मोल

1. खण्ड (A) : STP पर आदर्श गैस का मोलर आयतन, औसत आण्विक द्रव्यमान

2. प्रस्तावना :

यहाँ हमारे चारों ओर कई तरह की वस्तुएँ हैं जिन्हें हम देख सकते है एवं महसूस कर सकते हैं, ''ऐसा कोई भी जो जगह घेरता हो तथा द्रव्यमान रखता हो पदार्थ कहलाता है।''

प्राचीन भारतीय तथा यूनानी दार्शनिक विश्वास करते थे कि हमारे चारो ओर की वस्तुएँ, पाँच मुख्य तत्वों के संयोग से बनी हैः पृथ्वी, अग्नि, जल, वायु तथा आकाश।

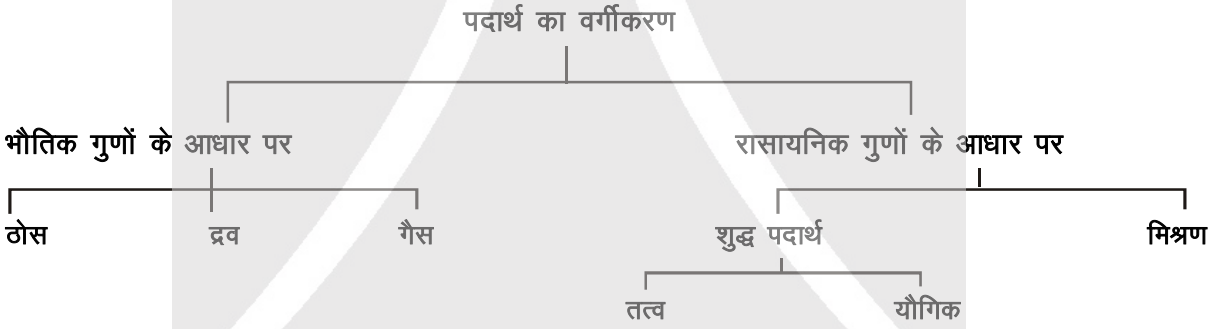
भारतीय दार्शनिक कणाद (600 BC) ने बताया कि पदार्थ बहुत छोटे, अविभाज्य कणों से बनता है। जो परमाणु कहलाते हैं।

प्राचीन यूनानी दार्शनिक यह विश्वास करते थे कि पदार्थ छोटे बिल्डिंग ब्लॉक से संगठित होता हैं जो कठोर तथा अविभाज्य होते हैं।

यूनानी दार्शनिक डेमोक्रिटस् ने इन बिल्डिंग ब्लॉक को परमाणु कहा जिसका अर्थ अविभाज्य रहना है। इन सभी लोगों का पदार्थ के संबंध में अपना एक नजरिया था, वे कभी भी प्रायोगिक परीक्षण नहीं कर सके और ना ही कभी वैज्ञानिक रूप से सत्य को समझा सके। यह जॉन डॉल्टन थे जिसने पदार्थ की संरचना पर एक सिद्धान्त स्थापित किया बाद में जिसे डॉल्टन का परमाण्विय सिद्धान्त कहा गया।

Th1: डॉल्टन का परमाण्विय सिद्धान्त :

- पदार्थ बहुत छोटे अविभाज्य कणों से बना होता हैं, जिसे परमाणु कहते है।
- सभी सन्दर्भ में दिये गये तत्व के सभी परमाणु समान होते हैं अर्थात द्रव्यमान, आकृत्ति, आकार इत्यादि।
- एक रासायनिक प्रक्रम द्वारा किसी परमाणु को उत्पन्न अथवा उसे नष्ट नहीं किया जा सकता है।
- प्रकृति में विभिन्न तत्व के परमाणु भिन्न होते है।



2.1. मूल परिभाषाएं :

D1: आपेक्षिक परमाण्विय द्रव्यमान (RAM) :

डॉल्टन परमाण्विय सिद्धान्त से सबसे प्रमुख संकल्पना जो आती हैं वह आपेक्षिक परमाण्विय द्रव्यमान अथवा आपेक्षिक परमाण्विय भार हैं। इसे एक निश्चित मानक के संदर्भ में एक परमाणु के द्रव्यमान को व्यक्त करने के लिए काम में लिया जाता हैं। डॉल्टन ने हाइड्रोजन (H = 1) को मानक के रूप में लिया। बाद में मानक के रूप में हाइड्रोजन के स्थान पर ऑक्सीजन (O = 16) को लिया गया। इसलिए आपेक्षिक परमाण्विय द्रव्यमान निम्न प्रकार दिया जाता हैं।

हाइड्रोजन पैमाने पर, आपेक्षिक परमाण्विय द्रव्यमान (R.A.M) = $\frac{\text{तत्व के एक परमाणु का द्रव्यमान}}{\text{हाइड्रोजन परमाणु का द्रव्यमान}}$

ऑक्सीजन पैमाने पर, आपेक्षिक परमाण्विय द्रव्यमान (R.A.M) = $\frac{\text{तत्व के एक परमाणु का द्रव्यमान}}{\frac{1}{16}\times\text{एक ऑक्सीजन परमाणु का द्रव्यमान}}$

❍ वर्तमान मानक इकाई जिसका 1961 में अर्न्ताष्ट्रीयकरण किया गया, एक कार्बन–परमाणु के द्रव्यमान पर आधारित हैं।

कार्बन पैमाने पर, आपेक्षिक परमाण्विय द्रव्यमान (R.A.M) = $\frac{\text{तत्व के एक परमाणु का द्रव्यमान}}{\frac{1}{12}\times \text{ एक C}-12 \text{ परमाणु का द्रव्यमान}}$

D2: परमाण्विय द्रव्यमान इकाई (अथवा amu) :

परमाण्विय द्रव्यमान इकाई (amu), कार्बन–12 समस्थानिक के परमाणु के द्रव्यमान का $\left(\frac{1}{12}\right)^{th}$ के बराबर होता है।

$\therefore$ 1 amu = $\frac{1}{12}$ × एक C-12 परमाणु का द्रव्यमान

≈ C-12 परमाणु में एक न्यूक्लिऑन का द्रव्यमान

= 1.66×10^{-24} g अथवा 1.66×10^{-27} kg

❍ **एक amu** को एक डॉल्टन **(Da)** भी कहा जाता है। आज amu को 'u' से प्रतिस्थापित किया जा चुका है, जिसे एकीकृत द्रव्यमान कहते हैं। आपेक्षिक परमाण्विय द्रव्यमान निम्न प्रकार से दिया जाता है।

$$\text{आपेक्षिक परमाण्विय द्रव्यमान} = \frac{\text{तत्व के एक परमाणु का द्रव्यमान}}{\frac{1}{12}\times \text{ एक C}-12 \text{ परमाणु का द्रव्यमान}}$$

$$\textbf{आपेक्षिक परमाण्विय द्रव्यमान (R.A.M).} = \frac{\text{परमाण्वीय द्रव्य मान}}{1 \text{ amu}}$$

परमाण्विय व आण्विक द्रव्यमान :

परमाण्विय द्रव्यमान के एक परमाणु का द्रव्यमान है जिसे amu से व्यक्त करते हैं।

परमाण्विय द्रव्यमान = R.A.M × 1 amu

आण्विक द्रव्यमान के एक परमाणु का द्रव्यमान है जिसे amu से व्यक्त करते हैं।

तथा **आण्विक द्रव्यमान = आपेक्षिक आण्विक द्रव्यमान × 1 amu**

नोट : आपेक्षिक परमाण्विय द्रव्यमान परमाणु में उपस्थित न्यूक्लिऑन की संख्या होती है।

Solved Example

Example 1. ऑक्सीजन परमाणु का आपेक्षिक परमाण्विय द्रव्यमान और इसका परमाण्विय द्रव्यमान ज्ञात करो।

हल. ऑक्सीजन परमाणु में न्यूक्लिऑन की संख्या 16 है।

$\therefore$ 'O' परमाणु का आपेक्षिक परमाण्विय द्रव्यमान = 16.

परमाण्विय द्रव्यमान = R.A.M × 1 amu = 16 × 1 amu = 16 amu

2.2. मोल :

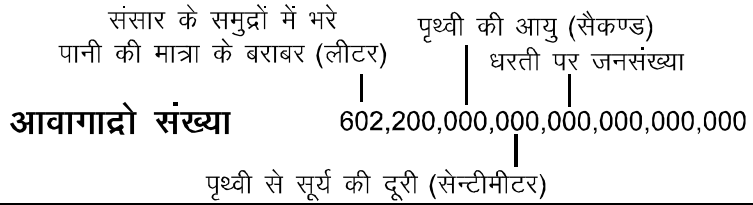
मोल रासायनिक मात्रात्मक SI इकाई है तथा इसे निम्न प्रकार परिभाषित किया जाता है

D3: एक मोल पदार्थ की वह मात्रा है जिसमें उतने ही स्पीशीज (परमाणु, अणु अथवा अन्य कण) **उपस्थित होते हैं जितने की कार्बन-12 समस्थानिक** के 0.012 kg (**अथवा** 12 g) **में परमाणु उपस्थित होते है। द्रव्यमान स्पेक्ट्रोमीटर से हम जानते है कि** 12 g C-12 **समस्थानिक में** 6.023×10^{23} **परमाणु उपस्थित होते है।**

1 मोल में उपस्थित परमाणु, अणु तथा अन्य कण की संख्या इतनी महत्वपूर्ण है कि इसे एक पृथ्क नाम आवागाद्रों संख्या तथा प्रतीक N_A दिया गया हैं।

अर्थात पूर्ण रूप से 1 मोल, 6.02×10^{23} स्वतंत्र वस्तु का संगठन हैं। यहाँ स्वतंत्र वस्तुएँ परमाणु, आयन, अणु अथवा पेन, कुर्सी, पेपर इत्यादि से भी प्रदर्शित की जा सकती हैं, लेकिन यह संख्या (N_A) बहुत बडी हैं इसलिए इसे छोटी वस्तुओं के लिए ही काम में लिया जाता है।

एक मोल कितना बडा होता है ?



नोट : आधुनिक रूप में मोल को ग्राम–परमाणु तथा ग्राम–अणु के रूप में काम में लेते हैं।

D4: ग्राम परमाण्विय द्रव्यमान :

ग्राम में तत्व के परमाण्विय द्रव्यमान को तत्व का ग्राम परमाण्विय द्रव्यमान कहते हैं।

अथवा इसे 6.02×10^{23} परमाणुओं के द्रव्यमान से भी परिभाषित किया जाता हैं।

अथवा इसे एक मोल परमाणु के द्रव्यमान से भी परिभाषित किया जाता है।

ऑक्सीजन परमाणु के लिए उदाहरण :

'O' परमाणु का परमाण्विय द्रव्यमान = एक 'O' परमाणु का द्रव्यमान = 16 amu

ग्राम परमाण्विय द्रव्यमान = 6.02×10^{23} 'O' परमाणु का द्रव्यमान

$= 16 \text{ amu} \times 6.02 \times 10^{23}$

$= 16 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ g} \times 6.02 \times 10^{23} = 16 \text{ g}$ $\quad (\because\ 1.66 \times 10^{-24} \times 6.02 \times 10^{23} \simeq 1)$

Solved Example

Example 1. 16 ग्राम ऑक्सीजन में ऑक्सीजन के कितने परमाणु हैं

हल. माना कि ऑक्सीजन के x परमाणु उपस्थित है।

अतः $16 \times 1.66 \times 10^{-24} \times x = 16 \text{ g}$

$$x = \frac{1}{1.66 \times 10^{-24}} = N_A$$

D5: ग्राम आण्विक द्रव्यमान (Gram molecular mass) :

ग्राम में पदार्थ के आण्विक द्रव्यमान को पदार्थ का ग्राम–आण्विक द्रव्यमान कहते है।

अथवा इसे 6.02×10^{23} अणु का द्रव्यमान के रूप में परिभाषित किया जाता है।

अथवा इसे एक मोल अणु के द्रव्यमान के रूप में परिभाषित किया जाता है।

'O_2' अणु के लिए उदाहरण :

'O_2' अणु का आण्विक द्रव्यमान = एक 'O_2' अणु का द्रव्यमान

$= 2 \times$ एक 'O' परमाणु का द्रव्यमान

$= 2 \times 16 \text{ amu} = 32 \text{ amu}$

ग्राम आण्विक द्रव्यमान = 6.02×10^{23} 'O_2' अणु का द्रव्यमान

$= 32 \text{ amu} \times 6.02 \times 10^{23}$

$= 32 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ g} \times 6.02 \times 10^{23} = 32 \text{ g}$

Solved Example

उदाहरण-3 H_2SO_4 का आण्विक द्रव्यमान 98 amu है। H_2SO_4 के 294 ग्राम में उपस्थित प्रत्येक तत्व के मोलों की संख्या ज्ञात करो।

हल. H_2SO_4 का ग्राम आण्विक द्रव्यमान = 98 g

H_2SO_4 के मोल = $\frac{294}{98}$ = 3 मोल

H_2SO_4	**H**	**S**	**O**
एक अणु	2 परमाणु	1 परमाणु	4 परमाणु
$1 \times N_A$	$2 \times N_A$ परमाणु	$1 \times N_A$ परमाणु	$4 \times N_A$ परमाणु
$\therefore$ 1 मोल	2 मोल	1 मोल	4 मोल
$\therefore$ **3** मोल	**6** मोल	**3** मोल	**12** मोल

D6: औसत/ माध्य परमाण्विक द्रव्यमान :

तत्व के प्राकृतिक रूप से पाये जाने वाले समस्थानिकों के द्रव्यमान के भारीय औसत को औसत या माध्य परमाण्विक द्रव्यमान कहते हैं।

X का औसत परमाण्विक द्रव्यमान $(A_x) = \frac{a_1x_1 + a_2x_2 + ... + a_nx_n}{100}$

जहाँ : a_1, a_2, a_3 ..... परमाणु द्रव्यमान (समस्थानिकों के) तथा x_1, x_2, x_3 ..... मोल % (समस्थानिकों के)

Solved Example

Example 1. प्राकृतिक रूप से प्राप्त क्लोरीन में 75% Cl^{35} जिसका परमाण्विय द्रव्यमान 35 amu है तथा 25% Cl^{37} जिसका द्रव्यमान 37 amu है। क्लोरीन का औसत परमाण्विय द्रव्यमान परिकलित कीजिए।

(A) 35.5 amu (B) 36.5 amu (C) 71 amu (D) 72 amu

हल. औसत परमाण्विय द्रव्यमान

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

$$= \frac{75 \times 35 + 25 \times 37}{100} = 35.5 \text{ amu}$$

नोट : (a) सभी गणनाओं में हम इस द्रव्यमान का उपयोग करेंगें **(b)** आवर्त सारणी में हम केवल इस द्रव्यमान का उपयोग करेंगें

D7: माध्य आण्विक द्रव्यमान या आण्विक द्रव्यमान :

पात्र में उपस्थित विभिन्न पदार्थो के मोलर द्रव्यमान का औसत = $\frac{n_1M_1 + n_2M_2 + ...n_nM_n}{n_1 + n_2 + ...n_n}$

जहाँ : M_1, M_2, M_3 ..... पदार्थो के आण्विक द्रव्यमान तथा n_1, n_2, n_3 ..... पदार्थो के मोल

Solved Example

Example 1. प्रदूषित वायु का मोलर संगठन निम्न हैं

गैस	परमाणु भार	मोल प्रतिशत संगठन
ऑक्सीजन	16	16%
नाइट्रोजन	14	80%
कार्बन डाइ ऑक्साइड	-	03%
सल्फर डाइ ऑक्साइड	-	01%

दी गई प्रदूषित वायु का औसत आण्विक द्रव्यमान क्या है ? (दिया गया है C, S का परमाणु भार 12 एवं 32 है)

हल. $M_{\text{औसत}} = \frac{\sum_{j=1}^{j=n} n_jM_j}{\sum_{j=1}^{j=n} n_j}$ यहाँ $\sum_{j=1}^{j=n} n_j = 100$

$$\therefore M_{\text{औसत}} = \frac{16 \times 32 + 80 \times 28 + 44 \times 3 + 64 \times 1}{100} = \frac{512 + 2240 + 132 + 64}{100} = \frac{2948}{100} = \textbf{29.48 Ans.}$$

D8: गै–ल्यूसाक का आयतन–संयोजन का नियम (GAY-LUSSAC'S LAW OF COMBINING VOLUME) :

इसके अनुसार इसके तत्व, परमाणु के साधारण अनुपात में संयोजित होते है। गैसे उनके आयतन के साधारण अनुपात में संयोजित होती है, (यह सभी मापन समान तापमान तथा दाब पर होना चाहिए।)

$$H_2(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl$$

1 vol 1 vol 2 vol

D9: आवागाद्रों की परिकल्पना (AVOGADRO'S HYPOTHESIS) :

समान ताप तथा दाब की परिस्थिति पर सभी गैसों के समान आयतन में, अणुओं (परमाणु नहीं) की संख्या समान होती है।

S.T.P. (मानक ताप तथा दाब)

S.T.P. पर परिस्थिति : ताप = 0°C अथवा 273 K

दाब = 1 atm = Hg के 760 mm

तथा STP पर गैस के एक मोल का आयतन प्रायोगिक रूप से 22.4 लीटर के बराबर होता है। जिसे मोलर आयतन कहते हैं।

नोट : आयतन का मापन गैस के अणुओं की संख्या को गिनने के तुल्य होता है।

Solved Example

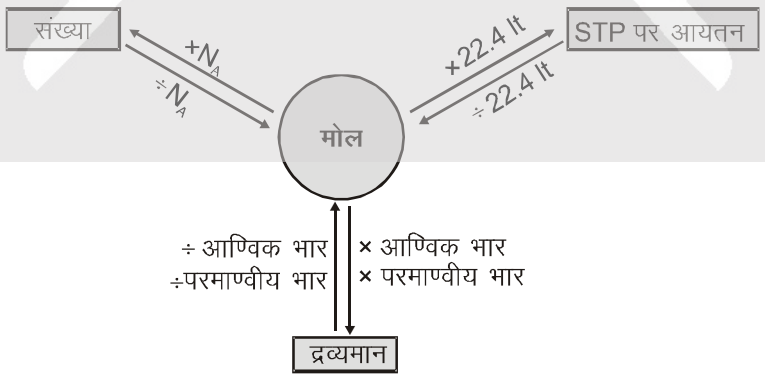
Example 1. 20 ग्राम ऑक्सीजन गैस का STP पर लीटर में आयतन ज्ञात करो।

हल. हाईड्रोजन गैस के मोलों की संख्या = $\frac{\text{द्रव्यमान}}{\text{आण्विक द्रव्यमान}} = \frac{20\ g}{2\ g}$ = 10 mol

STP पर हाईड्रोजन गैस का आयतन = 10 × 22.4 lt.

App -1:

Y-आरेख : मोल–आयतन, द्रव्यमान तथा कणों की संख्या का अन्तरपरिवर्तन



3. खण्ड (B) : मूलानुपाती सूत्र, दिये गये यौगिक का द्रव्यमान से : संघटन, मोल :ए न्यूनतम आण्विक द्रव्यमान

3.1. प्रतिशत संगठन :

यहाँ हम यौगिक का आण्विक सूत्र जानकर यौगिक में प्रत्येक तत्व का प्रतिशत निकालते है। हम जानते है कि निश्चित समानुपात के अनुसार एक शुद्ध यौगिक का कोई नमूना उनके संयोजित तत्वों के साथ नियत अनुपात बताता है।

Solved Example

Example 1. अमोनिया का प्रत्येक अणु विरचन अथवा स्रोत की विधि से स्वतंत्र NH_3 सूत्र हमेशा रखता है अर्थात् अमोनिया का 1 मोल N के 1 मोल तथा H के 3 मोल युक्त होता है। दूसरे शब्दों में NH_3 के 17 ग्राम, N के 14 ग्राम तथा H के 3 ग्राम युक्त होते है। अब यौगिक में प्रत्येक तत्व का % निकालिए।

हल. **NH_3 में N का % द्रव्यमान** $= \dfrac{1 \text{ मोल } NH_3 \text{ में N का द्रव्य मान}}{NH_3 \text{ के 1 मोल का द्रव्य मान}} = \dfrac{14\text{ g}}{17} \times 100 = 82.35\ \%$

NH_3 में H का % द्रव्यमान $= \dfrac{1 \text{ मोल } NH_3 \text{ में H का द्रव्य मान}}{NH_3 \text{ के 1 मोल का द्रव्य मान}} \times 100 = \dfrac{3}{17} \times 100 = 17.65\ \%$

3.2. मूलानुपाती तथा आण्विक सूत्र :

हम यह देख चुके है कि यौगिक का मूलानुपाती सूत्र ज्ञात होने पर तत्व का प्रतिशत संगठन परिकलित किया जा सकता है। इसके विपरीत यदि तत्व का प्रारम्भ में प्रतिशत संगठन जानते हो तो हम यौगिक के अणु में प्रत्येक तत्व के परमाणु की आपेक्षिक संख्या परिकलित जा सकती है। आगे यदि आण्विक द्रव्यमान ज्ञात हो तो आण्विक सूत्र आसानी से निर्धारित किया जा सकता हैं।

D10: यौगिक मूलानुपाती सूत्र एक रासायनिक सूत्र हैं, जो साधारण अनुपात में परमाणुओं की आपेक्षिक संख्या दर्शाता हैं, एक मूलानुपाती सूत्र एक यौगिक में उपस्थित विभिन्न परमाणुओं के सबसे साधारण पूर्णांक अनुपात को प्रदर्शित करता है। एक अणु में प्रत्येक तत्व में परमाणु की वास्तविक संख्या को आण्विक सूत्र देते है।

D11: अणुसूत्र, एक यौगिक के अणु में उपस्थित परमाणुओं के विभिन्न प्रकारों की निश्चित संख्या दर्शाता है। आण्विक सूत्र मूलानुपाती सूत्र का पूर्ण गुणांक होता है।

अर्थात् आण्विक सूत्र = मूलानुपाती सूत्र × n

जहाँ $n = \dfrac{\text{आण्विक सूत्र द्रव्य मान}}{\text{मूलानुपाती सूत्र द्रव्य मान}}$

Solved Example

Example 1. एसिटिलीन तथा बेंजीन दोनों का मूलानुपाती सूत्र CH हैं। एसिटिलीन तथा बेंजीन का आण्विक द्रव्यमान क्रमशः 26 तथा 78 हैं। इनका आण्विक सूत्र बताइये।

हल. $\because$ CH मूलानुपाती सूत्र है।

चरण-1. यौगिक का मूलानुपाती सूत्र CH हैं

$\therefore$ मूलानुपाती सूत्र द्रव्यमान = (1 × 12) + 1 = 13.

आण्विक द्रव्यमान = 26

चरण-2. 'n' का मान परिकलित करना

$n = \dfrac{\text{आण्विक सूत्र द्रव्य मान}}{\text{मूलानुपाती सूत्र द्रव्य मान}} = \dfrac{26}{13} = 2$

चरण-3. यौगिक का आण्विक सूत्र परिकलित करने के लिए

आण्विक सूत्र = n × (यौगिक का मूलानुपाती सूत्र) = 2 × CH = C_2H_2

अतः **C_2H_2** मूलानुपाती सूत्र हैं

इसी प्रकार बेंजीन के लिए 'n' का मान परिकलित करने के लिए

$n = \dfrac{\text{आण्विक सूत्र द्रव्य मान}}{\text{मूलानुपाती सूत्र द्रव्य मान}} = \dfrac{78}{13} = 6$ अतः आण्विक सूत्र 6 × CH = **C_6H_6** होता है।

Example 2. एक कार्बनिक पदार्थ, कार्बन, हाईड्रोजन और ऑक्सीजन का निम्न प्रतिशत संगठन रखता है।
C = 40.684% ; H = 5.085% तथा O = 54.228%
यौगिक का अणु भार 118 ग्राम है, यौगिक का अणु सूत्र ज्ञात करो।

हल. **पद-1.** यौगिक का मूलानुपाती सूत्र ज्ञात करने के लिए

तत्व	चिन्ह	तत्व का %	तत्व का परमाण्विय द्रव्यमान	परमाणु की आपेक्षिक संख्या = $\frac{\text{प्रतिशत}}{\text{परमाणु द्रव्य मान}}$	साधारणतम परमाणु अनुपात	साधारणतम परमाणुओं की संख्या का अनुपात
कार्बन	C	40.687	12	$\frac{40.687}{12} = 3.390$	$\frac{3.390}{3.389} = 1$	2
हाईड्रोजन	H	5.085	1	$\frac{5.085}{1} = 5.085$	$\frac{5.085}{3.389} = 1.5$	3
ऑक्सीजन	O	54.228	16	$\frac{54.228}{16} = 3.389$	$\frac{3.389}{3.389} = 1$	2

$\therefore$ मूलानुपाती सूत्र $C_2H_3O_2$

पद-2. मूलानुपाती सूत्र द्रव्यमान परिकलित करने हेतु
यौगिक का मूलानुपाती सूत्र $C_2H_3O_2$.

$\therefore$ मूलानुपाती द्रव्यमान = (2 × 12) + (3 × 1) + (2 × 16) = 59.

पद-3. 'n' का मान परिकलित करने हेतु

$$n = \frac{\text{आण्विक द्रव्य मान}}{\text{मूलानुपाती द्रव्य मान}} = \frac{118}{59} = 2$$

पद-4. लवण का मूलानुपाती सूत्र परिकलित करने हेतु
आण्विक सूत्र = n × (मूलानुपाती सूत्र) = $2 \times C_2H_3O_2 = C_4H_6O_4$
अतः आण्विक सूत्र $C_4H_6O_4$ है।

4. खण्ड (C) : रससमीकरणमिति, समीकरण आधारित गणनाएँ (प्रारम्भिक स्तर एकल अथवा 2 समीकरण)

Th2: रासायनिक अभिक्रिया :

यह एक प्रक्रम है जिसमें दो अथवा दो से अधिक पदार्थ आपस में अन्तर्क्रिया कर पुराने बंधों को तोड़कर नये बंध बनाते है।

रासायनिक समीकरण :

सभी रासायनिक अभिक्रिया को रासायनिक समीकरण द्वारा प्रदर्शित किया जाता है तथा यह रासायनिक समीकरण अभिकारक व उत्पाद के रासायनिक सूत्र द्वारा निरूपित होता है। गुणांत्मक रूप से एक रासायनिक समीकरण अभिकारक व उत्पाद क्या है इसके बारे में जानकारी देती है जबकि एक संतुलित रासायनिक समीकरण बहुत सी मात्रात्मक जानकारी भी देती है। मुख्यतः यह अभिकारकों के मोलर अनुपात में संयोजित होने तथा मोलर अनुपात में उत्पादों के बनने को बताती है।

एक सन्तुलित रासायनिक समीकरण की विशेषता :

(a) यह समीकरण के दोनों ओर प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की समान संख्या को रखता है। (POAC)
(b) यह दोनों ओर आवेश संरक्षण नियम का पालन करता है।
(c) सभी अभिकर्मक की भौतिक अवस्थाओं को कोष्ठक में सम्मिलित करता है।
(d) सभी अभिकर्मकों को उनके मानक आण्विक रूप में (परमाणु में नहीं) लिखा जाता है।
(e) गुणांक यहाँ पर प्रत्येक अभिकर्मक का आपेक्षिक मोलर अनुपात देते हैं।

Solved Example

Example 1. निम्न अभिक्रिया के लिए एक सन्तुलित रासायनिक समीकरण लिखिए। जब पौटेशियम क्लोरेट ($KClO_3$) को गर्म किया जाता है तो यह पौटेशियम क्लोराइड (KCl) तथा ऑक्सीजन (O_2) देता है।

हल. $KClO_3\,(s) \xrightarrow{\Delta} KCl\,(s) + O_2\,(g)$ (असंतुलित रासायनिक अभिक्रिया)

$2KClO_3\,(s) \xrightarrow{\Delta} 2\,KCl\,(s) + 3\,O_2\,(g)$ (संतुलित रासायनिक अभिक्रिया)

यह याद रखिए कि एक रासायनिक समीकरण वह है जो समीकरण के दोनों ओर प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की समान संख्या युक्त होता है।

4.1. संतुलित रासायनिक समीकरण की व्याख्या करना :

जब हम संतुलित रासायनिक अभिक्रिया प्राप्त करते है तो निम्न तरीके से हम एक रासायनिक समीकरण की व्याख्या कर सकते है।

- द्रव्यमान – द्रव्यमान विश्लेषण
- द्रव्यमान – आयतन विश्लेषण
- मोल – मोल विश्लेषण
- आयतन – आयतन विश्लेषण (एडिओमेट्री अथवा गैस विश्लेषण के रूप में पृथक रूप से विचार किया जाता है।)

अब निम्न उदाहरण द्वारा उपरोक्त विश्लेषण को समझ सकते हो।

Th3: ● **द्रव्यमान – द्रव्यमान विश्लेषण–**

निम्न अभिक्रिया का अवलोकन कीजिये।

$2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$ अभिक्रिया के लिए रससमीकरणमिती

द्रव्यमान–द्रव्यमान अनुपातः : $2 \times 125.5 : 2 \times 74.5 : 3 \times 32$

या $\dfrac{KClO_3 \text{ का द्रव्यमान}}{KCl \text{ का द्रव्यमान}} = \dfrac{2\times122.5}{2\times74.5}$ $\dfrac{KClO_3 \text{ का द्रव्यमान}}{O_2 \text{ का द्रव्यमान}} = \dfrac{2\times122.5}{3\times32}$

Solved Example

Example 1. 367.5 ग्राम $KClO_3$ (M = 122.5) को जब गर्म किया जाता है तो KCl तथा ऑक्सीजन के कितने ग्राम उत्पादित होते हैं।

हल. $KClO_3$ को गर्म करने के लिये संतुलित की गई रासायनिक समीकरण निम्न है –

$2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$

द्रव्यमान – द्रव्यमान अनुपात : $2 \times 122.5\,g : 2 \times 74.5\,g : 3 \times 32\,g$

$$\frac{KClO_3 \text{ का द्रव्यमान}}{KCl \text{ का द्रव्यमान}} = \frac{2\times122.5}{2\times74.5} \Rightarrow \frac{367.5}{W} = \frac{122.5}{74.5}$$

W = 3 × 74.5 = 223.5 g

$$\frac{KClO_3 \text{ का द्रव्यमान}}{O_2 \text{ का द्रव्यमान}} = \frac{2\times122.5}{3\times32} \Rightarrow \frac{367.5}{W} = \frac{2\times122.5}{3\times32}$$

W = 144 g

Th4: ● **द्रव्यमान – आयतन विश्लेषण**

अब $KClO_3$ के वियोजन को ध्यान में रखकर

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

द्रव्यमान आयतन अनुपात : 2×122.5 g : 2×74.5 g : 3×22.4 lt. STP पर

हम ऑक्सीजन के लिए दो सम्बन्ध काम में ले सकते है।

$$\frac{KClO_3 \text{ का द्रव्यमान}}{\text{STP पर } O_2 \text{ का आयतन}} = \frac{2 \times 122.5}{3 \times 22.4 \text{ lt}} \quad ...(i)$$

तथा $$\frac{KCl \text{ का द्रव्यमान}}{\text{STP पर } O_2 \text{ का आयतन}} = \frac{2 \times 74.5}{3 \times 22.4 \text{ lt}} \quad ...(ii)$$

Solved Example

Example 1. 367.5 ग्राम $KClO_3$ (M = 125.5) को जब गर्म किया जाता है, STP पर ऑक्सीजन गैस के कितने लीटर बनते है।

हल. यहाँ समीकरण (1) का उपयोग कर

$$\frac{KClO_3 \text{ का द्रव्यमान}}{\text{STP पर } O_2 \text{ का आयतन}} = \frac{2 \times 122.5}{3 \times 22.4 \text{ lt}} \Rightarrow \frac{367.5}{V} = \frac{2 \times 122.5}{3 \times 22.4 \text{ lt}}$$

$V = 3 \times 3 \times 11.2 \Rightarrow$ **V = 100.8 lt**

Th5: ● **मोल–मोल विश्लेषण :**

मात्रात्मक विश्लेषण के लिय यह विश्लेषण बहुत महत्वपूर्ण होता है विद्यार्थियों को सलाह दी जाती है कि इस विश्लेषण को स्पष्ट रूप से समझे। अब $KClO_3$ के वियोजन का पुनः अवलोकन किया जाता है।

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

मोल–मोल विश्लेषण के प्रथम पद में आप संतुलित रासायनिक अभिक्रिया को पढ़ते है जैसे कि ***2*** मोल ***$KClO_3$,*** ***2*** मोल ***KCl*** तथा ***3*** मोल ***O_2*** में वियोजित हो जाती है तथा अभिक्रिया रससमीकरणमिति से हम लिख सकते है कि

$$\frac{KClO_3 \text{ के मोल}}{2} = \frac{KCl \text{ के मोल}}{2} = \frac{O_2 \text{ के मोल}}{2}$$

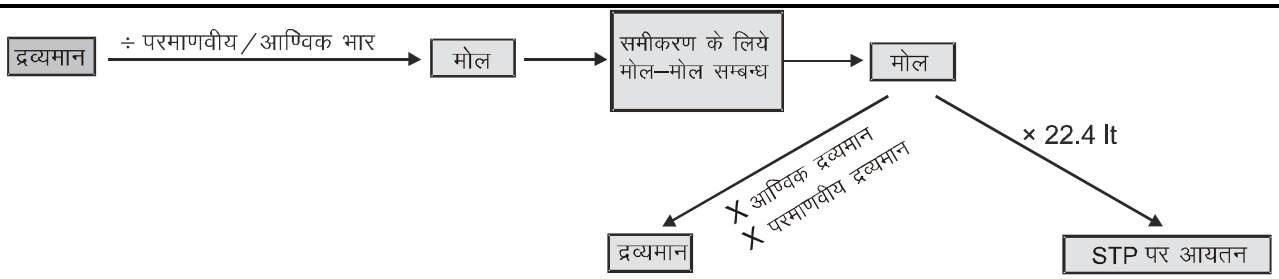
अब कोई सामान्य संतुलित रासायनिक अभिक्रिया के लिये

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

हम लिख सकते हैं :

$$\frac{A \text{ के क्रियाकारी मोल}}{a} = \frac{B \text{ के क्रियाकारी मोल}}{b} = \frac{C \text{ के क्रियाकारी मोल}}{c} = \frac{D \text{ के क्रियाकारी मोल}}{d}$$

नोट : वास्तव में द्रव्यमान–द्रव्यमान तथा द्रव्यमान–आयतन विश्लेषण को भी मोल–मोल विश्लेषण के पदों में बताया जा सकता है आप चार्ट का भी उपयोग कर सकते हैं।



5. खण्ड (D) : सीमान्त अभिकर्मक, : आधिक्य, : लब्धि/दक्षता

D12: सीमांत अभिकर्मक :

अभिकारक जो सबसे पहले अभिक्रिया में समाप्त हो जाता है तथा अभिक्रिया में बनाये गये उत्पाद की मात्रा को सीमित कर देता है तो यह सीमांत अभिकर्मक कहलाता है।

सीमांत अभिकर्मक को निम्नतम रससमीकरणमिति मात्रा में रखा जाता है तथा इसलिए यह उत्पाद की मात्रा को नियंत्रित करता है। शेष बचा अथवा रह गया अभिकारक आधिक्य अभिकर्मक कहलाता है।

जब आप रासायनिक अभिक्रिया को संतुलित करते हो, तो यदि अभिकारक के मोलों की संख्या, संतुलित रासायनिक अभिक्रिया के रससमीकरणमिति गुणांक के अनुपात में नहीं होती है तो यहाँ एक अभिकारक होना चाहिये जो कि सीमांत अभिकर्मक है।

Solved Example

Example 1. Na_2CO_3 के तीन मोल, HCl विलयन के 6 मोलो के साथ क्रिया करते है। STP पर उत्पादित CO_2 गैस का आयतन ज्ञात कीजिये। अभिक्रिया निम्न है :

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

हल.

अभिक्रिया से	$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$			
दिये गये मोल	3 mol		6 mol	
दिया गया मोल अनुपात	1	:	2	
रससमीकरणमिति गुणांक अनुपात	1	:	2	

यहाँ देखने पर अभिकारक के मोल रससमीकरणमिति गुणांक अनुपात में होते है, इसलिये कोई भी अभिकारक शेष नहीं बचता है।

अब STP पर उत्पादित CO_2 के आयतन को परिकलित करने के लिये मोल–मोल विश्लेषण काम में लिजिये।

$$\frac{Na_2CO_3 \text{ के मोल}}{1} = \frac{\text{उत्पादित } CO_2 \text{ के मोल}}{1}$$

उत्पादित CO_2 के मोल = 3

STP पर उत्पादित CO_2 का आयतन = $3 \times 22.4\ L = 67.2\ L$

Example 2. Na_2CO_3 के 6 मोल, HCl विलयन के 4 मोल के साथ क्रिया करते है। STP पर उत्पादित CO_2 गैस का आयतन ज्ञात कीजिये। अभिक्रिया निम्न है

हल.

अभिक्रिया से	$Na_2CO_3 + 2HCl \longrightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$			
अभिकारक के दिये मोल	6	:	4	
दिये मोलर अनुपात	3	:	2	
रससमीकरणमिति गुणांक अनुपात	1	:	2	

यहाँ देखने पर अभिकारक के मोलों की संख्या रससमीकरणमिति गुणांक अनुपात में नहीं है। इसलिए यहाँ एक अभिकारक होना चाहिये जो पहले पूरे काम में लिया जाता है तथा सीमांत अभिकर्मक बन जाता है।

लेकिन प्रश्न यह है कि कौनसा अभिकारक सीमांत है, यह ज्यादा कठिन नहीं है, इसे आप आसानी से प्राप्त कर सकते है। इस विधि के अनुसार।

Th6: कैसे सीमांत अभिकर्मक ज्ञात कर सकते है :

चरण I : अभिकारक के दिये गये मोल को अभिकारक के दिये गये रससमीकरणमिति गुणांक से विभाजित किया जाता है।

चरण II : देखना होगा कि इनमें कौनसा विभाजन न्यूनतम आता है अभिकारक जिसका मान न्यूनतम है आपके लिए सीमांत अभिकर्मक होता है।

चरण III : अब जब आप सीमांत अभिकर्मक प्राप्त करते हो, तो आपका ध्यान सीमांत अभिकर्मक पर होना चाहिये।

चरण I एवं II से

Na_2CO_3	HCl
$\frac{6}{1} = 6$	$\frac{4}{2} = 2$ (विभाजन न्यूनतम होता है)

$\therefore$ **HCl** सीमांत अभिकर्मक है

चरण III से

$$\frac{HCl \text{ के मोल}}{2} = \frac{\text{उत्पादित } CO_2 \text{ के मोल}}{1}$$

$\therefore$ उत्पादित CO_2 के मोल = 2 मोल $\quad\therefore$ STP पर उत्पादित CO_2 का आयतन = $2 \times 22.4 = 44.8$ lt.

6. खण्ड (E) : परमाणु संरक्षण का सिद्धान्त (POAC), क्रमागत तथा समानान्तर क्रम में सम्पन्न होने वाली अभिक्रियाएँ तथा : शुद्धता

Th7: परमाणु संरक्षण का सिद्धान्त (POAC) :

वास्तव में POAC द्रव्यमान संरक्षण है जिसे परमाणु सिद्धान्त की संकल्पना में व्यक्त किया गया है तथा यदि परमाणु संरक्षित होते है तो परमाणु के मोल संरक्षित होते है। (लेकिन ऐसा नाभिकीय अभिक्रिया में नहीं होता है)

यह विद्यार्थीयों के लिये लाभदायक है जब किसी भी प्रश्न में संतुलित रासायनिक समीकरण में बारे में जानकारी नहीं हों। इस सिद्धान्त को निम्न उदाहरण द्वारा समझा जा सकता है। यह तरीका एक निश्चित परमाणु के चारों ओर उपर्युक्त होगा। हम एक परमाणु पर केन्द्रित होकर उसे अभिक्रिया में संरक्षित करते हैं। इस सिद्धान्त को निम्न उदाहरण द्वारा समझा जा सकता है।

$KClO_3$ (s) → KCl (s) + O_2 (g) के वियोजन को ध्यान रख **(**असंतुलित रासायनिक समीकरण**)**

K परमाणु के लिये परमाणु संरक्षण (POAC) के सिद्धान्त के लिये लागू किया जाता है।

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, इसी प्रकार

KCl का 1 मोल, K के 1 मोल युक्त होता है

इस 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 $\frac{KClO_3 \text{ का भार (ग्राम में)}}{KClO_3 \text{ का आण्विक भार}} = \frac{KCl \text{ का भार (ग्राम में)}}{KCl \text{ का आण्विक भार}}$

- उपरोक्त समीकरण $KClO_3$ तथा KCl के बीच द्रव्यमान–द्रव्यमान सम्बन्ध देती है जो रस समीकरणमिति 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 $3 \times \frac{KClO_3 \text{ का भार}}{KClO_3 \text{ का आण्विक भार}} = 2 \times \frac{\text{NTP पर } O_2 \text{ का आयतन}}{\text{मानक मोलर आयतन (22.4 lt.)}}$

- उपरोक्त समीकरण में अभिकारक तथा उत्पाद का द्रव्यमान–आयतन संबंध दिया जाता है।

Solved Example

Example 1. अभिकर्मकों की एक श्रेणी द्वारा 27.6 ग्राम K_2CO_3 को उपचारित किया गया जिससे कि $K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2$ में इसके सभी कार्बन परिवर्तित हो जातें हैं उत्पाद के भार को परिकलित किजिए।

[K_2CO_3 का मोल भार = 138, $K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2$ का अणु भार = 698]

हल. यहाँ हमें रासायनिक अभिक्रिया की श्रेणी की जानकारी नहीं है

लेकिन हम प्रारम्भिक अभिकारक तथा उसके अनुसार अन्तिम उत्पाद के बारे में जानते हैं

$K_2CO_3 \xrightarrow{\text{कई पदों में}} K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2$

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) $\frac{K_2CO_3 \text{ का भार}}{K_2CO_3 \text{ का आण्विक द्रव्य मान}} = 12 \times \frac{\text{उत्पाद का द्रव्य मान}}{\text{उत्पाद का आण्विक द्रव्य मान}}$

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

7. खण्ड (F) : ऑक्सीकरण अंक का मूलभूत सिद्धान्त

Th8: ऑक्सीकरण व अपचयन : यहाँ हम ऑक्सीकरण तथा अपचयन का तुलनात्मक अध्ययन करते हैं।

	ऑक्सीकरण	अपचयन
1.	ऑक्सीजन का योग e.g. $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$	1. ऑक्सीजन का निष्कासन e.g. $CuO + C \rightarrow Cu + CO$
2.	हाइड्रोजन का निष्कासन e.g. $H_2S + Cl_2 \rightarrow 2HCl + S$	2. हाइड्रोजन का योग e.g. $S + H_2 \rightarrow H_2S$
3.	धनात्मक आवेश में वृद्धि e.g. $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$	3. धनात्मक आवेश में कमी e.g. $Fe^{3+} + e \rightarrow Fe^{2+}$
4.	ऑक्सीकरण संख्या में वृद्धि e.g. $\overset{(+2)}{SnCl_2} \rightarrow \overset{(+4)}{SnCl_4}$	4. ऑक्सीकरण संख्या में कमी e.g. $\overset{(+7)}{MnO_4^-} \rightarrow \overset{(+2)}{Mn^{2+}}$
5.	इलैक्ट्रॉन का निष्कासन e.g. $Sn^{2+} \rightarrow Sn^{4+} + 2e^-$	5. इलैक्ट्रॉन का योग e.g. $Fe^{3+} + e \rightarrow Fe^{2+}$

Th9: ऑक्सीकरण संख्या :

यह एक तत्व द्वारा प्राप्त किया गया वास्तविक अथवा काल्पनिक आवेश है, जब यह अपनी मुक्त अवस्था से संयोजित अवस्था में जाता है।

- इसकी गणना कई नियमों के आधार पर होती है।
- यह किसी निश्चित बन्ध अवस्था में आपेक्षिक आवेश है।
- एक रासायनिक अभिक्रिया, जिसमें यौगिक बनते हैं, में कितने इलैक्ट्रॉन का स्थानान्तरण हुआ, यह पता लगाने के लिए एक प्रायोगिक तरीके का उपयोग करके ऑक्सीकरण संख्या निकालते हैं।
- इस तरीके में हम हमेशा यह मानते हैं कि इलेक्ट्रॉन का पूर्ण स्थानान्तरण कम विद्युतऋणी से अधिक विद्युतऋणी परमाणु की ओर होता है ।

7.1. ऑक्सीकरण संख्या के लिए लागू किए गये नियम

यह नियम विभिन्न यौगिको में तत्व के ऑक्सीकरण अंक के परिकलन के लिए सहायक है। यह याद रखने योग्य बात है कि तत्व की विद्युतऋणता इस नियम का आधार है।

- **फ्लोरीन परमाणु :** फ्लोरीन अब तक सबसे अधिक विद्युतऋणी परमाणु के रूप में जाना जाता है तथा किसी भी यौगिक में इसका ऑक्सीकरण अंक हमेशा –1 होता है।
- **ऑक्सीजन परमाणु :** सामान्यतः तथा ऑक्साइड में ऑक्सीजन परमाणु का ऑक्सीकरण अंक –2 होता है। परॉक्साइड में यह (उदा. H_2O_2, Na_2O_2) –1 होता है, सुपर ऑक्साइड (उदा. KO_2) तथा ओजोनोइड (उदा. KO_3) में क्रमशः –1/2 तथा –1/3 होता है, OF_2 में + 2 तथा O_2F_2 में +1 होता है।
- **हाइड्रोजन परमाणु :** सामान्यतः H परमाणु का ऑक्सीकरण अंक +1 होता है, लेकिन धात्विक हाइड्राइड में (उदा. NaH, KH में) यह –1 होता है।
- **हैलोजन परमाणु :** सामान्यतः सभी हैलोजन परमाणु (Cl, Br, I) का ऑक्सीकरण अंक –1 के बराबर होता है, लेकिन यदि हैलोजन किसी ऐसे परमाणु से जुड़ा हो जो हैलोजन परमाणु से अधिक विद्युतऋणी हो, तो यह धनात्मक ऑक्सीकरण अंक दर्शाता है।

e.g. $K\overset{+5}{Cl}O_3$, $H\overset{+5}{I}O_3$, $H\overset{+7}{Cl}O_4$, $K\overset{+5}{Br}O_3$

- **धातुएँ :**

  (a) क्षार–धातु (Li , Na, K, Rb, ...) का ऑक्सीकरण अंक हमेशा +1 होता है।

  (b) क्षारीय मृदा धातु (Be , Mg , Ca .....) का ऑक्सीकरण अंक हमेशा +2 होता है।

  (c) एल्युमीनियम (Al) का ऑक्सीकरण अंक हमेशा +3 होता है।

  नोट : धातु की ऑक्सीकरण संख्या शून्य अथवा ऋणात्मक हो सकती है।

- अपररूप अवस्था में अथवा मुक्त अवस्था में एक तत्व का ऑक्सीकरण अंक हमेशा शून्य होता है।

  e.g. $\overset{0}{O_2}$, $\overset{0}{S_8}$, $\overset{0}{P_4}$, $\overset{0}{O_3}$

- एक अणु में सभी तत्व के परमाणुओं के ऑक्सीकरण अंक का योग, शून्य होता है।
- एक आयन में सभी तत्व के परमाणुओं के ऑक्सीकरण अंक का योग, आयन पर उपस्थित आवेश के बराबर होता है।
- यदि आवर्त सारणी में एक तत्व की वर्ग संख्या ***n*** है, तो इसका ऑक्सीकरण अंक ***(n – 10)*** से ***(n – 18)*** तक परिवर्तित होता है। (लेकिन यह मुख्यतः p-ब्लॉक के तत्वों पर लागू होता है)

  उदा. N-परमाणु आवर्त सारणी में 15 वर्ग से संबंधित है। इसलिए नियम के अनुसार ऑक्सीकरण अंक –3 से +5 तक परिवर्तित हो सकता है। ($\overset{-3}{N}H_3$, $\overset{+2}{N}O$, $\overset{+3}{N}_2O_3$, $\overset{+4}{N}O_2$, $\overset{+5}{N}_2O_5$)

- यौगिक के किसी तत्व में सम्भावित अधिकतम ऑक्सीकरण संख्या संयोजीकोश में इलेक्ट्रोनों की संख्या से कभी भी अधिक नहीं हो सकती। (लेकिन यह केवल p ब्लॉक के तत्वों के लिए मान्य है)

औसत ऑक्सीकरण अंक का परिकलन :

Solved Example

Example 1. रेखांकित किए गये तत्व का ऑक्सीकरण अंक परिकलित कीजिए।

(a) $Na_2\underline{S}_2O_3$

(b) $Na_2\underline{S}_4O_6$

हल.

(a) माना कि S-परमाणु का ऑक्सीकरण अंक x है। अब पहले दिये गये नियम के अनुसार कार्य कीजिए।

$\therefore \quad (+1) \times 2 + (x) \times 2 + (-2) \times 3 = 0$

$x = +2$

(b) माना S-परमाणु का ऑक्सीकरण अंक x है।

$\therefore \quad (+1) \times 2 + (x) \times 4 + (-2) \times 6 = 0$

$x = +2.5$

❍ यह गौर करना जरूरी हैं कि $Na_2S_2O_3$ में 2 S-परमाणु हैं, तथा $Na_2S_4O_6$ में 4 S-परमाणु हैं, लेकिन इन दोनों यौगिक में से किसी में भी S का ऑक्सीकरण अंक +2 अथवा +2.5 नहीं है बल्कि यह औसत ऑक्सीकरण अंक होता है, जो प्रत्येक सल्फर परमाणु पर माना जाता है। इसलिए इन यौगिकों में प्रत्येक सल्फर का पृथक ऑक्सीकरण अंक निकालना चाहिए।

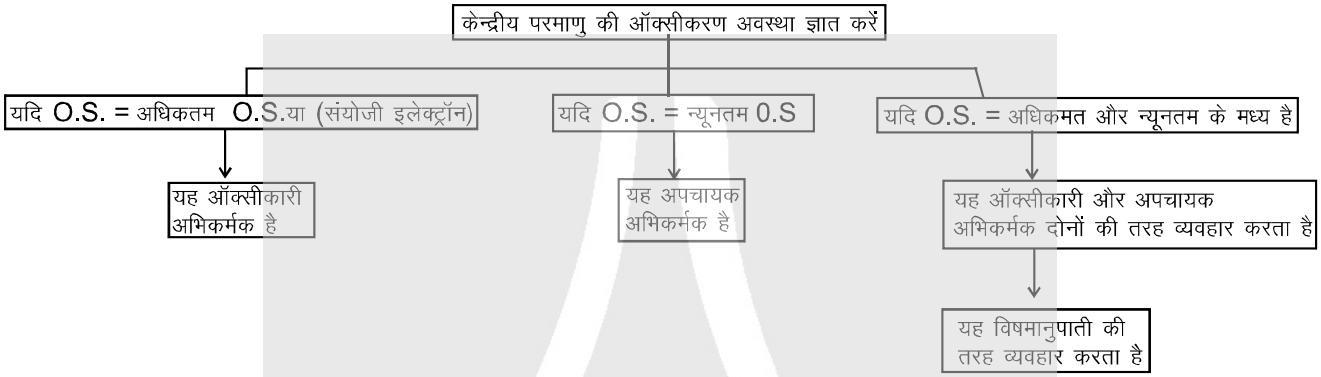
Th10: ऑक्सीकारक तथा अपचायक

- **ऑक्सीकारक :**
  ऑक्सीकारक वह यौगिक है जो रासायनिक अभिक्रिया के दौरान दूसरों को ऑक्सीकृत करते हैं तथा स्वयं अपचयित हो जाते हैं।
  उदा. $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$, HNO_3, सान्द्र.H_2SO_4 इत्यादि प्रबल ऑक्सीकारक हैं।

- **अपचायक :**
  अपचायक वह यौगिक है जो रासायनिक अभिक्रिया के दौरान दूसरो को अपचयित करते हैं तथा स्वयं ऑक्सीकृत हो जाते हैं।
  उदा. KI, $Na_2S_2O_3$ इत्यादि प्रबल अपचायक है।

नोट : यहाँ कुछ ऐसे यौगिक हैं जो ऑक्सीकारक तथा अपचायक दोनों की तरह कार्य कर सकते हैं।
उदा. ***H_2O_2, NO_2^-***

कोई विशिष्ट पदार्थ ऑक्सीकारी या अपचायक अभिकर्मक है को कैसे पहचाना जाये



7.2. रेडोक्स (उपापचयी) अभिक्रिया :

D13: एक अभिक्रिया जिसमें ऑक्सीकरण तथा अपचयन दोनो एक साथ होते हैं। सभी रेडॉक्स अभिक्रयाओं में ऑक्सीकरण अंक में कुल वृद्धि, ऑक्सीकरण अंक में कुल कमी के बराबर होती है।

उदा. $10\overset{+2}{Fe}SO_4 + 2K\overset{+5}{Mn}O_4 + 8H_2SO_4 \longrightarrow 5\overset{+3}{Fe_2}(SO_4)_3 + 2\overset{+2}{Mn}SO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$

विषमानुपाती अभिक्रिया :

एक ऐसी रेडॉक्स अभिक्रिया, जिसमें किसी निश्चित यौगिक में उपस्थित तत्व का ऑक्सीकरण व अपचयन दोनों होता है, विषमानुपाती अभिक्रिया कहलाती है।
विषमानुपाती अभिक्रियाएँ निश्चित प्रकार की रेडॉक्स अभिक्रियाएं हैं। विषमानुपाती अभिक्रिया में उपस्थित एक तत्व की कम से कम तीन ऑक्सीकरण अवस्थाएँ होती हैं। तत्व क्रियाकारी पदार्थ के रूप में मध्यमवर्ती ऑक्सीकरण अवस्था में रहता है, इसमें तत्व की उच्च और निम्न ऑक्सीकरण अवस्था दोनों बनती हैं। उदाहरणतया :

$$2\overset{-1}{H_2O_2}(aq) \longrightarrow 2\overset{-2}{H_2O}(\ell) + \overset{0}{O_2}(g)$$

$$\overset{0}{S_8}(s) + 12OH^-(aq) \longrightarrow 4\overset{-2}{S^{2-}}(aq) + 2\overset{+2}{S_2}O_3^{2-}(aq) + 6H_2O(\ell)$$

$$\overset{0}{Cl_2}(g) + 2OH^-(aq) \longrightarrow \overset{+1}{ClO^-}(aq) + \overset{-1}{Cl^-}(aq) + H_2O(\ell)$$

इन अभिक्रियाओं पर विचार कीजिए :

(a) $2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$
$KClO_3$ ऑक्सीकारक व अपचायक दोनों की तरह व्यवहार करता है। यहाँ $KClO_3$ में Cl उपस्थित है, जो अपचयित होता है और O ऑक्सीकृत होता है। अतः समान तत्व ऑक्सीकृत व अपचयित दोनों नही होता है, इसलिये यह विषमानुपाती अभिक्रिया नहीं है।

(b) $NH_4NO_2 \longrightarrow N_2 + 2H_2O$

इस यौगिक में नाइट्रोजन की –3 और +3 ऑक्सीकरण अवस्था है। यह विषमानुपाती अभिक्रिया नहीं है। यह समानुपाती (comproportionation) अभिक्रिया है जो रेडॉक्स अभिक्रिया का एक प्रकार है जिसमें एक तत्व दो अलग–अलग ऑक्सीकरण अवस्थाओं से एक ऑक्सीकरण अवस्था में जाता है।

(c) $4K\overset{+5}{Cl}O_3 \longrightarrow 3K\overset{+7}{Cl}O_4 + K\overset{-1}{Cl}$

यह विषमानुपाती अभिक्रिया है और Cl वह परमाणु है, जिसका विषमानुपातीकरण हुआ है।

कुछ मुख्य विषमानुपाती अभिक्रियाओं की सूची

1. $H_2O_2 \longrightarrow H_2O + O_2$
2. $X_2 + OH^-$(तनु) $\longrightarrow X^- + XO^-$ (X = Cl, Br, I)
3. $X_2 + OH^-$(सान्द्र.) $\longrightarrow X^- + XO_3^-$

F_2 विषमानुपात में भाग नहीं लेता क्योंकि यह सर्वाधिक विद्युतऋणी तत्व है।

4. $(CN)_2 + OH^- \longrightarrow CN^- + OCN^-$
5. $P_4 + OH^- \longrightarrow PH_3 + H_2PO_2^-$
6. $S_8 + OH^- \longrightarrow S^{2-} + S_2O_3^{2-}$
7. $MnO_4^{2-} \longrightarrow MnO_4^- + MnO_2$
8. फॉस्फोरस के ऑक्सी अम्ल (+1, +3 ऑक्सीकरण संख्या)

   $H_3PO_2 \longrightarrow PH_3 + H_3PO_3$ $\qquad$ $H_3PO_3 \longrightarrow PH_3 + H_3PO_4$
9. हैलोजन के ऑक्सी अम्ल (+1, +3, +5 ऑक्सीकरण संख्या)

   $ClO^- \longrightarrow Cl^- + ClO_2^-$ $\qquad$ $ClO_2^- \longrightarrow Cl^- + ClO_3^-$ $\qquad$ $ClO_3^- \longrightarrow Cl^- + ClO_4^-$
10. $HNO_2 \longrightarrow NO + HNO_3$

- विषमानुपाती का व्युत्क्रम समानुपाती (Comproportionation) होता है। कई विषमानुपाती अभिक्रियाओं में माध्यम (अम्लीय से क्षारीय या उल्टा) बदलने से अभिक्रिया पश्च दिशा में होती है, जो समानुपाती (Comproportionation) अभिक्रिया का उदाहरण है।

$$I^- + IO_3^- + H^+ \longrightarrow I_2 + H_2O$$

8. खण्ड (G) : ऑक्सीकरण अपचयन अभिक्रियाओं का सन्तुलन

Th11: रेडॉक्स (उपापचयी) अभिक्रिया को संतुलित करना :

सभी संतुलित समीकरण दो बातों को संतुष्ट करने चाहिए।

1. परमाणु संतुलन (द्रव्यमान संतुलन) : इसमें अभिकारक तथा उत्पाद की तरफ में प्रत्येक प्रकार के परमाणु की संख्या समान होनी चाहिए।

2. आवेश संतुलन : इसमें समीकरण के दोनों तरफ वास्तविक आवेशों का योग समान होना चाहिए। उपापचयी अभिक्रिया के संतुलन के लिए दो विधियाँ हैं :

1. ऑक्सीकरण संख्या परिवर्तन विधि $\qquad$ 2. आयन इलैक्ट्रॉन विधि अथवा अर्द्ध अभिक्रिया विधि

- चूंकि प्रथम विधि उपापचयी अभिक्रिया संतुलन के लिए उतनी लाभदायक नहीं है, अतः विद्यार्थियों को सलाह दी जाती है कि उपापचयी अभिक्रिया संतुलन के लिए द्वितीय विधि (आयन–इलैक्ट्रॉन विधि) को काम में लें।

आयन इलैक्ट्रॉन विधि : इस विधि द्वारा दो भिन्न माध्यम में उपापचयी अभिक्रिया को संतुलित किया जाता है।

(a) अम्लीय माध्यम $\qquad$ (b) क्षारीय माध्यम

- **अम्लीय माध्यम में संतुलन :** विद्यार्थियों को सलाह दी जाती हैं कि अम्लीय माध्यम में आयन इलैक्ट्रॉन विधि द्वारा उपापचयी अभिक्रियाओं का संतुलन निम्न पदों का पालन करके किया जा सकता है। अब माना कि इस प्रकार आपको एक असंतुलित समीकरण दी जाती है।

Solved Example

Example 1. निम्न रेडॉक्स अभिक्रिया को संतुलित कीजिए।

$FeSO_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + MnSO_4 + H_2O + K_2SO_4$

हल.

चरण I : अभिक्रिया में उपस्थित प्रत्येक तत्व का ऑक्सीकरण अंक ज्ञात कीजिए।

$$\overset{+2\ +6\ -2}{FeSO_4} + \overset{+1\ +7\ -2}{KMnO_4} + \overset{+1\ +6\ -2}{H_2SO_4} \longrightarrow \overset{+3\ \ +6\ -2}{Fe_2(SO_4)_3} + \overset{+2\ +6\ -2}{MnSO_4} + \overset{+1\ -2}{H_2O}$$

चरण II : अब तत्व अथवा स्पीशीज (प्रजाति) को विस्थापित कर अभिक्रिया को आयनिक रूप में बदलते हैं।

$$Fe^{2+} + \overset{+7}{Mn}O_4^- \longrightarrow Fe^{3+} + Mn^{2+}$$

चरण III : अब अभिक्रिया में हो रहे ऑक्सीकरण/अपचयन को पहचानिये

अपचयन के अन्तर्गत

$Fe^{2+} + MnO_4^- \rightarrow Fe^{3+} + Mn^{2+}$

ऑक्सीकरण के अन्तर्गत

चरण IV : दो अर्द्ध में आयनिक अभिक्रिया को विभाजित करते हैं, एक ऑक्सीकरण के लिए तथा दूसरी अपचयन के लिए।

$$Fe^{2+} \xrightarrow{\text{ऑक्सीकरण}} Fe^{3+} \quad \Big| \quad MnO_4^- \xrightarrow{\text{अपचयन}} Mn^{2+}$$

चरण V : दोनो अर्द्ध अभिक्रियाओं में ऑक्सीजन तथा हाइड्रोजन परमाणु के अतिरिक्त शेष परमाणु संतुलित करें। दोनों ओर Fe तथा Mn परमाणु को संतुलित किया जाता है।

$$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} \quad \Big| \quad MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+}$$

चरण VI : ऑक्सीजन व हाइड्रोजन परमाणुओं को क्रमशः H_2O तथा H^+ द्वारा संतुलित करते हैं, इसमें ऑक्सीजन के अतिरिक्त परमाणु के लिए दूसरी ओर H_2O जोड़ते है तथा उसी ओर H^+ जोड़ते हैं।

$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$ (कोई ऑक्सीजन नहीं) .....(i)

$8H^+ + MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ .....(ii)

चरण VII : अब हम देखते हैं कि परमाणु रूप में (i) तथा (ii) संतुलित हैं। आवेश को संतुलित करने के लिए उस ओर इलेक्ट्रॉन जोड़ते हैं, जिस तरफ धनावेश आधिक्य में होता है।

$$Fe^{2+} \xrightarrow{\text{ऑक्सीकरण}} Fe^{3+} + e^- \quad .....(1)$$

$$5e^- + 8H^+ + MnO_4^- \xrightarrow{\text{अपचयन}} Mn^{2+} + 4H_2O \quad .....(2)$$

चरण VIII : प्रत्येक अर्द्ध अभिक्रिया में प्राप्त होने वाले तथा खोने वाले इलैक्ट्रॉनों की संख्या को बराबर के लिए दोनों अर्द्धअभिक्रियाओं में उपर्युक्त कारक से गुणा किया जाता है। तथा अंत में अर्द्ध अभिक्रियाओं को जोड़कर संतुलित समीकरण देते हैं। यहाँ हम समीकरण (1) को 5 से तथा (2) को 1 से गुणा करते हैं।

$$Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e^- \quad .....(1) \times 5$$

$$5e^- + 8H^+ + MnO_4^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \quad .....(2) \times 1$$

$$5Fe^{2+} + 8H^+ + MnO_4^- \longrightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$$

(यहाँ इस अवस्था में आयनिक रूप में उपापचयी अभिक्रिया संतुलित होती है)

चरण IX : अब उन तत्व अथवा प्रजाति को जोड़कर आण्विक रूप में आयनिक अभिक्रिया को बदला जाता है, जो चरण (2) में हटा दी जाती है।

अब आप कुछ गणना करके प्राप्त करेंगे :

$$5FeSO_4 + KMnO_4 + 4H_2SO_4 \longrightarrow \frac{5}{2}Fe_2(SO_4)_3 + MnSO_4 + 4H_2O + \frac{1}{2}K_2SO_4$$

या $10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \longrightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + 8H_2O + K_2SO_4$.

क्षारीय माध्यम में संतुलन :

इस स्थिति में चरण VI को छोड़कर सभी चरण समान हैं। हम इसे निम्न उदाहरण द्वारा समझ सकते हैं।

Example 2. क्षारीय माध्यम में उपापचयी अभिक्रिया को संतुलित कीजिए।

$ClO^- + CrO_2^- + OH^- \longrightarrow Cl^- + CrO_4^{2-} + H_2O$

हल. चरण V तक का उपयोग कर हम निम्न को प्राप्त करेंगे।

$\overset{+1}{Cl}O^- \xrightarrow{\text{अपचयन}} Cl^- \quad | \quad \overset{+3}{Cr}O_2^- \xrightarrow{\text{ऑक्सीकरण}} \overset{+6}{Cr}O_4^{2-}$

अब विद्यार्थियों को सलाह दी जाती है, कि 'O' तथा 'H' परमाणु को संतुलित करने के लिए चरण VI काम में लें।

$2H^+ + ClO^- \longrightarrow Cl^- + H_2O \quad | \quad 2H_2O + CrO_2^- \longrightarrow CrO_4^{2-} + 4H^+$

❍ अब चूंकि हम क्षारीय माध्यम में संतुलन कर रहे हैं, इसलिए दोनों ओर उतने OH^- को जोड़ना चाहिए, जितने H^+ आयन समीकरण में पहले से हैं।

$2OH^- + 2H^+ + ClO^- \longrightarrow Cl^- + H_2O + 2OH^-$	$4OH^- + 2H_2O + CrO_2^- \longrightarrow CrO_4^{2-} + 4H^+ + 4OH^-$
(अन्त में आप प्राप्त करेंगे)	(अन्त में आप प्राप्त करेंगे)
$H_2O + ClO^- \longrightarrow Cl^- + 2OH^-$ .....(i)	$4OH^- + CrO_2^- \longrightarrow CrO_4^{2-} + 2H_2O$ ..... (ii)

अब समीकरण (i) तथा (ii) में OH^- तथा H_2O द्वारा O तथा H–परमाणु संतुलित हो चुके हैं।

अब चरण VIII से :

$2e^- + H_2O + ClO^- \longrightarrow Cl^- + 2OH^-$ ..... (i) ×3

$4OH^- + CrO_2^- \longrightarrow CrO_4^{2-} + 2H_2O + 3e^-$ ..... (ii) ×2

जोड़ने पर : $3ClO^- + 2CrO_2^- + 2OH^- \longrightarrow 3Cl^- + 2CrO_4^{2-} + H_2O$

9. खण्ड (H) : सान्द्रता मापन की इकाईयाँ, सान्द्रता इकाईयों का अन्तर परिवर्तन

D14: विलयन :

दो अथवा दो से अधिक पदार्थ का मिश्रण एक विलयन हो सकता है। हम कह सकते हैं कि एक विलयन दो अथवा दो से अधिक पदार्थो का समांगी मिश्रण है, समांगी का अर्थ पूर्ण रूप से समरूप होता है।

एक विलयन का गुण :

- एक विलयन स्पष्ट तथा पारदर्शी होता है उदाहरण के लिये जल में सोडियम क्लोरइड का एक विलयन स्पष्ट तथा पारदर्शी होता है
- एक विलयन कुछ समय के लिए रख देने पर विलेय नीचे नहीं बैठता है।
- एक विलयन में, विलेयी कणों को विलायक कणों अथवा अणुओं से सूक्ष्मदर्शी के द्वारा भी विभेदित नहीं किया जा सकता है। एक वास्तविक विलयन में, विलायक अणुओं के बीच के स्थान में विलेय के कण विलुप्त हो जाता है।
- विलयन के संगठन को छानकर पृथक् नहीं किया जा सकता है।

सान्द्रता के पद :

एक विलयन के सान्द्रण को व्यक्त करने के लिये निम्न सान्द्रता पद काम में लिये जाते है।

- मोलरता (M)
- मोललता (m)
- मोल भिन्न या मोल प्रभाज (x)
- % परिकलन
- ppm

❍ यह याद रखिये कि यह सभी सान्द्रता पद एक दूसरे से संबंधित होते हैं। एक सान्द्रित पद को जानकर आप दूसरे सान्द्रता पद को भी प्राप्त कर सकते है। अब हम अलग–अलग इन पर विचार करेंगे।

D15: मोलरता (M) :

विलयन के **1 L (1000 ml)** में घुले हुए एक विलेय के मोलो की संख्या विलयन की मोलरता कहलाता है।

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

यदि V ml जल में अणुभार M वाले विलेय के w ग्राम को घोलकर एक विलयन बनाया जाता है तो

$\therefore$ विलेय के घुलने वाले मोलो की संख्या = $\frac{w}{M}$ $\therefore$ V ml जल $\frac{w}{M}$ विलेय के मोल रखते है

$\therefore$ 1000 ml $\frac{w \times 1000}{M \times V_{ml\ में}}$ रखता है

$\therefore$ मोलरता (M) = $\frac{w \times 1000}{(\text{विलेय का अणुभार}) \times V_{ml\ में}}$ कुछ अन्य सम्बन्ध भी उपयोगी होते है।

मिलीमोल्स की संख्या = $\frac{\text{विलेय का द्रव्यमान}}{(\text{विलेय का अणुभार})} \times 1000 = (\text{विलयन की मोलरता} \times V_{ml\ में})$

- विलयन की मोलरता इस प्रकार भी दी जा सकती है

  मोलरता (M) = $\frac{\text{विलेय के मिलीमोल की संख्या}}{\text{विलयन का कुल आयतन ml में}}$

- मोलरता एक इकाई हैं जो तापमान पर निर्भर करती हैं। यह तापमान के व्युत्क्रमानुपाती होती है। गणितीय रूप से : तापमान बढ़ने के साथ मोलरता कम होती है।

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

Solved Example

Example 1. एक जलीय विलयन के 10 Lt में घुलनशील पौटेशियम क्लोराइड (KCl) के 149 ग्राम है। विलयन की मोलरता का निर्धारण कीजिये। (K = 39, Cl = 35.5)

हल. KCl का आण्विक द्रव्यमान = 39 + 35.5 = 74.5 g $\therefore$ KCl के मोल = $\frac{149\ g}{74.5\ g} = 2$

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

D16: मोललता (m) :

एक विलायक के 1000 ग्राम (1 kg) में घुलनशील विलेय के मोल की संख्या विलयन की मोललता कहलाती है।

अर्थात् मोललता = $\frac{\text{विलेय के मोलों की संख्या}}{\text{ग्राम में विलायक का द्रव्यमान}} \times 1000$

यदि विलायक के X ग्राम में विलेय के Y ग्राम घुलते है विलेय का आण्विक द्रव्यमान M_0 है। तब विलायक के X ग्राम में विलेय के Y/M_0 mole घुलनशील है, इसलिये

मोललता = $\frac{Y}{M_0 \times X} \times 1000$

- मोललता, तापमान परिवर्तन पर निर्भर नहीं करती है।

Solved Example

Example 1. एक जलीय विलयन का 225 ग्राम यूरिया के 5 ग्राम युक्त होता है। मोललता के पदों में विलयन की सान्द्रता क्या है : (यूरिया का आण्विक भार = 60)

हल. यूरिया का अण्विक द्रव्यमान = 60

यूरिया के मोलों की संख्या = $\frac{5}{60} = 0.083$ विलायक का द्रव्यमान= (255 – 5) = 250 g

$\therefore$ विलयन की मोललता = $\frac{\text{विलेय के मोलों की संख्या}}{\text{ग्राम में विलायक का द्रव्यमान}} \times 1000 = \frac{0.083}{250} \times 1000 = 0.332.$

D17: मोल – भिन्न (x) :

विलयन में उपस्थित विलेय अथवा विलायक के मोलों की संख्या का अनुपात तथा विलयन में उपस्थित मोलों की कुल संख्या का अनुपात उसका मोल भिन्न या मोल प्रभाज कहलाता है।

माना विलयन में विलेय के मोलों की संख्या = n

यदि विलयन में विलायक के मोलों की संख्या = N $\quad\therefore\quad$ विलेय (x_1) का मोल भिन्न = $\frac{n}{n+N}$

$\therefore$ विलायक (x_2) का मोल भिन्न = $\frac{N}{n+N}$ तथा $x_1 + x_2 = 1$

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

% परिकलन :

निम्न तरीके से प्रतिशत के पदों में एक विलयन की सान्द्रता को व्यक्त किया जा सकता है।

D18: ● % भार / भार (w/w) : विलयन के 100 g में उपस्थित विलेय का द्रव्यमान के रूप में इसे निरूपित करते हैं।

अर्थात् $\%\ w/w = \frac{\text{विलेय का द्रव्यमान (ग्राम में)}}{\text{विलयन का द्रव्यमान (ग्राम में)}} \times 100$

D19: ● % भार/आयतन (w/v) : यह विलयन के प्रति 100 ml में उपस्थित विलेय का द्रव्यमान देता है।

अर्थात् $\%\ w/v = \frac{\text{विलेय का द्रव्यमान (ग्राम में)}}{\text{विलयन का आयतन (मिली में)}} \times 100$

D20: ● **%** आयतन/आयतन (V/V) : यह प्रति 100 ml विलयन में उपस्थित विलेय का आयतन देते है।

अर्थात् $\%\ V/V = \frac{\text{विलेय का आयतन (मिली में)}}{\text{विलयन का आयतन (मिली में)}} \times 100$

Solved Example

Example 1. विलायक में 25 ग्राम में पदार्थ के 0.5 ग्राम को घोला जाता है। विलयन में पदार्थ की प्रतिशत मात्रा परिकलित कीजिये।

हल. पदार्थ का द्रव्यमान = 0.5 ग्राम, विलायक का द्रव्यमान = 25 ग्राम

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

Example 2. जल के 80 cm^3 में एल्कोहॉल के 20 cm^3 को घोला जाता हैं। विलयन में एल्कोहॉल का प्रतिशत परिकलित कीजिए।

हल. एल्कोहॉल का आयतन=20 cm^3, जल का आयतन = 80 cm^3 $\therefore$एल्कोहॉल का प्रतिशत = $\frac{20}{20+80} \times 100 = 20.$

पार्ट प्रति मिलियन (ppm)

D21: जब बहुत कम मात्रा में विलेय उपस्थित रहता है, तो यह सान्द्रता पद काम में लिया जाता है। इसे विलयन के प्रति 1 मिलियन भाग में उपस्थित विलेय के भागों की संख्या से परिभाषित किया जाता हैं। ppm, द्रव्यमान के पदों में अथवा मोल के पदों में दोनों में हो सकता है। यदि कुछ भी नहीं दिया हो तो हम द्रव्यमान के पदों में ppm को ले सकते हैं। अतः 100 ppm विलयन का अर्थ हैं कि विलयन के प्रत्येक 1000000 ग्राम में विलेय के 100 ग्राम उपस्थित हैं।

$ppm_A = \frac{\text{A का द्रव्यमान}}{\text{कुल द्रव्यमान}} \times 10^6 = \text{द्रव्यमान भिन्न} \times 10^6$

10. खण्ड (I) : तनुता व दो द्रवों का मिश्रण

- यदि एक निश्चित विलयन जिसका आयतन V_1 व मोलरता M_1 है उसका आयतन V_2 ml कर दे, तो $M_1V_1 = M_2V_2$ जहाँ M_2 : परिणामी मोलरता है।
- यदि एक विलयन जिसका आयतन V_1 व मोलरता M_1 हैं को आयतन V_2 ml व मोलरता M_2 वाले समान विलेय को मिश्रित किया जाता है।

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

11. Miscellaneous Solved Problems (MSPS)

Problem 1. निम्न तत्वों का आपेक्षित परमाण्विय द्रव्यमान और परमाण्विय द्रव्यमान ज्ञात करो।
(i) Na (ii) F (iii) H (iv) Ca (v) Ag

Solution: (i) 23, 23 amu (ii) 19, 19 amu (iii) 1, 1 amu (iv) 40, 40 amu, (v) 108, 108 amu.

Problem 2. (C_2H_6) ईथेन नमूने का द्रव्यमान, मिथेन के 10^7 अणु के द्रव्यमान के बराबर है नमूने में C_2H_6 के कितने अणु हैं ?

Solution: CH_4 के मोल = $\frac{10^7}{N_A}$

CH_4 का द्रव्यमान = $\frac{10^7}{N_A}$ × 16 = mass of C_2H_6

इसलिए, C_2H_6 के मोल = $\frac{10^7 \times 16}{N_A \times 30}$

इसलिए, C_2H_6 के अणुओं की संख्या = $\frac{10^7 \times 16}{N_A \times 30}$ × N_A = **5.34×10^6.**

Problem 3. SO_2 160 ग्राम नमूने में से, SO_2 (g) के 1.2046×10^{24} अणु हटा देने पर STP पर बचे पूरे SO_2 का आयतन ज्ञात करो।

Solution: दिया गया है = $\frac{160}{64}$ = 2.5.

हटाये गये मोल = $\frac{1.2046 \times 10^{24}}{6.023 \times 10^{23}}$ = 2.

इसलिए शेष बचे मोल = 0.5.

STP पर शेष बचा आयतन = 0.5 × 22.4 = 11.2 lit.

Problem 4. नाईट्रोजन गैस के 14 ग्राम और CO_2 (g) 22 ग्राम को एक साथ मिलाया जाता है तब STP गैसीय मिश्रणों का आयतन ज्ञात करो।

Solution: N_2 के मोल = $\frac{14}{28}$ = 0.5 ; CO_2 के मोल = $\frac{22}{44}$ = 0.5.

इसलिए कुल मोल = 0.5 + 0.5 = 1.

इसलिए STP पर आयतन = 1 × 22.4 = 22.4 lit.

Problem 5. निम्न अभिक्रिया में $N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$, दर्शाइये कि द्रव्यमान संरक्षित है।

Solution:

	N_2 (g) +	$3H_2$(g) $\longrightarrow$	$2NH_3$ (g)
अभिक्रिया से पहले मोल	1	3	0
अभिक्रिया के बाद मोल	0	0	2

अभिक्रिया से पहले द्रव्यमान = 1 मोल N_2(g) का द्रव्यमान + 3 मोल H_2(g) का द्रव्यमान

= 14 x 2 + 3 x 2 = 34 g

अभिक्रिया के बाद द्रव्यमान = 2 मोल NH_3 का द्रव्यमान = 2 x 17 = 34 g

Problem 6. जब किसी धातु के x ग्राम को 1.5 ग्राम ऑक्सीजन में जलाया जाता है तो यह इसके ऑक्सइड् का 3.0 ग्राम देता है इसी धातु के 1.20 ग्राम को भाप से क्रिया करके इसके ऑक्साइड का 2.40 ग्राम बनाता है इनके परिणामों से बताओ की क्या यह नियत अथवा निश्चित समानुपात के नियम का पालन करते हैं

Solution: धातु का भार = 3.0 – 1.5 = 1.5 g

इसलिए धातु का भार : ऑक्सीजन का भार = 1.5 : 1.5 = 1 : 1

इसलिए द्वितीय परिस्थिती में, ऑक्सीजन का भार = 2.4 – 1.2 = 1.2 g

इसलिए धातु का भार : ऑक्सीजन का भार = 1.2 : 1.2 = 1 : 1

इसलिए यह परिणाम नियत समानुपात के नियम को दर्शाता है।

Problem 7. H_2O यौगिक में O तथा H का प्रतिशत ज्ञात कीजिए।

Solution: O का प्रतिशत $= \frac{16}{18} \times 100 = 88.89\%$ तथा H का प्रतिशत $= \frac{2}{18} \times 100 = 11.11\%$

Problem 8. एसिटिलीन तथा ब्यूटीन के मूलानुपाती सूत्र क्रमशः CH & CH_2 हैं। एसिटिलीन तथा ब्यूटीन का आण्विक द्रव्यमान क्रमशः 26 व 56 हैं। उनका मूलानुपाती सूत्र व्युत्पन्न कीजिए।

Ans. C_2H_2 & C_4H_8

Solution: $n = \frac{\text{आण्विक द्रव्यमान}}{\text{मूलानुपाती द्रव्यमान}}$

एसीटिलीन हेतु : $n = \frac{26}{13} = 2$

$\therefore$ आण्विक सूत्र = C_2H_2

ब्यूटेन हेतु : $n = \frac{56}{14} = 4$

$\therefore$ आण्विक सूत्र = C_4H_8.

Problem 9. नाईट्रोजन का एक ऑक्साइड निम्न प्रतिशत संगठन देता है

N = 25.94 तथा O = 74.06

यौगिक का मूलानुपाती सूत्र परिकलित करो।

Ans. N_2O_5

Solution:

तत्व	% / परमाणु भार	स्रल अनुपात	पूर्णांक सरल अनुपात
N	$\frac{25.94}{14} = 1.85$	1	2
O	$\frac{74.06}{16} = 4.63$	2.5	5

अतः मूलानुपाती सूत्र N_2O_5 है।

Problem 10. N_2O (g) के सापेक्ष CO_2(g) का घनत्व ज्ञात कीजिए।

Solution: आपेक्षिक घनत्व (R.D.) $= \frac{CO_2 \text{का अणुभार}}{N_2O \text{ का अणुभार}} = \frac{44}{44} = 1.$

Problem 11. N_2O_5 का वाष्प घनत्व ज्ञात कीजिए ।

Solution: वा. घ. (V.D.) = $\frac{N_2O_5 \text{ का अणुभार}}{2}$ = 54.

Problem 12. निम्न के लिए संतुलित रासायनिक समीकरण लिखो ।

जब (NH_3) अमोनिया (N_2) नाईट्रोजन गैस तथा (H_2) हाईड्रोजन गैस में वियोजित हो जाती है।

Solution: $NH_3 \rightarrow \frac{1}{2} N_2 + \frac{3}{2} H_2$ या $2NH_3 \rightarrow N_2 + 3H_2$.

Problem 13. जब 170 ग्राम NH_3 (M =17) को विघटित किया जाता है तो N_2 व H_2 कितने ग्राम बनते हैं ?

Solution: $NH_3 \rightarrow \frac{1}{2} N_2 + \frac{3}{2} H_2$

$$\frac{NH_3 \text{ के मोल}}{1} = \frac{N_2 \text{ के मोल}}{1/2} = \frac{H_2 \text{ के मोल}}{3/2}.$$

इसलिए, N_2 का मोल = $\frac{1}{2} \times \frac{170}{17} = 5.$ इसलिए, N_2 का भार = $5 \times 28 = 140$ g.

इसी प्रकार, H_2 के मोल = $\frac{3}{2} \times \frac{170}{17} = 15.$

इसलिए, H_2 का भार = $15 \times 2 = 30$ g.

Problem 14. जब 340 ग्राम NH_3 (M = 17) को वियोजित किया जाता है तो STP पर नाईट्रोजन गैस के कितने लीटर हैं ?

Solution: $NH_3 \rightarrow \frac{1}{2} N_2 + \frac{3}{2} H_2$

NH_3 के मोल = $\frac{340}{17} = 20.$

इसलिए, N_2 के मोल = $\frac{1}{2} \times 20 = 10.$

$\therefore$ STP पर N_2 का आयतन = $10 \times 22.4 = 224$ lit.

Problem 15. $MgNO_3$ के 6 मोल की HCl विलयन के साथ क्रिया करायी जाती है। निम्न अभिक्रिया के लिए STP पर उत्पादित CO_2 गैस का आयतन ज्ञात कीजिए।

$$MgCO_3 + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + CO_2 + H_2O.$$

Solution: यहाँ HCl सीमान्त अभिकर्मक है, इसलिए बनाये गये CO_2 के मोल = 3.

इसलिए STP पर आयतन = $3 \times 22.4 = 67.2$ lit.

Problem 16. 500 ml जलीय विलयन को 117 ग्राम NaCl घुलनशील है। विलयन की मोलरता ज्ञात कीजिये।

Solution: मोलरता = $\frac{117/58.5}{500/1000}$ = **4M.**

Problem 17. ईथर विलयन में 0.32 मोल $LiAlH_4$ को फ्लास्क में रखा गया तथा 74 ग्राम (1 मोल) t-ब्यूटिल एल्कोहॉल को मिलाया गया उत्पाद $LiAlHC_{12}H_{27}O_3$ है। उत्पाद का भार ज्ञात कीजिए, यदि लिथियम परमाणु संरक्षित हो। [Li = 7, Al = 27, H = 1, C = 12, O = 16]

Solution: Li पर POAC लगाने पर

$1 \times LiAlH_4$ के मोल = $1\times$ $LiAlH\ C_{12}H_{27}O_3$ के मोल

$254 \times 0.32 = 1 \times LiAlH\ C_{12}H_{27}O_3$ का भार

$LiAlH\ C_{12}H_{27}O_3$ का भार = 81.28 g.

Problem 18. निम्न को संतुलित करो :

(a) $H_2O_2 + MnO_4^- \longrightarrow Mn^{+2} + O_2$ (अम्लीय माध्यम)

(b) $Zn + HNO_3$ (तनु) $\longrightarrow Zn(NO_3)_2 + H_2O + NH_4NO_3$

(c) $CrI_3 + KOH + Cl_2 \longrightarrow K_2CrO_4 + KIO_4 + KCl + H_2O$.

(d) $P_2H_4 \longrightarrow PH_3 + P_4$

(e) $Ca_3(PO_4)_2 + SiO_2 + C \longrightarrow CaSiO_3 + P_4 + CO$

Ans.

(a) $6H^+ + 5H_2O_2 + 2MnO_4^- \longrightarrow 2Mn^{+2} + 5O_2 + 8H_2O$

(b) $4Zn + 10HNO_3$ (dil) $\longrightarrow 4Zn(NO_3)_2 + 3H_2O + NH_4NO_3$

(c) $2CrI_3 + 64KOH + 27Cl_2 \longrightarrow 2K_2CrO_4 + 6KIO_4 + 54KCl + 32H_2O$.

(d) $2P_2H_4 + 4P_2H_4 \longrightarrow 8PH_3 + P_4$

(e) $2Ca_3(PO_4)_2 + 6SiO_2 + 10C \longrightarrow 6CaSiO_3 + P_4 + 10CO$

Problem 19. निम्न के लिए परिणामी मोलरता परिकलित कीजिए ।

(a) 200 ml 1M HCl + 300 ml जल

(b) 1500 ml 1M HCl + 18.25 g HCl

(c) 200 ml 1M HCl + 100 ml 0.5 M H_2SO_4

(d) 200 ml 1M HCl + 100 ml 0.5 M HCl

Ans.

(b) 0.4 M

(c) 1.33 M

(d) 1 M

(e) 0.83 M.

Solution:

(a) परिणामी मोलरता = $\dfrac{200\times1+0}{200+300}$ = 0.4 M.

(b) परिणामी मोलरता = $\dfrac{1500\times1+\dfrac{18.25\times1000}{36.5}}{1500}$ = 1.33 M

(c) परिणामी मोलरता H^+ = $\dfrac{200\times1+100\times0.5\times2}{200+100}$ = 1 M.

(d) परिणामी मोलरता = $\dfrac{200\times1+100\times0.5}{200+100}$ = 0.83 M.

Problem 20. एक जलीय विलयन का 518 ग्राम ग्लूकोस के 18 ग्राम (अणुभार = 180) युक्त होता है। विलयन की मोललता क्या है।

Solution: विलायक का भार = 518 – 18 = 500 g. $\Rightarrow$ इसलिए मोलरता = $\dfrac{18/180}{500/1000}$ = 0.2.

Problem 21. 6.25 ग्राम विलायक में 0.25 ग्राम पदार्थ को घोला जाता है। विलयन में पदार्थ की प्रतिशत मात्रा परिकलित कीजिए।

Solution: विलयन का भार = 0.25 + 6.25 = 6.50. इसलिए % (w/w) = $\dfrac{0.25}{6.50}\times 100$ = 3.8%.

CHECK LIST

Theories (Th)

Th-1 : डाल्टन का परमाणु सिद्धान्त ☐

Th-2 : रासायनिक समीकरण ☐

Th-3 : द्रव्यमान–द्रव्यमान विश्लेषण ☐

Th-4 : द्रव्यमान–आयतन विश्लेषण ☐

Th-5 : मोल–मोल विश्लेषण ☐

Th-6 : सीमान्त अभिकर्मक किस प्रकार ज्ञात किया जाता है ☐

Th-7 : परमाणु संरक्षण का सिद्धान्त (POAC) ☐

Th-8 : ऑक्सीकरण तथा अपचयन ☐

Th-9 : ऑक्सीकरण अंक ☐

Th10 : ऑक्सीकारक तथा अपचायक ☐

Th11 : रेडॉक्स (उपापचयी) अभिक्रिया को संतुलित करना ☐

Definitions (D)

D1 : आपेक्षिक परमाण्विय द्रव्यमान ☐

D2 : परमाणु द्रव्यमान इकाई (या amu) ☐

D3 : मोल : (द्रव्यमान / संख्या सम्बन्ध) ☐

D4 : ग्राम परमाणु द्रव्यमान ☐

D5 : ग्राम आण्विक द्रव्यमान ☐

D6 : औसत / माध्य परमाण्विक द्रव्यमान ☐

D7 : माध्य आण्विक द्रव्यमान या आण्विक द्रव्यमान ☐

D8 : गै–ल्यूसाक का गैसीय आयतन सम्बन्धी नियम ☐

D9 : आवोगाद्रो की परिकल्पना ☐

D10 : मूलानुपाती सूत्र ☐

D11 : आण्विक सूत्र ☐

D12 : सीमान्त अभिकर्मक ☐

D13 : रेडॉक्स अभिक्रिया ☐

D14 : विलयन ☐

D15 : मोलरता (M) ☐

D16 : मोललता (m) ☐

D17 : मोल अंश (x) ☐

D18 : % भार–भार अनुपात (w/w) ☐

D19 : % भार–आयतन अनुपात (w/v) ☐

D20 : % आयतन–आयतन अनुपात (v/v) ☐

D21 : पार्ट प्रति मिलियन (ppm) ☐