अध्याय 6
रासायनिक अभिक्रियाएँ एवं उत्प्रेरक
(Chemical Reaction and Catalyst)

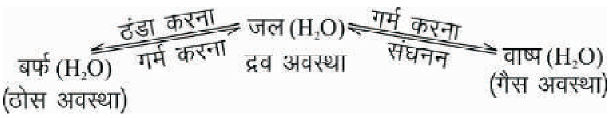
हमारे जीवन में बहुत सारी रासायनिक घटनाएँ प्रतिदिन घटित होती है, जिसमें पदार्थों का दूसरे रूपों में परिवर्तन होता रहता है। इन्हीं परिवर्तनों को भौतिक या रासायनिक परिवर्तन कहते है।

6.1 भौतिक एवं रासायनिक परिवर्तन (Physical and chemical change)

कुछ पदार्थों में ऐसा होता हैं कि परिवर्तन का कारण हटाने पर पुनः प्रारम्भिक पदार्थ प्राप्त हो जाता है ऐसे परिवर्तन को भौतिक परिवर्तन कहते है। जबकि दूसरी तरफ कुछ परिवर्तन ऐसे होते है जिसमें पदार्थों के संघटन ही बदल जाते हैं और नये पदार्थ बन जाते है, ऐसे परिवर्तन को रासायनिक परिवर्तन कहते हैं।

6.1.1 भौतिक परिवर्तन

ये वे परिवर्तन है जिसमें पदार्थ के भौतिक गुण तथा अवस्था में परिवर्तन होता है, परन्तु उसके रासायनिक गुणों में कोई परिवर्तन नहीं होता है। साथ ही परिवर्तन का कारण हटाने पर पुनः मूल पदार्थ प्राप्त होता है जैसे कि जल (H_2O) द्रव अवस्था में होता है गर्म करने पर गैसीय अवस्था वाष्प (H_2O) बनाता हैं तथा ठंडा करने पर ठोस अवस्था बर्फ (H_2O) बनाता है।



लोहे का चुम्बक बनना, नौसादर (NH_4Cl) का उर्ध्वपातन शक्कर का पानी में विलेय होना आदि इसके अन्य उदाहरण है।

6.1.2 भौतिक परिवर्तन के गुण :–

1. पदार्थ के केवल भौतिक गुणों यथा अवस्था, रंग, गंध, आदि में परिवर्तन होता है।

2. परिवर्तन का कारण हटाने पर पुनः प्रारम्भिक पदार्थ प्राप्त होता है।

3. यह परिवर्तन अस्थाई होता है।

4. नये पदार्थ का निर्माण नहीं होता है।

6.1.3 रासायनिक परिवर्तन

ये वे परिवर्तन है जिसमें पदार्थ के रासायनिक गुणों तथा संघटन में परिवर्तन होता है तथा नया पदार्थ बनता है। रासायनिक परिवर्तन होने पर, परिवर्तन का कारण हटाने पर आवश्यक नहीं है कि प्रारम्भिक पदार्थ प्राप्त हो। जैसे–कोयले को जलाने पर कार्बनडाई ऑक्साइड गैस बनती है।

$$\underset{\text{कोयला (ठोस)}}{C} + \underset{\text{ऑक्सीजन (गैस)}}{O_2} \longrightarrow \underset{\text{कार्बन डाई ऑक्साइड (गैस)}}{CO_2}$$

यहाँ कार्बन व ऑक्सीजन की क्रिया से नये रासायनिक संघटन वाला पदार्थ कार्बनडाईऑक्साइड (CO_2) बनता है तथा इस अभिक्रिया में CO_2 से पुनः कोयला प्राप्त नहीं किया जा सकता है। इसके अन्य उदाहरण दूध से दही जमना, बनी हुई सब्जी खराब होना, लोहे पर जंग लगना आदि है।

6.1.4 रासायनिक परिवर्तन के गुण

1. रासायनिक परिवर्तन के फलस्वरूप बनने वाला पदार्थ रासायनिक गुणों व संघटन में प्रारम्भिक पदार्थ से पूर्णतया भिन्न होता है।

2. सामान्यतया पुनः प्रारम्भिक पदार्थ प्राप्त नहीं किया जा सकता है।

3. यह परिवर्तन स्थाई होता है।

4. नये पदार्थ का निर्माण होता है।

6.2 रासायनिक समीकरण (Chemical equation)

किसी भी रासायनिक अभिक्रिया में पदार्थों को अणुसूत्रों एवं प्रतीकों से प्रदर्शित किया जाता है तो उसे रासायनिक समीकरण कहते है। जैसे कार्बन को ऑक्सीजन की उपस्थिति में गर्म करने पर कार्बन डाई ऑक्साइड बनती है।

कार्बन + ऑक्सीजन ⟶ कार्बन डाई ऑक्साइड

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

इस प्रकार से रासायनिक अभिक्रिया को रासायनिक समीकरण द्वारा संक्षिप्त रूप में लिखा जाता है। रासायनिक अभिक्रिया में भाग लेने वाले पदार्थों को तीर के निशान से पहले बाँयी तरफ लिखा जाता है, इन्हें क्रियाकारक या अभिकारक (Reactant) कहते हैं। तीर का निशान अभिक्रिया की दिशा बताता है। तीर के निशान के दाँयी तरफ उत्पाद (Product) अर्थात् अभिक्रिया के दौरान बनने वाले पदार्थों को लिखा जाता है।

6.2.1 रासायनिक समीकरण को लिखने के चरण

1. रासायनिक अभिक्रिया को लिखने के लिए समीकरण में सबसे पहले क्रियाकारक को लिखकर तीर का निशान लगाया जाता है, तत्पश्चात् उत्पाद लिखा जाता है।

2. क्रियाकारक और उत्पाद संख्या में एक से अधिक होने पर उनके बीच धन का चिह्न (+) लगाया जाता है। जैसे –

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

3. रासायनिक अभिक्रिया में न तो द्रव्यमान का निर्माण होता है और न ही क्षय। अतः तीर के चिन्ह के दोनों ओर अभिकारकों और उत्पादों के परमाणुओं की संख्या समान होगी।

रासायनिक संयोजन के मूलभूत नियम द्रव्यमान संरक्षण के नियम के अनुसार रासायनिक अभिक्रिया में जितना द्रव्यमान अभिकारकों का होता है उतना ही द्रव्यमान उत्पाद का निर्मित होता है अर्थात् सम्पूर्ण अभिक्रिया में द्रव्यमान संरक्षित रहता है। इसको इस प्रकार भी समझ सकते हैं कि क्रियाकारक और उत्पाद में उपस्थित प्रत्येक तत्व की कुल परमाणु संख्या समान होती हैं। अतः लिखे हुए समीकरण को संतुलित करना आवश्यक होता है।

4. दोनों ओर के अणुओं की संख्या को बढ़ा घटा कर समीकरण को संतुलित किया जाता है। रासायनिक समीकरण को अनुमान विधि (Hit and trial method) द्वारा संतुलित किया जाता है।

5. रासायनिक समीकरण को संतुलित करने के लिए सर्वप्रथम अणुओं में से ऑक्सीजन (O) व हाइड्रोजन (H) को छोड़कर दूसरे परमाणुओं को संतुलित करते हैं। जैसे–

$$\underset{\text{प्रोपेन}}{C_3H_8} + \underset{\text{ऑक्सीजन}}{O_2} \longrightarrow \underset{\text{कार्बनडाई ऑक्साइड}}{CO_2} + \underset{\text{जल}}{H_2O}$$

$$C_3H_8 + O_2 \longrightarrow 3CO_2 + H_2O$$

C की संख्या को संतुलित किया गया अब H की संख्या को संतुलित करते है।

$$C_3H_8 + O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$$

अब ऑक्सीजन की संख्या को दोनों ओर समान किया जाता है।

$$C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$$

6. समीकरण को संतुलित करने के पश्चात् अभिकारकों व उत्पादों की भौतिक अवस्था को बताने हेतु उनके साथ ही कोष्ठक में ठोस के लिए (s), द्रव के लिए (*l*), तथा गैस के लिए (g) लिख देते है।

$$C_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$$

7. अभिकारक व उत्पाद जब जलीय विलयन के रूप में होते हैं तो उसे (aq) लिखते है।

$$CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow Ca(OH)_{2(aq)}$$

8. अभिक्रिया उत्क्रमणीय होने अर्थात् दोनों दिशाओं में होने पर तीर का निशान , इस प्रकार का प्रयुक्त करते है।

9. अभिक्रिया सम्पन्न होने के लिये आवश्यक ताप व दाब को तीर के निशान के ऊपर लिखते है।

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \quad ^{773k/200atm} \quad 2NH_{3(g)}$$

10. ऊष्माक्षेपी व ऊष्माशोषी अभिक्रिया के लिए उत्पाद के साथ क्रमशः धन चिह्न (+) व ऋण चिह्न (–) लगाकर ऊष्मा की मात्रा को लिखा जाता है। ऊष्मा को चिह्न Δ से भी लिखा जाता है।

$$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3 + 10.5 \text{ kcal/mole}$$

$$N_2 + 2O_2 \longrightarrow 2NO_2 - 21 \cdot 6 \text{ kcal/mole}$$

11. अभिक्रिया में प्रयुक्त उत्प्रेरक को तीर के निशान के ऊपर लिखा जाता है।

$$\begin{array}{ccc} CH_2 & & CH_3 \\ \| & + H_{2(g)} \xrightarrow{Ni} & | \\ CH_{2(g)} & & CH_3 \end{array}$$

एथीन　　　　　　एथेन

6.2.1 रासायनिक समीकरण की विशेषताएँ

रासायनिक समीकरण के द्वारा अभिक्रिया की एक संक्षिप्त जानकारी मिल जाती है। इसकी विशेषताएँ निम्न है–

1. क्रियाकारक और उत्पाद के बारे सम्पूर्ण जानकारी यथा अणुओं की संख्या, द्रव्यमान आदि मिलती है।

2. पदार्थों की भौतिक अवस्था की जानकारी प्राप्त होती है।

3. रासायनिक अभिक्रिया के लिये आवश्यक परिस्थितियों यथा ताप, दाब, उत्प्रेरक आदि के बारे में पता चलता है।

4. समीकरण से अभिक्रिया ऊष्माक्षेपी है या ऊष्माशोषी स्पष्ट हो जाता है।

5. समीकरण अभिक्रिया की उत्क्रमणीयता की भी जानकारी देता है।

6.2.3 रासायनिक समीकरण की सीमाएँ

इतनी विशेषताओं के बाद भी रासायनिक समीकरण की कुछ सीमाएँ है–

1. यह अभिक्रिया की पूर्णता की जानकारी नहीं देता है।

2. इससे क्रियाकारक व उत्पाद की सान्द्रता के बारे में कुछ स्पष्ट नहीं होता है।

6.3 रासायनिक अभिक्रिया (Chemical reaction)

किसी भी पदार्थ में रासायनिक परिवर्तन होने पर वह मूल पदार्थ से रासायनिक गुणों एवं संघटन में भिन्न हो जाता है, इस घटना को रासायनिक अभिक्रिया कहते हैं अर्थात् **किसी पदार्थ में रासायनिक परिवर्तन होना रासायनिक अभिक्रिया कहलाता है।** रासायनिक अभिक्रिया के दौरान अभिकारकों से उत्पादों का निर्माण होता है परन्तु पदार्थ का कुल द्रव्यमान संरक्षित रहता है। रासायनिक अभिक्रिया को रासायनिक समीकरण से व्यक्त किया जाता है। उदाहरण –

$$2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2MgO_{(s)}$$

मैग्नीशियम के फीते को ऑक्सीजन में जलाने पर मैग्नीशियम ऑक्साइड का श्वेत रंग का चूर्ण बनता है। यहाँ अभिकारकों में मैग्नीशियम (Mg) के परमाणुओं की संख्या 2 है तथा ऑक्सीजन (O_2) के परमाणुओं की संख्या भी 2 है और उत्पाद बनने के पश्चात् भी इनकी संख्या समान ही रहती है। अतः अभिक्रिया से पूर्व एवं पश्चात् में Mg तथा O_2 का द्रव्यमान समान रहता है। एक अन्य उदाहरण देखिए –

$C_{(s)}$	+	$O_{2(g)}$	⟶	$CO_{2(g)}$
12		(2×16)		(12+2×16)
12	+	32		12 + 32
	44			44

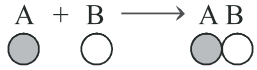
इस अभिक्रिया में, कोयले का दहन ऑक्सीजन की उपस्थिति में किया जाता है। यहाँ कोयला (C) तथा ऑक्सीजन (O_2) अभिकारक है। उत्पाद के रूप में बनने वाली गैस कार्बन डाई ऑक्साइड (CO_2) के गुण इससे सर्वथा भिन्न है। यहाँ 12 gm कार्बन 32gm ऑक्सीजन से क्रिया करके 44gm कार्बन डाई ऑक्साइड बनाता है। देखा जाए तो अभिकारकों का कुल द्रव्यमान उत्पाद के कुल द्रव्यमान के बराबर रहता है।

रासायनिक अभिक्रिया में यौगिकों के परमाणुओं के मध्य बने हुए बंध टूटते है तथा नये बंधों का निर्माण होता है। अभिकारकों के संयोग करने, बंधो के टूटने व बनने, अभिक्रिया के वेग तथा प्रकृति के आधार पर रासायनिक अभिक्रियाएँ अनेक प्रकार की होती है।

6.3.1 संयुग्मन अभिक्रिया (Addition reaction)

ऐसी रासायनिक अभिक्रियाएँ जिसमें दो या दो से अधिक अभिकारक आपस में संयोग करके एक ही उत्पाद बनाते है संयुग्मन अभिक्रियाएँ कहलाती है। इन अभिक्रियाओं में अभिकारको के मध्य नये बंधो का निर्माण होता है।

$$A + B \longrightarrow AB$$



चूँकि इन अभिक्रियाओं में अभिकारकों का साधारण योग होता है अतः इन्हें योगशील या योगात्मक अभिक्रिया भी कहा जाता है।

जैसे – कोयले का दहन

$$C_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$$

मैग्नीशियम फीते का दहन

$$Mg_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2MgO_{(s)}$$

एथीन का हाइड्रोजनीकरण

$$\begin{matrix} CH_2 \\ \| \\ CH_{2(g)} \end{matrix} + H_{2(g)} \xrightarrow[\text{473 k, 100 atm दाब}]{Ni} \begin{matrix} CH_3 \\ | \\ CH_{3(g)} \end{matrix}$$

6.3.2 विस्थापन अभिक्रियाएँ

(Replacement reaction)

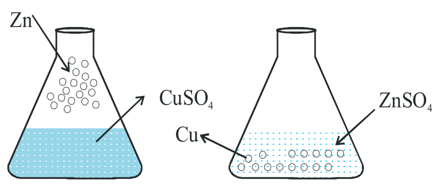
ऐसी रासायनिक अभिक्रियाएँ जिनमें एक अभिकारक में उपस्थित परमाणु या परमाणु का समुह दूसरे अभिकारक के परमाणु या परमाणु समूह द्वारा विस्थापित हो जाता है। इन अभिक्रियाओं में अभिकारकों के पहले से बने हुए बंध टूटते है तथा कुछ नये बंधों का निर्माण भी होता है।

जैसे –

$$AB + C \longrightarrow AC + B$$

$$\underset{\text{कॉपरसल्फेट}}{CuSO_4} + \underset{\text{जिंक}}{Zn} \longrightarrow \underset{\text{जिंक सल्फेट}}{ZnSO_4} + \underset{\text{कॉपर}}{Cu}$$

कॉपर सल्फेट के नीले रंग के विलयन में जिंक के टुकड़े डालने पर कुछ समय पश्चात् $CuSO_4$ विलयन का नीला रंग विलुप्त होने लगता है तथा Cu निक्षेपित होने लगता है, और विलयन में $ZnSO_4$ बनने लगता है।



नीला रंग   नीला रंग लुप्त

विस्थापन अभिक्रियाओं में अधिक क्रियाशील तत्व तुलनात्मक रूप से कम क्रियाशीलत तत्वों को विस्थापित कर देते हैं। यहाँ Zn अधिक क्रियाशील धातु है तथा Cu कम क्रियाशील धातु है अतः Cu को Zn विस्थापित कर देता है।

तत्वों की क्रियाशीलता के बारे में जानकारी उनकी सक्रियता श्रेणी से होती है। कुछ महत्वपूर्ण तत्वों की सक्रियता श्रेणी में स्थिति इस प्रकार है–

सारणी 6.1

कुछ तत्वों की सक्रियता श्रेणी

हाइड्रोजन से ऊपर की धातु H से अधिक क्रियाशील होती है।	पोटैशियम	K	अत्यधिक क्रियाशील तत्व
	सोडियम	Na	↓
	कैल्शियम	Ca	क्रियाशीलता का घटता क्रम
	मैग्नीशियम	Mg	
	जिंक	Zn	
	आयरन	Fe	
	लैड	Pb	
←	हाइड्रोजन	H	→
हाइड्रोजन से नीचे की धातु H से कम क्रियाशील होती है	कॉपर	Cu	
	मरकरी	Hg	
	सिल्वर	Ag	
	गोल्ड	Au	न्यूनतम क्रियाशील तत्व

द्विविस्थापन अभिक्रिया – इस प्रकार की रासायनिक अभिक्रियाओं में दोनों अभिकारकों के परमाणु या परमाणु समूह आपस में विस्थापित हो जाते है तथा नये यौगिकों का निर्माण होता है।

$$AB + CD \longrightarrow AD + CB$$

यहाँ दोनों अभिकारकों के कुछ भाग आपस में विस्थापित होकर नये उत्पाद बनाते हैं।

उदाहरण –

$$\underset{\text{कॉपर सल्फेट}}{CuSO_4} + \underset{\text{सोडियम हाइड्रॉक्साइड}}{2NaOH} \longrightarrow \underset{\text{कॉपर हाइड्रॉक्साइड}}{Cu(OH)_2} + \underset{\text{सोडियम सल्फेट}}{Na_2SO_4}$$

यहाँ कॉपर सल्फेट के सल्फेट आयन (SO_4^{-2}) सोडियम हाइड्रॉक्साइड के हाइड्रॉक्साइड (OH^-) आयनों को विस्थापित करते है तथा परिणामस्वरूप कॉपर हाइड्रॉक्साइड $[Cu(OH)_2]$ तथा सोडियम सल्फेट (Na_2SO_4) बनता है।

एक अन्य उदाहरण देखिए–

$$\underset{\text{सिल्वर नाइट्रेट}}{AgNO_3} + \underset{\text{पोटैशियम क्लोराइड}}{KCl} \xrightarrow{KCl} \underset{\text{सिल्वर क्लोराइड}}{AgCl} + \underset{\text{पोटैशियम नाइट्रेट}}{KNO_3}$$

6.3.3 अपघटनीय अभिक्रियाएँ

(Dissociation reaction)

ऐसी अभिक्रियाएँ जिसमें एक अभिकारक अपघटित होकर अर्थात् टूट कर दो या दो से अधिक उत्पाद बनाते है, अपघटनीय अभिक्रियाएँ कहलाती है। इसमें अभिकारकों के मध्य बने हुए बंध टूटते हैं और छोटे अणुओं का निर्माण होता है। यहाँ अभिकारक अधिक अणुभार वाले बड़े अणु होते है जो अपघटित होकर कम अणुभार वाले छोटे अणुओं का निर्माण करते है।

$$AB \longrightarrow A + B$$

पदार्थों में अपघटनीय अभिक्रियाओं के लिये ताप, विद्युत प्रकाश आदि उत्तरदायी होते है। अपघटनीय अभिक्रियाएँ के कारण के आधार पर निम्न प्रकार की होती है–

(a) विद्युत अपघटन – इस प्रकार की अपघटन अभिक्रिया में किसी यौगिक की गलित या द्रव अवस्था में विद्युत धारा प्रवाहित की जाती है तो वह अपघटित हो जाता है। उदाहरण –

$$2H_2O_{(\ell)} \xrightarrow{\text{विद्युत धारा}} 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$$

जल का विद्युत अपघटन करने पर हाइड्रोजन व ऑक्सीजन गैस बनती है।

$$2NaCl_{(aq)} \xrightarrow{\text{विद्युत धारा}} 2Na_{(aq)} + Cl_{2(g)} \uparrow$$

विद्युत अपघटन में ऐनोड व कैथोड पर अलग–अलग उत्पाद प्राप्त होते हैं। साधारणतया ये यौगिक आयनिक प्रवृत्ति के होते है।

(b) ऊष्मीय अपघटन – इस प्रकार की अपघटन अभिक्रियाओं में यौगिक को ऊष्मा देने पर वह छोटे अणुओं में टूट जाता है। उदाहरण –

$$\underset{\text{कैल्शियम कार्बोनेट}}{CaCO_3} \xrightarrow[\Delta]{\text{गर्म करने पर}} \underset{\text{कैल्शियम ऑक्साइड}}{CaO} + CO_2 \uparrow$$

कैल्शियम कार्बोनेट 473 K तक गर्म करने पर अपघटित होकर कैल्शियम ऑक्साइड व CO_2 बनाता है।

(c) प्रकाशीय अपघटन – इस प्रकार की अपघटन अभिक्रियाओं में यौगिक प्रकाश से ऊर्जा प्राप्त कर छोटे–छोटे अणुओं में टूट जाता है। चूँकि इन अभिक्रियाओं में प्रकाश की उपस्थिति के कारण यौगिक के अपघटन की क्रिया होती है अतः ये प्रकाशीय अपघटन कहलाती है।

$$\underset{\text{हाइड्रोजन ब्रोमाइड}}{2HBr} \xrightarrow{\text{प्रकाश}(h\nu)} \underset{\text{हाइड्रोजन}}{H_2} + \underset{\text{ब्रोमीन}}{Br_2} \uparrow$$

6.3.4 मंद एवं तीव्र अभिक्रिया

(Slow and fast reaction)

रासायनिक अभिक्रियाएँ वेग अर्थात् लगने वाले समय के आधार पर दो प्रकार की होती है– मंद तथा तीव्र

(a) तीव्र अभिक्रिया – ये अभिक्रियाएँ अभिकारकों को मिलाने पर अत्यन्त तेजी से सम्पन्न होती है। समान्यता ऐसी अभिक्रियाएँ आयनिक अभिक्रियाएँ होती है जैसे कि प्रबल अम्ल व प्रबल क्षार के मध्य अभिक्रिया 10^{-10} sec में ही पूरी हो जाती है।

$$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + \underset{(10^{-10}\,sec)}{H_2O}$$

$$AgNO_3 + HCl \longrightarrow \underset{\text{श्वेत अवक्षेप}}{AgCl} + HNO_3$$

सिल्वर नाइट्रेट तथा हाइड्रोक्लोरिक अम्ल को मिलाते ही सिल्वर क्लोराइड (AgCl) का श्वेत अवक्षेप आ जाता है। पौधों में प्रकाश संश्लेषण अभिक्रिया की गति भी बहुत तेज होती है। इस अभिक्रिया का अर्द्धआयु काल ($t_{1/2}$) 10^{-12} sec होता है। [अभिकारकों की आधी मात्रा को उत्पाद में बदलने में लगा समय उस अभिक्रिया का अर्द्धआयुकाल कहलाता हैं]

(b) मंद अभिक्रिया – कई रासायनिक अभिक्रियाएँ ऐसी होती हैं जिनको पूरा होने में घंटे, दिन या साल तक लग जाते है, इन्हें मंद रासायनिक अभिक्रिया कहते है जैसे लोहे पर जंग लगने की क्रिया वर्षों तक चलती रहती है, जो मंद रासायनिक अभिक्रिया का उत्तम उदाहरण है।

$$4Fe + 3O_2 + 6H_2O \longrightarrow 2\underset{\text{जंग}}{Fe_2O_3}.3H_2O$$

अन्य उदाहरण –

$$2KClO_3 \xrightarrow{\Delta} 2KCl + O_2$$

$$\underset{\text{एसीटिक अम्ल}}{CH_3COOH} + \underset{\text{एथेनॉल}}{C_2H_5OH} \longrightarrow \underset{\text{एथिल एसीटेट}}{CH_3COOC_2H_5} + H_2O$$

6.3.5 उत्क्रमणीय – अनुत्क्रमणीय अभिक्रियाएँ (Reversible – irreversible reaction)

(a) अनुत्क्रमणीय अभिक्रियाएँ – ऐसी अभिक्रियाएँ जिसमें अभिकारक क्रिया करके उत्पाद बनाते है, ये अभिक्रियाएँ केवल एक ही दिशा में होती है, अनुत्क्रमणीय अभिक्रियाएँ कहलाती है। इन अभिक्रियाओं में धीरे–धीरे अभिकारकों की सान्द्रता कम होती जाती है तथा उत्पादों की सान्द्रता बढ़ती जाती है। इन रासायनिक अभिक्रियाओं को जब रासायनिक समीकरण के रूप में लिखते है तो साधारण तीर के चिह्न ($\longrightarrow$) के द्वारा ही दिखाया जाता है।

उदाहरण – $C + O_2 \longrightarrow CO_2$

कोयला वायु में जलकर कार्बनडाईऑक्साइड बनाता है।

$$\underset{\text{मेथेन}}{CH_4} + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$$

मेथेन का दहन करने पर कार्बन डाई ऑक्साइड व जल बनते है और स्थाई भी होते है इसलिए पुनः अभिक्रिया कर मेथेन नहीं बनाते है। अर्थात् इन अभिक्रियाओं में साधारण तौर पर रासायनिक परिवर्तन होता है और उत्पाद बनते है। उत्पाद से पुनः अभिकारकों का निर्माण नहीं होता है।

(b) उत्क्रमणीय अभिक्रिया – ऐसी अभिक्रियाएँ जिसमें अभिकारक अभिक्रिया करके उत्पाद बनाते हैं, उसी समय उन्हीं परिस्थितियों में उत्पाद भी अभिक्रिया करके अभिकारको का निर्माण करते है, उत्क्रमणीय अभिक्रिया कहलाती है। ये अभिक्रिया दोनों दिशाओं में होती है। इन अभिक्रियाओं में कभी भी अभिकारको की मात्रा शून्य नहीं होती है। उत्क्रमणीय में तीर के चिह्न के स्थान पर (   ) दोनों ओर अर्द्धतीर का चिह्न लिखा जाता है।

$$A + B \quad \overset{(1)}{\underset{(2)}{}} \quad C + D$$

उत्क्रमणीय अभिक्रियाएँ दो अभिक्रियाओं में विभाजित होती है जो कि साथ–साथ चलती है।

(1) $A + B \longrightarrow C + D$

इसे अग्र अभिक्रिया कहते है।

(2) $C + D \longrightarrow A + B$

इसे प्रतीप अभिक्रिया कहते है।

इस प्रकार उत्क्रमणीय अभिक्रिया एक साथ दोनों दिशाओं (अग्र व प्रतीप) में होती है। सर्वप्रथम अभिकारकों (A+B) से उत्पाद (C+D) का निर्माण होता है। अनुकुल मात्रा में उत्पादों का निर्माण होने के पश्चात् प्रतीप अभिक्रिया प्रारम्भ हो जाती है और अभिकारकों का निर्माण होने लगता है। अभिक्रिया प्रारम्भ होने के बाद कभी भी पूर्ण नहीं होती है हर समय अभिक्रिया मिश्रण में अभिकारक व उत्पाद उपस्थित होते है। यदि अभिक्रिया में गैसों का निर्माण होता है तो अभिक्रिया को बंद पात्र में कराया जाना आवश्यक है।

$$N_2 + 3H_2 \qquad 2NH_3$$

$$H_2O + H_2CO_3 \qquad H_3O^+ + HCO_3^-$$

ऐसी ही एक जैव रासायनिक अभिक्रिया का उदाहरण रक्त में हीमोग्लोबीन द्वारा कार्बनडाईऑक्साइड व ऑक्सीजन का वहन है।

6.4 ऑक्सीकरण – अपचयन (Oxidation - reduction)

रसायन विज्ञान में ऑक्सीकरण अपचयन अभिक्रियाएँ अत्यन्त महत्वपूर्ण होती है। अनेक जैविक भौतिक एवं महत्वपूर्ण रासायनिक क्रियाएँ इनसे सम्बन्धित होती है। सामान्यतया सभी तत्व ऑक्सीजन व हाइड्रोजन से अभिक्रिया करते है अतः इसी आधार पर इन्हे ऑक्सीकरण अपचयन अभिक्रिया कहा गया है। ये अभिक्रियाएँ ऑक्सीकारक तथा अपचायक को भी परिभाषित करती है। इन अभिक्रियाओं को निम्न आधार पर समझाया गया है–

6.4.1 ऑक्सीजन के संयोग एवं वियोजन के आधार पर ऑक्सीकरण–अपचयन

ऑक्सीजन का योग **ऑक्सीकरण** कहलाता है। मूल रूप में ऑक्सीकरण शब्द का प्रयोग भी ऑक्सीजन के संयोग के लिए ही होता है।

उदाहरण –

$$2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$$

$$S + O_2 \longrightarrow \underset{\text{सल्फर डाईऑक्साइड}}{SO_2}$$

अभिक्रिया में पदार्थ से ऑक्सीजन का निकलना **अपचयन** कहलाता है।

$$2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$$

$$2MgO \longrightarrow Mg + O$$

इस अभिक्रिया में $KClO_3$ का KCl में तथा MgO का Mg में अपचयन हो रहा है।

6.4.2 हाइड्रोजन के संयोग एवं वियोजन के आधार पर ऑक्सीकरण – अपचयन

यह परिभाषा पहले अधिक प्रचलित थी परन्तु आज भी कार्बनिक रसायन में प्रमुखता से प्रयोग की जाती है। वे रासायनिक अभिक्रियाएँ जिनमें पदार्थ से हाइड्रोजन निकलती हो **ऑक्सीकरण** कहलाती है।

$$2H_2S + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2S$$

यहाँ H_2S (हाइड्रोजन सल्फाइड) गैस सल्फर S में ऑक्सीकृत हो जाती है।

$$\underset{\text{एथेनॉल}}{CH_3CH_2OH} \xrightarrow{[0]} \underset{\text{एथेनैल}}{CH_3CHO} + H_2$$

एथेनॉल में हाइड्रोजन परमाणु की संख्या 6 है एवं बनने वाले उत्पाद एथनैल में हाइड्रोजन परमाणु की संख्या 4 है। अर्थात् यहाँ एथेनॉल का एथनैल में ऑक्सीकरण होता है तथा हाइड्रोजन निकलती है।

वे रासायनिक अभिक्रियाएँ जिनमें हाइड्रोजन का योग होता है **अपचयन** कहलाती है।

$$\underset{\text{एथीन}}{\begin{matrix} CH_2 \\ || \\ CH_2 \end{matrix}} + H_2 \xrightarrow[\substack{473\ k/ \\ 100\ atm}]{Ni} \underset{\text{एथेन}}{\begin{matrix} CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{matrix}}$$

$$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$$

यहाँ एथीन का एथेन में तथा क्लोरीन का HCl में अपचयन हो रहा है।

यह आवश्यक नहीं है कि हमेशा अभिक्रियाओं में हाइड्रोजन एवं ऑक्सीजन भाग लें। अतः ऑक्सीकरण व अपचयन की परिभाषाओं को व्यापक रूप दिया गया।

6.4.3 विद्युतधनी तत्वों के संयोग एवं वियोजन के आधार पर ऑक्सीकरण–अपचयन

वे अभिक्रियाएँ जिनमें पदार्थ से विद्युतधनी तत्व (धनविद्युती तत्व) का निष्कासन होता है **ऑक्सीकरण** कहलाती है।

$$2KI + Cl_2 \longrightarrow 2KCl + I_2$$

$$H_2S + Cl_2 \longrightarrow 2HCl + S$$

यहाँ पोटैशियम आयोडाइड (KI) का आयोडीन (I_2) में तथा H_2S का सल्फर (S) में ऑक्सीकरण होता है। वे अभिक्रियाएँ जिनमें पदार्थ में विद्युतधनी तत्वों का योग होता है, **अपचयन** कहलाती है।

$$Cl_2 + Mg \longrightarrow MgCl_2$$

यहाँ क्लोरीन (Cl_2) का मैग्नीशियम क्लोराइड ($MgCl_2$) में अपचयन होता है।

6.4.4 विद्युत ऋणी तत्वों के संयोग एवं वियोजन के आधार पर ऑक्सीकरण–अपचयन

वे अभिक्रियाएँ जिनमें पदार्थ विद्युतऋणी तत्व (ऋण विद्युती तत्व) से संयोग करता है, **ऑक्सीकरण** कहलाती है।

$$Mg + Cl_2 \longrightarrow MgCl_2$$

यहाँ मैग्नीशियम (Mg) का अधिक विद्युतऋणी तत्व क्लोरीन (Cl_2) से संयोग के कारण ऑक्सीकरण हो रहा है। वे अभिक्रियाएँ जिसमें पदार्थ से ऋणविद्युती तत्व निकलता है, **अपचयन** कहलाती है।

$$2FeCl_3 + H_2 \longrightarrow 2FeCl_2 + 2HCl$$

यहाँ $FeCl_3$ का अधिक ऋण विद्युती तत्व Cl के निकलने के कारण $FeCl_2$ में अपचयन हो रहा है। इन सभी तथ्यों को एक साथ क्रमबद्ध करें तो कह सकते है कि ऑक्सीकरण वे अभिक्रियाएँ है जिसमें किसी पदार्थ में ऑक्सीजन या ऋणविद्युती तत्व का योग होता है अथवा हाइड्रोजन या घनविद्युती तत्व का निष्कासन होता है।

इसी प्रकार अपचयन वे अभिक्रियाएँ है जिनमें किसी पदार्थ में हाइड्रोजन या धनविद्युती तत्व का योग होता है अथवा ऑक्सीजन या ऋणविद्युती तत्व का निष्कासन होता है। ये सभी ऑक्सीकरण अपघटन की लम्बे समय से चली आ रही अवधारणाएँ है। वर्तमान में इन पदों को विस्तृत कर दिया गया है। ऑक्सीकरण अपचयन की इलेक्ट्रॉन के आदान–प्रदान के आधार पर व्याख्या की गई है।

6.4.5 इलेक्ट्रॉन के आदान प्रदान के आधार पर ऑक्सीकरण – अपचयन

(a) ऑक्सीकरण – ऐसी अभिक्रियाएँ जिसमें तत्व, परमाणु, आयन या अणु इलेक्ट्रॉन(e^-) त्यागता है, ऑक्सीकरण कहलाती है।

$$Na \longrightarrow Na^+ + e^-$$

$$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^-$$

$$2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$$

यहाँ सोडियम e^-त्याग कर Na^+धनायन में फेरस (Fe^{2+}) आयन एक और e^-त्याग कर (Fe^{3+}) फेरिक आयन में तथा क्लोराइड (Cl^-) आयन e^-त्याग कर उदासीन परमाणु में ऑक्सीकृत होता है। इन अभिक्रियाओं को देखने पर पता चलता है कि ऑक्सीकरण की क्रिया में उदासीन परमाणु धनायन बनाता है या धनायन पर आवेश बढ़ता है या ऋणायन पर आवेश में कमी होती है।

(b) अपचयन – ऐसी अभिक्रियाएँ जिसमें तत्व, परमाणु, आयन या अणु इलेक्ट्रॉन (e^-) ग्रहण करता है, अपचयन कहलाती है।

$$Cl + e^- \longrightarrow Cl^-$$

$$MnO_4^- + e^- \longrightarrow MnO_4^{-2}$$

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

यहाँ क्लोरीन e^-ग्रहण कर क्लोराइड आयन (Cl^-), मैग्नेट आयन (MnO_4^-) e^-ग्रहण कर परमैग्नेट आयन (MnO_4^{-2}) तथा मैग्नीशियम धनायन (Mg^{+2}) e^- ग्रहण कर Mg उदासीन परमाणु में अपचयित हो जाता है। इन उदाहरणों से ज्ञात होता है कि ऑक्सीकरण के विपरीत अपचयन अभिक्रियाओं में e^- ग्रहण किये जाते हैं जिससे उदासीन परमाणु से ऋणायन बनता है या ऋणायन पर आवेश बढ़ता है या धनायन पर आवेश में कमी होती है।

उपरोक्त अभिक्रियाओं को देखने से पता चलता है कि ये ऑक्सीकरण–अपचयन अर्द्धअभिक्रियाएँ है। एक पदार्थ द्वारा e^-त्यागा जाता है तथा दूसरे के द्वारा ग्रहण किया जाता है। इन अभिक्रियाओं में एक पदार्थ ऑक्सीकृत होता है तथा दूसरा पदार्थ अपचयित। ये अभिक्रियाएँ साथ–साथ चलती है। अतः इन्हें रेडॉक्स (Redox reaction) अभिक्रियाएँ या अपोपचय अभिक्रिया भी कहते है।

ऑक्सीकरण (Zn → $ZnSO_4$)

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

अपचयन ($CuSO_4$ → Cu)

उपरोक्त अभिक्रिया में Zn का $ZnSO_4$ में ऑक्सीकरण ($Zn \longrightarrow Zn^{+2} + 2e^-$) तथा कॉपर सल्फेट का Cu में अपचयन ($Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu$) हो रहा है।

अपचयन (Fe_2O_3 → 2Fe)

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

ऑक्सीकरण (3CO → $3CO_2$)

इस अभिक्रिया में फेरिक ऑक्साइड (Fe_2O_3) का आयरन में अपचयन तथा कार्बन मोनो ऑक्साइड (CO) का CO_2 में ऑक्सीकरण हो रहा है। यहाँ एक ही अभिक्रिया में एक पदार्थ का ऑक्सीकरण तथा दूसरे का अपचयन हो रहा है इसे ही रेडॉक्स अभिक्रिया कहते हैं।

इन अभिक्रियाओं में जिस पदार्थ का ऑक्सीकरण होता है इलेक्ट्रॉन त्याग कर अन्य पदार्थ को अपचयित करने में मदद करता है अर्थात् **अपचायक** कहलाता है। जिस पदार्थ का अपचयन होता है वह इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर अन्य पदार्थ को ऑक्सीकृत करता है अतः **ऑक्सीकारक** कहलाता है।

अर्थात्, अपचायक – इलेक्ट्रॉन दाता अभिकारक,

ऑक्सीकारक – इलेक्ट्रॉन ग्राही अभिकारक होते है।

6.5 उदासीनीकरण (Neutralization)

जब अम्ल एवं क्षार अभिक्रिया करते हैं और लवण तथा जल बनता है तो इस अभिक्रिया को उदासीनीकरण अभिक्रिया कहते हैं। यहाँ अम्ल के हाइड्रोजन आयन (H^+) क्षार के हाइड्रॉक्सिल आयन (OH^-) से अभिक्रिया करके जल का निर्माण करते है।

अम्ल + क्षार ⟶ लवण + जल

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$

समान सान्द्रता के प्रबल अम्ल एवं प्रबल क्षार जब अभिक्रिया करते हैं तो विलयन की pH 7 होती है जबकि प्रबल अम्ल दुर्बल क्षार से अभिक्रिया करता है तो pH 7 से कम होती है।

प्रबल क्षार जब दुर्बल अम्ल से अभिक्रिया करता है तो विलयन की pH 7 से अधिक होती है।

इसको इस प्रकार से समझा जा सकता है जब अम्ल व क्षार मिलाने पर विलयन उदासीन होता है तो समान भार अम्ल व क्षार के मिलकर लवण बनाते है। अम्ल के द्वारा दिये गये एक मोल H^+ आयन क्षार के एक मोल OH^- आयन से क्रिया कर जल बनाते हैं और उदासीन हो जाते हैं। प्रबल अम्ल एवं प्रबल क्षार पूर्णतः आयनित होते है। अतः उदासीनीकरण की अभिक्रिया में बनने वाले सभी H^+ एवं OH^- आयन संयोजित होकर जल बना लेते है तथा विलयन की pH7 हो जाती है।

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$

$$H^+ + Cl^- + Na^+ + OH^- \longrightarrow Na^+ + Cl^- + H_2O$$

इस प्रकार कुल अभिक्रिया होती है–

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

जबकि दुर्बल क्षार एवं प्रबल अम्लों के मध्य होने वाली उदासीनीकरण अभिक्रिया में दुर्बल क्षार पूर्णतः आयनित नहीं होते हैं, कुछ मात्रा में आणविक रूप में भी रहते हैं। अतः विलयन में अम्ल व क्षार के समान मोल लेने पर भी H^+ आयनों की मात्रा OH^- आयनो की मात्रा से अधिक होती है इस प्रकार उदासीनीकरण अभिक्रिया के पश्चात् भी विलयन में H^+ आयन उपस्थित होते है और विलयन की pH 7 से कम होती है।

$$HCl + NH_4OH \longrightarrow NH_4Cl + H_2O$$

यहाँ NH_4OH दुर्बल क्षार है।

इसी प्रकार से दुर्बल अम्ल एवं प्रबल क्षार की उदासीनीकरण अभिक्रिया में अम्ल पूर्णतया आयनित या वियोजित नहीं होता है तथा कुछ मात्रा में अवियोजित अवस्था में भी रहता है। अतः विलयन में अम्ल व क्षार के समान मोल लेने पर विलयन में OH^- आयनों की अधिकता होती है अतः विलयन की pH 7 से अधिक होती है।

$$\underset{\text{एसीटिक अम्ल}}{CH_3COOH} + NaOH \longrightarrow \underset{\text{सोडियम एसीटेट}}{CH_3COONa} + NaOH$$

यहाँ एसीटिक अम्ल एक दुर्बल अम्ल है।

6.6 उत्प्रेरक (Catalyst)

वे पदार्थ जो रासायनिक अभिक्रिया के वेग को परिवर्तित कर देते है परन्तु स्वयं अपरिवर्तित रहते हैं, उत्प्रेरक कहलाते है तथा इस घटना को उत्प्रेरण कहते है।

$$2KClO_3 \xrightarrow[\Delta]{MnO_2} 2KCl + 3O_2$$

वनस्पति तेल $+ H_2 \xrightarrow{Ni}$ वनस्पति घी

पोटैशियम क्लोरेट का तापीय अपघटन मैगनीज डाई ऑक्साइड (MnO_2) को मिलाने पर कम ताप पर ही होने लगता है। उपरोक्त अभिक्रियाओं में MnO_2 व चूर्णित Ni धातु उत्प्रेरक का कार्य करता है।

उत्प्रेरकों की क्रिया, अवस्था आदि के आधार पर इसे अनेक प्रकारों में बांटा गया है–

6.5.1 अवस्था के आधार पर उत्प्रेरक के प्रकार

भौतिक अवस्था के आधार पर उत्प्रेरक दो प्रकार के होते है–

(a) समांगी उत्प्रेरक – जब रासायनिक अभिक्रिया में उत्प्रेरक, अभिकारक एवं उत्पाद तीनों समान भौतिक अवस्था में होते है तो उत्प्रेरक समांगी उत्प्रेरक कहलाता है तथा क्रिया समांगी उत्प्रेरण कहलाती है। उदाहरण –

$$\underset{\text{मेथिल एसीटेट}}{CH_3COOCH_{3(\ell)}} + H_2O_{(\ell)} \xrightarrow{HCl(aq)} \underset{\text{एसीटिक अम्ल}}{CH_3COOH_{(aq)}} + \underset{\text{मेथिल एल्कोहॉल}}{CH_3OH_{(aq)}}$$

$$\underset{\text{सल्फर डाईऑक्साइड}}{2SO_{2(g)}} + O_{2(g)} \xrightarrow{NO(g)} \underset{\text{सल्फरट्राई ऑक्साइड}}{2SO_{3(g)}}$$

(b) विषमांगी उत्प्रेरक – जब रासायनिक अभिक्रियाओं में अभिकारक एवं उत्प्रेरक की भौतिक अवस्था भिन्न–भिन्न होती है तो उत्प्रेरक को विषमांगी उत्प्रेरक कहते हैं तथा क्रिया विषमांगी उत्प्रेरण कहलाती है। उदाहरण –

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \xrightarrow{Fe(s)} 2NH_{3(g)}$$

वनस्पति तेल $_{(\ell)} + H_{2(g)} \xrightarrow{Ni(s)}$ वनस्पति घी (s)

सूक्ष्म विभाजित निकल धातु (Ni) उत्प्रेरक की उपस्थिति में वनस्पति तेलों का हाइड्रोजनीकरण करके वनस्पति घी बनाया जाता है यहाँ तेल द्रव अवस्था में, H_2 गैसीय अवस्था में, Ni तथा घी ठोस अवस्था में है।

6.6.2 क्रिया के आधार पर उत्प्रेरकों के प्रकार

(a) धनात्मक उत्प्रेरक – रासायनिक अभिक्रिया के वेग को बढ़ाने वाले उत्प्रेरक धनात्मक उत्प्रेरक कहलाते है।

उदाहरण –

$$2KClO_3 \xrightarrow[\Delta]{MnO_2} 2KCl + 3O_2$$

$$2SO_2 + O_2 \xrightarrow{NO} 2SO_3$$

(b) ऋणात्मक उत्प्रेरक – रासायनिक अभिक्रिया के वेग को कम करने वाले उत्प्रेरक ऋणात्मक उत्प्रेरक कहलाते है। उदाहरण –

$$\underset{\text{हाइड्रोजन परॉक्साइड}}{2H_2O_2} \xrightarrow{\text{ग्लिसरॉल}} 2H_2O + O_2$$

ग्लिसरॉल की उपस्थिति में H_2O_2 के अपघटन की दर कम हो जाती है। अतः हाइड्रोजन परॉक्साइड का संग्रहण करने के लिए इसमें सूक्ष्म मात्रा में ग्लिसरॉल मिला देते है।

$$\underset{\text{क्लोरोफॉर्म}}{2CHCl_3} + O_2 \xrightarrow{C_2H_5OH} \underset{\text{फॉस्जीन}}{2COCl_2} + 2HCl$$

क्लोरोफार्म वायु की ऑक्सीजन से स्वतः ही ऑक्सीकृत होकर विषैली गैस फॉस्जीन बनाती है। इस अभिक्रिया की गति को मंद करने के लिए इसमें थोडी मात्रा में एथेनॉल (C_2H_5OH) मिला दिया जाता है।

(c) स्वतः उत्प्रेरक – जब किसी रासायनिक अभिक्रिया में बना उत्पाद स्वयं ही उत्प्रेरक का कार्य करता है अर्थात् अभिक्रिया के वेग को बढ़ा देता है तो वह उत्पाद स्वतः उत्प्रेरक कहलाता है। **उदाहरण –**

$$\underset{\text{एथिल एसीटेट}}{CH_3COOC_2H_5} + H_2O \qquad \underset{\text{एसीटिक अम्ल}}{CH_3COOH} + \underset{\text{एथेनॉल}}{C_2H_5OH}$$

यहाँ प्रारम्भ में अभिक्रिया मंद गति से होती है परन्तु उत्पाद एसीटिक अम्ल के कुछ मात्रा में बनने के बाद अभिक्रिया का वेग बढ़ जाता है। अभिक्रिया में एसीटिक अम्ल स्वतः उत्प्रेरक का कार्य करता है।

(d) जैव उत्प्रेरक – जैव रासायनिक अभिक्रिया की गति को बढ़ाने में जो पदार्थ काम में लिए जाते है उन्हें जैव उत्प्रेरक कहते है। इन्हें साधारणतया एन्जाइम भी कहा जाता है। एन्जाइम जटिल नाइट्रोजनी कार्बनिक यौगिक होते हैं जो कि भिन्न–भिन्न जैव रासायनिक क्रियाओं के लिए विशिष्ट होते है। उदाहरण –

$$\underset{\text{यूरिया}}{NH_2CONH_2} + H_2O \xrightarrow{\text{यूरिएज}} 2NH_3 + CO_2$$

$$\text{माल्टोज} \xrightarrow{\text{माल्टेज}} \text{ग्लूकोज}$$

रासायनिक अभिक्रियाओं में उत्प्रेरक की क्रियाशीलता को प्रभावित करने वाले कुछ पदार्थों का प्रयोग भी किया जाता है।

(i) उत्प्रेरक वर्धक – वे पदार्थ जिन्हें अभिक्रिया मिश्रण में उत्प्रेरक के साथ मिलाने पर उत्प्रेरक की क्रियाशीलता में वृद्धि हो जाती है उत्प्रेरक वर्धक कहलाते है। ये केवल उत्प्रेरक की क्रियाशीलता को बढ़ाते है स्वयं उत्प्रेरक नहीं होते है।

उदाहरण –

$$N_2 + 3H_2 \xrightarrow{Fe/Mo} 2NH_3$$

यहाँ Mo (मोलिब्डेनम चूर्ण) उत्प्रेरक Fe (आयरन) की क्रियाशीलता को बढ़ाकर अभिक्रिया की गति को और अधिक बढ़ा देता है।

$$\text{वनस्पति तेल} + H_2 \xrightarrow{Ni/Cu} \text{वनस्पति घी}$$

यहाँ Ni उत्प्रेरक तथा कॉपर (Cu) उत्प्रेरक वर्धक है।

(ii) उत्प्रेरक विष – वे पदार्थ जिन्हे अभिक्रिया मिश्रण में मिलाने पर उत्प्रेरक की क्रियाशीलता कम हो जाती है, उत्प्रेरक विष कहलाते है।

उदाहरण –

$$N_2 + 3H_2 \xrightarrow{Fe} 2NH_3$$

इस अभिक्रिया में कार्बनमोनोऑक्साइड (CO) गैस मिला दी जाए तो आयरन (Fe) उत्प्रेरक की क्रिया में कमी आ जाती है।

6.6.3 उत्प्रेरक के गुण

1. उत्प्रेरक केवल रासायनिक अभिक्रिया के वेग में परिवर्तन के लिए उत्तरदायी होते है उनके स्वयं के रासायनिक संघटन एवं मात्रा में कोई परिवर्तन नहीं होता है।

2. अभिक्रिया मिश्रण में उत्प्रेरक की सूक्ष्म मात्रा में उपस्थिति ही पर्याप्त होती है।

3. प्रत्येक अभिक्रिया के लिए एक विशिष्ट उत्प्रेरक होता है अर्थात् एक ही उत्प्रेरक सभी अभिक्रियाओं को उत्प्रेरित नहीं

कर सकता है।

4. उत्प्रेरक अभिक्रिया को प्रारम्भ नहीं करता है केवल उसके वेग को बढ़ाता है।

5. उत्क्रमणीय अभिक्रियाओं में उत्प्रेरक अग्र व प्रतीप दोनों अभिक्रियाओं के वेग को समान रूप से प्रभावित करता है।

6. उत्प्रेरक एक निश्चित ताप पर ही अत्याधिक क्रियाशील होते है। ताप बदलने पर इनकी क्रियाशीलता प्रभावित होती है।

महत्वपूर्ण बिन्दु

1. पदार्थो के भौतिक गुणों में परिवर्तन भौतिक परिवर्तन कहलाते हैं। ये अस्थाई होते हैं।
2. पदार्थों के संघटन व रासायनिक गुणों में परिवर्तन रासायनिक परिवर्तन कहलाते है। ये स्थाई होते है।
3. रासायनिक अभिक्रियाओं को रासायनिक समीकरण के रूप में लिखा जाता है। संतुलित रासायनिक समीकरण रासायनिक अभिक्रिया के बारे में संक्षिप्त जानकारी देता है।
4. संयुग्मन अभिक्रिया में दो या दो से अधिक पदार्थ आपस में संयोग करके एक ही उत्पाद बनाते है।
5. एक अभिकारक के परमाणु या परमाणु समूह का दूसरे अभिकारक के परमाणु या परमाणु समूह से विस्थापित हो जाना विस्थापन अभिक्रिया कहलाता है।
6. पदार्थ दो या दो से अधिक सरल अणुओं में अपघटित होता है तो ऐसी अभिक्रियाओं को अपघटनीय अभिक्रिया कहते है।
7. अभिक्रिया के वेग के आधार पर ये मंद या तीव्र अभिक्रियाएँ कहलाती है।
8. अम्ल व क्षार की अभिक्रिया को उदासीनीकरण अभिक्रिया कहते है।
9. वे अभिक्रियाएँ जिनमें ऑक्सीजन या विद्युत ऋणी तत्व का संयोग होता है अथवा हाइड्रोजन या विद्युतघनी तत्व का निष्कासन होता है, ऑक्सीकरण कहलाती है।
10. वे अभिक्रियाएँ जिनमें हाइड्रोजन या विद्युत धनी तत्व का संयोग होता है अथवा ऑक्सीजन या ऋणविद्युती तत्व का निष्कासन होता है, अपचयन कहलाती है।
11. इलेक्ट्रॉन त्यागना ऑक्सीकरण तथा इलेक्ट्रॉन ग्रहण करना अपचयन कहलाता है।
12. ऐसी अभिक्रियाएँ जो केवल एक ही दिशा में होती है अनुत्क्रमणीय अभिक्रियाए कहलाती है।
13. ऐसी अभिक्रियाएँ जो दोनो दिशाओं अर्थात् अभिकारक से उत्पाद व पुनः उत्पाद से अभिकारक का निर्माण, में होती है उत्क्रमणीय अभिक्रिया कहलाती है।
14. वे पदार्थ जो रासायनिक अभिक्रिया में स्वयं अपरिवर्तित रहकर अभिक्रिया के वेग को प्रभावित करते है, उत्प्रेरक कहलाते है।
15. उत्प्रेरक चार प्रकार के होते है– धनात्मक, ऋणात्मक, स्वतः उत्प्रेरक, जैव उत्प्रेरक।
16. उत्प्रेरण दो प्रकार का होता है – संमागी उत्प्रेरण, विषमांगी उत्प्रेरण।
17. उत्प्रेरक की क्रियाशीलता को प्रभावित करते है– उत्प्रेरक वर्धक, उत्प्रेरक विष।

अभ्यासार्थ प्रश्न

बहुचयनात्मक प्रश्न

1. $FeCl_3$ का $FeCl_2$ में परिवर्तन कहलाता है?
   (क) ऑक्सीकरण (ख) अपचयन
   (ग) अपघटन (घ) संयुग्मन
2. एक पदार्थ दो छोटे सरल अणुओं में टूटता है तो अभिक्रिया होगी–
   (क) अपघटनीय (ख) विस्थापन
   (ग) ऑक्सीकरण (घ) संयुग्मन
3. इलेक्ट्रॉन त्यागने वाले पदार्थ कहलाते है?
   (क) ऑक्सीकारक (ख) उत्प्रेरक
   (ग) अपचायक (घ) कोई नहीं
4. दोनों दिशाओं में होने वाली अभिक्रियाएँ है–
   (क) ऑक्सीकरण (ख) अपचयन
   (ग) अनुत्क्रमणीय (घ) उत्क्रमणीय
5. अभिक्रिया के वेग को बढ़ाने वाले होते है–
   (क) उत्प्रेरक (ख) ऑक्सीकारक

(ग) अपचायक (घ) कोई नहीं

6. एन्जाइम होते है–

(क) ऋणात्मक उत्प्रेरक (ख) धनात्मक उत्प्रेरक

(ग) स्वतः उत्प्रेरक (घ) जैव उत्प्रेरक

7. $2Mg + O_2 \longrightarrow 2\,MgO$

इस अभिक्रिया में मैग्नीशियम धातु हो रहा है–

(क) ऑक्सीकृत (ख) अपचयित

(ग) अपघटित (घ) विस्थापित

8. उत्क्रमणीय अभिक्रियाओं के लिए किस चिह्न का प्रयोग किया जाता है–

(क) $\rightarrow$ (ख) $\uparrow$

(ग) $\downarrow$ (घ)

9. वह अभिक्रिया जो बनने वाले उत्पाद से ही उत्प्रेरित हो जाती है कहलाती है–

(क) जैव रासायनिक (ख) उत्क्रमणीय

(ग) स्वतः उत्प्रेरित (घ) अनुत्क्रमणीय

10. ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया में ऊष्मा –

(क) निकलती है (ख) अवशोषित होती है

(ग) विलेय होती है (घ) इनमें से कोई नहीं

अतिलघूत्तरात्मक प्रश्न

11. रासायनिक परिवर्तन से क्या समझते है?
12. वनस्पति तेल को वनस्पति घी में परिवर्तित करने वाले उत्प्रेरक का नाम बताइए।
13. उत्प्रेरण कितने प्रकार का होता है ? नाम लिखे।
14. $Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$

    यह किस प्रकार की अभिक्रिया का उदाहरण है?
15. रेडॉक्स अभिक्रिया का एक उदाहरण दें।
16. उत्क्रमणीय अभिक्रिया किसे कहते है?
17. उत्प्रेरक वर्धक व उत्प्रेरक विष का क्या कार्य है?
18. अम्ल व क्षार की परस्पर अभिक्रिया कौनसी अभिक्रिया कहलाती है?
19. वेग के आधार पर अभिक्रिया कितने प्रकार की होती है?
20. ताप अपघटन अभिक्रिया का उदाहरण दें।
21. किसी अभिक्रिया में उत्प्रेरक का क्या कार्य होता हैं?
22. रासायनिक अभिक्रिया के संतुलन का आधारभूत सिद्धांत क्या हैं?
23. रेडॉक्स अभिक्रिया किसे कहते हैं?
24. कोयले का दहन कौन सी अभिक्रिया है?
25. प्रबल अम्ल व प्रबल क्षार के मध्य अभिक्रिया कराने पर विलयन की pH कितनी होगी।

लघूत्तरात्मक प्रश्न

26. भौतिक एवं रासायनिक परिवर्तन में अंतर लिखे।
27. संयुग्मन व अपघटनीय अभिक्रियाओं को एक–एक उदाहरण के साथ लिखे।
28. $AgNO_3 + KCl \longrightarrow AgCl + KNO_3$ उपरोक्त अभिक्रिया किस प्रकार की है? नाम लिखें तथ समझाएँ।
29. ऑक्सीकरण व अपचयन को इलेक्ट्रॉनिक आदान–प्रदान के आधार पर समझाइए।
30. उत्प्रेरक कितने प्रकार के होते है? लिखें।
31. अपघटनीय अभिक्रियाएँ कितने प्रकार की होती हैं? वर्णन करें।
32. क्लोरोफार्म में कुछ मात्रा में एथिल एल्कोहॉल मिलाकर क्यों रखा जाता हैं?
33. दुर्बल अम्ल व प्रबल क्षार से बने लवण का जलीय विलयन क्षारीय होता है क्यों?
34. क्या ये अभिक्रियाएँ संभव है उत्तर कारण सहित लिखे।

    (i) $Cu + ZnSO_4 \longrightarrow CuSO_4 + Zn$

    (ii) $Fe + CuSO_4 \longrightarrow FeSO_4 + Cu$
35. निम्नलिखित अभिक्रियाओं में ऑक्सीकरण–अपचयन को पहचाहिए–

    (i) $C + O_2 \longrightarrow CO_2$

    (ii) $Mg + Cl_2 \longrightarrow MgCl_2$

    (iii) $ZnO + C \longrightarrow Zn + CO$

    (iv) $Fe_2O_3 + 3CO \longrightarrow 2Fe + 3CO_2$

निबन्धात्मक प्रश्न

37. रासायनिक अभिक्रियाएँ कितने प्रकार की होती है? वर्णन करें।

38. ऑक्सीकरण–अपचयन से क्या समझते है? उदाहरणों के साथ व्याख्या करें।

39. उत्प्रेरक की विशेषताएँ तथा उत्प्रेरक के प्रकारों के बारे में आप क्या जानते हैं?

40. रासायनिक समीकरण को लिखने के चरण व इसकी विशेषताएँ लिखें।

41. निम्नलिखित में अंतर बताइए।

(a) उत्क्रमणीय–अनुत्क्रमणीय अभिक्रिया

(b) उत्प्रेरक वर्धक– उत्प्रेरक विष

(c) समांगी – विषमांगी उत्प्रेरण

(d) ऑक्सीकरण – अपचयन

उत्तरमाला

1. (ख) 2. (क) 3. (ग) 4. (घ) 5. (क)

6. (घ) 7. (क) 8. (घ) 9.(ग) 10.(क)