परमाणु तथा अणु

3 CHAPTER

CONTENTS

- परिचय
- रासायनिक संयोजन के नियम
- डॉल्टन का परमाणु सिद्धान्त
- परमाणु
- तत्वों के संकेत
- परमाणु भार
- अणु
- आयन
- संयोजकता
- रासायनिक सूत्र
- अणुभार / सूत्र भार
- मोल अवधारणा

➢ परिचय

Matter को हिन्दी में 'पदार्थ' कहा जाता है। केनाड (Kanad) पहला व्यक्ति था जिसने बताया कि द्रव्य (या पदार्थ) अति सूक्ष्म कणों का बना होता है। जिन्हें 'परमाणु' कहा जाता है। जाहन डॉल्टन ने इन कणों को 'एटम' कहा। 'परमाणु' शब्द का अर्थ 'अविघटनीय' जो कि ओर अधिक विभाजित नहीं हो सकता है। पदार्थ के कण (या परमाणु) सामान्यतया संयुक्त रूप में पाये जाते है। परमाणुओं का यह संयुक्त रूप अणु कहलाता है। सभी पदार्थ सूक्ष्म कणों के बने होते है जिन्हे परमाणु व अणु कहा जाता है। विभिन्न प्रकार के परमाणु तथा अणु, भिन्न-भिन्न गुण रखते है जिसके कारण विभिन्न प्रकार के पदार्थ भिन्न-भिन्न गुण दर्शाते है।

➢ रासायनिक संयोजन के नियम

रासायनिक संयोजन के नियम, डॉल्टन के पदार्थ के परमाणु सिद्धान्त के विकास में महत्वपूर्ण भूमिका अदा करते है।

रासायनिक संयोजन के दो महत्वपूर्ण नियम होते है।

(A) द्रव्यमान संरक्षण का नियम :

◆ 1774 में लेवोसियर द्वारा द्रव्यमान संरक्षण का नियम दिया। द्रव्यमान संरक्षण के नियम अनुसार :

रासायनिक अभिक्रिया में पदार्थ को ना तो बनाया जा सकता है और ना ही नष्ट किया जा सकता है। पदार्थ जो रासायनिक अभिक्रिया में एक साथ जुड़ते है। 'क्रियाकारक' कहलाते है जबकि रासायनिक अभिक्रिया के परिणाम स्वरूप निर्मित नया पदार्थ 'उत्पाद' कहलाते है। द्रव्यमान संरक्षण के नियम का अर्थ है कि रासायनिक अभिक्रिया में उत्पादों का कुल द्रव्यमान, क्रियाकरकों के कुल द्रव्यमान के बराबर होता है। रासायनिक अभिक्रिया के दौरान द्रव्यमान में कोई परिवर्तन नहीं होता है।

उदा. लेवोसियर ने दर्शाया कि जब मर्क्युरिक ऑक्साइड को गर्म किया जाता है तो यह मुक्त मर्करी तथा ऑक्सीजन बनती है। मर्करी तथा ऑक्सीजन के द्रव्यमानों का योग, मर्क्युरिक ऑक्साइड के द्रव्यमान के बराबर होता है।

मकर्युरिक ऑक्साइड $\rightarrow$ मर्करी + ऑक्सीजन

100 g 92.6 g 7.4 g

हल. क्रियाकारक का द्रव्यमान = 100 g

उत्पादों का द्रव्यमान = 92.6 + 7.4 g = 100.0 g

= 100 g

अतः बने उत्पादों का कुल द्रव्यमान, अभिक्रिया में सम्मिलित क्रियाकारकों के कुल द्रव्यमान के बराबर होता है। इसलिए यह तथ्य द्रव्यमान संरक्षण नियम को संतुष्ट करता है।

(B) स्थिर अनुपात का नियम :

इस नियम को फ्रेंच रासायनिकयए ए.लेवोसियर तथा जॉसेफ प्राउस्ट द्वारा खोजा।एक शुद्ध रासायनिक यौगिक में उपस्थित समान तत्व, समान द्रव्यमान अनुपात में एक साथ जुड़ते है।

उदा. विभिन्न स्त्रोतों जैसे - नदी, कूअें, झरने, समुद्र, आदि से प्राप्त शुद्ध जल में उपस्थित हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन एक साथ 1 : 8 द्रव्यमान के अनुपात में जुड़ते है।

सीमाकारी अभिकर्मक : - एक या अधिक क्रियाकारकों की एक अभिक्रिया में हमे सीमाकारी अभिकर्मक ज्ञात कर सकते है। **"वह अभिकर्मक जो शीघ्रता से खत्म होता है। सीमाकारी अभिकर्मक कहलाता है।"**.

उदाहरण : - NH_3 निर्माण की हैबर विधि में

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

यदि हम H_2 के 3 मोल (6 ग्राम) के साथ N_2 (56 ग्राम) लेते है तो हम बता सकते है कि H_2 के 3 मोल के साथ क्रिया करने के लिए N_2 के केवल 1 मोल प्रर्याप्त होते है। इसका अर्थ है कि 1 मोल N_2 (23 ग्राम) आधिक्य में है तथा H_2 खत्म होगी। जब अभिक्रिया पूर्ण होगी या H_2 सीमाकारी अभिकर्मक है।

➢ डॉल्टन का परमाणु सिद्धान्त

जॉहन डॉल्टन जो मेनचेस्टर में एक अंग्रेजी स्कूल में अध्यापक है, ने रासायनिक संयोजन नियम के आधार पर बताया कि पदार्थ का व्यवहार, परमाणु सिद्धान्त के उपयोग द्वारा स्पष्ट हो सकता है। परमाणु सिद्धान्त के संदर्भ में अपने कार्य को 1808 में प्रकाशित किया है। डॉल्टन के परमाणु सिद्धान्त के मुख्य बिन्दु निम्न है -

- सभी पदार्थ अति सूक्ष्म कणों के बने होते है जिन्हें परमाणु कहते है।
- परमाणु ना बन सकता है और ना ही नष्ट हो सकता है।
- परमाणु विभिन्न प्रकार के होते है। तत्त्वों के रूप में परमाणु विभिन्न प्रकार के होते है।
- एक दिये गये तत्त्व के सभी परमाणु प्रत्येक के सापेक्ष समान होते है। जिनके द्रव्यमान, आकार व रासायनिक गुण समान होते है।
- विभिन्न तत्वों के परमाणु, द्रव्यमान, आकार तथा रासायनिक गुणों में भिन्न होते है।
- दो या दो से अधिक तत्त्वों के मध्य रासायनिक संयोजन में तत्त्वों के परमाणु के एक साथ जुड़ने पर यौगिक के अणु बनते है।
- दिये गये यौगिक में परमाणु की संख्या तथा प्रकार निश्चित होता है।
- रासायनिक संयोजन के दौरान विभिन्न तत्वों के परमाणु छोटी पूर्ण संख्या में जुड़कर यौगिक बनाते है।
- समान तत्त्वो के परमाणु एक या अधिक अनुपात में जुड़कर एक से अधिक यौगिक बना सकते है।

◈ डॉल्टन परमाणु सिद्धान्त की कमियाँ :

पदार्थ के डॉल्टन परमाणु सिद्धान्त की कुछ कमियाँ नीचे दी गई है :

- पदार्थ के डॉल्टन परमाणु सिद्धान्त की एक मुख्य कमी है कि परमाणु स्वतंत्र (जो विभाजित नही हो सकते) होते है। हम जानते है कि विशेष परिस्थितियों में परमाणु और अधिक सूक्ष्मतम कणों में विभाजित हो सकते है जिन्हें इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन कहते है तथा इसलिए परमाणु स्वंय तीन कणों का बना होता है :

  इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन तथा न्यूट्रॉन
- डॉल्टन का परमाणु सिद्धान्त कहता है कि एक तत्त्व के सभी परमाणु का द्रव्यमान पूर्णत समान होता है। यद्यपि अब यह जाना जाता है कि समान तत्त्वों के परमाणुओं के द्रव्यमान बहुत कम भिन्नता रख सकते है।
- डॉल्टन का परमाणु सिद्वान्त बताता है कि विभिन्न तत्वों के परमाणुओं के द्रव्यमान भिन्न होते है। यद्यपि कभी-कभी विभिन्न तत्त्वों के परमाणुओं का द्रव्यमान समान हो सकता है।
- यह विभिन्न तत्त्वों के परमाणु, दुसरों से किस प्रकार भिन्न होते है, को समझाने में असफल रहा अर्थात् यह परमाणु की आन्तरिक संरचना के संदर्भ में कुछ नहीं बताता है।

- यह, विभिन्न तत्त्वों के परमाणु किस प्रकार तथा क्यों एक दुसरे से जुड़कर यौगिक परमाणु या अणु बनाते है, इनकी की व्याख्या नही कर सका।
- यह उन बलों की प्रकृति की व्याख्या करने में असफल रहा जो कि एक अणु में विभिन्न परमाणुओं को एक साथ बाँधे रखते है।
- यह एक तत्व के महत्वपूर्ण कणों के मध्य कोई विभेद को नही बताता जो कि अभिक्रियाओं (परमाणुओं) तथा महत्वपूर्ण कण जो स्वतंत्र अस्तित्त्व (अणु) रखते है, में भाग लेते है।

➢ परमाणु (Atoms)

- सभी पदार्थ परमाणुओं के बने होते है। एक परमाणु, एक तत्त्व का वह सूक्ष्मतम कण होता है जो रासायनिक अभिक्रिया में भाग लेता है। अधिकांश तत्त्वों के परमाणु अधिक क्रियाशील होते है तथा मुक्त अवस्था में अस्तित्व नही रखते। ये समान तत्त्वों के परमाणुओं का एक दूसरे तत्त्व के परमाणुओं के साथ संयोजन में अस्तित्त्व रखते है।
- परमाणु आकार में बहुत अधिक छोटे होते है। एक परमाणु के आकार को इसकी त्रिज्या के द्वारा प्रदर्शित करते है। जो 'परमाण्विक त्रिज्या' कहलाती है। परमाण्विक त्रिज्या को नेनोमीटर में मापा जाता है। नेनोमीटर का संकेत '**nanometres**' होता है।

$$1 \text{ नेनोमीटर} = \frac{1}{10^9} \text{ मीटर}$$

या $\quad 1 \text{ nm} = \frac{1}{10^9} \text{ m}$

या $\quad 1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$

सभी में हाइड्रोजन परमाणु सबसे छोटा परमाणु होता है। ये साधारण प्रकाशिय सूक्ष्मदर्शी से दिखाई नही दे सकता। यद्यपि आधुनिक सूक्ष्मदर्शी जैसे – स्केनिंग ट्यूनिलिंग सूक्ष्मदर्शी से तत्त्वों की सतहों के परिमाणित बिम्ब बनाकर परमाणुओं को दर्शाना सम्भव है।

➢ तत्त्वों के संकेत

पूर्ण लम्बाई के नामों के स्थान पर तत्त्वों को प्रदर्शित करने के क्रम में वैज्ञानिको ने संक्षिप्त नामों का उपयोग किया। तत्त्वों के ये संक्षिप्त नाम संकेत कहलाते है। इस प्रकार संकेत को तत्त्वों के संक्षिप्त नाम के रूप में परिभाषित किया जा सकता है।

◈ तत्त्वों के डॉल्टन संकेत :

डॉल्टन पहला वैज्ञानिक था जिसने तत्त्वों को संक्षिप्त तरीको से प्रदर्शित किया।

तत्त्व	डॉल्टन के संकेत
हाइड्रोजन	⊙
कार्बन	●
ऑक्सीजन	○
फॉस्फोरस	✇
सल्फर	⊕
प्लेटिनम	Ⓟ
आयरन	Ⓘ
कॉपर	Ⓒ
सिल्वर	Ⓢ
गोल्ड	Ⓖ
लेड	Ⓛ
मर्करी	❂

तत्त्वों के लिए डॉल्टन संकेत लिखने में तथा उपयोग करने में असुविधाजनक थे। इसलिए डॉल्टन संकेतो का केवल ऐतिहासिक महत्व है। ये सभी पर उपयुक्त नही होते है।

◈ तत्त्वों के आधुनिक संकेत :

IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) तत्वों के नाम स्वीकार करती है सामान्यतया तत्त्वों के संकेत तत्त्वों के नाम का पहला अक्षर या पहले दो अक्षर या पहले व तीसरे अक्षर होता है। **निम्न तत्त्वों के संकेत, तत्त्व के नाम के प्रथम अक्षर है।**

तत्त्व	संकेत
हाइड्रोजन	H
कार्बन	C
नाइट्रोजन	N
ऑक्सीजन	O
फ्लोरीन	F
फॉस्फोरस	P
सल्फर	S
आयोडीन	I

तत्त्वों के नामों के प्रथम दो अक्षरों से व्युत्पन्न कुछ संकेत

तत्त्व	संकेत
एल्यूमिनियम	Al
बेरियम	Ba
लिथियम	Li
बेरिलियम	Be
निऑन	Ne
सिलिकन	Si
आर्गन	Ar
कैल्शियम	Ca
निकेल	Ni

तत्त्वों के नामों के प्रथम तथा तीसरे अक्षर से व्युत्पन्न कुछ संकेत

तत्त्व	संकेत
आर्सेनिक	As
मैग्नेशियम	Mg
क्लोरीन	Cl
क्रोमियम	Cr
मैग्नीज	Mn
जिंक	Zn
रूबिडियम	Rb

तत्त्वों के लेटिन नामों से व्युत्पन्न कुछ तत्त्व नीचे दिये गये है।

तत्त्व	लेटिन नाम	संकेत
आयरन	फेरम	Fe
गोल्ड	अरम	Au
कॉपर	क्यूप्रम	Cu
पौटेशियम	केलियम	K
सोडियम	नेट्रियम	Na
सिल्वर	अर्जेन्टम	Ag
मर्करी	हाइड्रेजिरम	Hg
टिन	स्टैनम	Sn
लेट	प्लम्बम	Pb
एंटीमनी	स्टीबियम	Sb

यह ध्यान देना महत्त्वपूर्ण है कि प्रत्येक रासायनिक संकेत का प्रथम अक्षर, बड़ा अक्षर होता है। लेकिन यदि संकेत का निर्माण दो अक्षरों से हुआ है तो दूसरा अक्षर बड़ा अक्षर नही होता।

उदा. एल्यूमिनियम के लिए संकेत Al होता है, AL नही। लेड़ Pb होता है, PB नही।

◈ एक तत्त्व के संकेत का महत्त्व

- संकेत, तत्त्व के नाम को दर्शाता है।
- संकेत, तत्त्व के एक परमाणु को दर्शाता है।
- संकेत, तत्त्व के एक मोल परमाणु को भी दर्शाता है। यह संकेत तत्त्व के 6.022×10^{23} परमाणुओं के भी दर्शाता है।
- संकेत, तत्त्व के एक निश्चित द्रव्यमान को दर्शाता है। (ग्राम में व्यक्त परमाणु भार के बराबर)

➢ परमाणु भार

- परमाणु अत्यधिक छोटे होते है। सबसे भारी परमाणु लगभग 10^{-22} g द्रव्यमान का होता है। कभी-कभी एक एकल परमाणु के द्रव्यमान का निर्धारण नही कर सकता। यद्यपि विभिन्न तत्त्वों के परमाणुओं के आपेक्षित द्रव्यमान निर्धारित हो सकते है। सर्वप्रथम सबसे हल्के परमाणु हाइड्रोजन का द्रव्यमान निर्धारित किया गया।

- 1961 में रासायनिज्ञों के अन्तर्राष्ट्रीय संगठन ने विभिन्न तत्त्वों के परमाणु भारों की तुलना के लिए मानक के रूप में कैसे कार्बन (C - 12 समास्थानिक) के अधिक स्थाई समस्थानिक को चयनित किया। एक तत्त्व का परमाणु भार का अर्थ है कि कार्बन - 12 के एक परमाणु के द्रव्यमान से तत्त्व का एक परमाणु कितना गुना भारी है।
- एक तत्त्व के परमाणु भार को 12 amu में लिये गये कार्बन (C - 12 समस्थानिक) के एक परमाणु के द्रव्यमान के सापेक्ष एक परमाणु का औसत आपेक्षित द्रव्यमान के रूप में परिभाषित कर सकते है।

परमाणु भार

$$= \frac{\text{तत्त्व के 1 परमाणु का भार}}{\text{कार्बन} -12 \text{ के एक परमाणु के भार का } \frac{1}{12}}$$

उदा. मैंग्नेशियम का परमाणु भार 24 u है जो प्रदर्शित करता है कि मैग्नेशियम का एक परमाणु, कार्बन-12 परमाणु के $\frac{1}{12}$ से 24 गुना भारी है।

कुछ तत्त्वों के परमाणु भार

	तत्त्व	संकेत	परमाणु भार
1	हाइड्रोजन	H	1 u
2	कार्बन	C	12 u
3	नाइट्रोजन	N	14 u
4	ऑक्सीजन	O	16 u
5	सोडियम	Na	23 u
6	मैग्नशियम	Mg	24 u
7	एल्यूमिनियम	Al	27 u
8	फॉस्फोरस	P	31 u
9	सल्फर	S	32 u
10	क्लोरीन	Cl	35.5 u
11	पौटेशियम	K	39 u
12	कैल्शियम	Ca	40 u
13	आयरन	Fe	56 u
14	कॉपर	Cu	63.5 u

◈ ग्राम परमाणु भार

एक तत्त्व का ग्राम परमाणु भार इस रूप में परिभाषित किया जाता है कि तत्त्व की बहुत अधिक मात्रा जिसे आंकिक रूप से ग्राम में व्यक्त किया जाता है, इसके परमाणु भार के बराबर होता है। ग्राम परमाणु भार को ज्ञात करने के लिए हम आंकिक मान को, कभी-कभी परमाणु भार के रूप में रखते है। लेकिन इकाई को साधारणतया u को g में परिवर्तित करते है। उदाहरण के लिए एल्यूमिनियम का परमाणु भार 27 u है। इसका ग्राम परमाणु भार 27 g होता है।

- **समस्थानिकों का ग्राम परमाणु भार :**

$$\frac{M_1X_1 + M_2X_2}{X_1 + X_2}$$

M_1 तथा M_2 समस्थानिकों के आपेक्षित द्रव्यमान है व X_1 तथा X_2 आपेक्षित % मात्रा है।

उदा. क्लोरीन में उपस्थित दो प्रकार के परमाणुओं के आपेक्षित द्रव्यमान 35 व 37 है तथा इनकी आपेक्षित मात्राऐं 3 : 1 है। इस प्रकार की स्थिति में तत्त्व का परमाणु भार, तत्त्व के विभिन्न प्रकार के समस्थानिकों के आपेक्षित भारों का औसत होता है।

क्लोरीन का परमाणु भार $= \frac{35\times3+37\times1}{4} = 35.5$

परमाणुओ का दो प्रकार से अस्तित्त्व होता है।

(i) अणु (ii) आयन

➢ अणु

- परमाणुओं के संयोजन को अणु कहते है। वह बल जो एक अणु में परमाणुओं को एक साथ बाँधे य ाबनाये रखते है। उसे सहसहंयोजक बंध कहते है।
- अणु पदार्थ का सबसे छोटा कण होता है। जो उस पदार्थ का गुण रखता है तथा मुक्त अवस्था में हो सकता है।

◈ तत्वों के अणु

एक तत्त्व के अणु में उपस्थित दो या अधिक समान परमाणु रासायनिक रूप से एक-दूसरे से जुड़े होते है।

उदा. हाइड्रोजन तत्त्व के एक अणु में उपस्थित 2 हाइड्रोजन परमाणु एक साथ जुड़े होते है तथा इसे H_2 के रूप में लिखा जाता है।

◈ यौगिकों के अणु :

एक यौगिक के अणु में दो या अधिक विभिन्न प्रकार के परमाणु रासायनिक रूप से एक-दूसरे से जुड़े होते है।

उदा. हाइड्रोजन क्लोराइड एक यौगिक है। हाइड्रोजन क्लोराइड् (HCl) के अणु में दो विभिन्न प्रकार के

परमाणु होते है। हाइड्रोजन (H) तथा क्लोराइड् परमाणु (Cl)

कुछ यौगिकों के अणु :

यौगिक	संयुक्त होने वाले तत्त्व	सूत्र	भार अनुपात
जल	हाइड्रोजन व ऑक्सीजन	H_2O	1:8
अमोनिया	नाइट्रोजन तथा हाइड्रोजन	NH_3	14:3
कार्बन डाई ऑक्साइड	कार्बन तथा ऑक्साइड	CO_2	3:8

◈ **परमाणुकता (Atomicity)**

तत्त्व के एक अणु में उपस्थित परमाणुओं की सख्या, इसकी परमाणुकता कहलाती है।

उदा. उत्कृष्ट गैसे (हीलियम, निऑन, ऑर्गन, क्रिप्टोन, आदि.) उनके प्रत्येक अणुओं में एक परमाणु रखती है जैसे - He, Ne, Ar तथा Kr इसलिए उत्कृष्ट गैसों की परमाणुकता 1 होती है।

उदा. हाइड्रोजन (H_2), नाइट्रोजन (N_2), ऑक्सीजन (O_2), क्लोरीन (Cl_2), ब्रोमिन (Br_2), तथा आयोडीन (I_2), इन सभी अणुओं में प्रत्येक में 2 परमाणु होते है। इसलिए हाइड्रोजन, नाइट्रोजन, ऑक्सीजन, क्लोरीन, ब्रोमिन तथा आयोडिन प्रत्येक की परमाणुकता 2 होती है।

कुछ सामान्य तत्त्वों की परमाणुकता :

तत्त्व का प्रकार	नाम	संकेत	परमाणुकता
अधातु	हीलियम	He	एक परमाणुक
	ऑर्गन	Ar	एक परमाणुक
	निऑन	Ne	एक परमाणुक
	हाइड्रोजन	H_2	द्विपरमाण्विक
	क्लोरीन	Cl_2	द्विपरमाण्विक
	नाइट्रोजन	N_2	द्विपरमाण्विक
	ऑक्सीजन	O_2	द्विपरमाण्विक
	फॉस्फोरस	P_4	चतुष्परमाण्विक
	सल्फर	S_8	बहुपरमाण्विक
धातु	सोडियम	Na	एक परमाणुक
	आयरन	Fe	एक परमाणुक
	एल्यूमिनियम	Al	एक परमाणुक
	कॉपर	Cu	एक परमाणुक

➢ आयन

एक आयन, धनावेशित या ऋणावेशित परमाणु (या परमाणुओ का समूह) होता है। एक आयन का निर्माण, परमाणु से इलेक्ट्रॉनों के निकलने या ग्रहण करने पर होता है।

उदा. सोडियम आयन Na^+, मैग्नशियम आयन Mg^{2+}, क्लोराइड़ आयन Cl^-, तथा ऑक्साइड़ आयन O^{2-}.

◆ आयन दो प्रकार के होते है : धनायन तथा ऋणायन

◈ **धनायन :**

धनावेशित आयन को धनायन कहा जाता है। एक परमाणु द्वारा एक या अधिक इलेक्ट्रॉन त्यागकर एक धनायन बनाता है।

उदा. सोडियम परमाणु 1 इलेक्ट्रॉन खोकर सोडियम आयन Na^+, बनाता है। जो धनायन होता है।

$$\underset{\text{सोडियम}}{Na} \xrightarrow{-1 \text{ इलेक्ट्रॉन}} \underset{\text{(एक धनायन)}}{\underset{\text{सोडियम आयन}}{Na^+}}$$

सभी धातु तत्त्वों के आयन, धनायन होते है।

$$\underset{\substack{\text{सोडियम परमाणु}\\ \text{प्रोटॉन} = 11 (+ \text{आवेश})\\ \text{इलेक्ट्रॉन} = 11 (- \text{आवेश})\\ \text{सम्पूर्ण आवेश} = 0}}{Na} \xrightarrow{-1 \text{ इलेक्ट्रॉन}} \underset{\substack{\text{सोडियम आयन}\\ \text{प्रोटॉन} = 11 (+ \text{आवेश})\\ \text{इलेक्ट्रॉन} = 10 (- \text{आवेश})\\ \text{सम्पूर्ण आवेश} = 1+}}{Na^+}$$

◈ **ऋणायन**

एक ऋणावेशित आयन, ऋणायन कहलाता है। एक परमाणु से एक या अधिक इलेक्ट्रॉन ग्रहण करने पर ऋणायन बनता है।

उदा. एक क्लोरीन परमाणु 1 इलेक्ट्रॉन ग्रहण करके एक क्लोराइड़ आयन Cl^- बनाता है। जो ऋणायन होता है।

$$\underset{\text{क्लोरीन परमाणु}}{Cl} \xrightarrow{+1 \text{ इलेक्ट्रॉन}} \underset{\text{(एक ऋणायन)}}{\underset{\text{क्लोरीन आयन}}{Cl^-}}$$

एक ऋणायन में सामान्य परमाणु से अधिक इलेक्ट्रॉन होते है। एक सामान्य परमाणु (या एक उदासीन परमाणु) में प्रोटॉन तथा इलेक्ट्रॉन की संख्या बराबर होती है। अतः एक या अधिक इलेक्ट्रॉनों का एक परमाणु से जुड़ने पर एक ऋणायन बनता है। इसलिए

एक ऋणायन में प्रोटॉनों की अपेक्षा इलेक्ट्रॉन अधिक होते है। सभी अधातु तत्त्वों के आयन, ऋणायन होते है।

Cl	$\xrightarrow{+1 \text{ electron}}$	Cl^-
क्लोरीन परमाणु		क्लोरीन आयन
प्रोटॉन = 17 (+ आवेश)		प्रोटॉन = 17 (+ आवेश)
इलेक्ट्रॉन = 17 (– आवेश)		इलेक्ट्रॉन = 18 (– आवेश)
सम्पुर्ण आवेश = 0		सम्पूर्ण आवेश = 1–

◈ सरल आयन (simple ions)

वे आयन जो केवल एक परमाणु से बनते है, सरल आयन कहलाते है।

उदा. सोडियम आयन Na^+, एक सरल आयन है क्योंकि यह सोडियम परमाणु Na से बना है।

◈ यौगिक आयन (Compound ions) :

वे आयन जो संयुक्त परमाणुओं के समूह से बनते है। यौगिक आयन कहलाते है।

उदा. अमोनियम आयन NH_4^+, एक यौगिक आयन है जो दो प्रकार के परमाणु, नाइट्रोजन तथा हाइड्रोजन के एक साथ जुड़ने पर बनता है।

◈ आयनिक यौगिक :

वे यौगिक जो आयनों से बने होते है उन्हें आयनिक यौगिक कहते है। एक आयनिक यौगिक में धनावेशित आयन (धनायन) तथा ऋणावेशित आयन (ऋणायन) प्रबल स्थिर विद्युत आकर्षण बल द्वारा एक दूसरे से जुड़े होते है। वह बल जो एक आयनिक यौगिक में आयनों को एक साथ बाँन्धें रखता है। उसे आयनिक बधं या विद्युत संयोजी बधं कहते है। अतः एक आयनिक यौगिक का निर्माण धनायनों व ऋणायनों की समान संख्या से होता है। इसलिए एक आयनिक यौगिक पर सम्पूर्ण आवेश शून्य होता है।

उदा. सोडियम क्लोराइड् (NaCl) एक आयनिक यौगिक है। जो धनावेशित सोडियम आयनों (Na^+) तथा ऋणावेशित क्लोराइड़ आयनों (Cl^-) की समान संख्या से बनता है।

कुछ आयनिक यौगिक

S.No.	नाम	सूत्र	उपस्थित आयन
1	सोडियम क्लोराइड	NaCl	Na^+ तथा Cl^-
2	पौटेशियम क्लोराइड	KCl	K^+ तथा Cl^-
3	अमोनियम क्लोराइड़	NH_4Cl	NH_4^+ तथा Cl^-
4	मैग्नेशियम क्लोराइड	$MgCl_2$	Mg^{2+} तथा Cl^-
5	कैल्शियम क्लोराइड	$CaCl_2$	Ca^{2+} तथा Cl^-
6	मैग्नेशियम ऑक्साइड	MgO	Mg^{2+} तथा O^{2-}
7	केल्शियम ऑक्साइड	CaO	Ca^{2+} तथा O^{2-}
8	एल्यूमिनियम ऑक्साइड	Al_2O_3	Al^{3+} तथा O^{2-}
9	सोडियम सल्फेट	NaOH	Na^+ तथा OH^-
10	कॉपर सल्फेट	$CuSO_4$	Cu^{2+} तथा SO_4^{2-}
11	केल्शियम नाइट्रेट	$Ca(NO_3)_2$	Ca^{2+} तथा NO_3^-

➢ संयोजकता

एक तत्व की जोड़ने की क्षमता, इसकी संयोजकता कहलाती है।

सामान्य आयनों के सूत्र एवं संयोजकता

विद्युत धनावेशित आयन			
एक संयोजी		द्विसंयोजी	
नाम	सूत्र	नाम	सूत्र
पौटेशियम	K^+	बेरियम	Ba^{2+}
सोडियम	Na^+	कैल्शियम	Ca^{2+}
कॉपर [I]	Cu^+	मैग्नेशियम	Mg^{2+}
		मैग्नीज [II]	Mn^{2+}
		जिंक	Zn^{2+}
सिल्वर	Ag^+	आयरन [II]	Fe^{2+}
अमोनियम	NH_4^+		
हाइड्रोजन	H^+	निकेल	Ni^{2+}
		आयरन	Co^{2+}
		टिन [II]	Sn^{2+}
		कैडमियम	Cd^{2+}
		लेड़ [II]	Pb^{2+}
		कॉपर [II]	Cu^{2+}
त्रिसंयोजी		चतुसंयोजी	
नाम	सूत्र	नाम	सूत्र
एल्युमिनियम	Al^{3+}	मैग्नीज [II]	Mn^{4+}
क्रोमियम	Cr^{3+}	टिन [IV]	Sn^{4+}
आयरन [III]	Fe^{3+}	लेड़ [IV]	Pb^{4+}
गोल्ड	Au^{3+}	प्लेटिनम	Pt^{4+}

विद्युत धनावेशित आयन			
एकलसंयोजी		द्विसंयोजी	
नाम	सूत्र	नाम	सूत्र
हाइड्रॉक्साइड	OH^-	कार्बोनेट	CO_3^{2-}
हाइड्राइड	H^-	क्रोमेट	CrO_4^{2-}
फ्लोराइड्	F^-	डाइक्रोमेट	$Cr_2O_7^{2-}$
क्लोराइड्	Cl^-	मैग्नेट	MnO_4^{2-}
ब्रोमाइड	Br^-	टेट्राथायोनेट	$S_4O_6^{2-}$
आयोडाइड्	I^-	सल्फाइड़	S^{2-}
बाइकार्बोनेट	HCO_3^-	सल्फाइट	SO_3^{2-}
बाइसल्फाइट	HSO_3^-	सल्फेट	SO_4^{2-}
बाइसल्फेट	HSO_4^-	ऑक्साइड	O^{2-}
क्लोरेट	ClO_3^-	जिंकेट	ZnO_2^{2-}
हाइपोक्लोराइट	ClO^-	थायोसल्फेट	$S_2O_3^{2-}$
नाइट्राइट	NO_2^-		
नाइट्रेट	NO_3^-		
परमैग्नेट	MnO_4^-		

त्रिसंयोजी		चतुसंयोजी	
नाम	सूत्र	नाम	सूत्र
नाइट्राइड	N^{3-}	फेरोसायनाइड	$Fe(CN)_6^{4-}$
फॉस्फेट	PO_4^{3-}		
फेरिसायनाइड	$Fe(CN)_6^{3-}$		
फॉस्फाइट	P^{3-}	प्लेटिनम आयन (IV)	Pt^{4+}

◈ **परिवर्तनशील संयोजकता :**

कुछ निश्चित तत्त्व उनके आयनों में (यौगिको में) एक या अधिक परिवर्तनशील संयोजकता दर्शाते है।

उदा. आयरन इसके यौगिकों में Fe^{2+} या Fe^{3+} के रूप में होता है। इस प्रकार की स्थिति में न्यूनतम संयोजकता वाले आयन के नाम के अन्त में अनुलग्न

'अस' तथा उच्च संयोजकता के नाम के अन्त में अनुलग्न 'इक' लगाते है।

परिवर्तनशील संयोजकता दर्शाने वाले कुछ मूल आयन :

नाम	सूत्र
क्यूप्रस	Cu^{+}
क्युप्रिक	Cu^{2+}
मर्कसूरस	Hg_2^{2+}
मर्क्यूरिक	Hg^{2+}
फेरस	Fe^{2+}
फेरिक	Fe^{3+}
प्लम्बस	Pb^{2+}
प्लम्बिक	Pb^{4+}
स्टैनस	Sn^{2+}
स्टैनिक	Sn^{4+}
ऑरस	Au^{+}
ऑरिक	Au^{3+}

रासायनिक सूत्र

- एक यौगिक को रासायनिक सूत्र द्वारा संक्षिप्त में प्रदर्शित किया जाता है।
- एक यौगिक का रासायनिक सूत्र इसमें उपस्थित तत्त्वों के संकेतों के पदों में यौगिक के अणु का सगंठन दर्शाता है।

उदा. जल, हाइड्रोजन तत्त्व के 2 परमाणुओं तथा ऑक्सीजन तत्त्व के 1 परमाणु से बना एक यौगिक है। इसलिए जल के सूत्र को H_2O प्रकार से लिखा जाता है। H_2O सूत्र में आधार में लिखा 2, हाइड्रोजन के 2 परमाणुओं को दर्शाता है। जल के सूत्र में ऑक्सीजन (O) को बिना आधार (subscript) के लिखा जाता है जो ऑक्सीजन के एक परमाणु को दर्शाता है।

◈ तत्त्वों के एक सूत्र :

- एक तत्त्व का रासायनिक सूत्र, इसके अणु के सघंटन को बताता है जिनमें संकेत, तत्त्व के बारे में बताता है तथा आधार (subscript), एक अणु में उपस्थित परमाणुओं की संख्या बताता है। हाइड्रोजन तत्त्व के एक अणु में हाइड्रोजन के दो परमाणु होते है। इसलिए हाइड्रोजन का सूत्र H_2 होता है।

उदा. सूत्र H_2 दर्शाता है कि हाइड्रोजन तत्त्व के एक अणु में हाइड्रोजन के 2 परमाणु है। 2 H, हाइड्रोजन के 2 पृथक परमाणुओं को प्रदर्शित करते है। H_2, हाइड्रोजन के एक अणु को तथा $2H_2$ हाइड्रोजन के 2 अणु को प्रदर्शित करता है।

◈ यौगिको के सूत्र :

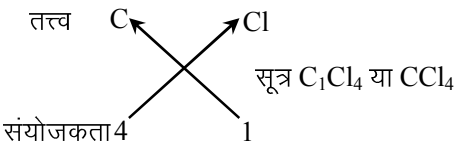
- एक यौगिक का रासायनिक सूत्र, इसके संघटन को बताता है जिसमें रासायनिक संकेत, उपस्थित तत्त्व को बताता है तथा आधार (subscripts) यौगिक के एक अणु में उपस्थित प्रत्येक तत्त्व के परमाणुओं की संख्या बताते है।

उदा. जल एक यौगिक है जिसके अणु में हाइड्रोजन के 2 परमाणु तथा ऑक्सीजन को 1 परमाणु है। इसलिए जल का सूत्र H_2O होता है।

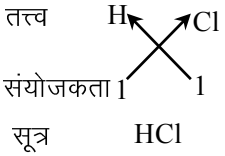
◈ रासायनिक सूत्र को लिखने के नियम :

- सर्वप्रथम तत्त्वों के संकेतो को लिखते है जो यौगिक को बनाते है।
- प्रत्येक तत्त्व के संकेत के नीचे उनकी संयोजकता लिखते है।
- अंत में संयुक्त होने वाले परमाणुओं की संयोजकताओं का वज्र गुणा (तिरछा गुणा) करते है। जिससे प्रथम परमाणु के साथ द्वितीय परमाणु की संयोजकता (आधार के रूप में) तथा द्वितीय परमाणु के साथ प्रथम परमाणु की संयोजकता (आधार के रूप में) लिखते है।

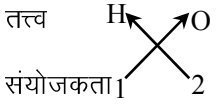
उदा.



उदा.

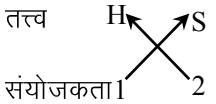


उदा.



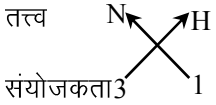
सूत्र H_2O

उदा.



सूत्र H_2S

उदा.



सूत्र NH_3

◈ एक यौगिक का सूत्र लिखना :

पद-1 :

यौगिक के आयनों के संकेतों को लिखते समय धनायन को बाये हाथ की ओर तथा ऋणायन को दायें हाथ की ओर लिखते है।

पद-2 :

कोष्टक में बहुपरमाण्विक आयन को बंद करते है।

पद-3 :

प्रत्येक आयन की संयोजकता को इनके संकेत के नीचे लिखते है।

पद-4 :

संयोजकताओं के मानों को सरल अनुपात में बदलने के लिए समान गुणांक से विभाजित करते है यदि कोई हो।

पद-5 :

संयोजकताओं को तिरछा लिखते है। आयनों के धनावेश व ऋणावेश को नही लिखते है।

उदा. बेरियम नाइट्रेड का सूत्र

पद-1 : आयनों का सूत्र लिखते है।

Ba^{2+} NO_3^-

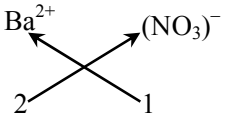
पद-2 : Ba^{2+} $(NO_3)^-$

पद-3 : Ba^{2+} $(NO_3)^-$

2 1

पद-4 : समान गुणांक से भाजित करना आवश्यक नही है क्योकि अनुपात पहले से ही सरल है।

पद-5 :



अतः बेरियम नाइट्रेट का सूत्र $Ba(NO_3)_2$ होता है।

◈ एक पदार्थ के सूत्र का महत्व :

- सूत्र, पदार्थ के नाम को दर्शाता है।
- सूत्र, पदार्थ के एक अणु को दर्शाता है।
- सूत्र, पदार्थ के एक मोल को भी दर्शाता है तथा सूत्र, पदार्थ में 6.022×10^{23} अणुओं को प्रदर्शित करता है।
- सूत्र, अणु में उपस्थित सभी तत्त्वों के नाम को बताता है।
- सूत्र, एक अणु में उपस्थित प्रत्येक तत्त्व के परमाणुओं की संख्या देता है।
- सूत्र, पदार्थ के एक निश्चित द्रव्यमान को प्रदर्शित करता है।

➢ अणुभार/अणुसूत्र

अणु भार को इस प्रकार व्यक्त किया जाता है कि एक पदार्थ का अणु, कार्बन (कार्बन-12) के एक परमाणु के $\frac{1}{12}$ भाग से कितना गुना भारी है।

अतः अणुभार =

$$\frac{\text{एक अणु का भार}}{\text{एक परमाणु का } \frac{1}{12} \text{ भार (कार्बन} - 12)}$$

अणुभार $= 2 \times$ वाष्प घनत्व

उदा. जल का एक अणु कार्बन परमाणु के $\frac{1}{12}$ भाग से 18 गुना भारी है। इसलिए जल का अणुभार 18 u होता है।

◈ **परमाणु भार से अणुभार की गणना :**

अणु, विभिन्न तत्त्वों के एक या अधिक परमाणुओं से बने होते है। इसलिए अणुभार की गणना पदार्थ के एक अणु में उपस्थित सभी परमाणुओं के परमाणु भारों के योग के रूप में की जा सकती है।

उदा. अमोनिया का सूत्र NH_3 होता है। यह N के एक परमाणु तथा H के तीन परमाणुओं से बना होता है। N तथा H परमाणु भार क्रमशः 14.0 तथा 1 है। इसलिए NH_3 का अणुभार निम्न होता है।

NH_3 का अणुभार = N का परमाणु भार + 3 × H का परमाणु भार = 14 + 3 × 1 = 17 u

उदा. सल्फ्यूरिक अम्ल का सूत्र H_2SO_4 है। यह दो H, एक S तथा चार O परमाणुओं का बना होता है। H, S तथा O के परमाणु भार क्रमशः 1,32 तथा 16 है। इसलिए H_2SO_4 का अणुभार निम्न प्रकार होता है।

H_2SO_4 का अणुभार =

(2 × H का परमाणु) + (1 × S का परमाणु)

+ (4 × O का परमाणु भार)

= (2 × 1) + (1 × 32) + (4 × 16) = 98 u

◈ **ग्राम अणुभार :**

एक पदार्थ का ग्राम में अणुभार इसका ग्राम अणु भार कहलाता है।

उदा. ऑक्सीजन O_2 का अणुभार = 32 u

इसलिए ऑक्सीजन O_2 का अणुभार = 32 ग्राम

➢ मोल अवधारणा

परमाणु तथा अणु छोटे आकार के होते है जो कि स्वतंत्र रूप से ज्ञात नहीं हो सकते है। रसायनिज्ञ, परमाणुओं अणुओं या आयनों की गणना के लिए इकाई मोल का उपयोग करते है। इसे n द्वारा प्रदर्शित करते है। एक मोल, 6.022×10^{23} कणों को प्रदर्शित करता है।

उदा. परमाणुओं का 1 मोल = 6.022×10^{23} परमाणु

अणुओं का 1 मोल = 6.022×10^{23} परमाणु

किसी भी पदार्थ के 1 मोल में उपस्थित कणों की संख्या निश्चित अर्थात् 6.022×10^{23} होती है।

इस संख्या को आवागाद्रों स्थिरांक या आवोगाद्रों संख्या कहते है।

इसे संख्या द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

परमाणुओं का 1 मोल = 6.022×10^{23} अणु

= तत्त्व का ग्राम अणुभार या मोलर भार

$$\text{मोलो की संख्या} = \frac{\text{तत्त्व का भार}}{\text{मोलर भार}}$$

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

$$\text{मोलों की संख्या} = \frac{\text{दिए गए परमाणुओं की संख्या}}{\text{आवोगाद्रों संख्या}}$$

$$n = \frac{N}{N_0}$$

मोलो की संख्या = n

दिया गया भार = m

मोलर भार = M

दिये गये कणों की संख्या = N

कणों की आवोगाद्रों संख्या = N_0

ये सम्बन्ध तत्त्व के भार के रूप में अन्त–परिवर्तित हो सकते है।

तत्व का भार $m = n \times M$

या तत्वों के कणों की संख्या, $N = n \times N_0$

इसी तरह

अणुओं का 1 मोल = 6.022×10^{23} अणु

= ग्राम अणुभार या मोलर भार

$$\text{मोलों की संख्या} = \frac{\text{पदार्थ का भार}}{\text{मोलर भार}}$$

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

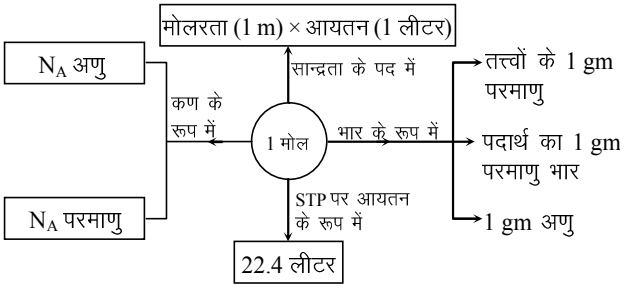
मोलों की संख्या

$$= \frac{\text{दिये गये अणुओं की संख्या}}{\text{आवाग्रादों संख्या}}$$

$$n = \frac{N}{N_0}$$

या $m = n \times M$ तथा $N = n \times N_0$

◈ **मोल, कणों की संख्या व भार के मध्य सम्बन्ध तथा एक दूसरे में अन्तः परिवर्तन :**



मोलरता (M) : विलयन के एक लीटर में उपस्थित विलेय के मोल को मोलरता कहते है।

$$M = \frac{\text{विलेय के मोलों की संख्या}}{\text{लीटर में विलयन का आयतन}}$$

उदा. चाँदी के एक आभूषण में 20 g चाँदी है। उपस्थित सिल्वर (चाँदी) के मोलो की गणना करो। (सिल्वर का परमाणु भार = 180 u)

हल. सिल्वर के मोल $n = \frac{m}{M}$

सिल्वर का भार $m = 20$ g,

सिल्वर का मोलर द्रव्यमान,

$M = 108$ g

$\therefore \quad n = \frac{20}{108} = 0.185$ मोल

उदा. CO_2 के इसके 51.2 लीटर में कितने मोल उपस्थित होते है।

उदा. CO_2 का अणुभार $= 12 + 2 + 16 = 44$ u

CO_2 का मोलर भार $(M) = 44$ g

CO_2 का भार $(m) = 51.2$ g

CO_2 मोल $n = \frac{m}{N} = \frac{51.2}{44} = 1.16$ मोल

उदा. निम्न के भार की गणना कीजिए।

(i) N_2 गैस के 0.5 मोल

(ii) N परमाणुओं के 0.5 मोल

हल. N_2 गैस के 0.5 मोल

भार = मोलर भार × मोलो की संख्या

$m = M \times n$

$M = 28$ g, $n = 0.5$

$\therefore \quad m = 28 \times 0.5 = 14$ g

(ii) N परमाणुओं के 0.5 मोल का भार = मोलर भार × मोलो की संख्या

$m = M \times n$

$n = 0.5$ मोल, $M = 14$ g

$m = 14 \times 0.5 = 7$ g

◈ अणुसूत्र से एक तत्त्व का भार प्रतिशत :

एक यौगिक का अणुसूत्र के उस सूत्र के रूप में परिभाषित किया जा सकता है। जो यौगिक के अणु में उपस्थित विभिन्न तत्त्वों के परमाणुओं की संख्या होती है।

उदा. ग्लूकोज का अणुसूत्र $C_6H_{12}O_6$ है। यह प्रदर्शित करता है कि ग्लूकोज के एक अणु में 6 कार्बन परमाणु, 12 हाइड्रोजन परमाणु तथा 6 ऑक्सीजन परमाणु होते है।

प्रत्येक तत्त्व का भार प्रतिशत, निम्न सूत्र द्वारा ज्ञात किया जा सकता है।

तत्त्व X का भार प्रतिशत

$$= \frac{\text{1 मोल में X का भार}}{\text{ग्राम अणुभार}} \times 100.$$

उदा. फॉर्मेल्हाइड (CH_2O) के भार प्रतिशत की (भार द्वारा) गणना कीजिए।

हल. फॉर्मेल्हाइड का अणुभार

$CH_2O = 12 \times 1 + 1 \times 2 + 16 \times 1 = 30$

फॉर्मेल्डिहाइड के 1 मोल का भार (12 g.) = 30 g

CH_2O के 1 मोल में कार्बन (12 g) के 1 मोल हाइड्रोजन (2 g) के 2 मोल तथा ऑक्सीजन (16 g) के 1 मोल है।

कार्बन का प्रतिशत $= \frac{12g}{30g} \times 100 = 40.0\%$

हाइड्रोजन का प्रतिशत $= \frac{2g}{30g} \times 100 = 6.7\%$

ऑक्सीजन का प्रतिशत $= \frac{16g}{30g} \times 100 = 53.3\%$

◈ मूलानुपाती सूत्र :

एक यौगिक के मूलानुपाती सूत्र को उस सूत्र के रूप में परिभाषित किया जाता है जो यौगिक के अणु उपस्थित विभिन्न तत्त्वों के परमाणुओं का सरलतम पूर्णांक अनुपात देता है।

उदा. ग्लूकोज ($C_6H_{12}O_6$) यौगिक का मूलानुपाती सूत्र CH_2O है जो दर्शाता है कि C, H, तथा O, 1 : 2 : 1 के सरलतम अनुपात में उपस्थित होते है।

◈ मूलानुपाती सूत्र को लिखने के नियम :

मूलानुपाती सूत्र को निम्न पदों द्वारा ज्ञात किया जाता है।

- प्रत्येक तत्त्वों के प्रतिशत को उनके परमाणु भार से भाजित करते है। यह यौगिक में उपस्थित विभिन्न तत्त्वों के मोलो की आपेक्षित संख्या देते है।
- उपर्युक्त पद में प्राप्त गुणांक को उनके सबसे छोटे मान से भाजित करते है जिससे कि विभिन्न तत्त्वों के मोलो का सरल अनुपात प्राप्त होता है।
- यदि आवश्यक हो तो प्राप्त आकड़ो को एक उपयुक्त संख्या (integer) से गुना करते है। जिससे पूर्णांक अनुपात प्राप्त होता है।
- अतं में विभिन्न तत्त्वों के संकेतों को अलग-अलग लिखते है तथा संख्या को ऊपर व आधार को प्रत्येक संकेत के दायें हाथ के नीचे कोने पर नीचे लिखते है। यह यौगिक का मूलानुपाती सूत्र को दर्शाता है।

उदा. एक पदार्थ का विश्लेषण करने पर निम्न सघंटन देता है। Na = 43.4%, C = 11.3%, O = 45.3%. इसके मुलानुपाती सूत्र की गणना कीजिए।

[परमाणु भार = Na = 23, C = 12, O = 16]

हल.

तत्त्व	संकेत	%	परमाणु भार	मोलो की आपेक्षित अनुपात	मोलो का सरल अनुपात	सरलतम पूर्णांक अनुपात
सोडियम	Na	43.4	23	$\frac{43.4}{23} = 1.88$	$\frac{1.88}{0.94} = 2$	2
कार्बन	C	11.3	12	$\frac{11.3}{12} = 0.94$	$\frac{0.94}{0.94} = 1$	1
ऑक्सीजन	O	45.3	16	$\frac{45.3}{16} = 2.83$	$\frac{2.83}{0.94} = 3$	3

अतः मुलानुपाती सूत्र Na_2CO_3 होता है।

◈ अणुसूत्र को ज्ञात करना :

अणुसुत्र = मूलानुपाती सूत्र × n

$$n = \frac{\text{अणुसूत्र}}{\text{मुलानुपाती सूत्र}}$$

उदा. उस यौगिक का सरलतम सूत्र क्या होता है। जिसमें निम्न प्रतिशत सघंटन है। कार्बन 80% हाइड्रोजन 20% यदि अणुभार 30 हो तो इसके अणुसुत्र की गणना कीजिए।

हल. मुलानुपाती सूत्र की गणना :

तत्त्व	%	परमाणु भार	मोलो की आपेक्षित संख्या	मोलो का सरल अनुपात	सरलतम पूर्णांक अनुपात
C	80	12	$\frac{80}{12} = 6.66$	$\frac{6.66}{6.66} = 1$	1
H	20	1	$\frac{20}{1} = 20$	$\frac{20}{6.66} = 3$	3

∴ मूलानुपाती सूत्र CH_3 है।

अणुसुत्र की गणना :

मुलानुपाती सूत्र भार = 12 × 1 + 1 × 3 = 15

$$n = \frac{\text{अणुसुत्र}}{\text{मुलानुपाती सूत्र}} = \frac{30}{15} = 2$$

आण्विक सूत्र = मूलानुपाती सूत्र × 2 = $CH_3 \times 2$

= C_2H_6.

उदा. $CaCO_3$ के नमूने को गर्म करने पर NTP पर निष्कासित CO_2 का आयतन 112 cc है।

तब निम्न की गणना कीजिए -

(i) निर्मित CO_2 के द्रव्यमान

(ii) लिये गये $CaCO_3$ के द्रव्यमान

(iii) शेष CaO के द्रव्यमान

हल. (i) निर्मित CO_2 के मोल = $\frac{112}{22400} = \frac{1}{200}$ मोल

CO_2 का भार = $\frac{1}{200} \times 44 = 0.22$ gm

(ii) $CaCO_3$ के मोल → CaO + CO_2 (1/200 mole)

$CaCO_3$ का भार = $\frac{1}{200}$ mole

∴ $CaCO_3$ का भार = $\frac{1}{200} \times 100 = 0.5$ gm

(iii) निर्मित CaO के मोल = $\frac{1}{200}$ मोल

CaO का भार = $\frac{1}{200} \times 56 = 0.28$ gm

CaO के भार या द्रव्यमान का रूपान्तरण

= लिये गये $CaCO_3$ का द्रव्यमान–निर्मित CO_2 का द्रव्यमान

= 0.5 – 0.22 = 0.28 gm

उदा. यदि 1.6 gm Fe_2O_3 में उपस्थित सभी आयरन अभिक्रिया के पश्चात् $FeSO_4$. $(NH_4)_2SO_4.6H_2O$ के

रूप में रूपान्तरित होते है तो प्राप्त उत्पाद के द्रव्यमान की गणना कीजिए।

हल. यदि सभी आयरन परिवर्तित होगे तब क्रियाकारक तथा उत्पाद में Fe के मोल परमाणुओं की संख्या समान होगी।

$\therefore$ Fe_2O_3 के मोल $= \frac{1.6}{160} = \frac{1}{100}$

Fe के मोल परमाणु $= 2 \times \frac{1}{100} = \frac{1}{50}$

$FeSO_4.(NH_4)_2SO_4.6H_2O$ के मोल, Fe के मोल परमाणु के समान होगें क्योकि एक अणु में Fe का एक परमाणु उपस्थित होता है।

$\therefore$ $FeSO_4.(NH_4)_2.SO_4.6H_2O$ के मोल $= \frac{1}{50}$

$\therefore$ द्रव्यमान $= \frac{1}{50} \times$ अणु भार

$= \frac{1}{50} \times 342 = 7.84$ gm.

उदा. जब NTP पर लिये गये N_2 के 1.12 लीटर, H_2 से $N_2 + 2H_2 \longrightarrow N_2H_4$ के अनुसार क्रिया करते है तो प्राप्त हाइड्रेजीन के द्रव्यमान की गणना कीजिए।

हल. लिये गये N_2 के मोल $= \frac{1.12}{22.4} = \frac{1}{20}$

$N_2 + 2H_2 \longrightarrow N_2H_4$

(1/20 mole) (1/20 mole)

N_2H_4 का द्रव्यमान $= \frac{1}{20} \times 32 = 1.6$ gm

उदा. जब 0.2 M H_2SO_4 का 100 ml, NaOH द्वारा पूर्णत उदासीन होता है तो प्राप्त Na_2SO_4 के भार की गणना कीजिए।

हल. लिये गये H_2SO_4 के मोल =

मोलरता $\times$ आयतन (लीटर) $= 0.2 \times \frac{100}{1000} = 0.02$

$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

0.02 मोल 0.02 मोल

प्राप्त Na_2SO_4 के मोल $= 0.02$

Na_2SO_4 का द्रव्यमान $= 0.02 \times 142 = 2.84$ gm