0907CH09

# अध्याय 9

# द्रव्य का परमाण्विक आधार

**चिंतन कीजिए**

- जल विभिन्न स्रोतों से प्राप्त किया जा सकता है। क्या जल के ये सभी प्रतिदर्श (sample) रासायनिक रूप से एकसमान होते हैं?
- ऑक्सीजन को कभी O और कभी $O_2$ के रूप में निरूपित किया जाता है। इन दोनों प्रतीकों में क्या अंतर है?
- जल में घुला हुआ नमक विद्युत का सुचालक होता है परंतु चीनी नहीं, ऐसा क्यों?

अध्याय 8 'एक यात्रा— परमाणु के भीतर' में आपने परमाणु की संरचना का अन्वेषण किया। आपने अवपरमाणुक कणों, जैसे— इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन और न्यूट्रॉन की खोज, उनके गुणधर्मों और परमाणु में उनकी अवस्थिति के विषय में भी अध्ययन किया। आपने यह भी सीखा कि जिन परमाणुओं के संयोजकता (बाह्यतम) कोश में इलेक्ट्रॉनों का अष्टक (आठ इलेक्ट्रॉन) होता है, वे स्थायी होते हैं। संयोजकता इलेक्ट्रॉनों का अष्टक प्राप्त करने के लिए परमाणु इलेक्ट्रॉनों को त्याग सकते हैं, ग्रहण कर सकते हैं अथवा साझा कर सकते हैं।

कक्षा 8 जिज्ञासा अध्याय 8

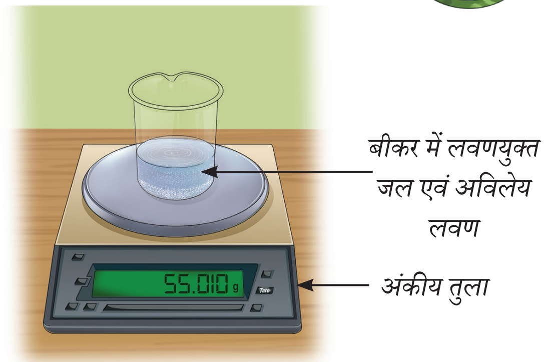
आपने यह भी सीखा है कि जब तत्व, यौगिक बनाते हैं तब उनके अनेक गुणधर्म परिवर्तित हो जाते हैं। उदाहरण के लिए— हाइड्रोजन और ऑक्सीजन दोनों गैसें हैं जबकि इनके संयोजन से बनने वाला पदार्थ जल है जो सामान्य ताप पर द्रव अवस्था में होता है।

यह रोचक है कि जल के गुणधर्म हाइड्रोजन अथवा ऑक्सीजन के गुणधर्मों के समान नहीं होते हैं। हाइड्रोजन एक ज्वलनशील गैस है और ऑक्सीजन दहन में सहायक होती है जबकि जल न तो ज्वलनशील पदार्थ है और न ही दहन में सहायता करता है अपितु यह अग्नि को बुझा देता है। यद्यपि यह ज्ञात हुआ कि जल का द्रव्यमान हाइड्रोजन और ऑक्सीजन के द्रव्यमानों के योग के समान है जिनके संयोजन से वह बना है। आइए, **अन्वेषण** करें कि क्या भौतिक और रासायनिक परिवर्तनों में द्रव्यमान अपरिवर्तित रहता है।

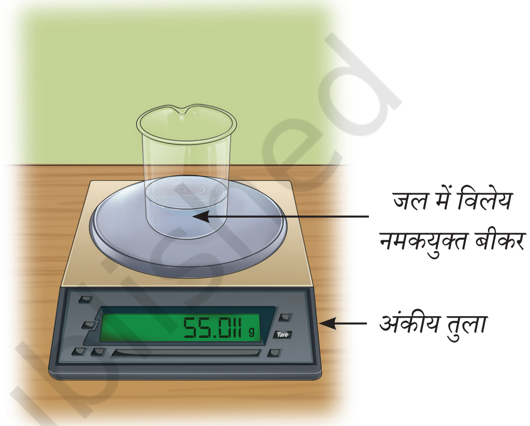
© NCERT not to be republished

### क्रियाकलाप 9.1 — आइए, एक भौतिक परिवर्तन का परीक्षण करें

1. एक अंकीय तुला (digital weighing balance) पर एक स्वच्छ और शुष्क 100 mL का बीकर रखिए।
2. आधेय भार (tare) अथवा पुन: नियोजन बटन (reset button) को दबाकर पाठ्यांक को शून्य कीजिए।
3. बीकर में लगभग 50 mL जल डालिए।
4. बीकर में रखे जल में एक स्पैचुला भरकर साधारण नमक डालिए।
5. तुला का पाठ्यांक **अभिलेखित** कीजिए (चित्र 9.1 क)।
6. बीकर को सावधानीपूर्वक तब तक हिलाइए जब तक कि नमक घुल न जाए। अपने प्रेक्षणों को **अभिलेखित** कीजिए (चित्र 9.1 ख)।



*चित्र 9.1 — (क) जल और अविलेय नमक का भार*



*चित्र 9.1 — (ख) जल में नमक के विलयन का भार*

आपने क्या **अवलोकन** किया? आप यह **देख** सकते हैं कि विलयन का द्रव्यमान लिए गए जल और नमक के द्रव्यमानों के योग के समान है। यह दर्शाता है कि विलयन बनाने जो एक भौतिक परिवर्तन है, के समय द्रव्यमान में व्यावहारिक रूप से कोई परिवर्तन नहीं होता। यह सभी भौतिक परिवर्तनों के लिए सत्य है। आप उपर्युक्त क्रियाकलाप को एक कागज तथा उसके टुकड़ों को तोलकर भी दोहरा सकते हैं और यह अवलोकन कर सकते हैं कि कागज के टुकड़े किए जाने से पूर्व एवं पश्चात कागज का द्रव्यमान परिवर्तित होता है अथवा नहीं।

आइए, अब हम यह ज्ञात करें कि क्या यह रासायनिक परिवर्तनों के लिए भी सत्य है।

### क्रियाकलाप 9.2 — आइए, एक रासायनिक परिवर्तन की जाँच करें

आप विभिन्न रासायनिक परिवर्तनों के विषय में अध्ययन कर चुके हैं। क्या आपको स्मरण है कि जब बेकिंग सोडा को सिरके में मिलाया गया था तब क्या हुआ था? इस रासायनिक परिवर्तन के समय कार्बन डाइऑक्साइड गैस उत्पन्न हुई थी। इस अभिक्रिया को हम निम्नलिखित प्रकार से निरूपित करते हैं—

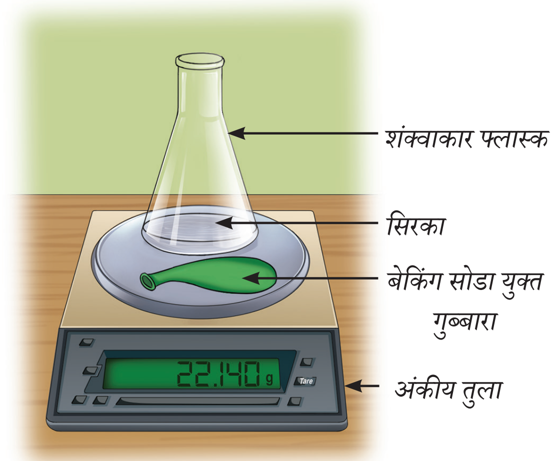
कक्षा 7 जिज्ञासा अध्याय 5

**सिरका + बेकिंग सोडा (सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट) → कार्बन डाइऑक्साइड + अन्य पदार्थ**

आइए, ज्ञात करें कि क्या रासायनिक परिवर्तन के पूर्व और पश्चात द्रव्यमान समान रहता है अथवा नहीं।

### प्रायोगिक व्यवस्था 1

1. एक अंकीय तुला पर स्वच्छ एवं शुष्क 100 mL का शंक्वाकार फ्लास्क और एक मध्यम आकार का गुब्बारा रखिए।
2. आधेय भार अथवा पुन: नियोजन बटन को दबाकर तुला के पाठ्यांक को शून्य कीजिए।
3. शंक्वाकार फ्लास्क में लगभग 20 mL सिरका अथवा नींबू का रस डालिए।
4. लगभग 2 g बेकिंग सोडा (सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट) लीजिए और उसे गुब्बारे में डालिए।
5. बेकिंग सोडा युक्त गुब्बारे को तुला पर शंक्वाकार फ्लास्क के साथ रखिए और आरंभिक पाठ्यांक अभिलेखित कीजिए (चित्र 9.2 क)।

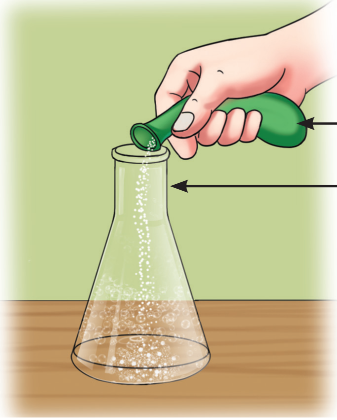


*चित्र 9.2 (क) — सिरका तथा बेकिंग सोडा का भार*

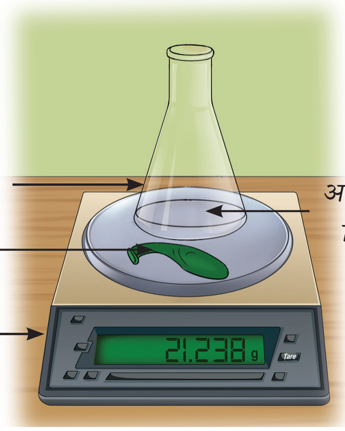
© NCERT not to be republished

**टिप्पणी**

सामान्यत: किसी भी मापन में अंतिम अंक में ±1 की अनिश्चितता होती है। अत: अंकीय तुला के पाठ्यांकों में अंतर प्रायोगिक त्रुटि के अंतर्गत होता है और स्थिरांक माना जा सकता है।




चित्र 9.2 — (ख) सिरका युक्त शंक्वाकार फ्लास्क में बेकिंग सोडा डालते हुए

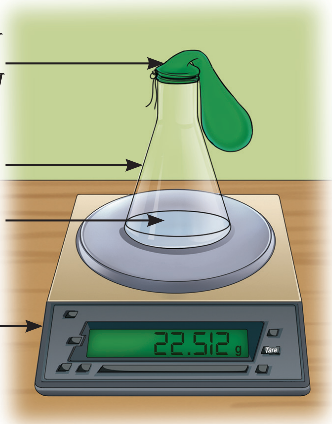



चित्र 9.2 — (ग) अभिक्रिया मिश्रण एवं खाली गुब्बारे का भार

6. सिरका युक्त शंक्वाकार फ्लास्क में गुब्बारे से बेकिंग सोडा (सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट) को ध्यानपूर्वक स्थानांतरित कीजिए (चित्र 9.2 ख )।
7. शंक्वाकार फ्लास्क और गुब्बारे को पुनः तुला पर रखिए और अंतिम पाठ्यांक अभिलेखित कीजिए (चित्र 9.2 ग)।

**टिप्पणी**

शंक्वाकार फ्लास्क और गुब्बारे को अंकीय तुला पर रखिए। इससे ऐसी त्रुटियाँ नहीं होतीं जो गुब्बारे पर बेकिंग सोडा के छोटे कणों के चिपके रहने के कारण उत्पन्न हो सकती हैं।




चित्र 9.3 — (क) सिरका और बेकिंग सोडा का भार

8. आपने क्या अवलोकन किया?
9. क्या आरंभिक और अंतिम पाठ्यांक समान हैं?

एक तीव्र बुदबुदाहट दिखाई देती है। अंतिम पाठ्यांक आरंभिक पाठ्यांक से भिन्न होता है। इसका क्या कारण हो सकता है?

उपर्युक्त प्रयोग को भिन्न प्रकार से दोहराइए जैसा कि नीचे वर्णित किया गया है।

## प्रायोगिक व्यवस्था 2

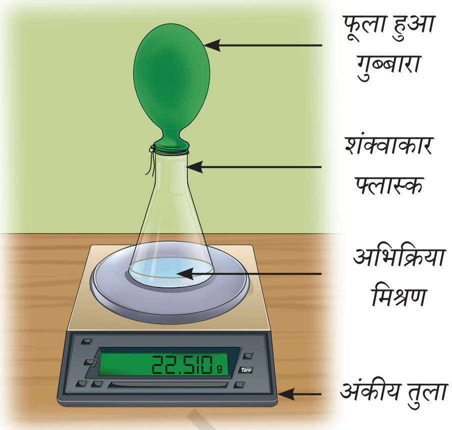
1. एक तुला पर स्वच्छ, शुष्क 100 mL शंक्वाकार फ्लास्क और मध्यम आकार का एक गुब्बारा रखिए।
2. आधेय भार अथवा पुनः नियोजन बटन को दबाकर तुला के पाठ्यांक को शून्य कीजिए।
3. शंक्वाकार फ्लास्क में लगभग 20 mL सिरका अथवा नींबू का रस डालिए।
4. एक गुब्बारे में लगभग 2 g बेकिंग सोडा (सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट) डालिए।
5. एक धागे की सहायता से बेकिंग सोडा युक्त गुब्बारे को शंक्वाकार फ्लास्क के मुँह पर बाँधते समय यह सुनिश्चित कीजिए कि बेकिंग सोडा सिरके में न गिरे।
6. सिरका युक्त शंक्वाकार फ्लास्क तथा बेकिंग सोडायुक्त गुब्बारे को तोलिए और पाठ्यांक अभिलेखित कीजिए (चित्र 9.3 क)।
7. गुब्बारे के दूसरे सिरे को ऊपर की ओर उठाइए जिससे बेकिंग सोडा (सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट) सिरके में गिर जाए (चित्र 9.3 ख)।
8. आपने क्या अवलोकन किया?
9. जैसा कि प्रायोगिक व्यवस्था 1 में देखा गया था कि अभिक्रिया के समय एक तीव्र बुदबुदाहट होती है जो गुब्बारे को फुला देती है।

चित्र 9.3 (ख) — सिरकायुक्त शंक्वाकार फ्लास्क में बेकिंग सोडा डालते हुए

© NCERT not to be republished

10. अंतिम पाठ्यांक को अभिलेखित कीजिए (चित्र 9.3 ग)।
11. क्या इस प्रयोग में आरंभिक और अंतिम पाठ्यांक समान हैं?

इस प्रयोग में अंतिम पाठ्यांक, आरंभिक पाठ्यांक के समान है। आपने ध्यान दिया होगा कि रासायनिक अभिक्रिया से पूर्व सिरका और बेकिंग सोडा (सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट) का कुल द्रव्यमान अभिक्रिया के पश्चात उत्पन्न कार्बन डाइऑक्साइड और निर्मित अन्य पदार्थों के कुल द्रव्यमान के समान है। प्रायोगिक व्यवस्था 1 के अंतर्गत द्रव्यमान में भिन्नता इस कारण से देखी गई क्योंकि इस रासायनिक अभिक्रिया में उत्पन्न गैस मुक्त हो जाती है जिसके परिणामस्वरूप आरंभिक और अंतिम पाठ्यांकों में अंतर आ जाता है।



चित्र 9.3 — (ग) अंतिम अभिक्रिया मिश्रण का भार

## 9.1 द्रव्यमान संरक्षण का नियम

क्रियाकलाप 9.2 यह दर्शाता है कि किसी रासायनिक अभिक्रिया के पूर्व और पश्चात कुल द्रव्यमान समान ही रहता है। अत: किसी भी रासायनिक अभिक्रिया में द्रव्य का न तो सृजन किया जा सकता है और न ही उसे नष्ट किया जा सकता है। इसे **द्रव्यमान संरक्षण का नियम** कहते हैं जिसे वर्ष 1789 में आन्तवॉ लवाइजिए (Antoine Lavoisier) ने प्रतिपादित किया।

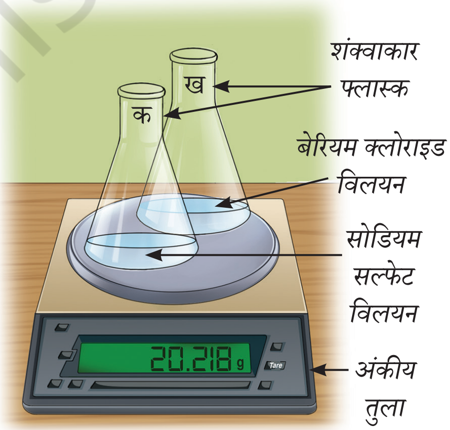
### वैज्ञानिक-परिचय

**आन्तवॉ लवाइजिए** को आधुनिक रसायन का जनक कहा जाता है। इन्होंने द्रव्यमान संरक्षण का नियम प्रतिपादित किया। यह नियम प्रत्येक रासायनिक अभिक्रिया के लिए अनुपयोगी होता है। लवाइजिए इसका निरंतर अध्ययन करते रहे और यह प्रस्तावित किया कि "... प्रत्येक संक्रिया में, संक्रिया के पूर्व और संक्रिया के पश्चात द्रव्यमान की समान मात्रा विद्यमान रहती है"।

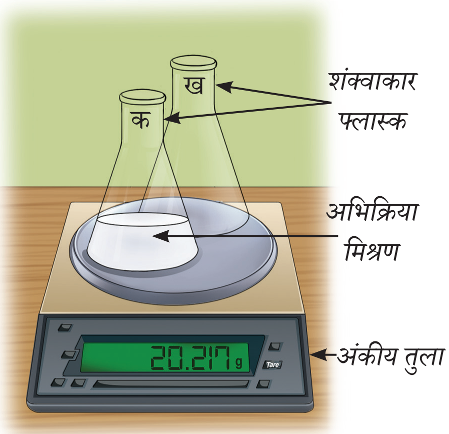
आइए , इस नियम के पुनः जाँच हेतु सोडियम सल्फेट और बेरियम क्लोराइड के मध्य अभिक्रिया पर विचार करें।

### क्रियाकलाप 9.3 — आइए, नियम की जाँच करें — सामूहिक क्रियाकलाप

1. किसी तुला पर दो स्वच्छ एवं शुष्क 100 mL शंक्वाकार फ्लास्क रखिए और उन्हें 'क' और 'ख' से चिह्नित कीजिए।
2. आधेय भार अथवा पुन: नियोजन बटन को दबाकर तुला के पाठ्यांक को शून्य कीजिए।
3. शंक्वाकार फ्लास्क 'क' में 1% m/v सोडियम सल्फेट का 10 mL विलयन लीजिए।
4. शंक्वाकार फ्लास्क 'ख' में 1% m/v बेरियम क्लोराइड विलयन के 10 mL लीजिए।
5. दोनों शंक्वाकार फ्लास्कों, 'क' और 'ख' को तुला पर रखकर अबाधित छोड़ दीजिए और दोनों विलयनों का कुल द्रव्यमान अभिलेखित कीजिए (चित्र 9.4 क)।
6. शंक्वाकार फ्लास्क 'ख' से विलयन को शंक्वाकार फ्लास्क 'क' में स्थानांतरित कीजिए और दोनों विलयनों को सावधानीपूर्वक मिश्रित कीजिए।
7. आपने क्या अवलोकन किया?
8. अब चित्र 9.4 (ख) में दर्शाए अनुसार दोनों शंक्वाकार फ्लास्कों 'क' और 'ख' को पुनः तुला पर रखिए और पाठ्यांक को अभिलेखित कीजिए।
9. क्या विलयनों को मिश्रित करने के पश्चात आपको पाठ्यांक में कोई परिवर्तन दिखाई देता है?



चित्र 9.4 — (क) मिश्रित करने से पूर्व विलयनों (अभिकारकों) का भार



चित्र 9.4 — (ख) मिश्रित करने के पश्चात उत्पादों का भार

© NCERT not to be republished

### टिप्पणी

- दोनों शंक्वाकार फ्लास्कों को अंकीय तुला पर रखिए। यह उन त्रुटियों के उत्पन्न होने से बचाता है जो विलयन को स्थानांतरित करते समय फ्लास्क की दीवारों पर विलयन की सूक्ष्म मात्रा के चिपके रहने से उत्पन्न हो सकती है।
- चूँकि इस अभिक्रिया में कोई गैस नहीं बनती है, अत: इस अभिक्रिया को एक खुले निकाय में किया जाता है।

जब सोडियम सल्फेट और बेरियम क्लोराइड के विलयनों को मिश्रित किया जाता है तो सोडियम क्लोराइड के साथ-साथ बेरियम सल्फेट का एक श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है। इसे निम्नलिखित प्रकार से निरूपित किया जा सकता है—

**सोडियम सल्फेट + बेरियम क्लोराइड → बेरियम सल्फेट + सोडियम क्लोराइड**

क्रियाकलाप 9.2 के आधार पर यह स्थापित हो गया कि किसी रासायनिक परिवर्तन (रासायनिक अभिक्रिया) के समय भार एवं इसी प्रकार द्रव्यमान संरक्षित रहता है।

### वैज्ञानिक की भाँति सोचिए

आपको एक रासायनिक अभिक्रिया दी गई है जिसमे जिंक, तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ अभिक्रिया कर जिंक क्लोराइड और हाइड्रोजन गैस बनाता है।

**जिंक + हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (तनु) → जिंक क्लोराइड + हाइड्रोजन**

इस अभिक्रिया का उपयोग इस परिकल्पना का परीक्षण करने के लिए कीजिए कि किसी भी रासायनिक अभिक्रिया में द्रव्यमान संरक्षित रहता है। इसके लिए एक प्रयोग की रूपरेखा बनाकर इसका निष्पादन कीजिए। आप क्रियाकलाप 9.2 में दर्शाई गई व्यवस्था से एक भिन्न प्रकार की व्यवस्था का उपयोग कर सकते हैं।

**उदाहरण 9.1**—मान लीजिए कि किसी सामूहिक क्रियाकलाप में विद्यार्थी एक बंद पात्र में 4.0 g कैल्सियम कार्बोनेट एवं 2.92 g हाइड्रोक्लोरिक अम्ल लेते हैं। अभिक्रिया पूर्ण होने के पश्चात विद्यार्थियों को 1.76 g कार्बन डाइऑक्साइड, 0.72 g जल और 4.44 g कैल्सियम क्लोराइड प्राप्त होता है। जाँच कीजिए कि द्रव्यमान संरक्षण के नियम का पालन हुआ है अथवा नहीं।

**उत्तर**—
कैल्सियम कार्बोनेट का द्रव्यमान = 4.0 g
हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का द्रव्यमान = 2.92 g
अभिकारकों का कुल द्रव्यमान 4.0 g + 2.92 g = 6.92 g
कार्बन डाइऑक्साइड का द्रव्यमान = 1.76 g
जल का द्रव्यमान = 0.72 g
कैल्सियम क्लोराइड का द्रव्यमान = 4.44 g
उत्पादों का कुल द्रव्यमान — 1.76 g + 0.72 g + 4.44 g = 6.92 g

अभिकारकों के कुल द्रव्यमान तथा उत्पादों के कुल द्रव्यमान की तुलना कीजिए।

अभिकारकों का द्रव्यमान = उत्पादों का द्रव्यमान

अत: द्रव्यमान संरक्षण के नियम का पालन हो रहा है।

### सोचिए और बताइए

1. एक विद्यार्थी किसी खुले बीकर में 10 g एथेनॉल जलाता है। अभिक्रिया पूर्ण होने के पश्चात बीकर में कोई अवशेष शेष नहीं रहता है। क्या इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि द्रव्यमान संरक्षण के नियम का उल्लंघन हुआ है? व्याख्या कीजिए।
2. जब 20 g हाइड्रोजन, 160 g ऑक्सीजन के साथ पूर्णत: अभिक्रिया करता है तब द्रव्यमान संरक्षण के नियम के अनुसार जल की कितनी मात्रा का निर्माण होगा?

**उदाहरण 9.2**—दिए गए समीकरण के अनुसार 12 g कार्बन के साथ 32 g ऑक्सीजन संयोजित होकर 44 g कार्बन डाइऑक्साइड का निर्माण करती है।

**कार्बन + ऑक्सीजन → कार्बन डाइऑक्साइड**

यदि 2.4 g कार्बन, ऑक्सीजन के साथ पूर्णत: अभिक्रिया करे तो कार्बन डाइऑक्साइड गैस की कितनी मात्रा उत्पन्न होगी?

**उत्तर**—दिया गया है कि 12 g कार्बन, 32 g ऑक्सीजन के साथ अभिक्रिया कर 44 g कार्बन डाइऑक्साइड बनाता है।

अत: 1 g कार्बन प्रदान करेगा $= \frac{44}{12}$ g कार्बन डाइऑक्साइड

इसलिए 2.4 g कार्बन प्रदान करेगा $= \frac{44}{12} \times 2.4$ g

$= 8.8$ g कार्बन डाइऑक्साइड

अत: 8.8 g कार्बन डाइऑक्साइड गैस उत्पन्न होगी।

© NCERT not to be republished

उपर्युक्त क्रियाकलापों में हमने अनेक यौगिकों का उपयोग किया है। आइए, सीखें कि तत्वों से ये यौगिकों का निर्माण किस प्रकार होता है। आइए, जल का उदाहरण लें। क्या जल के निर्माण हेतु हाइड्रोजन किसी निश्चित अनुपात में ऑक्सीजन के साथ संयोजित होती है अथवा वे किसी भी अनुपात में संयोजित हो सकते हैं? यह हमें एक और महत्त्वपूर्ण नियम की ओर ले जाता है।

## 9.2 स्थिर अनुपात का नियम

लवाइजिए के पश्चात जोसेफ प्राउस्ट (Joseph Proust) ने प्रस्तावित किया कि दो अथवा दो से अधिक तत्वों से बने किसी भी यौगिक में तत्व द्रव्यमान के एक निश्चित अनुपात में संयोजित होते हैं। यदि दूसरे शब्दों में कहा जाए तो किसी यौगिक में तत्वों का एक निश्चित अनुपात होता है और वह उसके स्रोत पर निर्भर नहीं करता है। उदाहरणार्थ—यदि विभिन्न स्रोतों, जैसे नदियों, बोरवेल अथवा समुद्र से एकत्रित जल का शोधन करके विश्लेषण किया जाए तो इसमें सदैव हाइड्रोजन और ऑक्सीजन का द्रव्यमान 1:8 के अनुपात में होता है। यह क्या इंगित करता है? यदि किसी स्रोत से 9 g शोधित जल को विघटित किया जाए तो सदैव 1 g हाइड्रोजन और 8 g ऑक्सीजन प्राप्त होती है। इस अनुपात को 1:8 के रूप में भी लिखा जाता है।

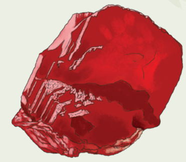
इसे **स्थिर अनुपात का नियम** अथवा **निश्चित अनुपात का नियम** अथवा कभी-कभी **प्राउस्ट का नियम** भी कहते हैं।

**वैज्ञानिक-परिचय**

**जोसेफ लुई प्राउस्ट** एक प्रसिद्ध फ्रांसीसी रसायनज्ञ थे। इन्हें इनके उल्लेखनीय प्रायोगिक कार्यों के लिए जाना जाता है। इन्होंने निश्चित अनुपात के नियम में योगदान दिया और यह दर्शाया कि रासायनिक यौगिकों में तत्व सदैव द्रव्यमान के एक निश्चित अनुपात में विद्यमान होते हैं। उदाहरणार्थ— प्राउस्ट ने कॉपर कार्बोनेट के संघटन का अध्ययन किया। इन्होंने दर्शाया कि कॉपर कार्बोनेट में कॉपर, कार्बन और ऑक्सीजन के द्रव्यमानों का अनुपात समान होता है जो इस बात पर निर्भर नहीं करता कि उसे किस प्रकार बनाया गया है अथवा किस स्रोत से प्राप्त किया गया है। इनके इस कार्य ने एक महत्त्वपूर्ण आधारशिला रखी जिसने आधुनिक रसायन को आकार देने में सहायता प्रदान की।

**जिज्ञासा-सूत्र**

अनेक प्राचीन सभ्यताओं में चट्टानों से प्राप्त लाल वर्णक का उपयोग चित्रकला और विभिन्न वस्तुओं को रंगने के लिए व्यापक रूप से किया जाता था। भारत में इसे 'हिंगुला' नाम से और लैटिन व अंग्रेजी भाषा में इसे 'सिनेबार' नाम से जाना जाता था। सहस्त्र वर्षों से अनेक सभ्यताओं में यह खोजा गया कि 'सिनेबार' को गर्म करने पर दो तत्व मर्करी और सल्फर प्राप्त होते हैं जिनके द्रव्यमान प्रतिशत क्रमशः लगभग 86.22% और 13.78% होते हैं। यह रोचक है कि अधिकांश सभ्यताओं ने भी यह ज्ञात किया कि मर्करी और सल्फर को इस अनुपात में एक साथ पीसने पर सिनेबार बन सकता है यद्यपि दोनों की विषाक्त प्रकृति के कारण इस प्रक्रिया का व्यापक उपयोग नहीं हुआ है।



*चित्र 9.5 — सिनेबार*

**उदाहरण 9.3 —** सोडियम क्लोराइड (NaCl) में सोडियम और क्लोरीन का द्रव्यमान अनुपात 23:35.5 है। यदि 46 g सोडियम पूर्णतः अभिक्रिया करता है तो NaCl के निर्माण के लिए कितनी मात्रा में क्लोरीन की आवश्यकता होगी?

**उत्तर —** क्लोरीन का आवश्यक द्रव्यमान = $(35.5 \div 23) \times 46 = 71$ g

**सोचिए और बताइए**

3. किसी यौगिक में सल्फर और ऑक्सीजन के द्रव्यमान का प्रतिशत क्रमशः 40% और 60% है। इसी यौगिक के किसी प्रतिदर्श में 20 g सल्फर है तो ऑक्सीजन का द्रव्यमान कितना होना चाहिए जिससे स्थिर अनुपात के नियम का पालन हो?
4. कार्बन मोनोक्सॉइड (CO) में कार्बन और ऑक्सीजन का द्रव्यमान अनुपात 3:4 है। कार्बन मोनोक्सॉइड बनाने के लिए 9 g कार्बन से ऑक्सीजन की कितनी मात्रा संयोजन करेगी?
5. स्थिर अनुपात का नियम केवल यौगिकों के लिए सत्य होता है परंतु मिश्रणों के लिए नहीं। कारण दीजिए।
6. दो विद्यार्थियों X और Y ने कॉपर और ऑक्सीजन को क्रमशः 4:1 और 8:2 के अनुपात में संयोजित करके कॉपर का ऑक्साइड बनाया। क्या उनके परिणाम स्थिर अनुपात के नियम की पुष्टि करते हैं? व्याख्या कीजिए।

© NCERT not to be republished

**क्या होगा यदि...**

परमाणु एक निश्चित अनुपात में संयोजित न होकर किसी भी अनुपात में जुड़ सकते हैं? यह हमारे आस-पास के पदार्थों को किस प्रकार प्रभावित करेगा?

यहाँ जिन दो नियमों की चर्चा की गई है वे **डॉल्टन के परमाणु सिद्धांत** का आधार तैयार करते हैं। यह सिद्धांत तार्किक रूप से यह समझाने का प्रयास करता है कि पदार्थ एक निश्चित अनुपात में ही क्यों संयोजन करते हैं और किसी रासायनिक अभिक्रिया में द्रव्यमान का ह्रास अथवा सृजन क्यों नहीं होता? डॉल्टन ने कुछ समय पश्चात यह प्रस्तावित कर इनकी व्याख्या की कि किसी रासायनिक अभिक्रिया में परमाणु अविभाज्य रहते हैं और केवल पुनर्व्यवस्थित होते हैं, न तो उनका सृजन होता है और न ही वे नष्ट होते हैं।

## 9.3 डॉल्टन का परमाणु सिद्धांत

जॉन डॉल्टन ने अपने परमाणु सिद्धांत को कुछ अभिगृहीतों (postulates) के रूप में प्रस्तावित किया है। इन अभिगृहीतों ने पूर्व के प्रायोगिक अवलोकनों को संयोजित किया और आधुनिक वैज्ञानिक सिद्धांत के लिए एक आधार की भाँति कार्य किया। अभिगृहीत एक ऐसी मूल अभिधारणा है जिसे बिना किसी औपचारिक प्रमाण के सत्य माना जाता है तथा जिससे नवीन विचारों का उद्भव तथा विकास होता है।

**वैज्ञानिक-परिचय**

**जॉन डॉल्टन** का जन्म इंग्लैंड में हुआ था। वह वर्ष 1793 में एक महाविद्यालय में गणित, भौतिक और रसायन विज्ञान के अध्यापन हेतु मेनचेस्टर चले गए। वहाँ उन्होंने अपना अधिकांश जीवन शिक्षण और शोध करते हुए व्यतीत किया। वर्ष 1808 में इन्होंने अपना परमाणु सिद्धांत प्रस्तुत किया जो द्रव्य के अध्ययन में एक निर्णायक मोड़ सिद्ध हुआ।

जॉन डॉल्टन के अभिगृहीत—

- संपूर्ण द्रव्य अत्यंत सूक्ष्म कणों से मिलकर बना होता है जिन्हें परमाणु कहते हैं और ये रासायनिक अभिक्रियाओं में भाग लेते हैं।
- परमाणु अविभाज्य कण होते हैं जिन्हें किसी भी रासायनिक अभिक्रिया में न तो सृजित किया जा सकता है और न ही नष्ट किया जा सकता है।
- किसी तत्व के सभी परमाणुओं के द्रव्यमान एवं रासायनिक गुणधर्म समान होते हैं।
- विभिन्न तत्वों के परमाणुओं के द्रव्यमान एवं रासायनिक गुणधर्म भिन्न-भिन्न होते हैं।
- परमाणु सरल पूर्णांकों के अनुपात में संयोजित होकर यौगिक बनाते हैं।
- किसी यौगिक में परमाणुओं की सापेक्ष संख्या एवं उनके प्रकार निश्चित होते हैं।

परमाणुओं और उनके व्यवहार की आधुनिक समझ के विषय में डॉल्टन के अभिगृहीतों ने आधार प्रदान किया।

उदाहरणार्थ— हाइड्रोजन और ऑक्सीजन परमाणु संयोजन कर जल का निर्माण करते हैं परंतु ये परमाणु न तो स्वयं नष्ट होते हैं एवं न ही किसी अन्य परमाणु में परिवर्तित होते हैं। इसी प्रकार मैग्नीशियम वायु में जलकर मैग्नीशियम ऑक्साइड का एक श्वेत पाउडर बनाता है। इससे यह ज्ञात होता है कि मैग्नीशियम के परमाणु ऑक्सीजन के परमाणुओं के साथ संयोजित होकर मैग्नीशियम ऑक्साइड बनाते हैं।

**सोचिए और बताइए**

7. नीचे दिए गए अभिकथन एवं कारण पढ़िए और उनके संबंध में आगे दिए गए विकल्पों में से सही विकल्प का चयन कीजिए।
   अभिकथन — 2 g हाइड्रोजन 16 g ऑक्सीजन के साथ संयोजित होकर 18 g जल का निर्माण करती है।
   कारण — डॉल्टन के परमाणु सिद्धांत के अनुसार परमाणु, द्रव्यमान के सरल पूर्णांक अनुपात में संयोजन कर यौगिक बनाते हैं।
   (i) अभिकथन और कारण दोनों सत्य हैं और कारण, अभिकथन की सही व्याख्या है।
   (ii) अभिकथन और कारण दोनों सत्य हैं और कारण, अभिकथन की सही व्याख्या नहीं है।
   (iii) अभिकथन सत्य है परंतु कारण असत्य है।
   (iv) अभिकथन असत्य है परंतु कारण सत्य है।

इसके पश्चात वैज्ञानिकों ने यह खोजा कि परमाणु किस प्रकार संयोजित होकर **अणु** बनाते हैं। आइए, इसे समझें!



© NCERT not to be republished

## 9.4 परमाणु किस प्रकार संयोजन करते हैं?

एक ही तत्व के परमाणु संयोजन कर उस तत्व का अणु बना सकते हैं, उदाहरणार्थ— हाइड्रोजन के एक अणु में दो हाइड्रोजन परमाणु होते हैं। विभिन्न तत्वों के परमाणु संयोजित होकर किसी यौगिक का एक अणु बनाते हैं। उदाहरणार्थ— हाइड्रोजन का एक परमाणु और क्लोरीन का एक परमाणु संयोजन द्वारा हाइड्रोजन क्लोराइड का एक अणु बनाते हैं। अणु को विद्युतरूप से उदासीन किसी कण के रूप में परिभाषित कर सकते हैं जिसमें एक से अधिक परमाणु होते हैं जो स्वतंत्र रूप से अस्तित्व में रह सकता है तथा उस पदार्थ के सभी गुणधर्मों को प्रदर्शित करता है। यह भी स्मरण रखना चाहिए कि कुछ तत्व, जैसे— हीलियम केवल परमाणुओं के रूप में ही अस्तित्व में होता है क्योंकि इसके परमाणु स्थायी होते हैं।

अध्याय 8 'एक यात्रा— परमाणु के भीतर' में आपने अध्ययन किया है कि बाह्यतम (संयोजकता) कोश में 8 इलेक्ट्रॉन (2 इलेक्ट्रॉन यदि K बाह्यतम कोश है) वाले परमाणु स्थायी होते हैं। यदि किसी परमाणु के संयोजकता कोश में इलेक्ट्रॉनों की संख्या आठ से कम हो तो वह इलेक्ट्रॉनों को साझा कर, ग्रहण कर अथवा त्याग कर अपने संयोजकता कोश को पूर्ण कर सकता है और स्थायी हो सकता है। इस प्रक्रिया में तत्वों के परमाणु संयोजित होकर यौगिक बनाते हैं। यह सामान्यत: दो प्रकार से होता है जो निम्नलिखित हैं—

- **इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी**— इस प्रक्रिया में दूसरे परमाणु के साथ कुछ अथवा सभी इलेक्ट्रॉनों को साझा किया जाता है।
- **इलेक्ट्रॉनों का स्थानांतरण**— इसके अंतर्गत एक अथवा अधिक संयोजकता इलेक्ट्रॉनों को दूसरे परमाणु को स्थानांतरित किया जाता है अथवा किसी दूसरे परमाणु से एक अथवा एक से अधिक इलेक्ट्रॉनों को ग्रहण किया जाता है।

जब परमाणु संयोजित होते हैं तब निकाय की कुल ऊर्जा व्यक्तिगत परमाणुओं की ऊर्जाओं के योग से कम हो जाती है जिससे परिणामी व्यवस्था अधिक स्थायी हो जाती है। वह बल जो परमाणुओं को एक साथ बाँधे रखता है, **रासायनिक आबंध (Chemical Bond)** कहलाता है। आइए, इसके विषय में और जानें।

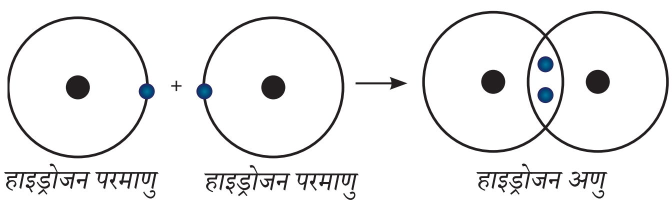
### 9.4.1 इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी द्वारा आबंधन— सहसंयोजक आबंध

#### क. तत्वों के अणु

आइए, इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी द्वारा तत्वों के अणु निर्मित होने के विषय में समझें जिसका वर्णन नीचे किया गया है।

हाइड्रोजन अणु के निर्माण पर विचार कीजिए —

- हाइड्रोजन (परमाणु क्रमांक 1) का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखिए। इसके K-कोश में केवल एक इलेक्ट्रॉन है।
- चूँकि K-कोश में कुल दो इलेक्ट्रॉन ही हो सकते हैं।




*चित्र 9.6 —हाइड्रोजन अणु का निर्माण*

इसलिए हाइड्रोजन परमाणु को स्थायी होने के लिए एक और इलेक्ट्रॉन की आवश्यकता होती है।

अत: हाइड्रोजन परमाणु परस्पर एक-एक इलेक्ट्रॉन को साझा कर हाइड्रोजन का एक अणु ($H_2$) बनाते हैं जैसा कि चित्र 9.6 में दर्शाया गया है। इलेक्ट्रॉनों का सहभाजित युग्म दोनों हाइड्रोजन के नाभिकों को आकर्षित करता है और स्थायी अणु बनाता है। परमाणुओं के मध्य इलेक्ट्रॉनों के सहभाजित युग्म की यह परस्पर क्रिया **सहसंयोजी आबंध (covalent bond)** कहलाती है। यदि दो परमाणु एक-एक इलेक्ट्रॉन के सहभाजन द्वारा जुड़े हुए हों तो उन्हें **एकल आबंध (single bond)** द्वारा जुड़ा हुआ कहा जाता है।

इसे सामान्यत: दो परमाणुओं के प्रतीकों के बीच एकल रेखा, जैसे— H-H द्वारा निरूपित किया जाता है।

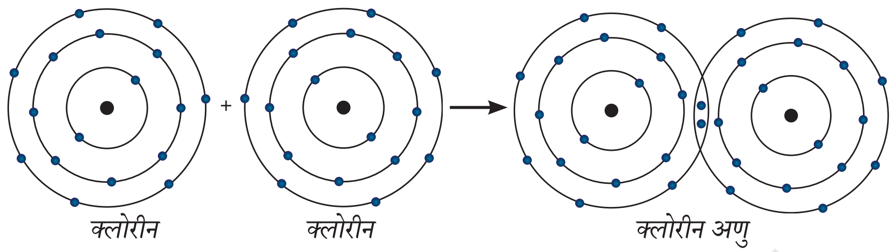
आइए, क्लोरीन अणु का उदाहरण लें।

© NCERT not to be republished

## सोचिए और बताइए

8. नाइट्रोजन में पाँच संयोजकता इलेक्ट्रॉन होते हैं। नाइट्रोजन अणु ($N_2$) की संरचना आरेखित कीजिए।
9. फ्लुओरीन का परमाणु क्रमांक 9 है। फ्लुओरीन अणु ($F_2$) के निर्माण की व्याख्या कीजिए।

क्लोरीन परमाणु के संयोजकता कोश में सात इलेक्ट्रॉन होते हैं। प्रत्येक क्लोरीन परमाणु को स्थायी इलेक्ट्रॉनिक विन्यास प्राप्त करने के लिए एक इलेक्ट्रॉन की आवश्यकता होती है। दोनों क्लोरीन परमाणुओं द्वारा एक-एक इलेक्ट्रॉन साझा करने (सहभाजन) पर एक क्लोरीन अणु का निर्माण होता है जैसा कि चित्र 9.7 में दर्शाया गया है। इलेक्ट्रॉनों का साझा युग्म दोनों क्लोरीन परमाणुओं को एक साथ अणु के रूप में बाँधे रखता है।




*चित्र 9.7 — एक क्लोरीन अणु का निर्माण*

## एकता में शक्ति...

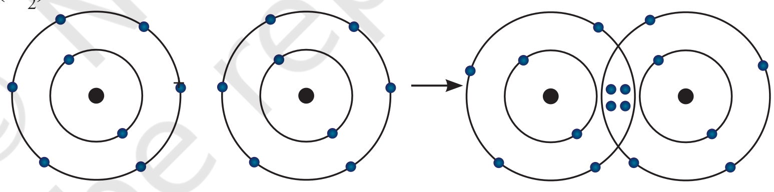
जिस प्रकार परमाणु सहसंयोजी आबंध बनाने के लिए इलेक्ट्रॉन साझा करते हैं उसी प्रकार हम भी अपने आस-पास के व्यक्तियों के साथ परस्पर साझेदारी एवं देखभाल की भावना द्वारा घनिष्ठ संबंध बना सकते हैं। इस प्रकार की साझेदारी से एकता और स्थायित्व प्राप्त होता है जिससे एक सशक्त समाज की नींव बनती है और अंततः एक सशक्त राष्ट्र का निर्माण होता है।

चूँकि दो परमाणु एक इलेक्ट्रॉन युग्म को साझा करते हैं उन्हें एकल सहसंयोजी आबंध द्वारा जुड़ा हुआ कहा जाता है। अतः क्लोरीन ($Cl_2$) अणु को Cl-Cl के रूप में निरूपित किया जा सकता है।

आइए, अब ऑक्सीजन अणु में आबंधन को जानें।

ऑक्सीजन परमाणु (परमाणु क्रमांक 8) का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखिए। आप यह अवलोकन कर सकते हैं कि इसके संयोजकता कोश में छह इलेक्ट्रॉन उपस्थित हैं और इसे अपना अष्टक पूर्ण करने के लिए दो अन्य इलेक्ट्रॉनों की आवश्यकता होती है।

अतः दोनों ऑक्सीजन परमाणु दो-दो इलेक्ट्रॉन साझा करते हैं और एक ऑक्सीजन अणु ($O_2$) का निर्माण करते हैं जैसा कि चित्र 9.8 में दर्शाया गया है।




*चित्र 9.8— एक ऑक्सीजन अणु का निर्माण*

इसमें दो परमाणु साझा इलेक्ट्रॉनों के दो युग्मों द्वारा जुड़े रहते हैं और एक **द्वि-आबंध (double bond)** द्वारा परस्पर बंधे रहते हैं। इसे दो ऑक्सीजन परमाणुओं के बीच दो रेखाएँ खींचकर O = O द्वारा निरूपित किया जाता है।

### ख. यौगिकों के अणु

भाग 9.4.1 क में आपने तत्वों के अणुओं के निर्माण के विषय में सीखा है जहाँ एक ही तत्व के दो परमाणु संयोजित होते हैं। क्या होगा यदि दो भिन्न तत्वों के परमाणु संयोजित हों? आइए, इसे हाइड्रोजन क्लोराइड अणु के निर्माण के उदाहरण द्वारा समझें।

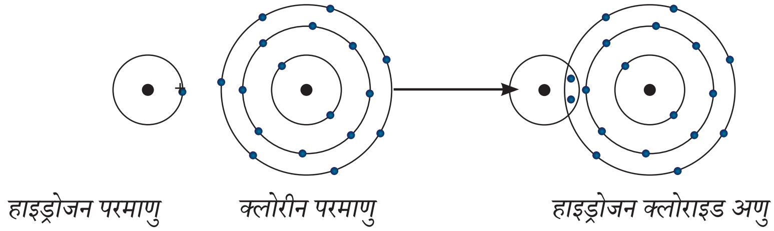
आप इसे निम्नलिखित चरणों के उपयोग द्वारा समझ सकते हैं—

- हाइड्रोजन और क्लोरीन के परमाणुओं का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखिए (हाइड्रोजन का परमाणु क्रमांक 1 और क्लोरीन का 17 है)।
- क्लोरीन को अपना अष्टक और हाइड्रोजन को अपना द्विक (duplet) पूर्ण करने के लिए आवश्यक इलेक्ट्रॉनों की संख्या की गणना कीजिए।



© NCERT not to be republished

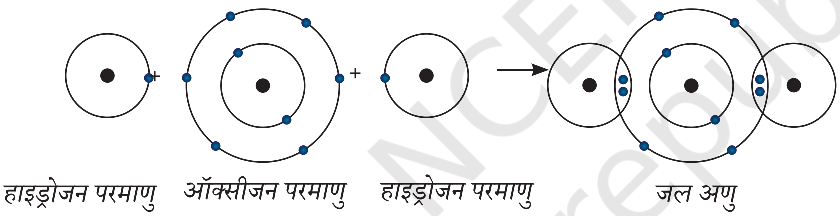
आपने ध्यान दिया होगा कि हाइड्रोजन और क्लोरीन दोनों के परमाणुओं को स्थायी इलेक्ट्रॉनिक विन्यास प्राप्त करने के लिए एक-एक इलेक्ट्रॉन की आवश्यकता है। अतः दोनों परमाणु एक-एक इलेक्ट्रॉन साझा करके हाइड्रोजन क्लोराइड का एक अणु बनाते हैं जैसा कि चित्र 9.9 में दर्शाया गया है।




*चित्र 9.9— हाइड्रोजन क्लोराइड अणु का निर्माण*

चूँकि एक हाइड्रोजन क्लोराइड अणु में हाइड्रोजन और क्लोरीन परमाणु इलेक्ट्रॉनों को साझा करके जुड़े हैं, अतःयह एक सहसंयोजी यौगिक है। इसके साथ ही चूँकि हाइड्रोजन और क्लोरीन परमाणु इलेक्ट्रॉनों का एक युग्म साझा करते हैं, वे एकल आबंध द्वारा जुड़े होते हैं और इसे H-Cl द्वारा निरूपित किया जाता है।

आप यह जानते हैं कि हाइड्रोजन और ऑक्सीजन संयोजित होकर जल निर्मित करते हैं। स्थायी इलेक्ट्रॉनिक विन्यास प्राप्त करने के लिए हाइड्रोजन को केवल एक और ऑक्सीजन को दो इलेक्ट्रॉनों की आवश्यकता होती है। ऑक्सीजन अपने दो इलेक्ट्रॉन किसी दूसरे ऐसे परमाणु से किस प्रकार साझा कर सकता है जिसे एक ही इलेक्ट्रॉन की आवश्यकता हो? दो हाइड्रोजन परमाणुओं द्वारा अपने एक-एक इलेक्ट्रॉन को ऑक्सीजन परमाणु के साथ साझा करने से ऐसा संभव होता है जैसा कि चित्र 9.10 में दर्शाया गया है।




*चित्र 9.10— जल के अणु का निर्माण*

अतः जल के अणु को $H_2O$ द्वारा निरुपित किया जाता है जो दो हाइड्रोजन परमाणुओं और एक ऑक्सीजन परमाणु की उपस्थिति को इंगित करता है।

**सोचिए और बताइए**

10. निम्नलिखित अणुओं का निर्माण दर्शाइए—
    (i) कार्बन डाइऑक्साइड ($CO_2$)
    (ii) हाइड्रोजन सल्फाइड ($H_2S$)
    (iii) अमोनिया ($NH_3$)
11. निऑन (परमाणु क्रमांक 10) अपने संयोजकता इलेक्ट्रॉनों को न तो स्थानांतरित करता है और न ही साझा करता है। व्याख्या कीजिए।

**विज्ञान एवं समाज**

जब परमाणुओं के नाभिक टूटते हैं अथवा जुड़ते हैं और नए तत्वों का निर्माण करते हैं तो एक बड़ी मात्रा में ऊर्जा उत्सर्जित करते हैं। इसे परमाण्विक अथवा नाभिकीय ऊर्जा कहते हैं और यह आधुनिक जीवन में अत्यंत महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाती है। विद्युत ऊर्जा के उत्पादन के अतिरिक्त इसका उपयोग औषधि, वैज्ञानिक अनुसंधान और अंतरिक्ष की खोज में किया जाता है। नाभिकीय शक्ति संयंत्रों में नाभिकीय अभिक्रियाओं की ऊष्मीय ऊर्जा भाप उत्पन्न करती है जो टरबाइन को प्रचालित करती है और विद्युत उत्पन्न करती है, यह जीवाश्म ईंधनों का एक स्वच्छ विकल्प है। भारत में **राजा रमन्ना** जैसे वैज्ञानिकों ने राष्ट्र के नाभिकीय ऊर्जा कार्यक्रम का विकास और राष्ट्र विकास के लिए इसके शांतिपूर्ण उपयोग को बढ़ावा देकर महत्त्वपूर्ण योगदान दिया है।

## ग. सहसंयोजी यौगिकों का नामकरण

सहसंयोजी यौगिकों का नामकरण यौगिक में प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की संख्या को इंगित करके किया जाता है। इन यौगिकों के नामकरण के लिए एक उपसर्ग प्रणाली का उपयोग किया जाता है जो किसी अणु में प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की संख्या को इंगित करती है। प्रथम तत्व का नाम सामान्य ही रखा जाता है जबकि दूसरे तत्व के नाम के अंत में आइड (-ide) लगाया जाता है। उपसर्ग, जैसे— मोनो-(1), डाइ-(2),

© NCERT not to be republished

ट्राइ-(3), टेट्रा-(4), पेन्टा-(5), हेक्सा-(6) इत्यादि परमाणुओं की संख्या व्यक्त करते हैं। यद्यपि प्रथम तत्व के लिए मोनो को सामान्यतः नहीं लिखा जाता है परंतु दूसरे तत्व के लिए इसका उपयोग किया जाता है। तत्व के अंग्रेजी नाम में यदि कोई उपसर्ग 'o' या 'a' के साथ समाप्त होता है और तत्व के नाम का प्रारंभ स्वर (vowel) के साथ आरंभ होता है तो अंतिम स्वर को छोड़ दिया जाता है (उदाहरणार्थ— मोनोक्सॉइड–monoxide , पेंटऑक्साइड –pentoxide)। यदि उपसर्ग 'i' के साथ समाप्त हो तब उच्चारण के लिए इसे रख लिया जाता है, (उदाहरणार्थ, डाइऑक्साइड – dioxide, ट्राइऑक्साइड – trioxide)।

### उदाहरण

- CO का नाम कार्बन मोनोक्सॉइड (carbon monoxide) के रूप में लिखा जाता है न कि कार्बन मोनो ऑक्साइड (carbon monooxide) के रूप में।
- $CO_2$ को कार्बन डाइऑक्साइड नाम दिया जाता है (न कि मोनोकार्बन डाइऑक्साइड)।
- $CS_2$ को कार्बन डाइसल्फाइड नाम दिया जाता है जिसमें दो सल्फर परमाणु प्रदर्शित हो रहे हैं।
- $PCl_3$ को फॉस्फोरस ट्राइक्लोराइड नाम दिया जाता है जिसमें तीन क्लोरीन परमाणु प्रदर्शित हो रहे हैं।
- $SF_6$ को सल्फर हेक्साफ्लुओराइड नाम दिया जाता है जिसमें छह फ्लुओरीन परमाणु प्रदर्शित हो रहे हैं।
- $N_2O_4$ को डाइनाइट्रोजन टेट्रॉक्साइड नाम दिया जाता है (न कि टेट्राऑक्साइड)।
- $N_2O_5$ को डाइनाइट्रोजन पेंटऑक्साइड नाम दिया जाता है।

जब सूत्र में प्रथम तत्व हाइड्रोजन हो तो हाइड्रोजन से पहले कोई उपसर्ग नहीं जोड़ा जाता है चाहे परमाणुओं की संख्या कुछ भी हो। उदाहरण के लिए— $H_2S$ को हाइड्रोजन सल्फाइड नाम दिया जाता है न कि डाइहाइड्रोजन सल्फाइड।

कुछ द्विअंगी यौगिकों को उनके सामान्य नामों से जाना जाता है। उदाहरणार्थ— $H_2O$ जिसे हाइड्रोजन मोनोक्साइड नाम दिया जाना चाहिए उसे सामान्यतः जल के नाम से जाना जाता है। इसी प्रकार $NH_3$ जो कि वास्तव में नाइट्रोजन ट्राइहाइड्राइड है, उसे अमोनिया के रूप में जाना जाता है।

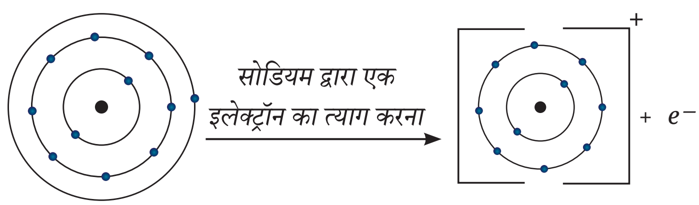
### 9.4.2 इलेक्ट्रॉन स्थानांतरण द्वारा आबंधन — आयनिक आबंध

यदि किसी परमाणु के संयोजकता कोश में चार से कम इलेक्ट्रॉन होते हैं तो वह सामान्यतः स्थायी इलेक्ट्रॉनिक विन्यास प्राप्त करने हेतु अपने संयोजकता इलेक्ट्रॉनों को त्याग देता है। अध्याय 8 'एक यात्रा — परमाणु के भीतर' की तालिका 8.4 में दिए गए प्रथम 18 तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यासों का उपयोग करके चार ऐसे तत्वों की पहचान कीजिए। चार से अधिक संयोजकता इलेक्ट्रॉन वाले परमाणु अष्टक पूर्ण करने के लिए सामान्यतः इलेक्ट्रॉन ग्रहण करते हैं अथवा साझा करते हैं।

आप सोडियम क्लोराइड (साधारण नमक) से परिचित हैं जिसका रासायनिक सूत्र NaCl है। आइए , NaCl में आबंधन का उदाहरण लें।

सोडियम का परमाणु क्रमांक 11 है। इसके संयोजकता कोश में केवल एक इलेक्ट्रॉन है और यह इस संयोजकता इलेक्ट्रॉन को त्यागकर स्थायी इलेक्ट्रॉनिक विन्यास प्राप्त कर सकता है। क्या यह एक इलेक्ट्रॉन खोकर भी उदासीन ही रहेगा? यदि नहीं, तो इस पर क्या आवेश होगा और क्यों?

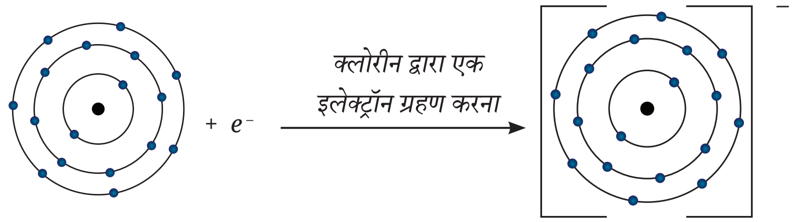
जब सोडियम परमाणु (चित्र 9.11 क) अपना संयोजकता इलेक्ट्रॉन त्यागता है तो यह एक धनावेशी स्पीशीज बन जाता है जिसे सोडियम **धनायन (cation)** कहते हैं और $Na^+$ के रूप में निरूपित करते हैं (चित्र 9.11 ख)। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि इसमें 11 प्रोटॉन और 10 इलेक्ट्रॉन होते हैं।




*(क) सोडियम परमाणु (Na)* *(ख) सोडियम धनायन ($Na^+$)*

*चित्र 9.11— सोडियम धनायन का निर्माण*

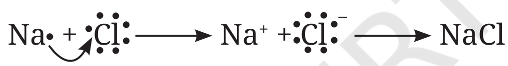
दूसरी ओर क्लोरीन परमाणु का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास यह दर्शाता है कि इसमें सात संयोजकता इलेक्ट्रॉन हैं (चित्र 9.12 क)। यह किसी दूसरे परमाणु से एक इलेक्ट्रॉन प्राप्त करके स्थायी इलेक्ट्रॉनिक विन्यास प्राप्त कर सकता है। एक अतिरिक्त इलेक्ट्रॉन प्राप्त करने के पश्चात इस पर एक इकाई ऋण आवेश आ जाता है और इसे क्लोरीन का **ऋणायन (anion)** कहते हैं और इसे क्लोराइड भी कहा जाता है। इसे $Cl^-$ से निरूपित किया जाता है (चित्र 9.12 ख)।




*(क) क्लोरीन परमाणु (Cl)* *(ख) क्लोराइड आयन ($Cl^-$)*

*चित्र 9.12— एक क्लोराइड आयन का निर्माण*

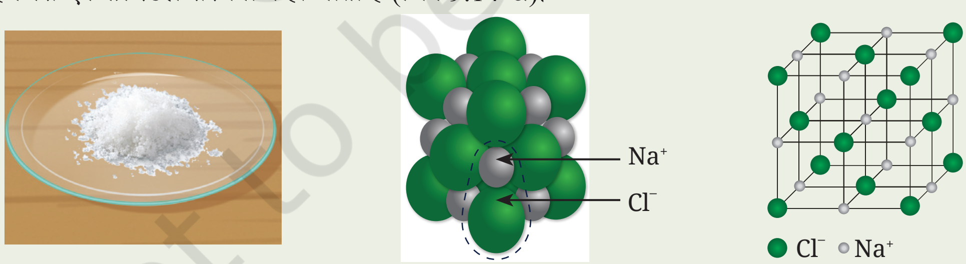
धनायन और ऋणायन संयुक्त रूप से आयन कहलाते हैं। जब एक बार सोडियम और क्लोराइड आयन बन जाते हैं तो अपने विपरीत आवेशों के कारण वे स्थिर विद्युत आकर्षण बल द्वारा परस्पर जुड़े रहते हैं (चित्र 9.13)। विपरीत आवेश वाले आयनों के मध्य यह स्थिर विद्युत आकर्षण बल जो उन्हें बाँधे रखता है, **आयनिक आबंध (ionic bond)** कहलाता है।




*चित्र 9.13— इलेक्ट्रॉन के स्थानांतरण द्वारा सोडियम क्लोराइड का निर्माण*

### जिज्ञासा-सूत्र

आयनिक यौगिक सामान्यतः एकल इकाई के रूप में नहीं पाए जाते हैं। वे त्रिविमीय (3-D) क्रिस्टल बनाते हैं जिसमें आयन पुनरावृत्ति प्रतिरूप में व्यवस्थित होते हैं। उदाहरण के लिए— सोडियम क्लोराइड (NaCl) (चित्र 9.14 क) में प्रत्येक सोडियम आयन ($Na^+$) छह क्लोराइड आयनों ($Cl^-$) से घिरा होता है और प्रत्येक क्लोराइड आयन छह सोडियम आयनों से घिरा होता है। ये विपरीत आवेशित आयन एक नियमित पुनरावृत्ति 3-D प्रतिरूप में व्यवस्थित होते हैं जिसे एक क्रिस्टल संरचना कहा जाता है (चित्र 9.14 ख)।




*(क)* *(ख)* *(ग)*

*चित्र 9.14— सोडियम क्लोराइड (क) क्रिस्टल, (ख) क्रिस्टल संरचना और (ग) क्रिस्टल जालक*

क्रिस्टल संरचना को क्रिस्टल जालक (lattice) के रूप में निरूपित किया जाता है जिसमें आयन बिंदुओं अथवा गोलों के रूप में दर्शाए जाते हैं (चित्र 9.14 ग))। इससे क्रिस्टल में आयनों की व्यवस्था को दृष्टिगत करने में सहायता मिलती है। आप उच्च कक्षाओं में क्रिस्टल संरचना के विषय में और अधिक सीखेंगे।

एक सोपान ऊपर

कुछ तत्व जैसे सल्फर के बाह्यतम कोश में छह इलेक्ट्रॉन होते हैं और उसे अपना अष्टक पूर्ण करने के लिए दो इलेक्ट्रॉनों को ग्रहण करने की आवश्यकता होती है। जब एक सल्फर परमाणु दो इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है तो इस पर दो इकाई ऋण आवेश आ जाता है और इसे $S^{2-}$ के रूप में निरूपित किया जाता है।

© NCERT not to be republished

**क्या होता यदि ...**

हम परमाणुओं को प्रत्यक्ष रूप से देख पाते? यह वैज्ञानिकों के लिए किस प्रकार सहायक होता और किस प्रकार की चुनौतियाँ उत्पन्न करता?

**सोचिए और बताइए**

12. ऑक्सीजन (O) किस प्रकार का आयन बनाएगा?
13. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए—
    मैग्नीशियम और क्लोरीन में से $Mg^{2+}$ बनने के लिए मैग्नीशियम परमाणु दो इलेक्ट्रॉन त्याग सकता है। यद्यपि क्लोरीन परमाणु एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण करके ____________ बनाता है। अब मैग्नीशियम का ____________ आयन और क्लोरीन के ____________ आयन संयोजित हो कर मैग्नीशियम क्लोराइड बनाते हैं।
14. पोटैशियम (K) और कैल्सियम (Ca) परमाणुओं के धनायनों के निर्माण तथा उनके संगत क्लोराइडों के निर्माण को चित्र द्वारा दर्शाइए।
15. दर्शाइए कि सोडियम सल्फाइड ($Na_2S$) का निर्माण किस प्रकार होता है?

## क. आयनिक यौगिकों का नामकरण

आयनिक यौगिकों का नाम लिखते हुए पहले धनायन का नाम लिखा जाता है तत्पश्चात ऋणायन का नाम लिखते हैं। सरल ऋणायनों के नामों का अंत आइड (-ide) से होता है। प्रायः धातुएँ धनायन बनाती हैं और अधातुएँ ऋणायन बनाती हैं। आयनिक यौगिक विशेषतः तब बनते हैं जब धातुओं का संयोजन अधातुओं से होता है, उदाहरणार्थ— सोडियम क्लोराइड, कैल्सियम ऑक्साइड, मैग्नीशियम सल्फाइड इत्यादि। कुछ आयन दो अथवा दो से अधिक तत्वों के परमाणुओं के संयोजन से बनते हैं और **बहुपरमाण्विक आयन** कहलाते हैं। सामान्यत: बहुपरमाण्विक आयनों के नाम का अंत आइड (-ide) से नहीं होता। कुछ सामान्य आयनों के नाम, सूत्र एवं संयोजकताएँ तालिका 9.1 में दर्शाए गए हैं।

**तालिका 9.1— (क) कुछ सामान्य एकपरमाणुक आयन**

| आयन का नाम | सूत्र | संयोजकता |
|---|---|---|
| सोडियम | $Na^{+}$ | 1 |
| लीथियम | $Li^{+}$ | 1 |
| पोटैशियम | $K^{+}$ | 1 |
| सिल्वर | $Ag^{+}$ | 1 |
| कैल्सियम | $Ca^{2+}$ | 2 |
| बेरियम | $Ba^{2+}$ | 2 |
| आयरन (फेरस) | $Fe^{2+}$ | 2 |
| आयरन (फेरिक) | $Fe^{3+}$ | 3 |
| कॉपर (क्यूप्रस) | $Cu^{+}$ | 1 |
| कॉपर (क्यूप्रिक) | $Cu^{2+}$ | 2 |
| मैग्नीशियम | $Mg^{2+}$ | 2 |
| जिंक | $Zn^{2+}$ | 2 |
| ऐलुमिनियम | $Al^{3+}$ | 3 |
| फ्लुओराइड | $F^{-}$ | 1 |
| क्लोराइड | $Cl^{-}$ | 1 |
| ब्रोमाइड | $Br^{-}$ | 1 |
| आयोडाइड | $I^{-}$ | 1 |
| ऑक्साइड | $O^{2-}$ | 2 |
| सल्फाइड | $S^{2-}$ | 2 |



© NCERT not to be republished

तालिका 9.1— (ख) कुछ सामान्य बहुपरमाण्विक आयन

| आयन का नाम | सूत्र | संयोजकता |
|---|---|---|
| हाइड्रॉक्साइड | $^{-}OH$ | 1 |
| नाइट्रेट | $NO_3^-$ | 1 |
| हाइड्रोजनकार्बोनेट | $HCO_3^-$ | 1 |
| कार्बोनेट | $CO_3^{2-}$ | 2 |
| सल्फेट | $SO_4^{2-}$ | 2 |
| अमोनियम | $^{+}NH_4$ | 1 |

## 9.5 रासायनिक सूत्रों को लिखना

आपने पहले सीखा है कि साझा अथवा स्थानांतरित किए गए इलेक्ट्रॉनों की संख्या ज्ञात करके यौगिकों के सूत्रों को किस प्रकार लिखा जाता है। सूत्रों को शीघ्रता से लिखने की एक अन्य विधि भी है।

### 9.5.1 सहसंयोजी यौगिकों के रासायनिक सूत्र लिखना

किसी सहसंयोजी यौगिक का रासायनिक सूत्र लिखने के लिए निम्नलिखित चरणों का पालन कीजिए—

(i) यौगिक के संघटक तत्वों के प्रतीक लिखिए।

(ii) इन तत्वों की संयोजकताएँ लिखिए (तालिका 9.1 का संदर्भ लीजिए)।

(iii) संयोजन करने वाले परमाणुओं की संयोजकताओं का तिर्यक (criss-cross)) कीजिए और उन्हें तत्वों के प्रतीकों के बाद पादांक (subscripts) के रूप में लिखिए जैसा कि नीचे दर्शाया गया है।

उदाहरण—

हाइड्रोजन क्लोराइड का सूत्र—

तत्व का प्रतीक H Cl

संयोजकता 1 1

यौगिक का सूत्र HCl होगा।

यदि तिर्यक करने के पश्चात संयोजकता एक है तब उसे लिखा नहीं जाता है।

हाइड्रोजन सल्फाइड का सूत्र—

तत्व का प्रतीक H S

संयोजकता 1 2

यौगिक का सूत्र $H_2S$ होगा।

कार्बन टेट्राक्लोराइड का सूत्र—

तत्व का प्रतीक C Cl

संयोजकता 4 1

यौगिक का सूत्र $CCl_4$ होगा।

### 9.5.2 आयनिक यौगिकों के रासायनिक सूत्र लिखना

किसी आयनिक यौगिक का रासायनिक सूत्र लिखने के लिए नीचे दिए गए चरणों का पालन कीजिए—

(i) सर्वप्रथम धनायन का प्रतीक लिखिए तत्पश्चात ऋणायन का प्रतीक लिखिए।

(ii) आवेशों को मूर्धांक (superscripts) में लिखने की अपेक्षा उन्हें प्रतीकों के नीचे लिखिए।

© NCERT not to be republished

**टिप्पणी**

यौगिक के सूत्र में आयनों के आवेश इंगित नहीं किए जाते हैं।

(iii) सूत्र प्राप्त करने के लिए नीचे दर्शाए अनुसार आवेशों (केवल संख्या) का तिर्यक बनाइए।

(iv) रासायनिक सूत्र किसी यौगिक में तत्वों का सरलतम अनुपात दर्शाता है। अत: यदि सूत्र में कोई पादांक (subscripts) हैं तो तिर्यक करने के पश्चात उसे एक सामान्य इकाई से भाग दिया जाता है। उदाहरणार्थ— यदि हमें 2 और 4 पादांक प्राप्त होते हैं तो इन्हें 2 से भाग देकर 1 और 2 प्राप्त होता है जिनका उपयोग सूत्र में पादांक के रूप में किया जाता है।

**उदाहरण—**

कैल्सियम क्लोराइड का सूत्र—

| | | |
|---|---|---|
| प्रतीक | Ca | Cl |
| आवेश | 2+ | 1– |
| सूत्र | $CaCl_2$ | |

अत: कैल्सियम क्लोराइड के सूत्र में प्रत्येक कैल्सियम आयन ($Ca^{2+}$) के लिए दो क्लोराइड आयन ($Cl^-$) हैं। धन एवं ऋण आवेशों को निश्चित रूप से एक-दूसरे को संतुलित करना चाहिए और पूर्ण संरचना उदासीन ही होनी चाहिए।

ऐलुमिनियम ऑक्साइड का सूत्र—

| | | |
|---|---|---|
| प्रतीक | Al | O |
| आवेश | 3+ | 2– |
| सूत्र | $Al_2O_3$ | |

मैग्नीशियम ऑक्साइड का सूत्र—

| | | |
|---|---|---|
| प्रतीक | Mg | O |
| आवेश | 2+ | 2– |

यहाँ दोनों तत्वों की संयोजकताएँ एकसमान हैं। हमें $Mg_2O_2$ सूत्र प्राप्त हुआ है परंतु इसे सहज रूप में MgO लिखा जाता है।

इस विधि को धातु एवं अन्य बहुपरमाण्विक आयनों से बने यौगिकों जैसे कि कैल्सियम कार्बोनेट के सूत्र लिखने में भी प्रयुक्त किया जा सकता है।

मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड के लिए हम पहले धनायन ($Mg^{2+}$) का प्रतीक लिखते हैं। इसके पश्चात ऋणायन ($^-OH$) का प्रतीक लिखते हैं। तत्पश्चात इनके आवेशों (केवल संख्याएँ) का तिर्यक कर सूत्र प्राप्त करते हैं।

**उदाहरण—**

कैल्सियम कार्बोनेट का सूत्र—

| | | |
|---|---|---|
| प्रतीक | Ca | $CO_3$ |
| आवेश | 2+ | 2– |
| सूत्र | $CaCO_3$ | |

यहाँ दोनों आयनों की संयोजकताएँ समान हैं। सूत्र $Ca_2(CO_3)_2$ को सहज ही $CaCO_3$ लिखा जाता है जैसा कि ऊपर समझाया गया है।

मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड का सूत्र—

| | | |
|---|---|---|
| प्रतीक | Mg | OH |
| आवेश | 2+ | 1– |
| सूत्र | $Mg(OH)_2$ | |

© NCERT not to be republished

इसलिए मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड में प्रत्येक मैग्नीशियम आयन ($Mg^{2+}$) के लिए दो हाइड्रॉक्साइड आयन ($^{-}OH$) होते हैं। जब किसी सूत्र में एक ही प्रकार के दो अथवा अधिक बहुपरमाण्विक आयन होते हैं तब हम कोष्ठकों का उपयोग करते हैं। ऐलुमिनियम हाइड्रॉक्साइड के निम्नलिखित उदाहरण में पादांक 3 के साथ OH आयन के चारों ओर कोष्ठक इंगित करता है कि तीन हाइड्रॉक्साइड ($^{-}OH$) आयन एक ऐलुमिनियम आयन से बंधे हैं। यदि केवल एक बहुपरमाण्विक ऋणायन उपस्थित हो तब कोष्ठकों की आवश्यकता नहीं होती।

**उदाहरण—**

ऐलुमिनियम हाइड्रॉक्साइड का सूत्र—

| | | |
|---|---|---|
| प्रतीक | Al | OH |
| आवेश | 3+ | 1– |
| सूत्र | $Al(OH)_3$ | |

नोट— ऐलुमिनियम हाइड्रॉक्साइड का सूत्र $Al(OH)_3$ है न कि $AlOH_3$।

ऐलुमिनियम सल्फेट का सूत्र—

| | | |
|---|---|---|
| प्रतीक | Al | $SO_4$ |
| आवेश | 3+ | 2– |
| सूत्र | $Al_2(SO_4)_3$ | |

**सोचिए और बताइए**

16. निम्नलिखित के नाम लिखिए।
   (i) $CO_2$ ____________
   (ii) $NO_2$ ____________
   (iii) $SF_6$ ____________
   (iv) $PCl_3$ ____________
17. निम्नलिखित के सूत्र लिखिए।
   (i) सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट ____________
   (ii) सल्फर डाइऑक्साइड ____________
   (iii) फेरिक क्लोराइड ____________
   (iv) क्यूप्रस ऑक्साइड ____________
18. निम्नलिखित आयनों के युग्मों से निर्मित यौगिकों के सूत्र लिखिए—
   (i) $Fe^{3+}$ और $^{-}OH$ (ii) $K^{+}$ और $CO_3^{2-}$

## 9.6 आयनिक और सहसंयोजी यौगिकों के गुणधर्म

### क्रियाकलाप 9.4— आइए, प्रयोग करें

1. कुछ यौगिकों, जैसे— कर्पूर, सोडियम क्लोराइड, कॉपर सल्फेट, चीनी और नैफ्थलीन के प्रतिदर्श (sample) एकत्रित कीजिए।

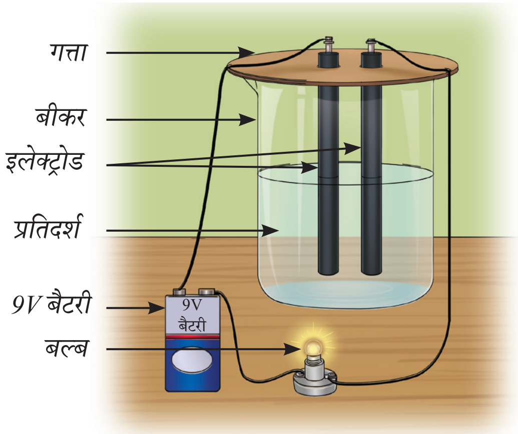
   **(क) विलेयता (i) जल में (ii) किरोसिन में एवं (iii) पेट्रोल में**

2. प्रत्येक प्रतिदर्श को जल, किरोसिन और पेट्रोल में पृथक-पृथक घोलने का प्रयास कीजिए।
3. अपने प्रेक्षणों को तालिका 9.2 में अभिलेखित कीजिए।

   **(ख) जल में विद्युत चालकता**

**सुरक्षा प्रथम**— यह कार्य अध्यापक की देखरेख में किया जाना चाहिए। जब इलेक्ट्रोड बैटरी से जुड़े हों तब उन्हें स्पर्श न करें अपितु प्रघात के जोखिम से बचाव हेतु एक निम्न-वोल्टता की बैटरी का उपयोग कीजिए। पेट्रोल और किरोसिन ज्वलनशील द्रव हैं, अत: उनके साथ कार्य करते हुए सावधान रहिए।

© NCERT not to be republished




*चित्र 9.15 — विलयन की वैद्युत चालकता की जाँच के लिए प्रायोगिक व्यवस्था*

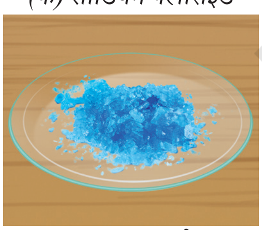
4. कार्बन अथवा धातु के दो इलेक्ट्रोड लीजिए और गत्ते के एक टुकड़े में दो छिद्र कीजिए। इन इलेक्ट्रोडों को गत्ते में बने इन छिद्रों में डालिए।
5. एक इलेक्ट्रोड का एक छोर 9V की बैटरी के टर्मिनल से जोड़िए और दूसरे इलेक्ट्रोड का छोर प्रकाश बल्ब से जोड़िए जो बैटरी से जुड़ा हुआ है (जैसा कि चित्र 9.15 में दर्शाया गया है)।
6. प्रत्येक ठोस प्रतिदर्श की विद्युत चालकता का परीक्षण कीजिए और देखिए कि बल्ब प्रदीप्त होता है अथवा नहीं। अपने अवलोकनों को लिखिए।
7. जल में घोले गए प्रत्येक प्रतिदर्श की विद्युत चालकता का परीक्षण प्रतिदर्श के विलयन को एक-एक करके बीकर में स्थानांतरित करके कीजिए और देखिए कि क्या बल्ब प्रदीप्त होता है। (चित्र 9.15)
8. तालिका 9.2 में दिए गए अन्य प्रतिदर्शों के साथ अपने प्रेक्षणों को अंकित कीजिए।

**तालिका 9.2— विलेयता एवं विद्युत चालकता के प्रेक्षण**

| यौगिक | प्रयोग | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | विलेयता | | | यौगिकों की वैद्युत चालकता | |
| | जल में | किरोसिन(मिट्टी का तेल) में | पेट्रोल में | ठोस अवस्था में | जल में |
| कर्पूर | | | | | |
| सोडियम क्लोराइड | | | | | |
| कॉपर सल्फेट | | | | | |
| चीनी | | | | | |
| नैफ्थलीन | | | | | |
| कोई अन्य | | | | | |

© NCERT not to be republished

*(क) सोडियम क्लोराइड*



*(ख) कॉपर सल्फेट*

*चित्र9.16— आयनिक यौगिक*

9. उन यौगिकों का समूह बनाइए जो तालिका 9.2 में सूचीबद्ध यौगिकों के समान गुणधर्म दर्शाते हैं।

आयनिक यौगिक जैसे सोडियम क्लोराइड (चित्र 9.16 क) और कॉपर सल्फेट (चित्र 9.16 ख) जल में प्रायः घुलनशील होते हैं किंतु किरोसिन और पेट्रोल जैसे विलायकों में अघुलनशील होते हैं। इसके विपरीत अधिकांश सहसंयोजी यौगिक जैसे कि कर्पूर (चित्र 9.17 क) और नैफ्थलीन (चित्र 9.17 ख) जल में अघुलनशील हैं परंतु किरोसिन और पेट्रोल में घुलनशील हैं।

आयनिक यौगिक ठोस अवस्था में विद्युत का चालन नहीं करते हैं क्योंकि उनके आयन प्रबल बलों द्वारा नियत स्थितियों में बँधे रहते हैं। विद्युत चालन के लिए आयनों को गति करने हेतु मुक्त होना चाहिए जो तब ही संभव होता है जब आयनिक यौगिकों, जैसे सोडियम क्लोराइड और कॉपर सल्फेट को जल में घोला जाता है। दूसरी ओर, कुछ सहसंयोजी यौगिक, जैसे— चीनी, जल में घुलनशील होते हैं किंतु विलयन में आयन नहीं बनाते इसलिए ये विद्युत का चालन नहीं करते हैं। अन्य सहसंयोजी यौगिक, जैसे कि कर्पूर और नैफ्थलीन भी विद्युत का चालन नहीं करते हैं। क्या आप इसका कारण दे सकते हैं?

**अनुमान** लगाइए कि आयनिक और सहसंयोजी यौगिक गलित अवस्था (किसी पदार्थ की पिघली अवस्था) में विद्युत का चालन करेंगे अथवा नहीं।

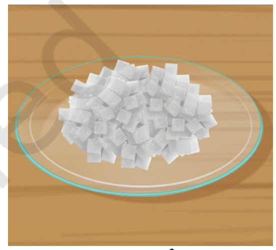
प्रबल अंतर-आयनिक आकर्षण बलों के कारण आयनिक यौगिकों के गलनांक एवं क्वथनांक प्रायः उच्च होते हैं जबकि सहसंयोजी यौगिकों के गलनांक एवं क्वथनांक निम्न होते हैं।

**सोचिए और बताइए**

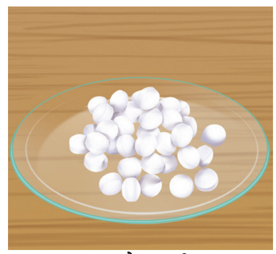
19. किसी ठोस यौगिक में किस प्रकार का रासायनिक आबंध होगा जो ठोस अवस्था में विद्युत का चालन नहीं करता है परंतु जल में घुलने पर विद्युत का चालन करता है
20. धातु X, जिसके संयोजकता कोश (M कोश) में दो इलेक्ट्रॉन हैं, ऑक्सीजन से अभिक्रिया कर एक यौगिक बनाती है जो जल में अल्प घुलनशील है। इसके लिए निम्न का पूर्वानुमान लगाइए।
    (i) सूत्र
    (ii) आबंध के प्रकार
    (iii) उसके जलीय विलयन की वैद्युत चालकता

## 9.7 सहसंयोजी यौगिकों का आण्विक द्रव्यमान

आप सहसंयोजी यौगिकों के सूत्र जानते हैं। आप उनके अणुओं के द्रव्यमान उनमें उपस्थित परमाणुओं के द्रव्यमानों को जोड़ कर ज्ञात कर सकते हैं।



(क) कर्पूर



(ख) नैफ्थलीन

चित्र 9.17— सहसंयोजी यौगिक

**उदाहरण 9.4**

जल ($H_2O$) का आण्विक द्रव्यमान

परमाणु द्रव्यमान— H = 1 u; O = 16 u

$H_2O$ का आण्विक द्रव्यमान = (1 u × 2) + (16 u × 1) = 18 u

**उदाहरण 9.5**

कार्बन डाइऑक्साइड ($CO_2$) का आण्विक द्रव्यमान

परमाणु द्रव्यमान – C = 12 u; O = 16 u

$CO_2$ का आण्विक द्रव्यमान = (12 u × 1) + (16 u × 2) = 44 u

आपने अनुभाग 9.4.2 में अध्ययन किया कि आयनिक यौगिकों में आयन 3-D क्रिस्टल बनाते हैं। आयनिक यौगिक अणु नहीं बनाते हैं।

**सोचिए और बताइए**

21. नाइट्रिक अम्ल ($HNO_3$) का आण्विक द्रव्यमान ज्ञात कीजिए।
    परमाणु द्रव्यमान – H = 1 u; N = 14 u; O = 16 u
22. मेथेन ($CH_4$) का आण्विक द्रव्यमान ज्ञात कीजिए।
    परमाणु द्रव्यमान— C = 12 u; H = 1 u

## 9.8 आयनिक यौगिकों का सूत्र इकाई द्रव्यमान

आयनिक यौगिकों में आयनों की सरलतम पूर्ण संख्या अनुपात के संग्रह को **सूत्र इकाई** कहते हैं। सूत्र इकाई का द्रव्यमान **सूत्र इकाई द्रव्यमान** कहलाता है।

**उदाहरण 9.6**

सोडियम ऑक्साइड ($Na_2O$) का सूत्र इकाई द्रव्यमान

परमाणु द्रव्यमान Na = 23 u; O = 16 u

© NCERT not to be republished

सोडियम ऑक्साइड ($Na_2O$) का सूत्र इकाई द्रव्यमान = (23 u × 2) + (16 u × 1) = 62 u

**उदाहरण 9.7**

कैल्सियम नाइट्रेट $Ca(NO_3)_2$ का सूत्र इकाई द्रव्यमान

परमाणु द्रव्यमान— Ca = 40 u; N = 14 u; O = 16 u

$Ca(NO_3)_2$ का सूत्र इकाई द्रव्यमान = (40 u × 1) + {(14 u × 1) + (16 u × 3)} × 2

= 164 u

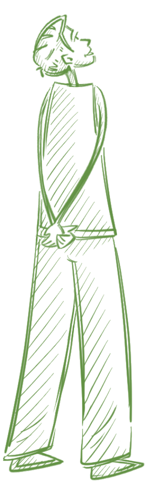
**सोचिए और बताइए**

23. पोटैशियम क्लोराइड (KCl) का सूत्र इकाई द्रव्यमान ज्ञात कीजिए।
    परमाणु द्रव्यमान — K = 39 u; Cl = 35.5 u
24. मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड $Mg(OH)_2$ का सूत्र इकाई द्रव्यमान ज्ञात कीजिए।
    परमाणु द्रव्यमान — Mg = 24 u; O = 16 u; H = 1 u

परमाणुओं, अणुओं और रासायनिक आबंधन की समझ उस प्रत्येक वस्तु के पीछे छिपे विज्ञान को उजागर करती है जिनका हम प्रतिदिन उपयोग एवं उपभोग करते हैं। यह दर्शाती है कि किस प्रकार सूक्ष्म परमाणु संयोग कर उस ब्रह्मांड का निर्माण करते हैं जिसमें हम रहते हैं।

## सारांश

- किसी रासायनिक अभिक्रिया में द्रव्यमान का न तो सृजन किया जा सकता है और न ही उसे नष्ट किया जा सकता है। इसे द्रव्यमान संरक्षण का नियम कहते हैं।
- किसी भी यौगिक में तत्व सदैव द्रव्यमान के स्थिर अनुपात में संयोजित होते हैं, चाहे उसका निर्माण किसी भी प्रकार से किया जाए अथवा उसे कहीं से भी प्राप्त किया जाए। इसे स्थिर अनुपात का नियम कहते हैं।
- एक अणु को एक ऐसे वैद्युत उदासीन कण के रूप में परिभाषित किया जा सकता है जो एक से अधिक परमाणुओं से बनता है और स्वतंत्र रूप से अस्तित्व में रह सकता है तथा अपने सभी रासायनिक गुणधर्म दर्शाता है।
- परमाणु स्थायित्व प्राप्त करने के लिए तत्वों अथवा यौगिक के संयोजन से अणु बनाते हैं। परमाणु जिस बल द्वारा एक-दूसरे से जुड़े रहते हैं उसे रासायनिक आबंध कहते हैं।
- एक सहसंयोजी आबंध परमाणुओं के मध्य इलेक्ट्रॉनों को साझा करने से बनता है।
- परमाणुओं के मध्य इलेक्ट्रॉनों के स्थानांतरण से आयनिक आबंध बनता है जिसमें एक परमाणु इलेक्ट्रॉन त्यागता है और दूसरा परमाणु इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है जिससे क्रमशः धनायन और ऋणायन बनते हैं।
- किसी सहसंयोजी यौगिक का रासायनिक सूत्र उसके संघटक तत्वों तथा प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की संख्या को निरूपित करता है।
- किसी आयनिक यौगिक का रासायनिक सूत्र उसमें उपस्थित विभिन्न तत्वों के परमाणुओं की सरलतम पूर्ण संख्या के अनुपात को व्यक्त करता है।
- किसी अणु का आण्विक द्रव्यमान वह कुल द्रव्यमान है जो उसके सभी संघटक परमाणुओं के परमाणु द्रव्यमानों के योग द्वारा परिकलित किया जाता है।
- किसी आयनिक यौगिक का सूत्र इकाई द्रव्यमान उसकी सूत्र इकाई में उपस्थित सभी परमाणुओं के परमाणु द्रव्यमानों का योग है। (किसी आयनिक यौगिक में आयनों की सरलतम पूर्ण संख्या का अनुपात उसकी सूत्र इकाई होता है।)



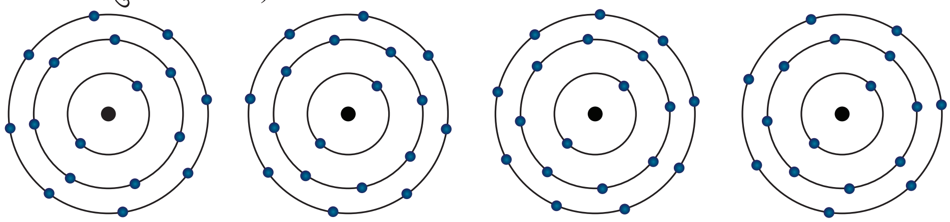
© NCERT not to be republished

## अभ्यास प्रश्न

1. किसी एक तत्व (क) के तीसरे कोश में एक इलेक्ट्रॉन है। एक अन्य तत्व (ख) है जिसके दूसरे कोश में छह इलेक्ट्रॉन हैं।
   (i) स्थायित्व प्राप्त करने के लिए 'क' कितने इलेक्ट्रॉनों का त्याग करेगा अथवा ग्रहण करेगा?
   (ii) वह किस प्रकार का आयन बनाएगा?
   (iii) स्थायित्व प्राप्त करने के लिए 'ख' कितने इलेक्ट्रॉनों का त्याग करेगा अथवा ग्रहण करेगा?
   (iv) वह किस प्रकार का आयन बनाएगा?
   (v) 'क 'और 'ख' के संयोजित होने पर किस प्रकार का आबंध बनेगा?
   (vi) उनके संयोजन से निर्मित यौगिक का सूत्र क्या होगा?
2. किसी तत्व 'च' के बाह्यतम कोश में छह इलेक्ट्रॉन हैं और वह एक द्विपरमाणुक अणु बनाता है।
   (i) ऐसा क्यों हुआ होगा?
   (ii) वह किस प्रकार का आबंध बनाएगा?
   (iii) उसके द्वारा निर्मित अणु की संरचना आरेखित कीजिए।
   (iv) एक अन्य तत्व 'छ' के दूसरे कोश में दो इलेक्ट्रॉन हैं। उस अणु की संरचना आरेखित कीजिए जो तत्व 'च' और 'छ' के संयोजन से बनेगा।
3. आप एक नवीन आयनिक यौगिक की अभिकल्पना करना चाहते हैं जिसमें कुल धन आवेश 6+ है और कुल ऋण आवेश 6– है। निम्नलिखित में से कौन-सा संयोजन आयनों की सही संख्या दर्शाता है?
   (i) 2 $Al^{3+}$ और 3 $Cl^{-}$
   (ii) 3 $Mg^{2+}$ और 1 $PO_4^{3-}$
   (iii) 2 $Fe^{3+}$ और 3 $O^{2-}$
   (iv) 3 $Ca^{2+}$ और 2 $SO_4^{2-}$
4. सही कथन (नों) का चयन कीजिए और गलत कथन (नों) को सही कीजिए।
   (i) तत्व अणुओं से बनते हैं और यौगिक परमाणुओं से बनते हैं।
   (ii) किसी यौगिक का अणु सदैव एक ही प्रकार के दो अथवा अधिक परमाणुओं से मिलकर बनता है।
   (iii) नाइट्रोजन गैस के एक अणु में तीन नाइट्रोजन परमाणु होते हैं।
   (iv) जल दो हाइड्रोजन परमाणुओं से मिलकर बना है जो एक ऑक्सीजन परमाणु से सहसंयोजी रूप से आबंधित होते हैं।
5. निम्नलिखित यौगिकों के रासायनिक सूत्र लिखिए।
   (i) ऐलुमिनियम नाइट्रेट
   (ii) कैल्सियम ऑक्साइड
   (iii) फेरिक ऑक्साइड
6. आयनों के निम्नलिखित युग्मों से निर्मित यौगिकों के सूत्र लिखिए।
   (i) $Ca^{2+}$ और $Br^{-}$
   (ii) $Al^{3+}$ और $CO_3^{2-}$
   (iii) $K^{+}$ और $SO_4^{2-}$
   (iv) $NH_4^{+}$ और $Cl^{-}$

© NCERT not to be republished

7. चित्र 9.18 में निम्नलिखित में से कौन $Cl^-$ आयन को सही प्रकार से निरूपित कर रहा है (क्लोरीन की परमाणु संख्या 17 है)?



*(i)* *(ii)* *(iii)* *(iv)*

*चित्र 9.18*

8. निम्नलिखित पदार्थों का सूत्र इकाई द्रव्यमान ज्ञात कीजिए।
   (i) अमोनियम नाइट्रेट ($NH_4NO_3$) जिसका उपयोग नाइट्रोजन उर्वरक के रूप में किया जाता है जो पौधों की वृद्धि हेतु आवश्यक है।
   (ii) फॉस्फोरिक अम्ल ($H_3PO_4$) जिसका उपयोग फॉस्फेट उर्वरक और अपमार्जकों के निर्माण में किया जाता है।
   (iii) सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट ($NaHCO_3$) जिसका उपयोग अम्लता को कम करता है और पाचन में सहायता करता है।
9. उन यौगिकों के सूत्र लिखिए जो निम्नलिखित की परस्पर अभिक्रिया द्वारा बनते हैं—
   (i) मैग्नीशियम और नाइट्रोजन
   (ii) लीथियम और नाइट्रोजन
   (iii) सोडियम और सल्फर
   (iv) ऐलुमिनियम और ऑक्सीजन
10. बाईं ओर दिए गए धनायनों और शीर्ष पर दिए गए ऋणायनों से निर्मित यौगिकों के सूत्र लिखकर तालिका 9.3 को पूर्ण कीजिए। $LiNO_3$ एक उदाहरण के रूप में दिया गया है।

**तालिका 9.3**

| | $NO_3^-$ | $SO_4^{2-}$ | $PO_4^{3-}$ |
|---|---|---|---|
| $NH_4^+$ | | | |
| $Li^+$ | $LiNO_3$ | | |
| $Al^{3+}$ | | | |
| $Cu^{2+}$ | | | |

11. 5.3 g सोडियम कार्बोनेट और 6.0 g ऐसीटिक अम्ल परस्पर अभिक्रिया द्वारा 2.2 g कार्बन डाइऑक्साइड, 0.9 g जल और 8.2 g सोडियम ऐसीटेट बनाते हैं। जाँच कीजिए कि क्या इसमें द्रव्यमान संरक्षण के नियम का अनुपालन हो रहा है।
12. यदि किसी स्पीशीज में 11 प्रोटॉन, 12 न्यूट्रॉन और 10 इलेक्ट्रॉन हैं, तो
   (i) उसका परमाणु क्रमांक और द्रव्यमान संख्या क्या होंगे?
   (ii) क्या यह उदासीन है, धनायन है अथवा ऋणायन है? व्याख्या कीजिए।
   (iii) इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखिए।
   (iv) स्पीशीज का नाम लिखिए।

© NCERT not to be republished

13. दो तत्वों, 'क' और 'ख' के विन्यास निम्नलिखित हैं—
(क) 2, 8, 5 (ख) 2, 8, 7
(i) कौन-सा तत्व अधिक अभिक्रियाशील है?
(ii) जब 'क' और 'ख' संयोजन करेंगे तब वे आयनिक आबंध बनाएँगे अथवा सहसंयोजी आबंध? इलेक्ट्रॉन स्थानांतरण अथवा साझेदारी के उपयोग द्वारा समझाइए।
(iii) उनसे निर्मित यौगिक के सूत्र का पूर्वानुमान कीजिए।

14. नीचे दिए गए अभिकथन एवं कारण को पढ़िए और उनके संबंध में आगे दिए गए विकल्पों में से सही विकल्प का चयन कीजिए।
अभिकथन— गलित अवस्था में कॉपर सल्फेट विद्युत का चालन करता है परंतु ठोस अवस्था में नहीं।
कारण— जालक की गलित अवस्था में कॉपर और सल्फेट आयनों की स्थिति नियत होती है जबकि ठोस अवस्था में वे स्वतंत्र रूप से गति कर सकते हैं।
सही विकल्प का चयन कीजिए—
(i) अभिकथन और कारण दोनों सत्य हैं और कारण, अभिकथन की सही व्याख्या है।
(ii) अभिकथन और कारण दोनों सत्य हैं परंतु कारण, अभिकथन की सही व्याख्या नहीं है।
(iii) अभिकथन सत्य है, परंतु कारण असत्य है।
(iv) अभिकथन असत्य है, परंतु कारण सत्य है।

15. $^{27}Al$, $^{80}Br^{-}$ और $^{201}Hg^{2+}$ कणों में क्रमशः 13, 35 और 80 प्रोटॉन हैं। इनमें कितने इलेक्ट्रॉन और न्यूट्रॉन हैं?

## परियोजना कार्य

- एक प्रयोग की अभिकल्पना और निष्पादन यह दर्शाने और तुलना करने हेतु कीजिए कि जल में हाइड्रोजन और ऑक्सीजन सदैव समान अनुपात में अस्तित्व में होते हैं चाहे उसका स्रोत कुछ भी हो।
- किन्हीं तीन तत्वों के परमाणुओं एवं आयनों की तुलना कीजिए। स्तंभ आलेखों (Bar graphs) का उपयोग करते हुए आयन निर्माण के पूर्व और पश्चात इलेक्ट्रॉनों की संख्या दर्शाइए।
- धनायनों और ऋणायनों का एक कार्ड गेम बनाइए। इसमें आप निम्नलिखित संभावित विचारों को संज्ञान में ले सकते हैं—
  - कार्डों की ढेरी में से अथवा फैले हुए कार्डों में से एक कार्ड उठा सकते हैं और अपने हाथ के कार्डों से उनका मिलान करते हुए यौगिक बना सकते हैं। आप अवांछनीय कार्डों को छोड़ सकते हैं।
  - यौगिक बनाने हेतु अन्य खिलाड़ियों से भी कार्ड ले सकते हैं और उन कार्डों का उपयोग भी कर सकते हैं जो उनके पास पहले से हैं।
- अणुओं के विषय में और अधिक सीखने के लिए आप नीचे दिए गए लिंक पर खोज कर सकते हैं—
  - https://phet.colorado.edu/sims/html/build-a-molecule/latest/build-a-molecule_all.html

**खोज जारी है...**

क्या कोई ऐसे रासायनिक परिवर्तन हैं जो द्रव्यमान संरक्षण के नियम का पालन नहीं करते?

© NCERT not to be republished