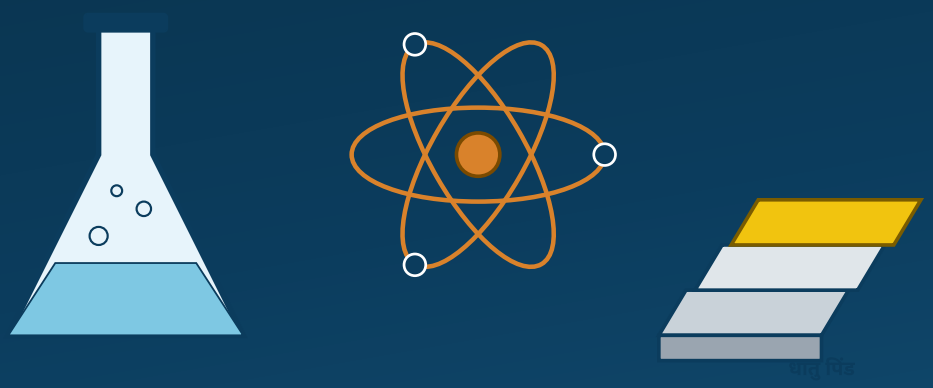
BIHAR BOARD · CLASS 10 · CHEMISTRY · CHAPTER 3

## Bihar Board Class 10 Science

# धातु एवं अधातु

## Metals and Non-metals

**Complete Exam-Oriented Study Material**




**इस सामग्री में शामिल**

- Physical Properties
- Chemical Properties
- Reactivity Series
- Ionic Compounds
- Extraction of Metals
- Corrosion
- Alloys
- Important Questions
- MCQs
- Quick Revision

सरल हिंदी · अंग्रेज़ी पारिभाषिक शब्द कोष्ठक में · नामांकित चित्र · हल प्रश्न · क्रियाकलाप · बोर्ड परीक्षा पर केंद्रित

# विषय-सूची
Table of Contents

**भाग 1 : धातु एवं अधातु : परिचय व भौतिक गुण ..... 4**
1. धातु (Metal) क्या हैं? ..... 4
2. अधातु (Non-metal) क्या हैं? ..... 4
3. धातुओं के भौतिक गुण (Physical Properties of Metals) ..... 5
4. धातुओं के भौतिक गुणों के महत्वपूर्ण अपवाद (Important Exceptions) ..... 6
5. अधातुओं के भौतिक गुण (Physical Properties of Non-metals) ..... 6
6. धातु बनाम अधातु : विस्तृत तुलना (Metals vs Non-metals) ..... 7

**भाग 2 : धातुओं के रासायनिक गुण ..... 7**
7. धातु + ऑक्सीजन → धातु ऑक्साइड ..... 8
8. उभयधर्मी ऑक्साइड (Amphoteric Oxides) ..... 8
9. धातु + जल (Metals and Water) ..... 9
10. धातु + अम्ल (Metals and Acids) ..... 9
11. धातु + अन्य धातु के लवण का विलयन (विस्थापन अभिक्रिया) ..... 10
12. धातु + अधातु : आयनिक यौगिक का निर्माण ..... 10
13. अभिक्रियाशीलता श्रेणी (Reactivity Series) ..... 10
14. अभिक्रियाशीलता श्रेणी याद रखने की ट्रिक (Mnemonic) ..... 11

**भाग 3 : अधातुओं के रासायनिक गुण ..... 12**
15. अधातु + ऑक्सीजन → अधातु ऑक्साइड ..... 12

**भाग 4 : आयनिक यौगिक ..... 13**
16. आयनिक बंध (Ionic Bond) तथा आयनिक यौगिक ..... 13
17. सोडियम क्लोराइड (NaCl) का निर्माण ..... 13
18. मैग्नीशियम क्लोराइड ($MgCl_2$) का निर्माण ..... 13
19. आयनिक यौगिकों की संरचना (Structure) ..... 14
20. आयनिक यौगिकों के गुण तथा उनके कारण ..... 15
21. आयनिक यौगिक विद्युत का चालन क्यों करते हैं? ..... 15
22. आयनिक तथा सहसंयोजी यौगिक : संक्षिप्त तुलना ..... 15

**भाग 5 : धातुओं का निष्कर्षण (धातुकर्म) ..... 16**
23. धातुकर्म (Metallurgy) क्या है? ..... 16
24. खनिज (Mineral) तथा अयस्क (Ore) ..... 16
25. अयस्क का सांद्रण (Concentration of Ore) ..... 17
26. अभिक्रियाशीलता के अनुसार निष्कर्षण (Extraction According to Reactivity) ..... 17
27. अत्यधिक अभिक्रियाशील धातुओं का निष्कर्षण ..... 17
28. ऐलुमिनियम का निष्कर्षण (Extraction of Aluminium) ..... 18
29. मध्यम अभिक्रियाशील धातुओं का निष्कर्षण ..... 19
30. धातु ऑक्साइडों का अपचयन (Reduction of Metal Oxides) ..... 19
31. लोहे का निष्कर्षण (Extraction of Iron) – वात्या भट्ठी ..... 20
32. जिंक का निष्कर्षण (Extraction of Zinc) ..... 21
33. ताँबे का निष्कर्षण (Extraction of Copper) ..... 21
34. धातुओं का परिष्करण (Refining of Metals) ..... 22

**भाग 6 : संक्षारण (जंग) तथा मिश्रधातुएँ ..... 23**
35. संक्षारण (Corrosion) क्या है? ..... 23
36. लोहे में जंग लगना (Rusting of Iron) ..... 23
37. संक्षारण से बचाव (Prevention of Corrosion) ..... 24

38. यशदलेपन / गैल्वनीकरण (Galvanisation) ..... 24
39. मिश्रधातु (Alloys) ..... 25
40. मिश्रधातुएँ क्यों बनाई जाती हैं? ..... 26

**भाग 7 : धातुओं व अधातुओं के उपयोग ..... 26**
41. धातुओं के महत्वपूर्ण उपयोग ..... 26
42. अधातुओं के महत्वपूर्ण उपयोग ..... 26

**भाग 8 : अभिक्रियाएँ, परिभाषाएँ तथा तुलनात्मक सारणियाँ ..... 27**
43. अध्याय की महत्वपूर्ण रासायनिक अभिक्रियाएँ (Important Chemical Equations) ..... 27
44. महत्वपूर्ण अभिक्रियाओं की पहचान ..... 28
45. महत्वपूर्ण परिभाषाएँ (Important Definitions) ..... 29
46. महत्वपूर्ण अंतर (Important Differences) ..... 29
47. चित्र-सूची (Diagram Index) ..... 30

**भाग 9 : प्रायोगिक / क्रियाकलाप आधारित प्रश्न ..... 31**
48. महत्वपूर्ण क्रियाकलाप (Activities) ..... 31

**भाग 10 : हल किए गए प्रश्न (Solved Questions) ..... 32**
49. हल किए गए 24 अवधारणात्मक प्रश्न ..... 32

**भाग 11 : अभिक्रियाशीलता श्रेणी आधारित प्रश्न ..... 34**
50. अभिक्रियाशीलता श्रेणी पर आधारित प्रश्न ..... 34

**भाग 12 : बोर्ड परीक्षा के लिए महत्वपूर्ण प्रश्न ..... 35**
51. लघु उत्तरीय तथा दीर्घ उत्तरीय प्रश्न ..... 35

**भाग 13 : बहुविकल्पीय प्रश्न (MCQs) ..... 36**
52. 40 महत्वपूर्ण बहुविकल्पीय प्रश्न ..... 36
53. उत्तर-कुंजी (Answer Key) ..... 39

**भाग 14 : त्वरित पुनरावृत्ति (Quick Revision) ..... 40**
54. एक नज़र में पूरा अध्याय ..... 40

# भाग 1 : धातु एवं अधातु : परिचय व भौतिक गुण

Introduction and Physical Properties of Metals and Non-metals

हमारे आसपास पाई जाने वाली सभी वस्तुएँ तत्वों (Elements) या उनके यौगिकों से बनी हैं। अब तक ज्ञात लगभग 118 तत्वों को उनके गुणों के आधार पर मुख्यतः तीन वर्गों में बाँटा गया है — **धातु (Metals)**, **अधातु (Non-metals)** तथा **उपधातु (Metalloids)**। उपधातुओं (जैसे सिलिकॉन, जर्मेनियम) में धातु और अधातु दोनों के गुण होते हैं। इस अध्याय में हम मुख्यतः धातुओं और अधातुओं का अध्ययन करेंगे।

## 1. धातु (Metal) क्या हैं?

वे तत्व जो चमकीले, कठोर, आघातवर्ध्य (Malleable), तन्य (Ductile) तथा ऊष्मा और विद्युत के अच्छे चालक होते हैं, **धातु** कहलाते हैं। रासायनिक दृष्टि से धातुएँ अपने बाहरी कक्ष (Valence Shell) से इलेक्ट्रॉन त्यागकर **धनायन (Cation / Positive Ion)** बनाने की प्रवृत्ति रखती हैं।

| धातु (Metal) | प्रतीक | आयन | प्रमुख विशेषता |
|---|---|---|---|
| लोहा (Iron) | Fe | $Fe^{2+}$, $Fe^{3+}$ | निर्माण-कार्य व मशीनों में उपयोग; जंग लगता है |
| ताँबा (Copper) | Cu | $Cu^{+}$, $Cu^{2+}$ | विद्युत का उत्तम चालक; तार बनाने में प्रयुक्त |
| ऐलुमिनियम (Aluminium) | Al | $Al^{3+}$ | हल्की, आघातवर्ध्य; सतह पर सुरक्षात्मक ऑक्साइड परत |
| जिंक / यशद (Zinc) | Zn | $Zn^{2+}$ | गैल्वनीकरण में प्रयुक्त |
| सोडियम (Sodium) | Na | $Na^{+}$ | अत्यंत अभिक्रियाशील, नरम; केरोसिन में संग्रहित |
| मैग्नीशियम (Magnesium) | Mg | $Mg^{2+}$ | चमकदार सफेद लौ के साथ जलता है |
| कैल्शियम (Calcium) | Ca | $Ca^{2+}$ | जल से अभिक्रिया करता है; हड्डियों/दाँतों में यौगिक रूप में |
| सोना (Gold) | Au | $Au^{3+}$, $Au^{+}$ | अत्यंत कम अभिक्रियाशील, चमकदार; आभूषण |
| चाँदी (Silver) | Ag | $Ag^{+}$ | ऊष्मा व विद्युत की सर्वोत्तम चालक |

**महत्वपूर्ण बिंदु (Important Point)**

**धातु ⟶ इलेक्ट्रॉन त्यागते हैं ⟶ धनायन बनाते हैं।** उदाहरण : $Na \rightarrow Na^{+} + e^{-}$ ; $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^{-}$ ; $Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^{-}$

इसी कारण धातुओं को **विद्युत धनात्मक (Electropositive)** तत्व कहते हैं।

## 2. अधातु (Non-metal) क्या हैं?

वे तत्व जो प्रायः मंद (Dull), भंगुर (Brittle), आघातवर्ध्य व तन्य नहीं होते तथा ऊष्मा और विद्युत के कुचालक होते हैं, **अधातु** कहलाते हैं। अधातुएँ सामान्यतः इलेक्ट्रॉन **ग्रहण (Gain)** करके ऋणायन (Anion) बनाती हैं या इलेक्ट्रॉन **साझा (Share)** करके सहसंयोजी बंध (Covalent Bond) बनाती हैं।

| अधातु (Non-metal) | प्रतीक | सामान्य अवस्था (कक्ष ताप पर) | आयन / बंध |
|---|---|---|---|
| ऑक्सीजन (Oxygen) | O | गैस | $O^{2-}$ (आयनिक यौगिकों में); सहसंयोजी भी |
| नाइट्रोजन (Nitrogen) | N | गैस | $N^{3-}$ ; सहसंयोजी बंध |

| अधातु (Non-metal) | प्रतीक | सामान्य अवस्था (कक्ष ताप पर) | आयन / बंध |
|---|---|---|---|
| सल्फर / गंधक (Sulphur) | S | ठोस (पीला) | $S^{2-}$ ; सहसंयोजी |
| कार्बन (Carbon) | C | ठोस | सहसंयोजी बंध बनाता है |
| क्लोरीन (Chlorine) | Cl | गैस (हरी-पीली) | $Cl^-$ |
| ब्रोमीन (Bromine) | Br | द्रव (लाल-भूरा) | $Br^-$ |
| आयोडीन (Iodine) | I | ठोस (बैंगनी-काला) | $I^-$ |
| फॉस्फोरस (Phosphorus) | P | ठोस | सहसंयोजी बंध |

**महत्वपूर्ण बिंदु (Important Point)**

**अधातु ⟶ इलेक्ट्रॉन ग्रहण करते हैं ⟶ ऋणायन बनाते हैं** ($Cl + e^- \rightarrow Cl^-$ ; $O + 2e^- \rightarrow O^{2-}$) **या इलेक्ट्रॉन साझा करते हैं।**

इसी कारण अधातुओं को **विद्युत ऋणात्मक (Electronegative)** तत्व कहते हैं।

## 3. धातुओं के भौतिक गुण (Physical Properties of Metals)

धातुओं के प्रमुख भौतिक गुण नीचे उदाहरण सहित दिए गए हैं :

| क्र. | गुण | स्पष्टीकरण | उदाहरण |
|---|---|---|---|
| 1 | चमक (Lustre) | शुद्ध धातु की ताज़ा कटी सतह चमकदार होती है। इसे **धात्विक चमक** कहते हैं। | सोना, चाँदी, ऐलुमिनियम; आभूषण व दर्पण की परत |
| 2 | कठोरता (Hardness) | अधिकतर धातुएँ कठोर होती हैं। कठोरता भिन्न-भिन्न धातुओं में अलग होती है। | लोहा, टंगस्टन कठोर; सोडियम नरम |
| 3 | आघातवर्ध्यता (Malleability) | हथौड़े से पीटने पर पतली चादर (पन्नी) बनने का गुण। | सोना व चाँदी सर्वाधिक आघातवर्ध्य; ऐलुमिनियम फॉइल |
| 4 | तन्यता (Ductility) | खींचकर पतले तार बनाने का गुण। | सोना सर्वाधिक तन्य (1 g सोने से लगभग 2 km तार); ताँबे के तार |
| 5 | ध्वनि-उत्पादकता (Sonority) | किसी कठोर वस्तु से चोट करने पर ध्वनि उत्पन्न करना। | स्कूल की घंटी, मंदिर की घंटी, घड़ियाल |
| 6 | ऊष्मा की सुचालकता | धातुएँ ऊष्मा का तेज़ी से संचरण करती हैं। | बर्तन ताँबे/ऐलुमिनियम/स्टील के; चाँदी व ताँबा सर्वोत्तम |
| 7 | विद्युत की सुचालकता | मुक्त इलेक्ट्रॉनों के कारण विद्युत धारा प्रवाहित होती है। | तार ताँबे व ऐलुमिनियम के; चाँदी सर्वोत्तम चालक |
| 8 | उच्च गलनांक व क्वथनांक | अधिकतर धातुओं के गलनांक/क्वथनांक ऊँचे होते हैं। | टंगस्टन (≈3422 °C) – बल्ब का तंतु; लोहा (≈1538 °C) |
| 9 | कक्ष ताप पर अवस्था | अधिकांश धातुएँ ठोस होती हैं। | लोहा, ताँबा, ऐलुमिनियम, जिंक – सभी ठोस |
| 10 | घनत्व | अधिकतर धातुओं का घनत्व अधिक होता है। | सीसा (Pb), सोना भारी; Li, Na, K जल से हल्के |

**तथ्य / सूत्र (Fact Box)**

**चालकता का क्रम (विद्युत)** : Ag > Cu > Au > Al > W ...

**सर्वाधिक आघातवर्ध्य व तन्य** : सोना (Au) | **सर्वाधिक सुचालक** : चाँदी (Ag) | **द्रव धातु** : पारा (Hg)

**महत्वपूर्ण बिंदु (Important Point)**

**धातुओं में विद्युत चालकता का कारण :** धातु के परमाणुओं के बाहरी इलेक्ट्रॉन किसी एक परमाणु से बँधे नहीं रहते, वे पूरे जालक (Lattice) में स्वतंत्र रूप से घूमते हैं। इन्हें **मुक्त इलेक्ट्रॉन (Free Electrons)** या इलेक्ट्रॉन-सागर कहते हैं। विभवांतर लगाने पर ये एक दिशा में गति करते हैं और धारा बहती है।

## 4. धातुओं के भौतिक गुणों के महत्वपूर्ण अपवाद (Important Exceptions)

**महत्वपूर्ण अपवाद (Exceptions)**

- **पारा (Mercury, Hg)** एक ऐसी धातु है जो कक्ष ताप पर **द्रव** अवस्था में होती है।
- **सोडियम (Na), पोटैशियम (K) व लिथियम (Li)** इतने नरम हैं कि चाकू से काटे जा सकते हैं। इनके गलनांक भी कम होते हैं, तथा ये जल से हल्के(Li, Na, K का घनत्व < जल) होते हैं।
- **गैलियम (Ga) व सीज़ियम (Cs)** के गलनांक बहुत कम (लगभग 30 °C) हैं; हथेली की गर्मी से गैलियम पिघलने लगता है।
- **सीसा (Pb) व पारा (Hg)** ऊष्मा के अपेक्षाकृत कुचालक हैं।
- सभी धातुएँ कठोर नहीं होतीं (Na, K नरम), और सभी धातुएँ ध्वनि-उत्पादक भी समान रूप से नहीं होतीं।

**परीक्षा बिंदु (Exam Point)**

बोर्ड परीक्षा में पूछा जाता है — "वह धातु जो द्रव है" (पारा) ; "वे धातुएँ जिन्हें चाकू से काटा जा सकता है" (Li, Na, K) ; "सबसे अच्छी चालक धातु" (चाँदी)। इन्हें याद रखें।

## 5. अधातुओं के भौतिक गुण (Physical Properties of Non-metals)

- **मंद (Dull)** : प्रायः चमकहीन होती हैं।
- **भंगुर (Brittle)** : ठोस अधातुएँ पीटने पर टूटकर चूर्ण हो जाती हैं (जैसे सल्फर, फॉस्फोरस)।
- **आघातवर्ध्य नहीं** तथा **तन्य नहीं** – इनसे चादर या तार नहीं बनाए जा सकते।
- **ऊष्मा व विद्युत की कुचालक (Poor Conductors)**।
- प्रायः **कम घनत्व** तथा अपेक्षाकृत **कम गलनांक/क्वथनांक**।
- **विभिन्न भौतिक अवस्थाएँ** : ठोस (C, S, P, $I_2$), द्रव ($Br_2$), गैस ($H_2$, $N_2$, $O_2$, $Cl_2$)।
- ठोस अधातुएँ सामान्यतः **ध्वनि उत्पन्न नहीं** करतीं (Non-sonorous)।

**महत्वपूर्ण अपवाद (Exceptions)**

- **आयोडीन ($I_2$)** अधातु होते हुए भी **चमकीला** है (बैंगनी-काला, चमकदार क्रिस्टल)।
- **ग्रेफाइट (Graphite)**, कार्बन का अपररूप, **विद्युत का सुचालक** है (इसी कारण बैटरी/इलेक्ट्रोड में प्रयुक्त)।
- **हीरा (Diamond)**, कार्बन का अपररूप, ज्ञात **सर्वाधिक कठोर** प्राकृतिक पदार्थ है तथा इसका गलनांक/क्वथनांक बहुत ऊँचा है।
- **ब्रोमीन ($Br_2$)** कक्ष ताप पर **द्रव अधातु** है।
- हीरे का अपवर्तनांक (Refractive Index) बहुत अधिक होता है, इसलिए वह चमकता है।

## 6. धातु बनाम अधातु : विस्तृत तुलना (Metals vs Non-metals)

| गुण (Property) | धातुएँ (Metals) | अधातुएँ (Non-metals) |
|---|---|---|
| चमक (Lustre) | चमकदार | प्रायः मंद (अपवाद : आयोडीन) |
| आघातवर्ध्यता (Malleability) | आघातवर्ध्य | आघातवर्ध्य नहीं, भंगुर |
| तन्यता (Ductility) | तन्य | तन्य नहीं |
| चालकता (Conductivity) | ऊष्मा व विद्युत की सुचालक | कुचालक (अपवाद : ग्रेफाइट) |
| ध्वनि-उत्पादकता (Sonority) | ध्वनि उत्पन्न करती हैं | ध्वनि उत्पन्न नहीं करतीं |
| अवस्था (State) | प्रायः ठोस (अपवाद : Hg द्रव) | ठोस, द्रव ($Br_2$) या गैस |
| कठोरता | प्रायः कठोर (Na, K नरम) | प्रायः नरम (हीरा अपवाद) |
| गलनांक / क्वथनांक | प्रायः उच्च | प्रायः निम्न |
| इलेक्ट्रॉन प्रवृत्ति | इलेक्ट्रॉन त्यागती हैं → धनायन | इलेक्ट्रॉन ग्रहण/साझा → ऋणायन/सहसंयोजी |
| ऑक्साइड का स्वभाव | प्रायः क्षारीय (कुछ उभयधर्मी) | प्रायः अम्लीय (कुछ उदासीन) |
| अपचायक/ऑक्सीकारक | प्रायः अपचायक (Reducing agents) | प्रायः ऑक्सीकारक (Oxidising agents) |

# भाग 2 : धातुओं के रासायनिक गुण

Chemical Properties of Metals

धातुओं के रासायनिक गुणों का अध्ययन पाँच प्रमुख अभिक्रियाओं के आधार पर किया जाता है : (1) ऑक्सीजन के साथ, (2) जल के साथ, (3) अम्लों के साथ, (4) अन्य धातुओं के लवण विलयनों के साथ तथा (5) अधातुओं के साथ। अलग-अलग धातुओं की अभिक्रियाशीलता (Reactivity) भिन्न होती है।

## 7. धातु + ऑक्सीजन → धातु ऑक्साइड

**अभिक्रिया (Reaction Box)**

**सामान्य अभिक्रिया :** धातु + ऑक्सीजन → धातु ऑक्साइड (Metal Oxide)

$$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO \quad \text{(चमकदार सफेद लौ के साथ जलना)}$$

$$4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$$

$$4Na + O_2 \rightarrow 2Na_2O$$

$$2Cu + O_2 \rightarrow \text{(गर्म करने पर)}\ 2CuO \quad \text{(काला कॉपर(II) ऑक्साइड)}$$

$$3Fe + 2O_2 \rightarrow Fe_3O_4$$

- **Na व K** हवा में खुले रखने पर तेज़ी से जलने लगते हैं, इसलिए इन्हें **केरोसिन तेल में डुबोकर** रखा जाता है।
- **Mg** को जलाने से पहले रेगमाल से रगड़कर साफ किया जाता है क्योंकि उस पर MgO की परत होती है।
- **Al** पर ऑक्साइड ($Al_2O_3$) की पतली, कठोर परत बन जाती है जो भीतर की धातु को आगे अभिक्रिया से बचाती है; इसी कारण ऐलुमिनियम पर आसानी से जंग नहीं लगता। इस प्रक्रिया को **एनोडीकरण (Anodising)** द्वारा और मोटा किया जा सकता है।
- **Cu** गर्म करने पर काले CuO में बदलती है; **Ag, Au** सामान्यतः ऑक्सीजन से अभिक्रिया नहीं करते।

**महत्वपूर्ण बिंदु (Important Point)**

**अधिकांश धातु ऑक्साइड क्षारीय (Basic)** होते हैं। जल में घुलनशील क्षारीय ऑक्साइड जल से क्षार (Alkali) बनाते हैं :

$$Na_2O + H_2O \rightarrow 2NaOH$$

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

लाल लिटमस → नीला (क्षार के कारण)।

## 8. उभयधर्मी ऑक्साइड (Amphoteric Oxides)

कुछ धातु ऑक्साइड **अम्ल तथा क्षार दोनों से अभिक्रिया** करके लवण और जल बनाते हैं। इन्हें **उभयधर्मी ऑक्साइड** कहते हैं। उदाहरण : **ऐलुमिनियम ऑक्साइड ($Al_2O_3$)**, **जिंक ऑक्साइड (ZnO)**। (अन्य : PbO, SnO)

**अभिक्रिया (Reaction Box)**

**अम्ल के साथ (क्षारीय व्यवहार) :**

$$ZnO + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2O$$

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

**क्षार के साथ (अम्लीय व्यवहार) :**

$$ZnO + 2NaOH \rightarrow Na_2ZnO_2 + H_2O \quad \text{(सोडियम जिंकेट)}$$

$$Al_2O_3 + 2NaOH \rightarrow 2NaAlO_2 + H_2O \quad \text{(सोडियम ऐलुमिनेट)}$$

**परीक्षा बिंदु (Exam Point)**

**परिभाषा (Exam Ready) :** वे धातु ऑक्साइड जो अम्ल तथा क्षार दोनों से अभिक्रिया करके लवण और जल देते हैं, उभयधर्मी ऑक्साइड कहलाते हैं।

## 9. धातु + जल (Metals and Water)

धातुओं की जल के साथ अभिक्रिया की तीव्रता उनकी अभिक्रियाशीलता पर निर्भर करती है। सामान्य रूप में :

**धातु + जल → धातु ऑक्साइड + $H_2$ (धातु ऑक्साइड जल में घुलनशील हो तो → धातु हाइड्रॉक्साइड)**

| धातु | जल के साथ अभिक्रिया | समीकरण |
|---|---|---|
| K | ठंडे जल से **अत्यंत तीव्र**; इतनी ऊष्मा निकलती है कि मुक्त $H_2$ आग पकड़ लेता है (विस्फोटक) | $2K + 2H_2O \rightarrow 2KOH + H_2$ |
| Na | ठंडे जल से **तीव्र**; सतह पर दौड़ता है, $H_2$ जल सकता है | $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$ |
| Ca | ठंडे जल से **कम तीव्र**; बुलबुले चिपकने से टुकड़े तैरते हैं; $H_2$ नहीं जलता | $Ca + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2$ |
| Mg | ठंडे जल से नहीं; **गर्म जल** से अभिक्रिया करता है (तथा भाप से) | $Mg + 2H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + H_2$ |
| Al | ठंडे/गर्म जल से नहीं; **भाप** से अभिक्रिया | $2Al + 3H_2O \rightarrow Al_2O_3 + 3H_2$ |
| Zn | ठंडे/गर्म जल से नहीं; **भाप** से अभिक्रिया | $Zn + H_2O \rightarrow ZnO + H_2$ |
| Fe | ठंडे/गर्म जल से नहीं; **भाप** से (धीमी) | $3Fe + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 4H_2$ |
| Cu | जल व भाप से कोई अभिक्रिया नहीं | — कोई अभिक्रिया नहीं — |

**महत्वपूर्ण बिंदु (Important Point)**

- **K और Na** इतनी तेज़ी से अभिक्रिया करते हैं कि इन्हें **केरोसिन** में रखा जाता है।
- जल की **भाप** से अभिक्रिया करने पर Al, Zn, Fe (तथा Mg) **ऑक्साइड** बनाते हैं, हाइड्रॉक्साइड नहीं।
- $H_2$ की पहचान : जलती तीली/मोमबत्ती पास लाने पर **"पॉप" की ध्वनि** के साथ जलती है।

## 10. धातु + अम्ल (Metals and Acids)

**अभिक्रिया (Reaction Box)**

**सामान्य अभिक्रिया :** धातु + तनु अम्ल → लवण + हाइड्रोजन गैस

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

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

$$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow \quad \text{(आयरन(II) क्लोराइड; } FeCl_3 \text{ नहीं बनता)}$$

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

$$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2\uparrow$$

### हाइड्रोजन गैस की पहचान (Test for Hydrogen)

परखनली के मुँह पर जलती हुई मोमबत्ती/तीली ले जाने पर गैस **"पॉप" ध्वनि** के साथ जलती है। हाइड्रोजन ज्वलनशील है पर स्वयं दहन-सहायक नहीं।

**महत्वपूर्ण अपवाद (Exceptions)**

- **Cu, Hg, Ag, Au** तनु HCl तथा तनु $H_2SO_4$ से अभिक्रिया नहीं करते (ये H से नीचे हैं)।
- धातुएँ **नाइट्रिक अम्ल ($HNO_3$)** से अभिक्रिया करने पर सामान्यतः $H_2$ **नहीं** देतीं, क्योंकि $HNO_3$ प्रबल ऑक्सीकारक है और उत्पन्न $H_2$ को ऑक्सीकृत करके जल बना देता है; स्वयं नाइट्रोजन के ऑक्साइडों (NO, $NO_2$ आदि) में अपचयित होता है। केवल Mg व Mn बहुत तनु $HNO_3$ से $H_2$ देते हैं।
- **अम्लराज (Aqua Regia)** : सांद्र HCl : सांद्र $HNO_3$ का 3 : 1 अनुपात में ताज़ा मिश्रण। यह **सोना (Au) व प्लैटिनम (Pt)** को गला सकता है, जिन्हें कोई एकल अम्ल नहीं गलाता।

## 11. धातु + अन्य धातु के लवण का विलयन (विस्थापन अभिक्रिया)

अधिक अभिक्रियाशील धातु, कम अभिक्रियाशील धातु को उसके लवण के विलयन से **विस्थापित** कर देती है। इसे **विस्थापन अभिक्रिया (Displacement Reaction)** कहते हैं।

**अभिक्रिया (Reaction Box)**

**अधिक अभिक्रियाशील धातु + कम अभिक्रियाशील धातु का लवण → नया लवण + कम अभिक्रियाशील धातु**

$$Fe + CuSO_4 \rightarrow FeSO_4 + Cu$$

$$Zn + CuSO_4 \rightarrow ZnSO_4 + Cu$$

$$Zn + FeSO_4 \rightarrow ZnSO_4 + Fe$$

$$Cu + 2AgNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag$$

$$Pb + CuCl_2 \rightarrow PbCl_2 + Cu$$

**प्रेक्षण ($Fe + CuSO_4$) :** नीला विलयन धीरे-धीरे हल्का हरा ($FeSO_4$ के कारण) हो जाता है तथा लोहे की कील पर लाल-भूरा ताँबा जमा हो जाता है।

**परीक्षा बिंदु (Exam Point)**

$Cu + FeSO_4 \rightarrow$ कोई अभिक्रिया नहीं (क्योंकि Cu, Fe से कम अभिक्रियाशील है)। ऐसे प्रश्न "क्या अभिक्रिया होगी?" में पहले श्रेणी में स्थान देखें।

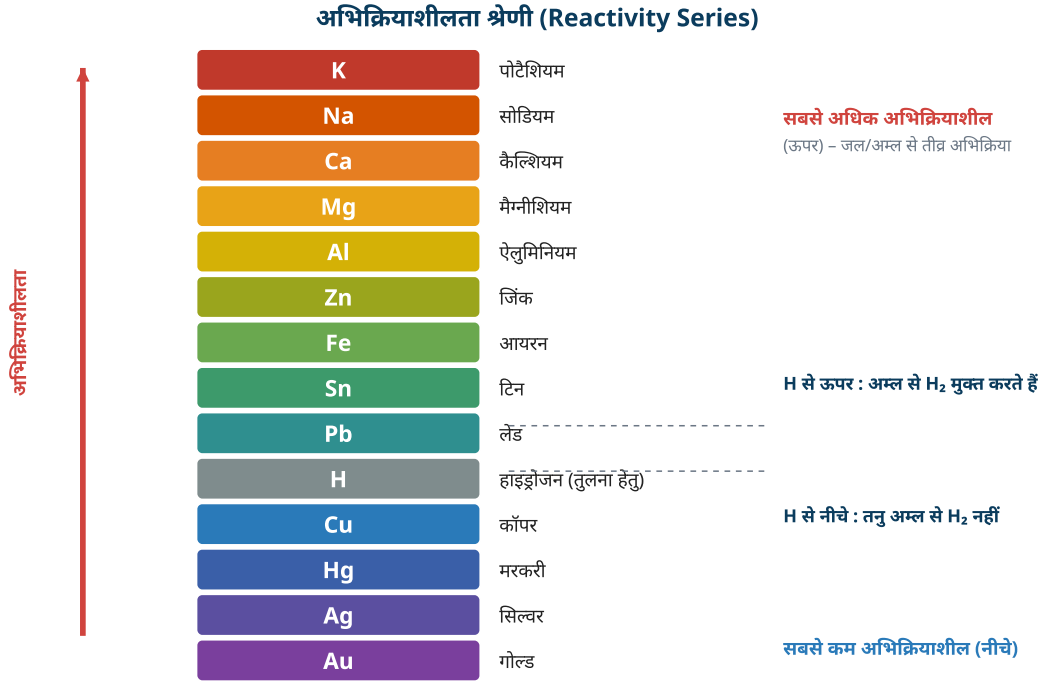
## 12. धातु + अधातु : आयनिक यौगिक का निर्माण

धातुएँ अधातुओं के साथ सीधे संयोग करके **आयनिक यौगिक** बनाती हैं। धातु इलेक्ट्रॉन देती है और अधातु ग्रहण करती है।

$$2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl \quad | \quad Mg + Cl_2 \rightarrow MgCl_2 \quad | \quad Fe + S \rightarrow \text{(गर्म करने पर)}\ FeS$$

## 13. अभिक्रियाशीलता श्रेणी (Reactivity Series)

धातुओं को उनकी अभिक्रियाशीलता के घटते क्रम में जिस सूची में रखा जाता है, उसे **अभिक्रियाशीलता श्रेणी** या **क्रियाशीलता श्रेणी** कहते हैं। यह इस अध्याय का सबसे महत्वपूर्ण भाग है।




चित्र : अभिक्रियाशीलता श्रेणी (ऊपर से नीचे अभिक्रियाशीलता घटती है)

**तथ्य / सूत्र (Fact Box)**

**K > Na > Ca > Mg > Al > Zn > Fe > Sn > Pb > [H] > Cu > Hg > Ag > Au**

H धातु नहीं है, किंतु तुलना के लिए श्रेणी में रखा जाता है।

### श्रेणी के उपयोग

| क्षेत्र | श्रेणी से क्या पता चलता है |
|---|---|
| विस्थापन अभिक्रिया | ऊपर की धातु नीचे की धातु को उसके लवण से विस्थापित करती है (Fe, Cu को; Zn, Fe को आदि) |
| जल के साथ अभिक्रिया | K, Na, Ca ठंडे जल से; Mg गर्म जल से; Al, Zn, Fe भाप से; Cu आदि नहीं |
| अम्ल के साथ अभिक्रिया | केवल H से ऊपर की धातुएँ तनु अम्ल से $H_2$ मुक्त करती हैं |
| निष्कर्षण की विधि | जितनी ऊपर की धातु, उतनी कठिन विधि (विद्युत अपघटन); नीचे की धातुएँ सरल विधि से |
| अभिक्रियाशीलता की तुलना | दो धातुओं में कौन अधिक क्रियाशील है — श्रेणी में स्थान से पता चलता है |
| जंग/संक्षारण | अधिक क्रियाशील धातु (Zn, Mg) कम क्रियाशील (Fe) की रक्षा करती है |

## 14. अभिक्रियाशीलता श्रेणी याद रखने की ट्रिक (Mnemonic)

नीचे एक सरल वाक्य दिया गया है, जिसका हर शब्द श्रेणी के क्रमानुसार एक तत्व की याद दिलाता है :

| K | Na | Ca | Mg | Al | Zn | Fe | Sn | Pb | H | Cu | Hg | Ag | Au |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **K**ing | **Na**ughty | **Ca**t | **Mag**ician | **Al**ways | **Z**ips | **Fe**arlessly | **S**ings | **P**retty | **H**appy | **Cu**te | **H**ungry | **Ag**ile | **Au**strali |

**हिंदी में बोलकर याद करें :** "का-ना-कैमैग-अल-ज़िं-फेसन-पब-हाइ-कूहग-अग-औ " (का = K, ना = Na, कै= Ca, मैग = Mg, अल = Al, ज़िं = Zn, फे= Fe, सन = Sn, पब = Pb, हाइ = H, कू= Cu, हग = Hg, अग = Ag, औ = Au)।

**परीक्षा बिंदु (Exam Point)**

Mnemonic केवल **क्रम याद रखने में सहायक** है। परीक्षा में उत्तर लिखते समय अभिक्रिया का कारण (अधिक अभिक्रियाशील धातु विस्थापित करती है) अवश्य लिखें।

# भाग 3 : अधातुओं के रासायनिक गुण

Chemical Properties of Non-metals

## 15. अधातु + ऑक्सीजन → अधातु ऑक्साइड

**अभिक्रिया (Reaction Box)**

**सामान्य अभिक्रिया :** अधातु + ऑक्सीजन → अधातु ऑक्साइड

$$C + O_2 \rightarrow CO_2 \quad \text{(कार्बन डाइऑक्साइड)}$$

$$S + O_2 \rightarrow SO_2 \quad \text{(सल्फर डाइऑक्साइड; तीखी गंध)}$$

$$4P + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$$

$$N_2 + O_2 \rightarrow \text{(विद्युत स्फुलिंग/उच्च ताप)}\ 2NO$$

अधातुओं के ऑक्साइड प्रायः **अम्लीय (Acidic)** होते हैं, क्योंकि वे जल में घुलकर अम्ल बनाते हैं और नीले लिटमस को लाल कर देते हैं :

**अभिक्रिया (Reaction Box)**

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \quad \text{(कार्बोनिक अम्ल)}$$

$$SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3 \quad \text{(सल्फ्यूरस अम्ल)}$$

$$P_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4 \quad \text{(फॉस्फोरिक अम्ल)}$$

**महत्वपूर्ण अपवाद (Exceptions)**

सभी अधातु ऑक्साइड अम्लीय नहीं होते। **कार्बन मोनोऑक्साइड (CO)**, **नाइट्रस ऑक्साइड ($N_2O$)**, **नाइट्रिक ऑक्साइड (NO)** तथा **जल ($H_2O$) उदासीन (Neutral)** ऑक्साइड हैं।

साथ ही, कुछ धातु ऑक्साइड ($ZnO$, $Al_2O_3$) उभयधर्मी होते हैं — इसलिए "धातु ऑक्साइड = क्षारीय, अधातु ऑक्साइड = अम्लीय" एक सामान्य नियम है, पूर्ण नहीं।

### अधातुओं की अन्य अभिक्रियाएँ

- **अधातु + हाइड्रोजन :** प्रायः सहसंयोजी हाइड्राइड बनाते हैं — $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$ ; $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$
- **अधातुएँ अम्लों से $H_2$ मुक्त नहीं करतीं** (क्योंकि वे इलेक्ट्रॉन देने की प्रवृत्ति नहीं रखतीं)।
- **अधातु + धातु :** आयनिक यौगिक बनते हैं (जैसे $NaCl$, $MgCl_2$, $Na_2S$)।
- **फॉस्फोरस** अत्यंत अभिक्रियाशील है; श्वेत फॉस्फोरस वायु में स्वतः जलने लगता है, इसलिए इसे **जल के अंदर** रखा जाता है।

# भाग 4 : आयनिक यौगिक

Ionic Compounds

## 16. आयनिक बंध (Ionic Bond) तथा आयनिक यौगिक

जब कोई **धातु** परमाणु इलेक्ट्रॉन त्यागकर धनायन बनाता है और कोई **अधातु** परमाणु वे इलेक्ट्रॉन ग्रहण करके ऋणायन बनाता है, तो विपरीत आवेश वाले आयनों के बीच प्रबल **स्थिर वैद्युत आकर्षण बल (Electrostatic Force)** लगता है। इसे **आयनिक बंध (Ionic Bond / Electrovalent Bond)** कहते हैं तथा इससे बने यौगिक **आयनिक यौगिक** कहलाते हैं।

**महत्वपूर्ण बिंदु (Important Point)**

परमाणु अपना बाहरी कक्ष पूर्ण करके **अष्टक (Octet)** अथवा द्वैत (Duet) प्राप्त करने का प्रयास करते हैं, क्योंकि निकटतम उत्कृष्ट गैस (Noble Gas) जैसा विन्यास अधिक स्थायी होता है।

## 17. सोडियम क्लोराइड (NaCl) का निर्माण

1. सोडियम (Na) का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास **2, 8, 1** है। यह 1 इलेक्ट्रॉन त्यागकर **$Na^+$ (2, 8)** बनता है — नियॉन जैसा स्थायी विन्यास।
2. क्लोरीन (Cl) का विन्यास **2, 8, 7** है। यह 1 इलेक्ट्रॉन ग्रहण करके **$Cl^-$ (2, 8, 8)** बनता है — आर्गन जैसा विन्यास।
3. विपरीत आवेशित $Na^+$ और $Cl^-$ आयन स्थिर वैद्युत बल से जुड़कर NaCl बनाते हैं।

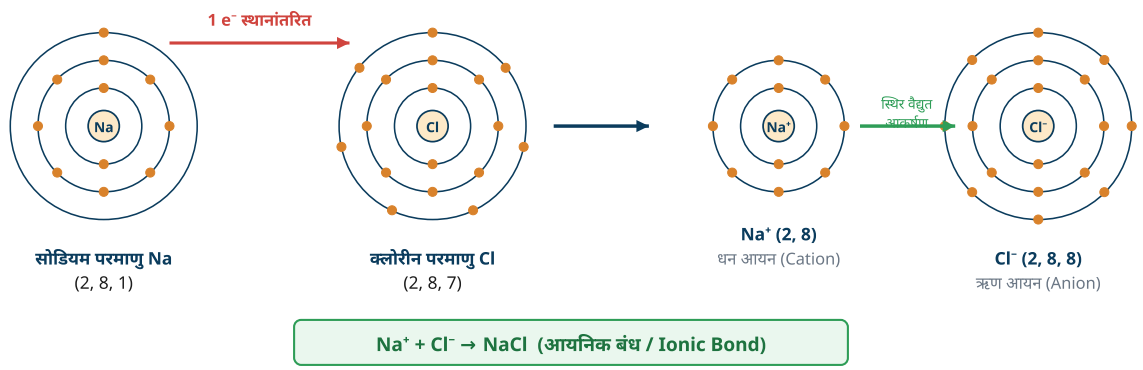
**अभिक्रिया (Reaction Box)**

$$Na \rightarrow Na^+ + e^-$$

$$Cl + e^- \rightarrow Cl^-$$

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

**NaCl का निर्माण : इलेक्ट्रॉन स्थानांतरण (Electron Transfer)**




चित्र : NaCl के निर्माण में इलेक्ट्रॉन का स्थानांतरण

## 18. मैग्नीशियम क्लोराइड ($MgCl_2$) का निर्माण

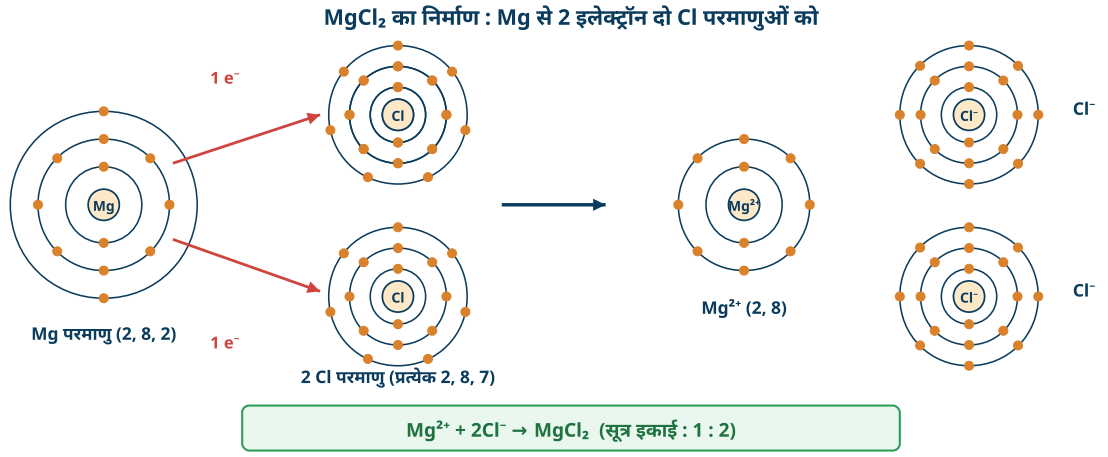
मैग्नीशियम (Mg) का विन्यास **2, 8, 2** है; यह 2 इलेक्ट्रॉन त्यागकर $Mg^{2+}$ (2, 8) बनता है। प्रत्येक क्लोरीन परमाणु केवल 1 इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर सकता है, इसलिए **2 Cl परमाणु** आवश्यक हैं।

**अभिक्रिया (Reaction Box)**

$$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$$

$$2Cl + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$$

$$Mg^{2+} + 2Cl^- \rightarrow MgCl_2$$




चित्र : $MgCl_2$ के निर्माण का इलेक्ट्रॉन-स्थानांतरण आरेख

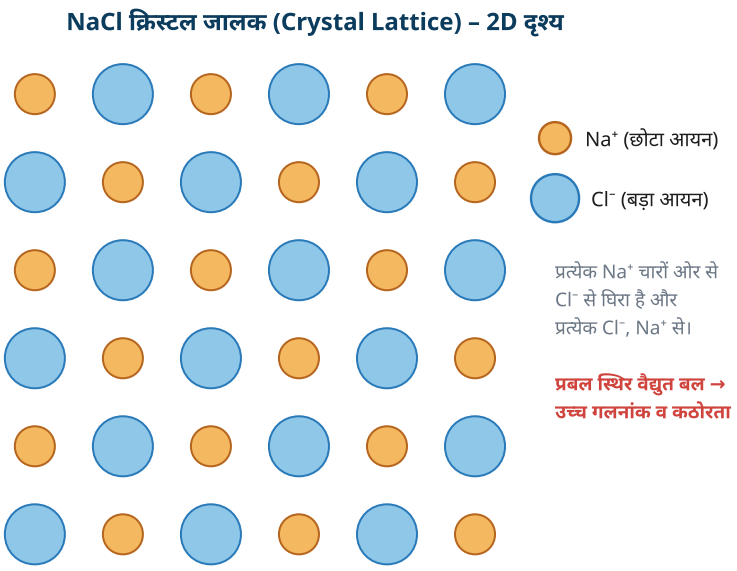
**महत्वपूर्ण बिंदु (Important Point)**

इसी प्रकार : CaO ($Ca^{2+} + O^{2-}$), $Na_2O$ ($2Na^+ + O^{2-}$), $Al_2O_3$ ($2Al^{3+} + 3O^{2-}$), $CaCl_2$, MgO।

**नियम :** यौगिक में कुल धन आवेश = कुल ऋण आवेश, अतः यौगिक विद्युत उदासीन होता है।

## 19. आयनिक यौगिकों की संरचना (Structure)

आयनिक यौगिक अलग-अलग अणु नहीं बनाते। इनमें धन और ऋण आयन **त्रिविमीय क्रिस्टल जालक (3D Crystal Lattice)** में नियमित रूप से व्यवस्थित होते हैं, जहाँ प्रत्येक आयन विपरीत आवेशित आयनों से घिरा रहता है। इसलिए NaCl को 'अणु' नहीं, **सूत्र इकाई (Formula Unit)** कहा जाता है।




चित्र : आयनिक यौगिक (NaCl) की क्रिस्टल संरचना

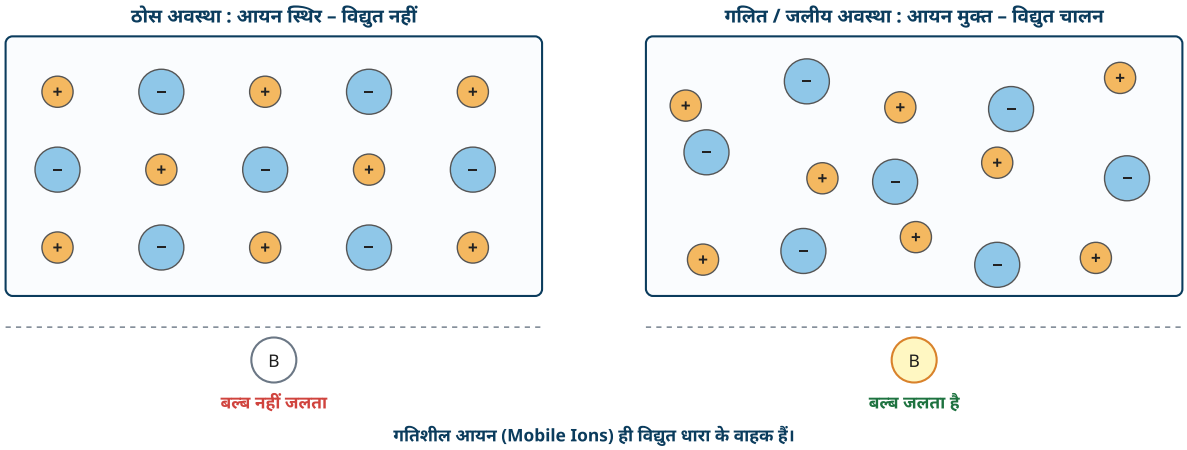
## 20. आयनिक यौगिकों के गुण तथा उनके कारण

| क्र. | गुण | कारण |
|---|---|---|
| 1 | ठोस अवस्था | आयनों के बीच प्रबल स्थिर वैद्युत आकर्षण बल |
| 2 | कठोर | जालक में आयन कसकर बँधे होते हैं |
| 3 | भंगुर (Brittle) | दबाव पड़ने पर समान आवेश वाले आयन आमने-सामने आ जाते हैं, प्रतिकर्षण से क्रिस्टल टूट जाता है |
| 4 | उच्च गलनांक व क्वथनांक | प्रबल आकर्षण बल को तोड़ने के लिए अधिक ऊष्मीय ऊर्जा चाहिए (NaCl का गलनांक ≈ 801 °C) |
| 5 | जल में प्रायः विलेय | जल के ध्रुवीय अणु आयनों को घेरकर (जलयोजन) अलग कर देते हैं; केरोसिन/पेट्रोल जैसे विलायकों में प्रायः अविलेय |
| 6 | गलित अवस्था में विद्युत चालक | गलने पर आयन गतिशील हो जाते हैं |
| 7 | जलीय विलयन में विद्युत चालक | जल में घुलकर आयन मुक्त हो जाते हैं |
| 8 | ठोस अवस्था में विद्युत अचालक | आयन जालक में स्थिर हैं, गति नहीं कर सकते |

## 21. आयनिक यौगिक विद्युत का चालन क्यों करते हैं?

**महत्वपूर्ण बिंदु (Important Point)**

- **ठोस अवस्था** में आयन जालक में निश्चित स्थानों पर जकड़े होते हैं, इसलिए धारा नहीं बहती।
- **गलित (Molten) या जलीय (Aqueous)** अवस्था में प्रबल आकर्षण बल टूट जाता है और आयन **स्वतंत्र रूप से गति** कर सकते हैं; ये आयन ही आवेश वाहक बनकर विद्युत धारा प्रवाहित करते हैं।




चित्र : ठोस तथा गलित/जलीय अवस्था में आयनिक यौगिक की चालकता

## 22. आयनिक तथा सहसंयोजी यौगिक : संक्षिप्त तुलना

| आधार | आयनिक यौगिक | सहसंयोजी यौगिक |
|---|---|---|
| बंध का प्रकार | इलेक्ट्रॉन का स्थानांतरण | इलेक्ट्रॉन की साझेदारी |
| बनने वाले तत्व | धातु + अधातु | अधातु + अधातु |
| भौतिक अवस्था | कठोर, ठोस, भंगुर | ठोस, द्रव या गैस |

| आधार | आयनिक यौगिक | सहसंयोजी यौगिक |
|---|---|---|
| गलनांक / क्वथनांक | उच्च | निम्न (प्रायः) |
| विद्युत चालकता | गलित/जलीय अवस्था में सुचालक | प्रायः कुचालक |
| विलेयता | जल में विलेय | जल में प्रायः अविलेय; कार्बनिक विलायकों में विलेय |
| उदाहरण | NaCl, $MgCl_2$, CaO | $CH_4$, $CO_2$, $H_2O$, $O_2$ |

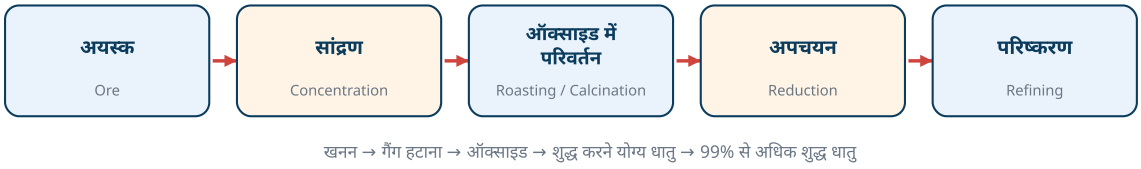
# भाग 5 : धातुओं का निष्कर्षण (धातुकर्म)

Extraction of Metals – Metallurgy

## 23. धातुकर्म (Metallurgy) क्या है?

अयस्कों से शुद्ध धातु प्राप्त करने की संपूर्ण प्रक्रिया को **धातुकर्म (Metallurgy)** कहते हैं। इसमें खनन से लेकर शुद्ध धातु प्राप्त करने तक के सभी चरण आते हैं।

**धातु निष्कर्षण का सामान्य प्रवाह-चित्र (Metallurgy Flowchart)**




चित्र : धातुकर्म की सामान्य प्रक्रिया

## 24. खनिज (Mineral) तथा अयस्क (Ore)

| आधार | खनिज (Mineral) | अयस्क (Ore) |
|---|---|---|
| परिभाषा | पृथ्वी की भूपर्पटी में प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले तत्व या यौगिक | वे खनिज जिनसे धातु का निष्कर्षण **लाभप्रद एवं आर्थिक रूप से** किया जा सके |
| धातु की मात्रा | धातु की मात्रा कम या अधिक हो सकती है | धातु की मात्रा अपेक्षाकृत अधिक होती है |
| आर्थिक निष्कर्षण | आवश्यक नहीं कि लाभकारी हो | लाभकारी रूप से निष्कर्षण संभव |
| संबंध | सभी अयस्क खनिज होते हैं | सभी खनिज अयस्क नहीं होते |
| उदाहरण | मिट्टी (Clay) में Al उपस्थित है | बॉक्साइट ($Al_2O_3 \cdot 2H_2O$) – Al का अयस्क |

| धातु | प्रमुख अयस्क | सूत्र |
|---|---|---|
| ऐलुमिनियम | बॉक्साइट (Bauxite) | $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ |
| लोहा | हेमेटाइट (Haematite) | $Fe_2O_3$ |
| जिंक | जिंक ब्लेंड; कैलामाइन | ZnS ; $ZnCO_3$ |
| ताँबा | कॉपर ग्लांस; कॉपर पाइराइट | $Cu_2S$ ; $CuFeS_2$ |
| सोडियम | सेंधा/साधारण नमक (रॉक साल्ट) | NaCl |

| धातु | प्रमुख अयस्क | सूत्र |
|---|---|---|
| मरकरी (पारा) | सिनेबार (Cinnabar) | HgS |

## 25. अयस्क का सांद्रण (Concentration of Ore)

खान से निकाले गए अयस्क में मिट्टी, रेत, पत्थर आदि अशुद्धियाँ होती हैं, जिन्हें **गैंग (Gangue / Matrix)** कहते हैं। अयस्क से गैंग को हटाने की प्रक्रिया **सांद्रण (Concentration / Enrichment)** कहलाती है। मुख्य विधियाँ :

- **जल से धुलाई (Hydraulic Washing)** – भारी अयस्क कण नीचे बैठते हैं, हल्का गैंग धुल जाता है।
- **चुंबकीय पृथक्करण (Magnetic Separation)** – जब अयस्क या गैंग में से कोई एक चुंबकीय हो।
- **फेन प्लवन (Froth Flotation)** – सल्फाइड अयस्कों के लिए; चीड़ का तेल मिलाकर हवा प्रवाहित करने पर अयस्क झाग के साथ ऊपर आता है।
- **निक्षालन (Leaching)** – अयस्क को रासायनिक अभिकर्मक में घोलकर (जैसे बॉक्साइट से $Al_2O_3$ का शोधन)।

## 26. अभिक्रियाशीलता के अनुसार निष्कर्षण (Extraction According to Reactivity)

किसी धातु के निष्कर्षण की विधि उसकी अभिक्रियाशीलता श्रेणी में स्थिति पर निर्भर करती है। धातुओं को तीन समूहों में बाँटा जाता है :

| समूह | धातुएँ | प्रकृति में अवस्था | निष्कर्षण की विधि |
|---|---|---|---|
| **अत्यधिक अभिक्रियाशील** | K, Na, Ca, Mg, Al | क्लोराइड, ऑक्साइड आदि के रूप में | **गलित यौगिक का विद्युत अपघटन** (विद्युत अपघटनी अपचयन) |
| **मध्यम अभिक्रियाशील** | Zn, Fe, Pb (Sn) | सल्फाइड, कार्बोनेट, ऑक्साइड के रूप में | सल्फाइड → भर्जन; कार्बोनेट → निस्तापन; फिर ऑक्साइड का **कार्बन/CO द्वारा अपचयन** |
| **कम अभिक्रियाशील** | Cu, Hg, Ag, Au | Ag, Au प्रायः मुक्त; Cu, Hg सल्फाइड रूप में | Hg: HgS को वायु में गर्म करना; Cu: $Cu_2S$ को वायु में गर्म करना; Ag, Au: मुक्त अवस्था में मिलते हैं (शोधन) |

## 27. अत्यधिक अभिक्रियाशील धातुओं का निष्कर्षण

K, Na, Ca, Mg व Al का **ऑक्सीजन के प्रति बंधुता (Affinity) कार्बन से अधिक** होती है। इसलिए इनके ऑक्साइडों का अपचयन **कार्बन द्वारा नहीं** किया जा सकता। इन्हें उनके **गलित क्लोराइड या ऑक्साइड के विद्युत अपघटन** से प्राप्त किया जाता है।

**अभिक्रिया (Reaction Box)**

**गलित सोडियम क्लोराइड का विद्युत अपघटन :**

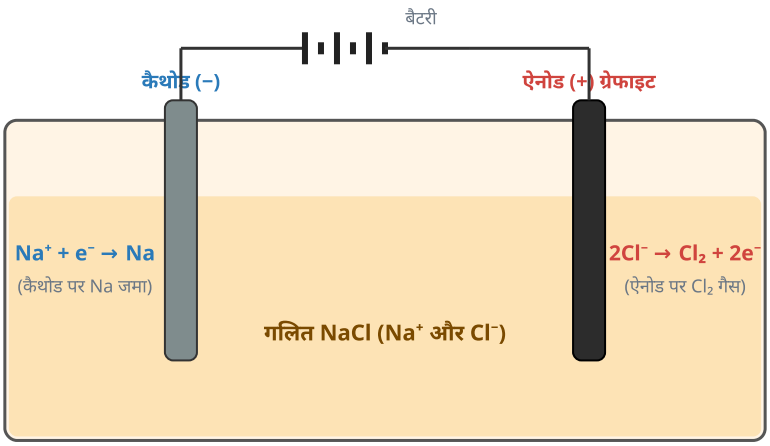
$$\text{कैथोड (−) : } Na^+ + e^- \rightarrow Na$$

$$\text{ऐनोड (+) : } 2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$$

$$2NaCl \xrightarrow{\text{(विद्युत अपघटन)}} 2Na + Cl_2$$

इसी प्रकार $MgCl_2$ से Mg प्राप्त होता है : $Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$ (कैथोड पर)।

**गलित NaCl का विद्युत अपघटन (Electrolytic Reduction)**




**ऋणात्मक कैथोड पर अपचयन ($e^-$ लाभ) · धनात्मक ऐनोड पर ऑक्सीकरण ($e^-$ हानि)**

चित्र : गलित NaCl के विद्युत अपघटन द्वारा सोडियम का निष्कर्षण

**परीक्षा बिंदु (Exam Point)**

**कार्बन अपचयन क्यों उपयुक्त नहीं?** अत्यधिक अभिक्रियाशील धातुओं की ऑक्सीजन के प्रति बंधुता कार्बन से अधिक होती है; इसलिए कार्बन उनके ऑक्साइडों से ऑक्सीजन नहीं छीन सकता।

## 28. ऐलुमिनियम का निष्कर्षण (Extraction of Aluminium)

1. **अयस्क :** बॉक्साइट ($Al_2O_3 \cdot 2H_2O$)।
2. **शोधन (Purification / Bayer's Process) :** बॉक्साइट को सांद्र NaOH में घोलकर शुद्ध ऐलुमिना ($Al_2O_3$) प्राप्त किया जाता है।
3. **विद्युत अपघटन (Hall–Héroult Process) :** शुद्ध $Al_2O_3$ का गलनांक बहुत ऊँचा (≈2050 °C) है, इसलिए इसे **गलित क्रायोलाइट ($Na_3AlF_6$)** में घोलकर (≈950 °C पर) विद्युत अपघटन किया जाता है। क्रायोलाइट गलनांक घटाता है तथा विलयन की **विद्युत चालकता बढ़ाता** है।
4. **कैथोड (−) :** ग्रेफाइट अस्तर वाला इस्पात का टैंक; **ऐनोड (+) :** ग्रेफाइट की छड़ें।
5. पिघला हुआ ऐलुमिनियम अपने उच्च घनत्व के कारण **टैंक के तल पर** एकत्र होता है और बाहर निकाल लिया जाता है।

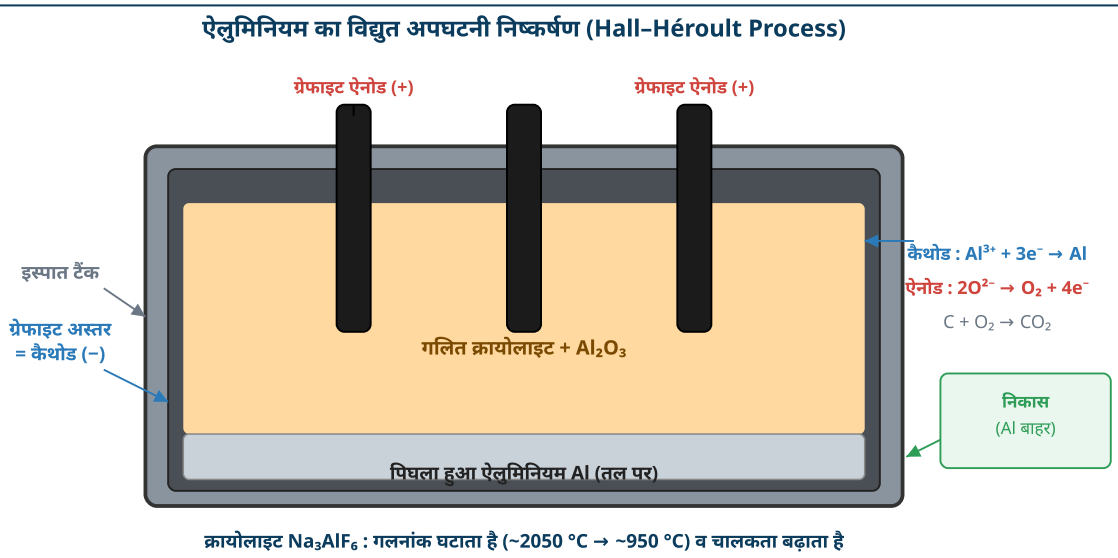
**अभिक्रिया (Reaction Box)**

$$\text{कैथोड} : Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$$

$$\text{ऐनोड} : 2O^{2-} \rightarrow O_2 + 4e^-$$

$$2Al_2O_3 \xrightarrow{\text{(विद्युत अपघटन)}} 4Al + 3O_2$$

ऐनोड पर मुक्त ऑक्सीजन कार्बन ऐनोड से अभिक्रिया करती है : $C + O_2 \rightarrow CO_2$; इसीलिए ग्रेफाइट ऐनोड धीरे-धीरे घिसते हैं और समय-समय पर बदलने पड़ते हैं।




चित्र : ऐलुमिनियम के विद्युत अपघटनी निष्कर्षण का नामांकित आरेख

## 29. मध्यम अभिक्रियाशील धातुओं का निष्कर्षण

इन धातुओं (Zn, Fe, Pb) के अयस्क प्रायः सल्फाइड या कार्बोनेट होते हैं। अपचयन ऑक्साइड का होता है, इसलिए पहले अयस्क को ऑक्साइड में बदला जाता है।

**अभिक्रिया (Reaction Box)**

**भर्जन (Roasting) :** सल्फाइड अयस्क को वायु की अधिकता में गलनांक से नीचे के ताप पर गर्म करके ऑक्साइड में बदलना।

$$2ZnS + 3O_2 \rightarrow 2ZnO + 2SO_2$$

**निस्तापन (Calcination) :** कार्बोनेट अयस्क को वायु की सीमित मात्रा या अनुपस्थिति में गर्म करके ऑक्साइड में बदलना।

$$ZnCO_3 \rightarrow ZnO + CO_2$$

## 30. धातु ऑक्साइडों का अपचयन (Reduction of Metal Oxides)

**धातु ऑक्साइड + अपचायक → धातु।** कार्बन (कोक) सर्वाधिक प्रयुक्त अपचायक है।

**अभिक्रिया (Reaction Box)**

$$ZnO + C \rightarrow Zn + CO$$

$$PbO + C \rightarrow Pb + CO$$

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

$$MnO_2 + 4Al \rightarrow 3Mn + 2Al_2O_3 \quad \text{(ऐलुमिनियम द्वारा अपचयन)}$$

**अभिक्रिया (Reaction Box)**

**ऊष्मा-क्षेपी विस्थापन अभिक्रिया – थर्माइट अभिक्रिया (Thermit Reaction) :**

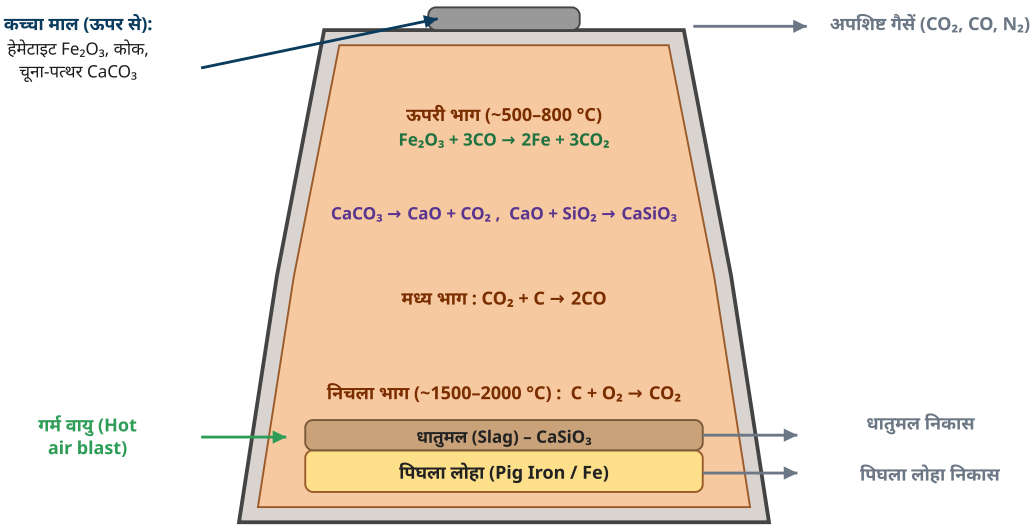
$$Fe_2O_3 + 2Al \rightarrow 2Fe + Al_2O_3 + \text{ऊष्मा}$$

इस अभिक्रिया में इतनी ऊष्मा निकलती है कि लोहा **पिघली अवस्था** में प्राप्त होता है। इसका उपयोग **रेल की पटरियों तथा टूटे मशीनी पुर्जों को जोड़ने (Welding)** में होता है।

## 31. लोहे का निष्कर्षण (Extraction of Iron) – वात्या भट्ठी

लोहा **हेमेटाइट ($Fe_2O_3$)** अयस्क से **वात्या भट्ठी (Blast Furnace)** में प्राप्त किया जाता है। अयस्क को भर्जित/सांद्रित करके भट्ठी के ऊपर से **हेमेटाइट + कोक + चूना-पत्थर** डाला जाता है तथा नीचे से **गर्म वायु** प्रवाहित की जाती है।

**लौह निष्कर्षण : वात्या भट्ठी (Blast Furnace)**




चित्र : लोहे के निष्कर्षण की वात्या भट्ठी (नामांकित)

| पदार्थ | कार्य |
|---|---|
| हेमेटाइट ($Fe_2O_3$) | लोहे का अयस्क |
| कोक (Coke, C) | ईंधन तथा अपचायक (CO) उत्पन्न करना |
| चूना-पत्थर ($CaCO_3$) | गैंग ($SiO_2$) को हटाने हेतु गालक (Flux) |
| गर्म वायु | कोक को जलाने हेतु ऑक्सीजन देना, ताप बढ़ाना |

**अभिक्रिया (Reaction Box)**

**भट्ठी के भीतर अभिक्रियाएँ :**

$$C + O_2 \rightarrow CO_2 \text{ (निचले भाग में, अत्यधिक ऊष्मा)}$$

$$CO_2 + C \rightarrow 2CO$$

$$Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2 \text{ (लोहे का अपचयन)}$$

**धातुमल (Slag) का निर्माण :**

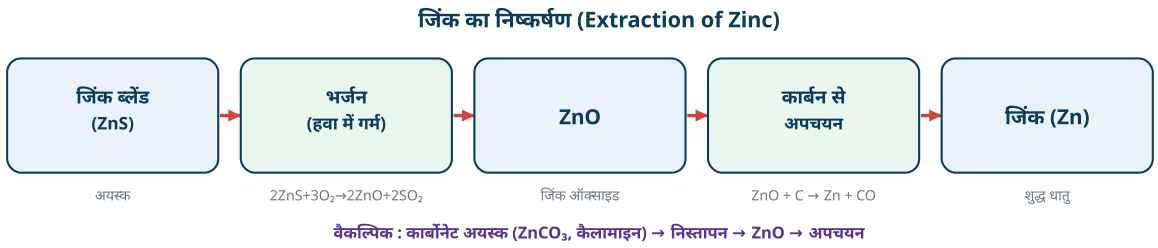
$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

$$CaO + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3 \text{ (कैल्शियम सिलिकेट – धातुमल)}$$

धातुमल गलित लोहे से हल्का होने के कारण उसके ऊपर तैरता है और अलग निकाल लिया जाता है। प्राप्त पिघला लोहा **कच्चा लोहा (Pig Iron)** कहलाता है, जिसमें लगभग 4% कार्बन तथा अन्य अशुद्धियाँ होती हैं। इसे और शुद्ध करके इस्पात (Steel) बनाया जाता है।

## 32. जिंक का निष्कर्षण (Extraction of Zinc)

1. **अयस्क :** जिंक ब्लेंड (ZnS) या कैलामाइन ($ZnCO_3$)।
2. **सांद्रण :** फेन प्लवन विधि से।
3. **भर्जन (ZnS के लिए) :** $2ZnS + 3O_2 \rightarrow 2ZnO + 2SO_2$
4. **निस्तापन ($ZnCO_3$ के लिए) :** $ZnCO_3 \rightarrow ZnO + CO_2$
5. **अपचयन :** ZnO को कोक के साथ गर्म करने पर जिंक वाष्प बनती है जिसे संघनित कर लिया जाता है : $ZnO + C \rightarrow Zn + CO$




चित्र : जिंक के निष्कर्षण की प्रक्रिया

## 33. ताँबे का निष्कर्षण (Extraction of Copper)

कम अभिक्रियाशील होने के कारण ताँबे का निष्कर्षण अपेक्षाकृत सरल है। प्रमुख अयस्क कॉपर ग्लांस ($Cu_2S$) है।

**अभिक्रिया (Reaction Box)**

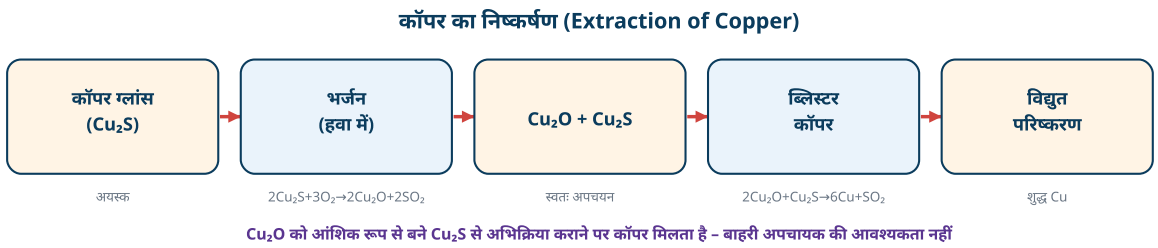
**(i) भर्जन :** सांद्रित अयस्क को वायु में गर्म करने पर $Cu_2S$ का कुछ भाग $Cu_2O$ में बदल जाता है।

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

**(ii) स्वतः अपचयन :** बना $Cu_2O$ शेष $Cu_2S$ के साथ अभिक्रिया करके ताँबा देता है (बाहरी अपचायक की ज़रूरत नहीं)।

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

प्राप्त अशुद्ध ताँबा **ब्लिस्टर कॉपर** कहलाता है, जिसे विद्युत अपघटनी परिष्करण से शुद्ध किया जाता है।




चित्र : कॉपर के निष्कर्षण की प्रक्रिया

**अभिक्रिया (Reaction Box)**

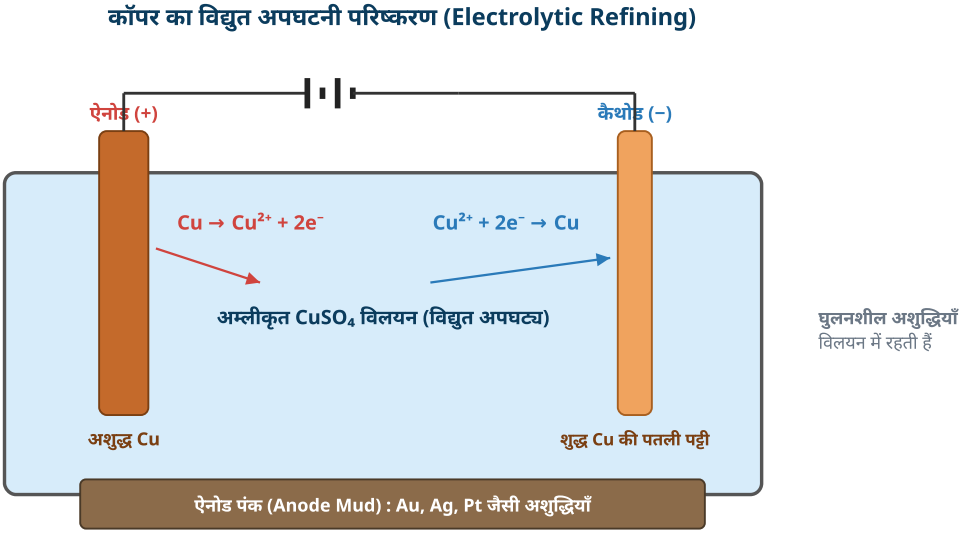
**पारे का निष्कर्षण (उदाहरण) :** सिनेबार (HgS) को वायु में गर्म करने पर पहले HgO बनता है, जो और गर्म करने पर पारे में अपघटित होता है।

$$2HgS + 3O_2 \rightarrow 2HgO + 2SO_2$$

$$2HgO \rightarrow 2Hg + O_2$$

## 34. धातुओं का परिष्करण (Refining of Metals)

निष्कर्षण से प्राप्त धातुएँ अशुद्ध होती हैं। अशुद्ध धातु को शुद्ध धातु में बदलने की प्रक्रिया **परिष्करण (Refining)** कहलाती है। सर्वाधिक प्रचलित विधि **विद्युत अपघटनी परिष्करण (Electrolytic Refining)** है, जिसमें Cu, Zn, Sn, Ni, Ag, Au आदि का शोधन किया जाता है।




चित्र : ताँबे का विद्युत अपघटनी परिष्करण

| घटक | ताँबे के परिष्करण में |
|---|---|
| ऐनोड (+) | अशुद्ध ताँबे की मोटी पट्टी |
| कैथोड (−) | शुद्ध ताँबे की पतली पट्टी |
| विद्युत अपघट्य | अम्लीकृत कॉपर सल्फेट ($CuSO_4$) विलयन |
| ऐनोड पर अभिक्रिया | $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$ (ऐनोड घुलता है) |
| कैथोड पर अभिक्रिया | $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ (शुद्ध Cu जमता है) |

| घटक | ताँबे के परिष्करण में |
|---|---|
| ऐनोड पंक (Anode Mud) | अघुलनशील अशुद्धियाँ (Au, Ag, Pt आदि) ऐनोड के नीचे तली में बैठ जाती हैं |

**परीक्षा बिंदु (Exam Point)**

परिष्करण में कैथोड पर **99.9% शुद्ध Cu** मिलता है; ऐनोड पंक में बहुमूल्य धातुएँ (सोना, चाँदी) होने से उसे अलग से निकाला जाता है। यह आर्थिक रूप से भी लाभदायक है।

# भाग 6 : संक्षारण (जंग) तथा मिश्रधातुएँ

Corrosion and Alloys

## 35. संक्षारण (Corrosion) क्या है?

जब धातु की सतह वायु, नमी, अम्ल आदि के संपर्क में आकर अभिक्रिया करती है और धीरे-धीरे क्षयित होती जाती है, तो इस घटना को **संक्षारण (Corrosion)** कहते हैं।

| धातु | संक्षारण का परिणाम | बनने वाला पदार्थ |
|---|---|---|
| लोहा (Fe) | लाल-भूरी परत — **जंग (Rust)** | जलयोजित आयरन(III) ऑक्साइड $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$ |
| ताँबा (Cu) | हरी परत | क्षारकीय कॉपर कार्बोनेट $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ |
| चाँदी (Ag) | काली परत (वायु में $H_2S$ की उपस्थिति से) | सिल्वर सल्फाइड $Ag_2S$ |
| ऐलुमिनियम (Al) | पतली सुरक्षात्मक सफेद परत | $Al_2O_3$ |

**महत्वपूर्ण बिंदु (Important Point)**

जंग केवल **लोहे** में लगता है। अन्य धातुओं के संक्षारण को जंग नहीं कहते।

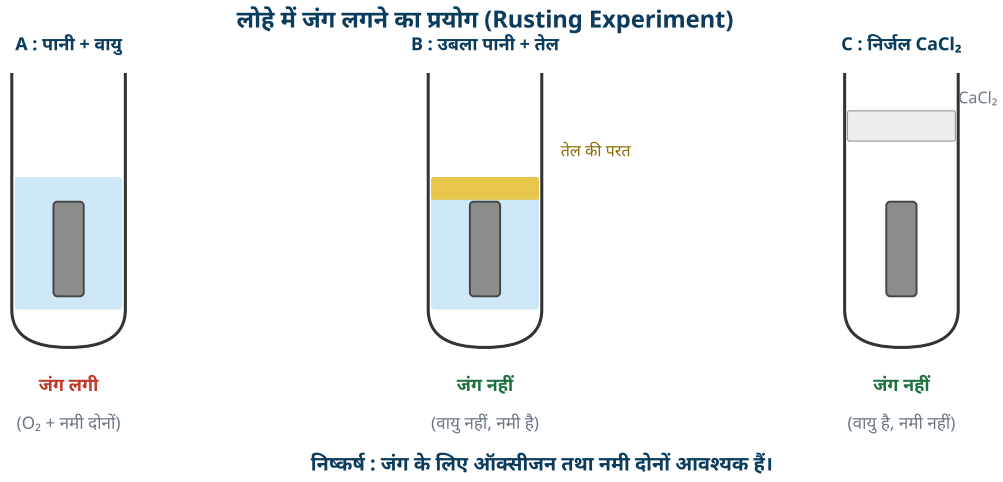
## 36. लोहे में जंग लगना (Rusting of Iron)

लोहे में जंग लगने के लिए **ऑक्सीजन (वायु) तथा नमी (जल)** दोनों की उपस्थिति आवश्यक है। अम्लीय वातावरण या लवण (जैसे समुद्री पानी) जंग की गति बढ़ा देते हैं।

**अभिक्रिया (Reaction Box)**

$$4Fe + 3O_2 + 2xH_2O \rightarrow 2Fe_2O_3 \cdot xH_2O \quad \text{(जंग)}$$

जंग भुरभुरा होता है, परत-दर-परत झड़ता है और भीतर की धातु को खाता रहता है।

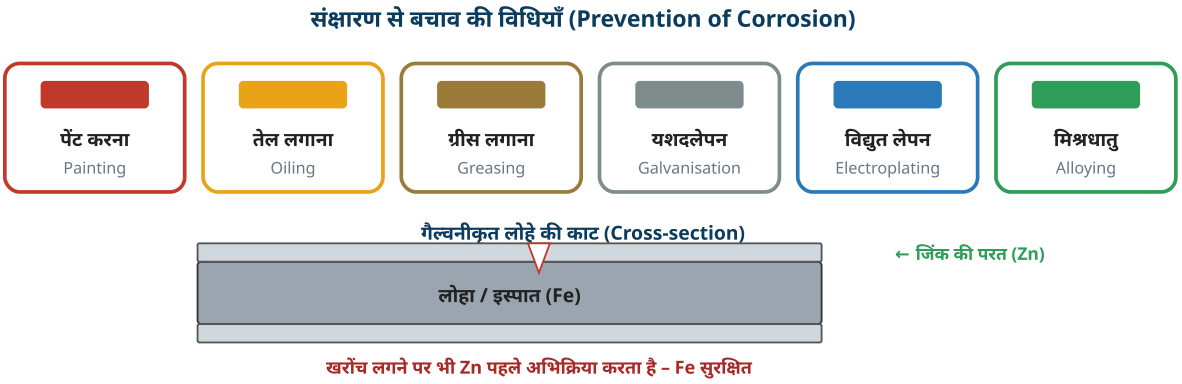



चित्र : जंग लगने की शर्तों का प्रयोग (तीन परखनलियाँ)

## 37. संक्षारण से बचाव (Prevention of Corrosion)

संक्षारण से बचाव का मूल सिद्धांत है — धातु को वायु व नमी के सीधे संपर्क से बचाना।

| विधि | क्या किया जाता है | उदाहरण |
|---|---|---|
| पेंट करना (Painting) | सतह पर पेंट की परत चढ़ाई जाती है | पुल, रेलिंग, वाहन, खिड़कियों की ग्रिल |
| तेल लगाना (Oiling) | तेल की पतली परत से नमी दूर रहती है | साइकिल की चेन, औज़ार |
| ग्रीस लगाना (Greasing) | गाढ़ी चिकनाई की परत | मशीनों के पुर्जे, धुरी (Axle) |
| यशदलेपन (Galvanisation) | लोहे/इस्पात पर जिंक की परत | टिन की चादरें, पाइप, बाल्टी |
| विद्युत लेपन (Electroplating) | विद्युत अपघटन से धातु पर दूसरी धातु (Cr, Ni, Sn) की परत | क्रोम-प्लेटेड नल, टिन-प्लेटेड डिब्बे |
| मिश्रधातु बनाना (Alloying) | लोहे में Cr, Ni मिलाकर जंग-रोधी इस्पात | स्टेनलेस स्टील (बर्तन, सर्जिकल उपकरण) |




चित्र : संक्षारण से बचाव की विधियाँ तथा गैल्वनीकृत सतह

## 38. यशदलेपन / गैल्वनीकरण (Galvanisation)

**यशदलेपन** वह प्रक्रिया है जिसमें लोहे या इस्पात पर **जिंक की पतली परत** चढ़ाई जाती है। जिंक, लोहे से अधिक अभिक्रियाशील होता है, इसलिए यह पहले जंग-रोधी परत बनाता है।

- जिंक की परत वायु व नमी को लोहे तक पहुँचने नहीं देती।

- **खरोंच लगने या परत टूटने पर भी** लोहा सुरक्षित रहता है, क्योंकि अधिक क्रियाशील जिंक पहले ऑक्सीकृत होता है (**बलिदानी सुरक्षा – Sacrificial Protection**)।
- **उपयोग :** बाल्टी, तार, पाइप, चादरें, पुल व बिजली के खंभे, बाड़ (Fence)।
- **लाभ :** लंबी आयु, कम रखरखाव, सस्ती सुरक्षा।

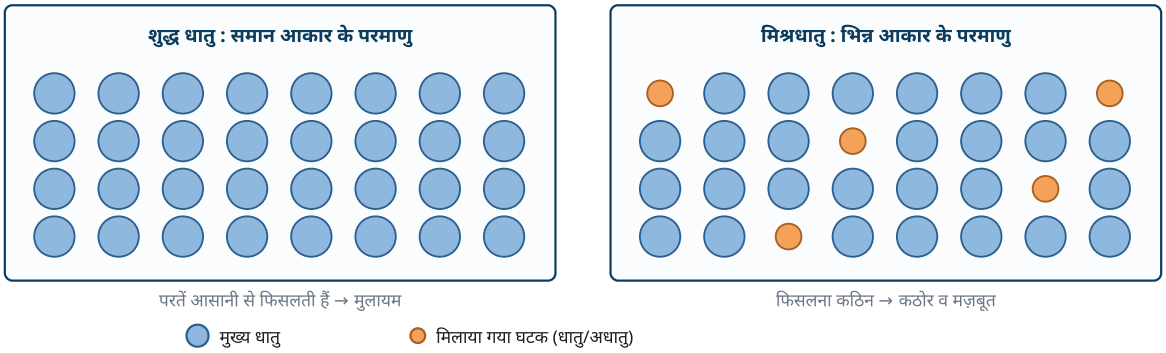
**परीक्षा बिंदु (Exam Point)**

गैल्वनीकरण में परत जिंक की होती है (टिन की नहीं); टिन की परत टूटने पर लोहा तेज़ी से जंग खाता है, क्योंकि टिन, लोहे से कम अभिक्रियाशील है।

## 39. मिश्रधातु (Alloys)

**मिश्रधातु** दो या दो से अधिक धातुओं अथवा धातु और अधातु का **समांगी मिश्रण (Homogeneous Mixture)** है, जिसमें कम से कम एक घटक धातु होता है। मिश्रधातु बनाने के लिए प्रायः धातुओं को गलाकर मिलाया जाता है और ठंडा किया जाता है।

**मिश्रधातु की संकल्पना (Alloy Concept)**




चित्र : शुद्ध धातु तथा मिश्रधातु में परमाणुओं की व्यवस्था

| मिश्रधातु | मुख्य घटक | प्रमुख उपयोग |
|---|---|---|
| पीतल (Brass) | Cu + Zn | बर्तन, सजावटी वस्तुएँ, संगीत-वाद्य, कारतूस के खोल |
| काँसा (Bronze) | Cu + Sn | मूर्तियाँ, पदक, घंटियाँ, बर्तन |
| सोल्डर (Solder) | Pb + Sn | बिजली के तारों/इलेक्ट्रॉनिक सर्किट की वेल्डिंग (गलनांक कम) |
| स्टेनलेस स्टील | Fe + Cr + Ni + C (लगभग Fe 74%, Cr 18%, Ni 8%, C 0.1%) | रसोई के बर्तन, सर्जिकल औज़ार, कटलरी |
| अमलगम (Amalgam) | Hg + अन्य धातु (जैसे Ag, Sn) | दंत चिकित्सा में भराई; अन्य मिश्रधातुओं की तरह धातुओं का मिश्रण (शैक्षिक संदर्भ) |

**महत्वपूर्ण बिंदु (Important Point)**

**नोट :** अमलगम में एक घटक पारा (Hg) होता है। पारा विषैला है; इसे बिना शिक्षक/विशेषज्ञ की देखरेख के न छुएँ, और टूटे थर्मामीटर के पारे को हाथ से न उठाएँ।

शुद्ध सोना (24 कैरेट) बहुत नरम होता है, इसलिए आभूषणों के लिए इसमें Ag/Cu मिलाया जाता है (22 कैरेट ≈ 91.7% सोना)।

## 40. मिश्रधातुएँ क्यों बनाई जाती हैं?

- **शक्ति व कठोरता बढ़ाने के लिए** – जैसे लोहे में कार्बन मिलाकर इस्पात।
- **संक्षारण-रोधिता बढ़ाने के लिए** – स्टेनलेस स्टील।
- **इच्छित गलनांक प्राप्त करने के लिए** – सोल्डर का गलनांक Pb व Sn दोनों से कम होता है।
- **बेहतर यांत्रिक गुण** – जैसे पीतल को ढालना, खींचना आसान।
- **चालकता/रंग/आकर्षण में परिवर्तन** – जैसे आभूषणों में।

**महत्वपूर्ण अपवाद (Exceptions)**

शुद्ध धातु की अपेक्षा मिश्रधातु की **विद्युत चालकता कम** तथा **गलनांक प्रायः कम** होता है। उदाहरण : पीतल व काँसा शुद्ध ताँबे से कम सुचालक हैं; सोल्डर का गलनांक कम होने के कारण वह वेल्डिंग में प्रयुक्त होता है।

# भाग 7 : धातुओं व अधातुओं के उपयोग

Uses of Metals and Non-metals

## 41. धातुओं के महत्वपूर्ण उपयोग

| धातु | महत्वपूर्ण उपयोग | कारण (गुण) |
|---|---|---|
| लोहा (Iron) | भवन, पुल, मशीनें, वाहन, औज़ार, इस्पात | कठोर, मज़बूत, सस्ता, प्रचुर |
| ऐलुमिनियम (Aluminium) | बर्तन, पन्नी (Foil), हवाई जहाज़, बिजली के तार | हल्का, आघातवर्ध्य, सुचालक, जंग-रोधी परत |
| ताँबा (Copper) | बिजली के तार, बर्तन, पाइप, मिश्रधातुएँ | उत्कृष्ट विद्युत/ऊष्मा चालक, तन्य |
| जिंक (Zinc) | गैल्वनीकरण, बैटरी के खोल, पीतल बनाना | जंग से सुरक्षा, अधिक अभिक्रियाशील |
| सोना (Gold) | आभूषण, इलेक्ट्रॉनिक संपर्क, सिक्के | चमकदार, अत्यंत आघातवर्ध्य/तन्य, अभिक्रियाशीलता बहुत कम |
| चाँदी (Silver) | आभूषण, बर्तन, फोटोग्राफी, विद्युत संपर्क | सर्वोत्तम चालक, चमकदार |
| सोडियम (Sodium) | सोडियम वाष्प लैंप, सोडियम यौगिक बनाना, ऊष्मा-वाहक | अत्यंत अभिक्रियाशील, नरम |

## 42. अधातुओं के महत्वपूर्ण उपयोग

| अधातु | महत्वपूर्ण उपयोग |
|---|---|
| ऑक्सीजन ($O_2$) | श्वसन, दहन, अस्पताल व गोताखोरी में, इस्पात उद्योग में |
| नाइट्रोजन ($N_2$) | उर्वरक (अमोनिया) बनाना, खाद्य पैकिंग (अक्रिय वातावरण), द्रव $N_2$ शीतक |
| क्लोरीन ($Cl_2$) | जल का शुद्धिकरण (कीटाणुनाशक), विरंजक (Bleaching Powder), PVC |
| सल्फर / गंधक (S) | सल्फ्यूरिक अम्ल, गंधक का तेज़ाब, बारूद, रबर वल्कनीकरण, कीटनाशक |
| कार्बन (C) | ईंधन (कोयला), हीरा (आभूषण/काटने), ग्रेफाइट (इलेक्ट्रोड/पेंसिल), कोक (अपचायक) |
| फॉस्फोरस (P) | माचिस, उर्वरक (फॉस्फेट), कीटनाशक |

| अधातु | महत्वपूर्ण उपयोग |
|---|---|
| आयोडीन ($I_2$) | टिंचर आयोडीन (एंटीसेप्टिक), आयोडीन-युक्त नमक (घेंघा रोग से बचाव) |

# भाग 8 : अभिक्रियाएँ, परिभाषाएँ तथा तुलनात्मक सारणियाँ

Equations, Definitions and Comparisons

## 43. अध्याय की महत्वपूर्ण रासायनिक अभिक्रियाएँ (Important Chemical Equations)

नीचे 36 महत्वपूर्ण संतुलित समीकरण अभिक्रिया का नाम, प्रकार, परिस्थिति तथा प्रेक्षण सहित दिए गए हैं।

| क्र. | समीकरण | नाम / प्रकार | परिस्थिति | प्रेक्षण |
|---|---|---|---|---|
| 1 | $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$ | धातु का दहन; संयोजन | वायु में जलाना | चमकदार सफेद लौ; सफेद राख |
| 2 | $4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$ | संयोजन | वायु/गर्म करना | सतह पर सफेद ऑक्साइड परत |
| 3 | $4Na + O_2 \rightarrow 2Na_2O$ | संयोजन | कक्ष ताप | तेज़ी से धुँधला होना |
| 4 | $2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$ | संयोजन | गर्म करना | लाल-भूरी Cu से काला CuO |
| 5 | $2K + 2H_2O \rightarrow 2KOH + H_2$ | धातु + जल | ठंडा जल | अत्यंत तीव्र; $H_2$ में आग |
| 6 | $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$ | धातु + जल | ठंडा जल | तीव्र; फुफकार, $H_2$ |
| 7 | $Ca + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2$ | धातु + जल | ठंडा जल | बुलबुले; टुकड़े तैरते हैं |
| 8 | $Mg + 2H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + H_2$ | धातु + जल | गर्म जल | धीमी अभिक्रिया |
| 9 | $2Al + 3H_2O \rightarrow Al_2O_3 + 3H_2$ | धातु + भाप | भाप | $H_2$ मुक्त |
| 10 | $3Fe + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 4H_2$ | धातु + भाप | लाल-तप्त Fe पर भाप | $H_2$ मुक्त |
| 11 | $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$ | धातु + अम्ल | तनु HCl | बुलबुले; $H_2$ पॉप ध्वनि से जलती है |
| 12 | $Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$ | धातु + अम्ल | तनु HCl | धीमे बुलबुले; हल्का हरा विलयन |
| 13 | $Mg + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + H_2$ | धातु + अम्ल | तनु $H_2SO_4$ | तीव्र बुलबुले |
| 14 | $Fe + CuSO_4 \rightarrow FeSO_4 + Cu$ | विस्थापन | जलीय विलयन | नीला → हल्का हरा; Cu जमना |
| 15 | $Zn + CuSO_4 \rightarrow ZnSO_4 + Cu$ | विस्थापन | जलीय विलयन | नीला रंग फीका; लाल-भूरा Cu |
| 16 | $Cu + 2AgNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag$ | विस्थापन | जलीय विलयन | चाँदी जमना; विलयन नीला |
| 17 | $C + O_2 \rightarrow CO_2$ | अधातु दहन | जलाना | रंगहीन गैस; चूने का पानी दूधिया |
| 18 | $S + O_2 \rightarrow SO_2$ | अधातु दहन | जलाना | तीखी गंध वाली गैस, नीली लौ |
| 19 | $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$ | अम्लीय ऑक्साइड + जल | कक्ष ताप | नीला लिटमस हल्का लाल |
| 20 | $ZnO + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2O$ | उभयधर्मी ऑक्साइड + अम्ल | — | ZnO घुल जाता है |
| 21 | $ZnO + 2NaOH \rightarrow Na_2ZnO_2 + H_2O$ | उभयधर्मी ऑक्साइड + क्षार | — | ZnO घुल जाता है |

| क्र. | समीकरण | नाम / प्रकार | परिस्थिति | प्रेक्षण |
|---|---|---|---|---|
| 22 | $Al_2O_3 + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2O$ | उभयधर्मी ऑक्साइड + अम्ल | — | $Al_2O_3$ घुलता है |
| 23 | $Al_2O_3 + 2NaOH \rightarrow 2NaAlO_2 + H_2O$ | उभयधर्मी ऑक्साइड + क्षार | — | $Al_2O_3$ घुलता है |
| 24 | $2ZnS + 3O_2 \rightarrow 2ZnO + 2SO_2$ | भर्जन | वायु की अधिकता में गर्म करना | $SO_2$ की तीखी गंध |
| 25 | $ZnCO_3 \rightarrow ZnO + CO_2$ | निस्तापन | वायु की सीमित मात्रा/ अनुपस्थिति में गर्म करना | $CO_2$ मुक्त |
| 26 | $ZnO + C \rightarrow Zn + CO$ | अपचयन | कोक के साथ उच्च ताप | Zn वाष्प, संघनन पर Zn |
| 27 | $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$ | अपचयन (लोहा) | वात्या भट्ठी | पिघला लोहा |
| 28 | $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$ | निस्तापन (गालक) | वात्या भट्ठी | $CO_2$ मुक्त |
| 29 | $CaO + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3$ | धातुमल निर्माण | वात्या भट्ठी | पिघला धातुमल ऊपर तैरता है |
| 30 | $Fe_2O_3 + 2Al \rightarrow Al_2O_3 + 2Fe$ | थर्माइट (विस्थापन) | उच्च ताप | बहुत अधिक ऊष्मा; पिघला Fe |
| 31 | $2Cu_2S + 3O_2 \rightarrow 2Cu_2O + 2SO_2$ | भर्जन (कॉपर) | वायु में गर्म | $SO_2$ मुक्त |
| 32 | $2Cu_2O + Cu_2S \rightarrow 6Cu + SO_2$ | स्वतः अपचयन | उच्च ताप | ब्लिस्टर कॉपर |
| 33 | $2Al_2O_3 \rightarrow 4Al + 3O_2$ | विद्युत अपघटन | गलित क्रायोलाइट में ~950 °C | तल पर पिघला Al |
| 34 | $4Fe + 3O_2 + 2xH_2O \rightarrow 2Fe_2O_3{\cdot}xH_2O$ | संक्षारण (जंग) | वायु + नमी | लाल-भूरी भुरभुरी परत |
| 35 | $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$ (ऐनोड) | ऑक्सीकरण | विद्युत अपघटनी परिष्करण | ऐनोड घुलता है |
| 36 | $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ (कैथोड) | अपचयन | विद्युत अपघटनी परिष्करण | कैथोड पर शुद्ध Cu जमता है |

## 44. महत्वपूर्ण अभिक्रियाओं की पहचान

| अभिक्रिया | प्रकार / अवधारणा | पहचान |
|---|---|---|
| $Zn + CuSO_4 \rightarrow ZnSO_4 + Cu$ | विस्थापन | अधिक क्रियाशील धातु कम क्रियाशील को विलयन से हटाती है; नीला रंग फीका |
| $ZnO + HCl$ / $NaOH$ | उभयधर्मी ऑक्साइड | अम्ल व क्षार दोनों से अभिक्रिया करके लवण + जल |
| $ZnS + O_2$ | भर्जन | सल्फाइड अयस्क + वायु की अधिकता; $SO_2$ निकलती है |
| $ZnCO_3 \rightarrow ZnO + CO_2$ | निस्तापन | कार्बोनेट अयस्क; वायु सीमित; $CO_2$ निकलती है |
| $Fe_2O_3 + CO \rightarrow Fe + CO_2$ | अपचयन | ऑक्साइड से ऑक्सीजन का हटना; धातु प्राप्त |
| $Fe_2O_3 + Al \rightarrow Al_2O_3 + Fe$ | थर्माइट | ऊष्माक्षेपी विस्थापन/अपचयन; पिघला लोहा |
| $Na \rightarrow Na^+ + e^-$ | ऑक्सीकरण (आयन निर्माण) | धातु का इलेक्ट्रॉन त्यागना |
| $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ | अपचयन (कैथोड) | इलेक्ट्रॉन ग्रहण; धातु जमना |

## 45. महत्वपूर्ण परिभाषाएँ (Important Definitions)

| पद | परिभाषा |
|---|---|
| **धातु (Metal)** | वे तत्व जो इलेक्ट्रॉन त्यागकर धनायन बनाते हैं; चमकीले, आघातवर्ध्य, तन्य तथा ऊष्मा/विद्युत के सुचालक होते हैं। |
| **अधातु (Non-metal)** | वे तत्व जो इलेक्ट्रॉन ग्रहण/साझा करते हैं; प्रायः मंद, भंगुर तथा कुचालक होते हैं। |
| **अभिक्रियाशीलता (Reactivity)** | किसी धातु का अन्य पदार्थों से अभिक्रिया करने की प्रवृत्ति। |
| **अभिक्रियाशीलता श्रेणी (Reactivity Series)** | धातुओं को उनकी अभिक्रियाशीलता के घटते क्रम में व्यवस्थित करने वाली सूची। |
| **आयनिक यौगिक (Ionic Compound)** | धातु व अधातु के बीच इलेक्ट्रॉन स्थानांतरण से बने धन व ऋण आयनों से निर्मित यौगिक। |
| **आयनिक बंध (Ionic Bond)** | विपरीत आवेशित आयनों के बीच स्थिर वैद्युत आकर्षण बल। |
| **खनिज (Mineral)** | पृथ्वी की भूपर्पटी में प्राकृतिक रूप से पाया जाने वाला तत्व या यौगिक। |
| **अयस्क (Ore)** | वह खनिज जिससे धातु का निष्कर्षण लाभकारी रूप से हो सके। |
| **गैंग (Gangue)** | अयस्क में मिली मिट्टी, रेत आदि अवांछित अशुद्धियाँ। |
| **धातुकर्म (Metallurgy)** | अयस्क से शुद्ध धातु प्राप्त करने की संपूर्ण प्रक्रिया। |
| **भर्जन (Roasting)** | सल्फाइड अयस्क को वायु की अधिकता में गर्म करके ऑक्साइड में बदलना। |
| **निस्तापन (Calcination)** | कार्बोनेट अयस्क को वायु की सीमित मात्रा/अनुपस्थिति में गर्म करके ऑक्साइड में बदलना। |
| **अपचयन (Reduction)** | ऑक्साइड से ऑक्सीजन का हटना या इलेक्ट्रॉन का ग्रहण होना। |
| **परिष्करण (Refining)** | अशुद्ध धातु को शुद्ध धातु में बदलना। |
| **विद्युत अपघटनी परिष्करण** | विद्युत अपघटन द्वारा अशुद्ध धातु से शुद्ध धातु प्राप्त करना (ऐनोड : अशुद्ध; कैथोड : शुद्ध)। |
| **संक्षारण (Corrosion)** | वायु, नमी, अम्ल आदि से धातु की सतह का धीरे-धीरे क्षय होना। |
| **मिश्रधातु (Alloy)** | दो या अधिक धातुओं अथवा धातु और अधातु का समांगी मिश्रण। |
| **यशदलेपन (Galvanisation)** | लोहे/इस्पात पर जिंक की सुरक्षात्मक परत चढ़ाना। |

## 46. महत्वपूर्ण अंतर (Important Differences)

### (क) भर्जन तथा निस्तापन

| आधार | भर्जन (Roasting) | निस्तापन (Calcination) |
|---|---|---|
| अयस्क का प्रकार | सल्फाइड | कार्बोनेट (तथा हाइड्रेट) |
| वायु | वायु की अधिकता | वायु की सीमित मात्रा या अनुपस्थिति |
| निकलने वाली गैस | $SO_2$ | $CO_2$ |
| उदाहरण | $2ZnS + 3O_2 \rightarrow 2ZnO + 2SO_2$ | $ZnCO_3 \rightarrow ZnO + CO_2$ |

### (ख) संक्षारण तथा विकृतगंधिता

| आधार | संक्षारण (Corrosion) | विकृतगंधिता (Rancidity) |
|---|---|---|
| किसमें होता है | धातुओं में | तेल/वसा युक्त खाद्य पदार्थों में |
| कारण | वायु, नमी द्वारा ऑक्सीकरण | तेल/वसा का वायु द्वारा ऑक्सीकरण |
| परिणाम | धातु का क्षय (जंग/परत) | खाद्य पदार्थ में दुर्गंध व स्वाद का बिगड़ना |
| रोकथाम | पेंट, गैल्वनीकरण, मिश्रधातु | एंटीऑक्सीडेंट, वायुरोधी पैकिंग, नाइट्रोजन भरना |

### (ग) अत्यधिक, मध्यम तथा कम अभिक्रियाशील धातुएँ

| आधार | अत्यधिक | मध्यम | कम |
|---|---|---|---|
| उदाहरण | K, Na, Ca, Mg, Al | Zn, Fe, Pb | Cu, Hg, Ag, Au |
| अवस्था | आयनिक यौगिक | सल्फाइड/कार्बोनेट/ऑक्साइड | सल्फाइड या मुक्त |
| निष्कर्षण | गलित यौगिक का विद्युत अपघटन | भर्जन/निस्तापन + C द्वारा अपचयन | वायु में गर्म करना / सीधे प्राप्त |

### (घ) खनिज तथा अयस्क ; धातु तथा अधातु

इन दोनों की तुलना सारणियाँ पहले दी जा चुकी हैं — देखें खनिज बनाम अयस्क, तथा धातु बनाम अधातु; साथ ही आयनिक बनाम सहसंयोजी यौगिक।

## 47. चित्र-सूची (Diagram Index)

| क्र. | चित्र | विषय |
|---|---|---|
| 1 | NaCl का निर्माण | इलेक्ट्रॉन स्थानांतरण |
| 2 | $MgCl_2$ का निर्माण | इलेक्ट्रॉन स्थानांतरण |
| 3 | क्रिस्टल जालक | आयनिक यौगिक की संरचना |
| 4 | आयनिक चालकता | ठोस बनाम गलित/जलीय |
| 5 | अभिक्रियाशीलता श्रेणी | क्रम व उपयोग |
| 6 | धातुकर्म प्रवाह-चित्र | सामान्य प्रक्रिया |
| 7 | विद्युत अपघटन | गलित NaCl |
| 8 | ऐलुमिनियम निष्कर्षण | Hall–Héroult |
| 9 | वात्या भट्ठी | लौह निष्कर्षण |
| 10 | जिंक निष्कर्षण | भर्जन + अपचयन |
| 11 | कॉपर निष्कर्षण | भर्जन + स्वतः अपचयन |
| 12 | विद्युत अपघटनी परिष्करण | ताँबे का शोधन |
| 13 | जंग का प्रयोग | तीन परखनलियाँ |
| 14 | संक्षारण से बचाव | विधियाँ व गैल्वनीकरण |

| क्र. | चित्र | विषय |
|---|---|---|
| 15 | मिश्रधातु की संकल्पना | परमाणु व्यवस्था |

# भाग 9 : प्रायोगिक / क्रियाकलाप आधारित प्रश्न

Practical and Activity Based Questions

## 48. महत्वपूर्ण क्रियाकलाप (Activities)

**क्रियाकलाप 1 : धातु + ऑक्सीजन**

**उद्देश्य (Aim) :** मैग्नीशियम के ऑक्सीजन के साथ दहन का अध्ययन।

**सामग्री (Materials) :** Mg फीता, रेगमाल, चिमटा, बर्नर।

**विधि (Procedure) :** Mg फीते को रेगमाल से रगड़ें, चिमटे से पकड़कर बर्नर में जलाएँ (आँखों को सीधे प्रकाश से बचाएँ)।

**प्रेक्षण (Observation) :** चमकदार सफेद लौ के साथ जलता है; सफेद चूर्ण MgO बनता है।

**समीकरण :** $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$

**निष्कर्ष (Conclusion) :** धातुएँ ऑक्सीजन से क्रिया करके ऑक्साइड बनाती हैं; MgO जल में घुलकर क्षारीय विलयन देता है।

**क्रियाकलाप 2 : धातु + जल**

**उद्देश्य (Aim) :** Na, Ca, Mg की जल से अभिक्रिया की तुलना।

**सामग्री (Materials) :** बीकर, ठंडा जल, गर्म जल, Ca, Mg (Na/K केवल शिक्षक द्वारा, सावधानी से)।

**विधि (Procedure) :** प्रत्येक धातु का छोटा टुकड़ा ठंडे जल में डालें; जो न क्रिया करे उसे गर्म जल में डालें।

**प्रेक्षण (Observation) :** Na : तीव्र; Ca : बुलबुले, तैरना; Mg : ठंडे जल में नहीं, गर्म जल में धीमी क्रिया।

**समीकरण :** $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$ ; $Ca + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2$

**निष्कर्ष (Conclusion) :** अभिक्रियाशीलता क्रम : Na > Ca > Mg। सावधानी : K/Na को हाथ से न छुएँ।

**क्रियाकलाप 3 : धातु + अम्ल**

**उद्देश्य (Aim) :** Zn की तनु HCl से अभिक्रिया तथा $H_2$ की पहचान।

**सामग्री (Materials) :** परखनली, दानेदार Zn, तनु HCl, जलती हुई तीली।

**विधि (Procedure) :** परखनली में Zn के दाने व तनु HCl डालें; मुँह पर जलती तीली लाएँ।

**प्रेक्षण (Observation) :** बुलबुले उठते हैं; गैस "पॉप" ध्वनि से जलती है।

**समीकरण :** $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$

**निष्कर्ष (Conclusion) :** अभिक्रियाशील धातुएँ अम्ल से $H_2$ मुक्त करती हैं।

**क्रियाकलाप 4 : धातु + लवण विलयन**

**उद्देश्य (Aim) :** Fe और $CuSO_4$ विलयन की अभिक्रिया।

**सामग्री (Materials) :** लोहे की कील (रेगमाल से साफ), $CuSO_4$ विलयन, बीकर।

**विधि (Procedure) :** कील को $CuSO_4$ विलयन में 20–30 मिनट डुबोएँ।

**प्रेक्षण (Observation) :** नीला रंग हल्का हरा हो जाता है; कील पर लाल-भूरा Cu जमता है।

**समीकरण :** $Fe + CuSO_4 \rightarrow FeSO_4 + Cu$

**निष्कर्ष (Conclusion) :** Fe, Cu से अधिक क्रियाशील है — विस्थापन अभिक्रिया।

**क्रियाकलाप 5 : जंग लगने की शर्तें**

**उद्देश्य (Aim) :** जंग के लिए वायु और नमी की आवश्यकता सिद्ध करना।

**सामग्री (Materials) :** तीन परखनलियाँ, लोहे की कीलें, जल, उबला जल, तेल, निर्जल $CaCl_2$, कॉर्क।

**विधि (Procedure) :** A : कील + सामान्य जल; B : कील + उबला जल + तेल की परत; C : कील + निर्जल $CaCl_2$, कॉर्क बंद। कुछ दिन रखें।

**प्रेक्षण (Observation) :** केवल A की कील पर जंग लगता है।

**समीकरण :** $4Fe + 3O_2 + 2xH_2O \rightarrow 2Fe_2O_3 \cdot xH_2O$

**निष्कर्ष (Conclusion) :** जंग हेतु ऑक्सीजन व नमी दोनों आवश्यक।

**क्रियाकलाप 6 : आयनिक यौगिक की चालकता**

**उद्देश्य (Aim) :** NaCl की ठोस व जलीय अवस्था में चालकता की जाँच।

**सामग्री (Materials) :** बैटरी, बल्ब, दो इलेक्ट्रोड, NaCl, आसुत जल, बीकर।

**विधि (Procedure) :** पहले सूखे NaCl में इलेक्ट्रोड डुबोएँ, फिर NaCl के जलीय विलयन में।

**प्रेक्षण (Observation) :** ठोस में बल्ब नहीं जलता; विलयन में जलता है।

**समीकरण :** $NaCl\ (aq) \rightarrow Na^+ + Cl^-$

**निष्कर्ष (Conclusion) :** मुक्त आयनों की उपस्थिति में ही आयनिक यौगिक विद्युत चालन करते हैं।

# भाग 10 : हल किए गए प्रश्न (Solved Questions)

Board-Oriented Conceptual Questions

## 49. हल किए गए 24 अवधारणात्मक प्रश्न

### प्र. 1. धातुएँ ऊष्मा और विद्युत की सुचालक क्यों होती हैं?

1. धातुओं में मुक्त इलेक्ट्रॉन (इलेक्ट्रॉन-सागर) होते हैं।
2. ये इलेक्ट्रॉन पूरे धातु जालक में स्वतंत्र गति करते हैं।
3. इसलिए ऊष्मा/आवेश का संचरण शीघ्र होता है।

### प्र. 2. सोडियम को केरोसिन में क्यों रखा जाता है?

सोडियम अत्यंत अभिक्रियाशील है और वायु की ऑक्सीजन तथा नमी से तीव्र अभिक्रिया कर आग पकड़ सकता है। केरोसिन में रखने से यह वायु व जल से सुरक्षित रहता है।

**प्र. 3. उभयधर्मी ऑक्साइड किसे कहते हैं? दो उदाहरण दीजिए।**

जो ऑक्साइड अम्ल तथा क्षार दोनों से अभिक्रिया करके लवण व जल बनाते हैं। उदा. $Al_2O_3$ तथा ZnO। ($ZnO + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2O$ ; $ZnO + 2NaOH \rightarrow Na_2ZnO_2 + H_2O$)

**प्र. 4. गर्म जल में डाली गई Mg की पट्टी तैरने क्यों लगती है?**

$Mg + 2H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + H_2$ अभिक्रिया में बने हाइड्रोजन के बुलबुले धातु की सतह पर चिपक जाते हैं, जिससे धातु का घनत्व घटकर तैरने लगती है।

**प्र. 5. $Cu + FeSO_4 \rightarrow$ ? अपना उत्तर कारण सहित दीजिए।**

कोई अभिक्रिया नहीं होगी, क्योंकि Cu, Fe से कम अभिक्रियाशील है और अभिक्रियाशीलता श्रेणी में Fe से नीचे है; वह Fe को उसके लवण से विस्थापित नहीं कर सकता।

**प्र. 6. लोहे की कील को $CuSO_4$ विलयन में डुबोने पर क्या प्रेक्षण होंगे?**

(1) नीला विलयन हल्का हरा हो जाता है। (2) कील पर लाल-भूरा ताँबा जमता है। समीकरण : $Fe + CuSO_4 \rightarrow FeSO_4 + Cu$

**प्र. 7. ऐलुमिनियम पर जंग क्यों नहीं लगता जबकि वह अभिक्रियाशील है?**

Al वायु में ऑक्सीजन से क्रिया कर सतह पर $Al_2O_3$ की पतली, कठोर, सुरक्षात्मक परत बना लेता है जो भीतर की धातु को आगे अभिक्रिया से बचाती है।

**प्र. 8. आयनिक यौगिकों का गलनांक उच्च क्यों होता है?**

आयनिक यौगिकों में विपरीत आयनों के बीच प्रबल स्थिर वैद्युत आकर्षण बल होता है। इसे तोड़ने के लिए अधिक ऊष्मीय ऊर्जा चाहिए, इसलिए गलनांक ऊँचा होता है।

**प्र. 9. आयनिक यौगिक ठोस अवस्था में विद्युत का चालन क्यों नहीं करते?**

ठोस अवस्था में आयन जालक में निश्चित स्थानों पर जकड़े रहते हैं और गति नहीं कर सकते, अतः आवेश वाहक उपलब्ध नहीं होते।

**प्र. 10. NaCl व $MgCl_2$ का निर्माण इलेक्ट्रॉन-स्थानांतरण से दर्शाइए।**

$Na \rightarrow Na^+ + e^-$ ; $Cl + e^- \rightarrow Cl^-$ ; $Na^+ + Cl^- \rightarrow NaCl$।

$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^-$ ; $2Cl + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$ ; $Mg^{2+} + 2Cl^- \rightarrow MgCl_2$।

**प्र. 11. खनिज तथा अयस्क में अंतर बताइए।**

खनिज : भूपर्पटी में पाया जाने वाला प्राकृतिक तत्व/यौगिक। अयस्क : वह खनिज जिससे धातु लाभकारी ढंग से निकाली जा सके। सभी अयस्क खनिज हैं, पर सभी खनिज अयस्क नहीं।

**प्र. 12. भर्जन तथा निस्तापन में अंतर लिखिए।**

भर्जन : सल्फाइड अयस्क का वायु की अधिकता में गर्म करना ($SO_2$ निकलती है)। निस्तापन : कार्बोनेट अयस्क का सीमित/शून्य वायु में गर्म करना ($CO_2$ निकलती है)।

**प्र. 13. अत्यधिक अभिक्रियाशील धातुओं का निष्कर्षण कार्बन से क्यों नहीं किया जाता?**

इन धातुओं की ऑक्सीजन के प्रति बंधुता कार्बन से अधिक होती है, इसलिए कार्बन इनके ऑक्साइडों का अपचयन नहीं कर सकता। अतः गलित यौगिक के विद्युत अपघटन का प्रयोग किया जाता है।

**प्र. 14. Al के निष्कर्षण में क्रायोलाइट का क्या कार्य है?**

(1) $Al_2O_3$ का गलनांक ($\approx$2050 °C) लगभग 950 °C तक घटाना, (2) विलयन की विद्युत चालकता बढ़ाना।

**प्र. 15. वात्या भट्ठी में चूना-पत्थर का क्या कार्य है?**

चूना-पत्थर विघटित होकर CaO देता है, जो अयस्क में उपस्थित सिलिका ($SiO_2$) से मिलकर $CaSiO_3$ (धातुमल) बनाता है और गैंग हट जाता है। $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$ ; $CaO + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3$

**प्र. 16. थर्माइट अभिक्रिया क्या है? इसका एक उपयोग लिखिए।**

$Fe_2O_3 + 2Al \rightarrow 2Fe + Al_2O_3$ + ऊष्मा। इसमें Al, $Fe_2O_3$ को अपचयित कर पिघला लोहा देता है। उपयोग : रेल की पटरियों को जोड़ना (वेल्डिंग)।

**प्र. 17. विद्युत अपघटनी परिष्करण में ऐनोड मड क्या है?**

अशुद्ध धातु के ऐनोड से अघुलनशील अशुद्धियाँ (जैसे Au, Ag) नीचे बैठ जाती हैं; इस अवशेष को ऐनोड पंक (Anode Mud) कहते हैं।

**प्र. 18. जंग लगने की शर्तें क्या हैं? जंग का रासायनिक सूत्र लिखिए।**

जंग के लिए वायु ($O_2$) तथा नमी दोनों आवश्यक हैं। जंग : जलयोजित आयरन(III) ऑक्साइड, $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$।

**प्र. 19. गैल्वनीकरण से लोहा कैसे सुरक्षित रहता है?**

जिंक की परत लोहे को वायु-नमी से अलग रखती है; परत टूटने पर भी अधिक क्रियाशील Zn पहले अभिक्रिया करता है और लोहा सुरक्षित रहता है।

**प्र. 20. मिश्रधातु किसे कहते हैं? इसके लाभ लिखिए।**

दो या अधिक धातुओं अथवा धातु-अधातु का समांगी मिश्रण। लाभ : अधिक कठोरता/मज़बूती, जंग-प्रतिरोध, गलनांक में वांछित परिवर्तन।

**प्र. 21. स्टेनलेस स्टील में कौन-कौन से घटक होते हैं?**

लोहा, क्रोमियम, निकैल और थोड़ा कार्बन। यह जंग-रोधी है।

**प्र. 22. अधातु ऑक्साइड प्रायः अम्लीय क्यों होते हैं? अपवाद दीजिए।**

ये जल में घुलकर अम्ल बनाते हैं ($CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$)। अपवाद : CO, NO, $N_2O$, $H_2O$ उदासीन हैं।

**प्र. 23. $HNO_3$ के साथ धातुएँ $H_2$ क्यों नहीं देतीं?**

$HNO_3$ प्रबल ऑक्सीकारक है; वह उत्पन्न $H_2$ को ऑक्सीकृत करके जल बना देता है तथा स्वयं नाइट्रोजन के ऑक्साइडों में अपचयित हो जाता है।

**प्र. 24. अम्लराज क्या है? इसका क्या महत्व है?**

सांद्र HCl व सांद्र $HNO_3$ का 3 : 1 मिश्रण। यह सोना व प्लैटिनम जैसी अक्रिय धातुओं को गला सकता है।

# भाग 11 : अभिक्रियाशीलता श्रेणी आधारित प्रश्न

Reactivity Series Based Questions

## 50. अभिक्रियाशीलता श्रेणी पर आधारित प्रश्न

**तथ्य / सूत्र (Fact Box)**

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

| प्रश्न | उत्तर | कारण |
|---|---|---|
| $Zn + FeSO_4 \rightarrow ?$ | $Zn + FeSO_4 \rightarrow ZnSO_4 + Fe$ | Zn, Fe से ऊपर है |
| $Cu + ZnSO_4 \rightarrow ?$ | कोई अभिक्रिया नहीं | Cu, Zn से नीचे है |
| $Mg + CuSO_4 \rightarrow ?$ | $Mg + CuSO_4 \rightarrow MgSO_4 + Cu$ | Mg अधिक क्रियाशील |
| Ag + HCl (तनु) → ? | कोई अभिक्रिया नहीं | Ag, H से नीचे है |
| $Fe + AgNO_3 \rightarrow ?$ | $Fe + 2AgNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_2 + 2Ag$ | Fe, Ag से ऊपर |

| प्रश्न | उत्तर | कारण |
|---|---|---|
| $Pb + CuSO_4 \rightarrow ?$ | $Pb + CuSO_4 \rightarrow PbSO_4 + Cu$ | Pb, Cu से ऊपर |
| $Au + CuCl_2 \rightarrow ?$ | कोई अभिक्रिया नहीं | Au सबसे नीचे |
| $Al + HCl \rightarrow ?$ | $2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$ | Al, H से ऊपर |

**प्र. 1. निम्न धातुओं को अभिक्रियाशीलता के घटते क्रम में लिखें : Cu, Zn, Na, Fe, Ag।**

Na > Zn > Fe > Cu > Ag

**प्र. 2. किन धातुओं से तनु HCl में $H_2$ नहीं मिलता?**

जो H से नीचे हैं — Cu, Hg, Ag, Au।

**प्र. 3. A, B, C, D चार धातुएँ हैं। A, B के लवण से B को विस्थापित करती है; B, C के लवण से C को; D किसी से विस्थापित नहीं होती। क्रम बताइए।**

A > B > C > D (A सर्वाधिक क्रियाशील, D सबसे कम)।

**प्र. 4. ऐसी धातु का नाम बताइए जो ठंडे जल से तो अभिक्रिया नहीं करती पर भाप से करती है।**

Al, Zn या Fe। (Mg गर्म जल से भी अभिक्रिया करता है।)

**प्र. 5. श्रेणी में H को क्यों रखा गया है?**

H धातु नहीं है, परंतु अम्लों से $H_2$ मुक्त करने की प्रवृत्ति के आधार पर धातुओं की तुलना करने हेतु उसे श्रेणी में संदर्भ के रूप में रखा जाता है।

# भाग 12 : बोर्ड परीक्षा के लिए महत्वपूर्ण प्रश्न

Important Questions for Board Examination

## 51. लघु उत्तरीय तथा दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

### अति-लघु उत्तरीय (1 अंक)

1. सबसे अच्छा विद्युत चालक कौन-सी धातु है?
2. कक्ष ताप पर द्रव अवस्था में धातु व अधातु का एक-एक उदाहरण दीजिए।
3. अम्लराज किसे कहते हैं?
4. बॉक्साइट का सूत्र लिखिए।
5. जंग का रासायनिक नाम बताइए।
6. पीतल किन धातुओं का मिश्रधातु है?
7. क्रायोलाइट का सूत्र लिखिए।
8. वात्या भट्ठी में धातुमल किससे बनता है?

### लघु उत्तरीय (2–3 अंक)

1. धातुओं और अधातुओं के भौतिक गुणों में कोई चार अंतर लिखिए।
2. उभयधर्मी ऑक्साइड को उदाहरण सहित समझाइए।
3. आयनिक यौगिकों के किन्हीं तीन गुणों के कारण सहित लिखिए।
4. भर्जन और निस्तापन में अंतर समीकरण सहित लिखिए।

5. Mg और Na की जल से अभिक्रिया की तुलना कीजिए।
6. गैल्वनीकरण से आप क्या समझते हैं? लाभ लिखिए।
7. मिश्रधातु क्यों बनाई जाती हैं? दो उदाहरण दीजिए।
8. विद्युत अपघटनी परिष्करण में ऐनोड, कैथोड और विद्युत अपघट्य क्या होते हैं?

### दीर्घ उत्तरीय (5 अंक)

1. अभिक्रियाशीलता श्रेणी का उपयोग उदाहरण सहित समझाइए। अभिक्रियाशीलता के आधार पर धातुओं के निष्कर्षण की विधियाँ बताइए।
2. वात्या भट्ठी में लोहे के निष्कर्षण की विधि नामांकित चित्र सहित वर्णन कीजिए।
3. ऐलुमिनियम के निष्कर्षण के सिद्धांत, विधि और अभिक्रियाएँ लिखिए तथा चित्र बनाइए।
4. ताँबे का विद्युत अपघटनी परिष्करण चित्र सहित समझाइए।
5. संक्षारण क्या है? जंग लगने की शर्तें और बचाव के उपाय लिखिए।
6. NaCl व $MgCl_2$ का निर्माण इलेक्ट्रॉन स्थानांतरण से समझाइए और आयनिक यौगिकों की चालकता का कारण बताइए।

# भाग 13 : बहुविकल्पीय प्रश्न (MCQs)

Multiple Choice Questions

## 52. 40 महत्वपूर्ण बहुविकल्पीय प्रश्न

प्रत्येक प्रश्न का सही विकल्प चुनें। उत्तर अगले खंड में दिए गए हैं।

**1.** कक्ष ताप पर द्रव धातु कौन-सी है?
(अ) सोडियम
(ब) पारा (Hg)
(स) गैलियम
(द) लेड

**2.** सर्वोत्तम विद्युत चालक धातु है —
(अ) Cu
(ब) Au
(स) Ag
(द) Al

**3.** निम्न में कौन अधातु होते हुए चमकीला है?
(अ) सल्फर
(ब) आयोडीन
(स) फॉस्फोरस
(द) ब्रोमीन

**4.** ग्रेफाइट किसका अपररूप है?
(अ) सल्फर
(ब) फॉस्फोरस
(स) कार्बन
(द) सिलिकॉन

**5.** Na और K को रखा जाता है —
(अ) जल में
(ब) केरोसिन में
(स) वायु में
(द) अम्ल में

**6.** उभयधर्मी ऑक्साइड है —
(अ) $Na_2O$
(ब) CaO
(स) ZnO
(द) MgO

**7.** जिंक की भाप से अभिक्रिया पर बनता है —
(अ) $Zn(OH)_2 + H_2$
(ब) $ZnO + H_2$
(स) $ZnH_2$
(द) कोई नहीं

**8.** $H_2$ की पहचान किस से होती है?
(अ) जलती तीली का बुझना
(ब) पॉप ध्वनि से जलना
(स) चूने का पानी दूधिया
(द) लाल लिटमस नीला

**9.** Fe + $CuSO_4$ में विलयन का रंग —
(अ) नीले से हरा
(ब) हरे से नीला
(स) रंगहीन
(द) लाल

**10.** अभिक्रियाशीलता श्रेणी में सबसे ऊपर —
(अ) Na
(ब) K
(स) Ca
(द) Mg

**11.** निम्न में कौन तनु HCl से $H_2$ नहीं देगा?
(अ) Zn
(ब) Mg
(स) Cu
(द) Fe

**12.** Cl का विन्यास है —
(अ) 2, 8, 1
(ब) 2, 8, 7
(स) 2, 8, 8
(द) 2, 7

**13.** $Na^+$ का विन्यास किसके समान है?
(अ) He
(ब) Ne
(स) Ar
(द) Kr

**14.** $MgCl_2$ में Mg पर आवेश —
(अ) +1
(ब) +2
(स) −1
(द) −2

**15.** आयनिक यौगिक के लिए सही कथन —
(अ) ठोस में चालक
(ब) गलित में चालक
(स) प्रायः कम गलनांक
(द) सदा जल में अविलेय

**16.** आयनिक यौगिक भंगुर होते हैं क्योंकि —
(अ) आयन मुक्त हैं
(ब) दबाव पर समान आवेश आमने-सामने आते हैं
(स) अणु बड़े हैं
(द) बंध सहसंयोजी है

**17.** बॉक्साइट किस धातु का अयस्क है?
(अ) Fe
(ब) Cu
(स) Al
(द) Zn

**18.** हेमेटाइट का सूत्र —
(अ) $Fe_3O_4$
(ब) $Fe_2O_3$
(स) FeS
(द) $FeCO_3$

**19.** गैंग क्या है?
(अ) शुद्ध धातु
(ब) अयस्क की अशुद्धि
(स) अपचायक
(द) गालक

**20.** सल्फाइड अयस्क को वायु की अधिकता में गर्म करना —
(अ) निस्तापन
(ब) भर्जन
(स) अपचयन
(द) परिष्करण

**21.** कार्बोनेट अयस्क के लिए प्रयुक्त विधि —
(अ) भर्जन
(ब) निस्तापन
(स) विद्युत अपघटन
(द) फेन प्लवन

**22.** $ZnO + C \rightarrow Zn + CO$ अभिक्रिया है —
(अ) ऑक्सीकरण
(ब) अपचयन
(स) विस्थापन
(द) निस्तापन

**23.** $Al_2O_3$ का विद्युत अपघटन किसमें घोलकर किया जाता है?
(अ) जल
(ब) क्रायोलाइट
(स) HCl
(द) NaOH

**24.** Al निष्कर्षण में कैथोड है —
(अ) ताँबा
(ब) ग्रेफाइट अस्तर वाला इस्पात टैंक
(स) जिंक
(द) प्लैटिनम

**25.** वात्या भट्ठी में धातुमल है —
(अ) CaO
(ब) $CaSiO_3$
(स) $SiO_2$
(द) $Fe_2O_3$

**26.** कच्चे लोहे में लगभग कार्बन —
(अ) 0.1%
(ब) 4%
(स) 20%
(द) 50%

**27.** थर्माइट अभिक्रिया में अपचायक —
(अ) Fe
(ब) Al
(स) C
(द) CO

**28.** विद्युत अपघटनी परिष्करण में कैथोड पर जमता है —
(अ) अशुद्ध Cu
(ब) शुद्ध Cu
(स) Au
(द) Ag

**29.** ऐनोड पंक में होता है —
(अ) Cu
(ब) अघुलनशील अशुद्धियाँ (Au, Ag)
(स) $H_2$
(द) जल

**30.** जंग का सूत्र —
(अ) $Fe_2O_3$
(ब) $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$
(स) FeO
(द) $Fe_3O_4$

**31.** जंग लगने के लिए आवश्यक है —
(अ) केवल वायु
(ब) केवल जल
(स) वायु व नमी
(द) केवल अम्ल

**32.** गैल्वनीकरण में प्रयुक्त धातु —
(अ) Sn
(ब) Zn
(स) Cu
(द) Cr

**33.** पीतल है —
(अ) Cu + Sn
(ब) Cu + Zn
(स) Pb + Sn
(द) Fe + C

**34.** काँसा है —
(अ) Cu + Sn
(ब) Cu + Zn
(स) Fe + Ni
(द) Pb + Sn

**35.** सोल्डर है —
(अ) Pb + Sn
(ब) Cu + Zn
(स) Fe + Cr
(द) Au + Cu

**36.** स्टेनलेस स्टील में नहीं होता —
(अ) Fe
(ब) Cr
(स) Ni
(द) Pb

**37.** अम्लराज में HCl : $HNO_3$ अनुपात —
(अ) 1 : 3
(ब) 3 : 1
(स) 1 : 1
(द) 2 : 1

**38.** उदासीन ऑक्साइड है —
(अ) $CO_2$
(ब) $SO_2$
(स) CO
(द) $P_2O_5$

**39.** Mg + $O_2$ में Mg की लौ का रंग —
(अ) लाल
(ब) पीला
(स) चमकदार सफेद
(द) नीला

**40.** आयोडीन-युक्त नमक किस रोग से बचाव करता है?
(अ) रतौंधी
(ब) घेंघा
(स) एनीमिया
(द) रिकेट्स

## 53. उत्तर-कुंजी (Answer Key)

**1.** (ब) पारा (Hg)
**2.** (स) Ag
**3.** (ब) आयोडीन
**4.** (स) कार्बन
**5.** (ब) केरोसिन में
**6.** (स) ZnO
**7.** (ब) ZnO + $H_2$
**8.** (ब) पॉप ध्वनि से जलना
**9.** (अ) नीले से हरा
**10.** (ब) K
**11.** (स) Cu
**12.** (ब) 2, 8, 7
**13.** (ब) Ne
**14.** (ब) +2
**15.** (ब) गलित में चालक
**16.** (ब) दबाव पर समान आवेश आमने-सामने आते हैं
**17.** (स) Al
**18.** (ब) $Fe_2O_3$
**19.** (ब) अयस्क की अशुद्धि
**20.** (ब) भर्जन
**21.** (ब) निस्तापन
**22.** (ब) अपचयन
**23.** (ब) क्रायोलाइट
**24.** (ब) ग्रेफाइट अस्तर वाला इस्पात टैंक
**25.** (ब) $CaSiO_3$
**26.** (ब) 4%
**27.** (ब) Al
**28.** (ब) शुद्ध Cu
**29.** (ब) अघुलनशील अशुद्धियाँ (Au, Ag)
**30.** (ब) $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$
**31.** (स) वायु व नमी
**32.** (ब) Zn
**33.** (ब) Cu + Zn
**34.** (अ) Cu + Sn
**35.** (अ) Pb + Sn
**36.** (द) Pb
**37.** (ब) 3 : 1
**38.** (स) CO
**39.** (स) चमकदार सफेद
**40.** (ब) घेंघा

# भाग 14 : त्वरित पुनरावृत्ति (Quick Revision)

Last-Minute Revision Notes

## 54. एक नज़र में पूरा अध्याय

### महत्वपूर्ण बिंदु (Important Point)

- **धातु :** $e^-$ त्यागती हैं → धनायन; चमकदार, आघातवर्ध्य, तन्य, सुचालक, उच्च गलनांक। **अपवाद :** Hg द्रव; Na, K नरम; Ga, Cs कम गलनांक।
- **अधातु :** $e^-$ ग्रहण/साझा; मंद, भंगुर, कुचालक। **अपवाद :** $I_2$ चमकीला; ग्रेफाइट चालक; हीरा कठोर; $Br_2$ द्रव।
- **धातु ऑक्साइड :** प्रायः क्षारीय; $Al_2O_3$, ZnO उभयधर्मी। **अधातु ऑक्साइड :** प्रायः अम्लीय; CO, NO, $H_2O$ उदासीन।

### अभिक्रिया (Reaction Box)

**अभिक्रियाएँ:** धातु + $O_2$ → ऑक्साइड ; धातु + जल → हाइड्रॉक्साइड/ऑक्साइड + $H_2$ ; धातु + अम्ल → लवण + $H_2$ ; धातु + लवण → विस्थापन।

### तथ्य / सूत्र (Fact Box)

**श्रेणी :** K > Na > Ca > Mg > Al > Zn > Fe > Sn > Pb > H > Cu > Hg > Ag > Au

**आयनिक यौगिक :** ठोस, कठोर, भंगुर, उच्च गलनांक; गलित/जलीय अवस्था में चालक; जल में विलेय।

### परीक्षा से पहले अवश्य दोहराएँ

- **निष्कर्षण :** अत्यधिक क्रियाशील (K, Na, Ca, Mg, Al) → विद्युत अपघटन; मध्यम (Zn, Fe, Pb) → भर्जन/निस्तापन + C द्वारा अपचयन; कम (Cu, Hg) → वायु में गर्म करना।
- **Al :** बॉक्साइट → $Al_2O_3$ → क्रायोलाइट में विद्युत अपघटन (कैथोड : $Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$)।
- **Fe :** हेमेटाइट + कोक + चूना-पत्थर; $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$; धातुमल : $CaSiO_3$।
- **परिष्करण :** ऐनोड — अशुद्ध Cu; कैथोड — शुद्ध Cu; विद्युत अपघट्य — अम्लीकृत $CuSO_4$; ऐनोड पंक।
- **जंग :** $O_2$ + नमी; $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$; बचाव — पेंट, तेल, ग्रीस, गैल्वनीकरण, विद्युत लेपन, मिश्रधातु।
- **मिश्रधातु :** पीतल (Cu + Zn), काँसा (Cu + Sn), सोल्डर (Pb + Sn), स्टेनलेस स्टील (Fe + Cr + Ni + C)।

### विद्यार्थियों के लिए सुझाव

**सलाह :** समीकरण संतुलित लिखें, अवस्था/परिस्थिति का उल्लेख करें, चित्र नामांकित बनाएँ और प्रत्येक उत्तर में कारण अवश्य दें। सफलता के लिए शुभकामनाएँ!