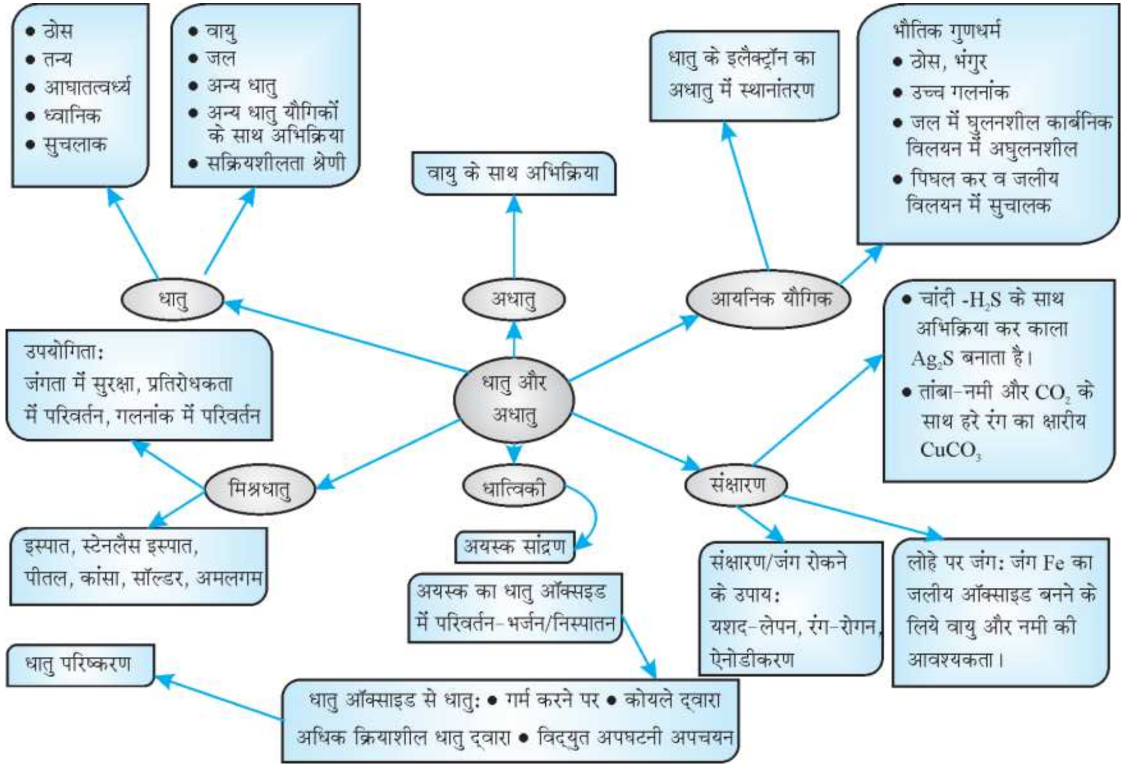
अध्याय - 3

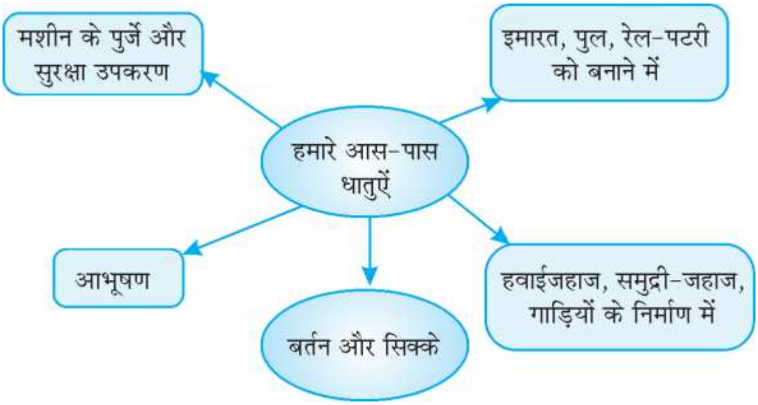
धातु एवं अधातु


धातु और अधातु
धातु
अधातु
आयनिक यौगिक
मिश्रधातु
धात्विकी
संक्षारण
• ठोस
• तन्य
• आघातवर्ध्य
• ध्वानिक
• सुचालक
• वायु
• जल
• अन्य धातु
• अन्य धातु यौगिकों के साथ अभिक्रिया
• सक्रियशीलता श्रेणी
वायु के साथ अभिक्रिया
धातु के इलैक्ट्रॉन का अधातु में स्थानांतरण
भौतिक गुणधर्म
• ठोस, भंगुर
• उच्च गलनांक
• जल में घुलनशील कार्बनिक विलयन में अघुलनशील
• पिघल कर व जलीय विलयन में सुचालक
• चांदी -H_2S के साथ अभिक्रिया कर काला Ag_2S बनाता है।
• तांबा-नमी और CO_2 के साथ हरे रंग का क्षारीय $CuCO_3$
उपयोगिता: जंगता में सुरक्षा, प्रतिरोधकता में परिवर्तन, गलनांक में परिवर्तन
इस्पात, स्टेनलैस इस्पात, पीतल, कांसा, सॉल्डर, अमलगम
अयस्क सांद्रण
अयस्क का धातु ऑक्साइड में परिवर्तन- भर्जन/निस्तापन
धातु ऑक्साइड से धातु: • गर्म करने पर • कोयले द्वारा अधिक क्रियाशील धातु द्वारा • विद्युत अपघटनी अपचयन
धातु परिष्करण
संक्षारण/जंग रोकने के उपाय: यशद-लेपन, रंग-रोगन, ऐनोडीकरण
लोहे पर जंग: जंग Fe का जलीय ऑक्साइड बनने के लिये वायु और नमी की आवश्यकता।

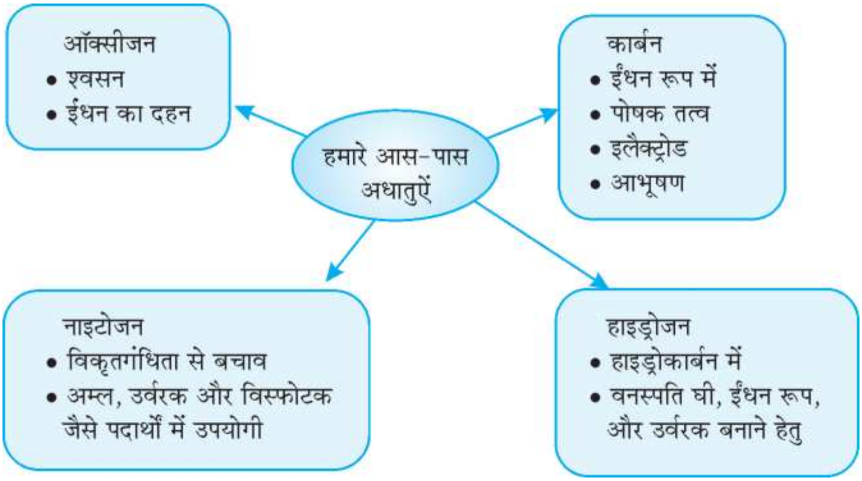
धातु एवं अधातु

वर्तमान में 118 तत्व ज्ञात हैं। इनमें 90 से अधिक धातुऐं, 22 अधातुऐं और कुछ उपधातु हैं।

सोडियम (Na), पोटाशियम (K) मैग्नीशियम (Mg), लोहा (Fc), एलूमिनियम (Al), कैल्शियम (Ca), बेरियम (Ba) धातुऐं हैं।


हमारे आस-पास धातुऐं
मशीन के पुर्जे और सुरक्षा उपकरण
इमारत, पुल, रेल-पटरी को बनाने में
आभूषण
बर्तन और सिक्के
हवाईजहाज, समुद्री-जहाज, गाड़ियों के निर्माण में

- ऑक्सजीन (O), हाइड्रोजन (H), नाइट्रोजन (N), सल्फर (S), फास्फोरस (P), फ्लूओरीन (F), क्लोरीन (Cl), ब्रोमीन (Br), आयोडिन (I), अधातुऐं हैं।


हमारे आस-पास अधातुऐं
ऑक्सीजन
• श्वसन
• ईंधन का दहन
कार्बन
• ईंधन रूप में
• पोषक तत्व
• इलैक्ट्रोड
• आभूषण
नाइटोजन
• विकृतगंधिता से बचाव
• अम्ल, उर्वरक और विस्फोटक जैसे पदार्थों में उपयोगी
हाइड्रोजन
• हाइड्रोकार्बन में
• वनस्पति घी, ईंधन रूप, और उर्वरक बनाने हेतु

धातुओं और अधातुओं में अंतर

	धातुऐं	अधातुऐं
●	मरकरी के अतिरिक्त कक्ष ताप पर सभी ठोस अवस्था में	क्लोरीन-गैस, आयोडीन-ठोस, ब्रोमीन द्रव्य
●	तन्य और आघातवर्ध्य	अधातुऐं तन्य और आघातवर्ध्य नहीं होती।

●	सामान्यत: उच्च गलनांक। सीजियम तथा गैलिमय का गलनांक निम्न	हीरे के अतिरिक्त सभी का गलनांक निम्न।
●	लैड तथा मर्करी के अतिरिक्त अधिकांशत: उष्मा से विद्युत के सुचालक	ग्रेफाइट के अतिरिक्त, सभी कुचालक।
●	ध्वानिक और चमक दर्शाने वाली	अधातुऐं ध्वानिक नहीं होती और चमकहीन होती हैं। आयोडीन और ग्रेफाइट में चमक होती है।
●	सामान्यत: उच्च घनत्व, लेकिन सोडियम और पोटाशियम का धनत्व कम होता है।	अधातुओं का घनत्व अपेक्षाकृत कम होता है।
●	धातु ऑक्साइड क्षारीय या उभयधर्मी होते है। रासायनिक गुणधर्म	अधातु ऑक्साइड की प्रकृति अम्लीय होती है।
●	धातुऐं तनु अम्ल से हाइड्रोजन को विस्थापित कर हाइड्रोजन गैस निर्मित करती है।	अधातु ऑक्साइड तनु अम्ल से हाइड्रोजन को विस्थपित नहीं करती।
●	धातु ऑक्साइड आयनिक होते है।	अधातु ऑक्साइड सहसंयोजी होते है।

1. वायु के साथ अभिक्रिया:

धातु वायु में जल सकते हैं, वायु से अभिक्रिया कर सकते हैं या अप्रभावित रहते है।

$$\text{धातु} + \text{ऑक्सीजन} \rightarrow \text{धातु ऑक्साइड}$$

- Na तथा K को आकस्मिक आग से रोकने के लिये किरोसीन तेल में डुबो कर रखा जाता है।
- Mg, Al, Zn, Pb वायु के साथ धीरे अभिक्रिया करते हैं। इन धातुओं पर ऑक्साइड की पतली सुरक्षा परत चढ़ जाती है।
- Mg वायु में जलने पर सफेद MgO बनाता है।
- Fe एवं Cu वायु में गर्म करने पर प्रज्वलित नहीं होते अपितु अपने ऑक्साइड बनाते हैं। ज्वाला में लौह चूर्ण डालने पर वे तेजी से जलने लगते हैं।
- Ag तथा Au (गोल्ड) ऑक्सीजन के साथ अभिक्रिया नहीं करते।

$$2Na + O_2 \rightarrow Na_2O$$

उभयधर्मी ऑक्साइड: वे धातु ऑक्साइड जो अम्ल तथा क्षार के अभिक्रिया करने के बाद लवण एवं जल उत्पन्न करते हैं। जैसे ZnO, Al_2O_3

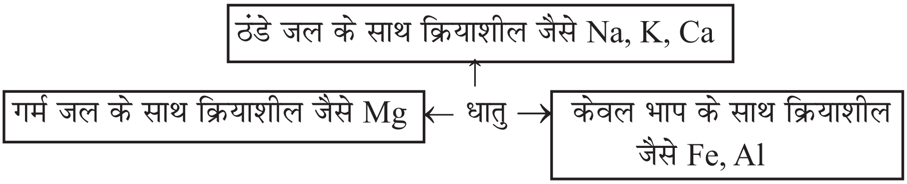
$$Al_2O_3 + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2O$$

$$Al_2O_3 + 2NaOH \rightarrow \underset{\text{(सोडियम एल्यूमिनेट)}}{2NaAlO_2} + H_2O$$

धातुओं का एनोडीकरण

इस प्रक्रम में एल्यूमिनियम को ऐनोड और ग्रेफाइट को कैथोड बनाया जाता है। सल्फ्यूरिक अम्ल के वैदयुत अपघटन के बाद ऑक्सीजन गैस उत्पन्न होती हे। ऑक्सीजन और एल्यूमिनियम की अभिक्रिया से, धातु की बाहरी सतह पर ऑक्साइड की मोटी परत बनती है।

जल के साथ अभिक्रिया: अलग-अलग धातुऐं जल के साथ भिन्न प्रकार से अभिक्रिया करती है। सभी धातुऐं जल से अभिक्रिया नहीं करती।


ठंडे जल के साथ क्रियाशील जैसे Na, K, Ca
गर्म जल के साथ क्रियाशील जैसे Mg
धातु
केवल भाप के साथ क्रियाशील जैसे Fe, Al

$$2K + 2H_2O \rightarrow 2KOH + H_2\uparrow$$

$$Ca + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2\uparrow$$

$$Mg + 2H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + H_2\uparrow$$

- Ca तथा Mg की जल से अभिक्रिया के दौरान उत्पन्न हाइड्रोजन गैस के बुलबुले धातु के साथ चिपक जाते हैं तथा धातु तैरना प्रारंभ कर देती है।

$$2Al + 3H_2O \rightarrow Al_2O_3 + 3H_2\uparrow$$

$$3Fe + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 4H_2\uparrow$$

3. तनु अम्लों के साथ अभिक्रिया:

धातु + तनु अम्ल → लवण + हाइड्रोजन गैस

(i) **सामान्यत:** धातुऐं तनु अम्ल (HCl तथा H_2SO_4) के साथ अभिक्रिया कर लवण तथा हाइड्रोजन उत्पन्न करती है।

$$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$$

$$Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2\uparrow$$

$$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$$

$$Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2\uparrow$$

- कॉपर, मर्करी एवं चाँदी तनु अम्लों के साथ अभिक्रिया नहीं करते।

(ii) **तनु नाइट्रिक अम्ल के साथ अभिक्रिया:** उत्पन्न H_2 गैस उपचयित हो H_2O उत्पन्न करती है, जब धातु नाइट्रिक अम्ल (HNO_3) के साथ अभिक्रिया करते हैं। (परंतु Mg एवं Mn धातुऐं, तनु नाइट्रिक अम्ल से अभिक्रिया करने पर, H_2 गैस बनाती है।)

ऐक्वारेजिया

ऐक्वारेजिया यह 3:1 के अनुपात में सांद्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल एवं सांद्र नाइट्रिक अम्ल का मिश्रण होता है। यह गोल्ड और प्लैटिनम को गलाने में समर्थ होता है।

4. **धातुओं की अन्य लवणों के साथ अभिक्रिया:**

धातु (क) + धातु (ख) का लवण विलयन → धातु (क) का लवण विलयन + धातु (ख)

- सभी धातुऐं सम-अभिक्रियाशील नहीं होती। अधिक क्रियाशील धातुऐं: अपने से कम क्रियाशील धातुओं को उनके यौगिक के विलयन या गलित अवस्था में विस्थापित करती है। यह तथ्य धातुओं की सक्रियता श्रेणी का आधार है।
- **सक्रियता श्रेणी:** वह सूची जिसमें धातुओं को क्रियाशीलता के अवरोही क्रम में व्यवस्थित किया गया है।

$K > Na > Ca > Mg > Al > Zn > Fe > Pb > H > Cu > Hg > Ag > Au$

(निम्न होती क्रियाशीलता) ⟶

$$Cu + 2AgNO_3 \rightarrow \underset{\text{(नीला)}}{Cu(NO_3)_2} + Ag$$

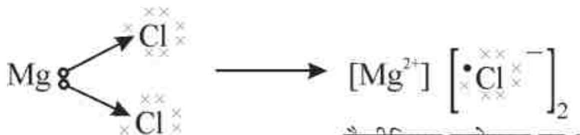
- कॉपर चाँदी से अधिक क्रियाशील होने के कारण चाँदी को विस्थापित करता है।

5. **धातुओं की अधातुओं के साथ अभिक्रिया:** तत्वों की अभिक्रियाशीलता, संयोजकता कोश को पूर्ण करने की प्रवृति के रूप में समझी जा सकती है।

- धातु के परमाणु, अपने संयोजकता कोश से इलेक्ट्रान त्याग करते हैं तथा धनायन बनाते हैं।
- अधातु के परमाणु, संयोजकता कोश में इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर ऋणायन बनाते है।
- विपरीत आवेशित आयन एक-दूसरे को आकर्षित करते हैं तथा मजबूत स्थिर वैद्युत बल में बँधकर आयनिक यौगिक बनाते हैं।
- $MgCl_2$ का निर्माण:

$$\underset{(2,8,2)}{Mg} \rightarrow \underset{\text{(2,8) मैग्नीशियम धनायन}}{Mg^{2+}} + 2e^-$$

$$\underset{(2,8,7)}{2Cl + 2e^-} \longrightarrow \underset{\text{(2,8,8) क्लोरीन ऋणायन}}{2Cl^-}$$



मैग्नीशियम क्लोराइड का अणु

- **आयनिक यौगिकों के गुणधर्म:**
- कठोर तथा भंगुर।
- उच्च गलनांक एवं क्वथनांक। मजबूत अंतर-आयनिक आकर्षण को तोड़ने के लिये ऊर्जा की पर्याप्त मात्रा में आवश्यकता।

- सामान्यत: जल में घुलनशील। किरोसीन एवं पैट्रोल में अघुलनशील।
- गलित अवस्था तथा विलयन रूप में विद्युत के सुचालक। इन अवस्थाओं में मुक्त आयन उपलब्ध होने के कारण विद्युत प्रवाहित होती है।
- **धातुओं की प्राप्ति:**
- **खनिज:** पृथ्वी में प्राकृतिक रूप से उपस्थित तत्वों एवं धातु के यौगिकों को खनिज कहते हैं।
- **अयस्क:** वे खनिज जिनमें कोई विशेष धातु प्रचुर मात्रा में होती है तथा उसे निकालना सरल और लाभकारी होता है।
- सक्रियता श्रेणी में निचली धातुऐं स्वतंत्र अवस्था में पाई जाती है। उदाहरण, गोल्ड, सिल्वर, कॉपर। यद्यपि कॉपर तथा सिल्वर सल्फाईड तथा ऑक्साइड अयस्क के रूप में प्राप्त होते हैं।
- सक्रियता श्रेणी में मध्य में उपस्थित धातु प्रमुखत: सल्फाईड, ऑक्साईड तथा कार्बोनेट अयस्क के रूप में प्राप्त होते हैं। उदाहरण– Zn, Fe, Pb। अधिक क्रियाशील धातुऐं स्वतंत्र रूप से नहीं मिलती। जैसे— पोटाशियम, सोडियम, कैल्शियम।
- **गैंग:** खनिज अयस्कों में मिट्टी, रेत जैसी अशुद्धियां होती हैं, जो गैंग कहलाती है।

धात्विकी: अयस्क से धातु प्राप्ति की क्रम-गत प्रक्रिया। ये क्रम इस प्रकार हैं।

- अयस्क का समृद्धिकरण/सांद्रिकरण।
- सांद्रित अयस्क से धातु की प्राप्ति।
- अशुद्ध से शुद्ध धातु की परिष्करण द्वारा प्राप्ति।

1. **सक्रियता श्रेणी में निचली धातुओं का निष्कर्षण:**

अयस्क को वायु में गर्म करके।

- सिनाबार से मर्करी की प्राप्ति

सल्फाइड $\xrightarrow{\Delta}$ ऑक्साइड $\xrightarrow{\Delta}$ धातु $\xrightarrow{\Delta}$ परिशुद्ध धातु

$HgS \xrightarrow{\Delta} HgO \xrightarrow{\Delta} Hg \xrightarrow{\Delta}$ Hg(परिशुद्ध)

- कॉपर सल्फाईड द्वारा कॉपर की प्राप्ति

$$2Cu_2S + 3O_2 \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} 2Cu_2O + 2SO_2$$

$$2Cu_2O + Cu_2S \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} 6Cu + SO_2$$

2. **सक्रियता श्रेणी के मध्य में स्थित धातुओं का निष्कर्षण:**

धातु को ऑक्साईड अयस्क से प्राप्त करना सुलभ होता है। इसी कारणवश सल्फाईड एवं कार्बोनेट अयस्कों को ऑक्साईड अयस्क में परिवर्तित किया जाता है।

- अयस्क को वायु में अधिक ताप पर गर्म करना।

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

यह प्रक्रम भर्जन कहलाता है।

- अयस्क को सीमित वायु में अधिक ताप पर गर्म करना

$$ZnCO_3 \xrightarrow{\text{तापन}} ZnO + CO_2$$

यह प्रक्रम निस्तापन कहलाता है।

- धातु आक्साईड का अपचयन

(i) कोयला प्रयोग करके: अपचयकारक के रूप में कोयला

$$ZnO + C \xrightarrow{\text{तापन}} Zn + CO$$

(ii) विस्थापन अभिक्रिया करके: अधिक क्रियाशील धातु जैसे Na,Ca तथा Al का प्रयोग कम क्रियाशील धातुओं को उनके यौगिकों से विस्थापित करने में किया जाता है।

$$MnO_2 + 4Al \xrightarrow{\text{तापन}} 3Mn + 2Al_2O_3 + \text{ऊष्मा}$$

$$Fe_2O_3 + 2Al \xrightarrow{\text{तापन}} 2Fe + Al_2O_3 + \text{ऊष्मा}$$

उपरोक्त अभिक्रिया में लोहा गलित रूप में प्राप्त होता है, जिसका उपयोग रेल की टूटी हुई पटरियों को जोड़ने में होता है। इस प्रक्रम को थर्मिट अभिक्रिया कहते है।

3. सक्रियता श्रेणी के शीर्ष में उपस्थित धातुओं का निष्कर्षण:

- इन धातुओं की बंधुता कार्बन की अपेक्षा ऑक्सीजन के प्रति अधिक होती है।
- इन धातुओं को वैद्युत-अपघटनी अपचयन के द्वारा प्राप्त करते हैं। सोडियम को उसके गलित क्लोराइड के विद्युत अपघटन द्वारा प्राप्त करते हैं।

$$NaCl \longrightarrow Na^+ + Cl^-$$

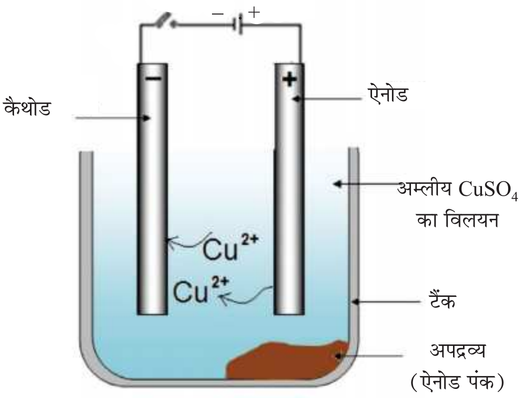
- विलयन अथवा गलित अवस्था में विद्युत प्रवाह में पश्चात् कैथोड (ऋण आवेशित) पर सोडियम निक्षेपित हो जाती है तथा ऐनोड (धन आवेशित) पर क्लोरीन मुक्त होती है।

कैथोड पर: $Na^+ + e^- \longrightarrow Na$

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

- **धातुओं का परिष्करण:**
- प्राप्त धातुओं की अशुद्धियों या अपद्रव्य को वैद्युत अपघटनी परिष्करण द्वारा हटाया जा सकता है। शुद्ध कॉपर को इस विधि से प्राप्त किया जाता है। वैद्युत अपघटनी परिष्करण में निम्नलिखित प्रयुक्त होते हैं।
- ऐनोड – अशुद्ध कॉपर धातु की छड़।
- कैथोड – शुद्ध कॉपर धातु की छड़।

- विलयन – कॉपर सल्फेट के जलीय विलयन के साथ सूक्ष्म मात्रा में तनु सल्फ्यूरिक अम्ल।
- विद्युत प्रवाह करने के पश्चात् ऐनोड में अशुद्ध धातु विद्युत अपघट्य में घुल जाती है। तथा उतनी ही मात्रा में शुद्ध कॉपर विद्युत अपघट्य से कैथोड पर निक्षेपित होती है।
- अविलेय अशुद्धियां ऐनोड तली पर निक्षेपित होती है, जिसे ऐनोड पंक कहते हैं।



- **संक्षारण:**

  धातुऐं अपने आसपास अम्ल, आर्द्रता आदि के संपर्क में आने पर संक्षारित होती है।
- **सिल्वर**– वायु में उपस्थित सल्फर के साथ अभिक्रिया कर सिल्वर सल्फाइड बनाता है तथा वस्तु काली हो जाती है।
- **लोहा** – आर्द्र वायु में लोहे पर भूरे रंग के पत्रकी पदार्थ की परत चढ़ जाती है, जिसे जंग कहते हैं। वायु तथा आर्द्रता लोहे पर जंग लगने के लिये आवश्यक है।
- **कॉपर** – आर्द्र कार्बन डाइऑक्साइड के साथ अभिक्रिया करके हरे रंग का क्षारीय कॉपर कार्बेनेट बनाता है।
- **संक्षारण से सुरक्षा:** लोहे को जंग लगने से पेंट करके, तेल लगाकर, ग्रीस लगाकर, यशदलेपन कर, क्रोमियम लेपन द्वारा, ऐनोडीकरण या मिश्रधातु बनाकर बचाया जा सकता है।
- लोहे एवं इस्पात को जंग से सुरक्षित रखने के लिये उनपर जस्ते (जिंक) की पतली परत चढ़ाई जाती है, इसे यशदलेपन प्रक्रम कहते हैं।
- **मिश्रधातु:** ये धातु तथा अन्य धातुओं अथवा अधातुओं का समांगी मिश्रण होते हैं।
- सूक्ष्म मात्रा में कार्बन का मिश्रण करने पर लोहा कठोर एवं प्रबल हो जाता है।
- लोहे में निकैल और क्रोमियम मिश्रित करने पर स्टेनलैस इस्पात प्राप्त होता है। जो कठोर एवं जंग-रोधी होता है।
- मर्करी (पारद) को अन्य तत्वों के साथ मिश्रित करने पर अमलगम निर्मित होते है।
- पीतल : कॉपर एवं जिंक की मिश्रधातु। (Cu+Zn)