रसायन विज्ञान

अध्याय-6: तत्वों के निष्कर्षण के सिद्धांत एवं प्रक्रम

SHIVOM CLASSES 8696608541

तत्वों के निष्कर्षण के सिद्धांत एवं प्रक्रम

- आयोडीन समुद्री खरपतवार में, वैनेडियम समुद्री वनस्पतियों में पाया जाता है।
- भूपर्पटी में ऑक्सीजन की मात्रा सर्वाधिक लगभग 49.5% पायी जाती है।
- हेमेटाइट मैग्नेटाइट तथा सिडेराइट यह सभी आयरन के अयस्क हैं।
- बॉक्साइट, एलुमिनियम का अयस्क है।
- झाग प्लवन विधि द्वारा सल्फाइड अयस्क का सांद्रण किया जाता है।
- कापर का मैलेकाइट $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ कार्बोनेट अयस्क है।
- धातुओं का निष्कर्षण निस्तापन, भर्जन, प्रगलन, सिंटरन आदि विधियों द्वारा किया जाता है।
- प्रगलन की क्रिया सामान्यतः वात्या भट्टी में कराई जाती है।

गालक

वे पदार्थ जो अयस्क में उपस्थित अलगनीय अशुद्धियों से संयोग करके गलनीय धातुमल बनाते हैं। उन्हें गालक कहते हैं।

गालक दो प्रकार के होते हैं।

- अम्लीय गालक
- क्षारीय गालक

1. **अम्लीय गालक :-** जब किसी अयस्क में अशुद्धियां क्षारीय प्रकृति की होती हैं तो इन अशुद्धियों को दूर करने के लिए प्रयुक्त गालक को अम्लीय गालक कहते हैं। जैसे -

$$\underset{\text{क्षारीय अशुद्धि}}{CaO} + \underset{\text{अम्लीय गालक}}{SiO_2} \rightarrow \underset{\text{धातुमल}}{CaSiO_3}$$

2. **क्षारीय गालक :-** जब किसी अयस्क में अशुद्धियां अम्लीय प्रकृति की होती हैं तो इन अशुद्धियों को दूर करने के लिए प्रयुक्त गालक को क्षारीय गालक कहते हैं। जैसे -

$$\underset{\text{अम्लीय अशुद्धियाँ}}{SiO_2} + \underset{\text{क्षारीय गालक}}{CaCO_3} \rightarrow \underset{\text{धातुमल}}{CaSiO_3} + CO_2$$

धातुओं का शोधन

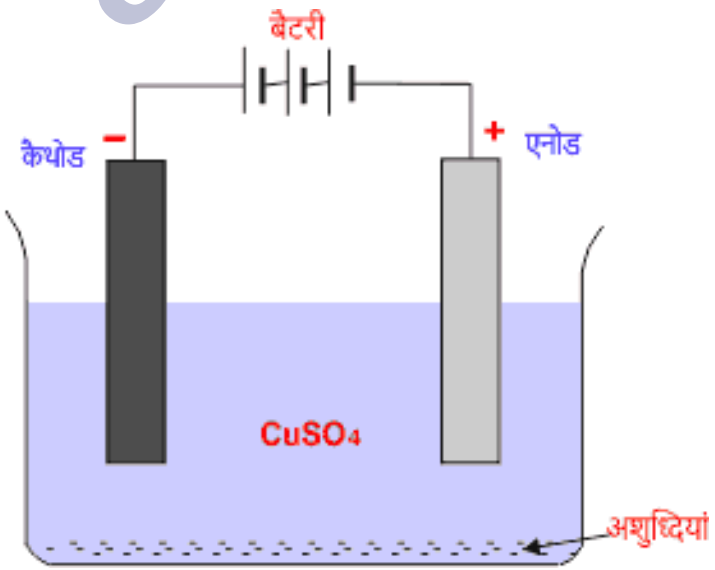
SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

अपचयन विधियों से धातुएं पूर्णतः शुद्ध नहीं होती हैं अतः इन्हें निम्न विधियों द्वारा शुद्ध किया जाता है। धातुओं के शोधन की अनेक विधियां हैं। जैसे –

- आसवन
- मंडल परिष्करण
- द्रावगलन परिष्करण
- विद्युत अपघटनी शोधन
- वाष्प प्रावस्था परिष्करण
- वर्णलेखिकी या क्रोमैटोग्राफी विधि

1. **आसवन :-** इस विधि का उपयोग कम क्वथनांक वाली धातुओं जैसे – जिंक तथा मरकरी में किया जाता है। इसमें अशुद्ध धातु को वाष्पीकृत करके शुद्ध धातु को आसुत के रूप में प्राप्त कर लेते हैं।
2. **मंडल परिष्करण :-** इस विधि का उपयोग अर्धचालकों जैसे - जर्मेनियम, सिलिकॉन तथा गैलियम आदि के शोधन में किया जाता है। इसमें गलित अशुद्ध धातु को पिघलाकर जब ठंडा करते हैं तो शुद्ध धातु के क्रिस्टल बनकर अलग हो जाते हैं। एवं अशुद्ध धातु गलित अवस्था में अलग हो जाती है यह प्रक्रिया निष्क्रिय वातावरण में कराई जाती है।
3. **द्रावगलन परिष्करण :-** इस विधि का उपयोग कम गलनांक वाली धातु जैसे टिन आदि से अशुद्धियां दूर करने में किया जाता है। इसमें अशुद्ध धातु को पिघलाकर ढालू सतह पर बहने दिया जाता है जिससे अधिक गलनांक वाली अशुद्धियां पृथक हो जाती हैं।
4. **विद्युत अपघटनी शोधन :-** इस विधि द्वारा कापर, सिल्वर, निकिल, एल्युमीनियम, सोना आदि धातुओं का शोधन किया जाता है।



SHIVOM CLASSES 8696608541

इस शोधन में शुद्ध धातु का कैथोड तथा अधातु का एनोड बनाते हैं। इसमें धातु के लवण के विलयन को विद्युत अपघट्य के रूप काम में लेते हैं। जब विद्युत धारा प्रवाहित की जाती है तो शुद्ध धातु कैथोड पर एकत्र हो जाती है तथा अशुद्धियां एनोड मड के नीचे बैठ जाती हैं। इसमें निम्न अभिक्रियाएं संपन्न होती हैं।

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

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

5. **वाष्प प्रावस्था परिष्करण :-** वाष्प प्रावस्था द्वारा धातुओं का शोधन निम्न दो बिंदुओं की आवश्यकता होती है।

   a) उपयुक्त अभिकर्मक के साथ धातु में अवाष्पशील यौगिक बनाने की क्षमता होनी चाहिए।

   b) वाष्पशील पदार्थ आसानी से अपघटित हो जाता हो, अर्थात वह अधिक स्थायी नहीं होना चाहिए।

   c) इस परिष्करण को निम्न उदाहरण से स्पष्ट किया जाता है।

1. **माण्ड प्रक्रम (निकिल शोधन) :-** इस प्रक्रम में निकिल की कार्बन मोनोऑक्साइड के प्रवाह के साथ क्रिया कराई जाती है। जिससे वाष्पशील यौगिक निकिल टेट्राकार्बोनिल का निर्माण होता है।

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

प्राप्त यौगिक को और अधिक ताप पर गर्म करते हैं जिससे यह अपघटित होकर शुद्ध निकिल बन जाता है।

$$Ni(CO)_4 \rightarrow \underset{\text{शुध्य निकिल}}{Ni} + 4CO$$

2. **वान आर्कल विधि (जर्कोनियम तथा टाइटेनियम का शोधन) :-** इस विधि द्वारा Zr तथा Ti से O_4 तथा N_4 की अशुद्धियों को दूर किया जाता है।

इसमें अशुद्ध धातु को आयोडीन के साथ गर्म करके वाष्पशील यौगिक धातु आयोडाइड बनाते हैं। यह धातु आयोडाइड विद्युत द्वारा अपघटित होकर शुद्ध धातु में बदल जाता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$Ti + 2I_2 \xrightarrow{500K} \underset{\text{वाष्पशील यौगिक}}{TiI_4}$$

$$\underset{\text{वाष्पशील यौगिक}}{TiI_4} \xrightarrow{1700K} \underset{\text{शुद्ध धातु}}{Ti} + 2I_2$$

$$Zr + 2I_2 \xrightarrow{870K} \underset{\text{वाष्पशील यौगिक}}{TiI_4}$$

$$\underset{\text{वाष्पशील यौगिक}}{TiI_4} \longrightarrow \underset{\text{शुद्ध धातु}}{Zr} + 2I_2$$

जिंक का निष्कर्षण

जिंक का निष्कर्षण निम्न पदों में होता है।

1. **अयस्क का सांद्रण :-** जिंक अयस्क का सांद्रण चुंबकीय पृथक्करण विधि एवं झाग प्लवन विधि द्वारा किया जाता है। इन दोनों विधियों के बारे में हम पहले ही पढ़ चुके हैं। जब अयस्क में आयरन ऑक्साइड की अशुद्धियां उपस्थित होती हैं तो इन्हें चुंबकीय पृथक्करण विधि द्वारा अलग कर लेते हैं इस प्रकार जिंक ब्लेंड अयस्क का सांद्रण हो जाता है।
2. **अयस्क का भर्जन :-** सांद्रित अयस्क का वायु की अधिकता में भर्जन किया जाता है तब जिंक ऑक्साइड प्राप्त होता है।

$$\underset{\text{जिंकब्लेंड}}{ZnS} + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{जिंक ऑक्साइड}}{ZnO} + 2SO_2$$

3. **अयस्क का अपचयन :-** भर्जन क्रिया से प्राप्त जिंक ऑक्साइड का कोक (कार्बन) के साथ मिश्रण को गर्म किया जाता है जिसके फलस्वरूप जिंक ऑक्साइड जिंक धातु में अपचयित हो जाती है।

$$ZnO + C \xrightarrow{1400°C} Zn + CO$$

इस प्रकार प्राप्त धातु को आसवित कर तथा तीव्र शीतलन द्वारा एकत्र कर लेते हैं।

जिंक के उपयोग

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

जिंक का उपयोग आयरन पर पतली परत चढ़ाने में किया जाता है जिससे आयरन में जंग नहीं लगती है यह प्रक्रिया गैल्वनीकरण कहलाती है।

जिंक का प्रयोग अनेक मिश्रधातुओं के निर्माण में किया जाता है। जैसे - पीतल, जर्मन सिल्वर आदि।

जिनका उपयोग बैटरीयां बनाने में किया जाता है।

बॉक्साइट अयस्क से एल्युमिनियम का निष्कर्षण,

एल्युमिनियम प्रकृति में संयुक्त अवस्था में पाया जाता है। पृथ्वी के भू-पर्पटी भाग में एल्युमीनियम सबसे अधिक पायी जाने वाली धातुओं में तीसरे स्थान पर पाया जाता है।

एल्युमीनियम के प्रमुख अयस्क निम्न प्रकार हैं।

- बॉक्साइट – $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$
- कोरन्डम – Al_2O_3
- डायस्पोर – $Al_2O_3 \cdot H_2O$
- क्रायोलाइट – Na_3AlF_6

एल्युमिनियम का निष्कर्षण

एलुमिनियम का निष्कर्षण निम्न पदों में होता है।

1. **अयस्क का सांद्रण (शोधन) :-** Al का शोधन बॉक्साइट अयस्क से किया जाता है। बॉक्साइट अयस्क में अशुद्धि के रूप में Fe_2O_3 तथा SiO_2 उपस्थित होते हैं। बॉक्साइट के शोधन में यह दूर हो जाती हैं। इसका सांद्रण तीन प्रक्रम (विधियों) द्वारा होता है।

a) **हॉल प्रक्रम** :- जब बॉक्साइड में Fe_2O_3 तथा SiO_2 की अशुद्धियां अधिक मात्रा में होती है तब यह प्रक्रम प्रयोग किया जाता है।

इसमें बॉक्साइट को बारीक पीसकर सोडियम कार्बोनेट के साथ प्रगलित करते हैं जिसके फलस्वरूप सोडियम मेटा एलुमिनेट बनता है।

$$\underset{\text{बॉक्साइट}}{Al_2O_3} + \underset{\text{सोडियम कार्बोनेट}}{Na_2CO_3} \rightarrow \underset{\text{सोडियम मेटा एलुमिनेट}}{2NaAlO_2} + CO_2$$

प्रगलित सोडियम मेटा एलुमिनेट को जल से धोने पर $NaAlO_2$ घुल जाता है और अशुद्धियां अविलेय होने के कारण ऊपर रह जाती हैं जिन्हें छानकर अलग कर दिया जाता है। अब शेष द्रव का ताप 50-60°C करके उसमें CO_2 गैस प्रवाहित की जाती है जिससे

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

एल्यूमीनियम हाइड्रोक्साइड $Al(OH)_3$ अवक्षेपित हो जाता है इसे छानकर सुखा लेते हैं। सूखे

$Al(OH)_3$ को 1200°C पर गर्म करने से शुद्ध एलुमिना प्राप्त होता है।

$2NaAlO_2 + 3H_2O + CO_2 \longrightarrow 2Al(OH)_3 \downarrow + Na_2CO_3$

$$2Al(OH)_3 \xrightarrow{1200°C} \underset{\text{एलुमिना}}{Al_2O_3} + 3H_2O$$

b) **वेयर प्रक्रम :-** इसमें बॉक्साइट को 150°C ताप पर तथा 80 वायुमंडलीय दाब पर NaoH का विलयन डालकर गर्म करते हैं जिससे सोडियम मेटा एलुमिनेट प्राप्त होता है।

$Al_2O_3 + 2NaoH \longrightarrow 2NaAlO_2 + H_2O$

अब अविलेय अशुद्धियों को छानकर अलग कर लेते हैं। तथा विलयन में जल मिलाकर थोड़ा ताजा अवक्षेपित $Al(OH)_3$ डाल देते हैं जिससे $NaAlO_2$ जल अपघटित होकर $Al(OH)_3$ का अवक्षेप बन जाता है।

$NaAlO_2 + 2H_2O \longrightarrow Al(OH)_3 \downarrow + NaOH$

अब अवक्षेप को छानकर, गर्म करने पर एलुमिना प्राप्त होता है।

$2Al(OH)_3 \longrightarrow Al_2O_3 + 3H_2O$

c) **सर्पेक प्रक्रम :-** इसमें बॉक्साइट को कोक (कार्बन) के साथ मिलाकर 1800°C ताप पर नाइट्रोजन गैस की उपस्थिति में गर्म करते हैं जिसके फलस्वरूप एल्युमीनियम नाइट्राइड (AlN) बनता है।

$$AlO°2H_{2O} + 2C + N_2 \xrightarrow{1800°C} 2AlN + 2H_2O + 2CO_2 \uparrow$$

और सिलिका अपचयित होकर सिलिकन में बदल जाती है।

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

अब AlN का जल अपघटन करके $Al(OH)_3$ का अवक्षेप प्राप्त होता है।

$AlN + 3H_2O \longrightarrow Al(OH)_3 \downarrow + NH_3 \uparrow$

इस अवक्षेप को छानकर, सुखने के बाद गर्म करने पर Al_2O_3 प्राप्त होता है।

$2Al(OH)_3 \longrightarrow Al_2O_3 + 3H_2O$

2. **एलुमिना का विद्युत अपघटन :-** इस विधि को वैज्ञानिक हॉल व हैराल्ट ने ज्ञात किया था जिस कारण इसे हॉल-हैराल्ट प्रक्रम भी कहते हैं।

इसमें एलुमिना के विद्युत अपघटन से कैथोड पर Al तथा एनोड पर O_2 प्राप्त होती हैं जिसे

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

बाहर निकाल देते हैं।

कैथोड पर $Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$ (अपचयन)

एनोड पर $C + O^{2-} \longrightarrow CO + 2e^-$

$C + 2O^{2-} \longrightarrow CO_2 + 4e^-$

इस प्रक्रम में 99% शुद्ध एल्युमिनियम प्राप्त होता है।

एल्युमीनियम के उपयोग

- एल्युमीनियम का उपयोग विद्युत उपकरण, केबिल आदि बनाने में किया जाता है।
- एल्युमीनियम का उपयोग घरेलू बर्तनों के निर्माण में किया जाता है
- एल्युमिनियम का उपयोग वाहनों के पुर्जे बनाने में किया जाता है।
- इसका उपयोग सजावटी वस्तुएं आदि बनाने में किया जाता है।
- लोहे के लेपन में तथा सिल्वर पेंट बनाने में प्रयोग होता है।

कॉपर का निष्कर्षण

कॉपर प्रकृति में स्वतंत्र तथा संयुक्त दोनों अवस्थाओं के रूप में पाया जाता है। इसके अयस्क सल्फाइड एवं कार्बोनेट के रूप में मिलते हैं।

कोपर के प्रमुख अयस्क निम्न प्रकार से हैं।

- कॉपर पायराइट – $CuFeS_2$
- मेलेकाइट – $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$
- क्यूप्रस ऑक्साइड – Cu_2O
- कॉपर ग्लांस – Cu_2S

कॉपर का निष्कर्षण :- कॉपर का निष्कर्षण निम्न पदों में होता है।

1. **अयस्क का सांद्रण :-** इसमें अयस्क को बारीक पीस लेते हैं फिर बारीक पिसे हुए अयस्क को जल तथा चीड़ के तेल में मिलाकर एक टैंक में डाल दिया जाता है एवं टैंक में ऊर्ध्वाधर नली की सहायता से वायु प्रवाहित की जाती है जिससे अशुद्धि नीचे बैठ जाती है। एवं अयस्क के कण झाग के साथ ऊपर आ जाते हैं जिन्हें अलग करके धो लिया जाता है। यह फेन प्लवन विधि कहलाती है।
2. **अयस्क का भर्जन :-** सांद्रित अयस्क को परावर्तनी भट्टी में भर्जित करते हैं। भर्जन की प्रक्रिया में अयस्क में निम्न परिवर्तन होते हैं।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

a) अयस्क में अशुद्धियां ऑक्सीकृत होकर वाष्पशील ऑक्साइडों के रूप में दूर हो जाती हैं।

$S + O_2 \longrightarrow SO_2$

$4As + 3O_2 \longrightarrow 2As_2O_3$

b) अयस्क, स्केटर सल्फाइड तथा क्यूप्रस सल्फाइड का मिश्रण बनाता है।

$2CuFeS_2 + O_2 \longrightarrow Cu_2S + 2FeS + SO_2$

3. **प्रगलन :-** भर्जित अयस्क को वात्या भट्टी में कोक व सिलिका मिलाकर प्रगलन करते हैं। इसमें अनेक अभिक्रियाएं संपन्न होती हैं।

$2FeS + 3O_2 \longrightarrow 2FeO + 2SO_2$

फैरस ऑक्साइड रेत (सिलिका) के साथ धातुमल बना लेता है।

$FeO + SiO_2 \rightarrow FeSiO_3$

धातुमल

4. **बेसेमरीकरण** :- मैट से कापर प्राप्त करने के लिए बेसेमर परिवर्तक का उपयोग करते हैं। यह प्रक्रिया बेसेमरीकरण कहलाती है।

यह स्टील की बनी नाशपाती आकार की एक भट्टी होती है। इसमें द्रवित में थोड़ी रेत मिलाकर उसे बेसेमर परिवर्तक में डाल देते हैं जिनके भीतर चूना या MnO का अस्तर लगा होता है। परिवर्तक में गर्म वायु प्रवाहित करते हैं जिसमें निम्न अभिक्रिया संपन्न होती हैं।

$2FeS + 3O_2 \longrightarrow 2FeO + 2SO_2$

$2Cu_2S + 3O_2 \longrightarrow 2Cu_2O + 2SO_2$

क्यूप्रस ऑक्साइड, आयरन सल्फाइड से क्रिया करके Cu_2S तथा FeO बनाता है एवं FeO रेत से क्रिया करके $FeSiO_3$ धातुमल बनाता है।

$Cu_2O + FeS \longrightarrow Cu_2S + FeO$

$FeO + SiO_2 \rightarrow FeSiO_3$

धातुमल

क्यूप्रस सल्फाइड (Cu_2S) तथा क्यूप्रस ऑक्साइड (Cu_2O) क्रिया करके कॉपर धातु का निर्माण करते हैं।

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

इस प्रकार कॉपर पेंदी में जमा हो जाता है द्रवित कॉपर को बाहर निकाल कर ठंडा करने पर इसमें घुली SO_2 बुलबुलों के रूप में बाहर निकलने लगती है। जिस कारण कॉपर में

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

फफोले पड़ जाते हैं यह फफोलेदार कॉपर लगभग 98% शुद्ध होता है इसे फफोलेदार कॉपर कहते हैं।

कॉपर के उपयोग

तांबा एक बहुत उपयोगी धातु है। इसका उपयोग अनेक प्रकार की वस्तुएं बनाने में किया जाता है।

1. विद्युत उपकरण, केबिल, तार में कॉपर का उपयोग किया जाता है।
2. इसका उपयोग वाहनों में विभिन्न यंत्रों को बनाने में किया जाता है।
3. इसका उपयोग धातुओं पर चादर या लेपन चढ़ाने में किया जाता है।
4. इसका उपयोग सोना व चांदी के साथ मिश्रधातु बनाकर आभूषण बनाने में किया जाता है।

लोहे का निष्कर्षण

लोहे के निम्न अयस्क होते हैं।

ऑक्साइड अयस्क

- हेमेटाइट – Fe_2O_3
- मैग्नेटाइट – Fe_3O_4

सल्फाइड अयस्क

- आयरन पायराइट – FeS_2
- आर्सेनिक पाइराइट – FeAsS

कार्बोनेट अयस्क

- सिडेराइट – $FeCO_3$

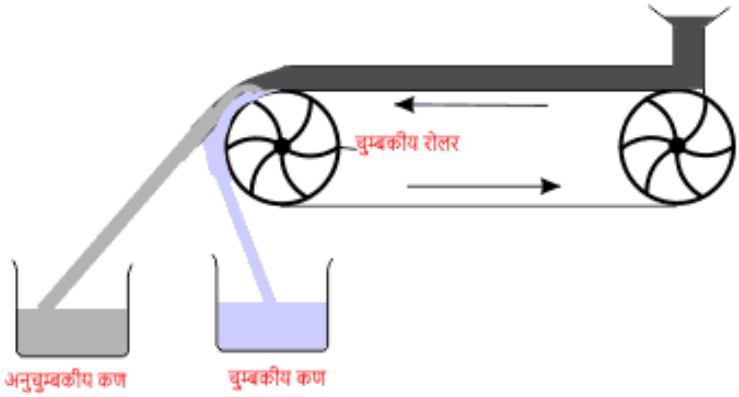
लोहे का निष्कर्षण वात्या भट्टी द्वारा किया जाता है। आयरन का निष्कर्षण, हेमेटाइट अयस्क द्वारा निम्न विधियों से किया जाता है।

1. **सांद्रण :-** अधिकांश हेमेटाइट अयस्क के सांद्रण की आवश्यकता नहीं होती है। चूंकि अयस्कों से 20 - 55% के बीच ही लोहा प्राप्त हो जाता है। अगर अयस्क में हल्की अशुद्धियां जैसे रेत, मिट्टी के कण आदि उपस्थित होते हैं तो अयस्क के बारीक चूर्ण को जल की धारा के साथ धोकर अशुद्धियां दूर हो जाती हैं।
2. **चुंबकीय पृथक्करण :-** जब अयस्क या अशुद्धियों में से कोई भी एक चुंबकीय प्रकृति का होता है तब चुंबकीय पृथक्करण विधि का प्रयोग किया जाता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

इस विधि में दो रोलरो के ऊपर एक रबड़ की बेल्ट चढ़ी होती है इन रोलरो में से एक रोलर चुंबकीय प्रकृति का होता है।



इसमें बारीक पिसे हुए अयस्क को रबड़ की बेल्ट के एक सिरे पर डाल दिया जाता है तो चुंबकीय कण चुंबकीय रोलर से निकट इकट्ठा हो जाते हैं। जबकि अनुचुंबकीय कण रोलर से दूर इकट्ठा हो जाते हैं। इस विधि को चुंबकीय पृथक्करण विधि कहते हैं।

इस विधि द्वारा फेरोमैग्नेटिक अयस्क, वालफ्रेमाइट अयस्क आदि का सांद्रण किया जाता है।

3. **सांद्रित अयस्क का भर्जन अथवा निस्तापन :-** सांद्रित अयस्क को कम गहरी भट्टी में वायु की उपस्थिति में तेज गर्म किया जाता है तो निस्तापन में निम्न परिवर्तन होते हैं।
   - अयस्क में नमी भाप बन कर निकल जाती है जिससे अयस्क शुष्क हो जाता है।
   - सल्फर आर्सेनिक तथा फास्फोरस क्रमशः SO_2, As_2O_3 तथा P_4O_{10} के रूप में पृथक हो जाते हैं।
   - कार्बोनेट अयस्क अपघटित होकर फेरिक ऑक्साइड FeO बनाते हैं फिर वह फैरिस ऑक्साइड में ऑक्सीकृत हो जाता है।

     $FeCO_3 \longrightarrow FeO + CO_2$

     $4FeO + O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3$

4. **धातु ऑक्साइड का अपचयन (प्रगलन) :-** अयस्क में कोक तथा उचित गालक मिलाकर, मिश्रण को उच्च ताप पर गलाने की प्रक्रिया को प्रगलन कहते हैं।

   प्रगलन की प्रक्रिया वात्या भट्टी में होती है।

   वात्या भट्टी छोटी एवं बड़ी दोनों प्रकार की होती है बड़ी वात्या भट्टी आकार में चिमनी की तरह होती है जो 25 से 60 मीटर ऊंचाई तक एवं 12 से 14 मीटर व्यास की होती है। इसकी बाहरी सतह इस्पात की चादरों से बनी होती हैं एवं इसकी अंदर की सतह अग्निसह ईंटों की बनी होती है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

ढलवां लोहा

यह लोहे का सबसे कम शुद्ध रूप होता है। इसमें कार्बन की मात्रा 3% पायी जाती है। एवं अन्य धातुएं जैसे – सिलिकॉन, फास्फोरस तथा सल्फर आदि अल्प मात्रा में अशुद्धि के रूप में पायी जाती हैं।

पिटवां लोहा

यह लोहे का सबसे शुद्धतम रूप होता है इसमें कार्बन की मात्रा 0.5% से भी कम पायी जाती है।
ए

एवं इसमें अन्य अशुद्धियां नहीं पायी जाती हैं।

इस्पात

यह एक मिश्रधातु होती है इसमें कार्बन की मात्रा 0.1 - 1.5% होती है एवं इसमें अल्प मात्रा में सल्फर और फास्फोरस भी पायी जाती है।

पिटवां लोहे का निर्माण

यह लोहे का सबसे शुद्धतम रूप होता है कच्चे अथवा ढलवां लोहे से पिटवां लोहे को एक विशेष प्रक्रम द्वारा प्राप्त किया जाता है। जिसे पडलिंग प्रक्रम कहते हैं।

इसमें ढलवां लोहे में गालक मिलाकर इसे हेमेटाइट Fe_2O_3 के अस्तर के साथ परावर्तनी भट्टी में गर्म किया जाता है हेमेटाइट का अस्तर ऑक्सीकारक का कार्य करता है। ढलवां लोहे में विद्यमान C, S की अशुद्धियां वाष्पशील ऑक्साइड बना लेती हैं। जबकि सिलिकॉन, मैंगनीज की अशुद्धियां धातुमल बनाती हैं।

$C + Fe_2O_3 \longrightarrow 2FeO + 2CO$

$3S + 2Fe_2O_3 \longrightarrow 4Fe + 3SO_2$

$3Mn + 2Fe_2O_3 \longrightarrow 2Fe + 3MnO$

$MnO + SiO_2 \rightarrow MnSiO_3$

धातुमल

इस प्राप्त धातु की एक लुगदी बन जाती है जो गेंदों के रूप में परिवर्तित हो जाती है। इन गेंदों को हथौड़े से पीटते हैं जिससे इनमें विद्यमान धातुमल बाहर निकल जाता है और अंत में प्राप्त लोहे का सबसे शुद्धतम रूप होता है इसे ही पिटवा लोहा कहते हैं।

आयरन (लोहे) के उपयोग

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

- रेलवे स्लीपर्स, स्टॉव, नलों के पाइप आदि ढलाऊ चीजें बनाने में ढलवां लोहे का प्रयोग किया जाता है।
- तार, यंत्र, जंजीर आदि के निर्माण में पिटवा लोहे का प्रयोग किया जाता है।
- संदूक, अलमारी अन्य घरेलू वस्तुएं, वाहनों की बॉडी आदि में इस्पात (स्टील) का प्रयोग किया जाता है।

प्रगलन

अयस्क में कोक तथा उचित गालक मिलाकर, मिश्रण को उच्च ताप पर गलाने की प्रक्रिया को प्रगलन कहते हैं।

प्रगलन की प्रक्रिया वात्या भट्टी में होती है।

वात्या भट्टी

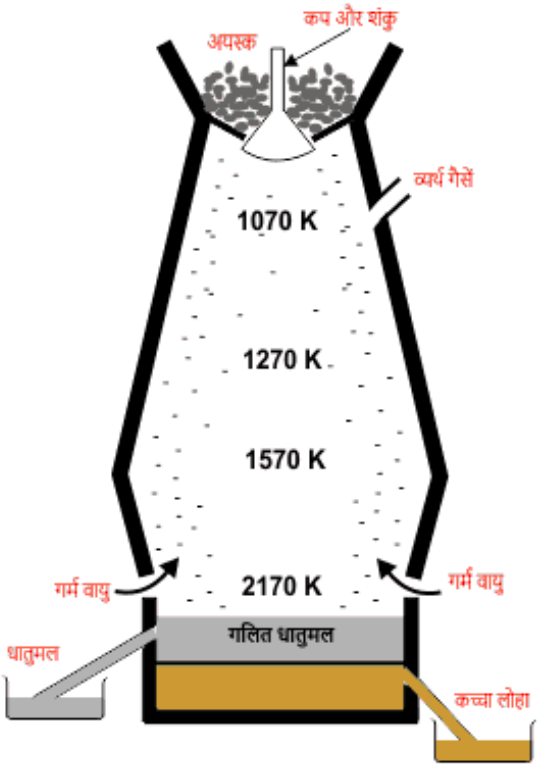
वात्या भट्टी छोटी एवं बड़ी दोनों प्रकार की होती है बड़ी वात्या भट्टी आकार में चिमनी की तरह होती है जो 25 से 60 मीटर ऊंचाई तक एवं 12 से 14 मीटर व्यास की होती है। इसकी बाहरी सतह इस्पात की चादरों से बनी होती हैं एवं इसकी अंदर की सतह अग्निसह ईंटों की बनी होती है।

इस भट्टी के तीन भाग होते हैं।

1. **ऊपरी भाग :-** इस भाग को हापर कहते हैं भट्टी के अंदर अयस्क, कोक कथा गालक के मिश्रण को इसी भाग में डाला जाता है। इस भाग में कप तथा शंकु व्यवस्था होती है जिसकी सहायता से अयस्क धीरे-धीरे भट्टी में जाता है।
2. **मध्य भाग :-** इसमें दो पाइप लगे होती है जिनकी सहायता से भट्टी में गर्म गैस प्रवाहित की जाती है जिन्हें ट्वीयर कहते हैं। इस भाग में एक द्वार बना होता है जहां से भट्टी में व्यर्थ गैसों को बाहर निकाला जाता है।
3. **निचला भाग :-** भट्टी के सबसे निचले भाग को तल कहते हैं। जिसमें पिघली हुई धातु द्रव के रूप में एकत्रित होती है इस भाग में दो मार्ग होते हैं एक मार्ग से गलित धातु बाहर निकलती है तथा दूसरे मार्ग से धातुमल बाहर निकलती है चित्र से स्पष्ट है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)



वात्या भट्टी का मुख्य उपयोग आयरन के निष्कर्षण में किया जाता है। छोटी वात्या भट्टी में कॉपर तथा लेड का निष्कर्षण भी किया जाता है। चित्र के अनुसार आप वात्या भट्टी की क्रियाविधि आसानी से समझ गए होंगे।

वात्या भट्टी की अभिक्रियाएं

500 - 800K पर -

Fe_2O_3 पहले Fe_3O_4 में अपचयित होता है तथा बाद में FeO में हो जाता है।

$3Fe_2O_3 + CO \longrightarrow 2Fe_3O_4 + CO_2$

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

$Fe_2O_3 + CO \longrightarrow 2FeO + CO_2$

वात्या भट्टी का यह निम्न का परिसर होता है।

800 - 1000°C पर –

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$CaCO_3 \xrightarrow{800°C} CaO + CO_2$$

$$CaO + SiO_2 \xrightarrow{100°\,C} CasiO_3$$

धातुमल

1200 - 1300°C पर -

$2CO \longrightarrow CO_2 + C$

यह वात्या भट्टी की गलन खंड परिसर होती है।

भर्जन तथा निस्तापन

सांद्रित अयस्कों का ऑक्सीकरण दो विधियों द्वारा किया जाता है।

- निस्तापन
- भर्जन

1. **निस्तापन :-** वह प्रक्रिया जिसमें अयस्क को उसके गलनांक से कम ताप पर वायु की अनुपस्थिति में गर्म करते हैं। तो इसे निस्तापन कहते हैं।
   निस्तापन की क्रिया में अयस्क में सेजल व वाष्पशील पदार्थ बाहर निकल जाते हैं। और अयस्क शुष्क व सरन्ध्र हो जाता है।

   निस्तापन के उदाहरण

   कार्बोनेट अयस्क को गर्म करने पर कार्बन डाइऑक्साइड CO_2 गैस निकलती है और अयस्क सरन्ध्र ऑक्साइड में परिवर्तित हो जाता है।

   $CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$

   $ZnCO_3 \longrightarrow ZnO + CO_2$

   $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2 \longrightarrow 2CuO + H_2O + CO_2$

   $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O \longrightarrow Fe_2O_3 + 3H_2O$

   निस्तापन की क्रिया कार्बोनेट अयस्कों के लिए प्रयोग की जाती है।

निस्तापन के गुण

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

- इसके आर्द्रता (नमी) दूर हो जाती है एवं अयस्क शुष्क हो जाता है।
- इसमें कार्बोनेट से CO_2 गैस निकलती है तथा वे ऑक्साइट बना लेते हैं।
- इस क्रिया में अयस्क सरन्ध्र हो जाता है।
- यह प्रक्रिया परावर्तनी भट्टी में होती है।

2. भर्जन :- वह प्रक्रिया जिसमें अयस्क को उसके गलनांक से कम ताप पर वायु की उपस्थिति में गर्म करते हैं तो इसे भर्जन कहते हैं। भर्जन क्रिया में As, S आदि की अशुद्धियां वाष्पशील ऑक्साइड के रूप में निकल जाती हैं। और अयस्क ऑक्सीकृत होकर धातु ऑक्साइड में परिवर्तित हो जाता है।

भर्जन के उदाहरण

भर्जन में सल्फर, आर्सेनिक आदि की अशुद्धियां SO_2, As_2O_3 आदि के रूप में ऑक्सीकृत होकर दूर हो जाती है।

$S + O_2 \longrightarrow SO_2 \uparrow$

$4As + 3O_2 \longrightarrow 2As_2O_3$

$2Cu_2S + 3O_2 \longrightarrow 2Cu_2O + 2SO_2 \uparrow$

$2PbS + 3O_2 \longrightarrow 2PbO + 2SO_2$

भर्जन की क्रिया सल्फाइड अयस्कों के लिए प्रयुक्त की जाती है।

भर्जन के गुण

- इसमें आर्द्रता दूर हो जाती है।
- इसमें सल्फाइड अयस्कों को ऑक्साइड में परिवर्तित किया जाता है।
- इसमें वाष्पशील अशुद्धियां दूर हो जाती है।
- यह प्रक्रिया भी परावर्तनी भट्टी में होती है।

अयस्क का सांद्रण

जब किसी अयस्क को खानों से प्राप्त किया जाता है तो उन अयस्कों में अनेकों अशुद्धियां जैसे रेत, कंकड़, धूल के कण आदि विद्यमान होते हैं। जिन्हें गैंग या आधात्री कहते हैं।

अयस्कों में से गैंग या आधात्री को अलग करने पर अयस्क में धातु की प्रतिशतता बढ़ जाती है। अर्थात् अयस्कों में से अशुद्धियों को पृथक करने की प्रक्रिया को अयस्क का सांद्रण कहते हैं।

अयस्कों का सांद्रण निम्न प्रकार से किया जाता है।

1. गुरुत्व पृथक्करण विधि

SHIVOM CLASSES 8696608541

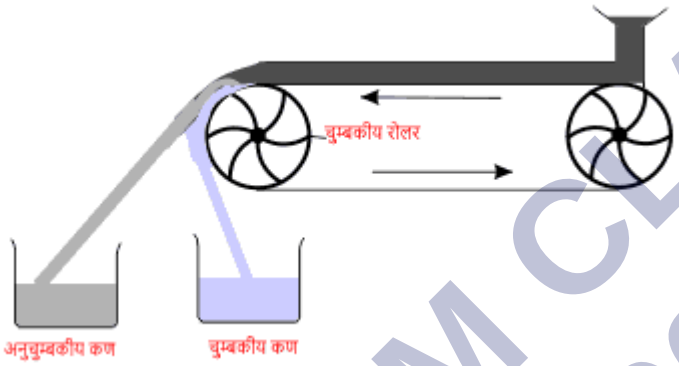
SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

इस विधि का उपयोग सामान्यतः तब किया जाता है जब अयस्क के कण आधात्री (अशुद्धि) से भारी होते हैं। गुरुत्व पृथक्करण विधि में अयस्क को बारीक पीसकर जल की धारा में धोया जाता है। अशुद्धियों के कण हल्के होने के कारण जल की धारा के साथ बह जाते हैं एवं शेष अयस्क के कण रह जाते हैं इस विधि को गुरुत्व पृथक्करण विधि कहते हैं।

2. चुंबकीय पृथक्करण विधि

जब अयस्क या अशुद्धियों में से कोई भी एक चुंबकीय प्रकृति का होता है तब चुंबकीय पृथक्करण विधि का प्रयोग किया जाता है।

इस विधि में दो रोलरो के ऊपर एक रबड़ की बेल्ट चढ़ी होती है इन रोलरो में से एक रोलर चुंबकीय प्रकृति का होता है।



इसमें बारीक पिसे हुए अयस्क को रबड़ की बेल्ट के एक सिरे पर डाल दिया जाता है तो चुंबकीय कण चुंबकीय रोलर से निकट इकट्ठा हो जाते हैं। जबकि अनुचुंबकीय कण रोलर से दूर इकट्ठा हो जाते हैं। इस विधि को चुंबकीय पृथक्करण विधि कहते हैं।

इस विधि द्वारा फेरोमैग्नेटिक अयस्क, वालफ्रेमाइट अयस्क आदि का सांद्रण किया जाता है।

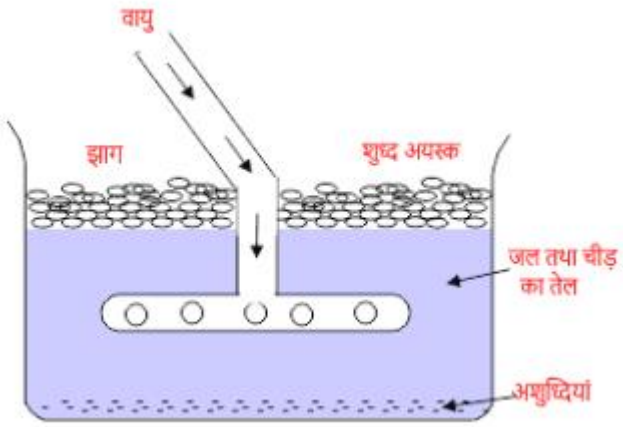
3. फेन या झाग प्लवन विधि

इस विधि का उपयोग सल्फाइड अयस्कों के सांद्रण में किया जाता है।

इस विधि में बारीक पिसे हुए अयस्क को जल तथा चीड़ के तेल के मिश्रण में डाल दिया जाता है एवं मिश्रण में एक ऊर्ध्वाधर नली की सहायता से वायु प्रवाहित की जाती है। जिससे शुद्ध अयस्क के कण तेल के साथ झाग बनकर टैंक के ऊपर आ जाते हैं। एवं अशुद्धियां टैंक के नीचे बैठ जाती हैं।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)



यह विधि अयस्क के कण या आधात्री कण की, किसी तरल पदार्थ से भीगने की प्रकृति पर निर्भर करती है।

फेन प्लवन विधि (froth floatation process in Hindi) द्वारा कॉपर पायराइट ($CuFeS_2$), सिल्वर ग्लांस (Ag_2S) गैलेना (PbS) आदि का सांद्रण किया जाता है।

4. निक्षालन (लीचिंग)

अयस्कों के सांद्रण की निक्षालन एक रासायनिक विधि है।

इस विधि में अयस्क को अम्ल, क्षार या अन्य अभिकर्मक के साथ अभिकृत करते हैं। जिससे अयस्क तो विलेय हो जाता है। परंतु अशुद्धि अविलेय रहती हैं जिन्हें जानकर अलग कर दिया जाता है।

बॉक्साइट ($Al_2O_3 \cdot 2H_2O$) अयस्क का सांद्रण निक्षालन विधि द्वारा ही किया जाता है।

अयस्क

वह खनिज जिनमें शुद्ध धातु का निष्कर्षण सरलतापूर्वक अधिक मात्रा में एवं कम खर्च में किया जा सकता है उन खनिज को अयस्क कहते हैं।

सभी अयस्क खनिज होते हैं लेकिन सभी खनिज अयस्क नहीं होते हैं।

अयस्क के प्रकार

अयस्कों को निम्नलिखित भागों में वर्गीकृत किया गया है।

- प्राकृतिक अयस्क
- सल्फाइड अयस्क
- ऑक्साइड अयस्क
- कार्बोनेट अयस्क
- क्लोराइड अयस्क

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

- संकर अयस्क

1. **प्राकृतिक अयस्क :-** इन अयस्कों में धातु अपनी धात्विक अवस्था में ही पाई जाती है परंतु उसमें कुछ अशुद्धियां जैसे रेत मिट्टी आदि पाई जाती हैं। उदाहरण - प्लैटिनम, चांदी (Ag) तथा सोना (Au) आदि।
2. **सल्फाइड अयस्क :-** इन अयस्कों में धातुएं अपने सल्फाइडों के रूप में पायी जाती हैं। जैसे -

   कापर ⇒ कॉपर पायराइट ($CuFeS_2$)

   लेड ⇒ गैलेना (PbS)

   आयरन ⇒ आयरन पायराइट (FeS_2)

   मरकरी ⇒ सिनेबार (HgS)

   जिंक ⇒ जिंक ब्लेंडी (ZnS)
3. **ऑक्साइड अयस्क :-** इन अयस्कों में धातुएं अपने ऑक्साइडों के रूप में पायी जाती हैं। जैसे -

   एल्युमीनियम ⇒ बॉक्साइट ($Al_2O_3 \cdot 2H_2O$)

   कापर ⇒ क्यूप्राइट (Cu_2O)

   जिंक ⇒ जिंकाइट (ZnO)

   आयरन ⇒ हेमेटाइट (Fe_2O_3)
4. **कार्बोनेट अयस्क :-** इन अयस्कों में धातुएं अपने कार्बोनेटों के रूप में मिलती हैं। जैसे -

   जिंक ⇒ कैलेमाइन ($ZnCO_3$)

   मैग्नीशियम ⇒ मैग्नेसाइड ($MgCO_3$)

   कापर ⇒ मैलेकाइट ($Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3$)

   लेड (सीसा) ⇒ सेरूसाइट ($PbCO_3$)
5. **क्लोराइड अयस्क :-** इन अयस्कों में धातुएं अपने क्लोराइडों के रूप में पायी हैं। जैसे -

   सोडियम ⇒ रॉकसॉल्ट (NaCl)

   पोटेशियम ⇒ सिल्वाइन (KCl)

   सिल्वर ⇒ हॉर्नसिल्वर (AgCl)
6. **संकर अयस्क :-** इन अयस्कों में धातुएं खनिजों के मिश्रण के रूप में पायी जाती हैं। जैसे –

   लेपिडोलाइट ⇒ $[(Ni, Na, K)_2 \cdot Al_2(SiO_3)_3 \cdot (F,OH)_2]$

   ट्राइफाइलाइट ⇒ $[(Li, Na)_3 \cdot PO_4(Fe, Mn)_3(PO_4)_2]$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

कुछ महत्वपूर्ण अयस्क

क्रमांक	धातु	अयस्क	संगठन सूत्र
1	कॉपर	कॉपर पाइराइट	$CuFeS_2$
		मैलेकाइट	$Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3$
		क्यूप्राइट	Cu_2O
		कॉपर ग्लांस	Cu_2S
2	एल्युमीनियम	बॉक्साइट	$[Al_2O_3 \cdot 2H_2O]$
		केयोलिनाइट	$Al_2(OH)_4 \cdot Si_2O_5$
3	आयरन	हैमेटाइट	Fe_2O_3
		मैग्नेटाइट	Fe_3O_4
		सिडेराइट	$FeCO_3$
		आयरन पायराइट	FeS_2
4	जिंक	जिंक ब्लेंडी	ZnS
		कैलेमाइन	$ZnCO_3$
		जिंकाइट	ZnO

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

NCERT SOLUTIONS

प्रश्न (पृष्ठ संख्या 157)

प्रश्न 1 दर्शाए गए अयस्कों में से कौन-से चुम्बकीय पृथक्करण विधि द्वारा सान्द्रित किए जा सकते हैं?

उत्तर- वे अयस्क जिनमें कम-से-कम एक घटक (अशुद्धि या वास्तविक अयस्क) चुम्बकीय होता है, उन्हें चुम्बकीय पृथक्करण विधि द्वारा सान्द्रित किया जा सकता है, जैसे- हेमेटाइट (Fe_2O_3), मैग्नेटाइट (Fe_3O_4), सिडेराइट ($FeCO_3$) तथा आयरन पाइराइट (FeS_2) को चुम्बकीय पृथक्करण विधि द्वारा सान्द्रित किया जा सकता है।

प्रश्न 2 ऐलुमिनियम के निष्कर्षण में निक्षालन का क्या महत्त्व है?

उत्तर- ऐलुमिनियम के निष्कर्षण में निक्षालन के उपयोग से बॉक्साइट अयस्क से अशुद्धियाँ जैसे SiO_2, Fe_2O_3 आदि को हटाया जा सकता है तथा शुद्ध ऐलुमिना प्राप्त किया जा सकता है।

प्रश्न (पृष्ठ संख्या 165)

प्रश्न 1 अभिक्रिया-

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

के गिब्ज ऊर्जा मान से लगता है कि अभिक्रिया ऊष्मागतिकी के अनुसार सम्भव है, पर यह कक्ष ताप पर सम्पन्न क्यों नहीं होती?

उत्तर- ऊष्मागतिकीय रूप से सम्भव अभिक्रियाओं के लिए भी सक्रियण ऊर्जा की निश्चित मात्रा की आवश्यकता होती है, अतः दी गई अभिक्रिया को सम्पन्न करने के लिए अतिरिक्त ऊष्मा की आवश्यकता होगी।

प्रश्न 2 क्या यह सत्य है कि कुछ विशिष्ट परिस्थितियों में मैग्नीशियम, Al_2O_3 को अपचयित कर सकता है और Al, MgO को? वे परिस्थितियाँ कौन-सी हैं?

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

उत्तर- इस प्रक्रम में निहित अभिकियाओं के दो समीकरण है-

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

$$2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$$

Al_2O_3 तथा MgO वक्रो के प्रतिच्छेद्न बिंदु पर निम्नलिखित अभिक्रिया के लिए $\Delta rG^{\ominus}$ शून्य हो जाता है।

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

उस बिंदु से पहले मैग्नीशियम ऐलुमिना को अपचित कर सकता है।

अभ्यास (पृष्ठ संख्या 172-173)

प्रश्न 1 कॉपर का निष्कर्षण हाइड्रोधातुकर्म द्वारा किया जाता है, परन्तु जिंक का नहीं। व्याख्या कीजिए।

उत्तर-

$$Zn\left[E^{\circ}_{Zn^{2+}/Zn} = -0.75V\right], Cu\left(E^{\circ}_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34V\right)$$

से अधिक क्रियाशील होता है। कॉपर आयनों के विलयन से Cu^{2+} आयनों को Zn के द्वारा आसानी से प्रतिस्थापित किया जा सकता है।

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$$

इस प्रकार, कॉपर को हाइड्रोधातुकर्म के द्वारा निष्कर्षित किया जा सकता है। परन्तु, जिंक को अधिक क्रियाशील होने के कारण, Zn^{2+} आयन युक्त विलयन से सरलता से विस्थापित नहीं किया जा सकता है। इस प्रकार, कॉपर को हाइड्रोधातुकर्म के द्वारा निष्कर्षित किया जा सकता है। परन्तु, जिंक को अधिक क्रियाशील होने के कारण, Zn^{2+} आयन युक्त विलयन से सरलता से विस्थापित नहीं किया जा सकता है। इसका कारण यह है कि जिंक से अधिक क्रियाशील

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

धातु, जैसे-ऐलुमिनियम, मैग्नीशियम, कैल्सियम इत्यादि जल से क्रिया करती हैं इसलिए, जिंक को हाइड्रोधातुकर्म के द्वारा निष्कर्षित नहीं किया जा सकता है।

प्रश्न 2 फेन प्लवन विधि में अवनमक की क्या भूमिका है?

उत्तर- फेन प्लवन विधि में अवनमक का मुख्य कार्य संकरता के द्वारा अयस्क के अवयवों में से किसी एक को फेन बनाने से रोकना है। जैसे, NaCN का प्रयोग अवनमक के रूप में PbS से ZnS अयस्क को पृथक् करने के लिए किया जाता है। यह ZnS के साथ संकर यौगिक बनाता है तथा इसको फेन बनाने से रोकता है।

$$ZnS + 4NaCN \rightarrow \underset{\text{सोडियम टेट्रासायनोजिंकेट (II)}}{Na_2[Zn(CN)_4]} + Na_2S$$

इस प्रकार केवल PbS ही फेन बनाने के लिए उपलब्ध होता है तथा इसे ZnS से सरलता से पृथक् किया जा सकता है।

प्रश्न 3 अपचयन द्वारा ऑक्साइड अयस्कों की अपेक्षा पाइराइट से ताँबे का निष्कर्षण अधिक कठिन क्यों है?

उत्तर- पायराइट अयस्क में, कॉपर Cu_2S के रूप में विद्यमान रहता है। Cu_2S के निर्माण की मानक मुक्त ऊर्जा $\Delta_f G^-$, CS_2 से अधिक होती है, जो कि एक ऊष्माशोषी यौगिक है। इसलिए, कार्बन या H_2 का प्रयोग Cu_2S को Cu धातु में अपचयित करने के लिए नहीं किया जा सकता है। इसके विपरीत Cu_2O के $\Delta_f G^-$ का मान CO, से बहुत कम होता है। इसलिए, Cu_2O को कार्बन के द्वारा Cu धातु में सरलता से अपचयित किया जा सकता है।

$$Cu_2O(s) + C(s) \longrightarrow 2Cu(s) + CO(g)$$

यही कारण है कि पायराइट से Cu का निष्कर्षण इसके ऑक्साइड के अपचयन द्वारा अधिक कठिन है।

प्रश्न 4 व्याख्या कीजिए-

SHIVOM CLASSES 8696608541

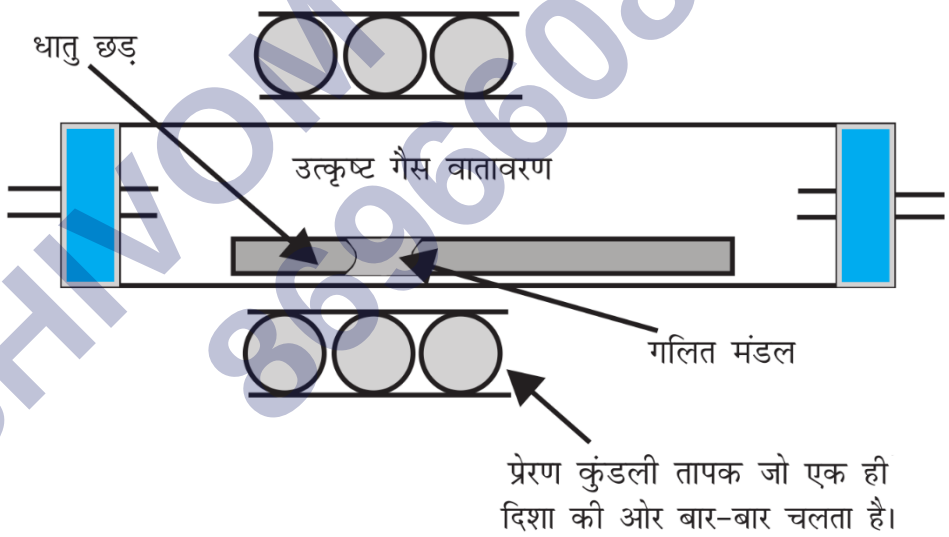
SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

(i) मण्डल परिष्करण।

(ii) स्तम्भ वर्णलेखिकी।

उत्तर-

(i) **मण्डल परिष्करण (Zone refining)-** यह विधि इस सिद्धान्त पर आधारित है कि अशुद्धियों की विलेयता धातु की ठोस अवस्था की अपेक्षा गलित अवस्था में अधिक होती है। अशुद्ध धातु की छड़ के एक किनारे पर एक वृत्ताकार गतिशील तापक लगा रहता है। इसकी सहायता से अशुद्ध धातु को गर्म किया जाता है। तापक जैसे ही आगे की ओर बढ़ता है, गलित से शुद्ध धातु क्रिस्टलित हो जाती है तथा अशुद्धियाँ संलग्न गलितं मण्डल में चली जाती हैं। इस क्रिया को कई बार दोहराया जाता है तथा तापक को एक ही दिशा में बार-बार चलाते हैं। अशुद्धियाँ छड़ के एक किनारे पर एकत्रित हो जाती हैं। इसे काटकर अलग कर लिया जाता है। यह विधि मुख्य रूप से अतिउच्च शुद्धता वाले अर्द्धचालकों जैसे जर्मेनियम, सिलिकन, बोरॉन, गैलियम एवं इण्डियम तथा अन्य अतिशुद्ध धातुओं को प्राप्त करने के लिए बहुत उपयोगी है।

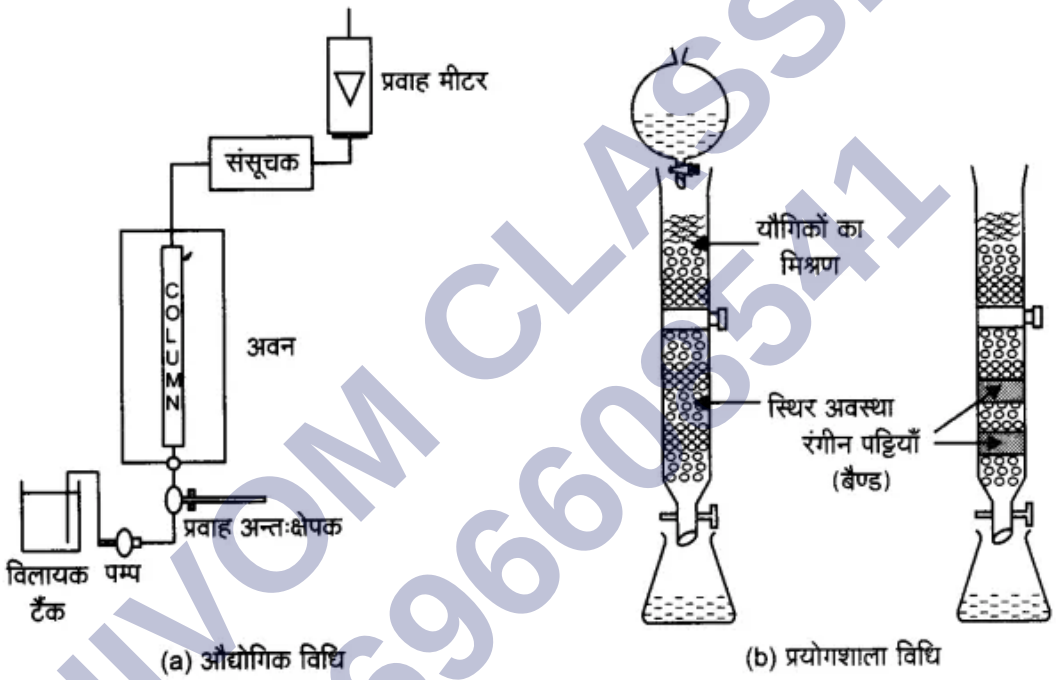


(ii) **स्तम्भ वर्णलेखिकी (Column chromatography)-** यह विधि इस सिद्धान्त पर आधारित है। कि अधिशोषक पर मिश्रण के विभिन्न घटकों का अधिशोषण अलग-अलग होता है। मिश्रण को द्रव या गैसीय माध्यम में रखा जाता है जो कि अधिशोषक में से गुजरता है। स्तम्भ में विभिन्न घटक भिन्न-भिन्न स्तरों पर अधिशोषित हो जाते हैं, बाद में अधिशोषित घटक उपयुक्त विलायकों (निक्षालक) द्वारा निक्षालित कर लिए जाते हैं। गतिशील माध्यम की भौतिक अवस्था, अधिशोषक पदार्थ की प्रकृति एवं गतिशील

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

माध्यम के गमन के प्रक्रम पर निर्भर होने के कारण इसे 'स्तम्भ वर्णलेखिकी' नाम दिया गया है। इस प्रकार की एक विधि में काँच की नली में Al_2O_3 का एक स्तम्भ बनाया जाता है तथा गतिशील माध्यम जिसमें अवयवों का विलयन उपस्थित होता है, द्रव प्रावस्था में होता है। यह स्तम्भ वर्णलेखिकी का एक उदाहरण है। यह विधि सूक्ष्म मात्रा में पाए जाने वाले तत्वों के शुद्धिकरण और शुद्ध किए जाने वाले तत्व तथा अशुद्धियों के रासायनिक गुणों में अधिक भिन्नता न होने की स्थिति में शुद्धिकरण के लिए अत्यधिक उपयोगी होती है। स्तम्भ वर्णलेखिकी में प्रयुक्त प्रक्रम को में दर्शाया गया है।

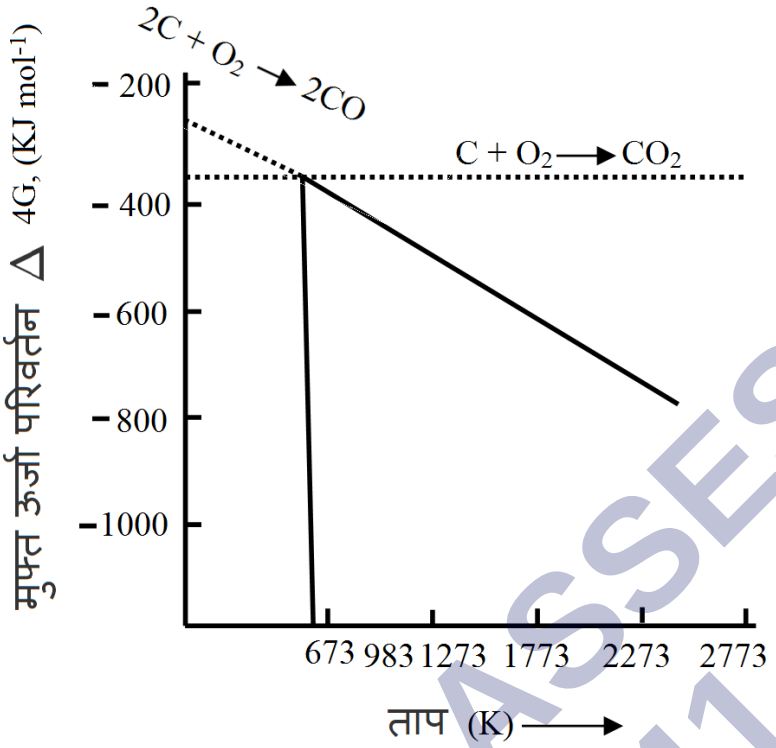


प्रश्न 5 673K ताप पर C तथा CO में से कौन-सा अच्छा अपचायक है?

उत्तर- 673K ताप पर C एवं CO में से CO एक अच्छा अपचायक है। इसको निम्न प्रकार समझाया जा सकता है-

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)



कार्बन के लिए एलिंघम आरेख

एलिंघम में C, CO_2 वक्र लगभग क्षैतिज है, जबकि CO, CO_2 वक्र उर्ध्वगामी हैं तथा दोनों वक्र 673K पर एक-दूसरे को काटते हैं। $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ ऊर्जा की दृष्टि से कम सम्भाव्य है क्योंकि इसकी $\Delta_f G^-$ का मान अभिक्रिया $2CO(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ की तुलना में कम ऋणात्मक होता है। इसलिए 673K से नीचे CO एक अधिक अच्छे अपचायक के रूप में कार्य करता है।

प्रश्न 6 कॉपर के विद्युत-अपघटन शोधन में ऐनोड पंक में उपस्थित सामान्य तत्वों के नाम दीजिए। वे वहाँ कैसे उपस्थित होते हैं?

उत्तर- कॉपर के वैद्युत शोधन में ऐनोड मड में उपस्थित सामान्य तत्व सेलेनिमय, टेलुरियम, सिल्वर, गोल्ड आदि हैं। ये तत्व कॉपर से कम क्रियाशील होते हैं तथा वैद्युत प्रक्रिया में अप्रभावित रहते हैं।

प्रश्न 7 आयरन (लोहे) के निष्कर्षण के दौरान वात्या भट्टी के विभिन्न क्षेत्रों में होने वाली अभिक्रियाओं को लिखिए।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

उत्तर- आयरन के ऑक्साइड अयस्कों को निस्तापन अथवा भर्जन से सान्द्रित करके, लाइमस्टोन तथा कोक के साथ मिश्रित करके वात्या भट्टी के हॉपर में डाला जाता है। वात्या भट्टी में विभिन्न ताप-परासों में आयरन ऑक्साइड का अपचयन होता है। वात्या भट्टी में होने वाली अभिक्रियाएँ निम्नलिखित हैं-

500-800K पर (वात्या भट्टी में निम्न ताप परिसर में)-

- $3Fe_2O_3 + CO \longrightarrow 2Fe_3O_4 + CO_2\uparrow$
- $3Fe_3O_4 + 4CO \longrightarrow 3Fe\downarrow + 4CO_2\uparrow$
- $Fe_2O_3 + CO \longrightarrow 2FeO + CO_2\uparrow$

900-1500K पर (वात्या भट्टी में उच्च ताप-परिसर में)-

- $C + CO_2 \longrightarrow 2CO\uparrow$
- $FeO + CO \longrightarrow Fe + CO_2\uparrow$

चूना पत्थर (लाइमस्टोन) भी CaO में अपघटित हो जाता है जो अयस्क की सिलिकेट अशुद्धि को धातुमल के रूप में हटा देता है। धातुमल (slag) गलित अवस्था में होता है तथा आयरन से पृथक्कृत हो जाता है।

प्रश्न 8 जिंक ब्लेंड से जिंक के निष्कर्षण में होने वाली रासायनिक अभिक्रियाओं को लिखिए।

उत्तर- जिंक ब्लेण्ड से जिंक के निष्कर्षण में होने वाली अभिक्रियाएँ निम्नलिखित हैं-

(i) **सान्द्रण (Concentration)-** अयस्क को पीसकर फेन प्लवन प्रक्रम द्वारा इसको सान्द्रण किया जाता है।

(ii) **भर्जन (Roasting)-** सान्द्रित अयस्क का लगभग 1200K ताप पर वायु की अधिकता में भर्जन किया जाता है जिससे जिंक ऑक्साईड (ZnO) प्राप्त होता है।

$$\underset{\text{जिंक ब्लेण्ड}}{2ZnS} + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{जिंक ऑक्साइड}}{2ZnO} + 2SO_2\uparrow$$

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

(iii) **अपचयन (Reduction)-** प्राप्त जिंक ऑक्साइड को चूर्णित कोक के साथ मिलाकर एक फायर क्ले रिटॉर्ट में 1673K तक गर्म किया जाता है, परिणामस्वरूप यह जिंक धातु में अपचयित हो जाता है।

$$ZnO + C \xrightarrow{1673K} Zn \downarrow + CO \uparrow$$

1673K पर जिंक धातु वाष्पीकृत होकर (क्वथनांक 1180K) आसवित हो जाती है।

(iv) **विद्युत-अपघटनी शोधन (Electrolytic refining)-** अशुद्ध जिंक ऐनोड बनाता है तथा कैथोड शुद्ध जिंक की शीट से बना होता है। विद्युत-अपघट्य तनु H_2SO_4 से अम्लीकृत $ZnSO_4$ विलयन होता है। विद्युत धारा प्रवाहित करने पर शुद्ध Zn कैथोड पर संगृहीत हो जाता है।

प्रश्न 9 कॉपर के धातुकर्म में सिलिका की भूमिका समझाइए।

उत्तर- भर्जन के दौरान कॉपर पाइराइट FeO तथा Cu_2O के मिश्रण में परिवर्तित हो जाता है।

$$\underset{\text{कॉपर पाइराइट}}{2CuFeS_2 + O_2} \xrightarrow{\Delta} Cu_2S + 2FeS + SO_2 \uparrow$$

$$2Cu_2S + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} 2Cu_2O + 2SO_2 \uparrow$$

$$2FeS + 3O_2 \longrightarrow 2FeO + 2SO_2 \uparrow$$

FeO (क्षारीय) को हटाने के लिए प्रगलन के दौरान एक अम्लीय गालक सिलिका मिलाया जाता है। FeO, SiO_2 से संयोग करके फेरस सिलिकेट ($FeSiO_3$) धातुमल बनाता है जो गलित अवस्था में प्राप्त मैट पर तैरने लगता है।

$$\underset{\text{गलक}}{FeO + SiO_2} \longrightarrow \underset{\text{धातुमल}}{FeSiO_3}$$

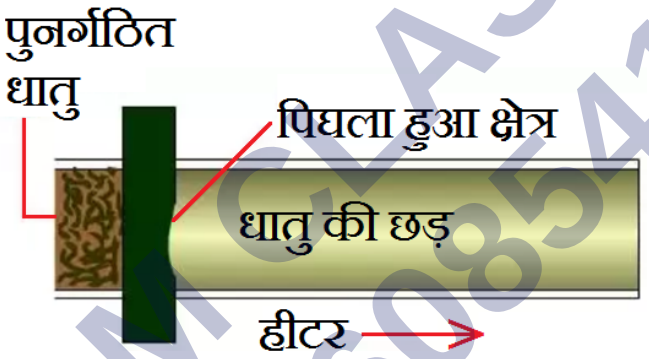
अत: कॉपर के निष्कर्षण में सिलिका की भूमिका ऑक्साइड को धातुमल के रूप में हटाने की होती है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

प्रश्न 10 यदि तत्व सूक्षम मात्रा में प्राप्त हुआ हो तो शोधन की कौन-सी तकनीक अधिक उपयोगी होगी?

उत्तर- ज़ोन शोधन एक क्रिस्टल को शुद्ध करने की विधि को संदर्भित करता है जिसमें क्रिस्टल का एक पतला क्षेत्र पिघलने से गुजरता है। यह 'पिघला हुआ क्षेत्र' अब क्रिस्टल के पार चला गया है। धातु में अशुद्धियों को पिघला हुआ ज़ोन द्वारा आगे के किनारे पर पिघलाया जाता है और धातु के ब्लॉक से होकर ठोस तत्व को पीछे छोड़ दिया जाता है। जैसे-जैसे वे धातु के ब्लॉक के माध्यम से आगे बढ़ते हैं, धातु में अशुद्धियों को पिघल में केंद्रित किया जाता है और धातु ब्लॉक के एक छोर पर ले जाया जाता है। ऐसी प्रक्रिया के लिए एक उदाहरण नीचे दिया गया है।



प्रश्न 11 यदि किसी तत्व में उपस्थित अशुद्धियों के गुण तत्व से मिलते-जुलते हो तो आप शोधन के लिए किस विधि का सुझाव देंगे।

उत्तर- **क्रोमैटोग्राफिक विधि-** यह क्रोमैटोग्राफी के सिद्धांतों का अनुसरण करता है। क्रोमैटोग्राफी एक शोषक के मिश्रण और/ या अंतर अवशोषण में विभिन्न दरों पर घटकों के आंदोलनों से संबंधित है। इस प्रक्रिया में, अशुद्ध धातु को एक माध्यम (तरल या गैस) में रखा जाता है। फिर हम एक शोषक के माध्यम से माध्यम को आगे बढ़ाते हैं। अशुद्ध धातु के विभिन्न घटक विभिन्न स्तरों पर अवशोषित होंगे। और फिर अवशोषित किए गए घटकों को एक उपयुक्त विलायक का उपयोग करके हटा दिया जाता है। इस पद्धति के विभिन्न रूप हैं, जैसे कॉलम क्रोमैटोग्राफी (जहां हम Al_2O_3 का उपयोग करते हैं), पतली परत क्रोमैटोग्राफी, गैस-तरल क्रोमैटोग्राफी आदि।

प्रश्न 12 निकिल-शोधन की विधि समझाइए।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

उत्तर- **निकिल-शोधन का मॉन्ड प्रक्रम (Mond process of nickel purification)-** इस प्रक्रम में निकिल (अशुद्ध) को कार्बन मोनोक्साइड के प्रवाह में गर्म करने से वाष्पशील निकिल टेट्रोकार्बोनिल संकुल बन जाता है-

$$\underset{\text{अशुद्ध}}{\mathrm{Ni}} + 4\mathrm{CO} \xrightarrow{330-350K} [\mathrm{Ni(CO)_4}]$$

इस कार्बोनिल को और अधिक ताप पर गर्म करते हैं जिससे यह विघटित होकर शुद्ध धातु दे देता है।

$$[\mathrm{Ni(CO)_4}] \xrightarrow[\text{अशुद्ध}]{450-470\mathrm{K}} \mathrm{Ni} \downarrow + 4\mathrm{CO} \uparrow$$

प्रश्न 13 सिलिका युक्त बॉक्साइट अयस्क में से सिलिका को ऐलुमिना से कैसे अलग करते हैं? यदि कोई समीकरण हो तो दीजिए।

उत्तर- शुद्ध ऐलुमिना को बॉक्साइट अयस्क से बायर प्रक्रम द्वारा पृथक्कृत किया जा सकता है। सिलिका युक्त बॉक्साईट अयस्क को NaOH के सान्द्र विलयन के साथ 473-523K ताप पर तथा 35-36 bar दाब पर गर्म करते हैं। इससे ऐलुमिना, सोडियम ऐलुमिनेट के रूप में तथा सिलिका, सोडियम सिलिकेट के रूप में घुल जाता है तथा अशुद्धियाँ अवशेष के रूप में रह जाती हैं।

$$\underset{\text{ऐलूमिना}}{\mathrm{Al_2O_3}(s)} + 2\mathrm{NaOH(aq)} + 3\mathrm{H_2O(l)} \rightarrow \underset{\text{सोडियम एलुमिनट}}{2\mathrm{Na[Al(OH)_4]}\ (aq)}$$

$$\underset{\text{सीलिका}}{\mathrm{SiO_2}(s)} + 2\mathrm{NaOH}(oq) \rightarrow \underset{\text{सोडियम सिलिकेट}}{\mathrm{Na_2SiO_3}(aq)} + \mathrm{H_2O}(l)$$

परिणामी विलयन को छानकर अविलेय अशुद्धियों (यदि कोई हो) को हटा दिया जाता है तथा इसे CO_2 गैस प्रवाहित करके उदासीन कर दिया जाता है। इस अवस्था पर विलयन को ताजा बने हुए जलयोजित Al_2O_3 के नमूने से बीजारोपित किया जाता है जो अवक्षेपण को प्रेरित करता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$2Na[Al(OH)_4](aq) + 2CO_2(g) \longrightarrow \underset{\text{जलयोजित एलुमिना}}{Al_2O_3.3H_2O(s)} + 2NaHCO_3(aq)$$

सोडियम सिलिकेट विलयन में शेष रह जाता है तथा जलयोजित ऐलुमिना को छानकर, सुखाकर तथा गर्म करके पुनः शुद्ध Al_2O_3 प्राप्त कर लिया जाता है।

$$\underset{\text{जलयोजित एलुमिना}}{Al_2O_3.3H_2O(s)} \xrightarrow{1470K} \underset{\text{शुद्ध एलुमिना}}{Al_2O_3(s)} + 3H_2O(g)$$

प्रश्न 14 उदाहरण देते हुए भर्जन व निस्तापन में अन्तर बताइए।

उत्तर- निस्तापन में सान्द्रित अयस्क को उसके गलनांक से नीचे वायु की सीमित मात्रा में गर्म किया जाता है।

$$\underset{\text{लिमोनाईट}}{Fe_2O_3.3H_2O} \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{फैरिक ऑक्साइड}}{Fe_2O_3} + 3H_2O$$

$$\underset{\text{डोलोमाइट}}{CaCO_3.MgCO_3} \xrightarrow{\Delta} CaO + MgO + 2CO_2 \uparrow$$

भर्जन में अयस्क को वायु की अधिकता में तीव्रता से गर्म करते हैं। इसके फलस्वरूप P, As, S आदि की अशुद्धियाँ ऑक्सीकृत हो जाती हैं तथा सल्फाइड अयस्क धातु ऑक्साइड में परिवर्तित हो जाता है।

$$\underset{\text{जिंक ब्लेंण्ड}}{2ZnS} + 3O_2 \rightarrow \underset{\text{जिंक ऑक्साइड}}{2ZnO} + 2SO_2 \uparrow$$

$$\underset{\text{गैलेना}}{2PbS} + 3O_2 \rightarrow \underset{\text{लैड ऑक्साइड}}{2PbO} + 2SO_2 \uparrow$$

प्रश्न 15 ढलवाँ लोही कच्चे लोहे से किस प्रकार भिन्न होता है?

उत्तर- वात्या भट्टी से प्राप्त अशुद्ध आयरन को कच्चा लोहा कहा जाता है। इसमें S, P, Si, Mn आदि की अशुद्धियों के साथ लगभग 4% कार्बन होता है। ढलवां लोहे को बनाने के लिए

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

कच्चे लोहे को गर्म वायु में स्क्रैप आयरन तथा कोक के साथ पिघलाया जाता है। इसमें कार्बन की मात्रा कम (लगभग 3%) पायी जाती है।

प्रश्न 16 अयस्कों तथा खनिजों में अन्तर स्पष्ट कीजिए।

उत्तर- प्राकृतिक रूप से उपस्थित रासायनिक पदार्थ, जिनके रूप में धातुएँ अशुद्धियों के साथ भूपर्पटी में उपस्थित होती हैं, खनिज (minerals) कहलाते हैं। वे खनिज, जिनसे धातुओं का निष्कर्षण सरल तथा आर्थिक रूप से लाभदायक हो, अयस्क कहलाते हैं। अतः सभी अयस्क खनिज होते हैं, परन्तु सभी खनिज अयस्क नहीं होते हैं। उदाहरणार्थ- भूपर्पटी में लोहा ऑक्साइडों, कार्बोनेटों तथा सल्फाइडों के रूप में विद्यमान होता है। लोहे के इन खनिजों में से निष्कर्षण के लिए लोहे के ऑक्साइडों को चुना जाता है, इसलिए लोहे के ऑक्साइड, लोहे के अयस्क हैं। इसी प्रकार भूपर्पटी में ऐलुमिनियम दो खनिजों के रूप में पाया जाता है- बॉक्साइट (Al_2O_3 . xH_2O) तथा क्ले (Al_2O_3 . $2SiO_2$. $2H_2O$)। इन दोनों खनिजों में से बॉक्साइट से Al का निष्कर्षण सरलतापूर्वक तथा आर्थिक रूप से लाभदायक रूप में किया जा सकता है, इसलिए बॉक्साइट ऐलुमिनियम का अयस्क है।

प्रश्न 17 कॉपर मैट को सिलिका की परत चढ़े हुए परिवर्तकों में क्यों रखा जाता है?

उत्तर- सिलिका युक्त परिवर्तक (बेसेमर परिवर्तक) में मैट में उपस्थित शेष FeS को FeO में ऑक्सीकृत करने के लिए रखा जाता है जो सिलिका के साथ संयोग कर संगलित धातुमल बनाता है।

$$2FeS + 3O_2 \longrightarrow 2FeO + 2SO_2$$

$$FeO + SiO_2 \rightarrow \underset{\text{धातुमल}}{FeSiO_3}$$

जब सम्पूर्ण लोहे को धातुमल के रूप में पृथक् कर लिया जाता है, तब कुछ Cu_2S ऑक्सीकरण के फलस्वरूप Cu_2O बनाता है जो अधिक Cu_2S के साथ अभिक्रिया करके कॉपर धातु बनाता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$2Cu_2S + 3O_2 \longrightarrow 2Cu_2O + 2SO_2 \uparrow$$

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

अत: कॉपर मैट को सिलिका की परत चढ़े हुए परिवर्तक में मैट में उपस्थित FeS को $FeSiO_3$ धातुमल के रूप में हटाने के लिए भी रखा जाता है।

प्रश्न 18 ऐलुमिनियम के धातुकर्म में क्रायोलाइट की क्या भूमिका है?

उत्तर- क्रायोलाइट, मिश्रण के संगलन ताप को कम करता है तथा ऐलुमिना की वैद्युत चालकता को बढ़ाता है जो कि वास्तव में विद्युत का अच्छा चालक नहीं होता है।

प्रश्न 19 निम्न कोटि के कॉपर अयस्कों के लिए निक्षालन क्रिया को कैसे किया जाता है?

उत्तर- निम्न ग्रेड कॉपर अयस्क का निक्षालन वायु या जीवाणुओं की उपस्थिति में अम्ल के साथ क्रिया कर किया जाता है। इस प्रक्रिया में कॉपर Cu^{2+} आयनों के रूप में विलयन में चला जाता है।

$$Cu(s) + 2H^+(aq) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow Cu^{2+}(aq) + H_2O(I)$$

प्रश्न 20 Co का उपयोग करते हुए अपचयन द्वारा जिंक ऑक्साइड से जिंक का निष्कर्षण क्यों नहीं किया जाता?

उत्तर- एलिंघम चित्र में CO, CO_2 वक्र Zn, ZnO वक्र के ऊपर स्थित है। यह स्पष्ट करता है कि CO से CO_2 बनाने के लिए Δ_fG^- का मान Zn से ZnO के निर्माण के मान से कम ऋणात्मक है। इसलिए, यदि CO का अपचायक के रूप में प्रयोग किया जाता है, तो अपचयन में बहुत अधिक ताप की आवश्यकता होगी। यही कारण है कि जिंक को CO अपचायक के प्रयोग द्वारा ZnO से निष्कर्षित नहीं किया जाता है।

प्रश्न 21 Cr_2O_3 के विरचन के लिए $\Delta_fG^\ominus$ का मान -540kJ mol^{-1} है तथा Al_2O_3 के लिए -827kJ mol^{-1} है। क्या Cr_2O_3 का अपचयन Al से सम्भव है?

उत्तर- हाँ, Al के द्वारा Cr_2O_3 का अपचयन सम्भव है। इसको निम्न प्रकार समझा जा सकता है, इस प्रक्रिया में निहित अभिक्रियाएँ निम्न हैं-

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$2Al\,(s) + \tfrac{3}{2}O_2(g) \longrightarrow Al_2O_3(s)$$

$$\Delta_f G^- = -827 kJ\ mol^{-1} \ldots (i)$$

$$2Cr\,(s) + \tfrac{3}{2}O_2(g) \longrightarrow Cr_2O_3(s)$$

$$\Delta_f G^- = -540 kJ\ mol^{-1} \ldots . (ii)$$

समीकरण (ii) में से (i) को घटाने पर,

$$2Al(s) + Cr_2O_3 \longrightarrow Al_2O_3(s) + 2Cr(s)$$

$$\Delta_f G^- = -827 - (-540) = -287 kJ\ mol^{-1}$$

चूँकि संयुक्त रिडॉक्स अभिक्रिया के लिए $\Delta_f G^-$ का मान ऋणात्मक है, इसलिए प्रक्रिया सम्भाव्य है। अर्थात् Al के द्वारा Cr_2O_3 का अपचयन सम्भव है।

प्रश्न 22 C व CO में से ZnO के लिए कौन-सा अपचायक अच्छा है?

उत्तर- कार्बन CO से अधिक अच्छा अपचायक है, इसको अग्र प्रकार स्पष्ट किया जा सकता है, एलिंघम, C, CO वक्र Zn, ZnO वक्र से 1120K से अधिक ताप पर नीचे स्थित तथा C, CO_2 वक्र 1323K से अधिक ताप पर नीचे स्थित है। इस प्रकार, C से CO के लिए $\Delta_f G^-$ का मान तथा C, CO_2 के लिए $\Delta_f G^-$ के मान क्रमशः 1120K तथा 1323K पर C से ZnO के लिए $\Delta_f G^-$ के मान से कम है जबकि CO, CO_2 वक्र Zn, ZnO वक्र से 2273K पर भी ऊपर है। इसलिए ZnO को C के द्वारा अपचयित किया जा सकता है परन्तु CO के द्वारा नहीं। इसलिए C व CO में से ZnO के अपचयन के लिए C अधिक अच्छा अपचायक है।

प्रश्न 23 किसी विशेष स्थिति में अपचायक का चयन ऊष्मागतिकी कारकों पर आधारित है। आप इस कथन से कहाँ तक सहमत हैं? अपने मत के समर्थन में दो उदाहरण दीजिए।

उत्तर- किसी निश्चित धात्विक ऑक्साइड का धात्विक अवस्था में अपचयन करने के लिए उचित अपचायक का चयन करने में ऊष्मागतिकी कारक सहायता करता है। इसे निम्नवत् समझा जा सकता है, एलिंघम आरेख से यह स्पष्ट होता है कि वे धातुएँ, जिनके लिए उनके ऑक्साइडों के निर्माण की मानक मुक्त ऊर्जा अधिक ऋणात्मक होती है, उन धातु ऑक्साइडों को अपचयित कर सकती हैं जिनके लिए उनके सम्बन्धित ऑक्साइडों के निर्माण की मानक मुक्त ऊर्जा कम

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

ऋणात्मक होती है। दूसरे शब्दों में, कोई धातु किसी अन्य धातु के ऑक्साइड को केवल तब अपचयित कर सकती है, जबकि यह एलिंघम आरेख में इस धातु से नीचे स्थित हो। चूंकि संयुक्त रेडॉक्स अभिक्रिया का मानक मुक्त ऊर्जा परिवर्तन ऋणात्मक होगा (जो कि दोनों धातु ऑक्साइडों के $\Delta_f G^-$ में अन्तर के तुल्य होता है।), अत: Al तथा Zn दोनों FeO को Fe में अपचयित कर सकते हैं, परन्तु Fe, Al_2O_3 को Al में तथा Zn को Zn में अपचयित नहीं कर सकता। इसी प्रकार C, ZnO को Zn में अपचयित कर सकता है, परन्तु CO ऐसा नहीं कर सकता।

प्रश्न 24 उस विधि का नाम लिखिए जिसमें क्लोरीन सह-उत्पाद के रूप में प्राप्त होती है। क्या होगा यदि NaCl के जलीय विलयन का विद्युत-अपघटन किया जाए?

उत्तर- डाउन की प्रक्रिया में गलित NaCl के वैद्युत-अपघटन के फलस्वरूप सह-उत्पाद के रूप में क्लोरीन प्राप्त होती है।

$$NaCl\,(fused) \longrightarrow Na^+ + Cl^-$$

कैथोड पर: $Na^+ + e^- \longrightarrow Na(s)$

ऐनोड पर: $Cl^- + e^- \longrightarrow \frac{1}{2}cl_2(g)$

जब NaCl के जलीय विलयन का वैद्युत-अपघटन किया जाता है, तो कैथोड पर H_2 गैस तथा ऐनोड पर Cl_2 गैस प्राप्त होती हैं। NaOH का एक जलीय विलयन सह-उत्पाद के रूप में प्राप्त है।

$$NaCl\,(aq) \longrightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq)$$

ऐनोड पर: $Cl^-(aq) + e^- \longrightarrow \frac{1}{2}cl(g)$

कैथोड पर: $2H_2O(l) + 2e^- \longrightarrow 2OH(a) + H_2(g)$

प्रश्न 25 ऐलुमिनियम के विद्युत-धातुकर्म में ग्रेफाइट छड़ की क्या भूमिका है?

उत्तर- इस प्रक्रिया में ऐलुमिना, क्रायोलाईट तथा फ्लुओरस्पार (CaF_2) के गलित मिश्रण का विद्युतअपघटन ग्रेफाइट को ऐनोड के रूप में तथा ग्रेफाइट की परत चढ़े हुए आयरन को

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

कैथोड के रूप में प्रयुक्त करके किया जाता है। विद्युत-अपघटन करने पर Al कैथोड पर मुक्त होती है, जबकि ऐनोड पर CO तथा CO_2 मुक्त होती हैं।

कैथोड पर: Al^{3+} (गलित) $\rightarrow$ Al (l)

ऐनोड पर: $C(s) + O^{2-}$ (गलित) $\rightarrow CO\ (g) + 2e^-$

$C(s) + 2O^{2-}$ (गलित) $\rightarrow CO_2\ (g) + 4e^-$

यदि किसी अन्य धातु को ग्रेफाइट के स्थान पर प्रयुक्त किया जाता है, तब मुक्त O_2 न केवल इलेक्ट्रोड की धातु को ऑक्सीकृत ही करेगी, बल्कि कैथोड पर मुक्त Al की कुछ मात्रा को पुनः Al_2O_3 में परिवर्तित कर देगी। चूँकि ग्रेफाइट अन्य किसी धातु से सस्ता होता है, इसलिए इसे ऐनोड के रूप में प्रयुक्त किया जाता है। इस प्रकार ऐलुमिनियम के निष्कर्षण में ग्रेफाइट छड़ की भूमिका ऐनोड पर मुक्त O_2 को संरक्षित करना है जिससे यह मुक्त होने वाले Al की कुछ मात्रा को पुन: Al_2O_3 में परिवर्तित न कर दे।

प्रश्न 26 निम्नलिखित विधियों द्वारा धातुओं के शोधन के सिद्धान्तों की रूपरेखा दीजिए-

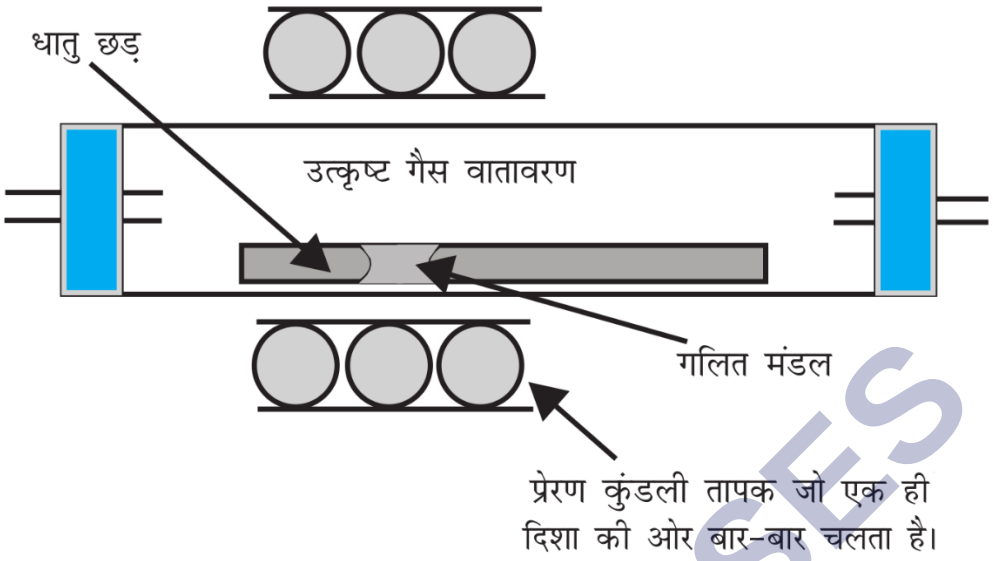
(i) मण्डल परिष्करण।
(ii) विद्युत-अपघटनी परिष्करण।
(iii) वाष्प प्रावस्था परिष्करण।

उत्तर-

(i) **मण्डल परिष्करण (Zone refining)-** यह विधि इस सिद्धान्त पर आधारित है कि अशुद्धियों की विलेयता धातु की ठोस अवस्था की अपेक्षा गलित अवस्था में अधिक होती है। अशुद्ध धातु की छड़ के एक किनारे पर एक वृत्ताकार गतिशील तापक लगा रहता है। इसकी सहायता से अशुद्ध धातु को गर्म किया जाता है। तापक जैसे ही आगे की ओर बढ़ता है, गलित से शुद्ध धातु क्रिस्टलित हो जाती है तथा अशुद्धियाँ संलग्न गलितं मण्डल में चली जाती हैं। इस क्रिया को कई बार दोहराया जाता है तथा तापक को एक ही दिशा में बार-बार चलाते हैं। अशुद्धियाँ छड़ के एक किनारे पर एकत्रित हो जाती हैं। इसे काटकर अलग कर लिया जाता है। यह विधि मुख्य रूप से अतिउच्च शुद्धता वाले अर्द्धचालकों जैसे जर्मेनियम, सिलिकन, बोरॉन, गैलियम एवं इण्डियम तथा अन्य अतिशुद्ध धातुओं को प्राप्त करने के लिए बहुत उपयोगी है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)



(ii) **विद्युत-अपघटनी परिष्करण (Electrolytic Refining)-** इस विधि में अशुद्ध धातु को ऐनोड बनाते हैं। उसी धातु की शुद्ध धातु पट्टी को कैथोड के रूप में प्रयुक्त करते हैं। इन्हें एक उपयुक्त विद्युत-अपघट्य का विलयन विश्लेषित्र में रखते हैं जिसमें उसी धातु का लवण घुला रहता है। अधिक क्षारकीय धातु विलयन में रहती है तथा कम क्षारकीय धातुएँ ऐनोड पंक (anode mud) में चली जाती हैं। इस प्रक्रम की व्याख्या, विद्युत विभव की धारणा, अधिविभव तथा गिब्ज ऊर्जा के द्वारा (उपयोग) भी की जा सकती है। ये अभिक्रियाएँ निम्नलिखित हैं-

- **ऐनोड पर:** $M \rightarrow M^{n+} + ne^-$
- **कैथोड पर:** $M^{n+} + ne^- \rightarrow M$

उदाहरण- ताँबे का शोधन विद्युत-अपघटनी विधि के द्वारा किया जाता है। अशुद्ध कॉपर ऐनोड के रूप में तथा शुद्ध कॉपर पत्री कैथोड के रूप में लेते हैं। कॉपर सल्फेट का अम्लीय विलयन विद्युत-अपघट्य होता है तथा विद्युत अपघटन के वास्तविक परिणामस्वरूप शुद्ध कॉपर ऐनोड से कैथोड की तरफ स्थानान्तरित हो जाता है।

- **ऐनोड पर:** $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$
- **कैथोड पर:** $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

उदाहरण- फफोलेदार कॉपर से अशुद्धियाँ ऐनोड पंक के रूप में जमा होती हैं जिसमें एण्टिमनी, सेलीनियम टेल्यूरियम, चाँदी, सोना तथा प्लैटिनम मुख्य होती हैं। इन तत्वों की पुन: प्राप्ति से शोधन की लागत की क्षतिपूर्ति हो सकती है। जिंक को शोधन भी इसी प्रकार से किया जा सकता है।

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

(iii) **वाष्प प्रावस्था परिष्करण (Vapour Phase Refining)-** इस विधि में धातु को वाष्पशील यौगिक में परिवर्तित करके दूसरे स्थल पर एकत्र कर लेते हैं। इसके बाद इसे विघटित करके शुद्ध धातु प्राप्त कर लेते हैं। इस प्रक्रिया की दो आवश्यकताएँ होती हैं-

- उपलब्ध अभिकर्मक के साथ धातु वाष्पशील यौगिक बनाती हो।
- वाष्पशील पदार्थ आसानी से विघटित हो सकता हो जिससे धातु आसानी से पुनः प्राप्त की जा सके।

उदाहरण- जिर्कोनियम या टाइटेनियम के शोधन के लिए वॉन-आरकैल विधि: यह Zr तथा Ti जैसी कुछ धातुओं से अशुद्धियों की तरह उपस्थित सम्पूर्ण ऑक्सीजन तथा नाईट्रोजन को हटाने में बहुत उपयोगी है। परिष्कृत धातु को निर्वातित पात्र में आयोडीन के साथ गर्म करते हैं। धातु आयोडाइड अधिक सहसंयोजी होने के कारण वाष्पीकृत हो जाता है।

$$Zr + 2I_2 \longrightarrow ZrI_4$$

धातु आयोडाइड को विद्युत धारा द्वारा 1800K ताप पर गर्म किए गए टंग्स्टन तन्तु पर विघटित किया जाता है। इस प्रकार से शुद्ध धातु तन्तु पर जमा हो जाती है।

$$ZrI_4 \longrightarrow 2r\downarrow + 2I_2\uparrow$$

प्रश्न 27 उन परिस्थितियों का अनुमान लगाइए जिनमें Al, MgO को अपचयित कर सकता है।

उत्तर- दोनों अभिक्रियाएँ इस प्रकार हैं-

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

$$\Delta_f G^- Al, Al_2O_3 \ldots (i)$$

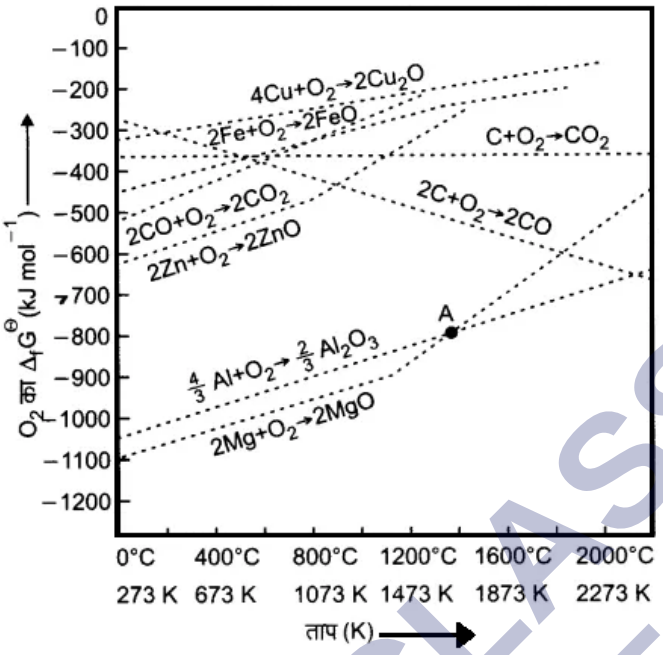
$$2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$$

$$\Delta_f G^- Mg, MgO \ldots (ii)$$

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

एलिंघम आरेख द्वारा स्पष्टीकरण- कुछ ऑक्साइडों के विरचन में AG° तथा T के एलिंघम आरेख निम्नवत् हैं-



कुछ ऑक्साइडों के विरचन में गिब्ज़ ऊर्जा GB तथा ताप T के मध्य वक्र (आरेखीय ऐलिंघम आलेख) l

उपर्युक्त आरेख से स्पष्ट है कि 1665K से नीचे तापमान पर Al_2O_3 का $\Delta_f G^-$ मान MgO की तुलना में कम ऋणात्मक है। अतः जब समीकरण को समीकरण में से घटाया जाता है तो संयुक्त रेडॉक्स अभिक्रियाओं अर्थात् समीकरण का $\Delta_f G^-$ ऋणात्मक होता है।

$$2Mg + \frac{2}{3}Al_2O_2 \longrightarrow 2MgO + \frac{4}{3}Al$$

$$\Delta_f G^- = -ve \ldots . (iii)$$

इस प्रकार 1665K से नीचे तापमान पर Mg, Al_2O_3 को Al में अपचयित कर सकता है। 1665K से अधिक तापमान पर Al_2O_3 का $\Delta_f G^-$ मान MgO की तुलना में अधिक ऋणात्मक होता है। इसलिए जब समीकरण (ii) को समीकरण (i) में से घटाया जाता है तो संयुक्त रेडॉक्स अभिक्रिया अर्थात् समीकरण (iv) का $\Delta_f G^-$ ऋणात्मक होता है।

SHIVOM CLASSES 8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)

$$\frac{4}{3}Al + 2MgO \longrightarrow \frac{2}{3}Al_2O_2 + 2Mg$$

$$\Delta_f G^- = -ve \ldots (iv)$$

अत: 1665K से अधिक तापमान पर Al, MgO को Mg में अपचयित कर सकता है।

SHIVOM CLASSES
8696608541

SHIVOM CLASSES - WhatsApp for Notes (8696608541)