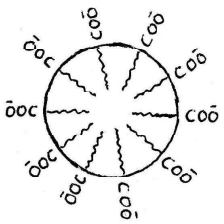
अध्याय–17

दैनिक जीवन में रसायन

(CHEMISTRY IN DAILY LIFE)



दैनिक जीवन में हम बहुत से रासायनिक यौगिकों का उपयोग करते हैं जैसे–नमक, शक्कर, पानी, साबुन आदि। जहाँ एक ओर जल के बिना जीवन संभव नहीं है, वहीं दूसरी ओर नमक तथा शक्कर के बिना भोजन के स्वाद की कल्पना नहीं की जा सकती। कुछ महत्वपूर्ण अकार्बनिक रसायन हैं– खाने का सोडा, बेकिंग पाउडर आदि जिनका उपयोग हम बेकरी उद्योग तथा अन्य खाद्य सामग्रियों में करते हैं। विरंजक चूर्ण द्वारा रोगाणु रहित जल प्राप्त करते हैं। सीमेंट, काँच, प्लास्टर ऑफ पेरिस आदि भवन निर्माण में उपयोगी हैं। इस अध्याय में हम कुछ ऐसे ही महत्वपूर्ण रासायनिक पदार्थों के बारे में अध्ययन करेंगे।

17.1 जल (Water)

पृथ्वी के लगभग तीन–चौथाई भाग पर जल है जो समुद्र, नदी, झीलों में फैला हुआ है। पृथ्वी तल से नीचे कुछ गहराई तक जल पाया जाता है। यह सभी जीवधारियों (प्राणियों और पेड़–पौधों) के लिए उतना ही आवश्यक है जितनी की ऑक्सीजन। मनुष्य के शरीर में भी लगभग 70% जल है। पृथ्वी पर जल तीनों अवस्थाओं ठोस (बर्फ), द्रव (जल) और गैस (जल–वाष्प) के रूप में उपस्थित रहता है। प्रायः किसी पदार्थ का ठोस अवस्था में घनत्व, द्रव अवस्था की अपेक्षा अधिक होता है। लेकिन बर्फ का घनत्व 0.9 g/mL तथा जल का घनत्व 4°C पर 1 g/mL होता है।

बर्फ का घनत्व, जल की तुलना में कम होना जलीय जीवन के लिए वरदान है। पृथ्वी के शीत क्षेत्रों में नदी एवं झीलों की सतह पर जमी बर्फ के नीचे जल रहता है, बर्फ ऊष्मा की कुचालक होती है इस कारण नीचे का पानी धीरे–धीरे ठंडा होता है। वायु में नमी के रूप में प्रत्येक मौसम में जल विद्यमान रहता है। जल सर्वाधिक पदार्थों को घोल लेता है, इसलिये इसे सार्वत्रिक विलायक (universal solvent) कहा जाता है।

17.1.1 मृदु एवं कठोर जल (Soft and hard water)

जल में उपस्थित लवणों और साबुन के साथ झाग देने के आधार पर जल को मृदु अथवा कठोर कहा जाता है।

मृदु जल (Soft water) : साबुन के साथ जल्दी और अधिक झाग देने वाला जल मृदु जल कहलाता है। वर्षा का जल और आसुत जल आदि मृदु जल हैं।

कठोर जल (Hard water): साबुन के साथ देर से तथा बहुत कम झाग देने वाला जल कठोर जल कहलाता है। साबुन ऐसे जल के साथ फटकर थक्का या अवक्षेप देता है।

17.1.2 जल की कठोरता का कारण (Reasons of hardness of water)

जल में कैल्सियम और मैग्नीशियम के हाइड्रोजनकार्बोनेट, सल्फेट और क्लोराइड में से किसी भी लवण के उपस्थित होने पर जल कठोर हो जाता है। ऐसा जल जिसमें सोडियम के लवण घुले हों मृदु होता है। साबुन, उच्च वसीय अम्लों (fatty acids) का सोडियम लवण होता है जैसे–सोडियम स्टिऐरेट ($C_{17}H_{35}COONa$)। यह कैल्सियम और मैग्नीशियम लवणों के साथ अभिक्रिया कर अवक्षेप बनाता है जिसे दिए गए समीकरण द्वारा व्यक्त करते हैं।

$$2C_{17}H_{35}COONa + M^{2+} \longrightarrow (C_{17}H_{35}COO)_2M\downarrow + 2Na^+(aq)$$

अवक्षेप

यहाँ M^{2+}, Ca^{2+} या Mg^{2+} को दर्शाता है।

जब तक जल से लवण पूरी तरह अवक्षेपित नहीं हो जाते, तब तक साबुन के साथ झाग नहीं बनती और इस प्रक्रिया में बहुत सारा साबुन व्यर्थ चला जाता है। यह अवक्षेप कपड़ों के साथ चिपक जाता है और इस कारण कपड़े मलिन (dull) हो जाते हैं।

17.1.3 कठोरता के प्रकार (Types of hardness)

1. **अस्थायी कठोरता** (Temporary hardness)— अस्थायी कठोरता कैल्सियम और मैग्नीशियम के हाइड्रोजनकार्बोनेट के जल में घुले होने के कारण होती है। उबालने पर कैल्सियम और मैग्नीशियम के विलेय हाइड्रोजनकार्बोनेट, अविलेय कार्बोनेट में बदल कर अवक्षेपित हो जाते हैं। आपने अपने घरों में पानी गर्म करने वाले बर्तन में सफेद रंग की पपड़ी जमी देखी होगी यह अविलेय कार्बोनेट की होती है।

$$Ca(HCO_3)_2(aq) \xrightarrow{\text{उबालना}} CaCO_3\downarrow + H_2O + CO_2\uparrow$$

यदि जल की कठोरता मैग्नीशियम हाइड्रोजनकार्बोनेट ($Mg(HCO_3)_2$) के कारण हो तो जल को उबालने पर क्या होगा? क्या आप होने वाली अभिक्रिया को समीकरण के रूप में लिख सकते हैं?

अस्थायी कठोरता को चूने के पानी की निश्चित मात्रा मिला कर भी दूर किया जा सकता है।

$$Ca(HCO_3)_2(aq) + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2CaCO_3\downarrow + 2H_2O(l)$$

2. **स्थायी कठोरता** (Permanent hardness)— स्थायी कठोरता कैल्सियम और मैग्नीशियम के क्लोराइड और सल्फेट लवणों के जल में घुले होने के कारण होती है जिसे उबालने या चूने के पानी के द्वारा दूर नहीं किया जा सकता।

कठोर जल के मृदुकरण की आधुनिक विधियाँ

कठोर जल, जिसमें अधिक मात्रा में लवण पाए जाते हैं का मृदुकरण आमतौर पर दो विधियों द्वारा किया जाता है जिनमें से एक विधि विपरीत परासरण (reverse osmosis/ RO) है। आप जानते हैं कि जब दो विलयनों के बीच एक अर्धपारगम्य झिल्ली लगा दी जाती है तब तनु विलयन से विलायक के अणु इस अर्धपारगम्य झिल्ली से सान्द्र विलयन की ओर प्रवाहित होते हैं, यह प्रक्रिया परासरण कहलाती है। लेकिन विपरीत परासरण में उच्च दाब का उपयोग कर सांद्र विलयन (कठोर जल) से पानी के अणुओं को अर्धपारगम्य झिल्ली से पार कराया जाता है। जिससे झिल्ली के दूसरी ओर हमें शुद्ध जल प्राप्त हो सके। इस प्रकार अर्धपारगम्य झिल्ली का उपयोग कर कठोर जल से लवण के अणुओं को पृथक किया जाता है। हालांकि इस विधि में अधिक मात्रा में पानी व्यर्थ हो जाता है।

दूसरी विधि में कठोर जल को आयन विनिमय रेजिन का उपयोग कर मृदु किया जाता है। इस प्रक्रिया में सोडियम आयन युक्त रेजिन (रंध्रयुक्त पदार्थ) के उपयोग द्वारा कठोर जल को छाना जाता है। जब कठोर जल रेजिन से गुजरता है तो जल में उपस्थित Ca^{2+} और Mg^{2+} आयनों का विनिमय रेजिन के Na^+ आयनों के साथ हो जाता है। अतः प्राप्त जल Ca^{2+} और Mg^{2+} आयनों से रहित होकर मृदु जल हो जाता है। इस प्रक्रिया में Na^+ आयन की मात्रा कम होने पर समय–समय पर रेजिन को बदलने की आवश्यकता पड़ती है।

17.1.4 पीने योग्य जल (Potable water)

पीने का जल स्वच्छ, रंगहीन, गंधहीन और रोगाणुरहित होना चाहिए। इसमें शरीर के लिए आवश्यक विलेय लवणों की मात्रा उपयुक्त होनी चाहिए। उपलब्ध जल को पीने योग्य बनाने के लिए जल शुद्धिकरण संयंत्रों में आवश्यकतानुसार फिटकरी, विरंजक चूर्ण, लाल दवा (पोटैशियम परमेंगनेट), क्लोरीन मिलाकर या पराबैंगनी किरणों आदि से शोधन किया जाता है।

प्रायोगिक कार्यों में, गाड़ियों की बैटरी एवं मेडिकल क्षेत्रों में आसुत जल (distilled water) का प्रयोग किया जाता है, जिसे आसवन द्वारा प्राप्त किया जाता है।

अपने विद्यालय की प्रयोगशाला के लिए सौर ऊर्जा का उपयोग कर आसुत जल बनाइए।

17.1.5 उपयोग (Uses)

1. जल का उपयोग विलायक के रूप में किया जाता है।
2. कृषि में जल अति आवश्यक है।
3. जल का उपयोग बहुत से उद्योगों में किया जाता है मुख्यतः वस्त्र उद्योग, पेपर उद्योग, खनन आदि में।
4. कपड़े धोने एवं साफ–सफाई के लिए जल का उपयोग किया जाता है।
5. पानी की विशिष्ट ऊष्मा अधिक होने के कारण इसका उपयोग भाप इंजन बॉयलर, कूलर आदि में होता है।

17.1.6 जल–प्रदूषण (Water pollution)

जल के उपरोक्त उपयोगों (उद्योग धंधों और साफ–सफाई) के कारण उसमें कुछ अवांछित पदार्थ मिल जाते हैं। साथ ही ऑक्सीजन की कमी हो जाने के कारण भी जल के गुणों में परिवर्तन हो जाता है, तब ऐसा जल प्रदूषित जल कहलाता है जिससे जल उपयोग के लिए अनुपयुक्त हो जाता है।

जल प्रदूषण के अन्य कारणों से भी आप परिचित हैं, आपके क्षेत्र में जल को प्रदूषित करने वाले कारकों की सूची बनाइए। जल प्रदूषण की रोकथाम एवं नियंत्रण का उत्तरदायित्व भी हमारा है। जल को प्रदूषित होने से बचाने के लिए निम्नलिखित उपाय किए जा सकते हैं–

1. औद्योगिक अपशिष्ट युक्त जल का उपचार करने हेतु उद्योगों में जल शुद्धि संयंत्र लगाना अनिवार्य किया जाए।
2. घरेलू साफ–सफाई से निकलने वाला जल एवं मल–वाहित जल को उपचारित करके ही नदी–नालों में प्रवाहित किया जाए।
3. हानिकारक कीटनाशकों का नियंत्रित उपयोग किया जाए, इनके अधिक उपयोग पर प्रतिबंध लगाया जाए।
4. मानवीय क्रियाकलाप जैसे–नहाना, कपड़े धोना, पूजा सामग्री का विसर्जन, शवों का नदी में बहाना, मृत व्यक्तियों की राख–अस्थि का विजर्सन आदि भी जल को प्रदूषित करते हैं। अतः इन क्रियाकलापों पर नियंत्रण लगाया जाना चाहिए।

17.2 साधारण नमक (Common salt)

समुद्र के खारे पानी में 30–35 g लवण प्रति लीटर होता है। इसमें मुख्यतः सोडियम क्लोराइड होता है, जिसे साधारण नमक के नाम से जाना जाता है।

XMH9S5

17.2.1 नमक का निर्माण (Manufacture of salt)

समुद्र के किनारे समुद्र के जल को उथले गड्ढों में इकट्ठा करके वाष्पीकृत होने के लिए छोड़ दिया जाता है। जल के वाष्पीकृत होने पर कच्चा नमक बच जाता है जिसमें नमक के अलावा बहुत से और लवण भी रहते हैं तथा कुछ मात्रा में रेत भी पाई जाती है (चित्र–1)। इसको शुद्ध तथा क्रिस्टलीकृत कर उपयोग में लाया जाता है। समुद्री जल से नमक बनाने का काम मेहनत के साथ–साथ सतर्कता से किया जाने वाला कार्य है। नमक में पायी जाने वाली अशुद्धियों को दूर करने के साथ–साथ उसमें अन्य आवश्यक पदार्थों को मिलाया जाता है जैसे–नमक में आयोडीन। यह पोटैशियम आयोडेट के रूप में मिलाया जाता है। क्या आप बता सकते हैं कि नमक में आयोडीन क्यों मिलाते हैं?

चित्र–1 : समुद्र के जल से नमक का निर्माण

विश्व के कुछ भागों में नमक की खदानें पाई जाती हैं। अनुमान है कि यह खनिज नमक समुद्र के किसी हिस्से के सूख जाने से बना होगा।

नमक हमारे भोजन का एक आवश्यक घटक है, किन्तु क्या हम समुद्री जल का उपयोग भोजन बनाने के लिए कर सकते हैं?

जैविक प्रक्रियाओं में भी नमक का बहुत अधिक महत्व होता है। अतः हमारे भोजन में इसकी उचित मात्रा होनी चाहिए। शरीर में इसकी अधिक मात्रा, उच्च रक्त चाप (high blood pressure) तथा कम मात्रा, निम्न रक्त चाप (low blood pressure) का एक कारण है।

क्या आप जानते हैं कि पैकेट बंद नमकीन खाद्य पदार्थों जैसे–सेव व चिप्स में भी नमक बहुत अधिक होने के कारण ये स्वास्थ्य के लिए हानिकारक होते हैं।

17.2.2 उपयोग (Uses)

1. खाद्य पदार्थो को खराब होने से बचाने के लिए नमक का उपयोग परिरक्षक के रूप में किया जाता है यह खाद्य पदार्थो में बैक्टीरिया की वृद्धि को रोकता है।
2. साधारण नमक हमारे दैनिक जीवन में उपयोग आने वाले कई पदार्थों जैसे–कॉस्टिक सोडा, बेकिंग सोडा, कपड़े धोने का सोडा, विरंजक चूर्ण आदि के निर्माण के लिए महत्वपूर्ण कच्चा पदार्थ है।
3. नमक और शक्कर के पानी में घुलने से बने पुनर्योजी विलयन (oral rehydration solution-ORS) का उपयोग शरीर में जल की मात्रा कम हो जाने पर प्राथमिक उपचार के लिए किया जाता है।

प्रश्न

1. पानी के दो नमूनों 'अ' और 'ब' में क्रमशः सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट और मैग्नीशियम सल्फेट पाया गया। बताइए कि कौन से नमूने का जल कठोर है और क्यों?
2. नमक के दो प्राकृतिक स्रोत लिखिए।

17.3 खाने का सोडा (Baking soda)

खाने के सोडा का उपयोग प्रायः रसोई घर में खाद्य पदार्थों को स्पंजी बनाने के लिए किया जाता है। कभी–कभी इसका उपयोग खाने को शीघ्रता से पकाने के लिए भी किया जाता है। इसका रासायनिक नाम सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट है, इसे सोडियम बाइकार्बोनेट भी कहते हैं।

इसे सोडियम क्लोराइड का उपयोग कर, साल्वे अमोनिया विधि (Solvay ammonia process) द्वारा बनाया जाता है–

$$NaCl + H_2O + CO_2 + NH_3 \longrightarrow \underset{\text{अमोनियम क्लोराइड}}{NH_4Cl} + \underset{\text{सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट}}{NaHCO_3}$$

पिछले अध्याय में आपने सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट के pH मान की जाँच की थी। क्या आप यह बता सकते हैं कि इसका उपयोग अम्लीय विलयन को उदासीन करने के लिए क्यों किया जाता है?

खाने के सोडे को गर्म करने पर यह अपघटित होकर सोडियम कार्बोनेट बनाता है और कार्बन डाइऑक्साइड गैस निकलती है।

$$2NaHCO_3 \xrightarrow{\text{गर्म}} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2\uparrow$$

17.3.1 उपयोग (Uses)

1. बेकिंग पाउडर बनाने में – बेकिंग पाउडर, खाने का सोडा एवं टार्टरिक अम्ल का मिश्रण है। जब बेकिंग पाउडर को जल में मिलाया जाता है, तब अभिक्रिया निम्नानुसार होती है–

$$NaHCO_3 + \underset{\text{(अम्ल से)}}{H^+} \longrightarrow CO_2\uparrow + H_2O + \text{अम्ल का सोडियम लवण}$$

इस अभिक्रिया में उत्पन्न कार्बन डाइऑक्साइड के कारण ब्रेड, खमण और केक फूल जाते हैं, जिससे वे मुलायम और स्पंजी हो जाते हैं।

2. सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट का पेट की अम्लीयता (acidity) कम करने में प्रति अम्ल (antacid) के रूप में उपयोग होता है। क्षारीय होने के कारण यह पेट के अम्ल को उदासीन करता है।

3. इसका उपयोग सोडा–अम्ल अग्निशामक यंत्र में किया जाता है।

17.4 कपड़े धोने का सोडा (Washing soda)

इसे धावन सोडा भी कहते हैं, इसका रासायनिक सूत्र $Na_2CO_3.10H_2O$ है। आप देख चुके हैं कि बेकिंग सोडा को गर्म करके सोडियम कार्बोनेट प्राप्त किया जाता है। सोडियम कार्बोनेट के पुनः क्रिस्टलीकरण से धोने का सोडा प्राप्त होता है। यह भी एक क्षारकीय लवण है।

$$Na_2CO_3(s) + 10H_2O(l) \longrightarrow Na_2CO_3.10H_2O(s)$$

क्या आप बता सकते हैं कि 10 H_2O क्या दर्शाता है? क्या यह Na_2CO_3 को आर्द्र (गीला) बनाता है?

क्रिस्टलीय सोडियम कार्बोनेट के प्रत्येक अणु के साथ जल के 10 अणु होते हैं। इसका अर्थ यह नहीं है कि यह विलयन के रूप में होता है। यह सफेद रंग का क्रिस्टलीय पदार्थ होता है जिसमें जल के अणु मुक्त नहीं होते हैं। किसी भी लवण के सूत्र में जुड़े जल के निश्चित अणुओं की संख्या को क्रिस्टलन जल (water of crystallisation) कहते हैं। धावन सोडा के क्रिस्टल को वायु में खुला छोड़ने पर जल के नौ अणु निकल जाते

हैं और एक सफेद चूर्ण सोडियम कार्बोनेट मोनोहाइड्रेट में परिवर्तित हो जाता है, इस गुण को उत्फुल्लन (efflorescence) कहते हैं।

$$Na_2CO_3.10H_2O(s) \xrightarrow{\text{खुला रखने पर}} Na_2CO_3.H_2O(s) + 9H_2O$$

17.4.1 उपयोग (Uses)

1. इसका उपयोग घरों में साफ–सफाई के लिए किया जाता है।
2. सोडियम कार्बोनेट का उपयोग काँच, साबुन, वस्त्र और कागज उद्योगों में होता है।
3. जल की स्थायी कठोरता को दूर करने के लिए इसका उपयोग किया जाता है।

प्रश्न

1. बेकिंग सोडा का रासायनिक सूत्र और दो महत्वपूर्ण उपयोग लिखिए।
2. उत्फुल्लन किसे कहते हैं?
3. बेकिंग पाउडर किन यौगिकों का मिश्रण है?

17.5 प्लास्टर ऑफ पेरिस (Plaster of Paris)

प्लास्टर ऑफ पेरिस रासायनिक रूप से कैल्सियम सल्फेट हेमीहाइड्रेट होता है। इसका रासायनिक सूत्र $CaSO_4.½H_2O$ या $(CaSO_4)_2.H_2O$ होता है।

इसे जिप्सम ($CaSO_4.2H_2O$) को 100°C पर गर्म कर बनाया जाता है।

$$\underset{\text{जिप्सम}}{CaSO_4.2H_2O} \xrightarrow{100°C} \underset{\text{प्लास्टर ऑफ पेरिस}}{CaSO_4.½H_2O} + 1½H_2O$$

प्लास्टर ऑफ पेरिस एक सफेद चूर्ण है, यह जल के साथ मिलाने पर पुनः जिप्सम में परिवर्तित हो जाता है, जो एक कठोर पदार्थ होता है।

$$CaSO_4.½\ H_2O + 1½\ H_2O \longrightarrow CaSO_4.2H_2O$$

17.5.1 उपयोग (Uses)

1. इसका उपयोग डॉक्टर टूटी हुई हड्डियों को सही स्थिति में स्थिर रखने के लिए करते हैं।
2. मूर्तियाँ और खिलौने बनाने में।
3. साँचे और मॉडल बनाने में।
4. चॉक बनाने में।

प्लास्टर ऑफ पेरिस से बनी मूर्तियों को नदी और तालाब में विसर्जित करने से जल स्रोत प्रदूषित हो जाते हैं। कक्षा में समूह बनाकर चर्चा करें कि ये किस प्रकार से नदी और तालाब को प्रदूषित करते हैं? आजकल इसी प्रदूषण को कम करने के लिए मिट्टी से बनी मूर्तियों के उपयोग को प्रोत्साहित किया जा रहा है।

17.6 विरंजक चूर्ण (Bleaching powder)

विरंजक चूर्ण का रासायनिक नाम कैल्सियम ऑक्सीक्लोराइड ($CaOCl_2$) है। इसे चूने का क्लोराइड भी कहते हैं। इसे शुष्क बुझे हुए चूने पर क्लोरीन गैस प्रवाहित करके बनाया जाता है।

$$Ca(OH)_2(s) + Cl_2(g) \longrightarrow CaOCl_2(s) + H_2O(g)$$

बुझा हुआ चूना *विरंजक चूर्ण*

यह पीलापन लिये हुए एक सफेद चूर्ण है, जिसमें क्लोरीन की तीक्ष्ण गंध होती है। वायु में खुला छोड़ने पर यह कार्बन डाइऑक्साइड के साथ अभिक्रिया कर क्लोरीन गैस मुक्त करता है।

$$CaOCl_2(s) + CO_2(g) \longrightarrow CaCO_3(s) + Cl_2(g)$$

17.6.1 उपयोग (Uses)

1. वस्त्र उद्योग में सूती कपड़ों के विरंजन में। विरंजन की क्रिया उसमें से निकलने वाली क्लोरीन गैस के कारण होती है।
2. कागज उद्योग में काष्ठ लुगदी के विरंजन में।
3. पीने वाले जल को रोगाणु मुक्त करने में।

प्रश्न

1. प्लास्टर ऑफ पेरिस के किस गुण के कारण डॉक्टर इसका उपयोग हड्डियों को स्थिर रखने के लिए करते हैं?
2. उस पदार्थ का नाम बताइए, जो क्लोरीन से क्रिया करके विरंजक चूर्ण बनाता है।

17.7 सीमेंट (Cement)

सीमेंट भवन निर्माण के लिए अत्यन्त महत्वपूर्ण पदार्थ है। इसका शाब्दिक अर्थ होता है, जोड़ने या चिपकाने वाला। सीमेंट सबसे पहले जोसेफ आस्पडिन (Joseph Aspidin) ने बनाया। उन्होंने इसका नाम पोर्टलैण्ड सीमेंट रखा क्योंकि इसकी कठोरता पोर्टलैण्ड में पाए जाने वाले चूना पत्थरों जैसी थी।

सीमेंट रासायनिक यौगिक नहीं है, यह अनेक रासायनिक यौगिकों जैसे–कैल्सियम के सिलिकेटों तथा ऐलुमिनेटों का मिश्रण होता है। अतः इसका संघटन तथा रासायनिक सूत्र निश्चित नहीं होता और न ही इसके गुणधर्म निश्चित होते हैं उदाहरण–सीमेंट का गलनांक निश्चित नहीं होता है। सीमेंट का प्रतिशत संघटन इस प्रकार है–

सारणी–1 सीमेंट के अवयवों का प्रतिशत संघटन

पदार्थ	सूत्र	प्रतिशत संघटन
कैल्सियम ऑक्साइड	CaO	61-65%
सिलिका	SiO_2	20-25%
ऐलुमिना	Al_2O_3	5-10%
मैग्नीशिया	MgO	2-3%
आयरन ऑक्साइड	Fe_2O_3	1-2 %

जब इस मिश्रण का महीन पाउडर, जल के संपर्क में आता है, तब वह कठोर पदार्थ के रूप में जम जाता है।

17.7.1 सीमेंट का निर्माण (Manufacture of cement)

सीमेंट निर्माण के लिए कच्चे पदार्थ (raw material) के रूप में चूना पत्थर ($CaCO_3$), चिकनी मिट्टी (clay) तथा जिप्सम का उपयोग किया जाता है। चिकनी मिट्टी में ऐलुमिनियम, सिलिकन और आयरन के ऑक्साइड अधिक मात्रा में होते हैं, उसमें चूने का पत्थर ($CaCO_3$) मिलाकर सीमेंट बनाया जाता है। सीमेंट का निर्माण निम्नलिखित चरणों में किया जाता है–

(i) तीन भाग चूने का पत्थर और एक भाग चिकनी मिट्टी के मिश्रण को बारीक पीसकर एक ऐसी भट्टी में गर्म किया जाता है जिसका तापक्रम 1100-1800°C के बीच होता है (चित्र–2)।

(ii) 1100°C पर चूने के पत्थर का तापीय वियोजन होकर कैल्सियम ऑक्साइड बनता है।

$$CaCO_3 \xrightarrow{1100°C} CaO + CO_2$$

(iii) कैल्सियम ऑक्साइड, मिट्टी में उपस्थित अन्य ऑक्साइडों से क्रिया करता है।

$$2CaO + SiO_2 \xrightarrow{1400\text{-}1500°C} 2CaO.SiO_2$$

डाइ कैल्सियम सिलिकेट

$$3CaO + SiO_2 \xrightarrow{1400\text{-}1500°C} 3CaO.SiO_2$$

ट्राइ कैल्सियम सिलिकेट

$$3CaO + Al_2O_3 \xrightarrow{1400\text{-}1500°C} 3CaO.Al_2O_3$$

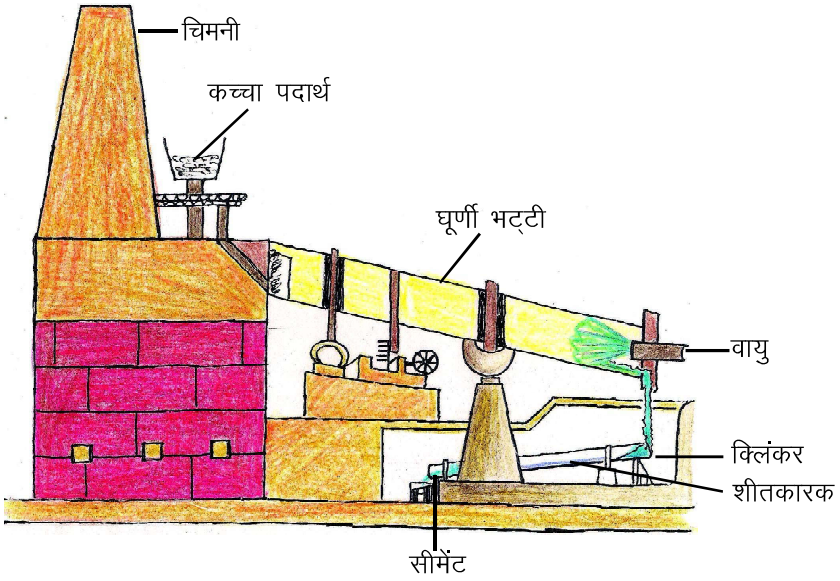
ट्राइ कैल्सियम ऐलुमिनेट

$$4CaO + Al_2O_3 + Fe_2O_3 \xrightarrow{1500°C \text{ से ऊपर}} 4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$$

ट्रेटा कैल्सियम ऐलुमिनो फेराइट

(iv) भट्टी से प्राप्त सिलिकेट और ऐलुमिनेट का मिश्रण छोटे–छोटे कंकड़ों (गोली) के रूप में प्राप्त होता है, जिसे क्लिंकर (clinker) कहते हैं।

(v) क्लिंकर को ठंडा करके उसमें 2–3% जिप्सम ($CaSO_4.2H_2O$) मिलाया जाता है और मिश्रण को बारीक पीस लिया जाता है।



चित्र–2 : सीमेंट का निर्माण

17.7.2 सीमेंट का जमना (Setting of cement)

सीमेंट को रेत और पानी के साथ मिलाकर रखने से यह पत्थर के समान कठोर हो जाता है। सीमेंट के जमने की गति को धीमा करने के लिए जिप्सम मिलाया जाता है। सीमेंट की माँग दिन प्रतिदिन बढ़ती जा रही है और सीमेंट की लागत को कम करने के लिए आजकल उद्योग से प्राप्त अपशिष्ट राख जिसे फ्लाई ऐश (fly ash) कहते हैं से भी सीमेंट बनाया जाता है। कई देशों में धान के कोढ़े (भूसे) की राख का भी उपयोग सीमेंट निर्माण में होता है, क्योंकि इसमें सिलिका की मात्रा बहुत अधिक होती है।

चूना पत्थर + चिकनी मिट्टी
↓ उचित अनुपात में मिलाकर पीसकर
घूर्णी भट्टी
↓ गर्म करके
क्लिंकर
↓ ठंडा करने के बाद
2–3% जिप्सम
↓ मिलाकर
बॉल मिल
↓ पीसकर
सीमेंट

प्रवाह आरेख (Flow chart)**–1 : सीमेंट बनाने की विधि**

17.7.3 छत्तीसगढ़ में सीमेंट उद्योग (Cement industries in Chhattisgarh)

छत्तीसगढ़ के इन ज़िलों में सीमेंट उद्योग हैं– रायपुर, बिलासपुर, बलौदाबाजार।

17.8 काँच (Glass)

काँच सिलिका और धातु सिलिकेटों का मिश्रण है। यह एक अक्रिस्टलीय, कठोर, भंगुर, पारदर्शी, आभासी ठोस होता है। वास्तव में काँच एक अतिशीतलित द्रव है, जिसमें बहने का गुण होते हुए भी ठोस दिखाई देता है।

काँच का सामान्य सूत्र है– $xR_2O.yMO.6SiO_2$

जहाँ R – एक संयोजी क्षार धातु Na, K आदि होता है, M – द्विसंयोजी धातु जैसे–Ba, Ca, Pb, Zn आदि होता है और x और y अणुओं की संख्या दर्शाते हैं।

17.8.1 काँच का उत्पादन (Manufacture of glass)

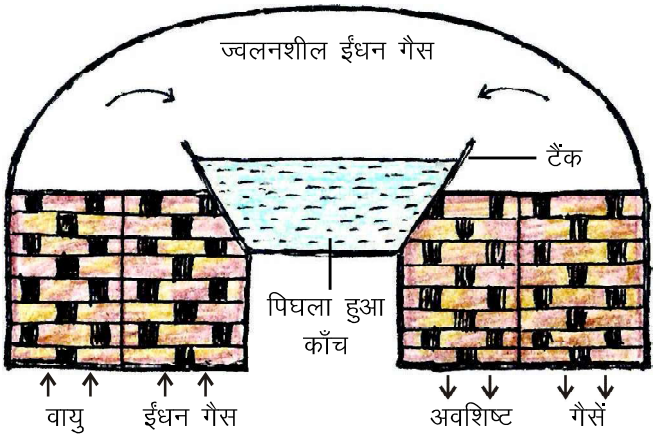
काँच के उत्पादन में उपयोगी विभिन्न पदार्थ निम्नलिखित हैं–

1. सिलिका –रेत के रूप में।
2. क्षार धातु–सोडियम कार्बोनेट या कार्बन मिश्रित साल्ट केक (Na_2SO_4+ C) या पोटैशियम कार्बोनेट के रूप में।
3. द्विसंयोजक धातु–कैल्सियम–चूने का पत्थर के रूप में, लेड–लिथार्ज (PbO) या सिंदूर (Pb_3O_4)) के रूप में।
4. ऑक्सीकारक या रंग उड़ाने वाले पदार्थ (विरंजक)–मैंगनीज डाइऑक्साइड (MnO_2), पोटैशियम नाइट्रेट (KNO_3) या सोडियम नाइट्रेट ($NaNO_3$)।
5. कलेट–काँच के टूटे हुए टुकड़े।
6. रंग प्रदान करने वाले पदार्थ–काँच को रंग प्रदान करने के लिए विभिन्न यौगिकों का उपयोग किया जाता है, कुछ महत्वपूर्ण पदार्थ हैं–

सारणी–2 : काँच को रंग प्रदान करने वाले पदार्थ

काँच का रंग	रंग प्रदान करने वाले पदार्थ
हरा	क्रोमियम ऑक्साइड
पीला	कैडमियम सल्फाइड
लाल	कॉपर ऑक्साइड
बैंगनी	मैंगनीज ऑक्साइड
नीला	कोबाल्ट ऑक्साइड

साधारण काँच या सोडा काँच बनाने के लिए आवश्यक पदार्थ सोडियम कार्बोनेट, कैल्सियम कार्बोनेट और रेत को उचित अनुपात में मिलाकर बारीक पीस लिया जाता है। अब इस मिश्रण में कलेट मिला दिया जाता है। कलेट, गालक (flux) का कार्य करता है। इस प्रकार प्राप्त मिश्रण बैच (batch) कहलाता है। इस मिश्रण को टैंक भट्टी में लगभग 1400°C तक गर्म करते हैं (चित्र–3)।



चित्र–3 टैंक भट्टी में काँच का निर्माण

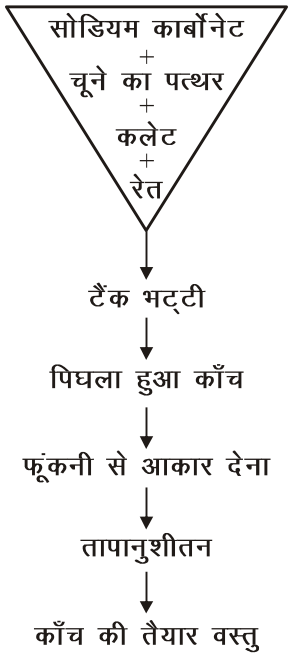
भट्टी में निम्नलिखित क्रियाएँ होती हैं–

$$Na_2CO_3 + SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_3 + CO_2\uparrow$$

$$CaCO_3 + SiO_2 \longrightarrow CaSiO_3 + CO_2\uparrow$$

$$Na_2SiO_3 + CaSiO_3 + 4SiO_2 \longrightarrow \underset{\text{काँच}}{Na_2O.CaO.6SiO_2}$$

इस पिघले हुए काँच से अनुभवी कारीगर ब्लोअर या फूंकनी की सहायता से इच्छित आकार की वस्तुएँ बनाते हैं। आजकल यह काम बड़े–बड़े कारखानों में साँचे में ढालकर मशीनों की सहायता से कम समय और कम लागत में किया जाता है। काँच की वस्तुओं को बनाते समय अचानक ठण्डा करने पर वे टूट जाती हैं। इसलिए टूटने से बचाने के लिए इन्हें धीरे–धीरे ठण्डा किया जाता है इस क्रिया को तापानुशीतन (annealing) कहते हैं।



प्रवाह आरेख (Flow chart)**–2 : काँच बनाने की विधि**

प्रश्न

1. सीमेंट में जिप्सम क्यों मिलाया जाता है?
2. काँच निर्माण में कलेट का उपयोग क्यों किया जाता है?
3. सीमेंट का गलनांक निश्चित नहीं होता है क्यों?

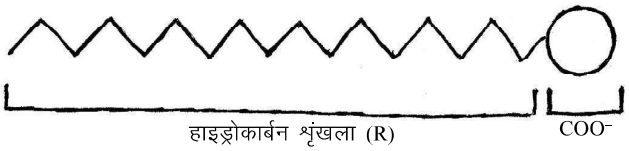
17.9 साबुन तथा अपमार्जक (Soaps and detergents)

क्रियाकलाप– 1

- दो परखनलियाँ लीजिए और उन्हें 'क' और 'ख' नामांकित कीजिए।
- दोनों परखनलियों में 10 – 10 mL आसुत या मृदु जल लीजिए।
- दोनों में चार–चार बूँद खाने का तेल डालिए।
- परखनली 'ख' में साबुन के घोल की कुछ बूँदें डालिए।
- दोनों परखनलियों को समान समय तक जोर–जोर से हिलाइए।
- थोड़ी देर बाद दोनों परखनलियों में तेल और जल की परतों को देखिए।
- क्या तेल की परत अलग हो जाती है? ऐसा कौन–सी परखनली में पहले होता है?

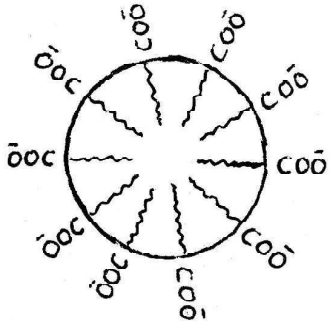
इस क्रियाकलाप से सफाई में साबुन के प्रभाव का पता चलता है। अधिकांशतः मैल तैलीय होती है और हम जानते हैं कि तेल पानी में अघुलनशील है। साबुन के अणु, लंबी शृंखला वाले कार्बोक्सिलिक अम्लों के सोडियम या पोटैशियम लवण होते हैं जिसे RCOOM द्वारा व्यक्त करते हैं। साबुन को जल में विलेय करने पर साबुन धातु आयन M^+ और $RCOO^-$ आयन में विभक्त हो जाता है। $RCOO^-$ आयन के दो भाग होते हैं, एक लम्बी हाइड्रोकार्बन शृंखला R , जो कार्बोक्सिलेट आयन की पूँछ बनाती है तथा तेल के अणुओं से जुड़ जाती है। दूसरा COO^- भाग, जो सिर बनाता है तथा जल में विलेय होता है (चित्र–4 अ)।

जब कपड़े को साबुन के घोल में डुबाया जाता है तो साबुन का ऋण आयन तेल (मैल) के चारों ओर गोलीय आकार में इस प्रकार व्यवस्थित हो जाता है कि हाइड्रोकार्बन शृंखला वाला सिरा (पूँछ) अंदर की ओर तथा COO^- वाला सिरा बाहर की ओर काँटों की तरह निकला रहता है। इस प्रकार साबुन के अणु मिसेल (micelle) संरचना तैयार करते हैं (चित्र–4 ब)। मिसेल के कण पानी में वितरित हो जाते हैं इस प्रकार एक कोलाइड बनता है जो रगड़ने पर पानी की धारा के साथ बहकर अलग हो जाता है (चित्र–4 स)।



4 (अ) : कार्बोक्सिलेट आयन के भाग

4 (ब) : व्यवस्थित COO^- आयन



4 (स) : मैल हटाने में साबुन का प्रभाव

चित्र–4 (अ), (ब) तथा (स) : साबुन का मिसेल

क्रियाकलाप–2

- दो अलग–अलग परखनलियों में क्रमशः 10–10 mL आसुत जल एवं कठोर जल लीजिए।
- दोनों में साबुन के घोल की कुछ बूँदें मिलाइए।
- दोनों परखनलियों को एक ही समय तक हिलाकर, उनमें बनने वाली झाग पर ध्यान दीजिए।
- किस परखनली में अधिक झाग बनती है?
- किस परखनली में सफेद दही जैसा फटा अवक्षेप प्राप्त होता है?
- इस क्रियाकलाप से क्या निष्कर्ष निकलता है?

(शिक्षकों के लिए निर्देश– यदि कठोर जल उपलब्ध न हो तो साधारण जल के 100 mL में 0.5 g मैग्नीशियम हाइड्रोजनकार्बोनेट/क्लोराइड/सल्फेट को घोलकर कठोर जल तैयार कीजिए।)

जल की कठोरता का अध्ययन हम इसी अध्याय में कर चुके हैं। कठोर जल से वस्तुओं की सफाई के लिए हम एक अन्य प्रकार के यौगिक अर्थात अपमार्जक का उपयोग कर सकते हैं। अपमार्जक सामान्यतः लंबी कार्बन श्रृंखला वाले सल्फोनिल अम्लों के लवण होते हैं। इन यौगिकों का आवेशित सिरा कठोर जल में उपस्थित कैल्सियम और मैग्नीशियम आयनों के साथ अघुलनशील पदार्थ नहीं बनाता है। इस प्रकार वह कठोर जल में भी प्रभावी बने रहते हैं। सामान्यतः अपमार्जकों का उपयोग शैंपू एवं कपड़े धोने के उत्पाद बनाने में होता है।

क्रियाकलाप–3

- दो परखनलियाँ लीजिए और प्रत्येक में 10 – 10 mL कठोर जल लीजिए।
- एक में साबुन के घोल की पाँच बूँदें तथा दूसरे में अपमार्जक के घोल की पाँच बूँदें डालिए।
- दोनों परखनलियों को समान समय तक हिलाएँ।
- क्या दोनों में झाग की मात्रा समान है?
- किस परखनली में दही जैसा पदार्थ बनता है?
- इस क्रियाकलाप से आपने क्या निष्कर्ष निकाला?

इस क्रियाकलाप में आपने अपमार्जक तथा साबुन की कठोर जल में सफाई की क्रिया को देखा। कुछ अपमार्जक जैव निम्नीकृत नहीं होने के कारण जल प्रदूषण को बढ़ाते हैं इसलिए इसका संतुलित उपयोग करना चाहिए।

प्रश्न

1. क्या आप अपमार्जक का उपयोग कर बता सकते हैं कि कोई जल कठोर है या नहीं?
2. कपड़े धोते समय लोग साबुन लगाने के बाद कपड़े को ब्रश से रगड़ते हैं या पत्थर पर पटकते हैं या डंडे से पीटते हैं। कपड़ा साफ करने के लिए उसे रगड़ने की आवश्यकता क्यों होती है?

मुख्य शब्द (Keywords)

उत्फुल्लन, विरंजक चूर्ण, क्लिंकर, मिसेल, जिप्सम, आभासी ठोस, अतिशीतलित द्रव, अपमार्जक, कलेट, स्थायी तथा अस्थायी कठोरता, तापानुशीतन

हमने सीखा

- जल सर्वाधिक पदार्थों को घोल लेता है इसलिए वह सार्वत्रिक विलायक कहलाता है।
- जल में कैल्सियम और मैग्नीशियम के हाइड्रोजनकार्बोनेट, सल्फेट और क्लोराइड लवणों की उपस्थिति के कारण कठोरता होती है।
- नमक में पोटैशियम आयोडेट मिलाकर उसे आयोडीनयुक्त किया जाता है।
- सोडियम क्लोराइड का उपयोग कर, साल्वे अमोनिया विधि द्वारा सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट बनाया जाता है।
- धावन सोडा के क्रिस्टल को वायु में खुला छोड़ने पर जल के नौ अणु निकल जाते हैं और सोडियम कार्बोनेट मोनोहाइड्रेट (सफेद चूर्ण) में परिवर्तित हो जाता है, इस गुण को उत्फुल्लन कहते हैं।
- प्लास्टर ऑफ पेरिस पानी से क्रिया कर कठोर होकर जिप्सम बनाता है।
- विरंजक चूर्ण का उपयोग विरंजन क्रिया के लिए किया जाता है, यह उसमें से निकलने वाली क्लोरीन गैस के कारण होती है।
- सीमेंट, मुख्य रूप से कैल्सियम के सिलिकेट और ऐलुमिनेट का मिश्रण है, जो जल के संपर्क में आने पर कठोर हो जाता है।
- काँच धात्विक सिलिकेटों का मिश्रण है अतः इसका कोई निश्चित संघटन और रासायनिक सूत्र नहीं होता है।
- साबुन लंबी शृंखला वाले कार्बोक्सिलिक अम्लों के सोडियम या पोटैशियम लवण होते हैं।
- अपमार्जक सामान्यतः लंबी कार्बन शृंखला वाले सल्फोनिल अम्लों के लवण होते हैं।

XSBZR9

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनिए–

(i) खाने का सोडा का सूत्र है–

(अ) $NaHSO_4$ (ब) Na_2CO_3

(स) $NaHCO_3$ (द) $Na_2CO_3.10H_2O$

(ii) रासायनिक पदार्थ, जो जल को रोगाणुमुक्त करने के लिए प्रयुक्त होता है–

(अ) $CaCl_2$ (ब) $CaOCl_2$

(स) $FeCl_3$ (द) $MgCl_2$

(iii) काँच है, एक–

(अ) द्रव (ब) ठोस

(स) पारदर्शी कार्बनिक बहुलक (द) अतिशीतलित द्रव

(iv) प्लास्टर ऑफ पेरिस कठोर हो जाता है–

(अ) $CaCl_2$ मुक्त कर (ब) CO_2 अवशोषित कर

(स) पानी अवशोषित कर (द) पानी मुक्त कर

2. कॉलम 'क' का मिलान कॉलम 'ख' के उचित विकल्प से चुनकर कीजिए–

	कॉलम क	**कॉलम ख**
(i)	ब्लीचिंग पावडर	(अ) अतिशीतलित द्रव
(ii)	बेकिंग सोडा	(ब) क्लिंकर
(iii)	कपड़े धोने का सोडा	(स) परिरक्षक
(iv)	सोडियम क्लोराइड	(द) विरंजक
		(इ) काँच निर्माण
		(फ) प्रति अम्ल

3. मृदु तथा कठोर जल किसे कहते हैं?

4. जल में कठोरता के क्या कारण हैं? यह कितने प्रकार की होती है?

5. बर्फीले प्रदेशों में झील या नदी के जल में जीव–जन्तु कैसे जीवित रहते हैं?

6. बेकिंग पाउडर किसे कहते हैं? यह किस प्रकार केक को मुलायम और स्पंजी बनाता है?

7. प्लास्टर ऑफ पेरिस कैसे बनाते हैं? इसे वायुरोधी (air tight) डिब्बे में क्यों रखते हैं?

8. कपड़े धोने का सोडा का रासायनिक नाम क्या है? साल्वे अमोनिया विधि द्वारा इसे बनाने के लिए प्रयुक्त होने वाले तीन मुख्य पदार्थो के नाम लिखिए।

9. कैल्सियम का एक यौगिक, जो पीलापन लिए हुए सफेद रंग का पदार्थ है, का उपयोग वस्त्र उद्योग और रोगाणुनाशक के रूप में किया जाता है।

   (i) इस यौगिक का नाम लिखिए।

   (ii) इस यौगिक को वायु में खुला छोड़ने पर कौन–सी गैस मुक्त होती है, अभिक्रिया का रासायनिक समीकरण लिखिए।

10. सोडियम का एक यौगिक 'X' सफेद रंग का चूर्ण है तथा यह बेकिंग पाउडर का एक घटक होता है। जब 'X' को गर्म करते हैं तो एक गैस 'Y' उत्पन्न होती है, जो चूने के पानी को दूधिया कर देती है।

   (i) गर्म करने पर होने वाली वियोजन अभिक्रिया का रासायनिक समीकरण लिखिए।

   (ii) 'X' का उपयोग प्रतिअम्ल के रूप में क्यों किया जाता है।

11. काँच के उत्पादन का वर्णन निम्नलिखित शीर्षकों में कीजिए –

   (i) आवश्यक पदार्थ

   (ii) काँच को रंग प्रदान करने वाले पदार्थ

   (iii) टैंक भट्टी में होने वाली रासायनिक अभिक्रिया

12. सीमेंट निर्माण विधि के विभिन्न चरणों को लिखिए।

13. साबुन के मिसेल का निर्माण किस प्रकार होता है।