

अध्याय:01



रासायनिक अभिक्रियाएँ एवं समीकरण



जब दो या दो से अधिक पदार्थ आपस में क्रिया करके नए पदार्थ बनाते हैं, तो इसे रासायनिक अभिक्रिया कहते हैं। इस अभिक्रिया को दर्शाने के लिए समीकरण लिखा जाता है, जिसे रासायनिक समीकरण कहते हैं।

1 रासायनिक अभिक्रिया के प्रेक्षण



- ✓ अवस्था में परिवर्तन
- ✓ रंग में परिवर्तन
- ✓ तापमान में परिवर्तन
- ✓ गैस का उत्सर्जन

2 रासायनिक समीकरण



- ✓ शब्द समीकरण (शब्दों में अभिक्रिया को लिखना)
- ✓ कंकाली समीकरण (केवल सूत्रों के द्वारा, असंतुलित)
- ✓ संतुलित समीकरण (अभिकारक व उत्पादों में परमाणुओं की संख्या समान)

रासायनिक अभिक्रियाएँ एवं समीकरण



रासायनिक अभिक्रियाओं के प्रकार

- 1 संयोजन अभिक्रिया $A + B \rightarrow AB$
- 2 वियोजन अभिक्रिया $AB \rightarrow A + B$
- 3 विस्थापन अभिक्रिया $A + BC \rightarrow AC + B$
- 4 द्विविस्थापन अभिक्रिया $AB + CD \rightarrow AD + CB$
- 5 उपचयन-अपचयन (रेडॉक्स) अभिक्रिया
जिसमें उपचयन और अपचयन साथ-साथ होते हैं।

दैनिक जीवन में प्रभाव



- ✓ संक्षारण (Corrosion)
धातुओं का वायु, नमी आदि के कारण धीरे-धीरे खराब होना।
उदाहरण : लोहे में जंग लगना

- ✓ विकृतगंधिता (Rancidity)
तेल व वसा का हवा के संपर्क में आकर खराब हो जाना।
उदाहरण : बासी खाना, पुराना तेल

★ महत्वपूर्ण बिंदु ★

- ★ रासायनिक अभिक्रिया में नए पदार्थों का निर्माण होता है।
- ★ द्रव्यमान संरक्षण का नियम हर रासायनिक अभिक्रिया पर लागू होता है।
- ★ असंतुलित समीकरण को कंकाली समीकरण कहते हैं।
- ★ संतुलित समीकरण में अभिकारकों और उत्पादों में परमाणुओं की संख्या बराबर होती है।
- ★ संयोजन, वियोजन, विस्थापन तथा द्विविस्थापन प्रमुख अभिक्रियाएँ हैं।
- ★ उपचयन और अपचयन साथ-साथ होने पर रेडॉक्स अभिक्रिया कहलाती है।
- ★ संक्षारण धातुओं को क्षति पहुँचाता है।
- ★ विकृतगंधिता भोजन की गुणवत्ता को कम कर देती है।



रासायनिक परिवर्तन और रासायनिक अभिक्रिया

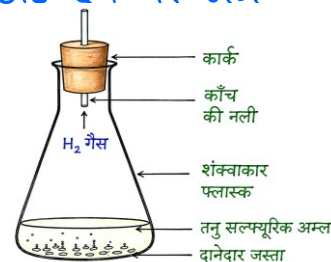
→ जब किसी पदार्थ में रासायनिक परिवर्तन होता है, तो हम कह सकते हैं कि एक रासायनिक अभिक्रिया हुई है। इसमें प्रारम्भिक वस्तु की प्रकृति और पहचान कुछ न कुछ बदल जाती है। ऐसे परिवर्तन जिसमें नए गुणों वाले पदार्थों का निर्माण होता है, उसे रासायनिक अभिक्रिया कहते हैं।

✓ अभिकारक (Reactants): ऐसे पदार्थ जो किसी रासायनिक अभिक्रिया में हिस्सा लेते हैं, उन्हें अभिकारक कहते हैं।

✓ उत्पाद (Products): अभिक्रिया के परिणामस्वरूप जिन नए पदार्थों का निर्माण होता है, उन्हें उत्पाद कहते हैं।

रासायनिक अभिक्रिया के उदाहरण

- ✓ गर्मियों में कमरे के ताप पर दूध का खुला छोड़ देने पर खराब होना या दही बनना।
- ✓ लोहे के तवे, तसले या कील को आर्द्र वायुमंडल (नमी) में खुला छोड़ देने पर जंग लगना।
- ✓ अंगूर का किण्वन हो जाना।
- ✓ भोजन का पकना और हमारे शरीर द्वारा भोजन का पचना।
- ✓ हमारी श्वसन प्रक्रिया (साँस लेना)।



रासायनिक अभिक्रिया के प्रेक्षण (पहचान)

हम कैसे तय करेंगे कि रासायनिक अभिक्रिया हुई है? किसी भी प्रेक्षण की सहायता से हम यह निर्धारित कर सकते हैं कि रासायनिक अभिक्रिया हुई है। इसके लिए मुख्य प्रेक्षण निम्नलिखित हैं:

- ✓ अवस्था में परिवर्तन: पदार्थ की ठोस, द्रव या गैस अवस्था में बदलाव आना।
- ✓ रंग में परिवर्तन: पदार्थों के रंग में बदलाव होना।
- ✓ गैस का निकास अथवा उत्सर्जन: अभिक्रिया के दौरान किसी गैस का निकलना।
- ✓ तापमान में परिवर्तन: मिश्रण के ताप का बढ़ना या घटना।



क्या आप जानते हैं?

मैग्नीशियम रिबन को वायु में जलाने पर वह एक चमकदार श्वेत लौ के साथ जलता है और मैग्नीशियम ऑक्साइड (MgO) के श्वेत चूर्ण में परिवर्तित हो जाता है।



वायु में जलाने से पहले मैग्नीशियम रिबन को साफ क्यों किया जाता है?

मैग्नीशियम एक बहुत क्रियाशील धातु है। जब इसे सामान्य रूप से खुला रखा जाता है, तो इसके ऊपर ऑक्सीजन से क्रिया करके मैग्नीशियम ऑक्साइड की एक स्थिर परत जम जाती है। यह परत मैग्नीशियम के आगे के दहन को रोकती है। इसलिए, दहन को अच्छी तरह संपन्न कराने के लिए इस अशुद्ध परत को हटाने हेतु मैग्नीशियम रिबन को रेगमाल (Sandpaper) से रगड़कर साफ किया जाता है।

रासायनिक समीकरण

वाक्य के रूप में किसी रासायनिक अभिक्रिया का विवरण बहुत लंबा हो जाता है, इसलिए इसे संक्षिप्त रूप में रासायनिक समीकरण द्वारा दर्शाया जाता है। रासायनिक समीकरण में तत्वों के प्रतीक या अभिकारक और उत्पादों के रासायनिक सूत्र का उपयोग किया जाता है।

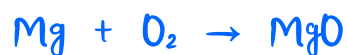
→ **शब्द समीकरण (Word Equation)**

शब्दों के रूप में अभिक्रिया को लिखना सबसे सरल विधि है। अभिकारकों के बीच योग (+) का चिह्न लगाकर उन्हें बाईं ओर (LHS) लिखा जाता है और उत्पादों को दाईं ओर (RHS) लिखा जाता है। तीर का सिरा उत्पाद की ओर होता है।

मैग्नीशियम + ऑक्सीजन → मैग्नीशियम ऑक्साइड

→ **कंकाली समीकरण (Skeletal Equation)**

यदि तीर के निशान (→) के दोनों ओर तत्वों के परमाणुओं की संख्या समान नहीं है, तो वह असंतुलित समीकरण कहलाता है, क्योंकि समीकरण के दोनों ओर का द्रव्यमान बराबर नहीं है। इसे कंकाली समीकरण भी कहते हैं।



रासायनिक समीकरण को संतुलित करना

रासायनिक समीकरण को संतुलित करना द्रव्यमान संरक्षण के नियम पर आधारित है।

✓ **द्रव्यमान संरक्षण का नियम:** किसी भी रासायनिक अभिक्रिया में द्रव्यमान का न तो निर्माण होता है और न ही विनाश होता है।

✓ इसका अर्थ यह है कि रासायनिक अभिक्रिया के पहले (अभिकारकों में) और उसके पश्चात (उत्पादों में) प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की संख्या बिल्कुल समान रहनी चाहिए।

→ हिट एंड ट्रायल विधि (Hit and Trial Method)

समीकरण को संतुलित करने के लिए हम इस विधि का उपयोग करते हैं:

✓ चरण 1: सबसे पहले प्रत्येक रासायनिक सूत्र के चारों ओर एक बॉक्स बना लें।

समीकरण को संतुलित करते समय बॉक्स के अंदर कोई भी परिवर्तन न करें।

✓ चरण 2: समीकरण में उपस्थित विभिन्न तत्वों के परमाणुओं की संख्या की एक सूची बना लें।



तत्व अभिकारकों में परमाणुओं की संख्या (LHS) उत्पाद में परमाणुओं की संख्या (RHS)

Fe	1	3
H	2	2
O	1	4

✓ चरण 3: सुविधा के लिए सबसे अधिक परमाणु वाले तत्व को सबसे पहले संतुलित करें, चाहे वह अभिकारक हो या उत्पाद।

✓ चरण 4: इसी प्रकार बाकी बचे हुए सभी तत्वों के परमाणुओं को आगे सबसे छोटी पूर्णांक संख्या के गुणांक (Coefficient) का उपयोग करके संतुलित करें।

✓ चरण 5: अंत में समीकरण में दोनों ओर के तत्वों के परमाणुओं की संख्या का परिकलन कर जाँच करें।



→ भौतिक अवस्थाओं के संकेत लिखना

रासायनिक समीकरण को अधिक सूचनापूर्ण बनाने के लिए अभिकारकों तथा उत्पादों के रासायनिक सूत्र के साथ उनकी भौतिक अवस्था को भी दर्शाया जाता है:

✓ ठोस (Solid) के लिए: (s)

✓ द्रव (Liquid) के लिए: (l)

✓ गैसीय अवस्था (Gas) के लिए: (g)

✓ जलीय विलयन (Aqueous) के लिए: (aq)



✓ इसके अलावा, अभिक्रिया की आवश्यक परिस्थितियाँ जैसे- ताप, दाब, या उत्प्रेरक आदि को भी तीर के निशान के ऊपर या नीचे लिखा जाता है।

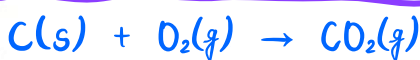
रासायनिक अभिक्रियाओं के प्रकार

रासायनिक अभिक्रिया के समय किसी एक तत्व का परमाणु दूसरे तत्व के परमाणु में नहीं बदलता है। वास्तव में, किसी रासायनिक अभिक्रिया में परमाणुओं के आपसी आबंध (Bonds) के टूटने एवं जुड़ने से नए पदार्थों का निर्माण होता है।

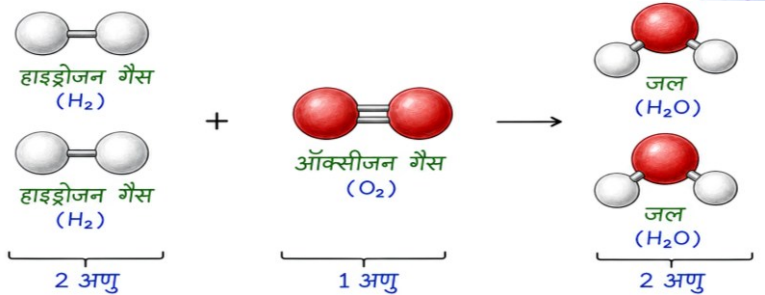
→ 1. संयोजन अभिक्रिया (Combination Reaction)

ऐसी अभिक्रिया जिसमें दो या दो से अधिक अभिकारक मिलकर एक एकल उत्पाद (Single Product) का निर्माण करते हैं, उसे संयोजन अभिक्रिया कहते हैं।

✓ कोयले का दहन:



✓ जल का निर्माण:



✓ बिना बुझे चूने की जल से अभिक्रिया: कैल्सियम ऑक्साइड जल के साथ तीव्रता से अभिक्रिया करके बुझे हुए चूने (कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड) का निर्माण करता है और अधिक मात्रा में ऊष्मा उत्पन्न करता है।



क्या आप जानते हैं?

उपरोक्त अभिक्रिया में निर्मित बुझे हुए चूने (Ca(OH)_2) के विलयन का उपयोग दीवारों की सफेदी करने के लिए किया जाता है। यह कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड वायु में उपस्थित कार्बन डाइऑक्साइड के साथ धीमी गति से अभिक्रिया करके दीवारों पर कैल्सियम कार्बोनेट (CaCO_3) की एक पतली, चमकदार परत बना देता है। रोचक बात यह है कि संगमरमर का रासायनिक सूत्र भी CaCO_3 ही है!

→ ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया (Exothermic Reaction)

जिन अभिक्रियाओं में उत्पाद के निर्माण के साथ-साथ ऊष्मा (Heat) भी उत्पन्न या उत्सर्जित होती है, उन्हें ऊष्माक्षेपी रासायनिक अभिक्रिया कहते हैं।

✓ प्राकृतिक गैस (मीथेन) का दहन:



✓ श्वसन एक ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया है:

जीवित रहने के लिए हमें ऊर्जा चाहिए। पाचन के समय भोजन टूटकर ग्लूकोज़ बनता है। यह ग्लूकोज़ हमारे शरीर की कोशिकाओं में उपस्थित ऑक्सीजन से मिलकर हमें ऊर्जा प्रदान करता है।



✓ शाक-सब्जियों (वनस्पति द्रव्य) का विघटित होकर कंपोस्ट बनना भी ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया का ही उदाहरण है।

→ १. वियोजन या अपघटन अभिक्रिया (Decomposition Reaction)

इस अभिक्रिया में एक एकल अभिकर्मक (Reactant) टूट कर दो या उससे अधिक छोटे उत्पाद प्रदान करता है। वियोजन अभिक्रियाओं में अभिकारकों को तोड़ने के लिए सामान्यतः ऊष्मा, प्रकाश या विद्युत ऊर्जा की आवश्यकता होती है।

(i) ऊष्मीय वियोजन (Thermal Decomposition)

ऊष्मा के द्वारा की गई वियोजन अभिक्रिया को ऊष्मीय वियोजन कहते हैं।

✓ चूना पत्थर ($CaCO_3$) का वियोजन: कैल्सियम कार्बोनेट का ऊष्मा देने पर कैल्सियम ऑक्साइड तथा कार्बन डाइऑक्साइड में वियोजित होना एक प्रमुख अभिक्रिया है। कैल्सियम ऑक्साइड का उपयोग सीमेंट निर्माण में होता है।



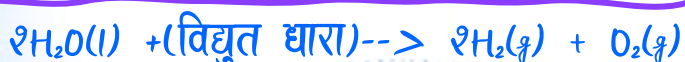
✓ फेरस सल्फेट का वियोजन: गर्म करने पर फेरस सल्फेट का हरा क्रिस्टल जल त्याग देता है। इसके उपरांत यह फेरिक ऑक्साइड (भूरा लाल रंग), SO_2 तथा SO_3 गैस में वियोजित हो जाता है।



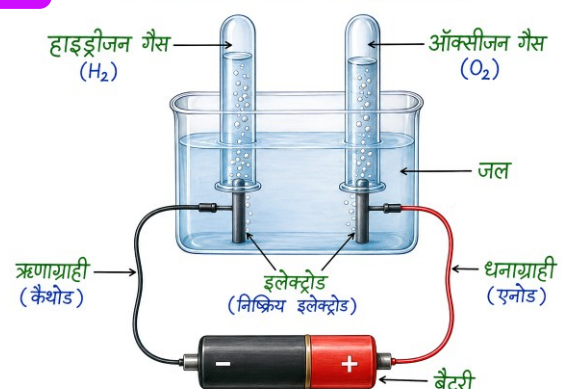
→ (ii) वैद्युत वियोजन (Electrolytic Decomposition)

विद्युत धारा प्रवाहित कर होने वाला वियोजन।

✓ जल का वैद्युत अपघटन: जल में विद्युत धारा प्रवाहित करने पर वह हाइड्रोजन गैस और ऑक्सीजन गैस में टूट जाता है।



जल का वैद्युत अपघटन



→ (iii) प्रकाशीय वियोजन (Photolytic Decomposition) में होने वाला वियोजन।

सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति

✓ सिल्वर क्लोराइड का वियोजन: सूर्य के प्रकाश में श्वेत रंग का सिल्वर क्लोराइड धूसर (Grey) रंग के सिल्वर और क्लोरीन में बदल जाता है। इस अभिक्रिया का उपयोग श्याम-श्वेत (Black & White) फोटोग्राफी में किया जाता है।



→ ऊष्माशोषी अभिक्रिया (Endothermic Reaction)

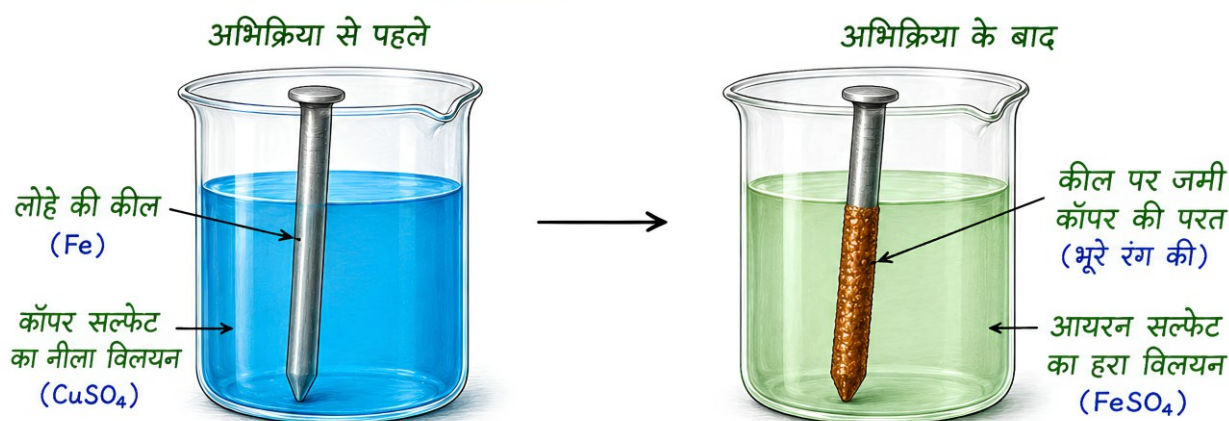
जिन अभिक्रियाओं में ऊर्जा (ऊष्मा, प्रकाश या विद्युत) अवशोषित होती है, उन्हें ऊष्माशोषी अभिक्रिया कहते हैं। सभी वियोजन अभिक्रियाएँ अधिकतर ऊष्माशोषी प्रकृति की होती हैं।

→ 3. विस्थापन अभिक्रिया (Displacement Reaction)

इन अभिक्रियाओं में अधिक क्रियाशील तत्व, कम क्रियाशील तत्व को उसके यौगिक (विलयन) से विस्थापित कर देता है या हटा देता है।

✓ लोहे की कील और कॉपर सल्फेट: जब लोहे की कील को कॉपर सल्फेट (CuSO_4) के नीले विलयन में डुबोया जाता है, तो लोहे (आयरन) ने कॉपर को विस्थापित कर दिया। इसके परिणामस्वरूप लोहे की कील पर भूरे रंग की कॉपर की परत जम जाती है और विलयन का नीला रंग मलीन पड़कर हरा (FeSO_4) हो जाता है।

लोहे की कील और कॉपर सल्फेट (CuSO_4)



जब लोहे की कील को कॉपर सल्फेट (CuSO_4) के नीले विलयन में डुबोया जाता है, तो लोहे (आयरन) ने कॉपर को विस्थापित कर दिया। इसके परिणामस्वरूप लोहे की कील पर भूरे रंग की कॉपर की परत जम जाती है और विलयन का नीला रंग मलीन पड़कर हरा (FeSO_4) हो जाता है।

रासायनिक अभिक्रिया



✓ जिक तथा लेड भी कॉपर की अपेक्षा अधिक क्रियाशील तत्व हैं। वे भी कॉपर को उसके यौगिक से आसानी से विस्थापित कर देते हैं।



→ 4. द्विविस्थापन अभिक्रिया (Double Displacement Reaction)

वे अभिक्रियाएँ, जिनमें अभिकारकों (दो यौगिकों) के बीच आयनों का आदान-प्रदान होता है, उन्हें द्विविस्थापन अभिक्रियाएँ कहते हैं।

✓ सोडियम सल्फेट और बेरियम क्लोराइड:



✓ ऐसा क्यों होता है? इस अभिक्रिया में Ba^{2+} तथा SO_4^{2-} की अभिक्रिया से बेरियम सल्फेट (BaSO_4) का एक श्वेत रंग का पदार्थ बनता है, जो जल में अविलेय है। इस अविलेय पदार्थ को अवक्षेप (Precipitate) कहते हैं।

→ अवक्षेपण अभिक्रिया (Precipitation Reaction)

जिस अभिक्रिया में अवक्षेप (अविलेय लवण) का निर्माण होता है, उसे अवक्षेपण अभिक्रिया कहते हैं।

✓ नोट: सभी द्विविस्थापन अभिक्रियाएँ, अवक्षेपण अभिक्रियाएँ नहीं होती हैं।

→ 5. उपचयन एवं अपचयन (Oxidation and Reduction)

↳ उपचयन (Oxidation)

अभिक्रिया के समय जब किसी पदार्थ में ऑक्सीजन की वृद्धि होती है, या हाइड्रोजन का ह्रास होता है, तो कहते हैं कि उसका उपचयन हुआ है।

✓ उदाहरण: कॉपर चूर्ण को गर्म करने पर उसकी सतह पर काले रंग का कॉपर ऑक्साइड बन जाता है।



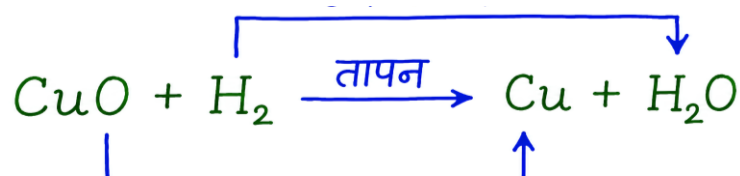
↳ अपचयन (Reduction)

जब अभिक्रिया में किसी पदार्थ में ऑक्सीजन का ह्रास (कमी) होता है, या हाइड्रोजन की वृद्धि होती है, तो कहते हैं कि उसका अपचयन हुआ है।

↳ रेडॉक्स अभिक्रिया (Redox Reaction)

किसी अभिक्रिया में जब एक अभिकारक उपचयित (Oxidized) तथा दूसरा अभिकारक अपचयित (Reduced) होता है, तो इन अभिक्रियाओं को उपचयन-अपचयन अथवा रेडॉक्स अभिक्रिया कहते हैं।

✓ उदाहरण:



यहाँ कॉपर (II) ऑक्साइड (CuO) में ऑक्सीजन का हास हो रहा है, इसलिए यह अपचयित हुआ है। वहीं, हाइड्रोजन (H_2) में ऑक्सीजन की वृद्धि हो रही है, इसलिए यह उपचयित होकर जल बना रहा है।

दैनिक जीवन में उपचयन अभिक्रियाओं के प्रभाव

→ 1. संक्षारण (Corrosion)

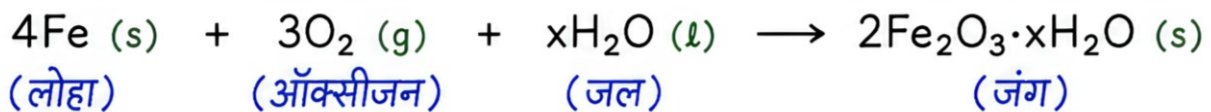
जब कोई धातु अपने आस-पास अम्ल, आर्द्रता (नमी) आदि के संपर्क में आती है, तो धातु की ऊपरी परत कमजोर होकर संक्षारित होती है। इस प्रक्रिया को संक्षारण कहते हैं।

✓ संक्षारण के उदाहरण:

- ✓ लोहे की बनी वस्तुओं पर लालिमायुक्त भूरे रंग की परत चढ़ जाना (लोहे पर जंग लगना)।
- ✓ चाँदी के ऊपर काली परत चढ़ना।
- ✓ ताँबे के ऊपर हरी परत चढ़ना।



जंग लगने की रासायनिक अभिक्रिया



- ✓ बचाव के उपाय: संक्षारण के कारण लोहे से बनी वस्तुओं, पुलों और जहाजों की बहुत क्षति होती है। धातुओं को यशदलेपन (Galvanization), विद्युत-लेपन (Electroplating) और पेंट करके संक्षारण से बचाया जा सकता है।

→ 2. विकृतगंधिता (Rancidity)

वसायुक्त अथवा तैलीय खाद्य सामग्री जब लंबे समय तक वायु के संपर्क में रखी रह जाती है, तो वह उपचयित होकर विकृतगंधी हो जाती है। इसके कारण उनके स्वाद तथा गंध बदल जाते हैं। इसे विकृतगंधिता कहते हैं।

विकृतगंधिता रोकने के उपाय:

- ✓ प्रायः तैलीय तथा वसायुक्त खाद्य सामग्रियों में उपचयन रोकने वाले पदार्थ (प्रति-ऑक्सीकारक / Antioxidants) मिलाए जाते हैं।
- ✓ वायुरोधी (Air-tight) बर्तनों में खाद्य सामग्री रखने से उपचयन की गति धीमी हो जाती है।
- ✓ चिप्स बनाने वाले चिप्स की थैली में से ऑक्सीजन हटाकर उसमें नाइट्रोजन जैसी कम सक्रिय गैस भर देते हैं, ताकि चिप्स का उपचयन न हो सके।
- ✓ खाद्य पदार्थों को फ्रिज में (शीतलन द्वारा) रखकर।

IMPORTANT POINTS

- 📌 लेड नाइट्रेट $[Pb(NO_3)_2]$ को गर्म करने पर भूरे रंग का धुआँ निकलता है जो नाइट्रोजन डाइऑक्साइड (NO_2) गैस का होता है।
- 📌 जल के वैद्युत अपघटन में कैथोड पर हाइड्रोजन और एनोड पर ऑक्सीजन गैस 2:1 के आयतन अनुपात में प्राप्त होती है।
- 📌 रासायनिक अभिक्रिया में जो पदार्थ उपचयित होता है वह अपचायक (Reducing agent) कहलाता है और जो अपचयित होता है वह उपचायक (Oxidizing agent) कहलाता है।
- 📌 सिल्वर ब्रोमाइड ($AgBr$) का प्रकाशीय वियोजन भी सिल्वर क्लोराइड की तरह ही श्याम-श्वेत फोटोग्राफी में काम आता है।
- 📌 फेरस सल्फेट के क्रिस्टल ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) का रंग हल्का हरा होता है जो गर्म करने पर अपना जल त्याग कर सफेद और फिर लाल-भूरा (Fe_2O_3) हो जाता है।
- 📌 चाक, संगमरमर, चूना पत्थर और अडै का बाहरी कठोर आवरण सभी रासायनिक दृष्टि से कैल्सियम कार्बोनेट ($CaCO_3$) ही होते हैं।
- 📌 उत्प्रेरक (Catalyst) वे पदार्थ हैं जो बिना स्वयं खर्च हुए किसी भी रासायनिक अभिक्रिया की दर को बढ़ा या घटा देते हैं।
- 📌 (aq) संकेत का अर्थ जलीय विलयन है जिसका मतलब है कि अभिक्रिया में पदार्थ को जल में घोला गया है।
- 📌 चाँदी की वस्तुएँ हवा में मौजूद सल्फर से क्रिया करके सिल्वर सल्फाइड (Ag_2S) की काली परत बना लेती हैं जो संक्षारण का एक मुख्य उदाहरण है।
- 📌 तांबे के बर्तनों पर वायुमंडल की कार्बन डाइऑक्साइड और नमी के कारण बेसिक कॉपर कार्बोनेट की हरी परत जम जाती है।

