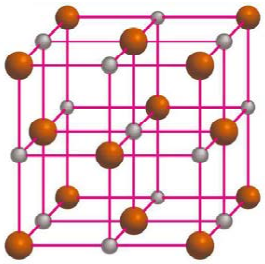
अध्याय–8

रासायनिक आबंधन

(Chemical Bonding)



हमने परमाणु संरचना का अध्ययन करते समय पढ़ा है कि प्रत्येक तत्व के परमाणु में इलेक्ट्रॉनों की संख्या निश्चित होती है। साथ ही प्रत्येक कक्ष में इलेक्ट्रॉनों की संख्या तथा व्यवस्था भी निश्चित होती है। परमाणु में इलेक्ट्रॉनों की संख्या तथा उसके नाभिक में उपस्थित प्रोटॉनों की संख्या बराबर तथा आवेश विपरीत होते हैं इसलिए परमाणु की प्रकृति वैद्युत उदासीन होती है।

यह देखा गया है कि प्रकृति में पाए जाने वाले कुछ तत्व क्रियाशील होते हैं और कुछ तत्व अक्रिय। इसे समझने के लिए यदि हम तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास को देखें तो यह रोचक बात समझ में आती है कि तत्वों के रासायनिक गुण, परमाणु के अंतिम (बाह्यतम) कक्ष में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या (संयोजी इलेक्ट्रॉन) पर निर्भर करते हैं। ऐसे तत्व, जिनके परमाणुओं के बाह्यतम कक्ष में आठ इलेक्ट्रॉन (हीलियम को छोड़कर, इसमें दो इलेक्ट्रॉन) होते हैं, सामान्यतः यौगिक नहीं बनाते और एक परमाण्विक गैसों के रूप में पाए जाते हैं, ये तत्व हैं– हीलियम, निऑन, ऑर्गान, क्रिप्टॉन, ज़ीनॉन आदि। ये तत्व क्रिया नहीं करते इसलिए इन्हें अक्रिय (उत्कृष्ट) गैसें कहते हैं। हीलियम को छोड़कर अन्य सभी अक्रिय गैसों के बाह्यतम कक्ष में आठ इलेक्ट्रॉन (अष्टक) होते हैं।

8.1 आयनिक बंध (Ionic bond)

ऐसे तत्व जिनके परमाणुओं के बाह्यतम कक्ष में आठ इलेक्ट्रॉन से कम होते हैं (हाइड्रोजन को छोड़कर), वे बाह्यतम कक्ष में आठ इलेक्ट्रॉन प्राप्त करने के लिए अपने ही परमाणु या दूसरे परमाणु से संयोग (क्रिया) करते हैं अर्थात् अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त करने का प्रयास करते हैं, पर कैसे?

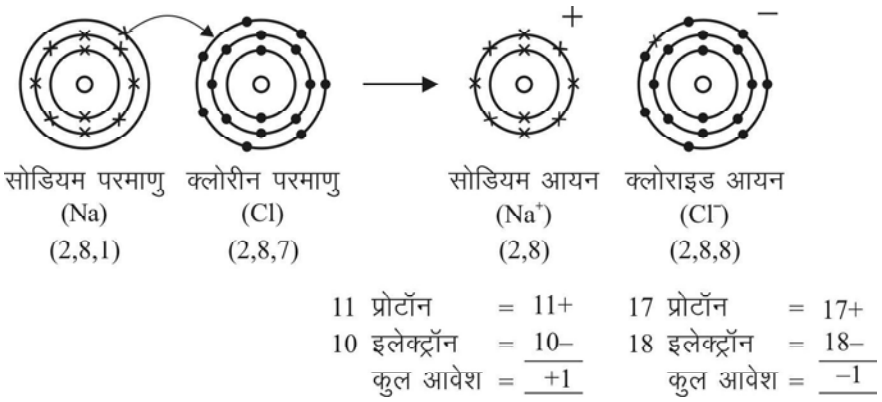
आइए, इसे दैनिक जीवन में उपयोग किए जाने वाले नमक (सोडियम क्लोराइड) के उदाहरण द्वारा समझें। सोडियम क्लोराइड, सोडियम तथा क्लोरीन तत्वों से मिलकर बनता है। आप जानते हैं कि सोडियम तथा क्लोरीन की परमाणु संख्या क्रमशः 11 तथा 17 है। आइए, इनका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास बनाएँ–

$_{11}Na$ - 2, 8, 1

$_{17}Cl$ - 2, 8, 7

अब, दोनों तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास को देखकर बताएँ कि–

- इनके बाह्यतम कक्ष (संयोजी कक्ष) में कितने–कितने इलेक्ट्रॉन हैं?
- सोडियम तथा क्लोरीन परमाणु के बाह्यतम कक्ष में आठ–आठ इलेक्ट्रॉनों का आँकड़ा पूरा होने की क्या–क्या संभावनाएँ हो सकती हैं?



चित्र क्रमांक–1 : (क) सोडियम क्लोराइड का बनना

आपने देखा कि सोडियम परमाणु के K कक्ष में 2, L कक्ष में 8 तथा M कक्ष में 1 इलेक्ट्रॉन है। पहली संभावना यह हो सकती है कि सोडियम M कक्ष के 1 इलेक्ट्रॉन को त्याग दे, जिससे उसके K तथा L कक्ष में क्रमशः 2 तथा 8 इलेक्ट्रॉन रह जाएँ। ऐसी स्थिति में वह अक्रिय गैस विन्यास (निऑन 2, 8) प्राप्त कर लेगा।

दूसरी संभावना यह हो सकती है कि सोडियम 7 इलेक्ट्रॉन ग्रहण करे, जिससे उसके K कक्ष में 2, L कक्ष में 8 तथा M कक्ष में 8 इलेक्ट्रॉन हो जाएँ। ऐसी स्थिति में वह अक्रिय गैस विन्यास (ऑर्गान 2, 8, 8) प्राप्त कर लेगा।

सोडियम की परमाणु संख्या 11 है। इसका अर्थ है कि उसके नाभिक में 11 प्रोटॉन तथा कक्षों में 11 इलेक्ट्रॉन हैं। यदि वह एक इलेक्ट्रॉन का त्याग करता है या सात इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है तो क्या आप बता सकते हैं कि उस पर कितना आवेश होगा?

परमाणु वैद्युत उदासीन होता है क्योंकि उसके नाभिक में उपस्थित धन आवेशित प्रोटॉनों की संख्या कक्षों में उपस्थित ऋण आवेशित इलेक्ट्रॉनों की संख्या के बराबर होती है। इलेक्ट्रॉन के ग्रहण करने पर परमाणु ऋण आवेशित आयन (ऋणायन) तथा त्याग करने पर धन आवेशित आयन (धनायन) बनाते हैं। आयन पर पाया जाने वाला आवेश ग्रहण या त्याग किए गए इलेक्ट्रॉनों की संख्या के बराबर होता है।

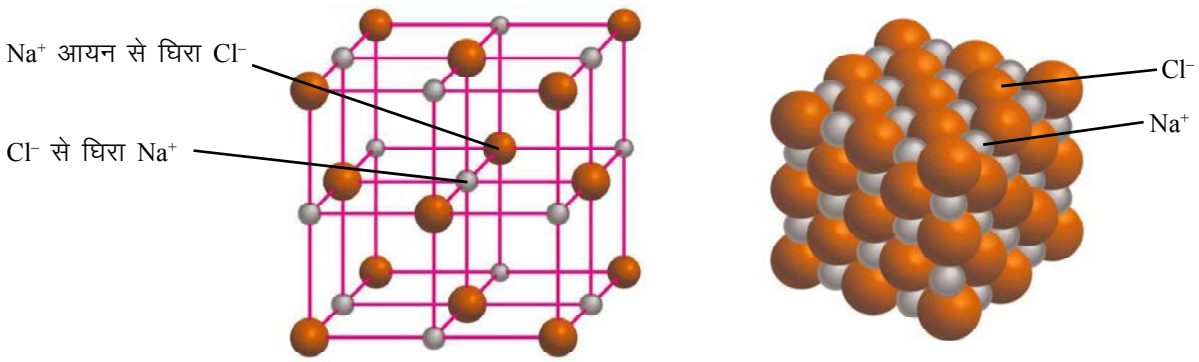
आइए, अब क्लोरीन परमाणु पर विचार करें। अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त करने के लिए क्लोरीन भी एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण या सात इलेक्ट्रॉन का त्याग कर सकता है। यदि क्लोरीन एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है तब उसके K कक्ष में 2, L कक्ष में 8 व M कक्ष में 8 इलेक्ट्रॉन हो जाएँगे तथा वह क्लोराइड आयन (Cl^-) बनाएगा। यदि वह सात इलेक्ट्रॉनों का त्याग करता है तब उसके K कक्ष में 2, L कक्ष में 8 इलेक्ट्रॉन हो जाएँगे तथा वह Cl^{7+} आयन बनाएगा।

सोडियम नाभिक सात अतिरिक्त इलेक्ट्रॉनों को बाँधे रखने में सक्षम नहीं होता। उसी प्रकार क्लोरीन के लिए भी Cl^{7+} की स्थिति प्राप्त करना कठिन है। इसका अर्थ है सोडियम परमाणु के लिए एक इलेक्ट्रॉन का त्याग करना तथा क्लोरीन परमाणु के लिए एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण करना सरल है अतः सोडियम परमाणु एक इलेक्ट्रॉन त्याग कर Na^+ आयन तथा क्लोरीन परमाणु एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर Cl^- आयन बनाता है।

विपरीत आवेश होने के कारण सोडियम तथा क्लोराइड आयन परस्पर आकर्षित होकर स्थिर वैद्युत बल में बँधकर सोडियम क्लोराइड (NaCl) का निर्माण करते हैं।

इस प्रकार बना बंध वैद्युत संयोजक बंध या आयनिक बंध कहलाता है। जिन यौगिकों का निर्माण इस प्रकार के आबंधन से होता है उन्हें वैद्युत संयोजक यौगिक या आयनिक यौगिक कहते हैं। ध्यान देने योग्य बात यह है कि सोडियम क्लोराइड अणु के रूप में नहीं पाया जाता बल्कि यह विपरीत आवेशित आयनों का समुच्चय होता है।

यहाँ बंध एक सोडियम आयन और एक क्लोराइड आयन के मध्य ही नहीं बनता बल्कि एक त्रिविमीय क्रिस्टल का निर्माण होता है जिसमें प्रत्येक धन आवेशित सोडियम आयन, ऋण आवेशित क्लोराइड आयन से घिरा होता है, ठीक वैसे ही ऋण आवेशित क्लोराइड आयन, धन आवेशित सोडियम आयन से घिरा रहता है। क्रिस्टल में सोडियम आयन की संख्या क्लोराइड आयन की संख्या के बराबर होती है।



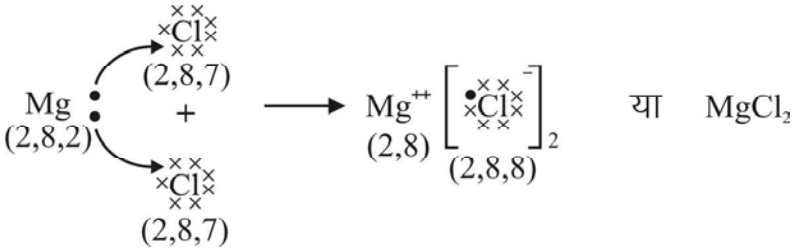
चित्र क्रमांक–1 : (ख) सोडियम क्लोराइड की त्रिविमीय संरचना

अमेरिकी रसायनज्ञ गिलबर्ट न्यूटन लुइस (Gilbert Newton Lewis) ने परमाणु में उपस्थित संयोजी इलेक्ट्रॉनों को दर्शाने के लिए इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना या लुइस प्रतीक (Lewis symbol) का उपयोग किया। इस विधि में परमाणु के बाह्यतम कोश में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों को दर्शाने के लिए उस तत्व के प्रतीक के चारों ओर उतने ही बिंदु लगाए जाते हैं जितने इलेक्ट्रॉन उसके बाह्यतम कोश में उपस्थित रहते हैं।

आइए, अब हम कुछ और यौगिकों का अध्ययन करते हैं जिनमें आयनिक बंध पाया जाता है। मैग्नीशियम एवं क्लोरीन के मध्य भी आयनिक बंध का निर्माण होता है। मैग्नीशियम की परमाणु संख्या 12 है। इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखिए तथा यह भी सोचिए कि वह कैसे अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त करेगा?

हम जानते हैं कि मैग्नीशियम (2, 8, 2) को अक्रिय गैस विन्यास (2, 8) प्राप्त करने के लिए दो इलेक्ट्रॉनों का त्याग करना होगा लेकिन क्लोरीन परमाणु को अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त करने के लिए मात्र एक ही इलेक्ट्रॉन

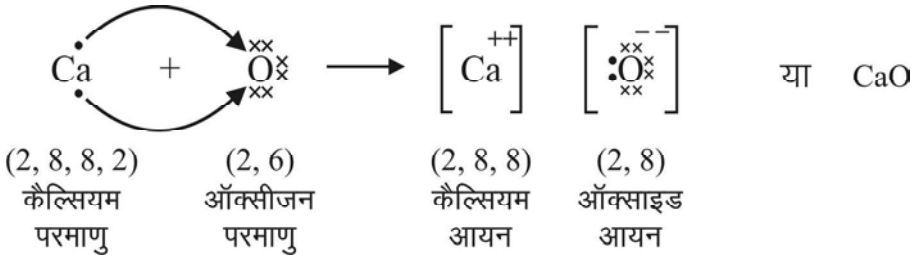
की आवश्यकता होती है। सोचिए, मैग्नीशियम द्वारा त्यागे गए दो इलेक्ट्रॉनों का समायोजन कैसे होगा? यहाँ क्लोरीन के दो परमाणु मैग्नीशियम के एक परमाणु के साथ बंध बनाने में भाग लेते हैं अर्थात् प्रत्येक क्लोरीन परमाणु मैग्नीशियम द्वारा त्यागे गए दो इलेक्ट्रॉन में से एक–एक इलेक्ट्रॉन को ग्रहण कर अक्रिय गैस विन्यास (2, 8, 8) प्राप्त करता है। यही कारण है कि यौगिक का सूत्र $MgCl_2$ होता है। क्या आप मैग्नीशियम आयन पर उत्पन्न आवेश की संख्या बता सकते हैं?



चित्र क्रमांक–2 : मैग्नीशियम क्लोराइड का बनना

आइए, अब हम एक और यौगिक को देखें जो कि कैल्सियम और ऑक्सीजन से मिलकर बना है। कैल्सियम की परमाणु संख्या 20 तथा ऑक्सीजन की परमाणु संख्या 8 है। इनके इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखकर बताइए वे कैसे अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त करेंगे?

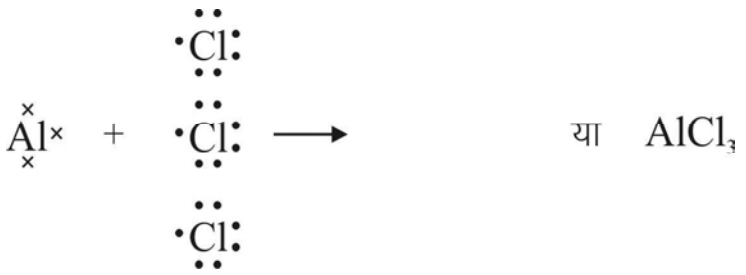
हमने देखा कि कैल्सियम के बाह्यतम कक्ष में 2 इलेक्ट्रॉन हैं जबकि ऑक्सीजन के बाह्यतम कक्ष में 6 इलेक्ट्रॉन हैं। अतः कैल्सियम के लिए दो इलेक्ट्रॉन त्यागना और ऑक्सीजन के लिए दो इलेक्ट्रॉन ग्रहण करना आसान है। इस प्रकार ऑक्सीजन, कैल्सियम द्वारा त्यागे गए 2 इलेक्ट्रॉनों को ग्रहण कर आयनिक बंध बनाता है। कैल्सियम ऑक्साइड में कैल्सियम तथा ऑक्सीजन आयनों पर आवेश क्या होंगे?



चित्र क्रमांक–3 : कैल्सियम ऑक्साइड का बनना

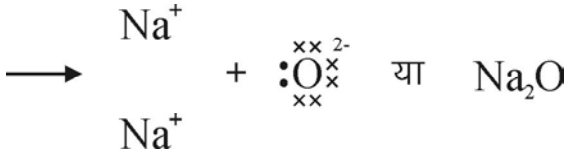
अभी तक हमने देखा कि तत्वों के आबंधन में एक परमाणु द्वारा एक या दो इलेक्ट्रॉन त्यागे जाते हैं तथा दूसरे परमाणु द्वारा ग्रहण किए जाते हैं। आइए, अब एक और उदाहरण ऐलुमिनियम का देखते हैं।

ऐलुमिनियम तथा क्लोरीन की परमाणु संख्या क्रमशः 13 तथा 17 है। इलेक्ट्रॉन के स्थानांतरण द्वारा $AlCl_3$ के इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना चित्र को पूरा कीजिए।



चित्र क्रमांक–4 : ऐलुमिनियम क्लोराइड का बनना

हमने उदाहरणों में देखा कि बंध बनाने के लिए सोडियम एक इलेक्ट्रॉन का त्याग करता है, वहीं ऑक्सीजन को दो इलेक्ट्रॉनों की आवश्यकता होती है अर्थात् दो इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है। इस प्रकार दोनों के बाह्यतम कक्ष में आठ–आठ इलेक्ट्रॉन हो जाते हैं। सोचिए, यदि सोडियम तथा ऑक्सीजन के मध्य आबंधन हो तो बनने वाले यौगिक सोडियम ऑक्साइड का सूत्र क्या होगा? आयनिक बंध कैसे बनेगा? दिए गए इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना चित्र को इलेक्ट्रॉन स्थानांतरण दर्शाते हुए पूरा कीजिए।



चित्र क्रमांक–5 : सोडियम ऑक्साइड का बनना

8.2 संयोजकता (Valency)

हमने कुछ उदाहरणों द्वारा देखा कि विभिन्न तत्व अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त करने के लिए या तो इलेक्ट्रॉनों का त्याग करते हैं या ग्रहण करते हैं। अतः संयोजकता को हम इस प्रकार समझ सकते हैं।

- सोडियम के संयोजी कक्ष में एक इलेक्ट्रॉन होता है जो अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त करने हेतु त्यागा जाता है अतः इसकी संयोजकता एक होती है।
- कैल्सियम अपने संयोजी कक्ष से दो इलेक्ट्रॉनों का त्याग करता है अतः कैल्सियम की संयोजकता दो होती है।
- क्लोरीन के संयोजी कक्ष में 7 इलेक्ट्रॉन होते हैं और वह अष्टक पूरा करने के लिए एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है अतः क्लोरीन की संयोजकता एक होती है।

संयोजकता हमें यह बताती है कि किसी तत्व का परमाणु अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त करने के लिए कितने इलेक्ट्रॉनों को ग्रहण करेगा अथवा त्याग करेगा। इस प्रकार हम देखते हैं कि तत्वों के परमाणु संयोजी कक्ष से इलेक्ट्रॉन त्याग कर और कुछ परमाणु इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर अष्टक पूरा करते हैं। हम धातुओं और अधातुओं को

उनके भौतिक गुणों के आधार पर पहचानते हैं। आयनिक बंध निर्माण में जिस तत्व के परमाणु इलेक्ट्रॉन त्यागते हैं वे धातु कहलाते हैं और जिस तत्व के परमाणु इलेक्ट्रॉन ग्रहण करते हैं वे अधातु कहलाते हैं।

प्रश्न

1. पोटैशियम तथा क्लोरीन की परमाणु संख्या क्रमशः 19 तथा 17 है–
   (i) इनके इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखिए।
   (ii) इनके द्वारा अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त करने की क्या–क्या संभावनाएँ हो सकती हैं?
   (iii) पोटैशियम क्लोराइड में बनने वाले आयनिक बंध को इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना चित्र बनाकर दर्शाइए।
   (iv) पोटैशियम क्लोराइड में पोटैशियम तथा क्लोराइड आयन पर आवेश क्या होंगे?
2. लिथियम की परमाणु संख्या 3 तथा फ्लुओरीन की परमाणु संख्या 9 है, इनके बीच बनने वाले बंध को इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना चित्र द्वारा प्रदर्शित कीजिए।
3. ऑक्सीजन एवं पोटैशियम की संयोजकता कितनी है? समझाइए।
4. एक तत्व के M कक्ष में इलेक्ट्रॉनों की संख्या 7 है तथा उसकी संयोजकता 1 है तो उससे बनने वाले आयन का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास क्या होगा?

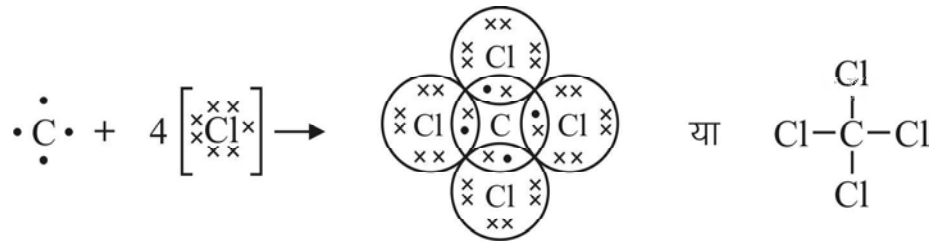
आप जानते हैं कि ऐलुमिनियम के बाह्यतम कक्ष में तीन इलेक्ट्रॉन होते हैं जिन्हें त्याग कर वह Al^{3+} आयन बनाता है। क्या आप ऐसे तत्व का नाम बता सकते हैं जिसके बाह्यतम कक्ष में चार इलेक्ट्रॉन होते हैं?

8.3 सहसंयोजक बंध (Covalent bond)

अब हम कार्बन तत्व पर विचार करते हैं जिसकी परमाणु संख्या 6 और इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2, 4 है। यदि कार्बन, बंध बनाने के लिए 4 इलेक्ट्रॉन का त्याग कर हीलियम परमाणु (K कक्ष में 2 इलेक्ट्रॉन) का विन्यास प्राप्त करे तब C^{4+} आयन बनेगा या 4 इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर निऑन परमाणु (K कक्ष में 2, L कक्ष में 8 इलेक्ट्रॉन) के समान विन्यास प्राप्त करे तब C^{4-} आयन बनेगा।

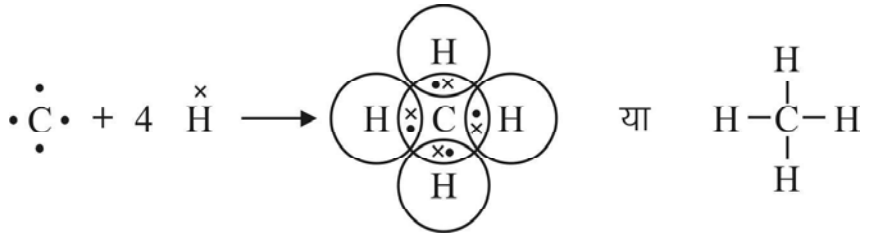
उपर्युक्त दोनों ही स्थितियों में अस्थाई आयन की प्राप्ति होगी अतः दोनों ही स्थितियाँ संभव नहीं हैं। इस स्थिति में कार्बन, बंध का निर्माण कैसे करेगा? आइए, देखें यह कैसे संभव है।

अब एक विकल्प यह हो सकता है कि वह दूसरे तत्व से इलेक्ट्रॉनों का साझा करे। साझे का क्या तात्पर्य है? आइए, कार्बन टेट्राक्लोराइड के उदाहरण से इसे समझें। यह एक कार्बन तथा चार क्लोरीन परमाणु से मिलकर बनता है। हमें ज्ञात है कि क्लोरीन परमाणु को अष्टक पूरा करने के लिए एक इलेक्ट्रॉन की आवश्यकता होती है। यहाँ प्रत्येक क्लोरीन परमाणु अपने एक इलेक्ट्रॉन का साझा कार्बन के एक इलेक्ट्रॉन से करता है, उसी प्रकार कार्बन भी प्रत्येक क्लोरीन परमाणु से अपने एक इलेक्ट्रॉन का साझा कर बंध बनाता है। इस क्रम में कार्बन तथा प्रत्येक क्लोरीन परमाणु अक्रिय गैस विन्यास (2, 8 तथा 2, 8, 8) प्राप्त करते हैं। साझे के इलेक्ट्रॉनों पर दोनों परमाणुओं का समान अधिकार होता है अर्थात् साझे के इलेक्ट्रॉनों की गणना दोनों परमाणुओं के अष्टक में की जाती है (चित्र क्रमांक–6)।



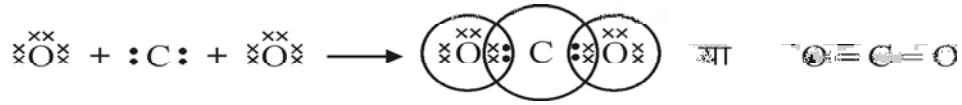
चित्र क्रमांक–6 : कार्बन टेट्रॉक्लोराइड में सहसंयोजकता बंध

आइए, अब हम कार्बन एवं हाइड्रोजन से बनने वाले यौगिक मेथैन को देखें। कार्बन परमाणु के लिए इलेक्ट्रॉनों का त्याग करने या ग्रहण करने की अपेक्षा इलेक्ट्रॉनों का साझा करना सरल होता है। लेकिन हाइड्रोजन की स्थिति कैसी होती है? हाइड्रोजन की परमाणु संख्या 1 है, इसका तात्पर्य है कि उसके नाभिक में एक प्रोटॉन और K कक्ष में एक इलेक्ट्रॉन है। उसके समीप की अक्रिय गैस हीलियम है जिसके K कक्ष में दो इलेक्ट्रॉन होते हैं। जब कार्बन और हाइड्रोजन के मध्य आबंध का निर्माण होता है तो कार्बन चार इलेक्ट्रॉनों का साझा करता है जबकि हाइड्रोजन को साझे के लिए मात्र, एक इलेक्ट्रॉन की आवश्यकता होती है। इस प्रकार कार्बन का एक परमाणु तथा हाइड्रोजन के चार परमाणु इलेक्ट्रॉनों के साझे द्वारा CH_4 अणु का निर्माण करते हैं।



चित्र क्रमांक–7 : मेथैन में सहसंयोजक बंध

आइए, अब हम कार्बन के एक और यौगिक कार्बन डाइऑक्साइड को देखते हैं। नाम से स्पष्ट है कि इसमें दो ऑक्सीजन परमाणु (डाइ एक उपसर्ग है जिसका अर्थ दो है, डाइऑक्साइड का तात्पर्य दो ऑक्सीजन परमाणु) होते हैं। पूर्व में हमने देखा कि ऑक्सीजन सामान्यतः दो इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर द्विसंयोजी आयन O^{2-} बनाता है, वहीं कार्बन, इलेक्ट्रॉन देने की अपेक्षा साझे के द्वारा बंध बनाता है। क्या आप बता सकते हैं कि कैसे कार्बन और ऑक्सीजन मिलकर स्थायी यौगिक कार्बन डाइऑक्साइड का निर्माण करते हैं? यह तभी संभव होता है जब प्रत्येक ऑक्सीजन परमाणु दो इलेक्ट्रॉनों का साझा कार्बन के दो–दो इलेक्ट्रॉनों के साथ करता है (चित्र क्रमांक–8)।



चित्र क्रमांक–8 : कार्बन डाइऑक्साइड में सहसंयोजक बंध

उपर्युक्त संरचना देखकर आप बता सकते हैं कि कार्बन एवं ऑक्सीजन के मध्य कितने बंध बनेंगे? इस यौगिक में कार्बन के दो जोड़ी इलेक्ट्रॉन (4 इलेक्ट्रॉन) और प्रत्येक ऑक्सीजन के 1 जोड़ी इलेक्ट्रॉन (2 इलेक्ट्रॉन) के मध्य साझे से द्विबंध का निर्माण होता है। पूर्व के उदाहरणों में कार्बन ने क्लोरीन के साथ CCl_4 तथा हाइड्रोजन के साथ CH_4 एक–एक इलेक्ट्रॉन के साझे के द्वारा एकल बंध का निर्माण किया था। कार्बन डाइऑक्साइड अणु में कार्बन तथा ऑक्सीजन के मध्य द्विबंध का निर्माण होता है। एकल और द्विबंध को दो परमाणुओं के मध्य क्रमशः एक रेखा (–) और दो रेखाओं (=) द्वारा प्रदर्शित करते हैं।

इस प्रकार के यौगिक, जिनमें दो परमाणुओं के मध्य इलेक्ट्रॉनों के साझे द्वारा बंध का निर्माण होता है, सहसंयोजक यौगिक कहलाते हैं। यहाँ ध्यान देने वाली बात यह है कि दो या अधिक परमाणु इलेक्ट्रॉनों के साझे द्वारा समीप के अक्रिय गैस विन्यास को प्राप्त कर लेते हैं। इस प्रकार के परमाणु समूह को अणु कहते हैं अतः सहसंयोजी यौगिक के अणु दो या दो से अधिक परमाणुओं से बने होते हैं।

जल एक यौगिक है जो हाइड्रोजन एवं ऑक्सीजन के संयोग से बना होता है। आप जानते हैं कि हाइड्रोजन को साझे के लिए एक इलेक्ट्रॉन जबकि ऑक्सीजन को साझे के लिए दो इलेक्ट्रॉनों की आवश्यकता होती है। जल की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना बनाइए जिसमें हाइड्रोजन और ऑक्सीजन दोनों की संयोजकता संतुष्ट हो (चित्र क्रमांक–9)।

चित्र क्रमांक–9 : जल में सहसंयोजक बंध

अमोनिया एक यौगिक है जिसका अणुसूत्र NH_3 है। यह नाइट्रोजन और हाइड्रोजन से मिलकर बना है। हाइड्रोजन को साझा करने के लिए एक इलेक्ट्रॉन जबकि नाइट्रोजन को साझा करने के लिए तीन इलेक्ट्रॉन की आवश्यकता होती है जिससे वे अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त कर सकें (चित्र क्रमांक–10)। क्या आप इस यौगिक की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना बना सकते हैं?

चित्र क्रमांक–10 : अमोनिया में सहसंयोजक बंध

आइए, अब हम हाइड्रोजन में आबंधन पर विचार करते हैं। आपको पता है कि हाइड्रोजन सबसे हल्की गैस है। इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास देखने पर यह बात स्पष्ट होती है कि इसके बाह्यतम कक्ष (K) में मात्र एक इलेक्ट्रॉन है और हम यह भी जानते हैं कि हाइड्रोजन अणु का अस्तित्व है। हाइड्रोजन का एक परमाणु, दूसरे

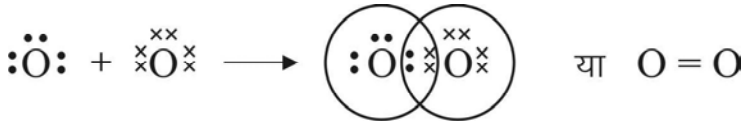
हाइड्रोजन परमाणु के साथ एक–एक इलेक्ट्रॉन का साझा कर हाइड्रोजन का एक अणु बना लेता है। इसे इस प्रकार प्रदर्शित कर सकते हैं (चित्र क्रमांक–11)।

चित्र क्रमांक–11 : हाइड्रोजन में सहसंयोजक बंध

यहाँ हमने देखा कि अणु का निर्माण भिन्न–भिन्न तत्वों के परमाणुओं के संयोग से ही नहीं, बल्कि एक ही तत्व के समान परमाणु के मिलने से भी होता है।

हाइड्रोजन तत्व का अस्तित्व द्विपरमाणु अणु के रूप में है (यहाँ उपसर्ग द्वि का अर्थ है दो अतः द्विपरमाणु का तात्पर्य है दो परमाणु) तथा इसमें एकल बंध है।

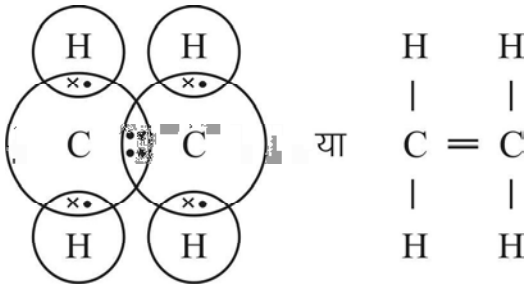
क्या किसी तत्व के परमाणुओं के मध्य द्विबंध भी होता है? आइए, एक तत्व ऑक्सीजन पर विचार करते हैं। हम जानते हैं कि ऑक्सीजन की संयोजकता 2 होती है तथा इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2, 6 है अतः अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त करने के लिए ऑक्सीजन के परमाणु आपस में दो–दो इलेक्ट्रॉनों का साझा करते हैं और इनके मध्य द्विबंध बनता है (चित्र क्रमांक–12)।



चित्र क्रमांक–12 : ऑक्सीजन में सहसंयोजक बंध

आपको यह जानकर आश्चर्य होगा कि कार्बन परमाणुओं के मध्य द्विबंध और त्रिबंध भी पाया जाता है।

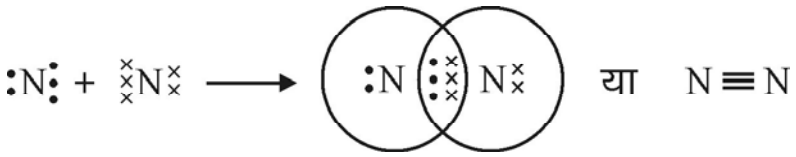
आइए, एक उदाहरण C_2H_4 (या $H_2C = CH_2$) को देखें जिसमें एक कार्बन परमाणु, दूसरे कार्बन परमाणु के साथ दो इलेक्ट्रॉनों के साझे द्वारा अपनी दो संयोजकताएँ संतुष्ट करता है जबकि शेष दो संयोजकताएँ अन्य परमाणुओं से संतुष्ट होती हैं (चित्र क्रमांक–13)।



चित्र क्रमांक–13 : एथीन में सहसंयोजक बंध

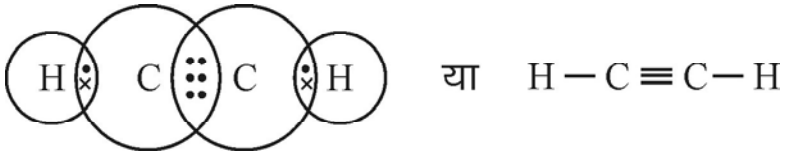
उसी प्रकार हम त्रिबंध का बनना भी दो परमाणुओं के मध्य इलेक्ट्रॉनों के साझे द्वारा समझा सकते हैं।

अब हम नाइट्रोजन पर विचार करें जिसमें प्रत्येक नाइट्रोजन परमाणु तीन–तीन इलेक्ट्रॉनों का साझा करता है क्योंकि नाइट्रोजन की परमाणु संख्या 7 है तथा इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2, 5 होता है। चूँकि नाइट्रोजन के दो परमाणु मिलकर अणु का निर्माण करते हैं अतः नाइट्रोजन का अस्तित्व द्विपरमाणु गैस के रूप में होता है (चित्र क्रमांक–14)।



चित्र क्रमांक–14 : नाइट्रोजन में सहसंयोजक बंध

पूर्व में आपने देखा कि कार्बन–कार्बन के मध्य एकल या द्विबंध होता है। उसी प्रकार कार्बन–कार्बन के मध्य त्रिबंध भी पाया जाता है। अणु $C_2H_2\,(HC \equiv CH)$ की निम्नलिखित संरचना होती है (चित्र क्रमांक–15)।



चित्र क्रमांक–15 : एथाइन में सहसंयोजक बंध

हमने इस अध्याय में देखा कि तत्वों की संयोजकता इस बात पर निर्भर करती है कि तत्व अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त करने में अपने संयोजी कक्ष से कितने इलेक्ट्रॉनों का त्याग करता है या फिर ग्रहण करता है। हमने यह भी देखा कि तत्व अपने ही परमाणु या अन्य तत्वों के परमाणु से इलेक्ट्रॉनों के साझे द्वारा भी अष्टक पूरा करने का प्रयास करता है। अतः हम संयोजकता को इस प्रकार भी समझ सकते हैं कि कोई तत्व अष्टक पूरा करने के लिए जितने इलेक्ट्रॉन साझे हेतु उपलब्ध कराता है वह उसकी (तत्व की) संयोजकता कहलाती है उदाहरण के लिए कार्बन को लें, चूंकि कार्बन अष्टक पूरा करने के लिए चार इलेक्ट्रॉनों का साझा करता है, अतः कार्बन की संयोजकता चार है। कैल्सियम ऑक्साइड में ऑक्सीजन परमाणु, कैल्सियम परमाणु से दो इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है किन्तु कार्बन डाइऑक्साइड में प्रत्येक ऑक्सीजन परमाणु, कार्बन से दो इलेक्ट्रॉनों का साझा करता है तो दोनों स्थितियों में ऑक्सीजन की संयोजकता बताइए। अतः तत्वों की संयोजकता बंध बनाने के लिए त्यागे या ग्रहण किए या फिर साझे के लिए उपलब्ध किए जाने वाले इलेक्ट्रॉन की संख्या है।

प्रश्न

1. एथेन (C_2H_6) की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना बनाइए।
2. एक ऐसे अणु की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना बनाइए जिसमें द्विबंध (=) पाया जाता है।

3. क्लोरीन की परमाणु संख्या 17 है।

(i) इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखिए।

(ii) इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना द्वारा क्लोरीन अणु का बनना समझाइए।

8.4 आयनिक तथा सहसंयोजी यौगिक (Ionic and covalent compounds)

हमने देखा कि परमाणुओं द्वारा संयोजी कक्षों से इलेक्ट्रॉन के त्यागे जाने अथवा ग्रहण किए जाने से आयनिक बंध तथा इलेक्ट्रॉनों के साझा करने पर सहसंयोजी बंध बनते हैं। वे यौगिक जिनमें आयनिक बंध पाया जाता है, आयनिक यौगिक या वैद्युत संयोजी यौगिक कहलाते हैं तथा वे यौगिक जिनमें सहसंयोजक बंध पाया जाता है, सहसंयोजी यौगिक कहलाते हैं। आइए, अब हम इन यौगिकों के गुणों को देखते हैं।

8.4.1 आयनिक यौगिकों के गुण (Properties of ionic compounds)

1. सामान्यतः आयनिक यौगिक जल में घुलनशील होते हैं।
2. आयनिक यौगिकों के गलनांक एवं क्वथनांक उच्च होते हैं क्योंकि इनमें विपरीत आयन आपस में प्रबल वैद्युत आकर्षण बल द्वारा बंधे होते हैं। प्रबल आकर्षण बल से बने बंध को तोड़ने के लिए अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है।
3. आयनिक यौगिक जल में घुलने पर अथवा पिघली हुई अवस्था में आयनित हो जाते हैं अतः ये वैद्युत के सुचालक होते हैं।

8.4.2 सहसंयोजी यौगिकों के गुण (Properties of covalent compounds)

1. सामान्यतः सहसंयोजी यौगिक जल में अघुलनशील होते हैं।
2. इनके गलनांक एवं क्वथनांक आयनिक यौगिकों की तुलना में प्रायः कम होते हैं।
3. सहसंयोजी यौगिक विद्युत के कुचालक होते हैं क्योंकि इनमें आयनीकरण नहीं होता।

आइए, एक क्रियाकलाप द्वारा यौगिकों में वैद्युत चालन का परीक्षण करें।

क्रियाकलाप–1

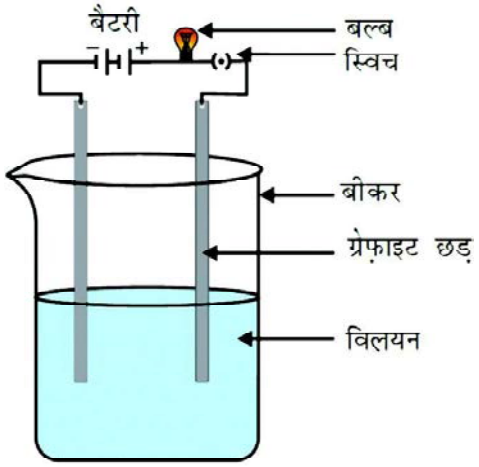
सर्वप्रथम चार बीकर लीजिए। अब इन्हें क्रमशः 'क', 'ख', 'ग' और 'घ' नामांकित कीजिए। प्रत्येक बीकर में 100–100 mL जल लेकर निम्न पदार्थों को मिलाकर विलयन तैयार कीजिए।

1. बीकर 'क' में 2 चम्मच साधारण नमक।
2. बीकर 'ख' में 2 चम्मच कैल्सियम क्लोराइड।
3. बीकर 'ग' में 2 चम्मच शक्कर।
4. बीकर 'घ' में 2 चम्मच ग्लूकोज।

अब सबसे पहले बीकर 'क' के विलयन में दो ग्रेफाइट की छड़ें डुबाइए (चित्र क्रमांक–16) ग्रेफाइट की छड़ें इलेक्ट्रोड की तरह कार्य करती हैं। इन्हें तार के द्वारा बल्ब एवं 9 वोल्ट बैटरी से जोड़ चित्रानुसार परिपथ

पूरा करें। ध्यान रहे कि दोनों छड़ें आपस में स्पर्श न करें।

- क्या बल्ब जला?
- इस प्रयोग को अन्य बीकर 'ख', 'ग', 'घ' में रखे विलयनों के साथ दोहराएँ एवं अवलोकन को नोट करें।



चित्र क्रमांक–16 :
यौगिक के विलयन की चालकता का परीक्षण

अब निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दें–

- बीकर 'क' एवं 'ख' में बल्ब क्यों जला?
- बीकर 'ग' एवं 'घ' में बल्ब क्यों नहीं जला?
- अब आप समझ गए होंगे कि नमक तथा कैल्सियम क्लोराइड में वैद्युत संयोजकता बंध के कारण विद्युत चालन होता है तथा शक्कर एवं ग्लूकोज में सहसंयोजक बंध के कारण विद्युत चालन नहीं होता।

प्रश्न

1. आयनिक यौगिक एवं सहसंयोजक यौगिक में अंतर लिखिए।
2. आयनिक यौगिकों के गलनांक एवं क्वथनांक उच्च होते हैं, क्यों? समझाइए।

मुख्य शब्द (Keywords)

आयन (ion), धनायन (cation), ऋणायन (anion), आयनिक बंध (ionic bond), सहसंयोजक बंध (covalent bond), साझा (sharing), संयोजकता (valency), आयनिक यौगिक (ionic compound), सहसंयोजक यौगिक (covalent compound), उत्कृष्ट या अक्रिय गैस (noble or inert gas), संयोजी कक्ष (valence orbit) अष्टक (octet), स्थिर वैद्युत आकर्षण (electrostatic attraction), इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना या लुईस संरचना (electron dot structure or Lewis structure)

हमने सीखा

- आयनिक बंध निर्माण में एक परमाणु इलेक्ट्रॉन त्यागकर धनायन तथा दूसरा परमाणु इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर ऋणायन बनाता है। विपरीत आवेश वाले आयन स्थिर विद्युत आकर्षण में बंधकर आयनिक बंध बनाते हैं।
- सहसंयोजक बंध परमाणुओं के मध्य इलेक्ट्रॉनों के साझे द्वारा बनता है।

- दो परमाणुओं के मध्य एक–एक इलेक्ट्रॉन के साझे द्वारा एकल बंध, दो–दो इलेक्ट्रॉनों के साझे से द्विबंध तथा तीन–तीन इलेक्ट्रॉनों के साझे से त्रिबंध बनता है।
- अक्रिय गैस विन्यास प्राप्ति हेतु बाह्यतम कक्ष या संयोजी कक्ष से जितने इलेक्ट्रॉन त्यागे या ग्रहण किए जाते हैं या साझा किए जाते हैं वह उस तत्व की संयोजकता कहलाती है।
- आयनिक यौगिक जल में विलेय, उच्च गलनांक, क्वथनांक वाले तथा जलीय विलयन या पिघली हुई अवस्था में आयनित होते हैं।
- सहसंयोजी यौगिक जल में अविलेय, निम्न गलनांक एवं क्वथनांक वाले होते हैं तथा इनमें आयनीकरण नहीं होता।

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनिए–

(i) जब सोडियम क्लोरीन से क्रिया करता है तब–

(अ) प्रत्येक सोडियम परमाणु एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है।

(ब) प्रत्येक क्लोरीन परमाणु एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है।

(स) प्रत्येक सोडियम परमाणु सात इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है।

(द) प्रत्येक क्लोरीन परमाणु सात इलेक्ट्रॉन त्याग करता है।

(ii) एक सोडियम परमाणु और सोडियम आयन–

(अ) रासायनिक रूप से समान हैं।

(ब) प्रोटॉनों की संख्या समान है।

(स) सहसंयोजक बंध का निर्माण होता है।

(द) इलेक्ट्रॉनों की संख्या समान है।

(iii) एक आयनिक बंध का निर्माण होता है जब–

(अ) संयुक्त होने वाले परमाणु इलेक्ट्रॉन ग्रहण करते हैं।

(ब) संयुक्त होने वाले परमाणु इलेक्ट्रॉन का त्याग करते हैं।

(स) एक परमाणु इलेक्ट्रॉन का त्याग करता है दूसरा ग्रहण करता है।

(द) संयुक्त होने वाले परमाणु इलेक्ट्रॉनों का साझा करते हैं।

(iv) कौन–सा तत्व ऑर्गान का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास प्राप्त करने हेतु दो इलेक्ट्रॉन खोता है?

(अ) मैग्नीशियम (ब) सोडियम

(स) कैल्सियम (द) सल्फर

(v) किस अणु में द्विबंध पाया जाता है–

(अ) N_2 (ब) C_2H_4

(स) Cl_2 (द) CCl_4

2. रिक्त स्थान की पूर्ति कीजिए–

(i) सोडियम परमाणु एक इलेक्ट्रॉन ..... कर .....तत्व का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास प्राप्त करता है।

(ii) नाइट्रोजन के दो परमाणु ..... जोड़ी इलेक्ट्रॉन के साझे द्वारा नाइट्रोजन अणु का निर्माण करते हैं।

(iii) अक्रिय गैसों के बाह्यतम कक्ष में इलेक्ट्रॉनों की संख्या ..... किंतु हीलियम में यह ..... होती है।

(iv) क्लोरीन अणु में ..... बंध होता है जबकि मैग्नीशियम क्लोराइड में ..... .बंध होता है।

(v) आयनिक यौगिक सामान्यतः जल में ..... जबकि सहसंयोजी यौगिक जल में ..... होते हैं।

3. इलेक्ट्रॉन का स्थानांतरण यदि एक परमाणु से दूसरे परमाणु पर हो तो किस प्रकार के बंध का निर्माण होगा? समझाइए।

4. एक ऐसे अणु की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना बनाइए जिसमें त्रिबंध होता है?

5. ऑर्गान परमाणु सहसंयोजक बंध द्वारा ऑर्गन अणु (Ar_2) का निर्माण नहीं करता। क्यों?

6. तत्व X एवं Y का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास है–

X = 2, 8, 8, 2 Y = 2, 6

तब X एवं Y के मध्य बनने वाले बंध का प्रकार बताते हुए इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना बनाइए।

7. संयोजी इलेक्ट्रॉनों का रासायनिक यौगिक बनाने में क्या योगदान होता है? समझाइए।

8. (i) अमोनिया अणु में सहसंयोजक बंधों की संख्या बताइए।

(ii) 'सोडियम क्लोराइड एक अणु है' – यह कथन गलत क्यों है? समझाइए।

9. निम्नलिखित यौगिकों की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना बनाकर बंध के प्रकार लिखिए–

(i) जल (ii) नाइट्रोजन

(iii) मैग्नीशियम ऑक्साइड (iv) कैल्सियम क्लोराइड

10. आयनिक एवं सहसंयोजी यौगिकों के गुण लिखिए।

11. एक परमाणु की संयोजकता उसके इलेक्ट्रॉनिक विन्यास से किस प्रकार संबंधित है? स्पष्ट कीजिए।

12. तीन तत्वों के परमाणु क्रमांक 6, 7 एवं 8 हैं।

(i) तीनों तत्वों की संयोजकता एवं इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखिए।

(ii) तीनों तत्व किस प्रकार के यौगिकों का निर्माण करेंगे? समझाइए।

13. निम्नलिखित में से सहसंयोजक एवं आयनिक यौगिकों को पृथक कीजिए तथा उसका कारण भी समझाइए।

कैल्सियम ऑक्साइड, ग्लूकोज़, सोडियम सल्फाइड, कार्बन टेट्राक्लोराइड, पोटैशियम क्लोराइड

14. निम्नलिखित में से किसका निर्माण होगा? तर्क सहित उत्तर दीजिए।

(i) Mg_2 (ii) $MgCl_2$ (iii) Cl_2