



# अध्याय 1

## रासायनिक अभिक्रियाएँ एवं समीकरण



1065CH01

**अ**पने दैनिक जीवन की निम्नलिखित परिस्थितियों पर ध्यान दीजिए और विचार कीजिए कि क्या होता है जब

- गर्मियों में कमरे के ताप पर दूध को खुला छोड़ दिया जाता है।
- लोहे का तवा अथवा तसला अथवा कील को आर्द्र वायुमंडल में खुला छोड़ दिया जाता है।
- अंगूर का किण्वन हो जाता है।
- भोजन पकाया जाता है।
- हमारा शरीर भोजन को पचा लेता है।
- हम साँस लेते हैं।

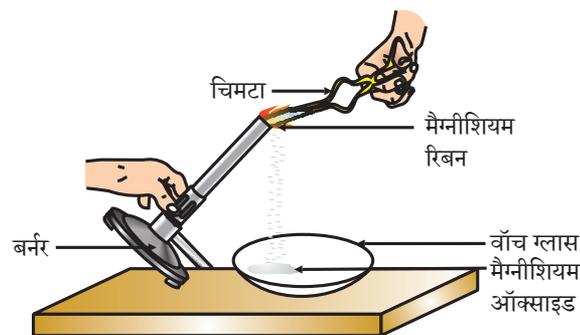
इन सभी परिस्थितियों में प्रारंभिक वस्तु की प्रकृति तथा पहचान कुछ न कुछ बदल जाती है। पदार्थ के भौतिक तथा रासायनिक परिवर्तनों के बारे में हम पिछली कक्षाओं में पढ़ चुके हैं। जब कोई रासायनिक परिवर्तन होता है तो हम कह सकते हैं कि एक रासायनिक अभिक्रिया हुई है।

आप शायद सोच रहे होंगे कि रासायनिक अभिक्रिया का वास्तविक अर्थ क्या है। हम कैसे जान सकते हैं कि कोई रासायनिक अभिक्रिया हुई है? इन प्रश्नों के उत्तर पाने के लिए आइए, हम कुछ क्रियाकलाप करते हैं।

### क्रियाकलाप 1.1

**सावधानी—** इस क्रियाकलाप में शिक्षक के सहयोग की आवश्यकता है। सुरक्षा के लिए छात्र आँखों पर चश्मा पहन लें तो उचित होगा।

- लगभग 3–4 cm लंबे मैग्नीशियम रिबन को रेगमाल से रगड़कर साफ़ कर लीजिए।
- इसे चिमटे से पकड़कर स्पिरिट लैंप या बर्नर से इसका दहन करिए तथा इससे बनी राख को वॉच ग्लास में इकट्ठा कर लीजिए जैसा कि चित्र 1.1 में दिखाया गया है। मैग्नीशियम रिबन का दहन करते समय इसे अपनी आँखों से यथासंभव दूर रखिए।
- आपने क्या प्रेक्षण किया?



चित्र 1.1

मैग्नीशियम रिबन का वायु में दहन कर मैग्नीशियम ऑक्साइड को वॉच ग्लास में इकट्ठा करना



शब्द-समीकरण में अभिकारकों के उत्पाद में परिवर्तन को उनके मध्य एक तीर का निशान लगाकर दर्शाया जाता है। अभिकारकों के बीच योग (+) का चिह्न लगाकर उन्हें बाई ओर (LHS) लिखा जाता है। इसी प्रकार उत्पादों के बीच भी योग (+) का चिह्न लगाकर उन्हें दाई ओर (RHS) लिखा जाता है। तीर का सिरा उत्पाद की ओर होता है तथा यह अभिक्रिया होने की दिशा को दर्शाता है।

### 1.1.1 रासायनिक समीकरण लिखना

क्या रासायनिक समीकरण के निरूपण की इससे भी संक्षिप्त विधि है? शब्दों की जगह रासायनिक सूत्र का उपयोग करके रासायनिक समीकरणों को अधिक संक्षिप्त तथा उपयोगी बनाया जा सकता है। रासायनिक समीकरण किसी रासायनिक अभिक्रिया को दर्शाता है। यदि आप मैग्नीशियम, ऑक्सीजन तथा मैग्नीशियम ऑक्साइड के सूत्रों का स्मरण करें तो उपरोक्त शब्द-समीकरण इस प्रकार लिखा जा सकता है:



तीर के निशान के बाई और दाई ओर के तत्वों के परमाणुओं की संख्या की गिनती कर उनकी तुलना करें। क्या दोनों ओर तत्वों के परमाणुओं की संख्या समान है? यदि है, तो समीकरण संतुलित है। यदि नहीं, तो समीकरण असंतुलित है, क्योंकि समीकरण के दोनों ओर का द्रव्यमान बराबर नहीं है। किसी अभिक्रिया का ऐसा रासायनिक समीकरण ढाँचा रासायनिक समीकरण कहलाता है। इस प्रकार समीकरण (1.2) मैग्नीशियम के वायु में जलने का ढाँचा समीकरण है।

### 1.1.2 संतुलित रासायनिक समीकरण का महत्व

आपको द्रव्यमान के संरक्षण का नियम स्मरण होगा, जिसका आपने नवीं कक्षा में अध्ययन किया था— किसी भी रासायनिक अभिक्रिया में द्रव्यमान का न तो निर्माण होता है न ही विनाश। अर्थात् किसी भी रासायनिक अभिक्रिया के उत्पाद तत्वों का कुल द्रव्यमान अभिकारक तत्वों के कुल द्रव्यमान के बराबर होता है।

दूसरे शब्दों में, रासायनिक अभिक्रिया के पहले एवं उसके पश्चात प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की संख्या समान रहती है। इसलिए हमें कंकाली समीकरण को संतुलित करना आवश्यक है। क्या रासायनिक समीकरण (1.2) संतुलित है? आइए हम रासायनिक समीकरण को चरणबद्ध संतुलित करना सीखें।

क्रियाकलाप 1.3 के शब्द-समीकरण को इस प्रकार दर्शाया जा सकता है—



उपरोक्त शब्द-समीकरण को निम्नलिखित रासायनिक समीकरण से दर्शाया जा सकता है:



आइए, समीकरण (1.3) में तीर के निशान के दोनों ओर के तत्वों के परमाणुओं की संख्या की तुलना करें।

रासायनिक अभिक्रियाएँ एवं समीकरण

तत्व	अभिकारकों में परमाणुओं की संख्या (LHS)	उत्पाद में परमाणुओं की संख्या (RHS)
Zn	1	1
H	2	2
S	1	1
O	4	4

समीकरण (1.3) में, तीर के निशान के दोनों ओर के प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की संख्या समान है इसलिए यह एक संतुलित रासायनिक समीकरण है।

अब हम निम्न रासायनिक समीकरण को संतुलित करने का प्रयास करते हैं—



**चरण 1:** रासायनिक समीकरण को संतुलित करने के लिए सबसे पहले प्रत्येक सूत्र के चारों ओर एक बॉक्स बना लीजिए। समीकरण को संतुलित करते समय बॉक्स के अंदर कुछ भी परिवर्तन नहीं कीजिए।



**चरण 2:** असंतुलित समीकरण (1.5) में उपस्थित विभिन्न तत्वों के परमाणुओं की संख्या की सूची बना लीजिए।

तत्व	अभिकारकों में परमाणुओं की संख्या (LHS)	उत्पाद में परमाणुओं की संख्या (RHS)
Fe	1	3
H	2	2
O	1	4

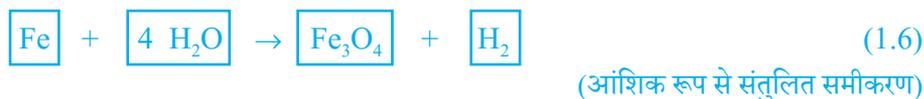
**चरण 3:** सुविधा के लिए सबसे अधिक परमाणु वाले यौगिक को पहले संतुलित कीजिए चाहे वह अभिकारक हो या उत्पाद। उस यौगिक में सबसे अधिक परमाणु वाले तत्व को चुनिए। इस आधार पर हम  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  और उसके ऑक्सीजन तत्व को चुनते हैं। दाईं ओर ऑक्सीजन के चार परमाणु हैं जबकि बाईं ओर केवल एक।

ऑक्सीजन परमाणु को संतुलित करने के लिए—

ऑक्सीजन के परमाणु	अभिकारकों में	उत्पादों में
(i) प्रारंभ में	1 ( $\text{H}_2\text{O}$ में)	4 ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ में)
(ii) संतुलित करने के लिए	$1 \times 4$	4

यह याद रखना आवश्यक है कि परमाणुओं की संख्या को बराबर करने के लिए हम अभिक्रिया में शामिल तत्वों तथा यौगिकों के सूत्रों को नहीं बदल सकते हैं। जैसे कि ऑक्सीजन परमाणु को

संतुलित करने के लिए हम '4' गुणांक लगाकर 4 H<sub>2</sub>O लिख सकते हैं, लेकिन H<sub>2</sub>O<sub>4</sub> या (H<sub>2</sub>O)<sub>4</sub> नहीं। आंशिक रूप से संतुलित समीकरण अब इस प्रकार होगा—



**चरण 4:** Fe तथा H परमाणु अब भी संतुलित नहीं हैं। इनमें से किसी एक तत्व को चुनकर आगे बढ़ते हैं। अब हम आंशिक रूप से संतुलित समीकरण में हाइड्रोजन परमाणु को संतुलित करते हैं:

हाइड्रोजन परमाणु को बराबर करने के लिए दाईं ओर हाइड्रोजन अणु की संख्या को '4' कर देते हैं।

हाइड्रोजन के परमाणु	अभिकारकों में	उत्पादों में
(i) प्रारंभ में	8 (4H <sub>2</sub> O में)	2 (H <sub>2</sub> में)
(ii) संतुलित करने के लिए	8	2×4

समीकरण अब इस प्रकार होगा—



**चरण 5:** ऊपर दिए समीकरण की जाँच कीजिए तथा तीसरा तत्व चुन लीजिए जो अब तक असंतुलित है। आप पाएँगे कि केवल लोहा ही एक तत्व है, जिसे संतुलित करना शेष है।

लोहे (आयरन) के परमाणु	अभिकारकों में	उत्पादों में
(i) प्रारंभ में	1 (Fe में)	3 (Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> में)
(ii) संतुलन के लिए	1×3	3

Fe को संतुलित करने के लिए बाईं ओर हम Fe के 3 परमाणु लेते हैं।



**चरण 6:** अंत में, इस संतुलित समीकरण की जाँच के लिए हम समीकरण में दोनों ओर के तत्वों के परमाणुओं की संख्याओं का परिकलन करते हैं।



समीकरण (1.9) में दोनों ओर के तत्वों के परमाणुओं की संख्या बराबर है। अतः यह समीकरण अब संतुलित है। रासायनिक समीकरणों को संतुलित करने की इस विधि को **हिट एंड ट्रायल** विधि कहते हैं, क्योंकि सबसे छोटी पूर्णांक संख्या के गुणांक का उपयोग करके समीकरण को संतुलित करने का प्रयत्न करते हैं।

**चरण 7: भौतिक अवस्थाओं के संकेत लिखना**— ऊपर लिखे संतुलित समीकरण (1.9) की सावधानी से जाँच कीजिए। क्या इस समीकरण से हमें अभिकारकों तथा उत्पादों की भौतिक अवस्था के बारे में भी ज्ञान होता है? इस समीकरण में उनकी भौतिक अवस्थाओं की कोई जानकारी नहीं है।

रासायनिक समीकरण को अधिक सूचनापूर्ण बनाने के लिए अभिकारकों तथा उत्पादों के रासायनिक सूत्र के साथ उनकी भौतिक अवस्था को भी दर्शाया जाता है। अभिकारकों तथा उत्पादों के गैस, द्रव, जलीय तथा ठोस अवस्थाओं को क्रमशः (g), (l), (aq) तथा (s) से दर्शाया जाता है। अभिकारक या उत्पाद जब जल में घोल के रूप में उपस्थित होते हैं तब हम (aq) लिखते हैं।

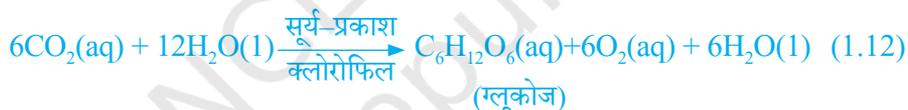
अब संतुलित समीकरण (1.9) इस प्रकार होगा—



ध्यान दीजिए समीकरण (1.10) में  $\text{H}_2\text{O}$  के साथ (g) चिह्न का उपयोग किया गया है। यह दर्शाता है कि इस अभिक्रिया में जल का उपयोग भाप के रूप में किया गया है।

प्रायः हर रासायनिक समीकरण में भौतिक अवस्था को शामिल नहीं किया जाता है, जब तक कि यह आवश्यक न हो।

कभी-कभी अभिक्रिया की परिस्थितियाँ जैसे कि ताप, दाब, उत्प्रेरक आदि को भी तीर के निशान के ऊपर या नीचे दर्शाया जाता है, जैसे—



इसी प्रकार क्या आप पुस्तक में दिए गए समीकरण (1.2) को संतुलित कर सकते हैं?

## प्रश्न

- वायु में जलाने से पहले मैग्नीशियम रिबन को साफ़ क्यों किया जाता है?
- निम्नलिखित रासायनिक अभिक्रियाओं के लिए संतुलित समीकरण लिखिए—
  - हाइड्रोजन + क्लोरीन  $\rightarrow$  हाइड्रोजन क्लोराइड
  - बेरियम क्लोराइड + ऐलुमीनियम सल्फ़ेट  $\rightarrow$  बेरियम सल्फ़ेट + ऐलुमीनियम क्लोराइड
  - सोडियम + जल  $\rightarrow$  सोडियम हाइड्रॉक्साइड + हाइड्रोजन
- निम्नलिखित अभिक्रियाओं के लिए उनकी अवस्था के संकेतों के साथ संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए—
  - जल में बेरियम क्लोराइड तथा सोडियम सल्फ़ेट के विलयन अभिक्रिया करके सोडियम क्लोराइड का विलयन तथा अघुलनशील बेरियम सल्फ़ेट का अवक्षेप बनाते हैं।
  - सोडियम हाइड्रॉक्साइड का विलयन (जल में) हाइड्रॉक्लोरिक अम्ल के विलयन (जल में) से अभिक्रिया करके सोडियम क्लोराइड का विलयन तथा जल बनाते हैं।



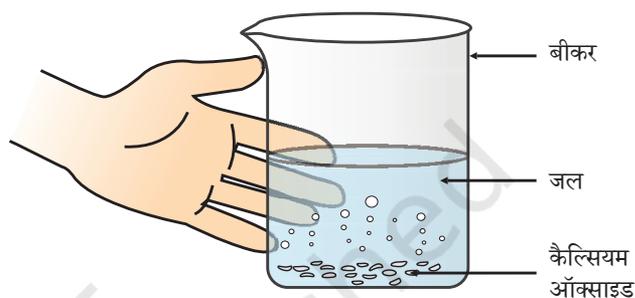
## 1.2 रासायनिक अभिक्रियाओं के प्रकार

कक्षा 9 में हम अध्ययन कर चुके हैं कि रासायनिक क्रिया के समय किसी एक तत्व का परमाणु दूसरे तत्व के परमाणु में नहीं बदलता है। न तो कोई परमाणु मिश्रण से बाहर जाता है और न ही बाहर से मिश्रण में आता है। वास्तव में, किसी रासायनिक अभिक्रिया में परमाणुओं के आपसी आबंध के टूटने एवं जुड़ने से नए पदार्थों का निर्माण होता है। परमाणुओं के बीच विभिन्न प्रकार के आबंध के बारे में आप अध्याय 3 तथा 4 में अध्ययन करेंगे।

### 1.2.1 संयोजन अभिक्रिया

#### क्रियाकलाप 1.4

- एक बीकर में थोड़ा कैल्सियम ऑक्साइड तथा बुझा हुआ चूना लीजिए।
- इसमें धीरे-धीरे जल मिलाइए।
- अब बीकर को स्पर्श कीजिए जैसा चित्र 1.3 में दिखाया गया है।
- क्या इसके ताप में कोई परिवर्तन हुआ?



**चित्र 1.3**  
जल के साथ कैल्सियम ऑक्साइड की अभिक्रिया से बुझे हुए चूने का निर्माण

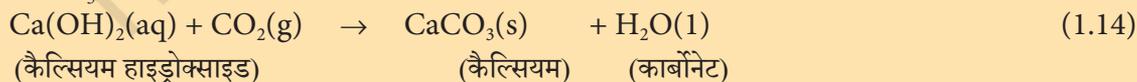
कैल्सियम ऑक्साइड जल के साथ तीव्रता से अभिक्रिया करके बुझे हुए चूने (कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड) का निर्माण करके अधिक मात्रा में ऊष्मा उत्पन्न करता है।



इस अभिक्रिया में कैल्सियम ऑक्साइड तथा जल मिलकर एकल उत्पाद, कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड बनाते हैं। ऐसी अभिक्रिया जिसमें दो या दो से अधिक अभिकारक मिलकर एकल उत्पाद का निर्माण करते हैं उसे संयोजन अभिक्रिया कहते हैं।

क्या आप जानते हैं?

ऊपर की अभिक्रिया में निर्मित बुझे हुए चूने के विलयन का उपयोग दीवारों की सफेदी करने के लिए किया जाता है। कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड वायु में उपस्थित कार्बन डाइऑक्साइड के साथ धीमी गति से अभिक्रिया करके दीवारों पर कैल्सियम कार्बोनेट की एक पतली परत बना देता है। सफेदी करने के दो-तीन दिन बाद कैल्सियम कार्बोनेट का निर्माण होता है और इससे दीवारों पर चमक आ जाती है। रोचक बात यह है कि संगमरमर का रासायनिक सूत्र भी  $\text{CaCO}_3$  ही है।



आइए, संयोजन अभिक्रिया के कुछ और उदाहरणों पर चर्चा करें।

(i) कोयले का दहन



(ii)  $H_2(g)$  तथा  $O_2(g)$  से जल का निर्माण



सरल शब्दों में हम कह सकते हैं कि जब दो या दो से अधिक पदार्थ (तत्व या यौगिक) संयोग करके एकल उत्पाद का निर्माण करते हैं, ऐसी अभिक्रियाओं को **संयोजन अभिक्रिया** कहते हैं।

क्रियाकलाप 1.4 में हमने यह भी देखा कि अधिक मात्रा में ऊष्मा उत्पन्न हुई। इससे अभिक्रिया मिश्रण गर्म हो जाता है। जिन अभिक्रियाओं में उत्पाद के निर्माण के साथ-साथ ऊष्मा भी उत्पन्न होती है उन्हें **ऊष्माक्षेपी रासायनिक अभिक्रिया** कहते हैं।

ऊष्माक्षेपी अभिक्रियाओं के कुछ अन्य उदाहरण हैं—

(i) प्राकृतिक गैस का दहन—



(ii) क्या आप जानते हैं कि श्वसन एक ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया है?

हम सभी जानते हैं कि जीवित रहने के लिए हमें ऊर्जा की आवश्यकता होती है। यह ऊर्जा हमें भोजन से प्राप्त होती है। पाचन क्रिया के समय खाद्य पदार्थ छोटे-छोटे टुकड़ों में टूट जाते हैं। जैसे चावल, आलू तथा ब्रेड में कार्बोहाइड्रेट होता है। इन कार्बोहाइड्रेट के टूटने से ग्लूकोज प्राप्त होता है। यह ग्लूकोज हमारे शरीर की कोशिकाओं में उपस्थित ऑक्सीजन से मिलकर हमें ऊर्जा प्रदान करता है। इस अभिक्रिया का विशेष नाम श्वसन है, जिसका अध्ययन आप अध्याय 6 में करेंगे।



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



चित्र 1.4

फेरस सल्फेट क्रिस्टल वाली परखनली को गर्म करने तथा गंध सूँघने की सही विधि

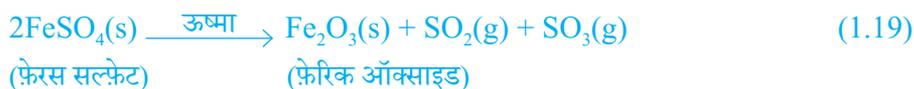
क्रियाकलाप 1.1 में दी गई अभिक्रिया के प्रकार को पहचानिए, जिसमें एकल उत्पाद के निर्माण के साथ ऊष्मा उत्पन्न होती है।

## 1.2.2 वियोजन (अपघटन) अभिक्रिया

### क्रियाकलाप 1.5

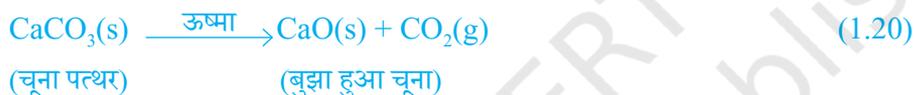
- एक शुष्क क्वथन नली में 2g फेरस सल्फेट के क्रिस्टल लीजिए।
- फेरस सल्फेट के क्रिस्टल के रंग पर ध्यान दीजिए।
- क्वथन नली को बर्नर या स्पिरिट लैंप की ज्वाला पर गर्म कीजिए, जैसा चित्र 1.4 में दिखाया गया है।
- गर्म करने के पश्चात क्रिस्टल के रंग को देखिए।

क्या आपने ध्यान दिया कि फेरस सल्फेट क्रिस्टल के हरे रंग में परिवर्तन हुआ है? सल्फर के दहन से उत्पन्न उस अभिलाक्षणिक (विशिष्ट) गंध को भी आप सूँघ सकते हैं।



आप देख सकते हैं कि इस अभिक्रिया में एकल अभिकर्मक टूट कर छोटे-छोटे उत्पाद प्रदान करता है। यह एक **वियोजन** अभिक्रिया है। गर्म करने पर फेरस सल्फेट ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) का क्रिस्टल जल त्याग देता है और क्रिस्टल का रंग बदल जाता है। इसके उपरांत यह फेरिक ऑक्साइड ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), सल्फर डाइऑक्साइड ( $\text{SO}_2$ ) तथा सल्फर ट्राइऑक्साइड ( $\text{SO}_3$ ) में वियोजित हो जाता है। फेरिक ऑक्साइड ठोस है, जबकि  $\text{SO}_2$  तथा  $\text{SO}_3$  गैसों हैं।

ऊष्मा देने पर कैल्सियम कार्बोनेट का कैल्सियम ऑक्साइड तथा कार्बन डाइऑक्साइड में वियोजित होना एक प्रमुख वियोजन अभिक्रिया है, जिसका उपयोग विभिन्न उद्योगों में होता है। कैल्सियम ऑक्साइड को चूना या बिना बुझा हुआ चूना कहते हैं। इसके अनेक उपयोगों में से एक उपयोग सीमेंट के निर्माण में होता है। ऊष्मा के द्वारा की गई वियोजन अभिक्रिया को **ऊष्मीय वियोजन** कहते हैं।

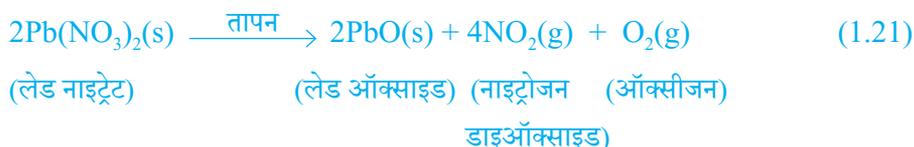


ऊष्मीय वियोजन अभिक्रिया का एक अन्य उदाहरण क्रियाकलाप 1.6 में दिया गया है।

### क्रियाकलाप 1.6

- एक क्वथन नली में 2 g लेड नाइट्रेट का चूर्ण लीजिए।
- चिमटे से क्वथन नली को पकड़कर ज्वाला के ऊपर रखकर इसे गर्म कीजिए जैसा चित्र 1.5 में दिखाया गया है।
- आपने क्या देखा? यदि कोई परिवर्तन हुआ है तो उसे नोट कर लीजिए।

आप देखेंगे कि भूरे रंग का धुआँ उत्सर्जित होता है। यह नाइट्रोजन डाइऑक्साइड ( $\text{NO}_2$ ) का धुआँ है। यह अभिक्रिया इस प्रकार होती है—



आइए, क्रियाकलाप 1.7 तथा 1.8 में दी गई कुछ अन्य अपघटन अभिक्रियाएँ करें।

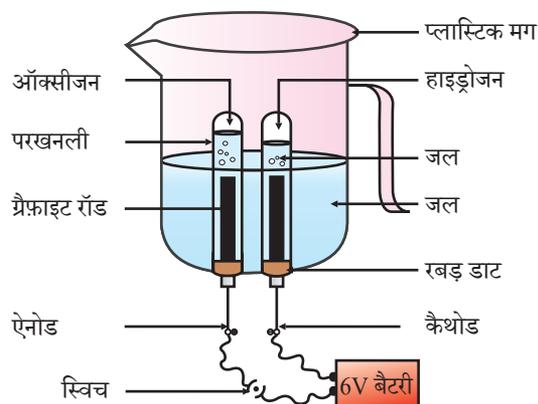


चित्र 1.5

लेड नाइट्रेट का तापन तथा नाइट्रोजन डाइऑक्साइड का उत्सर्जन

## क्रियाकलाप 1.7

- एक प्लास्टिक का मग लीजिए। इसकी तली में दो छिद्र करके उनमें रबड़ की डाट लगा दीजिए। इन छिद्रों में कार्बन इलेक्ट्रोड डाल दीजिए जैसा कि चित्र 1.6 में दिखाया गया है।
  - इन इलेक्ट्रोडों को 6 वोल्ट की बैटरी से जोड़ दीजिए।
  - मग में इतना जल डालिए कि इलेक्ट्रोड उसमें डूब जाए। जल में तनु सल्फ्यूरिक अम्ल की कुछ बूँदें डाल दीजिए।
  - जल से भरी दो अंशांकित परखनलियों को दोनों कार्बन इलेक्ट्रोडों के ऊपर उल्टा करके रख दीजिए।
  - अब विद्युत धारा प्रवाहित करके इस उपकरण को थोड़ी देर के लिए छोड़ दीजिए।
  - दोनों इलेक्ट्रोडों पर आप बुलबुले बनते हुए देखेंगे। ये बुलबुले अंशांकित नली से जल को विस्थापित कर देते हैं।
  - क्या दोनों परखनलियों में एकत्रित गैस का आयतन समान है?
  - जब दोनों परखनलियाँ गैस से भर जाएँ तब उन्हें सावधानीपूर्वक हटा लीजिए।
  - एक जलती हुई मोमबत्ती को दोनों परखनलियों के मुँह के ऊपर लाकर इन गैसों की जाँच कीजिए।
- सावधानी—** इस चरण को शिक्षक द्वारा सावधानीपूर्वक किया जाना चाहिए।
- दोनों स्थितियों में क्या होता है?
  - दोनों परखनलियों में कौन सी गैस उपस्थित है?



चित्र 1.6 जल का वैद्युतअपघटन



चित्र 1.7

सूर्य के प्रकाश में सिल्वर क्लोराइड धूसर रंग का होकर सिल्वर धातु बनाता है।

## क्रियाकलाप 1.8

- चायना डिश में 2 g सिल्वर क्लोराइड लीजिए।
- इसका रंग क्या है?
- इस चायना डिश को थोड़ी देर के लिए सूर्य के प्रकाश में रख दीजिए (चित्र 1.7)।
- थोड़ी देर पश्चात सिल्वर क्लोराइड के रंग को देखिए।

आप देखेंगे कि सूर्य के प्रकाश में श्वेत रंग का सिल्वर क्लोराइड धूसर रंग का हो जाता है। प्रकाश की उपस्थिति में सिल्वर क्लोराइड का सिल्वर तथा क्लोरीन में वियोजन के कारण से ऐसा होता है।



सिल्वर ब्रोमाइड भी इसी प्रकार अभिक्रिया करता है।



ऊपर दी गई अभिक्रिया का उपयोग श्याम-श्वेत फोटोग्राफी में किया जाता है। किस प्रकार की ऊर्जा के कारण यह वियोजन अभिक्रिया होती है?

हमने देखा कि वियोजन अभिक्रिया में अभिकारकों को तोड़ने के लिए ऊष्मा, प्रकाश या विद्युत ऊर्जा की आवश्यकता होती है। जिन अभिक्रियाओं में ऊर्जा अवशोषित होती है, उन्हें ऊष्माशोषी अभिक्रिया कहते हैं।

### निम्नलिखित क्रियाकलाप करें

एक परखनली में लगभग 2 g बेरियम हाइड्रॉक्साइड लीजिए। इसमें 1 g अमोनियम क्लोराइड डालकर काँच की छड़ से मिलाइए। अपनी हथेली से परखनली के निचले सिरे को छुएँ। आप कैसा महसूस करते हैं? क्या यह अभिक्रिया ऊष्माक्षेपी अथवा ऊष्माशोषी है?

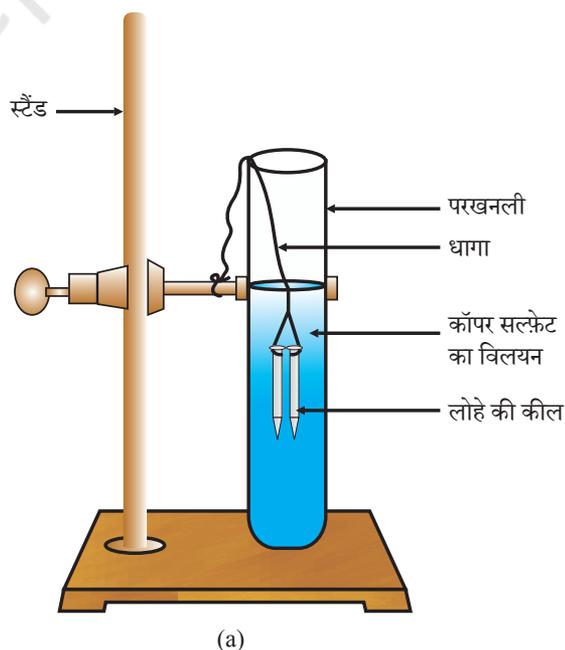
### प्रश्न

- किसी पदार्थ 'X' के विलयन का उपयोग सफ़ेदी करने के लिए होता है।
  - पदार्थ 'X' का नाम तथा इसका सूत्र लिखिए।
  - ऊपर (i) में लिखे पदार्थ 'X' की जल के साथ अभिक्रिया लिखिए।
- क्रियाकलाप 1.7 में एक परखनली में एकत्रित गैस की मात्रा दूसरी से दोगुनी क्यों है? उस गैस का नाम बताइए।

### 1.2.3 विस्थापन अभिक्रिया

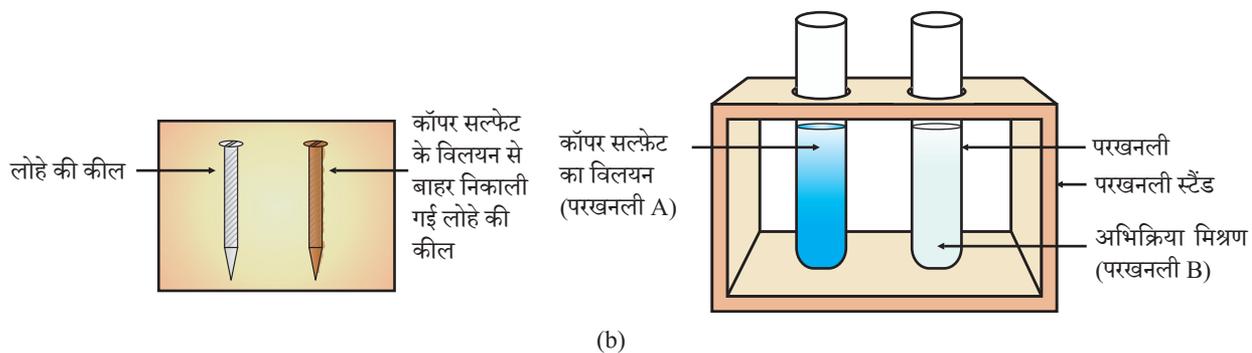
#### क्रियाकलाप 1.9

- लोहे की तीन कील लीजिए और उन्हें रेगमाल से रगड़कर साफ़ कीजिए।
- (A) तथा (B) से चिह्नित की हुई दो परखनलियाँ लीजिए। प्रत्येक परखनली में 10 mL कॉपर सल्फ़ेट का विलयन लीजिए।
- दो कीलों को धागे से बाँधकर सावधानीपूर्वक परखनली (B) के कॉपर सल्फ़ेट के विलयन में लगभग 20 मिनट तक (चित्र 1.8 a) डुबो कर रखिए। तुलना करने के लिए एक कील को अलग रखिए।
- 20 मिनट पश्चात दोनों कीलों को कॉपर सल्फ़ेट के विलयन से बाहर निकाल लीजिए।
- परखनली (A) तथा (B) में कॉपर सल्फ़ेट के विलयन के नीले रंग की तीव्रता की तुलना (चित्र 1.8 b) कीजिए।
- कॉपर सल्फ़ेट के विलयन में डूबी कीलों के रंग की तुलना बाहर रखी कील (चित्र 1.8 b) से कीजिए।



चित्र 1.8 (a)

कॉपर सल्फ़ेट के विलयन में डूबी हुई लोहे की कीलों



चित्र 1.8 (b) प्रयोग से पहले तथा उसके उपरांत लोहे की कील तथा कॉपर सल्फेट के विलयन की तुलना

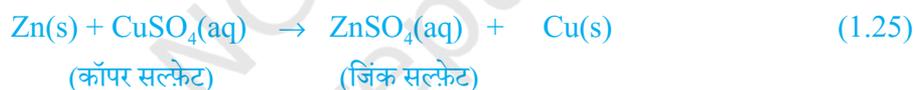
लोहे की कील का रंग भूरा क्यों हो गया तथा कॉपर सल्फेट के विलयन का नीला रंग मलीन क्यों पड़ गया?

इस क्रियाकलाप में निम्नलिखित अभिक्रिया हुई—



इस अभिक्रिया में लोहे (आयरन) ने दूसरे तत्व कॉपर को कॉपर सल्फेट के विलयन से विस्थापित कर दिया या हटा दिया। इस अभिक्रिया को विस्थापन अभिक्रिया कहते हैं।

विस्थापन अभिक्रिया के कुछ अन्य उदाहरण—



जिंक तथा लेड, कॉपर की अपेक्षा अधिक क्रियाशील तत्व हैं। वे कॉपर को उसके यौगिक से विस्थापित कर देते हैं।



चित्र 1.9

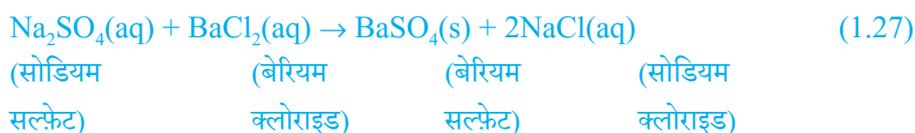
बेरियम सल्फेट तथा सोडियम क्लोराइड का निर्माण

### 1.2.4 द्विविस्थापन अभिक्रिया

#### क्रियाकलाप 1.10

- एक परखनली में 3 mL सोडियम सल्फेट का विलयन लीजिए।
- एक अन्य परखनली में 3 mL बेरियम क्लोराइड लीजिए।
- दोनों विलयनों को (चित्र 1.9) मिला लीजिए।
- आपने क्या देखा?

आप देखेंगे कि श्वेत रंग के एक पदार्थ का निर्माण होता है, जो जल में अविलेय है। इस अविलेय पदार्थ को अवक्षेप कहते हैं। जिस अभिक्रिया में अवक्षेप का निर्माण होता है, उसे अवक्षेपण अभिक्रिया कहते हैं।



ऐसा क्यों होता है?  $\text{Ba}^{2+}$  तथा  $\text{SO}_4^{2-}$  की अभिक्रिया से  $\text{BaSO}_4$  के अवक्षेप का निर्माण होता है। एक अन्य उत्पाद सोडियम क्लोराइड का भी निर्माण होता है, जो विलयन में ही रहता है। वे अभिक्रियाएँ, जिनमें अभिकारकों के बीच आयनों का आदान-प्रदान होता है, उन्हें **द्विविस्थापन अभिक्रियाएँ** कहते हैं।

**क्रियाकलाप 1.2** पर ध्यान दें, जिसमें आपने लेड (II) नाइट्रेट तथा पोटैशियम आयोडाइड के विलयनों को मिश्रित किया था।

- अवक्षेप किस रंग का था? क्या आप अवक्षेपित यौगिक का नाम बता सकते हैं?
- इस अभिक्रिया के लिए संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए।
- क्या यह भी द्विविस्थापन अभिक्रिया है?

### 1.2.5 उपचयन एवं अपचयन

#### क्रियाकलाप 1.11

- चायना डिश में 1 g कॉपर चूर्ण लेकर उसे गर्म कीजिए। (चित्र 1.10)
- आपने क्या देखा?

कॉपर चूर्ण की सतह पर कॉपर ऑक्साइड (II) की काली परत चढ़ जाती है। यह काला पदार्थ क्यों बना?

यह कॉपर ऑक्साइड कॉपर में ऑक्सीजन के योग से बना है।

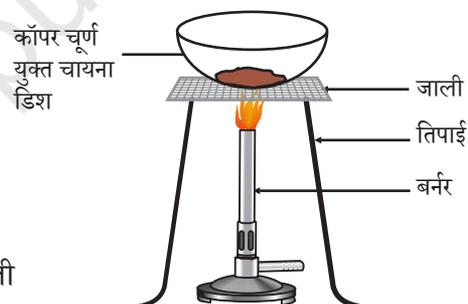


यदि इस गर्म पदार्थ ( $\text{CuO}$ ) के ऊपर हाइड्रोजन गैस प्रवाहित की जाए तो सतह की काली परत भूरे रंग की हो जाती है, क्योंकि इस स्थिति में विपरीत अभिक्रिया संपन्न होती है तथा कॉपर प्राप्त होता है।



अभिक्रिया के समय जब किसी पदार्थ में ऑक्सीजन की वृद्धि होती है तो कहते हैं कि उसका उपचयन हुआ है। तथा जब अभिक्रिया में किसी पदार्थ में ऑक्सीजन का हास होता है तो कहते हैं कि उसका अपचयन हुआ है।

रासायनिक अभिक्रियाएँ एवं समीकरण

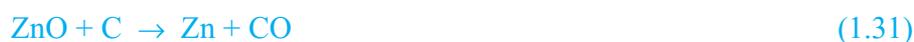


**चित्र 1.10**  
कॉपर का कॉपर आक्साइड में उपचयन

अभिक्रिया (1.29) में कॉपर (II) ऑक्साइड में ऑक्सीजन का हास हो रहा है इसलिए यह अपचयित हुआ है। हाइड्रोजन में ऑक्सीजन की वृद्धि हो रही है इसलिए यह उपचयित हुआ है। अर्थात्, किसी अभिक्रिया में एक अभिकारक उपचयित तथा दूसरा अभिकारक अपचयित होता है। इन अभिक्रियाओं को **उपचयन-अपचयन** अथवा **रेडॉक्स** अभिक्रियाएँ कहते हैं।



रेडॉक्स अभिक्रिया के कुछ अन्य उदाहरण है—



अभिक्रिया (1.31) में कार्बन उपचयित होकर CO तथा ZnO अपचयित होकर Zn बनता है।

अभिक्रिया (1.32) में HCl, Cl<sub>2</sub> में उपचयित तथा MnO<sub>2</sub>, MnCl<sub>2</sub> में अपचयित हुआ है।

ऊपर के उदाहरणों के आधार पर हम कह सकते हैं कि यदि किसी अभिक्रिया में पदार्थ का उपचयन तब होता है, जब उसमें ऑक्सीजन की वृद्धि या हाइड्रोजन का हास होता है। पदार्थ का अपचयन तब होता है, जब उसमें ऑक्सीजन का हास या हाइड्रोजन की वृद्धि होती है।

**क्रियाकलाप 1.1** पर ध्यान दीजिए, जिसमें एक चमकदार ज्वाला के साथ मैग्नीशियम रिबन का वायु (ऑक्सीजन) में दहन होता है तथा यह श्वेत पदार्थ मैग्नीशियम ऑक्साइड में परिवर्तित हो जाता है। इस अभिक्रिया में मैग्नीशियम का उपचयन होता है या अपचयन?

## 1.3 क्या आपने दैनिक जीवन में उपचयन अभिक्रियाओं के प्रभावों को देखा है?

### 1.3.1 संक्षारण

आपने अवश्य देखा होगा कि लोहे की बनी नई वस्तुएँ चमकीली होती हैं, लेकिन कुछ समय पश्चात उन पर लालिमायुक्त भूरे रंग की परत चढ़ जाती है। प्रायः इस प्रक्रिया को लोहे पर जंग लगना कहते हैं। कुछ अन्य धातुओं में भी ऐसा ही परिवर्तन होता है। क्या आपने चाँदी तथा ताँबे पर चढ़ने वाली परत के रंग पर ध्यान दिया है? जब कोई धातु अपने आस-पास अम्ल, आर्द्रता आदि के संपर्क में आती है तब ये संक्षारित होती हैं और इस प्रक्रिया को **संक्षारण** कहते हैं। चाँदी के ऊपर काली परत व ताँबे के ऊपर हरी परत चढ़ना संक्षारण के अन्य उदाहरण हैं।

संक्षारण के कारण कार के ढाँचे, पुल, लोहे की रेलिंग, जहाज तथा धातु, विशेषकर लोहे से बनी वस्तुओं की बहुत क्षति होती है। लोहे का संक्षारण एक गंभीर समस्या है। क्षतिग्रस्त लोहे को बदलने में हर वर्ष अधिक पैसा खर्च होता है। अध्याय 3 में आपको संक्षारण के बारे में अधिक जानकारी प्राप्त होगी।

### 1.3.2 विकृतगंधिता

वसायुक्त अथवा तैलीय खाद्य सामग्री जब लंबे समय तक रखी रह जाती है तब उसका स्वाद या गंध कैसी होती है?

उपचयित होने पर तेल एवं वसा विकृतगंधी हो जाते हैं तथा उनके स्वाद तथा गंध बदल जाते हैं। प्रायः तैलीय तथा वसायुक्त खाद्य सामग्रियों में उपचयन रोकने वाले पदार्थ (प्रति ऑक्सीकारक) मिलाए जाते हैं। वायुरोधी बर्तनों में खाद्य सामग्री रखने से उपचयन की गति धीमी हो जाती है। क्या आप जानते हैं कि चिप्स बनाने वाले चिप्स की थैली में से ऑक्सीजन हटाकर उसमें नाइट्रोजन जैसी कम सक्रिय गैस से युक्त कर देते हैं ताकि चिप्स का उपचयन न हो सके।

### प्रश्न

- जब लोहे की कील को कॉपर सल्फेट के विलयन में डुबोया जाता है तो विलयन का रंग क्यों बदल जाता है?
- क्रियाकलाप 1.10 से भिन्न द्विविस्थापन अभिक्रिया का एक उदाहरण दीजिए।
- निम्न अभिक्रियाओं में उपचयित तथा अपचयित पदार्थों की पहचान कीजिए:
  - $4\text{Na(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{Na}_2\text{O(s)}$
  - $\text{CuO(s)} + \text{H}_2\text{(g)} \rightarrow \text{Cu(s)} + \text{H}_2\text{O(l)}$

### आपने क्या सीखा

- एक पूर्ण रासायनिक समीकरण अभिकारक, उत्पाद एवं प्रतीकात्मक रूप से उनकी भौतिक अवस्था को प्रदर्शित करता है।
- रासायनिक समीकरण को संतुलित किया जाता है, जिससे समीकरण में अभिकारक तथा उत्पाद, दोनों ही ओर रासायनिक अभिक्रिया में भाग लेने वाले प्रत्येक परमाणु की संख्या समान हो। समीकरण का संतुलित होना आवश्यक है।
- संयोजन अभिक्रिया में दो या दो से अधिक पदार्थ मिलकर एक नया पदार्थ बनाते हैं।
- वियोजन अभिक्रिया संयोजन अभिक्रिया के विपरीत होती है। वियोजन अभिक्रिया में एकल पदार्थ वियोजित होकर दो या दो से अधिक पदार्थ देता है।
- जिन अभिक्रियाओं में उत्पाद के साथ ऊष्मा का भी उत्सर्जन होता है, उन्हें ऊष्माक्षेपी अभिक्रियाएँ कहते हैं।

- जिन अभिक्रियाओं में ऊष्मा का अवशोषण होता है, उन्हें ऊष्माशोषी अभिक्रियाएँ कहते हैं।
- जब कोई एक तत्व दूसरे तत्व को उसके यौगिक से विस्थापित कर देता है, विस्थापन अभिक्रिया होती है।
- द्विविस्थापन अभिक्रिया में दो अलग-अलग परमाणु या परमाणुओं के समूह (आयन) का आपस में आदान-प्रदान होता है।
- अवक्षेपण अभिक्रिया से अविलेय लवण प्राप्त होता है।
- अभिक्रिया में पदार्थों से ऑक्सीजन या हाइड्रोजन का योग अथवा हास भी होता है। ऑक्सीजन का योग या हाइड्रोजन का हास ऑक्सीकरण या उपचयन कहलाता है। ऑक्सीजन का हास या हाइड्रोजन का योग अपचयन कहलाता है।

## अभ्यास

- नीचे दी गई अभिक्रिया के संबंध में कौन सा कथन असत्य है?  

$$2\text{PbO}(\text{s}) + \text{C}(\text{s}) \rightarrow 2\text{Pb}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$$
  - सीसा अपचयित हो रहा है।
  - कार्बन डाइऑक्साइड उपचयित हो रहा है।
  - कार्बन उपचयित हो रहा है।
  - लेड ऑक्साइड अपचयित हो रहा है।
    - (a) एवं (b)
    - (a) एवं (c)
    - (a), (b) एवं (c)
    - सभी
- $$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$$
 ऊपर दी गई अभिक्रिया किस प्रकार की है—
  - संयोजन अभिक्रिया
  - द्विविस्थापन अभिक्रिया
  - वियोजन अभिक्रिया
  - विस्थापन अभिक्रिया
- लौह-चूर्ण पर तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालने से क्या होता है? सही उत्तर पर निशान लगाइए।
  - हाइड्रोजन गैस एवं आयरन क्लोराइड बनता है।
  - क्लोरीन गैस एवं आयरन हाइड्रॉक्साइड बनता है।
  - कोई अभिक्रिया नहीं होती है।
  - आयरन लवण एवं जल बनता है।

4. संतुलित रासायनिक समीकरण क्या है? रासायनिक समीकरण को संतुलित करना क्यों आवश्यक है?
5. निम्न कथनों को रासायनिक समीकरण के रूप में परिवर्तित कर उन्हें संतुलित कीजिए।
  - (a) नाइट्रोजन हाइड्रोजन गैस से संयोग करके अमोनिया बनाता है।
  - (b) हाइड्रोजन सल्फाइड गैस का वायु में दहन होने पर जल एवं सल्फर डाइऑक्साइड बनता है।
  - (c) ऐल्युमिनियम सल्फेट के साथ अभिक्रिया कर बेरियम क्लोराइड, ऐल्युमिनियम क्लोराइड एवं बेरियम सल्फेट का अवक्षेप देता है।
  - (d) पोटैशियम धातु जल के साथ अभिक्रिया करके पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड एवं हाइड्रोजन गैस देती है।
6. निम्न रासायनिक समीकरणों को संतुलित कीजिए—
  - (a)  $\text{HNO}_3 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{Ca(NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
  - (b)  $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
  - (c)  $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$
  - (d)  $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{HCl}$
7. निम्न अभिक्रियाओं के लिए संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए—
  - (a) कैल्शियम हाइड्रॉक्साइड + कार्बन डाइऑक्साइड  $\rightarrow$  कैल्शियम कार्बोनेट + जल
  - (b) जिंक + सिल्वर नाइट्रेट  $\rightarrow$  जिंक नाइट्रेट + सिल्वर
  - (c) ऐल्युमिनियम + कॉपर क्लोराइड  $\rightarrow$  ऐल्युमिनियम क्लोराइड + कॉपर
  - (d) बेरियम क्लोराइड + पोटैशियम सल्फेट  $\rightarrow$  बेरियम सल्फेट + पोटैशियम क्लोराइड
8. निम्न अभिक्रियाओं के लिए संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए एवं प्रत्येक अभिक्रिया का प्रकार बताइए।
  - (a) पोटैशियम ब्रोमाइड (aq) + बेरियम आयोडाइड (aq)  $\rightarrow$  पोटैशियम आयोडाइड (aq) + बेरियम ब्रोमाइड (s)
  - (b) जिंक कार्बोनेट(s)  $\rightarrow$  जिंक ऑक्साइड (s) + कार्बन डाइऑक्साइड (g)
  - (c) हाइड्रोजन(g) + क्लोरीन (g)  $\rightarrow$  हाइड्रोजन क्लोराइड (g)
  - (d) मैग्नीशियम(s) + हाइड्रोक्लोरिक अम्ल(aq)  $\rightarrow$  मैग्नीशियम क्लोराइड(aq) + हाइड्रोजन (g)
9. ऊष्माक्षेपी एवं ऊष्माशोषी अभिक्रिया का क्या अर्थ है? उदाहरण दीजिए।
10. श्वसन को ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया क्यों कहते हैं? वर्णन कीजिए।
11. वियोजन अभिक्रिया को संयोजन अभिक्रिया के विपरीत क्यों कहा जाता है? इन अभिक्रियाओं के लिए समीकरण लिखिए।
12. उन वियोजन अभिक्रियाओं के एक-एक समीकरण लिखिए, जिनमें ऊष्मा, प्रकाश एवं विद्युत के रूप में ऊर्जा प्रदान की जाती है।
13. विस्थापन एवं द्विविस्थापन अभिक्रियाओं में क्या अंतर है? इन अभिक्रियाओं के समीकरण लिखिए।
14. सिल्वर के शोधन में, सिल्वर नाइट्रेट के विलयन से सिल्वर प्राप्त करने के लिए कॉपर धातु द्वारा विस्थापन क्रिया जाता है। इस प्रक्रिया के लिए अभिक्रिया लिखिए।

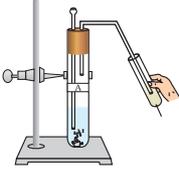
15. अवक्षेपण अभिक्रिया से आप क्या समझते हैं? उदाहरण देकर समझाइए।
16. ऑक्सीजन के योग या हास के आधार पर निम्न पदों की व्याख्या कीजिए। प्रत्येक के लिए दो उदाहरण दीजिए।  
(a) उपचयन (b) अपचयन
17. एक भूरे रंग का चमकदार तत्व 'X' को वायु की उपस्थिति में गर्म करने पर वह काले रंग का हो जाता है। इस तत्व 'X' एवं उस काले रंग के यौगिक का नाम बताइए।
18. लोहे की वस्तुओं को हम पेंट क्यों करते हैं?
19. तेल एवं वसायुक्त खाद्य पदार्थों को नाइट्रोजन से प्रभावित क्यों किया जाता है?
20. निम्नलिखित पदों का वर्णन कीजिए तथा प्रत्येक का एक-एक उदाहरण दीजिए—  
(a) संक्षारण (b) विकृतगंधिता

## सामूहिक क्रियाकलाप

निम्नलिखित क्रियाकलाप कीजिए—

- चार बीकर लेकर उन्हें A, B, C तथा D से चिह्नित कीजिए।
  - 'A', 'B' तथा 'C' में 25 mL जल लीजिए तथा 'D' में कॉपर सल्फेट का विलयन लीजिए।
  - प्रत्येक बीकर में रखे द्रव का तापमान मापकर उसे नोट कीजिए।
  - पोटैशियम सल्फेट, अमोनियम नाइट्रेट, निर्जल कॉपर सल्फेट एवं लोहे की छीलन को दो स्पैचुला के परिमाण के बराबर क्रमशः 'A', 'B', 'C' तथा 'D' बीकर में अलग-अलग डालकर उसे हिलाइए।
  - अंत में प्रत्येक मिश्रण का तापमान मापकर उसे नोट कीजिए।
- पता लगाइए कि इनमें कौन सी अभिक्रियाएँ ऊष्माक्षेपी हैं तथा कौन सी ऊष्माशोषी हैं?

## अध्याय 2



# अम्ल, क्षारक एवं लवण



1065CH02

**आपने** पिछली कक्षाओं में अध्ययन किया होगा कि भोजन का खट्टा एवं कड़वा स्वाद भोजन में विद्यमान क्रमशः अम्ल एवं क्षारक के कारण होता है। यदि आपके परिवार का कोई सदस्य अत्यधिक भोजन करने के कारण अम्लता से पीड़ित है तो आप कौन सा उपचार सुझाएँगे? नींबू पानी, सिरका या बेकिंग सोडा का विलयन?

- उपचार बताते समय आप किस गुणधर्म का ध्यान रखेंगे? आप जानते हैं कि अम्ल एवं क्षारक एक-दूसरे के प्रभाव को समाप्त करते हैं। आपने अवश्य ही इसी जानकारी का उपयोग किया होगा।

■ याद कीजिए कि कैसे हमने बिना स्वाद चखे ही खट्टे एवं कड़वे पदार्थों की जाँच की थी। आप जानते हैं कि अम्लों का स्वाद खट्टा होता है तथा यह नीले लिटमस पत्र को लाल कर देते हैं। जबकि क्षारकों का स्वाद कड़वा होता है एवं यह लाल लिटमस पत्र को नीला कर देते हैं। लिटमस एक प्राकृतिक सूचक होता है। इसी प्रकार हल्दी (turmeric) भी एक ऐसा ही सूचक है। क्या आपने कभी ध्यान दिया है कि श्वेत कपड़े पर लगे सब्जी के दाग पर जब क्षारकीय प्रकृति वाला साबुन रगड़ते हैं तब उस धब्बे का रंग भूरा-लाल हो जाता है? लेकिन कपड़े को अत्यधिक जल से धोने के पश्चात् वह फिर से पीले रंग का हो जाता है। अम्ल एवं क्षारक की जाँच के लिए आप संश्लेषित (synthetic) सूचक जैसे मेथिल ऑरेंज (methyl orange) एवं फीनॉल्फथेलिन (phenolphthalein) का भी उपयोग कर सकते हैं।

इस अध्याय में हम अम्ल एवं क्षारक की अभिक्रियाओं के बारे में अध्ययन करेंगे। हमें जानकारी प्राप्त होगी कि अम्ल एवं क्षारक कैसे एक-दूसरे के प्रभाव को समाप्त कर देते हैं। साथ ही दैनिक जीवन में पाई जाने वाली तथा उपयोग में आने वाली बहुत सी रोचक वस्तुओं के बारे में भी हम अध्ययन करेंगे।

क्या आप जानते हैं?

लिटमस विलयन बैंगनी रंग का रंजक होता है जो, थैलोफ़ाइटा समूह के लिचैन (lichen) पौधे से निकाला जाता है। प्रायः इसे सूचक की तरह उपयोग किया जाता है। लिटमस विलयन जब न तो अम्लीय होता है न ही क्षारकीय, तब यह बैंगनी रंग का होता है। बहुत सारे प्राकृतिक पदार्थ; जैसे- लाल पत्ता गोभी, हल्दी, हायड्रेंजिया, पिटूनिया एवं जेरानियम जैसे कई फूलों की रंगीन पंखुड़ियाँ किसी विलयन में अम्ल एवं क्षारक की उपस्थिति को सूचित करते हैं। इन्हें अम्ल-क्षारक सूचक या कभी-कभी केवल सूचक कहते हैं।

## प्रश्न

1. आपको तीन परखनलियाँ दी गई हैं। इनमें से एक में आसवित जल एवं शेष दो में से एक में अम्लीय विलयन तथा दूसरे में क्षारीय विलयन है। यदि आपको केवल लाल लिटमस पत्र दिया जाता है तो आप प्रत्येक परखनली में रखे गए पदार्थों की पहचान कैसे करेंगे?



## 2.1 अम्ल एवं क्षारक के रासायनिक गुणधर्म समझना

### 2.1.1 प्रयोगशाला में अम्ल एवं क्षारक

#### क्रियाकलाप 2.1

- विज्ञान की प्रयोगशाला से हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (HCl), सल्फ्यूरिक अम्ल (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), नाइट्रिक अम्ल (HNO<sub>3</sub>), ऐसीटिक अम्ल (CH<sub>3</sub>COOH), सोडियम हाइड्रॉक्साइड (NaOH), कैल्शियम हाइड्रॉक्साइड ([Ca(OH)<sub>2</sub>]) पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड (KOH) मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड ([Mg(OH)<sub>2</sub>]) एवं अमोनियम हाइड्रॉक्साइड (NH<sub>4</sub>OH) के विलयनों के नमूने एकत्र कीजिए।
- ऊपर दिए गए प्रत्येक विलयन की एक बूँद वाच ग्लास में बारी-बारी से रखिए एवं सारणी 2.1 के अनुसार निम्नलिखित सूचकों से उसकी जाँच कीजिए।
- लाल लिटमस, नीले लिटमस, फेनॉल्फथेलिन एवं मेथिल ऑरेंज विलयन के साथ लिए गए विलयन के रंग में क्या-क्या परिवर्तन होते हैं?
- अपने प्रेक्षण को सारणी 2.1 में लिखिए।

#### सारणी 2.1

विलयन का नमूना	लाल लिटमस विलयन	नीला लिटमस विलयन	फेनॉल्फथेलिन विलयन	मेथिल ऑरेंज विलयन

रंग में परिवर्तन के द्वारा यह सूचक हमें बताते हैं कि कोई पदार्थ अम्ल है या क्षारक। कुछ ऐसे पदार्थ होते हैं, जिनकी गंध अम्लीय या क्षारकीय माध्यम में भिन्न हो जाती है। इन्हें **गंधीय (Olfactory) सूचक** कहते हैं। आइए, इनमें से कुछ सूचकों की जाँच करें।

#### क्रियाकलाप 2.1

- बारीक कटी हुई प्याज तथा स्वच्छ कपड़े के टुकड़े को एक प्लास्टिक के थैले में लीजिए। थैले को कस कर बाँध दीजिए तथा पूरी रात फ्रिज में रहने दीजिए। अब इस कपड़े के टुकड़े का उपयोग अम्ल एवं क्षारक की जाँच के लिए किया जा सकता है।
- इसमें से दो टुकड़े लीजिए एवं उनकी गंध की जाँच कीजिए।
- इन्हें स्वच्छ सतह पर रखकर उनमें से एक टुकड़े पर तनु HCl विलयन की कुछ बूँदें एवं दूसरे पर तनु NaOH विलयन की कुछ बूँदें डालिए।
- दोनों टुकड़ों को जल से धोकर उनकी गंध की पुनः जाँच कीजिए।

- अपने प्रेक्षणों को लिखिए।
- अब थोड़ा तनु वैनिला एवं लौंग का तेल लीजिए तथा इनकी गंधों की जाँच कीजिए।
- एक परखनली में तनु HCl विलयन एवं दूसरी में तनु NaOH का विलयन लीजिए। दोनों में तनु वैनिला एसेंस की कुछ बूँदें डालकर उसे हिलाइए। उसकी गंध की पुनः जाँच कीजिए। यदि गंध में कोई बदलाव है तो उसे दर्ज कीजिए।
- इसी प्रकार तनु HCl एवं तनु NaOH के साथ लौंग के तेल (clove oil) की गंध में आए परिवर्तन की जाँच कर अपने प्रेक्षण को दर्ज कीजिए।

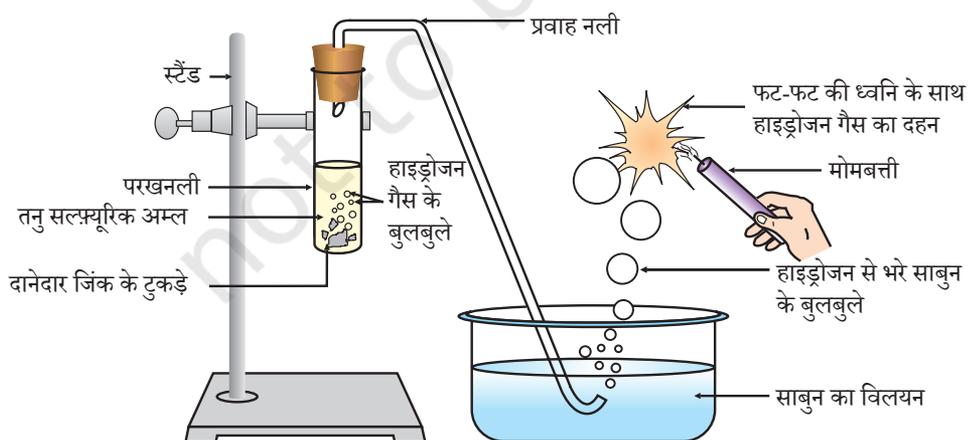
आपके प्रेक्षण के आधार पर वैनिला, प्याज एवं लौंग के तेल में से किसे गंधीय (olfactory) सूचक की तरह उपयोग किया जा सकता है?

अम्ल एवं क्षारक के रासायनिक गुणधर्मों को समझने के लिए आइए, कुछ और क्रियाकलाप करते हैं।

### 2.1.2 अम्ल एवं क्षारक धातु के साथ कैसे अभिक्रिया करते हैं?

#### क्रियाकलाप 2.3

- चित्र 2.1 के अनुसार उपकरण व्यवस्थित कीजिए।
- एक परखनली में लगभग 5 mL तनु सल्फ्यूरिक अम्ल लीजिए एवं इसमें दानेदार जिंक के टुकड़े डालिए।
- दानेदार जिंक के टुकड़ों की सतह पर आप क्या देखते हैं?
- उत्सर्जित गैस को साबुन के विलयन से प्रवाहित कीजिए।
- साबुन के विलयन में बुलबुले क्यों बनते हैं?
- जलती हुई मोमबत्ती को गैस वाले बुलबुले के पास ले जाइए।
- आप क्या प्रेक्षण करते हैं?
- कुछ अन्य अम्ल जैसे HCl, HNO<sub>3</sub> एवं CH<sub>3</sub>COOH के साथ यह क्रियाकलाप दोहराइए।
- प्रत्येक स्थिति में आपका प्रेक्षण समान है या भिन्न?



चित्र 2.1 दानेदार जिंक के टुकड़ों के साथ तनु सल्फ्यूरिक की अभिक्रिया एवं ज्वलन द्वारा हाइड्रोजन गैस की जाँच

अम्ल, क्षारक एवं लवण

ध्यान दीजिए कि ऊपर दी गई अभिक्रियाओं में धातु, अम्लों से हाइड्रोजन परमाणुओं का हाइड्रोजन गैस के रूप में विस्थापन करती है और एक यौगिक बनाता है, जिसे **लवण** कहते हैं। अम्ल के साथ धातु की अभिक्रिया को इस प्रकार व्यक्त कर सकते हैं—

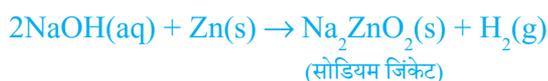


आपने जिन अभिक्रियाओं का प्रेक्षण किया है, क्या आप उनका समीकरण लिख सकते हैं?

### क्रियाकलाप 2.4

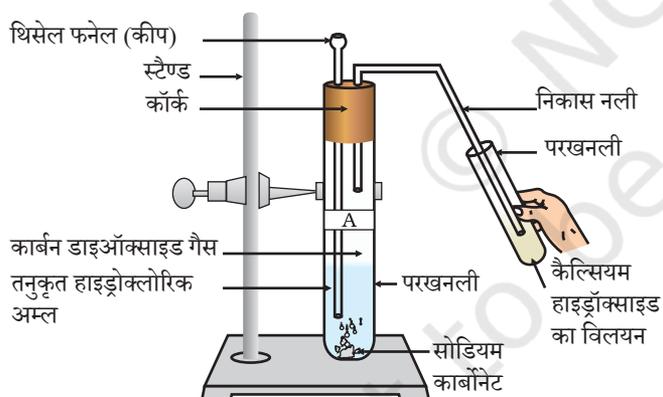
- एक परखनली में जिंक के कुछ दानेदार टुकड़े रखिए।
- उसमें 2 mL सोडियम हाइड्रॉक्साइड का घोल मिलाकर उसे गर्म कीजिए।
- तत्पश्चात्, क्रियाकलाप 2.3 के अनुसार क्रियाओं को दोहराइए एवं अपने प्रेक्षण को लिखिए।

इस अभिक्रिया को निम्न प्रकार से लिख सकते हैं—



आप देखेंगे कि अभिक्रिया में पुनः हाइड्रोजन बनता है, किंतु ऐसी अभिक्रियाएँ सभी धातुओं के साथ संभव नहीं हैं।

### 2.1.3 धातु कार्बोनेट तथा धातु हाइड्रोजनकार्बोनेट अम्ल के साथ कैसे अभिक्रिया करते हैं?



चित्र 2.2

कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड में से कार्बन डाइऑक्साइड गैस को गुजारना

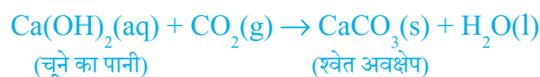
### क्रियाकलाप 2.5

- दो परखनलियाँ लीजिए। उन्हें 'A' एवं 'B' से नामांकित कीजिए।
- परखनली 'A' में लगभग 0.5 g सोडियम कार्बोनेट ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) लीजिए एवं परखनली 'B' में 0.5 g सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट ( $\text{NaHCO}_3$ ) लीजिए।
- दोनों परखनलियों में लगभग 2 mL तनु HCl मिलाइए।
- आपने क्या निरीक्षण किया?
- चित्र 2.2 के अनुसार प्रत्येक स्थिति में उत्पादित गैस को चूने के पानी (कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड का विलयन) से प्रवाहित कीजिए एवं अपने निरीक्षणों को अभिलिखित कीजिए।

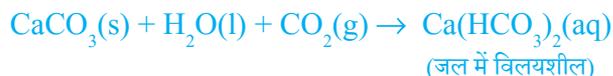
उपरोक्त क्रियाकलाप में होने वाली अभिक्रियाओं को इस प्रकार लिखा जाता है:



उत्पादित कार्बन डाइऑक्साइड गैस को चूने के पानी से प्रवाहित करने पर,



अत्यधिक मात्रा में कार्बन डाइऑक्साइड प्रवाहित करने पर निम्न अभिक्रिया होती है—



चूना-पत्थर (limestone), खड़िया (chalk) एवं संगमरमर (marble) कैल्सियम कार्बोनेट के विविध रूप हैं। सभी धातु कार्बोनेट एवं हाइड्रोजनकार्बोनेट अम्ल के साथ अभिक्रिया करके संगत लवण, कार्बन डाइऑक्साइड एवं जल बनाते हैं।

इस अभिक्रिया को इस प्रकार से व्यक्त कर सकते हैं—

धातु कार्बोनेट/धातु हाइड्रोजनकार्बोनेट + अम्ल → लवण + कार्बन डाइऑक्साइड + जल

#### 2.1.4 अम्ल एवं क्षारक परस्पर कैसे अभिक्रिया करते हैं?

##### क्रियाकलाप 2.6

- परखनली में लगभग 2 mL NaOH का घोल लीजिए एवं उसमें दो बूँदें फीनॉल्फथैलिन विलयन डालिए।
- विलयन का रंग क्या है?
- इस विलयन में एक-एक बूँद तनु HCl विलयन मिलाइए।
- क्या अभिक्रिया मिश्रण के रंग में कोई परिवर्तन आया?
- अम्ल मिलाने के बाद फीनॉल्फथैलिन का रंग क्यों बदल गया?
- अब उपरोक्त मिश्रण में NaOH की कुछ बूँदें मिलाइए।
- क्या फीनॉल्फथैलिन पुनः गुलाबी रंग का हो गया?
- आपके विचार से ऐसा क्यों होता है?

उपरोक्त क्रियाकलाप में हमने प्रेक्षण किया कि अम्ल द्वारा क्षारक का प्रेक्षित प्रभाव तथा क्षारक द्वारा अम्ल का प्रभाव समाप्त हो जाता है। अभिक्रिया को इस प्रकार लिख सकते हैं—



अम्ल एवं क्षारक की अभिक्रिया के परिणामस्वरूप लवण तथा जल प्राप्त होते हैं तथा इसे **उदासीनीकरण अभिक्रिया** कहते हैं। सामान्यतः उदासीनीकरण अभिक्रिया को इस प्रकार लिख सकते हैं—

क्षारक + अम्ल → लवण + जल

#### 2.1.5 अम्लों के साथ धात्विक ऑक्साइडों की अभिक्रियाएँ

##### क्रियाकलाप 2.7

- बीकर में कॉपर ऑक्साइड की अल्प मात्रा लीजिए एवं हिलाते हुए उसमें धीरे-धीरे तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल मिलाइए।
- विलयन के रंग पर ध्यान दीजिए। कॉपर ऑक्साइड का क्या हुआ?

अम्ल, क्षारक एवं लवण

आप देखेंगे कि विलयन का रंग नील-हरित हो जाएगा एवं कॉपर ऑक्साइड घुल जाता है। विलयन का नील-हरित रंग अभिक्रिया में कॉपर (II) क्लोराइड के बनने के कारण होता है। धातु ऑक्साइड एवं अम्ल के बीच होने वाली सामान्य अभिक्रिया को इस प्रकार लिख सकते हैं:



अब उपरोक्त अभिक्रिया के लिए समीकरण लिखकर उसे संतुलित कीजिए। क्षारक एवं अम्ल की अभिक्रिया के समान ही धात्विक ऑक्साइड अम्ल के साथ अभिक्रिया करके लवण एवं जल प्रदान करते हैं, अतः धात्विक ऑक्साइड को क्षारकीय ऑक्साइड भी कहते हैं।

### 2.1.6 क्षारक के साथ अधात्विक ऑक्साइड की अभिक्रियाएँ

क्रियाकलाप 2.5 में आपने कार्बन डाइऑक्साइड एवं कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड (चूने का पानी) के बीच हुई अभिक्रिया देखी। कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड जो एक क्षारक है, कार्बन डाइऑक्साइड के साथ अभिक्रिया करके लवण एवं जल का निर्माण करता है। चूँकि यह क्षारक एवं अम्ल के बीच होने वाली अभिक्रिया के समान है, अतः हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि अधात्विक ऑक्साइड अम्लीय प्रकृति के होते हैं।

## प्रश्न

1. पीतल एवं ताँबे के बर्तनों में दही एवं खट्टे पदार्थ क्यों नहीं रखने चाहिए?
2. धातु के साथ अम्ल की अभिक्रिया होने पर सामान्यतः कौन सी गैस निकलती है? एक उदाहरण के द्वारा समझाइए। इस गैस की उपस्थिति की जाँच आप कैसे करेंगे?
3. कोई धातु यौगिक 'A' तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ अभिक्रिया करता है तो बुदबुदाहट उत्पन्न होती है। इससे उत्पन्न गैस जलती मोमबत्ती को बुझा देती है। यदि उत्पन्न यौगिकों में एक से कैल्सियम क्लोराइड हैं, तो इस अभिक्रिया के लिए संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए।



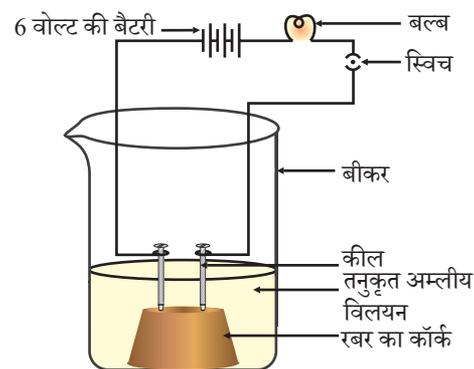
## 2.2 सभी अम्लों एवं क्षारकों में क्या समानताएँ हैं?

अनुभाग 2.1 में हमने देखा कि सभी अम्लों में समान रासायनिक गुणधर्म होते हैं। गुणधर्मों में समानता क्यों होती है? हमने क्रियाकलाप 2.3 में देखा कि धातु के साथ अभिक्रिया करने पर सभी अम्ल हाइड्रोजन गैस उत्पन्न करते हैं। इससे पता चलता है कि सभी अम्लों में हाइड्रोजन होता है। आइए, एक क्रियाकलाप के माध्यम से हम जाँच करें कि क्या हाइड्रोजन युक्त सभी यौगिक अम्लीय होते हैं।

### क्रियाकलाप 2.8

- ग्लूकोज़, एल्कोहल, हाइड्रोक्लोरिक अम्ल, सल्फ्यूरिक अम्ल आदि का विलयन लीजिए।
- एक कॉर्क पर दो कीलें लगाकर कॉर्क को 100 mL के बीकर में रख दीजिए।

- चित्र 2.3 के अनुसार कीलों को 6 वोल्ट की एक बैटरी के दोनों टर्मिनलों के साथ एक बल्ब तथा स्विच के माध्यम से जोड़ दीजिए।
- अब बीकर में थोड़ा तनु HCl डालकर विद्युत धारा प्रवाहित कीजिए।
- इसी क्रिया को तनु सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ दोहराइए।
- आपने क्या प्रेक्षण किया?
- इन परीक्षणों को ग्लूकोज एवं एल्कोहल के विलयनों के साथ अलग-अलग दोहराइए। अब आपने क्या प्रेक्षण किया?
- बल्ब क्या प्रत्येक स्थिति में जलता है?



चित्र 2.3

जल में अम्ल का विलयन विद्युत चालन करता है

अम्ल की स्थिति में बल्ब जलने लगता है जैसा कि चित्र 2.3 में दिखाया गया है। परंतु आप यह देखेंगे कि ग्लूकोज एवं एल्कोहल का विलयन विद्युत का चालन नहीं करते हैं। बल्ब के जलने से यह पता चलता है कि इस विलयन से विद्युत का प्रवाह हो रहा है। अम्लीय विलयन में विद्युत धारा का प्रवाह अम्ल में उपस्थित इन्हीं आयनों द्वारा होता है।

अम्लों में धनायन  $H^+$  तथा ऋणायन जैसे HCl में  $Cl^-$ ,  $HNO_3$  में  $NO_3^-$ ,  $CH_3COOH$  में  $CH_3COO^-$ ,  $H_2SO_4$  में  $SO_4^{2-}$  होते हैं। चूँकि अम्ल में उपस्थित धनायन  $H^+$  है, इससे ज्ञात होता है कि अम्ल विलयन में हाइड्रोजन आयन  $H^+$  (aq) उत्पन्न करता है, तथा इसी कारण उनका गुणधर्म अम्लीय होता है।

सोडियम हाइड्रॉक्साइड, कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड आदि जैसे क्षारकों का उपयोग करके इस क्रियाकलाप को दोहराइए। इस क्रियाकलाप के परिणामों से आप क्या निष्कर्ष निकाल सकते हैं?

### 2.2.1 जलीय विलयन में अम्ल या क्षारक का क्या होता है?

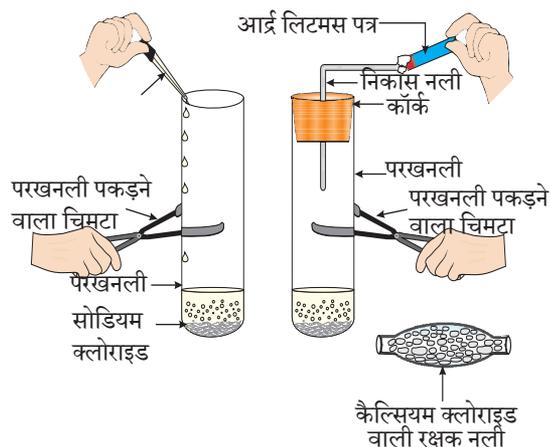
क्या अम्ल केवल जलीय विलयन में ही आयन उत्पन्न करते हैं? आइए इसकी जाँच करें।

#### क्रियाकलाप 2.9

- एक स्वच्छ एवं शुष्क परखनली में लगभग 1 g ठोस NaCl लीजिए तथा चित्र 2.4 के अनुसार उपकरण व्यवस्थित कीजिए।
- परखनली में कुछ मात्रा में सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल डालिए।
- आपने क्या प्रेक्षण किया? क्या निकास नली से कोई गैस बाहर आ रही है?
- इस प्रकार उत्सर्जित गैस की सूखे तथा नम नीले लिटमस पत्र द्वारा जाँच कीजिए।
- किस स्थिति में लिटमस पत्र का रंग परिवर्तित होता है?
- उपरोक्त क्रियाकलाप के आधार पर आप निम्न के अम्लीय गुण के बारे में क्या निष्कर्ष निकाल सकते हैं:

- (i) शुष्क HCl गैस (ii) HCl विलयन?

**अध्यापकों के लिए निर्देश**— यदि जलवायु अत्यधिक आर्द्र हो तो गैस को शुष्क करने के लिए आपको कैल्सियम क्लोराइड वाली शुष्क नली से गैस प्रवाहित करना होगा।



चित्र 2.4 HCl गैस का निर्माण

इस प्रयोग से यह स्पष्ट होता है कि जल की उपस्थिति में HCl में हाइड्रोजन आयन उत्पन्न होते हैं। जल की अनुपस्थिति में HCl अणुओं से H<sup>+</sup> आयन पृथक नहीं हो सकते हैं।



हाइड्रोजन आयन स्वतंत्र रूप में नहीं रह सकते, लेकिन ये जल के अणुओं के साथ मिलकर रह सकते हैं। इसलिए हाइड्रोजन आयन को सदैव H<sup>+</sup>(aq) या हाइड्रोनियम आयन (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) से दर्शाना चाहिए।



हमने देखा कि अम्ल जल में H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> अथवा H<sup>+</sup>(aq) आयन प्रदान करता है। आइए, देखें कि किसी क्षारक को जल में घोलने पर क्या होता है—



क्षारक जल में हाइड्रॉक्साइड (OH<sup>-</sup>) आयन उत्पन्न करते हैं। जल में घुलनशील क्षारक को क्षार कहते हैं।

क्या आप जानते हैं?

सभी क्षारक जल में घुलनशील नहीं होते हैं। जल में घुलनशील क्षारक को क्षार कहते हैं। इनका स्पर्श साबुन की तरह, स्वाद कड़वा होता है तथा प्रकृति संक्षारक होती है। इन्हें कभी भी छूना या चखना नहीं चाहिए, क्योंकि ये हानिकारक होते हैं। सारणी 2.1 में कौन से क्षारक, क्षार हैं?

अब तक हम जान चुके हैं कि सभी अम्ल H<sup>+</sup>(aq) तथा सभी क्षारक OH<sup>-</sup>(aq) उत्पन्न करते हैं, अतः अब हम उदासीनीकरण अभिक्रिया को निम्नलिखित रूप में व्यक्त कर सकते हैं।

अम्ल + क्षारक → लवण + जल



आइए, देखें कि अम्ल या क्षारक में जल मिलाने पर क्या होता है



चित्र 2.5

सांद्र अम्ल तथा क्षारक वाले बर्तनों में लगे चेतावनी के चिह्न

### क्रियाकलाप 2.10

- एक बीकर में 10 mL जल लीजिए।
- इसमें कुछ बूँदें सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) की डालकर बीकर धीरे-धीरे घुमाइए।
- बीकर के आधार को स्पर्श कीजिए।
- क्या तापमान में कोई परिवर्तन आया?
- यह प्रक्रिया क्या उष्माक्षेपी अथवा ऊष्माशोषी है?
- उपर्युक्त क्रियाकलाप को सोडियम हाइड्रॉक्साइड के साथ दोहराइए एवं अपने प्रेक्षण को लिखिए।

जल में अम्ल या क्षारक के घुलने की प्रक्रिया अत्यंत ऊष्माक्षेपी होती है। जल में सांद्र नाइट्रिक अम्ल या सल्फ्यूरिक अम्ल को मिलाने समय अत्यंत सावधानी रखनी चाहिए। अम्ल को सदैव धीरे-धीरे तथा जल को लगातार हिलाते हुए जल में मिलाना चाहिए। सांद्र अम्ल में जल मिलाने पर उत्पन्न हुई ऊष्मा के कारण मिश्रण आस्फलित होकर बाहर आ सकता है तथा आप जल सकते हैं। साथ ही अत्यधिक स्थानीय ताप के कारण प्रयोग में उपयोग किया जा रहा काँच का पात्र भी टूट सकता है। सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल के कैन (डिब्बा) तथा सोडियम हाइड्रॉक्साइड की बोतल पर चेतावनी के चिह्न (चित्र 2.5 में प्रदर्शित) पर ध्यान दीजिए।

जल में अम्ल या क्षारक मिलाने पर आयन की सांद्रता ( $H_3O^+/OH^-$ ) में प्रति इकाई आयतन में कमी हो जाती है। इस प्रक्रिया को तनुकरण कहते हैं एवं अम्ल या क्षारक तनुकृत होते हैं।

## प्रश्न

1.  $HCl$ ,  $HNO_3$  आदि जलीय विलयन में अम्लीय अभिलक्षण क्यों प्रदर्शित करते हैं, जबकि एल्कोहल एवं ग्लूकोज जैसे यौगिकों के विलयनों में अम्लीयता के अभिलक्षण नहीं प्रदर्शित होते हैं?
2. अम्ल का जलीय विलयन क्यों विद्युत का चालन करता है?
3. शुष्क हाइड्रोक्लोरिक गैस शुष्क लिटमस पत्र के रंग को क्यों नहीं बदलती है?
4. अम्ल को तनुकृत करते समय यह क्यों अनुशंसित करते हैं कि अम्ल को जल में मिलाना चाहिए, न कि जल को अम्ल में?
5. अम्ल के विलयन को तनुकृत करते समय हाइड्रोनियम आयन ( $H_3O^+$ ) की सांद्रता कैसे प्रभावित हो जाती है?
6. जब सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन में आधिक्य क्षारक मिलाने हैं तो हाइड्रॉक्साइड आयन ( $OH^-$ ) की सांद्रता कैसे प्रभावित होती है?

## 2.3 अम्ल एवं क्षारक के विलयन कितने प्रबल होते हैं?

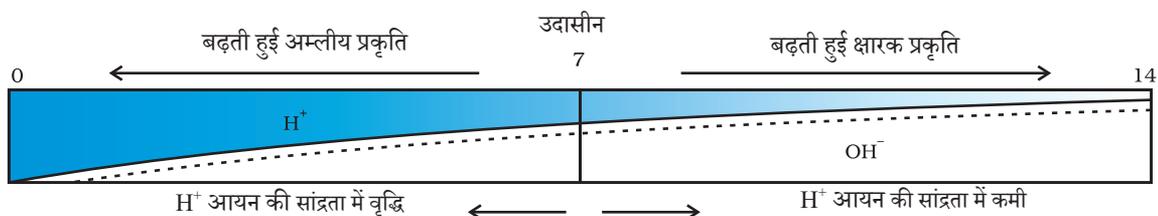
हम जानते हैं कि अम्ल-क्षारक के सूचकों का उपयोग करके अम्ल एवं क्षारक में अंतर प्रदर्शित किया जा सकता है। पिछले अध्याय में हमने  $H^+$  अथवा  $OH^-$  आयनों के विलयनों की सांद्रता कम होना तथा तनुकरण के बारे में पढ़ा था। क्या हम किसी विलयन में उपस्थित आयनों की संख्या जान सकते हैं? क्या हम ज्ञात कर सकते हैं कि विलयन में अम्ल अथवा क्षारक कितना प्रबल है?

इसको जानने के लिए हम सार्वत्रिक सूचक जो अनेक सूचकों का मिश्रण होता है, का उपयोग करके ज्ञात कर सकते हैं। सार्वत्रिक सूचक, किसी विलयन में हाइड्रोजन आयन की विभिन्न सांद्रता को विभिन्न रंगों में प्रदर्शित करते हैं।

किसी विलयन में उपस्थित हाइड्रोजन आयन की सांद्रता ज्ञात करने के लिए एक स्केल विकसित किया गया, जिसे **pH स्केल** कहते हैं। इस pH में p सूचक है, 'पुसांस' (Potenz) जो एक जर्मन शब्द है, का अर्थ होता है 'शक्ति'। इस pH स्केल से सामान्यतः शून्य (अधिक अम्लता) से चौदह (अधिक क्षारीय) तक pH को ज्ञात कर सकते हैं। साधारण भाषा pH को एक ऐसी संख्या के रूप में देखना चाहिए, जो किसी विलयन की अम्लता अथवा

क्षारकीयता को दर्शाते हैं। हाइड्रोनियम आयन की सांद्रता जितनी अधिक होगी उसका pH उतना ही कम होगा।

किसी भी उदासीन विलयन के pH का मान 7 होगा। यदि pH स्केल में किसी विलयन का मान 7 से कम है तो यह अम्लीय विलयन होगा एवं यदि pH मान 7 से 14 तक बढ़ता है तो वह विलयन में  $\text{OH}^-$  की सांद्रता में वृद्धि को दर्शाता है, अर्थात् यहाँ क्षार की शक्ति (चित्र 2.6) बढ़ रही है। सामान्यतः pH सार्वत्रिक सूचक अंतर्भारित पेपर द्वारा ज्ञात किया जाता है।



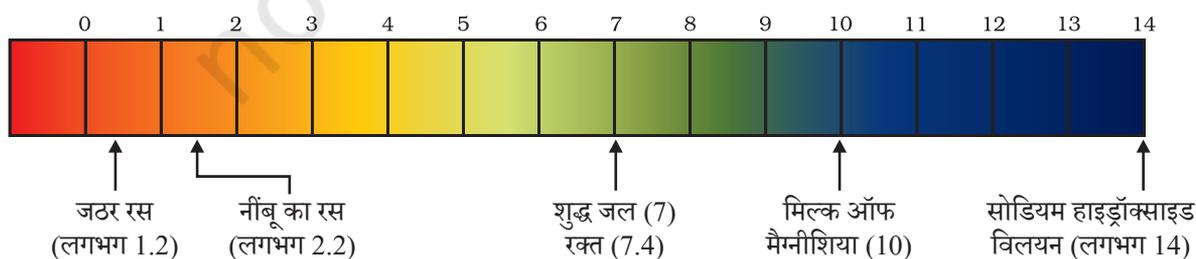
चित्र 2.6  $\text{H}^+(\text{aq})$  एवं  $\text{OH}^-(\text{aq})$  की सांद्रता परिवर्तन के साथ pH की विभिन्नता

## सारणी 2.2

### क्रियाकलाप 2.11

- दी गई सारणी 2.2 में विलयन के pH मानों की जाँच कीजिए।
- अपने प्रेक्षणों को लिखिए।
- आपके प्रेक्षणों के आधार पर प्रत्येक पदार्थ की प्रकृति क्या है?

क्रम संख्या	विलयन	pH पत्र का रंग	लगभग pH मान	पदार्थ की प्रकृति
1	लार (खाना खाने के पहले)			
2	लार (खाना खाने के बाद)			
3	नींबू का रस			
4	रंगरहित वातित पेय			
5	गाजर का रस			
6	कॉफी			
7	टमाटर का रस			
8	नल का जल			
9	1M NaOH			
10	1M HCl			



चित्र 2.7 कुछ सामान्य पदार्थों के pH को pH पत्र पर दिखाया गया है। (रंग केवल रफ़ मार्गदर्शन के लिए दिए गए हैं।)

अम्ल तथा क्षारक की शक्ति विलयन (जल) में क्रमशः  $H^+$  आयन तथा  $OH^-$  आयन की संख्या पर निर्भर करती है। यदि हम समान सांद्रता के हाइड्रोक्लोरिक अम्ल तथा ऐसीटिक अम्ल, जैसे एक मोलर, विलयन लेते हैं तो वह विभिन्न मात्रा में हाइड्रोजन आयन उत्पन्न करेंगे। अधिक संख्या में  $H^+$  आयन उत्पन्न करने वाले अम्ल प्रबल अम्ल कहलाते हैं, जबकि कम  $H^+$  आयन उत्पन्न करने वाले अम्ल दुर्बल अम्ल कहलाएँगे। क्या आप अब यह बता सकते हैं कि दुर्बल एवं प्रबल क्षारक क्या होते हैं?

### 2.3.1 दैनिक जीवन में pH का महत्त्व

**क्या पौधे एवं पशु pH के प्रति संवेदनशील होते हैं?**

हमारा शरीर 7.0 से 7.8 pH परास के बीच कार्य करता है। जीवित प्राणी केवल संकीर्ण pH परास (परिसर) में ही जीवित रह सकते हैं। वर्षा के जल का pH मान जब 5.6 से कम हो जाता है तो वह **अम्लीय वर्षा** कहलाता है। अम्लीय वर्षा का जल जब नदी में प्रवाहित होता है तो नदी के जल के pH का मान कम हो जाता है। ऐसी नदी में जलीय जीवधारियों की उत्तरजीविता कठिन हो जाती है।

क्या आप  
जानते हैं?

**दूसरे ग्रहों में अम्ल पदार्थ**

शुक्र (venus) का वायुमंडल सल्फ्यूरिक अम्ल के मोटे श्वेत एवं पीले बादलों से बना है। क्या आपको लगता है कि इस ग्रह पर जीवन संभव है?

**आपके बागीचे की मिट्टी का pH क्या है?**

अच्छी उपज के लिए पौधों को एक विशिष्ट pH परास की आवश्यकता होती है। किसी पौधे के स्वस्थ विकास के लिए आवश्यक pH को ज्ञात करने के लिए विभिन्न स्थानों से मिट्टी एकत्र कीजिए एवं क्रियाकलाप 2.12 के अनुसार उनके pH की जाँच कीजिए। इस बात पर भी ध्यान दीजिए कि जहाँ से मिट्टी ले रहे हैं वहाँ कौन से पौधे उपज रहे हैं?

#### क्रियाकलाप 2.12

- एक परखनली में लगभग 2g मिट्टी रखिए एवं उसमें 5 mL जल मिलाइए।
- परखनली की सामग्री को हिलाइए।
- सामग्रियों को छानिए एवं परखनली में निस्यंद एकत्र कीजिए।
- सार्वत्रिक सूचक पत्र की सहायता से इस निस्यंद के pH की जाँच कीजिए।
- अपने क्षेत्र में पौधों के उपयुक्त विकास के लिए आदर्श मिट्टी के pH के संबंध में आपने क्या निष्कर्ष निकाला?

## हमारे पाचन तंत्र का pH

यह अत्यन्त रोचक है कि हमारा उदर हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (Hydrochloric acid) उत्पन्न करता है। यह उदर को हानि पहुँचाए बिना भोजन के पाचन में सहायक होता है। अपच की स्थिति में उदर अत्यधिक मात्रा में अम्ल उत्पन्न करता है, जिसके कारण उदर में दर्द एवं जलन का अनुभव होता है। इस दर्द से मुक्त होने के लिए ऐन्टैसिड (antacid) जैसे क्षारकों का उपयोग किया जाता है। इस अध्याय के आरंभ में ऐसा ही एक उपचार आपने अवश्य सुझाया होगा। यह ऐन्टैसिड अम्ल की आधिक्य मात्रा को उदासीन करता है। इसके लिए मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड (मिल्क ऑफ मैग्नीशिया) जैसे दुर्बल क्षारक का उपयोग किया जाता है।

## pH परिवर्तन के कारण दंत-क्षय

मुँह के pH का मान 5.5 से कम होने पर दाँतों का क्षय प्रारंभ हो जाता है। दाँतों का इन्मैल (दत्तवल्क) कैल्सियम हाइड्रोजेनफॉस्फेट (कैल्सियम फॉस्फेट का क्रिस्टलीय रूप) से बना होता है, जो कि शरीर का सबसे कठोर पदार्थ है। यह जल में नहीं घुलता, लेकिन मुँह के pH का मान 5.5 से कम होने पर यह संक्षारित हो जाता है। मुँह में उपस्थित बैक्टीरिया, भोजन के पश्चात मुँह में अवशिष्ट शर्करा एवं खाद्य पदार्थों का निम्नीकरण करके अम्ल उत्पन्न करते हैं। भोजन के बाद मुँह साफ़ करने से इससे बचाव किया जा सकता है। मुँह की सफ़ाई के लिए क्षारकीय दंत-मंजन का उपयोग करने से अम्ल की आधिक्य मात्रा को उदासीन किया जा सकता है, जिसके परिणामस्वरूप दंत क्षय को रोका जा सकता है।

## पशुओं एवं पौधों द्वारा उत्पन्न रसायनों से आत्मरक्षा

क्या कभी आपको मधुमक्खी ने डंक मारा है? मधुमक्खी का डंक एक अम्ल छोड़ता है, जिसके कारण दर्द एवं जलन का अनुभव होता है। डंक मारे गए अंग में बेकिंग सोडा जैसे दुर्बल क्षारक के उपयोग से आराम मिलता है। नेटल (nettle) के डंक वाले बाल मेथैनोंइक अम्ल छोड़ जाते हैं, जिनके कारण जलन वाले दर्द का अनुभव होता है।

### प्रकृति उदासीनीकरण के विकल्प देती है

नेटल एक शाकीय पादप है, जो जंगलों में उपजता है। इसके पत्तों में डंकनुमा बाल होते हैं जो अगर गलती से छू जाएँ तो डंक जैसा दर्द होता है। इन बालों से मेथैनोंइक अम्ल का स्राव होने के कारण यह दर्द होता है। पारंपरिक तौर पर

इसका इलाज डंक वाले स्थान पर डॉक पौधे की पत्ती रगड़कर किया जाता है। ये पौधे अधिकतर नेटल के पास ही पैदा होते हैं। क्या आप डॉक पौधे की प्रकृति का अनुमान लगा सकते हैं? आप अब जान गए होंगे कि अगली बार पहाड़ों पर चढ़ते हुए गलती से नेटल पौधे के छू जाने पर आपको क्या करना होगा? क्या आप ऐसे ही पारंपरिक इलाज जानते हैं, जो डंक लगने पर प्रभावी हों?



क्या आप जानते हैं?

## सारणी 2.3 कुछ प्राकृतिक अम्ल

प्राकृतिक स्रोत	अम्ल	प्राकृतिक स्रोत	अम्ल
सिरका	ऐसीटिक अम्ल	खट्टा दूध (दही)	लैक्टिक अम्ल
संतरा	सिट्रिक अम्ल	नींबू	सिट्रिक अम्ल
इमली	टार्टरिक अम्ल	चींटी का डंक	मेथेनॉइक अम्ल
टमाटर	ऑक्सैलिक अम्ल	नेटल का डंक	मेथेनॉइक अम्ल

## प्रश्न

1. आपके पास दो विलयन 'A' एवं 'B' हैं। विलयन 'A' के pH का मान 6 है एवं विलयन 'B' के pH का मान 8 है। किस विलयन में हाइड्रोजन आयन की सांद्रता अधिक है? इनमें से कौन अम्लीय है तथा कौन क्षारकीय?
2.  $H^+(aq)$  आयन की सांद्रता का विलयन की प्रकृति पर क्या प्रभाव पड़ता है?
3. क्या क्षारकीय विलयन में  $H^+(aq)$  आयन होते हैं? अगर हाँ, तो यह क्षारकीय क्यों होते हैं?
4. कोई किसान खेत की मृदा की किस परिस्थिति में बिना बुझा हुआ चूना (कैल्सियम ऑक्साइड), बुझा हुआ चूना (कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड) या चॉक (कैल्सियम कार्बोनेट) का उपयोग करेगा?

## 2.4 लवण के संबंध में अधिक जानकारी

पिछले भागों में हमने विभिन्न अभिक्रियाओं के द्वारा लवणों का निर्माण होते देखा है। आइए, इनके निर्माण, गुणधर्म एवं उपयोग के बारे में अधिक जानकारी प्राप्त करें।

### 2.4.1 लवण परिवार

#### क्रियाकलाप 2.13

- नीचे दिए गए लवण के रासायनिक सूत्र लिखिए—
- पोटैशियम सल्फेट, सोडियम सल्फेट, कैल्सियम सल्फेट, मैग्नीशियम सल्फेट, कॉपर सल्फेट, सोडियम क्लोराइड, सोडियम नाइट्रेट, सोडियम कार्बोनेट एवं अमोनियम क्लोराइड।
- उन अम्ल एवं क्षारक की पहचान कीजिए, जिससे उपरोक्त लवण प्राप्त किए जा सकते हैं।
- समान धन या ऋण मूलक वाले लवणों को एक ही परिवार का कहा जाता है, जैसे—  $NaCl$  एवं  $Na_2SO_4$ , सोडियम लवण के परिवार का है। इसी प्रकार  $NaCl$  एवं  $KCl$  क्लोराइड लवण के परिवार के हैं। इस क्रियाकलाप में दिए गए लवणों में आप कितने परिवारों की पहचान कर सकते हैं?

## 2.4.2 लवणों का pH

### क्रियाकलाप 2.14

- निम्नलिखित लवणों के नमूने एकत्र कीजिए—
- सोडियम क्लोराइड, पोटैशियम नाइट्रेट, एल्युमिनियम क्लोराइड, जिंक सल्फेट, कॉपर सल्फेट, सोडियम ऐसीटेट, सोडियम कार्बोनेट एवं सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट (कुछ अन्य लवण जो उपलब्ध हों)।
- जल में इनकी विलेयता की जाँच कीजिए। (केवल आसवित जल का उपयोग कीजिए।)
- लिटमस पर इन विलयनों की क्रिया की जाँच कीजिए एवं pH पेपर का उपयोग कर इनके pH के मान का पता लगाइए।
- कौन से लवण अम्लीय, क्षारकीय या उदासीन हैं?
- लवण बनाने के लिए उपयोग होने वाले अम्ल या क्षारक की पहचान कीजिए।
- अपने प्रेक्षणों को सारणी 2.4 में लिखिए।

### सारणी 2.4

नमक	pH	प्रयुक्त अम्ल	प्रयुक्त क्षारक

प्रबल अम्ल एवं प्रबल क्षारक के लवण के pH का मान 7 होता है तथा ये उदासीन होते हैं, जबकि प्रबल अम्ल एवं दुर्बल क्षारक के लवण के pH का मान 7 से कम होता है तथा ये अम्लीय होते हैं। प्रबल क्षारक एवं दुर्बल अम्ल के लवण के pH का मान 7 से अधिक होता है तथा ये क्षारकीय होते हैं।

### 2.4.3 साधारण नमक से रसायन

आप जानते हैं कि हाइड्रोक्लोरिक अम्ल एवं सोडियम हाइड्रॉक्साइड के विलयन की अभिक्रिया से उत्पन्न लवण को सोडियम क्लोराइड कहते हैं। इसी लवण का हम अपने भोजन में उपयोग करते हैं। ऊपर के क्रियाकलाप में आपने देखा होगा कि यह एक उदासीन लवण है।



समुद्री जल में कई प्रकार के लवण घुले होते हैं। इन लवणों से सोडियम क्लोराइड को पृथक किया जाता है। विश्व के कई भागों में भी ठोस लवण का निक्षेप होता है। बड़े आकार के यह क्रिस्टल प्रायः अपद्रव्यों के कारण भूरे रंग के होते हैं। इसे खनिज नमक कहते हैं। यह खनिज नमक तब बने जब युगों के व्यतीत होने के साथ समुद्र का कोई हिस्सा सूख गया। खनिज नमक का खनन भी कोयले की तरह होता है।

आपने महात्मा गांधी के दांडी यात्रा के बारे में अवश्य सुना होगा। क्या आप जानते हैं कि हमारे स्वतंत्रता संग्राम में नमक एक महत्वपूर्ण प्रतीक था?

## साधारण नमक- रसायनों का कच्चा पदार्थ

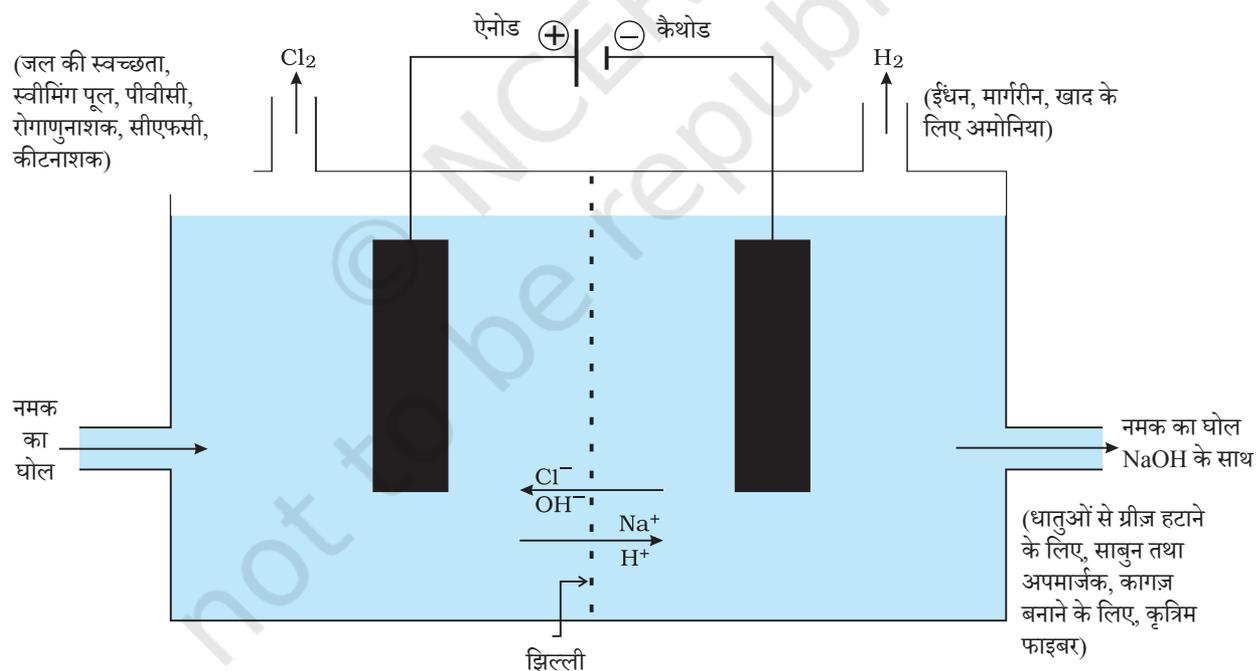
इस प्रकार प्राप्त साधारण नमक हमारे दैनिक उपयोग के कई पदार्थों; जैसे- सोडियम हाइड्रॉक्साइड, बेकिंग सोडा, वाशिंग सोडा, विरंजक चूर्ण आदि के लिए एक महत्वपूर्ण कच्चा पदार्थ है। आइए, देखते हैं कि कैसे एक पदार्थ का उपयोग विभिन्न पदार्थ बनाने के लिए करते हैं।

### सोडियम हाइड्रॉक्साइड

सोडियम क्लोराइड के जलीय विलयन (लवण जल) से विद्युत प्रवाहित करने पर यह वियोजित होकर सोडियम हाइड्रॉक्साइड उत्पन्न करता है। इस प्रक्रिया को **क्लोरो-क्षार** प्रक्रिया कहते हैं, क्योंकि इससे निर्मित उत्पाद— क्लोरीन (क्लोरो) एवं सोडियम हाइड्रॉक्साइड (क्षार) होते हैं।



क्लोरीन गैस एनोड पर एवं हाइड्रोजन गैस कैथोड पर मुक्त होती है। कैथोड पर सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन का निर्माण भी होता है। इस प्रक्रिया से उत्पन्न हुए तीनों उत्पाद उपयोगी हैं। चित्र 2.8 इन उत्पादों के विभिन्न उपयोगों को दर्शाता है।



चित्र 2.8 क्लोरो-क्षार प्रक्रिया के महत्वपूर्ण उत्पाद

## विरंजक चूर्ण

आप जानते हैं कि जलीय सोडियम क्लोराइड (लवण जल) के विद्युत अपघटन से क्लोरीन का निर्माण होता है। इस क्लोरीन गैस का उपयोग विरंजक चूर्ण के उत्पादन के लिए किया जाता है। शुष्क बुझा हुआ चूना  $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$  पर क्लोरीन की क्रिया से विरंजक चूर्ण का निर्माण होता है। विरंजक चूर्ण को  $\text{CaOCl}_2$  से दर्शाया जाता है, यद्यपि वास्तविक संगठन काफ़ी जटिल होता है।

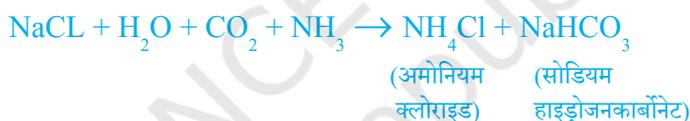


## विरंजक चूर्ण का उपयोग—

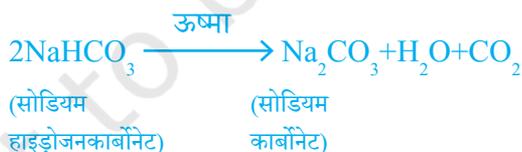
- वस्त्र उद्योग में सूती एवं लिनेन के विरंजन के लिए कागज़ की फैक्ट्री में लकड़ी की मज्जा एवं लाउंड्री में साफ़ कपड़ों के विरंजन के लिए,
- कई रासायनिक उद्योगों में एक उपचायक के रूप में एवं,
- पीने वाले जल को जीवाणुओं से मुक्त करने के लिए।

## बेकिंग सोडा

बेकिंग सोडा का उपयोग आमतौर पर रसोईघर में स्वादिष्ट खस्ता पकौड़े आदि बनाने के लिए किया जाता है। कभी-कभी इसका उपयोग खाने को शीघ्रता से पकाने के लिए भी किया जाता है। इस यौगिक का रासायनिक नाम सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट ( $\text{NaHCO}_3$ ) है। इसको बनाने में सोडियम क्लोराइड का उपयोग एक मूल पदार्थ के रूप में किया जाता है।



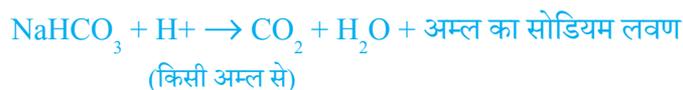
क्रियाकलाप 2.14 में क्या आपने सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट के pH के मान की जाँच की थी? क्या आप सह संबंध स्थापित कर सकते हैं कि— क्यों इसका उपयोग एक अम्ल को उदासीन करने में किया जाता है? यह एक दुर्बल असंक्षारक क्षारीय लवण है। खाना पकाते समय इसे गर्म करने पर निम्न अभिक्रिया होती है—



सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट का उपयोग हमारे घरों में अनेक प्रकार से किया जाता है।

## बेकिंग सोडा का उपयोग

- बेकिंग पाउडर बनाने में, जो बेकिंग सोडा (सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट) एवं टार्टरिक अम्ल जैसा एक मंद खाद्य अम्ल का मिश्रण है। जब बेकिंग पाउडर को गर्म किया जाता है या जल में मिलाया जाता है तो निम्न अभिक्रिया होती है—



इस अभिक्रिया से उत्पन्न कार्बन डाइऑक्साइड के द्वारा पावरोटी या केक में खमीर उठाया (फूल लाया) जा सकता है तथा इससे ये मुलायम एवं स्पंजी हो जाता है।

- (ii) सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट भी ऐन्टैसिड का एक संघटक है। क्षारीय होने के कारण यह पेट में अम्ल की अधिकता को उदासीन करके राहत पहुँचाता है।
- (iii) इसका उपयोग सोडा-अम्ल अग्निशामक में भी किया जाता है।

## धोने का सोडा

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (धोने का सोडा) एक अन्य रसायन, जिसे सोडियम क्लोराइड से प्राप्त किया जा सकता है। आप ऊपर देख चुके हैं कि बेकिंग सोडा को गर्म करके सोडियम कार्बोनेट प्राप्त किया जा सकता है। सोडियम कार्बोनेट के पुनः क्रिस्टलीकरण से धोने का सोडा प्राप्त होता है। यह भी एक क्षारकीय लवण है।



(सोडियम कार्बोनेट)

$10\text{H}_2\text{O}$  क्या दर्शाता है? क्या यह  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  को आर्द्र बनाता है? हम इसका उत्तर अगले भाग में पढ़ेंगे।

सोडियम कार्बोनेट एवं सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट, कई औद्योगिक प्रक्रियाओं के लिए भी उपयोगी रसायन है।

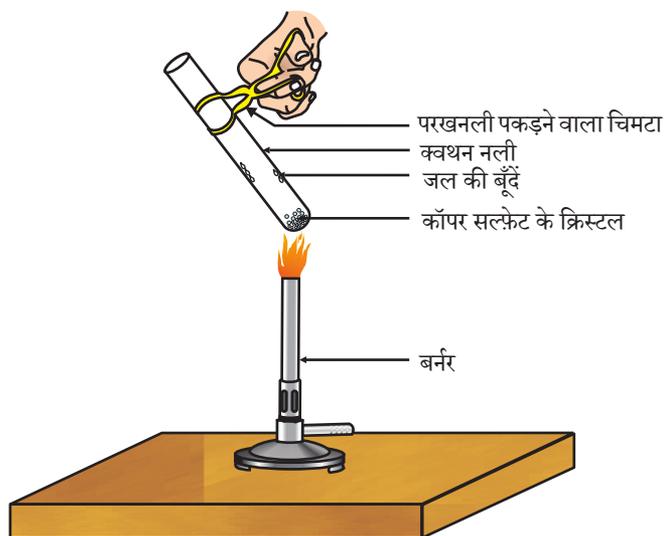
## धोने के सोडे के उपयोग

- (i) सोडियम कार्बोनेट का उपयोग काँच, साबुन एवं कागज़ उद्योगों में होता है।
- (ii) इसका उपयोग बोरेक्स जैसे सोडियम यौगिक के उत्पादन में होता है।
- (iii) सोडियम कार्बोनेट का उपयोग घरों में साफ़-सफ़ाई के लिए होता है।
- (iv) जल की स्थायी कठोरता को हटाने के लिए इसका उपयोग होता है।

### 2.4.4 क्या लवण के क्रिस्टल वास्तव में शुष्क हैं?

#### क्रियाकलाप 2.15

- कॉपर सल्फ़ेट के कुछ क्रिस्टल को शुष्क क्वथन नली में गर्म कीजिए।
- गर्म करने के बाद कॉपर सल्फ़ेट का रंग क्या है?
- क्वथन नली में क्या जल की बूँदें नज़र आती हैं? ये कहाँ से आईं?
- गर्म करने के बाद प्राप्त कॉपर सल्फ़ेट के नमूने में जल की 2-3 बूँदें डालिए।
- आप क्या प्रेक्षण करते हैं? क्या कॉपर सल्फ़ेट का नीला रंग वापस आ जाता है?



चित्र 2.9 क्रिस्टलन का जल हटाना

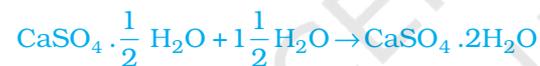
शुष्क दिखने वाले कॉपर सल्फेट क्रिस्टलों में क्रिस्टलन का जल होता है। जब हम क्रिस्टल को गर्म करते हैं तो यह जल हट जाता है एवं लवण का रंग श्वेत हो जाता है।

यदि आप क्रिस्टल को पुनः जल से भिगोते हैं तो क्रिस्टल का नीला रंग वापस आ जाता है। लवण के एक सूत्र इकाई में जल के निश्चित अणुओं की संख्या को क्रिस्टलन का जल कहते हैं। कॉपर सल्फेट की एक सूत्र इकाई में जल के पाँच अणु उपस्थित होते हैं। जलीय कॉपर सल्फेट का रासायनिक सूत्र  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  है। क्या आप अब बता सकते हैं कि  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  का अणु आर्द्र है या नहीं।

जिप्सम एक अन्य लवण है, जिसमें क्रिस्टलन का जल होता है। इसमें क्रिस्टलन के जल के दो अणु होते हैं। इसका रासायनिक सूत्र  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  है। अब हम इस लवण के उपयोगों पर ध्यान देते हैं।

### प्लास्टर ऑफ पेरिस

जिप्सम को 373 K पर गर्म करने पर यह जल के अणुओं का त्याग कर कैल्सियम सल्फेट अर्धहाइड्रेट या हेमिहाइड्रेट ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ ) बनाता है। इसे प्लास्टर ऑफ पेरिस कहते हैं। इस पदार्थ का उपयोग डॉक्टर टूटी हुई हड्डियों को सही जगह पर स्थिर रखने के लिए करते हैं। प्लास्टर ऑफ पेरिस एक सफ़ेद चूर्ण है, जो जल मिलाने पर यह पुनः जिप्सम बनकर कठोर ठोस पदार्थ प्रदान करता है।



(प्लास्टर ऑफ पेरिस)

(जिप्सम)

ध्यान दीजिए कि जल का केवल आधा अणु क्रिस्टलन के जल के रूप में जुड़ा होता है। जल का आधा अणु कैसे प्राप्त होता है?  $\text{CaSO}_4$  का दो इकाई सूत्र जल के एक अणु के साथ साझेदारी करते हैं। प्लास्टर ऑफ पेरिस का उपयोग खिलौना बनाने, सजावट का सामान एवं सतह को चिकना बनाने के लिए किया जाता है। पता करें कि कैल्सियम सल्फेट अर्धहाइड्रेट को प्लास्टर ऑफ पेरिस क्यों कहा जाता है?

## प्रश्न

1.  $\text{CaOCl}_2$  यौगिक का प्रचलित नाम क्या है?
2. उस पदार्थ का नाम बताइए जो क्लोरीन से क्रिया करके विरंजक चूर्ण बनाता है।
3. कठोर जल को मृदु करने के लिए किस सोडियम यौगिक का उपयोग किया जाता है?
4. सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट के विलयन को गर्म करने पर क्या होगा? इस अभिक्रिया के लिए समीकरण लिखिए।
5. प्लास्टर ऑफ पेरिस की जल के साथ अभिक्रिया के लिए समीकरण लिखिए।



## आपने क्या सीखा

- अम्ल-क्षारक सूचक रंजक या रंजकों के मिश्रण होते हैं, जिनका उपयोग अम्ल एवं क्षारक की उपस्थिति को सूचित करने के लिए किया जाता है।
- विलयन में  $H^+(aq)$  आयन के निर्माण के कारण ही पदार्थ की प्रकृति अम्लीय होती है। विलयन में  $OH^-(aq)$  आयन के निर्माण से पदार्थ की प्रकृति क्षारकीय होती है।
- जब कोई अम्ल किसी धातु के साथ अभिक्रिया करता है तो हाइड्रोजन गैस का उत्सर्जन होता है। साथ ही संगत लवण का निर्माण होता है।
- जब क्षारक किसी धातु से अभिक्रिया करता है तो हाइड्रोजन गैस के उत्सर्जन के साथ एक लवण का निर्माण होता है जिसका ऋण आयन एक धातु एवं ऑक्सीजन के परमाणुओं से संयुक्त रूप से निर्मित होता है।
- जब अम्ल किसी धातु कार्बोनेट या धातु हाइड्रोजनकार्बोनेट से अभिक्रिया करता है तो यह संगत लवण कार्बन डाइऑक्साइड गैस एवं जल उत्पन्न करता है।
- जल में अम्लीय एवं क्षारकीय विलयन विद्युत का चालन करते हैं, क्योंकि ये क्रमशः हाइड्रोजन एवं हाइड्रॉक्साइड आयन का निर्माण करते हैं।
- अम्ल या क्षारक की प्रबलता की जाँच pH (0—14) स्केल के उपयोग से की जा सकती है, जो विलयन में हाइड्रोजन आयन की सांद्रता की माप होता है।
- एक उदासीन विलयन के pH का मान 7 होता है, जबकि अम्लीय विलयन के pH का मान 7 से कम एवं क्षारकीय विलयन के pH का मान 7 से अधिक होता है।
- सभी जीवों में उपापचय की क्रिया pH की एक इष्टतम सीमा में होती है।
- सांद्र अम्ल या क्षारक को जल के साथ मिश्रित करना एक अत्यन्त ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया है।
- अम्ल एवं क्षारक एक-दूसरे को उदासीन करके लवण एवं जल का निर्माण करते हैं।
- लवण के एक सूत्र इकाई में जल के निश्चित अणुओं की संख्या को क्रिस्टलन जल कहते हैं।
- हमारे दैनिक जीवन एवं उद्योगों में लवण के कई उपयोग हैं।

## अभ्यास

1. कोई विलयन लाल लिटमस को नीला कर देता है, इसका pH संभवतः क्या होगा?  
(a) 1                      (b) 4                      (c) 5                      (d) 10
2. कोई विलयन अंडे के पिसे हुए कवच से अभिक्रिया कर एक गैस उत्पन्न करता है, जो चूने के पानी को दूधिया कर देती है। इस विलयन में क्या होगा?  
(a) NaCl                      (b) HCl                      (c) LiCl                      (d) KCl

3. NaOH का 10 mL विलयन, HCl के 8 mL विलयन से पूर्णतः उदासीन हो जाता है। यदि हम NaOH के उसी विलयन का 20 mL लें तो इसे उदासीन करने के लिए HCl के उसी विलयन की कितनी मात्रा की आवश्यकता होगी?
- 4 mL
  - 8 mL
  - 12 mL
  - 16 mL
4. अपच का उपचार करने के लिए निम्नलिखित में से किस औषधि का उपयोग होता है?
- एंटीबायोटिक (प्रतिजैविक)
  - ऐनालजेसिक (पीड़ाहरी)
  - एन्टैसिड
  - एंटीसेप्टिक (प्रतिरोधी)
5. निम्नलिखित अभिक्रिया के लिए पहले शब्द-समीकरण लिखिए तथा उसके बाद संतुलित समीकरण लिखिए—
- तनु सल्फ्यूरिक अम्ल दानेदार जिंक के साथ अभिक्रिया करता है।
  - तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल मैग्नीशियम पट्टी के साथ अभिक्रिया करता है।
  - तनु सल्फ्यूरिक अम्ल एल्युमिनियम चूर्ण के साथ अभिक्रिया करता है।
  - तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल लौह के रेतन के साथ अभिक्रिया करता है।
6. एल्कोहल एवं ग्लूकोज जैसे यौगिकों में भी हाइड्रोजन होते हैं, लेकिन इनका वर्गीकरण अम्ल की तरह नहीं होता है। एक क्रियाकलाप द्वारा इसे साबित कीजिए।
7. आसवित जल विद्युत का चालक क्यों नहीं होता, जबकि वर्षा जल होता है?
8. जल की अनुपस्थिति में अम्ल का व्यवहार अम्लीय क्यों नहीं होता है?
9. पाँच विलयनों A, B, C, D, व E की जब सार्वत्रिक सूचक से जाँच की जाती है तो pH के मान क्रमशः 4, 1, 11, 7 एवं 9 प्राप्त होते हैं। कौन सा विलयन—
- उदासीन है?
  - प्रबल क्षारीय है?
  - प्रबल अम्लीय है?
  - दुर्बल अम्लीय है?
  - दुर्बल क्षारीय है?
- pH के मानों को हाइड्रोजन आयन की सांद्रता के आरोही क्रम में व्यवस्थित कीजिए।
10. परखनली 'A' एवं 'B' में समान लंबाई की मैग्नीशियम की पट्टी लीजिए। परखनली 'A' में हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (HCl) तथा परखनली 'B' में ऐसिटिक अम्ल ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) डालिए। दोनों अम्लों की मात्रा तथा सांद्रता समान हैं। किस परखनली में अधिक तेजी से बुदबुदाहट होगी तथा क्यों?

11. ताजे दूध के pH का मान 6 होता है। दही बन जाने पर इसके pH के मान में क्या परिवर्तन होगा? अपना उत्तर समझाइए।
12. एक ग्वाला ताजे दूध में थोड़ा बेकिंग सोडा मिलाता है।
  - (a) ताजा दूध के pH के मान को 6 से बदलकर थोड़ा क्षारीय क्यों बना देता है?
  - (b) इस दूध को दही बनने में अधिक समय क्यों लगता है?
13. प्लास्टर ऑफ पेरिस को आर्द्र-रोधी बर्तन में क्यों रखा जाना चाहिए। इसकी व्याख्या कीजिए।
14. उदासीनीकरण अभिक्रिया क्या है? दो उदाहरण दीजिए।
15. धोने का सोडा एवं बेकिंग सोडा के दो-दो प्रमुख उपयोग बताइए।

## सामूहिक क्रियाकलाप

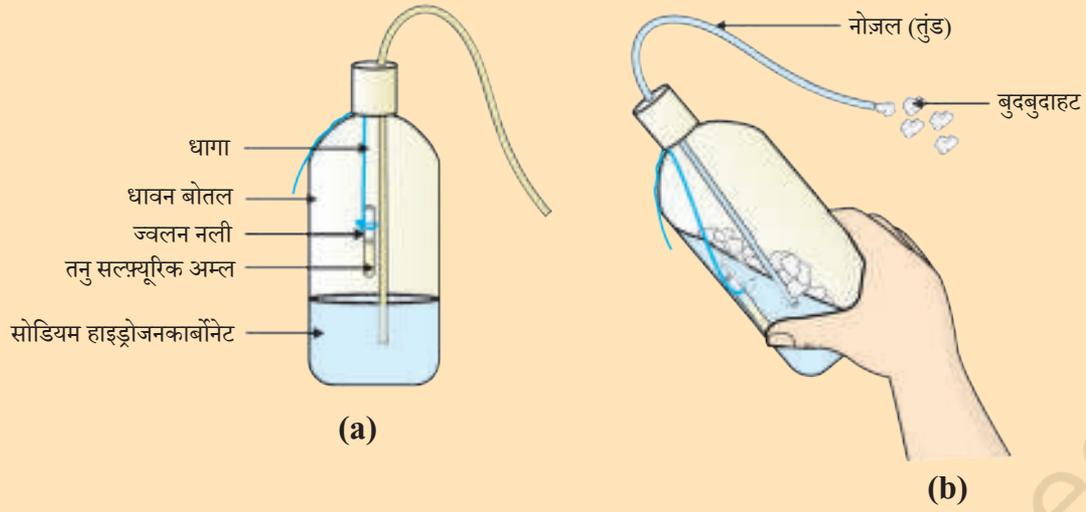
### (I) आप अपना सूचक तैयार करें

- खरल में चुकंदर की जड़ को पीसिए।
- निष्कर्ष प्राप्त करने के लिए पर्याप्त जल मिलाइए।
- पिछली कक्षाओं में पढ़ी गई विधियों द्वारा निष्कर्ष छान लीजिए।
- पदार्थों की जाँच के लिए निस्पंद को एकत्र कर लीजिए। इस पदार्थ को शायद आप पहले भी चख चुके हैं।
- परखनली स्टैंड में चार परखनलियों को व्यवस्थित कीजिए एवं उसे A, B, C एवं D से चिह्नित कीजिए। इन परखनलियों में क्रमशः नींबू रस का विलयन, सोडा-जल, सिरका एवं बेकिंग सोडा का 2 mL डालिए।
- प्रत्येक परखनली में चुकंदर जड़ के निचोड़ (निष्कर्ष) की 2-3 बूँदें मिलाइए एवं रंग में आए परिवर्तन पर ध्यान दीजिए। अपने प्रेक्षणों को सारणी में लिखिए।
- लाल पत्ता गोभी की पत्तियों, कुछ फूल, जैसे- पेटुनिया (Petunia), हाइड्रेंजिया (Hydrangea) एवं जेरानियम (Geranium) की पंखुड़ी आदि जैसे कुछ प्राकृतिक पदार्थों के निचोड़ से भी आप अपना सूचक बना सकते हैं।

### (II) सोडा-अम्ल अग्निशामक तैयार करना

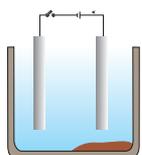
- कार्बन डाइऑक्साइड उत्पन्न करने वाले अग्निशामक में धातु हाइड्रोजनकार्बोनेट के साथ अम्ल की अभिक्रिया का उपयोग होता है।
- एक धावन बोतल में सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट ( $\text{NaHCO}_3$ ) विलयन का 20 mL विलयन लीजिए।
- तनु सल्फ्यूरिक अम्ल वाली ज्वलन नली को धावन बोतल में लटकाइए।
- धावन बोतल का मुँह बंद कर दीजिए।
- धावन बोतल को इस प्रकार से झुकाइए, जिससे कि ज्वलन नली का अम्ल सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट के विलयन से मिश्रित हो जाए।
- आप देखेंगे कि नोजल (तुंड) से बुदबुदाहट बाहर आ रही है।

- इसे एक जलती हुई मोमबत्ती की ओर लाइए। क्या होता है?



चित्र 2.10 (a) सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट वाली धावन बोतल में लटकी हुई तनु सल्फ्यूरिक अम्ल वाली ज्वलन नली  
(b) नोज़ल से बाहर आती बुदबुदाहट

## अध्याय 3



# धातु एवं अधातु



1065CH03

**नौवीं** कक्षा में आपने कई तत्वों के बारे में पढ़ा होगा। आपने देखा कि किस प्रकार तत्वों को उनके गुणधर्मों के आधार पर धातु एवं अधातु में वर्गीकृत किया जाता है।

- अपने दैनिक जीवन में धातु एवं अधातु के उपयोगों पर विचार कीजिए।
- आपके विचार से कौन से गुणधर्म तत्वों को धातु एवं अधातु में वर्गीकृत करते हैं?
- किस प्रकार यह गुणधर्म इन तत्वों के उपयोग से संबंधित है? हम इनके कुछ गुणधर्मों का विस्तार से अध्ययन करेंगे।

### 3.1 भौतिक गुणधर्म

#### 3.1.1 धातु

इन पदार्थों के भौतिक गुणधर्मों की तुलना करके समूहों में अलग करना सबसे आसान है। इनके अध्ययन के लिए हम निम्नलिखित क्रियाकलापों की सहायता लेते हैं। अनुभाग 3.1 से 3.6 में दिए गए क्रियाकलापों के लिए निम्नलिखित धातुओं—आयरन, कॉपर, एल्युमिनियम, मैग्नीशियम, सोडियम, लेड, जिंक तथा आसानी से मिलने वाली कुछ अन्य धातुओं के नमूने इकट्ठे कीजिए।

#### क्रियाकलाप 3.1

- आयरन, कॉपर, एल्युमिनियम और मैग्नीशियम के नमूने लीजिए। प्रत्येक नमूना कैसा दिखाई देता है, उस पर ध्यान दीजिए।
- रेगमाल से रगड़कर प्रत्येक नमूने की सतह को साफ़ करके उसके स्वरूप पर फिर ध्यान दीजिए।

अपने शुद्ध रूप में धातु की सतह चमकदार होती है। धातु के इस गुणधर्म को **धात्विक चमक** कहते हैं।

### क्रियाकलाप 3.2

- आयरन, कॉपर एल्युमिनियम तथा मैग्नीशियम का एक छोटा टुकड़ा लीजिए। इन धातुओं को तेज धार वाले चाकू से काटने का प्रयास कीजिए तथा अपने प्रेक्षणों को लिखिए।
- चिमटे से सोडियम धातु का एक टुकड़ा पकड़िए।  
**सावधानी—** सोडियम धातु का उपयोग करते समय हमेशा सावधान रहिए। फिल्टर पेपर के बीच दबाकर इसे सुखा लीजिए।
- वाच-ग्लास पर रखकर इसे चाकू से काटने का प्रयास कीजिए।
- आपने क्या देखा?

आप देखेंगे कि धातुएँ सामान्यतः कठोर होती हैं। प्रत्येक धातु की कठोरता अलग-अलग होती है।

### क्रियाकलाप 3.3

- आयरन, जिंक, लेड तथा कॉपर के टुकड़े लीजिए।
- किसी एक धातु को लोहे के ब्लॉक (खंड) पर रखकर चार-पाँच बार हथौड़े से प्रहार कीजिए। आपने क्या देखा?
- अन्य धातुओं के साथ भी यही क्रिया कीजिए।
- इन धातुओं के आकार में हुए परिवर्तन को लिखिए।

आप देखेंगे कि कुछ धातुओं को पीटकर पतली चादर बनाया जा सकता है। इस गुणधर्म को **आघातवर्ध्यता** कहते हैं। क्या आप जानते हैं कि सोना तथा चाँदी सबसे अधिक आघातवर्ध्य धातुएँ हैं?

### क्रियाकलाप 3.4

- उन धातुओं की सूची बनाइए, जिसके तार आप अपने दैनिक जीवन में देखते हैं।

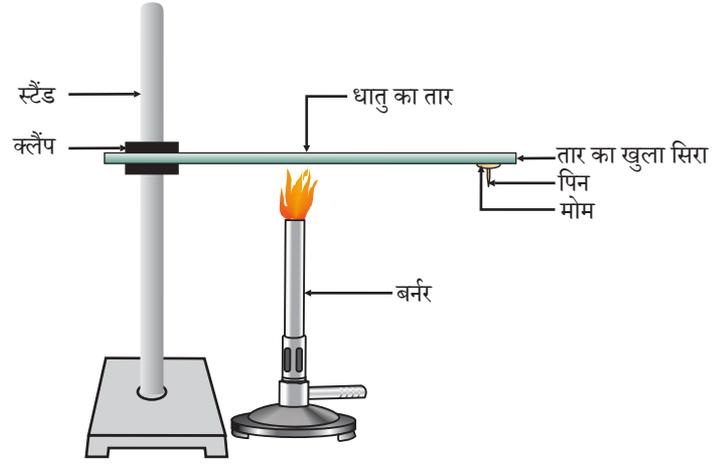
धातु के पतले तार के रूप में खींचने की क्षमता को **तन्यता** कहा जाता है। सोना सबसे अधिक तन्य धातु है। आपको यह जानकर आश्चर्य होगा कि एक ग्राम सोने से 2 km लंबा तार बनाया जा सकता है।

आघातवर्ध्यता तथा तन्यता के कारण धातुओं को हमारी आवश्यकता के अनुसार विभिन्न आकार दिए जा सकते हैं।

क्या आप कुछ धातुओं के नाम बता सकते हैं, जिनका उपयोग खाना पकाने के बर्तन बनाने के लिए होता है? क्या आप जानते हैं इन धातुओं का उपयोग बर्तनों को बनाने के लिए क्यों किया जाता है? इसका उत्तर पाने के लिए आइए, हम निम्नलिखित क्रियाकलाप करते हैं।

### क्रियाकलाप 3.5

- एल्युमिनियम या कॉपर का तार लीजिए। क्लैंप की मदद से इस तार को स्टैंड से बाँध दीजिए जैसा चित्र 3.1 में दिखाया गया है।
- तार के खुले सिरे पर मोम का उपयोग कर एक पिन चिपका दीजिए।
- स्पिरिट लैंप, मोमबत्ती या बर्नर से क्लैंप के निकट तार को गर्म कीजिए।
- थोड़ी देर बाद आप क्या देखते हैं?
- अपने प्रेक्षणों को लिखिए। क्या धातु का तार द्रवित होता है?



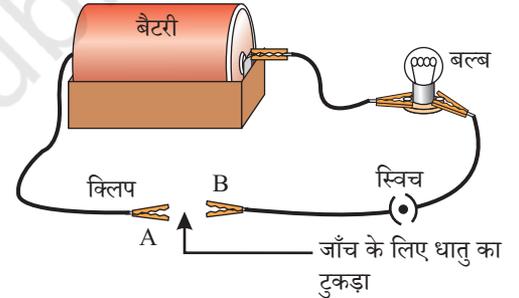
चित्र 3.1 धातु ऊष्मा के सुचालक होते हैं

उपरोक्त क्रियाकलाप से पता चलता है कि धातु ऊष्मा के सुचालक हैं तथा इनका गलनांक बहुत अधिक होता है। सिल्वर तथा कॉपर ऊष्मा के सबसे अच्छे चालक हैं। इनकी तुलना में लेड तथा मर्करी ऊष्मा के कुचालक हैं।

क्या धातुएँ विद्युत की भी चालक हैं? आइए, पता करते हैं।

### क्रियाकलाप 3.6

- चित्र 3.2 की तरह एक विद्युत सर्किट (परिपथ) तैयार कीजिए।
- जिस धातु की जाँच करनी है, उसे परिपथ में टर्मिनल (A) तथा टर्मिनल (B) के बीच उसी प्रकार रखिए जैसा चित्र 3.2 में दिखाया गया है।
- क्या बल्ब जलता है? इससे क्या पता चलता है?



चित्र 3.2

धातुएँ विद्युत की सुचालक होती हैं

आपने अवश्य देखा होगा कि जिस तार से आपके घर तक बिजली पहुँचती है, उस पर पॉलिवाइनिनिल क्लोराइड (PVC) अथवा रबड़ जैसी सामग्री की परत चढ़ी होती है। विद्युत तार पर ऐसे पदार्थों की परत क्यों होती है?

जब धातुएँ किसी कठोर सतह से टकराती हैं तो क्या होता है? क्या वह कोई आवाज़ उत्पन्न करती हैं? जो धातुएँ कठोर सतह से टकराने पर आवाज़ उत्पन्न करती हैं, उन्हें **ध्वानिक** (सोनोरस) कहते हैं। क्या अब आप बता सकते हैं कि स्कूल की घंटी धातु की क्यों बनी होती है?

### 3.1.2 अधातु

पिछली कक्षा में आप अध्ययन कर चुके हैं कि धातुओं की तुलना में अधातुओं की संख्या कम है। कार्बन, सल्फर, आयोडीन, ऑक्सीजन, हाइड्रोजन आदि अधातुओं के कुछ उदाहरण हैं। ब्रोमीन ऐसी अधातु है, जो द्रव होती है। इसके अलावा सारी अधातुएँ या तो ठोस या फिर गैस होती हैं। क्या धातुओं के समान अधातुओं के भी कुछ गुणधर्म होते हैं? आइए, पता करते हैं।

धातु एवं अधातु

### क्रियाकलाप 3.7

- कार्बन (कोल या ग्रेफाइट), सल्फर तथा आयोडीन के नमूने एकत्र कीजिए।
- इन अधातुओं से 3.1 से 3.4 और 3.6 तक के क्रियाकलापों को दोहराइए तथा अपने प्रेक्षणों को लिखिए।

### सारणी 3.1

धातुओं एवं अधातुओं से संबंधित अपने प्रेक्षणों को सारणी 3.1 में संकलित कीजिए।

तत्व	चिह्न	सतह का प्रकार	कठोरता	आघातवर्धता	तन्यता	विद्युत चालकता	ध्वनिकता

सारणी 3.1 में लिखे प्रेक्षणों के आधार पर अपनी कक्षा में धातुओं तथा अधातुओं के सामान्य गुणधर्मों की चर्चा कीजिए। आप निश्चित रूप से इस निष्कर्ष पर पहुँचे होंगे कि केवल भौतिक गुणधर्मों के आधार पर ही हम तत्वों का वर्गीकरण नहीं कर सकते, क्योंकि इसमें कई अपवाद हैं। उदाहरण के लिए—

- मर्करी को छोड़कर सारी धातुएँ कमरे के ताप पर ठोस अवस्था में पाई जाती हैं। क्रियाकलाप 3.5 में आपने देखा कि धातुओं का गलनांक अधिक होता है, लेकिन गैलियम और सीज़ियम का गलनांक बहुत कम है। यदि आप अपनी हथेली पर इन दोनों धातुओं को रखेंगे तो ये पिघलने लगेंगी।
- आयोडीन अधातु होते हुए भी चमकीला होता है।
- कार्बन ऐसी अधातु है, जो विभिन्न रूपों में विद्यमान रहती है। प्रत्येक रूप को **अपररूप** कहते हैं। हीरा कार्बन का एक अपररूप है। यह सबसे कठोर प्राकृतिक पदार्थ है एवं इसका गलनांक तथा क्वथनांक बहुत अधिक होता है। कार्बन का एक अन्य अपररूप ग्रेफाइट, विद्युत का सुचालक है।
- क्षारीय धातु (लीथियम, सोडियम, पोटेशियम) इतनी मुलायम होती हैं कि उनको चाकू से भी काटा जा सकता है। इनके घनत्व तथा गलनांक कम होते हैं।

तत्वों को उनके रासायनिक गुणधर्मों के आधार पर अधिक स्पष्टता से धातुओं एवं अधातुओं में वर्गीकृत किया जा सकता है।

### क्रियाकलाप 3.8

- मैग्नीशियम की एक पट्टी तथा थोड़ा सल्फर चूर्ण लीजिए।
- मैग्नीशियम की पट्टी का दहन कीजिए। उसकी राख को इकट्ठा करके उसे पानी में घोल दीजिए।
- लाल तथा नीले लिटमस पेपर से प्राप्त विलयन की जाँच कीजिए।
- मैग्नीशियम के दहन से जो उत्पाद मिला है वह अम्लीय है या क्षारीय?
- अब सल्फर के चूर्ण का दहन कीजिए। दहन से उत्पन्न धुएँ को एकत्र करने के लिए उसके ऊपर एक परखनली रख दीजिए।

- इस परखनली में जल डालकर उसे अच्छी तरह मिला दीजिए।
- नीले तथा लाल लिटमस पेपर से इस विलयन की जाँच कीजिए।
- सल्फर के दहन से उत्पन्न पदार्थ अम्लीय है या क्षारकीय।
- क्या आप इन अभिक्रियाओं के समीकरण लिख सकते हैं?

अधिकांश अधातुएँ ऑक्साइड प्रदान करती हैं, जो जल में घुलकर अम्ल बनाती हैं। वहीं अधिकतर धातुएँ क्षारकीय ऑक्साइड प्रदान करती हैं। अगले भाग में आपको धातुओं के ऑक्साइडों के बारे में अधिक जानकारी प्राप्त होगी।

## प्रश्न

1. ऐसी धातु का उदाहरण दीजिए जो—
  - (i) कमरे के ताप पर द्रव होती है
  - (ii) चाकू से आसानी से काटा जा सकता है।
  - (iii) ऊष्मा की सबसे अच्छी चालक होती है।
  - (iv) ऊष्मा की कुचालक होती है।
2. आघातवर्धय तथा तन्य का अर्थ बताइए।

## 3.2 धातुओं के रासायनिक गुणधर्म

धातुओं के रासायनिक गुणधर्मों के बारे में हम भाग 3.2.1 से 3.2.4 में पढ़ेंगे। इसके लिए निम्नलिखित धातुओं के नमूने एकत्र कीजिए— एल्युमिनियम, कॉपर, आयरन, लेड, मैग्नीशियम, जिंक तथा सोडियम।

### 3.2.1 धातुओं का वायु में दहन करने से क्या होता है?

क्रियाकलाप 3.8 में आपने देखा कि वायु में चमकदार श्वेत ज्वाला के साथ मैग्नीशियम का दहन होता है। क्या सभी धातुएँ इसी प्रकार अभिक्रिया करती हैं? आइए, निम्नलिखित क्रियाकलापों द्वारा इसकी जाँच करते हैं।

#### क्रियाकलाप 3.9

- सावधानी—** निम्नलिखित क्रियाकलाप में शिक्षक का सहयोग आवश्यक है। आँखों की सुरक्षा के लिए छात्र चश्मा लगा लें तो बेहतर होगा।
- एकत्र की गई किसी धातु को चिमटे से पकड़कर ज्वाला पर उसका दहन कीजिए। अन्य धातुओं के साथ भी यही क्रिया दोहराइए।
  - इससे उत्पन्न पदार्थ को एकत्र कीजिए।
  - उत्पाद तथा धातु की सतह को ठंडा होने दीजिए।
  - किस धातु का दहन आसानी से होता है?
  - जब धातु का दहन हो रहा था तो ज्वाला का रंग क्या था?
  - दहन के पश्चात धातु की सतह कैसी प्रतीत होती है?
  - धातुओं को ऑक्सीजन के साथ अभिक्रियाशीलता के आधार पर घटते क्रम में व्यवस्थित कीजिए।
  - क्या इनके उत्पाद जल में घुलनशील हैं?

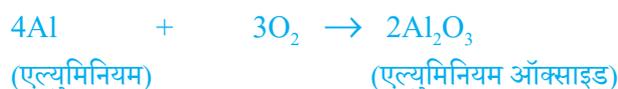
लगभग सभी धातुएँ ऑक्सीजन के साथ मिलकर संगत धातु के ऑक्साइड बनाती हैं।



उदाहरण के लिए— जब कॉपर को वायु की उपस्थिति में गर्म किया जाता है तो यह ऑक्सीजन के साथ मिलकर काले रंग का कॉपर (II) ऑक्साइड बनाता है।



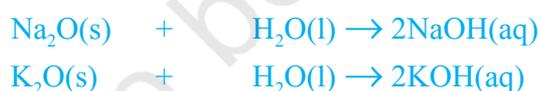
इसी प्रकार एल्युमिनियम एल्युमिनियम ऑक्साइड प्रदान करता है।



अध्याय 2 में आपने देखा कि कॉपर ऑक्साइड हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से कैसे अभिक्रिया करता है। हम जानते हैं कि धातु ऑक्साइड की प्रकृति क्षारकीय होती है, लेकिन एल्युमिनियम ऑक्साइड, जिंक ऑक्साइड जैसी कुछ धातुएँ ऑक्साइड अम्लीय तथा क्षारकीय दोनों प्रकार के व्यवहार प्रदर्शित करती हैं। ऐसे धातु ऑक्साइड, जो अम्ल तथा क्षारक दोनों से अभिक्रिया करके लवण तथा जल प्रदान करते हैं, **उभयधर्मी ऑक्साइड** कहलाते हैं। अम्ल तथा क्षारक के साथ एल्युमिनियम ऑक्साइड निम्नलिखित प्रकार से अभिक्रिया करता है—



अधिकांश धातु ऑक्साइड जल में अघुलनशील हैं, लेकिन इनमें से कुछ जल में घुलकर क्षार प्रदान करते हैं। सोडियम ऑक्साइड एवं पोटैशियम ऑक्साइड निम्नलिखित प्रकार से जल में घुलकर क्षार प्रदान करते हैं—



क्रियाकलाप 3.9 में हमने देखा कि ऑक्सीजन के साथ सभी धातुएँ एक ही दर से अभिक्रिया नहीं करती हैं। विभिन्न धातुएँ ऑक्सीजन के साथ विभिन्न अभिक्रियाशीलता प्रदर्शित करती हैं। पोटैशियम तथा सोडियम जैसी कुछ धातुएँ इतनी तेजी से अभिक्रिया करती हैं कि खुले में रखने पर आग पकड़ लेती हैं। इसलिए, इन्हें सुरक्षित रखने तथा आकस्मिक आग को रोकने के लिए किरोसिन तेल में डुबोकर रखा जाता है। सामान्य ताप पर मैग्नीशियम, एल्युमिनियम, जिंक, लेड आदि जैसी धातुओं की सतह पर ऑक्साइड की पतली परत चढ़ जाती है। ऑक्साइड की यह परत धातुओं को पुनः ऑक्सीकरण से सुरक्षित रखती है। गर्म करने पर आयरन का दहन तो नहीं होता है, लेकिन जब बर्नर की ज्वाला में लौह चूर्ण डालते हैं तब वह तेजी से जलने लगता है। कॉपर का दहन तो नहीं होता है, लेकिन गर्म धातु पर कॉपर (II) ऑक्साइड की काले रंग की परत चढ़ जाती है। सिल्वर एवं गोल्ड अत्यंत अधिक ताप पर भी ऑक्सीजन के साथ अभिक्रिया नहीं करते हैं।

ऐनोडीकरण (Anodising) एल्युमिनियम पर मोटी ऑक्साइड की परत बनाने की प्रक्रिया है। वायु के संपर्क में आने पर एल्युमिनियम पर ऑक्साइड की पतली परत का निर्माण होता है। एल्युमिनियम ऑक्साइड की परत इसे संक्षारण से बचाती है। इस परत को मोटा करके इसे संक्षारण से अधिक सुरक्षित किया जा सकता है। ऐनोडीकरण के लिए एल्युमिनियम की एक साफ़ वस्तु को ऐनोड बनाकर तनु सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ इसका विद्युत-अपघटन किया जाता है। ऐनोड पर उत्सर्जित ऑक्सीजन गैस एल्युमिनियम के साथ अभिक्रिया करके ऑक्साइड की एक मोटी परत बनाती है। इस ऑक्साइड की परत को आसानी से रँगकर एल्युमिनियम की आकर्षक वस्तुएँ बनाई जा सकती हैं।

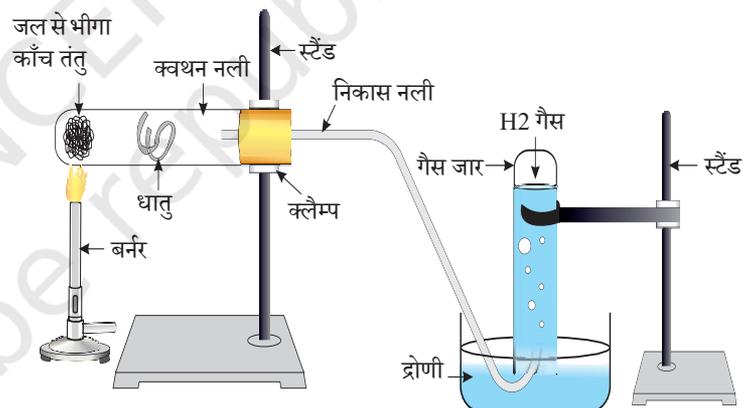
क्रियाकलाप 3.9 करने के बाद आपने देखा होगा कि उन धातुओं के नमूनों में सोडियम सबसे अधिक अभिक्रियाशील है। मैग्नीशियम धीमी अभिक्रिया करता है और यह सोडियम की अपेक्षा कम अभिक्रियाशील है, लेकिन ऑक्सीजन में दहन करने से हमें जिंक, आयरन, कॉपर तथा लेड की अभिक्रियाशीलता का पता नहीं चलता है। कुछ और अभिक्रियाओं को देखकर हम इन धातुओं की अभिक्रियाशीलता का क्रम बनाने का प्रयास करते हैं।

### 3.2.2 धातुएँ जब जल के साथ अभिक्रिया करती हैं तो क्या होता है?

#### क्रियाकलाप 3.10

**सावधानी—** इस क्रियाकलाप में शिक्षक के सहयोग की आवश्यकता है।

- क्रियाकलाप 3.9 की तरह समान धातुओं के नमूने एकत्र कीजिए।
- ठंडे जल से आधे भरे बीकर में नमूने के छोटे टुकड़ों को अलग-अलग डालिए।
- कौन सी धातु ठंडे जल से अभिक्रिया करती है? ठंडे पानी के साथ अभिक्रियाशीलता के आधार पर उन्हें आरोही क्रम में व्यवस्थित कीजिए।
- क्या कोई धातु जल में आग उत्पन्न करती है?
- थोड़ी देर बाद क्या कोई धातु जल में तैरने लगती है?
- जो धातुएँ ठंडे जल के साथ अभिक्रिया नहीं करती हैं, उन्हें ऐसे बीकरों में डालिए जो गर्म जल से आधे भरे हुए हों।
- जो धातुएँ गर्म जल के साथ अभिक्रिया नहीं करती हैं, उसके लिए चित्र 3.3 की तरह उपकरण व्यवस्थित कीजिए तथा भाप के साथ उसकी अभिक्रिया को प्रेक्षित कीजिए।
- कौन-सी धातुएँ भाप के साथ भी अभिक्रिया नहीं करती हैं?
- जल के साथ अभिक्रियाशीलता के आधार पर धातुओं को अवरोही क्रम में व्यवस्थित कीजिए।



चित्र 3.3 धातु पर भाप की क्रिया

जल के साथ अभिक्रिया करके धातुएँ हाइड्रोजन गैस तथा धातु ऑक्साइड उत्पन्न करती हैं जो धातु ऑक्साइड जल में घुलनशील हैं, जल में घुलकर धातु हाइड्रॉक्साइड प्रदान करते हैं, लेकिन सभी धातुएँ जल के साथ अभिक्रिया नहीं करती हैं।



पोटेशियम एवं सोडियम जैसी धातुएँ ठंडे जल के साथ तेजी से अभिक्रिया करती हैं। सोडियम तथा पोटेशियम की अभिक्रिया तेज तथा ऊष्माक्षेपी होती है कि इससे उत्सर्जित हाइड्रोजन तत्काल प्रज्वलित हो जाती है।



जल के साथ कैल्सियम की अभिक्रिया थोड़ी धीमी होती है। यहाँ उत्सर्जित ऊष्मा हाइड्रोजन के प्रज्वलित होने के लिए पर्याप्त नहीं होती है।



क्योंकि उपरोक्त अभिक्रिया में उत्पन्न हाइड्रोजन गैस के बुलबुले कैल्सियम धातु की सतह पर चिपक जाते हैं। अतः कैल्सियम तैरना प्रारंभ कर देता है।

मैग्नीशियम शीतल जल के साथ अभिक्रिया नहीं करता है, परंतु गर्म जल के साथ अभिक्रिया करके वह मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड एवं हाइड्रोजन गैस उत्पन्न करता है। चूँकि हाइड्रोजन गैस के बुलबुले मैग्नीशियम धातु की सतह से चिपक जाते हैं। अतः यह भी तैरना प्रारंभ कर देते हैं।

एल्युमिनियम, आयरन तथा जिंक जैसी धातुएँ न तो शीतल जल के साथ और न ही गर्म जल के साथ अभिक्रिया करती हैं, लेकिन भाप के साथ अभिक्रिया करके यह धातु ऑक्साइड तथा हाइड्रोजन प्रदान करती हैं।



लेड, कॉपर, सिल्वर तथा गोल्ड जैसी धातुएँ जल के साथ बिल्कुल अभिक्रिया नहीं करती हैं।

### 3.2.3 क्या होता है, जब धातुएँ अम्लों के साथ अभिक्रिया करती हैं?

आप पहले ही अध्ययन कर चुके हैं कि धातुएँ अम्ल के साथ अभिक्रिया करके संगत लवण तथा हाइड्रोजन गैस प्रदान करती हैं।



लेकिन क्या सभी धातुएँ इसी प्रकार अभिक्रिया करती हैं? आइए पता करते हैं।

#### क्रियाकलाप 3.11

- सोडियम तथा पोटेशियम के अतिरिक्त बाकी सभी धातुओं के नमूने एकत्र कीजिए। यदि नमूने मलीन हैं तो रेगमाल से रगड़कर उन्हें साफ़ कर लीजिए।

**सावधानी—** सोडियम तथा पोटेशियम को नहीं लीजिए, क्योंकि वे ठंडे जल के साथ भी तेजी से अभिक्रिया करते हैं।

- नमूनों को अलग-अलग तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल युक्त परखनलियों में डालिए।
- थर्मामीटर को परखनलियों में इस प्रकार लटका दें कि उसका बल्ब अम्ल में डूब जाए।
- बुलबुले बनने की दर का सावधानीपूर्वक प्रेक्षण कीजिए।
- कौन-सी धातुएँ तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ तेजी से अभिक्रिया करती हैं?
- आपने किस धातु के साथ सबसे अधिक ताप रिकार्ड किया?
- तनु अम्ल के साथ अभिक्रियाशीलता के आधार पर धातुओं को अवरोही क्रम में व्यवस्थित कीजिए।

तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ मैग्नीशियम, एल्युमिनियम, जिंक तथा आयरन की अभिक्रियाओं के लिए समीकरण लिखिए।

जब धातुएँ नाइट्रिक अम्ल के साथ अभिक्रिया करती हैं तब हाइड्रोजन गैस उत्सर्जित नहीं होती है, क्योंकि  $\text{HNO}_3$  एक प्रबल ऑक्सीकारक होता है जो उत्पन्न  $\text{H}_2$  को ऑक्सीकृत करके जल में परिवर्तित कर देता है एवं स्वयं नाइट्रोजन के किसी ऑक्साइड ( $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ) में अपचयित हो जाता है, लेकिन मैग्नीशियम (Mg) एवं मैंगनीज (Mn), अति तनु  $\text{HNO}_3$  के साथ अभिक्रिया कर  $\text{H}_2$  गैस उत्सर्जित करते हैं।

क्रियाकलाप 3.11 में आपने देखा कि बुलबुले बनने की दर मैग्नीशियम के साथ सबसे अधिक थी। इस स्थिति में अभिक्रिया सबसे अधिक ऊष्माक्षेपी थी। अभिक्रियाशीलता इस क्रम में घटती है—  $\text{Mg} > \text{Al} > \text{Zn} > \text{Fe}$ । कॉपर की स्थिति में न तो बुलबुले बनते हैं और न ही ताप में कोई परिवर्तन होता है। इससे पता चलता है कि कॉपर तनु  $\text{HCl}$  के साथ अभिक्रिया नहीं करता है।

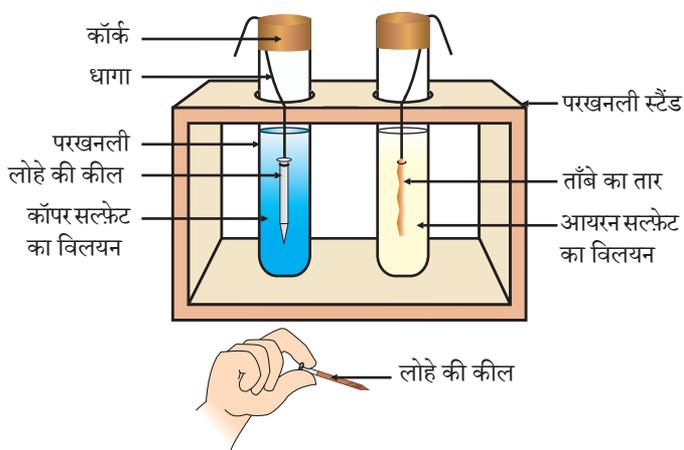
क्या आप जानते हैं?

एक्वा रेजिया – *Aqua regia* (रॉयल जल का लैटिन शब्द) 3:1 के अनुपात में सांद्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल एवं सांद्र नाइट्रिक अम्ल का ताजा मिश्रण होता है। यह गोल्ड को गला सकता है, जबकि दोनों में से किसी अम्ल में अकेले यह क्षमता नहीं होती है। एक्वा रेजिया भभकता द्रव होने के साथ प्रबल संक्षारक है। यह उन अभिकर्मकों में से एक है, जो गोल्ड एवं प्लैटिनम को गलाने में समर्थ होता है।

### 3.2.4 अन्य धातु लवणों के विलयन के साथ धातुएँ कैसे अभिक्रिया करती हैं?

#### क्रियाकलाप 3.12

- कॉपर का एक स्वच्छ तार एवं आयरन की एक कील लीजिए।
- कॉपर के तार को परखनली में रखे आयरन सल्फेट के विलयन तथा आयरन की कील को दूसरी परखनली में रखे कॉपर सल्फेट के विलयन (चित्र 3.4) में डाल दीजिए।
- 20 मिनट के बाद अपने प्रेक्षणों को रिकार्ड कीजिए।
- आपको किस परखनली में कोई अभिक्रिया हुई है, इसका पता चलता है?
- किस आधार पर आप कह सकते हैं कि वास्तव में कोई अभिक्रिया हुई है?
- क्या आप अपने प्रेक्षणों को क्रियाकलाप 3.9, 3.10, तथा 3.11 से कोई संबंध स्थापित कर सकते हैं?
- इस अभिक्रिया के लिए संतुलित रसायनिक समीकरण लिखिए।
- यह किस प्रकार की अभिक्रिया है?



चित्र 3.4 धातु की लवण विलयन के साथ अभिक्रिया

अभिक्रियाशील धातु अपने से कम अभिक्रियाशील धातु को उसके यौगिक के विलयन या गलित अवस्था से विस्थापित कर देती है।

पिछले खंड में हमने देखा कि सभी धातुओं की अभिक्रियाशीलता समान नहीं होती है। हमने ऑक्सीजन, जल एवं अम्ल के साथ विभिन्न धातुओं की अभिक्रियाशीलता की जाँच की, लेकिन सभी धातुएँ इन अभिकर्मकों के साथ अभिक्रिया नहीं करती हैं। इसलिए हम सभी धातुओं के नमूने को अभिक्रियाशीलता के अवरोही क्रम में नहीं रख सके। आपने अध्याय 1 में जो विस्थापन अभिक्रियाओं का अध्ययन किया वह धातुओं की अभिक्रियाशीलता

का उत्तम प्रमाण प्रस्तुत करता है। इसे समझना बहुत ही आसान एवं सरल है। अगर धातु (A) धातु (B) को उसके विलयन से विस्थापित कर देती है तो यह धातु (B) की अपेक्षा अधिक अभिक्रियाशील है।



क्रियाकलाप 3.12 में आपके प्रेक्षणों के आधार पर कॉपर तथा आयरन में से कौन-सी धातु अधिक अभिक्रियाशील है?

### 3.2.5 सक्रियता श्रेणी

सक्रियता श्रेणी वह सूची है, जिसमें धातुओं की क्रियाशीलता को अवरोही क्रम में व्यवस्थित किया जाता है। विस्थापन के प्रयोगों के बाद (क्रियाकलाप 1.9 तथा 3.12) निम्नलिखित श्रेणी (सारणी 3.2) को विकसित किया गया है, जिसे **सक्रियता श्रेणी** कहते हैं।

**सारणी 3.2 सक्रियता श्रेणी :** धातुओं की सापेक्ष अभिक्रियाशीलताएँ

K	पोटेशियम	↓	सबसे अधिक अभिक्रियाशील
Na	सोडियम		
Ca	कैल्सियम		
Mg	मैग्नीशियम		
Al	एल्युमिनियम		
Zn	ज़िंक		घटती अभिक्रियाशीलता
Fe	आयरन		
Pb	लेड		
[H]	[हाइड्रोजन]		
Cu	कॉपर (ताँबा)		
Hg	मर्करी (पारद)		
Ag	सिल्वर		
Au	गोल्ड		सबसे कम अभिक्रियाशील

## प्रश्न

1. सोडियम को किरोसिन में डुबोकर क्यों रखा जाता है?
2. इन अभिक्रियाओं के लिए समीकरण लिखिए—
  - (i) भाप के साथ आयरन
  - (ii) जल के साथ कैल्सियम तथा पोटेशियम
3. A, B, C एवं D चार धातुओं के नमूनों को लेकर एक-एक करके निम्नलिखित विलयन में डाला गया। इससे प्राप्त परिणाम को निम्नलिखित प्रकार से सारणीबद्ध किया गया है:

धातु	आयरन(II) सल्फ़ेट	कॉपर(II) सल्फ़ेट	ज़िंक सल्फ़ेट	सिल्वर नाइट्रेट
A	कोई अभिक्रिया नहीं	विस्थापन		
B	विस्थापन		कोई अभिक्रिया नहीं	
C	कोई अभिक्रिया नहीं	कोई अभिक्रिया नहीं	कोई अभिक्रिया नहीं	विस्थापन
D	कोई अभिक्रिया नहीं	कोई अभिक्रिया नहीं	कोई अभिक्रिया नहीं	कोई अभिक्रिया नहीं

इस सारणी का उपयोग कर धातु A, B, C एवं D के संबंध में निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए—

- (i) सबसे अधिक अभिक्रियाशील धातु कौन सी है?
  - (ii) धातु B को कॉपर(II) सल्फ़ेट के विलयन में डाला जाए तो क्या होगा?
  - (iii) धातु A, B, C एवं D को अभिक्रियाशीलता के घटते हुए क्रम में व्यवस्थित कीजिए।
4. अभिक्रियाशील धातु को तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में डाला जाता है तो कौन-सी गैस निकलती है? आयरन के साथ तनु  $H_2SO_4$  की रासायनिक अभिक्रिया लिखिए।
  5. जिंक को आयरन (II) सल्फ़ेट के विलयन में डालने से क्या होता है? इसकी रासायनिक अभिक्रिया लिखिए।

### 3.3 धातुएँ एवं अधातुएँ कैसे अभिक्रिया करती हैं?

ऊपर के क्रियाकलापों में आपने कई अभिकर्मकों के साथ धातुओं की अभिक्रियाएँ देखीं। धातुएँ इस प्रकार की अभिक्रिया क्यों प्रदर्शित करती हैं? नवीं कक्षा में अध्ययन किए गए तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास को स्मरण कीजिए? हमने जाना कि संयोजकता कोश पूर्ण होने के कारण उत्कृष्ट गैसों की रासायनिक अभिक्रियाएँ बहुत कम होती हैं। इसलिए, हम तत्वों की अभिक्रियाशीलता को, संयोजकता कोश को पूर्ण करने की प्रवृत्ति के रूप में समझ सकते हैं।

उत्कृष्ट गैसों एवं कुछ धातुओं तथा अधातुओं के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास पर ध्यान दीजिए।

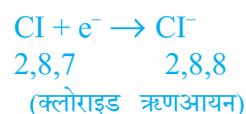
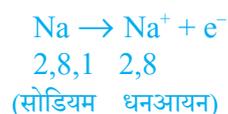
सारणी 3.3 में हम देख सकते हैं कि सोडियम परमाणु के बाह्यतम कोश में केवल एक इलेक्ट्रॉन है। यदि यह अपने M कोश से एक इलेक्ट्रॉन को त्याग देता है तब L कोश इसका बाह्यतम कोश बन जाता है, जिसमें स्थायी अष्टक उपस्थित है। इस परमाणु के नाभिक में 11 प्रोटॉन हैं, लेकिन इलेक्ट्रॉनों की संख्या 10 होने के कारण इसमें धन आवेश की अधिकता होती है तथा यह सोडियम धनायन  $Na^+$  प्रदान करता है। दूसरी ओर, क्लोरीन के बाह्यतम कोश में 7 इलेक्ट्रॉन होते हैं तथा अष्टक पूर्ण होने के लिए इसे एक इलेक्ट्रॉन की आवश्यकता होती है। यदि सोडियम एवं क्लोरीन

अभिक्रिया करें तो सोडियम द्वारा त्यागा गया एक इलेक्ट्रॉन क्लोरीन ग्रहण कर लेता है। एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण करके क्लोरीन-परमाणु, इकाई ऋण आवेश प्राप्त करता है, क्योंकि इसके नाभिक में 17 प्रोटॉन होते हैं तथा इसके K, L, एवं M कोशों में 18 इलेक्ट्रॉन होते हैं। इससे क्लोराइड ऋणायन  $\text{Cl}^-$  प्राप्त होता है। इसलिए यह दोनों तत्वों के बीच निम्नलिखित प्रकार से आदान-प्रदान का संबंध (चित्र 3.5) स्थापित हो जाता है।

### सारणी 3.3 कुछ तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास

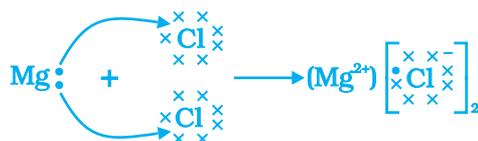
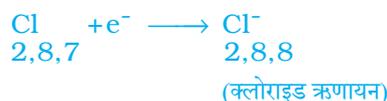
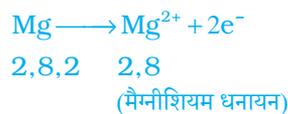
तत्वों के प्रकार	तत्व	परमाणु संख्या	कोश में इलेक्ट्रॉनों की संख्या			
			K	L	M	N
उत्कृष्ट गैसों	हीलियम (He)	2	2			
	निऑन (Ne)	10	2	8		
	ऑर्गन (Ar)	18	2	8	8	
धातुएँ	सोडियम (Na)	11	2	8	1	
	मैग्नीशियम (Mg)	12	2	8	2	
	एल्युमिनियम (Al)	13	2	8	3	
	पोटैशियम (K)	19	2	8	8	1
	कैल्सियम (Ca)	20	2	8	8	2
अधातुएँ	नाइट्रोजन (N)	7	2	5		
	ऑक्सीजन (O)	8	2	6		
	फ्लुओरीन (F)	9	2	7		
	फॉस्फोरस (P)	15	2	8	5	
	सल्फर (S)	16	2	8	6	
	क्लोरीन (Cl)	17	2	8	7	

विपरीत आवेश होने के कारण सोडियम तथा क्लोराइड आयन परस्पर आकर्षित होते हैं तथा मजबूत स्थिर वैद्युत बल में बँधकर सोडियम क्लोराइड ( $\text{NaCl}$ ) के रूप में उपस्थित रहते हैं। ध्यान देने योग्य बात है कि सोडियम क्लोराइड अणु के रूप में नहीं पाया जाता है, बल्कि यह विपरीत आयनों का समुच्चय होता है।



चित्र 3.5 सोडियम क्लोराइड का निर्माण

अब एक और आयनिक यौगिक, मैग्नीशियम क्लोराइड के निर्माण को चित्र 3.6 में दर्शाया गया है।



चित्र 3.6 मैग्नीशियम क्लोराइड का निर्माण

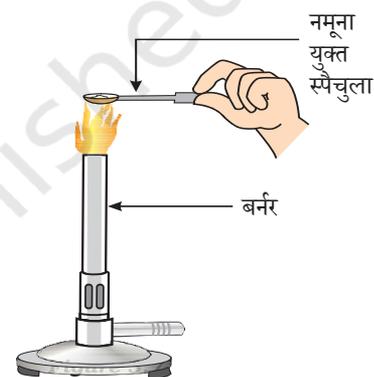
धातु से अधातु में इलेक्ट्रॉन के स्थानांतरण से बने यौगिकों को आयनिक यौगिक या वैद्युत संयोजक यौगिक कहा जाता है। क्या आप  $\text{MgCl}_2$  में उपस्थित धनायन एवं ऋणायन का नाम बता सकते हैं?

### 3.3.1 आयनिक यौगिकों के गुणधर्म

आयनिक यौगिकों के गुणधर्मों के बारे में जानने के लिए आइए, निम्नलिखित क्रियाकलाप करते हैं।

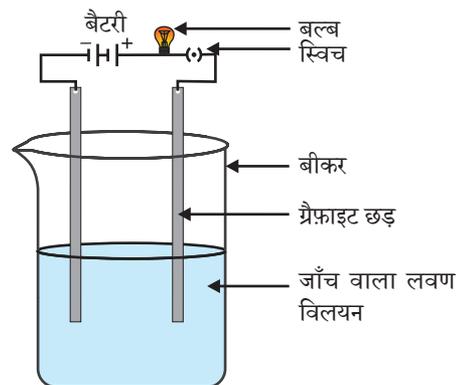
#### क्रियाकलाप 3.13

- विज्ञान की प्रयोगशाला से सोडियम क्लोराइड, पोटैशियम आयोडाइड, बेरियम क्लोराइड या किसी अन्य लवण का नमूना लीजिए।
- इन लवणों की भौतिक अवस्था क्या है?
- धातु के स्पैचुला पर छोटी मात्रा में नमूने को लीजिए तथा इसे ज्वाला पर (चित्र 3.7) गर्म कीजिए। अन्य नमूनों के साथ भी यही क्रिया दोहराइए।
- आप क्या देखते हैं? क्या ये नमूने ज्वाला को रंग प्रदान करते हैं? क्या यौगिक पिघलते हैं?
- नमूने को जल, पेट्रोल एवं किरोसिन में घोलने का प्रयास कीजिए। क्या ये घुलनशील हैं?
- चित्र 3.8 की तरह एक परिपथ बनाइए और किसी एक लवण के विलयन में इलेक्ट्रोड डाल दीजिए। आप क्या देखते हैं? इसी प्रकार अन्य लवण नमूनों की भी जाँच कीजिए।
- इन यौगिकों की प्रकृति के संबंध में आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं?



चित्र 3.7

स्पैचुला पर लवण के नमूने को गर्म करना



चित्र 3.8

लवण के विलयन की चालकता की जाँच

### सारणी 3.4 कुछ आयनिक यौगिकों के गलनांक एवं क्वथनांक

आयनिक यौगिक	गलनांक (K)	क्वथनांक (K)
NaCl	1074	1686
LiCl	887	1600
CaCl <sub>2</sub>	1045	1900
CaO	2850	3120
MgCl <sub>2</sub>	981	1685

आयनिक यौगिकों के निम्नलिखित सामान्य गुणधर्मों पर आपने ध्यान दिया होगा—

- भौतिक प्रकृति**— धन एवं ऋण आयनों के बीच मजबूत आकर्षण बल के कारण आयनिक यौगिक ठोस एवं थोड़े कठोर होते हैं। ये यौगिक सामान्यतः भंगुर होते हैं तथा दाब डालने पर टुकड़ों में टूट जाते हैं।
- गलनांक एवं क्वथनांक**— आयनिक यौगिकों का गलनांक एवं क्वथनांक बहुत अधिक होता है, क्योंकि मजबूत अंतर-आयनिक आकर्षण को तोड़ने के लिए ऊर्जा की पर्याप्त मात्रा की आवश्यकता होती है।
- घुलनशीलता**— वैद्युत संयोजक यौगिक सामान्यतः जल में घुलनशील तथा क्लोरोसिन, पेट्रोल आदि जैसे विलायकों में अविलेय होते हैं।
- विद्युत चालकता**— किसी विलयन से विद्युत के चालन के लिए आवेशित कणों की गतिशीलता आवश्यक होती है। आयनिक यौगिकों के जलीय विलयन में आयन उपस्थित होते हैं। जब विलयन में विद्युत धारा प्रवाहित की जाती है तो यह आयन विपरीत इलेक्ट्रोड की ओर गमन करने लगते हैं। ठोस अवस्था में आयनिक यौगिक विद्युत का चालन नहीं करते हैं, क्योंकि ठोस अवस्था में दृढ़ संरचना के कारण आयनों की गति संभव नहीं होती है, लेकिन आयनिक यौगिक गलित अवस्था में विद्युत का चालन करते हैं, क्योंकि गलित अवस्था में विपरीत आवेश वाले आयनों के मध्य स्थिर वैद्युत आकर्षण बल ऊष्मा के कारण कमजोर पड़ जाता है। इसलिए, आयन स्वतंत्र रूप से गमन करते हैं एवं विद्युत का चालन करते हैं।

## प्रश्न

- सोडियम, ऑक्सीजन एवं मैग्नीशियम के लिए इलेक्ट्रॉन-बिंदु संरचना लिखिए।
  - इलेक्ट्रॉन के स्थानांतरण के द्वारा Na<sub>2</sub>O एवं MgO का निर्माण दर्शाइए।
  - इन यौगिकों में कौन से आयन उपस्थित हैं?
- आयनिक यौगिकों का गलनांक उच्च क्यों होता है?



## 3.4 धातुओं की प्राप्ति

पृथ्वी की भूपर्पटी धातुओं का मुख्य स्रोत है। समुद्री जल में भी सोडियम क्लोराइड, मैग्नीशियम क्लोराइड आदि जैसे कुछ विलेय लवण उपस्थित रहते हैं। पृथ्वी की भूपर्पटी में प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले तत्वों या यौगिकों को खनिज कहते हैं। कुछ स्थानों पर खनिजों में कोई विशेष धातु काफ़ी मात्रा में होती है, जिसे निकालना लाभकारी होता है। इन खनिजों को अयस्क कहते हैं।

### 3.4.1 धातुओं का निष्कर्षण

धातुओं की सक्रियता श्रेणी के बारे में आप पढ़ चुके हैं। इसलिए, आप आसानी से समझ सकते हैं कि अयस्क से धातु का निष्कर्षण कैसे होता है। कुछ धातुएँ भूपर्पटी में स्वतंत्र अवस्था में पाई जाती हैं। कुछ धातुएँ अपने यौगिकों के रूप में मिलती हैं। सक्रियता श्रेणी में नीचे आने वाली धातुएँ सबसे कम अभिक्रियाशील होती हैं। ये स्वतंत्र अवस्था में पाई जाती हैं। उदाहरण के लिए— गोल्ल्ड (सोना), सिल्वर (चाँदी), प्लैटिनम एवं कॉपर (ताँबा) स्वतंत्र अवस्था में पाए जाते हैं। कॉपर एवं सिल्वर, अपने सल्फ़ाइड या ऑक्साइड के अयस्क के रूप में संयुक्त अवस्था में भी पाए जाते हैं। सक्रियता श्रेणी में सबसे ऊपर की धातुएँ (K, Na, Ca, Mg एवं Al) इतनी अधिक अभिक्रियाशील होती हैं कि ये कभी भी स्वतंत्र तत्व के रूप में नहीं पाई जातीं। सक्रियता श्रेणी के मध्य की धातुएँ (Zn, Fe, Pb, आदि) की अभिक्रियाशीलता मध्यम होती है। पृथ्वी की भूपर्पटी में ये मुख्यतः ऑक्साइड, सल्फ़ाइड या कार्बोनेट के रूप में पाई जाती हैं। आप देखेंगे कि कई धातुओं के अयस्क ऑक्साइड होते हैं। ऑक्सीजन की अत्यधिक अभिक्रियाशीलता एवं पृथ्वी पर इसके प्रचुर मात्रा में पाए जाने के कारण ऐसा होता है।

इस प्रकार, अभिक्रियाशीलता के आधार पर हम धातुओं को निम्नलिखित तीन वर्गों (चित्र 3.9) में विभाजित कर सकते हैं— (i) निम्न अभिक्रियाशील धातुएँ (ii) मध्यम अभिक्रियाशील धातुएँ (iii) उच्च अभिक्रियाशील धातुएँ। प्रत्येक वर्ग में आने वाली धातुओं को प्राप्त करने के लिए विभिन्न तकनीकों का उपयोग किया जाता है।

अयस्क से शुद्ध धातु का निष्कर्षण कई चरणों में होता है। इन चरणों का सारांश चित्र 3.10 में दिया गया है। निम्नलिखित भागों में प्रत्येक चरण की विस्तृत चर्चा की गई है।

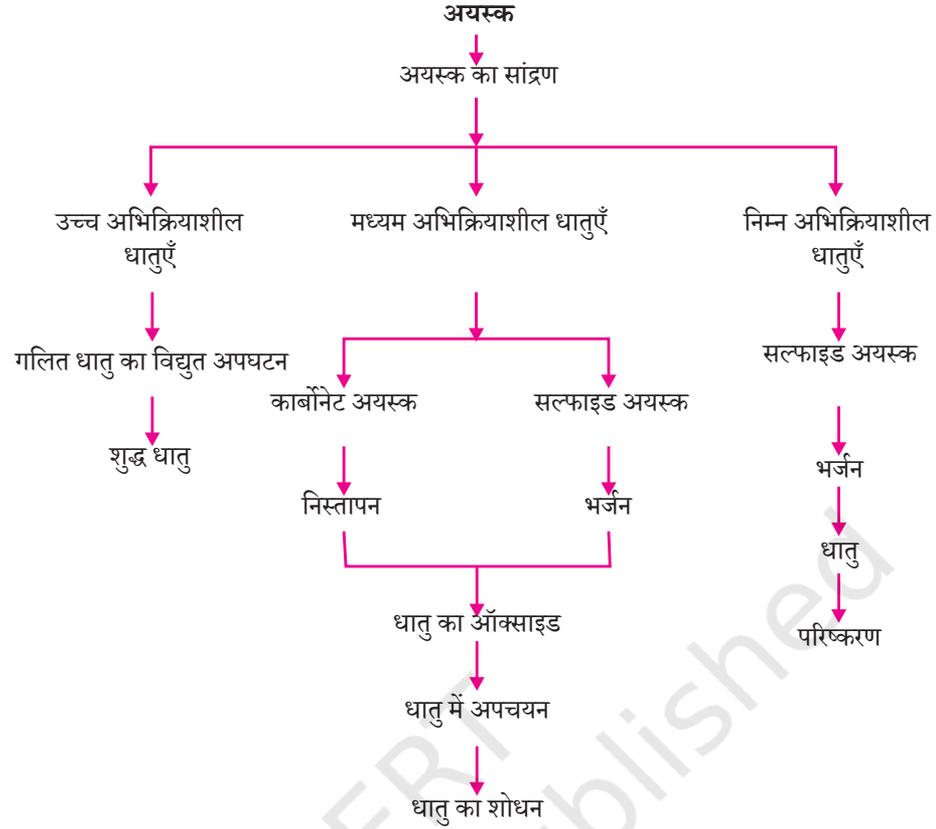
### 3.4.2 अयस्कों का समृद्धीकरण

पृथ्वी से खनित अयस्कों में मिट्टी, रेत आदि जैसी कई अशुद्धियाँ होती हैं, जिन्हें गैंग (gangue) कहते हैं। धातुओं के निष्कर्षण से पहले अयस्क से अशुद्धियों को हटाना आवश्यक होता है। अयस्कों से गैंग को हटाने के लिए जिन प्रक्रियाओं का उपयोग होता है वे अयस्क एवं गैंग के भौतिक या रासायनिक गुणधर्मों पर आधारित होते हैं। इस पृथक्करण के लिए विभिन्न तकनीक अपनायी जाती है।

K	विद्युत अपघटन
Na	
Ca	
Mg	
Al	
Zn	कार्बन के उपयोग से अपचयन
Fe	
Pb	
Cu	
Ag	प्राकृतिक अवस्था में उपस्थिति
Au	

#### चित्र 3.9

सक्रियता श्रेणी एवं संबंधित धातुकर्म



चित्र 3.10 अयस्क से धातु निष्कर्षण में प्रयुक्त चरण

### 3.4.3 सक्रियता श्रेणी में नीचे आने वाली धातुओं का निष्कर्षण

सक्रियता श्रेणी में नीचे आने वाली धातुएँ काफ़ी अनभिक्रिय होती हैं। इन धातुओं के ऑक्साइड को केवल गर्म करने से ही धातु प्राप्त किया जा सकता है। उदाहरण के लिए— सिनाबार (HgS), मर्करी (पारद) का एक अयस्क है। वायु में गर्म करने पर यह सबसे पहले मर्क्यूरिक ऑक्साइड (HgO) में परिवर्तित होता है और अधिक गर्म करने पर मर्क्यूरिक ऑक्साइड मर्करी (पारद) में अपचयित हो जाता है।



इसी प्रकार, प्राकृतिक रूप से  $\text{Cu}_2\text{S}$  के रूप में उपलब्ध ताँबे (कॉपर) को केवल वायु में गर्म करके इसको अयस्क से अलग किया जा सकता है।



### 3.4.4 सक्रियता श्रेणी के मध्य में स्थित धातुओं का निष्कर्षण

सक्रियता श्रेणी के मध्य में स्थित धातुएँ, जैसे- आयरन, जिंक, लेड, कॉपर की अभिक्रियाशीलता मध्यम होती है। प्रकृति में यह प्रायः सल्फाइड या कार्बोनेट के रूप में पाई जाती हैं। सल्फाइड या कार्बोनेट की तुलना में धातु को उसके ऑक्साइड से प्राप्त करना अधिक आसान है। इसलिए अपचयन से पहले धातु के सल्फाइड एवं कार्बोनेट को धातु ऑक्साइड में परिवर्तित करना आवश्यक है। सल्फाइड अयस्क को वायु की उपस्थिति में अधिक ताप पर गर्म करने पर यह ऑक्साइड में परिवर्तित हो जाता है। इस प्रक्रिया को भर्जन कहते हैं। कार्बोनेट अयस्क को सीमित वायु में अधिक ताप पर गर्म करने से यह ऑक्साइड में परिवर्तित हो जाता है। इस प्रक्रिया को निस्तापन कहा जाता है। जिंक के अयस्कों के भर्जन एवं निस्तापन के समय निम्नलिखित रासायनिक अभिक्रिया होती है—



निस्तापन



इसके बाद कार्बन जैसे उपयुक्त अपचायक का उपयोग कर धातु ऑक्साइड से धातु प्राप्त किया जाता है। उदाहरण के लिए, जब जिंक ऑक्साइड को कार्बन के साथ गर्म किया जाता है तो यह जिंक धातु में अपचयित हो जाता है।



प्रथम अध्याय में दिए गए ऑक्सीकरण एवं अपचयन प्रक्रम से आप पहले से ही परिचित हैं। धातुओं को उनके यौगिकों से प्राप्त करना भी अपचयन प्रक्रम है।

कार्बन (कोयला) का उपयोग कर धातु के ऑक्साइड को धातु में अपचयन करने के अलावा विस्थापन अभिक्रिया का भी उपयोग किया जा सकता है। अत्यधिक अभिक्रियाशील धातुएँ, जैसे- सोडियम, कैल्सियम, एल्युमिनियम आदि को अपचायक के रूप में उपयोग किया जा सकता है, क्योंकि ये निम्नलिखित अभिक्रियाशीलता वाले धातुओं को उनके यौगिकों से विस्थापित कर सकते हैं। उदाहरण के लिए— जब मैगनीज डाइऑक्साइड को एल्युमिनियम चूर्ण के साथ गर्म किया जाता है तो निम्नलिखित अभिक्रिया होती है—



क्या आप उन पदार्थों को पहचान सकते हैं, जिनका ऑक्सीकरण या अपचयन हो रहा है?

यह विस्थापन अभिक्रियाएँ अत्यधिक ऊष्माक्षेपी होती हैं। इसमें उत्सर्जित ऊष्मा की मात्रा इतनी अधिक होती है कि धातुएँ गलित अवस्था में प्राप्त होती हैं। वास्तव में आयरन (III) ऑक्साइड ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) के साथ एल्युमिनियम की अभिक्रिया का उपयोग रेल की पटरी एवं मशीनी पुर्जों की दरारों को जोड़ने के लिए किया जाता है। इस अभिक्रिया को **थर्मिट अभिक्रिया** कहते हैं।



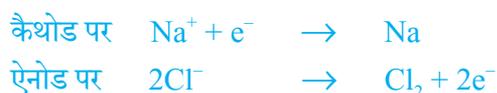
धातु एवं अधातु



**चित्र 3.11**  
रेल पटरियों को संधित करने (जोड़ना) के लिए थर्मिट प्रक्रम

### 3.4.5 सक्रियता श्रेणी में सबसे ऊपर स्थित धातुओं का निष्कर्षण

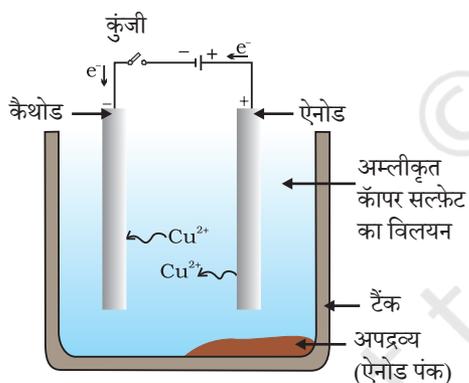
अभिक्रियाशीलता श्रेणी में सबसे ऊपर स्थित धातुएँ अत्यंत अभिक्रियाशील होती हैं। इन्हें कार्बन के साथ गर्म कर इनके यौगिकों से प्राप्त नहीं किया जा सकता है। उदाहरण के लिए— कार्बन के द्वारा सोडियम, मैग्नीशियम, कैल्सियम, एल्युमिनियम आदि के ऑक्साइड का अपचयन कर उन्हें धातुओं में परिवर्तित नहीं किया जा सकता है। इन धातुओं की बंधुता कार्बन की अपेक्षा ऑक्सीजन के प्रति अधिक होती है। इन धातुओं को विद्युत अपघटनी अपचयन द्वारा प्राप्त किया जाता है। उदाहरण के लिए— सोडियम, मैग्नीशियम एवं कैल्सियम को उनके गलित क्लोराइडों के विद्युत अपघटन से प्राप्त किया जाता है। कैथोड (ऋण आवेशित इलेक्ट्रोड) पर धातुएँ निक्षेपित हो जाती हैं तथा एनोड (धन आवेशित इलेक्ट्रोड) पर क्लोरीन मुक्त होती है। अभिक्रियाएँ इस प्रकार हैं—



इसी प्रकार, एल्युमिनियम ऑक्साइड के विद्युत अपघटनी अपचयन से एल्युमिनियम प्राप्त किया जाता है।

### 3.4.6 धातुओं का परिष्करण

ऊपर वर्णित विभिन्न अपचयन प्रक्रमों से प्राप्त धातुएँ पूर्ण रूप से शुद्ध नहीं होती हैं। इनमें अपद्रव्य होते हैं, जिन्हें हटाकर ही शुद्ध धातु प्राप्त की जा सकती है। धातुओं से अपद्रव्य को हटाने के लिए सबसे अधिक प्रचलित विधि विद्युत अपघटनी परिष्करण है।



चित्र 3.12

ताँबे का विद्युत अपघटनी परिष्करण। अम्लीकृत कॉपर सल्फेट का विलयन विद्युत अपघट्य है। अशुद्ध ताँबा एनोड है, जबकि शुद्ध ताँबे की पट्टी कैथोड का कार्य करती है। विद्युत धारा प्रवाहित करने पर शुद्ध ताँबा कैथोड पर निक्षेपित हो जाता है।

**विद्युत अपघटनी परिष्करण**— कॉपर, जिंक, टिन, निकैल, सिल्वर, गोल्ड आदि जैसी अनेक धातुओं का परिष्करण विद्युत अपघटन द्वारा किया जाता है। इस प्रक्रम में अशुद्ध धातु को एनोड तथा शुद्ध धातु की पतली परत को कैथोड बनाया जाता है। धातु के लवण विलयन का उपयोग विद्युत अपघट्य के रूप में होता है। चित्र 3.12 के अनुसार उपकरण व्यवस्थित किया जाता है। विद्युत अपघट्य से जब धारा प्रवाहित की जाती है तब एनोड पर स्थित अशुद्ध धातु विद्युत अपघट्य में घुल जाती है। इतनी ही मात्रा में शुद्ध धातु विद्युत अपघट्य से कैथोड पर निक्षेपित हो जाती है। विलेय अशुद्धियाँ विलयन में चली जाती हैं तथा अविलेय अशुद्धियाँ एनोड तली पर निक्षेपित हो जाती हैं जिसे **एनोड पंक** कहते हैं।

## 3.5 संक्षारण

संक्षारण के संबंध में अध्याय 1 में आप निम्नलिखित बातों का अध्ययन कर चुके हैं—

- खुली वायु में कुछ दिन छोड़ देने पर सिल्वर की वस्तुएँ काली हो जाती हैं। सिल्वर का वायु में उपस्थित सल्फर के साथ अभिक्रिया कर सिल्वर सल्फाइड की परत बनने के कारण ऐसा होता है।

## प्रश्न

- निम्न पदों की परिभाषा दीजिए—  
(i) खनिज (ii) अयस्क (iii) गैंग
- दो धातुओं के नाम बताइए जो प्रकृति में मुक्त अवस्था में पाई जाती हैं।
- धातु को उसके ऑक्साइड से प्राप्त करने के लिए किस रासायनिक प्रक्रम का उपयोग किया जाता है?

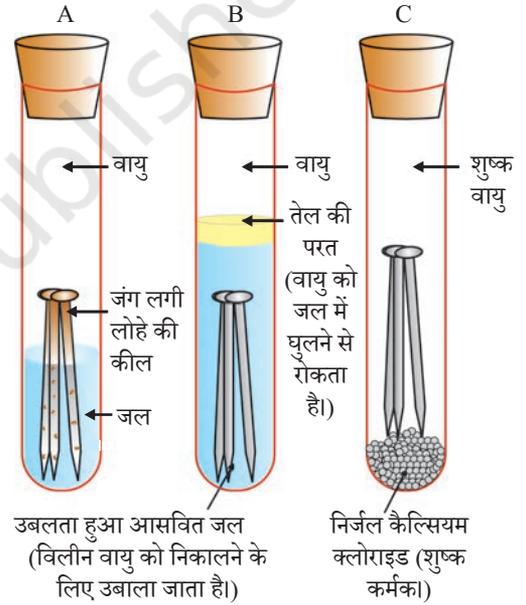


- कॉपर वायु में उपस्थित आर्द्र कार्बन डाइऑक्साइड के साथ अभिक्रिया करता है, जिससे इसकी सतह से भूरे रंग की चमक धीरे-धीरे खत्म हो जाती है तथा इस पर हरे रंग की परत चढ़ जाती है। यह हरा पदार्थ बेसिक कॉपर कार्बोनेट होता है।
- लंबे समय तक आर्द्र वायु में रहने पर लोहे पर भूरे रंग के पत्रकी पदार्थ की परत चढ़ जाती है, जिसे जंग कहते हैं।

आइए, उन परिस्थितियों का पता करते हैं, जिनमें लोहे पर जंग लग जाती है।

### क्रियाकलाप 3.14

- तीन परखनली लीजिए एवं प्रत्येक में स्वच्छ लोहे की कीलें डाल दीजिए।
- इन परखनलियों को A, B, तथा C नाम दीजिए। परखनली A में थोड़ा जल डालकर उसे कॉर्क से बंद कर दीजिए।
- परखनली B में उबलता हुआ आसवित जल डालकर उसमें 1 mL तेल मिलाइए एवं कॉर्क से बंद कर दीजिए। तेल जल पर तैरने लगेगा एवं वायु को जल में विलीन होने से रोक देगा।
- परखनली C में थोड़ा निर्जल कैल्सियम क्लोराइड डालकर उसे कॉर्क से बंद कर दीजिए। निर्जल कैल्सियम क्लोराइड वायु की नमी को सोख लेगा। इन परखनलियों (चित्र 3.13) को कुछ दिन छोड़ने के बाद उनका प्रेक्षण कीजिए।



आप देखेंगे कि परखनली A में रखे लोहे की कीलों पर जंग लग गया है, लेकिन परखनली B एवं C में रखी कीलों पर जंग नहीं लगा है। परखनली A की कील, वायु एवं जल दोनों के संपर्क में रहती है। परखनली B की कील केवल जल के संपर्क में रहती है एवं परखनली C की कील शुष्क वायु के संपर्क में रहती है। इससे लोहे की वस्तुओं में जंग लगने की अवस्थाओं के बारे में हम क्या कह सकते हैं?

### 3.5.1 संक्षारण से सुरक्षा

पेंट करके, तेल लगाकर, ग्रीज़ लगाकर, यशदलेपन (लोहे की वस्तुओं पर जस्ते की परत चढ़ाकर), क्रोमियम लेपन, ऐनोडीकरण या मिश्रधातु बनाकर लोहे को जंग लगने से बचाया जा सकता है।

धातु एवं अधातु

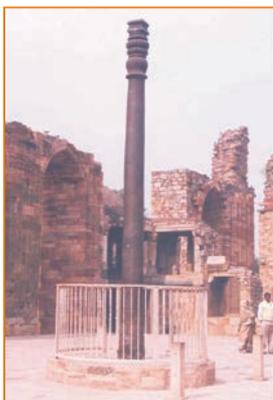
लोहे एवं इस्पात को जंग से सुरक्षित रखने के लिए उन पर जस्ते (जिंक) की पतली परत चढ़ाने की विधि को **यशदलेपन** कहते हैं। जस्ते की परत नष्ट हो जाने के बाद भी यशदलेपित वस्तु जंग से सुरक्षित रहती है। क्या आप इसका कारण बता सकते हैं?

धातु के गुणधर्मों को बेहतर बनाने की अच्छी विधि मिश्रालवन है। इस विधि से हम इच्छानुसार धातुओं के अत्यन्त गुणधर्म प्राप्त कर सकते हैं। उदाहरण के लिए— लोहा सर्वाधिक उपयोग में आने वाली धातु है, लेकिन कभी भी शुद्ध अवस्था में इसका उपयोग नहीं किया जाता। ऐसा इसलिए, क्योंकि शुद्ध लोहा अत्यन्त नर्म होता है एवं गर्म करने पर सुगमतापूर्वक खिंच जाता है। लेकिन यदि इसमें थोड़ा कार्बन (लगभग 0.05 प्रतिशत) मिला दिया जाता है तो यह कठोर तथा प्रबल हो जाता है। लोहे के साथ निकैल एवं क्रोमियम मिलाने पर हमें स्टेनलेस इस्पात प्राप्त होता है, जो कठोर होता है तथा उसमें जंग नहीं लगता है। इस प्रकार यदि लोहे के साथ कोई अन्य पदार्थ मिश्रित किया जाता है तो इसके गुणधर्म बदल जाते हैं। वास्तव में, कोई अन्य पदार्थ मिला कर किसी भी धातु के गुणधर्म बदले जा सकते हैं। यह पदार्थ धातु या अधातु कुछ भी हो सकता है। दो या दो से अधिक धातुओं के समांगी मिश्रण को **मिश्रातु** कहते हैं। इसे तैयार करने के लिए पहले मूल धातु को गलित अवस्था में लाया जाता है एवं तत्पश्चात् दूसरे तत्वों को एक निश्चित अनुपात में इसमें विलीन किया जाता है। फिर इसे कमरे के ताप पर शीतलीकृत किया जाता है।

क्या आप जानते हैं?

शुद्ध सोने को 24 कैरट कहते हैं तथा यह काफ़ी नर्म होता है। इसलिए, आभूषण बनाने के लिए यह उपयुक्त नहीं होता है। इसे कठोर बनाने के लिए इसमें चाँदी या ताँबा मिलाया जाता है। भारत में अधिकांशतः आभूषण बनाने के लिए 22 कैरट सोने का उपयोग होता है। इसका तात्पर्य यह है कि 22 भाग शुद्ध सोने में 2 भाग ताँबा या चाँदी का मिलाया जाना।

यदि कोई एक धातु पारद है तो इसके मिश्रातु को **अमलगम** कहते हैं। शुद्ध धातु की अपेक्षा उसके मिश्रातु की विद्युत चालकता तथा गलनांक कम होता है। उदाहरण के लिए— ताँबा एवं जस्ते (Cu एवं Zn) की मिश्रातु पीतल तथा ताम्र एवं टिन (Cu एवं Sn) की मिश्रातु काँसा विद्युत के कुचालक हैं, लेकिन ताम्र का उपयोग विद्युतीय परिपथ बनाने में किया जाता है। सीसा एवं टिन (Pb एवं Sn) की मिश्रातु सोल्डर है, जिसका गलनांक बहुत कम होता है। इसका उपयोग विद्युत तारों की परस्पर वेल्डिंग के लिए किया जाता है।



दिल्ली स्थित लौह स्तंभ

यह भी जानिए!

#### प्राचीन भारतीय धातुकर्म का चमत्कार

लगभग 1600 वर्ष पूर्व भारत के लौह कर्मियों ने दिल्ली में एक लौह स्तंभ बनाया। उन्होंने जंग से लोहे को बचाने के लिए एक विधि विकसित की। इस स्तंभ की जंगता से प्रतिरोधकता का अवलोकन विश्व के कई वैज्ञानिक कर चुके हैं। यह स्तंभ कुतुबमीनार के निकट स्थित है। यह लौह स्तंभ 8 m ऊँचा तथा इसका भार 6 टन (6000 kg) है।

## प्रश्न

1. जिंक, मैग्नीशियम एवं कॉपर के धात्विक ऑक्साइडों को निम्नलिखित धातुओं के साथ गर्म किया गया—

धातु	जिंक	मैग्नीशियम	कॉपर
जिंक ऑक्साइड			
मैग्नीशियम ऑक्साइड			
कॉपर ऑक्साइड			

- किस स्थिति में विस्थापन अभिक्रिया घटित होगी?
2. कौन सी धातु आसानी से संक्षारित नहीं होती है?
3. मिश्रातु क्या होते हैं?

## आपने क्या सीखा

- तत्वों को धातुओं एवं अधातुओं में वर्गीकृत किया जा सकता है।
- धातुएँ तन्य, आघातवर्ध्य, चमकीली एवं ऊष्मा तथा विद्युत की सुचालक होती हैं। पारद के अलावा सभी धातुएँ कमरे के ताप पर ठोस होती हैं। कमरे के ताप पर पारद द्रव होता है।
- धातुएँ विद्युत धनात्मक तत्व होते हैं, क्योंकि यह अधातुओं को इलेक्ट्रॉन देकर स्वयं धन आयन में परिवर्तित हो जाते हैं।
- ऑक्सीजन के साथ संयुक्त होकर धातुएँ क्षारकीय ऑक्साइड बनाती हैं। एल्युमिनियम ऑक्साइड एवं जिंक ऑक्साइड, क्षारकीय ऑक्साइड तथा अम्लीय ऑक्साइड, दानों के गुणधर्म प्रदर्शित करती हैं। इन ऑक्साइड को उभयधर्मी ऑक्साइड कहते हैं।
- जल एवं तनु अम्लों के साथ विभिन्न धातुओं की अभिक्रियाशीलता भिन्न-भिन्न होती है।
- अभिक्रियाशीलता के आधार पर अवरोही क्रम में व्यवस्थित सामान्य धातुओं की सूची को सक्रियता श्रेणी कहते हैं।
- सक्रियता श्रेणी में हाइड्रोजन के ऊपर स्थित धातुएँ तनु अम्ल से हाइड्रोजन को विस्थापित कर सकती हैं।
- अधिक अभिक्रियाशील धातुएँ अपने से कम अभिक्रियाशील धातुओं को उसके लवण विलयन से विस्थापित कर सकती हैं।
- प्रकृति में धातुएँ स्वतंत्र अवस्था में या अपने यौगिकों के रूप में पाई जाती हैं।
- अयस्क से धातु का निष्कर्षण तथा उसका परिष्करण कर उपयोगी बनाने के प्रक्रम को धातुकर्म कहते हैं।
- दो या दो से अधिक धातुओं अथवा एक धातु या एक अधातु के समांगी मिश्रण को मिश्रातु कहते हैं।
- लंबे समय तक आर्द्र वायु के संपर्क में रखने से लोहा जैसे कुछ धातुओं की सतह संक्षारित हो जाती है। इस परिघटना को संक्षारण कहते हैं।
- अधातुओं के गुणधर्म धातुओं के विपरीत होते हैं। यह न तो आघातवर्ध्य तथा न ही तन्य होते हैं। ग्रेफाइट के अलावा सभी अधातुएँ ऊष्मा एवं विद्युत की कुचालक होती हैं। ग्रेफाइट विद्युत का चालक होता है।

- अधातुएँ विद्युत ऋणात्मक तत्व होती हैं, क्योंकि धातुओं के साथ अभिक्रिया में इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर ऋण आवेशित आयन बनाती हैं।
- अधातुएँ ऑक्साइड बनाती हैं, जो अम्लीय या उदासीन होती हैं।
- अधातुएँ तनु अम्लों में से हाइड्रोजन का विस्थापन नहीं करती हैं। यह हाइड्रोजन के साथ अभिक्रिया कर हाइड्राइड बनाती हैं।

## अभ्यास

1. निम्नलिखित में कौन सा युगल विस्थापन अभिक्रिया प्रदर्शित करता है—
  - (a) NaCl विलयन एवं कॉपर धातु
  - (b) MgCl<sub>2</sub> विलयन एवं एल्युमिनियम धातु
  - (c) FeSO<sub>4</sub> विलयन एवं सिल्वर धातु
  - (d) AgNO<sub>3</sub> विलयन एवं कॉपर धातु
2. लोहे के फ्राइंग पैन (frying pan) को जंग से बचाने के लिए निम्नलिखित में से कौन सी विधि उपयुक्त है—
  - (a) ग्रीज़ लगाकर
  - (b) पेंट लगाकर
  - (c) जिंक की परत चढ़ाकर
  - (d) ऊपर के सभी
3. कोई धातु ऑक्सीजन के साथ अभिक्रिया कर उच्च गलनांक वाला यौगिक निर्मित करती है। यह यौगिक जल में विलेय है। यह तत्व क्या हो सकता है?
  - (a) कैल्सियम
  - (b) कार्बन
  - (c) सिलिकन
  - (d) लोहा
4. खाद्य पदार्थ के डिब्बों पर जिंक की बजाय टिन का लेप होता है, क्योंकि—
  - (a) टिन की अपेक्षा जिंक मँहगा है।
  - (b) टिन की अपेक्षा जिंक का गलनांक अधिक है
  - (c) टिन की अपेक्षा जिंक अधिक अभिक्रियाशील है
  - (d) टिन की अपेक्षा जिंक कम अभिक्रियाशील है
5. आपको एक हथौड़ा, बैटरी, बल्ब, तार एवं स्विच दिया गया है—
  - (a) इनका उपयोग कर धातुओं एवं अधातुओं के नमूनों के बीच आप विभेद कैसे कर सकते हैं?
  - (b) धातुओं एवं अधातुओं में विभेदन के लिए इन परीक्षणों की उपयोगिताओं का आकलन कीजिए।

6. उभयधर्मी ऑक्साइड क्या होते हैं? दो उभयधर्मी ऑक्साइडों का उदाहरण दीजिए।
7. दो धातुओं के नाम बताइए, जो तनु अम्ल से हाइड्रोजन को विस्थापित कर देंगे तथा दो धातुएँ जो ऐसा नहीं कर सकती हैं।
8. किसी धातु M के विद्युत अपघटनी परिष्करण में आप एनोड, कैथोड एवं विद्युत अपघट्य किसे बनाएँगे?
9. प्रत्युष ने सल्फ़र चूर्ण को स्पैचुला में लेकर उसे गर्म किया। चित्र के अनुसार एक परखनली को उल्टा करके उसने उत्सर्जित गैस को एकत्र किया।
  - (a) गैस की क्रिया क्या होगी—
    - (i) सूखे लिटमस पत्र पर?
    - (ii) आर्द्र लिटमस पत्र पर?
  - (b) ऊपर की अभिक्रियाओं के लिए संतुलित रासायनिक अभिक्रिया लिखिए।
10. लोहे को जंग से बचाने के लिए दो तरीके बताइए।
11. ऑक्सीजन के साथ संयुक्त होकर अधातुएँ कैसा ऑक्साइड बनाती हैं?
12. कारण बताइए—
  - (a) प्लैटिनम, सोना एवं चाँदी का उपयोग आभूषण बनाने के लिए किया जाता है।
  - (b) सोडियम, पोटैशियम एवं लीथियम को तेल के अंदर संग्रहीत किया जाता है।
  - (c) एल्युमिनियम अत्यंत अभिक्रियाशील धातु है, फिर भी इसका उपयोग खाना बनाने वाले बर्तन बनाने के लिए किया जाता है।
  - (d) निष्कर्षण प्रक्रम में कार्बोनेट एवं सल्फ़ाइड अयस्क को ऑक्साइड में परिवर्तित किया जाता है।
13. आपने ताँबे के मलीन बर्तन को नींबू या इमली के रस से साफ़ करते अवश्य देखा होगा। यह खट्टे पदार्थ बर्तन को साफ़ करने में क्यों प्रभावी हैं?
14. रासायनिक गुणधर्मों के आधार पर धातुओं एवं अधातुओं में विभेद कीजिए।
15. एक व्यक्ति प्रत्येक घर में सुनार बनकर जाता है। उसने पुराने एवं मलीन सोने के आभूषणों में पहले जैसी चमक पैदा करने का ढोंग रचाया। कोई संदेह किए बिना ही एक महिला अपने सोने के कंगन उसे देती है, जिसे वह एक विशेष विलयन में डाल देता है। कंगन नए की तरह चमकने लगते हैं, लेकिन उनका वजन अत्यंत कम हो जाता है। वह महिला बहुत दुखी होती है तथा तर्क-वितर्क के पश्चात उस व्यक्ति को झुकना पड़ता है। एक जासूस की तरह क्या आप उस विलयन की प्रकृति के बारे में बता सकते हैं।
16. गर्म जल का टैंक बनाने में ताँबे का उपयोग होता है, परंतु इस्पात (लोहे की मिश्रातु) का नहीं। इसका कारण बताइए।





1065CH04



## अध्याय 4

# कार्बन एवं उसके यौगिक

**पि**छले अध्याय में हमने अनेक ऐसे यौगिकों का अध्ययन किया है, जो हमारे लिए महत्वपूर्ण हैं। इस अध्याय में हम कुछ अन्य रोचक यौगिकों एवं उनके गुणधर्मों के बारे में पढ़ेंगे। यहाँ हम एक तत्व के रूप में कार्बन का भी अध्ययन करेंगे, जिसका हमारे लिए तात्विक एवं संयुक्त दोनों रूपों में अत्यधिक महत्त्व होता है।

### क्रियाकलाप 4.1

- सुबह से आपने जिन वस्तुओं का उपयोग अथवा उपभोग किया हो, उनमें से दस वस्तुओं की सूची बनाइए।
- इस सूची को अपने सहपाठियों द्वारा बनाई सूची के साथ मिलाइए तथा सभी वस्तुओं को साथ में दी गई सारणी में वर्गीकृत कीजिए।
- एक से अधिक सामग्रियों से बनी वस्तुओं को सारणी के उपयुक्त स्तम्भों में रखिए।

धातु से बनी वस्तुएँ	काँच अथवा मिट्टी से बनी वस्तुएँ	अन्य

आपके द्वारा भरी गई उपरोक्त सारणी के अंतिम स्तंभ में आने वाली वस्तुओं पर ध्यान दीजिए। आपके शिक्षक आपको बताएँगे कि इनमें से अधिकांश वस्तुएँ कार्बन के यौगिकों से बनी हैं। इसका परीक्षण करने के लिए क्या आप कोई विधि सोच सकते हैं? कार्बन से युक्त यौगिक को जलाने पर क्या उत्पाद मिलेगा? क्या आप इसकी पुष्टि करने वाले किसी परीक्षण को जानते हैं?

आपके द्वारा सूचीबद्ध की गई भोजन, कपड़े, दवाओं, पुस्तकों आदि अनेक वस्तुएँ इस सर्वतोमुखी तत्व कार्बन पर आधारित होती हैं। इनके अतिरिक्त, सभी सजीव संरचनाएँ कार्बन पर आधारित होती हैं। भूपर्पटी तथा वायुमंडल में अत्यंत अल्प मात्रा में कार्बन उपस्थित है। भूपर्पटी में खनिजों (जैसे- कार्बोनेट, हाइड्रोजनकार्बोनेट, कोयला एवं पेट्रोलियम) के रूप में केवल 0.02% कार्बन उपस्थित है तथा वायुमंडल में 0.03% कार्बन डाइऑक्साइड उपस्थित है। प्रकृति में इतनी अल्प मात्रा में कार्बन उपस्थित होने के बावजूद कार्बन का अत्यधिक महत्त्व है। इस अध्याय में हम कार्बन के इन गुणों का अध्ययन करेंगे, जिनके कारण कार्बन इतना महत्वपूर्ण है।

### 4.1 कार्बन में आबंधन- सहसंयोजी आबंध

पिछले अध्याय में हमने आयनिक यौगिकों के गुणधर्मों का अध्ययन किया। हमने देखा कि आयनिक यौगिकों के गलनांक एवं क्वथनांक उच्च होते हैं तथा ये विलयन में अथवा गलित अवस्था में

विद्युत चालन करते हैं। हमने देखा कि आयनिक यौगिकों में आबंधन की प्रकृति इन गुणधर्मों की व्याख्या करती है।

जैसा कि हमने अध्याय 2 में देखा, अधिकांश कार्बन यौगिक अच्छे विद्युत चालक नहीं होते हैं। उपरोक्त यौगिकों के क्वथनांक एवं गलनांकों जो कि आयनिक यौगिकों के क्वथनांक तथा गलनांक की तुलना में काफी कम है। अध्याय 3 के आँकड़ों (सारणी 4.1) के आधार पर हम इस निष्कर्ष पर पहुँच सकते हैं कि इन परमाणुओं के बीच प्रबल आकर्षण बल नहीं है। चूँकि, ये यौगिक अधिकांशतः विद्युत के कुचालक होते हैं, अतः हम इस निष्कर्ष पर पहुँच सकते हैं कि इन यौगिकों के आबंधन से किसी आयन की उत्पत्ति नहीं होती है।

**सारणी 4.1** कार्बन के कुछ यौगिकों कि गलनांक एवं क्वथनांक

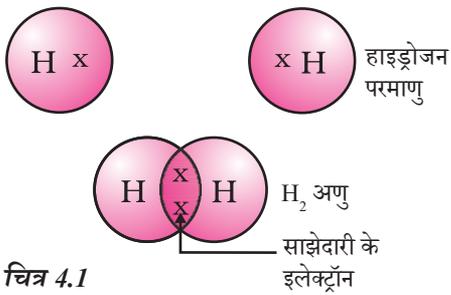
यौगिक	गलनांक (K)	क्वथनांक (K)
एसीटिक एसिड ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )	290	391
क्लोरोफॉर्म ( $\text{CHCl}_3$ )	209	334
एथेनॉल ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ )	156	351
मेथेन ( $\text{CH}_4$ )	90	111

कक्षा 9 में हमने विभिन्न तत्वों की संयोजन क्षमता, संयोजकता तथा इलेक्ट्रॉनों की संख्या पर इनकी निर्भरता के बारे में अध्ययन किया। अब हम कार्बन के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास के बारे में अध्ययन करेंगे। कार्बन की परमाणु संख्या 6 है। कार्बन के विभिन्न कक्षों में इलेक्ट्रॉनों का वितरण कैसे होगा? कार्बन में कितने संयोजकता इलेक्ट्रॉन होंगे?

हम जानते हैं कि बाहरी कोश को पूरी तरह से भर देने अर्थात् उत्कृष्ट गैस विन्यास को प्राप्त करने की प्रवृत्ति के आधार पर तत्वों की अभिक्रियाशीलता समझाई जाती है। आयनिक यौगिक बनाने वाले तत्व सबसे बाहरी कोश से इलेक्ट्रॉन प्राप्त करके या उनका हास करके इसे प्राप्त करते हैं। कार्बन के सबसे बाहरी कोश में चार इलेक्ट्रॉन होते हैं तथा उत्कृष्ट गैस विन्यास को प्राप्त करने के लिए इसको चार इलेक्ट्रॉन प्राप्त करने या खोने की आवश्यकता होती है। यदि इन्हें इलेक्ट्रॉनों को प्राप्त करना या खोना हो तो—

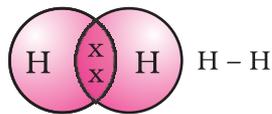
- ये चार इलेक्ट्रॉन प्राप्त कर  $\text{C}^{4-}$  ऋणायन बना सकता है, लेकिन छः प्रोटॉन वाले नाभिक के लिए दस इलेक्ट्रॉन अर्थात् चार अतिरिक्त इलेक्ट्रॉन धारण करना मुश्किल हो सकता है।
- ये चार इलेक्ट्रॉन खो कर  $\text{C}^{4+}$  धनायन बना सकता है, लेकिन चार इलेक्ट्रॉनों को खो कर छः प्रोटॉन वाले नाभिक में केवल दो इलेक्ट्रॉनों का कार्बन धनायन बनाने के लिए अत्यधिक ऊर्जा की आवश्यकता होगी।

कार्बन अपने अन्य परमाणुओं अथवा अन्य तत्वों के परमाणुओं के साथ संयोजकता इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी करके इस समस्या को सुलझा लेता है। केवल कार्बन ही नहीं बल्कि अनेक अन्य तत्व भी इसी प्रकार इलेक्ट्रॉन की साझेदारी करके अणुओं का निर्माण करते हैं। जिन इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी की जाती है, वे दोनों परमाणुओं के बाहरी कोश के ही होते हैं, तथा इनके फलस्वरूप दोनों ही परमाणु उत्कृष्ट गैस विन्यास की स्थिति को प्राप्त करते हैं। कार्बन के यौगिकों की चर्चा करने से पहले इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी से बने कुछ सामान्य अणुओं को समझते हैं।



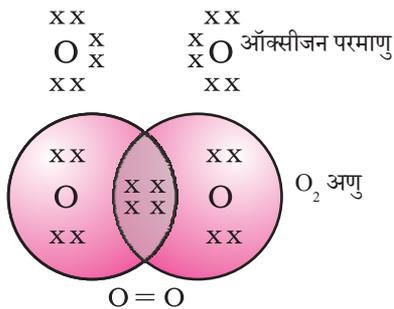
चित्र 4.1

हाइड्रोजन का एक अणु



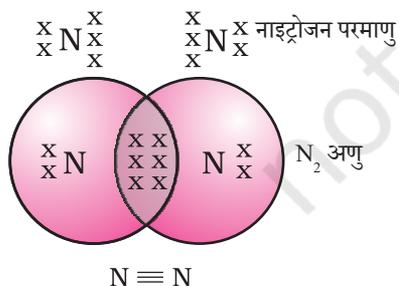
चित्र 4.2

हाइड्रोजन के दो परमाणुओं के बीच एकल बंध



चित्र 4.3

ऑक्सीजन के दो परमाणुओं के बीच दोहरा बंध



चित्र 4.4

नाइट्रोजन के दो परमाणुओं के बीच त्रिआबंध

इस तरह से बने अणुओं में सबसे सामान्य अणु हाइड्रोजन का है। जैसा कि आपने पहले अध्ययन किया है, हाइड्रोजन की परमाणु संख्या 1 है। अतः इसके K कोश में एक इलेक्ट्रॉन है तथा K कोश को भरने के लिए इसको एक और इलेक्ट्रॉन की आवश्यकता होती है। इसलिए हाइड्रोजन के दो परमाणु अपने इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी करके हाइड्रोजन का अणु, H<sub>2</sub> बनाते हैं। परिणामस्वरूप हाइड्रोजन का प्रत्येक अणु अपने निकटतम उत्कृष्ट गैस, हीलियम के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास को प्राप्त करता है, जिसके K कोश में दो इलेक्ट्रॉन होते हैं। संयोजकता इलेक्ट्रॉन दर्शाने के लिए हम बिंदुओं अथवा क्रॉस (चित्र 4.1) का उपयोग कर सकते हैं।

इलेक्ट्रॉन के सहभागी युग्म हाइड्रोजन के दो परमाणुओं के बीच सहसंयोजी एक आबंध बनाते हैं। इस आबंध को दो परमाणुओं के बीच एक रेखा के द्वारा भी व्यक्त किया जाता है, जैसा कि चित्र 4.2 में दिखाया गया है।

क्लोरीन की परमाणु संख्या 17 है। इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास तथा संयोजकता क्या होगी? क्लोरीन द्विपरमाणुक अणु, Cl<sub>2</sub> बनाती है। क्या आप इस अणु की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना बना सकते हैं? याद रखिए कि केवल संयोजकता कोश इलेक्ट्रॉन को ही चित्रित करने की आवश्यकता होती है।

ऑक्सीजन के दो परमाणुओं के बीच द्विआबंध का बनना दिखाई देता है। ऐसा इसलिए होता है, क्योंकि ऑक्सीजन के परमाणु के L कोश में छः इलेक्ट्रॉन होते हैं (ऑक्सीजन की परमाणु संख्या आठ है।) तथा इसे अष्टक पूरा करने के लिए दो और इलेक्ट्रॉनों की आवश्यकता होती है। अतः ऑक्सीजन का प्रत्येक परमाणु ऑक्सीजन के अन्य परमाणु के साथ दो इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी करता है, जिससे हमें चित्र 4.3 के अनुसार संरचना प्राप्त होती है। ऑक्सीजन के प्रत्येक परमाणु के द्वारा प्रदान किए गए दो इलेक्ट्रॉनों से इलेक्ट्रॉनों के दो सहभागी युग्म प्राप्त होते हैं। इसे दो परमाणुओं के बीच द्विआबंध बनना कहते हैं।

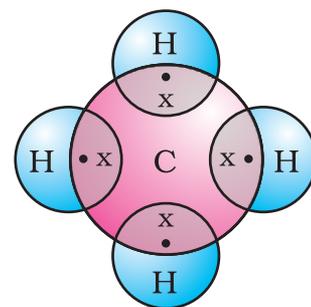
क्या अब आप जल के अणु को चित्रित कर सकते हैं, जिसमें ऑक्सीजन के एक परमाणु एवं हाइड्रोजन के दो परमाणुओं के बीच आबंधन की प्रकृति को दर्शाया गया हो? इस अणु में एक आबंध है, अथवा द्विआबंध?

नाइट्रोजन के द्विपरमाणुक अणु में कैसा आबंध होगा? नाइट्रोजन की परमाणु संख्या 7 है। इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास एवं संयोजन क्षमता क्या होगी? अष्टक प्राप्त करने के लिए नाइट्रोजन के एक अणु में नाइट्रोजन का प्रत्येक परमाणु तीन इलेक्ट्रॉन देता है, जिससे इलेक्ट्रॉन के तीन सहभागी युग्म प्राप्त होते हैं। इसे दो परमाणुओं के बीच त्रिआबंध का बनना कहा जाता है। N<sub>2</sub> की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना तथा इसके त्रिआबंध को चित्र 4.4 के अनुसार दर्शाया जा सकता है।

अमोनिया के अणु का सूत्र  $\text{NH}_3$  है। क्या आप इस अणु की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना को चित्रित कर सकते हैं, जिसमें यह दर्शाया गया हो कि कैसे सभी चार परमाणुओं को उत्कृष्ट गैस विन्यास की स्थिति प्राप्त हुई? इन अणुओं में एक, द्वि अथवा त्रि कौन सा आबंध होगा?

अब हम मेथेन को देखते हैं, जो कार्बन का यौगिक है। ईंधन के रूप में मेथेन का अधिकाधिक उपयोग होता है तथा यह बायोगैस एवं संपीडित प्राकृतिक गैस (CNG) का प्रमुख घटक है। यह कार्बन के सर्वाधिक सरल यौगिकों में से एक है। मेथेन का सूत्र  $\text{CH}_4$  है। जैसा कि आप जानते हैं, हाइड्रोजन की संयोजकता 1 है। कार्बन चतुःसंयोजक है, क्योंकि इसमें चार संयोजकता इलेक्ट्रॉन होते हैं। उत्कृष्ट गैस विन्यास की स्थिति को प्राप्त करने के लिए कार्बन इन इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी हाइड्रोजन के चार परमाणुओं के साथ करता है, जैसा कि चित्र 4.5 में दिखाया गया है।

इस प्रकार दो परमाणुओं के बीच इलेक्ट्रॉन के एक युग्म की साझेदारी के द्वारा बने वाले आबंध सहसंयोजी आबंध कहलाते हैं। **सहसंयोजी आबंध** वाले अणुओं में भीतर तो प्रबल आबंध होता है, लेकिन इनका अंतराअणुक बल दुर्बल होता है। फलस्वरूप इन यौगिकों के क्वथनांक एवं गलनांक कम होते हैं। चूँकि, परमाणुओं के बीच इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी होती है और आवेशित कण बनते हैं; सामान्यतः ऐसे सहसंयोजी यौगिक विद्युत के कुचालक होते हैं।



चित्र 4.5  
मेथेन की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना

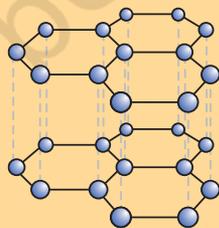
### कार्बन के अपररूप

प्रकृति में कार्बन तत्व अनेक विभिन्न भौतिक गुणों के साथ विविध रूपों में पाया जाता है। हीरा एवं ग्रेफाइट दोनों ही कार्बन के परमाणुओं से बने हैं, कार्बन के परमाणुओं के परस्पर आबंधन के तरीकों के आधार पर ही इनमें अंतर होता है। हीरे में कार्बन का प्रत्येक परमाणु कार्बन के चार अन्य परमाणुओं के साथ आबंधित होता है, जिससे एक दृढ़ त्रिआयामी संरचना बनती है। ग्रेफाइट में कार्बन के प्रत्येक परमाणु का आबंधन कार्बन के तीन अन्य परमाणुओं के साथ एक ही तल पर होता है, जिससे षट्कोणीय व्यूह मिलता है। इनमें से एक आबंध द्विआबंधी होता है, जिसके कारण कार्बन की संयोजकता पूर्ण होती है। ग्रेफाइट की संरचना में षट्कोणीय तल एक-दूसरे के ऊपर व्यवस्थित होते हैं।

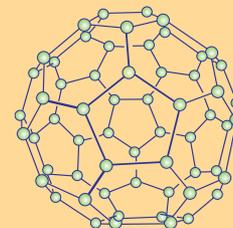
क्या आप जानते हैं?



हीरे की संरचना



ग्रेफाइट की संरचना



C-60 बकमिंसटरफुलेरीन की संरचना

इन दो विभिन्न संरचनाओं के कारण हीरे एवं ग्रेफाइट के भौतिक गुणधर्म अत्यंत भिन्न होते हैं, जबकि उनके रासायनिक गुणधर्म एकसमान होते हैं। हीरा अब तक का ज्ञात सर्वाधिक कठोर पदार्थ है, जबकि ग्रेफाइट चिकना तथा फिसलनशील होता है। पिछले अध्याय में आपने जिन अधातुओं के बारे में अध्ययन किया, उनके विपरीत ग्रेफाइट विद्युत का सुचालक होता है।

शुद्ध कार्बन को अत्यधिक उच्च दाब एवं ताप पर उपचारित (subjecting) करके हीरे को संश्लेषित किया जा सकता है। ये संश्लेषित हीरे आकार में छोटे होते हैं, लेकिन अन्यथा ये प्राकृतिक हीरों से अभेदनीय होते हैं।

फुलेरीन कार्बन अपररूप का अन्य वर्ग है। सबसे पहले C-60 की पहचान की गई, जिसमें कार्बन के परमाणु फुटबॉल के रूप में व्यवस्थित होते हैं। चूंकि, यह अमेरिकी आर्किटेक्ट बकमिंस्टर फुलर (Buckminster Fuller) द्वारा डिजाइन किए गए जियोडेसिक गुंबद के समान लगते हैं, इसीलिए, इस अणु को फुलेरीन नाम दिया गया।

## प्रश्न

1.  $\text{CO}_2$  सूत्र वाले कार्बन डाइऑक्साइड की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना क्या होगी?
2. सल्फर के आठ परमाणुओं से बने सल्फर के अणु की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना क्या होगी? (संकेत— सल्फर के आठ परमाणु एक अँगूठी के रूप में आपस में जुड़े होते हैं।)

### 4.2 कार्बन की सर्वतोमुखी प्रकृति

विभिन्न तत्वों एवं यौगिकों में हमने इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी द्वारा सहसंयोजी आबंध का निर्माण देखा। हमने सरल कार्बन यौगिक, मेथेन की संरचना भी देखी। अध्याय के आरंभ में हमने देखा कि कितनी वस्तुओं में कार्बन पाया जाता है। वस्तुतः हम स्वयं भी कार्बन के यौगिकों से बने हुए हैं। हाल ही में रसायनशास्त्रियों द्वारा सूत्र सहित ज्ञात कार्बन यौगिकों की गणना की गई है, जो लगभग कई मिलियन आँकी गई है। अन्य सभी तत्वों के यौगिकों को एक साथ रखने पर भी इनकी संख्या उन सबसे कहीं अधिक है। ऐसा क्यों है कि यह गुणधर्म केवल कार्बन में ही मिलता है किसी और तत्व में नहीं? सहसंयोजी बंध की प्रकृति के कारण कार्बन में बड़ी संख्या में यौगिक बनाने की क्षमता होती है। कार्बन में दो कारक देखे गए हैं—

- (i) कार्बन में कार्बन के ही अन्य परमाणुओं के साथ आबंध बनाने की अद्वितीय क्षमता होती है, जिससे बड़ी संख्या में अणु बनते हैं। इस गुण को **शृंखलन** (catenation) कहते हैं। इन यौगिकों में कार्बन की लंबी शृंखला, कार्बन की विभिन्न शाखाओं वाली शृंखला अथवा वलय में व्यवस्थित कार्बन भी पाए जाते हैं। साथ ही कार्बन के परमाणु एक, द्वि अथवा त्रि आबंध से जुड़े हो सकते हैं। कार्बन परमाणुओं के बीच केवल एक आबंध से जुड़े कार्बन के यौगिक **संतृप्त यौगिक** कहलाते हैं। द्वि अथवा त्रि-आबंध वाले कार्बन के यौगिक **असंतृप्त यौगिक** कहलाते हैं। कार्बन यौगिकों में जिस सीमा तक शृंखलन का गुण पाया जाता है वह किसी और तत्व में नहीं मिलता है। सिलिकॉन हाइड्रोजन के साथ यौगिक बनाते हैं, जिनमें सात या आठ परमाणुओं तक की शृंखला हो सकती है, लेकिन यह यौगिक अति अभिक्रियाशील होते हैं। कार्बन-कार्बन आबंध अत्यधिक प्रबल होता है, अतः यह स्थायी

होता है। फलस्वरूप अनेक कार्बन परमाणुओं के साथ आपस में जुड़े हुए अनेक यौगिक प्राप्त होते हैं।

- (ii) चूँकि, कार्बन की संयोजकता चार होती है, अतः इसमें कार्बन के चार अन्य परमाणुओं अथवा कुछ अन्य एक संयोजक तत्वों के परमाणुओं के साथ आबंधन की क्षमता होती है। ऑक्सीजन, हाइड्रोजन, नाइट्रोजन, सल्फर, क्लोरीन तथा अनेक अन्य तत्वों के साथ कार्बन के यौगिक बनते हैं, फलस्वरूप ऐसे विशेष गुण वाले यौगिक बनते हैं, जो अणु में कार्बन के अतिरिक्त उपस्थित तत्व पर निर्भर करते हैं।

अधिकतर अन्य तत्वों के साथ कार्बन द्वारा बनाए गए आबंध अत्यंत प्रबल होते हैं, जिनके फलस्वरूप ये यौगिक अतिशय रूप में स्थायी होते हैं। कार्बन द्वारा प्रबल आबंधों के निर्माण का एक कारण, इसका छोटा आकार भी है। इसके कारण इलेक्ट्रॉन के सहभागी युग्मों को नाभिक मजबूती से पकड़े रहता है। बड़े परमाणुओं वाले तत्वों से बने आबंध तुलना में अत्यंत दुर्बल होते हैं।

क्या आप जानते हैं?

### कार्बनिक यौगिक

कार्बन में पाए जाने वाले दो विशिष्ट लक्षणों, चतुःसंयोजकता और श्रंखलन से बड़ी संख्या में यौगिकों का निर्माण होता है। अनेक यौगिकों के अकार्बनिक परमाणु अथवा परमाणु के समूह विभिन्न कार्बन श्रंखलाओं से जुड़े होते हैं। मूल रूप से इन यौगिकों को प्राकृतिक पदार्थों से प्राप्त किया गया था तथा यह समझा गया था कि ये कार्बन यौगिक अथवा कार्बनिक यौगिक केवल सजीवों में ही निर्मित हो सकते हैं। अर्थात्, यह माना गया कि उनके संश्लेषण के लिए एक 'जीवन शक्ति' आवश्यक थी। 1828 में फ्रेडरिक वोहलर (Friedrich Wöhler) ने अमोनियम सायनेट से यूरिया बनाकर इसे असत्य प्रमाणित किया, लेकिन कार्बाईड, कार्बोनेट तथा बाइकार्बोनेट लवणों के अतिरिक्त सभी कार्बन यौगिकों का अध्ययन अभी भी कार्बनिक रसायन के अंतर्गत होता है।

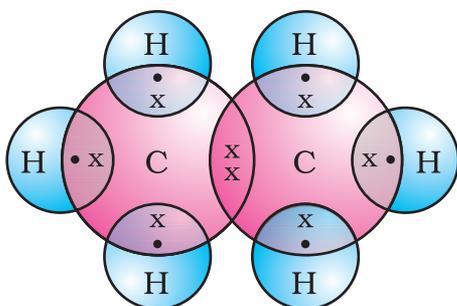
#### 4.2.1 संतृप्त एवं असंतृप्त कार्बन यौगिक

मेथेन की संरचना हम पहले ही समझ चुके हैं। कार्बन एवं हाइड्रोजन से बनने वाला अन्य यौगिक एथेन है, जिसका सूत्र  $C_2H_6$  है। सरल कार्बन यौगिकों की संरचना प्राप्त करने के लिए सबसे पहले कार्बन के परमाणुओं को एक आबंध के द्वारा आपस में जोड़ा जाता है तथा फिर कार्बन की शेष संयोजकता को संतृप्त करने के लिए हाइड्रोजन के परमाणुओं का उपयोग करते हैं। उदाहरण के लिए— निम्नलिखित चरणों में एथेन की संरचना को प्राप्त किया जाता है—



चरण 1

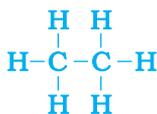
चित्र 4.6 (a) एक आबंध के द्वारा जुड़े कार्बन परमाणु



चित्र 4.6 (c)

एथेन की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना

प्रत्येक कार्बन परमाणु की तीन संयोजकता असंतुष्ट रहती है, अतः प्रत्येक का आबंध तीन हाइड्रोजन परमाणुओं के साथ किया जाता है, जिससे निम्नलिखित प्राप्त होता है—



चरण 2

चित्र 4.6 (b) तीन हाइड्रोजन परमाणुओं से जुड़े प्रत्येक कार्बन परमाणु

एथेन की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना को चित्र 4.6 (c) में दर्शाया गया है।

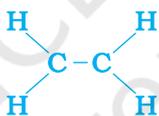
क्या आप इसी प्रकार प्रोपेन की संरचना चित्रित कर सकते हैं, जिसका आणविक सूत्र  $\text{C}_3\text{H}_8$  होता है? आप देखेंगे कि सभी परमाणुओं की संयोजकता उनके बीच बने एक आबंध से संतुष्ट होती है। ऐसे यौगिकों को संतृप्त यौगिक कहते हैं। सामान्यतः ये यौगिक अधिक अभिक्रियाशील नहीं होते।

किंतु कार्बन एवं हाइड्रोजन के एक अन्य यौगिक का सूत्र  $\text{C}_2\text{H}_4$  है, जिसे एथीन कहते हैं। इस अणु को कैसे चित्रित कर सकते हैं? हम पहले जैसी चरणबद्ध विधि अपनाएँगे।



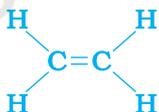
चरण 1

एक आबंध के द्वारा जुड़े कार्बन परमाणु (चरण 1)



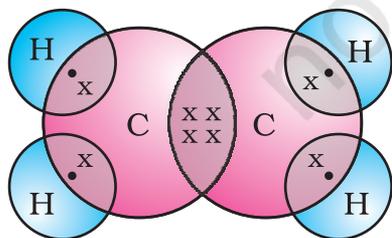
चरण 2

हम देखते हैं कि प्रति कार्बन परमाणु की एक संयोजकता (चरण 2) असंतुष्ट रहती है। इसको तभी संतुष्ट किया जा सकता है, जब दो कार्बनों के बीच द्विआबंध (चरण 3) हो जिससे हमें निम्नलिखित प्राप्त हो:



चरण 3

चित्र 4.7 में एथीन की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना दी गई है।



चित्र 4.7

एथीन की संरचना

हाइड्रोजन एवं कार्बन के एक अन्य यौगिक का सूत्र  $\text{C}_2\text{H}_2$  है, जिसे एथाइन कहते हैं। क्या आप एथाइन की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना का चित्रण कर सकते हैं? इनकी संयोजकता को संतुष्ट करने के लिए दो कार्बन परमाणुओं के बीच कितने आबंध आवश्यक हैं? कार्बन परमाणुओं के बीच इस प्रकार द्वि या त्रि-आबंध वाले कार्बन यौगिकों को कार्बन यौगिक कहते हैं तथा ये संतृप्त कार्बन यौगिकों की तुलना में अधिक अभिक्रियाशील होते हैं।

## 4.2.2 श्रंखलाएँ, शाखाएँ एवं वलय

पिछले खंड में हमने क्रमशः 1, 2 तथा 3 कार्बन परमाणुओं वाले कार्बन यौगिकों मेथेन, एथेन तथा प्रोपेन की चर्चा की। कार्बन परमाणुओं की इस प्रकार की श्रंखलाओं में दसों कार्बन परमाणु हो सकते हैं। इनमें से छः के नाम तथा संरचना सारणी 4.2 में दिए गए हैं।

**सारणी 4.2** कार्बन तथा हाइड्रोजन के संतृप्त यौगिकों के सूत्र तथा संरचनाएँ

कार्बन परमाणु की संख्या	नाम	सूत्र	संरचना
1	मेथेन	$\text{CH}_4$	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$
2	एथेन	$\text{C}_2\text{H}_6$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
3	प्रोपेन	$\text{C}_3\text{H}_8$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
4	ब्यूटेन	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
5	पेन्टेन	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
6	हेक्सेन	$\text{C}_6\text{H}_{14}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$

किंतु आइए, हम ब्यूटेन पर पुनर्विचार करें। यदि हम चार कार्बन परमाणुओं से कार्बन 'कंकाल' बनाएँ तो हमें पता चलता है कि दो विभिन्न 'कंकाल' बन सकते हैं—



चित्र 4.8 (a) दो संभावित कार्बन कंकाल

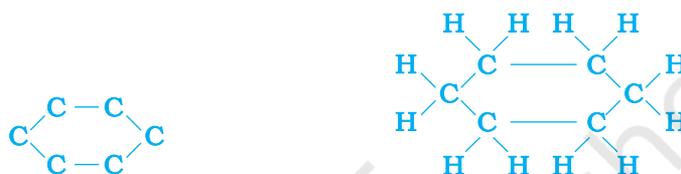
शेष संयोजकता के स्थान पर हाइड्रोजन भरने से हमें निम्नलिखित प्राप्त होता है—



चित्र 4.8 (b)  $C_4H_{10}$  सूत्र से दो संरचनाओं के लिए संपूर्ण अणु

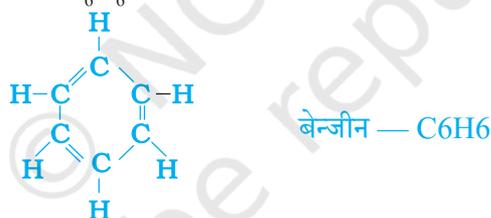
हम देखते हैं कि इन दोनों संरचनाओं में एक ही सूत्र  $C_4H_{10}$  है। समान आणविक सूत्र, लेकिन विभिन्न संरचनाओं वाले ऐसे यौगिक संरचनात्मक समावयन कहलाते हैं।

सीधी तथा शाखाओं वाली कार्बन श्रंखलाओं के अतिरिक्त कुछ यौगिकों में कार्बन के परमाणु वलय के आकार में व्यवस्थित होते हैं, जैसे— साइक्लोहेक्सेन का सूत्र  $C_6H_{12}$  है तथा उसकी संरचना निम्नलिखित है—



चित्र 4.9 साइक्लोहेक्सेन की संरचना (a) कार्बन कंकाल (b) संपूर्ण अणु

क्या आप साइक्लोहेक्सेन की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना को चित्रित कर सकते हैं? सीधी श्रंखला, शाखित श्रंखला तथा चक्रीय कार्बन यौगिक सभी संतृप्त अथवा असंतृप्त यौगिक हो सकते हैं, जैसे— बेन्जीन ( $C_6H_6$ ) की संरचना निम्नलिखित है—



चित्र 4.10 बेन्जीन की संरचना

केवल कार्बन एवं हाइड्रोजन वाले ये सभी कार्बन यौगिक हाइड्रोकार्बन कहलाते हैं। इनमें से संतृप्त हाइड्रोकार्बन 'एल्केन' कहलाते हैं। ऐसे असंतृप्त हाइड्रोकार्बन, जिनमें एक या अधिक दोहरे आबंध होते हैं 'एल्कीन' कहलाते हैं। एक या अधिक त्रि-आबंध वाले 'एल्काइन' कहलाते हैं।

### 4.2.3 मुझसे दोस्ती करेंगे?

कार्बन अत्यंत मैत्रीपूर्ण तत्व है। अभी तक हमने कार्बन तथा हाइड्रोजन के यौगिकों की चर्चा की, लेकिन कार्बन अन्य तत्वों; जैसे— हैलोजेन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन तथा सल्फर के साथ भी आबंध बनाता है। हाइड्रोकार्बन श्रंखला में यह तत्व एक या अधिक हाइड्रोजन को इस प्रकार प्रतिस्थापित करते हैं कि कार्बन की संयोजकता संतुष्ट रहती है। ऐसे यौगिकों में हाइड्रोजन को प्रतिस्थापित करने वाले तत्वों को विषम परमाणु कहते हैं। यह विषम परमाणु कुछ प्रकार्यात्मक समूहों में भी उपस्थित होते हैं, जैसा कि सारणी 4.3 में दिया गया है। यह **विषम परमाणु** और वे

प्रकार्यात्मक समूह जिनमें यह उपस्थित होते हैं, यौगिकों को विशिष्ट गुण प्रदान करते हैं। यह गुण कार्बन श्रृंखला की लंबाई और प्रकृति पर निर्भर नहीं होते, फलस्वरूप यह **प्रकार्यात्मक समूह** (Functional group) कहलाते हैं। सारणी 4.3 में कुछ महत्वपूर्ण प्रकार्यात्मक समूह दिए गए हैं। एकल रेखा के द्वारा समूह की मुक्त संयोजकता अथवा संयोजकताएँ दर्शाई गई हैं। हाइड्रोजन के एक या अधिक अणुओं को प्रतिस्थापित करके इस संयोजकता के द्वारा प्रकार्यात्मक समूह कार्बन श्रृंखला से जुड़े रहते हैं।

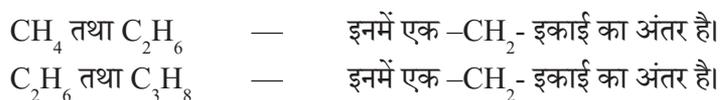
**सारणी 4.3** कार्बन यौगिकों में कुछ प्रकार्यात्मक समूह

विषय परमाणु	यौगिकों का प्रकार	प्रकार्यात्मक समूह का फार्मूला
Cl/Br	हैलो - (क्लोरो / ब्रोमो) एल्केन	—Cl, —Br (हाइड्रोजन परमाणु के प्रतिस्थापी)
ऑक्सीजन	1. एल्कोहल	—OH
	2. ऐल्डिहाइड	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ -\text{C} \\    \\ \text{O} \end{array}$
	3. कीटोन	$\begin{array}{c} -\text{C}- \\    \\ \text{O} \end{array}$
	4. कार्बोक्सिलिक अम्ल	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$

#### 4.2.4 समजातीय श्रेणी

आपने देखा कि कार्बन परमाणुओं को आपस में जोड़कर विभिन्न लंबाई की श्रृंखलाएँ बनाई जा सकती हैं। ये श्रृंखलाएँ शाखित भी हो सकती हैं। साथ ही, इन कार्बन श्रृंखलाओं में स्थित हाइड्रोजन तथा अन्य परमाणुओं को उपरोक्त किसी भी प्रकार्यात्मक समूहों से प्रतिस्थापित किया जा सकता है। एल्कोहल जैसे प्रकार्यात्मक समूह की उपस्थिति कार्बन यौगिक के गुणधर्मों को तय करती है, चाहे कार्बन श्रृंखला की लंबाई कुछ भी हो, जैसे—  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$  तथा  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$  के रासायनिक गुणधर्मों में अत्यधिक समानता है। अतः यौगिकों की ऐसी श्रृंखला जिसमें कार्बन श्रृंखला में स्थित हाइड्रोजन को एक ही प्रकार का प्रकार्यात्मक समूह प्रतिस्थापित करता है, उसे **समजातीय श्रेणी** कहते हैं।

अब हम सारणी 4.2 में वर्णित समजातीय श्रेणी को देखेंगे। यदि हम उत्तरोत्तर यौगिकों के सूत्रों को देखें, जैसे—



अगले युग्म-प्रोपेन ( $C_3H_8$ ) एवं ब्यूटेन ( $C_4H_{10}$ ) में क्या अंतर है?

क्या आप इन युग्मों के आणविक द्रव्यमानों में अंतर ज्ञात कर सकते हैं? (कार्बन का परमाणविक द्रव्यमान 12u है तथा हाइड्रोजन का परमाणविक द्रव्यमान 1u है?)

इसी प्रकार, ऐल्कीनों की समजातीय श्रेणी को देखिए। श्रेणी का पहला सदस्य एथीन है, जिसके बारे में हम पहले ही अनुभाग 4.2.1 में अध्ययन कर चुके हैं। एथेन का सूत्र क्या है? उत्तरोत्तर सदस्यों के सूत्र  $C_3H_6$ ,  $C_4H_8$  तथा  $C_5H_{10}$  हैं। क्या इनमें भी  $-CH_2-$  इकाई का अंतर है?

क्या आपको इन यौगिकों में कार्बन एवं हाइड्रोजन के परमाणुओं की संख्या के बीच कोई संबंध प्रतीत होता है? ऐल्कीनों का सामान्य सूत्र  $C_nH_{2n}$  के रूप में लिखा जा सकता है, जहाँ  $n = 2, 3, 4$  है। क्या आप इसी प्रकार ऐल्केनों तथा ऐल्काइनों का सामान्य सूत्र बना सकते हैं?

जब किसी समजातीय श्रेणी में आणविक द्रव्यमान बढ़ता है तो भौतिक गुणधर्मों में क्रमबद्धता दिखाई देती है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि आणविक द्रव्यमान के बढ़ने के साथ गलनांक एवं क्वथनांक में वृद्धि होती है। किसी विशेष विलायक में विलेयता जैसे भौतिक गुणधर्म भी इसी प्रकार की क्रमबद्धता दर्शाते हैं, किंतु पूर्ण रूप से प्रकार्यात्मक समूह के द्वारा सुनिश्चित किए जाने वाले रासायनिक गुण समजातीय श्रेणी में एकसमान बने रहते हैं।

## क्रियाकलाप 4.2

- सूत्रों तथा आणविक द्रव्यमानों में अंतर की गणना कीजिए— (a).  $CH_3OH$  तथा  $C_2H_5OH$   
(b)  $C_2H_5OH$  तथा  $C_3H_7OH$  एवं (c)  $C_3H_7OH$  तथा  $C_4H_9OH$
- क्या इन तीनों में कोई समानता है?
- एक परिवार तैयार करने के लिए इन एल्कोहलों को कार्बन परमाणुओं के बढ़ते हुए क्रम में व्यवस्थित कीजिए। क्या इनको एक समजातीय श्रेणी का परिवार कहा जा सकता है?
- सारणी 4.3 में दिए गए अन्य प्रकार्यात्मक समूहों के लिए चार कार्बनों तक के यौगिकों वाली समजातीय श्रेणी तैयार कीजिए।

### 4.2.5 कार्बन यौगिकों की नामपद्धति

किसी समजातीय श्रेणी में यौगिकों के नामों का आधार बेसिक कार्बन की उन मूल श्रंखलाओं पर आधारित होता है, जिनको प्रकार्यात्मक समूह की प्रकृति के अनुसार 'पूर्वलग्न' 'उपसर्ग' या 'अनुलग्न' 'प्रत्यय' के द्वारा संशोधित किया गया हो। जैसे क्रियाकलाप 4.2 में लिए गए एल्कोहलों के नाम हैं— मेथेनॉल, एथेनॉल, प्रोपेनॉल तथा ब्यूटेनॉल।

निम्नलिखित विधि के द्वारा किसी कार्बन यौगिक का नामकरण किया जा सकता है—

- (i) यौगिक में कार्बन परमाणुओं की संख्या ज्ञात कीजिए। तीन कार्बन परमाणु वाले यौगिक का नाम प्रोपेन होगा।
- (ii) प्रकार्यात्मक समूह की उपस्थिति में इसको पूर्वलग्न अथवा अनुलग्न के साथ यौगिक के नाम में दर्शाया जाता है। (सारणी 4.4 के अनुसार)

- (iii) यदि प्रकार्यात्मक समूह का नाम अनुलग्न के आधार पर दिया जाना हो तथा यदि प्रकार्यात्मक समूह के अनुलग्न नाम स्वर a, e, i, o, u से प्रारंभ होता हो तो कार्बन श्रृंखला के नाम से अंत का 'e' हटाकर, उसमें समुचित अनुलग्न लगाकर संशोधित करते हैं, जैसे- कीटोन समूह की तीन कार्बन वाली श्रृंखला को निम्नलिखित विधि से नाम दिया जाएगा- Propane - 'e' = propan + 'one' = propanone प्रोपेनोन.
- (iv) असंतृप्त कार्बन श्रृंखला में कार्बन श्रृंखला के नाम में दिए गए अंतिम 'ane' को सारणी 4.4 के अनुसार 'ene' या 'yne' से प्रतिस्थापित करते हैं, जैसे- द्विआबंध वाली तीन कार्बन की श्रृंखला प्रोपीन कहलाएगी तथा त्रि-आबंध होने पर यह प्रोपाइन (propyne) कहलाएगी।

#### सारणी 4.4 कार्बनिक यौगिकों की नामपद्धति

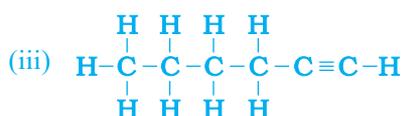
यौगिकों का प्रकार	पूर्वलग्न/अनुलग्न	उदाहरण
1. हैलो ऐल्केन	पूर्वलग्न क्लोरो, ब्रोमो, आदि	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{Cl} \\   &   &   \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ क्लोरोप्रोपेन
		$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{Br} \\   &   &   \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ ब्रोमोप्रोपेन
2. एल्कोहल	अनुलग्न - ol	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\   &   &   \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ प्रोपेनॉल
3. ऐल्डिहाइड	अनुलग्न - al	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\   &   &   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}=\text{O} \\   &   & \\ \text{H} & \text{H} & \end{array}$ प्रोपेनैल
4. कीटोन	अनुलग्न - one	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\   & &   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   &    &   \\ \text{H} & \text{O} & \text{H} \end{array}$ प्रोपेनोन
5. कार्बोक्सिलिक अम्ल	अनुलग्न - oic acid	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{O} \\   &   &    \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\   &   & \\ \text{H} & \text{H} & \end{array}$ प्रोपेनॉइक अम्ल
6. ऐल्कीन	अनुलग्न - ene	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & & \text{H} \\   &   & & / \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{C} & & \backslash \\   & & & \text{H} \\ \text{H} & & & \end{array}$ प्रोपीन
7. ऐल्काइन	अनुलग्न - yne	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$ प्रोपाइन

## प्रश्न

1. पेन्टेन के लिए आप कितने संरचनात्मक समावयवों का चित्रण कर सकते हैं?
2. कार्बन के दो गुणधर्म कौन से हैं, जिनके कारण हमारे चारों ओर कार्बन यौगिकों की विशाल संख्या दिखाई देती है?
3. साइक्लोपेन्टेन का सूत्र तथा इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना क्या होंगे?
4. निम्नलिखित यौगिकों की संरचनाएँ चित्रित कीजिए—
  - (i) एथेनॉइक अम्ल
  - (ii) ब्रोमोपेन्टेन\*
  - (iii) ब्यूटेनोन
  - (iv) हेक्सेनैल

\*क्या ब्रोमोपेन्टेन के संरचनात्मक समावयव संभव हैं?

5. निम्नलिखित यौगिकों का नामकरण कैसे करेंगे?



### 4.3 कार्बन यौगिकों के रासायनिक गुणधर्म

इस भाग में हम कार्बन यौगिकों के कुछ रासायनिक गुणधर्मों का अध्ययन करेंगे। चूँकि, हमारे द्वारा उपयोग में लाए जाने वाले अधिकांश ईंधन कार्बन अथवा उसके यौगिक होते हैं, अतः सर्वप्रथम हम दहन के विषय में पढ़ेंगे।

#### 4.3.1 दहन

अपने सभी अपररूपों में कार्बन, ऑक्सीजन में दहन करके ऊष्मा एवं प्रकाश के साथ कार्बन डाइऑक्साइड देता है। दहन पर अधिकांश कार्बन यौगिक भी प्रचुर मात्रा में ऊष्मा एवं प्रकाश को मुक्त करते हैं। निम्नलिखित वे ऑक्सीकरण अभिक्रियाएँ हैं, जिनका अध्ययन आपने पहले अध्याय में किया था—

- (i)  $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{ऊष्मा एवं प्रकाश}$
- (ii)  $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{ऊष्मा एवं प्रकाश}$
- (iii)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{ऊष्मा एवं प्रकाश}$

पहले अध्याय में अध्ययन की गई विधि से (ii), (iii) अभिक्रियाओं को संतुलित कीजिए।

#### क्रियाकलाप 4.3

**सावधानी—** इस क्रियाकलाप के लिए शिक्षक का पर्यवेक्षण अनिवार्य है।

- एक स्पैचुला में एक-एक करके कुछ कार्बन यौगिकों (नैफ्थलीन, कैम्फर, एल्कोहल) को लेकर जलाइए।

- ज्वाला की प्रकृति का प्रेक्षण कीजिए तथा लिखिए कि धुआँ उत्पन्न हुआ या नहीं।
- ज्वाला के ऊपर धातु की एक तश्तरी रखिए। इनमें से किसी भी यौगिक के कारण क्या तश्तरी पर कोई निक्षेपण हुआ?

### क्रियाकलाप 4.4

- एक बुन्सेन बर्नर जलाइए तथा विभिन्न प्रकार की ज्वालाओं अथवा धुएँ की उपस्थिति को प्राप्त करने के लिए उसके आधार पर वायु छिद्र को व्यवस्थित कीजिए।
- पीली, कज्जली ज्वाला कब प्राप्त हुई?
- नीली ज्वाला कब प्राप्त हुई?

संतृप्त हाइड्रोकार्बन से सामान्यतः स्वच्छ ज्वाला निकलेगी, जबकि असंतृप्त कार्बन यौगिकों से अत्यधिक काले धुएँ वाली पीली ज्वाला निकलेगी। इसके परिणामस्वरूप क्रियाकलाप 4.3 में धातु की तश्तरी पर कज्जली निक्षेपण होगा, लेकिन वायु की आपूर्ति को सीमित कर देने से अपूर्ण दहन होने पर संतृप्त हाइड्रोकार्बनों से भी कज्जली ज्वाला निकलेगी। घरों में उपयोग में लाई जाने वाली गैस अथवा केरोसिन के स्टोव में वायु के लिए छिद्र होते हैं, जिनसे पर्याप्त मात्रा में ऑक्सीजन-समृद्ध मिश्रण जलकर स्वच्छ नीली ज्वाला देता है।

यदि कभी बर्तनों के तले काले होते हुए दिखाई दें तो इसका अर्थ होगा कि वायु छिद्र अवरुद्ध हैं तथा ईंधन का व्यर्थ व्यय हो रहा है। कोयले तथा पेट्रोलियम जैसे ईंधनों में कुछ मात्रा में नाइट्रोजन तथा सल्फर होती हैं। इनके दहन के फलस्वरूप सल्फर तथा नाइट्रोजन के ऑक्साइड का निर्माण होता है, जो पर्यावरण में प्रमुख प्रदूषक हैं।

### क्यों जलते हुए पदार्थ ज्वाला उत्पन्न करते हैं अथवा नहीं करते हैं?

क्या आपने कभी कोयले अथवा लकड़ी की अग्नि को देखा है? यदि नहीं, तो अगली बार जब भी अवसर मिले तो आप ध्यान से देखिए कि लकड़ी अथवा कोयले का जलना आरंभ होने पर क्या होता है। आपने देखा कि एक मोमबत्ती या गैस स्टोव की एल.पी.जी., जलते समय ज्वाला उत्पन्न करती है। यद्यपि आप देखेंगे कि अँगीठी में जलने वाला कोयला या तारकोल कभी-कभी लाल रंग के समान उज्ज्वल होता है तथा बिना ज्वाला के ऊष्मा देता है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि केवल गैसीय पदार्थों के जलने पर ही ज्वाला उत्पन्न होती है। लकड़ी या तारकोल जलाने पर उपस्थित वाष्पशील पदार्थ वाष्पीकृत हो जाते हैं तथा आरंभ में ज्वाला के साथ जलते हैं।

गैसीय पदार्थों के परमाणुओं को ताप देने पर एक दीप्त ज्वाला दिखाई देती है तथा उज्ज्वल होना आरंभ करती है। प्रत्येक तत्व के द्वारा उत्पन्न रंग उस तत्व का अभिलाक्षणिक गुण होता है। गैस स्टोव की ज्वाला में ताँबे के तार को जलाने का प्रयास कीजिए तथा इसके रंग का प्रेक्षण कीजिए। आपने देखा कि अपूर्ण दहन से कज्जल उत्पन्न होता है, जो कार्बन होता है। इसके आधार पर आप मोमबत्ती की पीले रंग की ज्वाला का क्या कारण बताएँगे?

क्या आप जानते हैं?

### कोयले तथा पेट्रोलियम का निर्माण

कोयले तथा पेट्रोलियम का निर्माण जैवमात्रा से हुआ है, जो विभिन्न जैविकीय तथा भूवैज्ञानिक प्रक्रियाओं पर निर्भर करते हैं। कोयला लाखों वर्ष पुराने वृक्षों, फर्न तथा अन्य पौधे का अवशेष है। संभवतः भूकंप अथवा ज्वालामुखी फटने के कारण ये धरती में चट्टानों की परतों के नीचे दब गए थे तथा धीरे-धीरे क्षय होकर ये कोयला बन गए। तेल तथा गैस लाखों वर्ष पुराने छोटे समुद्री पौधों तथा जीवों के अवशेष हैं। उनके मृत होने पर उनके शरीर समुद्र-तल में डूब गए तथा गाद से ढक गए। उन मृत अवशेषों पर बैक्टीरिया के आक्रमण से प्रबल दाब के कारण तेल तथा गैस का निर्माण हुआ। इसी बीच गाद धीरे-धीरे दबकर चट्टान बन गया। चट्टान के छिद्रित भागों से तेल तथा गैस का रिसाव हुआ और ये पानी में स्पंज की तरह फँस गए। क्या आप अनुमान लगा सकते हैं कि कोयले तथा पेट्रोलियम को जीवाश्मी ईंधन क्यों कहते हैं?

### 4.3.2 ऑक्सीकरण

#### क्रियाकलाप 4.5

- एक परखनली में लगभग 3 mL एथेनॉल लीजिए तथा इसे जल ऊष्मक में सावधानी से गर्म कीजिए।
- इस विलयन में क्षारीय पोटैशियम परमैंगनेट का 5% एक-एक बूँद करके डालिए।
- डालने पर आरंभ में क्या पोटैशियम परमैंगनेट का रंग बना रहता है?
- अधिक मात्रा में डालने पर पोटैशियम परमैंगनेट का रंग लुप्त क्यों नहीं होता?

प्रथम अध्याय में आपने ऑक्सीकरण की अभिक्रियाओं का अध्ययन किया। दहन करने पर कार्बन यौगिकों को सरलता से ऑक्सीकृत किया जा सकता है। इस पूर्ण ऑक्सीकरण के अतिरिक्त ऐसी अभिक्रियाएँ भी होती हैं, जिनमें एल्कोहल को कार्बोक्सिलिक अम्ल में बदला जाता है—



हम देखते हैं कि कुछ पदार्थों में अन्य पदार्थों को ऑक्सीजन देने की क्षमता होती है। इन पदार्थों को **ऑक्सीकारक** कहा जाता है।

क्षारीय पोटैशियम परमैंगनेट अथवा अम्लीकृत पोटैशियम डाइक्रोमेट एल्कोहलों को अम्लों में आक्सीकृत करते हैं अर्थात् ये आरंभिक पदार्थ में ऑक्सीजन जोड़ते हैं। अतएव इनको ऑक्सीकारक कहते हैं।

### 4.3.3 संकलन अभिक्रिया

पैलेडियम अथवा निकैल जैसे उत्प्रेरकों की उपस्थिति में असंतृप्त हाइड्रोकार्बन हाइड्रोजन जोड़कर संतृप्त हाइड्रोकार्बन देते हैं। उत्प्रेरक वे पदार्थ होते हैं, जिनके कारण अभिक्रिया भिन्न दर से आगे

बढ़ती है, जो अभिक्रिया को प्रभावित नहीं करते हैं। निकैल उत्प्रेरक का उपयोग करके साधारणतः वनस्पति तेलों के हाइड्रोजनीकरण में इस अभिक्रिया का उपयोग होता है। वनस्पति तेलों में साधारणतः लंबी असंतृप्त कार्बन श्रृंखलाएँ होती हैं, जबकि जंतु वसा में संतृप्त कार्बन श्रृंखलाएँ होती हैं।



आपने देखा होगा कि कुछ विज्ञापनों में कहा जाता है कि वनस्पति तेल 'स्वास्थ्यवर्धक' होते हैं। साधारणतः, जंतु वसा में संतृप्त वसा अम्ल होते हैं, जो स्वास्थ्य के लिए हानिकारक माने जाते हैं। भोजन पकाने के लिए असंतृप्त वसा अम्लों वाले तेलों का उपयोग करना चाहिए।

#### 4.3.4 प्रतिस्थापन अभिक्रिया

संतृप्त हाइड्रोकार्बन अत्यधिक अनभिक्रित होते हैं तथा अधिकांश अभिकर्मकों की उपस्थिति में अक्रिय होते हैं। हालाँकि, सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में अति तीव्र अभिक्रिया में क्लोरीन का हाइड्रोकार्बन में संकलन होता है। क्लोरीन एक-एक करके हाइड्रोजन के परमाणुओं का प्रतिस्थापन करती है। इसको प्रतिस्थापन अभिक्रिया कहते हैं, क्योंकि एक प्रकार का परमाणु, अथवा परमाणुओं के समूह दूसरे का स्थान लेते हैं। साधारणतः उच्च समजातीय ऐल्केन के साथ अनेक उत्पादों का निर्माण होता है।



### प्रश्न

1. एथनॉल से एथेनॉइक अम्ल में परिवर्तन को ऑक्सीकरण अभिक्रिया क्यों कहते हैं?
2. ऑक्सीजन तथा एथाइन के मिश्रण का दहन बेल्लिंग के लिए किया जाता है। क्या आप बता सकते हैं कि एथाइन तथा वायु के मिश्रण का उपयोग क्यों नहीं किया जाता?



#### 4.4 कुछ महत्वपूर्ण कार्बन यौगिक— एथनॉल तथा एथेनॉइक अम्ल

अनेक कार्बन यौगिक हमारे लिए अनमोल होते हैं, किंतु यहाँ हम व्यावसायिक रूप से महत्वपूर्ण दो यौगिकों— एथनॉल तथा एथेनॉइक अम्लों के गुणधर्मों का अध्ययन करेंगे।

##### 4.4.1 एथनॉल के गुणधर्म

एथनॉल कक्ष के ताप पर द्रव अवस्था में होता है। (एथनॉल के गलनांक एवं क्वथनांक के लिए सारणी 4.1 देखिए) सामान्यतः एथेनॉल को एल्कोहल कहा जाता है तथा यह सभी एल्कोहल पेय पदार्थों का महत्वपूर्ण अवयव होता है। इसके अतिरिक्त यह एक अच्छा विलायक है। इसलिए,

इसका उपयोग टिंचर आयोडीन, कफ़ सीरप, टॉनिक आदि जैसी औषधियों में होता है। एथनॉल को किसी भी अनुपात में जल में मिलाया जा सकता है। तनु एथनॉल की थोड़ी सी भी मात्रा लेने पर नशा आ जाता है। हालाँकि एल्कोहल पीना निंदनीय है, लेकिन समाज में बड़े पैमाने पर प्रचलित है, लेकिन शुद्ध एथनॉल (परिशुद्ध एल्कोहल) की थोड़ी सी भी मात्रा घातक सिद्ध हो सकती है। काफ़ी समय तक एल्कोहल का सेवन करने से स्वास्थ्य संबंधी कई समस्याएँ उत्पन्न हो जाती हैं।

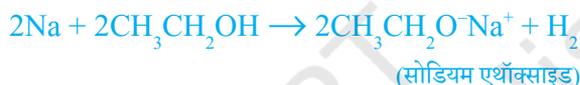
### क्रियाकलाप 4.6

शिक्षक के द्वारा प्रदर्शन—

- लगभग दो चावल के आकार के बराबर सोडियम के एक छोटे टुकड़े को एथनॉल (परिशुद्ध एल्कोहल) में डालिए।
- आप क्या प्रेक्षित करते हैं?
- उत्सर्जित गैस की आप कैसे जाँच करेंगे?

### एथनॉल की अभिक्रियाएँ

(i) सोडियम के साथ अभिक्रिया—



एल्कोहल सोडियम से अभिक्रिया कर हाइड्रोजन गैस उत्सर्जित करता है। एथनॉल के साथ अभिक्रिया में दूसरा उत्पाद सोडियम एथॉक्साइड बनता है। क्या आप बता सकते हैं कि कौन-सा दूसरा पदार्थ धातु से अभिक्रिया कर हाइड्रोजन बनाता है?

(ii) असंतृप्त हाइड्रोकार्बन बनाने की अभिक्रिया— 443K तापमान पर एथनॉल को आधिक्य सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ गर्म करने पर एथनॉल का निर्जलीकरण होकर एथीन बनता है।



इस अभिक्रिया में सल्फ्यूरिक अम्ल निर्जलीकारक के रूप में काम करता है, जो एथनॉल से जल को अलग कर देता है।

### सजीव प्राणियों पर एल्कोहल का क्या प्रभाव पड़ता है?

जब अधिक मात्रा में एथनॉल का सेवन किया जाता है तो इससे उपापचयी प्रक्रिया धीमी हो जाती है तथा केंद्रीय तंत्रिका तंत्र कमजोर हो जाता है। इसके फलस्वरूप समन्वय की कमी, मानसिक दुविधा, उर्नीदापन, सामान्य अर्न्तबाध का कम हो जाना एवं भावशून्यता आती है। यद्यपि व्यक्ति राहत महसूस करता है, लेकिन उसे पता नहीं चल पाता कि उसके सोचने, समझने की क्षमता तथा मांसपेशी बुरी तरह प्रभावित हुई है। एथनॉल के विपरीत मेथेनॉल की थोड़ी सी भी मात्रा लेने से मृत्यु हो सकती है। यकृत में मेथेनॉल ऑक्सीकृत होकर मेथेनैल बन जाता है। मेथेनैल यकृत की कोशिकाओं के घटकों के साथ शीघ्र अभिक्रिया करने लगता है। इससे प्रोटोप्लाज्म उसी प्रकार स्कंदित हो जाता है,

क्या आप जानते हैं?

जिस प्रकार पकाने पर अंडा स्कंदित होता है। मेथेनैल चाक्षुष तंत्रिका को भी प्रभावित करता है, जिससे व्यक्ति अंधा हो सकता है। एथनॉल एक महत्वपूर्ण औद्योगिक विलायक है। औद्योगिक उपयोग के लिए तैयार एथनॉल का दुरुपयोग रोकने के लिए इसमें मेथेनॉल जैसा जहरीला पदार्थ मिला दिया जाता है, जिससे यह पीने योग्य न रह जाए। एल्कोहल की पहचान करने के लिए इसमें रंजक मिलाकर इसका रंग नीला बना दिया जाता है। इसे विकृत एल्कोहल कहा जाता है।

क्या आप जानते हैं?

### ईंधन के रूप में एल्कोहल

गन्ना सूर्य के प्रकाश को रासायनिक ऊर्जा में बदलने में सर्वाधिक सक्षम होता है। गन्ने का रस मोलेसस (सिरा) बनाने के उपयोग में लाया जाता है, जिसका किण्वन करके एल्कोहल (एथनॉल) तैयार किया जाता है। कुछ देशों में एल्कोहल में पेट्रोल मिलाकर उसे स्वच्छ ईंधन के रूप में इस्तेमाल किया जाता है। यह ईंधन पर्याप्त ऑक्सीजन होने पर केवल कार्बन डाइऑक्साइड एवं जल उत्पन्न करता है।

### 4.4.2 एथेनॉइक अम्ल के गुणधर्म

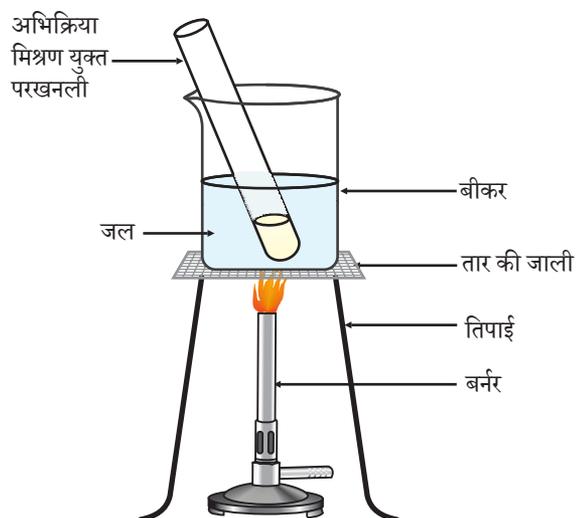
एथेनॉइक अम्ल को सामान्यतः ऐसीटिक अम्ल कहा जाता है तथा यह कार्बोक्सिलिक अम्ल समूह से संबंधित है। ऐसीटिक अम्ल के 3-4% विलयन को सिरका कहा जाता है एवं इसे अचार में परिरक्षक के रूप में इस्तेमाल किया जाता है। शुद्ध एथेनॉइक अम्ल का गलनांक 290 K होता है और इसलिए ठंडी जलवायु में शीत के दिनों में यह जम जाता है। इस कारण इसे ग्लैशल ऐसीटिक अम्ल कहते हैं। कार्बोक्सिलिक अम्ल कहा जाने वाला कार्बनिक यौगिकों के समूह का अभिलक्षण इसकी अम्लीयता होती है। हालाँकि, खनिज अम्लों के विपरीत कार्बोक्सिलिक अम्ल दुर्बल अम्ल होते हैं। खनिज अम्ल, जैसे- हाइड्रोक्लोरिक अम्ल पूरी तरह आयनीकृत हो जाते हैं।

#### क्रियाकलाप 4.8

- एक परखनली में सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल की कुछ बूँदें, एक-एक mL एथेनॉल (परिशुद्ध एल्कोहल) एवं ग्लैशल ऐसीटिक अम्ल लीजिए।
- कम से कम पाँच मिनट तक जल ऊष्मक में उसे गर्म करें जैसा चित्र 4.1 में दिखाया गया है।
- अब इसे उस बीकर में उड़ेल दीजिए जिसमें 20-50 mL जल हो तथा उस मिश्रण को सूँघिए।

#### क्रियाकलाप 4.7

- लिटमस पत्र एवं सार्वत्रिक सूचक का उपयोग कर तनु ऐसीटिक अम्ल तथा हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के pH मान की तुलना कीजिए।
- क्या लिटमस परीक्षण में दोनों अम्ल सूचित होते हैं?
- सार्वत्रिक सूचक से क्या दोनों अम्लों के प्रबल होने का पता चलता है?



चित्र 4. एस्टर का निर्माण

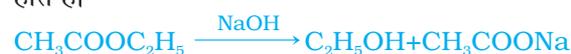
कार्बन एवं उसके यौगिक

### एथेनॉइक अम्ल की अभिक्रियाएँ

- (i) एस्टरीकरण अभिक्रिया— एस्टर मुख्य रूप से अम्ल एवं एल्कोहल की अभिक्रिया से निर्मित होते हैं। एथेनॉइक अम्ल किसी अम्ल उत्प्रेरक की उपस्थिति में परिशुद्ध एथनॉल से अभिक्रिया करके एस्टर बनाते हैं—



सामान्यतया एस्टर की गंध मृदु होती है। इसका उपयोग इत्र बनाने एवं स्वाद उत्पन्न करने वाले कारक के रूप में किया जाता है। सोडियम हाइड्रॉक्साइड से अभिक्रिया द्वारा, जो एक क्षार है, एस्टर पुनः एल्कोहल एवं कार्बोक्सिलिक अम्ल का सोडियम लवण बनाता है। इस अभिक्रिया को साबुनीकरण कहा जाता है, क्योंकि इससे साबुन तैयार किया जाता है। साबुन दीर्घ श्रृंखला वाले कार्बोक्सिलिक अम्लों सोडियम अथवा पोटैशियम लवण होते हैं।



- (ii) क्षारक के साथ अभिक्रिया— खनिज अम्ल की भाँति एथेनॉइक अम्ल सोडियम हाइड्रॉक्साइड जैसे क्षारक से अभिक्रिया करके लवण (सोडियम एथेनोएट या सोडियम ऐसीटेट) तथा जल बनाता है।



एथेनॉइक अम्ल कार्बोनेट एवं हाइड्रोजन कार्बोनेट से कैसे अभिक्रिया करता है? आइए, जानने के लिए हम एक क्रियाकलाप करें।

#### क्रियाकलाप 4.9

- अध्याय 2 के क्रियाकलाप 2.5 के अनुसार उपकरण तैयार कीजिए।
- एक परखनली में एक स्पैचुला भरकर सोडियम कार्बोनेट लीजिए तथा उसमें 2 mL तनु एथेनॉइक अम्ल मिलाइए।
- आप क्या प्रेक्षित करते हैं?
- ताजे चूने के जल में इस गैस को प्रवाहित कीजिए। आप क्या देखते हैं?
- क्या इस परीक्षण से एथेनॉइक अम्ल एवं सोडियम कार्बोनेट की अभिक्रिया से उत्पन्न गैस का पता चल सकता है?
- अब सोडियम कार्बोनेट के स्थान पर सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट के साथ यह क्रियाकलाप दोहराइए।

- (iii) कार्बोनेट एवं हाइड्रोजनकार्बोनेट के साथ अभिक्रिया— एथेनॉइक अम्ल कार्बोनेट एवं हाइड्रोजनकार्बोनेट के साथ अभिक्रिया करके लवण, कार्बन डाइऑक्साइड एवं जल बनाता है। इस अभिक्रिया में उत्पन्न लवण को सोडियम ऐसीटेट कहते हैं।



## प्रश्न

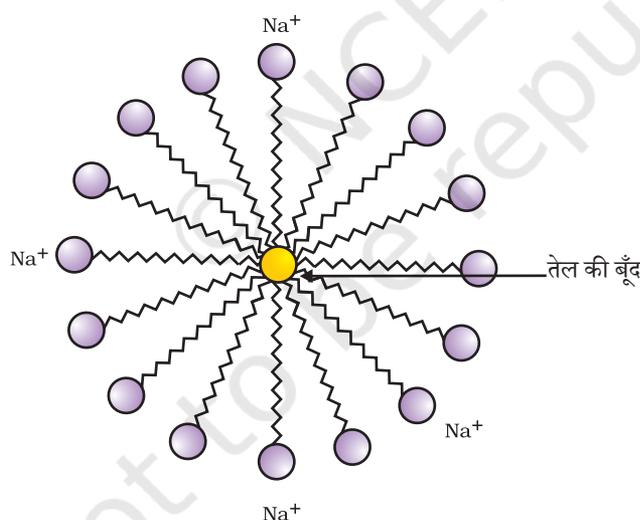
1. प्रयोग द्वारा आप एल्कोहल एवं कार्बोक्सिलिक अम्ल में कैसे अंतर कर सकते हैं?
2. ऑक्सीकारक क्या हैं?



### 4.5 साबुन और अपमार्जक

#### क्रियाकलाप 4.10

- दो परखनलियों में 10-10 mL जल लीजिए।
- दोनों में एक-एक बूँद तेल (पाक तेल) डालिए एवं उन्हें 'A' तथा 'B' नाम दीजिए।
- परखनली 'B' में साबुन के घोल की कुछ बूँदें डालिए।
- दोनों परखनलियों को समान समय तक जोर-जोर से हिलाइए।
- क्या हिलाना बंद करने के बाद दोनों परखनलियों में आप तेल एवं जल की परतों को अलग-अलग देख सकते हैं?
- कुछ देर तक दोनों परखनलियों को स्थिर रखिए एवं फिर उस पर ध्यान दीजिए। क्या तेल की परत अलग हो जाती है? ऐसा किस परखनली में पहले होता है।



चित्र 4.12 मिसेल का निर्माण

इस क्रियाकलाप से सफ़ाई में साबुन के प्रभाव का पता चलता है। अधिकांश मैल तैलीय होते हैं और आप जानते हैं कि तेल पानी में अघुलनशील है। साबुन के अणु लंबी श्रृंखला वाले कार्बोक्सिलिक अम्लों के सोडियम एवं पोटैशियम लवण होते हैं। साबुन का आयनिक भाग जल से जबकि कार्बन श्रृंखला तेल से पारस्परिक क्रिया करती है। इस प्रकार साबुन के अणु मिसेली संरचना, (चित्र 4.12) तैयार करते हैं, जहाँ अणु का एक सिरा तेल कण की ओर तथा आयनिक

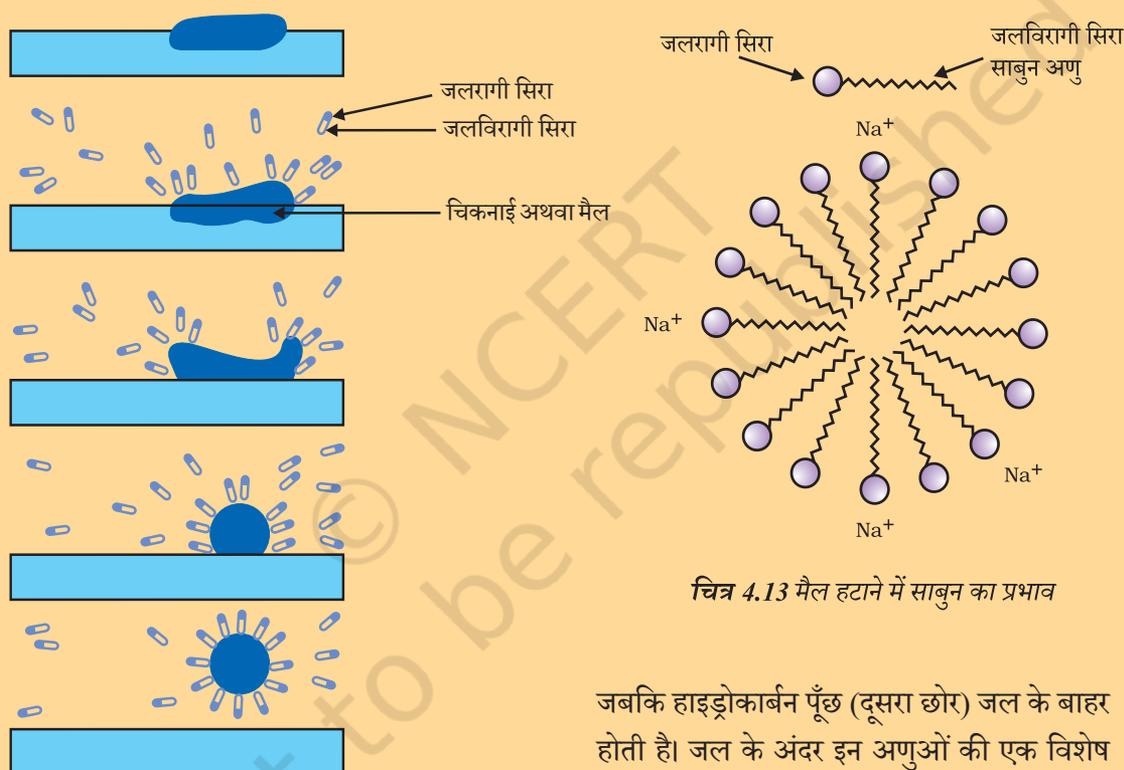
कार्बन एवं उसके यौगिक

सिरा बाहर की ओर होता है। इससे पानी में इमल्शन बनता है। इस प्रकार साबुन का मिसेल मैल को पानी बाहर निकलने में मदद करता है और हमारे कपड़े साफ़ (चित्र 4.13) हो जाते हैं।

क्या आप मिसेल की संरचना बना सकते हैं, जो साबुन को हाइड्रोकार्बन में घोलने से बनता है?

### मिसेल

साबुन के अणु ऐसे होते हैं, जिनके दोनों सिरों के विभिन्न गुणधर्म होते हैं। जल में विलेय एक सिरे को **जलरागी** कहते हैं तथा हाइड्रोकार्बन में विलेय दूसरे सिरे को **जलविरागी** कहते हैं। जब साबुन जल की सतह पर होता है तब इसके अणु अपने को इस प्रकार व्यवस्थित कर लेते हैं कि इसका आयनिक सिरा जल के अंदर होता है



चित्र 4.13 मैल हटाने में साबुन का प्रभाव

जबकि हाइड्रोकार्बन पूँछ (दूसरा छोर) जल के बाहर होती है। जल के अंदर इन अणुओं की एक विशेष व्यवस्था होती है, जिससे इसका हाइड्रोकार्बन सिरा

जल के बाहर बना होता है। ऐसा अणुओं का बड़ा गुच्छा बनने के कारण होता है, जिसमें जलविरागी पूँछ गुच्छे के आंतरिक हिस्से में होती है, जबकि उसका आयनिक सिरा गुच्छे की सतह पर होता है। इस संरचना को मिसेल कहते हैं। मिसेल के रूप में साबुन स्वच्छ करने में सक्षम होता है, क्योंकि तैलीय मैल मिसेल के केंद्र में एकत्र हो जाते हैं। मिसेल विलयन में कोलॉइड के रूप में बने रहते हैं तथा आयन-आयन विकर्षण के कारण वे अवक्षेपित नहीं होते। इस प्रकार मिसेल में तैरते मैल आसानी से हटाए जा सकते हैं। साबुन के मिसेल प्रकाश को प्रकीर्णित कर सकते हैं। यही कारण है कि साबुन का घोल बादल जैसा दिखता है।

यह भी जानिए!

### क्रियाकलाप 4.11

- अलग-अलग परखनलियों में 10–10 mL आसुत जल (अथवा वर्षा जल) एवं कठोर जल (हैंडपंप या कुएँ का जल) लीजिए।
- दोनों में साबुन के घोल की कुछ बूँदें मिलाइए।
- दोनों परखनलियों को एक ही समय तक हिलाइए एवं उससे बनने वाले झाग पर ध्यान दीजिए।
- किस परखनली में अधिक झाग बनता है?
- किस परखनली में श्वेत दही जैसा अवक्षेप प्राप्त होता है?
- शिक्षक के लिए निर्देश— यदि आपके आसपास कठोर जल उपलब्ध नहीं है तो साधारण जल में हाइड्रोजन कार्बोनेट अथवा सल्फेट अथवा मैग्नीशियम या कैल्शियम के क्लोराइड को घोलकर कठोर जल तैयार कीजिए।

### क्रियाकलाप 4.12

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

क्या आपने कभी स्नान करते समय अनुभव किया है कि झाग मुश्किल से बन रहा है एवं जल से शरीर धो लेने के बाद भी कुछ अघुलनशील पदार्थ (स्कम) जमा रहता है। ऐसा इसलिए होता है, क्योंकि साबुन कठोर जल में उपस्थित कैल्शियम एवं मैग्नीशियम लवणों से अभिक्रिया करता है। ऐसे में आपको अधिक मात्रा में साबुन का उपयोग करना पड़ता है। एक अन्य प्रकार के यौगिक यानी अपमार्जक का उपयोग कर इस समस्या को निपटाया जा सकता है। अपमार्जक सामान्यतः लंबी कार्बन श्रृंखला वाले सल्फोनिक लवण अथवा लंबी कार्बन श्रृंखला वाले अमोनियम लवण होते हैं, जो क्लोराइड या बोमाइड आयनों के साथ बनते हैं। इन यौगिकों का आवेशित सिरा कठोर जल में उपस्थित कैल्शियम एवं मैग्नीशियम आयनों के साथ अघुलनशील पदार्थ नहीं बनाते हैं। 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।

## प्रश्न

1. क्या आप डिटरजेंट का उपयोग कर बता सकते हैं कि कोई जल कठोर है अथवा नहीं?
2. लोग विभिन्न प्रकार से कपड़े धोते हैं। सामान्यतः साबुन लगाने के बाद लोग कपड़े को पत्थर पर पटकते हैं, डंडे से पीटते हैं, ब्रुश से रगड़ते हैं या वाशिंग मशीन में कपड़े रगड़े जाते हैं। कपड़ा साफ करने के लिए उसे रगड़ने की क्यों आवश्यकता होती है?



## आपने क्या सीखा

- कार्बन एक सर्वतोमुखी तत्व है, जो सभी जीवों एवं हमारे उपयोग में आने वाली वस्तुओं का आधार है।
- कार्बन की चतुःसंयोजकता एवं श्रृंखलन प्रकृति के कारण यह कई यौगिक बनाता है।
- अपने-अपने बाहरी कोशों को पूर्ण रूप से भरने के लिए दो परमाणुओं के बीच इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी से सहसंयोजक आबंध बनता है।
- कार्बन अपने या दूसरे तत्वों; जैसे- हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, सल्फर, नाइट्रोजन एवं क्लोरीन के साथ सहसंयोजक आबंध बनाता है।
- कार्बन ऐसे यौगिक भी बनाता है, जिसमें कार्बन परमाणुओं के बीच द्वि या त्रिआबंध होते हैं। कार्बन की यह श्रृंखला, सीधी, शाखायुक्त या वलयीय किसी भी रूप में हो सकती है।
- कार्बन की श्रृंखला बनाने की क्षमता के कारण यौगिकों की एक समजाती श्रेणी उत्पन्न होती है, जिसमें विभिन्न लंबाई वाली कार्बन श्रृंखला से समान प्रकार्यात्मक समूह जुड़ा होता है।
- एल्कोहल, ऐल्डिहाइड, कीटोन एवं कार्बोक्सिलिक अम्ल जैसे समूह कार्बन यौगिकों का अभिलाक्षणिक गुण प्रदान करते हैं।
- कार्बन तथा उसके यौगिक हमारे ईंधन के प्रमुख स्रोत हैं।
- कार्बन यौगिक एथनॉल एवं एथेनॉइक अम्ल का हमारे दैनिक जीवन में काफ़ी महत्व है।
- साबुन एवं अपमार्जक की प्रक्रिया अणुओं में जलरागी तथा जलविरागी दोनों समूहों की उपस्थिति पर आधारित है। इसकी मदद से तैलीय मैल का पायस बनता है और बाहर निकलता है।

## अभ्यास

1. एथेन का आण्विक सूत्र -  $C_2H_6$  है। इसमें—
  - (a) 6 सहसंयोजक आबंध हैं।
  - (b) 7 सहसंयोजक आबंध हैं।
  - (c) 8 सहसंयोजक आबंध हैं।
  - (d) 9 सहसंयोजक आबंध हैं।
2. ब्यूटेनॉन चर्तु-कार्बन यौगिक है, जिसका प्रकार्यात्मक समूह—
  - (a) कार्बोक्सिलिक अम्ल
  - (b) ऐल्डिहाइड
  - (c) कीटोन
  - (d) एल्कोहल
3. खाना बनाते समय यदि बर्तन की तली बाहर से काली हो रही है तो इसका मतलब है कि—
  - (a) भोजन पूरी तरह नहीं पका है।
  - (b) ईंधन पूरी तरह से नहीं जल रहा है।
  - (c) ईंधन आर्द्र है।
  - (d) ईंधन पूरी तरह से जल रहा है।

4.  $\text{CH}_3\text{Cl}$  में आबंध निर्माण का उपयोग कर सहसंयोजक आबंध की प्रकृति समझाइए।
5. इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना बनाइए—
  - (a) एथेनॉइक अम्ल
  - (b)  $\text{H}_2\text{S}$
  - (c) प्रोपेनोन
  - (d)  $\text{F}_2$
6. समजातीय श्रेणी क्या है? उदाहरण के साथ समझाइए।
7. भौतिक एवं रासायनिक गुणधर्मों के आधार पर एथनॉल एवं एथेनॉइक अम्ल में आप कैसे अंतर करेंगे?
8. जब साबुन को जल में डाला जाता है तो मिसेल का निर्माण क्यों होता है? क्या एथनॉल जैसे दूसरे विलायकों में भी मिसेल का निर्माण होगा।
9. कार्बन एवं उसके यौगिकों का उपयोग अधिकतर अनुप्रयोगों में ईंधन के रूप में क्यों किया जाता है?
10. कठोर जल को साबुन से उपचारित करने पर झाग के निर्माण को समझाइए।
11. यदि आप लिटमस पत्र (लाल एवं नीला) से साबुन की जाँच करें तो आपका प्रेक्षण क्या होगा?
12. हाइड्रोजनीकरण क्या है? इसका औद्योगिक अनुप्रयोग क्या है?
13. दिए गए हाइड्रोकार्बन—  $\text{C}_2\text{H}_6$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{C}_3\text{H}_6$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$  एवं  $\text{CH}_4$  में किसमें संकलन अभिक्रिया होती है?
14. संतृप्त एवं असंतृप्त कार्बन के बीच रासायनिक अंतर समझने के लिए एक परीक्षण बताइए।
15. साबुन की सफाई प्रक्रिया की क्रियाविधि समझाइए।

## सामूहिक क्रियाकलाप

- I ■ आणविक मॉडल किट का उपयोग कर इस अध्याय में पढ़े यौगिकों का मॉडल बनाइए।
- II ■ एक बीकर में 20 mL कैस्टर तेल अथवा कपास बीज का तेल अथवा तीसी का तेल अथवा सोयाबीन का तेल लीजिए। इसमें 20 प्रतिशत सोडियम हाइड्रॉक्साइड का 30 mL विलयन डालिए। मिश्रण के गाढ़ा होने तक कुछ मिनट लगातार हिलाते हुए इसे गर्म कीजिए। इसमें 5–10 g साधारण नमक मिलाइए। मिश्रण को अच्छी तरह मिलाकर उसे ठंडा कीजिए।
  - साबुन को आप आकर्षक आकार में काट सकते हैं। इसके जमने से पहले इसमें आप इत्र भी मिला सकते हैं।