCl \text{ (বিগলিত)} \rightarrow Na^+ + Cl^-$$
$$Na^+ + e^- = Na \text{ (ক্যাথোড)}$$
$$2Cl^- + 2e^- \text{ (অ্যানোড)}$$

NaCl এর গলনাঙ্ক 801^0C। এত উচ্চ তাপমাত্রায় উৎপন্ন সোডিয়াম ধাতু বাষ্পীভূত হয়ে অপচয় হয়। বাষ্পীভূত সোডিয়াম ও সোডিয়াম ক্লোরাইড বিদ্যুৎ কোষে একটি ধাতব কুয়াশা সৃষ্টি করে অসুবিধা ঘটায় এবং সর্বোপরি উচ্চ তাপ প্রয়োগ বেশ ব্যয় সাপেক্ষ। তাই এ প্রক্রিয়ায় সোডিয়াম ক্লোরাইডের সঙ্গে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড মিশিয়ে বিগলিত করা হয়। ফলে সোডিয়াম ক্লোরাইডের গলনাঙ্ক 600^0C এ হ্রাস পায়।

ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত পদ্ধতিতে ক্যালসিয়াম ধাতু মুক্ত হবে না।

উদ্দীপকে উল্লিখিত পদ্ধতিটি হচ্ছে একটি তড়িৎ রাসায়নিক প্রক্রিয়া এবং সোডিয়াম ধাতু নিষ্কাশন করা হচ্ছে একটি তড়িৎ রাসায়নিক কোষের মাধ্যমে। 'গ' থেকে জানা যায় তড়িৎ রাসায়নিক কোষের দ্রবণে ক্যাটায়নগুলো হচ্ছে Na^+ ও Ca^+। তড়িৎ রাসায়নিক সারণি থেকে দ্রবণে Ca^{2+} আয়নের আয়নিক অবস্থায় থাকার প্রবণতা Na^+ আয়ন থেকে বেশি।

সুতরাং, তড়িৎ বিশ্লেষণ বিক্রিয়ায় Ca^{2+} অংশগ্রহণ করে না, অর্থাৎ ডাউনের পদ্ধতিতে ক্যাথোডে সংঘটিত বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে শুধুমাত্র Na^+ বিজারিত হয়ে Na ধাতু হিসেবে মুক্ত হচ্ছে। এক্ষেত্রে কোনো Ca ধাতু মুক্ত হয় না।

প্রশ্ন –১০ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

চালকোসাইটকে অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়ার মাধ্যমে একটি ধাতু মুক্ত করা হয়। এই পদ্ধতিতে উক্ত ধাতুর স্ববিজারণ সংঘটিত হয়। এতে একটি বিষাক্ত গ্যাস পরিবেশে নিষ্কাশিত হয়।

ক. মরিচাবিহীন ইস্পাতের সংযুক্তি লেখ। ১

খ. কার্বন বিজারণ বলতে কী বোঝ? ২

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত প্রক্রিয়াটির বিক্রিয়াসহ লেখ। ৩

ঘ. উৎপন্ন বিষাক্ত গ্যাসকে কি কোনোভাবে লাভজনক কাজে ব্যবহার করা সম্ভব? তোমার মতামতের সপক্ষে যুক্তি প্রদর্শন কর। ৪

১০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. মরিচাবিহীন ইস্পাতের সংযুক্তি হলো লোহা 74%, ক্রোমিয়াম 18%, নিকেল 8%।

খ. অনেক ধাতুর আকরিক ধাতব অক্সাইড এবং এই ধাতব অক্সাইডকে কার্বনসহ তাপ দিলে ধাতু মুক্ত হয়। এ প্রক্রিয়াকে কার্বন বিজারণ বলা হয়।

এই প্রক্রিয়াতে কার্বন অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে কার্বন মনো ও ডাইঅক্সাইড উৎপন্ন করে।

$M_2On + nC \longrightarrow 2M + nCO$

$M_2On + nCO \longrightarrow 2M + nCO_2$

এখানে, M হচ্ছে মধ্যম সক্রিয় ধাতুসমূহ।

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত চালকোসাইট (Cu_2S) হচ্ছে কপারের (Cu) আকরিক। একে অক্সিজেনের সাথে দহনের মাধ্যমে কপার (Cu) ধাতুমুক্ত করা হয়। $Cu_2S(s)$ (চালকোসাইট) + $O_2(g) \longrightarrow 2Cu + SO_2$ বিক্রিয়াটি একাধিক ধাপে সম্পন্ন হয়। যেমন –

$Cu_2S(s)$ (চালকোসাইট) + $O_2(g) \longrightarrow 2Cu_2O + SO_2$

জারণ বিক্রিয়ায় উৎপন্ন কিউপ্রাস অক্সাইড অজারিত কিউপ্রাস সালফাইডের সাথে বিক্রিয়া করে কপার ধাতু মুক্ত করে। এই প্রক্রিয়াকে স্ববিজারণ বলা হয়।

$$2Cu_2S + 2Cu_2O \longrightarrow 6Cu + SO_2$$

ঘ. উৎপন্ন বিষাক্ত গ্যাসকে লাভজনক কাজে ব্যবহার করা সম্ভব।

চালকোসাইটের সাথে অক্সিজেনের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন বিষাক্ত গ্যাস হচ্ছে সালফার ডাইঅক্সাইড (SO_2)। উৎপন্ন সালফার ডাইঅক্সাইড পরিবেশের জন্য অত্যন্ত ক্ষতিকর। এটি এসিড বৃষ্টির জন্য দায়ী।

তবে এটাকে সংগ্রহ করে লাভজনক কাজে ব্যবহার করা সম্ভব।

সালফিউরিক এসিড উৎপাদনে একটি গুরুত্বপূর্ণ মধ্যবর্তী উৎপাদ হচ্ছে SO_2। SO_2 আবার অক্সিজেনের (O_2) সাথে বিক্রিয়া করে SO_3 উৎপন্ন করে। উৎপন্ন SO_3 আবার H_2SO_4 এর সাথে বিক্রিয়া করে $H_2S_2O_7$ উৎপন্ন করে। পরে $H_2S_2O_7$ পানির (H_2O) সাথে বিক্রিয়া করে সালফিউরিক এসিড (H_2SO_4) উৎপন্ন করে। বিক্রিয়াসমূহ হচ্ছে–

$$SO_2 + O_2 \longrightarrow SO_3$$

$$SO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow H_2S_2O_7$$

$$H_2S_2O_7 + H_2O \longrightarrow 2H_2SO_4$$

প্রশ্ন –১১ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ধাতু	আকরিক	নিষ্কাশনের বিক্রিয়া
জিংক	জিংক ব্লেন্ড ZnS	
লেড	গ্যালেনা PbS	
আয়রন	হেমাটাইট Fe_2O_3	
কপার	চালকোসাইট Cu_2S	
অ্যালুমিনিয়াম	বক্সাইট $Al_2O_3.2H_2O$	

ক. কাসার সংযুক্তি লেখ। ১

খ. তাম্রমল বলতে কী বোঝ? ২

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত ছকটি পূর্ণ কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত ধাতুসমূহের মাঝে কোনগুলো কার্বন দ্বারা নিষ্কাশন করা সম্ভব? যুক্তিসহ নির্ণয় কর। ৪

১১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কাসাতে কপার হচ্ছে 90% এবং টিন 10%।

খ. তাম্রমল সাধারণত কপার (II) কার্বনেট এবং কপার (II) হাইড্রক্সাইডের মিশ্রণ $[CuCO_3.Cu(OH)_2]$

তামা ও পিতলের তৈরি পাত্র পরিষ্কার না করা হলে এগুলোর গায়ে সবুজ বর্ণের আবরণ সৃষ্টি হয়। একে তাম্রমল বলে। এটি এক প্রকার কপার লবণ। এর উপাদান মূলত পরিবেশের ওপর নির্ভর করে। এটি জৈব এসিডে দ্রবীভূত হয়।

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত ছকটি পূর্ণ করা হলো :

ধাতু	আকরিক	নিষ্কাশনের বিক্রিয়া
Zn	ZnS	$O_2 \xrightarrow{\Delta} ZnO + SO_2$ $ZnO + C \longrightarrow Zn + CO$
Pb	PbS	$O_2 \xrightarrow{\Delta} PbO + SO_2$ $PbO + C \longrightarrow Pb + CO$
Fe	Fe_2O_3	$Fe_2O_3 + C \xrightarrow{\Delta} Fe + CO_2$

Cu	Cu_2S	$Cu_2S + O_2 \longrightarrow Cu + SO_2$
Al	$Al_2O_3.2H_2O$	$Al_2O_3.2H_2O \xrightarrow{\Delta} Al_2O_3 + 2H_2O$ $Al_2O_3 \xrightarrow{\text{তড়িৎ বিশ্লেষণ}} Al$

ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত ধাতুসমূহের মাঝে Zn, Pb ও Fe কার্বন দ্বারা নিষ্কাশন করা সম্ভব।

কার্বন একটি মধ্যম শক্তিশালী বিজারক। সক্রিয়তা ক্রমে যে সকল মৌল কার্বনের নিচে অবস্থান করে তাদেরকে কার্বন দ্বারা বিজারণ করা সম্ভব।

ধাতুসমূহের সক্রিয়তার ক্রম হচ্ছে—

Li > K > Ca > Na > Mg > Al > Mn > Zn > Cr > Fe > Pb > Cu > Ag > Hg > Pt > Au

উল্লিখিত ক্রমে Al এর পরের সকল ধাতুর সক্রিয়তাই কার্বন অপেক্ষা কম। সুতরাং, Al এর নিচে অবস্থানরত সকল মৌলকেই কার্বন বিজারণ পদ্ধতিতে নিষ্কাশন করা সম্ভব।

তবে কপার (Cu) থেকে শুরু করে গোল্ড (Au) পর্যন্ত ধাতু অত্যন্ত নিষ্ক্রিয় বিধায় এগুলো প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় অথবা এদের সালফাইড বা কার্বনেট আকরিকের তাপজারণ দ্বারা নিষ্কাশন করা হয়।

সুতরাং, এদের ভেতর Al কে কার্বন বিজারণ পদ্ধতিতে নিষ্কাশন করা সম্ভব নয়।

Zn, Pb ও Fe শুধুমাত্র কার্বন বিজারণ পদ্ধতিতে নিষ্কাশন করা যায়। বাকি Cu–কে আকরিকের তাপজারণ দ্বারা মুক্ত করা হয়।

প্রশ্ন –১২ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

রাসেল তার স্যারকে বিভিন্ন যুগের মানুষের ধাতুর ব্যবহার এবং ধাতুর মজুদ সম্পর্কে জিজ্ঞেস করল। স্যার তাকে ব্রোঞ্জ যুগের কথা বললেন এবং ধাতুর পুনঃপ্রক্রিয়াজাতকরণের কথাও জানালেন।

ক. ওলিয়াম কী? ১

খ. স্টিলের উপাদান ও শতকরা সংযুতি লেখ। ২

গ. রাসেলকে স্যার যে যুগের কথা বললেন, তার বর্ণনা দাও। ৩

ঘ. স্যারের আলোচনা করা পদ্ধতির মাধ্যমে পরিবেশগত সমস্যার সমাধান সম্ভব– বিশ্লেষণ কর। ৪

১২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ওলিয়াম হলো ধূমায়মান সালফিউরিক এসিড।

খ. স্টিলের প্রধান উপাদান হলো লোহা ও কার্বন। লোহার শতকরা পরিমাণ হলো 99% ও কার্বনের শতকরা পরিমাণ 1%।

গ. রাসেলকে স্যার ব্রোঞ্জ যুগের কথা বললেন।

মানুষ প্রথমে কপার ধাতু নিষ্কাশন করেছিল। সে সময় তারা গহনা, অস্ত্র এবং যন্ত্রপাতি তৈরিতে কপার ব্যবহার করত। সভ্যতার ইতিহাসে খ্রিষ্টপূর্ব 5000 থেকে 3000 পর্যন্ত সময় কালকে তাম্র যুগ বলা হয়। কপার বা তামা নরম বিধায় তামা দিয়ে তৈরি অস্ত্র ও যন্ত্রপাতি বেশি কার্যকর ছিল না। কপারের সাথে সামান্য পরিমাণে ধাতব টিন মিশালে কপারের কাঠিন্য বহুলাংশে বৃদ্ধি পায়। এই মিশ্রণ আবিষ্কার ছিল যুগান্তকারী ঘটনা। কপার ও টিনের মিশ্রণে উৎপন্ন ধাতু সংকর হলো ব্রোঞ্জ। খ্রিষ্টপূর্ব 3000 থেকে 1000 পর্যন্ত সময়কালকে ব্রোঞ্জ যুগ বলা হয়।

ঘ. স্যার রাসেলের সাথে ধাতুর পুনঃপ্রক্রিয়াজাতকরণের বিষয়ে আলোচনা করলেন। এই পদ্ধতির মাধ্যমে পরিবেশগত সমস্যার সমাধান সম্ভব।

পৃথিবীতে প্রতিটি মৌলিক পদার্থের অণুর সংখ্যা নির্দিষ্ট। নতুন করে কোনো মৌলিক পদার্থ সৃষ্টি করা সম্ভব নয়। সুতরাং, প্রতিটি খনিজ পদার্থই অসীম নয় সসীম। বর্তমান হারে ধাতু ব্যবহার করতে থাকলে এ পর্যন্ত পৃথিবীতে আবিষ্কৃত ধাতুর খনিজ আগামী 120-150 বছরে শেষ হয়ে যাবে। সুতরাং, স্বল্প মাত্রায় ধাতু আহরণ করলে তা বহুদিন ধরে পাওয়া যাবে। তাছাড়া এতে অর্থ ও জ্বালানি সাশ্রয় হয়। অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশনের প্রয়োজনীয় জ্বালানির মাত্র 5% খরচ করে সমপরিমাণ অ্যালুমিনিয়াম ধাতু পুনঃপ্রক্রিয়াজাত করা যায়। প্রধানত অ্যালুমিনিয়াম, আয়রন, কপার, জিংক, লেড ইত্যাদি পুনঃপ্রক্রিয়াজাতকরণ করা হয়। যুক্তরাষ্ট্রের ব্যবহৃত মোট কপারের 21% পুনঃপ্রক্রিয়াজাতকৃত। ইউরোপের ব্যবহৃত অ্যালুমিনিয়ামের 60% পুনঃপ্রক্রিয়াজাতকৃত। ড্রিংকস্ ক্যান, দুধের টিন, রান্নার হাড়ি পাতিলের বিভিন্ন পরিত্যক্ত যন্ত্রাংশ, পরিত্যক্ত গাড়ির অংশ থেকে ধাতু পুনঃপ্রক্রিয়াকরণ করা যায়। ঔষধ কোম্পানির ট্যাবলেট অ্যালুমিনিয়াম ধাতুর স্ট্রিপ থাকে। এগুলো পুনঃপ্রক্রিয়াজাত করে অ্যালুমিনিয়াম ধাতু পাওয়া সম্ভব।

অতএব, ধাতুর পুনঃপ্রক্রিয়াজাতকরণ পরিবেশগত সমস্যার সমাধানে অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

প্রশ্ন –১৩ ▸ নিচের ছকটি লক্ষ কর এবং এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

বস্তু	লোহা	ক্রোমিয়াম	নিকেল	কার্বন
X	99%	-	-	1%
Y	74%	18%	8%	-

ক. সংকর ধাতু কী? ১

খ. 22 ক্যারেট স্বর্ণের উপাদান ও সংযুতি উল্লেখ কর। ২

গ. 'X' এর প্রধান উপাদানের মিশ্র অক্সাইড থেকে কীভাবে সংশ্লিষ্ট ধাতু নিষ্কাশন করা যায় তা ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. X এবং Y এর মধ্যে কোনটি অধিক টেকসই? বিশ্লেষণ কর। ৪

১৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. গলিত অবস্থায় একাধিক ধাতুকে মিশ্রিত করে যে বস্তু তৈরি হয় তাকে সংকর ধাতু বলে।

খ. 22 ক্যারেট স্বর্ণের উপাদান ও শতকরা সংযুতি নিচে দেওয়া হলো :

উপাদান	শতকরা সংযুতি
স্বর্ণ	91·67%
কপারসহ অন্যান্য ধাতু	8·33%

গ. উদ্দীপকের X হচ্ছে স্টিল এবং এর প্রধান উপাদান হলো লোহা। লোহার মিশ্র অক্সাইড হলো ফেরাসোফেরিক অক্সাইড (Fe_3O_4)। এটি লোহার অন্যতম প্রধান আকরিক।

Fe_3O_4 থেকে কার্বন বিজারণ প্রণালিতে লোহা নিষ্কাশন করা হয়। এক্ষেত্রে বিশেষ ধরনের চুল্লি ব্যবহার করা হয় যার নাম বাত্যাচুল্লি। বাত্যাচুল্লিতে Fe_3O_4 এর সাথে কার্বন, বিগালক হিসেবে $CaCO_3$ মিশিয়ে তপ্ত বায়ু প্রবাহে উত্তপ্ত করা হলে বিগলিত আয়রন পাওয়া যায়।

ঘ. X এবং Y এর মধ্যে Y অধিক টেকসই হবে।

X হলো সাধারণ স্টিল আর Y হলো স্টেইনলেস স্টিল অর্থাৎ মরিচাহীন ইস্পাত। X–এর মধ্যে 99% লোহা এবং 1% কার্বন বিদ্যমান। তাই X থেকে উৎপন্ন পণ্য সামগ্রীতে অতি সহজেই মরিচা ধরবে এবং সেগুলো ক্ষয়প্রাপ্ত হবে। তাই X থেকে উৎপন্ন সামগ্রী কম টেকসই হবে।

অন্যদিকে, Y হলো একটি উন্নতমানের সংকর ধাতু। এতে লোহার সাথে অন্যান্য উপাদানগুলো এমনভাবে মেশানো হয়েছে যেন Y থেকে উৎপন্ন পণ্য সামগ্রীতে মরিচা না পড়ে অর্থাৎ Y তে মরিচারোধী উপাদানগুলো রয়েছে। Ni স্টিলের কাঠিন্য বৃদ্ধি করে। Cr মরিচা প্রতিরোধ করে। তাই Y থেকে উৎপন্ন পণ্য সামগ্রী বায়ু উপাদানের (O_2,H_2O) সাথে বিক্রিয়া করে না।

সুতরাং, X এবং Y এর মধ্যে Y অধিকতর টেকসই।

প্রশ্ন –১৪ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

কোন ধাতু বা ধাতুসংকর পরিবেশের উপাদান যেমন– অক্সিজেন, পানি ইত্যাদির সাথে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। যেমন : তামার তৈরি পাতিল বা ডেগ কিছুদিন পরিষ্কার না করলে তার বর্ণ পরিবর্তন হয়ে যায়।

ক. ডুরালামিন কী? ১

খ. সংকর ধাতুর দুটি বৈশিষ্ট্য লেখ। ২

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত বস্তুর (ডেগ) বর্ণ পরিবর্তনের কারণ ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. তড়িৎ বিশ্লেষণের সাহায্যে উদ্দীপকের মৌলের বিশোধন ব্যাখ্যা কর। ৪

১৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ডুরালামিন হলো Al এর সংকর ধাতু।

খ. সংকর ধাতুর দুটি বৈশিষ্ট্য হলো–

১. সংকর ধাতু হলো দুই বা ততোধিক ধাতু অথবা ধাতু ও অধাতুর সাধারণ মিশ্রণ।

২. ধাতু সংকর তার উপাদান মৌলগুলো থেকে বেশি নমনীয়, ঘাতসহ এবং ক্ষয় কম হয়।

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত পাতিল বা ডেগ মূলত তামার সংকর দিয়ে তৈরি করা হয় যা রাসায়নিক বিক্রিয়ার কারণে বর্ণ পরিবর্তন করে।

তামার সংকরে 65% কপার ও 35% জিংক থাকে। নতুন ডেগ পাতিল তামাটে বর্ণের হলেও বেশ কিছুদিন রেখে দিলে তা বাদামি বর্ণ ধারণ করে। এর কারণ হলো ডেগে কপারের সাথে বায়ুর অক্সিজেন ও জলীয়বাষ্প কার্বন ডাইঅক্সাইডের সাথে বিক্রিয়া করে CuO ও তাম্রমল [$CuCO_3.Cu(OH)_2$] গঠন করে। এখানে উল্লেখ্য বাদামি বর্ণের জন্য CuO এবং সবুজ বর্ণের জন্য তাম্রমল অর্থাৎ [$CuCO_3.Cu(OH)_2$] দায়ী। জৈব এসিড সমৃদ্ধ ফল যেমন : তেঁতুল, কামরাঙ্গা দ্বারা পিতলের তৈরি সামগ্রী পরিষ্কার করলে তাম্রমল অপসারিত হয়ে সেটি আবার আগের অবস্থায় ফিরে আসবে।

ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত সংকর ধাতুর মূল উপাদান হলো কপার যা আকরিক থেকে জটিল প্রক্রিয়ার মাধ্যমে নিষ্কাশন করা হয়।

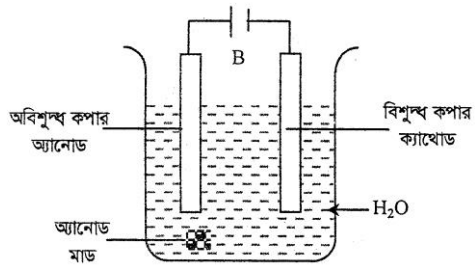
চালকোসাইট (Cu_2S) থেকে কপার নিষ্কাশন করা হয়। স্ববিজারণ প্রক্রিয়ায় প্রাপ্ত কপার বিশুদ্ধ হয় না। একে বিশোধন করতে তড়িৎ বিশ্লেষণের প্রয়োজন হয়। এক্ষেত্রে অবিশুদ্ধ কপারকে অ্যানোড ও বিশুদ্ধ কপারকে ক্যাথোড হিসেবে ব্যবহার করা হয়। আর জলীয় দ্রবণ হিসেবে কপার সালফেট দ্রবণ প্রয়োজন হয়। নিচে কপারের তড়িৎ বিশোধনের বিক্রিয়া ও চিত্র দেখানো হলো।

$CuSO_4(aq.) \rightleftharpoons Cu^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

অ্যানোডে জারণ : $Cu(s) - 2e^- \longrightarrow Cu^{2+}(aq.)$

ক্যাথোডে বিজারণ : $Cu^{2+}(aq.) + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$

অ্যানোড ক্ষয় প্রাপ্ত হয় আর ক্যাথোড মোটা হয়। অ্যানোডের ভেজালগুলো অ্যানোড মাডরূপে অ্যানোডের নিচে পড়ে থাকে।



চিত্র : কপারের তড়িৎ বিশোধন

এভাবে কপার বিশোধন করা হয়।

প্রশ্ন –১৫ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

একজন বিজ্ঞান শিক্ষক নবম শ্রেণির শিক্ষার্থীদের স্কুলের জানালার গ্রিলে এক ধরনের বাদামি বর্ণের আস্তরণ পড়ার দৃশ্য দেখালেন। তারপর তিনি এ থেকে মুক্ত থাকার উপায় বর্ণনা করলেন।

ক. মরিচা কী? ১

খ. স্টেইনলেস স্টিল কী কী কাজে ব্যবহার হয়? ২

গ. বিজ্ঞান শিক্ষকের দেখানো জানালার গ্রিলে পড়া বাদামি আস্তরণ কী ধরনের পরিবর্তন–ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. বিজ্ঞান শিক্ষক বাদামি আস্তরণ পড়া থেকে জানালার গ্রিলকে মুক্ত রাখার কী উপায় জানালেন বর্ণনা কর। ৪

১৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. মরিচা হলো আর্দ্র আয়রন (II) অক্সাইড [$Fe_2O_3.nH_2O$] যা একটি লালচে বাদামি বর্ণের ভঙ্গুর আস্তরণ।

খ. স্টেইনলেস স্টিল, ছুরি, কাটাচামচ, পাকঘরের সিঙ্ক, রসায়ন শিল্পের বিক্রিয়া পাত্র, অস্ত্রোপচারের যন্ত্রপাতি ইত্যাদি নির্মাণে ব্যবহৃত হয়।

গ. বিজ্ঞান শিক্ষকের দেখানো জানালার গ্রিলে পড়া বাদামি আস্তরণ হলো মূলত মরিচা যা রাসায়নিক পরিবর্তনের উদাহরণ।

জানালার গ্রিলের লোহা বাতাসে ফেলে রাখায় তার ওপর বাতাসের অক্সিজেন ও জলীয় বাষ্প বিক্রিয়া করে পানিযুক্ত ফেরিক অক্সাইড উৎপন্ন করে, যা মরিচা নামে পরিচিত। এ পরিবর্তনের ফলে লোহার আণবিক গঠনের পরিবর্তন ঘটে। মরিচার ধর্ম লোহা, অক্সিজেন ও পানি থেকে সম্পূর্ণ ভিন্ন। অর্থাৎ এক্ষেত্রে সম্পূর্ণ নতুন যৌগ উৎপন্ন হয়েছে।

সুতরাং জানালার গ্রিলের ওপর মরিচা পড়া একটি রাসায়নিক পরিবর্তন।

ঘ. বিজ্ঞান শিক্ষক বাদামি আস্তরণ পড়া তথা মরিচা থেকে জানালার গ্রিলকে মুক্ত রাখার জন্য কিছু উপায় বর্ণনা করলেন। মরিচা নিম্নোক্ত উপায়ে রোধ করা যায় :

১. জানালার গ্রিলকে বাদামি আস্তরণ পড়া থেকে মুক্ত রাখতে তড়িৎ বিশ্লেষণ প্রক্রিয়ার সাহায্য নেওয়া যায়। এ প্রক্রিয়াকে বলে ইলেকট্রোপ্লেটিং। ইলেকট্রোপ্লেটিং পদ্ধতির সাহায্যে জানালার গ্রিলের ওপর নিকেল বা ক্রোমিয়াম বা অ্যালুমিনিয়াম ধাতুর প্রলেপ দেওয়া যায়। জানালার গ্রিল প্রলেপযুক্ত হওয়ার ফলে আর বাতাসের সংস্পর্শে বিক্রিয়া করবে না ফলে মরিচাও ধরবে না। উপরন্তু জানালার গ্রিলে উজ্জ্বল ধাতব বর্ণ প্রদান করবে যা সৌন্দর্য ও স্থায়িত্ব বাড়াবে।

২. গ্যালভানাইজিং পদ্ধতির সাহায্যেও জানালার গ্রিলকে বাদামি আস্তরণ বা মরিচা পড়া থেকে মুক্ত রাখা যায়। এ পদ্ধতিতে জানালার গ্রিলকে গলিত দস্তা বা জিঙ্কে ডুবিয়ে গ্রিলের ওপর দস্তার বা জিঙ্কের পাতলা প্রলেপ দেওয়া হয়। জানালার গ্রিল প্রলেপযুক্ত হওয়ায় মরিচা পড়তে পারে না।

৩. জানালার গ্রিলের উপরিতলে রং, পিগমেন্ট বা ডাইয়ের প্রলেপযুক্ত করে বাদামি আস্তরণ পড়া থেকে অর্থাৎ মরিচা পড়া থেকে মুক্ত রাখা যায়।

প্রশ্ন –১৬ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

গলিত তামা এবং দস্তা যে কোনো অনুপাতে মিশিয়ে ঠান্ডা করলে এক ধরনের শক্ত ধাতব পদার্থ পাওয়া যায়। এটি একটি সংকর ধাতু। ধাতু অপেক্ষা সংকর অনেক বেশি ব্যবহার উপযোগী।

ক. স্টিল কী? ১

খ. স্বর্ণকে 24 ক্যারেট, 21 ক্যারেট ও 22 ক্যারেট ভাগ করা হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত প্রথম ধাতুটি দিয়ে প্রস্তুত হয় এমন তিনটি সংকর ধাতুর নাম, সংযুতি এবং ব্যবহার লেখ। ৩

ঘ. উদ্দীপকে যে দুই ধরনের বস্তু আলোচিত হয়েছে তার মধ্যে কোনটি অধিক ব্যবহার উপযোগী? বিশ্লেষণ কর। ৪

১৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ধাতব লোহা এবং অধাতু কার্বনের মিশ্রণ হলো স্টিল।

খ. খাঁটি স্বর্ণকে 24 ক্যারেট বলা হয়। এটি নরম বিধায় ব্যবহার উপযোগী হয় না। এজন্য এতে কপারসহ অন্যান্য ধাতু মিশ্রিত করা হয়। 21 ক্যারেটে 87.5% স্বর্ণ ও 12.5% কপারসহ অন্যান্য ধাতু আর 22 ক্যারেটে 91.67% স্বর্ণ, 8.33% কপারসহ অন্যান্য ধাতু মিশ্রিত থাকে।

গ. উদ্দীপকে বর্ণিত প্রথম ধাতুটি হলো তামা। তামা দিয়ে প্রস্তুত হয় এমন তিনটি সংকর ধাতুর নাম হলো–পিতল (ব্রাস), কাসা (ব্রোঞ্জ) ও ডুরালামিন।

পিতলের (ব্রাস) সংযুতি হলো কপার 65% ও জিংক 35% অলংকার, কলকব্জার বিয়ারিং, বৈদ্যুতিক সুইচ, দরজার হাতল, ডেগ পাতিল ইত্যাদিতে এ সংকর ধাতু ব্যবহৃত হয়।

কাসার (ব্রোঞ্জ) সংযুতি হলো কপার 90% ও টিন 10%। ধাতু গলানো, যন্ত্রাংশ ও থালাতে এর ব্যবহার আছে। ডুরালামিনের সংযুতি হলো অ্যালুমিনিয়াম 95%, কপার 4%, ম্যাগনেসিয়াম 1%, ম্যাঙ্গানিজ ও লোহা 1%। উড়োজাহাজের বডি, বাইসাইকেলের পার্টস ইত্যাদিতে এর ব্যবহার আছে।

ঘ. উদ্দীপকে যে দুই ধরনের বস্তু আলোচিত হয়েছে তারা হলো ধাতু ও ধাতুর সংকর। এদের মধ্যে ধাতু অপেক্ষা ধাতু সংকর বেশি ব্যবহার উপযোগী। এর কারণগুলো বিশ্লেষণ করলে দেখা যায়–

১. ধাতু থেকে ধাতু সংকরের কাঠিন্য বেশি হয়।

২. ধাতু সংকরের নমনীয়তা, ঘাতসহনশীলতা, প্রসারণ ক্ষমতা, ঘনত্ব প্রভৃতি নিয়ন্ত্রণ করার ক্ষমতা অধিক।

৩. পরিবেশের উপাদান, যেমন : অক্সিজেন ও পানির সাথে রাসায়নিক ক্রিয়ার ক্ষয় কম হয়।
৪. তাপ ও তড়িৎ পরিবাহিতা দরকার অনুযায়ী কমানো বা বাড়ানো যায়।
৫. সংকর ধাতুর গলনাঙ্ক উপাদান মৌলগুলোর গলনাঙ্কের চেয়ে কম হয়।
এসব বৈশিষ্ট্যের কারণে ধাতু থেকে ধাতু সংকর অধিক ব্যবহার উপযোগী হয়।

প্রশ্ন –১৭ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

A এবং B একই গ্রুপের মৌল। A এর পারমাণবিক সংখ্যা B এর পারমাণবিক সংখ্যার অর্ধেক। A এবং B এর আণবিক সংকেত যথাক্রমে A_2 এবং B_8। উচ্চ তাপমাত্রায় A এবং B পরস্পরের সাথে বিক্রিয়া করে বিভিন্ন যৌগ গঠন করে।

ক. SO_2 কী ধরনের অক্সাইড? ১
খ. কেওলিনকে চীনা মাটি বলা হয় কেন? ২
গ. BA_3 উৎপাদনে বিক্রিয়ার তাপের প্রভাব ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. BA_2 কীভাবে রঙিন বস্তুকে বিবর্ণ করে তা বিশ্লেষণ কর। ৪

১৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. SO_2 একটি অম্লীয় অক্সাইড।

খ. কেওলিন অ্যালুমিনিয়াম সমৃদ্ধ মাটি যা সিরামিক কারখানায় ব্যাপক পরিমাণে ব্যবহার করা হয়। চীনারা সর্বপ্রথম কেওলিন ব্যবহার করে বলে একে চায়না ক্লে বা চীনা মাটি বলা হয়।

গ. বিক্রিয়ায় A হলো অক্সিজেন এবং B হলো সালফার, কারণ A এর পারমাণবিক সংখ্যা 8 এবং B এর পারমাণবিক সংখ্যা 16। তাছাড়া প্রকৃতিতে অক্সিজেন O_2 এবং সালফার S_8 হিসেবে বিদ্যমান।

সুতরাং, বিক্রিয়াটি দাঁড়ায় –

$$2SO_2 + O_2 \underset{440\text{-}450^0C}{\overset{Pt/V_2O_5}{\rightleftharpoons}} 2SO_3;\ \Delta H = -197\ kJmo^{I^-}।$$

যেহেতু বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী, তাই লা শ্যাতেলিয় নীতি অনুযায়ী উচ্চ তাপমাত্রায় সাম্যাবস্থা পিছনের দিকে অগ্রসর হয়ে তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলাফল প্রশমিত হবে। এর ফলে SO_3 বিয়োজিত হয়ে SO_2 এবং O_2 এ পরিণত হবে। আবার, তাপমাত্রা হ্রাস করলে সাম্যাবস্থা সামনের দিকে অগ্রসর হয়ে তাপমাত্রা হ্রাসের ফলাফল প্রশমিত হবে। এতে SO_3 এর উৎপাদন বৃদ্ধি পাবে। কিন্তু তাপমাত্রা বেশি কমালে অণুগুলোর মধ্যে সংঘর্ষ কমে যাবে এবং উৎপাদন হ্রাস পাওয়ার সম্ভাবনা থাকবে।

তাই সর্বোচ্চ উৎপাদন পাওয়ার জন্য তাপমাত্রা খুব বাড়ানোও সম্ভব নয়। আবার তাপমাত্রা খুব কমানোও যাবে না। এক্ষেত্রে সর্বোচ্চ উৎপাদনের তাপমাত্রা হলো 450^0C, এ তাপমাত্রাকে অত্যানুকূল তাপমাত্রা বলে।

ঘ. উদ্দীপকের তথ্যানুযায়ী BA_2 হলো SO_2। SO_2 একটি বিরঞ্জক। যেসব পদার্থ রঙিন বস্তুকে বিবর্ণ করে তাদেরকে বিরঞ্জক বলে।

SO_2 একটি বিরঞ্জক, কারণ এটি H_2O এর উপস্থিতিতে জায়মান হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। এ জায়মান হাইড্রোজেন রঙিন বস্তুকে বিবর্ণ করে ফেলে।

$SO_2 + 2H_2O \rightarrow H_2SO_4 + [H]$

রঙিন বস্তু + [H] $\rightarrow$ বিবর্ণ বস্তু।

সুতরাং, BA_2 অর্থাৎ SO_2 রঙিন বস্তুকে বিবর্ণ বা বর্ণহীন করে।

প্রশ্ন –১৮ ▸ নিচের উপাত্তটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

$A^{16} + O_2 \rightarrow AO_2 \rightarrow AO_3$

ক. গ্যালভানাইজিং কী? ১

খ. পিঁয়াজ কাটার সময় চোখ জ্বালা করে কেন? ২

গ. খনি থেকে উদ্দীপকের A মৌলটির নিষ্কাশন পদ্ধতি বর্ণনা কর। ৩

ঘ. AO_2 এবং AO_3 এর মধ্যে কোনটি একটি রঙিন বস্তুকে বর্ণহীন করলেও অন্যটি তা পারে না কেন? ব্যাখ্যা কর। ৪

১৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. লোহার তৈরি কোনো জিনিসের ওপর জিংক ও টিন দিয়ে প্রলেপ দেওয়াকে গ্যালভানাইজিং বলে।

খ. পিঁয়াজে রয়েছে সালফারের প্রোপাইল যৌগ। পিঁয়াজ কাটার সময় ঐ যৌগ বিয়োজিত হয়ে SO_2–এ পরিণত হয়। পরবর্তীতে SO_2 চোখে গেলে চোখের পানির সাথে বিক্রিয়া করে H_2SO_3 উৎপন্ন করে।

$SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$

উৎপন্ন H_2SO_3 এর জন্যই চোখ জ্বালা করে।

গ. উদ্দীপকের A মৌলটি সালফার। প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায় বলে খনি থেকে সরাসরি একে আহরণ করা হয়।

সালফারের খনি মাটির অনেক গভীরে থাকে। ফ্রাশ পদ্ধতিতে সালফার আহরণ করা হয়। এ পদ্ধতিতে খনি থেকে সালফার আহরণের জন্য তিনটি এক কেন্দ্রিক নল সালফার স্তরের গভীরে প্রবেশ করানো হয়। সর্ববহিস্থ নল দিয়ে উচ্চচাপে 180^0C তাপমাত্রায় জলীয়বাষ্প প্রবেশ করানো হয়। সালফারের গলনাঙ্ক 119^0C তাপমাত্রা হওয়ায় জলীয় বাষ্পের সংস্পর্শে সালফার গলে যায়। এরপর ভেতরের কেন্দ্রীয় নল দিয়ে উচ্চচাপে তপ্ত বায়ু চালানো হলে গলিত সালফার মাঝখানের নল দিয়ে বেরিয়ে আসে। এভাবে প্রাপ্ত বিগলিত সালফার সংগ্রহ করে প্রক্রিয়াজাত করা হয়।

ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত A মৌলটি হলো সালফার (S)। এর প্রধান অক্সাইড AO_2 এবং AO_3 হলো SO_2 এবং SO_3। এদের মধ্যে SO_2 বিরঞ্জক হিসেবে কাজ করে।

যেসব বস্তু রঙিন বস্তুকে বিবর্ণ করে তাদেরকে বিরঞ্জক বলে।

SO_2 কে পানি যুক্ত কোনো রঙিন বস্তুর ভেতর দিয়ে চালনা করলে SO_2 পানির সাথে বিক্রিয়া করে H_2SO_4 এবং জায়মান হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। উৎপন্ন জায়মান হাইড্রোজেন রঙিন বস্তুকে বিবর্ণ করে।

$2H_2O + SO_2 \longrightarrow H_2SO_4 + 2\,[H]$

$[H]$ + রঙিনবস্তু $\longrightarrow$ বর্ণহীন বস্তু

এখানে দেখা যাচ্ছে যে, SO_2 বিজারক হিসেবে রঙিন বস্তুকে বর্ণহীন বস্তুতে পরিণত করছে।

পক্ষান্তরে, SO_2 এর বিজারণ ধর্ম না থাকায় রঙিনবস্তুকে বর্ণহীন বস্তুতে পরিণত করতে পারে না। অর্থাৎ বিরঞ্জক হিসেবে কাজ করতে পারে না।

প্রশ্ন –১৯ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

A এবং B দুইটি মৌল যাদের পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে 11 এবং 30। এদের মধ্যে একটি বেশি সক্রিয়, অন্যটি মধ্যম সক্রিয়।

ক. টয়লেট ক্লিনারের মূ উপাদান কী? ১

খ. লোহা অপেক্ষা স্টেইনলেস স্টিলের ব্যবহার উপযোগিতা বেশি কেন? ২

গ. উদ্দীপকের A ধাতুটির নিষ্কাশন পদ্ধতি বর্ণনা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের A ও B ধাতুদ্বয়ের নিষ্কাশন পদ্ধতি ভিন্ন কেন? বিশ্লেষণ কর। ৪

১৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. টয়লেট ক্লিনারের মূল উপাদান হলো কস্টিক সোডা বা NaOH।

খ. ধাতু (লোহা) অপেক্ষা ধাতু সংকর (স্টেইনলেস স্টিল) অনেক বেশি ব্যবহার উপযোগী।

গলিত অবস্থায় একাধিক ধাতুকে মিশ্রিত করে ধাতু সংকর তৈরি করা হয়। ধাতব লোহা এবং অধাতু কার্বনের মিশ্রণ হলো স্টিল। এটিকে ধাতু সংকর হিসেবে বিবেচনা করা হয়। এছাড়া, লোহার সাথে কার্বন, নিকেল ও ক্রোমিয়াম মিশিয়ে মরিচাবিহীন ইস্পাত বা স্টেইনলেস স্টিল পাওয়া যায়। এজন্য, লোহা অপেক্ষা স্টেইনলেস স্টিলের ব্যবহারোপোযোগিতা অনেক বেশি।

গ. উদ্দীপকের A ধাতুটি হলো পর্যায় সারণির '11' পারমাণবিক সংখ্যাবিশিষ্ট মৌল সোডিয়াম (Na)। সোডিয়াম ধাতুকে ডাউনের পদ্ধতিতে নিষ্কাশন করা যায় :

এ পদ্ধতিতে NaCl–এর সাথে $CaCl_2$ মিশিয়ে সোডিয়ামকে নিষ্কাশন করা হয়। বিগলিত NaCl–কে তড়িৎ বিশ্লেষণ করা হলে ক্যাথোডে সোডিয়াম ধাতু বিমুক্ত হয়। সংশ্লিষ্ট রাসায়নিক বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ–

$$NaCl \xrightarrow{\text{বিগলিত}} Na^+ + Cl^-$$

ক্যাথোডে : $Na^+ + e^- \longrightarrow Na$

অ্যানোডে : $2Cl^- + 2e^- \longrightarrow Cl_2$

সোডিয়াম ক্লোরাইডের (NaCl) গলনাঙ্ক 801°C। এত উচ্চ তাপমাত্রায় সোডিয়াম ধাতু বাষ্পীভূত হয়ে অপচয় হয়। বাষ্পীভূত সোডিয়াম ও সোডিয়াম ক্লোরাইড বিদ্যুৎ কোষে একটি ধাতব কুয়াশা সৃষ্টি করে অসুবিধা ঘটায় এবং সর্বোপরি উচ্চ তাপ প্রয়োগ বেশ ব্যয় সাপেক্ষ। তাই, এ প্রক্রিয়ায় সোডিয়াম ক্লোরাইডের সঙ্গে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড মিশিয়ে বিগলিত করা হয়। ফলে, সোডিয়াম ক্লোরাইডের গলনাঙ্ক 600°C–এ হ্রাস পায়।

ঘ. উদ্দীপকের A ও B ধাতুদ্বয় হলো যথাক্রমে সোডিয়াম (Na) এবং জিংক (Zn)। উক্ত ধাতুদ্বয়ের নিষ্কাশন পদ্ধতি একই নয়।

সক্রিয়তা সিরিজ অনুসারে, জিংক মধ্যম সক্রিয় ধাতু এবং নিচে অবস্থিত হওয়ায় কোক কার্বন বা কার্বন মনোঅক্সাইড দ্বারা এর নিষ্কাশন করা সম্ভব হয়। এক্ষেত্রে, কোক কার্বন (c), জিংক অক্সাইডের (ZnO) অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে জিংক ধাতুকে মুক্ত করতে সক্ষম হয়। সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহ নিম্নরূপ–

$$ZnO + C \longrightarrow Zn(s) + CO$$

এক্ষেত্রে, তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতি ব্যবহার করে ধাতু নিষ্কাশন করা প্রয়োজন হয় না।

পক্ষান্তরে, Na- ধাতু নিষ্কাশণের জন্য ডাউনের পদ্ধতিতে NaCl-এর তড়িৎ বিশ্লেষণ করা হয়। এ পদ্ধতিটি কার্বন বিজারণ পদ্ধতির তুলনায় অধিকতর ব্যয়বহুল। সুতরাং, উপরিউক্ত আলোচনার পরিপ্রেক্ষিতে বলা যায় যে, উদ্দীপকের A এবং B ধাতুদ্বয়ের নিষ্কাশন পদ্ধতি পরস্পর ভিন্ন।

প্রশ্ন –২০ ▶ নিচের ছকটি পর্যবেক্ষণ কর :

গ্রুপ	2	6	11	12
৪র্থ পর্যায়	P	Q	R	S

ক. স্পর্শ পদ্ধতিতে H_2SO_4 তৈরিতে কোন প্রভাবক ব্যবহৃত হয়? ১

খ. $CaCl_2$ বিদ্যুৎ পরিবহন করে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. Q ও R–এর ইলেকট্রনীয় কাঠামো বর্ণনা কর। ৩

ঘ. "P এবং S একই পদ্ধতিতে সংশ্লেষণ সম্ভব" যথাযথ বিক্রিয়াসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

২০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. স্পর্শ পদ্ধতিতে H_2SO_4 তৈরিতে প্লাটিনাম (Pt) প্রভাবক ব্যবহৃত হয়।

খ. $CaCl_2$ একটি আয়নিক যৌগ হওয়ায় বিদ্যুৎ পরিবহন করে।

আয়নিক যৌগসমূহ গলিত বা জলীয় দ্রবণে আয়নিত হয়ে থাকে। গলিত অবস্থায় আয়নসমূহ মুক্তভাবে চলাফেরা করতে পারে। এজন্য, পোলার প্রান্তের আকর্ষণে জলীয় দ্রবণে $CaCl_2$ আয়নিত হয়ে পড়ে এবং বিদ্যুৎ পরিবহনে সাহায্য করে।

গ. উদ্দীপকের ছকে উল্লিখিত Q এবং R মৌলদ্বয় যথাক্রমে Cr এবং Cu। এদের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ–

$$Cr\ (24) \longrightarrow 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6\ 3d^5 4s^1$$

$$Cu\ (29) \longrightarrow 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6\ 3d^{10} 4s^1$$

এদের ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায় যে, 4s অরবিটাল পূর্ণ না করে Cu এবং Cr যথাক্রমে $3d^{10}$ এবং $3d^5$ ইলেকট্রন বিন্যাস প্রাপ্ত হয়। এর প্রধান কারণ হলো Cr–এর ক্ষেত্রে 3d–এর চেয়ে $3d^5$ অধিকতর অধিক সুস্থিত এবং Cu–এর ক্ষেত্রে $3d^9$ এর চেয়ে $3d^{10}$ অধিকতর সুস্থিত।

ঘ. উদ্দীপকের P এবং S মৌলদ্বয় হলো যথাক্রমে ক্যালসিয়াম (Ca) এবং জিংক (Zn)।

কার্বন বিজারণ পদ্ধতি হলো ধাতু নিষ্কাশনের অন্যতম সহজ ও বহুল ব্যবহৃত পদ্ধতি। কিন্তু এই প্রক্রিয়াটি শুধুমাত্র ঐ সকল ধাতুসমূহের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য যারা কার্বন অপেক্ষা তুলনামূলক কম শক্তিশালী বিজারক। জিংকের (Zn) অন্যতম আকরিক হলো ক্যালামাইন। ক্যালামাইনকে উত্তপ্ত করা হলে ZnO–এ পরিণত হয়। একে পরবর্তীতে কার্বন (C) দ্বারা বিজারণ করে জিংক (Zn) ধাতু নিষ্কাশন করা যায়।

সক্রিয়তা সিরিজ অনুসারে, জিংক (Zn), কার্বন অপেক্ষা কম শক্তিসম্পন্ন বিজারণ হলেও ক্যালসিয়াম (Ca) কার্বন অপেক্ষা অধিক শক্তিশালী বিজারক হওয়ায় ক্যালসিয়াম (Ca) ধাতু বা P-কে Zn–এর ন্যায় কার্বন বিজারণ দ্বারা নিষ্কাশন করা সম্ভব নয়।

প্রশ্ন –২১ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ক্রমিক নং	আকরিকের নাম	নিষ্কাশিত ধাতু

১	কপার পাইরাইট	কপার
২	হেমাটাইট	আয়রন
৩	বক্সাইট	অ্যালুমিনিয়াম
৪	ক্যালামাইন	জিংক

ক. ধাতু নিষ্কাশন কী? ১

খ. ধাতু নিষ্কাশন একটি বিজারণ প্রক্রিয়া– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. আয়রন নিষ্কাশনে বাত্যাচুল্লীতে সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহ লেখ। ৩

ঘ. উপরিউক্ত চারটি ধাতুর নিষ্কাশন পদ্ধতি এক নয় কারণসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

২১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ধাতু নিষ্কাশন হলো আকরিক থেকে ধাতুকে মুক্ত করার পদ্ধতি।

খ. ধাতব অক্সাইডকে কার্বনসহ তাপ দিলে মুক্ত হয়, এই পদ্ধতিকে কার্বন বিজারণ বলে। কার্বন অক্সিজেনের সাথে যুক্ত হয়ে কার্বন ডাইঅক্সাইড গঠন করে। এতে ধাতব আয়ন বিজারিত হয়। কারণ, ধাতুর আয়ন ইলেকট্রন গ্রহণ করেছে। সুতরাং, ধাতু নিষ্কাশন একটি বিজারণ প্রক্রিয়া।

গ. আয়রন নিষ্কাশনে বাত্যাচুল্লীতে সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলো নিম্নরূপ–

i. স্টক কলামে সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়া :

$\rightarrow \underline{400°C} : Fe_2O_3 + CO \longrightarrow Fe_3O_4 + CO_2$

$\rightarrow \underline{600°C} : Fe_3O_4 + CO \longrightarrow FeO + CO_2$

$\rightarrow \underline{750°C} : FeO + CO \longrightarrow Fe + CO_2$

ii. বস চেম্বারে সংঘটিত বিক্রিয়া :

$\rightarrow \underline{900 - 1000°C} : CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$

$CaO + SiO_2 \longrightarrow CaSiO_3$

$Ca_3(PO_4)_2 \longrightarrow 3CaO + P_2O_5$

$P_2O_5 + 5C \longrightarrow 2p + 5CO$

$Mn_2O_3 + 3C \longrightarrow 2Mn + 3CO$

$MnO_2 + 2C \longrightarrow Mn + 2CO$

$SiO_2 + 2C \longrightarrow Si + 2CO$

ঘ. প্রদত্ত ধাতু চারটির নিষ্কাশন পদ্ধতি পরস্পর ভিন্ন ভিন্ন।

কারণ, চারটি ভিন্ন ধাতু ভিন্ন গ্রুপে অবস্থিত। ভিন্ন গ্রুপে থাকায় এদের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে অমিল বিদ্যমান। কপার পাইরাইটস ($CuFeS_2$) থেকে কপার (Cu) নিষ্কাশনে তাপজারণ : বিগলন, রেসিমারীকরণ প্রক্রিয়ায় ব্লিস্টার কপার পাওয়া যায়।

আবার, হেমাটাইট (Fe_2O_3) থেকে আয়রন নিষ্কাশন বাত্যাচুল্লীতে সংঘটিত হয়। এখানে কার্বন দহনের ফল উৎপন্ন CO দ্বারা আকরিককে বিজারিত করা হয়। অনুরূপভাবে, অ্যালুমিনিয়ামের আকরিক বক্সাইট ($Al_2O_3.2H_2O$) থেকে দুই ধাপে অ্যালুমিনিয়াম ধাতু (Al) নিষ্কাশন করা যায়। এভাবে প্রাপ্ত অ্যালুমিনাকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করলে অ্যালুমিনিয়াম পাওয়া যায়।

জিংকের আকরিক ক্যালামাইন ($ZnCO_3$) থেকে জিংক (Zn) ধাতুর নিষ্কাশন তড়িৎ বিশ্লেষণ এবং কার্বন বিজারণ উভয় পদ্ধতিতেই করা যায়। ধাতু সমূহের বিজারিত হওয়ার ক্ষমতা, আকরিকের প্রকৃতি, ধাতব ধর্ম প্রভৃতি কারণেই উদ্দীপকের চারটি ধাতুর নিষ্কাশন পদ্ধতিগুলো ভিন্ন হয়।

প্রশ্ন –২২ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

রিংকুরদের পরিবারের কয়েকজন সদস্য হঠাৎ অসুস্থ হয়ে পড়ায় তাদেরকে ডাক্তারের কাছে নিয়ে যাওয়া হলে বিভিন্ন পরীক্ষা নিরীক্ষা করে ডাক্তার জানালো যে, খাবার পানিতে বিষক্রিয়ার কারণে এরূপ সমস্যা হয়েছে। তিনি অনুমান করলেন, পানি সরবরাহের পাইপের উপাদান এমন একটি ধাতু যা রঙ তৈরির কাজে ব্যবহৃত হয় এবং স্বাস্থ্যের জন্য মারাত্মক ক্ষতির কারণ।

ক. স্বর্ণ অত্যন্ত মূল্যবান কেন? ১

খ. মৌল ও যৌগ বিবেচনায় খনিজ পদার্থের প্রকারভেদ লেখ। ২

গ. উদ্দীপকের ধাতুটি স্বাস্থ্যের ওপর কিরূপ ক্ষতিকর প্রভাব ফেলে বিশ্লেষণ কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের ন্যায় সমস্যা থেকে বাঁচতে বিকল্প উপাদান ব্যবহারের যৌক্তিকতা– বিশ্লেষণ কর। ৪

২২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া গেলেও অত্যন্ত বিরল বিধায় স্বর্ণ অত্যন্ত মূল্যবান।

খ. মৌল ও যৌগ বিবেচনায় খনিজ পদার্থ দুই প্রকার। যথা :

i. মৌলিক খনিজ : এদেরকে প্রকৃতিতে মৌলিক পদার্থ হিসেবে পাওয়া যায়। যেমন : স্বর্ণ, হীরা, গন্ধক প্রভৃতি।

ii. যৌগিক খনিজ : এদেরকে যৌগ হিসেবে পাওয়া যায়।

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত ধাতুটি হলো সিসা যেটি পানি সরবরাহের পাইপ এবং রং তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

সিসা (Pb) একটি ভারী ধাতু। এটি সাধারণত কলকারখানার দূষিত বর্জ্য, যানবাহনের ধোঁয়া প্রভৃতি থেকে পরিবেশে বিমুক্ত হয়। পূর্বে এটি পানি সরবরাহের পাইপে ব্যবহার করা হতো। কিন্তু, পরীক্ষার মাধ্যমে দেখা গেছে, সিসা (Pb) পানির সাথে বিক্রিয়া করে বিষাক্ত লেড অক্সাইড (PbO) গ্যাস তৈরি করে। ফলে, সিসা দিয়ে তৈরি পাইপে প্রবাহিত পানি পান করা স্বাস্থ্যের জন্য হুমকিস্বরূপ।

এছাড়া, সিসা থেকে উৎপন্ন যৌগ স্নায়ুতন্ত্র এবং অন্ত্রের সমস্যা তৈরি কর।

প্রাণী ও উদ্দিদের প্রোটিনের মাধ্যমে খাদ্য শৃঙ্খলে প্রবেশ করে এটি প্রোটিনের কার্যক্রমে বিঘ্ন ঘটিয়ে মানুষের মৃত্যু পর্যন্ত ঘটাতে পারে।

ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত সমস্যার মূল কারণ হলো সিসা নামক বিষাক্ত ধাতুর তৈরি পানি সরবরাহের পাইপ। এজন্য, পাইপ তৈরিতে রাসায়নিকভাবে নিষ্ক্রিয় কোনো উপাদান ব্যবহার করে সমস্যাটি রোধ করা সম্ভব।

বিভিন্ন খাদ্য প্রক্রিয়াজাতকরণ কারখানায় বিভিন্ন পানীয় যেমন : জুস, সফট ড্রিংকস, কোমল পানীয় প্রভৃতি তৈরি করা হয় এবং তরল দুধের পাস্তুরাইজেশন করা হয়ে থাকে। এসকল তরল পদার্থ সংরক্ষণকারী বা ধারক পাত্র এবং সরবরাহকারী পাইপ তৈরিতে বিশেষ গ্রেডের স্টিল ব্যবহার করা হয়। একে ফুডগ্রেড স্টিল বলে।

এই উপাদানটি লেড বা সিসার নয় বিধান স্বাস্থ্যহানিকর নয়। এজন্য, উদ্দীপকে উল্লিখিত খাবার পানিতে বিষক্রিয়াজনিত সমস্যা থেকে বাঁচতে ফুডগ্রেডের স্টিল ব্যবহার যথোপোযুক্ত।

প্রশ্ন –২৩ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

JUST-এর কেমিকৌশল বিভাগের একদল শিক্ষার্থী গবেষণার জন্য কক্সবাজারে গিয়ে একটি বালুময় স্থান থেকে প্রাপ্ত নমুনায় কপার এবং অ্যালুমিনিয়ামের আকরিক পেল।

ক. জিংক ব্লেন্ড কী? ১

খ. পাইরোসালফিউরিক এসিড বলতে কী বোঝ? ২

গ. উদ্দীপকের কোন উপাদানটি থেকে ধাতুমল তৈরি করা সম্ভব– ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের দ্বিতীয় আকরিকটি হতে অ্যালুমিনা তৈরির পদ্ধতি বিশ্লেষণ কর। ৪

২৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. জিংক সালফাইড (ZnS) নামক জিংকের আকরিককে জিংক ব্লেন্ড বলে।

খ. 98% সালফিউরিক এসিডের উপর দিয়ে SO_3 গ্যাস চালনা করলে ধূমায়মান সালফিউরিক এসিড ($H_2S_2O_7$) পাওয়া যায়। একে পাইরোসালফিউরিক এসিড বা ওলিয়াম বলা হয়। সংশ্লিষ্ট রাসায়নিক বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ–

$$H_2SO_4(l) + SO_3(g) \longrightarrow H_2S_2O_7(l)$$

(98%) (পাইরোসালফিউরিক এসিড)

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত নমুনায় চারটি উপাদান রয়েছে। যথা– SiO_2, TiO_2, Fe_2O_3. ($CuFeS_2$) এবং $Al_2O_3.2H_2O$। এদের মধ্যে SiO_2 বা সিলিকা (বালু) থেকে ধাতুমল তৈরি করা সম্ভব।

ধাতু নিষ্কাশনের সময় ধাতুর অক্সাইড বালির বা অপদ্রব্যের সাথে বিক্রিয়া করে যে ধাতব সিলিকেট গঠন করে, তাকে ধাতুমল বলে। ধাতুর আকরিকের সাথে সাধারণত কিছু অপদ্রব্য থেকে যায়। এই খনিজমল দূর করার জন্য আকরিকের সাথে ফ্লাক্স বা বিগালক যোগ করা হয়। উচ্চ তাপমাত্রায় আকরিকের ধাতব অক্সাইড বিজারিত হয়ে ধাতু মুক্ত হয় এবং ফ্লাক্স, খনিজমলের সাথে যুক্ত হয়ে ধাতুমল উৎপন্ন করে। গলিত ধাতুতে ধাতুমল দ্রবীভূত হয় না। অপেক্ষাকৃত হালকা বলে ধাতুমল সহজেই গলিত ধাতু থেকে পৃথক করা যায়। সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলো নিম্নরূপ–

$$CuFeS_2 + O_2 \longrightarrow Cu_2S + Cu_2O + FeS + FeO + SO_2$$

$$FeO + SiO_2 \longrightarrow \underset{\text{ধাতুমল}}{FeSiO_3}$$

ঘ. উদ্দীপকের দ্বিতীয় আকরিকটি হলো বক্সাইট। বক্সাইট থেকে অ্যালুমিনিয়াম ধাতু নিষ্কাশন পদ্ধতি নিম্নে বর্ণিত হলো–

বক্সাইটের রাসায়নিক সংকেত $Al_2O_3.\ 2H_2O$। বক্সাইটের সাথে Fe_2O_3, SiO_2, TiO_2 প্রভৃতি অপদ্রব্য মিশে থাকে। চূর্ণীকৃত আকরিকের উপাদানগুলোর মধ্যে একমাত্র Al_2O_3 উভধর্মী এবং বাকিগুলো ক্ষারকীয়।

ক্ষার সহকারে মিশ্রণটিকে উচ্চ তাপমাত্রায় ও চাপে গলানো হলে অপদ্রব্যগুলোর কোনো পরিবর্তন হয় না। ফলে, পরিস্রাবণ পদ্ধতিতে অপদ্রব্যগুলো ফিল্টার পেপারের উপর জমা হয় এবং বিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়াম গলিত অবস্থায় দ্রবণে থেকে যায়। সংশ্লিষ্ট রাসায়নিক বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ–

$$\underset{\text{(বক্সাইট)}}{Al_2O_3} + 6NaOH \longrightarrow \underset{\text{(দ্রবণীয় সোডিয়াম অ্যালুমিনেট)}}{2Na_3Al_2O_3} + 3H_2O$$

পরিস্রুত দ্রবণে পানি যোগ করে সামান্য পরিমাণে সদ্য প্রস্তুত $Al(OH)_3$ যোগ করলে দ্রবণের সব $Al(OH)_3$ অধঃক্ষিপ্ত হয়। অধঃক্ষিপ্ত $Al(OH)_3$–কে। 500°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে বিশুদ্ধ Al_2O_3 বা অ্যালুমিনা পাওয়া যায়। সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলো নিম্নরূপ–

$$Na_3Al_2O_3 + 3H_2O \longrightarrow Al(OH)_3 + 3NaOH$$

$$2Al(OH)_3 \xrightarrow{1500°C} Al_2O_3 + 2H_2O$$

প্রশ্ন –২৪ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

বিসিএসআইআর–এর কয়েকজন গবেষক মানসা এলাকার বালুময় স্থান থেকে কপার এবং অ্যালুমিনিয়ামের আকরিক পেলেন। স্থানটিতে অন্যান্য অপদ্রব্যও ছিল না।

ক. সংকর ধাতু কী? ১

খ. জিংক নিষ্কাশনে প্রোলং ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের কোন উপাদান থেকে ধাতুমল তৈরি করা সম্ভব? ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের দ্বিতীয় মৌলের আকরিক থেকে অ্যালুমিনা পেতে করণীয় পদক্ষেপগুলো–বিশ্লেষণ কর। ৪

২৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. গলিত অবস্থায় একাধিক ধাতুকে মিশ্রিত করে যে পদার্থ তৈরি করা হয়, তাকে সংকর ধাতু বলে।

খ. জিংক ধাতু নিষ্কাশনে অগ্নিসহ মাটির তৈরি রিটর্টের খোলামুখে মাটির তৈরি গ্রাহক নল জুড়ে দেওয়া হয়। এ নলটি জিংক বাষ্পের জন্য কনডেনসার বা শীতকরূপে কাজ করে। শীতকের শেষ মাথায় লোহার তৈরি একটি ক্ষুদ্রাকার শীতক থাকে, যাকে প্রোলং, বা প্রবর্ধন (Prolong) বলে। প্রোলং মূলত প্রথম শীতকে যে জিংক বাষ্প ঘনীভূত হয়না তাকে সঞ্চয় করার জন্য জিংক নিষ্কাশনে ব্যবহার করা হয়।

গ. উদ্দীপকের তিনটি উপাদান যথা : $CuFeS_2$, $Al_2O_3.2H_2O$ এবং SiO_2 রয়েছে। তন্মধ্যে, SiO_2 থেকে ধাতুমল তৈরি করা সম্ভব।

ধাতু নিষ্কাশনকালে ধাতুর অক্সাইড বালির বা অপদ্রব্যের সাথে বিক্রিয়া করে যে ধাতব সিলিকেট গঠন করে, তাকে ধাতুমল বলে। ধাতুমল গলিত ধাতুর উপর ভাসমান অবস্থায় থাকে বলে সহজে পৃথকীকরণ করা যায়।

বিগলন প্রক্রিয়ায় কপারের আকরিক থেকে FeO উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন FeO, সিলিকার (SiO_2) সাথে বিক্রিয়া করে $FeSiO_3$ রূপে অপসারিত হয়ে থাকে। সংশ্লিষ্ট রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলো নিম্নরূপ–

$$CuFeS_2 + O_2 \longrightarrow Cu_2O + Cu_2S + FeO + FeS + SO_2$$

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

ঘ. উদ্দীপকের দ্বিতীয় মৌল অ্যালুমিনিয়ামের আকরিক বক্সাইট থেকে রাসায়নিক পদ্ধতিতে অ্যালুমিনা পাওয়া যায়।

আকরিকের বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে এ পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয়। এ পদ্ধতিতে একটি উপযুক্ত দ্রাবকে আকরিকের কাঙ্খিত উপাদানকে দ্রবীভূত করা হয়। দ্রবণকে ছেঁকে নিয়ে খনিজমল পৃথক করা হয়। অতঃপর, দ্রবণ থেকে উপযুক্ত পদ্ধতিতে ঘনীকৃত আকরিককে সংগ্রহ করা হয়।

অ্যালুমিনিয়ামের আকরিক বক্সাইটের সাথে আয়রন অক্সাইড, টাইটেনিয়াম অক্সাইড, বালি ইত্যাদি মিশ্রিত থাকে। বক্সাইটকে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ যোগে 1500–2000°C তাপমাত্রায়

উত্তপ্ত করা হলে বক্সাইট দ্রবীভূত হয় এবং আয়রণ অক্সাইড, টাইটেনিয়াম অক্সাইড ইত্যাদি দ্রবীভূত হয় না। দ্রবণটি ছেঁকে খনিজমল বাদ দেওয়া হয়। সংশ্লিষ্ট রাসায়নিক বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ–

$$Al_2O_3 + 2NaOH \xrightarrow{\Delta} 2NaAlO_2 + H_2O$$

এরপর, পরিস্রুতকে পানিযোগে উত্তপ্ত করলে অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। পরবর্তীতে, উচ্চ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হলে অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড অ্যালুমিনায় রূপান্তরিত হয়। সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলো নিম্নরূপ–

$$NaAlO_2 + 2H_2O \xrightarrow{\Delta} Al(OH)_3 + NaOH$$

$$2Al(OH)_3 \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{(অ্যালুমিনা)}}{Al_2O_3} + 3H_2O$$

প্রশ্ন –২৫ ▸ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

PbS থেকে ধাতু নিষ্কাশনের বিভিন্ন ধাপে প্রাপ্ত উৎপাদ গ্যাসীয় যৌগ নানাভাবে পরিবেশ দূষণ করতে পারে। যার দরুণ প্রাকৃতিক পরিবেশ মারাত্মক ক্ষতির সম্মুখীন হতে পারে।

ক. স্ববিজারণ কী? ১

খ. বক্সাইট গলাতে ক্ষার ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের আকরিকটির ধাতু নিষ্কাশন পদ্ধতি বর্ণনা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের আকরিক থেকে ধাতুটি নিষ্কাশনের সময় পরিবেশের ওপর কিরূপ ক্ষতিকর প্রভাব পড়তে পারে– বিশ্লেষণ কর। ৪

২৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. জারণ বিক্রিয়ায় উৎপন্ন কিউপ্রাস অক্সাইড অজারিত কিউপ্রাস সালফাইডের সাথে বিক্রিয়া করে কপার ধাতু মুক্ত করে, এই প্রক্রিয়াকে স্ববিজারণ বলে।

খ. অ্যালুমিনিয়ামের আকরিক বক্সাইটের সাথে আয়রন অক্সাইড, টাইটানিয়াম অক্সাইড, বালি ইত্যাদি মিশ্রিত থাকে।

বক্সাইটকে ক্ষার তথা সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণ যোগে 1500-2000°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে বক্সাইট দ্রবীভূত হয় এবং আয়রন অক্সাইড, টাইটানিয়াম অক্সাইড ইত্যাদি দ্রবীভূত হয় না। দ্রবণটি ছেঁকে খনিজমল বাদ দেওয়া হয়।

গ. উদ্দীপকের আকরিকটি হলো PbS বা গ্যালেনা। উক্ত আকরিকটিকে তাপজারণ পদ্ধতিতে নিষ্কাশন করা হয়।

শিল্পক্ষেত্রে গ্যালেনা আকরিককে ভৌত পদ্ধতির সাহায্যে কিছুটা পরিশুদ্ধ করে বাতাসের উপস্থিতিতে উত্তপ্ত করা হয়, তখন তা জারিত হয়ে লেড অক্সাইডে রূপান্তরিত হয়। সালফাইড আকরিককে বায়ু প্রবাহের উপস্থিতিতে গলনাঙ্ক তাপমাত্রার নিম্ন তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়। সংশ্লিষ্ট রাসায়নিক বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ–

$$2PbS(s) + 3O_2(g) \longrightarrow 2PbO(s) + 2SO_2(g)$$

এরপর, লেড অক্সাইডের (PbO) সাথে গুঁড়া কোক বা কয়লা মিশিয়ে ছোট বাত্যাচুল্লীতে উত্তপ্ত করা হয়, তখন লেড অক্সাইড কার্বন দ্বারা বিজারিত হয়ে লেড (Pb) ধাতুতে পরিণত হয়। এক্ষেত্রে, সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ–

$$PbO(s) + C(s) \longrightarrow Pb(l) + CO(g)$$

প্রথম ধাপে কিছু লেড সালফাইড বিক্রিয়া না করে অপরিবর্তিত থেকে যেতে পারে। এজন্য, আকরিকের সাথে কিছু আয়রন যোগ করা হয়, যা লেড সালফাইডের সাথে বিক্রিয়া করে লেড ধাতুকে মুক্ত করে।

$$PbS(s) + Fe(s) \longrightarrow Pb(s) + FeS(l)$$

ঘ. উদ্দীপকের আকরিক (PbS) থেকে ধাতু নিষ্কাশনের সময় উৎপন্ন সালফার ডাইঅক্সাইড গ্যাস জলীয়বাষ্পের সাথে বিক্রিয়া করে এসিডে পরিণত হয়ে এসিড বৃষ্টি সৃষ্টি করতে পারে যা পরিবেশের জন্য মারাত্মক হুমকিস্বরূপ।

$$SO_2(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_2SO_3(aq)$$
$$SO_3(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_2SO_4(aq)$$

উপরিউক্ত এসিডগুলো বৃষ্টির পানির সাথে ভূপৃষ্ঠে পতিত হয়। এসিডবৃষ্টির ফলে জলাশয় ও মাটির P^H মান 4 বা 4–এর চেয়ে কমে যায়। অর্থাৎ, মাটি ও পানি অম্লীয় হয়ে যায়। এসিড বৃষ্টির কারণে জলাশয়ের মাছ এবং অন্যান্য প্রাণী মারা যায়। অম্লীয় হয়ে যাওয়ায় মাটির উর্বরতা কমে গিয়ে ফসল উৎপাদন ব্যাহত হয়। গাছাপালা ক্ষতিগ্রস্ত হয়। বিভিন্ন আবাসিক ও অনাবাসিক স্থাপনার ক্ষয় ঘটে। ফলে, স্থায়িত্ব কমে যায়।

আবার, আকরিকটি নিষ্কাশনের সময় উৎপন্ন কার্বন মনোক্সাইড গ্যাস (CO) পৃথিবীর তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে বৈশ্বিক উষ্ণায়নে ভূমিকা রাখে। বৈশ্বিক উষ্ণায়নের ফলে মেরু অঞ্চলের বরফ গলে পানিতে পরিণত হয়ে অনাকাঙ্খিত বন্যা পরিস্থিতির সৃষ্টি করে।

প্রশ্ন –২৬ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ধাতু সংকরের ব্যবহার বহুদিন ধরে চলে আসছে, ধাতুকে উচ্চ তাপমাত্রায় গলিয়ে ধাতু সংকর তৈরি করা হয়। যার ফলশ্রুতিতে আমরা দৈনন্দিন জীবনে স্টেইনলেস স্টিল, পিতল প্রভৃতির তৈরি সামগ্রী ব্যবহার করে চলেছি।

ক. ব্রোঞ্জে কপারের পরিমাণ কত? ১

খ. ম্যাগমা বলতে কী বোঝায়? ২

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত ধাতু সংকরগুলোর শতকরা সংযুতি ও ব্যবহার লেখ। ৩

ঘ. "ধাতু অপেক্ষা ধাতু সংকর অনেক বেশি ব্যবহার উপযোগী"– উদ্দীপকের আলোকে উক্তিটি বিশ্লেষণ কর। ৪

২৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ব্রোঞ্জে কপারের পরিমাণ 90 শতাংশ।

খ. ভূগর্ভের উচ্চতাপে শিলার গলিত অবস্থাকে ম্যাগমা বলে।

মৃত সামুদ্রিক প্রবাল বা ঝিনুক শামুকের খোসা তলানিতে জমে চুনাপাথরে পরিণত হয়। কোনো কোনো শিলা ভূগর্ভের অনেক গভীরে থাকে। ভূগর্ভের উচ্চ তাপে শিলা গলে গিয়ে ম্যাগমাতে পরিণত হয়। ম্যাগমা ঠান্ডা হলে পুনরায় কঠিন শিলায় পরিণত হয়।

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত ধাতুগুলো হলো পিতল এবং স্টিল। এদের শতকরা সংযুতি ও ব্যবহার নিম্নে তুলে ধরা হলো–

* **পিতলের শতকরা সংযুতি :** কপার–65%
জিংক– 35%

* **পিতলের ব্যবহার :** অলংকার, কলকব্জার বিয়ারিং, বৈদ্যুতিক সুইচ, দরজার হাতল, ডেগ পাতিল ইত্যাদি তৈরিতে পিতল (ব্রাস) ব্যবহৃত হয়।

* **স্টেইনলেস স্টিলের শতকরা সংযতি :**
লোহা– 74%
ক্রোমিয়াম– 18%
নিকেল– 8%

* **স্টেইনলেস স্টিলের ব্যবহার :**
ছুরি, কাটা চামচ, পাকঘরের সিঙ্ক, রসায়ন শিল্পের বিক্রিয়া পাত্র, অস্ত্রোপচারের যন্ত্রপাতি ইত্যাদি তৈরিতে স্টেইনলেস স্টিল ব্যবহার করা হয়।

ঘ. গলিত অবস্থায় একাধিক ধাতুকে মিশ্রিত করে ধাতু সংকর তৈরি করা হয়। ধাতু অপেক্ষা ধাতুর সংকর অনেক বেশি ব্যবহার উপযোগী।

তাম্র যুগে ব্যবহৃত কপার বা তামা নরম বিধায় তামা দিয়ে তৈরি অস্ত্র ও যন্ত্রপাতি বেশি কার্যকর ছিল না। কপারের সাথে সামান্য পরিমাণে ধাতব টিন মিশালে কপারের কাঠিন্য বহুলাংশে বৃদ্ধি পায়। লোহা অপেক্ষা স্টিলের ব্যবহার উপযোগিতা অনেক বেশি। এছাড়া, লোহার সাথে কার্বন, নিকেল ও ক্রোমিয়াম মিশিয়ে মরিচাবিহীন ইস্পাত (স্টেইনলেস স্টিল) পাওয়া যায়।

নিকেল স্টিলের কাঠিন্য বৃদ্ধি করে এবং ক্রোমিয়াম মরিচা প্রতিরোধ করে। খাঁটি স্বর্ণ নরম বিধায় তার সাথে কপার অথবা রুপা মিশ্রিত সংকর গহনা তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্ন –২৭ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

জিংকের যৌগ	$ZnCl_2$, $ZnSO_4$, $ZnCO_3$
অ্যালুমিনিয়ামের যৌগ	$AlCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$

ক. কোনটি স্টেইনলেস স্টিলের কাঠিন্য বৃদ্ধি করে? ১

খ. স্টিলের ব্যবহারগুলো লেখ। ২

গ. উদ্দীপকের কোন যৌগটিকে আকরিক বলা হয়– কারণসহ ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের ধাতুদ্বয় নিষ্কাশনে পৃথক পদ্ধতি ব্যবহারের কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

২৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. নিকেল স্টেইনলেস স্টিলের কাঠিন্য বৃদ্ধি করে।

খ. রেলের চাকা ও লাইন, ইঞ্জিন, জাহাজ, যানবাহন, ক্রেইন, যুদ্ধাস্ত্র, ছুরি, কাঁচি, ঘড়ির স্প্রিং, চুম্বক, কৃষি যন্ত্রপাতি ইত্যাদি তৈরিতে স্টিল ব্যবহৃত হয়।

গ. $ZnCO_3$ যৌগটিকে ক্যালামাইন বলা হয়, যেটিকে আকরিক হিসেবে স্বীকৃতি প্রদান করা হয়েছে।

মূল্যবান ধাতু ও অধাতুসমূহ পৃথিবীর সর্বত্র বিরাজিত থাকলেও ভূপৃষ্ঠে বা ভূগর্ভে কোনো কোনো শিলাস্তূপে প্রচুর পরিমাণে যৌগ বা মুক্ত মৌল হিসেবে মূল্যবান ধাতু ও অধাতুকে খনিজ বলা হয়।

তবে, সকল খনিজ থেকে লাভজনকভাবে ধাতু নিষ্কাশন করা যায় না। যে সকল খনিজ থেকে লাভজনকভাবে ধাতু নিষ্কাশন করা যায় তাকে আকরিক বলে। ক্যালামাইন ($ZnCO_3$) থেকে তাপজারণ পদ্ধতিতে জিংক (Zn) ধাতু নিষ্কাশন করা যায়।

তাছাড়া, প্রকৃতিজাত আকরিকের বৈশিষ্ট্য হলো এদের রাসায়নিক উপাদান সুনির্দিষ্ট। অনুরূপভাবে, ক্যালামাইনে ($ZnCO_3$) জিংক, কার্বন এবং অক্সিজেনের রাসায়নিক উপাদান নির্দিষ্ট থাকে।

এজন্য, উদ্দীপকের যৌগুলোর মধ্যে $ZnCO_3$ বা ক্যালামাইনকে আকরিক বলা হয়ে থাকে।

ঘ. উদ্দীপকের ধাতুদ্বয় হলো যথাক্রমে জিংক ও অ্যালুমিনিয়াম। এদের আকরিক অর্থাৎ ক্যালামাইন ও বক্সাইট থেকে ধাতু নিষ্কাশনে ভিন্ন ভিন্ন পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

অনুশীলনীর দশম অধ্যায়ের সৃজনশীল প্রশ্ন ২(ঘ) এর উত্তরের অনুরূপ

প্রশ্ন –২৮ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ধাতু নিষ্কাশনের জন্য বহুল প্রচলিত পদ্ধতিগুলো হলো বিচূর্ণন, ঘনীকরণ, ভস্মীকরণ, তাপজারণ ইত্যাদি। তবে প্রত্যেকটি পদ্ধতির কিছু স্বতন্ত্র বৈশিষ্ট্য রয়েছে।

ক. ধাতুর সক্রিয়তা সিরিজ কাকে বলে? ১

খ. বক্সাইটের সাথে ক্রায়োলাইট মেশানো হয় কেন? ২

গ. ভস্মীকরণ প্রক্রিয়ায় কোন কোন ধাতু, কীভাবে নিষ্কাশন করা সম্ভব সমীকরণসহ আলোচনা কর। ৩

ঘ. তাপজারণ এবং ঘনীকরণ প্রক্রিয়ার তুলনামূলক চিত্র উপস্থাপন কর। ৪

২৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. অধিকতর সক্রিয় ধাতুকে উপরে এবং অপেক্ষাকৃত কম সক্রিয় ধাতুকে নিচে বসিয়ে ধাতুর যে সংখ্যাক্রম পাওয়া যায়, তাকে ধাতুর সক্রিয়তা সিরিজ বলে।

খ. অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড বা বক্সাইটের (Al_2O_3) গলনাঙ্ক 2050°C। এত উচ্চ তাপমাত্রায় বিগলন খুবই ব্যয়বহুল।

তাই, অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশনে শুধুমাত্র বক্সাইটের পরিবর্তে বক্সাইট ও ক্রায়োলাইটের (Na_3AlF_6) মিশ্রণ ব্যবহার করা হয় যার গলনাঙ্ক 800-1000°C, ফলে উৎপাদন খরচ তুলনামূলকভাবে কমে আসে।

গ. ভস্মীকরণ প্রক্রিয়ায় চুনাপাথর, বক্সাইট এবং লিমোনাইট থেকে ক্যালসিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম ও আয়রন ধাতু নিষ্কাশন করা যায়।

এ প্রক্রিয়ায় ঘনীকৃত আকরিককে গলনাঙ্কের চেয়ে কম তাপমাত্রায় বায়ুর অনুপস্থিতিতে উত্তপ্ত করা হয়। এর ফলে আকরিক থেকে জৈব উপাদান ও জলীয় বাষ্প দূরীভূত হয়। এ প্রক্রিয়ায় ধাতুর আর্দ্র অক্সাইড বা কার্বনেট, ধাতব অক্সাইডে পরিণত হয়।

সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়াসমূহ নিম্নরূপ–

$$CaCO_3 \text{ (চুনাপাথর)} \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2$$

$$Al_2O_3.2H_2O \text{ (বক্সাইট)} \xrightarrow{\Delta} Al_2O_3.\ 2H_2$$

$$2Fe_2O_3.\ 3H_2O \text{ (লিমোনাইট)} \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_3 + 6H_2O$$

ঘ. তাপজারণ এবং ঘনীকরণ প্রক্রিয়াগুলোর তুলনামূলক বৈশিষ্ট্যগুলো নিচে উপস্থাপন করা হলো–

তাপজারণ	ঘনীকরণ
i. আকরিককে তার গলনাঙ্ক তাপমাত্রার	i. আকরিক থেকে খনিজমল ভৌত ও

নিম্ন তাপমাত্রায় বাতাসের উপস্থিতিতে উত্তপ্ত করে বায়ুর অক্সিজেনের সাহায্যে জারিত করার প্রণালিকে তাপজারণ বলে।	রাসায়নিক পদ্ধতিতে যথাসম্ভব অপসারণ করে আকরিকে ধাতব অংশে শতকরা পরিমাণ বৃদ্ধি করার প্রক্রিয়াকে ঘনীকরণ বলে।
ii. সাধারণত সালফাইড আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশনে তাপজারণ পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।	ii. আকরিক হতে খনিজমল দূর করতে ঘনীকরণ প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়।
iii. তাপজারণের মাধ্যমে ঘনীকরণ করা যায়।	iii. রাসায়নিক ঘনীকরণ প্রক্রিয়াকে তাপজারণ বলে।

প্রশ্ন –২৯ নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ধাতুর সক্রিয়তার ক্রম নিম্নরূপ :

K
Ca
Na
Al
Zn
Fe
Cu

ক. খনিজমল কী? ১

খ. আয়রনের দুটি আকরিকের নাম ও সংকেত লেখ। ২

গ. শেষোক্ত ধাতুর তড়িৎ বিশোধন ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. প্রদত্ত সিরিজের ৪নং ধাতুটিকে কার্বন বিজারণ পদ্ধতিতে নিষ্কাশন করা সম্ভব কিনা? তোমার উত্তরের পক্ষে যুক্তি দাও। ৪

২৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. খনিতে আকরিকের সাথে বালি, পাথর, কাদামাটি ও অন্যান্য যেসব অপ্রয়োজনীয় পদার্থ অপদ্রব্য বা ভেজাল হিসেবে থাকে তাদের খনিজমল বলে।

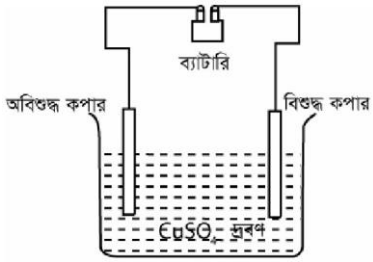
খ. আয়রনের দুটি আকরিকের নাম ও সংকেত হলো –

নাম	সংকেত
ম্যাগনেটাইট	Fe_3O_4
হেমাটাইট	Fe_2O_3

গ. উদ্দীপকের সক্রিয়তার ক্রমে শেষোক্ত ধাতু কপার (Cu) যাকে সাধারণত চালকোসাইট আকরিকের তাপজারণ থেকে নিষ্কাশন করা হয়।

$$Cu_2S(s) + O_2(g) \longrightarrow 2Cu(s) + SO_2(g)$$

এভাবে তৈরিকৃত কপারে যথেষ্ট পরিমাণ অপদ্রব্য থাকে। এই কপার তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে বিশোধন করা হয়। একে তড়িৎবিশ্লেষণ করলে 99.9% বিশুদ্ধ কপার বা তামা পাওয়া যায়। তড়িৎ বিশ্লেষণে বিদ্যুৎ শক্তি ব্যবহার করে রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটন করা হয়। এতে অবিশুদ্ধ কপারের মোটা পাত তৈরি করে বিদ্যুৎ উৎসের ধনাত্মক প্রান্তের সাথে এবং বিশুদ্ধ কপারের একটি পাতলা পাত ঋণাত্মক প্রান্তের সাথে যুক্ত করা হয়। কপার সালফেট দ্রবণ ও সালফিউরিক এসিডের মিশ্রণে পূর্ণ একটি ট্যাংক বা ট্যাবের মধ্যে দুটি পাতকেই ডুবানো হয়।



চিত্র : কপারের তড়িৎ বিশোধন

এই দ্রবণের ভেতর দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ চালনা করলে অবিশুদ্ধ কপার দ্রবীভূত হয় এবং বিজারণ বিক্রিয়ায় বিশুদ্ধ কপার পাতলা পাতে জমা হয়।

$$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$$

অবিশুদ্ধ কপারের অপদ্রব্যগুলো ট্যাংক বা ট্যাবের তলায় গাদ হিসেবে জমা হয়। এই গাদের মধ্যে প্রায় নিষ্ক্রিয় ধাতু যেমন : স্বর্ণ ও রুপা থাকে যা পুনরুদ্ধার করা হয়। এই প্রক্রিয়ায় যথেষ্ট বিদ্যুৎ প্রয়োজন হয়।

ঘ. প্রদত্ত সিরিজের 8নং ধাতুটি হলো Al। Al ধাতুটিকে কার্বন বিজারণ পদ্ধতিতে মুক্ত করা যায় না, কারণ Al হচ্ছে উচ্চ সক্রিয় ধাতু।

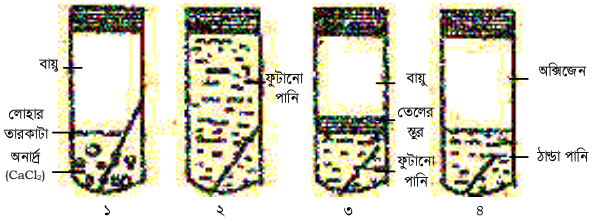
উচ্চ সক্রিয় ধাতুসমূহকে তড়িৎ বিশ্লেষণ দ্বারা মুক্ত করা হয়। সক্রিয়তা সিরিজের K থেকে Al পর্যন্ত ধাতুগুলো অত্যন্ত সক্রিয় বলে এদের প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায় না এবং এদের তড়িৎ বিশ্লেষণের মাধ্যমে মুক্ত করা হয়। অপরদিকে, সক্রিয়তা সিরিজের Zn ও Fe ধাতুদ্বয় মধ্যম সক্রিয় ধাতু। এদের কার্বন বিজারণ পদ্ধতিতে মুক্ত করা হয়। আর শেষোক্ত আকরিককে তাপজারণ থেকে নিষ্কাশন করা হয়। Al ধাতুর অক্সাইড হলো অ্যালুমিনা, Al_2O_3। এ থেকে ধাতু মুক্ত করার জন্য তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতির নিম্নোক্ত মূলনীতি অনুসরণ করা হয়।

$$M_2On \longrightarrow 2M^{n+} + nO^{2-}$$

অর্থাৎ $Al_2O_3 \longrightarrow 2Al^{3+} + 3O^{2-}$

সুতরাং, প্রদত্ত সরিজের ৪নং ধাতু Al কে তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে নিষ্কাশন করা হয়।

প্রশ্ন –৩০ ▶ নিচের চিত্রসমূহ লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. সংকর ধাতু কাকে বলে? ১

খ. নাইট্রিক এসিডকে বাদামি বোতলে রাখা হয় কেন? ২

গ. কোন টেস্টটিউবে সবচেয়ে বেশি মরিচা ধরবে? ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. মরিচা প্রতিরোধের উপায় বিশ্লেষণ কর। ৪

৩০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. গলিত অবস্থায় একাধিক ধাতুকে মিশ্রিত করে যে ধাতু তৈরি করা হয়, তাকে সংকর ধাতু বলে।

খ. নাইট্রিক এসিড বিয়োজিত হয়ে বাদামি বর্ণের নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করে। এ কারণে একে বাদামি বর্ণের বোতলে রাখা হয়।

বর্ণহীন কাঁচের বোতলে রাখা হলে আলোর উপস্থিতিতে নাইট্রিক এসিডের বিয়োজনের হার বেড়ে যায় বিধায় তা বাদামি বর্ণের বোতলে সংরক্ষণ করা হয়।

গ. ৪র্থ টেস্টটিউবে সবচেয়ে বেশি মরিচা ধরে। এর কারণ নিচের ছকে বিশ্লেষণ করা হলো :

টেস্টটিউবের ক্রমিক নং	মরিচা ধরার সম্ভাবনা	কারণ
১.	কম	এক্ষেত্রে অক্সিজেনের উৎস বায়ু উপস্থিত থাকলেও অপরিহার্য উপাদান পানি অনুপস্থিত। অনার্দ্র $CaCl_2$ উত্তম নিরুদক। এটি বায়ুতে জলীয়বাষ্প শোষণ করে লোহার তারকাটাকে মরিচামুক্ত রাখে।
২.	কম	এক্ষেত্রে পানি উপস্থিত থাকলেও অপর অপরিহার্য উপাদান অক্সিজেন অনুপস্থিত। পানি ফোটানোর কারণে এতে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ কমে যাওয়ায় লোহার তারকাটায় মরিচা

টেস্টটিউবের ক্রমিক নং	মরিচা ধরার সম্ভাবনা	কারণ
		ধারার সম্ভাবনা কম থাকে।
৩.	কম	এক্ষেত্রে তেলের স্তর দ্বারা বায়ুকে পৃথক করা হয়েছে। পানি ফুটানোর ফলে এতে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণও কম। ফলে লোহার তারকাটা পানির সংস্পর্শে গেলেও পর্যাপ্ত অক্সিজেনের অভাবে মরিচা ধরতে পারে না।
৪.	সর্বাপেক্ষা বেশি	এক্ষেত্রে কোনো বাধাদানকারী মাধ্যম না থাকায় বায়ুর অক্সিজেন পানিতে প্রবেশ করে। পাশাপাশি পানি ঠান্ডা হওয়ায় এতে দ্রবীভূত অক্সিজেন ও পানি একত্রে লোহার তারকাঁটায় মরিচা উৎপন্ন করে।

ঘ. মরিচা প্রতিরোধের উপায় নিচে বর্ণনা করা হলো :

১. **গ্যালভানাইজিং :** লোহার তৈরি জিনিসের উপর জিংক ও টিনের প্রলেপ দেওয়ার মাধ্যমে লোহাকে মরিচারোধী করা হয়।

২. **ইলেকট্রোপ্লেটিং :** তড়িৎ বিশ্লেষণের মাধ্যমে লোহার উপর অন্য ধাতুর প্রলেপ দেওয়া বা ইলেকট্রোপ্লেটিং এর মাধ্যমে লোহাকে মরিচারোধী করা হয়।

৩. **ধাতু সংকর তৈরি :** লোহার সাথে কার্বন, নিকেল ও ক্রোমিয়াম মিশিয়ে মরিচাবিহীন ইস্পাত তৈরি করা হয়।

উপরের আলোচনা হতে মরিচা প্রতিরোধের উপায়গুলো সম্পর্কে পরিষ্কার ধারণা পাওয়া যায়।

প্রশ্ন –৩১ ▶ তিনটি ভিন্ন ধাতুর আকরিক নিম্নরূপ :

(i) বক্সাইট (ii) জিঙ্ক ব্লেন্ড (iii) ম্যাগনেটাইট

ক. ফরমালিন কাকে বলে? ১

খ. বেকিং পাউডার কীভাবে কেক ফোলায় ব্যাখ্যা কর। ২

গ. (iii) নং আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশনে সংঘটিত বিক্রিয়াসমূহ সমীকরণসহ লেখ। ৩

ঘ. (i) ও (ii) নং আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশন প্রক্রিয়া ভিন্ন– বিক্রিয়া ও যুক্তিসহ আলোচনা কর। ৪

৩১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ফরমালডিহাইডের 40% জলীয় দ্রবণকে ফরমালিন বলে।

খ. বেকিং পাউডার CO_2 উৎপাদনের মাধ্যমে কেক ফোলায়।

কেকের ময়দার সাথে বেকিং পাউডার ($NaHCO_3$) মিশিয়ে উত্তাপ দেয়া হয়। এতে বেকিং পাউডার অর্থাৎ সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট বিয়োজিত হয়ে সোডিয়াম কার্বনেট, কার্বন ডাইঅক্সাইড ও পানি উৎপন্ন করে। CO_2 গ্যাস ময়দাকে ফুলিয়ে দিয়ে উড়ে যায়, এভাবে কেক ফোলে।

$$2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + CO_2(g) + H_2O$$

গ. উদ্দীপকের (iii) নং আকরিকটি হলো আয়রনের আকরিক। ম্যাগনেটাইট হতে আয়রন নিষ্কাশনে সংঘটিত বিক্রিয়াসমূহ নিম্নে দেয়া হলো :

চুল্লীর উপরের অংশে, প্রায় 400–900°C তাপমাত্রায়–

$$Fe_3O_4 + 4CO \longrightarrow 3Fe + 4CO_2$$

চুল্লীর মধ্যভাগে 900°C তাপমাত্রায়,

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$$

$$CaO + SiO_2 \longrightarrow CaSiO_3 \text{ (ধাতুমল)}$$

চুল্লীর নিচের অংশে 1300°C – 1400°C তাপমাত্রায়–

$$Ca_3(PO_4)_2 \longrightarrow 3CaO + P_2O_5$$

$$P_2O_5 + 5C \longrightarrow 2P + 5CO$$

$$CaO + SiO_2 \longrightarrow CaSiO_3$$

$$Mn_2O_3 + 3C \longrightarrow 2Mn + 3CO$$

$$SiO_2 + 2C \longrightarrow Si + 2CO$$

$MnO_2 + 2C \longrightarrow Mn + 2CO$

উৎপন্ন ফসফরাস, ম্যাঙ্গানিজ, সিলিকন ও কার্বন গলিত লৌহ দ্বারা শোষিত হয়।

ঘ. উদ্দীপকের (i) ও (ii) নং আকরিক দুটি যথাক্রমে বক্সাইট ও জিংক ব্লেন্ড; যা যথাক্রমে Al ধাতু ও Zn ধাতুর আকরিক। উক্ত আকরিক থেকে Al ধাতু ও Zn ধাতু নিষ্কাশন করা হয়।

তবে বক্সাইট থেকে Al ধাতু নিষ্কাশনে ও জিংক ব্লেন্ড থেকে Zn ধাতু নিষ্কাশনে একই পদ্ধতি ব্যবহার করা হয় না। কারণ, সক্রিয়তা সিরিজে যে সকল মৌলের অবস্থান কার্বনের উপরে তাদের তড়িৎবিশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় নিষ্কাশন করা হয়। কিন্তু যে সকল মৌলের অবস্থান কার্বনের নিচে তাদের কার্বন–বিজারণ পদ্ধতিতে নিষ্কাশন করা হয়। কারণ অধিক সক্রিয় ধাতুগুলো কার্বন অপেক্ষা শক্তিশালী বিজারক। তাই অধিক সক্রিয় ধাতুগুলোকে কার্বন দ্বারা বিজারণ করা সম্ভব নয়।

Al একটি অধিক সক্রিয় ধাতু। তাই Al ধাতু নিষ্কাশনে তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। নিম্নে Al-ধাতু নিষ্কাশনে সংঘটিত বিক্রিয়াসমূহ দেয়া হলো–

গলিত Al_2O_3 এর বিয়োজন :

Al_2O_3 L $2Al^{3+} + 3O^{2-}$

ক্যাথোড বিক্রিয়া : $Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$

অ্যানোড বিক্রিয়া : $O^{2-} \rightarrow O + 2e^-$

$O + O \rightarrow O_2$

$O_2 + 2C \rightarrow 2CO$

$O_2 + C \rightarrow CO_2$

কিন্তু Zn ধাতু কার্বনের চেয়ে কম সক্রিয়। তাই Zn ধাতু নিষ্কাশনে কার্বন বিজারণ পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। Zn ধাতু নিষ্কাশনে সংঘটিত বিক্রিয়াসমূহ নিম্নরূপ :

$2ZnS + 3O_2 = 2ZnO + 2SO_2$

$ZnO + C = Zn + CO$

প্রশ্ন –৩২ লোহা একটি গুরুত্বপূর্ণ ধাতু। এটি পরিবর্তনশীল যোজনী প্রদর্শন করে। (i) $SO_2(g) + O_2(g)$ L $SO_3(g)$; $\Delta H = -192kJ$

ক. আকরিক কাকে বলে? ১

খ. ধাতু নিষ্কাশন বিজারণ প্রক্রিয়া কেন? ২

গ. উদ্দীপকের ধাতু নিষ্কাশন পদ্ধতি ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. (i) নং বিক্রিয়ার ওপর লা–শাতেলিয়ে নীতির তাপমাত্রা ও চাপের প্রভাব বিশ্লেষণ কর। ৪

৩২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে সকল খনিজ থেকে লাভজনকভাবে ধাতু নিষ্কাশন করা যায়, তাকে আকরিক বলে।

খ. ধাতু নিষ্কাশনের সময় আকরিক ধাতব অক্সাইডকে কার্বনসহ তাপ দিলে ধাতু মুক্ত হয় এবং কার্বন অক্সিজেনের সাথে যুক্ত হয়ে কার্বন ডাইঅক্সাইড গঠন করে।

যেমন : $M_2O_n + nC \longrightarrow 2M + nCO$
$M_2O_n + nCO \longrightarrow 2M + CO_2$ – এখানে M = ধাতু; n = ধাতুর যোজ্যতা

$M^{n+} + ne^- \longrightarrow M$

এখানে ধাতুর আয়ন ইলেকট্রন গ্রহণ করে বিজারিত হয়। সুতরাং, ধাতু নিষ্কাশন একটি বিজারণ প্রক্রিয়া।

গ. উদ্দীপকের ধাতুটি হলো আয়রন (Fe)। আয়রন নিষ্কাশনের পদ্ধতি নিম্নরূপ :

i. **চৌম্বক পৃথকীকরণ প্রণালিতে গাঢ়ীকরণ :** আয়রনের আকরিককে গুড়া করে চৌম্বকীয় পৃথকীকরণ প্রণালিতে অচৌম্বক অপদ্রব্য হতে আলাদা করা হয়।

ii. **তাপজারণ ও ভস্মীকরণ :** গাঢ়ীকৃত আকরিককে চুল্লিতে নিয়ে বায়ুপ্রবাহে উত্তপ্ত করা হয়। এতে ফেরিক অক্সাইড পাওয়া যায়।

$FeO + O_2 \longrightarrow Fe_2O_3$

iii. **বিগলন :** তাপজারিত আকরিককে চুন ও কার্বনের সাথে মিশিয়ে বাত্যাচুল্লিতে 1400–1500°C পর্যন্ত তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হলে ফেরিক অক্সাইড হতে আয়রন (Fe) পাওয়া যায়।

$Fe_2O_3 + 3CO \longrightarrow 2Fe + 3CO_2$

ঘ. (i) নং বিক্রিয়াটি হলো :

$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ + তাপ

এই বিক্রিয়াটি হলো একটি উভমুখী বিক্রিয়া।

নিম্নে এই বিক্রিয়ার ওপর তাপমাত্রা ও চাপের প্রভাব বর্ণনা করা হলো :

তাপমাত্রার প্রভাব :

এই বিক্রিয়াটির সম্মুখমুখী অংশ তাপ উৎপাদী। এই বিক্রিয়ায় সাম্যাবস্থায় তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা বাম দিকে অগ্রসর হয়ে বিক্রিয়কের পরিমাণ বৃদ্ধি করবে। তাপহারী বিক্রিয়া বৃদ্ধির মাধ্যমে অর্থাৎ তাপ বৃদ্ধিজনিত ফলাফল প্রশমিত করবে। একইভাবে বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় তাপমাত্রা হ্রাস করলে সাম্যাবস্থা ডানদিকে অগ্রসর হবে। অর্থাৎ উৎপাদের পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে।

চাপের প্রভাব :

এটি একটি গ্যাসীয় বিক্রিয়া এবং এতে অণুর সংখ্যার পরিবর্তন হয়। অতএব, এই বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থার ওপর চাপের প্রভাব রয়েছে। বিক্রিয়াটিতে অণুর সংখ্যা হ্রাস পায়। বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় চাপ বৃদ্ধি করলে সাম্যাবস্থা ডানদিকে অগ্রসর হয় অর্থাৎ উৎপাদকের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়। অন্যদিকে, চাপ হ্রাস করলে সাম্যাবস্থা বাম দিকে অগ্রসর হয়ে বিক্রিয়কের পরিমাণ বৃদ্ধি করবে।

অতএব, দেখা যাচ্ছে যে, উদ্দীপকের বিক্রিয়ার ওপর তাপমাত্রা ও চাপের গুরুত্বপূর্ণ প্রভাব রয়েছে।

প্রশ্ন –৩৩ চালকোসাইট থেকে স্ববিজারণ পদ্ধতিতে ধাতু নিষ্কাশন করা হয়। উৎপন্ন ধাতু তড়িৎ বিশোধন পদ্ধতিতে বিশুদ্ধ করে ব্যবহার উপযোগী করা হয়।

ক. নিঃসরণ কাকে বলে? ১

খ. সকল খনিজ আকরিক নয় কেন? ২

গ. উল্লিখিত ধাতুটি নিষ্কাশনের স্ববিজারণ পদ্ধতিটি ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. তড়িৎ বিশোধন পদ্ধতিতে ধাতুটির বিশুদ্ধকরণ প্রক্রিয়া আলোচনা কর। ৪

৩৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সরু ছিদ্রপথে কোনো গ্যাসের অণুসমূহের উচ্চচাপ থেকে নিম্নচাপ অঞ্চলে বেরিয়ে আসার প্রক্রিয়াকে নিঃসরণ বলে।

খ. সকল খনিজ থেকে লাভজনকভাবে ধাতু নিষ্কাশন করা যায় না বলে সকল খনিজ আকরিক নয়।

ভূপৃষ্ঠে বা ভূগর্ভে কোনো কোনো শিলাস্তূপে প্রচুর পরিমাণে যৌগ অথবা মুক্ত মৌল হিসেবে মূল্যবান ধাতু বা অধাতু পাওয়া যায়। এগুলোকে খনিজ বলে। তবে সকল খনিজ থেকে লাভজনকভাবে ধাতু নিষ্কাশন করা যায় না। যে সকল খনিজ থেকে লাভজনকভাবে ধাতু নিষ্কাশন করা যায় তাকেই কেবল আকরিক বলে। যেমন : রুটাইল–টাইটানিয়ামের আকরিক, মোনাজাইট–থোরিয়ামের আকরিক ইত্যাদি।

গ. উল্লিখিত ধাতুটি হলো কপার যা নিষ্কাশনের পদ্ধতি হলো স্ববিজারণ।

চালকোসাইট হলো কপার এর আকরিক। এতে কপার (Cu) ধাতুর সাথে সালফার (S) অধাতুও যুক্ত থাকে। এই আকরিককে স্ববিজারণ করা হলে সালফাইড আয়ন জারিত হয়ে সালফার ডাইঅক্সাইড এবং কপার আয়ন বিজারিত হয়ে কপার বা তামায় রূপান্তরিত হয়।

$Cu_2S(s)$ (চালকোসাইট) $+ O_2(g) \longrightarrow 2Cu + SO_2$

বিক্রিয়াটি একাধিক ধাপে সম্পন্ন হয়। যেমন :

$2Cu_2S(s)$ (চালকোসাইট) $+ 3O_2(g) \longrightarrow 2Cu_2O + 2SO_2$

জারণ বিক্রিয়ায় উৎপন্ন কিউপ্রাস অক্সাইড অজারিত কিউপ্রাস সালফাইডের সাথে বিক্রিয়া করে কপার ধাতু মুক্ত করে। এই প্রক্রিয়াকে স্ববিজারণ বলে।

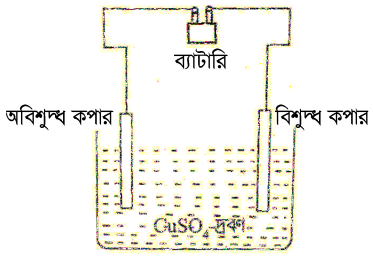
$Cu_2S + 2Cu_2O \longrightarrow \underset{\text{(তামা)}}{6Cu} + SO_2$

এভাবে স্ববিজারণ পদ্ধতিতে চালকোসাইট আকরিক থেকে কপার ধাতু (Cu) নিষ্কাশন করা হয়।

ঘ. উল্লিখিত ধাতুটি হলো কপার (Cu) বা তামা যা আকরিক থেকে নিষ্কাশনের পর তড়িৎ বিশোধন পদ্ধতিতে বিশুদ্ধ করতে হয়।

বিগলন প্রক্রিয়ায় প্রাপ্ত ধাতুকে আরও বিশুদ্ধ করার জন্য তড়িৎ বিশোধন করা হয়। 'গ' তে চালকোসাইট আকরিক থেকে কপার ধাতু নিষ্কাশনের পদ্ধতি আলোচিত হয়েছে। নিচে তড়িৎ বিশোধন পদ্ধতিতে ধাতুটি বিশুদ্ধকরণ প্রক্রিয়া আলোচনা করা হলো :

স্ববিজারণ প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন কপার বা তামা 98% বিশুদ্ধ হয়। একে তড়িৎবিশ্লেষণ করলে 99.9% বিশুদ্ধ কপার বা তামা পাওয়া যায়। তড়িৎ বিশ্লেষণে বিদ্যুৎ শক্তি ব্যবহার করে রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটন করা হয়।



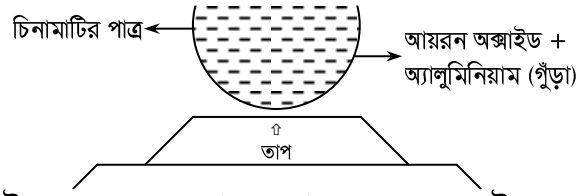
চিত্র : কপারের তড়িৎ বিশোধন

এতে অবিশুদ্ধ কপারের মোটা পাত তৈরি করে বিদ্যুৎ উৎসের ধনাত্মক প্রান্তের সাথে এবং বিশুদ্ধ কপারের একটি পাতলা পাত ঋণাত্মক প্রান্তের সাথে যুক্ত করা হয়। কপার সালফেট দ্রবণ ও সালফিউরিক এসিডের মিশ্রণে পূর্ণ একটি ট্যাংক বা ট্যাবের মধ্যে দুটি পাতকেই ডুবানো হয়। এই দ্রবণের ভেতর দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ চালনা করলে অবিশুদ্ধ কপার দ্রবীভূত হয় এবং বিজারণ বিক্রিয়ায় বিশুদ্ধ কপার পাতলা পাতে জমা হয়।

$$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$$

অবিশুদ্ধ কপারের অপদ্রব্যগুলো ট্যাংক বা ট্যাবের তলায় গাদ হিসেবে জমা হয়। এই গাদের মধ্যে প্রায় নিষ্ক্রিয় ধাতু যেমন : স্বর্ণ ও রুপা থাকে যা পুনরুদ্ধার করা হয়। এই প্রক্রিয়ায় যথেষ্ট বিদ্যুৎ প্রয়োজন হয়।

প্রশ্ন –৩৪ ▶



উদ্দীপকের বিক্রিয়াটিতে উৎপাদকের সাথে সাথে প্রচুর তাপ–উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়া শুরুর জন্য ম্যাগনেসিয়াম ফিউজ ব্যবহার করা হয়।

ক. ফ্ল্যাক্স কী? ১

খ. রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে তাপের শোষণ বা উদগীরণ অবশ্যই ঘটে– কারণ ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির সমতাকৃত সমীকরণ লেখ। ৩
ঘ. বিক্রিয়ার (উপরিউক্ত) ফলে উৎপন্ন পদার্থ ও শক্তি প্রত্যন্ত অঞ্চলে রেললাইন জোড়া লাগাতে ব্যবহৃত হয়– বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশনে ব্যবহৃত বিগালককে ফ্লাক্স বলা হয়।

খ. রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে তাপের শোষণ বা উদগীরণ অবশ্যই ঘটে। কারণ, রাসায়নিক বিক্রিয়ার সময় বিক্রিয়কসমূহের মধ্যকার বন্ধন বিভাজিত হয় এবং উৎপাদ গঠিত হয়। এই বন্ধনসমূহ ভাঙনে অথবা নতুন বন্ধন সৃষ্টির জন্য তাপের প্রয়োজন হয় অথবা তাপের উদগীরণ হয়।

গ. অ্যালুমিনিয়াম গুঁড়া অর্থাৎ বক্সাইটের গুঁড়া ও আয়রন অক্সাইডের মিশ্রণকে একটি চিনামাটির পাত্রে নিয়ে NaOH দ্রবণ যোগে 1500–2000°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হলে বক্সাইট দ্রবীভূত হয়। কিন্তু আয়রন অক্সাইড দ্রবীভূত হয় না। একে খনিজমল হিসেবে বাদ দেয়া হয়।

$$Al_2O_3 + 2NaOH \xrightarrow{\Delta} 2NaAlO_2 + H_2O$$

পরিস্রুতকে পানি যোগে উত্তপ্ত করলে অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। উচ্চ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড অ্যালুমিনায় রূপান্তরিত হয়।

$$NaAlO_2 + 2H_2O \xrightarrow{\Delta} Al(OH)_3 + NaOH$$

$$2Al(OH)_3 \xrightarrow{\Delta} Al_2O_3 + 3H_2O$$

ঘ. বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন পদার্থ অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড। অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডের গলনাঙ্ক 2050°C। এতো উচ্চ তাপমাত্রায় বিগলন খুবই ব্যয় বহুল। তাই অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশনে বিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডের পরিবর্তে অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড ও ক্রায়োলাইট, Na_3AlF_6 এর মিশ্রণ ব্যবহার করা হয় যার গলনাঙ্ক 800–1000°C। নিষ্কাশিত ধাতু ও প্রাপ্ত শক্তি রেললাইন জোড়া লাগাতে ব্যবহৃত হয়। এতে এটি ব্যবহার করার কারণ হলো :

১. Al হালকা ও যথেষ্ট ভারবহন ক্ষমতার অধিকারী।
২. ক্ষয়রোধী ও তাপ পরিবাহী ক্ষমতা অধিক।
৩. মসৃণ ও উজ্জ্বল।
৪. দামে সস্তা।

প্রশ্ন –৩৫ লাবণির চাচা চিটাগাং স্টিল মিলে কাজ করেন। ঈদের ছুটিতে তিনি ডুরালামিনের তৈরি বিমানে ঢাকায় এলেন। তিনি লাবণির জন্য ২২ ক্যারেট স্বর্ণের অলংকার এবং স্টেইনলেস স্টিলের, পিতলের ও কাসার তৈরি তৈজসপত্র ও অলংকার আনলেন। এতে লাবণি খুব খুশি হলো।

ক. ক্রোমাইট কী? ১
খ. আকরিক থেকে খনিজমল দূর করার পদ্ধতিগুলো কী কী? ২

গ. উদ্দীপকের ১ম সংকর ধাতুর মূল উপাদান আকরিক থেকে নিষ্কাশনের সময় বাত্যাচুল্লীতে কী কী বিক্রিয়া সংঘটিত হয় সমীকরণসহ লেখ। ৩

ঘ. উদ্দীপকের ব্যবহৃত সংকর ধাতুগুলোর মধ্যে যেকোনো ৪টির সংযুক্তিসহ উপাদান ও ব্যবহার উল্লেখ কর। ৪

৩৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ক্রোমাইট হলো ক্যালসিয়ামের আকরিক।

খ. খনিতে আকরিকের সাথে বালি, পাথর, কাদামাটি ও অন্যান্য অপ্রয়োজনীয় পদার্থ অপদ্রব্য বা ভেজাল হিসেবে থাকে। এই অপদ্রব্যকে খনিজমল বলে। ধাতু নিষ্কাশনের পূর্বে এগুলো দূর করতে হয়। আকরিক থেকে খনিজমল দূর করার কয়েকটি পদ্ধতি আছে। পদ্ধতিগুলো হলো :

১. অভিকর্ষ বলের সহায়তায় পৃথকীকরণ
২. তেল ফেনা ভাসমান পদ্ধতি
৩. চৌম্বকীয় পৃথকীকরণ
৪. রাসায়নিক পদ্ধতি।

গ. উদ্দীপকের ১ম সংকর ধাতু হলো স্টিল যার মূল উপাদান হলো লোহা (99%)। লোহা আকরিক থেকে নিষ্কাশনের সময় বাত্যাচুল্লী নামক একটি বিশেষ চিমনি আকৃতির চুল্লী ব্যবহার করা হয়। ধাতু নিষ্কাশনের সময় এ চুল্লীর ধাপে ধাপে বিভিন্ন ধরনের বিক্রিয়া সংঘটিত হয়ে থাকে। উক্ত বিক্রিয়াগুলো নিচে সমীকরণসহ লেখা হলো।

বাত্যাচুল্লির বিক্রিয়াসমূহ : চুল্লির নিম্নাংশে (টুইয়ের নিকটে) কোক পুড়ে প্রথমে কার্বন ডাইঅক্সাইড হয়। পরে এ কার্বন ডাইঅক্সাইড লোহিত তপ্ত কোকের সাথে বিক্রিয়ায় কার্বন মনোক্সাইডে পরিণত হতে থাকে।

$$C + O_2 = CO_2$$
$$CO_2 + C = 2CO$$

এ কার্বন মনোক্সাইড আয়রন অক্সাইড আকরিককে বিজারিত করে ধাতব লোহাতে পরিণত করে। এ বিজারণ প্রক্রিয়া বিভিন্ন তাপমাত্রায় বিভিন্নভাবে সংঘটিত হয়।

$$Fe_2O_3 + 3CO = 2Fe + 3CO_2$$

ব্যবহৃত চুনাপাথর উচ্চ তাপমাত্রায় বিয়োজিত হয়ে চুন (CaO) ও কার্বন ডাইঅক্সাইডে পরিণত হয়। CaO খনিজের সিলিকার (সাধারণ বালি) সাথে যুক্ত হয়ে ক্যালসিয়াম সিলিকেটে পরিণত হয়। তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে ক্যালসিয়াম সিলিকেট গলে যায়। এটি অন্যান্য সিলিকেট ও খনিজের অন্যান্য অপদ্রব্য শোষণ করে ধাতুমল উৎপন্ন করে :

$$CaCO_3 = CaO + CO_2$$

$$CaO + SiO_3 = CaSiO_3$$

চুল্লির নিম্নাংশে উচ্চ তাপমাত্রায় খনিজের সাথে মিশ্রিত ফসফেট, MnO_2 এবং সিলিকা বিজারিত হয়ে যথাক্রমে ফসফরাস, ম্যাঙ্গানিজ ও সিলিকনে পরিণত হয়। বিজারিত মৌলগুলো (P, Mn, Si) এবং সামান্য পরিমাণ কার্বন গলিত লোহায় দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। ধাতুমল ও লোহা উভয়ই চুল্লির নিম্নতম প্রকোষ্ঠে জমা হয়।

ঘ. উদ্দীপকে ব্যবহৃত সংকর ধাতুগুলো হলো স্টিল, ডুরালামিন, ২২ ক্যারেট স্বর্ণ, স্টেইনলেস স্টিল, পিতল ও কাসা। এদের মধ্যে ৪টি সংকর ধাতু স্টেইনলেস স্টিল (মরিচাবিহীন ইস্পাত), পিতল, কাসা ও ডুরালামিন এই ৪টির সংযুক্তিসহ উপাদান ও ব্যবহার নিচে উল্লেখ করা হলো :

ধাতু সংকর	উপাদান ও সংযুক্তি	ব্যবহার
মরিচাবিহীন ইস্পাত (স্টেইনলেস স্টিল)	লোহা 74% ক্রোমিয়াম 18% নিকেল 8%	ছুরি, কাটাচামচ, পাকঘরের সিঙ্ক, রসায়ন শিল্পের বিক্রিয়া পাত্র, অস্ত্রোপচারের যন্ত্রপাতি ইত্যাদি।
পিতল (ব্রাস)	কপার 65% জিংক 35%	অলংকার, কলকব্জার বিয়ারিং, বৈদ্যুতিক সুইচ, দরজার হাতল, ডেগ পাতিল ইত্যাদি।
কাসা (ব্রোঞ্জ)	কপার 90% টিন 10%	ধাতু গলানো, যন্ত্রাংশ, থালা, গ্লাস ইত্যাদি।
ডুরালামিন	অ্যালুমিনিয়াম 95% কপার 4% ম্যাগনেসিয়াম, ম্যাঙ্গানিজ ও লোহা 1%	উড়োজাহাজের বডি, বাই সাইকেলের পার্টস ইত্যাদি

প্রশ্ন –৩৬ ▶ নিচের বিক্রিয়াটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

গন্ধক বা সালফার $\xrightarrow{O_2} X \underset{}{\overset{O_2}{\rightleftharpoons}} X\ Y \xrightarrow{98\%\ H_2SO_4} Q$

$Y \xrightarrow{H_2O} Z$, $Q \rightarrow Z$

ক. কপার পাইরাইটের সংকেত কী? ১

খ. ধাতু নিষ্কাশন একটি বিজারণ প্রক্রিয়া কেন? ২

গ. X থেকে সর্বোচ্চ Y উৎপাদনের শর্ত আলোচনা কর। ৩

ঘ. Y থেকে Z উৎপাদনের ক্ষেত্রে কোন পন্থাটি উত্তম? যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

৩৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কপার পাইরাইটের সংকেত $CuFeS_2$।

খ. ধাতুর আয়ন ইলেকট্রন গ্রহণ করে বলে ধাতু নিষ্কাশন বিজারণ প্রক্রিয়া।

অনেক ধাতুর আকরিক ধাতব অক্সাইড। এই ধাতব অক্সাইডকে কার্বনসহ তাপ দিলে ধাতু মুক্ত হয়। এতে আকরিকের ধাতব আয়ন বিজারিত হয়। কারণ, এখানে ধাতুর আয়ন ইলেকট্রন গ্রহণ করে।

গ. গন্ধক বা সালফারকে বায়ুর অক্সিজেনের উপস্থিতিতে পোড়ালে সালফার ডাইঅক্সাইড গ্যাস অর্থাৎ X পাওয়া যায়।

গন্ধক বা সালফার $\xrightarrow{O_2} SO_2(g)$

সাধারণ অবস্থায় এই গ্যাস বাতাসের অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয় না। স্পর্শ চেম্বারে $400\text{-}450^0C$ তাপমাত্রায় প্লাটিনাম চূর্ণ বা ভ্যানাডিয়াম পেন্টাক্সাইড প্রভাবকের উপস্থিতিতে অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয়ে এ গ্যাস সালফার ট্রাইঅক্সাইড উৎপন্ন করে।

$$\underset{(X)}{2SO_2} + O_2(g) \underset{Pt/V_2O_5}{\overset{400\text{-}450^0C}{\rightleftharpoons}} \underset{Y}{2SO_3(g)},\ \Delta H = 197\ kJmol^{-1}$$

এটি একটি উভমুখী বিক্রিয়া। লা শাতেলিয় নীতি ব্যবহার করে এই বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় Y এর পরিমাণ বৃদ্ধি করা হয়। সম্মুখাভিমুখী বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী। সুতরাং বিক্রিয়ায় তাপ বেশি হলে উৎপাদ বেশি হবে। এখানে 450^0C অত্যানুকূল তাপমাত্রা। এ তাপমাত্রায় অর্থনৈতিকভাবে লাভজনক পরিমাণে SO_3 উৎপন্ন হয়।

ঘ. Y অর্থাৎ সালফার ট্রাইঅক্সাইড থেকে সালফিউরিক এসিড অর্থাৎ Z উৎপন্ন করা হয়। যেমন–

$SO_3(g) \xrightarrow{98\%\ H_2SO_4} H_2S_2O_7(Q)$

$SO_3(g) \xrightarrow{H_2O} H_2SO_4(Z)$, $H_2S_2O_7(Q) \rightarrow H_2SO_4(Z)$

সালফার ট্রাই অক্সাইডের (Y) সাথে পানি যোগ করা হলে সালফিউরিক এসিড (Z) উৎপন্ন হয়।

কিন্তু এক্ষেত্রে সমস্যা হলো সালফার ট্রাই অক্সাইড বাতাসের জলীয়বাষ্পের সাথে যুক্ত হয়ে সালফিউরিক এসিডের ঘন কুয়াশা সৃষ্টি করে, যা ঘনীভূত করা অত্যন্ত কঠিন।

তাই SO_3 কে 98% H_2SO_4 এ শোষণ করে ধূমায়মান সালফিউরিক এসিড উৎপন্ন করা হয়। ধূমায়মান সালফিউরিক এসিডকে ওলিয়াম (Q) বলা হয়। ওলিয়ামকে পানির সাথে মিশ্রিত করে প্রয়োজনমতো লঘু করা হয় এবং $H_2SO_4(Z)$ উৎপন্ন হয়।

$$H_2S_2O_7(1) + H_2O(1) \rightleftharpoons 2H_2SO_4(1)$$

সুতরাং, Y থেকে Z উৎপাদনের ক্ষেত্রে শেষোক্ত পন্থাটি উত্তম।

প্রশ্ন –৩৭ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ক. চেলকোসাইটের সংকেত লেখ। ১

খ. 'গ' ও 'ঘ' কোন পদ্ধতিতে নিষ্কাশন করা যাবে, কেন? ২

গ. 'খ' যদি অবিশুদ্ধ ধাতু হয় তবে তাকে কীভাবে ১০০% বিশুদ্ধ করা যাবে? ৩

ঘ. 'ক'–এর নিষ্কাশন প্রণালি সমীকরণসহ বর্ণনা কর। ৪

৩৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. চেলকোসাইটের সংকেত হলো Cu_2S।

খ. উদ্দীপকের 'গ' ও 'ঘ' উপাদান দুটি হলো লোহা ও নিকেল, যাদেরকে কার্বন বিজারণ পদ্ধতির সাহায্যে নিষ্কাশন করা যাবে।

লোহা ও নিকেলের অক্সাইডসমূহে লোহা ও নিকেলের প্রতি অক্সিজেনের আসক্তি অপেক্ষা কার্বনের আসক্তি বেশি। এজন্য লোহা ও নিকেলকে কার্বন বিজারণ পদ্ধতিতে নিষ্কাশন করা হয়।

গ. উদ্দীপকের 'খ' অর্থাৎ জিংক যদি অবিশুদ্ধ ধাতু হয় তবে তড়িৎ বিশোধন প্রক্রিয়ার সাহায্যে অবিশুদ্ধ জিংক ধাতুকে 100% বিশুদ্ধ করা হয়।

উচ্চ তাপমাত্রায় জিংক আকরিকের ধাতব অক্সাইড বিজারিত হয়ে জিংক (Zn) ধাতু মুক্ত হয় এবং ফ্লাক্স, খনিজমলের সাথে যুক্ত হয়ে ধাতুমল উৎপন্ন করে। ধাতুমল গলিত ধাতুতে সহজে দ্রবীভূত হয় না। অপেক্ষাকৃত হালকা বলে ধাতুমল সহজেই বিগলন প্রক্রিয়ায় গলিত ধাতু থেকে পৃথক করা যায়।

বিগলন প্রক্রিয়ায় প্রাপ্ত ধাতুকে আরও বিশুদ্ধ করার জন্য তড়িৎ বিশোধন করা হয়। তড়িৎবিশ্লেষণে বিদ্যুৎ শক্তি ব্যবহার করে রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটন করা হয়। এক্ষেত্রে, বিজারণ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে বিশুদ্ধ জিংক পাতলা পাতে জমা হয়।

ঘ. উদ্দীপকের 'ক' ধাতুটি হলো কপার (Cu)। কপারের প্রধান আকরিক, কপার পাইরাইট হতে বাণিজ্যিকভাবে কপার নিষ্কাশন করা হয়।

প্রথমে যন্ত্রের সাহায্যে আকরিককে ছোট ছোট টুকরা করা হয় এবং ঘনীভূত করা হয়। এরপর ঘনীভূত আকরিককে বাতাসের উপস্থিতিতে তাপজারণ করে বিভিন্ন অপদ্রব্য (সালফার, আর্সেনিক, জলীয় বাষ্প) মুক্ত করা হয়। এসময় কাপার পাইরাইট বিয়োজিত হয়ে কপার (I) সালফাইড উৎপন্ন হয়।

$$2CuFeS_2(s) + 4O_2(g) \longrightarrow Cu_2S(s) + 3O_2(g) + 2FeO(s)$$

তারপর, কিছু পরিমাণ সিলিকা (SiO_2) যোগ করে বায়ুর অনুপস্থিতিতে তাপ দিয়ে FeO–কে $FeSiO_3$ ধাতুমলে পরিণত করা হয় এবং অপসারণ করা হয়। উৎপন্ন Cu_2S–কে নিয়ন্ত্রিত বায়ুপ্রবাহে উত্তপ্ত করলে বিজারিত হয়ে কপার উৎপন্ন হয়।

$$Cu_2S(s) + O_2(g) \longrightarrow 2Cu(s) + SO_2(g)$$

এভাবে, উৎপাদিত কপারে যথেষ্ট পরিমাণে অপদ্রব্য থাকে, একে ব্লিস্টার কপার বলে। এই কপারকে তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে বিশুদ্ধ করা হয়।