Chapter 01
रसायन विज्ञान की कुछ मूलभूत अवधारणा
Some Basic Concepts of Chemistry

CONTENT

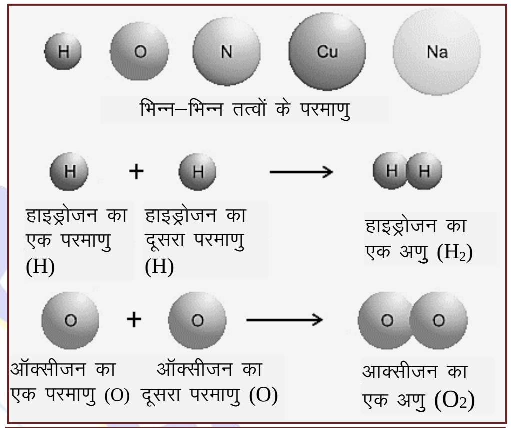
- ब्रह्मांड का वर्गीकरण
- भौतिक गुणों का मापन एवं और मात्रकों की अंतर्राष्ट्रीय पद्धति (SI)
- मोल अवधारणा
- प्रतिशत संघटन, मुलानुपाती और आणविक सूत्र
- रासायनिक समीकरण
- स्ट्रॉइकियोमीट्री
- सीमांत अभिकर्मक
- POAC
- तुल्यांकी भार
- परमाणु भार और आणविक भार की गणना की विधियाँ
- यूडियोमेट्री
- सान्द्रता पद
- डाल्टन के परमाणु सिद्धांत और रासायनिक संयोजन के नियम।

परिचय (INTRODUCTION):

➢ रसायन विज्ञान द्रव्य के गुणों तथा संरचनाओं, संघटन के बारे में बताती है।

➢ इन पहलुओं को परमाणुओं तथा अणुओं, द्रव्य के मूल घटकों के रूप में समझा तथा अच्छी तरह वर्णन किया जा सकेगा।

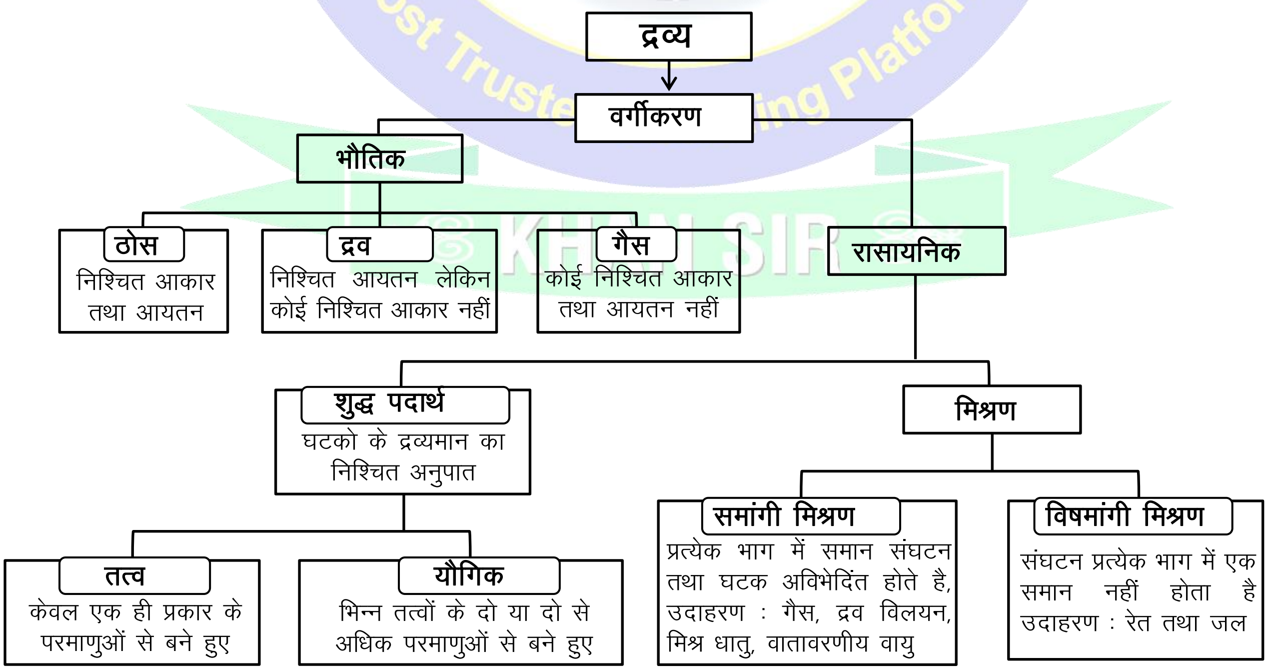
➢ इसीलिए रसायन विज्ञान अणुओं तथा परमाणुओं का विज्ञान कहलाता है। क्या हम इन कणों के भार को महसूस कर सकते हैं?



परमाणुओं और अणुओं की व्यवस्था

➢ क्या किसी द्रव्य के दिए गए द्रव्यमान में अणुओं तथा परमाणुओं की संख्या की गणना करना संभव है? क्या इन कणों का संख्या तथा द्रव्यमान के बीच मात्रात्मक सम्बंध होता है? हम इस इकाई में कुछ इस प्रकार के प्रश्नों का उत्तर देंगें।

➢ हम आगे वर्णन करेगें कि कैसे द्रव्य के भौतिक गुणों को कुछ इकाई के साथ संख्यात्मक मानों का उपयोग करके मात्रात्मक वर्णन होगा।



ब्रह्माण्ड का वर्गीकरण (CLASSIFICATION OF UNIVERSE)

(A) द्रव्य (Matter) (B) ऊर्जा (Energy)

(A) द्रव्य (Matter) (पदार्थ) : ऐसी वस्तु जो स्थान घेरती हो, जिसका द्रव्यमान हो ओर जिसको अपनी 5 इन्द्रियों से महसुस कर सकते हो उसे द्रव्य कहते है।

द्रव्य को 2 प्रकार से वर्गीकृत करते है :

(I) भौतिक वर्गीकरण (Physical classification)

(II) रासायनिक वर्गीकरण (Chemical classification)

भौतिक वर्गीकरण (PHYSICAL CLASSIFICATION):

➢ यह सामान्य ताप व दाब पर द्रव्य की भौतिक अवस्था पर आधारित है, इसलिए दो प्रकार के बलों की प्रकृति के आधार पर द्रव्य को 3 प्रकार में वर्गीकृत गया है।

(A) ठोस (Solid) **(B) द्रव (Liquid)**

(C) गैस (Gas)

(A) ठोस (Solid): ऐसा पदार्थ (substance) जिसका आयतन व आकार दोनों ही निश्चित हो उसे ठोस कहते है।

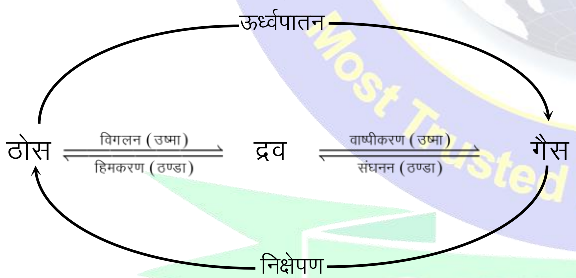
e.g. चीनी, लोहा, सोना, लकडी आदि

(B) द्रव (Liquid) : ऐसा पदार्थ जिसका आयतन निश्चित हो लेकिन आकार निश्चित नहीं हो उसे द्रव कहते है।

e.g. जल, दुध, तेल, पारा, एल्कोहॉल आदि

(C) गैस (Gas) : ऐसा पदार्थ जिसका न तो आयतन निश्चित हो और न ही आकार निश्चित हो, उसे गैस कहते है।

e.g.हाइड्रोजन (H_2), ऑक्सीजन (O_2), कार्बन डाईऑक्साइड (CO_2), आदि।



रासायनिक वर्गीकरण (CHEMICAL CLASSIFICATION)

इसे दो प्रकारों में विभाजित किया जा सकता है: –

(A) शुद्ध पदार्थ (Pure Substance) : ऐसे पदार्थ जिनमें एक ही प्रकार के पदार्थ उपस्थित हो शुद्ध पदार्थ कहलाते है। किसी भी शुद्ध पदार्थ को भौतिक विधि के द्वारा इसके अवयवों में अलग– अलग नहीं कर सकते है।

शुद्ध पदार्थ 2 प्रकार के होते है :

(i) तत्व (Element)

(ii) यौगिक (Compound)

e.g. तत्व (element) = Na, Mg, Ca .... आदि

यौगिक (Compound) = HCl, H_2O, CO_2, HNO_3 ...... आदि

(a) तत्व (Element) : ऐसे शुद्ध पदार्थ जिसमें एक ही प्रकार के परमाणु (atom) उपस्थित हो तत्व कहलाते है।

भौतिक व रसायनिक गुण धर्म के अनुसार तत्व को 3 भागो में विभाजित किया जाता है :

(i) धातु → Zn, Cu, Hg, Ac, Sn, Pb आदि

(ii) अधातु → N_2, O_2, Cl_2, Br_2, F_2, P_4, S_8 आदि

(iii) उपधातु → B, Si, As, Te आदि

(b) यौगिक: इसे शुद्ध पदार्थ के रूप में परिभाषित किया जाता है जिसमें एक से अधिक प्रकार के तत्व या परमाणु होते हैं जो भार के एक निश्चित अनुपात में एक साथ जुड़ जाते हैं और जिन्हें उपयुक्त रासायनिक विधि द्वारा सरल पदार्थ में विघटित किया जा सकता है। यौगिक के गुण उसके घटक तत्वों के गुणों से पूर्णतः भिन्न होते हैं।

e.g. HCl, H_2O, H_2SO_4, $HClO_4$, HNO_3 आदि।

(B) मिश्रण (Mixture) :

ऐसे पदार्थ जिसमें एक से अधिक विभिन्न प्रकार के पदार्थ उपस्थित हो, जो कि भार के अनुसार किसी भी अनुपात में उपस्थित हो मिश्रण कहलाते है। मिश्रण का गुण धर्म, उसके अवयवों का ही गुणधर्म होता है। साधारण भौतिक विधि के द्वारा मिश्रण को अलग कर सकते है।

मिश्रण को दो प्रकार में वर्गीकृत किया गया है :

(i) संमागी मिश्रण (Homogeneous mixture): ऐसा मिश्रण जिसमें सभी अवयव समान रूप से उपस्थित हो संमागी मिश्रण कहलाता है। मिश्रण के सभी अवयव एकल प्रावस्था में उपस्थित होते है। **e.g.** जल + लवण, जल + चीनी, जल + एल्कोहॉल,

(ii) विषमांगी मिश्रण (Heterogeneous mixture): ऐसा मिश्रण, जिसमें सभी अवयव समान रूप से उपस्थित नहीं हो, यह दो या अधिक प्रावस्था रखते है। विषमांगी मिश्रण कहलाता है।

e.g. जल + रेत, जल + तेल, रक्त, हवा, पेट्रोल आदि।

भौतिक गुणों का मापन एवं मात्रको की अंतर्राष्ट्रीय पद्धति (SI) (MEASUREMENT OF PHYSICAL PROPERTIES AND SI UNITS SYSTEM)

➢ रसायनज्ञ भौतिक और रासायनिक गुणों के आधार पर रासायनिक पदार्थों के व्यवहार का वर्णन करते हैं।

➢ रासायनिक गुणों के मापन में रासायनिक अभिक्रियाएँ शामिल होती हैं, जबकि भौतिक गुणों के मापन में कोई रासायनिक अभिक्रियाएँ शामिल नहीं होती हैं।

➢ सामान्य भौतिक गुण द्रव्यमान, लंबाई, समय, आयतन, तापमान, घनत्व आदि हैं, इनमें से द्रव्यमान, लंबाई और समय मौलिक भौतिक राशियाँ हैं।

(1) द्रव्यमान हमें पदार्थ की मात्रा के बारे में बताता है। द्रव्यमान को विश्लेषणात्मक संतुलन (Analytical balance) की सहायता से मापा जाता है।

(2) वस्तु का आकार **लंबाई, क्षेत्रफल और आयतन** के संदर्भ में मापा जाता है। लंबाई एक विमीय, क्षेत्रफल दो विमीय और आयतन अंतरिक्ष के तीन विमीय को संदर्भित करता है।

(3) **समय** हमें यह जानने में मदद करता है कि किसी प्रक्रिया को होने में कितना समय लगता है।

माप की सात आधार इकाइयाँ जैसे **द्रव्यमान लंबाई, समय, तापमान, विद्युत प्रवाह, ज्योति तीव्रता और पदार्थ की मात्रा** को मूलभूत आधार इकाईयों के रूप में लिया जाता है। इनसे प्राप्त होने वाले अन्य सभी मात्रक व्युत्पन्न मात्रक कहलाते हैं जैसे **क्षेत्रफल, आयतन, बल, कार्य, घनत्व, वेग, ऊर्जा आदि सभी व्युत्पन्न मात्रक हैं।**

➢ **S.I. UNITS:** इसमें सात आधार इकाइयाँ होती हैं जिनसे अन्य सभी इकाइयाँ प्राप्त होती हैं।

भौतिक मात्रा	इकाई का नाम	संक्षिप्त रूप
द्रव्यमान	किलोग्राम	kg
लंबाई	मीटर	m
तापमान	केल्विन	K
पदार्थ की मात्रा	मोल	mol
समय	सेकण्ड	s
विद्युत प्रवाह	एम्पीयर	A
ज्योति तीव्रता	कैंडेला	cd

➢ **व्युत्पन्न इकाइयाँ: –** विभिन्न भौतिक राशियों की इकाइयाँ सात मूल इकाईयों से प्राप्त की जा सकती हैं जिन्हें व्युत्पन्न इकाइयाँ कहा जाता है क्योंकि ये मूल इकाईयों से प्राप्त होती हैं। इन इकाईयों को प्राप्त करने के लिए, हम इकाईयों के प्रतीकों को गुणा या विभाजित कर सकते हैं जैसे कि वे बीजगणितीय मात्राएँ हों।

- **क्षेत्रफल** = लम्बाई × चौड़ाई = m x m = $\mathbf{m^2}$
- **आयतन** = लंबाई x चौड़ाई x ऊँचाई
  यदि लंबाई की इकाई m है, तो V = m x m x m = $\mathbf{m^3}$
- **घनत्व** = $\dfrac{\text{भार}}{\text{आयतन}} = \dfrac{kg}{m^3}$
- **वेग** = $\dfrac{\text{दूरी}}{\text{समय}} = \dfrac{m}{s} = \mathbf{m.s^{-1}}$
- **त्वरण** = $\dfrac{\text{वेग}}{\text{समय}} = \dfrac{ms^{-1}}{s} = \mathbf{m.s^{-2}}$
- **बल = द्रव्यमान(m) x त्वरण (a) = kg. m.s^{-2}**
- **दाब** = $\dfrac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}} = \dfrac{kg.ms^{-2}}{m^2} = \mathbf{kg.m^{-1}.s^{-2}}$
- **ऊर्जा, कार्य** = **बल** × **दुरी** = $kg.m.s^{-2} \times m = kg.m^2.s^{-2}$ = **जूल**
- **विद्युत आवेश** = धारा × समय = A.s = **कूलम्ब**
- **विद्युत विभव** = $\dfrac{\text{ऊर्जा}}{\text{आवेश}} = \dfrac{kg.m^2.s^{-2}}{A.s}$ = जूल $A^{-1}.s^{-1}$ = **वॉल्ट**

मात्रा संकेत के साथ	इकाई (S.I.)	प्रतीक
वेग, v	मीटर प्रति सेकंड	ms^{-1}
क्षेत्रफल, A	वर्ग मीटर	m^2
आयतन, V	घन मीटर	m^3
घनत्व, ρ	किलोग्राम प्रति घन मीटर	$kg\ m^{-3}$
ऊर्जा, E	जूल (J)	$kg\ m^2s^{-2}$
बल, F	न्यूटन (N)	$kg\ ms^{-2}$
आवृत्ति, ν	हर्ट्ज	चक्र प्रति सेकंड (Hz)
दाब, P	पास्कल (Pa)	Nm^{-2}
विद्युत आवेश	कूलम्ब (C)	A-s (एम्पीयर–सेकण्ड)

➢ **पूर्वलग्न (Prefixes) :** कुछ भौतिक राशियों के SI मात्रक या तो बहुत छोटे या बहुत बड़े होते हैं। परिमाण के क्रम को बदलने के लिए, इन्हें मूल इकाईयों के नाम से पहले पूर्वलंग्न का उपयोग करके व्यक्त किया जाता है।

गुणक	पूर्वलग्न	संकेत	गुणक	पूर्वलग्न	संकेत
10^{24}	योटा	Y	10^{-1}	डेसी	d
10^{21}	जेटा	Z	10^{-2}	सेंटी	c
10^{18}	एक्सा	E	10^{-3}	मिली	m
10^{15}	पेटा	P	10^{-6}	माइक्रो	μ
10^{12}	टेरा	T	10^{-9}	नैनो	n
10^{9}	गीगा	G	10^{-12}	पिको	p
10^{6}	मेगा	M	10^{-15}	फेम्टो	f
10^{3}	किलो	k	10^{-18}	ऐटो	a
10^{2}	हेक्टो	h	10^{-21}	जेप्टो	z
10^{1}	डेका	da	10^{-24}	योक्टो	y

इकाईयाँ और आयामी विश्लेषण
(UNITS AND DIMENSIONAL ANALYSIS)

➢ **इकाईयों का रूपांतरण:** इसका उपयोग गणनाओं में इकाईयों के एक युग्म को दूसरे में बदलने के लिए किया जाता है। इस पद्धति का उपयोग करने के लिए, हम प्रत्येक संख्या के साथ मात्रक लिखते हैं और उन्हें बीजीय राशियों के रूप में मानते हुए, परिकलन के माध्यम से मात्रकों को आगे बढ़ाते हैं। समय की इकाईयों के अंतर्संबंध के लिए, हम जानते हैं कि 1 min. = 60 sec.

$1=\frac{60 \text{ sec}}{1 \text{ min}}$ या $1 = \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ sec}}$

इन समानताओं को **इकाई रूपांतरण कारक या रूपांतरण कारक या केवल इकाई कारक कहा जाता है।**

अन्य महत्वपूर्ण इकाईयाँ

1 एंगस्ट्रॉम (Å) = 10^{-8} cm = 10^{-10} m = 10^{-1} nm = 10^{2} pm

1 इंच = 2.45 cm या 1 cm = 0.394 इंच

39.37 इंच = 1 मीटर या 1 km = 0.621 मील

1 फुट = 12 इंच = 30.48 cm = 0.3048 m

1 kg = 2.20 पाउंड (lb) 1 g = 0.0353 औंस (ounce or oz)

1 पाउंड (lb) = 453.6 g = 0.4536 kg

1 oz = 28.33 g = 0.02833 kg

1 मीट्रिक टन = 1000 kg = 10^6 g

1 परमाण्विक भार इकाई (amu)
= 1.6605×10^{-24} g
= 1.6605×10^{-27} kg
= 1.492×10^{-3} erg
= 1.492×10^{-10} J
= 3.564×10^{11} कैलोरी
= 9.310×10^{8} eV
= 931.48 MeV

1 वायुमंडल (atm)= 760 torr = 760 mm Hg = 76 cm Hg
= 1.01325×10^5 Pa

1 कैलोरी (cal) = 4.18400×10^7 erg = 4.184 J
= 2.613×10^{19} eV

1 कूलंब (coul) = 2.9979×10^9esu

1 इलेक्ट्रॉन वोल्ट (eV)
= 1.602×10^{-12} erg
= 1.6021×10^{-19} J
= 3.827×10^{-20}cal
= 23.06 kcal mol^{-1}

1 erg (erg) = 10^{-7} J = 2.389×10^{-8}cal
= 6.242×10^{11} eV

1 डाइन (dyne) = 10^{-5} N

1 जूल (J) = 10^7 erg = 0.2390 cal

1 लीटर (L) = 1000 cc
= 1000 mL = 1 dm^3
= 10^{-3} m^3

इकाईयों के रूपांतरण मे निम्नलिखित चरण सम्मिलित है:

1. सबसे पहले इकाई रूपांतरण कारक निर्धारित करें उदाहरण के लिए

(a) 1 इंच = 2.54 cm

रूपांतरण कारक: $\frac{1 \text{ इंच}}{2.54 \text{ cm}}$ या $\frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ इंच}}$

(b) 1 lb = 454.0 g

रूपांतरण कारक: $\frac{1 \text{ lb}}{454.0 \text{ g}}$ या $\frac{454.0 \text{ g}}{1 \text{ lb}}$

(c) 1 कैलोरी = 4.184 J

रूपांतरण कारक: $\frac{1 \text{ कैलोरी}}{4.184 \text{ J}}$ या $\frac{4.184 \text{ J}}{1 \text{ कैलोरी}}$

2. दी गई भौतिक मात्रा को उपयुक्त इकाई रूपांतरण कारक से गुणा करें, (उपयुक्त रूपांतरण कारक का चयन इस प्रकार किया जाता है कि इसकी इकाई हर में हो जिसे परिवर्तित किया जाना है)। उदाहरण के लिए, यदि x mL को लीटर में बदलना है, तो उपयुक्त रूपांतरण कारक $\frac{0.001 \text{ L}}{1 \text{ mL}}$ है और $\frac{1 \text{ mL}}{0.001 \text{ L}}$ नहीं। यदि इकाई रूपांतरण कारक का सही तरीके से उपयोग नहीं किया जाता है, तो उत्तर गलत इकाईयों के साथ सामने आता है।

3. यदि रूपांतरण में एक से अधिक चरण शामिल हैं, तो प्रत्येक चरण में रूपांतरण कारक का उपयोग इस तरह से किया जाता है कि पूर्ववर्ती कारक की इकाई रद्द हो जाती है। गणना में, इकाईयों को हमेशा संख्याओं के साथ लिखा जाता है और संख्याओं की तरह ही रद्द कर दिया जाता है।

Ex: 5 मिनट में कितने सेकंड होंगे ज्ञात कीजिए।

5min = 5 min $\frac{60 \text{ sec}}{1 \text{ min}}$ = 300 sec

Ex: 0.74 Å को पिकोमीटर में बदलने के लिए।

1 Å = 10^{-10} m या $1=\frac{10^{-10}\text{m}}{1 \text{ Å}}$

0.74 Å = 0.74 Å x $\frac{10^{-10}\text{m}}{1\text{Å}}$= 0.74 x 10^{-10} m

1pm = 10^{-12} m or 1 = $\frac{1 \text{ pm}}{10^{-12}\text{m}}$

∴ 0.74 × 10^{-10}m = 0.74 × 10^{-10} m × 10^{12}pm
= 0.74 × 10^2 pm = 74 pm

- **lit.-atm का जूल में रूपांतरण (Conversion of litre - atmosphere to joule) :**

1L = 10^{-3} m^3 or 1 = $\frac{10^{-3}\text{m}^3}{1 \text{ L}}$

1L atm = 1 L atm x $\frac{10^{-3}\text{m}^3}{1 \text{ L}}$ = $10^{-3}$$m^3$atm

1atm = 101, 325 Pa or 1 = $\frac{101,325 \text{ pa}}{1 \text{ atm}}$

$10^{-3}$$m^3$atm = $10^{-3}$$m^3$atm × $\frac{101,325 \text{ pa}}{1 \text{ atm}}$

= 101,325 Pa × 10^{-3} m^3 = 101.325 Pa.m^3

लेकिन, Pa = $\frac{N}{m^2}$

$101.325 Pa.m^3 = 101.325 m^3 \frac{N}{m^2} = 101.325 N.m$

$= 101.325 J (\because 1 J = N.m)$

माप में अनिश्चित्ता
(UNCERTAINTY IN MEASUREMENT)

➢ **परिशुद्धता और यथार्थता:**

- विभिन्न वैज्ञानिक मापों के परिणामों को व्यक्त करने के लिए आमतौर पर यथार्थ एवं परिशुद्धता दो शब्दों का उपयोग किया जाता है।
- **परिशुद्धता प्रयोगात्मक मान और वास्तविक मान के बीच अंतर का एक उपाय है।**
  प्रयोगात्मक मान और वास्तविक मान के बीच छोटा अंतर, परिशुद्धता अधिक है।
  परिशुद्धता मापन की शुद्धता को व्यक्त करती है।
- **परिशुद्धता मापन की एक श्रृंखला के लिए मापे गए मान और अंकगणितीय माध्य मान के बीच का अंतर है।**
- यथार्थता एक मात्रा के समान माप से प्राप्त मानों के समूह की निकटता को संदर्भित करती है।
  Ex: तीन छात्रों को धातु के टुकड़े का द्रव्यमान निर्धारित करने के लिए कहा गया जहां द्रव्यमान 0.520 g के रूप में ज्ञात है। प्रत्येक छात्र द्वारा प्राप्त आकड़े निम्नानुसार दर्ज किये गए है।

विद्यार्थी की संख्या	मापन (g)			औसत
विद्यार्थी A	0.521	0.515	0.509	0.515
विद्यार्थी B	0.516	0.515	0.514	0.515
विद्यार्थी C	0.521	0.520	0.520	0.520

- छात्र A का औसत आकड़ा न तो बहुत परिशुद्ध है और न ही यथार्थ। व्यक्तिगत मान एक दूसरे से व्यापक रूप से भिन्न होते हैं और औसत मान परिशुद्ध नहीं होता है।
- छात्र B द्रव्यमान को अधिक परिशुद्ध रूप से निर्धारित करने में सक्षम हैं। मान विचलित होते हैं, लेकिन एक दूसरे से बहुत कम। हालांकि, औसत द्रव्यमान अभी भी परिशुद्ध नहीं है। छात्र C के लिए आकड़े परिशुद्ध और यथार्थ दोनों है।

➢ **वैज्ञानिक संकेतन (या) घातीय संकेतन**

- वैज्ञानिक संकेतन में, बड़ी या छोटी संख्याओं को $\mathbf{N \times 10^n}$ **प्रारूप** में व्यक्त किया जाता है या 1.000 और 9.999 के बीच की संख्या को 10 से गुणा या विभाजित किया जाता है, जहाँ, N 1.000 और 9.999 के बीच कोई संख्या है और n घातांक है।
  Ex: (1) $138.42 = 1.3842\times10\times10 = 1.3842\times10^2$
  (2) $0.00013842 = 1.3842\times10^{-4}$

1. **9.999**… से बड़ी संख्या को वैज्ञानिक संकेतन में बदलने के लिए, **दशमलव बिंदु में दशमलव बिंदु से पहले केवल एक अशून्य अंक होता है। यदि दशमलव बिंदु को x स्थान बाईं ओर ले जाया जाता है, तो घातांक** n = x
उदा. $138.42 = 1.3842\times10^2$
$1395.2 = 1.3952\times10^3$
$21.654 = 2.1654\times10^1$

2. 1 से छोटी संख्या को वैज्ञानिक संकेतन में बदलने के लिए, दशमलव बिंदु को तब तक दाईं ओर ले जाया जाता है जब तक कि दशमलव बिंदु से पहले एक अशून्य अंक न हो। यदि दशमलव बिंदु को 'y' स्थान दाईं ओर ले जाया जाता है, तो घातांक, n = –y
Ex: $0.00013482 = 1.3482\times10^{-4}$
$0.00549 = 5.49\times10^{-3}$
$0.1641 = 1.641\times10^{-1}$

➢ **सार्थक अंक SIGNIFICANT FIGURES**

- परिणामों को यथार्थ रूप में व्यक्त करने के लिए हम सामान्यतः उन अंकों को व्यक्त करते हैं जो निश्चित रूप से ज्ञात होते हैं। यह महत्वपूर्ण आंकड़ों के संदर्भ में किया जाता है।
- **किसी संख्या में सार्थक अंक सभी निश्चित अंक और एक अनिश्चित अंक होते हैं। उचित रूप से दर्ज किए गए माप में अंक सार्थक अंक के रूप में जाने जाते हैं।**
- सूचित किए गए परिणाम में महत्वपूर्ण अंकों की संख्या जितनी अधिक होगी, अनिश्चितता उतनी ही कम होगी और परिशुद्धता उतनी ही अधिक होगी।

➢ **सार्थक अंकों की संख्या निर्धारित करने के नियम:**

1. सभी अशून्य अंक सार्थक होते हैं।
Ex: 1.887 में सार्थक अंकों की संख्या = 4
Ex: 12.612 में सार्थक अंकों की संख्या = 5
Ex: 1.23 में सार्थक अंकों की संख्या = 3

2. जब कोई संख्या 1 से अधिक होती है, तो दशमलव बिंदु के दाईं ओर के सभी शून्य सार्थक होते हैं
Ex: 3.0 में सार्थक अंकों की संख्या = 2
Ex: 91.070 में सार्थक अंकों की संख्या = 5
Ex: 42.000 में सार्थक अंकों की संख्या = 5

3. 1 से छोटी संख्या के लिए, पहले सार्थक अंक के दाईं ओर केवल शून्य ही सार्थक होते हैं। लेकिन पहले सार्थक अंक के बायीं ओर के शून्य सार्थक नहीं हैं।

Ex: 0.4960 में सार्थक अंकों की संख्या = 4
Ex: 0.0013 में सार्थक अंकों की संख्या = 2
Ex: 0.0002 में सार्थक अंकों की संख्या = 1
Ex: 0.030 में सार्थक अंकों की संख्या = 2

4. एक शून्य सार्थक हो जाता है यदि यह दो गैर–शून्य अंकों के बीच आता है

Ex: 3.01 में सार्थक अंकों की संख्या = 3
Ex: 6.023 में सार्थक अंकों की संख्या = 4
Ex: 3.0023 में सार्थक अंकों की संख्या = 5

5. योग या घटाते समय, उत्तर में दशमलव स्थानों की संख्या कम से कम दशमलव स्थानों वाली संख्या में दशमलव स्थानों की संख्या के बराबर होनी चाहिए।

Ex: 3.21 (3 सार्थक अंक 2 दशमलव)
Ex: 1.5 (2 सार्थक अंक 1 दशमलव)
Ex: 21.402 (5 सार्थक अंक 3 दशमलव)

चूँकि योग में शामिल पद 1.5 में इसमें केवल एक दशमलव है, इसलिए 26.112 के समग्र उत्तर को 26.1 के रूप में सूचित किया जाता हैं।

6. गुणा और भाग में, उत्तर में सार्थक अंकों की संख्या उतनी ही होनी चाहिए जितनी कम सार्थक अंकों वाली संख्या में हो।

Ex: चूँकि पद 3.376 में 4 और 1.25 में 3 सार्थक अंक हैं, इसलिए गुणा किया गया उत्तर 4.22 होना चाहिए।

7. जब किसी संख्या को पूर्णांकित किया जाता है तो सार्थक अंकों की संख्या कम हो जाती है।

Ex: यदि हटाया जाने वाला अंक 5 से अधिक है, तो खोए हुआ प्रतिधारण अंक को 1 से बढ़ जाता है। Exp- 12.6 को 13 पूर्णांकित किया गया है।

यदि हटाया जाने वाला अंक 5 से कम है, तो खोए हुए बनाए रखने वाले अंक को वैसा ही छोड़ दिया जाता है। Exp- 12.4 को 12 तक पूर्णांकित किया गया है।

यदि हटाया जाने वाला अंक 5 है, तो खोया हुआ शेष अंक 1 से बढ़ा दिया जाता है, यदि यह विषम है लेकिन यदि सम है तो, जैसा है वैसा ही छोड़ दिया जाता है। Exp- 11.5 को 12 तक पूर्णांकित किया जाता है और 12.5 को 12 तक पूर्णांकित किया जाता है, अंतिम अंक को 1 से बढ़ा दिया जाता है, केवल यदि अगला अंक 5 है, और यदि अगला अंक 4 है तो इसे ऐसे ही छोड़ दिया जाता है।

Ex: 12.696, 18.35 और 13.93 को तीन महत्वपूर्ण अंको में पूर्णांकित करने पर क्रमशः 12.7, 18.4, 13.9 बताया जाता है।

मोल अवधारणा (MOLE CONCEPT)

➢ SI पद्धति में mole को 'mol' संकेत से प्रदर्शित किया जाता है– इसे निम्न प्रकार से परिभाषित किया जाता है।

(i) किसी पदार्थ का एक मोल उसकी वह मात्रा है जिसमें उतने ही कण उपस्थित होते है– (परमाणु, अणु या अन्य कण) जितने कि कार्बन–12 समस्थानिक के ठीक 0.012 किग्रा (या 12 ग्राम) में परमाणुओ की संख्या होती है।

$$\frac{12g/mol\,C^{12}}{1.992648\times10^{-23}g/C^{12}\text{परमाणु}} = 6.022137\times10^{23}\text{परमाणु}/\text{मोल}$$

1 MOLE
- एक यौगिक का एक ग्राम अणु
- किसी तत्व का एक ग्राम परमाणु
- 6.023×10^{23} कण
- 22.4 लीटर गैस NTP या STP पर

(ii) साधारण रूप में हम यह कह सकते है कि 1 मोल में 6.022137×10^{23} कण (परमाणु, अणु या आयन आदि) होते है। 1 मोल में कणों की संख्या इतनी महत्वपूर्ण है कि इसे एक अलग नाम व संकेत दिया गया जिसे **आवागाद्रो स्थिरांक** के नाम से कहते है और इसे N_A से व्यक्त करते है।

यदि स्पीशीज की संख्या दी गई है	यदि द्रव्यमान दिया गया हो	यदि आयतन दिया गया हो
मोलों की संख्या $(n)=\frac{N}{N_A}$ (जहां N = कणों की संख्या) $N_A = 6.023\times10^{23}$	मोलों की संख्या $(n)=\frac{W(g)}{M.M.}$ (जहाँ W = पदार्थ का द्रव्यमान (g) में M.M. = मोलर द्रव्यमान)	मोलों की संख्या $(n)=\frac{V_{(L)}}{22.4}$ (जहाँ V = NTP और STP पर गैस का आयतन L में)

❖ कुछ संबंधित परिभाषाएँ (SOME RELATED DEFINITIONS):

(1) परमाणु द्रव्यमान इकाई (a.m.u) या द्रव्यमान का संदर्भ: यह कार्बन –12 समस्थानिक के एक परमाणु के द्रव्यमान का $\frac{1}{12}$ के बराबर है।

• 1 a.m.u. = $\frac{1}{12}$ × एक C–12 परमाणु का द्रव्यमान

$= \frac{1.9924 \times 10^{-23}}{12} g = 1.66 \times 10^{-24}$ g तथा 1.66×10^{-27} kg

- वर्तमान में a.m.u. को 'u' (एकीकृत द्रव्यमान) द्वारा प्रतिस्थापित किया जाता है

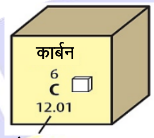
(2) सापेक्ष परमाणु द्रव्यमान (R.A.M.)

$$(R.A.M.) = \frac{\text{किसी तत्व के परमाणु का द्रव्यमान}}{\text{संदर्भ द्रव्यमान}}$$

- (R.A.M.) विमाहीन राशि है जो स्पीशीज में प्रोटॉन और न्यूट्रॉन की संख्या का योग है।

उदा. हाइड्रोजन का R.A.M 1 है। और ऑक्सीजन का 16 है।

(3) औसत परमाणु द्रव्यमान: तत्व अलग–अलग समस्थानिक रूपों में पाए जाते हैं (एक ही तत्व के परमाणु अलग–अलग परमाणु द्रव्यमान वाले होते हैं), इसलिए किसी भी तत्व का परमाणु द्रव्यमान किसी दिए गए नमूने **(Sample)** के अंदर सभी समस्थानिक द्रव्यमान का औसत होता है।



औसत परमाणु द्रव्यमान

औसत परमाणु द्रव्यमान =

$$\frac{\text{पहले समस्थानिक का द्रव्यमान}(m_1) \times \text{इसका}\%(x_1) + \text{दूसरे समस्थानिक का द्रव्यमान}(m_2) \times \text{इसका}\%(x_2)}{\text{पहले समस्थानिक का}\% + \text{दूसरे समस्थानिक का}\%}$$

या औसत परमाणु द्रव्यमान $= \frac{m_1x_1 + m_2x_2}{100}$

Ex: प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले आर्गन के मोलर द्रव्यमान की गणना करने के लिए निम्न तालिका में दिये गये आकड़ों का उपयोग करें।

समस्थानिक	समस्थानिक मोलर द्रव्यमान	प्रचुरता
^{36}Ar	35.96755 g mol^{-1}	7.1%
^{38}Ar	37.96272 g mol^{-1}	16.3%
^{40}Ar	39.9624 g mol^{-1}	76.6%

Sol: Ar का मोलर द्रव्यमान

$= 35.96755 \times 0.071 + 37.96272 \times 0.163 + 39.96924 \times 0.766$

$= 39.352$ g mol^{-1}

(4) आपेक्षिक आण्विक द्रव्यमान (आण्विक द्रव्यमान): वह संख्या जो दर्शाती है कि किसी पदार्थ के एक अणु का द्रव्यमान C–12 के परमाणु के द्रव्यमान के $\frac{1}{12}$ वें भाग की तुलना में कितने गुना भारी है।

(5) ग्राम परमाणु द्रव्यमान: जब R.A.M. किसी तत्व का द्रव्यमान ग्राम में या किसी तत्व के एक मोल परमाणुओं का द्रव्यमान ग्राम में व्यक्त किया जाता है।

> ग्राम परमाणु द्रव्यमान = 1 ग्राम परमाणु का द्रव्यमान = 1 मोल परमाणु का द्रव्यमान = N_A परमाणुओं का द्रव्यमान = 6.023×10^{23} परमाणुओं का द्रव्यमान

Ex: ऑक्सीजन का ग्राम परमाणु द्रव्यमान = ऑक्सीजन के 1 ग्राम परमाणु का द्रव्यमान = ऑक्सीजन के 1 मोल परमाणु का द्रव्यमान।

= ऑक्सीजन के N_A परमाणुओं का द्रव्यमान

$= \left(\frac{16}{N_A} g\right) \times N_A = 16g$

(6) ग्राम आणविक द्रव्यमान (1 ग्राम अणु का द्रव्यमान) / मोलर द्रव्यमान: जब पदार्थ के आणविक द्रव्यमान का संख्यात्मक मान ग्राम में व्यक्त किया जाता है तो मान ग्राम आणविक द्रव्यमान हो जाता है।

ग्राम आणविक द्रव्यमान

= 1 ग्राम अणु का द्रव्यमान = 1 अणु का द्रव्यमान

= N_A अणुओं का द्रव्यमान

= 6.023×10^{23} अणुओं का द्रव्यमान

Ex: H_2SO_4 का ग्राम आण्विक द्रव्यमान = H_2SO_4 के 1 ग्राम अणु का द्रव्यमान = H_2SO_4 के अणु का 1 मोल का द्रव्यमान = H_2SO_4 के N_A अणुओं का द्रव्यमान

$= \left(\frac{98}{N_A} g\right) \times N_A = 98g$

(7) वास्तविक द्रव्यमान (Actual Mass):

- किसी पदार्थ के एक परमाणु अथवा एक अणु के द्रव्यमान को ग्राम में व्यक्त करना वास्तविक द्रव्यमान कहलाता हैं।

Ex: (i) O_2 का वास्तविक द्रव्यमान = 32 amu = $32 \times 1.67 \times 10^{-24}$g → वास्तविक द्रव्यमान

(ii) H_2O का वास्तविक द्रव्यमान = (2 + 16) amu $= 18 \times 1.67 \times 10^{-24}$g $= 2.99 \times 10^{-23}$g

(8) ग्राम आणविक द्रव्यमान (GMV)

NTP पर 1 मोल गैसीय पदार्थ का आयतन 22.4 लीटर होता है जिसे ग्राम अणु आयतन कहते हैं।

NTP पर, d_{H_2} = 0.000089 g/mL = द्रव्यमान/आयतन

= द्रव्यमान/1000 mL

यदि आयतन = 1 लीटर = 1000 mL तब द्रव्यमान = 0.089 g

$\therefore$ 0.089 ग्राम H_2 = STP पर 1 लीटर

$\therefore$ 1 g $H_2 = \frac{1 \text{ litre}}{0.089}$ STP पर

$\therefore$ 2 g या 1 मोल $H_2 = \frac{1 \text{ litre}}{0.089} \times 2$

= STP पर 22.4 लीटर घेरता है

NTP या STP पर किसी भी गैसीय पदार्थ का 1 मोल 22.4 लीटर आयतन घेरता है

> 1 मोल = 22.4 लीटर (STP पर)

(9) परमाणुता

- **परमाणुकता (Atomicity)**

- प्राथमिक पदार्थ के एक अणु में परमाणुओं की कुल संख्या को परमाणुकता कहा जाता है।

अणु (molecule)	परमाणुकता (Atomicity)
H_2	2
O_2	2
O_3	3
NH_3	4

Ex: गैस के 0.064 ग्राम में सल्फर डाइऑक्साइड के अणुओं की संख्या की गणना करें।

Sol : सल्फर डाइऑक्साइड (SO_2) का ग्राम आणविक भार = 64 ग्राम

दिया गया द्रव्यमान = 0.064 ग्राम

किसी भी गैस के ग्राम आण्विक भार में अणुओं की संख्या

$= 6.023 \times 10^{23}\ (N_A)$

∴ 0.064 ग्राम सल्फर डाइऑक्साइड में अणु

$\left(\frac{6.023\times10^{23}}{1000}\right) = 6.023 \times 10^{20}$ होते हैं

Ex: निम्नलिखित में से किसमें सबसे कम अणु होते हैं –

(1) 16 ग्राम CO_2 (2) 8 ग्राम O_2

(3) 4 ग्राम N_2 (4) 2 ग्राम H_2

Sol : (3)

(1) CO_2 के मोलों की संख्या = $\frac{\text{भार}}{\text{आण्विक भार}}$

$= \frac{16}{44} = 0.36$

(2) O_2 के मोलों की संख्या = $\frac{8}{32} = 0.25$

(3) N_2 के मोलों की संख्या = $\frac{4}{28} = 0.14$

(4) H_2 के मोलों की संख्या = $\frac{2}{2} = 1$

Ex: हीलियम का परमाणु भार 4 है। 1 ग्राम हीलियम में परमाणुओं की संख्या की गणना करें –

Sol : 4g हीलियम में 6.023×10^{23} परमाणु होते हैं

1g हीलियम में $\frac{6.023\times10^{23}}{4}$ होते है

$= 1.506 \times 10^{23}$ परमाणु

Ex: CO के 1 अणु का द्रव्यमान कितना होता है –

Sol : CO का ग्राम आणविक भार CO = 12 + 16 = 28g

6.023×10^{23} के अणुओं का भार 28 ग्राम है

1 CO अणु का भार = $\frac{28}{6.02\times10^{23}} = 4.65 \times 10^{-23}$ g

Ex: STP पर 240 ग्राम SO_2 के आयतन की गणना कीजिए।

Sol : SO_2 का आणविक भार = 32 + 2 × 16 = 64

64 ग्राम SO_2 STP पर 22.4 लीटर घेरता है।

240 ग्राम SO_2 का आयतन = $\frac{22.4}{64} \times 240$

= STP पर 84 लीटर है

Ex: निम्नलिखित में से प्रत्येक में परमाणुओं की संख्या की गणना कीजिए –

(a) He के 52 मोल (b) He के 52 amu

(c) He के 52 g

Sol : (a) He के एक मोल में 6.02×10^{23} परमाणु होते हैं

∴ उसके 52 मोल में = $52 \times 6.02 \times 10^{23}$

$= 31.3 \times 10^{24}$ परमाणु हैं

(b) He का परमाणु भार = 4amu

∴ 52 amu में He = $\frac{52}{4}$ = He के 13 परमाणु होगे

(c) 52g में He के मोलों की संख्या = $\frac{52}{4} = 13$ मोल

∴ He के 52g यानी 13 मोल में परमाणुओं की संख्या

$= 13 \times 6.02 \times 10^{23}$ परमाणु

$= 78.26 \times 10^{23}$ परमाणु

(10) वियोजन की मात्रा (degree of dissoicaiton) (α):

वियोजन की मात्रा उत्पादों में वियोजित एक मोल अंश को दर्शाती है।

(पदार्थ के एक मोल की परिभाषा)

इसलिए, α = वियोजित किए गए मोलों की संख्या/ लिये गये प्रारंभिक मोल की संख्या

= 1 मोल में से वियोजित हुए मोल्स अंश।

नोट: % **वियोजन** = α × 100

मान लीजिए PCl_5 के 5 मोल लिए जाते हैं और यदि PCl_5 के 2 मोल वियोजित हो जाते हैं तो $\alpha = \frac{2}{5} = 0.4$

(11) औसत आण्विक द्रव्यमान और वियोजन की मात्रा के बीच संबंध (α):

मान लीजिए एक गैस A_n वियोजित होकर A का n मोल इस प्रकार देती है–

	An (g)	⇌	n A (g)
t = 0	a		0
$t = t_{eq}$	a – x		nx

$\alpha = \frac{x}{a} \Rightarrow x = a\alpha.$

$a - a\alpha = a(1-\alpha)$ $\quad n a \alpha$

कुल मोल्स की संख्या $= a - a\alpha + n a \alpha = [1 + (n-1)\alpha]\, a$

मिश्रण का औसत आणविक भार (g)

$= \frac{A_n(g) \text{ का आण्विक भार}}{\text{साम्यावस्था पर moles की कुल संख्या}}$

$$= \frac{a \cdot M_{th}}{a(1+(n-1)\alpha)}$$

$$M_{औसत} = \frac{M_{th}}{[1+(n-1)\alpha]}$$

जहाँ M_{th} = सैद्धांतिक आणविक भार (n = परमाणुकता)

$$M_{मिश्रण} = \frac{M_{A_n}}{[1+(n-1)\alpha]}, \; M_{A_n} = \text{गैस का मोलर द्रव्यमान } A_n$$

(12) घनत्व:

यह दो प्रकार का होता है

1. निरपेक्ष घनत्व
2. सापेक्ष घनत्व

(a) द्रव और ठोस के लिए

निरपेक्ष घनत्व = $\frac{\text{द्रव्यमान}}{\text{आयतन}}$

सापेक्ष घनत्व या विशिष्ट गुरुत्व = $\frac{\text{पदार्थ का घनत्व}}{\text{जल का घनत्व } 4°C}$

(b) गैसों के लिए:

निरपेक्ष घनत्व (द्रव्यमान / आयतन) = $\frac{PM}{RT}$

जहाँ P गैस का दाब है, M = आण्विक भार R गैस स्थिरांक है, T तापमान है।

सापेक्ष घनत्व और वाष्प घनत्व:

वाष्प घनत्व को उसी तापमान और दाब पर हाइड्रोजन गैस के संबंध में गैस के घनत्व के रूप में परिभाषित किया जाता है।

वाष्प घनत्व = $\frac{d_{गैस}}{d_{H_2}} = \frac{PM_{गैस}/RT}{PM_{H_2}/RT}$

V.D. = $\frac{M_{गैस}}{M_{H_2}} = \frac{M_{गैस}}{2} \Rightarrow M_{गैस} = 2V.D.$

वाष्प घनत्व (V.D.): समान तापमान और दाब में गैस के घनत्व को हाइड्रोजन के घनत्व से विभाजित करने पर वाष्प घनत्व कहा जाता है।

D = वियोजन के बिना वाष्प घनत्व = $\frac{M_{A_n}}{2}$

d = मिश्रण का वाष्प घनत्व = औसत वाष्प घनत्व

$$\frac{D}{d} = 1+(n-1)\alpha$$

$$\alpha = \frac{D-d}{(n-1)\times d} = \frac{M - M_o}{(n-1)M_o}$$

Ex: NH_3, N_2 और H_2 में वियोजित हो जाता है। यदि अभिक्रिया मिश्रण का औसत मोलर द्रव्यमान 10 है, तो α ज्ञात कीजिए।

Ans: 0.7

Sol.

	$NH_3 \longrightarrow$	$\frac{1}{2}N_2$	+ $\frac{3}{2}H_2$
n_1	1	0	0
	$1-\alpha$	$\frac{\alpha}{2}$	$\frac{3\alpha}{2}$

$$10 = \frac{17}{1-\alpha+\frac{\alpha}{2}+\frac{3\alpha}{2}} \qquad 10 = \frac{17}{1+\alpha} \qquad 1+\alpha = 1.7$$

α = 0.7

Ex: मेथेन के संबंध में SO_3 गैस का सापेक्ष घनत्व ज्ञात कीजिए:

(1) 8 (2) 3.5 (3) 2.5 (4) 5

Ans: (4)

Sol: R.D. = $\frac{M_{SO_3}}{M_{CH_4}} = \frac{80}{16} = 5$

Ex: किसी धातु का परमाणु द्रव्यमान 27 u है। यदि इसकी संयोजकता 3 है, तो वाष्पशील धातु क्लोराइड का वाष्प घनत्व होगा:

(1) 66.75 (2) 32.1
(3) 26.7 (4) 80.25

Ans: (1)

Sol: तत्व Al होना चाहिए

अत: वाष्पशील क्लोराइड $AlCl_3$ होगा इसलिए V.D. = $\frac{M_{AlCl_3}}{2} = \frac{133.5}{2} = 66.75$

Ex: 4°C पर जल का घनत्व 1×10^3 kg m^{-3} है। यह मानते हुए कि जल के अणुओं के बीच कोई रिक्त स्थान उपस्थित नहीं है, जल के एक अणु द्वारा घेरा गया आयतन लगभग है:

(1) 3×10^{-23} mL
(2) 6×10^{-23} mL
(3) 3×10^{-22} mL
(4) 6×10^{-22} mL

Ans: (1)

Sol: 1×10^3 kg/m^3 = 1 g/mL.

[इस प्रकार, $1m^3 = 10^6 cm^3 = 10^6$ mL].

= 1 gm/cc

6.022×10^{23} H_2O अणु भार …18 g

1 H_2O अणु का भार … $\frac{18}{6.022\times10^{23}}g = 3\times10^{-23}g$

$d = \frac{\text{द्रव्यमान}}{\text{आयतन}}$,

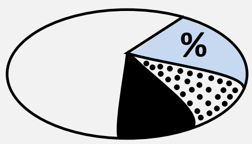
तो, आयतन = $\frac{3\times10^{-23}g}{1(g/mL)} = 3\times10^{-23}mL$

प्रतिशत संघटन, मुलानुपाती सूत्र और आणविक सूत्र, प्रतिशत सूत्र (प्रतिशत–द्रव्यमान द्वारा) (PERCENTAGE COMPOSITION, EMPIRICAL FORMULA & MOLECULAR FORMULA, PERSENT FORMULA)

प्रतिशत सूत्र (प्रतिशत–द्रव्यमान द्वारा) किसी यौगिक में किसी भी तत्व या घटक का उस तत्व के द्रव्यमान द्वारा भागों की संख्या या यौगिक के द्रव्यमान द्वारा 100 भागों में उपस्थित घटक है।

(प्रतिशत संघटन) Percent composition

किसी यौगिक में प्रत्येक तत्व के द्रव्यमान का प्रतिशत



किसी तत्व का द्रव्यमान प्रतिशत

$= \frac{\text{यौगिक के 1 मोल में तत्व का द्रव्यमान}}{\text{1 मोल यौगिक का द्रव्यमान}} \times 100$

इसकी गणना निम्नलिखित दो चरणों द्वारा की जा सकती है:

चरण-1 उपस्थित तत्वों के परमाणु द्रव्यमान को जोड़कर यौगिक के आणविक द्रव्यमान को उसके सूत्र से परिकलित करें।

चरण-2 निम्नलिखित संबंध का उपयोग करके तत्व या घटक के प्रतिशत की गणना करें:

तत्व का %

$= \frac{\text{तत्वों या घटक के द्रव्यमान के भागों की संख्या}}{\text{यौगिक का आणविक द्रव्यमान}} \times 100$

Ex: $MgSO_4$ में विभिन्न तत्वों की प्रतिशत संघटक की गणना करें।

Sol: $MgSO_4$ का आणविक द्रव्यमान = 24 + 32 + 4 x 16 = 120

Mg का %

$= \frac{\text{Mg के द्रव्यमान के भागों की संख्या}}{MgSO_4 \text{ का आणविक द्रव्यमान}} \times 100$

$= \frac{24}{120} \times 100 = 20\%$

S का % = $\frac{\text{S के द्रव्यमान के भागों की संख्या}}{MgSO_4 \text{ का आणविक द्रव्यमान}} \times 100$

$= \frac{32}{120} \times 100 = 26.67\%$

O का % = $\frac{\text{O के द्रव्यमान के भागों की संख्या}}{MgSO_4 \text{ का आणविक द्रव्यमान}} \times 100$

$= \frac{64}{120} \times 100 = 53.33\%$

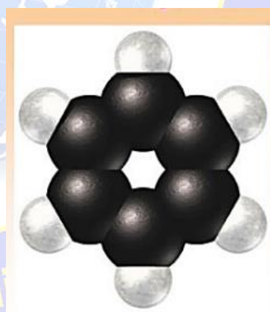
मूलानुपाती सूत्र (Empirical formula)

एक मूलानुपाती सूत्र एक यौगिक में तत्वों का सबसे सरल पूर्ण संख्या अनुपात है।

आण्विक सूत्र	मूलानुपाती सूत्र
C_2H_6	CH_3
C_4H_8	CH_2
$C_6H_{12}O_6$	CH_2O

आण्विक सूत्र (Molecular Formula)

किसी यौगिक का अणुसूत्र यौगिक के एक अणु में उपस्थित परमाणुओं की वास्तविक संख्या को प्रदर्शित करता है अर्थात् यह उसके एक अणु के वास्तविक सूत्र को प्रदर्शित करता है।



बेंजीन
आण्विक सूत्र : C_6H_6
मूलानुपाती सूत्र: CH

मूलानुपाती और आणविक सूत्र के बीच संबंध

आणविक सूत्र = n × मूलानुपाती सूत्र

[जहाँ n = प्राकृतिक संख्या (1, 2, 3, ...)]

या $n = \frac{\text{आण्विक सूत्र}}{\text{मूलानुपाती सूत्र}}$

या $n = \frac{\text{आण्विक सूत्र द्रव्यमान}}{\text{मूलानुपाती सूत्र द्रव्यमान}}$

➢ **मूलानुपाती सूत्र का निर्धारण**

यौगिकों के मूलानुपाती सूत्र को निर्धारित करने के लिए निम्नलिखित चरण शामिल हैं –

चरण–1 सबसे पहले यौगिक के 1 अणु में उपस्थित प्रत्येक तत्व का भार के अनुसार % ज्ञात कीजिए।

चरण–2 प्रत्येक तत्व के भार के % उसके परमाणु भार से विभाजित किया जाता है। यह यौगिकों में उपस्थित तत्वों का परमाणु अनुपात देता है।

चरण–3 परमाणुओं का सरलतम अनुपात प्राप्त करने के लिए प्रत्येक तत्व के परमाणु अनुपात को परमाणु अनुपात के न्यूनतम मान से विभाजित किया जाता है।

चरण–4 यदि सरलतम परमाणु अनुपात का मान भिन्नात्मक है तो मान को निकटतम पूर्ण संख्या तक बढ़ाएँ। या इसे निकटतम पूर्ण संख्या में बदलने के लिए उपयुक्त गुणांक से गुणा करें।

चरण–5 मूलानुपाती सूत्र लिखिए क्योंकि हमें परमाणुओं का सरलतम अनुपात प्राप्त होता है।

Ex: प्रथम विश्व युद्ध के दौरान उपयोग की जाने वाली जहरीली गैस फॉस्जीन में 12.1% C, 16.2% O और 71.7% Cl द्रव्यमान होता है। फॉस्जीन का मूलानुपाती सूत्र क्या है।

Sol:

तत्व	%	मोल अनुपात	सबसे सरल मोल अनुपात
C	12.1	$\frac{12.1}{12} = 1.01$	$\frac{1.01}{1.01} = 1$
O	16.2	$\frac{16.2}{16} = 1.01$	$\frac{1.01}{1.01} = 1$
Cl	71.7	$\frac{71.7}{35.5} = 2.02$	$\frac{2.02}{1.01} = 2$

तब मूलानुपाती सूत्र = $COCl_2$

Ex: मेथिल बेंजोएट के 5.325 ग्राम नमूने में 3.758 ग्राम कार्बन, 0.316 ग्राम हाइड्रोजन और 1.251 ग्राम ऑक्सीजन पाया गया। यौगिक का मूलानुपाती सूत्र क्या हैं। अगर मेथिल बेंजोएट का आण्विक द्रव्यमान 136.0 है, इसके आणविक सूत्र की गणना करें।

Sol :

तत्व	%	मोल अनुपात	सरलतम पूर्ण अनुपात
C	$\frac{3.758 \times 100}{5.325}$ = 70.57	$\frac{70.57}{12} = 5.88$	$\frac{5.88}{1.47} = 4$
H	$\frac{0.316 \times 100}{5.325}$ = 5.93	$\frac{5.93}{1} = 5.93$	$\frac{5.93}{1.47} = 4$
O	$\frac{1.251 \times 100}{5.325}$ = 23.50	$\frac{23.50}{16} = 1.47$	$\frac{1.47}{1.47} = 1$

मूलानुपाती = C_4H_4O

$$n = \frac{\text{आण्विक भार}}{\text{मूलानुपाती सूत्र भार}}$$

$$= \frac{136}{68} = 2$$

$\Rightarrow$ आणविक सूत्र = $C_8H_8O_2$

SPOT LIGHT

रासायनिक समीकरण को संतुलित करना

द्रव्यमान के संरक्षण के नियमानुसार, संतुलित रासायनिक समीकरण के दोनों ओर प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की संख्या समान होती है। कई रासायनिक समीकरण 'जाँच और भूल–पद्धति से संतुलित किए जा सकते है। आइए हम कुछ धातुओं और अधातुओं का संयोग कर ऑक्सीजन के साथ ऑक्साइड उत्पन्न करने की अभिक्रियाओं पर विचार करें–

Ex: प्रोपेन का दहन, C_3H_8 इस समीकरण को चरणों में संतुलित किया जा सकता है।

चरण 1 अभिकारकों और उत्पादों के सही सूत्र लिखिए। यहाँ, प्रोपेन और ऑक्सीजन अभिकारक हैं, और कार्बन डाइऑक्साइड और जल उत्पाद हैं।

$C_3H_8(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l)$ असंतुलित समीकरण

चरण 2 C परमाणुओं की संख्या को संतुलित करें: चूँकि अभिकारक में 3 कार्बन परमाणु हैं, इसलिए, दाईं ओर तीन CO_2 अणुओं का होना आवश्यक है।

$C_3H_8(g) + O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + H_2O(l)$

चरण 3 H परमाणुओं की संख्या को संतुलित करें: बाईं ओर अभिकारकों में 8 हाइड्रोजन परमाणु हैं, हालांकि, जल के प्रत्येक अणु में दो हाइड्रोजन परमाणु होते हैं, इसलिए दाईं ओर आठ हाइड्रोजन परमाणुओं के लिए जल के चार अणुओं की आवश्यकता होगी।

$C_3H_8(g) + O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(l)$

चरण 4 O परमाणुओं की संख्या को संतुलित करें: दाईं ओर 10 ऑक्सीजन परमाणु हैं ($3 \times 2 = 6$, CO_2 में और $4 \times 1 = 4$ जल में) इसलिए, 10 O परमाणुओं के लिए 5 O_2 अणुओं की आवश्यकता होगी।

$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(l)$

चरण 5 सत्यापित करें कि अंतिम समीकरण में प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की संख्या संतुलित है। समीकरण में दोनों ओर तीन कार्बन परमाणु, आठ हाइड्रोजन परमाणु और 10 ऑक्सीजन परमाणु है।

ऐसे सभी समीकरणों, जिनमें अभिकारकों और उत्पादों के लिए सही सूत्रों का उपयोग हों, संतुलित किया जा सकता है। हमेशा ध्यान रखें कि समीकरण को संतुलित करने के लिए अभिकारकों और उत्पादों के सूत्रों में पादांक (subscript) नहीं बदले जा सकते।

6. रासायनिक समीकरण (CHEMICAL EQUATION)

रासायनिक परिवर्तन को अभिकारकों और उत्पादों के संकेत और सूत्रों के संदर्भ में निरूपित करना रासायनिक समीकरण कहलाता है।

➢ **रासायनिक समीकरण द्वारा दी गई जानकारी**

(1) गुणात्मक रूप से, एक रासायनिक समीकरण हमें विभिन्न अभिकारकों के नाम बताता है

(2) मात्रात्मक रूप से, यह व्यक्त करता है

(a) अभिकारकों और उत्पादों की भौतिक अवस्थाएँ।

(b) अभिकारकों और उत्पादों के अणुओं की सापेक्ष संख्या

(c) अभिकारक और उत्पादों के मोलो की सापेक्ष संख्या

(d) अभिकारकों और उत्पादों के सापेक्ष द्रव्यमान

(e) गैसीय अभिकारकों और उत्पादों की सापेक्ष आयतन

स्टोइकोमेट्री और स्टोइकोमीट्रिक परिकलन (STOICHIOMETRY AND STOICHIOMETRIC CALCULATIONS) :

शब्द 'स्टोइकोमेट्री' दो ग्रीक शब्दों–'स्टॉकियोन'(stoicheion), जिसका अर्थ तत्व है और मेट्रोन (metron) जिसका अर्थ मापना है, से मिलकर बना है। अतः 'स्टॉइकियोमीट्री' के अंतर्गत रासायनिक अभिक्रिया में अभिकारक और उत्पादन के द्रव्यमानों (या कभी–कभी आयतनों) का परिकलन आता है।

Ex: जब पोटेशियम क्लोरेट ($KClO_3$) को गर्म किया जाता है तो यह पोटेशियम क्लोराइड (KCl) और ऑक्सीजन (O_2) देता है।

$KClO_3 \xrightarrow{\Delta} KCl + O_2$ (असंतुलित रासायनिक समीकरण)

$2KClO_3 \xrightarrow{\Delta} 2KCl + 3O_2$ संतुलित रासायनिक समीकरण)

• याद रखें एक संतुलित रासायनिक समीकरण वह होता है जिसमें समीकरण के दोनों ओर प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की संख्या समान होती है।

1. संतुलित रासायनिक समीकरणों की व्याख्या:

एक बार जब हम एक संतुलित रासायनिक समीकरण प्राप्त कर लेते हैं तो हम निम्नलिखित तरीकों से एक रासायनिक समीकरण की व्याख्या कर सकते हैं:

(a) मोल–मोल विश्लेषण

(b) द्रव्यमान – द्रव्यमान विश्लेषण

(c) द्रव्यमान –आयतन विश्लेषण

(a) मोल–मोल विश्लेषण:

मात्रात्मक विश्लेषण की दृष्टि से यह विश्लेषण बहुत महत्वपूर्ण है।

अब फिर से $KClO_3$ के अपघटन पर विचार करें।

$2\,KClO_3 \longrightarrow 2\,KCl + 3O_2$

मोल–मोल विश्लेषण के पहले चरण में आपको संतुलित रासायनिक समीकरण पढ़ना चाहिए जैसे 2 मोल $KClO_3$ अपघटन पर आपको 2 मोल KCl और 3 मोल O_2 देता है और अभिक्रिया के स्टोइकोमेट्री से हम लिख सकते हैं

$$\frac{KClO_2 \text{ के मोल्स}}{2} = \frac{KCl \text{ के मोल्स}}{2} = \frac{O_2 \text{ के मोल्स}}{3}$$

अब किसी भी सामान्य संतुलन रासायनिक समीकरण के लिए जैसे

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

तुम लिख सकते हो।

$$\frac{A \text{ के क्रियाकारी मोल्स}}{a} = \frac{B \text{ के क्रियाकारी मोल्स}}{b}$$

$$= \frac{C \text{ के क्रियाकारी मोल्स}}{c} = \frac{D \text{ के क्रियाकारी मोल्स}}{d}$$

(b) द्रव्यमान – द्रव्यमान विश्लेषण:

अभिक्रिया पर विचार करें $2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$

अभिक्रिया के स्टोइकोमेट्री के अनुसार

या $$\frac{KClO_3 \text{ का द्रव्यमान}}{KCl \text{ का द्रव्यमान}} = \frac{2\times122.5}{2\times74.5}$$

$$\frac{KClO_3 \text{ का द्रव्यमान}}{O_2 \text{ का द्रव्यमान}} = \frac{2\times122.5}{3\times32}$$

Ex: संतुलित अभिक्रिया पर विचार करें

$2Cl_2O_7 \longrightarrow 4ClO_2 + 3O_2$ (Cl = 35.5)

इस संतुलित समीकरण में स्पीशीज के गुणांकों से क्या निष्कर्ष निकाला जा सकता है?

(1) इस अभिक्रिया में, अभिक्रिया प्रारम्भ करने के लिए ठीक 2 ग्राम Cl_2O_7 लेना होगा।

(2) इस अभिक्रिया में, अभिक्रिया प्रारम्भ करने के लिए ठीक 2 मोल Cl_2O_7 लेना होगा।

(3) किसी भी समय रासायनिक अभिक्रिया के दौरान Cl_2O_7 ClO_2 और O2 का मोल अनुपात क्रमशः 2, 4 और 3 है

(4) Cl_2O_7 ClO_2 और O_2 के मोलों की संख्या में परिवर्तन का अनुपात 2: 4: 3 है

Ans: (4)

Sol: यह स्टोइकोमेट्री की परिभाषा से सीधे अनुसरण करता है।

Ex: लोहे के भार की गणना करें जो 36 ग्राम भाप की क्रिया से इसके ऑक्साइड में परिवर्तित हो जाता है।

(दिया गया है: $3Fe + 4H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + 2H_2$)

Ans: 84 ग्राम

Sol: अभिक्रिया के मोल अनुपात से पता चलता है,

Fe का मोल = $\frac{3}{4}$

H_2O का मोल = $\frac{3}{4}\times\frac{36}{18} = \frac{3}{2}$

Fe का द्रव्यमान = $\frac{3}{2}\times 56 = 84g$

Ex: जब डाइनाइट्रोजन पेंटोक्साइड (N_2O_5 एक सफेद ठोस) को गर्म किया जाता है, तो यह नाइट्रोजन डाइऑक्साइड और ऑक्सीजन में विघटित हो जाता है।

यदि N_2O_5 का एक नमूना 1.6 g O_2 उत्पदित करता है, तो कितने ग्राम NO_2 बनता हैं?

$N_2O_5(s) \longrightarrow NO_2(g) + O_2(g)$ (संतुलित नहीं)

(1) 9.2 g (2) 4.6 g (3) 2.3 g (4) 18.4 g

Ans: (1)

Sol: $N_2O_5(s) \longrightarrow 2NO_2(s) + \frac{1}{2}O_2$ (संतुलित अभिक्रिया)

$$\frac{O_2 \text{ के मोल्स}}{1/2} = \frac{NO_2 \text{ के मोल्स}}{2} \times \frac{1.6}{32}\times2\times2$$

$= NO_2$ का मोल = 0.2

NO_2 का द्रव्यमान = 0.2 × 46 = 9.2 ग्राम।

(c) द्रव्यमान-आयतन विश्लेषण:

अब फिर से $KClO_3$ के अपघटन पर विचार करें

$2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$

द्रव्यमान आयतन अनुपात:

2 × 122.5 g: 2 × 74.5 g: 3 × 22.4 L STP पर

हम ऑक्सीजन की मात्रा के लिए दो संबंध का उपयोग कर सकते हैं

$$\frac{KClO_3 \text{ का द्रव्यमान}}{\text{STP पर } O_2 \text{ का आयतन}} = \frac{2\times122.5g}{3\times22.4L} \quad ......(i)$$

और

$$\frac{KCl \text{ का द्रव्यमान}}{\text{STP पर } O_2 \text{ का आयतन}} = \frac{2\times74.5g}{3\times22.4L} \quad ......(ii)$$

Ex: जब ऑक्सीजन गैस को सीमेंस के ओजोनाइजर से गुजारा जाता है, तो यह पूरी तरह से ओजोन गैस में परिवर्तित हो जाती है। 1 atm और 273K पर उत्पन्न ओजोन गैस का आयतन, यदि प्रारंभ में 96 g ऑक्सीजन गैस ली जाती है, है:

(1) 44.8 L (2) 89.6 L

(3) 67.2 L (4) 22.4 L

Ans: (1)

Sol: $3O_2 \longrightarrow 2O_3$

मोल = $\frac{96}{32}$ 3 मोल = 2

1 atm और 273K पर O_3 गैस का आयतन = 273K

= 2 × 22.4 = 44.8 L

सीमांत अभिकर्मक (LIMITING REAGENT) :

- परिभाषा: इसे ऐसे अभिकारक के रूप में परिभाषित किया जा सकता है जो अभिक्रिया के दौरान पूरी तरह से समाप्त हो जाता है, इसे सीमांत अभिकर्मक कहा जाता है।
- कई बार, अभिक्रियाओं संतुलित समीकरण के अनुसार आवश्यक अभिक्रियकों की मात्राएँ उपस्थित नहीं होती। ऐसी स्थितियों में एक अभिक्रियक दूसरे की अपेक्षा अधिकता में उपस्थित होता है।
- जो अभिक्रियक कम मात्रा में उपस्थित होता है, वह कुछ देर बाद समाप्त हो जाता है। उसके बाद और आगे अभिक्रिया नहीं होती, भले ही दूसरे अभिक्रियक की कितनी ही मात्रा उपस्थित हो। अतः जा अभिक्रियक पहले समाप्त होता है, वह उत्पाद की मात्रा को सीमांत कर देता है। इसलिए उसे 'सीमांत अभिकर्मक' (limiting reagent) कहते है।
- जब हम संतुलन रासायनिक समीकरण के साथ काम कर रहे होते हैं तो अभिक्रिया में सबसे पहले जो अभिकारक समाप्त होता है, यदि अभिकारकों के मोलों की संख्या संतुलित रासायनिक समीकरण के स्टोइकोमेट्रिक गुणांक के अनुपात में नहीं है, तो एक अभिकारक होना चाहिए जो सीमांत अभिकारक होना चाहिए।

Ex: $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O\,(l)$
अभिक्रिया की शुरुआत H_2 और O_2 के एक–एक मोल से होती है
यहाँ H_2 को सीमांत अभिकर्मक के रूप में जाना जाता है।

Ex: Na_2CO_3 के छह मोल HCl विलयन के 4 मोल के साथ अभिक्रिया करते हैं। STP पर उत्पादित CO_2 गैस का आयतन ज्ञात कीजिए। अभिक्रिया है

$$Na_2CO_3 + 2\,HCl \longrightarrow 2\,NaCl + CO_2 + H_2O$$

Sol: अभिक्रिया से:

$$Na_2CO_3 + 2\,HCl \longrightarrow 2\,NaCl + CO_2 + H_2O$$

	Na_2CO_3		HCl
दिये गये मोल	6 मोल		4 मोल
मोल अनुपात	3	:	2
स्टोइकोमेट्रिक गुणांक अनुपात	1	:	2

- यहां देखें कि अभिकारकों के मोलों की संख्या स्टोइकोमेट्रिक गुणांक अनुपात में नहीं है।
- इसलिए एक अभिकारक होना चाहिए जो पहले समाप्त हो और सीमांत अभिकर्मक बन जाए।
- लेकिन सवाल यह है कि कैसे पता लगाया जाए कि कौन सा अभिकारक सीमांत है, यह बहुत मुश्किल नहीं है आप इसका आसानी से पता लगा सकते हैं। निम्नलिखित विधि के अनुसार।

सीमांत अभिकर्मक कैसे खोजें
(HOW TO FIND LIMITING REAGENT) :

चरण: I अभिकारक के दिए गए मोल को उस अभिकारक के संबंधित स्टोइकोमीट्रिक गुणांक से विभाजित करें।

चरण: II देखें कि यह विभाजन किस अभिकारक के लिए न्यूनतम है। न्यूनतम मान वाला अभिकारक सीमांत अभिकर्मक है।

चरण:III अब एक बार जब आपको सीमांत अभिकर्मक मिल जाए तो आपका ध्यान सीमांत अभिकर्मक पर होना चाहिए

चरण I और **II** से

Na_2CO_3 HCl

$\frac{6}{1} = 6$ $\frac{4}{2} = 2$ (न्यूनतम विभाजन)

∴ HCl सीमांत अभिकर्मक है

चरण III से $\frac{\text{HCl के मोल}}{2} = \frac{CO_2 \text{ बनाने के मोल}}{1}$

∴ उत्पादित CO_2 का मोल = 2 मोल

∴ S.T.P.. पर उत्पादित CO_2 का आयतन
$= 2 \times 22.7 = 45.4$ L

Ex: अभिक्रिया में $4A + 2B + 3C \longrightarrow A_4B_2C_3$ उत्पाद के मोलों की संख्या क्या होगी A के 2 मोल, B के 1.2 मोल और C के 1.44 मोल से प्रारम्भ होकर बनता है:

(1) 0.5 (2) 0.6
(3) 0.48 (4) 4.64

उत्तर (3)

	4A	+ 2B	+ 3C	⟶ $A_4B_2C_3$
प्रारंभिक मोल	2	1.2	1.44	0
अंतिम मोल			0	0.48

C सीमांत अभिकर्मक है।
$A_4B_2C_3$ का मोल 0.48 है।

परमाणु संरक्षण का सिद्धान्त
(POAC) (PRINCIPLE OF ATOM CONSERVATION (POAC)):

- वास्तव में POAC कुछ नहीं बल्कि द्रव्यमान का संरक्षण है, जिसे पहले परमाणु सिद्धांत की अवधारणाओं में व्यक्त किया गया था। और यदि परमाणु संरक्षित हैं, तो परमाणुओं के मोल भी संरक्षित रहेंगे।
- यह विद्यार्थीयों के लिये लाभदायक है जब किसी भी प्रश्न के संतुलित रासायनिक समीकरण में बारे में जानकारी नहीं हों।
- इस सिद्धान्त को निम्न उदाहरण द्वारा समझा जा सकता है।

$KClO_3$ (s) $\longrightarrow$ KCl(s) + O_2(g) के अपघटन पर ध्यान दे (असंतुलित रासायनिक समीकरण)

K परमाणु के लिये परमाणु संरक्षण (POAC) के सिद्धान्त को लागू करने पर अभिकारक में K परमाणुओं के मोल = उत्पाद में K परमाणु के मोल $KClO_3$ में K परमाणु के मोल = KCl में K परमाणु के मोल

अब, $KClO_3$ के 1 अणु, K के 1 परमाणु युक्त होता है, या KCl का 1 मोल, K के 1 मोल युक्त होता है इसी प्रकार 1 मोल KCl में 1 मोल K होता है।

इसी प्रकार $KClO_3$ में K परमाणु के मोल = 1 × $KClO_3$ के मोल तथा KCl में K परमाणु के मोल = 1 × KCl के मोल

$\therefore$ $KClO_3$ के मोल = KCl के मोल

अथवा

$$\frac{KClO_3 \text{ का भार g में}}{KClO_3 \text{ का आणविक भार}} = \frac{KCl \text{ का भार g में}}{KCl \text{ का आणविक भार}}$$

या उपरोक्त समीकरण $KClO_3$ तथा KCl के बीच द्रव्यमान–द्रव्यमान सम्बन्ध देती है जो स्ट्रॉइकियोमीट्री की गणना के लिए महत्वपूर्ण है।

पुनः O परमाणु के लिये परमाणु संरक्षण के सिद्धान्त को लागू किया जाता है।

$KClO_3$ में O के मोल = 3 × $KClO_3$ के मोल

O_2 में O के मोल = 2 × O_2 के मोल

$\therefore$ 3 × $KClO_3$ के मोल = 2 × O_2 के मोल

अथवा $3\times\frac{KClO_3 \text{ का भार}}{KClO_3 \text{ का आणविक भार}} = 2\times\frac{\text{NTP पर } O_2 \text{ का आयतन}}{\text{मानक मोलर आयतन } (22.4\ L)}$

$\therefore$ उपरोक्त समीकरण में अभिकारक तथा उत्पाद का द्रव्यमान–आयतन संबंध दिया जाता है।

Ex: 27.6 g K_2CO_3 को अभिकर्मकों की एक श्रेणी द्वारा उपचारित किया गया जिससे कि इसके सभी कार्बन $K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2$ में परिवर्तित किये जा सके। उत्पाद के भार की गणना करें।
[K_2CO_3 का आणविक भार = 138 तथा ($K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2$ का आणविक भार = 698)]

Sol: यहाँ हमें रासायनिक अभिक्रिया की श्रेणी की जानकारी नहीं है लेकिन हम प्रारम्भिक अभिकारक तथा उसके अनुसार अन्तिम उत्पाद के बारे में जानते हैं

$$K_2CO_3 \xrightarrow[\text{Steps}]{\text{Several}} K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2$$

चूंकि C परमाणु संरक्षित है इसलिए कार्बन परमाणु पर POAC प्रयुक्त करने पर

K_2CO_3 में C के मोल = $K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2$ में C के मोल

1 × K_2CO_3 के मोल = 12 × $K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2$ के मोल

($\because$ K_2CO_3 का 1 मोल, C के 1 मोल रखता है)

$$\frac{K_2CO_3 \text{ का भार}}{K_2CO_3 \text{ का आण्विक द्रव्यमान}} = 12\times\frac{\text{उत्पाद का द्रव्यमान}}{\text{उत्पाद का आण्विक द्रव्यमान}}$$

$K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2$ का भार $= \frac{27.6}{138}\times\frac{698}{12} = 11.6$ g

Ex: डाइहाइड्रोजन फॉस्फेट के जलीय विलयन के P के गुरुत्वाकर्षण निर्धारण में मैग्नीशियम अमोनियम फॉस्फेट, $Mg(NH_4)PO_4.6H_2O$ को अवक्षेपित करने के लिए अमोनियम और मैग्नीशियम आयनों के मिश्रण के साथ लिया जाता है। इसे गर्म किया जाता है और मैग्नीशियम पायरोफॉस्फेट, $Mg_2P_2O_7$ में विघटित किया जाता है। 2.054 ग्राम $H_2PO_4^-$ विलियन से ($Mg_2P_2O_7$) प्राप्त होती हैं, मूल रूप से NaH_2PO_4 का कितना भार उपस्थित था?

Ans: 2.22 ग्राम

Sol: $NaH_2PO_4 + Mg^{2+} + NH_4^+ + \longrightarrow$

$Mg(NH_4)PO_4\cdot 6H_2O \xrightarrow{\Delta} Mg_2P_2O_7$

चूंकि P परमाणु संरक्षित हैं, इसलिए P परमाणुओं के लिए POAC लगाने से,

NaH_2PO_4 में P के मोल = P के मोल $Mg_2P_2O_7$ में

$\Rightarrow$ 1 × NaH_2PO_4 के मोल = 2 × $Mg_2P_2O_7$. के मोल

$\therefore \frac{W_{NaH_2PO_4}}{M_{NaH_2PO_4}} = 2\times\frac{W_{Mg_2P_2O_7}}{M_{Mg_2P_2O_7}} \Rightarrow \frac{W_{NaH_2PO_4}}{120} = 2\times\frac{2.054}{222}$

$\therefore W_{NaH_2PO_4} = 2.22$ g

रासायनिक अभिक्रियाओं पर आधारित उदाहरण (EXAMPLES BASED ON CHEMICAL REACTIONS)

Ex: 14g C_2H_4 को पूरी तरह से दहन करने के लिए आवश्यक ऑक्सीजन के द्रव्यमान की गणना करें–

Sol : $C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$

मोल अनुपात 1 3 2 4

दहन के लिए C_2H_4 के मोल $= \frac{14}{28} = \frac{1}{2}$ मोल।

$\because$ 1 मोल C_2H_4 को दहन के लिए 3 मोल O_2 की आवश्यकता होती है

$\therefore$ $\frac{1}{2}C_2H_4$ को $3\times\frac{1}{2}$ मोल O_2 = $\frac{3}{2}$ मोल O_2 की आवश्यकता होती है O_2 का द्रव्यमान $= \frac{3}{2}\times 32$ = 48 ग्राम

Ex: STP पर H_2 के भार और आयतन की गणना करें जो तनु सल्फ्यूरिक अम्ल में पूरी तरह से घुलने पर 1 ग्राम Zn द्वारा विस्थापित हो जाएगा।

Sol:

Zn +	H_2SO_4 $\rightarrow$	$ZnSO_4$ +	H_2
1 परमाणु	1 अणु	1 अणु	1 अणु
1 g परमाणु	65.4 g	1 मोल	2 gm या 22.4 dm^3

$\because$ 65.4 ग्राम Zn 2g हाइड्रोजन को विस्थापित करता है

$\therefore$ Zn का 1.0 ग्राम H_2 के $\frac{2}{65.4}\times 1 = 0.0306$ ग्राम को विस्थापित करता है

$\because$ Zn का 65.4 g, STP पर H_2 के 22.4 dm^3 को विस्थापित करता है।

$\therefore$ Zn का 1.0 ग्राम $\frac{22.4}{65.4}\times 1.0 = 0.3425\ dm^3$ को विस्थापित करता है

Ex: 10 मिलीलीटर द्रवित कार्बन डाइसल्फाइड (विशिष्ट गुरुत्व 2.63) ऑक्सीजन में दहन किया जाता है। STP पर मापी गई परिणामी गैसों का आयतन ज्ञात कीजिए।

Sol: CS_2 के 1 मिलीलीटर का भार 2.63 ग्राम है

CS_2 के 10 मिली लीटर का भार 26.3 ग्राम होता है

$CS_2 + 3O_2 \rightarrow CO_2 + 2SO_2$

$12 + (2 \times 32)$ $22.4\,\ell$ $44.8\,\ell$

76 gm 67.2ℓ.

$\because$ CS_2 का 76g STP पर CO_2 और SO_2 के मिश्रण का 67.2 L प्राप्त करेगा

$\therefore$ 26.3 ग्राम CS_2 का उत्पादन $\frac{67.2}{76}\ell \times 26.3$

= 23.26 लीटर होगा।

तुल्यांकी भार (EQUIVALENT WEIGHT)

किसी पदार्थ का तुल्यांकी भार पदार्थ के भार के अनुसार भागों की संख्या है जो प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से हाइड्रोजन के भार के अनुसार 1.008 भाग या ऑक्सीजन के भार के अनुसार 8 भाग या क्लोरीन के भार के अनुसार 35.5 भाग या Ag के भार से 108 भाग विस्थापित होते है।

(a) तुल्यांकी भार की गणना

(i) तुल्यांकी भार = $\frac{\text{परमाण्विक भार}}{\text{संयोजकता कारक}}$

(ii) आयनों का तुल्यांकी भार = $\frac{\text{आयनों का सूत्र भार}}{\text{आयनों पर आवेश}}$

(iii) आयनिक यौगिक का तुल्यांकी भार = धनायन का तुल्यांकी भार + ऋणायन का तुल्यांकी भार

(iv) अम्ल/क्षार का तुल्यांकी भार = $\frac{\text{आण्विक भार}}{\text{क्षारकता / अम्लता}}$

(v) लवण का तुल्यांकी भार =

$\frac{\text{आण्विक भार}}{\text{धनायन या ऋणायन पर कुल आवेश}}$

(vi) ऑक्सीकरण या अपचयन करने वाले कारक का तुल्यांकी भार =

$\frac{\text{पदार्थ का आण्विक भार}}{\text{एक अणु द्वारा प्राप्त/त्यागे गये इलेक्ट्रोनों की संख्या}}$

Ex: H_2SO_4 का तुल्यांकी भार = H^+ का तुल्यांकी भार + ऋणायन का तुल्यांकी भार $\left(SO_4^{-2}\right) = 1 + 48 = 49$

Sol: Na_2SO_4(लवण) $\rightarrow 2Na^+ + SO_4^{-2}$

धनायन या ऋणायन पर कुल आवेश 2 है

Na_2SO_4 का आणविक भार है = $(2 \times 23 + 32 + 16 \times 4)$ = 142

Na_2SO_4 का तुल्यांकी भार = $\frac{142}{2} = 71$

(b) ग्राम तुल्यांक की अवधारणा और रासायनिक तुल्यता का नियम

ग्राम तुल्यांक की संख्या =

$\frac{W_{(g)}}{E} \Rightarrow \frac{W_{(g)}}{\frac{\text{परमाण्विक भार}}{n-\text{कारक}}} = \frac{W_{(g)}}{\text{परमाण्विक भार}} \times \text{संयोजकता कारक}$

= मोल × संयोजकता कारक;

जहाँ $\left(\text{नार्मलता} = \frac{\text{विलेय के तुल्यांक ग्राम की संख्या}}{\text{विलयन का आयतन (L)}}\right)$

इसके अनुसार एक अभिक्रिया में अभिकारक के बराबर ग्राम तुल्यांक उत्पादों की समान संख्या में ग्राम तुल्यांक अभिक्रिया करता है।

$aA + bB \rightarrow cC + dD$

A के ग्राम तुल्यांक की संख्या = B के ग्राम तुल्यांक की संख्या = C के ग्राम तुल्यांक की संख्या = D के ग्राम तुल्यांक की संख्या

(c) तुल्यांकी भार के निर्धारण की विधि :

(i) हाइड्रोजन विस्थापन विधि: इस विधि का उपयोग उन तत्वों के लिए किया जाता है जो अम्लों अर्थात् सक्रिय धातुओं से हाइड्रोजन का उत्सर्जन कर सकते हैं।

धातु का तुल्यांकी भार

$= \frac{\text{धातु का भार}}{\text{विस्थापित } H_2 \text{ गैस का भार}} \times 1.008$

(ii) ऑक्साइड निर्माण विधि: तत्व का ज्ञात द्रव्यमान प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से ऑक्साइड में परिवर्तित हो जाता है। ऑक्साइड का द्रव्यमान ऑक्सीजन का भार = ऑक्साइड का भार – तत्व का भार

तत्व का तुल्यांकी भार $= \frac{\text{तत्व का भार}}{\text{ऑक्सीजन का भार}} \times 8$

(iii) क्लोराइड निर्माण विधि: तत्व के ज्ञात द्रव्यमान को प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से क्लोराइड में परिवर्तित किया जाता है। क्लोराइड का द्रव्यमान निर्धारित किया जाता है।

तत्व का तुल्यांकी भार $= \frac{\text{तत्व का भार}}{\text{क्लोरीन का भार}} \times 35.5$

(iv) धातु से धातु विस्थापन विधि (Double decomposition method) : अधिक सक्रिय धातु अपने लवण के विलयन से कम सक्रिय धातु को विस्थापित कर सकती है। विस्थापित धातु का द्रव्यमान उनके तुल्यांकी भार के अनुपात में होता है।

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{E_1}{E_2}$$

(v) द्विविघटन विधि: यह विधि निम्न बिन्दुओं पर आधारित है–

(a) अभिक्रिया करने वाले यौगिक का द्रव्यमान और बनने वाले उत्पाद का द्रव्यमान उनके तुल्यांकी द्रव्यमान के अनुपात में होता है।

(b) यौगिक का तुल्यांकी द्रव्यमान (विद्युतसंयोजी) इसके मूलांकों के तुल्यांकी द्रव्यमानों का योग होता है।

(c) किसी मूलक का तुल्यांकी द्रव्यमान उसके आवेश द्वारा विभाजित मूलक के सूत्र द्रव्यमान के बराबर होता है।

$$= \frac{\text{AB का द्रव्यमान}}{\text{AD का द्रव्यमान}} = \frac{\text{AB का तुल्यांकी द्रव्यमान}}{\text{AD का तुल्यांकी द्रव्यमान}}$$

$$= \frac{\text{A का तुल्यांकी द्रव्यमान} + \text{B का तुल्यांकी द्रव्यमान}}{\text{A का तुल्यांकी द्रव्यमान} + \text{D का तुल्यांकी द्रव्यमान}}$$

(vi) सिल्वर सॉल्ट विधि: इस विधि का उपयोग कार्बोनिक अम्लों के तुल्यांकी भार ज्ञात करने के लिए किया जाता है। दहन के माध्यम से RCOOAg का ज्ञात द्रव्यमान Ag में परिवर्तित हो जाता है। Ag का द्रव्यमान निर्धारित होता है।

$$\frac{\text{RCOOAg का तुल्यांकी भार}}{\text{Ag का तुल्यांकी भार}} = \frac{\text{RCOOAg का भार}}{\text{Ag का भार}}$$

RCOOAg का तुल्यांकी भार = $\frac{\text{COOAg का भार}}{\text{Ag का भार}} \times 108$

(vii) वैद्युतअपघटन द्वारा: $\frac{w_1}{w_2} = \frac{E_1}{E_2}$

यहाँ w_1 और w_2 इलेक्ट्रोड पर जमा धातुओं का भार है और E_1 और E_2 क्रमशः तुल्यांकी भार हैं।

परमाणु और आणविक द्रव्यमान निर्धारित करने के लिए प्रायोगिक विधियाँ:

(METHODS FOR CALCULATION OF ATOMIC WEIGHTS AND MOLECULAR WEIGHTS)

(a) परमाणु द्रव्यमान के निर्धारण के लिए:

(i) परमाणु भार = तुल्यांकी भार × संयोजकता

(ii) डुलोंग और पेटिट का नियम: यह नियम केवल ठोस पर लागू होता है (अपवाद → Be, B, Si, C) धातु का परमाणु भार × विशिष्ट ऊष्मा क्षमता (cal/gm°C) ≈ 6.4 परमाणु भार

$$= \frac{6.4}{\text{विशिष्ट ऊष्मा}}$$

(iii) समाकृतिकता का नियम (Law of isomorphism): समाकृतित्व (Isomorphous) पदार्थ क्रिस्टल बनाते हैं जिनकी आकृति और आकार समान होते है और वे एक दूसरे के संतृप्त विलयन में विकसित हो सकते हैं।

समाकृतित्व यौगिकों के उदाहरण :–

(1) H_2SO_4 और K_2CrO_4

(2) $ZnSO_4.7H_2O$ और $FeSO_4.7H_2O$ और $MgSO_4.7H_2O$

(3) $KClO_4$ और $KMnO_4$

(4) $K_2SO_4.Al_2(SO_4)_3.24H_2O$ और $K_2SO_4.Cr_2(SO_4)_3, 24H_2O$

निष्कर्ष–

दो तत्वों के द्रव्यमान जो उनके संबंधित यौगिकों में अन्य तत्वों के समान द्रव्यमान के साथ संयोजित होते हैं, उनके परमाणु द्रव्यमान के अनुपात में होते हैं।

$$= \frac{\text{एक तत्व का द्रव्यमान (A) जो दूसरे तत्व के एक निश्चित द्रव्यमान के साथ जुड़ता है}}{\text{एक तत्व का द्रव्यमान (B) जो दूसरे तत्व के समान द्रव्यमान से संयोग करता है}}$$

(iv) वाष्पशील क्लोराइड विधि

आवश्यक शर्ते – तत्व का क्लोराइड वाष्प होना चाहिए

आवश्यक आकड़े –

(i) क्लोराइड का वाष्प घनत्व।

(ii) तत्व का तुल्यांकी भार।

माना तत्व की संयोजकता x है। इसके क्लोराइड का सूत्र MCl_x होगा।

आणविक भार = M का परमाणु भार + 35.5 x

परमाणु भार = तुल्यांकी भार × A की संयोजकता

= E × x

∴ आणविक भार = E × x + 35.5 x or 2 × V.D.

= x(E + 35.5) or x = $\frac{2 \times V.D.}{E + 35.5}$

(v) विशिष्ट ताप विधि: यदि $\frac{C_P}{C_V} = \gamma$ दिया जाता है तो

Case I. यदि $\gamma = 5/3 = 1.66$ परमाणुकता एक होगी

Case II. यदि $\gamma = 7/5 = 1.4$ परमाणुकता दो होगी

Case III. यदि $\gamma = 4/3 = 1.33$ परमाणुकता तीन होगी

(b) आण्विक भार निर्धारित करने की विधियाँ

(i) आण्विक भार = 2 × V.D.

(ii) विक्टर मेयर विधि

आणविक द्रव्यमान निर्धारण के लिए प्रायोगिक विधियाँ

(1) विक्टर मेयर की विधि

(2) सिल्वर साल्ट विधि

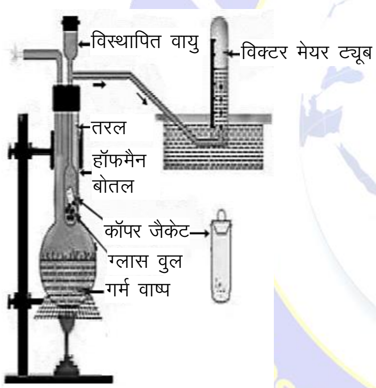
(3) क्लोरोप्लेटिनेट लवण विधि

(1) विक्टर मेयर की विधि:

(वाष्पशील पदार्थ के लिए लागू होती है)

हॉफमैन की बोतल में लिए गए वाष्पशील पदार्थ का एक ज्ञात द्रव्यमान और हॉफमैन की बोतल को वेक्टर मेयर की ट्यूब में फेंकने से वाष्पीकृत हो जाता है, वाष्प नम हवा के बराबर आयतन को विस्थापित करती है। कौन से वाष्प को कमरे के तापमान और वायुमंडलीय दाब पर मापा जाता है। बैरोमीटर का दाब और कमरे का तापमान दर्ज किया जाता है। निम्नलिखित चित्र विक्टर–मेयर की प्रक्रिया के लिए प्रयोगात्मक सेट–अप होता है,

गणना शामिल है।



माना पदार्थ का द्रव्यमान = W g

एकत्रित नम वाष्पों का आयतन = V cm^3

कमरे का तापमान = T K

बैरोमीटर का दाब = P mm

T_K पर जलीय तनाव = P mm

शुष्क वाष्प का दाब = (P – p) मिमी

आणविक द्रव्यमान की गणना (M)

$$\frac{(P-p)}{760}\times\frac{V}{1000}=\frac{w}{M}\times RT$$

$$\Rightarrow \quad M=\frac{w\times RT\times 760\times 1000}{(P-p)\times V}$$

(2) सिल्वर सॉल्ट विधि: (कार्बनिक अम्लों के लिए प्रयुक्त)

अम्ल का एक ज्ञात द्रव्यमान जल में घुल जाता है और उसके बाद सिल्वर नाइट्रेट के विलयन को तब तक मिलाया जाता है जब तक कि सिल्वर सॉल्ट का अवक्षेपण पूरा नहीं हो जाता। अवक्षेप को अलग किया जाता है, सुखाया जाता है, उसका भार ज्ञात किया जाता है।

कार्बनिक अम्ल $\xrightarrow{AgNO_3}$ सिल्वर सॉल्ट $\xrightarrow{Ignite}$ Ag

और अपघटन पूरा होने तक प्रज्वलित। शेष शुद्ध चांदी के अवक्षेप को तोला जाता है।

गणना:-

(i) पहली विधि: माना चांदी के लवण का द्रव्यमान = W g

बनने वाला Ag का द्रव्यमान = x g

आइए हम एक क्षारीय अम्ल MX पर विचार करके गणना को समझते है।

$$\underset{\text{कार्बनिक अम्ल}}{HA}\xrightarrow{AgNO_3}\underset{\text{सिल्वर सॉल्ट}(Wg)}{AgA}\xrightarrow{\text{प्रज्वलित}}\underset{\text{सिल्वर}(xg)}{Ag}$$

लवण का द्रव्यमान जो Ag का x ग्राम देता है = W g

लवण का द्रव्यमान जो Ag का 108g (1g–परमाणु) देता है

$$=\frac{108W}{x}g$$

लवण का मोलर द्रव्यमान $=\frac{108W}{x}g$

अम्ल का मोलर द्रव्यमान = (लवण का मोलर द्रव्यमान) – (Ag का परमाणु द्रव्यमान) + (H का परमाणु द्रव्यमान)

$$=\frac{108W}{x}-108+1=\left(\frac{108W}{x}-107\right)gmol^{-1}$$

H_nX प्रकार के बहुक्षारीय अम्ल के लिए (n क्षारीयता है)

$$\underset{\text{कार्बनिक अम्ल}}{HA}\xrightarrow{AgNO_3}\underset{\text{सिल्वर सॉल्ट}(Wg)}{Ag_nA}\xrightarrow{\text{प्रज्वलित}}\underset{\text{सिल्वर}(xg)}{Ag}$$

सिल्वर का द्रव्यमान जो Ag का x g देता है = Wg

सिल्वर का द्रव्यमान जो देता है (108n g)

$$Ag=\frac{108nW}{x}\ g$$

लवण का मोलर द्रव्यमान = $\frac{108nW}{x}$ g

अम्ल का मोलर द्रव्यमान = (लवण का मोलर द्रव्यमान)

$$=\frac{108\times nW}{x}-n\times 108+n\times 1$$

$$=n\left(\frac{108W}{x}-107\right)gmol^{-1}$$

(ii) दूसरी विधि:

एक अम्ल की क्षारकता: एक अम्ल में प्रतिस्थापन योग्य H^+ परमाणुओं की संख्या (H अधिक विद्युतऋणात्मक परमाणु से बंधित अम्लीय होता है)।

प्रक्रिया: सिल्वर के सफेद चमकदार अवक्षेप के w_2 ग्राम प्राप्त करने के लिए सिल्वर के लवण (w_1 g) की कुछ ज्ञात मात्रा को गर्म किया जाता है। जब यदि अम्ल की क्षारकता n है, तो अम्ल का आणविक भार होगा

$Ag_nA \rightarrow nAg^+ + A^{-n}$

Ag_n A लवण है

$$\left(\frac{w_2}{108} \times \frac{1}{n}\right) \times M_{लवण} = w_1$$

और अम्ल का आणविक भार $= M_{लवण} - n(108)$। यह POAC का एक अच्छा प्रयोगिक अनुप्रयोग है।

(3) क्लोरोप्लेटिनेट लवण विधि: (कार्बनिक क्षारों के लिए)

लुईस अम्ल: इलेक्ट्रॉन ग्राही युग्म

लुईस क्षार: इलेक्ट्रॉन दाता युग्म

प्रक्रिया: कार्बनिक क्षार की कुछ मात्रा H_2PtCl_6 के साथ अभिक्रिया करती है और लवण बनाती है जिसे क्लोरोप्लाटिनेट कहा जाता है। यदि क्षार को B द्वारा अंकित किया जाता है, तो,

(i) एक अम्लीय क्षार के साथ $= B_2H_2PtCl_6$

(ii) द्विअम्लीय क्षारक के साथ $= B_2(H_2PtCl_6)_2$

(iii) त्रिअम्लीय क्षार के साथ $= B_2(H_2PtCl_6)_3$

लवण की ज्ञात मात्रा (w_1 g) को गर्म किया जाता है और Pt अवक्षेप को मापा जाता है (w_2 g) यदि क्षार की अम्लता 'n' है तो $= w_1$ और $M_{लवण} = \dfrac{M_{लवण} - n(410)}{2}$

- कार्बनिक यौगिकों में तत्वों के % निर्धारण के लिए।
- ये सभी विधियाँ POAC के अनुप्रयोग हैं
- सूत्रों को याद न रखें, उन्हें अवधारणा का उपयोग करके प्राप्त करें, यह आसान है।

(a) लिबिग की विधि: (कार्बन और हाइड्रोजन)

(w) कार्बनिक यौगिक $\xrightarrow[CuO]{\Delta}$ (w_1) $CO_2 + H_2O(w_2)$

$$C \text{ का } \% = \frac{w_1}{44} \times \frac{12}{w} \times 100$$

$$H \text{ का } \% = \frac{w_2}{18} \times \frac{2}{w} \times 100$$

जहाँ w_1 = उत्पादित CO_2 का भार., w_2 = उत्पादित H_2O का भार, w = कार्बनिक यौगिक का भार

(b) ड्यूमा विधि: (नाइट्रोजन के लिए)

(w) कार्बनिक यौगिक $\xrightarrow[CuO]{\Delta}$ (P, V, T दिया गया है)

N_2, n के मोल्स की गणना करने के लिए PV = nRT का उपयोग करें।

$$\therefore \quad N \text{ का } \% = \frac{n \times 28}{w} \times 100$$

w = कार्बनिक यौगिक का भार

(c) केल्डाल विधि: (नाइट्रोजन के लिए)

(w) कार्बनिक यौगिक $+ H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$

$\xrightarrow{NaOH} NH_3 + H_2SO_4$

→ (मोलरता (M) और आयतन (V_1))

$$\Rightarrow N \text{ का } \% = \frac{MV_1 \times 2 \times 14}{w} \times 100$$

जहाँ M = H_2SO_4 की मोलरता।

- कुछ N युक्त यौगिक केल्डाल की विधि के अनुसार अभिक्रिया के उपरोक्त युग्म नहीं देते हैं।

(d) सल्फर:

(w) कार्बनिक योगिक $+ HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + BaCl_2$

$\rightarrow (w_1)\ BaSO_4$

$$\Rightarrow S \text{ का } \% = \frac{w_1}{233} \times 1 \times \frac{32}{w} \times 100$$

जहाँ $w_1 = BaSO_4$ का भार, w_1 = कार्बनिक यौगिक का भार

(e) फास्फोरस:

कार्बनिक योगिक $+ HNO_3 \rightarrow H_3PO_4 + [NH_3 +$ मैग्नीशिया मिश्रण अमोनियम मोलिब्डेट] $\rightarrow MgNH_4PO_4 \xrightarrow{\Delta} Mg_2P_2O_7$

$$P \text{ का } \% = \frac{w_1}{222} \times \frac{2 \times 31}{w} \times 100$$

(f) कैरियस विधि: (हैलोजन)

कार्बनिक योगिक $+ HNO_3 + AgNO_3 \rightarrow AgX$

यदि X Cl है, तो रंग = सफेद

यदि X Br है, तो रंग = हल्का पीला

यदि X I है, तो रंग = चमकीला पीला

इस विधि से फ्लोरीन का अनुमान नहीं लगाया जा सकता है।

X का %

$$= \frac{w_1}{(AgX \text{ का आणविक द्रव्यमान})} \times \frac{1 \times (X \text{ का आणविक द्रव्यमान})}{w} \times 100$$

Ex: हैलोजन के आकलन की कैरियस विधि में, एक कार्बनिक यौगिक के 250 मिलीग्राम ने 141 मिलीग्राम AgBr दिया। यौगिक में ब्रोमीन का प्रतिशत है:

(परमाणु द्रव्यमान Ag = 108, Br = 80)

(1) 48 (2) 60 (3) 24 (4) 36

Sol: (3)

$$Br \text{ के मोल} = 1 \times AgBr \text{ के मोल} = 1 \times \frac{141 \times 10^{-3}}{188}$$

$$Br \text{ का द्रव्यमान} = \frac{141 \times 10^{-3}}{188} \times 80$$

$$Br \text{ का } \% = \frac{141 \times 10^{-3}}{188} \times \frac{80}{250 \times 10^{-3}} \times 100 = 24\%$$

Ex: एक त्रिक्षारीय कार्बनिक अम्ल के सिल्वर के लवण के 0.607 ग्राम को शुद्ध सिल्वर के 0.370 ग्राम मात्रात्मक रूप से अपचयित किया गया। अम्ल के आणविक भार की गणना करें (Ag = 108)

Sol: मान लीजिए त्रिक्षारीय अम्ल H_3A है।

$$\underset{\text{अम्ल}}{H_3A} \rightarrow \underset{\text{लवण}}{Ag_3A} \rightarrow Ag$$
0.607 g 0.37 g

चूँकि Ag परमाणुओं का संरक्षण किया जाता है, Ag परमाणुओं के लिए POAC लगाने से, Ag_3A में Ag परमाणुओं के मोल = उत्पाद में Ag परमाणुओं के मोल

3 × Ag_3A के मोल = उत्पाद में Ag के मोल

$$3 \times \frac{0.6.07}{Ag_3A \text{ का आणविक भार}} = \frac{0.37}{108} \quad (Ag = 108)$$

आण्विक भार Ag_3A = 531 का।

∴ आण्विक भार त्रिक्षारीय अम्ल (H_3A)

= आण्विक भार नमक (Ag_3A) − 3 × Ag का परमाणु भार + 3 × H का परमाणु का भार

= 531 – 324 + 3 = 210 = 531 − 324 + 3 = 210

यूडीओमेट्री (EUDIOMETRY)

[गैसीय अभिकारकों और उत्पादों से संबंधित अभिक्रियाओं के लिए]

- संतुलित रासायनिक अभिक्रियाओं का स्ट्रॉइकियोमीट्री गुणांक आयतन का वह अनुपात भी बताता है जिसमें गैसीय अभिकारक अभिक्रिया कर रहे होते हैं और उत्पाद समान तापमान और दाब पर बनते हैं। उत्पादित गैसों की मात्रा अक्सर कुछ विलायकों का उल्लेख करके दी जाती है जो कुछ गैसों को अवशोषित करते हैं।

विलायक	अवशोषित गैसें
KOH	CO_2, SO_2, Cl_2
अमोनिकल Cu_2Cl_2	CO
तारपीन का तेल	O_3
क्षारीय पाइरोगैलोल	O_2
जल	NH_3, HCl
$CuSO_4$/$CaCl_2$	H_2O

धारणा: ठंडा करने पर, जल की मात्रा नगण्य होती है।

सान्द्रता पद (CONCENTRATION TERMS):

विलयन:

दो या दो से अधिक पदार्थों का मिश्रण विलयन हो सकता है। हम यह भी कह सकते हैं कि ''एक विलयन दो या दो से अधिक पदार्थों का संमांगी मिश्रण होता है,'' 'संमांगी' का अर्थ है 'एक समान'। इस प्रकार एक संमांगी मिश्रण, अर्थात, एक विलयन का संघटन एक समान होती है।

➢ **सान्द्रता पद**

किसी विलयन की सांद्रता को व्यक्त करने के लिए निम्नलिखित सांद्रता पदों का प्रयोग किया जाता है। ये

(i) मोलरता (M) (ii) मोललता (m)

(iii) मोल अंश (x) (iv) % गंणना

(v) ppm (प्रति मिलियन भाग)

- याद रखें कि ये सभी सान्द्रता पद एक दूसरे से संबंधित हैं। एक सान्द्रता पद को जानकर आप अन्य सान्द्रता पद भी निकाल सकते हैं। आइए हम उन सभी पर एक–एक करके चर्चा करते है।

मोलरता (M):

किसी विलयन के 1 L (1000 मिली) में घुले विलेय के मोलों की संख्या को विलयन की मोलरता कहते हैं।

अर्थात विलयन की मोलरता

$$= \frac{\text{विलेय के मोलो की संख्या}}{\text{विलयन का आयतन (लीटर)}}$$

मान लीजिए कि आणविक भार M के विलेय के w g को V ml जल में घोलकर तैयार किया जाता है।

∴ घुले हुए विलेय के मोलों की संख्या $= \frac{w}{M}$

∴ V ml जल में विलेय के मोल $= \frac{w}{M}$

∴ 1000 ml जल में $= \frac{w \times 1000}{M \times V_{ml}}$

∴ मोलरता (M) = $\frac{w \times 1000}{(\text{विलेय का अणुभार}) \times V_{ml}}$

कुछ अन्य संबंध भी उपयोगी हो सकते हैं।

$$\text{मिली मोलो की संख्या} = \frac{\text{विलेय का द्रव्य मान}}{\text{विलेय का अणुभार}} \times 1000$$

= (विलयन की मोलरता × V_{ml})

- विलयन की मोलरता इस प्रकार भी दी जा सकती है

$$\frac{\text{विलेय के मिली मोलो की संख्या}}{\text{विलयन का आयतन (ml)}}$$

- मोलरता ऐसी इकाई है जो तापमान पर निर्भर करती है। यह तापमान के साथ व्युत्क्रम रूप से बदलती रहती है। गणितीय रूप में : तापमान बढ़ने पर मोलरता घट जाती है।

$$\text{मोलरता} \propto \frac{1}{\text{तापमान}} \propto \frac{1}{\text{आयतन}}$$

- यदि आयतन V_1 और मोलरता M_1 वाले किसी विशेष विलयन को आयतन V_2 ml तक तनु किया जाता है तो

$M_1V_1 = M_2V_2$

M_2 = परिणामी मोलरता

- यदि कोई विलयन जिसमें आयतन V_1 और मोलरता M_1 को उसी विलेय के दूसरे विलयन में मिलाया जाता है जिसका आयतन V_2 mL और मोलरता M_2 है तो

$$M_1V_1 + M_2V_2 = M_R (V_1 + V_2)$$

$$M_R = \frac{M_1V_1 + M_2V_2}{V_1 + V_2}$$ (M_R = परिणामी मोलरता)

Ex: 149 g पोटेशियम क्लोराइड (KCl) को 10 लीटर जलीय विलयन में घोला जाता है। विलयन की मोलरता ज्ञात कीजिए? (K = 39, Cl = 35.5)

Sol: KCl का आणविक द्रव्यमान = 39 + 35.5 = 74.5 g

$\therefore$ KCl के मोल = $\frac{149\ g}{74.5\ g} = 2$

$\therefore$ विलयन की मोलरता = $\frac{2}{10} = 0.2$ M

मोललता (m) :

किसी विलायक के 1000 g (1kg) में घुले विलेय के मोलों की संख्या को विलयन की मोललता कहते हैं।

मोललता $\frac{\text{विलेय के मोलो की संख्या}}{\text{विलायक का द्रव्यमान (g)}} \times 1000$

माना कि एक विलेय का Y g, एक विलायक के X g में घुल जाता है। विलेय का आणविक द्रव्यमान M_0 है तब $\frac{y}{M_0}$ विलेय के मोल को विलायक के X g में घुल जाता है। इसलिये मोललता = $\frac{Y}{M_0 \times X} \times 1000$

- **मोललता तापमान पर निर्भर करती है।**

Ex: 255 g जलीय विलयन में 5 g यूरिया है। मोललता के संदर्भ में विलयन की सान्द्रता क्या होगी (यूरिया का आणविक द्रव्यमान = 60)

Sol: यूरिया का द्रव्यमान = 5 g

यूरिया का आणविक द्रव्यमान = 60

यूरिया के मोलों की संख्या = $\frac{5}{60} = 0.083$

विलायक का द्रव्यमान = (255 – 5) = 250 g

विलयन की मोललता = $\frac{\text{विलेय के मोलो की संख्या}}{\text{विलायक का द्रव्यमान (g)}}$

$\times 1000 = \frac{0.083}{250} \times 1000 = 0.332.$

मोल भिन्न (x) :

विलयन में उपस्थित विलेय या विलायक के मोलों की संख्या और विलयन में उपस्थित मोलों की कुल संख्या के अनुपात को संबंधित पदार्थों के मोल अंश के रूप में जाना जाता है।

माना विलयन में विलेय के मोलों की संख्या = n

विलयन में विलायक के मोलों की संख्या = N

$\therefore$ विलेय का मोल अंश $(x_1) = \frac{n}{n+N}$

$\therefore$ विलायक का मोल अंश $(x_2) = \frac{N}{n+N}$

$x_1 + x_2 = 1$

- मोल अंश एक शुद्ध संख्या है। यह तापमान परिवर्तन पर निर्भर नहीं करती है।

% गंणना :

विलयन की सांद्रता को प्रतिशत के रूप में निम्न प्रकार से व्यक्त किया जाता है।

- $\frac{w}{W}\%$: इसे प्रति 100 ग्राम विलयन में उपस्थित विलेय के द्रव्यमान के रूप में दिया जाता है।

  अर्थात : $\%\frac{w}{W} = \frac{\text{विलेय का द्रव्यमान (g)}}{\text{विलयन का द्रव्यमान (g)}} \times 100$

- $\%\frac{w}{V}$: इसे प्रति 100 मिलीलीटर विलयन में उपस्थित विलेय के द्रव्यमान के रूप में दिया जाता है।

  अर्थात : $\%\frac{w}{V} = \frac{\text{विलेय का द्रव्यमान (g)}}{\text{विलयन का आयतन (ml)}} \times 100$

- $\%\frac{v}{V}$: इसे प्रति 100 मिलीलीटर विलयन में उपस्थित विलेय के आयतन के रूप में दिया जाता है।

  अर्थात : $\%\frac{v}{V} = \frac{\text{विलेय का आयतन (ml)}}{\text{विलयन का आयतन (ml)}} \times 100$

Ex: किसी पदार्थ का 0.5 g विलायक में 25 g विलायक में घोला जाता है। विलयन में पदार्थ की प्रतिशत मात्रा की गणना करें।

Sol: पदार्थ का द्रव्यमान = 0.5 g

विलायक का द्रव्यमान = 25 g

$\therefore$ पदार्थ का प्रतिशत $(w/w) = \frac{0.5}{0.5+25} \times 100 = 1.96$

Ex: एक एल्कोहॉल का 20 cm^3 80 cm^3 जल में घोल जाता है। विलयन में एल्कोहॉल के प्रतिशत की गणना करें।

Sol: एल्कोहॉल का आयतन = 20 cm^3

जल का आयतन = 80 cm^3

$\therefore$ एल्कोहॉल का प्रतिशत = $(v/v) = \frac{20}{20+80} \times 100$

= 20

❖ **प्रति मिलियन भाग (ppm)**

जब विलेय बहुत कम मात्रा में उपस्थित होता है, तब इस सांद्रता शब्द का प्रयोग किया जाता है। इसे विलयन के प्रत्येक 1 मिलियन भागों में उपस्थित विलेय के भागों की

संख्या के रूप में परिभाषित किया जाता है। ppm द्रव्यमान या मोल दोनों के संदर्भ में हो सकता है। यदि कुछ भी निर्दिष्ट नहीं किया गया है, तो हम ppm को द्रव्यमान के रूप में लेते हैं। इसलिए, 100 ppm विलयन का मतलब है कि हर 1000000 g विलयन में 100 g विलेय मौजूद होता है।

$$ppm = \frac{\text{A का द्रव्यमान}}{\text{कुल द्रव्यमान}} \times 10^6 = \text{द्रव्यमान अंश} \times 10^6$$

❖ **नार्मलता (Normality (N)) :-**

1 L (1000 मिली) विलयन में घुले विलेय के तुल्यांको की संख्या को विलयन की नार्मलता के रूप में जाना जाता है।

$$\text{अर्थात् विलयन की नार्मलता} = \frac{\text{विलेय के तुल्यांको की संख्या}}{\text{लीटर में विलयन की मात्रा}}$$

$$\therefore \quad \text{नार्मलता (N)} = \frac{w \times 1000}{(\text{विलेय का तुल्यांकी भार}) \times V_{ml}}$$

$$\text{नार्मलता (N)} = \frac{w \times 1000}{E \times V_{ml}}$$

Ex: 8 लीटर H_2 और 6 लीटर Cl_2 को अधिकतम संभव परास तक अभिक्रिया करायी जाती है। अभिक्रिया मिश्रण का अंतिम आयतन ज्ञात करो। यह मानते हुए कि P तथा T अभिक्रिया के दौरान नियत हैं।

(1) 7 लीटर (2) 14 लीटर

(3) 2 लीटर (4) इनमें से कोई नहीं

Sol : (2)

	H_2	+	Cl_2	$\rightarrow$	2 HCl
अभिक्रिया के पहले आयतन	8 lit		6 lit		0
अभिक्रिया के बाद आयतन	2		0		12

∴ अभिक्रिया के बाद आयतन = H_2 का शेष आयतन + HCl का निर्मित आयतन = 2 + 12 = 14 लीटर

Ex: प्राकृतिक रूप से मिलने वाला क्लोरिन 75.53% Cl^{35}, है जिसका परमाण्विक द्रव्यमान 34.969 amu है और 24.47% Cl^{37} है जिसका द्रव्यमान 36.966 amu है। क्लोरिन के औसत परमाण्विक द्रव्यमान की गणना करो।

(1) 35.5 amu (2) 36.5 amu

(3) 71 amu (4) 72 amu

Sol : (1)

औसत परमाण्विक द्रव्यमान

$$= \frac{\text{I समस्थानिक का \%} \times \text{इसका परमाण्विक द्रव्यमान} + \text{II समस्थानिक का\%} \times \text{इसका परमाण्विक द्रव्यमान}}{100}$$

$$= \frac{75.53 \times 34.969 + 24.47 \times 36.96}{100} = 35.5 \text{ amu.}$$

Ex: Mg के 2g परमाणु का g में द्रव्यमान की गणना करो।

(1) 12 gm (2) 24 gm

(3) 6 gm (4) इनमें से कोई नहीं

Sol: (4)

∵ Mg के 1 g परमाणु में द्रव्यमान उपस्थित है = 24 g

∴ Mg के 2 g परमाणु में द्रव्यमान है = 24 x 2 = 48 g

Ex: Ag के 5 g परमाणु में (Ag का परमाणु भार = 108), Ag के एक परमाणु के भार की गणना करो।

(1) 17.93×10^{-23} g (2) 16.93×10^{-23} g

(3) 17.93×10^{23} g (4) 36×10^{-23} g

Sol: (1)

∵ Ag के N_A परमाणुओं का भार 108 g होता है

∴ Ag के 1 परमाणु का भार होता है $= \frac{108}{N_A}$ g

$$= \frac{108}{6.023 \times 10^{23}} = 17.93 \times 10^{-23} \text{ g}$$

Ex: Ag के 5 g परमाणु में (Ag का परमाणु भार = 108), Ag के परमाणुओं की संख्या की गणना करो।

(1) 1 N_A (2) 3N_A (3) 5 N_A (4) 7 N_A

Sol: (3)

∵ Ag के 1 g परमाणु में परमाणु है = N_A

∴ Ag के 5 g परमाणु में परमाणु है = 5N_A

Ex: CO_2 के 2N अणुओं की g में द्रव्यमान की गणना करो।

(1) 22 g (2) 44 g

(3) 88 g (4) इनमे से कोई नहीं

Sol: (3)

∵ CO_2 के N अणुओं का आण्विक द्रव्यमान = 44 g है.

∴ CO_2 के 2N अणुओं का आण्विक द्रव्यमान = 44 × 2 = 88 g है

Ex: ग्लुकोस ($C_6H_{12}O_6$) के 0.35 मोल में कितने कार्बन परमाणु उपस्थित है।

(1) 6.023×10^{23} कार्बन परमाणु
(2) 1.26×10^{23} कार्बन परमाणु
(3) 1.26×10^{24} कार्बन परमाणु
(4) 6.023×10^{24} कार्बन परमाणु

Sol: (3)

∴ $C_6H_{12}O_6$ के 1 मोल में = C कार्बन के 6 N परमाणु है

∴ $C_6H_{12}O_6$ के 0.35 मोल में = C कार्बन के 6 × 0.35 N परमाणु है = 2.1 N परमाणु

= $2.1 \times 6.023 \times 10^{23} = 1.26 \times 10^{24}$ कार्बन परमाणु

Ex: ग्लुकोस ($C_6H_{12}O_6$) के 5.23 g में कितने अणु उपस्थित है।

(1) 1.65×10^{22} (2) 1.75×10^{22}
(3) 1.75×10^{21} (4) इनमें से कोई नहीं

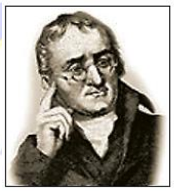
Sol: (2)

∵ 180 g ग्लुकोस में = N_A अणु होते है

∴ 5.23 g ग्लुकोस में = $\frac{5.23 \times 6.023 \times 10^{23}}{180}$

= 1.75×10^{22} अणु

डाल्टन का परमाणु सिद्धांत (DALTON'S ATOMIC THEORY):



जॉन डाल्टन
(1776-1884)

➢ डाल्टन ने परमाणु सिद्धांत को द्रव्यमान के संरक्षण के नियम और निश्चित अनुपात के नियम के आधार पर प्रस्तावित किया। उन्होंने इस सिद्धांत के तार्किक परिणाम के रूप में बहु अनुपात के नियम को भी प्रस्तावित किया। इस सिद्धांत की प्रमुख विशेषताएं हैं

(a) प्रत्येक तत्व बहुत छोटे कणों से बना होता है जिन्हें परमाणु कहा जाता है।

(b) किसी विशेष तत्व के सभी परमाणु समान होते हैं लेकिन अन्य तत्वों के परमाणुओं से भिन्न होते हैं।

(c) प्रत्येक तत्व का परमाणु एक अंतिम कण है, और उसका एक विशेष द्रव्यमान होता है लेकिन संरचना रहित होता है।

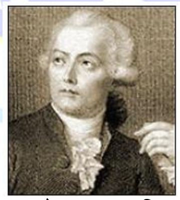
(d) परमाणु अविनाशी है अर्थात इसे सरल रासायनिक अभिक्रियाओं द्वारा न तो नष्ट किया जा सकता है और न ही बनाया जा सकता है।

(e) किसी तत्व का परमाणु अणु बनाने के लिए रासायनिक अभिक्रिया में भाग लेता है।

(f) विभिन्न तत्वों के परमाणु छोटी पूर्ण संख्याओं के निश्चित अनुपात में संयोजित होकर यौगिक (अब अणु कहलाते हैं) बनाते हैं।

रासायनिक संयोजन के नियम (LAWS OF CHEMICAL COMBINATION):

(a) द्रव्यमान संरक्षण का नियम (Law of Mass Conservation)



आंतोएन लावूसिए
(1743-1794)

इसमें कहा गया है कि "पदार्थ न तो किसी भौतिक या रासायनिक परिवर्तन के दौरान उत्पन्न होता है और न ही नष्ट होता है"

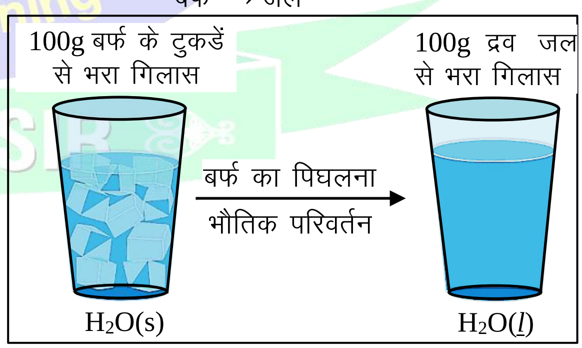
इस नियम को पदार्थ की अविनाशीता का नियम भी कहा जाता है।

अभिकारकों का कुल द्रव्यमान = उत्पादों का कुल द्रव्यमान
(अभिक्रिया से पहले) (रासायनिक अभिक्रिया के बाद)

इस नियम की वैधता के लिए रासायनिक संयोजन आवश्यक है।

- **जब पदार्थ भौतिक परिवर्तन से गुजरता है:** बर्फ का एक टुकड़ा (ठोस जल) एक छोटे शंक्वाकार फ्लास्क में लिया जाता है। यह अच्छी तरह से कॉर्क किया हुआ और तौला हुआ है। अब बर्फ (ठोस) को पिघलाकर जल (द्रव) बनाने के लिए फ्लास्क को धीरे–धीरे गर्म किया जाता है।

$$\text{बर्फ} \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} \text{जल}$$



फ्लास्क को फिर से तौला जाता है। यह पाया गया है कि भौतिक परिवर्तन होने के बावजूद भार में कोई परिवर्तन नहीं हुआ है।

- **जब कोई पदार्थ रासायनिक परिवर्तन से गुजरता है:** निम्नलिखित रासायनिक परिवर्तन नियम का वर्णन स्पष्ट करते हैं।

उदा. मर्क्यूरिक ऑक्साइड का अपघटन: 100 ग्राम मरक्यूरिक ऑक्साइड को एक बंद ट्यूब में गर्म करने पर यह विघटित होकर 92.6 ग्राम पारा और 7.4 ग्राम ऑक्सीजन गैस बनाता है। **अर्थात् उत्पादों का कुल द्रव्यमान** = 100 **ग्राम:**

$$HgO(s) \rightarrow Hg(l) + \frac{1}{2}O_2(g)$$

100g 92.6g 7.4 g

इस प्रकार, उपरोक्त अपघटन अभिक्रिया में पदार्थ न तो प्राप्त होता है और न ही नष्ट होता है।

(b) स्थिर अनुपात का नियम / निश्चित संघटन का नियम (Law of Definite Proportion)

जोसेफ प्राउस्ट
(1754-1826)

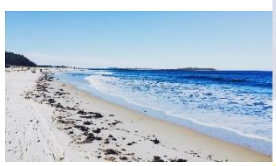
इस नियम के अनुसार **"किसी भी शुद्ध यौगिक में उनके भार के निश्चित अनुपात में समान तत्व होते हैं", या**
'एक शुद्ध रासायनिक यौगिक में हमेशा समान तत्व उनके भार के निश्चित अनुपात में संयुक्त होते हैं, चाहे इसको बनाने की विधि कुछ भी हों'।

Ex: शुद्ध जल में 2 ग्राम हाइड्रोजन और 16 ग्राम ऑक्सीजन होता है अर्थात शुद्ध जल में हाइड्रोजन और ऑक्सीजन का अनुपात 1 : 8 है।

बारिश का जल

नदी का जल

नल का जल

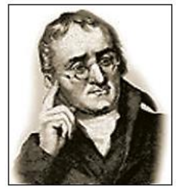


समुद्र का जल

या हम कह सकते हैं कि जल विभिन्न स्रोतों से प्राप्त किया जा सकता है लेकिन H और O के भार का अनुपात समान रहता है।

H_2	O		
2 :	16	←	← $2H_2O \leftarrow 2H_2 + O_2$ ←समुद्र का जल ←नल का जल ←नदी का जल ←वर्षा जल
तथा 1 :	8		

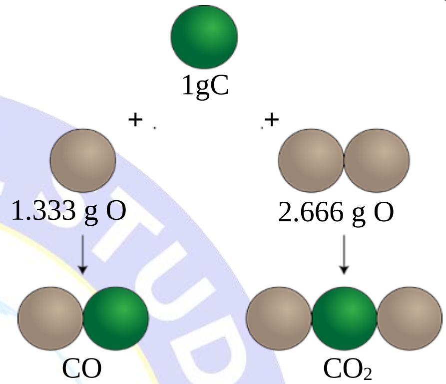
(c) गुणित अनुपात का नियम (Law of Multiple Proportion)



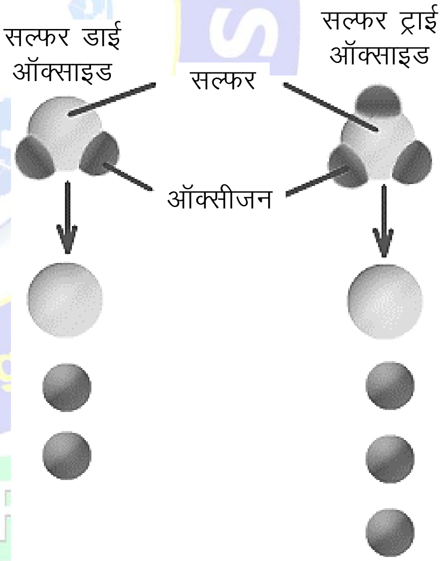
जॉन डाल्टन
(1776-1884)

'जब दो तत्व मिलकर दो या दो से अधिक यौगिक बनाते हैं, जिसमें एक तत्व का निश्चित भार दूसरे के विभिन्न भारों के साथ संयोजित होता है, तो वह एक साधारण संख्यात्मक अनुपात में होता है'।

Ex: CO और CO_2 में 12 ग्राम कार्बन के साथ संयोजन करने वाले ऑक्सीजन का भार 1: 2 के अनुपात में है



Ex: SO_2 और SO_3 में 32 ग्राम सल्फर के साथ संयोजन करने वाली ऑक्सीजन का भार 2 : 3 का अनुपात है

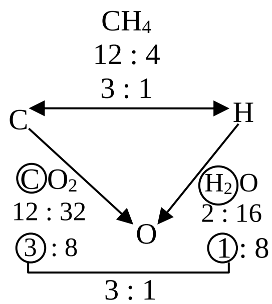


(d) व्युत्क्रम अनुपात का नियम (LAW OF RECIPROCAL PROPORTION):

यह रिचर द्वारा दिया गया है।

दो तत्वों A और B के भार का अनुपात जो तीसरे तत्व C के एक निश्चित भार के साथ अलग–अलग संयोजित होते हैं, भार का समान या साधारण अनुपात होता है जिसमें A और B सीधे एक दूसरे के साथ संयोजित होते हैं।

Ex:



Ex: अमोनिया में 82.35% नाइट्रोजन और 17.65% हाइड्रोजन होता है। जल में 88.90% ऑक्सीजन और 11.10% हाइड्रोजन होता है। नाइट्रोजन ट्राइऑक्साइड में 63.15% ऑक्सीजन और 36.85% नाइट्रोजन होता है। बताएँ कि ये आकड़ा व्युत्क्रम अनुपात के नियम का वर्णन करता हैं।

Sol: NH_3 में, 17.65g H, N = 82.35g के साथ संयोजित होता है।

H का 1 ग्राम N के = $\frac{82.35}{17.65}g = 4.67g$ के साथ संयोजित होता है।

H_2O में, H का 11.10 g, O के = 88.90 g के साथ संयोजित होता है

H का 1g O= $\frac{88.90}{11.10}g = 8.01g$ के साथ संयोजित होता है

N और O के भार का अनुपात जो H के निश्चित भार (=1g) के साथ संयोजित होता है

= 4.67 : 8.01 = 1 : 1.7

N_2O_3 में, N और O के भार का अनुपात जो एक दूसरे के साथ संयोजित होते हैं =36.85 : 63.15

= 1 : 1.7

इस प्रकार, दोनों अनुपात समान हैं। इसलिए यह पारस्परिक अनुपात के नियम को दिखाता है।

(e) गैसीय आयतन का नियम (Law of Gaseous Volume)

तापमान और दाब की समान परिस्थितियों में, जब भी गैसें एक साथ अभिक्रिया करती हैं, तो अभिक्रिया करने वाली गैसों के साथ–साथ उत्पादों की मात्रा एक साधारण पूर्ण संख्या अनुपात में होती हैं।

जोसेफ लुइस गै–लुसैक

'समान तापमान और दाब पर, अभिक्रिया करने वाले गैसीय अभिकारकों की मात्रा और गैसीय उत्पादों की मात्रा में एक साधारण अनुपात होता हैं।'

Ex: $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$ आयतन अनुपात 2 : 1 : 2

2 Vol 1 Vol 2Vol

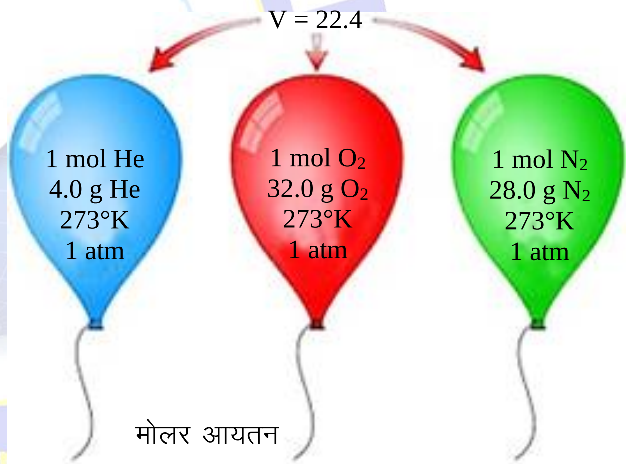
Ex: $N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$ आयतन अनुपात 1 : 3 : 2

1 Vol 3 Vol 2Vol

(f) आवोगाद्रो का नियम (Avogadro's Law):

एमाडिओ आवोगाद्रो
(1776-1856)

'तापमान और दाब की समान परिस्थितियों में सभी गैसों के समान आयतन में अणुओं की समान संख्या होती है'



STP (मानक तापमान और दाब पर) :
किसी भी गैस के लिए 1 mol के लिए 22.4 L

आवोगाद्रो के नियम के अनुप्रयोग

(i) गैसीय तत्वों के परमाणु भार को निर्धारित करने के लिए एक विधि प्रदान करता है।

(ii) वाष्प घनत्व (V.D.) और पदार्थों के आणविक द्रव्यमान के बीच संबंध स्थापित करता है।

आणविक द्रव्यमान = 2 × वाष्प घनत्व

वाष्प घनत्व = $\frac{\text{(गैस की निश्चित मात्रा का आयतन)}}{\text{(हाइड्रोजन की समान मात्रा का आयतन)}}$

या वाष्प घनत्व = $\frac{\text{(गैस के n अणुओं का भार)}}{\text{(हाइड्रोजन के n अणुओं का भार)}}$

या वाष्प घनत्व

$$= \frac{(\text{गैस के एक – अणु का भार})}{(\text{हाइड्रोजन के एक – परमाणु का भार} \times 2)}$$

$$\text{या वाष्प घनत्व} = \frac{(\text{आणविक भार})}{2}$$

SOLVED EXAMPLES

Ex:1 हाइड्रोजन का एक आयतन, क्लोरीन के एक आयतन से संयोग करके हाइड्रोजनक्लोराइड के दो आयतन उत्पादित करता है।

सरल अनुपात = 1 : 1 : 2.

1	1	2	← स्ट्रॉइकियोमीट्री

$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2HCl_{(g)}$

1 आयतन + 1 आयतन 2 आयतन

Ex:2 नाइट्रोजन का एक आयतन हाइड्रोजन के तीन आयतनों के साथ संयोग करके अमोनिया के दो आयतन उत्पादित करता है।

सरल अनुपात = 1 : 3 : 2

1	3	2

$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$

1 आयतन + 3 आयतन 2 आयतन

Special Note: यह नियम केवल गैसीय अभिक्रियाओं के लिए उपयोग किया जाता है। यह मोल या अणुओं से आयतन के सम्बंध को बताता है लेकिन द्रव्यमान के साथ सम्बंध को नहीं बताता है।

Ex:3 अमोनिया के 3.01×10^{23} अणुओं का भार क्या है।

(1) 17 g (2) 8.5 g

(3) 34 g (4) इनमें से कोई नहीं

Sol: **(2)**

$\because$ NH_3 के 6.023×10^{23} अणु का भार है = 17 g

$\therefore$ NH_3 के 3.01×10^{23} अणुओं का भार है

$$= \frac{17 \times 3.01 \times 10^{23}}{6.023 \times 10^{23}} = 8.50 \text{ g}$$

Ex:4 NTP पर किसी गैस का घनत्व 0.00445 g/mL है, इसका वाष्प घनत्व तथा अणुभार ज्ञात कीजिए।

(1) 10, 70 (2) 20, 40

(3) 50, 100 (4) 30, 80

Sol: **(3)**

$$\text{वाष्पघनत्व} = \frac{\text{गैस का घनत्व}}{H_2 \text{ का घनत्व}} = \frac{0.004450}{0.000089} = 50$$

अणुभार = 2 × वाष्पघनत्व = 2 × 50 = 100

Ex:5 STP पर जलवाष्प के 1 mL मे कितने अणु उपस्थित है।

(1) 1.69×10^{19} (2) 2.69×10^{-19}

(3) 1.69×10^{-19} (4) 2.69×10^{19}

Sol: **(4)**

$\because$ STP पर 22.4 लीटर जलवाष्प में है = 6.023×10^{23} अणु

$\therefore$ STP पर 1×10^{-3} लीटर जलवाष्प में

$$= \frac{6.023 \times 10^{23}}{22.4} \times 10^{-3} = 2.69 \times 10^{19} \text{ अणु है}$$

Ex:6 अवोगाद्रो को एक सेकंड में 1 मिलियन रूपये की दर से कितने रूपये व्यय करने में कितने वर्ष लगेंगे

(1) 19.098×10^{19} वर्ष (2) 19.098 वर्ष

(3) 19.098×10^{9} वर्ष (4) इनमें से कोई नहीं

Sol: **(3)**

$\because$ 10^6 रूपये 1 सैकेण्ड में व्यय होते है

$\therefore$ 6.023×10^{23} रूपये खर्च होगें

$$= \frac{1 \times 6.023 \times 10^{23}}{10^6} \text{ सैकेण्ड}$$

$$= \frac{1 \times 6.023 \times 10^{23}}{10^6 \times 60 \times 60 \times 24 \times 365} \text{ वर्ष} = 19.098 \times 10^9 \text{ वर्ष}$$

Ex:7 एक तत्व के परमाणु का भार 6.644×10^{-23} ग्राम है। 40 किलोग्राम में तत्व के ग्राम परमाणुओं की गणना करो।

(1) 10 ग्राम परमाणु (2) 100 ग्राम परमाणु

(3) 1000 ग्राम परमाणु (4) 10^4 ग्राम परमाणु

Sol: $\because$ तत्व के 1 परमाणु का भार = 6.644×10^{-23} g

$\therefore$ तत्व के 'N_A' परमाणुओं का भार

= $6.644 \times 10^{-23} \times 6.023 \times 10^{23}$ = 40 g

$\because$ तत्व के 40 ग्राम में 1 ग्राम परमाणु है तब

$\therefore$ तत्व के 40 x 10^3 ग्राम में है

$$= \frac{40 \times 10^3}{40} = 10^3 \text{ ग्राम परमाणु}$$

Ex:8 222 g निर्जलीकृत $CaCl_2$ में Cl^- तथा Ca^{+2} की संख्या की गणना करो।
(1) Ca^{+2} के 2 N_A आयन तथा Cl^- के 4 N_A आयन
(2) Cl^- के 2 N_A आयन तथा Ca^{+2} के 4 N_A आयन
(3) Ca^{+2} के 1 N_A आयन तथा Cl^- के 1 N_A आयन
(4) इनमें से कोई नहीं

Sol: **(1)**
∵ $CaCl_2$ का अणुभार = 111 g
∵ 111 g $CaCl_2$ में है = Ca^{+2} के N_A आयन
∴ 222 g $CaCl_2$ में है $\frac{N\times 222}{111}$ = Ca^{+2} के 2 N_A आयन
इसीलिए ∵ 111 g $CaCl_2$ = Cl^- के 2 N_A आयन है
∴ 222 g $CaCl_2$ में = $\frac{2N\times 222}{111}$ Cl^- के आयन है
= Cl^- के 4 N_A आयन

Ex:9 NTP पर O_2 का घनत्व 1.429 ग्राम/लीटर है। गैस के मानक मोलर आयतन की गणना करो।
(1) 22.4 ली. (2) 11.2 ली.
(3) 33.6 ली. (4) 5.6 ली.

Sol: **(1)**
∵ O_2 गैस का 1.429 ग्राम आयतन घेरता = 1 लीटर
∴ O_2 गैस का 32 ग्राम आयतन घेरता
= $\frac{32}{1.429}$ = 22.4 लीटर / मोल

Ex:10 निम्न में से किसका अधिकतम भार होगा।
(1) 40 ग्राम आयरन
(2) N के 1.2 ग्राम परमाणु
(3) कार्बन के 1×10^{23} परमाणु
(4) STP पर O_2 के 1.12 लीटर

Sol: **(1)**
(1) आयरन का द्रव्यमान = 40 g
(2) N के 1.2 ग्राम परमाणु का द्रव्यमान
= 14 × 1.2 = 16.8 ग्राम
(3) C के 1×10^{23} परमाणुओं का द्रव्यमान
= $\frac{12\times 1\times 10^{23}}{6.023\times 10^{23}}$ = 1.99 ग्राम
(4) STP पर O_2 के 1.12 लीटर का द्रव्यमान
= $\frac{32\times 1.2}{22.4}$ = 1.6 ग्राम

Ex:11 पोटेशियम क्लोरेट के कितने मोल 11.2 लीटर ऑक्सीजन उत्पादित करने के लिए गर्म किए जाएगें।
(1) $\frac{1}{2}$ मोल (2) $\frac{1}{3}$ मोल (3) $\frac{1}{4}$ मोल (4) $\frac{2}{3}$ मोल

Sol: **(2)**
$2\,KClO_3 \rightarrow 2KCl + 3O_2$
अभिक्रिया के लिए मोल 2 2 3
∵ 3 × 22.4 लीटर O_2, 2 मोल $KClO_3$ के द्वारा निर्मित होती है
∴ 11.2 लीटर O_2, $\frac{2\times 11.2}{3\times 22.4}$ के द्वारा निर्मित होती है
= $\frac{1}{3}$ मोल $KClO_3$

Ex:12 95% शुद्ध चूना पत्थर ($CaCO_3$) के 200 किलोग्राम को गर्म करने से प्राप्त चूने (CaO) के भार की गणना करो।
(1) 104.4 किलोग्राम (2) 105.4 किलोग्राम
(3) 212.8 किलोग्राम (4) 106.4 किलोग्राम

Sol: **(4)**
∵ 100 किलोग्राम अशुद्ध नमूने में शुद्ध $CaCO_3$ है = 95 किलोग्राम
∴ 200 किलोग्राम अशुद्ध नमूने में शुद्ध $CaCO_3$ है
= $\frac{95\times 200}{100}$ = 190 किलोग्राम
$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$
अणुभार 100 56 44
∵ 100 किलोग्राम $CaCO_3$, CaO देता है = 56 किलोग्राम
∴ 190 किलोग्राम $CaCO_3$, CaO देता है = $\frac{56\times 190}{100}$
= 106.4 किलोग्राम

Ex:13 एक धातु के क्लोराइड का सूत्र MCl_3 है। इसके फॉस्फेट का सूत्र होगा।
(1) M_2PO_4 (2) MPO_4 (3) M_3PO_4 (4) $M(PO_4)_2$

Sol: **(2)**
$AlCl_3$ इस रूप में $AlPO_4$ होगा

Ex:14 11.34 g भार युक्त एक सिल्वर के सिक्के को नाइट्रिक अम्ल में घोला जाता हैं। जब सोडियम क्लोराइड विलयन में मिलाया जाता है तो पूर्ण सिल्वर ($AgNO_3$ के रूप में), सिल्वर क्लोराइड के रूप में अवक्षेपित हो जाता हैं। अवक्षेपित सिल्वर क्लोराइड का भार 14.35 g हैं। सिक्के में सिल्वर की प्रतिशतता की गणना करो।
(1) 4.8 % (2) 95.2% (3) 90 % (4) 80%

Sol: **(2)**
$Ag + 2HNO_3 \rightarrow AgNO_3 + NO_2 + H_2O$
108
$AgNO_3 + NaCl \rightarrow AgCl + NaNO_3$
143.5
∴ सिल्वर क्लोराइड का 143.5 g, सिल्वर के 108 g के द्वारा अवक्षेपित होगा
या सिल्वर क्लोराइड का 14.35 g, सिल्वर के 10.8 g के द्वारा अवक्षेपित होगा
∵ सिल्वर सिक्के के 11.34 g में शुद्ध सिल्वर के 10.8 g उपस्थित है
∴ सिल्वर सिक्के के 100 g में = $\frac{10.8}{11.34}$ × 100
= 95.2 % उपस्थित है

Ex:15 मेथेन के 25.0 g में कितने मेथेन के अणु तथा कितने हाइड्रोजन व कार्बन परमाणु उपस्थित है, की गणना कीजिए।

Sol: CH_4 के मोल = $\frac{25}{16}$

$\therefore$ CH_4 अणुओं की संख्या = $\times 6.02 \times 10^{23} = 9.41 \times 10^{23}$

$\because$ CH_4 के एक अणु में एक कार्बन परमाणु तथा 4 हाइड्रोजन परमाणु है।

$\therefore$ कार्बन परमाणु की संख्या = 9.41×10^{23}

$\therefore$ हाइड्रोजन परमाणुओं की संख्या = $4 \times 9.41 \times 10^{23}$ = 37.64×10^{23}

Ex:16 27°C पर NO_2 तथा N_2O_4 युक्त एक मिश्रण का वाष्प घनत्व 38.3 है। 100 मोल मिश्रण में NO_2 के मोल की गणना कीजिए।

Sol: NO_2 तथा N_2O_4 के मिश्रण का आण्विक भार है

= $38.3 \times 2 = 76.6$

मानाकि 100 मोल मिश्रण में NO_2 के x मोल उपस्थित है।

$\therefore$ N_2O_4 के मोल = $(100 - x)$

NO_2 का भार + N_2O_4 का भार = मिश्रण का कुल भार

$(x \times 46) + (100 - x) \times 92 = 100 \times 76.6$ gm

$\Rightarrow x = 33.48$ मोल

Ex:17 C_3H_8, CH_4 तथा CO के एक मिश्रण में C_3H_8 के आयतन का प्रतिशत 36.5 है। जब 100 mL मिश्रण को O_2 से आधिक्य में दहन होता है तो उत्पादित होने वाले CO_2 के आयतन की गणना कीजिए।

Sol: मानाकि दिये गये 100 ml के नमूने में C_3H_8, CH_4 तथा CO के आयतन क्रमशः a, b तथा c ml है, तब

a + b + c = 100 तथा a = 36.5 ml

अब नीचे दर्शाए अनुसार मिश्रण के दहन के परिणाम स्वरूप CO_2 उत्पादित होता है–

(1) $C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$
a आयतन — 3a आयतन

(2) $CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$
b आयतन — b आयतन

(3) $CO + 1/2\ O_2 \longrightarrow CO_2$
c आयतन — c आयतन

उत्पादित होने वाला CO_2 का कुल आयतन = 3a + b + c = 2a + (a + b + c) = 2 × 36.5 + 100 = 173 ml.

Ex:18 धातु नाइट्रेट का 1.0 g धातु, धातु सल्फेट के 0.86 g देता है। धातु के तुल्यांकी भार की गणना कीजिए।

Sol: $M(NO_3)_n \longrightarrow M_2(SO_4)_n$ (n = धातु की संयोजक्ता)

$M(NO_3)_n$ के ग्राम तुल्यांक = $M_2(SO_4)_n$ के ग्राम तुल्यांक

$$\frac{1.0}{E(M)+E(NO_3^-)} = \frac{0.86}{E(M)+E(SO_4^{2-})}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{E+\frac{62}{1}} = \frac{0.86}{E+\frac{96}{2}} \Rightarrow E = 38$$

Ex:19 H_2SO_4 में धातु के 2 g धातु सल्फेट के 4.51 g देते हैं। धातु की विशिष्ट ऊष्मा 0.057 कैलोरी/ग्राम है। धातु का परमाणु भार तथा संयोजकता की गणना कीजिए।

Sol: धातु के ग्राम तुल्यांक = धातु सल्फेट के ग्राम तुल्यांक

$$\frac{2}{E} = \frac{4.51}{E+E(SO_4^{2-})}$$ (E = धातु के तुल्यांकी भार)

$$\frac{2}{E} = \frac{4.51}{(E+48)} \Rightarrow E = 38.24$$

परमाणु भार × विशिष्ट ऊष्मा $\simeq$ 6.4

लगभग परमाणु भार = $\frac{6.4}{0.057} = 112.28$

$\because$ धातु की संयोजकता = $\frac{\text{परमाणु भार}}{\text{तुल्यांकी भार}}$

$= \frac{112.28}{38.24} = 2.93 \simeq 3$ ($\because$ संयोजकता पूर्णांक है)

$\therefore$ धातु का सही परमाणुभार = तुल्यांकी भार × संयोजकता = 38.24 × 3 = 114.72

KHAN GLOBAL STUDIES
Most Trusted Learning Platform
KHAN SIR

QUICK FOLLOW UP

रासायनिक संयोजन के नियम

आवागाद्रो का नियम

समान दाब और ताप पर सभी गैसों के समान आयतों में अणुओं की संख्या समान होती है।

द्रव्यमान - संरक्षण का नियम

पदार्थ न तो बनाया जा सकता है न ही नष्ट किया जा सकता है।

स्ट्रॉइकियोमीट्री

रासायनिक समीकरण संतुलित अभिकारक और उत्पाद के लिए सही सूत्र लिखिए

↓

C परमाणुओं की संख्या संतुलित करें

↓

H परमाणुओं की संख्या संतुलित करें

↓

O परमाणुओं की संख्या संतुलित करें

↓

तत्वों के परमाणुओं की संख्या सत्यापित करें

संद्रता पद

$M = \frac{\text{विलेय के मोलों की संख्या}}{\text{विलयन का आयतन (L)}}$ $m = \frac{\text{विलेय के मोलों की संख्या}}{\text{विलयकों का भार (kg)}}$

$\frac{w}{v}\% = \frac{\text{विलेय का भार kg}}{\text{विलयन का आयतन (L)}} \times 100$ $M.F. = \frac{\text{विलेय या विलायक के मोल}}{\text{विलयन के कुल मोल}}$

$\frac{v}{v}\% = \frac{\text{L में विलय का आयतन}}{\text{विलयन का आयतन (L)}} \times 100$ $\frac{w}{w}\% = \frac{\text{विलायक का भार (kg)}}{\text{विलयन का भार (kg)}} \times 100$

N = मोलरता × n-कारक $ppm = \frac{\text{विलायक का भार (kg)}}{\text{विलयन का भार (kg)}} \times 10^6$

सीमांत अभिकर्मक

अभिकारक जो किसी रासायनिक अभिक्रिया में पूरी तरह से समाप्त हो जाता है।

विमीय विश्लेषण

- अनुरोध इकाई = दिया गया मान × संरक्षण कारक
- कुछ उपयोगी संरक्षण कारक:

लंबाई – $1\ \text{Å} = 10^{-8}\ cm = 10^{-10}\ m$

$1\ nm = 10^{-9}\ m$, $1\ pm = 10^{-12}\ m$

आयतन– $1\ L = 1000\ mL$

$= 1000\ cm^3 = 1\ dm^3 = 10^{-3}\ m^3$

दाब – 1 atm 760 mm or torr = 101325 Pa

$1\ bar = 10^5\ Nm^{-2} = 10^5 Pa$

ऊर्जा – 1 कैलोरी = 4.184 J

$1\ eV = 1.6022 \times 10^{-19}\ J$

$1\ J = 10^7\ ergs$

विलयन में अभिक्रिया

$n = \frac{N}{N_A}, n = \frac{m}{M}, n = \frac{V}{22.4\ L}$

द्रव्यमान प्रतिशत (%) = $\frac{w_{\text{विलय}}}{w_{\text{विलयन}}} \times 100$

मोल अंश, $x_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}$, $x_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}$

मोलरता (M) = $\frac{w_2 \times 1000}{M_2 \times V(\text{mL में})}$

रासायनिक संयोजन के नियम

स्थिर अनुपात का नियम

किसी दिए गए यौगिक में हमेशा द्रव्यमान के समान अनुपात में समान तत्व होते हैं

गै-लुसैक का नियम

स्थिर आयतन पर, दाब सीधे तापमान के समानुपाती होता है

गुणित अनुपात का नियम

यदि दो तत्व मिलकर एक से अधिक यौगिक बना सकते हैं, तो एक तत्व के द्रव्यमान जो दूसरे तत्व के निश्चित द्रव्यमान के साथ संयोजित होते हैं, छोटी पूर्ण संख्या के अनुपात में होते हैं

KHAN GLOBAL STUDIES
Most Trusted Learning Platform
KHAN SIR