तत्वों के निष्कर्षण के सिद्धांत एवं प्रक्रम

अध्याय - 6

अध्याय

6 तत्वों के निष्कर्षण के सिद्धान्त एवं प्रक्रम

[04 M]

बहुविकल्पीय प्रश्न (Multiple Choice Questions)

प्रश्न 1. निम्नलिखित में से कौन-सा अयस्क नहीं है? (U.P. 2017)
(a) आयरन पायराइट (b) हॉर्न सिल्वर
(c) मैलेकाइट (d) पिग आयरन

प्रश्न 2. लौह अयस्कों का सान्द्रण किया जाता है– (U.P. 2010, 17)
(a) गुरुत्व पृथक्करण विधि द्वारा
(b) फेन प्लवन विधि द्वारा
(c) चुम्बकीय पृथक्करण विधि द्वारा
(d) अमलगम विधि द्वारा

प्रश्न 3. निम्नलिखित में से कौन क्षारीय गालक नहीं है? (U.P. 2014, 15)
(a) $CaCO_3$ (b) CaO (c) SiO_2 (d) MgO

प्रश्न 4. निम्न में से किस अयस्क का सान्द्रण फेन प्लवन विधि द्वारा किया जाता है? (U.P. 2017)
(a) कार्बोनेट (b) सल्फाइड (c) ऑक्साइड (d) फास्फेट

प्रश्न 5. वात्या भट्टी में आयरन ऑक्साइड अपचयित होता है– (U.P. 2009, 13, 18)
(a) SiO_2 द्वारा (b) C द्वारा
(c) CO द्वारा (d) $CaCO_3$ द्वारा

प्रश्न 6. भूपर्पटी में सर्वाधिक प्राप्त (भारानुसार) तत्व है–
(a) Si (b) Al (c) O (d) Fe

प्रश्न 7. निकिल का शोधन उसके यौगिक के ऊष्मीय अपघटन से होता है–
(a) हाइड्राइड (b) क्लोराइड
(c) ऐजाइड (d) कार्बोनिल

प्रश्न 8. सदैव मुक्त अवस्था में मिलने वाली धातु है– (U.P. 2018)
(a) गोल्ड (b) सिल्वर
(c) कॉपर (d) सोडियम

प्रश्न 9. निम्न में से कौन-सा आयरन का अयस्क नहीं है?
(a) लिमोनाइट (b) मैग्नेटाइट
(c) कैसिटेराइट (d) सिडेराइट

प्रश्न 10. निम्न में क्यूप्रस अयस्क है–
(a) मैलाकाइट (b) क्यूप्राइट
(c) ऐजुराइट (d) कैल्कों पायराइट

प्रश्न 11. जिंक ब्लैण्ड से जिंक का निष्कर्षण होता है–
(a) वैद्युत अपघटनी अपचयन द्वारा
(b) भर्जन के बाद कार्बन के साथ अपचयन द्वारा
(c) भर्जन के बाद किसी अन्य धातु के साथ अपचयन द्वारा
(d) भर्जन के बाद स्व-अपचयन द्वारा

प्रश्न 12. मैलेकाइट अयस्क है– (U.P. 2006)
(a) Mg का (b) Al का (c) Cu का (d) Pb का

प्रश्न 13. ऐजुराइट का सूत्र है– (U.P. 2007)
(a) CuS (b) $2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$
(c) $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ (d) Cu_2O

प्रश्न 14. हेमेटाइट का सूत्र है–
(a) Fe_3O_4 (b) Fe_2O_3 (c) FeS_2 (d) FeO

प्रश्न 15. 'फूल्स गोल्ड' किसे कहते हैं?
(a) As_2S_3 को (b) Sb_2S_5 को
(c) FeS_2 को (d) Cu-Zn मिश्र धातु को

प्रश्न 16. मैट में मुख्यत: होता है– (U.P. 2007)
(a) FeS (b) Cu_2S
(c) Cu_2S तथा FeS (d) CuS तथा Fe_2S_3

प्रश्न 17. कॉपर के भर्जित अयस्क में होते हैं– (U.P. 2018)
(a) केवल Cu_2O (b) केवल Cu_2S
(c) Cu_2O व Cu_2S दोनों (d) धात्विक कॉपर

प्रश्न 18. ऐलुमिना से ऐलुमिनियम का निष्कर्षण निम्न में से किस गलित मिश्रण के विद्युत अपघटन द्वारा किया जाता है? (U.P. 2018)
(a) $Al_2O_3 + HF + NaAlF_4$
(b) $Al_2O_3 + CaF_2 + NaAlF_4$
(c) $Al_2O_3 + Na_3AlF_6 + CaF_2$
(d) $Al_2O_3 + KF + Na_3AlF_6$

प्रश्न 19. बॉक्साइट का सूत्र है– (U.P. 2018)
(a) $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ (b) $PbSO_4 \cdot PbCO_3$
(c) Fe_3O_4 (d) $CuFeS_2$

प्रश्न 20. पृथ्वी की ऊपरी सतह में, निम्न में सबसे अधिक पायी जाने वाली धातु है—
(a) Fe (b) Al (c) Ag (d) Cu

प्रश्न 21. वे प्राकृतिक पदार्थ जिनसे किसी तत्व का मितव्ययिता से निष्कर्षण किया जा सके, कहलाते हैं—
(a) अयस्क (b) खनिज
(c) गैंग (d) इनमें से कोई नहीं

प्रश्न 22. कुछ धातुएँ प्रकृति में मुक्त अवस्था में पायी जाती हैं क्योंकि—
(a) इनकी विद्युत ऋणात्मकता उच्च होती है
(b) इनकी क्रियाशीलता उच्च होती है
(c) इनकी क्रियाशीलता कम होती है
(d) इनके घनत्व कम होते है

प्रश्न 23. खनिजों में कौन-सा लवण नहीं मिलता?
(a) सल्फाइड (b) नाइट्रेट (c) क्लोराइड (d) सल्फेट

प्रश्न 24. निम्न में से कौन-सा पदार्थ केवल एक तत्व रखता है?
(a) हीरा (b) काँच (c) रेत (d) मार्बल

प्रश्न 25. निम्नलिखित कथनों में से कौन-सा कथन सही नहीं है?
(a) कैलेमाइन तथा सिडेराइट कार्बोनेट हैं।
(b) अर्जेन्टाइट तथा क्यूप्राइट ऑक्साइड हैं।
(c) जिंक ब्लेण्ड तथा पाइराइट्स सल्फाइड हैं।
(d) मैलेकाइट तथा ऐजुराइट कॉपर के अयस्क हैं।

प्रश्न 26. अमलगम होते हैं—
(a) उच्च रंगीन मिश्र धातुएँ
(b) सदैव द्रव अवस्था में
(c) मर्करी वाली मिश्र धातुएँ
(d) घर्षण के प्रति उच्च प्रतिरोध रखने वाली मिश्र धातु

उत्तरमाला

1.	(d)	2.	(c)	3.	(c)	4.	(b)	5.	(c)	6.	(c)	7.	(d)	8.	(a)	9.	(c)	10.	(b)
11.	(b)	12.	(c)	13.	(b)	14.	(b)	15.	(c)	16.	(c)	17.	(c)	18.	(c)	19.	(a)	20.	(b)
21.	(a)	22.	(c)	23.	(b)	24.	(a)	25.	(b)	26.	(c)								

अतिलघु उत्तरीय प्रश्न (Very Short Answer Type Questions)

प्रश्न 1. आधात्री की व्याख्या कीजिए। **(U.P. 2009)**

उत्तर : खनिजों में मिट्टी, कंकड़, पत्थर आदि अनावश्यक पदार्थ अशुद्धियों के रूप में मिले रहते हैं। इन पदार्थों को गैंग या आधात्री कहते हैं।

प्रश्न 2. लोहे के निष्कर्षण के दौरान वात्या भट्टी में चूने का पत्थर क्यों डालते हैं? समझाइए। **(U.P. 2015)**

उत्तर : लोहे के निष्कर्षण के दौरान वात्या भट्टी में मिलाया गया चूना पत्थर ($CaCO_3$) गालक का कार्य करता है। यह धातुमल (SiO_2) से संयोग करके धातुमल ($CaSiO_3$) कैल्शियम सिलिकेट बनाता है।

प्रश्न 3. SiO_2 अशुद्धि दूर करने के लिए उपयुक्त गालक लिखिए तथा सम्बन्धित अभिक्रिया लिखिए। **(U.P. 2009)**

उत्तर : SiO_2 अशुद्धि दूर करने के लिए उसमें क्षारीय गालक $CaCO_3$ लिया जाता है।

$$\underset{\text{कैल्शियम कार्बोनेट}}{CaCO_3} + SiO_2 \longrightarrow \underset{\substack{\text{कैल्शियम सिलिकेट} \\ \text{(धातुमल)}}}{CaSiO_3}\downarrow + CO_2\uparrow$$

प्रश्न 4. अम्लीय गालक क्या है? धातुकर्म में इसकी क्या उपयोगिता है? एक उदाहरण देकर समझाइए। **(U.P. 2015, 16, 17)**

अथवा किस धातु के निष्कर्षण में अम्लीय गालक का प्रयोग करते हैं? समीकरण दीजिए।

उत्तर : वे गालक जो क्षारीय अशुद्धियों से क्रिया करके धातुमल बनाते हैं, अम्लीय गालक कहलाते हैं। सिलिका (SiO_2) तथा बोरेक्स प्रमुख अम्लीय गालक है।

$$\underset{\text{क्षारीय गालक}}{FeO} + \underset{\text{अम्लीय गालक}}{SiO_2} \longrightarrow \underset{\substack{\text{फेरस सिलिकेट} \\ \text{(धातुमल)}}}{FeSiO_3}\downarrow$$

प्रश्न 5. प्रगलन में कोक और गालक का प्रयोग क्यों किया जाता है? व्याख्या कीजिए। **(U.P. 2009, 17, 18)**

उत्तर : प्रगलन में कोक तथा गालक के प्रयोग से अयस्क के निस्तापन से प्राप्त ऑक्साइड को कोक अपचयित करता है, जिससे गलित धातु प्राप्त हो जाती है और अपद्रव्य गालक से क्रिया करके धातुमल के रूप में अलग हो जाते हैं। इससे अयस्क का गलनांक भी कम हो जाता है।

प्रश्न 6. निस्तापन किसे कहते हैं? उदाहरण देकर समझाइए। **(U.P. 2011, 16)**

उत्तर : वह क्रिया जिसमें अयस्कों को इतना गर्म करते हैं कि वह पिघले नहीं तथा अयस्क से गैसीय पदार्थ या वाष्पशील पदार्थ पृथक् हो जाते हैं, निस्तापन कहलाती है। गैस निकलने पर अयस्क सरन्ध्र हो जाता है; जैसे– कार्बोनेट अयस्क गर्म होकर ऑक्साइड अयस्क तथा CO_2 में बदल जाता है।

$$ZnCO_3 \longrightarrow ZnO + CO_2\uparrow$$

प्रश्न 7. निस्तापन तथा भर्जन में क्या अन्तर होता है? **(U.P. 2009, 16, 17, 18)**

उत्तर : निस्तापन में अयस्क को निम्न ताप पर वायु की अनुपस्थिति में गर्म किया जाता है, जबकि भर्जन में अयस्क को उच्च ताप पर (बिना पिघलाये) वायु की नियंत्रित मात्रा में गर्म किया जाता है।

प्रश्न 8. आयरन और ऐलुमिनियम प्रकृति में मुक्त अवस्था में नहीं पाये जाते है, क्यों?

उत्तर : इसका कारण यह है कि ये सक्रिय धातु है। ये धातु जल, ऑक्सीजन आदि से अभिक्रिया कर लेते हैं।

प्रश्न 9. क्रायोलाइट का सूत्र लिखिए। इसका उपयोग किस धातुकर्म में होता है? **(U.P. 2016, 17)**

उत्तर : क्रायोलाइट का सूत्र Na_3AlF_6। यह ऐलुमिनियम के धातुकर्म में प्रयुक्त होता है।

प्रश्न 10. फ्लुओरस्पार का सूत्र लिखिए। इसका ऐलुमिनियम के निष्कर्षण में क्या उपयोग है? **(U.P. 2009, 12, 17)**

अथवा ऐलुमिना के विद्युत-अपघटन में फ्लुओरस्पार की उपयोगिता समझाइये।

उत्तर : फ्लुओरस्पार का सूत्र CaF_2 है। ऐलुमिनियम के निष्कर्षण में इसका उपयोग तरलता बढ़ाने के लिए किया जाता है।

प्रश्न 11. ऐलुमिना के वैद्युत-अपघटन में क्रायोलाइट का उपयोग समझाइए। **(U.P. 2009, 12)**

अथवा शुद्ध बॉक्साइट का वैद्युत-अपघटन करने में क्रायोलाइट का उपयोग क्यों किया जाता है?

अथवा बॉक्साइट से ऐलुमिनियम के निष्कर्षण में क्रायोलाइट का क्या कार्य है?

उत्तर : क्रायोलाइट ऐलुमिना का गलनांक कम करता है तथा ऐलुमिना के वैद्युत-अपघटन में सहायता करता है क्योंकि शुद्ध ऐलुमिना विद्युत कुचालक हैं, परन्तु क्रायोलाइट की सहायता से यह वैद्युत सुचालक हो जाता है।

प्रश्न 12. ऐलुनाइट अयस्क का संगठन लिखिए। **(U.P. 2012)**

उत्तर : $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 4Al(OH)_3$

प्रश्न 13. धातुओं के निष्कर्षण में सबसे सस्ता और अधिक पाये जाने वाला अपचायक कौन-सा है? उस प्रक्रम का विशेष नाम क्या है? जब इस अपचायक का प्रयोग धातु के निष्कर्षण में किया जाता है।

उत्तर : कार्बन सबसे सस्ता और अधिक मात्रा में पाये जाने वाला अपचायक है। जब कार्बन को अपचायक के रूप में प्रयोग करते हैं, तब उस विधि को प्रगलन कहते हैं।

प्रश्न 14. ऐलुमिना-थर्माइट विधि क्या है? इसके उपयोग लिखिए। **(U.P. 2012, 18)**

उत्तर : धातुओं के ऑक्साइडों को ऐलुमिनियम चूर्ण के साथ उच्च ताप पर गर्म करने से धातुएँ प्राप्त होती है। यह क्रिया ऊष्माक्षेपी है तथा इसको ऐलुमिनो-थर्माइट विधि कहते हैं।

$$3Co_3O_4 + 8Al \longrightarrow 9Co + 4Al_2O_3$$
$$3Mn_3O_4 + 8Al \longrightarrow 9Mn + 4Al_2O_3$$

इस विधि का उपयोग Co, Mn व Cr धातुओं के निष्कर्षण और थर्माइट वैल्डिंग में किया जाता है।

प्रश्न 15. कॉपर के दो प्रमुख अयस्कों के नाम तथा सूत्र लिखिए। **(U.P. 2015, 16, 17)**

उत्तर : कॉपर के दो प्रमुख अयस्क क्यूप्राइट (Cu_2O) व कॉपर पायराइट ($CuFeS_2$) है।

प्रश्न 16. किन्हीं दो सल्फाइड अयस्कों के नाम लिखिए। **(U.P. 2012)**

उत्तर : 1. अर्जेन्टाइट (Ag_2S)
2. कैल्को पायराइट ($CuFeS_2$)

प्रश्न 17. डायस्पोर तथा केरार्जीराइट किन धातुओं के अयस्क है?

उत्तर : डायस्पोर – ऐलुमिनियम   केरार्जीराइट – सिल्वर

प्रश्न 18. आयरन के मुख्य अयस्कों के नाम तथा सूत्र लिखिए। **(U.P. 2013, 17, 18)**

अथवा लोहे के दो प्रमुख अयस्कों के नाम तथा सूत्र लिखिए।

अथवा आयरन के एक कार्बोनेट तथा एक ऑक्साइड अयस्क का नाम एवं सूत्र लिखिए।

अथवा लिमोनाइट अयस्क का सूत्र लिखिए।

उत्तर :
1. **ऑक्साइड अयस्क–** लाल हेमेटाइट ($Fe_2O_3 \cdot 2H_2O$), मैग्नेटाइट (Fe_3O_4)
2. **जलीय ऑक्साइड अयस्क –** भूरा हेमेटाइट या लिमोनाइट ($Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$)
3. **कार्बोनेट अयस्क –** सिडेराइट ($FeCO_3$)
4. **सल्फाइड अयस्क –** आयरन पायराइट (Fe_2S_2), कॉपर आयरन पाइराइट या कैल्को पायराइट ($CuFeS_2$)

प्रश्न 19. ऐजुराइट या सिडेराइट अयस्कों का सूत्र लिखिए। **(U.P. 2012)**

उत्तर : ऐजुराइट– $2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$, सिडेराइट– ($FeCO_3$)

प्रश्न 20. अमलगम तथा मिश्रधातु में क्या अन्तर है?

उत्तर : दो या दो-से-अधिक धातुओं या धातु व अधातु के समांग मिश्रण को धातु संकर या मिश्रधातु कहते हैं। ये प्रायः ठोस होती है। यदि मिश्रधातु में एक धातु मरकरी हो तो इसे अमलगम कहते हैं। ये प्रायः द्रव होती है।

प्रश्न 21. कॉपर के किसी एक मिश्रधातु का संघटन तथा उपयोग लिखिए। **(U.P. 2011)**

उत्तर : पीतल– Cu (80%), Zn (20%)
उपयोग– बर्तन बनाने में किया जाता है।

प्रश्न 22. ढलवाँ लोहा, पिटवाँ लोहा तथा इस्पात में अन्तर लिखिए।

उत्तर : **ढलवाँ लोहा–** इसमें लगभग 93 से 94% Fe, 2 से 4% C तथा शेष Si, P तथा Mn की अशुद्धियाँ होती है।
पिटवाँ लोहा– इसमें लगभग 98.8 से 99.9% Fe, 0.1 से 0.25% C तथा शेष Si, P तथा Mn की अशुद्धियाँ होती है।
इस्पात– इसमें 98 से 99.8% Fe, और 0.25% से 1.5% C होता है।

प्रश्न 23. स्टेनलेस स्टील का संगठन तथा उपयोग लिखिए।

अथवा इस्पात के मुख्य अवयव क्या है? वे किस मात्रा में उपस्थित रहते हैं?

उत्तर : Fe – 74%, Ni – 8%, Cr (18%)
उपयोग– बर्तन, मूर्तियाँ, बॉल बेयरिंग तथा शल्य चिकित्सा के औजार बनाने में।

प्रश्न 24. वान-आर्केल विधि द्वारा किस धातु का शोधन किया जाता है?

उत्तर : Ti और Zr का शोधन वान-आर्केल विधि द्वारा किया जाता है।

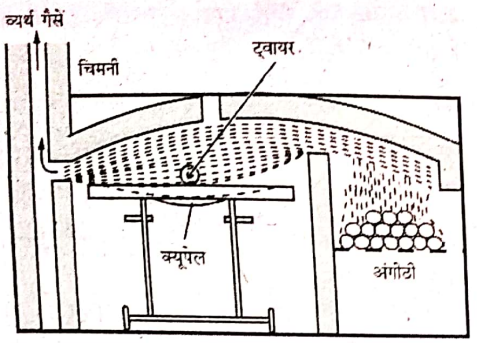
लघु उत्तरीय प्रश्न (Short Answer Type Questions)

प्रश्न 1. परावर्तनी भट्टी का नामांकित चित्र दीजिए और संक्षेप में इसकी कार्य-विधि का वर्णन कीजिए। **(U.P. 2012, 13, 17, 18)**

अथवा परावर्तनी भट्टी का नामांकित चित्र बनाइए तथा धातुकर्म में इसका उपयोग समझाइए।

अथवा परावर्तनी भट्टी का नामांकित चित्र बनाइए। **(U.P. 2018)**

उत्तर : भर्जन क्रिया परावर्तनी भट्टी में करायी जाती है। इस भट्टी में ईंधन अलग स्थान पर जलाया जाता है तथा गर्म किये जाने वाले अयस्क को सीधे ज्वाला के सम्पर्क में नहीं आने देते हैं। यह केवल गर्म गैसों के सम्पर्क में आकर गर्म होता है। इस प्रक्रम में गर्म किये जाने वाला पदार्थ भट्टी तल (hearth) पर रखा जाता है और ईंधन अग्नि स्थान (fire place) में जलाया जाता है। इसका उपयोग ऑक्सीकरण तथा अपचयन दोनों प्रकार के क्रमों में करते हैं। इस भट्टी का प्रयोग ताँबा, लेड, टिन आदि धातुओं के धातुकर्म में किया जाता है।



चित्र: परावर्तनी भट्टी

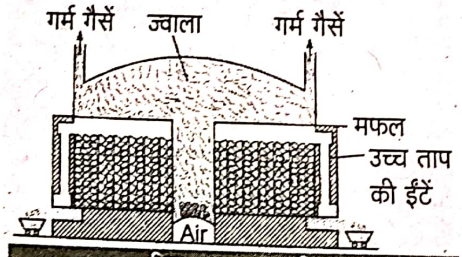
प्रश्न 2. मफल भट्टी का सरल नामांकित चित्र बनाइए तथा इसका संक्षिप्त विवरण दीजिए। इसका उपयोग किस धातु के निष्कर्षण में किया जाता है? **(U.P. 2010, 12)**

अथवा मफल भट्टी का नामांकित चित्र बनाइए। **(U.P. 2008, 10, 12)**

उत्तर : इस भट्टी में दो उच्च ताप सह ईंटों से बने कोष्ठ होते हैं, जिन्हें मफल कहा जाता है। सान्द्रित अयस्कों को इन मफलों में बन्द करके इन मफलों को ईंधन जलाकर गर्म किया जाता है। इस प्रकार इस भट्टी में न तो ईंधन और न ही ज्वाला गर्म होने वाले पदार्थ के सम्पर्क में आते हैं।

मफल भट्टी के उपयोग– इसका उपयोग सोना, चाँदी तथा जिंक धातुओं के निष्कर्षण में किया जाता है। इन धातुओं को गर्म करने के लिए इनको ईंधन तथा उसके दहन से उत्पन्न गैसों के सम्पर्क में लाना ठीक नहीं होता है। अत: इस अवस्था में मफल भट्टी का उपयोग किया जाता है।

मफल भट्टी का नामांकित चित्र निम्न है–

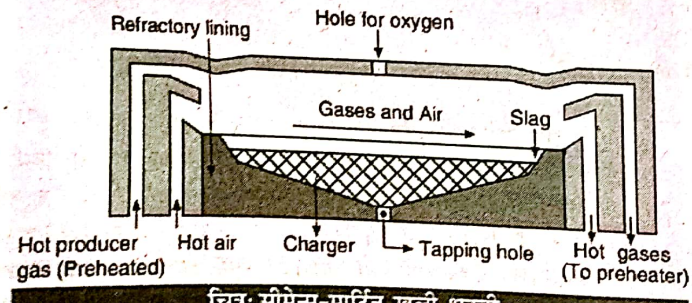


चित्र: मफल भट्टी

प्रश्न 3. इस्पात के निर्माण में प्रयुक्त होने वाली खुले तल की भट्टी का नामांकित चित्र बनाइए। **(U.P. 2009)**

अथवा सीमेन्स-मार्टिन की खुली भट्टी का नामांकित चित्र बनाइए। **(U.P. 2009, 11, 13)**

उत्तर :



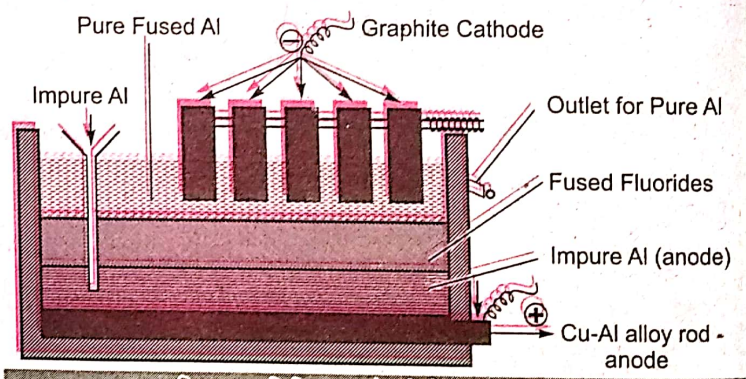
चित्र: सीमेन्स-मार्टिन खुली भट्टी

प्रश्न 4. हूप विधि द्वारा ऐलुमिनियम धातु के शोधन का वर्णन कीजिए। **(U.P. 2019)**

अथवा ऐलुमिनियम के शोधन की हूप विधि में प्रयुक्त उपकरण का नामांकित चित्र बनाइए।

उत्तर : ऐलुमिना के वैद्युत-अपघटन से प्राप्त ऐलुमिनियम धातु में अनेक अशुद्धियाँ होती हैं, जिनको हूप विधि से शुद्ध किया जाता है। यह एक वैद्युत-अपघटनी विधि है। एनोड के रूप में कार्य करने वाले कार्बन अस्तर लगे एक लोहे के पात्र में सबसे नीचे ताँबा तथा Si युक्त अशुद्ध ऐलुमिनियम की मिश्रित धातु लगी होती है जो चालक का कार्य करती है। इसके ऊपर अशुद्ध ऐलुमिनियम धातु का गलित रखा जाता है। इसके ऊपर Na, Ba तथ Al के फ्लुओराइडों के मिश्रण तथा Al_2O_3 का गलित रखा जाता है। जो वैद्युत-अपघट्य का कार्य करता है। सबसे ऊपर पिघले हुए शुद्ध ऐलुमिनियम की एक पर्त होती है जो कैथोड का कार्य करती है। जिसमें चालक का कार्य करने हेतु एक ग्रेफाइट की छड़ लगी होती है।

वैद्युत धारा प्रवाहित करने पर अशुद्ध ऐलुमिनियम से शुद्ध ऐलुमिनियम ऊपर की सतह पर आ जाता है और इतनी ही मात्रा में अशुद्ध ऐलुमिनियम को पात्र में लगे कीप से डाल दिया जाता है। इस प्रकार शुद्ध ऐलुमिनियम नीचे की पर्त (ऐनोड) से ऊपर की पर्त (कैथोड) पर आ जाता है और अशुद्धियाँ नीचे बैठ जाती है। शुद्ध ऐलुमिनियम को ऊपरी पर्त में बने छिद्र से अलग करके चादरों, छड़ों आदि के रूप में बदल दिया जाता है।



चित्र: हूप विधि द्वारा ऐलुमिनियम का शोधन

प्रश्न 5. सिलिका युक्त बॉक्साइट का शोधन किस प्रकार किया जाता है? रासायनिक समीकरण भी लिखिए। **(U.P. 2009, 11, 16)**

अथवा जब बॉक्साइट में सिलिका की अशुद्धि अधिक होती है तो बॉक्साइट से ऐलुमिना प्राप्त करने की विधि का नाम लिखिए तथा इसमें होने वाली रासायनिक अभिक्रियाओं की समीकरण भी लिखिये। **(U.P. 2018)**

अथवा सर्पेक की विधि द्वारा ऐलुमिना का शोधन कैसे करेंगे? **(U.P. 2016)**

उत्तर : जब बॉक्साइट में SiO_2 की अशुद्धि अधिक मात्रा में होती है तो इसका शोधन सर्पेक विधि द्वारा किया जाता है। इस विधि में बॉक्साइट को कार्बन के साथ मिलाकर 1800°C पर N_2 की उपस्थिति में गर्म करते हैं। जिससे AlN बनता है और SiO_2 की अशुद्धि वाष्पशील सिलिका के रूप में दूर हो जाती है।

$$Al_2O_3 \cdot 2H_2O + 3C + N_2 \xrightarrow{1800°C} \underset{\text{ऐलुमिनियम नाइट्राइड}}{2AlN} + 3CO + 2H_2O$$

$$SiO_2 + 2C \xrightarrow{\Delta} Si\uparrow + 2CO$$

AlN का जल-अपघटन करने पर $Al(OH)_3$ का सफेद अवक्षेप बनता है। जिसे 1500°C पर गर्म करने से Al_2O_3 बनता है।

$$AlN + 3H_2O \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{सफेद अवक्षेप}}{Al(OH)_3} + NH_3$$

$$2Al(OH)_3 \xrightarrow{1500°C} \underset{\text{(ऐलुमिना)}}{Al_2O_3} + 3H_2O$$

प्रश्न 6. बेसेमर परिवर्तक द्वारा ढलवाँ लोहे से इस्पात कैसे प्राप्त किया जाता है? बेसेमर परिवर्तक का चित्र दीजिए और उसमें होने वाली रासायनिक अभिक्रिया का समीकरण भी लिखिए।

(U.P. 2010, 11, 19)

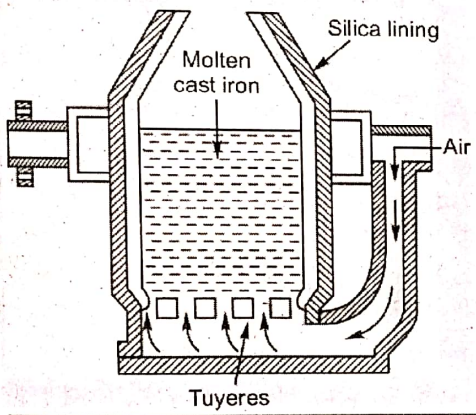
अथवा बेसेमर परिवर्तक द्वारा इस्पात बनाने की विधि का सचित्र वर्णन कीजिए। सम्बन्धित रासायनिक समीकरण भी दीजिए।

अथवा ढलवाँ लोहे से इस्पात निर्माण की एक विधि का वर्णन कीजिए।

अथवा बेसेमर परिवर्तक का नामांकित चित्र दीजिए।

उत्तर : इस विधि में ढलवाँ लोहे को एक बेसेमर परिवर्तक में भरकर उसमें वायु या ऑक्सीजन और भाप का मिश्रण प्रवाहित किया जाता है।

बेसेमर प्रक्रम– यह प्रक्रम बेसेमर परिवर्तक में किया जाता है। जिसे संलग्न चित्र में दर्शाया गया है।



चित्रः बेसेमर परिवर्तक

यह परिवर्तक पिटवाँ लोहे या इस्पात का अण्डाकार आकृति का पात्र होता है। जिसमें उच्च ताप सह सिलिका या डोलोमाइट ईंटों का अस्तर लगा होता है। वायु-प्रवाह हेतु इसमें नीचे की ओर छिद्र होते हैं। इस पात्र को एक क्षैतिज अक्ष पर चारों ओर घुमाया जा सकता है।

$$Si + O_2 \longrightarrow SiO_2$$
$$2Mn + O_2 \longrightarrow 2MnO.$$

ये ऑक्साइड परस्पर अभिक्रिया करके मैग्नीज सिलिकेट धातुमल बनाते हैं। जिसे पृथक् कर दिया जाता है।

$$MnO + SiO_2 \longrightarrow MnSiO_3 \downarrow \text{(धातुमल)}$$

सल्फर ऑक्सीकृत होकर SO_2 बनाती है, जो ऊपर निकल जाती है। कार्बन, कार्बन-मोनोऑक्साइड में परिणित हो जाती है जो कि परिवर्तक के मुँह पर नीली लौ से जलती है। CO गैस जलना बन्द होने का तात्पर्य है कि अभिक्रिया पूर्ण हो गयी है। तत्पश्चात् इसमें स्पीगेल की आवश्यक मात्रा मिलाते हैं (स्पीगेल में लोहे के साथ मैगनीज तथा कार्बन भी उपस्थित होता है।) जिससे लोहे में कार्बन की आवश्यक मात्रा हो जाती है तथा इस्पात प्राप्त होता है।

प्रश्न 7. अयस्क किसे कहते हैं? अयस्क तथा खनिज में क्या अन्तर है?

(U.P. 2009, 12)

अथवा अयस्क तथा खनिज में क्या अन्तर है? एक उदाहरण देकर स्पष्ट कीजिए।

उत्तर : खनिज– पृथ्वी में धातु तथा उनके यौगिक जिस रूप में मिलते हैं, वे खनिज कहलाते हैं; जैसे– रॉक साल्ट (rock salt), NaCl आदि।

अयस्क– वे खनिज जिनसे किसी शुद्ध धातु का निष्कर्षण अधिक मात्रा में सुविधापूर्वक व कम व्यय पर किया जा सके, उस धातु के अयस्क कहलाते हैं; जैसे– लोहे का अयस्क हेमेटाइट, $Fe_2O_3 \cdot 2H_2O$ है।

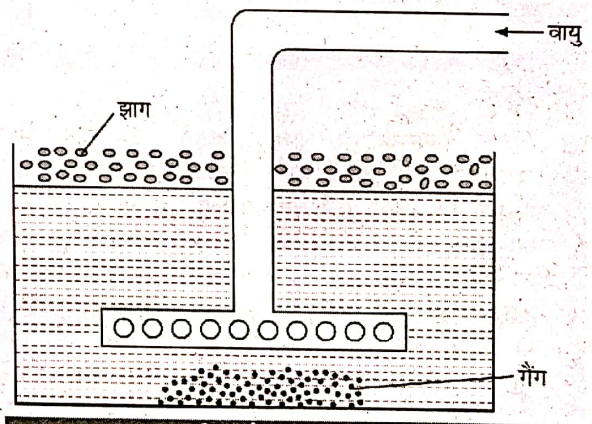
अतः सभी अयस्क खनिज होते हैं, परन्तु सभी खनिज अयस्क नहीं होते हैं।

प्रश्न 8. अयस्क के सान्द्रण की फेन प्लवन विधि का क्या सिद्धान्त है? इस विधि से किन अयस्कों का सान्द्रण किया जाता है?

अथवा किसी सल्फाइड अयस्क के सान्द्रण की विधि का सचित्र वर्णन कीजिए।

अथवा फेन प्लवन विधि द्वारा किन अयस्कों का सान्द्रण किया जाता है? इस विधि का वर्णन कीजिए। **(U.P. 2009, 11, 17)**

उत्तर : यह विधि अयस्क तथा आधात्री (gangue) की किसी द्रव से भीगने की प्रवृत्ति पर निर्भर करती है। इस विधि में बारीक पिसे हुए अयस्क को जल तथा तेल के मिश्रण में डालकर वायु प्रवाहित की जाती है। अशुद्ध अयस्क तेल के साथ झाग (फेन) बनाकर ऊपर तैरने लगता है और अपद्रव्य नीचे बैठ जाता है। इस विधि में चीड का तेल (pine oil) या क्रीओसेट तेल (creasate oil) काम में लाया जाता है। सल्फाइड अयस्कों का सान्द्रण इस विधि से किया जाता है।

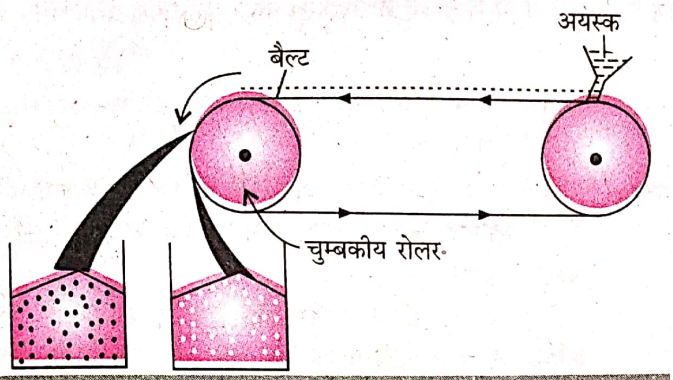


चित्रः फेन प्लवन विधि

प्रश्न 9. किसी अयस्क से धातु निष्कर्षण में सान्द्रण का बहुत महत्व है। क्यों?

अथवा अयस्कों का सान्द्रण क्यों आवश्यक है? चुम्बकीय पृथक्करण विधि से क्या तात्पर्य है? **(U.P. 2012, 18)**

उत्तर : खानों से प्राप्त अयस्कों में मिट्टी, कंकड़, पत्थर आदि मिले होते हैं जिन्हें आधात्री कहते हैं। आधात्री के कारण शुद्ध धातु प्राप्त करने में अवरोध उत्पन्न होता है तथा धन व समय का भी अपव्यय होता है। अतः धातु निष्कर्षण के पूर्व अयस्क से इन अशुद्धियों को दूर किया जाता है। जिसे अयस्क का सान्द्रण कहते हैं।



चित्र: चुम्बकीय पृथक्करण

चुम्बकीय पृथक्करण– सान्द्रण की यह विधि पदार्थों के चुम्बकीय तथा अचुम्बकीय गुणों में निर्भर करती है। किसी अयस्क में उपस्थित चुम्बकीय अशुद्धि को इस विधि के द्वारा पृथक् कर सकते हैं। कैसिटेराइट (SnO_2) में कुछ चुम्बकीय पदार्थ; जैसे– Fe_3O_4 आदि मिला होता है। अयस्क के महीन चूर्ण को दो बेलनों पर लगी पट्टी (belt) पर डालते हैं इनमें से एक बेलन चुम्बकीय होता है। पट्टी को चलाने पर चुम्बकीय तथा अचुम्बकीय पदार्थ अलग-अलग स्थानों पर एकत्रित हो जाते हैं, जैसा कि चित्र में प्रदर्शित किया गया है।

इस विधि में महीन-चूर्ण को पट्टी पर डालते रहते हैं तथा पट्टी बेलनों की सहायता से चलती रहती है। विद्युत चुम्बकीय ध्रुवों के प्रभावों के कारण चुम्बकीय पदार्थ उससे दूर पृथक्-पृथक् होते जाते हैं। इस प्रकार से सान्द्रित अयस्क एकत्रित कर लिया जाता है।

प्रश्न 10. गालक किसे कहते हैं? उदाहरण सहित समझाइए। **(U.P. 2011, 12, 13, 15, 16, 17)**

अथवा गालक क्या है? FeO अशुद्धियों को दूर करने के लिए किस गालक का प्रयोग किया जाता है?

अथवा गालक क्या है? किसी एक अम्लीय गालक के बारे में लिखिए।

उत्तर : **गालक–** गालक उस पदार्थ को कहते हैं जो अयस्क में उपस्थित अगलनीय अशुद्धियों के साथ उच्च ताप पर क्रिया करके आसानी से गलाकर पृथक् होने वाले पदार्थों के रूप में दूर कर देते हैं। अशुद्धियों की गालक से क्रिया के फलस्वरूप बने गलनीय पदार्थ को धातुमल कहा जाता है। धातुमल धातु से हल्का होने के कारण उसके ऊपर एक अलग पर्त के रूप में तैरने लगता है। जिसको अलग कर लेते हैं। गालक दो प्रकार के होते हैं–

1. **अम्लीय गालक–** जैसे SiO_2 यह क्षारीय अशुद्धियों; जैसे– CaO, FeO आदि को दूर करता है।
2. **क्षारीय गालक–** जैसे– चूने का पत्थर ($CaCO_3$) यह अम्लीय अशुद्धियों जैसे– SiO_2, P_2O_5 को दूर करता है।

कॉपर धातु के निष्कर्षण में अम्लीय गालक SiO_2 का प्रयोग किया जाता है।

प्रश्न 11. धातुमल किसे कहते हैं? एक उदाहरण से समझाइए। **(U.P. 2013, 15, 16, 18)**

उत्तर : अयस्क में कुछ अशुद्धियाँ ऐसी होती है। जिनका गलनांक बहुत अधिक होता है। गालक इन अशुद्धियों से मिलकर द्रवित पदार्थ बनाते हैं जिसे धातुमल कहते हैं। यह धातु से हल्का होने के कारण ऊपर तैरता रहता है जिसे निथारकर अलग कर दिया जाता है।

अशुद्धि + गालक = धातुमल

उदाहरण– FeO में SiO_2 मिलाने पर $FeSiO_3$ धातुमल प्राप्त होता है।

$$FeO + SiO_2 \longrightarrow \underset{\text{धातुमल (फेरस सिलिकेट)}}{FeSiO_3 \downarrow}$$

प्रश्न 12. भर्जन किसे कहते हैं? उदाहरण देकर समझाइए। **(U.P. 2009, 17, 18)**

अथवा धातुकर्म में भर्जन की उपयोगिता समझाइए।

अथवा अयस्क के भर्जन से क्या अभिप्राय है? उचित समीकरण सहित एक उदाहरण लिखिए।

अथवा सान्द्रित अयस्क को ऑक्सीकृत रूप में परिवर्तित करने की विधि का वर्णन कीजिए।

उत्तर : वह क्रिया जिसमें अयस्क को वायु की उपस्थिति में उसके गलनांक से नीचे गर्म किया जाता है, भर्जन कहलाती है। इस क्रिया में S, As आदि वाष्पशील अशुद्धियाँ ऑक्साइडों के रूप में पृथक् हो जाती है और सल्फाइड अयस्क ऑक्साइड में बदल जाता है।

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2 \uparrow$$
$$4As + 3O_2 \longrightarrow 2As_2O_3 \uparrow$$
$$2ZnS + 3O_2 \longrightarrow 2ZnO + 2SO_2$$

प्रश्न 13. प्रगलन क्या है? उदाहरण देकर स्पष्ट कीजिए। **(U.P. 2014, 15, 16, 17, 18)**

अथवा प्रगलन में किस भट्टी का प्रयोग करते हैं? इसका नामांकित चित्र बताइए। **(U.P. 2009, 15)**

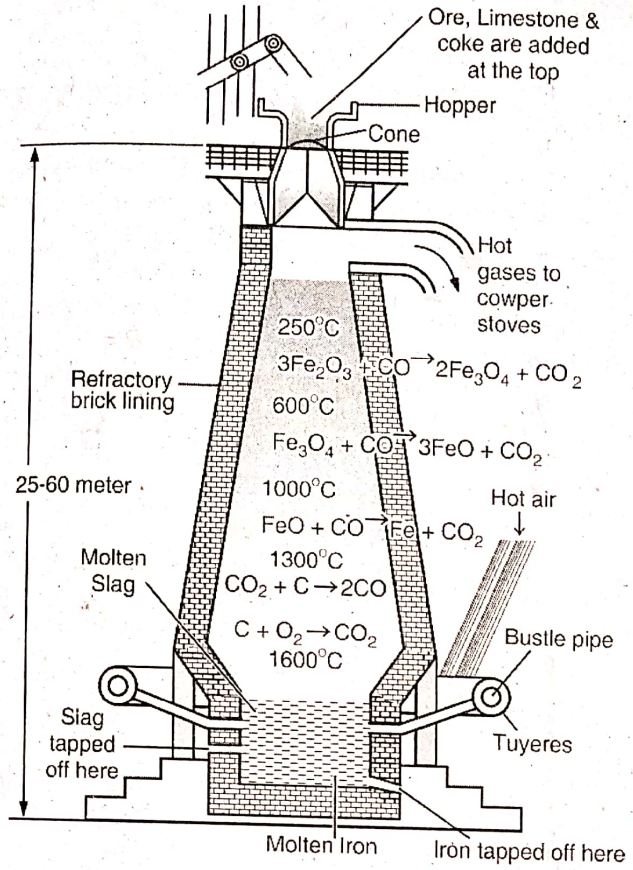
अथवा वात्या भट्टी का चित्र उसके प्रमुख क्षेत्रों के नाम तथा ताप को दर्शाते हुए बनाइए। उन धातुओं के नाम लिखिए जिनके निष्कर्षण में इसका उपयोग होता है।

उत्तर : अयस्क में उचित गालक मिलाकर मिश्रण को उच्च ताप पर गलाने की क्रिया को प्रगलन कहते हैं। इस क्रिया में अयस्क का गलित धातु में अपचयन हो जाता है अथवा धातुयुक्त पदार्थ पिघल जाता है। गालक अयस्क में उपस्थित अपद्रव्य से क्रिया करके धातुमल बनाता है। जिसे अलग कर लेते हैं इसमें वात्या भट्टी का प्रयोग करते हैं।

लोहा तथा ताँबा धातुओं के निष्कर्षण में वात्या भट्टी का उपयोग होता है।

उदाहरण– कॉपर पायराइट से कॉपर का निष्कर्षण वात्या भट्टी में प्रगलन द्वारा किया जाता है। इसमें निम्न अभिक्रियाएँ होती हैं–

$$Cu_2O + FeS \longrightarrow Cu_2S + FeO$$
$$2FeS + 3O_2 \longrightarrow 2FeO + 2SO_2 \uparrow$$
$$FeO + SiO_2 \longrightarrow \underset{\text{धातुमल (फ़ेरस सिलिकेट)}}{FeSiO_3 \downarrow}$$



चित्र: वात्या भट्टी

प्रश्न 14. इस्पात का ऊष्मा उपचार क्यों आवश्यक है? यह किस प्रकार किया जाता है? **(U.P. 2011, 12)**

अथवा इस्पात के टैम्परीकरण पर टिप्पणी लिखिए।

उत्तर : इस्पात के यान्त्रिक गुण उसके ऊष्मा उपचार पर निर्भर करते हैं। ऊष्मा उपचार द्वारा इस्पात को कठोर या नर्म बनाया जा सकता है।

इस्पात का कठोरीकरण– इस्पात को रक्त-तप्त ताप तक गर्म करके ठण्डे जल द्वारा उसे एकाएक ठण्डा करने की क्रिया इस्पात का कठोरीकरण (hardening of steel) कहलाती है। इस क्रिया से इस्पात बहुत कठोर और भंगुर हो जाता है।

इस्पात का टैम्परीकरण– कठोरीकृत इस्पात को किसी उच्च ताप तक (पहले से कम ताप पर) पुनः गर्म करके धीरे-धीरे ठण्डा करने की क्रिया इस्पात का टैम्परीकरण कहलाती है। इस क्रिया से इस्पात नर्म हो जाता है और इसकी भंगुरता मिट जाती है।

प्रश्न 15. जिंक ब्लैण्ड से जिंक के निष्कर्षण में भर्जन व अपचयन की अभिक्रिया का रासायनिक समीकरण दीजिए। **(U.P. 2014)**

अथवा जिंक का निष्कर्षण किस प्रकार किया जाता है?

उत्तर : जिंक ब्लैण्ड (ZnS) एक सल्फाइड अयस्क है, अतः इसका निष्कर्षण फेन प्लवन विधि द्वारा सान्द्रित करने के पश्चात् निम्न पदों में किया जाता है।

(i) **जिंक ब्लैण्ड अयस्क का भर्जन–** सान्द्रित जिंक ब्लैण्ड को परावर्तनी भट्टी में 92.7°C पर वायु की उपस्थिति में गर्म करने पर यह (ZnS) अपने ऑक्साइड (ZnO) में परिवर्तित हो जाता है। अभिक्रिया निम्न है–

$$2ZnS + 3O_2 \longrightarrow 2ZnO + 2SO_2 \uparrow$$

$$ZnS + 2O_2 \longrightarrow ZnSO_4$$

$$2ZnSO_4 \xrightarrow{\Delta} 2ZnO + 2SO_2 \uparrow + O_2 \uparrow$$

(ii) **ऑक्साइड का अपचयन–** भर्जन क्रिया से प्राप्त ZnO को कार्बन के साथ गर्म करने पर ZnO का Zn में अपचयन हो जाता है।

$$ZnO + C \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{जिंक}}{Zn} + CO\uparrow$$

प्रश्न 16. लीचिंग क्या है? एक उदाहरण द्वारा समझाइए। **(U.P. 2015)**

उत्तर : यह विधि रासायनिक परिवर्तन पर आधारित है। इसके अन्तर्गत बारीक पिसे अयस्क को उचित अभिकर्मक के साथ क्रिया कराते है, जिससे विलयन की अवस्था में परिवर्तन आ जाता है तथा अशुद्धियाँ ठोस अवस्था में रह जाती है।

उदाहरण– बॉक्साइट अयस्क का सान्द्रण करने के लिए $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ की क्रिया NaOH से कराने पर $NaAlO_2$ बन जाता है। जो जल में विलेय है और अशुद्धियाँ; जैसे– सिलिका, Fe_2O_3 नीचे ठोस के रूप में अवक्षिप्त हो जाती है।

$$Al_2O_3 \cdot 2H_2O + 2NaOH \longrightarrow 2NaAlO_2 + 3H_2O$$

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

प्रश्न 17. जब बॉक्साइट अयस्क में फेरिक ऑक्साइड की अशुद्धि अधिक होती है तथा जब सिलिका की अशुद्धि अधिक होती है तो बॉक्साइट से ऐलुमिना प्राप्त करने की विधि का मान तथा रासायनिक समीकरण दीजिए। **(U.P. 2018)**

उत्तर : बॉक्साइट अयस्क में फेरिक ऑक्साइड भी अशुद्धि अधिक होने पर इससे ऐलुमिना प्राप्त करने के लिए बेयर विधि का प्रयोग किया जाता है।

$$Al_2O_3 \cdot 2H_2O + 2NaOH \xrightarrow[80atm]{150°C} \underset{\substack{\text{सोडियम मेटाऐलुमिनेट}\\(\text{विलेय})}}{2NaAlO_2} + 3H_2O$$

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

$$2Al(OH)_3 \xrightarrow{\Delta} \underset{\text{ऐलुमिना}}{Al_2O_3} + NaOH$$

बॉक्साइट अयस्क में सिलिका की अशुद्धि अधिक होने पर इससे ऐलुमिना प्राप्त करने के लिए सर्पेक विधि का प्रयोग किया जाता है।

$$Al_2O_3 \cdot 2H_2O + 3C + N_2 \xrightarrow{1800°C} \underset{\substack{\text{ऐलुमिनियम}\\\text{नाइट्राइट}}}{2AlN} + 3CO\uparrow + 2H_2O$$

$$SiO_2 + 2C \longrightarrow Si + \underset{\text{वाष्पशील}}{2CO\uparrow}$$

$$2AlN + 3H_2O \longrightarrow \underset{\text{अवक्षेप}}{Al_2(OH)_3} + NH_3$$

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

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न (Long Answer Type Questions)

प्रश्न 1. ऐलुमिनियम के दो मुख्य अयस्कों के नाम तथा सूत्र लिखिए। बॉक्साइट के शुद्धिकरण की किसी एक विधि का संक्षेप में वर्णन कीजिए। ऐलुमिना से धातु कैसे प्राप्त की जाती है?

(U.P. 2012, 14, 15, 16)

अथवा ऐलुमिना से ऐलुमिनियम धातु का निष्कर्षण कैसे किया जाता है? उपकरण का सरल आरेख तथा अभिक्रियाओं के समीकरण देते हुए विधि का वर्णन कीजिए। इसके दो मुख्य मिश्र धातुओं के नाम तथा उपयोग लिखिए। **(U.P. 2019)**

अथवा शुद्ध ऐलुमिना के वैद्युत-अपघटन से ऐलुमिनियम कैसे प्राप्त करेंगे? **(U.P. 2018)**

अथवा ऐलुमिनियम के मुख्य अयस्कों के नाम व सूत्र लिखिए। इनमें से किसी एक अयस्क से शुद्ध ऐलुमिनियम प्राप्त करने की विधि का रासायनिक अभिक्रियाओं सहित वर्णन कीजिए। **(U.P. 2019)**

अथवा बॉक्साइट अयस्क के शोधन की बेयर की विधि का वर्णन कीजिए। सम्बन्धित अभिक्रियाओं के समीकरण भी लिखिए।

अथवा ऐलुमिनियम के दो प्रमुख अयस्कों के नाम तथा सूत्र लिखिए। हॉल प्रक्रम द्वारा शुद्ध ऐलुमिनियम के निष्कर्षण की विधि को लिखिए। इससे सम्बन्धित रासायनिक अभिक्रियाओं को भी लिखिए। **(U.P. 2019)**

उत्तर : ऐलुमिनियम के दो मुख्य अयस्क–

1. बॉक्साइट $[Al_2O_3 \cdot 2H_2O]$
2. क्रायोलाइट $[Na_3AlF_6]$

बॉक्साइट के शुद्धिकरण की बेयर विधि– जब बॉक्साइट में Fe_2O_3 की अशुद्धि अधिक मात्रा में होती है तो इसका शोधन **बेयर विधि** द्वारा करते हैं। इस विधि में बॉक्साइट को बारीक पीसकर इसका भर्जन (Roasting) करते हैं। उस भर्जित अयस्क को NaOH के सान्द्र विलयन के साथ 150°C और 80 atm दाब पर गर्म करते हैं। जिससे सोडियम मेटा ऐलुमिनेट बनता है जो जल में घुल जाता है जबकि अशुद्धियाँ अविलेय रहती हैं।

$$Al_2O_3 \cdot 2H_2O + 2NaOH \xrightarrow[80\ atm]{150°C} \underset{\text{(सोडियम मेटा ऐलुमिनेट)}}{2NaAlO_2} + 3H_2O$$

$$SiO_2 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SiO_3 + H_2O$$

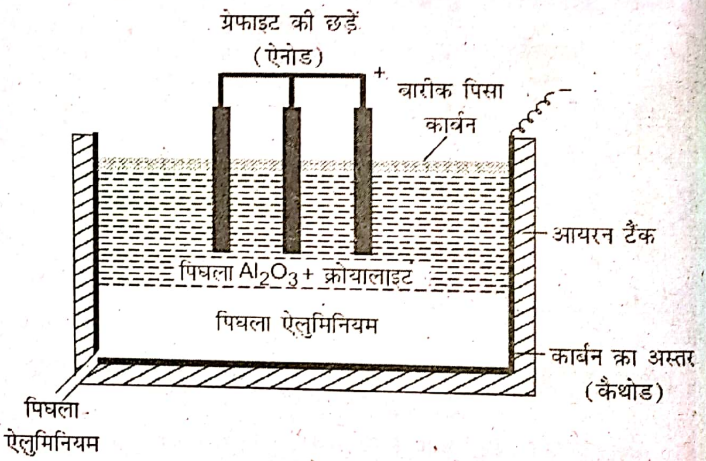
अशुद्धियों को छानकर अलग कर देते हैं। छनित विलयन में सोडियम मेटा ऐलुमिनेट और सोडियम सिलिकेट होते हैं। सोडियम मेटा ऐलुमिनेट के जल-अपघटन से $Al(OH)_3$ के सफेद अवक्षेप बनते हैं।

इन अवक्षेपों को 1500°C पर गर्म करने से ऐलुमिना बनता है।

$$NaAlO_2 + 2H_2O \longrightarrow \underset{\text{सफेद अवक्षेप}}{Al(OH)_3} + NaOH$$

$$2Al(OH)_3 \xrightarrow{1500°C} \underset{\text{ऐलुमिना}}{Al_2O_3} + 3H_2O$$

ऐलुमिना से धातु का निष्कर्षण (हॉल-हेराल्ट विधि)– शुद्ध ऐलुमिना के वैद्युत-अपघटन, जिसे इलेक्ट्रो अपचयन विधि भी कहते हैं, से ऐलुमिनियम धातु प्राप्त की जाती है। शुद्ध ऐलुमिना (Al_2O_3) का गलनांक 2050°C होता है। इसमें Na_3AlF_6 तथा CaF_2 मिलाकर गर्म करने पर यह 875°C से 900°C के मध्य ही पिघल जाता है। Al_2O_3, Na_3AlF_6 तथा CaF_2 के मिश्रण के गलित को कार्बन अस्तर लगे एक लोहे के पात्र में डालकर उसमें ग्रेफाइट की छड़ लटकायी जाती है। कार्बन अस्तर कैथोड तथा ग्रेफाइट छड़ एनोड का कार्य करती है। वैद्युत चक्र में समानान्तर क्रम में एक बल्ब लगाकर वैद्युत धारा प्रवाहित की जाती है। जिससे एनोड पर ऑक्सीजन मुक्त होती है, जो ग्रेफाइट से क्रिया करके CO_2 गैस के रूप में निकल जाती है। कैथोड (कार्बन अस्तर) पर ऐलुमिनियम धातु मुक्त होती है। जिसे समय-समय पर एक छिद्र से बाहर निकाल लिया जाता है। ग्रेफाइट के एनोड के ऑक्सीकरण के कारण ग्रेफाइट समाप्त होती जाती है। जिससे कुछ समय बाद नया एनोड लगाना पड़ता है। वैद्युत अपघटन की पहले क्रायोलाइट आयनित होता है–



चित्र: हॉल-हेराल्ट विधि द्वारा ऐलुमिनियम का निष्कर्षण

$$Na_3AlF_6 \rightleftharpoons 3Na^+ + Al^{3+} + 6F^-$$

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

$$2F^- - 2e^- \longrightarrow F_2 \text{ (एनोड पर) (ऑक्सीकरण)}$$

फ्लोरीन ऐलुमिना से क्रिया करके एनोड पर O_2 मुक्त करती है।

एनोड पर, $2Al_2O_3 + 6F_2 \longrightarrow 4AlF_3 + 3O_2 \uparrow$

$$2C + O_2 \longrightarrow 2CO$$

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

कैथोड पर, $2Al^{3+} + 6e^- \longrightarrow 12Al$

क्रायोलाइट की उपस्थिति में गलित ऐलुमिना के वैद्युत-अपघटन से लगभग 99.8% शुद्ध ऐलुमिनियम प्राप्त होता है।

ऐलुमिनियम की प्रमुख मिश्र धातु—

(i) मैग्नैलियम, इसमें 96% Al तथा 4% Mg होता है। इसका उपयोग वायुयान और जहाज बनाने में किया जाता है।

(ii) ऐलुमिनियम ब्रांज़ या कृत्रिम गोल्ड, इसमें 10% Al तथा 90% Cu होता है। सुनहरी चमक के कारण इसका उपयोग मुद्रा, बर्तन, कृत्रिम आभूषण बनाने में होता है।

प्रश्न 2. सल्फाइड अयस्क से धातु (कॉपर) निष्कर्षण की विधि का वर्णन कीजिए। सम्बन्धित रासायनिक समीकरण भी दीजिए।

(U.P. 2014, 15, 16, 17)

अथवा कॉपर पायराइट से ताँबे के निष्कर्षण की विधि का वर्णन कीजिए। सम्बन्धित रासायनिक समीकरण लिखिए। प्राप्त धातु को किस प्रकार शुद्ध करेंगे? **(U.P. 2013, 14, 15, 16, 17)**

अथवा कॉपर के निष्कर्षण में बेसेमरीकरण क्रिया का क्या महत्व है?

उत्तर : कॉपर का मुख्य अयस्क कॉपर पायराइट है। कॉपर पायराइट से कॉपर का निष्कर्षण निम्न पदों में किया जाता है–

1. **सान्द्रण–** $CuFeS_2$ का सान्द्रण फेन प्लवन विधि द्वारा करते हैं।
2. **भर्जन–** सान्द्रित अयस्क को वायु की उपस्थिति में उसके गलनांक से कम ताप पर परावर्तनी भट्टी में गर्म करते हैं। भर्जन में निम्न परिवर्तन होते हैं–

   (a) कॉपर पायराइट के ऑक्सीकरण से क्यूप्रस सल्फाइड और फेरस सल्फाइड बनते हैं।

   $$2CuFeS_2 + O_2 \longrightarrow \underset{\text{क्यूप्रस सल्फाइड}}{Cu_2S} + \underset{\text{फेरस सल्फाइड}}{2FeS} + SO_2$$

   (b) क्यूप्रस सल्फाइड और फेरस सल्फाइड का कुछ भाग क्यूप्रस ऑक्साइड और फेरस ऑक्साइड में बदल जाता है।

   $$2Cu_2S + 3O_2 \longrightarrow \underset{\text{क्युप्रस ऑक्साइड}}{2Cu_2O} + 2SO_2$$

   $$2FeS + 3O_2 \longrightarrow \underset{\text{फेरस ऑक्साइड}}{2FeO} + 2SO_2$$

3. **प्रगलन–** भर्जित अयस्क में कोक और SiO_2 गालक मिलाकर एक छोटी वात्या भट्टी में गलाते हैं। जहाँ फेरस सल्फाइड का अधिकांश भाग फेरस ऑक्साइड में बदल जाता है। जो गालक से क्रिया करके फेरस सिलिकेट का स्लैग बना लेता है।

   $$2FeS + 3O_2 \longrightarrow \underset{\text{फेरस ऑक्साइड}}{2FeO} + 2SO_2$$

   $$FeO + SiO_2 \longrightarrow \underset{\text{फेरस सिलिकेट}}{FeSiO_3}$$

   धातुमल को अलग करने के बाद शेष बचे FeS और Cu_2S के गलित मिश्रण को भट्टी में से बाहर निकाल लेते हैं। इस प्रकार से प्राप्त Cu_2S और FeS के इस मिश्रण को मैट कहते हैं।
4. **बेसेमरीकरण–** वात्या भट्टी से प्राप्त मैट में क्वार्टज (silica) मिलाकर एक बेसेमर परिवर्तक में भर देते हैं और वायु प्रवाहित करते हैं। जिससे निम्न अभिक्रिया होती है—

   (a) मैट में उपस्थित फेरस सल्फाइड का फेरस ऑक्साइड में ऑक्सीकरण हो जाता है। जो कार्बन से क्रिया करके धातुमल बनाकर अलग हो जाता है।

   $$2FeS + 3O_2 \xrightarrow{\Delta} 2FeO + 2SO_2$$

   $$FeO + SiO_2 \longrightarrow \underset{\text{फेरस सिलिकेट}}{FeSiO_3}$$

   (b) मैट में उपस्थित Cu_2S का कुछ भाग Cu_2O में बदल जाता है। इस प्रकार बना Cu_2O व Cu_2S परस्पर क्रिया करके Cu बना लेता है।

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

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

   Cu_2S और Cu_2O की क्रिया से कॉपर का बनना स्वतः अपचयन कहलाता है। धातुमल की परत को हटाने के बाद बेसेमर परिवर्तक को पलटकर गलित कॉपर को बाहर निकाल लेते हैं। इसमें SO_2 गैस बुलबुले के रूप में बाहर निकलती है। जिससे कॉपर की सतह पर फफोले पड़ जाते हैं। इसलिए इसे फफोलेदार ताँबा कहते हैं। इसमें 98% Cu व 2% अशुद्धियाँ होती हैं।
5. **शोधन–** Cu के शोधन की दो विधियाँ हैं–

   (a) **पोलिंग विधि**

   (b) **विद्युत-अपघटनी विधि–**

   अशुद्ध कॉपर की छड़– ऐनोड
   शुद्ध कॉपर की छड़– कैथोड
   वैद्युत अपघट्य– $CuSO_4$ विलयन
   विद्युत धारा प्रवाहित करने पर शुद्ध कॉपर कैथोड पर जमा हो जाता है जबकि अशुद्धियाँ ऐनोड के नीचे ऐनोड मड के रूप में एकत्रित हो जाती है।

प्रश्न 3. ढलवाँ लोहे का उसके अयस्क से निष्कर्षण की विधि का वर्णन कीजिए। इस निष्कर्षण में प्रयुक्त होने वाली भट्टी के प्रमुख क्षेत्रों में होने वाली अभिक्रियाओं को लिखिए। **(U.P. 2009, 12)**

अथवा लोहे के निस्तापित अयस्क के प्रगलन में होने वाली अभिक्रियाओं के समीकरण दीजिए। **(U.P. 2018)**

अथवा आयरन के निष्कर्षण में प्रयुक्त वात्या भट्टी का नामांकित चित्र बनाइए। वात्या भट्टी में अलग-अलग तापमान पर अपचयन क्रियाओं का रासायनिक समीकरण लिखिए। **(U.P. 2019)**

उत्तर : ढलवाँ लोहे का निष्कर्षण वात्या भट्टी द्वारा किया जाता है। यह निष्कर्षण हेमेटाइट अयस्क से निम्नलिखित पदों में किया जाता है–

1. **धावन–** लोहे के अयस्कों में 20-55% के बीच लोहा होता है। इसीलिए इसका सान्द्रण करने की आवश्यकता नहीं पड़ती है। हल्की अशुद्धियाँ; जैसे– रेत, मिट्टी आदि घनत्व पृथक्करण विधि द्वारा पृथक् कर ली जाती है। अयस्क के महीन चूर्ण पर जल की धारा प्रवाहित करने से अशुद्धियाँ जल के साथ बह जाती हैं तथा लोहे का भारी अयस्क नीचे बैठ जाता है।
2. **चुम्बकीय सान्द्रण–** इस विधि में मैग्नेटाइट अयस्क का सान्द्रण चुम्बकीय विधि द्वारा किया जाता है।
3. **प्रारम्भिक भर्जन अथवा निस्तापन–** अयस्क को बारीक टुकडों में करके, उसमें कोयला मिलाया जाता है। फिर इस मिश्रण में कम गहरी भट्टियों में तथा वायु की अधिकता में गर्म किया जाता है। इस प्रकार निस्तापन करने से निम्न परिवर्तन होते हैं–

   (i) नमी भाप बनकर निकल जाती है।

   (ii) अयस्क में उपस्थित कार्बनिक पदार्थ CO_2 के रूप में निकल जाते हैं।

   (iii) गन्धक तथा आर्सेनिक क्रमशः SO_2 व As_2O_3 के रूप में निकल जाते हैं।

   (iv) कार्बोनेट अयस्क अपघटित होकर फेरस ऑक्साइड बनाता है। जो फेरिक ऑक्साइड में ऑक्सीकृत हो जाता है। जिससे गलनीय फेरस सिलिकेट ($FeSiO_3$) नहीं बनता है।

$$FeCO_3 \longrightarrow FeO + CO_2 \uparrow$$
$$4FeO + O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3$$

(v) अयस्क सरन्ध्र (porous) हो जाता है। जिससे इसका अपचयन सरलतापूर्वक हो जाता है।

4. प्रगलन– निस्तापित अयस्क में कोक तथा चूने का पत्थर मिलाकर उसे कप तथा कोन व्यवस्था की सहायता से धीरे-धीरे एक बड़ी वात्या भट्टी में प्रगलित किया जाता है। नीचे से शुष्क तथा गर्म वायु ईंधन को गर्म गैसों को एक धूल कक्ष तथा काउपर स्टोव में से प्रवाहित किया जाता है। इस व्यवस्था से काफी ईंधन बच जाता है। जैसे-जैसे चार्ज नीचे खिसक जाता है। वह अधिक ताप के कटिबन्धों में से गुजरता है। नीचे पहुँचकर लोहा पिघल जाता है। इसके ऊपर धातुमल की परत तैरने लगती है। धातुमल को ऊपर के छेद से तथा पिघली धातु को नीचे के छेद से निकाल लेते हैं। पिघली धातु को साँचों में ढाल लेते हैं। इस प्रकार ढलवाँ लोहा प्राप्त होता है।

वात्या भट्टी के लिए लघु उत्तरीय प्रश्न 13 देखें।

वात्या भट्टी में होने वाली अभिक्रियाएँ– विभिन्न कटिबन्धों में निम्न अभिक्रियाएँ होती हैं–

(i) **प्रारम्भिक ताप का कटिबन्ध–** यह भट्टी का सबसे ऊपर का क्षेत्र है। यहाँ ताप 250°C रहता है। यहाँ चार्ज की सारी नमी दूर हो जाती है।

(ii) **अपचयन का ऊपरी कटिबन्ध–** यहाँ ताप लगभग 300°C-900°C रहता है। यहाँ नीचे से आने वाली गर्म वायु, कोक से क्रिया करके CO बनाती है।

$$2C + O_2 \longrightarrow 2CO\uparrow$$

यह गैस नीचे से ऊपर उठती है और लोहे के ऑक्साइडों को स्पंजी लोहे में अपचयित कर देती है।

(a) $3Fe_2O_3 + CO \xrightarrow{300°C} 2Fe_3O_4 + CO_2 \uparrow$

(b) $Fe_3O_4 + CO \xrightarrow{500°C} 3FeO + CO_2 \uparrow$

(c) $FeO + CO \xrightarrow{700°C} Fe + CO_2 \uparrow$

700°C पर चूने का पत्थर भी अपघटित हो जाता है।

$$CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2 \uparrow$$
$$CaCO_3 + C \longrightarrow CaO + 2CO\uparrow$$

अत: ऊपर उठने वाली गैसें CO तथा CO_2 का मिश्रण होती हैं।

(iii) **अपचयन का निचला कटिबन्ध–** यहाँ ताप 900°-1200°C रहता है। इस कटिबन्ध में स्पंजी लोहे की उपस्थिति में CO की नियोजन क्रिया ($2CO \longrightarrow CO_2 + C$) उत्प्रेरित होकर कार्बन देती है। यह C निचले कटिबन्ध के लोहे से संयोग करता है। कार्बन के साथ Mn, P, S, Si आदि अशुद्धियाँ भी लोहे से संयोग कर लेती हैं। इस कारण लोहा 1200°C पर ही पिघल जाता है, जबकि इसका गलनांक 1580°C है।

(iv) **गलन कटिबन्ध–** यहाँ ताप 1200°C-1500°C रहता है। इसमें स्पंजी लोहा पूर्णतया पिघल जाता है। इसमें C, Mn, P, Si आदि अशुद्धियाँ घुल जाती है तथा चूना, सिलिका व ऐलुमिना के साथ धातुमल बनाती है, जो पिघले लोहे पर तैरने लगता है।

$$CaO + SiO_2 \longrightarrow \underset{\text{कैल्शियम सिलिकेट}}{CaSiO_3}$$

$$CaO + Al_2O_3 \longrightarrow \underset{\substack{\text{कैल्शियम मेटा}\\\text{ऐलुमिनेट}}}{Ca(AlO_2)_2}$$

धातुमल के कारण लोहा वायु की ऑक्सीजन के सम्पर्क में आकर ऑक्सीकृत नहीं हो पाता।

प्रश्न 4. जिंक की उपलब्धता तथा निष्कर्षण विधि का वर्णन कीजिए।

(U.P. 2017)

उत्तर : उपलब्धता– यह प्रकृति में मुक्त अवस्था में नहीं मिलता है। संयुक्त अवस्था में यह प्रचुर मात्रा में अनेक स्थानों पर मिलता है। इसके प्रमुख अयस्क जिंक ब्लैण्ड (ZnS) तथा कैलेमाइन ($ZnCO_3$) है।

1. **अयस्क का सान्द्रण–** जिंक ब्लैण्ड का सान्द्रण फेन प्लवन विधि द्वारा किया जाता है।
2. **भर्जन–** सान्द्रित अयस्क को वायु की उपस्थिति में 1200K पर गर्म करते हैं जिससे ZnS का ZnO में ऑक्सीकरण हो जाता है।

$$2ZnS + 3O_2 \xrightarrow{1200K} 2ZnO + 2SO_2$$

3. **अपचयन–** भर्जित अयस्क का 1673K पर कोक द्वारा अपचयन करने से Zn धातु प्राप्त होती है।

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

क्योंकि Zn का क्वथनांक कम (1180K) होता है। इसलिए इस ताप पर Zn वाष्पित हो जाता है। जिसे ठण्डा करके द्रवित कर लेते हैं। इस प्रकार से प्राप्त जिंक को Zinc spelter कहते हैं।

4. **शोधन–** Zn का शोधन विद्युत अपघटनी विधि द्वारा किया जाता है।

ऐनोड – अशुद्ध Zn की छड

कैथोड – शुद्ध Zn की छड

विद्युत अपघट्य – $ZnSO_4$ + Dil. H_2SO_4

विद्युत धारा प्रवाहित करने पर शुद्ध जिंक कैथोड पर जमा होने लगता है। जबकि अशुद्धियाँ ऐनोड के नीचे ऐनोड मड के रूप में एकत्रित हो जाती है।

1. पिघले हुए जिंक में वायु की तेज धारा प्रवाहित करने पर zinc dust प्राप्त होती है।
2. पिघले हुए जिंक को धीरे-धीरे ठण्डे पानी में मिलाने पर दानेदार जिंक प्राप्त होता है।

NCERT पाठ्य पुस्तक से सम्बन्धित प्रश्न हल सहित

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

उत्तर : Zn धातु कॉपर से अधिक सक्रिय है। इसलिए Zn, कॉपर आयनों से कॉपर को निक्षेपित कर देता है।

$$Zn + Cu^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Cu$$

Zn^{2+} आयनों को Zn में अपचयित करने के लिए अधिक सक्रिय धातुएँ जैसे Na, K, Mg, Ca आदि का प्रयोग करना पड़ेगा। परन्तु ये धातुएँ जल से क्रिया करके H_2 गैस बनाती हैं। इसलिए ये धातुएँ जिंक के हाइड्रोधातुकर्म में प्रयोग नहीं की जाती हैं।

प्रश्न 2 : फेन प्लवन विधि में अवनमक (depressant) की क्या भूमिका है?

उत्तर : यदि किसी अयस्क में दो धातु सल्फाइड उपस्थित हैं, तब दोनों धातु सल्फाइड झाग (फेन) के साथ ऊपर सतह पर आ जाते हैं। इस कारण इन धातु सल्फाइडों को पृथक् करना सम्भव नहीं होता है। ऐसी स्थिति में अवनमक का प्रयोग करते हैं। अवनमक एक धातु सल्फाइड से अभिक्रिया करके नया यौगिक बना लेता है और वह धातु सल्फाइड फिर झाग नहीं बना पाता है। यदि ZnS और PbS एक साथ उपस्थित हैं, तब NaCN का उपयोग अवनमक के रूप में करते हैं। सोडियम सायनाइड चयनित (selective) रूप से ZnS से अभिक्रिया करके संकर यौगिक बना लेता है।

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

इस संकर लवण की एक परत ZnS पर जम जाती है। इसलिए ZnS फेन में नहीं आ पाता है। केवल PbS ही फेन में आता है जिसको फेन से पृथक् कर लिया जाता है।

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

उत्तर : Cu_2S के उत्पादन की मानक गिब्ज ऊर्जा ($\Delta_f G^\circ$) का मान H_2S और CS_2 के मानों से अधिक होता है। इसलिए Cu_2S का अपचयन H_2 अथवा C द्वारा नहीं हो पाता है।

चूँकि निम्नलिखित दो अभिक्रियाओं के $\Delta_r G^\circ$ का मान धनात्मक है, इसलिए ये अभिक्रियायें सम्भव नहीं हैं।

$$Cu_2S + H_2 \longrightarrow 2Cu + H_2S$$

$$2Cu_2S + C \longrightarrow 4Cu + CS_2$$

Cu_2O के $\Delta_f G^\circ$ का मान CO के मान से कम ऋणात्मक होता है। अत: निम्नलिखित अभिक्रिया सम्भव है

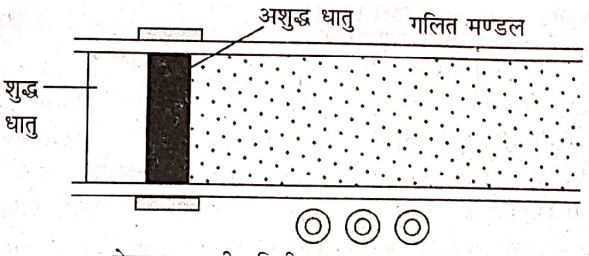
$$Cu_2O + C \longrightarrow 2Cu + CO$$

इसलिए पाइराइट अयस्क से कॉपर का निष्कर्षण कठिन है। कॉपर का कॉपर ऑक्साइड से निष्कर्षण आसान है।

प्रश्न 4 : व्याख्या कीजिए— (1) मंडल परिष्करण, (2) स्तंभ वर्णलेखिकी।

उत्तर : **(1) मंडल परिष्करण**— इस विधि द्वारा तत्व शुद्धतम रूप में प्राप्त होता है। Ge, Si, B, Ga, In आदि तत्व इस विधि द्वारा शुद्ध किये जाते हैं।

ये तत्व महत्वपूर्ण अर्धचालकों के रूप में प्रयोग किये जाते हैं। यह विधि इस सिद्धान्त पर आधारित है कि जब गलित धातु को ठण्डा करते हैं तो केवल शुद्ध धातु क्रिस्टलीकृत होता है जबकि अशुद्धियाँ गलित द्रव्य में ही रह जाती हैं। इसका कारण तथा सिद्धान्त यह है कि अशुद्धियाँ ठोस धातु की अपेक्षा गलित धातु में अधिक घुलनशील होती हैं।

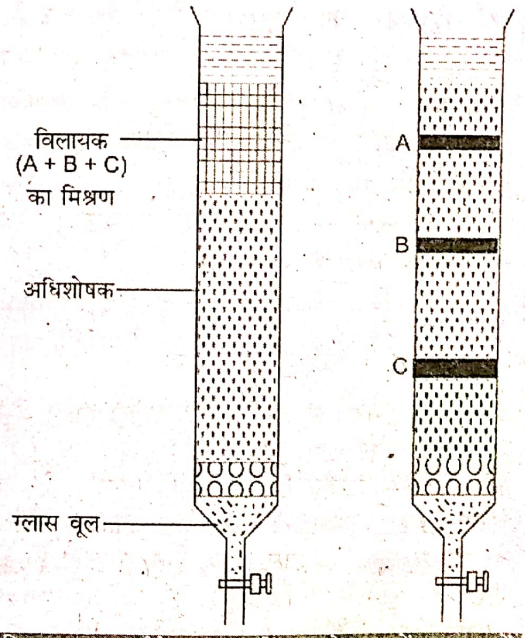


चित्र: मंडल परिष्करण प्रक्रम

(2) स्तम्भ वर्णलेखन — यह अधिशोषण वर्णलेखन का एक उदाहरण है।

(i) इसमें शीशे की एक नली लेते हैं जिसके निचले भाग में एक रोधनी लगी होती है। नली के निचले भाग में काँच-ऊन (glass wool) की एक तह लगा देते हैं। इसके ऊपर नली का लगभग 3/4 भाग किसी उचित अधिशोषक (adsorbent) से भर देते हैं। अधिशोषक को नली में इस प्रकार भरा जाता है कि स्तम्भ में वायु का कोई बुलबुला न रहे। सक्रिय ऐल्युमिना, $CaCO_3$, MgO आदि अधिशोषक के रूप में प्रयोग किये जाते हैं।

(ii) अब दिये गये मिश्रण को किसी उचित विलायक में घोलकर नली के ऊपरी खाली स्थान में डाल देते हैं।



चित्र: स्तम्भ वर्णलेखन द्वारा मिश्रण के घटकों का खण्डों में पृथक्करण

(iii) विलयन धीरे-धीरे नीचे की तरफ बढ़ता है। अधिशोषक के प्रति उनकी प्रीति के अनुसार मिश्रण के विभिन्न अवयव अधिशोषक स्तम्भ में अलग-अलग ऊँचाइयों (स्थान) पर अधिशोषित हो जाते हैं। अधिशोषक के प्रति सबसे अधिक प्रीति रखने वाला अवयव स्तम्भ के सबसे ऊपरी भाग मे अधिशोषित होता है और सबसे

कम प्रीति रखने वाला अवयव सबसे निचले भाग में अधिशोषित होता है। इस प्रकार स्तम्भ में कई खण्ड बन जाते हैं।

(iv) इस प्रकार खण्ड बने हुए अधिशोषक स्तम्भ को **क्रोमैटोग्राम** कहते हैं। अवयवों के रंगीन होने पर स्तम्भ में रंगीन खण्ड बनते हैं, जो स्पष्ट दिखते हैं। अवयवों के रंगहीन होने पर रंगहीन खण्ड बनते हैं जो दिखायी नहीं देते हैं। इन रंगहीन खण्डों को अल्ट्रावायलेट लैम्प के प्रकाश में देखा जा सकता है या किसी उपयुक्त सूचक को डालकर रंगहीन खण्डों को रंगीन बनाकर देखा जा सकता है।

(v) अधिशोषित यौगिकों (खण्डों) को किसी विलायक द्वारा पृथक् भी किया जा सकता है। इस प्रक्रिया को **निक्षालन** (elution) कहते हैं। इसके लिए **शुद्ध निक्षालक** (eluant) नली के ऊपरी भाग में डालते हैं। इससे खण्ड धीरे-धीरे एक-एक करके निक्षालक के साथ स्तम्भ से बाहर निकलते रहते हैं। सबसे पहले वह अवयव प्राप्त होता है जिसकी प्रीति विलायक के प्रति सबसे कम होती है तथा जो नली में सबसे निचले भाग में अवशोषित होता है। प्रत्येक अवयव को अलग-अलग फ्लास्क में एकत्रित कर लेते हैं। इस प्रकार मिश्रण में उपस्थित अवयवों का पृथक्करण हो जाता है।

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

उत्तर : जब कार्बन, डाइऑक्सीजन से अभिक्रिया करता है, तब दो अभिक्रियाएँ सम्भव हैं

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 \quad ...(1)$$

$$2C + O_2 \longrightarrow 2CO \quad ...(2)$$

जब CO अपचायक के रूप में प्रयुक्त की जाती है, तब CO का ऑक्सीकरण CO_2 में हो जाता है।

$$2CO + O_2 \longrightarrow 2CO_2 \quad ...(3)$$

एलिंघम आरेख (पाठ्य पुस्तक में देखें) से स्पष्ट है कि 673 K पर CO के CO_2 में ऑक्सीकरण के लिए $\Delta_r G^\circ$ का मान अधिक ऋणात्मक है अपेक्षाकृत अभिक्रिया (1) और अभिक्रिया (2) के $\Delta_r G^\circ$ के मान से। इसलिए C की अपेक्षा CO अच्छा अपचायक है। यह कथन इस तथ्य से भी स्पष्ट होता है कि एलिंघम आरेख में 673 K पर अभिक्रिया (3) की रेखा अभिक्रिया (1) और (2) की रेखा से नीचे स्थित है।

प्रश्न 6 : कॉपर के वैद्युत-अपघटन शोधन में ऐनोड पंक (मड) में उपस्थित सामान्य तत्वों के नाम दीजिए। वे वहाँ कैसे उपस्थित होते हैं?

उत्तर : ऐनोड पंक (मड) में कम अभिक्रियाशील धातुएँ जैसे Au, Ag, Pt आदि उपस्थित होती हैं। ये धातुएँ अशुद्ध कॉपर में अशुद्धि के रूप में उपस्थित रहती हैं। कम अभिक्रियाशील होने के कारण ये धातुएँ इलेक्ट्रॉन त्यागकर धनायन नहीं बनाती हैं और पंक (मड) के रूप में ऐनोड के पास ही एकत्रित हो जाती हैं। अशुद्ध कॉपर ऐनोड का कार्य करता है। अशुद्ध कॉपर में उपस्थित केवल कॉपर ऑक्सीकरण अभिक्रिया में भाग लेता है और Cu^{2+} आयन के रूप में विलयन में आ जाता है।

ऐनोड पर: $Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$

कैथोड पर: $Cu^{2+} + 2e \longrightarrow Cu$

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

उत्तर : दीर्घ उत्तरीय प्रश्न संख्या 3 देखें।

प्रश्न 8 : जिंक ब्लैण्ड से जिंक के निष्कर्षण से होने वाली रासायनिक अभिक्रियाओं को लिखिए।

उत्तर : रासायनिक रूप में जिंक ब्लैंड जिंक सल्फाइड (ZnS) होता है। ZnS के भर्जन से पहले ZnO बनाते हैं। फिर ZnO का अपचयन कार्बन द्वारा करते हैं।

$$2ZnS + 3O_2 \xrightarrow{\text{गर्म}} 2ZnO + 2SO_2$$

$$ZnO + C \xrightarrow{\text{गर्म}} ZnO + C$$

प्रश्न 9 : कॉपर के धातुकर्म में सिलिका की भूमिका समझाइए।

उत्तर : कॉपर के धातुकर्म में सिलिका अम्लीय गालक का कार्य करती है। यह FeO की बेसिक अशुद्धि को $FeSiO_3$ धातुमल के रूप में दूर करती है।

$$FeO + SiO_2 \longrightarrow FeSiO_3$$

प्रश्न 10 : 'वर्णलेखिकी' पद का क्या अर्थ है?

उत्तर : ग्रीक भाषा में क्रोमा का अर्थ रंग होता है तथा ग्रैफी का अर्थ लेखन होता है। प्रारम्भ में वर्णलेखिकी (chromatography) का उपयोग रंगीन पदार्थों की पहचान और पृथक्करण के लिए होता था। इसलिए पृथक्करण की इस विधि को वर्णलेखिकी कहा गया। परन्तु आजकल वर्णलेखिकी द्वारा सभी प्रकार के पदार्थों की पहचान और पृथक्करण किया जाता है।

प्रश्न 11 : वर्णलेखिकी में स्थिर प्रावस्था के चयन में क्या मापदंड अपनाए जाते हैं?

उत्तर : अधिशोषण वर्णलेखिकी में स्थिर प्रावस्था अधिशोषक का कार्य करती है। कागज वर्णलेखिकी में जल स्थिर प्रावस्था होती है। अच्छे परिणामों के लिए स्थिर प्रावस्था में निम्नलिखित गुण होने चाहिए:

(1) स्थिर प्रावस्था आसानी से उपलब्ध होनी चाहिए।

(2) स्थिर प्रावस्था रंगहीन या सफेद होनी चाहिए।

(3) इसमें चयनात्मक अधिशोषण (selective adsorption) की क्षमता होनी चाहिए।

(4) परीक्षण हेतु लिये गये मिश्रण से स्थिर प्रावस्था की कोई रासायनिक अभिक्रिया नहीं करनी चाहिए।

(5) स्थिर प्रावस्था में अशुद्धियाँ अधिक घुलनशील होनी चाहिए अथवा अशुद्धियों की प्रीति स्थिर प्रावस्था से अधिक होनी चाहिए। इस प्रकार अशुद्धियाँ स्थिर प्रावस्था द्वारा रोक ली जाती हैं जबकि शुद्ध पदार्थ का निक्षालन कर सकते हैं।

प्रश्न 12 : निकिल-शोधन की विधि समझाइए।

उत्तर : निकिल का शोधन मॉंड विधि द्वारा करते हैं। अशुद्ध निकिल को कार्बनमोनोक्साइड के साथ 330-350K पर गर्म करके $Ni(CO)_4$ प्राप्त करते हैं। इसको 450-470K पर गर्म करने पर शुद्ध निकिल प्राप्त होता है।

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

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

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

उत्तर : जब बॉक्साइट अयस्क में सिलिका की अशुद्धि अधिक होती है, तब ऐसे अयस्क का शोधन सरपेक विधि (Serpek process) द्वारा करते हैं। अयस्क को बारीक पीस कर कोक के साथ N_2 की

उपस्थिति में 2073K पर गर्म करते हैं। अभिक्रिया द्वारा ऐलुमिनियम नाइट्राइड (AlN) बनता है और सिलिकन की अशुद्ध वाष्पित हो जाती है। AlN का जल-अपघटन करने पर ऐलुमिनियम हाइड्रॉक्साइड के अवक्षेप प्राप्त होते हैं। $Al(OH)_3$ को गर्म करने पर शुद्ध ऐलुमिना प्राप्त हो जाता है। इस विधि की विशेषता यह है कि इस विधि में ऐलुमिना के अतिरिक्त कोई ठोस उत्पाद नहीं बनता है।

$$Al_2O_3 \cdot xH_2O + 3C + N_2 \xrightarrow{2073\ K} 2AlN + 3CO + xH_2O$$

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

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

$$2Al(OH)_3 \longrightarrow \underset{\text{ऐलुमिना}}{Al_2O_3} + 3H_2O$$

प्रश्न 14 : उदाहरण देते हुए भर्जन व निस्तापन में अंतर बताइए। **(U.P. 2016, 17, 18)**

उत्तर : **भर्जन**— इसमें निस्तापित अयस्क को इसके गलनांक से कम तापक्रम पर वायु की उपस्थिति में गर्म करते हैं।

उदाहरण- अयस्क में उपस्थित सल्फर और आर्सेनिक की अशुद्धियाँ वाष्पशील ऑक्साइडों के रूप में दूर हो जाती हैं।

$$S_8 + 8O_2 \longrightarrow 8SO_2\uparrow$$

$$As_4 + 3O_2 \longrightarrow 2As_2O_3\uparrow$$

निस्तापन— इसमें सान्द्रित अयस्क को इसके गलनांक से कम तापक्रम पर वायु की अनुपस्थिति में गर्म करते हैं।

उदाहरण- इस क्रिया में अयस्क में उपस्थित हाइड्रेशन जल बाहर निकल जाता है और कार्बोनेट अयस्क अपघटित हो जाता है।

$$Fe_2O_3 \cdot 3H_2O \xrightarrow{\text{गर्म}} Fe_2O_3 + 3H_2O$$

$$FeCO_3 \xrightarrow{\text{गर्म}} FeO + CO_2$$

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

उत्तर : वात्या भट्टी से प्राप्त आयरन को कच्चा लोहा (pig iron) कहते हैं। कच्चे लोहे से ढलवाँ लोहा (cast iron) बनाया जाता है। कच्चे लोहे में रद्दी लोहा (scrap iron), कोक और लाइम स्टोन ($CaCO_3$) मिलाकर एक भट्टी में गर्म करते हैं। कुछ अशुद्धियाँ दूर हो जाती हैं और ढलवाँ लोहा प्राप्त होता है। कच्चे लोहे में लगभग 4% कार्बन होता है। इसमें S,P, Si, Mn आदि तत्व अशुद्धि के रूप में उपस्थित रहते हैं। ढलवाँ लोहे में 3% कार्बन होता है। ढलवाँ लोहा सख्त और भुरभुरा होता है।

प्रश्न 16 : अयस्कों तथा खनिजों में अन्तर स्पष्ट कीजिए।

उत्तर : प्रकृति में धातु खनिज के रूप में मिलते हैं। वे खनिज जिनसे शुद्ध धातु का निष्कर्षण आर्थिक दृष्टि से लाभदायक, सुविधापूर्वक और अधिक मात्रा में किया जा सके, उनको अयस्क कहते हैं।

प्रश्न 17: कॉपर मेट को सिलिका की परत चढ़े हुए परिवर्तक में क्यों रखा जाता है?

उत्तर : कॉपर मेट में Cu_2S और FeS होता है। FeS की अशुद्धि दूर करने के लिए कॉपर मेट को सिलिका (SiO_2) के साथ गर्म करते हैं। FeS की अशुद्धि $FeSiO_3$ धातुमल के रूप में दूर हो जाती है। कॉपर के धातुकर्म में पढ़े।

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

उत्तर : ऐलुमिना के वैद्युत-अपघटन से ऐलुमिनियम धातु प्राप्त करते हैं। ऐलुमिना का गलनांक बहुत उच्च होता है और इसकी विद्युत चालकता निम्न होती है। क्रायोलाइट (Na_3AlF_6) के मिलाने से ऐलुमिना का गलनांक कम हो जाता है और विद्युत चालकता बढ़ जाती है।

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

उत्तर : अयस्क की अभिक्रिया H_2SO_4 से वायु की उपस्थिति में करते हैं। कॉपर सल्फेट का जलीय विलयन प्राप्त हो जाता है।

$$2Cu + 2H_2SO_4 + O_2 \longrightarrow 2CuSO_4 + 2H_2O$$

कॉपर सल्फेट के जलीय विलयन में जिंक अथवा आयरन मिलाने पर कॉपर अवक्षेपित हो जाता है।

$$CuSO_4 + Zn \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$$

$$CuSO_4 + Fe \longrightarrow FeSO_4 + Cu$$

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

उत्तर : ZnO का CO द्वारा अपचयन निम्नलिखित अभिक्रिया के अनुसार होता है:

$$ZnO + CO \longrightarrow Zn + CO_2$$

इस अभिक्रिया में CO स्वयं CO_2 में ऑक्सीकृत हो जाती है। एलिंघम आरेख में CO के CO_2 में ऑक्सीकरण प्रदर्शित करने वाली रेखा Zn की ऑक्सीकरण रेखा से ऊपर है। इसलिए ZnO का अपचयन CO द्वारा नहीं हो सकता है। परन्तु 1120K ताप पर या इससे ऊपर ताप पर C के CO में ऑक्सीकरण प्रदर्शित करने वाली रेखा Zn की ऑक्सीकरण रेखा से नीचे स्थित है। इसलिए ZnO का अपचयन कार्बन द्वारा हो जाता है।

यह अभिक्रिया सम्भव है: $ZnO + C \longrightarrow Zn + CO$

प्रश्न 21: Cr_2O_3 के विरचन के लिए $\Delta_f G^\circ$ का मान $-540\ kJ\ mol^{-1}$ है तथा Al_2O_3 के लिए $-827\ kJ$ / मोल है। क्या Cr_2O_3 का अपचयन Al से सम्भव है?

उत्तर : Cr_2O_3 और Al_2O_3 के विरचन (उत्पादन) की अभिक्रियाएँ निम्नलिखित हैं:

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

$$\Delta_f G^\circ_{Al,\,Al_2O_3} = -827\,kJ/mol \quad ...(1)$$

$$\frac{4}{3}Cr + O_2 \longrightarrow \frac{2}{3}Cr_2O_3;$$

$$\Delta_f G^\circ_{Cr,\,Cr_2O_3} = -540\,kJ/mol \quad ...(2)$$

समीकरण (1) में से समीकरण (2) घटाने पर,

$$\frac{4}{3}Al + \frac{2}{3}Cr_2O_3 \longrightarrow \frac{2}{3}Al_2O_3 + \frac{4}{3}Cr,$$

$$\Delta G^\circ = -287\,kJ/mol \quad ...(3)$$

क्योंकि समीकरण (3) के लिये $\Delta_r G^\circ$ का मान ऋणात्मक है। अतः Cr_2O_3 का अपचयन Al द्वारा कराने पर Cr धातु प्राप्त होती है।

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

उत्तर : कार्बन अच्छा अपचायक है। इसकी व्याख्या NCERT के प्रश्न (20) में की गयी है।

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

उत्तर : किसी अभिक्रिया के लिए अपचायक के चयन हेतु ऊष्मागतिकीय कारकों की महत्वपूर्ण भूमिका होती है। एलिंघम आरेख में कोई नीचे स्थित पदार्थ अपने से ऊपर स्थित ऑक्साइड का अपचयन कर सकता है। इस प्रकार FeO, Cu_2O,Cr_2O_3 आदि का अपचयन Al अथवा Zn द्वारा हो सकता है। Al_2O_3, ZnO, FeO, Cu_2O का अपचयन Mg द्वारा हो सकता है। ZnO, MgO आदि का अपचयन CO द्वारा नहीं हो सकता है।

प्रश्न 24 : उस विधि का नाम लिखिए जिसमें क्लोरीन सहउत्पाद के रूप में प्राप्त होती है। क्या होगा यदि NaCl के जलीय विलयन का वैद्युत अपघटन किया जाए?

उत्तर: NaCl और $CaCl_2$ के गलित मिश्रण का 873K पर वैद्युत-अपघटन करने पर सोडियम धातु प्राप्त होता है। इस विधि को डाउन विधि (Down's process) कहते हैं। Cl_2 सह-उत्पाद के रूप में प्राप्त होती है।

$$NaCl\,(\text{द्रव}) \longrightarrow Na^+ + Cl^-$$

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

ऐनोड पर: $2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$ (ऑक्सीकरण)

सान्द्र जलीय NaCl विलयन का वैद्युत-अपघटन करने पर Cl_2 और NaOH प्राप्त होता है।

$$NaCl\,(\text{जलीय}) \longrightarrow Na^+ + Cl^-$$

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

कैथोड पर: $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

ऐनोड पर: $2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$

Na^+ और OH^- आयन विलयन में रहते हैं और NaOH का निर्माण करते हैं।

प्रश्न 25 : ऐलुमिनियम के वैद्युत धातुकर्म में ग्रैफाइट छड़ की क्या भूमिका है?

उत्तर : ऐलुमिनियम के धातुकर्म में Al_2O_3 और क्रायोलाइट के गलित मिश्रण का वैद्युत अपघटन करते हैं।

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

कैथोड पर: $Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$

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

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

उत्पन्न ऑक्सीजन, ग्रेफाइट की छड़ से अभिक्रिया कर लेती है और CO व CO_2 बनती है। यदि ऐनोड किसी और धातु का लेते हैं तो ऑक्सीजन, प्रक्रम में बने ऐलुमिनियम से ही क्रिया कर लेंगी। इस कारण ऐलुमिनियम का उत्पादन घट जायेगा।

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

(i) मंडल परिष्करण,

(ii) वैद्युत-अपघटन परिष्करण,

(iii) वाष्प प्रावस्था परिष्करण

उत्तर : (i) मंडल परिष्करण के लिये NCERT की प्रश्न संख्या 4 देखें।

(ii) **वैद्युत-अपघटनी विधि**—धातुओं के शोधन की यह प्रमुख विधि है। इस विधि में अशुद्ध धातु को ऐनोड बनाते हैं और शुद्ध धातु को कैथोड बनाते हैं। धातु के लवण का जलीय विलयन वैद्युत-अपघट्य का कार्य करता है।

ऐनोड : अशुद्ध धातु

कैथोड : शुद्ध धातु

वैद्युत अपघट्य : धातु के लवण का जलीय विलयन

वैद्युत-अपघटन करने पर कैथोड पर शुद्ध धातु जमा होने लगता है और ऐनोड घुलकर विलयन में आ जाता है। अशुद्धियाँ विलयन में चली जाती हैं या ऐनोड मड के रूप में ऐनोड के नीचे एकत्रित हो जाती हैं। अधिक बेसिक धातु विलयन में रहती है तथा कम बेसिक धातुएँ ऐनोड पंक (मड) के रूप में रहती हैं।

ऐनोड पर : $M \longrightarrow M^{n+} + n\bar{e}$

कैथोड पर : $M^{n+} + n\bar{e} \longrightarrow M$

(iii) **वाष्प प्रावस्था परिष्करण**—इस विधि में धातु की अभिक्रिया ऐसे अभिकर्मक से कराते हैं जिससे कि धातु का अस्थायी वाष्पशील यौगिक प्राप्त होता हैं। अशुद्धियाँ पीछे रह जाती हैं। गर्म करने पर वाष्पशील यौगिक अपघटित हो जाता है और शुद्ध धातु प्राप्त हो जाती है।

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

उत्तर : 1665K ताप के ऊपर MgO का अपचयन Al द्वारा हो सकता है।