7

रासायनिक आबंधन

पिछले पाठों में आपने विभिन्न तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यासों और उन तत्वों के आवर्ती गुणधर्मों के बारे में पढ़ा। किन्तु हमारे आस-पास मौजूद वस्तुएं सिर्फ तत्व ही नहीं होते। हम अपने आस-पास जिन पदार्थों को देखते हैं, वे या तो तत्व होते हैं या फिर यौगिक होते हैं। आप ये भी जानते हैं कि एक जैसे या भिन्न परमाणु आपस में संयोजित हो सकते हैं। जब एक जैसे परमाणु आपस में संयोजित होते हैं, तो हमें तत्व प्राप्त होते हैं। परन्तु जब भिन्न तत्वों के परमाणु आपस में संयोजित होते हैं तो हमें यौगिक प्राप्त होता है। क्या आपने कभी ये सोचा है कि आखिर परमाणु आपस में संयोजित होते ही क्यों हैं?

इस पाठ में हमें इसी प्रश्न का उत्तर मिलेगा। सबसे पहले हम इस बात की व्याख्या करेंगे कि रासायनिक आबंध क्या होता है और उसके बाद हम विभिन्न प्रकार के रासायनिक आबंधों की चर्चा करेंगे, जिनके द्वारा भिन्न प्रकार के पदार्थ प्राप्त होते हैं। इस चर्चा में हम इस पर भी विशेष ध्यान देंगे कि ये आबंध किस प्रकार बनते हैं।

पदार्थ का गुणधर्म उसके परमाणुओं के बीच उपस्थित आबंधों की प्रकृति पर निर्भर करता है। उदाहरण के लिए, इस पाठ में आप ये भी जानेंगे कि सोडियम क्लोराइड, नमक और सोडा पानी में घुल जाता है, जबकि मीथेन गैस और नेप्थलीन पानी में नहीं घुलता। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि दोनों में अलग-अलग प्रकार के आबंध उपस्थित हैं। विलेयता के अंतर के अतिरिक्त इन दो प्रकार के यौगिकों के और गुणधर्मों में भी अंतर होता है, जिसके बारे में आप इस पाठ में पढ़ेंगे।

हम धातुओं के आबंधन की प्रकृति की भी संक्षिप्त चर्चा करेंगे और उसका धातुओं के अभिलाक्षणिक गुणधर्मों के साथ संबंध जानेंगे।

mnn' ;

इस पाठ को पढ़ने के पश्चात् आप –

- रासायनिक आबंधों द्वारा उत्कृष्ट गैस विन्यास की स्थिरता और रासायनिक आबंधों के निर्माण के द्वारा इस विन्यास को प्राप्त करने की प्रवृत्ति की पहचान कर सकेंगे;
- इलेक्ट्रॉन्स के अंतरण से बनने वाले आयनिक आबंधों और उपर्जित उत्कृष्ट गैस इलेक्ट्रॉनिक विन्यास की व्याख्या कर सकेंगे;

- उचित उदाहरणों द्वारा आयनिक आबंध की व्याख्या कर सकेंगे
- उत्कृष्ट गैस इलेक्ट्रॉनिक विन्यास प्राप्त करने के वैकल्पिक तरीकों से इलेक्ट्रॉनों के सहभाजन से सहसंयोजी आबंधों का बनने की व्याख्या कर सकेंगे।
- एकल, द्वि और त्रि आबंधों के बनने की प्रक्रिया समझना और लुईस-डॉट विधि से उनकी उचित व्याख्या कर सकेंगे; और
- सहसंयोजी यौगिकों के अभिलाक्षणिक गुणधर्मों का वर्णन और उनकी व्याख्या कर सकेंगे।

7-1 ijek.k D;k l;kftr gkr g\

इस प्रश्न का उत्तर उत्कृष्ट गैसों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास में निहित है। ये पता चला कि हीलियम, नियॉन, आर्गन, क्रिप्टन, जीनॉन और रेडॉन आदि उत्कृष्ट गैसें दूसरे तत्वों के साथ अभिक्रिया नहीं करतीं और यौगिक नहीं बनातीं यानि वे निष्क्रिय होती हैं। पहले उन्हें अक्रिय गैसें (inert gases) भी भी कहते थे। इस बात से ये परिणाम निकाला गया कि उत्कृष्ट गैसें इसलिए अभिक्रियाशील नहीं होतीं क्योंकि उनके इलेक्ट्रॉनिक विन्यास काफी स्थायी होते हैं। जब हम इन गैसों का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखते हैं। (सारणी देखें) तो हम देखते हैं कि हीलियम के अतिरिक्त उन सभी के वाह्यतम कोश में 8 इलेक्ट्रॉन होते हैं।

lkj.kh 7-1 mRÑ"V xlk d byDVkfud foU;kl

uke	ldr	ijek.k l[;k	byDVkfud foU;kl	okg;re dk'k e byDVkuk dh l[;k
हीलियम	He	2	2	2
निऑन	Ne	10	2, 8	8
आर्गन	Ar	18	2, 8, 8	8
क्रिप्टॉन	Kr	36	2, 8, 18, 8	8
जीनॉन	Xe	72	2, 8, 18, 18 , 8	8
रेडॉन	Rn	86	2, 8, 18, 32, 18, 8	8

अतः ये निष्कर्ष निकाला गया कि जिन परमाणुओं के वाह्यतम कोश में 8 इलेक्ट्रॉन होते हैं, वे अत्यधिक स्थायी होते हैं और यौगिक नहीं बनाते। ऐसा भी देखा गया है कि अन्य परमाणु जैसे हाइड्रोजन, सोडियम, क्लोरीन आदि जिनके वाह्यतम कोश में 8 इलेक्ट्रॉन नहीं होते हैं, रासायनिक अभिक्रियाएं करते हैं। ये एक-दूसरे से संयुक्त होकर उत्कृष्ट गैसों जैसा विन्यास ग्रहण करके स्थायी हो सकते हैं। ध्यान दीजिए कि हीलियम के वाह्यतम कोश में 2 इलेक्ट्रॉन होते हैं, जबकि अन्य सभी उत्कृष्ट गैसों वाह्यतम कोश में 8 इलेक्ट्रॉन होते हैं। इसलिए परमाणु वाह्यतम कोश में 8 इलेक्ट्रॉन (या 2 इलेक्ट्रॉन) वाला विन्यास ग्रहण करने का प्रयास करते हैं। इसे अष्टक नियम (octet rule) कहते हैं। अष्टक नियम की सहायता से अनेक यौगिकों में आबंधन की व्याख्या की जा सकती है।

परमाणु एक-दूसरे से आकर्षण बलों द्वारा जुड़े रहते हैं, जिन्हें रासायनिक आबंध (chemical bonds) कहते हैं। अलग-अलग परमाणुओं की तुलना में रासायनिक आबंध के बनने के बाद

प्राप्त अणु की ऊर्जा कम होती है और वह परमाणुओं से अधिक स्थायी होता है। अतः प्राप्त अणु का स्थायित्व रासायनिक आबंधों के बनने के लिए एक महत्वपूर्ण कारक हैं। इस पाठ में आगे आप विभिन्न पदार्थों में उपस्थित रासायनिक आबंधों की प्रकृति के बारे में पढ़ेंगे। हम आयनिक और सहसंयोजी आबंधों की विस्तारपूर्वक चर्चा करेंगे जबकि धातुओं में आबंधन और हाइड्रोजन आबंधन की संक्षिप्त व्याख्या करेंगे। इससे पहले कि आप अगले भाग में आयनिक आबंधन को पढ़ें, आप अपने ज्ञान की जांच निम्नलिखित प्रश्नों का उत्तर देकर कर सकते हैं।

ikBxr i'u 7-1

1. अष्टक नियम लिखिए।
2. उत्कृष्ट गैसें निष्क्रिय क्यों होती हैं?
3. नीचे दी गई सारणी में तीन तत्वों और उनके परमाणु संख्याए दी गई हैं। इनमें से कौन स्थिर है और कौन सा यौगिक नहीं बनाएगा

rRo	ijek.kq la[;k	fLFkj@vfLFkj
A	10	
B	36	
C	37	

7-2 vk;fud vkca/ku

एक धातु से अधातु में इलेक्ट्रॉनों के हस्तांतरण से जो रासायनिक आबंधन बनता है उसे आयनिक आबंध (ionic bond or electrovalent bond) कहते हैं।

उदाहरण के लिए, जब सोडियम धातु और क्लोरीन गैस (अधातु) को एक-दूसरे के पास लाया जाता है तो वे तीव्र अभिक्रिया द्वारा सोडियम क्लोराइड बनाते हैं। इसे नीचे दिखाया गया है।

$$2Na(s) + Cl_2(g) \longrightarrow 2NaCl(s)$$

सोडियम क्लोराइड में आबंधन इस प्रकार समझा जा सकता है।

सोडियम (Na) की परमाणु संख्या 11 है और इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2,8,1 होता है यानि इसके वाह्यतम (M) कोश में एक इलेक्ट्रॉन होता है। यदि इससे यह इलेक्ट्रॉन निकल जाए तो शेष 10 इलेक्ट्रॉन बच जाएंगे। इस प्रकार प्राप्त स्पीशीज एक धन आवेशित आयन होगा। इस प्रकार के धन आवेश वाले आयन को धनायन (cation) कहते हैं। इस प्रकार सोडियम परमाणु से सोडियम धनायन (Na^+) प्राप्त होता है। इसे नीचे चित्र 7.1 में दर्शाया गया है।

$$\begin{array}{ccccccccc} Na(s) & + & Cl(g) & \longrightarrow & Na^{+} & + & Cl^{-} & \longrightarrow & NaCl(s) \\ 2, 8, 1 & & 2, 8, 7 & & 2, 8 & & 2, 8, 8 & & \end{array}$$

fp= 7-1 सोडियम क्लोराइड का बनना

ध्यान दीजिए कि सोडियम धनायन में 11 प्रोटॉन होते हैं परन्तु केवल 10 इलेक्ट्रॉन होते हैं। इसके वाह्यतम कोश (L कोश) में 8 इलेक्ट्रॉन होते हैं। अतः सोडियम परमाणु ने एक इलेक्ट्रॉन खोकर उत्कृष्ट गैस (निऑन) का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास प्राप्त कर लिया है। इसलिए अष्टक नियम के अनुसार, सोडियम परमाणु सोडियम धनायन में परवर्तित होकर स्थिरता प्राप्त कर सकता है।

सोडियम परमाणु के आयनीकरण से सोडियम आयन प्राप्त करने के लिए 496 KJ mol^{-1} ऊर्जा की आवश्यकता होती है।

क्लोरिन परमाणु की परमाणु संख्या 17 होती है और इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2,8,7 होता है। ये सोडियम धातु से एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण करके अपना अष्टक पूरा कर सकता है।

अब दोनों सोडियम आयन और क्लोराइड आयन ने मिलकर आयनिक आबंध बना लिया है और ठोस हो गए हैं।

ध्यान दीजिए कि ऊपर वाले प्रक्रिया में क्लोरीन परमाणु ने एक अतिरिक्त इलेक्ट्रॉन प्राप्त कर लिया है। अतः ये ऋण आवेशित आयन बन गया है। ऐसे ऋण आवेशित आयन को ऋणायन (anion) कहते हैं। क्लोरीन ऋणायन को क्लोराइड आयन (Cl) कहते हैं। क्लोराइड आयन के वाह्यतम कोश में 8 इलेक्ट्रॉन होते हैं जो कि अष्टक नियम के अनुसार एक स्थायी इलेक्ट्रॉनिक विन्यास है। क्लोरीन परमाणु से क्लोराइड आयन बनने पर 349 KJ mol^{-1} ऊर्जा निकलनी है।

ऊपर प्राप्त धनायन (Na) और ऋणायन (Cl) विद्युत आवेश वाली स्पीशीज हैं, अतः वे स्थिर वैद्युत बलों द्वारा जुड़े होते हैं। ये स्थिर वैद्युत बल जो धनायनों और ऋणायनों को आपस में आबंधित करते हैं, आयनिक आबंध (electrovalent bond or Ionic bond) कहलाते हैं। इसे इस प्रकार व्यक्त किया जाता है:

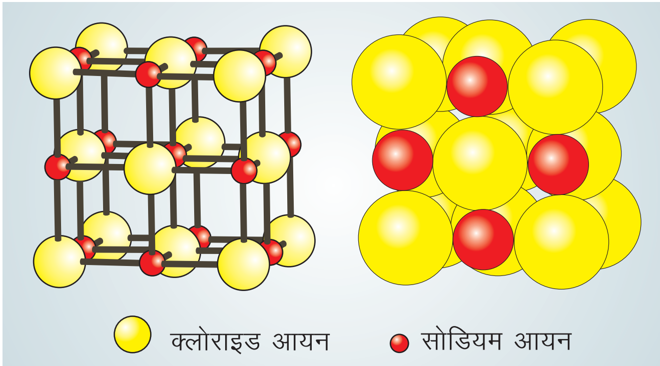
$$Na^{+}(g) + Cl^{-}(g) \longrightarrow Na^{+}Cl^{-} \text{ or } NaCl(s)$$

यहां सिर्फ वाह्यतम इलेक्ट्रॉन दिखाए गए हैं। ऐसी संरचनाओं को लुइस संरचना कहते हैं।

यदि हम सोडियम आयन के बनने के लिए आवश्यक ऊर्जा की तुलना क्लोराइड आयन के बनने में निकली ऊर्जा से करें तो हम देखते हैं कि नेट 147 KJ mo^{-1} ऊर्जा का अंतर है। यदि आबंध बनने में सिर्फ यही दो चरण शामिल हों तो सोडियम क्लोराइड का ऊर्जा की दृष्टि से बनना संभव नहीं होना चाहिए। परन्तु सोडियम क्लोराइड क्रिस्टलीय ठोस के रूप में पाया जाता है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि जब सोडियम आयन और क्लोराइड आयन पास आकर क्रिस्टलीय संरचना बनाते हैं तो ऊर्जा निकलती है। इस प्रकार निकली ऊर्जा ऊपर आवश्यक ऊर्जा की कमी को पूरा करती है।

आप देख सकते हैं कि प्रत्येक सोडियम आयन छह क्लोराइड आयनों से घिरा है और प्रत्येक क्लोराइड आयन छह सोडियम आयनों से घिरा होता है। सोडियम और क्लोराइड आयनों के बीच

आकर्षण बल सभी दिशाओं में समान रूप से उपस्थित होता है। अतः कोई भी विशेष सोडियम आयन किसी विशेष क्लोराइड आयन से जुड़ा नहीं होता है। इसलिए ऊपर दिखाए गए क्रिस्टल में NaCl जैसी कोई विशेष स्पीशीज नहीं होती है।



fp= 7-2

इसी प्रकार, हम लीथियम और पोटैशियम परमाणुओं से धनायनों और फ्लोरीन, ऑक्सीजन और सल्फर परमाणुओं से ऋणायनों के बनने की व्याख्या कर सकते हैं।

आइए, अब एक अन्य आयनिक यौगिक मैग्नीशियम क्लोराइड के बनने का अध्ययन करें। हम ठीक उसी प्रकार आगे बढ़ेंगे जैसा कि हमने सोडियम क्लोराइड के लिए किया था।

सबसे पहले हम मैग्नीशियम (Mg) परमाणु की बात करते हैं। इसकी परमाणु संख्या 12 है। अतः इसमें 12 प्रोटॉन हैं और इसमें उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या भी 12 है। अतः मैग्नीशियम का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2,8,2 है।

आइए, अब मैग्नीशियम परमाणु से मैग्नीशियम आयन के बनने के बारे में जानें। हम देखते हैं कि बाह्यतम कोश में 2 इलेक्ट्रॉन हैं। यदि यह दो इलेक्ट्रॉन दे देता है तो यह उत्कृष्ट गैस निऑन का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2,8 प्राप्त कर लेता है। इसे चित्र 7.3 में दिखाया गया है।

$$\underset{2,\ 8,\ 2}{Mg} \longrightarrow \underset{2,\ 8}{Mg^{2+}} + 2e^-$$

fp=k 7-3 मैग्नीशियम आयन का बनना

आप देख सकते हैं कि इस प्रकार प्राप्त मैग्नीशियम आयन में केवल 10 इलेक्ट्रॉन हैं और इसलिए इस पर +2 धन आवेश वाला आयन है और इसे Mg^{2+} आयन लिखते हैं। मैग्नीशियम द्वारा दिए गए दो इलेक्ट्रॉन, दो क्लोरीन परमाणुओं द्वारा (एक क्लोरीन परमाणु द्वारा एक) ले लिए जाते हैं जिससे दो क्लोराइड आयन प्राप्त होते हैं। क्लोराइड आयन के बनने के बारे में आप पहले ही जान चुके हैं।

$$2[Cl(g) + e^- \longrightarrow Cl^-(g)]$$

or $$2Cl(g) + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-(g)$$

अतः एक मैग्नीशियम आयन और दो क्लोराइड आयन संयोजित होकर मैग्नीशियम क्लोराइड, $MgCl_2$ बनाते हैं। अतः हम निम्नलिखित प्रकार से लिख सकते हैं :

$$\underset{2,8,2}{Mg} + \underset{2,8,7}{Cl} + \underset{2,8,7}{Cl} \longrightarrow Mg^{2+} + 2Cl^{-} \longrightarrow MgCl_2(s)$$

fp= 7-4 मैग्नीशियम क्लोराइड का बनना

आइए, अब देखें कि यदि मैग्नीशियम आयन क्लोराइड आयन की अपेक्षा किसी और आयन, जैसे ऑक्साइड आयन से संयोजित होता है तो क्या होता है। ऑक्सीजन परमाणु की परमाणु संख्या 8 होती है और उसमें 8 इलेक्ट्रॉन होते हैं। इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2,6 होता है। यदि यह दो इलेक्ट्रॉन और प्राप्त कर ले तो निऑन गैस जैसा इलेक्ट्रॉनिक विन्यास (2,8) ग्रहण कर सकता है। वे दो इलेक्ट्रॉन जो मैग्नीशियम परमाणु से प्राप्त हो सकते हैं, को ग्रहण करके ऑक्सीजन परमाणु ऑक्साइड आयन बनाता है। इसे नीचे चित्र 7.5 में दिखाया गया है।

$$\underset{2,6}{O} + 2e^{-} \longrightarrow \underset{2,8}{O^{2-}}$$

fp= 7-5 ऑक्साइड आयन का बनना

ऑक्सीजन परमाणु की तुलना में ऑक्साइड आयन में दो इलेक्ट्रॉन ज्यादा होते हैं। अतः इसके ऊपर 2 ऋण आवेश होता है। इसलिए इसे O^{2-} आयन लिखते हैं।

मैग्नीशियम आयन (Mg^{2+}) और ऑक्साइड आयन (O^{2-}) आपस में स्थिर-वैद्युत बलों द्वारा जुड़े रहते हैं। इससे मैग्नीशियम ऑक्साइड का निर्माण होता है, देखें चित्र 7.6

$$\underset{2,8,2}{Mg} + \underset{2,6}{O} \longrightarrow \underset{2,8}{Mg^{2+}} + \underset{2,8}{O^{2-}} \longrightarrow MgO(s)$$

fp= 7-6 % मैग्नीशियम ऑक्साइड का बनना

अतः, मैग्नीशियम ऑक्साइड एक आयनिक यौगिक है जिसमें एक धनायन (Mg^{2+}) और एक ऋणायन (O^{2-}) है जो स्थिर वैद्युत बलों से जुड़े हैं।

ठीक इसी तरह सोडियम क्लोराइड के बनने के समान मैग्नीशियम ऑक्साइड के बनने में भी ऊर्जा निकलती है और मैग्नीशियम ऑक्साइड की ऊर्जा, मैग्नीशियम और ऑक्साइड आयनों की ऊर्जा की तुलना में अधिक स्थायी होती है।

इसी प्रकार अन्य आयनिक यौगिकों में भी आयनिक आबंधों की व्याख्या की जा सकती है। आयनिक यौगिकों के कुछ अभिलाक्षणिक गुणधर्म होते हैं जिनका वर्णन नीचे किया गया है।

7-2-1 vk;fud ;kfxdk d x.k/ke

आयनिक यौगिकों में आयन धनायन और ऋणायन, प्रबल स्थिर-वैद्युत बलों द्वारा आपस में जुड़े होते हैं। अतः उनके निम्नलिखित सामान्य अभिलाक्षणिक गुणधर्म होते हैं।

1- Hkkfrd voLFkk

आयनिक यौगिक क्रिस्टलीय ठोस होते हैं। क्रिस्टल में आयन नियमित रूप से व्यवस्थित होते हैं। आयनिक यौगिक कठोर और भंगुर होते हैं।

2- xyukd vkj DoFkukd

आयनिक यौगिकों के उच्च गलनांक और क्वथनांक होते हैं। उदाहरण के लिए सोडियम क्लोराइड का गलनांक 1074 K (801^{o}C) और क्वथनांक 16,86 K (1413^{o}C) होता है। गलनांकों और क्वथनांकों का उच्चतम आयनों के बीच प्रबल स्थिर-वैद्युत बलों की उपस्थिति का कारण होता है। अतः इन आकर्षण बलों को तोड़ने के लिए ऊष्मा की अधिक मात्रा की आवश्यकता होती है। यह ऊष्मा क्रिस्टल में धनायनों और ऋणायनों की नियमित त्रिविमीय व्यवस्था होती है, जिसे क्रिस्टल जालक (Crystal lattice) कहते हैं। गर्म करने पर यह क्रिस्टल जालक टूट जाता है और आयनिक यौगिक गलित अवस्था में आ जाता है, जिसमें धनायन और ऋणायन आसानी से गति कर सकते हैं।

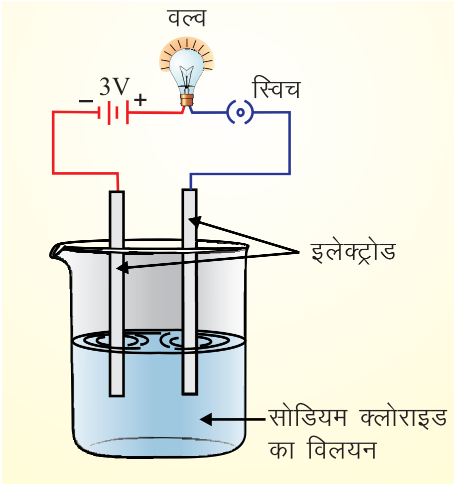
3- fon;r pkydrk

आयनिक यौगिक गलित अवस्था तथा जलीय विलयन में विद्युत चालकता प्रदर्शित करते हैं क्योंकि आयन एक स्थान से दूसरे स्थान पर गति कर सकते हैं। अतः वे अपने साथ आवेश को ले जाते हैं। यह गति गलित अवस्था में संभव होती है, परन्तु ठोस अवस्था में नहीं क्योंकि ठोस अवस्था में आयन क्रिस्टल जालक में निश्चित स्थितियों पर उपस्थित होते हैं। अतः ठोस अवस्था में आयनिक यौगिक विद्युत चालकता प्रदर्शित नहीं करते।

fØ;kdyki 7-1

1000 मि.ली. पानी में एक चाय के चम्मच जितना NaCl धोलकर NaCl का विलयन बनाइए। इस विलयन को 200 मि.ली. के बीकर में लेकर उसमें दो ग्रेफाइट इलेक्ट्रोड डालिए (शुष्क सेल वेटरी के उपयोग के बाद मिलने वाले) अब चित्र 7.7 में दर्शाए गए धारा के अनुसार इलेक्ट्रोड को को 3V की शुष्क सेल और वल्व से जोड़िए। प्रारम्भ में बीकर में केवल पानी लीजिए और देखिए कि क्या वल्व जलता है। अब पानी की जगह NaCl का विलयन लीजिए। वल्व के जलने में क्या अंतर दिखाई देता है? इस परिणाम को आयोनिक आबंध के आधार पर जो कि आपने अभी पढ़ा है, स्पष्ट कीजिए।

जलीय विलयनों में आयनिक यौगिकों को घोलने के लिए जल का उपयोग किया जाता है। जल भी आयनों के बीच उपस्थित अंतरआयनिक बलों को कम कर देता है। जब ये बल दुर्बल हो जाते हैं तो आयन गति करने के लिए मुक्त हो जाते हैं और वे विद्युत चालक हो जाते हैं।



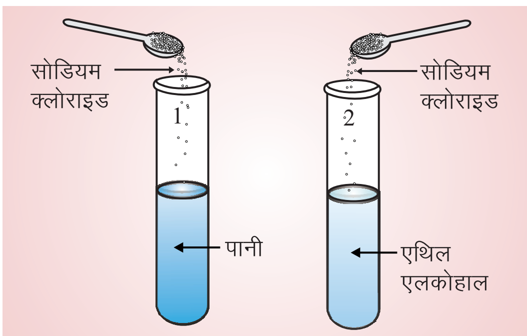
fp= 7-7

4- foy;rk

आयनिक यौगिक साधारणतया जल में विलेय होते हैं परन्तु कार्बनिक विलायकों जैसे ईथर, ऐल्कोहॉल, कार्बन टेट्राक्लोराइड आदि जल में अविलेय होते हैं।

fØ;kdyki 7-2

10 ग्राम NaCl और दो कठोर परखनली लीजिए। कठोर परखनली (1) में 10 मि.ली. पानी लें और उसमें लगभग 4 ग्राम NaCl का चूर्ण मिलाऐं कठोर परखनली (2) में लगभग 10 मि.ली. एथिल एल्कोहल लीजिए और उसमें लगभग 4 ग्राम NaCl चूर्ण मिलाइए। दोनों परखनलियों को शीध्रता से हिलाइए और प्रत्येक स्थिति में NaCl की मात्रा में परिवर्तन देखिए चित्र 7.8 अपने प्रेक्षण लिखिए।



fp= 7-8 सोडियम क्लोराइड की जल एवं एथिल एल्कोहल में विलेयता

अगले भाग में सहसंयोजी आबंधन को पढ़ने से पहले आयनिक आबंध के बारे में अपने ज्ञान की जांच निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर देकर कर सकते हैं।

ikBxr iz'u 7-2

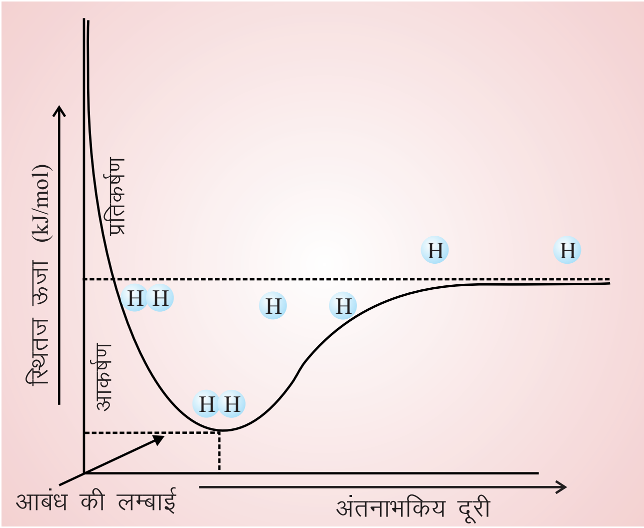
1. सोडियम क्लोराइड में उपस्थित दो प्रकार के आयनों के नाम बताइए?
2. Na^+ आयन में कितने कोश उपस्थित होते हैं?
3. Cl^- आयन में उपस्थित इलेक्ट्रॉन की संख्या कितनी होती है?
4. आयनिक यौगिकों में उपस्थित आकर्षण बलों के प्रकार का नाम बताइए।
5. सोडियम क्लोराइड जालक में कितने Cl^- आयन प्रत्येक Na^+ आयन को घेरे रहते हैं?
6. Na_2O, $CaCl_2$ की और MgO दिखाइए।
7. ठोस बनना सोडियम क्लोराइड विद्युत का कुचालक होता है? क्यों?

7-3 lgla;kstu vkca/ku

दो परमाणुओं की बीच बराबर संख्याओं के इलेक्ट्रॉन की सहभागिता से बनने वाले आबंधन को सहसंयोजी आबंधन कहते हैं।

इस भाग में हम एक और प्रकार के आबंधन, जिसे सहसंयोजी आबंधन कहते हैं, के बारे में पढ़ेंगे सहसंयोजी आबंधन अणुओं के बनने को समझने में सहायता करता है। पाठ 2 में आपने पढ़ा कि एक जैसे परमाणुओं वाले अणु जैसे H_2, Cl_2, O_2, N_2 आदि तत्वों के घटक होते हैं जबकि भिन्न परमाणुओं वाले अणु जैसे HCl, NH_3, CH_4, CO_2 आदि यौगिकों के घटक होते हैं। आइए, अब देखें कि ये अणु किस प्रकार बनते हैं।

सबसे पहले हम हाइड्रोजन अणु (H_2) के बनने के बारे में पढ़ते हैं। हाइड्रोजन परमाणु में एक इलेक्ट्रॉन होता है। ये एक और हाइड्रोजन परमाणु के सहभाजन द्वारा हीलियम उत्कृष्ट गैस वाला स्थायी विन्यास प्राप्त कर सकता है। जब दो हाइड्रोजन परमाणु पास आते हैं तो एक हाइड्रोजन परमाणु के प्रोटॉन और दूसरे के इलेक्ट्रॉन के बीच आकर्षण होता है, जबकि दोनों हाइड्रोजन परमाणुओं के इलेक्ट्रॉनों के बीच और उनके प्रोटॉनों के बीच आपस में प्रतिकर्षण होता है। आरंभ में, जब दोनों हाइड्रोजन परमाणु एक-दूसरे के पास आने लगते हैं तो आकर्षण बलों के कारण निकाय की स्थिति से उपजी ऊर्जा कम हो जाती है। दोनों परमाणुओं के बीच एक विशेष दूरी पर स्थितिज ऊर्जा का एक न्यूनतम मान प्राप्त होता है। यदि दोनों परमाणुओं के बीच दूरी और कम हो जाए तो प्रतिकर्षण बलों के कारण स्थितिज ऊर्जा बढ़ जाएगी। जब आकर्षण बल और प्रतिकर्षण बल बराबर हों तो सहसंयोजी आबंध बनता है तथा इस स्थिति में, स्थितिज ऊर्जा का मान न्यूनतम होता है। ऊर्जा के कम होने के कारण ही सहसंयोजी आबंध बनता है। चित्र 7.9



fp= 7-9 हाइड्रोजन अणु के बनने की स्थितिक ऊर्जा का चित्र

H_2 में सहसंयोजी आबंध बनने को इस प्रकार दर्शाया जा सकता है

$$H\cdot + \cdot H \longrightarrow H : H \longrightarrow H_2$$

आइए, अब हम क्लोरीन अणु (Cl_2) का बनना समझते हैं। क्लोरीन अणु में दो क्लोरीन परमाणु होते हैं। क्लोरीन अणु में ये दो परमाणु किस प्रकार एक-दूसरे से संयोजित होते हैं? आइए, इसके बारे में जानें।

आप जानते हैं कि क्लोरीन परमाणु का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2,8,7 होता है। प्रत्येक क्लोरीन परमाणु को अपना अष्टक पूरा करने के लिए एक और इलेक्ट्रॉन चाहिए। यदि दोनों क्लोरीन परमाणु नीचे दिए प्रकार से एक-एक इलेक्ट्रॉन का समभाजन करें तो दोनों चित्र की तरह 7. 9 की क्लोरीन परमाणु ऑर्गन जैसा विन्यास प्राप्त कर सकते हैं।

$$:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}\cdot \quad + \quad \cdot\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}: \xrightarrow[\text{सहभाजिता}]{\text{एक इलेक्ट्रान की}} :\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:$$

क्लोरीन परमाणु 2, 8, 7   क्लोरीन परमाणु 2, 8, 7   सहभाजित इलेक्ट्रान

ध्यान दीजिए कि सहभाजित इलेक्ट्रॉन युग्म दोनों क्लोरीन परमाणुओं के बीच उपस्थित होता है। यह इलेक्ट्रॉन युग्म दोनों क्लोरीन परमाणुओं को आपस में जोड़े रखता है। इस प्रकार का आबंध जो इलेक्ट्रॉनों के सहभाजन से बनता है, सहसंयोजी आबंध (covalent bond) कहलाता है। अतः हम कह सकते हैं कि दो क्लोरीन परमाणुओं के बीच एक सहसंयोजी आबंध उपस्थिति है। इस आबंध को दो क्लोरीन परमाणुओं के बीच एक रेखा खींचकर व्यक्त किया जाता है जैसा कि नीचे दिया गया है।

$$:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}} - \ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:$$

सहसयोजी आबंध

कभी-कभी कलेरीन परमाणुओं पर बाकी इलेक्ट्रॉन नहीं दिखाए जाते हैं और क्लोरीन-क्लोरीन आबंध को इस प्रकार भी दर्शाया जाता है:

$$Cl — Cl$$

इसी प्रकार, हम ऑक्सीजन परमाणुओं से ऑक्सीजन अणु (O_2) का बनना समझ सकते हैं। ऑक्सीजन की परमाणु संख्या 8 है। इसमें 8 प्रोटॉन और 8 इलेक्ट्रॉन होते हैं। ऑक्सीजन परमाणु का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2,6 होता है। अतः प्रत्येक ऑक्सीजन परमाणु को अपना अष्टक पूरा करने के लिए दो और इलेक्ट्रॉनों की आवश्यकता होती है। यदि दोनों ऑक्सीजन परमाणु दो इलेक्ट्रॉनों का सहभाजन कर लें तो दोनों का अष्टक पूरा हो जाता है, जैसा नीचे दिया गया है।

:Ö:	+	:Ö:	⟶	:Ö::Ö:
आक्सीजन परमाणु 2, 6		आक्सीजन परमाणु 2, 6		4 इलेक्ट्रानों का सहभाजन या इलेक्ट्रानों के 2 युग्म

4 इलेक्ट्रॉन (या 2 इलेक्ट्रॉन युग्म) जो दो ऑक्सीजन परमाणुओं द्वारा सहभाजित होते हैं, दोनों परमाणुओं के बीच उपस्थित होते हैं। अतः इन सहभाजित इलेक्ट्रॉनों के दो युग्मों को दो ऑक्सीजन परमाणुओं के बीच दो आबंधों द्वारा दिखाया जाता है। अतः हम ऑक्सीजन अणु को इस प्रकार लिख सकते हैं।

:Ö = Ö:

दो ऑक्सीजन परमाणुओं के बीच दो सहसंयोजी आबंध होते हैं। इस प्रकार के दो सहसंयोजी आबंध को द्विव-आबंध (double bond) भी कहते हैं।

आइए, अब अगला उदाहरण नाइट्रोजन अणु (N_2) का लेते हैं और देखते हैं कि दो नाइट्रोजन परमाणु आपस में किस प्रकार आबंधित हैं? नाइट्रोजन की परमाणु संख्या 7 है। अतः नाइट्रोजन परमाणु में 7 प्रोटॉन और 7 इलेक्ट्रॉन होते हैं। नाइट्रोजन परमाणु का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2,5 होता है। उसे अपने बाह्यतम कोश में 8 इलेक्ट्रॉन प्राप्त करने के लिए प्रत्येक नाइट्रोजन परमाणु को तीन और इलेक्ट्रॉन चाहिए। अतः प्रत्येक नाइट्रोजन परमाणु 3 इलेक्ट्रॉनों का सहभाजन करता है। इसे नीचे दिखाया गया है :

:N⁝	+	⁝N:	⟶	:N⁝ ⁝N:
नाइट्रोजन परमाणु इलेक्ट्रानिक विन्यास (2, 5)		नाइट्रोजन परमाणु इलेक्ट्रानिक विन्यास (2, 5)		(2, 8) (2, 8) 6 इलेक्ट्रानों का सहभाजन या इलेक्ट्रानों के 3 युग्म

प्रत्येक नाइट्रोजन सहभाजन के लिए 3 इलेक्ट्रॉन देता है। अतः दो नाइट्रोजन परमाणुओं के बीच 6 इलेक्ट्रॉन यानि 3 इलेक्ट्रॉन युग्म सहभाजित होते हैं। अतः हम ये देख सकते हैं कि उनके बीच तीन सहसंयोजी आबंध उपस्थित हैं। इन आबंधों को नाइट्रोजन परमाणुओं के बीच तीन रेखाओं द्वारा दिखाया जाता है।

$$:N \equiv N:$$

इस प्रकार के आबंध को जिसमें तीन सहसंयोजी आबंध होते हैं, त्रि-आबंध (triple bond) भी कहते हैं। अभी तक आपने एक ही तत्व के दो परमाणुओं के बीच सहसंयोजी आबंध के बनने के बारे में पढ़ा। परन्तु सहसंयोजी आबंध दो भिन्न तत्वों के परमाणुओं के बीच इलेक्ट्रॉनों के सहभाजन से भी बनता है। आइए, HCl अणु के उदाहरण को समझें।

हाइड्रोजन परमाणु के वाह्यतम कोश में एक इलेक्ट्रॉन होता है और क्लोरीन परमाणु के वाह्यतम कोश में सात इलेक्ट्रॉन होते हैं। इन दो परमाणुओं में, इनके पास वाली उत्कृष्ट गैस के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास की तुलना में एक इलेक्ट्रॉन कम होता है। यदि वे परमाणु एक-एक इलेक्ट्रॉन का सहभाजन कर लें तो वाह्यतम कोश में हाइड्रोजन के पास दो और क्लोरीन के पास आठ इलेक्ट्रॉन हो जाएंगे। इस प्रकार, एक इलेक्ट्रॉन युग्म के सहभाजन से HCl बनेगा।

H·	+	·C̤̈l:	⟶	H : C̤̈l:
हाइड्रोजन परमाणु इलेक्ट्रानिक विन्यास (1)		क्लोरीन परमाणु इलेक्ट्रानिक विन्यास (2, 8, 7)		सहभाजित इलेक्ट्रान युग्म

इसी प्रकार से हम अन्य सहसंयोजी यौगिकों में आबंधों के बनने की व्याख्या कर सकते हैं।

सहसंयोजी यौगिकों में आबंधन की प्रकृति को जानने के बाद, आइए पढ़ें कि इन यौगिकों के गुणधर्म किस प्रकार के होते हैं?

7-3-1 lgl;kth ;kfxdk d x|.k/ke

सहसंयोजी यौगिकों के घटक अणु होते हैं जो विद्युत उदासीन होते हैं। अणुओं के बीच आकर्षण बल आयनों के बीच आकर्षण बलों की अपेक्षा दुर्बल होते हैं। अतः सहसंयोजी यौगिकों के गुणधर्म आयनिक यौगिकों के गुणधर्मों से भिन्न होते हैं। सहसंयोजी यौगिकों के अभिलाक्षणिक गुणधर्म इस प्रकार हैं।

1- Hkkfrd voLFkk

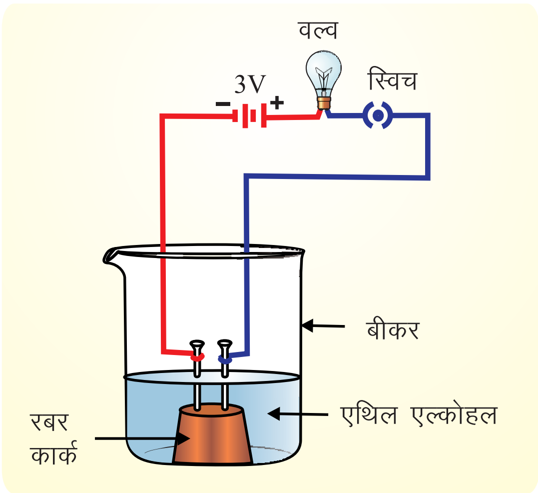
सहसंयोजी यौगिकों के अणुओं के बीच अंतराणुक आकर्षण बल दुर्बल होते हैं अतः ये यौगिक गैसें, द्रव या ठोस के रूप में पाए जाते हैं। उदाहरण के लिए O_2, N_2, CO_2, गैसें हैं, जल और CCl_4 द्रव होते हैं और आयोडीन ठोस होता है।

2- xyukd vkj DoFkukd

चूंकि अणुओं के बीच दुर्बल बल होते हैं, अतः इन्हें तोड़ने के लिए बहुत कम ऊर्जा की आवश्यकता होती है। इसलिए सहसंयोजी यौगिकों के गलनांक और क्वथनांक आयनिक यौगिकों के गलनांकों और क्वथनांकों की अपेक्षा कम होते हैं। उदाहरण के लिए, एक सहसंयोजी यौगिक नैप्थलीन का गलनांक 353 k (80°C) है। इसी प्रकार, कार्बन टेट्राक्लोराइड एक अन्य सहसंयोजी यौगिक का क्वथनांक 350 k (77°C) है।

3- fon;|r pkydrk

सहसंयोजी यौगिकों में उदासीन अणु होते हैं और आवेश को ले जानेवाले आयन या मुक्त इलेक्ट्रॉन नहीं होते हैं। अतः ये यौगिक विद्युत चालकता प्रदर्शित नहीं करते हैं और विद्युत के कुचालक होते हैं।



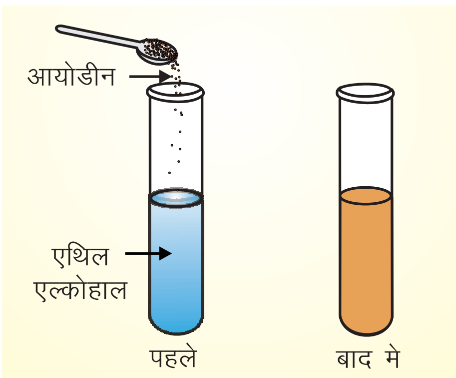
fp= 7-10 एथिल एल्कोहल की विद्युत कुचालकता

4- foy;rk

सहसंयोजी यौगिक आमतौर पर जल में विलेय नहीं होते परन्तु कार्बनिक यौगिकों जैसे ऐल्कोहॉल, क्लोरोफॉर्म, बेन्जीन ईथर आदि कार्बनिक विलायकों में विलेय होते हैं।

fØ;kdyki 7-3

एक परखनली में 5 mL एथिल एल्कोहल लीजिए। आयोडीन के कुछ क्रिस्टल मिलाए। परखनली को अच्छी तरह हिलाए। आप क्या पाते है। एथिल एल्कोहल का रंग बादामी हो जाता है। इससे आपने क्या निष्कर्ष निकाला। आयोडीन एथिल एल्कोहल में विलेय होती है। अपने प्रेक्षण लिखिए। एक समान मात्रा की आयोडीन एक समान आयतन के पानी में विलेय कीजिए। सहसंयोजी आबंध की प्रकृति और सहसंयोजी आबंधों के गुणधर्मो जानने के बाद सहसंयोजी आबंधों के बारे में आपने क्या सीखा जानने के लिए निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर क्यों नहीं देते हो।



fp= 7-11 आयोडिन का एयिल एल्कोहल में विलेयता

ikBxr iz'u 7-3

1. सहसंयोजी आबंध कैसे बनते हैं?
2. O_2, HCl Cl_2 एवं N_2 का बनना बताएं।
3. निम्नलिखित यौगिकों में सहसंयोजी आबंध की संख्या क्या है।

   (i) H_2O (ii) HCl (iii) O_2 (iv) N_2
4. निम्न परिवर्तन में इलेक्ट्रान के इति एवं पूर्ति के संख्या बताएं

   (i) $N \longrightarrow N^{3-}$ (ii) $Cl \longrightarrow Cl^-$

   (iii) $Cu \longrightarrow Cu^{2+}$ (iv) $Cr \longrightarrow Cr^{3+}$
5. एथिल एल्कोहल जलीय विलयन में विद्युत का कुचालक क्यों होता है?

vkius D;k lh[kk

- रासायनिक आबंधनों का मूल कारण उत्कृष्ट गैस विन्यास प्राप्त करना है, चाहे वो एक धातु के अधातु तक इलेक्ट्रॉन हस्तांतरण से हो या दो अणुओं के बीच इलेक्ट्रॉनों के सहभाजन से हो।
- तत्वों के अणु प्रकृति में मुक्त होकर नहीं मिलते। उत्कृष्ट गैसों को छोड़कर सभी तत्वों के अणुओं के संयोजन कोश (valence shell) में आठ से कम इलेक्ट्रॉन होते हैं। आमतौर पर, सामान्य परिस्थितियों में दूसरे तत्वों के साथ गैसें कोई प्रतिक्रिया नहीं करतीं क्योंकि उनके स्थिर इलेक्ट्रॉनिक विन्यास होते हैं यानि उनके संयोजन कोश या वाह्यतम कोश में आठ इलेक्ट्रॉन होते हैं।
- सभी अणुओं में स्थिर स्थिति या निष्क्रिय गैस विन्यास प्राप्त करने की प्रवृत्ति होती है। इसलिए, वे दूसरे तत्वों के अणुओं से मिलकर देकर, लेकर या बांटकर इस प्रकारविन्यास ग्रहण करने का प्रयास करते हैं कि उनके वाह्यतम कोश में 08 इलेक्ट्रॉन प्राप्त हो जाएं। रासायनिक आबंधन का ये मूल कारण है और इसे अष्टक नियम कहते हैं।
- तत्वों के परमाणु रासायनिक आबंधों द्वारा जुड़े रहते हैं। रासायनिक आबंधों के निर्माण से अणुओं की तुलना में ऊर्जा में कमी आती हैं। फलस्वरूप बननेवाला यौगिक ऊर्जा में निम्न होता है और इसलिए अधिक स्थिर होता है।
- रासायनिक आबंध दो प्रकार के होते हैं : आयनिक आबंध ओर सहसंयोजी आबंध।
- आयनिक आबंध : एक धातु से अधातु में इलेक्ट्रॉनों के हस्तांतरण से बनने वाला रासायनिक आबंध हो आयनिक आबंध कहलाता है।
- आयनिक आबंधों के तीन पद होते हैं :

(i) धातुओं द्वारा इलेक्ट्रान खोकर धनायन का बनना

(ii) अधातुओं द्वारा इलेक्ट्रान ग्रहण करके ऋणायन का बनना

(iii) स्थिर वैद्युत बल के आकर्षण से धनायनों और ऋणायनों का संयोजन जिससे आयनिक आबंध बने

- आयनिक यौगिक ठोस, कठोर और उच्च गलनांकों और क्वथनांकों वाले होते हैं। ये पानी में विलेय होते हैं परन्तु कार्बनिक विलायकों में अविलेय होते हैं। ये विद्युत चालक होते हैं।

- सहसंयोजी आबंधन : परमाणुओं के बीच बराबर इलेक्ट्रॉनों के सहभाजन से बननेवाला आबंध। सहसंयोजी आबंधन अणुओं के बनने को समझने में सहायता करता है। एक जैसे परमाणुओं वाले अणु जैसे H_2 Cl_2, O_2 और N_2 आदि तत्वों के घटक होते हैं जबकि भिन्न परमाणुओं वाले अणु जैसे HCl, H_2O आदि यौगिकों के घटक होते हैं।

- प्रत्येक अणु में इलेक्ट्रॉनों के सहभाजन की संख्या के आधार पर सहसंयोजी यौगिकों को एकल आबंध, द्विव-आबंध और त्रि-आबंध के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है। जब दोनों अणुओं में एक इलेक्ट्रॉन का सहभाजन होता है, तो एकल आबंध बनता है। जैसे Cl-Cl या Cl_2 और H-H या H_2

- सहसंयोजी आबंध दो भिन्न तत्वों के परमाणुओं के बीच इलेक्ट्रॉनों के सहभाजन से भी बनता है जैसे HCl या H_2O

- सहसंयोजी यौगिक द्रव या गैस रूप में पाए जाते हैं। कुछ ठोस के रूप में भी पाए जाते हैं। इनके गलनांक और क्वथनांक कम होते हैं, ये जल में अविलेय होते हैं लेकिन कार्बनिक विलायकों में विलेय होते हैं। ये विद्युत के कुचालक होते हैं।

ikBkr i'u

1. आयनिक यौगिक जलीय विलयन में विद्युत के सुचालक होते हैं। क्यों?
2. सहसंयोजी यौगिकों का गलनांक आयनिक यौगिकों से कम होता है क्यों?
3. सोडियम परमाणु से सोडियम आयन के बनने की व्याख्या कीजिए।
4. आप $MgCl_2$ में आबंधन की व्याख्या कैसे करेंगे?
5. आयनिक यौगिकों के लिए निम्नलिखित में से कौन से कथन सही हैं?

   (i) वे जल में विलेय होते हैं।

   (ii) वे उदासीन होते हैं।

   (iii) उनके उच्च गलनांक होते हैं।

6. आयनिक यौगिकों के तीन आभिलाक्षणिक गुणधर्म बताइए।
7. सहसंयोजी आबंध कैसे बनता है?
8. निम्नलिखित अणुओं में कितने आबंध उपस्थित होते हैं?

   (i) Cl_2 (ii) N_2 (iii)) O_2 (iv) H_2

9. निम्नलिखित कथनों को सही या गलत में वर्गीकृत कीजिए:
   (i) आयनिक यौगिकों में आयन होते हैं जो दुर्बल स्थिर वैद्युत बलों द्वारा आपस में जुड़े होते हैं
   (ii) आयनिक यौगिकों के उच्च गलनांक और क्वथनांक होते हैं
   (iii) सहसंयोजी यौगिक विद्युत सुचालक होते हैं
   (iv) सोडियम क्लोराइड विद्युत सुचालक होता है।
10. निम्नलिखित यौगिकों को आयनिक अथवा सहसंयोजी में वर्गीकृत कीजिए :

    (i) सोडियम क्लोराइड

    (ii) कैल्सियम क्लोराइड

    (iii) ऑक्सीजन

    (iv) हाइड्रोजन क्लोराइड

    (v) मैग्नीशियम ऑक्साइड

    (vi) नाइट्रोजन
11. एक तत्व जिसका परमणु संख्या 11 है और एक दूसरे तत्व Y जिसका परमाणु संख्या 8 है : किस प्रकार का आबंधन बनाऐंगे? उस यौगिक का सूत्र लिखे जो इन तत्वों की अभिक्रिया से बनेंगे।

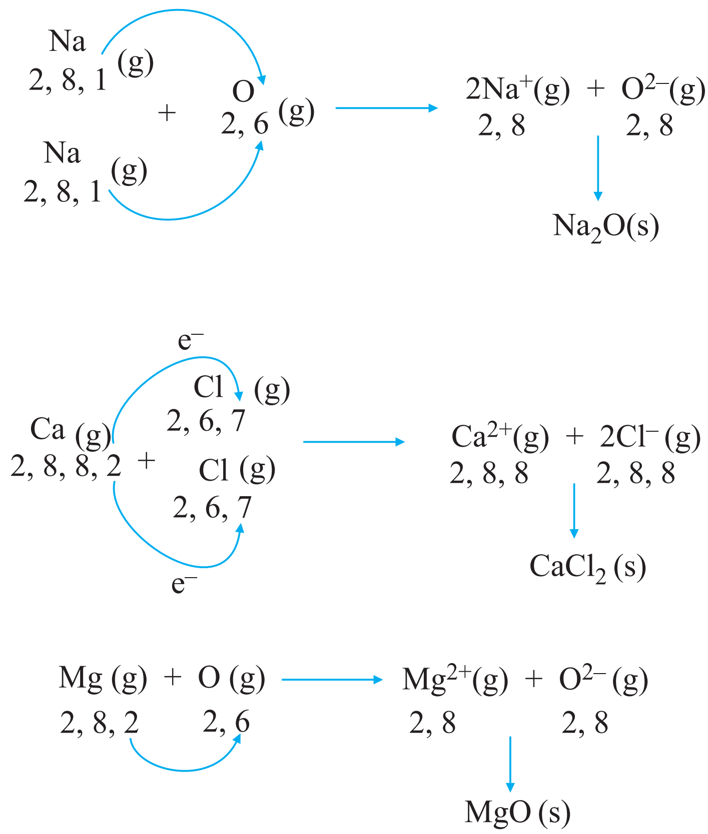
ikBxr i'uk d mÙkj

7-1

1. उत्कृष्ट गैसों की भांति स्थाइत्व प्राप्त करने लिए प्रत्येक परमाणु अपने वाह्यतम कोश में 2 या 8 e^- करने की प्रवृत्ति रखता है।
2. क्योंकि वे सभी निष्क्रिय गैसों का विन्यास रखते हैं जो उन्हें बहुत स्थाई बना देता है।
3. अ और ब

7-2

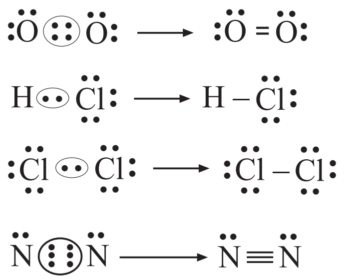
1. सोडियम आयन Na^+ और क्लोराइड आयन Cl^-
2. दो (2)
3. 18
4. स्थिर वैद्युत बलों का आकर्षण
5. छः
6.



7. Na^+ और Cl^- आयनों की अनुपस्थिति के कारण

7-3

1. सहसंयोजी आबंध दो परमाणुओं के बीच में एक समान इलेक्ट्रॉन की साझेदारी से बनता है।

2. 

3. (i) 2 (ii) 1 (iii) 2 (iv) 3

4. $3e^-$ का लाभ

   $1e^-$ का लाभ

   $2e^-$ की हानि

   $3e^-$ की हानि

5. एथिल एल्कोहल पानी में H^+ आयन नहीं होता है। इसलिए विद्युत चालक नहीं होता है।