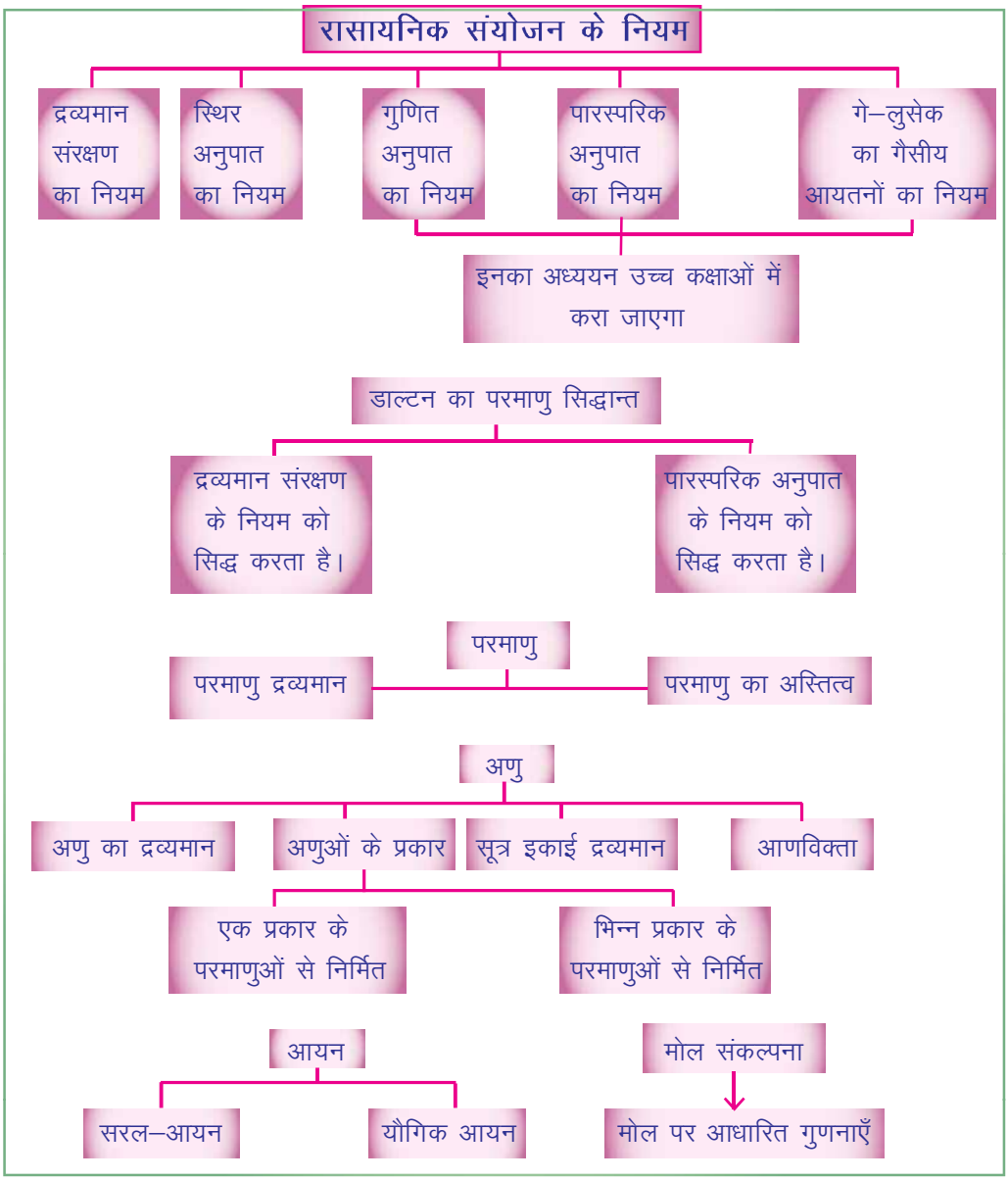
अध्याय

3

परमाणु एवं अणु



विषय–वस्तु

(i) रासायनिक संयोजन के नियम, डाल्टन का परमाणु सिद्धान्त।

(ii) परमाणु, अणु एवम् उनके गुणधर्म।

(iii) आयन।

(iv) विभिन्न यौगिकों के रासायनिक सूत्र।

(v) मोल संकल्पना।

रासायनिक संयोजन के नियम

किन्हीं दो या उससे अधिक पदार्थों के बीच रासायनिक अभिक्रिया कुछ सिद्धान्तों पर आधारित होती है। इन सिद्धान्तों को रासायनिक संयोजन के नियम कहते हैं।

रासायनिक संयोजन के नियम

- द्रव्यमान संरक्षण का नियम
- स्थिर अनुपात का नियम नियम
- गुणति अनुपात का नियम
- पारस्परिक अनुपात का
- गे–लुसैक का गैसीय आयतनों का नियम

इनका अध्ययन उच्च कक्षाओं में किया जाएगा

द्रव्यमान संरक्षण का नियम

- इस नियम के अनुसार, ''द्रव्यमान का उदय या विनाश संभन नहीं है।''
- किसी रासायनिक अभिक्रिया के लिए इस नियम का उपयोग निम्नलिखित तरीके से किया जा सकता है।
- किसी भी रासायनिक अभिक्रिया के दौरान पदार्थों के द्रव्यमान का जोड़ उस अभि क्रिया के उत्पादों के द्रव्यमानों के जोड़ के बराबर होगा।''

उदाहरण–

$$\underbrace{A + B}_{\text{पदार्थ}} \longrightarrow \underbrace{AB}_{\text{उत्पाद}}$$

तब

$$mA + mB = mAB$$

↓ ↓ ↓

'A' का द्रव्यमान 'B' का द्रव्यमान 'AB' का द्रव्यमान

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$$

↓ ↓ ↓

$2 \times 2 = 4$ ग्राम $2 \times 16 = 32$ ग्राम $2 \times (2 + 16) = 36$ ग्राम

या

4	+	32	=	36
ग्राम		ग्राम		ग्राम

प्रश्न–एक अभिक्रिया में 5.3g सोडियम कार्बोनेट एवं 6.0g एथेनाइक अम्ल अभिक्रित होते हैं। 2.2g कार्बन डाई–ऑक्साइड, 8.2g सोडियम एथेनोएट एवं 0.9g जल उत्पाद के रूप में प्राप्त होते हैं। इस अभिक्रिया द्वारा दिखाइए कि यह परीक्षण द्रव्यमान संरक्षण के नियम को सिद्ध करता है।

सोडियम कार्बोनेट + एथेनोइक अम्ल → सोडियम एथेनोएट + कार्बन डाई–ऑक्साइड + जल

उत्तर–

सोडियम कार्बोनेट + एथेनोइक अम्ल → सोडियम एथेनोएट + कार्बन डाई–ऑक्साइड + जल

पदार्थ उत्पाद

द्रव्यमान, संरक्षण के नियमानुसार–

सोडियम कार्बोनेट का द्रव्यमान + ऐथेनाइक अम्ल द्रव्यमान = सोडियम ऐथेनोएट का द्रव्यमान + कार्बन डाई–ऑक्साइड का द्रव्यमान + जल का द्रव्यमान

द्रव्यमानों को समीकरण में प्रस्तुत करने के उपरान्त–

$$5.3g + 6.0g = 8.2g + 2.2g + 0.9g$$

$$11.3g = 11.3g$$

क्योंकि, LHS = RHS

∴ यह उत्तर द्रव्यमान संरक्षण के नियम को स्पष्ट करता है।

स्थिर अनुपात का नियम

इस नियमानुसार कोई शुद्ध रासायनिक यौगिक सदैव उन्हीं तत्वों से निर्मित होगा जिनसे वह मिलकर निर्मित हुआ है, तथा इन तत्वों के द्रव्यमान का अनुपात सदैव समान

होगा, फिर चाहे यह यौगिक किसी भी स्थान से प्राप्त किया गया हो अथवा निर्माण किसी भी पद्धति द्वारा किया गया हो।

उदाहरण–

18g H_2O ⇒ 16g ऑक्सीजन + 2g हाइड्रोजन, या $m_H/m_0 = 2/16 = 1/8$

36g H_2O ⇒ 32g ऑक्सीजन + 4g हाइड्रोजन, या $m_H/m_0 = 4/32 = 1/8$

09g H_2O ⇒ 08g ऑक्सीजन + 01g हाइड्रोजन, या $m_H/m_0 = 1/8$

ऊपर प्रस्तुत उदाहरण में H_2O के अलग–अलग द्रव्यमानों वाले H_2O के नमूनों को लिया गया, पर उन सबमें हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन के द्रव्यमानों का अनुपात सदा 1 : 8 ही निकला।

प्रश्न–यदि हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन 1:8 के द्रव्यमान अनुपातानुसार अभिक्रित होकर जल का संचयन करते हैं। यदि जहाँ 3g हाइड्रोजन गैस ली गई हो तब ऑक्सीजन का कितना द्रव्यमान इस हाइड्रोजन गैस से अभिक्रत हो जल का संचयन करेगा ?

उत्तर– $\frac{m_4}{m_0} = \frac{1}{8}$ प्रश्नानुसार (जल के लिए)

अपितु, mH = 3.0g (प्रश्नानुसार)

या, $\frac{3}{m_0} = \frac{1}{8}$

या, $24 = m_0$

या, $m_0 = 24g$

ऑक्सीजन गैस का द्रव्यमान

या 24g ऑक्सीजन गैस, 3g हाइड्रोजन गैस के अभिक्रित हो 27gm जल का संचयन करेगी।

डाल्टन का परमाणु सिद्धान्त

रासायनिक संयोजन के नियम पर आधारित डॉल्टन के परमाणु सिद्धान्त, 'द्रव्यमान संरक्षण का नियम' तथा 'स्थिर अनुपात के नियम' को सिद्ध करता है।

डॉल्टन के परमाणु सिद्धान्त के महत्वपूर्ण अंश

(i) सभी द्रव्य परमाणुओं से निर्मित होते हैं।

(ii) परमाणु आविभाज्य सूक्ष्मतम कण होते हैं जो रासायनिक अभिक्रिया में न तो उत्पन्न होते हैं न ही उनका इसमें विनाश होता है। (यह अंश द्रव्यमान संरक्षण के नियम को सिद्ध करता है)

(iii) दिए गए तत्व के सभी परमाणुओं के द्रव्यमान एवं रासायनिक गुणधर्म समान होते हैं।

(iv) भिन्न–भिन्न तत्वों के परमाणुओं के द्रव्यमान एवं रासायनिक गुणधर्म भिन्न–भिन्न होते हैं।

(v) भिन्न–भिन्न तत्वों परमाणु परस्पर छोटी पूर्ण संख्या के अनुपात में संयोग कर यौगिक का निर्माण करते हैं। (यह अंश स्थिर अनुपात के नियम को सिद्ध करता है)

(vi) किसी भी यौगिक में परमाणुओं की सापेक्ष संख्या एक प्रकार निश्चित होती हैं।

परमाणु

आधुनिक परमाणु सिद्धान्त के अनुसार ''परमाणु किसी भी तत्व का वह सूक्ष्मतम भाग है जो किसी रासायनिक अभिक्रिया में बिना अपने रासायनिक एवं भौतिक गुणधर्मों को बदले, उस अभिक्रिया में प्रयुक्त होता है।''

परमाणु तत्व के सूक्ष्मतम भाग है जिन्हें किसी भी शक्तिशाली सूक्ष्मदर्शी के से भी देखा नहीं जा सकता।

सबसे सूक्ष्म हाइड्रोजन परमाणु की परमाणु त्रिज्या 0.37×10^{-10} m या 0.037 nm होती है।

जहाँ, $1 nm = 10^{-10}$ m

IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) द्वारा स्वीकृत तत्वों के चिह्न–

तत्व	चिह्न	तत्व	चिह्न	तत्व	चिह्न
Aluminium	Al	Copper	Cu	Nitrogen	N
Argon	Ar	Fluorine	F	Oxygen	O
Barium	Ba	Gold	Au	Potassium	K
Calcium	Ca	Hydrogen	H	Silicon	Si
Chlorine	Cl	Iodine	I	Silver	Ag
Cobalt	Co	Iron	Fe	Sodium	Na
lead	Pb	Sulphur	S	Zinc	Zn

किसी भी तत्व के एक परमाणु का द्रव्यमान, उसका ''परमाणु द्रव्यमान'' कहलाता है।

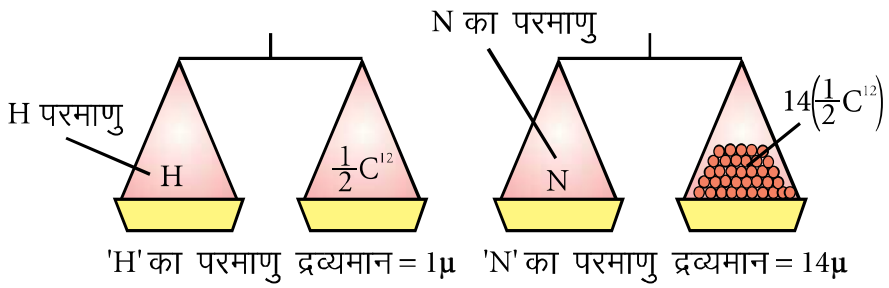
1961 वर्ष में IUPAC ने ''परमाणु द्रव्यमान की इकाई'' या ''u'' को परमाणुओं के द्रव्यमान का मापक माना।

परमाणु द्रव्यमान की इकाई

एक परमाणु द्रव्यमान की इकाई का द्रव्यमान एक C^{12} समस्थानिक के 1/12 वें हिस्से के द्रव्यमान के बराबर होता है।

$1\mu = \frac{1}{12} \times C^{12}$ के एक समस्थानिक का द्रव्यमान

या, $1\mu = 1.66 \times 10^{-27} Kg$



इसी तरह से–

तत्व	परमाणु द्रव्यमान
(i) Hydrogen	1μ
(ii) Carbon	12μ
(iii) Nitrogen	14μ
(iv) Oxygen	16μ
(v) Sodium	23μ
(vi) Magnisium	24μ
(vii) Sulphur	32μ
(viii) Chlorine	35.5μ
(ix) Calcium	40μ

परमाणु किस प्रकार अस्तित्व में रहते हैं

- ज्यादातर तत्वों के परमाणु अत्यधिक अभिक्रियाशील होने के कारण कभी भी मुक्तावस्था में नहीं पाए जाते।
- केवल निष्क्रीय गैसों के परमाणु ही मुक्तावस्था में पाए जाते हैं।

उदाहरण–: He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn

निष्क्रिय गैसों के परमाणुओं को छोड़ अन्य ज्यादातर तत्वों के परमाणु या तो अणुओं का निर्माण करते हैं या फिर आयन के रूप में पाए जाते हैं।

परमाणु (आवेशित)

- आयन (आवेशित)
- अणु (आवेशरहित)

अणु :

–किसी अणु का निर्माण दो या उससे अधिक परमाणुओं के बीच रासायनिक बंध उत्पन्न होने के कारण होता है।

–अणु, तत्वों को छोड़ किसी भी पदार्थ की वह सूक्ष्मतम इकाई है। जो स्वतंत्र रूप से रह सकता है और यह उस पदार्थ के सारे गुणधर्मों को प्रदर्शित कर सकता है।

जैसे की, H_2O अणु जल की सम्पूर्ण गुणधर्मों को प्रदर्शित कर सकता है।

–किसी भी अणु का निर्माण एक ही तरह के परमाणु या भिन्न–भिन्न प्रकार के परमाणुओं के बीच रासायनिक बंध होने के कारणवश हो सकता है।

–इसी आधार पर अणुओं को दो भागों के बाँटा जा सकता है।

अणु

- एक तरह के परमाणुओं से निर्मित
- भिन्न तरह के परमाणुओं से निर्मित (इन्हें यौगिक भी कहा जाता है)

उदाहरण– O_2, N_2, O_3, S_8, P_4 H_2O, CO_2, NaCl, $CaCO_3$ etc.

–परमाणुकता–किसी एक अणु में उपस्थित परमाणुओं की संख्या को परमाणुकता कहते हैं।

क्र.सं.	तत्व	परमाणुकता
1.	Argon	एक परमाणुक
2.	Helium	एक परमाणुक
3.	Oxygen	द्वि-परमाणुक
4.	Hydrogen	द्वि-परमाणुक
5.	Phosphorus	चतुर्यपरमाणुक
6.	Sulphur	बहुपरमाणुक

निष्क्रीय गैसें एक परमाणुक अणुओं का निर्माण करती हैं।

रासायनिक सूत्र–किसी यौगिक का रासायनिक सूत्र उसके संघटक का प्रतीकात्मक निरूपण होता है।

रासायनिक सूत्र की विशेषताएँ

–रासायनिक सूत्र के संघटकों की संयोजकताएँ या आवेश बराबर होने चाहिए।

–धातु एवं अधातु के यौगिक की रासायनिक सूत्र की संरचना में धातु को पहले लिखा जाता है तथा अधातु को उसके बाद।

उदाहरण–CaO, NaCl, CuO.

–बहुपरमाणविक आयन के रासायनिक सूत्र में आने की स्थिति में, इस आयन को ब्रेकिट में रखा जाता है। फिर संयोजक अथवा आवेश को ब्रेकिट के नीचे लगाते हैं।

उदाहरण–$Ca(OH)_2$, $(NH_4)_2 SO_4$.

आणविक द्रव्यमान–किसी भी एक अणु के उपस्थित परमाणुओं के द्रव्यमानों के जोड़ को आणविक द्रव्यमान कहा जाता है। परमाणु द्रव्यमान की भाँति इसका मात्रक भी परमाणु की द्रव्यमान इकाई ही होता है।

उदाहरण–H_2O का द्रव्यमान = 2 × 4 का द्रव्यमान + 1 × 0 का द्रव्यमान

$$H_2O \text{ का द्रव्यमान} = (2 \times 1) + (1 \times 16) = 18\mu$$

सूत्र इकाई द्रव्यमान–किसी पदार्थ का सूत्र इकाई द्रव्यमान उसके सभी संघटक परमाणुओं के परमाणु द्रव्यमानों का योग होता है।

सूत्र द्रव्यमान एवं आणविक द्रव्यमान में केवल अंतर यही है कि यहाँ पर हम उस पदार्थ के सूत्र इकाई द्रव्यमान का उपयोग करते हैं, जिसके संघटक आयन होते हैं।

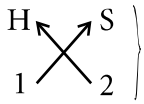
उदाहरण–NaCl का द्रव्यमान = 1 × Na^+ का द्रव्यमान + 1 × Cl का द्रव्यमान

$$= 1 \times 23 + 1 \times 35.5$$

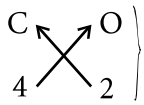
$$NaCl \text{ का द्रव्यमान} = 58.5\mu$$

रासायनिक सूत्र लिखने के नियम–

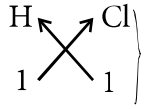
- सबसे पहले तत्वों के परमाणुओं के चिह्नों को लिखा जाता है।
- अब इन चिह्नों के नीचे इनकी संयोजकताओं को लिखा जाता है।
- अब संयोजित परमाणुओं की संयोजकताओं को क्रास करते हैं।
- परिणामस्वरूप पहला परमाणु दूसरे परमाणु की संयोजकता ग्रहण करता है तथा दूसरा परमाणु पहले वाले परमाणु की संयोजकता के ग्रहण करता है।
- संयोजकताओं को क्रास करके रासायनिक सूत्र तैयार हो जाता है।

(i) 

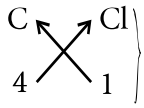
H_2S_1 या H_2S (हाइड्रोजन सल्फाइट)
Hydrogen Sulphide

(ii) 

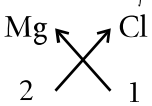
C_2O_4 or CO_2 Carbon Dioxide (कार्बनडाईऑक्साइड)
(यहाँ '2' को दोनों की संख्याओं से भाग दिया जाता है।)

(iii) 

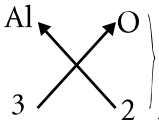
H_1Cl_1 or HCl Hydrochloric Acid (हाइड्रोक्लोरिक अम्ल)

(iv) 

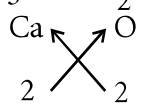
$C1Cl_4$ or CCl_4 Carbon Tetrachloride (कार्बन ट्रेटाक्लोराइड)

(v) 

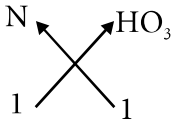
Mg_1Cl_2 or $MgCl_2$ Magnecium Chloride (मैगनिशियम क्लोराइड)

(vi) 

Al_2O_3 Aluminium Oxide (एल्युमिनियम ऑक्साइड)

(vii) 

Ca_2O_2 या CaO Calcium oxide (कैल्शियम ऑक्साइड)

(viii) 

$NaNO_3$ Sodium Nitrate

आयन—आयन, एक परमाणु या परमाणुओं का समूह होता है जिस पर कुछ आवेश (धनात्मक या ऋणात्मक) अवश्य उपस्थित रहता है।

धनावेशित—आयन – Na^+, K^+, Ca^{2+}, Al^{3+}

ऋणावेशित आयन— Cl^-, S^{2-}, OH^-, SO_4^{2-}

आयन

- सरल आयन
  - आवेशित परमाणु कण
    - Mg^{2+} (Manesium Ion), Ma^+ (Sodium Ion)
    - Cl^- (Chloride Ion), Al^{3+} (Alluminium Ion)
- यौगिक आयन
  - आवेशित परमाणुओं का समूह
    - NH_4^+ (Ammonium Ion)
    - CO_3^{2-} (Carbonate Ion)
    - SO_4^{2-} (Sulphate Ion)
    - OH^- (Hydroxide Ion)

आयनिक यौगिकों के रासायनिक सूत्र (यौगिक आयन)

(a) Sodium Carbonate :

Na CO_3
+1 –2 } Na_2CO_3 (सोडियम कार्बोनेट)

(b) Aluminium Sulphate :

Al SO_4
+3 –2 } $Al_2(SO_4)_3$ (एल्युमिनियम सल्फेट)

(c) Calcium Hydroxide

Ca OH
+2 –1 } $Ca(OH)_2$ (कैल्शियम हाइड्राक्साइड)

(d) Ammonium Sulphate

NH_4 SO_4
+1 –2 } $(NH_4)_2SO_4$ (अमोनियम सल्फेट)

(e) Magnecium Hydroxide

Mg OH
+2 –1 } Mg $(OH)_2$ (मैग्निशियम हाइड्राक्साइड)

मोलर द्रव्यमान–मोलर द्रव्यमान किसी भी पदार्थ के एक मोल कणों के द्रव्यमानों का जोड़ होता है।

यानि, मोलर द्रव्यमान = एक मोल पदार्थ कणों का द्रव्यमान

या, मोलर द्रव्यमान = 6.022×10^{23} पदार्थ कणों का द्रव्यमान

उदाहरण–(a) Hydrogen का परमाणु द्रव्यमान '1μ' है जबकि इसका मोलर द्रव्यमान 1gm/mol होता है।

(b) Nitrogen का परमाणु द्रव्यमान '14μ' है, जबकि इसका मोलर द्रव्यमान 14g/mol होता है।

(c) S_8 का मोलर द्रव्यमान = 8 × 'S' का द्रव्यमान = 8 × 32 = 256gm

(d) HCl का सोलर द्रव्यमान = H का मोलर द्रव्यमान + Cl का मोलर द्रव्यमान = 1 + 35.5 = 36.5gm/mol.

मोल–संकल्पना–मोल, 6.022×10^{23} कणों (परमाणु, अणु या आयन्स) का समूह है।

1 मोल परमाणु = 6.022×10^{23} परमाणु

1 मोल अणु = 6.022×10^{23} अणु

उदाहरण–1 मोल Oxygen = 6.022×10^{23} Oxygen परमाणु

6.022×10^{23} को आवागाद्रो संख्या कहा जाता है।

- 1 मोल परमाणुओं का द्रव्यमान उनके ग्राम में तोलित परमाणु द्रव्यमान के बराबर होगा।

महत्वपूर्ण सूत्र–

(i) मोल की संख्या (n) $= \dfrac{\text{दिया गया द्रव्यमान}}{\text{मोलर द्रव्यमान}} = \dfrac{m}{M}$

(ii) मोल की संख्या (n) $= \dfrac{\text{दिए गए कणों की संख्या}}{6.022 \times 10^{23}} = \dfrac{N}{N_0}$

(iii) या, $\dfrac{m}{M} = \dfrac{N}{N_0}$

or, $m = \dfrac{N \times M}{N_0}$

(iv) किसी यौगिक में मौजूद परमाणु का प्रतिशत $= \dfrac{\text{उक्त तत्व का द्रव्यमान}}{\text{यौगिक का द्रव्यमान}} \times 100$

प्रश्न– 2.2gm लोहे के हिस्से में उपस्थित लोहे के परमाणुओं की संख्या ज्ञात करें ? (लोहे का परमाणु द्रव्यमान = 564)

उत्तर– 1 मोल लोहा (Fe) = 56gm (ग्राम में प्रयुक्त परमाणु द्रव्यमान)

या, 1 मोल लोहा (Fe) = 6.022×10^{23} लोहे के परमाणु

या, 56gm लोहा (Fe) = 6.022×10^{23} लोहे के परमाणु

या, 2.8gm लोहा $= \dfrac{6.022 \times 10^{23} \times 2.8}{56}$

2.8gm लोहा = 3.011×10^{22} लोहे के परमाणु

प्रश्न–यदि किसी पदार्थ के एक अणु का द्रव्यमान 5.32×10^{-23}gm है। इस पदार्थ का मोलर द्रव्यमान ज्ञात करें।

उत्तर–पदार्थ के एक अणु का द्रव्यमान = 5.32×10^{-23}gm

$\therefore$ 6.022×10^{23} अणुओं का द्रव्यमान = $5.32 \times 10^{-23} \times 6.022 \times 10^{-23} = 32$gm

प्रश्न–0.5 मोल 'N_2' गैस का द्रव्यमान ज्ञात करें।

उत्तर–1 मोल N_2 गैस = ग्राम में प्रयुक्त 'N_2' का मोलर द्रव्यमान

या 1 मोल N_2 गैस = 28 ग्राम

$\therefore$ 0.5 मोल 'N_2' गैस = $0.5 \times 28 = 14$gm 'N_2'

प्रश्न–8gm 'O_2' अणुओं में इनकी संख्या ज्ञात करें।

उत्तर–ग्राम में प्रयुक्त 'O_2' का मोलर द्रव्यमान = 6.022×10^{23} 'O_2' अणु

या, 32gm 'O_2' अणु = 6.022×10^{23} 'O_2' अणु

या, 8gm 'O_2' अणु = $6.022 \times 10^{23} \times 8/32$ 'O_2' अणु।

8gm 'O_2' अणु = 1.51×10^{23} 'O_2' अणु

अतिलघु उत्तरीय प्रश्न

1. IUPAC का पूर्ण नाम लिखें।
2. परमाणु सिद्धान्त की संरचना करने वाले वैज्ञानिक का नाम बताएँ।
3. रासायनिक संयोजन के किन्हीं दो नियमों का उल्लेख कीजिए।
4. पदार्थ की संरचनात्मक इकाई क्या होती है ?
5. परमाणु त्रिज्या किस मात्रक में प्रयुक्त की जाती है ?
6. आणविक द्रव्यमान को परिभाषित कीजिए।
7. सूत्र इकाई द्रव्यमान को समझाइए।
8. किस तत्व को परमाणु द्रव्यमान मापने हेतु मानक तौर पर उपयोग किया जाता है ?

लघु उत्तरीय प्रश्न

9. परमाणुकता किसे कहते हैं ? किन्हीं दो उदाहरणों से समझाएँ।
10. द्रव्यमान संरक्षण के नियम को समझाएँ।
11. स्थिर अनुपात के नियम को समझाएँ।
12. 'H_2' तथा 'NH_3' के मोलर द्रव्यमानों की गणना करें [परमाणु द्रव्यमान H = 1μ] N = 14μ]

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

13. डॉल्टन के परमाणु सिद्धान्त के महत्वपूर्ण बिन्दुओं की विवेचना कीजिए।
14. किसी तत्व एवं किसी यौगिक के परमाणु किस प्रकार से एक दूसरे से भिन्न हैं ? प्रत्येक का एक उदाहरण दें।

HOTS

15. Oxygen ऑक्सीजन गैस किस प्रकार से ब्रह्मण्ड में उपस्थित होती है ?
16. मुक्त गैसें किस प्रकार से ब्रह्माण्ड में उपस्थित हैं ?
17. '2H' तथा 'H_2' में अंतर बताएँ।

गणनात्मक प्रश्न

18. Oxygen ऑक्सीजन के एक परमाणु का ग्राम में द्रव्यमान ज्ञात कीजिए।
(Oxygen का परमाणु ग्राम में द्रव्यमान = 16g) (उत्तर–2.66×10^{-23} ग्राम)

19. 5 मोल क्लोरीन का ग्राम में परमाणु द्रव्यमान ज्ञात करें।
(क्लोरीन का ग्राम में परमाणु द्रव्यमान = 35.5gm) (उत्तर–177.5 ग्राम)

20. निम्नलिखित के मोल की गणना कीजिए–
(i) 52 ग्राम 'He'
(ii) 12.044×10^{23} 'He' के परमाणु (उत्तर–(i) 13 मोल (ii) 2 मोल)