अध्याय–9

रासायनिक सूत्र और मोल संकल्पना

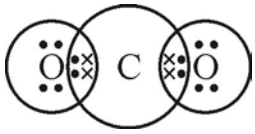
(Chemical Formula and Mole Concept)

UGHL2H

हम जानते हैं कि दो या दो से अधिक तत्व आपस में क्रिया करके यौगिक बनाते हैं। ये यौगिक तत्वों के परमाणुओं की निश्चित संख्याओं के आपस में संयोग से बनते हैं। हम पानी, नमक, शक्कर, खाने का सोडा इत्यादि पदार्थों का उपयोग करते हैं, ये सभी पदार्थ यौगिक हैं। हमने पहले भी सूत्र कैसे बनते हैं, सीखा है। आइए, हम यौगिकों के सूत्रों के बारे में और विस्तार से समझें।

9.1 सहसंयोजी यौगिकों के सूत्र (Formula of covalent compounds)

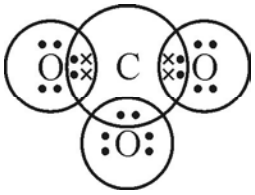
हमने विभिन्न सहसंयोजी यौगिकों, जैसे कार्बन डाइऑक्साइड, पानी, अमोनिया आदि में बनने वाले बंध के बारे में सीखा है। कार्बन डाइऑक्साइड अणु में एक कार्बन के दो–दो इलेक्ट्रॉनों का सहभाजन दो अलग–अलग ऑक्सीजन परमाणुओं के दो–दो इलेक्ट्रॉनों के साथ होता है (चित्र क्रमांक–1 क)।



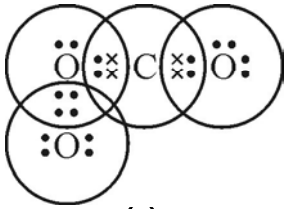
चित्र क्रमांक–1 : (क)

यदि हम कार्बन डाइऑक्साइड के अणु में एक और ऑक्सीजन परमाणु जोड़ना चाहें तो उसकी, किस परमाणु से इलेक्ट्रॉनों का साझा करने की सम्भावना होगी?

पहली यह कि वह कार्बन परमाणु से साझा करे। दूसरी यह कि वह किसी भी ऑक्सीजन परमाणु से साझा करे। ऑक्सीजन परमाणु कार्बन परमाणु से इलेक्ट्रॉन साझा नहीं कर सकेगा क्योंकि कार्बन के दोनों इलेक्ट्रॉन युग्मों का सहभाजन दो ऑक्सीजन परमाणुओं से हो चुका है और वह अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त कर चुका है (चित्र क्रमांक–1 ख)। यदि हम ऑक्सीजन परमाणु के साथ, अतिरिक्त ऑक्सीजन के सहभाजन पर विचार करें (चित्र क्रमांक–1 ग) तो यह भी संभव नहीं है क्योंकि इससे अतिरिक्त ऑक्सीजन परमाणु पर इलेक्ट्रॉनों की संख्या तो आठ हो जाएगी परंतु पहले ऑक्सीजन परमाणु पर इलेक्ट्रॉनों की संख्या दस हो जाएगी, जबकि उसके अंतिम कोश में इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम संख्या 8 ही हो सकती है।



(ख)



(ग)

चित्र क्रमांक–1 : (ख) तथा (ग)

अतः यहाँ पर अतिरिक्त ऑक्सीजन परमाणु के साथ इलेक्ट्रॉनों का सहभाजन नहीं हो सकता है इसलिए CO_3 यौगिक बनने की संभावना नहीं है। कार्बन का एक परमाणु और ऑक्सीजन के दो परमाणु ही मिलकर एक स्थायी यौगिक बनाएँगे जिसका सूत्र CO_2 होगा। इसी प्रकार अन्य यौगिकों के सूत्र भी लिखे जा सकते हैं। इसके लिए हमें तत्वों के प्रतीक एवं उनकी संयोजन क्षमताएँ ज्ञात होनी चाहिए।

9.2 सहसंयोजी यौगिकों के अणुभार (Molecular weight of covalent compounds)

हम जानते हैं कि एक ही तत्व के परमाणु अथवा भिन्न–भिन्न तत्वों के परमाणु परस्पर संयोग कर अणु का निर्माण करते हैं। तत्वों के परमाणु भार से यौगिक के अणुभार की गणना की जा सकती है क्योंकि यौगिक का अणुभार उसके सभी घटक परमाणुओं के भारों का योग होता है जैसे हाइड्रोजन के 2 परमाणु तथा ऑक्सीजन का 1 परमाणु मिलकर पानी के 1 अणु का निर्माण करते हैं। यदि हमें हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन के परमाणु भार ज्ञात हों तो हम पानी के अणुभार की गणना कर सकते हैं। हाइड्रोजन का परमाणुभार 1u तथा ऑक्सीजन का परमाणुभार 16 u है, इसलिए पानी का अणुभार $2 \times 1 + 16 = 18$ u होगा।

आइए, कुछ और यौगिकों के अणुभार की गणना करें–

सल्फर डाइऑक्साइड का सूत्र SO_2 है। सल्फर का परमाणु भार 32 u है तब

सल्फर डाइऑक्साइड का अणुभार $= 32 + 2 \times 16$

$= 64$ u

इसी प्रकार नाइट्रोजन का अणुभार होगा $= 2 \times 14$

$= 28$ u

आयनिक यौगिक के मूलानुपाती सूत्र एवं सूत्र इकाई द्रव्यमान

सोडियम क्लोराइड का आणविक सूत्र संभव नहीं है, क्योंकि ठोस आयनिक यौगिक में अणु नहीं होते उसके घटक, आयन होते हैं। ठोस सोडियम क्लोराइड का सूत्र NaCl अथवा $Na^+ Cl^-$ होता है। यह उसका मूलानुपाती सूत्र है। विभिन्न आयनिक यौगिकों के इन सूत्रों द्वारा भार ज्ञात किए जा सकते हैं यह भार एक अणु का भार नहीं होता, इसे हम आयनिक यौगिक का सूत्र इकाई द्रव्यमान कहते हैं उदाहरण के लिए क्लोरीन का परमाणु भार 35.5 u है और सोडियम का परमाणु भार 23 u है तो सोडियम क्लोराइड का सूत्र इकाई द्रव्यमान $35.5 + 23 = 58.5$ u होगा।

प्रश्न

1. यदि कार्बन का परमाणु भार 12 u है तो कार्बन डाइऑक्साइड का अणुभार क्या होगा?
2. यदि नाइट्रोजन का परमाणु भार 14 u है तो अमोनिया का अणुभार क्या होगा?
3. हाइड्रोजन के अणुभार की गणना कीजिए।
4. निम्नलिखित आयनिक यौगिकों के सूत्र इकाई द्रव्यमान की गणना कीजिए।

   Na_2O, $MgCl_2$, $CaCl_2$, CaO

9.3 बहुपरमाणुक आयन (Polyatomic ions)

हम जानते हैं कि आयनिक यौगिकों के जलीय विलयन विद्युत के सुचालक होते हैं। अध्याय रासायनिक आबंधन में हमने क्रियाकलाप 1 में देखा है कि सोडियम क्लोराइड का जलीय विलयन विद्युत का सुचालक होता है तथा वह आयनित होकर सोडियम आयन (Na^+) व क्लोराइड आयन (Cl^-) बनाता है। यदि वही क्रियाकलाप हम सोडियम नाइट्रेट विलयन के साथ करते हैं तब यह भी वैद्युत सुचालकता दर्शाता है। इस आधार पर हम कह सकते हैं कि सोडियम नाइट्रेट भी एक आयनिक यौगिक है। इसमें भी NaCl के समान Na^+ आयन है। इसका अर्थ है कि इस विलयन में Na^+ आयन के अतिरिक्त एक ऋणावेशित आयन NO_3^- भी है जिसमें एक नाइट्रोजन और तीन ऑक्सीजन परमाणु पर कुल एक ऋण आवेश है। परमाणुओं के ऐसे समूह जिन पर कुल आवेश विद्यमान हो उन्हें बहुपरमाणुक आयन कहते हैं।

$$NaNO_3 \longrightarrow Na^+ + NO_3^-$$

अन्य आयनिक यौगिक भी पानी में विलेय होने पर धनायन तथा ऋणायन में विभक्त होते हैं जैसे–

$$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$$

$$Na_2SO_4 \longrightarrow 2Na^+ + SO_4^{2-}$$

$$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$$

$$Na_2CO_3 \longrightarrow 2Na^+ + CO_3^{2-}$$

उपर्युक्त अभिक्रियाओं में बने NH_4^+, SO_4^{2-}, OH^- और CO_3^{2-} आयन बहुपरमाणुक आयन हैं।

आयनों पर जो आवेश पाया जाता है वही उसकी संयोजकता होती है। सारणी क्रमांक 1 में कुछ आयनों की संयोजकताएँ दी गई हैं।

सारणी क्रमांक–1 : आयनों की संयोजकताएँ

एक संयोजी	द्विसंयोजी	बहुसंयोजी
Na^+, Ag^+, NH_4^+	Cu^{2+}, Zn^{2+}, Fe^{2+}, Mg^{2+}	Al^{3+}
Br^- (ब्रोमाइड) I^- (आयोडाइड) HCO_3^- (हाइड्रोजनकार्बोनेट) OH^- (हाइड्रॉक्साइड)	S^{2-} (सल्फाइड) CO_3^{2-} (कार्बोनेट)	PO_4^{3-} (फॉस्फेट)

मूलक (Radicals)

आवेशित परमाणु तथा परमाणुओं के आवेशित समूह को मूलक भी कहते हैं। मूलक दो प्रकार के होते हैं– धनात्मक और ऋणात्मक मूलक।

प्रायः धन आयन जो क्षार से प्राप्त होते हैं उन्हें क्षारीय मूलक कहते हैं जैसे–

$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$

$NH_4OH \longrightarrow NH_4^+ + OH^-$

$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$

दिए गए उदाहरणों में Na^+, NH_4^+ (अमोनियम) तथा Ca^{2+} क्षारीय मूलक हैं।

प्रायः ऋण आयन जो अम्ल से प्राप्त होते हैं उन्हें अम्लीय मूलक कहते हैं जैसे–

$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$

$HNO_3 \longrightarrow H^+ + NO_3^-$

$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{--}$

दिए गए उदाहरणों में Cl^- (क्लोराइड), NO_3^- (नाइट्रेट) तथा SO_4^{2-} (सल्फेट) अम्लीय मूलक हैं।

9.3.1 बहुपरमाणुक आयन वाले यौगिकों के रासायनिक सूत्र

हम अब एक विशेष आड़ा–तिरछा पद्धति (criss-cross method) के अनुसार आयनों पर उपस्थित आवेश अथवा संयोजकता का उपयोग करते हुए रासायनिक सूत्र लिखेंगे। रासायनिक सूत्र लिखते समय निम्नलिखित चरणों का पालन किया जाता है।

उदाहरण– अमोनियम कार्बोनेट

1. सबसे पहले संघटक आयनों के प्रतीक/सूत्र लिखे जाते हैं। साधारणतः धनात्मक भाग का प्रतीक/सूत्र बाईं ओर तथा ऋणात्मक भाग का प्रतीक दाईं ओर लिखते हैं।

   NH_4 CO_3

2. संघटक आयनों की संयोजकताएँ उनके नीचे लिखी जाती हैं।

प्रतीक/सूत्र	NH_4	CO_3
संयोजकता	1	2

3. आयनों की संयोजकताओं को आड़ा–तिरछा करके यौगिक में उनका अनुपात ज्ञात किया जाता है।

प्रतीक/सूत्र NH_4 CO_3

संयोजकता 1 2

अमोनियम कार्बोनेट में अमोनियम का अनुपात 2 तथा कार्बोनेट का 1 होगा।

4. बहुपरमाणुक आयन को पहले कोष्ठक में रखते हैं, तत्पश्चात अनुपातों को दर्शाने वाली संख्या को पादांक के रूप में लिखते हैं। यदि बहुपरमाणुक आयन की संख्या 1 हो तो कोष्ठक की आवश्यकता नहीं होती, साथ ही 1 अंक को भी नहीं लिखा जाता।

$(NH_4)_2\ CO_3$

अतः अमोनियम कार्बोनेट का सूत्र – $(NH_4)_2CO_3$ है।

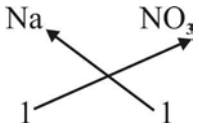
आइए, कुछ अन्य उदाहरणों से इसे और समझें–

- सोडियम नाइट्रेट

  प्रतीक / सूत्र

  संयोजकता

  अतः सूत्र–$NaNO_3$

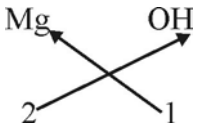


- मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड

  प्रतीक / सूत्र

  संयोजकता

  अतः सूत्र–$Mg(OH)_2$

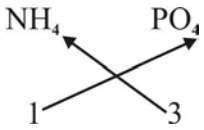


- अमोनियम फॉस्फेट

  प्रतीक / सूत्र

  संयोजकता

  अतः सूत्र–$(NH_4)_3PO_4$

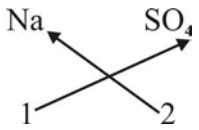


- सोडियम सल्फेट

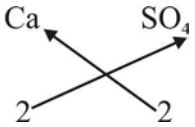
  प्रतीक / सूत्र

  संयोजकता

  अतः सूत्र–Na_2SO_4



- कैल्सियम सल्फेट

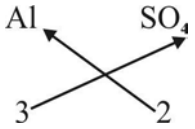
  प्रतीक / सूत्र 

  संयोजकता

  अतः सूत्र–$CaSO_4$

  जब सूत्र में दोनों आयनों पर आवेश समान हो तो हम सूत्र को सरलीकृत करते हैं। इसलिए यहाँ पर सूत्र $Ca_2(SO_4)_2$ को $CaSO_4$ के रूप में सरलीकृत करते हैं।

- ऐलुमिनियम सल्फेट

  प्रतीक / सूत्र 

  संयोजकता

  सूत्र–$Al_2(SO_4)_3$

प्रश्न

1. निम्नलिखित सारणी को पूरा कीजिए––

यौगिकों के नाम	उपस्थित मूलक		आवेशों की संख्या		यौगिक का सूत्र
	धनात्मक	ऋणात्मक	धनात्मक	ऋणात्मक	
अमोनियम नाइट्रेट			1		
सोडियम कार्बोनेट				2	Na_2CO_3
अमोनियम हाइड्रॉक्साइड				1	
मैग्नीशियम कार्बोनेट			2		$MgCO_3$
आयरन फॉस्फेट	Fe^{++}				

2. निम्नलिखित आयनिक यौगिकों के सूत्र को आड़ा–तिरछा पद्धति से बनाइए–

   अमोनियम क्लोराइड, कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड, मैग्नीशियम सल्फेट, अमोनियम सल्फेट, कैल्सियम फॉस्फेट

9.4 मोल संकल्पना (Mole concept)

मोल क्या है? यह एक संख्या है। आइए, देखें कि यह आया कहाँ से और यह उपयोगी क्यों है। इसकी कहानी की शुरुआत कुछ रासायनिक क्रियाओं से होती है। सन् 1799 में पता चला कि तत्व आपस में एक निश्चित अनुपात में ही क्रिया करते हैं। पहले यह निश्चित अनुपात भार के अनुसार ही पहचाना गया था। फिर वैज्ञानिक गैलुसाक ने अनेक गैसों की रासायनिक

क्रियाओं का अध्ययन किया। उन्होंने देखा कि निश्चित ताप और दाब पर गैसें सदैव आयतन के अनुसार सरल अनुपात में ही क्रिया करती हैं और इसे एक नियम के रूप में प्रतिपादित किया। डाल्टन ने अपने परमाणु सिद्धांत में तत्वों द्वारा भार के अनुसार एक निश्चित अनुपात में क्रिया होने की व्याख्या की थी लेकिन जो नियम गैलुसाक ने व्यक्त किया उसका क्या कारण है इस प्रश्न का उनके पास कोई उत्तर नहीं था। गैलुसाक ने जब अपनी खोज के संबंध में अन्य वैज्ञानिकों के साथ मिलकर विचार विमर्श किया तब वैज्ञानिक बर्जीलियस ने इसे बहुत सरल तरीके से समझाया। उनके अनुसार किसी भी गैस के दिए गए आयतन में कणों की संख्या समान होती है। इसका आशय है कि एक लीटर हाइड्रोजन में कणों की संख्या उतनी ही है जितनी कि क्लोरीन के एक लीटर में। जब एक लीटर हाइड्रोजन, एक लीटर क्लोरीन से क्रिया करती है तो हाइड्रोजन क्लोराइड बनती है। बर्जीलियस के अनुसार इन दोनों गैसों के एक–एक लीटर पूरी तरह से इसलिए क्रिया कर रहे थे क्योंकि इन दोनों में बराबर–बराबर संख्या में परमाणु थे। इसी दौरान विभिन्न तत्वों के सापेक्षिक परमाणु भार की भी गणना की गई और इस तरह परमाणु भार के आधार पर अणुभार की गणना की गई। अब गैसों के घनत्व और भार की गणना करना संभव हो गया। जब अलग–अलग गैसों के अणु या परमाणु को भार के अनुसार लिया गया और उनको एक निश्चित दाब और ताप पर रखा गया तब यह पाया गया कि यह भी एक निश्चित आयतन था। जैसे कि–

1. 0°C ताप तथा 1 वायुमंडलीय दाब (1 atm) पर 2 g हाइड्रोजन का आयतन 22.4 L था।
2. 0°C ताप तथा 1 वायुमंडलीय दाब पर 36.5 g हाइड्रोजन क्लोराइड का आयतन भी 22.4 L था।
3. समान ताप व दाब पर यदि 18 g भाप ली गई तब उसका भी आयतन 22.4 L था।
4. इसी तरह से जब किसी गैस का 0°C ताप व 1 वायुमंडलीय दाब पर सापेक्षिक अणुभार ग्राम में लिया गया तब उसका भी आयतन 22.4 L प्राप्त हुआ।

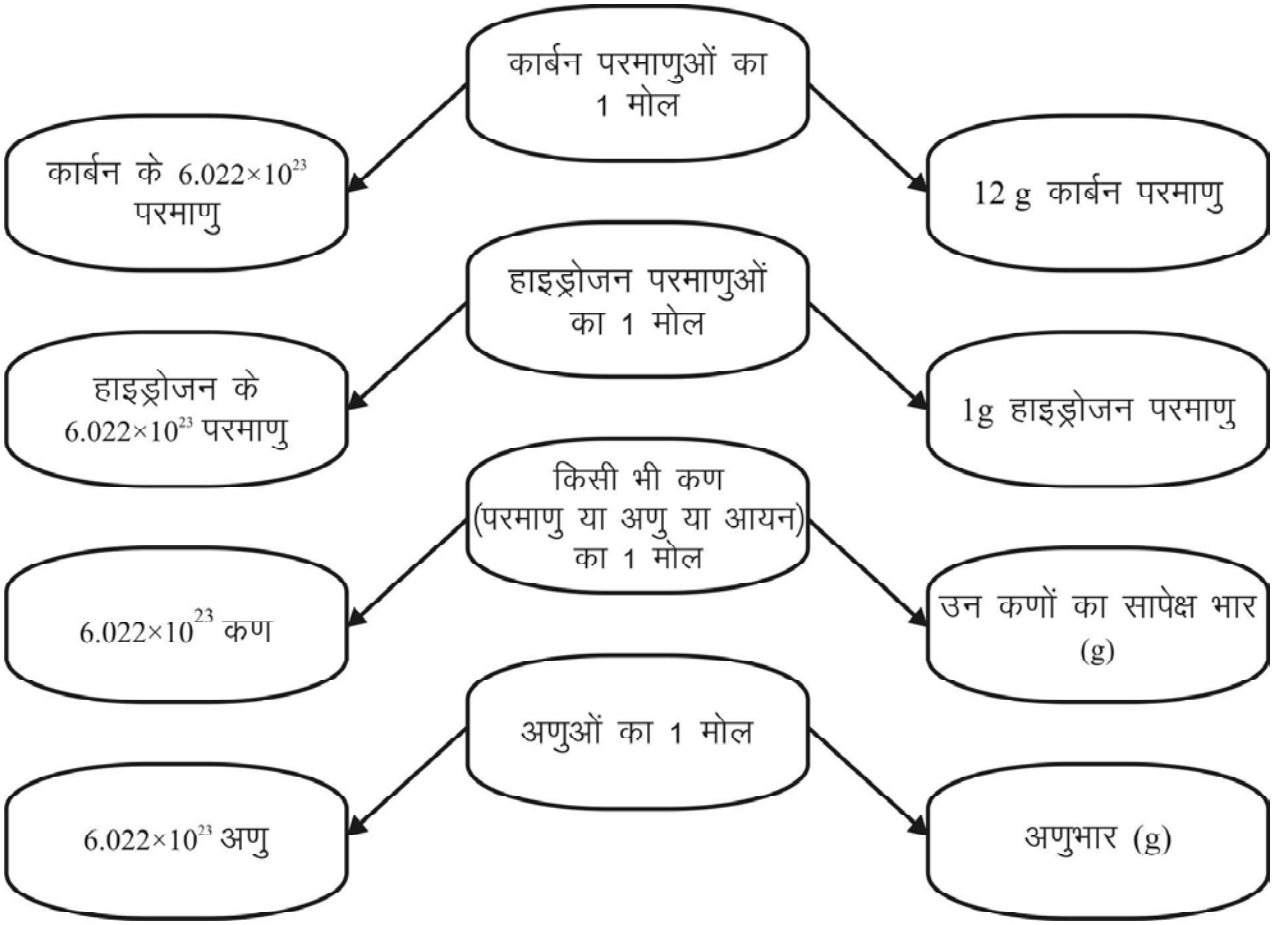
विभिन्न गणनाओं द्वारा बाद में यह पता चला कि 0°C ताप व 1 वायुमंडलीय दाब पर किसी भी गैस के 22.4 लीटर आयतन में कणों कि संख्या 6.022×10^{23} होती है। यह बर्जीलियस के कथन के अनुरूप था। 6.022×10^{23} को आवोगाद्रो संख्या भी कहते हैं और इसे N_0 से दर्शाया जाता है।

उपर्युक्त गणनाओं को यदि हम द्रव तथा ठोस पदार्थों के लिए करें तो यह कह सकते हैं कि किसी भी पदार्थ के ग्राम अणुभार और ग्राम परमाणु भार में कणों की संख्या 6.022×10^{23} होगी (पदार्थ का अणुभार व परमाणु भार ग्राम में लेते हैं)।

सन् 1896 में वैज्ञानिक विल्हेल्म ओस्टवाल्ड (Wilhelm Ostwald) ने आवोगाद्रो संख्या के लिए मोल शब्द प्रस्तावित किया था जो एक लैटिन शब्द है जिसका अर्थ ढेर (heap or pile) है। सन् 1967 में मोल इकाई स्वीकार कर ली गई, जो परमाणुओं एवं अणुओं की वृहद् संख्या को निरूपित करने का सरलतम उपाय है।

1 मोल = 6.022×10^{23} (आवोगाद्रो संख्या N_0)

मोल या आवोगाद्रो संख्या की अवधारणा हमें यह बताती है कि किसी भी पदार्थ की निश्चित मात्रा में कणों की संख्या कितनी होती है जैसे 23 ग्राम सोडियम में 1 मोल सोडियम परमाणु है और कणों की संख्या 6.022×10^{23} है। यदि 46 ग्राम सोडियम है तो इसका तात्पर्य है कि सोडियम परमाणु के 2 मोल होंगे और कणों की संख्या 12.044×10^{23} होगी।



चित्र क्रमांक–3 : मोल, आवोगाद्रो संख्या एवं भार के बीच संबंध

9.5 पदार्थ के भार को मोल में दर्शाना

हमने अध्ययन किया कि तत्वों का परमाणु भार या ग्राम परमाणु भार होता है तथा यौगिक के लिए अणु भार या ग्राम अणु भार होता है। इनके आधार पर मोलों की संख्या को हम इस प्रकार दर्शा सकते हैं–

तत्वों के लिए–

$$\text{मोलों की संख्या (n)} = \frac{\text{दिया गया द्रव्यमान (m)}}{\text{ग्राम परमाणु भार (M)}}$$

यौगिकों या अणुओं के लिए–

$$\text{मोलों की संख्या (n)} = \frac{\text{दिया गया द्रव्यमान (m)}}{\text{ग्राम अणु भार (M)}}$$

कणों की संख्या को मोल में दर्शाना

किसी भी परमाणु/अणु/आयन इत्यादि की संख्या, मोल से निम्नलिखित प्रकार से संबंधित है–

$$\text{मोलों की संख्या (n)} = \frac{\text{दिए गए कणों की संख्या (N)}}{\text{आवोगाद्रो संख्या } (N_0)}$$

उदाहरण : 1. निम्नलिखित में मोलों की संख्या का परिकलन कीजिए–

(क) 92 ग्राम सोडियम

हल : मोलों की संख्या (n) = ?

दिया गया द्रव्यमान (m) = 92 g

ग्राम परमाणु भार (M) = 23 g

सूत्र– $n = \frac{m}{M}$

$= \frac{92}{23}$

= 4 मोल

(ख) 36 ग्राम पानी

हल : मोलों की संख्या (n) = ?

दिया गया द्रव्यमान (m) = 36 g

ग्राम परमाणु भार (M) = 18 g

सूत्र– $n = \frac{m}{M}$

$= \frac{36}{18}$

= 2 मोल

2. निम्नलिखित में मोलों की संख्या ज्ञात कीजिए–

(क) 18.066×10^{23} ऑक्सीजन परमाणु

हल : मोलों की संख्या (n) = ?

दिए गए कणों की संख्या (N) = 18.066×10^{23}

आवोगाद्रो संख्या (N_0) = 6.022×10^{23}

सूत्र– $n = \frac{N}{N_0}$

$n = \frac{18.066 \times 10^{23}}{6.022 \times 10^{23}}$

= 3 मोल

(ख) 6.022×10^{23} ऑक्सीजन अणु

हल : मोलों की संख्या (n) = ?

दिए गए कणों की संख्या (N) = 6.022×10^{23}

आवोगाद्रो संख्या (N_0) = 6.022×10^{23}

सूत्र– $n = \frac{N}{N_0}$

$n = \frac{6.022 \times 10^{23}}{6.022 \times 10^{23}}$

= 1 मोल

3. निम्नलिखित में कणों की संख्या ज्ञात कीजिए–

(क) 10 ग्राम नाइट्रोजन (N_2) अणु

हल : कणों की संख्या (N) = ?

दिया गया द्रव्यमान (m) = 10 ग्राम

ग्राम अणुभार (M) = 28 ग्राम

सूत्र– $N = n \times N_0$

$n = \frac{m}{M}$

$N = \frac{m \times N_0}{M}$

$N = \frac{10 \times 6.022 \times 10^{23}}{28}$

= 2.15×10^{23} अणु

(ख) 2 मोल कार्बन परमाणु

हल : कणों की संख्या (N) = ?

मोलों की संख्या (n) = 2 मोल

आवोगाद्रो संख्या (N_0) = 6.022×10^{23}

सूत्र– N = $n \times N_0$

= $2 \times 6.022 \times 10^{23}$

= 12.044×10^{23} परमाणु

9.5.1 आइए, मोल के बारे में समझें

हमने देखा कि किसी शुद्ध पदार्थ के सापेक्षिक परमाणु, अणु या सूत्र भार को ग्राम में दर्शाया जाता है, जिसमें उसी पदार्थ के 1 मोल (6.022×10^{23}) कण सम्मिलित रहते हैं। गैसों के लिए हम इनके भार के स्थान पर आयतन को भी नाप सकते हैं। 0°C ताप व 1 वायुमंडलीय दाब पर किसी गैस का 1 मोल 22.4 लीटर स्थान घेरता है।

इससे हमें किसी सूत्र और अभिक्रिया के समीकरण को लिखने ओर समझने का एक और तरीका मिलता है। जब हम कहते हैं कि कार्बन डाइऑक्साइड किसी अभिक्रिया में भाग ले रही है और इसे CO_2 के रूप में लिखते हैं, तो क्या इसका अर्थ यह है कि हम CO_2 के एक अणु के बारे में बात कर रहे हैं?

हमने जाना कि परमाणु और अणु अत्यंत सूक्ष्म कण हैं और हमारे लिए एक ऐसी अभिक्रिया को कराना असंभव है, जिसमें कार्बन डाइऑक्साइड या किसी अन्य पदार्थ का केवल एक ही अणु लिया जाए अर्थात् जब हम CO_2 लिखते हैं तो इसका अर्थ 1 मोल CO_2 अणु भी होता है। आइए, देखें कि ये किस प्रकार उपयोगी है। हाइड्रोजन और ऑक्सीजन के संयोग से पानी बनने की अभिक्रिया को इस प्रकार प्रदर्शित किया जा सकता है–

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$$

उपर्युक्त अभिक्रिया में जब हाइड्रोजन के दो अणु, ऑक्सीजन के एक अणु से अभिक्रिया करते हैं तो हमें पानी के दो अणु प्राप्त होते हैं। परंतु निम्नलिखित अभिक्रिया में हम आधे अणु ऑक्सीजन को किस प्रकार लेंगे?

$$H_2 + \tfrac{1}{2} O_2 \longrightarrow H_2O$$

इस प्रकार की अभिक्रिया को मोलों की संख्या द्वारा समझा जा सकता है। यहाँ 1 मोल हाइड्रोजन अणु और आधा मोल ऑक्सीजन अणु संयोग करके 1 मोल अणु जल का बनाते हैं। इसलिए जब हम H_2 लिखते हैं, तब इसके दो अर्थ हो सकते हैं–

- 1 हाइड्रोजन अणु जिसका कि सापेक्षिक अणुभार 2 u है।
- 1 मोल हाइड्रोजन अणु जिसका ग्राम अणुभार 2 ग्राम है।

आइए, अब हम एक अन्य क्रिया को देखें–

$$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$$

इस अभिक्रिया की व्याख्या दो तरह से कर सकते हैं–

- 1 अणु हाइड्रोजन जब 1 अणु क्लोरीन से अभिक्रिया करता है तब 2 अणु हाइड्रोजन क्लोराइड बनते हैं या
- 1 मोल हाइड्रोजन अणु जब 1 मोल क्लोरीन अणु से अभिक्रिया करता है तो 2 मोल हाइड्रोजन क्लोराइड अणु बनते हैं।

प्रश्नः

1. मोल अवधारणा के आधार पर निम्नलिखित अभिक्रियाओं को समझाइए–

(क) $C + ½\ O_2 \longrightarrow CO$

(ख) $\frac{1}{2}Al_2O_3 + 3\ HCl \longrightarrow AlCl_3 + 1\frac{1}{2}H_2O$

हमने सीखा

- किसी यौगिक का रासायनिक सूत्र उसके संघटकों का प्रतीकात्मक निरूपण होता है।
- सहसंयोजी यौगिक के सूत्र में उपस्थित सभी परमाणुओं के भार से अणुभार ज्ञात किया जा सकता है।
- आयनिक यौगिकों के घटक, आयन (धनायन व ऋणायन) होते हैं।
- वे धनावेशित आयन जो क्षार से प्राप्त होते हैं क्षारीय मूलक तथा वे ऋणावेशित आयन जो अम्ल से प्राप्त होते हैं अम्लीय मूलक कहलाते हैं।
- परमाणुओं के ऐसे समूह जिन पर कुल आवेश विद्यमान हो उन्हें बहुपरमाणुक आयन कहते हैं।
- आयनिक यौगिकों में घटक आयनों की संयोजकता द्वारा यौगिकों के रासायनिक सूत्र ज्ञात किए जाते हैं।
- आयनिक यौगिक के सूत्र में उपस्थित सभी आयनों के भार से सूत्र इकाई द्रव्यमान की गणना की जाती है।
- किसी पदार्थ के मोल में कणों की संख्या को आवोगाद्रो संख्या कहते हैं। इसका मान 6.022×10^{23} होता है।

अंतर्राष्ट्रीय मोल दिवस

23 अक्टूबर को प्रतिवर्ष अंतर्राष्ट्रीय मोल दिवस मनाया जाता है। दिवस की शुरुआत सुबह 6.02 बजे और समाप्ति शाम 6.02 बजे होती है। समय के इस प्रारूप का कारण आवोगाद्रो संख्या 6.022×10^{23} है।

मुख्य शब्द (Keywords)

अणुभार (molecular weight), मूलानुपाती सूत्र (empirical formula), सूत्र इकाई द्रव्यमान (unit formula mass), आड़ा–तिरछा पद्धति (criss-cross method), मोल (mole), आवोगाद्रो संख्या (Avogadro number)

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनिए–

(i) CH_3OH का अणुभार होता है–

(अ) 32 u (ब) 29 u

(स) 25 u (द) 20 u

(ii) क्षारीय मूलक होते हैं–

(अ) धनावेशित आयन (ब) ऋणावेशित आयन

(स) उदासीन परमाणु (द) इनमें से कोई नहीं

(iii) जिन आयनों पर ऋण आवेश होता है वे –

(अ) धनावेशित आयन होते हैं। (ब) क्षारीय मूलक होते हैं।

(स) अम्लीय मूलक होते हैं। (द) उदासीन परमाणु होते हैं।

(iv) आवोगाद्रो संख्या का मान है–

(अ) 6.022×10^{23} (ब) 6.022×10^{22}

(स) 6.022×10^{24} (द) 60.22×10^{23}

(v) 0°C ताप व 1 वायुमंडलीय दाब पर 1 मोल गैस का आयतन होता है–

(अ) 11.2 लीटर (ब) 22.4 लीटर

(स) 100 लीटर (द) 33.8 लीटर

2 रिक्त स्थान की पूर्ति कीजिए–

(i) .....यौगिकों के लिए सूत्र इकाई द्रव्यमान होता है।

(ii) $C_{12}H_{22}O_{11}$ का अणुभार .....है।

(iii) PO_4^{3-} आयन में तत्वों की संख्या .....है।

(iv) एक मोल कार्बन में परमाणुओं की संख्या .....होती है।

(v) एक मोल जल का द्रव्यमान .....ग्राम होता है।

3. अम्लीय व क्षारीय मूलक कैसे प्राप्त होते हैं?

4. बहुपरमाणुक आयन किसे कहते हैं? उदाहरण दीजिए।

5. उचित संबंध जोड़िए –

	स्तंभ 'अ'		स्तंभ 'ब'
(i)	1 मोल में अणुओं की संख्या	(i)	14 ग्राम
(ii)	अम्लीय मूलक है	(ii)	Mg^{2+}
(iii)	क्षारीय मूलक है	(iii)	SO_4^{2-}
(iv)	1 मोल नाइट्रोजन परमाणु का भार	(iv)	2 मोल
(v)	CO_2 के 88 ग्राम में मोलों की संख्या	(v)	6.022×10^{23}

6. सूत्र इकाई द्रव्यमान किसे कहते हैं? $MgSO_4$ के सूत्र इकाई द्रव्यमान की गणना कीजिए।

7. किसी धातु के कार्बोनेट का सूत्र M_2CO_3 हो, तब इसके नाइट्रेट का सूत्र क्या होगा?

8. यदि ऐलुमिनियम सल्फेट का सूत्र $Al_2(SO_4)_3$ हो, तब Al आयन पर कितना आवेश होगा और जिंक सल्फेट का सूत्र क्या होगा?

9. एक आयन X है, जिस पर दो धन आवेश है, इसके नाइट्रेट, सल्फेट और फॉस्फेट के सूत्र लिखिए।

10. निम्नलिखित के अणुभार लिखिए–

NH_3, PCl_5, H_2O_2, S_8, HCl

11. निम्नलिखित के द्रव्यमान की गणना कीजिए–

5 मोल अमोनिया, 0.5 मोल जल, 1.50 मोल Na^+ आयन, 0.2 मोल ऑक्सीजन परमाणु

12. निम्नलिखित में मोलों की संख्या की गणना कीजिए–

12 ग्राम O_2, 22 ग्राम CO_2

13. आड़ा–तिरछा पद्धति से निम्नलिखित के सूत्र बनाइए–

आयरन सल्फेट, कॉपर नाइट्रेट, सोडियम सल्फाइड, मैग्नीशियम हाइड्रोजनकार्बोनेट