6. तत्वों के निष्कर्षण सिद्वांत एवं प्रक्रम [EXTRACTION OF ELEMENTS]

❖ **तत्वों का सामान्य परिचय एवं उपलब्धता** –

- ✓ प्राचीन सात धातुएं : सोना, तांबा, चांदी, सीसा, टिन, लोहा तथा पारा
- ✓ भूपर्पटी में पायी जाने वाली मुख्य धातु तत्व – सर्वाधिक एल्युमिनियम(8.3%), लोहा(5.1%), केल्शियम(3.6%)

❖ **प्रकृति में धातुओं की उपलब्धता** –

- ✓ न्यून क्रियाशील धातुएँ जैसे सोना, प्लेटिनम मुक्त अवस्था में जबकि उच्च क्रियाशील धातुएँ जैसे सोडियम, जिंक, संयुक्त अवस्था
- ✓ **खनिज** : भौगोलिक परिस्थितियों से निर्मित क्रिस्टलीय धात्विक यौगिक जो भूगर्भ से खनन द्वारा प्राप्त होते है।
- ✓ **अयस्क** : ऐसे प्राकृतिक खनिज जिनके द्वारा कम लागत पर कुछ मात्रा में धातुओं का निष्कर्षण आसानी से किया जा सकें
- ✓ सभी खनिज अयस्क नही होते किंतु सभी अयस्क खनिज अवश्य होते है।
- ✓ ऐलुमिना Al_2O_3 के रत्न प्रस्तर : रूबी(माणक्य) $Al_2O_3 + Cr$, ब्लू स्फायर(नीलम) $Al_2O_3 + Co$

❖ **विभिन्न प्रकार के अयस्क एवं उनके नाम , सूत्र व परिशोधित धातु का नाम** –

धातु	अयस्क का नाम	रासायनिक संघटन	प्रकार	धातु	अयस्क का नाम	रासायनिक संघटन	प्रकार
Al	**बॉक्साइट**	**$Al_2O_3.2H_2O$**	**Oxide**	**Cu**	**कॉपर पाइराइट**	**$CuFeS_2$**	**sulphide**
	केयोलिनाइट	$[Al_2(OH)_4.Si_2O_5]$	Silicate		कॉपर ग्लांस	Cu_2S	sulphide
	क्रायोलाइट	Na_3AlF_6	Fluoride		**क्यूप्राइट**	**Cu_2O**	**oxide**
Fe	**हेमेटाइट(लाल)**	**Fe_2O_3**	**Oxide**		मैलेकाइट	$Cu_2CO_3.Cu(OH)_2$	carbonate
	मैग्नेटाइट	Fe_3O_4	Oxide	**Zn**	जिंक ब्लेंड	ZnS	sulphide
	सिडेराइट	$FeCO_3$	Silicate		**जिंकाइट**	**ZnO**	**oxide**
	आयरन पाइराइट	FeS_2	Oxide		कैलामाइन	$ZnCO_3$	carbonate

❖ **धातुकर्म** : अयस्क से शुद्व अवस्था में धातुएं प्राप्त करने की वैज्ञानिक एवं औद्योगिक प्रक्रिया धातुकर्म कहलाता है।
गैंग/अपअयस्क/अधात्री : अयस्क के साथ उपस्थित अवांछनीय मृदाकण, पत्थर, सिलिकेट की अशुद्वियां, अपअयस्क है।
धातुकर्म के सामान्य पद :
1. चूर्णीकरण 2. सांद्रण 3. धातु का निष्कर्षण (भर्जन व निस्तापन, अपचयन–प्रगलन) 4. शोधन/परिष्करण/शुद्विकरण

1. **चूर्णीकरण :** अयस्क के बडे टुकडों को जो क्रशर व स्टेम्प मील/बॉल मिल की सहायता से बारिक चूर्ण में बदलना।
2. **अयस्क सान्द्रण/प्रसाधन/सज्जीकरण** : चूर्णित अयस्क से अधात्री कणों को पृथक करना/अयस्क में धात्विक अंश की प्रतिशत मात्रा बढाना, सान्द्रण कहलाता है

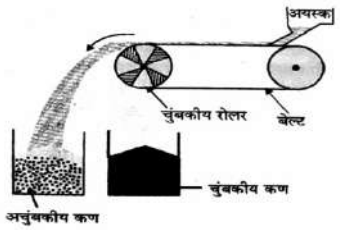
❖ **सान्द्रण की विधियां** :

अ. गुरूत्वीय पृथक्करण/द्रवीय धावन –

यह विधि अयस्क व गैंग कणों के आपेक्षिक घनत्वों में अंतर पर आधारित है चूर्णित अयस्क को तेज जल धारा से धोया जाता है जिससे हल्के गैंग कण जल के साथ बह जाते है परन्तु भारी अयस्क कण शेष रह जाते है।
जैसे : हेमेटाइट Fe_2O_3 , कैसिटेराइट SnO_2 अयस्को हेतु उपयोगी।

ब. चुम्बकीय पृथक्करण –

अयस्क अवयवों जैसे अयस्क कण या गैंग के चुंबकीय गुणों में भिन्नता पर आधारित है इस दौरान चुंबकीय रोलर युक्त बेल्ट पर चुर्णित अयस्क रखा जाता है तो चुंबकीय व अचुंबकीय पदार्थ अलग–अलग पात्र में पृथक हो जाते है।
जैसे : लौहचुंबकीय अयस्क, कैसिटेराइट SnO_2 के अयस्क में हेमेटाइट Fe_2O_3 व वोल्फ्रामाइट $FeWO_4$ मिले रहते है के लिए उपयोगी विधि है।



चित्र 6.2 : चुंबकीय पृथक्करण

PREPARED & EDITED **BY BR JANGID** LECTURER [CHEMISTRY] ✉ jangid2005@gmail.com ☎ 97850-86690

स. फेन/झाग प्लवन सांद्रण –

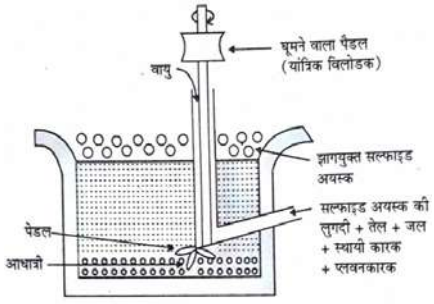
केवल सल्फाइड अयस्कों के सान्द्रण में उपयोगी विधि है। जैसे $CuFeS_2$, Ag_2S, PbS, ZnS

फेन/झाग प्लवन का सिद्वांत – अवशोषण का सिद्वांत (धात्विक सल्फाइड तेल द्वारा जबकि अपद्रव्य या अधात्री सिलिकेट जल द्वारा अधिक शीघ्रता से आर्द्र होते है) अर्थात अयस्क व अधात्री के तेल व जल में भीगने के गुणों में अंतर

झाग प्लवन में प्रयुक्त रसायनों –

- **संग्राही** : वसा अम्ल, चीड का तेल, जैन्थेट आदि, जैसे Na/K एथिल जैन्थेट संग्राही सल्फाइड कणों को तैरने योग्य एवं जल प्रतिकर्षी बनाते है
- **फेन स्थायीकारक** – क्रीसॉल , ऐनिलिन
- **अवनमक या डिप्रेशर** : दो सल्फाइड अयस्कों को पृथक करने हेतु उपयोगी

जैसे ZnS & PbS को पृथक करने में हेतु NaCN अवनमक का उपयोग किया जाता है।
यह चयनित रूप से ZnS को झाग में आने से रोकता है परंतु PbS को झाग में आने देता है।



चित्र 6.3 : अयस्क के सान्द्रण की फेन (झाग) प्लवन विधि

विधि/प्रक्रिया :

- चूर्णित अयस्क + जल का निलंबन बनाकर इसमें संग्राही(प्लवनकारक) तथा फेन स्थायीकारक मिलाते है।
- अयस्क कण तेल से, जबकि गैंग कण जल से भीग जाते है।
- निलंबन मिश्रण को वायु के प्रबल प्रवाह द्वारा विडोलित करने पर फेन/झाग उत्पन्न होते है।
- अयस्क के कण तैरकर झाग के साथ सतह पर आ जाते है जबकि अधात्री कण पेंदे पर एकत्र हो जाते है।
- सान्द्रित अयस्क कणों युक्त झाग को पृथक कर सुखा लेते है।

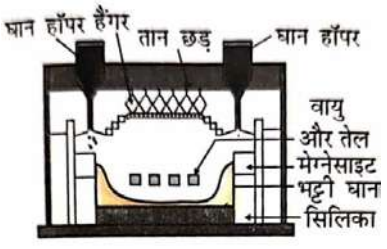
द. निक्षालन या रासा0 पृथक्करण – अयस्क को उचित निक्षालक/विलायक के साथ विलेय करके सांद्रित करना निक्षालन है।

बॉक्साइट से एलुमिना का निक्षालन या रासायनिक विधि द्वारा पृथक्करण
बॉक्साइट में अधिकांशतः सिलिका, आयरन ऑक्साइड तथा टाइटेनियम ऑक्साइड की अशुद्वियां समान मात्रा में उपस्थित हो। $Al_2O_3 + 2NaOH_{(aq)} + 3H_2O \xrightarrow{\Delta} 2Na[Al(OH)_4]$; $2Na[Al(OH)_4] + 2CO_2 \rightarrow Al_2O_3.xH_2O + 2NaHCO_3$; $Al_2O_3.xH_2O \xrightarrow{1470\ K} Al_2O_3 + H_2O$
सेना तथा चांदी का निक्षालन : अयस्क अर्जेन्टाइट/सिल्वर ग्लांस(Ag_2S) तथा हॉर्न सिल्वर(AgCl) द्वारा $4M + 8CN^- + 2H_2O + O_2 \rightarrow 4[M(CN)_2]^- + 4OH^-$; $2[M(CN)_2]^- + Zn \rightarrow [Zn(CN)_4]^{2-} + 2M\downarrow$ **[M = Ag or Au]** **नोट :– चांदी के अवक्षेपण की प्रक्रिया को सीमेन्टेशन कहते है। सोना का निक्षालन हेतु अभिक्रियाओं में Ag के स्थान Au पर लेते है**

3. **सान्द्रित अयस्कों से अशुद्ध धातुओं का निष्कर्षण** : यह निष्कर्षण दो पदों में सम्पन्न होता है।
   (अ) सान्द्रित अयस्क का धातु ऑक्साइडों में परिवर्तित (ब) धातु ऑक्साइड का धातु में अपचयन

निस्तापन/केल्सिनेशन	**भर्जन/रॉस्टिंग**
➢ ऑक्साइड्स एवं कार्बोनेट अयस्क हेतु उपयोगी। ➢ सांद्रित अयस्क को वायु की अनुपस्थिति में साधारण भट्टी में उसके गलनांक से निम्न ताप पर में गर्म करना ➢ वाष्पशील अशुद्वियां H_2O, CO_2, SO_2 का निष्कासन होता है। ➢ निस्तापन में रासायनिक परिवर्तन नही होता है। ➢ **रासायनिक अभि0 –** 1. $Fe_2O_3.xH_2O \xrightarrow{\Delta} Fe_2O_3 + xH_2O_{(g)}\uparrow$ [Fe , Al] 2. $ZnCO_3 \rightarrow ZnO + CO_{2\,(g)}\uparrow$ 3. $CaCO_3 \rightarrow ZnO + CO_{2\,(g)}\uparrow$	➢ केवल सल्फाइड अयस्कों हेतु उपयोगी। ➢ सांद्रित अयस्क को वायु की आधिक्य में परावर्तनी भट्टी में उसके गलनांक से निम्न ताप पर गर्म करना ➢ P, S , As की अशुद्वियां ऑक्साइड बनकर निष्कासित होती है ➢ भर्जन में रासायनिक परिवर्तन होता है। ➢ **रासायनिक अभि0 –** 1. $2PbS + 3O_2 \rightarrow 2PbO + 2SO_2\uparrow$ 2. $2ZnS + 3O_2 \rightarrow 2ZnO + 2SO_2\uparrow$ 3. $2Cu_2S + 3O_2 \rightarrow 2Cu_2O + 2SO_2\uparrow$

नोट : कॉपर अयस्क में यदि लोहा हो तो गरम करने से पहले इसमें सिलिका मिलाया जाता है जिससे अगलित आयरन ऑक्साइड, सिलिका(प्लक्स/गालक) से क्रियाकर सिलिकेट धातुमल बनाता है। जो अयस्क से आसानी से पृथक कर लिया जाता है $FeO + SiO_2 \rightarrow FeSiO_3$ [slag]
तांबा **कॉपर मैट ($Cu_2S + FeS$)** के रूप प्राप्त होता है।



PREPARED & EDITED **BY BR JANGID** LECTURER [CHEMISTRY] ✉ jangid2005@gmail.com ☎ 97850-86690

(ब) धातु ऑक्साइड का धातु में अपचयन :

धातु ऑक्साइड + अपचायक**(C / CO)** $\xrightarrow{\Delta}$ अपचयित धातु + कार्बन के ऑक्साइड

नोट : धातुओं के तापीय अपचयन प्रक्रम का निर्धारण, वांछित अपचायक का चयन करने एवं धातुकर्म परिवर्तनों की व्याख्या करने में उष्मागतिकीय अवस्था फलन गिब्ज उर्जा का महत्वपूर्ण योगदान है।

❖ धातुकर्म का उष्मागतिकी सिद्वांत –

- किसी प्रक्रम के लिए मा.ता.दा. पर गिब्ज समी0 : $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$
- रासायनिक प्रक्रमों के उष्मागतिकी सिद्वांतानुसार स्वतः प्रवर्तित प्रक्रम हेतु ΔG ऋणात्मक होना चाहिये।
- ΔG का मान ऋणात्मक निम्न परिस्थितियों में संभव है।

➢ यदि ΔS धनात्मक हो तो ताप बढाने पर TΔS का मान बढेगा एवं ΔH <TΔS अतः ΔG का मान ऋणात्मक होगा।

➢ यदि दो अभिक्रियाओं के युग्मन द्वारा संपूर्ण प्रक्रम की ΔG का मान ऋणात्मक हो जाए तो अंतिम अभि0 संभव है।

❖ अपचायकों के चयन हेतु एलिघंम आरेख –

- H J T ऐलिघंम द्वारा प्राप्त आरेख जो विभिन्न तत्वों के ऑक्सॉइड निर्माण हेतु T के साथ ΔG^0 में परिवर्तन बताते है।
- एक मोल ऑक्सीजन से विभिन्न ऑक्सॉइडों के निर्माण अर्थात तत्वों के ऑक्सीकृत होने की प्रक्रिया के लिए ΔG^0 तथा परम ताप (T) के मध्य प्राप्त आरेख, एलिघंम आरेख कहलाते है।
- **एलिघंम आरेख के अनुप्रयोग :**

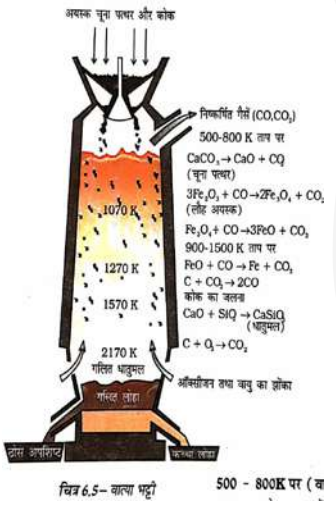
1) पायरो धातुकर्म में सान्द्रित अयस्क को उचित पदार्थ के साथ उच्च ताप पर गरम कर धातु में अपचयित करना।
2) ऑक्साइडों के अपचयन हेतु उचित अपचायक व ताप परास का चयन करने में सहायक ।

एलिघंम आरेख के अभिलक्षण एवं सामान्य निष्कर्ष –

- Ag , Hg , Au , Pt के ऑक्साइडों के ΔG^0 का मान उच्च ताप पर धनात्मक हो जाते है अतः यह ऑक्साइड्स उच्च ताप पर स्वतः अपघटित हो जाते है यही कारण है कि इन धातुओं के लिए अपचायकों की आवश्यकता नहीं होती है।
- ΔG^0 का मान घटने पर धात्विक ऑक्साइड का स्थायीत्व बढता है अतः उपर स्थित धातु ऑक्साइड को नीचे स्थित धातुओं के द्वारा अपचयित करवाया जा सकता है। इस प्रकार एलिघंम आरेख अपचायकों के चयन में सहायक होते है
  जैसे : Cr_2O_3 (S) + 2Al (S) → Al_2O_3 (S) + 2Cr (S) संभव , Al_2O_3 (S) + 2Cr(S) → Cr_2O_3 (S) + 2Al (S) असंभव
- विभिन्न धातुओं की ऑक्सीकृत होने की प्रवृति या अपचायक की भांति कार्य करने की प्रवृति निम्नानुसार होती है।
  Ca > Mg > Al > Cr > Fe > Ni > Hg > Ag
- वक्रों के प्रतिछेदन बिन्दु पर ΔG^0 का मान शून्य होता है एवं इसके नीचे ΔG^0 ऋणात्मक तथा उपर ΔG^0 धनात्मक होता है अतः प्रतिछेदन बिन्दु से निम्न ताप पर स्थित धातु द्वारा उपर स्थित धातु ऑक्साइड का अपचयन आसानी से होता है।

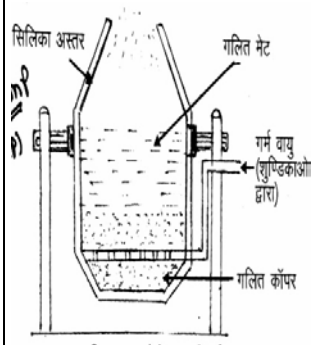
▪ एलिघंम आरेख की सीमाएँ –

1) अभिक्रिया की संभाव्यता दर्शाते परंतु उसकी बलगतिकी की व्याख्या नही।
2) ΔG^0 के मान केवल उत्क्रमणीय प्रक्रमों में साम्यवस्था पर आधारित है अतः अनुत्क्रमणीय प्रक्रम पर लागू नही।

लोहे का धातुकर्म प्रक्रम या लोहे का आयरन ऑक्साइड से निष्कर्षण		
वात्यां भट्टी चित्र	लोहे के धातुकर्म या निष्कर्षण के चरण	
 चित्र 6.5– वात्या भट्टी	1. अयस्क – हेमेटाइट **Fe_2O_3** (मुख्य अयस्क), लिमोनाइट $2Fe_2O_3.3H_2O$,आयरन पाइराइट FeS_2 2. प्रक्रम – चुर्णीकरण→ चुंबकीय पृथक्करण→ निस्तापन → भर्जन [$4FeO + O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$] 3. प्रगलन – भर्जित अयस्क(8भाग) + कोक(4भाग) + चूने का पत्थर(1भाग) = धान या चार्ज	
	वात्यां भट्टी में होने वाली रासायनिक अभिक्रियाएं –	
	1 अपचयन क्षैत्र : (निम्न ताप परास 500K-800K) $3Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2Fe_3O_4 + CO_2$ $Fe_3O_4 + 4CO \rightarrow 3Fe$(**spongy iron**) $+ 4CO_2$ $Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2FeO + CO_2$	**2 उष्माशोषण क्षैत्र :** (निम्न ताप परास 500K-800K) $CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2$ $CaO + SiO_2 \xrightarrow{\Delta} CaSiO_3$ (slag) गालक अधात्री धातुमल
	3 संगलित क्षैत्र : (उच्च ताप परास 900K-1500K) स्पंजी लोहा पिघलकर C, P,Si अवशोषण करता है $CO_2 + C \rightarrow 2CO$ $FeO + CO \rightarrow Fe + CO_2$	**4 दहन क्षैत्र** :(उच्च ताप परास 900K-1500K) $C + O_2 \rightarrow CO_2$ $FeO + C \rightarrow Fe$ (**PIG iron**) $+ CO$ [Pig Iron = 4% C +P+S+Si+Mn] कच्चा लोहा

PREPARED & EDITED **BY BR JANGID** LECTURER [CHEMISTRY] ✉ jangid2005@gmail.com ☎ 97850-86690

- **ढलवां लोहा/कास्ट आयरन** : वात्यां भट्टी से प्राप्त संगलित कच्चा लोहा जो सांचों में ढलता है, संघटन : 3% C ,भंगूर, अति कठोर, जंगरोधी
- **सफेद ढलवां लोहा** : संगलित लोहा के तेजी से ठंडा होने पर प्राप्त कार्बन का सीमेंटाइट Fe_3C रूप
- **भूरा ढलवां लोहा** : संगलित लोहा के धीरे धीरे ठंडा होने पर प्राप्त कार्बन का ग्रेफाइट रूप
- **पिटवां लोहा** : शुद्व लोहा, 0.2- 0.5% C, कार्बन के अतिरिक्त अन्य अशुद्वियां न्यून, MP 1823K
- पिटवां लोहा का निर्माण : परावर्तनी भट्टी में ढलवा लोहा + हेमेटाइट+चूना पत्थर+गर्म वायु → पिटवा लोहा+धातुमल+वाष्पशील ऑक्साइड

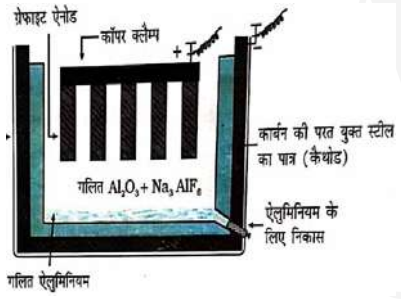
बैसेमर परिवर्तक	**तांबा/कॉपर ऑक्साइड से तांबे का निष्कर्षण**	
 चित्र 6.9 बेसेमर परिवर्तक	अयस्क : कॉपर पायराइट **$CuFeS_2$**(मुख्य), क्यूप्राइट(रूबी कॉपर) **Cu_2O,** कॉपर ग्लांस Cu_2S निष्कर्षण प्रक्रम : चुर्णीकरण→ झाग प्लवन सांद्रण → भर्जन → अपचयन नोट : ऐलिंघम आरेख अनुसार कॉपर ऑक्साइड अयस्क को कोक के साथ गरम कर कॉपर में अपचयित करना आसान होता है परंतु सल्फाइड अयस्कों का भर्जन/गलन करने पर ऑक्साइड प्राप्त होते है।	
	– रासायनिक अभिक्रियाएं –	
	भर्जन – परावर्तनी भट्टी में	**अपचयन/बैसेमरीकरण – बैसेमर परिवर्तक में**
	सान्द्रित अयस्क+सिलिका+वायु आधिक्य में गर्म $2Cu_2S + 3O_2 \rightarrow 2Cu_2O + 2SO_2$ $Cu_2O + C \rightarrow 2Cu + CO$ $FeO + SiO_2 \xrightarrow{\Delta} FeSiO_3$ (slag) अधात्री गालक धातुमल **$[Cu_2S + Cu_2O]$ = कॉपर मेट**	अम्लीय सिलिका परत युक्त परिवर्तक में कॉपर मेट $[Cu_2S + Cu_2O]$ का गरम वायु द्वारा स्वतः अपचयन $2FeS + 3O_2 \rightarrow 2FeO + 2SO_2$ $FeO + SiO_2 \xrightarrow{\Delta} FeSiO_3$ (slag) $2Cu_2S + 3O_2 \rightarrow 2Cu_2O + 2SO_2$ $Cu_2S + 2Cu_2O \rightarrow$ **6Cu** + SO_2 (फफोलेदार तांबा) (SO_2 निष्कासन से ताम्र सतह पर फफोले बनते है)
जिंक ऑक्साइड से जिंक का निष्कर्षण		
1. अयस्क – जिंक ब्लेंड **ZnS**(मुख्य), केलामाइन(जिंक स्पार) **$ZnCO_3$,** जिंकाइट ZnO प्रक्रम – चुर्णीकरण→ जिंक ब्लेंड का सांद्रण झाग प्लवन द्वारा / केलामाइन का गुरूत्वीय पृथक्करण → भर्जन		
रासायनिक अभिक्रिया : भर्जित अयस्क को कोक के साथ उच्च ताप पर फायर क्ले रिटार्ट में गर्म कर अपचयन से जिंक प्राप्त किया जाता है इसे जिंक स्पेल्टर कहलाता है। [zinc spelter Zn 97.8% + Pb,As] $ZnO + C \rightarrow Zn + CO\uparrow$ धातु को आसवित कर द्रीव शीतलन द्वारा एकत्र कर लिया जाता है।		

❖ धातुकर्म का वैद्युत रसायन सिद्वांत –

- ✓ उष्मागतिकी के अनुसार पायरो धातुकर्म कम क्रियाशील धातुओं के निष्कर्षण हेतु उपयोगी होता है।
- ✓ उच्च क्रियाशील धातुएं जैसे Al, Mg, Na का निष्कर्षण पायरो धातुकर्म द्वारा संभव नही – **कारण** उच्च क्रियाशील धातुएं स्वयं प्रबल अपचायक होती है एवं इनके **E^0 high -ve** होते है
- ✓ अतः इनके गलित लवण के वैद्युत अपघटन द्वारा इन धातुओं को कैथोड पर आसानी से अपचयित किया जा सकता है समी0

  $\Delta G^0 = - nFE^0$ [ΔG^0 = +ve] यह प्रक्रिया इलेक्ट्रोमेटलर्जी या **वैद्युत धातुकर्म** कहलाती है $M^{n+} + ne^- \rightarrow M_{(s)}$ at cathode
- ✓ उपयुक्त पदार्थ का इलेक्ट्रॉड लेते है ताकि रेडॉक्स युग्म का E^0 +ve हो जाए जिससे ΔG^0 = -ve हो जाता है।

  अतः अधिक क्रियाशील धातु विलयन में जबकि कम क्रियाशील धातु कैथोड पर निक्षेपित/जमा हो जाती है $Cu^{2+} + Fe_{(s)} \rightarrow Cu_{(S)} + Fe^{2+}$

संगलित ऐलुमिना के वैद्युत अपघटन से ऐलुमिनियम धातु का निष्कर्षण (हॉल हैराल्ट प्रक्रम)	
 **चित्र : हॉल हैराल्ट प्रक्रम**	⊙ शुद्व ऐलुमिना + क्रायोलाइट + प्लुओरस्पार युक्त गलित मैट्रिक्स का वैद्युत अपघटन नोट : क्रायोलाइट Na_2AlF_6 + CaF_2 मिश्रण का गलनांक कम करके चालकता बढाता है। ⊙ कैथोड : कार्बन परत युक्त स्टील का पात्र ⊙ ऐनाड : कार्बन या ग्रेफाइट की छडें ⊙ रासायनिक अभिक्रियाएं : $2Al_2O_3 \xrightarrow{ionisation} 4Al^{3+} + 6O^{2-}$ At cathode : $4Al^{3+} + 12e^- \xrightarrow{red} 4Al$ At anode : $6O^{2-} \xrightarrow{oxi} 3O_2 + 12e^-$; $4C + 3O_2 \rightarrow 2CO + 2CO_2$ समग्र सेल अभिक्रिया : $2Al_2O_3 + 3C \rightarrow 4Al + 3CO_2$ नोट : इस प्रक्रम में ऐनोड(ग्रेफाइट) की छडों का क्षरण होता है अतः इन्है बदलना पडता है। 1kg ऐलुमिनियम के उत्पादन पर कार्बन ऐनोड का 0.5 gm कार्बन जल जाता है।

PREPARED & EDITED **BY BR JANGID** LECTURER [CHEMISTRY] ✉ jangid2005@gmail.com ☎ 97850-86690

❖ **<u>हाइड्रो या जल धातुकर्म (रद्दी कॉपर से शुद्व कॉपर का निष्कर्षण)</u>** –

- निम्न कोटि/अपकृष्ट अयस्कों के अम्लीय निक्षालन एवं H_2 गैस प्रवाहित करके शुद्व कॉपर प्राप्त करना, जल धातुकर्म कहलाता है।
- निम्न कोटि अयस्क/अपकृष्ट ताम्र में कॉपर की मात्रा अत्यंत कम होती है अतः इसे अम्ल या जीवाणु द्वारा निक्षालित किया जाता है जिससे कॉपर आयन विलयन में आ जाते है, अभिक्रिया : $Cu^{2+} + H_{2(g)} \xrightarrow{redox} Cu_{(S)} + 2H^+$

नोट : तांबे के जल धातुकर्म हेतु रद्दी जिंक के स्थान पर रद्दी लोहा काम में लेना अधिक लाभकारी है क्योंकि वैद्युत रासा0 श्रेणी में जिंक, लोहे से अधिक क्रियाशील धातु है अतः जिंक द्वारा अपचयन शीघ्र होगा किन्तु जिंक, लोहे की तुलना में कीमती धातु है

ऑक्सी अपचयन विधि द्वारा निष्कर्षण	
अधातु तत्व क्लोरिन का निष्कर्षण	**सोडियम धातु का निष्कर्षण**
समुंद्री जल या सांद्रNaCl (ब्राइन) के विद्युत अपघटन द्वारा एनोड पर Cl_2 प्राप्त $NaCl_{(aq)} \xleftrightarrow{elctrolysis} Na^+ + Cl^-$; $H_2O \xleftrightarrow{elctrolysis} H^+ + OH^-$ At cathode : $H^+ + e^- \xrightarrow{red} ½\ H_2$ [H^+ का विभव Na^+ के विभव से उच्च] At anode : $Cl^- \xrightarrow{oxi} ½\ Cl_2 + e^-$ Net R_x^n : $H_2O + 2Cl^- \xrightarrow{oxi} 2OH^- + H_2 + Cl_2$ $\Delta G^0 = +422KJ$	गलित NaCl के विद्युत अपघटन द्वारा कैथोड पर Na धातु $NaCl_{(melted)} \xleftrightarrow{elctrolysis} Na^+ + Cl^-$ At cathode : $Na^+ + e^- \xrightarrow{red} Na(s)$ At anode : $Cl^- \xrightarrow{oxi} ½\ Cl_2 + e^-$
नोट : ऐनोड पर यद्यपि जल के विभव का मान Cl^- की अपेक्षा कम होता है किन्तु ऑक्सीजन के अधिविभव के कारण ऐनोड पर पहले Cl^- का ऑक्सीकरण हो जाता है। उक्त अभिक्रिया के लिए बाह्य विभव का मान 2.2 वोल्ट से अधिक रखना होता है। लेकिन वैद्युत अपघटन के दौरान कुछ बाधक अभिक्रियाओं पर नियंत्रण के लिए अतिरिक्त विभव की आवश्यकता होती है।	

❖ **धातुओं का परिष्करण या शोधन** : प्रगलन से प्राप्त अपचयित,अपरिष्कृत धातु से शुद्व धातु प्राप्त करने की प्रक्रिया
अपरिष्कृत धातु में उपस्थित अशुद्वियां : अनअपचयित ऑक्साइड, धातुमल, गालक, अवांछित धातुएं, अधातुएं C,Si,P,S,As

धातु परिशोधन की विधियां –

1. **आसवन** : अवाष्पशील अशुद्वियां वाष्पन द्वारा पृथक , न्यून क्वथनांक वाली धातु का शोधन, जैसे Zn, Hg
2. **द्रव गलन परिष्करण** : कम गलनांक वाली धातु जैसे टिन को पिघलाकर परावर्तक भट्टी के ढालू सतह पर बहने दिया जाता है, जिससे अधिक गलनांक वाली अशुद्वियॉ पृथक हो जाती है।
3. **वैद्युत अपघटनी परिष्करण** : अशुद्व धातु का एनोड व शुद्व धातु का कैथोड बनाकर उसी धातु के लवण का वैद्युत अपघट्य लेकर वैद्युत अपघटन किया जाता है। उदा0 Cu, Zn

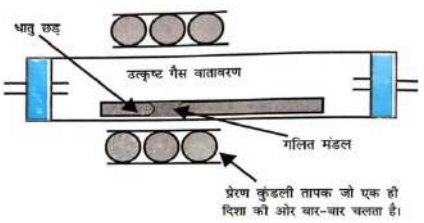
उदाहरण : तांबे का वैद्युत अपघटनी शोधन :
एनोड : अशुद्व Cu धातु की मोटी छड
कैथोड : शुद्व Cu धातु की पतली छड
वैद्युत अपघट्य विलयन : $CuSO_4$ का अम्लीय विलयन

क्रियाविधि : ऐनोड पर : $Cu_{(S)}$ अशुद्ध कॉपर $\xrightarrow{oxidation} Cu^{2+} + 2e^-$
कैथोड पर : $Cu^{2+} + 2e^- \xrightarrow{reduction} Cu_{(S)}$ शुद्ध कॉपर

<u>एनोड पंक या मड</u> – कम क्रियाशील धातुएं जैसे Ag, Au, Pt, Se, Te, Sb आदि एनोड के नीचे जमा हो जाती है।

4. **मंडल परिष्करण** :

सिद्वांत : अशुद्वियां की विलेयता धातु की ठोस अवस्था की अपेक्षा गलित अवस्था में अधिक होती है।
प्रक्रिया : अशुद्व धातु के एक किनारें पर गतिशील तापक लगाकर आगे बढाने पर शुद्व धातु गलित में से क्रिस्टलीकृत जबकि अशुद्विया गलित मंडल में ही एक किनारें पर एकत्र हो जाती है जिसे काटकर अलग कर लिया जाता है
यह विधि उच्च शुद्वता वाले अर्धचालक व धातुओं जैसे : जर्मेनियम, सिलिकन, बोरॉन, गैलियम तथा इण्डियम के परिष्करण हेतु उपयोगी है।



5. **वाष्प प्रावस्था परिष्करण** : अशुद्व धातु को वाष्पशील यौगिक में परिवर्तित कर पुनः तापीय अपघटन द्वारा शुद्व धातु प्राप्त करना

(अ) मॉड प्रकम द्वारा Ni का परिष्करण : $Ni_{\text{अशुद्ध}} + 4CO \xrightarrow{330K-350K} [Ni(CO)_4]$; $[Ni(CO)_4] \xrightarrow{450K-470K} Ni_{\text{शुद्ध}} + 4CO$

(ब). वॉन ऑर्केल विधि द्वारा Zr का परिष्करण : $Zr_{\text{अशुद्ध}} + 2I_2 \xrightarrow{870K} ZrI_4$; $ZrI_4 \xrightarrow{1800K\ (W\ filament)} Zr_{\text{शुद्ध}} + 2I_2$

वॉन ऑर्केल विधि द्वारा Ti का परिष्करण : $Ti_{\text{अशुद्ध}} + 2I_2 \xrightarrow{500K} TiI_4$; $TiI_4 \xrightarrow{1700K\ (W\ filament)} Ti_{\text{शुद्ध}} + 2I_2$

PREPARED & EDITED **BY BR JANGID** LECTURER [CHEMISTRY] ✉ jangid2005@gmail.com ☎ 97850-86690

6. **वर्ण लेखिकी विधि** : यह अधिशोषण तकनिक जो मिश्रण की दो प्रावस्थाओं के मध्य वितरण पर आधारित है
(क) स्थिर प्रावस्था : ठोस अधिशोषक स्तंभ या वर्ण लेखिकी पत्र (ख) गतिमान प्रावस्था : कोई द्रव या गैस

<u>स्तंभ वर्णलेखिकी या कॉलम क्रोमेटोग्राफी</u> –

- यह एक अधिशोषण वर्णलेखिकी विधि है
- प्रकृति में अत्यंत सूक्ष्म मात्रा में पाये जाने वाले तत्वों के शोधन में उपयोगी विधि है।
- अशुद्वियों के रासायनिक संघटन में कम भिन्नता होती है अतः इस विधि द्वारा घटकों की पहचान आसान रहती है।
- स्तंभ वर्णलेखिकी एक बेलनाकार कांच की नली अर्थात ब्यूरेट जैसा उपकरण होता है
- स्तंभ या कॉलम में उचित अधिशोषक पदार्थ का पेस्ट बनाकर भर दिया जाता है।
- अधिशोषक पदार्थ : ऐलुमिना, सिलिका जैल, कैल्शियम कार्बोनेट, स्टॉर्च, सेल्युलोस इत्यादि।
- घटकों युक्त मिश्रण को क्रियाविहिन उचित विलायक/निक्षालक के साथ घोलकर स्तंभ में डालते है।
- घटकों के भिन्न–भिन्न अधिशोषण क्षमता के आधार पर सभी अवयव पृथक कर लिये जाते है।

❖ **<u>धातुओं के उपयोग</u>** :–

Al के उपयोग – वेल्डिग कार्य में अपचायक, हल्की मिश्रातु बनाने में, चॉकलेट सिगरेट आदि के रेपर बनाने में, डस्ट का उपयोग पेंट,रोगन में,चालक तार में, मोटर डायनेमों में कॉइल बनाने में, क्रोमियम व मैग्निज के निष्कर्षण में।

Cu के उपयोग – कॉपर प्लेट, कैलोरी मापी, विद्युत तार, सोने चांदी के आभूषणों को कठोर बनाने में, कवकनाशी $CuSO_4$ मिश्रातु(पीतल[Cu+Zn] कांसा[Cu+Sn])

Zn के उपयोग – गोल्ड व चांदी के निष्कर्षण में, जस्तीकृत(गेल्वेनाइज्ड) लौहा बनाने में, बैटरियां,मिश्रातु, जर्मन सिल्वर [Cu+Zn+Ni]

Fe के उपयोग – ढलवां लौहा मशीनी पूर्जे पाइप,रेल्वे स्लीपर, पिटवां लौहा से तार कृषियंत्र, स्टील मिश्रधातु,कीले

इस्पात या स्टील के प्रकार व उपयोगिता		
नाम	**संघटन**	**उपयोगिता**
स्टैन लैस स्टील	Fe + Cr + Ni + C	ऑटोमोबाइल पुर्जे, बर्तन, साइकिल ब्लैड, घडियों के केस
निकल स्टील	Fe + Ni + C	वायुयान के पुर्जे, गियर, तार, ड्रिलिंग समान
इन्वार	Fe + Ni	पेंडूलम, मापक यंत्र, मीटर स्केल निर्माण
टंगस्टन स्टील	Fe + W + C	उच्च दाब पर काटने वाले औजार
मैगनीज स्टील	Fe + Mn + C	मजबूत तिजौरी, रेल्वे लाइन निर्माण
क्रोम स्टील	Fe + Cr	बियरिंग, काटने की रेती,

.....

अतिरिक्त बिंदु :

- **गालक** : अधात्री को हटाने के लियें प्रयुक्त पदार्थ गालक या प्लक्स कहलाते है। जैसे (FeO) केलिए गालक सिलिका(SiO_2)
- **धातुमल** : अगलनीय अशुद्वियां(FeO), गालक(SiO_2) से क्रिया कर गलनीय सिलिकेट ($FeSiO_3$) अशुद्वियों में बदल जाती है
अधात्री/अगलनीय अशुद्वियां + गालक या प्लक्स → धातुमल/स्लेग/कीट(हल्के गलनीय धातु सिलिकेट व फॉस्फेट)
- **कॉपर मैट** : कॉपर पाइराइट को सिलिका के साथ गर्म कर सिलिकेट(धातुमल) पृथक करने के बाद बचा शेष मिश्रण
- कार्बन या कोक की अपचायी प्रकृति

$C + O_2 \rightarrow CO_2$; अभि0 में $\Delta S^0 \approx 0$ अतः ΔG^0 का मान लगभग स्थिर रहता है।

$2C + O_2 \rightarrow 2CO$; अभि0 में $\Delta S^0 = +ve$ अतः ΔG^0 का मान ताप में वृद्वि के साथ–साथ ऋणात्मक होता जायेगा।

$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$; अभि0 में $\Delta S^0 = -ve$ अतः $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$ में ताप बढने से $T\Delta S^0 > \Delta H^0$ के साथ–साथ ΔG^0 का मान बढता जायेगा। अतः स्पष्ट है कि CO , 983 K से निम्न ताप पर जबकि 983 K से उच्च ताप पर कार्बन एक अच्छा अपचायक है।

Note : धातु ऑक्साइडों के विरचन में का ΔG^0 मान ताप पर निर्भर करता है अतः यह अभिक्रियाओं के लिए तापक्रम निर्धारक कारक है जिन अभिक्रिया में C / CO द्वारा अपचयन स्वतः प्रवर्तित है।

.....

PREPARED & EDITED **BY BR JANGID** LECTURER [CHEMISTRY] ✉ jangid2005@gmail.com ☎ 97850-86690