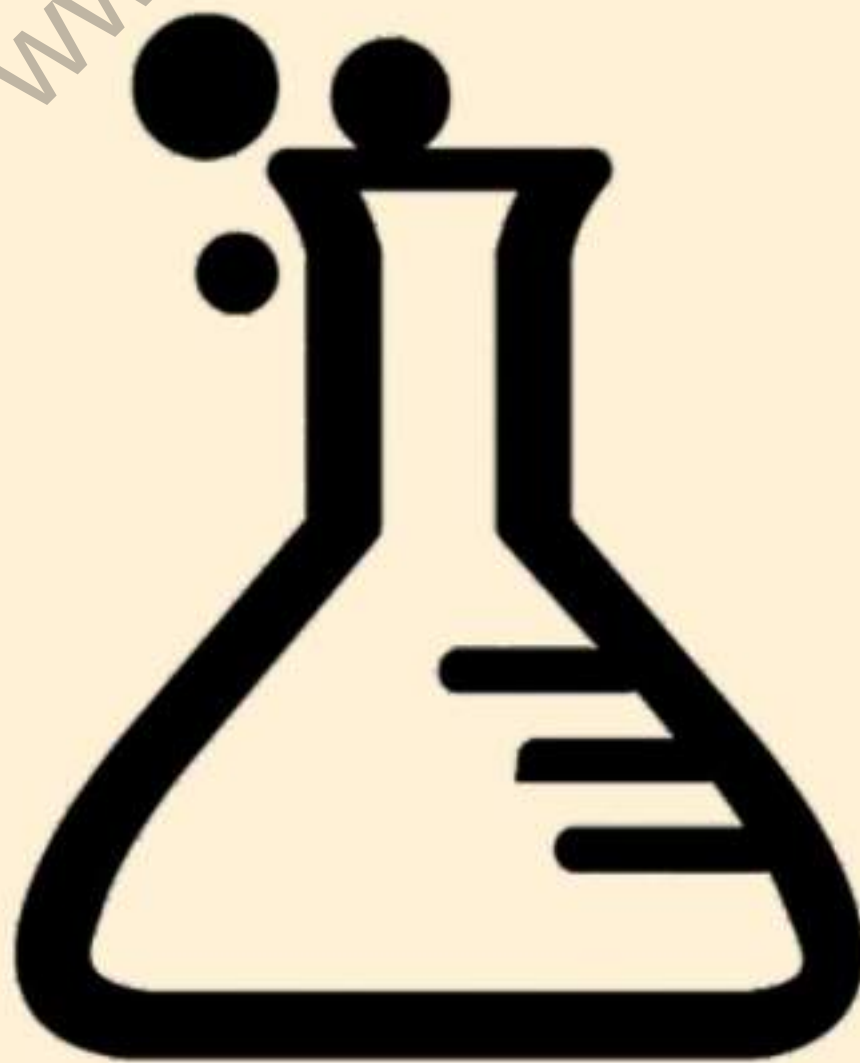


سٹائکیومیٹری Stoichiometry

حاصلاتِ تعلیم:

اس سبق کو پڑھنے کے بعد طلباء اس قابل ہوں گے کہ:

- گیسوں کے والیومز کو ناپنے کے لیے کمرے کے درجہ حرارت اور دباؤ پر 24dm^3 کو بطور مولر گیس والیوم استعمال کریں۔
- g/dm^3 اور mol/dm^3 کا استعمال کرتے ہوئے، ارتکاز کی تعریف کریں اور ان کے مابین باہم تبدیلی واضح کریں۔
- اشیاء کے درمیان سٹائکیومیٹرک تعلقات کو استعمال کرتے ہوئے ذیل میں درج اشیاء کے درمیان تعلق کا حساب لگائیں۔
- (الف) ری ایکشنز کے درمیان تعلق کا حساب، لمٹنگ ری ایکٹنٹس (Limiting Reactants) کے درمیان
- (ب) RTP پر گیسوں کے والیوم کا حساب
- (ج) g/dm^3 اور mol/dm^3 میں سلوشن کا والیوم اور سلوشن کے ارتکاز کا حساب
- (د) cm^3 اور dm^3 کے مابین باہم تبدیلی کا حساب
- ٹائٹریشن کی مدد سے امپیریکل ڈیٹا کا استعمال کرتے ہوئے سلوشن کا ارتکاز معلوم کریں۔
- مناسب معلومات کے ذریعے امپیریکل فارمولا اور مالیکیولر فارمولا معلوم کریں۔
- مناسب معلومات کے ذریعے فیصد ییلڈ، فی صد اجزائے ترکیبی (ماس) اور فیصد خالص پن معلوم کریں۔





15.1 مولر والیوم (Molar Volume)

گیس کا والیوم پریشر اور ٹمپریچر میں تبدیلی سے تبدیل ہو جاتا ہے۔ اگر ہم مختلف گیسوں کے والیومز (Volumes) کا موازنہ کرنا چاہتے ہیں تو ہمیں پریشر اور ٹمپریچر کی معیاری ویلیوز (Values) استعمال کرنا پڑیں گی ان معیاری ویلیوز کو کمرے کا ٹمپریچر اور کمرے کے پریشر (RTP) کے نام سے جانا جاتا ہے۔ کمرے کا معیاری ٹمپریچر 25°C یا 298.15K اور اس کا معیاری پریشر ایک ایٹما سفیرک پریشر (760 torr) ہے۔ گیسوں کے والیومز کا موازنہ کرنے کے لیے انہیں انہی معیاری شرائط میں مایا جاتا ہے۔

یہ معلوم کیا گیا ہے کہ تمام گیسوں کے ایک مول کا والیوم RTP پر 24dm^3 ہوتا ہے۔ اس ویلیو کو مولر والیوم کہتے ہیں۔ یہ بات خاص طور پر نوٹ کرنے کے قابل ہے کہ تمام گیسوں کے ایک مول میں موجود مالیکیولز کی تعداد برابر ہوتی ہے اور RTP پر ان کے والیومز بھی ایک جیسے ہوتے ہیں تاہم ان کے ایک مول کے ماسز سب مختلف ہیں۔ دوسرے الفاظ میں مختلف گیسوں میں موجود مالیکیولز کے ماسز (Masses) اور سائز (Sizes) مختلف ہونے کے باوجود ان سب کے والیومز برابر ہیں۔ مولر والیوم کا نظریہ بہت مفید ہے کیونکہ یہ ہمیں اس قابل بناتا ہے کہ ہم گیسوں کے دیئے گئے والیومز کی مدد سے ان میں موجود مولز کی تعداد یا ان کے ماسز معلوم کریں۔

مثال: 15.1

نائٹروجن گیس کا والیوم RTP پر 2.5dm^3 ہے۔ اس میں نائٹروجن گیس کے کتنے مولز موجود ہوں گے؟

حل:

$$\begin{aligned} 24\text{ dm}^3 \text{ نائٹروجن میں موجود مولز کی تعداد} &= 1\text{ mol} \\ 1\text{ dm}^3 \text{ نائٹروجن میں موجود مولز کی تعداد} &= \frac{1}{24}\text{ mol} \\ 2.5\text{ dm}^3 \text{ نائٹروجن میں موجود مولز کی تعداد} &= \frac{1}{24} \times 2.5 \\ &= 0.10\text{ mol} \end{aligned}$$

آپ اس سوال کو حل کرنے کے لیے ذیل میں درج ایکویشن (1) بھی استعمال کر سکتے ہیں۔

$$\text{گیس کے مولز کی تعداد} = \frac{\text{گیس کا والیوم RTP پر}}{\text{گیس کا مولر والیوم}} \quad (1)$$

مثال: 15.2

ہائڈروجن گیس کے 0.5 مول کا RTP پر والیوم کیا ہوگا؟





حل:

$$\frac{\text{ہائڈروجن کا والیوم}}{24} = 0.5 \quad \text{ایکویشن (1) کو اپلائی کریں۔}$$

$$12 \text{ dm}^3 = 0.5 \times 24 = \quad \text{ہائڈروجن کا والیوم}$$

مثال: 15.3

200 گرام کاربن ڈائی آکسائیڈ گیس کا RTP پر والیوم معلوم کریں؟

حل:

$$\frac{\text{گیس کا والیوم}}{\text{گیس کا مولر والیوم}} = \text{گیس کے مولز کی تعداد}$$

$$\text{گیس کا والیوم} = \text{مولز کی تعداد} \times \text{مولر والیوم}$$

$$\frac{\text{ماس}}{\text{مولر ماس}} = \text{چونکہ گیس کے مولز کی تعداد}$$

$$\text{کاربن ڈائی آکسائیڈ گیس کا والیوم} = \text{مولر ماس} \times \frac{\text{ماس}}{\text{مولر ماس}}$$

$$109 \text{ dm}^3 = 24 \text{ dm}^3 \times \frac{200 \text{ g}}{44 \text{ g}} = \text{کاربن ڈائی آکسائیڈ گیس کا والیوم}$$

فوری جانچ 15.1

100 dm³ کاربن ڈائی آکسائیڈ
RTP پر موجود ہے۔ اس کا ماس
معلوم کریں۔

15.2 سلوشن کا ارتکاز (Concentration of a Solution)

کسی سلوشن کا ارتکاز دراصل اس بات کی پیمائش کرتا ہے کہ سلوشن میں یا سولونیٹ میں سولیوٹ کی کتنی مقدار حل کی گئی ہے۔ حل ہونے والے سولیوٹ کی مقدار کو اس کے والیوم سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ یہ والیوم dm³ یا cm³ میں ماپا جاتا ہے۔ اس والیوم/ماس ارتکاز کے لیے g/dm³ کی اکائی استعمال ہوتی ہے جبکہ مولر ارتکاز کے لیے mol/dm³ کی اکائی استعمال ہوتی ہے۔

مثال: 15.4

ایک سلوشن بنانے کے لیے 20 گرام سوڈیم کلورائیڈ کو 0.2 dm³ پانی میں حل کیا گیا ہے۔ اس سلوشن کا ارتکاز معلوم کریں۔

حل:

$$\frac{\text{حل شدہ سولیوٹ کا ماس گراموں میں}}{\text{سلوشن کا والیوم dm}^3 \text{ میں}} = \text{ارتکاز}$$

$$100 \text{ g/dm}^3 = \frac{20}{0.2} =$$





مثال: 15.5

1.8 گرام ہائیڈروجن کلورائیڈ گیس کو پانی میں حل کر کے 500 cm^3 ہائیڈروکلورک ایسڈ بنایا گیا ہے۔ ہائیڈروکلورک ایسڈ کا ارتکاز g/dm^3 میں معلوم کریں۔

حل:

اہم نکتہ

مولر ارتکاز اور مولیرٹی
دونوں سلوشن میں سولیوٹ کے
ارتکاز کو ظاہر کرتے ہیں۔

$$\begin{aligned} 0.5 \text{ dm}^3 &= \frac{500 \text{ cm}^3}{1000} = \text{ہائیڈروکلورک ایسڈ کا والیوم } \text{dm}^3 \text{ میں} \\ &= \frac{1.8}{0.5} = \text{ہائیڈروکلورک ایسڈ کا ارتکاز} \\ &= \frac{3.6 \text{ گرام}}{\text{dm}^3} \end{aligned}$$

مثال: 15.6

2 dm^3 کا پرسلفیٹ سلوشن کا ارتکاز 15 g/dm^3 ہے اس میں موجود کا پرسلفیٹ کی مقدار گراموں میں معلوم کریں۔

حل:

$$\begin{aligned} \text{کا پرسلفیٹ کا ماس گراموں میں} &= \text{کا پرسلفیٹ کا ارتکاز } \text{g/dm}^3 \times \text{والیوم } (\text{dm}^3) \\ &= 2 \times 15 = \\ &= 30 \text{ g} \end{aligned}$$

مثال: 15.7

1.2 dm^3 سوڈیم ہائیڈروآکسائیڈ کا سلوشن بنانے کے لیے اس کے 10 گرام پانی میں حل کیے گئے ہیں۔ اس سلوشن کا ارتکاز mol/dm^3 میں معلوم کریں۔

حل:

فوری جانچ 15.2

کا پرسلفیٹ (CuSO_4) کے
 $5 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$
ایکوس سلوشن کے 50 cm^3
میں اس کا کتنا ماس ہوگا؟

$$\begin{aligned} 10 \text{ g} &= \text{سوڈیم ہائیڈروآکسائیڈ کا ماس} \\ 0.25 \text{ mol} &= \frac{10}{40} = \text{سوڈیم ہائیڈروآکسائیڈ کے مولز} \\ 0.21 \text{ mol/dm}^3 &= \frac{0.25}{1.2} = \text{سوڈیم ہائیڈروآکسائیڈ سلوشن کا ارتکاز} \end{aligned}$$





15.3 امپیریکل ڈیٹا استعمال کرتے ہوئے ٹائٹریشن سے سلوشن کا ارتکاز معلوم کریں

Calculate the Concentration of a Solution in Titration using Empirical Data

کسی سلوشن کا ارتکاز معلوم کرنے کے لیے اس کو ایسے سلوشن سے ری ایکٹ (React) یا ٹائٹریٹ کیا جاتا ہے جس کا ارتکاز معلوم ہوتا ہے حتیٰ کہ اینڈ پوائنٹ (End Point) آجائے۔ سلوشن کے ارتکاز کو معلوم کرنے کے لیے آپ کو اس ری ایکشن کی متوازن مساوات کا علم ہونا چاہیے نیز دونوں سلوشنز کے والیومز اور اس سلوشن کا ارتکاز جس سے ری ایکشن کیا جا رہا ہے بھی معلوم ہونے چاہیں۔

مثال: 15.8

سوڈیم ہائیڈروآکسائیڈ (NaOH) سلوشن کو ہائیڈروکلورک ایسڈ (HCl) سلوشن کے ساتھ ٹائٹریٹ یاری ایکٹ کیا گیا ہے۔ اس دوران 15 cm^3 سوڈیم ہائیڈروآکسائیڈ سلوشن جس کا ارتکاز 0.5 تھا، نے 23 cm^3 ہائیڈروکلورک سلوشن کو پوری طرح نیوٹرلائز (Neutralize) کیا۔ ہائیڈروکلورک ایسڈ سلوشن کا ارتکاز mol/dm^3 میں معلوم کریں۔

حل:

فوری جانچ 15.3

پوٹاشیم ہائیڈروآکسائیڈ کے 25 cm^3 ، 0.1 mol/dm^3 سلوشن کو مکمل طور پر نیوٹرلائز کرنے کے لیے 0.1 mol/dm^3 آگزالک ایسڈ کا والیوم معلوم کریں۔



1- اس ری ایکشن کی متوازن کیمیکیل ایکویشن

2- سوڈیم ہائیڈروآکسائیڈ کے استعمال ہونے والے والیوم کو dm^3 میں تبدیل کرنا

$$0.015 \text{ dm}^3 = \frac{15 \text{ cm}^3}{1000} = \text{سلوشن کا والیوم}$$

3- ہائیڈروکلورک ایسڈ کا والیوم جس نے سوڈیم ہائیڈروآکسائیڈ کو نیوٹرلائز کیا، اس کو dm^3 میں تبدیل کرنا۔

$$0.023 \text{ dm}^3 = \frac{23 \text{ cm}^3}{1000} = \text{ہائیڈروکلورک ایسڈ کا والیوم}$$

4- سوڈیم ہائیڈروآکسائیڈ کے مولز کی تعداد = مولر ارتکاز $\times$ والیوم

$$0.015 \text{ dm}^3 \times 0.5 \text{ mol/dm}^3 = 0.0075 =$$

5- متوازن کیمیکیل ایکویشن کے مطابق

ایک مول سوڈیم ہائیڈروآکسائیڈ نے ایک مول ہائیڈروکلورک ایسڈ سے ری ایکٹ کیا۔

6- ہائیڈروکلورک ایسڈ کے مولز کی تعداد = 0.075

$$0.326 \text{ mol/dm}^3 = \frac{0.0075}{0.023} = \frac{\text{مولز کی تعداد}}{\text{والیوم } \text{dm}^3 \text{ میں}} = \text{ہائیڈروکلورک ایسڈ سلوشن کا ارتکاز}$$

پس ہائیڈروکلورک ایسڈ کی سلوشن کا مولر ارتکاز 0.326 mol/dm^3 ہے۔

دلچسپ معلومات

بہت سی صنعتوں میں کیے جانے والے کیمیکیل ری ایکشنز سے زیادہ سے زیادہ فائدہ اٹھانے کے لیے سٹائشومیٹری بہت اہم ہے۔





15.4 ماس کے لحاظ سے فی صد مقدار، امپیریکل فارمولا اور مالیکیولر فارمولا

Percentage Composition by Mass, Empirical Formula and Molecular Formula

ماس کے لحاظ سے فی صد مقدار

کسی کمپاؤنڈ کی ماس کے لحاظ سے فی صد مقدار کا مطلب یہ ہے کہ اس میں موجود ہر ایلیمنٹ کی فی صد مقدار کا پتہ ہونا، کسی کمپاؤنڈ میں موجود ایلیمنٹ کی فی صد مقدار کا مطلب یہ ہے کہ اُس کمپاؤنڈ کے 100 g میں اُس ایلیمنٹ کے کتنے گرام ہیں۔ ایلیمنٹ کی فی صد مقدار درج ذیل فارمولا سے معلوم کی جاتی ہے۔

$$\text{ایلیمنٹ کی فی صد مقدار} = \frac{\text{کمپاؤنڈ میں موجود ایلیمنٹ کا ماس}}{\text{کمپاؤنڈ کا فارمولا ماس}} \times 100 \quad (2)$$

کسی کمپاؤنڈ کی فی صد مقدار معلوم کرنا ایک مفید عمل ہے کیونکہ اس سے ہم کمپاؤنڈ کے خالص ہونے کا اندازہ لگا سکتے ہیں اور اس سے امپیریکل اور مالیکیولر فارمولا معلوم کر سکتے ہیں۔ کمپاؤنڈ کی فی صد مقدار ہم اُسکے فارمولا ماس کی مدد سے بھی معلوم کر سکتے ہیں اور اس کے لیے پریکٹیکل سے بھی مدد لی جاسکتی ہے۔ درج ذیل مثالیں ان دونوں طریقہ کار کی وضاحت کرتی ہیں۔

مثال: 15.9

کیلشیم ہائیڈروآکسائیڈ Ca(OH)_2 کی فی صد مقدار معلوم کریں۔

حل:

دلچسپ معلومات

روزانہ ہمارے استعمال میں آنے والی اشیاء مثلاً شیمپوز، صفائی کے کیمیکلز، صابن، خوشبویات اور کھادوں کے اجزائے ترکیبی کا فیصد سٹائیشومیٹری کی مدد سے کیا جاتا ہے۔

$$74 = 40 + 32 + 2 = \text{کیلشیم ہائیڈروآکسائیڈ کا فارمولا ماس}$$

ایکویشن (2) کی مدد سے ہر ایلیمنٹ کی فی صد مقدار نکالیں

$$\text{ایلیمنٹ کی فی صد مقدار} = \frac{\text{کمپاؤنڈ میں موجود ایلیمنٹ کا ماس}}{\text{کمپاؤنڈ کا فارمولا ماس}} \times 100$$

$$54.05 \% = \frac{40}{74} \times 100 = \text{کیلشیم کی فی صد مقدار}$$

$$43.24 \% = \frac{32}{74} \times 100 = \text{آکسیجن کی فی صد مقدار}$$

$$2.70 \% = \frac{2}{74} \times 100 = \text{ہائیڈروجن کی فی صد مقدار}$$





مثال: 15.10

ایک کمپاؤنڈ کے 8.657 g جب اُس کے ایلیمینٹس میں تحلیل کیا گیا تو 5.217 g کاربن، 0.962 g ہائیڈروجن اور 2.478 g آکسیجن ملے۔ کمپاؤنڈ میں موجود ایلیمینٹس کی فی صد مقدار معلوم کریں۔

حل:

ذیل میں درج فارمولا لگائیں۔

$$\begin{aligned} \text{ایلیمینٹ کی فی صد مقدار} &= \frac{\text{ایلیمینٹ کا ماس}}{\text{کمپاؤنڈ کا ماس}} \times 100 \\ \text{کاربن کی فی صد مقدار} &= \frac{5.217 \text{ g}}{8.657 \text{ g}} \times 100 = 60.26\% \\ \text{ہائیڈروجن کی فی صد مقدار} &= \frac{0.962 \text{ g}}{8.657 \text{ g}} \times 100 = 11.11\% \\ \text{آکسیجن کی فی صد مقدار} &= \frac{2.478 \text{ g}}{8.657 \text{ g}} \times 100 = 28.62\% \end{aligned}$$

پس 100 g زیر مطالعہ کمپاؤنڈ میں موجود ایلیمینٹس کی مقداریں بالترتیب کاربن کی 60.26 g ہائیڈروجن کی 11.11 g اور آکسیجن 28.62 g ہیں۔

ایلو مینیم سلفیٹ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ میں موجود سلفیٹ آئنز (SO_4^{2-}) کی فی صد مقدار معلوم کریں۔

فوری جانچ 15.4

15.5 امپیریکل فارمولا (Empirical Formula)

کسی کمپاؤنڈ کا امپیریکل فارمولا اس میں موجود ایٹمز کے درمیان سادہ ترین نسبت کو ظاہر کرتا ہے۔ مثال کے طور پر ہائیڈروجن پر آکسائیڈ (H_2O_2) کا امپیریکل فارمولا HO ہے جبکہ پانی (H_2O) کا H_2O ہی اور بینزین (C_6H_6) (Benzene) کا CH ہے۔ تمام آئینک کمپاؤنڈز کو اُن کے امپیریکل فارمولا سے ہی ظاہر کرتے ہیں۔ یہ فارمولا ان کمپاؤنڈز میں موجود آئنز کے درمیان سادہ ترین نسبت کو ظاہر کرتے ہیں۔ سوڈیم کلورائیڈ کا فارمولا NaCl ہے اور یہ اس میں موجود سوڈیم آئنز اور کلورائیڈ آئنز کی سادہ ترین نسبت کو ظاہر کرتا ہے۔ اسی طرح کیلشیم کلورائیڈ کا فارمولا CaCl_2 اس میں موجود کیلشیم اور کلورائیڈ آئنز کے درمیان سادہ ترین نسبت کو ظاہر کرتا ہے۔ چونکہ کسی کمپاؤنڈ کا امپیریکل فارمولا اُس میں موجود ایٹمز کی حقیقی تعداد کو ظاہر نہیں کرتا بلکہ اُن میں موجود سادہ ترین نسبت کو ظاہر کرتا ہے اس لیے ایسا ممکن ہے کہ بعض کمپاؤنڈز کے امپیریکل فارمولا ایک ہی ہوں۔ مثال کے طور پر گلوکوز ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) اور ایسٹک ایسڈ (CH_3COOH) (Acetic Acid) دونوں کا امپیریکل فارمولا CH_2O ہے۔





مثال: 15.11

ایک کمپاؤنڈ کی فی صد اجزائے ترکیبی ظاہر کرتی ہے کہ اُس میں 25.26% میگنیشیم اور 74.74% کلورین ہیں۔ اس کا امپیریکل فارمولا معلوم کریں۔

حل:

- (i) کمپاؤنڈ کا امپیریکل فارمولا معلوم کرنے کے لیے ذیل میں درج اقدامات کریں۔
- (ii) اُس کمپاؤنڈ کی فی صد اجزائے ترکیبی معلوم کریں۔
- (iii) اُس کمپاؤنڈ میں موجود ہر ایلیمنٹ کے مولز کی تعداد معلوم کریں۔ اس کے لیے ایلیمنٹ کا ماس یا اس کی فی صد مقدار کو اٹامک ماس سے تقسیم کیا جاتا ہے۔
- (iv) کمپاؤنڈ میں موجود ہر ایلیمنٹ کی اٹامک نسبت (Atomic Ratio) معلوم کریں۔ اس نسبت کو معلوم کرنے کے لیے اس کے مولز کی تعداد اُس کمپاؤنڈ میں موجود اُس ایلیمنٹ کے مولز سے تقسیم کرتے ہیں جس کی مقدار سب سے کم ہے۔
- (v) اگر اُس طرح ملنے والی اٹامک نسبت مکمل اعداد میں ہے تو اس سے امپیریکل فارمولا نکالیں ورنہ اس نسبت کو کسی ایسی عدد سے ضرب دیں جس سے یہ مکمل اعداد میں حاصل ہو جائیں۔
- (vi) ان مکمل اعداد کو ایلیمنٹس کے سمبلز کے نیچے لکھ کر امپیریکل فارمولا حاصل کریں۔

1- ایلیمنٹس کی فی صد مقداروں کو گرامز میں لکھیں۔

$$25.26 \text{ g} = 25.26\% = \text{میگنیشیم} \quad 74.74 \text{ g} = 74.74\% = \text{کلورین}$$

2- ہر ایلیمنٹ کے مولز کی تعداد

$$1.05 \text{ mol} = \frac{25.26}{24} = \text{میگنیشیم} \quad 2.10 \text{ mol} = \frac{74.74}{35.5} = \text{کلورین}$$

3- ہر ایلیمنٹ کی اٹامک نسبت

$$1 = \frac{1.05}{1.05} = \text{میگنیشیم} \quad 2 = \frac{2.10}{1.05} = \text{کلورین}$$

میگنیشیم کلورائیڈ کا امپیریکل فارمولا MgCl_2 ہے۔

مثال: 15.12

ایک آرگینک کمپاؤنڈ کی ماس کے لحاظ سے اجزائے ترکیبی یہ ہے کہ اس میں 64.8% کاربن 13.62% ہائیڈروجن اور 21.58% آکسیجن موجود ہیں اس کا امپیریکل فارمولا معلوم کریں۔

حل:

1- فی صد مقداروں کو گرامز میں تبدیل کریں

$$\text{O} = 21.58\% \quad \text{H} = 13.62\% \quad \text{C} = 64.8\%$$





$$= 21.58 \text{ g}$$

$$= 13.62 \text{ g}$$

$$= 64.8 \text{ g}$$

2- ہر ایک ایلیمنٹ کے مولز کی تعداد نکالیں۔

$$\text{O} = \frac{21.58}{16} = 1.35$$

$$\text{H} = \frac{13.62}{1} = 13.62$$

$$\text{C} = \frac{64.8}{12} = 5.4$$

3- ہر ایک ایلیمنٹ کی ایٹمی نسبت نکالیں۔

$$\text{O} = \frac{1.35}{1.35} = 1$$

$$\text{H} = \frac{13.62}{1.35} = 10$$

$$\text{C} = \frac{5.4}{1.35} = 4$$

اس کمپاؤنڈ کا امپیریکل فارمولا $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ ہے۔

مالیکیولر فارمولا

کسی ایلیمنٹ یا کسی کمپاؤنڈ کا مالیکیولر فارمولا اُس میں موجود ایٹمز کی صحیح تعداد کو ظاہر کرتا ہے۔ پانی، ہائڈروجن پرآکسائیڈ، اتھیلین (Ethylene) اور سلفر کے مالیکیولر فارمولاز، بالترتیب H_2O ، H_2O_2 ، C_2H_4 ، اور S_8 ہیں۔ کسی کمپاؤنڈ کا مالیکیولر فارمولا نکالنے کے لیے اُس کے امپیریکل فارمولا کو کسی مثبت عدد سے ضرب دی جاتی ہے جیسا کہ ذیل میں درج مساوات میں دکھایا گیا ہے۔

$$\text{مالیکیولر فارمولا} = (\text{امپیریکل فارمولا}) \times n$$

$$\text{یہاں پر } n = \frac{\text{مالیکیولر ماس}}{\text{امپیریکل فارمولا ماس}}$$

مثال: 15.13

بنزین (Benzene) کا امپیریکل فارمولا CH ہے جبکہ اس کا مالیکیولر ماس 78 g/mol ہے۔ اس کا مالیکیولر فارمولا نکالیں۔

حل:

دلچسپ معلومات

سٹائیشو میٹری کو مریضوں کے وزن، عمر اور کئی دوسرے عوامل کو مد نظر رکھتے ہوئے دوائی کی مقدار کے تعین کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

$$\text{CH} = \text{بنزین کا امپیریکل فارمولا}$$

$$13 = 12 + 1 = \text{بنزین کا امپیریکل فارمولا ماس}$$

$$78 = \text{بنزین کا مالیکیولر ماس}$$

$$\frac{78}{13} = n$$

$$6 = \text{اس طرح بنزین کا مالیکیولر فارمولا}$$

$$\text{C}_6\text{H}_6 = 6 \times \text{CH} =$$

پس بنزین کا مالیکیولر فارمولا (C_6H_6) ہے۔

مثال: 15.14

گلوکوز کا امپیریکل فارمولا CH_2O ہے جبکہ اس کا مالیکیولر ماس 180 گرام پر مول ہے۔ اس کا مالیکیولر فارمولا کیا ہوگا؟

حل:

$$\text{CH}_2\text{O} = \text{گلوکوز کا امپیریکل فارمولا}$$



15.6 فوری جانچ

ایک نامعلوم ہائڈروکاربن
میں 85.71% کاربن ہے اور
اس کا مولر ماس 84 g/mol
ہے۔ اس کا مالیکیولر فارمولا کیا
ہوگا؟

$$30 = 12 + 2 + 16 =$$

$$180 =$$

$$6 = \frac{180}{30} = n$$

$$C_6H_{12}O_6 = (CH_2O)_6$$

پس گلوکوز کا مالیکیولر فارمولا

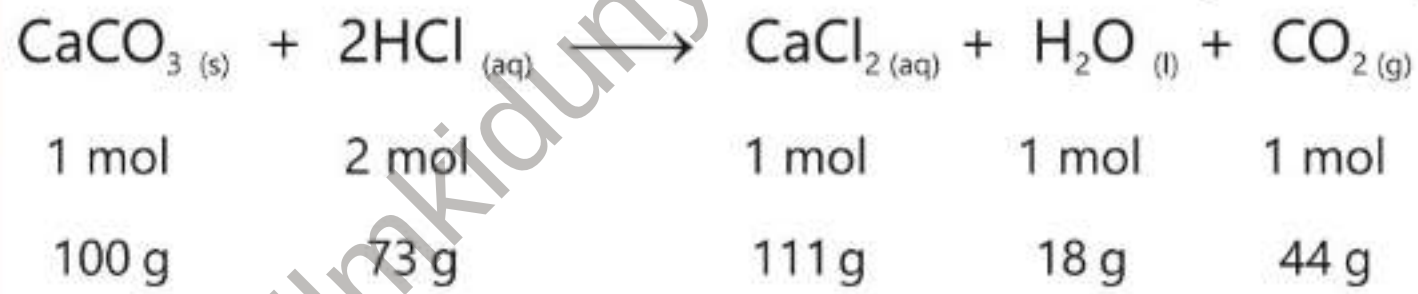
کیمیائی مساوات کی مدد سے مقداریں معلوم کرنا (Calculations Based on Chemical Equations)

ایک مکمل اور متوازن کیمیائی مساوات سے ہمیں ری ایکٹنٹس (Reactants) اور پروڈکٹس (Products) کے درمیان مول کی نسبت یا ماس کی نسبت معلوم ہوتی ہے۔ اس نسبت کی مدد سے ہم پروڈکٹس کے ماسز نکالتے ہیں اگر ہمیں ری ایکٹنٹس کے ماسز کا علم ہو یا پھر ری ایکٹنٹس کے ماسز نکالتے ہیں اگر ہمیں پروڈکٹس کے ماسز کا علم ہو۔

مثال کے طور پر ذیل میں درج مساوات ہمیں بتاتی ہیں کہ کیشیم کاربونیٹ کا ایک مول (100g) ہائڈروکلورک ایسڈ کے دو مولز (73g) سے ری ایکشن کر کے کیشیم کلورائیڈ کا ایک مول (111g)، پانی کا ایک مول (18g) اور کاربن ڈائی آکسائیڈ کا ایک مول (44g) بناتا ہے۔

15.7 فوری جانچ

کیمیکیل مساوات کی مدد سے
مقداریں معلوم کرنے سے پہلے
یہ بات کیوں ضروری ہے کہ یہ
مساوات متوازن ہو۔



مثال: 15.15

25 گرام لائم سٹون (Lime Stone) ($CaCO_3$) ہائڈروکلورک ایسڈ کی زیادہ مقدار سے اوپر دی گئی کیمیائی مساوات کے مطابق ری ایکشن کرتا ہے۔ اس ری ایکشن میں کیشیم کلورائیڈ کتنا بنے گا؟

حل:

مساوات کے مطابق

$$100 \text{ گرام لائم سٹون ری ایکشن کر کے کیشیم کلورائیڈ جتنا بناتا ہے} = 111 \text{ g}$$

$$\frac{111}{100} \text{ g} = \text{ایک گرام لائم سٹون ری ایکشن کر کے کیشیم کلورائیڈ کتنا بنائے گا}$$

$$\frac{111}{100} \times 25 = 25 \text{ گرام لائم سٹون ری ایکشن کر کے کیشیم کلورائیڈ کتنا بنائے گا}$$

$$27.75 \text{ g} =$$





15.6 لمٹنگ ری ایکٹنٹ (Limiting Reactant)

ایک کیمیکل ری ایکشن میں عام طور پر اُس کی متوازن کیمیکل مساوات کو مد نظر رکھتے ہوئے سٹائیکو میٹرک نسبت کے مطابق ری ایکٹنٹس کو نہیں ملایا جاتا۔ اکثر اوقات تجربات میں ری ایکشنز کے دوران ایک یا ایک سے زیادہ ری ایکٹنٹس کو ضرورت سے زیادہ مقدار میں ملایا جاتا ہے۔ ایسا قصداً اس لیے کیا جاتا ہے کہ کسی دوسرے ری ایکٹنٹ کو جو کہ ہو سکتا ہے زیادہ قیمتی ہو مکمل طور پر استعمال کیا جاسکے۔ اس طرح زیادہ مقدار میں استعمال ہونے والا ری ایکٹنٹ، ری ایکشن کے ختم ہونے پر باقی رہ جاتا ہے جبکہ دوسرا ری ایکٹنٹ مکمل طور پر استعمال ہو جاتا ہے۔

اس ری ایکٹنٹ کو جو کہ پوری طرح استعمال ہو جاتا ہے، لمٹنگ ری ایکٹنٹ کہتے ہیں اور کسی ری ایکشن میں پروڈکٹس کی بننے والی مقدار کا تعین بھی یہی ری ایکٹنٹ کرتا ہے۔

لمٹنگ ری ایکٹنٹ کی شناخت کرنے کا طریقہ

- 1- کسی ری ایکشن کے دوران استعمال ہونے والے لمٹنگ ری ایکٹنٹ کو ذیل میں درج اقدامات کی مدد سے شناخت کیا جاتا ہے۔
- 2- ری ایکٹنٹس کی دی گئی مقداروں سے ان کے مولز کی تعداد نکالیں۔
- 3- ری ایکٹنٹس کے مولز کی تعداد کی مدد سے پروڈکٹس کے مولز کی تعداد معلوم کریں۔
- 3- اُس ری ایکٹنٹ کی شناخت کریں جس کی مدد سے پروڈکٹس کی کم از کم مقدار ملے اس ری ایکٹنٹ کو لمٹنگ ری ایکٹنٹ کہیں گے۔

مثال: 15.16

فوٹوسنتھیسز کے اس ری ایکشن کے دوران جب 25 g گلوکوز، 40g آکسیجن سے ری ایکشن کر لے گا تو گراموں میں کتنی کاربن ڈائی آکسائیڈ بنے گی؟



حل:

کاربن ڈائی آکسائیڈ کی بننے والی مقدار کو معلوم کرنے کے لیے ہمیں پہلے یہ معلوم کرنا ہوگا کہ دونوں ری ایکٹنٹس میں سے کون سا ری ایکٹنٹ لمٹنگ ری ایکٹنٹ ہے۔

$$1- \text{گلوکوز کے مولز کی تعداد} = \frac{25}{180} = 0.138 \text{ mol}$$

$$\text{آکسیجن کے مولز کی تعداد} = \frac{40}{32} = 1.25 \text{ mol}$$

2- کاربن ڈائی آکسائیڈ کی مقدار نکالیں جو ری ایکٹنٹس کی ان مقداروں سے بنے گی۔
متوازن کیمیکل مساوات کے مطابق

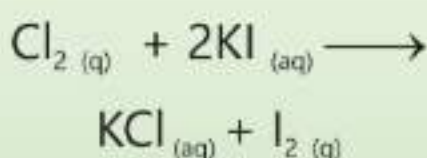
ایک مول گلوکوز جتنی کاربن ڈائی آکسائیڈ دیتا ہے 6 mol =

$$0.138 \text{ mol گلوکوز کتنی کاربن ڈائی آکسائیڈ دے گا} = \frac{6}{1} \times 0.138 = 0.83 \text{ mol}$$

اسی طرح

فوری جانچ 15.8

اگر آپ 100g کلورین گیس کا ری ایکشن 500g KI سے کرتے ہیں تو اس ری ایکشن میں کون سا ری ایکٹنٹ لمٹنگ ری ایکٹنٹ ہوگا؟





6 mol

=

6 مولز آکسیجن کتنی کاربن ڈائی آکسائیڈ دیتے ہیں

$$1.25 \text{ mol} = \frac{6}{6} \times 1.25 =$$

چونکہ گلوکوز کی دی گئی مقدار نے کم کاربن ڈائی آکسائیڈ بنائی اس لیے گلوکوز اس ری ایکشن کا لمٹنگ ری ایکٹنٹ ہوگا اور کاربن ڈائی آکسائیڈ کی مقدار جو بنے گی وہ درج ذیل ہوگی۔

$$36.5 \text{ g} = 0.83 \times 44 =$$

کاربن ڈائی آکسائیڈ کی مقدار

15.7 ری ایکشن کی پیداوار یا ییلڈ (Yield)

کسی کیمیائی ری ایکشن کو کرنے کے نتیجے میں جو پروڈکٹس کی مقدار ہمیں حاصل ہوتی ہے اس کو ایکچوئل ییلڈ کہتے ہیں۔ یہ مقدار اس مقدار سے ہمیشہ کم ہوگی جو کیمیائی مساوات کی مدد سے نکالی جائے گی اور جس کو نکالنے میں ہم یہ فرض کرتے ہیں کہ تمام ری ایکٹنٹس آپس میں ری ایکشن کر کے سارے کے سارے پروڈکٹس میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔ اس مقدار کو تھیوریٹیکل ییلڈ (Theoretical Yield) کہتے ہیں۔

ایک کیمیادان کی دلچسپی کا محور عام پر ری ایکشن کی کارکردگی ہے جس کو وہ فی صد ییلڈ (Percentage Yield) سے ظاہر کرتا ہے۔ جب کہ یہ فی صد ییلڈ، ایکچوئل ییلڈ اور تھیوریٹیکل ییلڈ کے موازنہ سے نکالی جاتی ہے۔ فی صد ییلڈ نکالنے کے لیے ذیل میں درج مساوات استعمال کی جاتی ہے۔

$$\frac{\text{ایکچوئل ییلڈ}}{\text{تھیوریٹیکل ییلڈ}} \times 100 = \text{فی صد ییلڈ}$$

مثال: 15.17

ایک کیمیادان نے 50g گرام زنک (Zn) کا نائٹرک ایسڈ کی زائد مقدار سے ری ایکشن کر کے 80.2 گرام زنک نائٹریٹ بنایا۔ اس ری ایکشن کی تھیوریٹیکل ییلڈ اور فی صد ییلڈ معلوم کریں۔

حل:

1- ری ایکشن کی متوازن کیمیائی مساوات



$$0.76 \text{ mol} = \frac{50}{65.37} =$$

$$80.2 \text{ g} =$$

3- زنک نائٹریٹ کی مقدار

تھیوریٹیکل ییلڈ

ایک مول زنک کتنا زنک نائٹریٹ بناتا ہے

0.76 مول زنک جتنا زنک نائٹریٹ بنائے گا

$$143.92 \text{ g} = 0.76 \times 189.38 =$$





فی صد ییلڈ

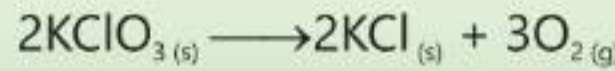
$$\frac{\text{ایکچوئل ییلڈ}}{\text{تھیوریٹیکل ییلڈ}} \times 100 = \text{فی صد ییلڈ}$$

$$\frac{80.2}{143.92} \times 100 = \text{فی صد ییلڈ}$$

$$55.7\% = \text{فی صد ییلڈ}$$

15.9 فوری جانچ 40 g گرام پوٹاشیم کلوریٹ (KClO₃) کو گرم کرنے سے 14.9g آکسیجن گیس بنتی ہے۔

اس ری ایکشن کی تھیوریٹیکل ییلڈ اور فی صد ییلڈ نکالیں۔ پوٹاشیم کلوریٹ کا مولر ماس 122.5 g/mol ہے۔



فی صد خالص پن (Percentage Purity)

کیمسٹری میں کسی شے کہ خالص پن سے یہ مراد لی جاتی ہے کہ وہ شے کثافتوں سے کس حد تک پاک ہے۔ کس شے کافی صد خالص پن یہ ظاہر کرتا ہے کہ اُس شے کے ناخالص نمونہ میں وہ شے کتنی موجود ہے۔ کسی شے کافی صد خالص پن ذیل میں درج مساوات سے نکالا جاتا ہے۔

حل:

$$\frac{\text{خالص شے کا ماس}}{\text{ناخالص شے کا ماس}} \times 100 = \text{فی صد خالص پن}$$

مثال: 15.18

ایک دوائی کے 12.0 g نمونہ میں 11.57 g حقیقی دوائی موجود ہے۔ اس نمونہ کافی صد خالص پن نکالیں۔

حل:

$$\frac{\text{خالص دوا کا ماس}}{\text{ناخالص نمونہ کا ماس}} \times 100 = \text{فی صد خالص پن}$$

$$\frac{11.57}{12.0} \times 100 = \text{فی صد خالص پن}$$

$$96.4\% = \text{فی صد خالص پن}$$

مشق

A کثیر الانتخابی سوالات:

صحیح جواب پر (✓) کریں۔

(i) RTP پر امونیا گیس کے 15 مولز کا وایوم:

(الف) 224 dm³ (ب) 160 dm³ (ج) 360 dm³ (د) 265 dm³





- (ii) قدرتی گیس CH_4 کے کتنے مولز سلنڈر میں موجود ہوں گے اگر RTP پر اس کا والیوم 18dm^3 ہو تو:
- (الف) 0.75 mol (ب) 0.67 mol (ج) 0.85 mol (د) 0.56 mol
- (iii) اگر پوٹاشیم ہائیڈروآکسائیڈ کا 2.0 g گرام 100cm^3 پانی میں حل کیا جائے تو اس کا مولر ارتکاز کیا ہوگا:
- (الف) 0.36 mol/dm^3 (ب) 0.53 mol/dm^3 (ج) 0.70 mol/dm^3 (د) 0.45 mol/dm^3
- (iv) 0.7 g/dm^3 ارتکاز کے ساتھ اس کے سلوشن کے 15dm^3 بنانے کے لیے NaCl کی کتنی مقدار درکار ہوگی:
- (الف) 21 g (ب) 10.5 g (ج) 31.5 g (د) 5.4 g
- (v) اگر 10cm^3 مرکب سلفیورک ایسڈ 20cm^3 سوڈیم ہائیڈروآکسائیڈ سے ری ایکشن کرتا ہے جس کا ارتکاز 0.1 mol/dm^3 ہے تو سلفیورک ایسڈ کا ارتکاز mol/dm^3 میں کیا ہوگا؟
- (الف) 0.01 mol/dm^3 (ب) 0.001 mol/dm^3 (ج) 0.1 mol/dm^3 (د) 0.15 mol/dm^3
- (vi) اگر کسی کمپاؤنڈ کا مولر ماس 178 g/mol ہے اور اس کا امپیریکل فارمولا $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3$ ہے۔ اس کا مالیکیولر فارمولا کیا ہوگا؟
- (الف) $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3$ (ب) $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_6$ (ج) $\text{C}_9\text{H}_{15}\text{O}_9$ (د) $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}_8$
- (vii) جب قدرتی گیس ہوا میں جلتی ہے تو کون ساری ایکٹنٹ لمٹنگ ری ایکٹنٹ ہوتا ہے:
- (الف) دونوں ری ایکٹنٹس (ب) کوئی ری ایکٹنٹ لمٹنگ ری ایکٹنٹ نہیں ہوتا۔ (ج) ہوا (د) قدرتی گیس
- (viii) اگر کسی کمپاؤنڈ کی ایکچوئل ییلڈ 0.198 g ہے جب کہ تھیورٹیکل ییلڈ 0.217 g ہے۔ اس کی پرسنٹ ایج ییلڈ کیا ہوگی:
- (الف) 50% (ب) 91.2% (ج) 80% (د) 90%

B مختصر جوابی سوالات:

- 15.1 کسی گیس کا آر۔ٹی۔ پی پر مولر والیوم کیا ہوگا؟
- 15.2 مولر والیوم کا تصور ہمارے لیے کس طرح فائدہ مند ہے؟
- 15.3 مولر والیوم کا ایووگیڈرو زلا کے ساتھ کیا تعلق ہے؟
- 15.4 کیوں دو مختلف کمپاؤنڈز کا ہی امپیریکل فارمولا ایک ہی ہو سکتا ہے؟
- 15.5 ایکچوئل ییلڈ، تھیورٹیکل ییلڈ سے کم کیوں ہوتی ہے؟
- 15.6 پرسنٹ ایج ییلڈ کیوں اہم ہے؟
- 15.7 اگر 1 mol/dm^3 سلوشن میں H_2SO_4 کی مقدار 49 g ہو تو اس سلوشن کا ارتکاز کیا ہوگا؟





C تعمیری فکر پر مبنی سوالات:

- 15.1 ایک کیمیکل ری ایکشن میں لمٹنگ ری ایکٹنٹ کو کس طرح شناخت کیا جاسکتا ہے؟
- 15.2 ایسے کمپاؤنڈ کے خالص پن کو جانچنا کیوں ضروری ہے جو بطور دوائی استعمال ہوتا ہو۔
- 15.3 کیا ریورسیبل ری ایکشن میں کوئی لمٹنگ ری ایکٹنٹ ہوگا؟
- 15.4 ہم کس طرح جان پائیں گے کہ دیا گیا فارمولا، امپیریکل فارمولا ہے یا نہیں؟
- 15.5 مالیکیولر فارمولا جانے بغیر کسی بھی کمپاؤنڈ کا مالیکیولر ماس جانچنے کا کوئی ایک طریقہ تحریر کریں۔

D حسابی سوالات:

- 15.1 RTP پر 4.0 g CH₄ کے مولز کی تعداد، والیوم اور مالیکیولز کی تعداد معلوم کریں۔
- 15.2 150 cm³ سلوشن میں NaCl کی حل شدہ مقدار معلوم کریں اگر سلوشن کا ارتکاز 0.4 mol/dm³ ہو۔
- 15.3 NaHCO₃ میں سوڈیم کی پرسنٹ ایج معلوم کریں۔
- 15.4 آئرن کے سلفائیڈ میں 1.926 g سلفر اور 2.333 g آئرن موجود ہے۔ کمپاؤنڈ کا امپیریکل فارمولا معلوم کریں۔
- 15.5 ایک کمپاؤنڈ میں بلحاظ ماس 40.0% کاربن، 6.71% ہائیڈروجن جبکہ 53.3% آکسیجن موجود ہے۔ 0.320 mol کمپاؤنڈ کا وزن 28.8 گرام ہے۔ اس کمپاؤنڈ کا مالیکیولر فارمولا کیا ہوگا؟
- 15.6 امونیا گیس بنانے کی ری ایکشن درج ذیل ہے:
- $$3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$$
- اگر 12g H₂ کو 64g N₂ کے ساتھ ملا کر ری ایکشن شروع کیا جائے تو ان میں سے کون سا لمٹنگ ری ایکٹنٹ ہوگا؟
- 15.7 جب 305 g AgNO₃ کا لامحدود MgCl₂ کے ساتھ ری ایکشن کیا جاتا ہے تو 23.7 g Mg(NO₃) بنتا ہے۔ اس ری ایکشن کی پرسنٹ ایج ییلڈ کیا ہوگی؟
- $$\text{AgNO}_3(\text{aq}) + \text{MgCl}_2(\text{aq}) \longrightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + 2\text{AgCl}(\text{s})$$
- 15.8 میٹل کے ایک سیپل کا ماس 3.66 kg ہے جب کہ اس میں سونے کی مقدار 2.45 kg ہے۔ اس نمونے میں سونے کی پرسنٹ ایج پیورٹی معلوم کریں۔

