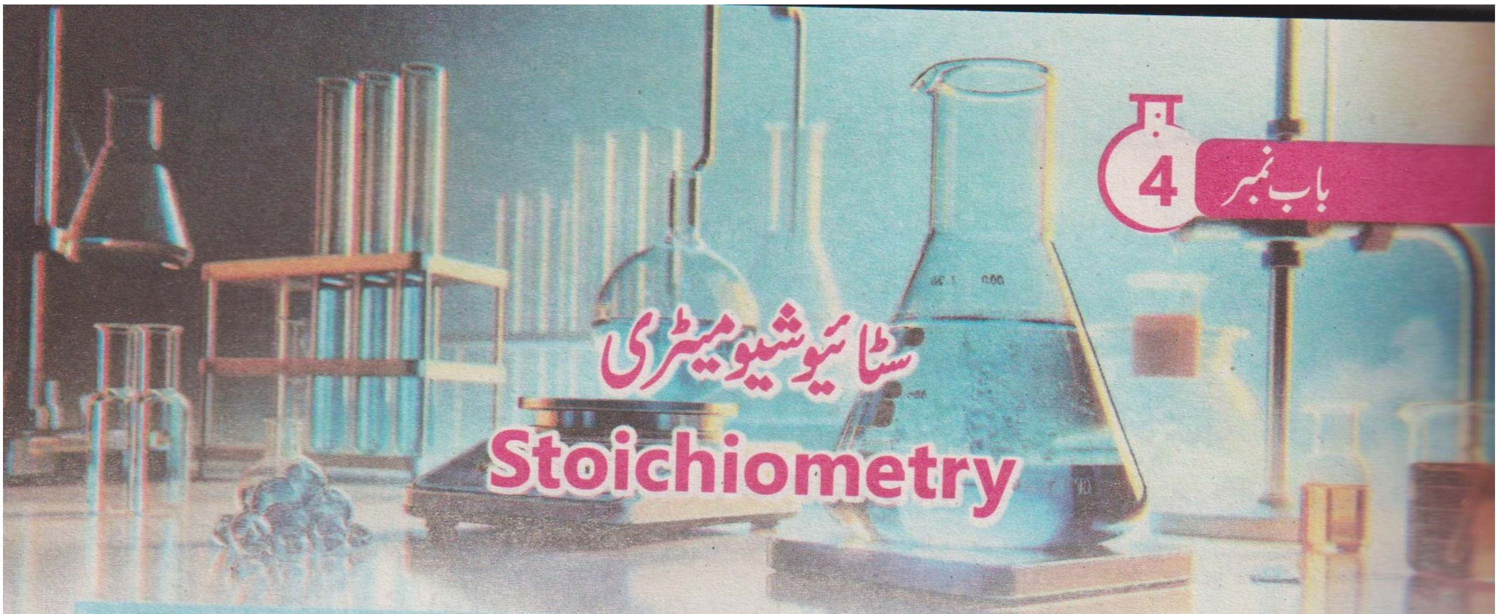


باب نمبر 4

سٹائیوشیومیٹری

Stoichiometry

حاصلاتِ تعلم:

اس باب میں آپ سیکھیں گے:

- عام ایلیمنٹس اور کمپاؤنڈز کے فارمولاز لکھیں۔
- کمپاؤنڈ کے مالیکیولر فارمولا کے بارے میں بتائیں کہ اس کے ایک مالیکیول میں کس قسم کے اور کتنے ایٹمز ہوتے ہیں۔
- ایک کمپاؤنڈ کے امپیریکل فارمولا (Empirical Formula) کے بارے میں بتائیں کہ یہ فارمولا اس کمپاؤنڈ کے مالیکیول میں موجود ایٹمز میں سادہ ترین نسبت کو ظاہر کرتا ہے۔
- فراہم کردہ متعلقہ معلومات سے دہرے آئیونک کمپاؤنڈز (Binary Ionic Compounds) کے فارمولاز اخذ کریں اور نام تجویز کریں۔
- سٹرکچرل فارمولاز سے مالیکیولر کمپاؤنڈز کے مالیکیولر فارمولاز لکھیں۔
- ماس، مولر ماس کے تعلق کو استعمال کرتے ہوئے مولز کی تعداد ماس، مولر ماس، ریلیٹیو ماس (اٹامک/ مالیکیولر فارمولا) اور پارٹیکلز کی تعداد کا حساب لگائیں۔
- مول کو اس مادے کی مقدار کے طور پر بیان کریں جس میں ذرات کی تعداد ایوگیڈرو نمبر 6.02×10^{23} کے برابر ہو۔
- مول اور ایوگیڈرو نمبر کے درمیان تعلق کی وضاحت کریں۔
- کیمیکل اور آئیونک ایکویشن لکھیں جن میں ری ایکٹنٹس اور پراڈکٹس بمعہ ان کی فزیکل حالتوں کو دکھایا گیا ہو۔
- کیمیکل ری ایکشن کو ظاہر کرنے کے لیے سمبلز کی مدد سے کیمیکل ایکویشن لکھیں جن میں فزیکل حالتوں کی نشاندہی کی گئی ہو۔

سٹائیوشیومیٹری علم کیمیاء کی ایک اہم برانچ ہے جس میں ہم کیمیکل ایکویشنز کی مدد سے ری ایکٹنٹس اور پراڈکٹس کی مقداروں کا حساب لگاتے ہیں۔ اس علم کی بنیاد قانون بقائے مادہ (Law Of Conservation of Mass) پر رکھی گئی ہے جس کے مطابق مادہ نہ تو بنایا جاسکتا ہے اور نہ ہی اسے مٹایا یا تباہ کیا جا سکتا ہے۔ ری ایکٹنٹس کا کل ماس پراڈکٹس کے کل ماس کے برابر ہونا ضروری ہے۔ کیمیکل ایکویشن کو متوازن کرنے کے لیے استعمال میں لائے جانے والے کوایفیشنٹس (Coefficients) دراصل ری ایکٹنٹس اور پراڈکٹس کے درمیان ماس کی نسبت کو ظاہر کرتے ہیں۔

سٹائیوشیومیٹری کو صنعتوں میں پراڈکٹس کی مطلوبہ مقدار حاصل کرنے کے لیے اور درکار خام مال کی مقدار معلوم کرنے کے لیے استعمال کی جاتا ہے۔

4.1 کیمیکل فارمولا (Chemical Formula)

اس دنیا میں موجود ایلیمنٹس مختلف شکل وصورت میں پائے جاتے ہیں۔ کچھ ایلیمنٹس ایسے ہیں جن میں ایٹمز مجموعی طور پر ایک دوسرے کے ساتھ بندھے ہوتے ہیں۔ ان ایلیمنٹس کو صرف ان کے سمبلز (Symbols) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر سوڈیم (Na)، کیلشیم (Ca)، کاربن (C)، آئرن (Fe) وغیرہ۔ ان کے علاوہ کچھ ایلیمنٹس علیحدہ علیحدہ مالیکیولز کی شکل میں اپنا وجود برقرار رکھتے ہیں جیسے آکسیجن (O_2)، نائٹروجن (N_2)، ہائڈروجن (H_2)۔ ان مالیکیولز میں ایٹمز آپس میں کیمیکل بانڈ کے ذریعے جڑے ہوتے ہیں۔ اوزون میں آکسیجن کے تین ایٹمز بیک وقت ایک دوسرے سے جڑے ہوتے ہیں۔ اس کا فارمولا (O_3) ہے۔

ایلیمنٹس کی طرح کیمیکل کمپاؤنڈز مختلف انداز میں پائے جاتے ہیں۔ عام نمک یعنی سوڈیم کلورائڈ آئنز کے مجموعہ کے طور پر پایا جاتا ہے۔ یہ آئنز آپس میں کیمیکل بانڈ سے جڑ کر اس ترتیب سے آپس میں جڑتے ہیں کہ کرسٹل لیٹس (Crystal Lattice) بن جاتا ہے۔ چونکہ اس کے کرسٹل لیٹس میں آئنز 1:1 کی نسبت سے موجود ہوتے ہیں اس لیے سوڈیم کلورائڈ کو ایک فارمولا یونٹ NaCl کی شکل میں ظاہر کیا جاتا ہے۔ اسی طرح دوسرے آئیونک کمپاؤنڈز کو ان کے فارمولا یونٹس سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ جو ان میں موجود آئنز کے درمیان کم سے کم نسبت کو ظاہر کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر $CaCl_2$, KBr, $BaCl_2$ وغیرہ۔

کوویلنٹ کمپاؤنڈز عام طور پر علیحدہ علیحدہ مالیکیولز کی شکل میں وقوع پذیر ہوتے ہیں جن میں ایٹمز آپس میں جڑے ہوتے ہیں مثال کے طور پر پانی کے مالیکیول کا فارمولا H_2O ہے۔ یہ فارمولا اس بات کو ظاہر کرتا ہے کہ پانی کے ایک مالیکیول میں دو ہائڈروجن ایٹمز اور ایک آکسیجن ایٹم بانڈز کے ذریعے آپس میں جڑے ہوتے ہیں۔ اسی طرح کیمیکل کمپاؤنڈ امونیا کو فارمولا NH_3 سے اور میتھین گیس کو فارمولا CH_4 سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

اِن مثالوں سے ظاہر ہوتا ہے کہ کیمیکل کمپاؤنڈ کو اس کے کیمیکل فارمولا سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ جس کو اس کا مالیکیولر فارمولا کہتے ہیں اور یہ فارمولا اس کمپاؤنڈ کے ایک مالیکیول میں موجود مختلف ایٹمز کو ظاہر کرتا ہے جو کیمیکل بانڈز سے آپس میں جڑے ہوتے ہیں۔ کوویلنٹ کمپاؤنڈز کی مثالیں یہ ہیں۔ HCl, HF, H_2S, PH_3, H_2O_2, H_2SO_4, CO_2, CO, C_6H_6 وغیرہ۔

مشق

ایلیمنٹ اور کمپاؤنڈ کے مالیکیولر فارمولا میں فرق کو مثالوں سے واضح کریں۔ نیز آئیونک اور کوویلنٹ کمپاؤنڈز کے نام بھی لکھیں جن کے فارمولاز اس آرٹیکل میں دیے گئے ہیں۔

4.2 امپیریکل فارمولا (Empirical Formula)

کسی کمپاؤنڈ کا امپیریکل فارمولا اس میں موجود ایٹمز کے درمیان سادہ ترین نسبت کو ظاہر کرتا ہے۔ تمام آئیونک کمپاؤنڈز کو ان کے امپیریکل فارمولاز سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ یہ فارمولاز ان کمپاؤنڈز میں موجود آئنز کی سادہ ترین نسبت کو ظاہر کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر کیلشیم فلورائڈ کا امپیریکل فارمولا CaF_2 ہے جو اس کے کرسٹل میں موجود کیلشیم آئنز اور فلورائڈ آئنز کے درمیان سادہ ترین نسبت کو ظاہر کرتا ہے۔

کوویلنٹ کمپاؤنڈز جو مالیکیولز کے طور پر رہتے ہیں ان کے امپیریکل فارمولاز اور مالیکیولر فارمولاز مختلف ہو سکتے ہیں۔ مثال کے طور پر ہائڈروجن پر آکسائیڈ کا مالیکیولر فارمولا H_2O_2 ہے جبکہ اس کا امپیریکل فارمولا HO ہے۔ اس طرح کی دوسری مثال بینزین مالیکیول کی ہے جس کا مالیکیولر فارمولا C_6H_6 ہے اور اس کا امپیریکل فارمولا CH ہے۔ پانی ایک ایسا کمپاؤنڈ ہے جس کا مالیکیولر فارمولا اور امپیریکل فارمولا ایک ہی یعنی H_2O ہے اس کی وجہ یہ ہے کہ پانی میں موجود ہائڈروجن اور آکسیجن ایٹمز کی سادہ ترین نسبت یہی ہے۔

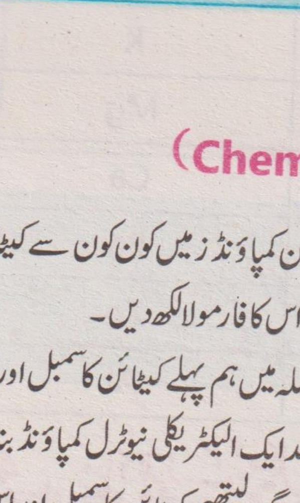
چونکہ کسی کمپاؤنڈ کا امپیریکل فارمولا اس میں موجود ایٹمز کی صحیح تعداد کو ظاہر نہیں کرتا بلکہ ان ایٹمز کے درمیان سادہ ترین نسبت کو ظاہر کرتا ہے اس لیے یہ ممکن ہے کہ کچھ کمپاؤنڈز کے امپیریکل فارمولاز ایک ہی ہوں۔ مثلاً بینزین C_6H_6 اور ایسٹلین C_2H_2 (Acetylene) کا امپیریکل فارمولا ایک ہی یعنی CH ہے۔

مشق دو ایسے کمپاؤنڈز کی مثالیں دیں جن کے امپیریکل اور مالیکیولر فارمولاز ایک ہی ہوں۔

4.3 بائنری آئیونک مرکبات کے کیمیائی فارمولاز (Chemical Formulas Of Binary Ionic Compounds)

آئیونک کمپاؤنڈز کے کیمیائی فارمولاز لکھنے کے لیے سب سے پہلے ہمیں یہ معلوم ہونا چاہیے کہ ان کمپاؤنڈز میں کون کون سے کیٹائنز اور اینائنز موجود ہیں اور ان پر چارجز کی تعداد کیا ہے۔ نیوٹرل کمپاؤنڈ بنانے کے لیے دو آئنز کو باہم ملا کر اس کا فارمولا لکھ دیں۔

اگر آپ کو کسی بائنری آئیونک کمپاؤنڈ کا نام معلوم ہے تو آپ اس کا فارمولا لکھ سکتے ہیں۔ اس سلسلہ میں ہم پہلے کیٹائن کا سمبل اور اس پر موجود چارج لکھتے ہیں۔ اس کے بعد اینائن کا سمبل اور اس پر موجود چارج لکھیں گے۔ اس کے بعد ایک الیکٹریکلی نیوٹرل کمپاؤنڈ بنانے کے لیے ان آئنز کی تعداد کا تعین کریں گے۔ مثال کے طور پر لیتھیم آکسائڈ کا فارمولا اس طرح لکھیں گے۔ لیتھیم کیٹائن کا سمبل اور اس پر موجود سنگل چارج اس طرح لکھا جائے گا Li^+ اور اینائن کا سمبل اور اس پر چارج اس طرح لکھا جائے گا O^{2-}۔



آیئے اب کرس کراس (Crisscross) کا فارمولا لگا کر اس کمپاؤنڈ کا کیمیکل فارمولا لکھیں۔ اس فارمولا کے مطابق ہر آئن کے اوپر موجود چارج کو دوسرے آئن کے نیچے دائیں طرف لکھا جاتا ہے اور پھر چارج کا سائن ختم کر دیتے ہیں۔

آیئے اب ایلومینیم آکسائیڈ کا فارمولا لکھیں۔

کیٹائن Al^{3+} اینائن O^{2-} Al_2O_3

میگنیشم نائٹرائڈ کا فارمولا لکھیں۔

کیٹائن Mg^{2+} اینائن N^{3-} Mg_3N_2

دلچسپ معلومات

ہم اپنی زندگی میں جو کیمیائی اشیا مثلاً شیمپو، عطریات، صابن اور کھادیں استعمال کرتے ہیں ان سب کے اجزائے ترکیبی کو سٹائیوشیومیٹری کی کیلکولیشنز کے تحت بنایا جاتا ہے۔ سٹائیوشیومیٹری کے بغیر کیمیکل صنعت وجود میں نہیں آسکتیں۔

ٹیبل (1.4) ایٹمز اور ان کے کیٹائنز اور اینائنز

ایٹمز اور ان کے کیٹائنز بمعہ چارجز		ایٹمز اور ان کے کیٹائنز اور اینائنز بمعہ چارجز	
ایٹم	چارج	ایٹم	چارج
H	H^{1+}	O	O^{2-}
Na	Na^{1+}	N	N^{3-}
Li	Li^{1+}	Cl	Cl^{1-}
K	K^{1+}	Br	Br^{1-}
Mg	Mg^{2+}	I	I^{1-}
Ca	Ca^{2+}	Cu	Cu^{1+}, Cu^{2+}
Ba	Ba^{2+}	Fe	Fe^{2+}, Fe^{3+}
Zn	Zn^{2+}	Sn	Sn^{2+}, Sn^{4+}
Al	Al^{3+}	Ni	Ni^{2+}

4.4 کمپاؤنڈز کے کیمیکل فارمولاز (Chemical Formulas of Compounds)

کسی کمپاؤنڈ کا کیمیکل فارمولا معلوم کیا جا سکتا ہے اگر ہمیں اس کے امپیریکل فارمولا کا علم ہو۔ کسی مرکب کا امپیریکل فارمولا معلوم کرنے کے لیے ضروری ہے کہ اس کمپاؤنڈ میں موجود ایٹمز کے درمیان سادہ ترین نسبت کا پتہ ہو۔ اس سادہ ترین نسبت کو معلوم کرنے کے لیے ہمیں کمپاؤنڈ کی ماس پرسنٹیج کمپوزیشن کا علم آنا چاہیے۔ اس طرح امپیریکل فارمولا معلوم کرنے کے بعد پھر مالیکیولر فارمولا معلوم کرنے کے لیے ذیل میں درج مساوات استعمال کی جاتی ہے۔

مالیکیولر فارمولا = n (امپیریکل فارمولا)

جہاں $n = \frac{\text{مولر ماس}}{\text{امپیریکل فارمولا ماس}}$

مثال: ہائڈروجن پر آکسائڈ کا امپیریکل فارمولا OH ہے۔ اس کا مولر ماس 34 ہے تو اس کا مالیکیولر فارمولا کیا ہوگا؟

$$n = \frac{34}{17} = 2$$

$H_2O_2 = (HO)_2 =$ مالیکیولر فارمولا

اگر کسی مرکب کے لیے n کی قیمت ایک ہو تو اس کا مالیکیولر فارمولا اور امپیریکل فارمولا ایک ہی ہوگا۔

مشق

ایسے تین کمپاؤنڈز کے نام لکھیں جن کے مالیکیولر فارمولاز ان کے امپیریکل فارمولاز سے مختلف ہوں۔

مثال:

مثال: ایک مرکب کا امپیریکل فارمولا CH ہے۔ اس کا مولر ماس $78\ g\ mol^{-1}$ ہے۔ اس کا مالیکیولر فارمولا معلوم کریں۔

حل: امپیریکل فارمولا = CH   مولر ماس = $78\ g\ mol^{-1}$

مالیکیولر فارمولا = n (امپیریکل فارمولا)

n = مولر ماس / امپیریکل فارمولا ماس

$$n = \frac{78}{13} = 6$$

مالیکیولر فارمولا = $(CH)_6 = C_6H_6$

مشق

1۔ ایک مرکب کا امپیریکل فارمولا CH_2O ہے اس کا مولر ماس $180 g\ mol^{-1}$ ہے۔ اس کا مالیکیولر فارمولا معلوم کریں؟

2۔ ایک مرکب کا امپیریکل فارمولا CH_2O ہے۔ اس کا مولر ماس $60 g\ mol^{-1}$ ہے۔ اس کا مالیکیولر فارمولا معلوم کریں؟

4.5 سٹرکچرل فارمولا سے مالیکیولر فارمولا اخذ کرنا

(Deduce the Moleculer Formula From Structural Formula)

سٹرکچر فارمولا سے مالیکیولر فارمولا اخذ کرنے کے لیے درج ذیل طریقہ کار اختیار کیا جاتا ہے۔

i کمپاؤنڈ کا سٹرکچر فارمولا لکھیں۔

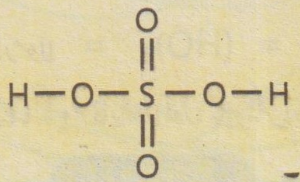
ii سٹرکچرل فارمولا میں موجود ہر قسم کے ایٹمز کی تعداد معلوم کریں۔

iii تمام ایٹمز کے سمبلز لکھیں۔

iv ہر قسم کے ایٹمز کی تعداد کو ان کے سمبلز کے نیچے دائیں طرف لکھیں۔

مثال:

مثال: سلفیورک ایسڈ کا مالیکیولر فارمولا لکھیں۔ اس کا سٹرکچرل فارمولا درج ذیل ہے



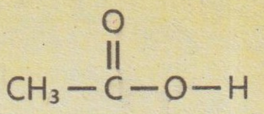
اس میں 2H ایک S اور 4O ایٹمز ہیں۔

اس کا فارمولا یہ ہوگا۔

H_2SO_4

مثال:

ایسیٹک ایسڈ کا مالیکیولر فارمولا لکھیں۔ اس کا سٹرکچرل فارمولا یہ ہے



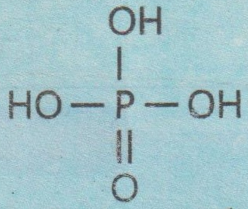
اس میں 2C، 4H اور 2O ایٹمز ہیں۔

اس کا فارمولا یہ ہوگا۔

$C_2H_4O_2$

مشق

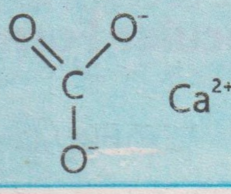
1 فاسفورک ایسڈ کا مالیکیولر فارمولا معلوم کریں۔ اس کا سٹرکچر فارمولا یہ ہے۔



2 n- پروپائل الکحول کا مالیکیولر فارمولا لکھیں۔ اس کا سٹرکچرل فارمولا یہ ہے۔

$$CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$$

3 کیلشیم کاربونیٹ کا فارمولا لکھیں۔ اس کا سٹرکچرل فارمولا یہ ہے۔



4.6 ایووگیڈروز نمبر Avogadro's Number (N_A)

ایک کیمیکل ری ایکشن میں ری ایکٹنٹس کے بہت سارے ایٹمز یا مالیکیولز کیمیائی عمل میں حصہ لے کر پراڈکٹس بناتے ہیں۔ ہم یقیناً یہ جاننا چاہتے ہیں کہ ری ایکٹنٹس ماس کی کس نسبت سے کیمیکل ریس ایکشن میں حصہ لیتے ہیں۔ اس مقصد کے لیے ہماری یہ کوشش ہوگی کہ ری ایکٹنٹس کے ماسز کو گرامز میں ظاہر کریں۔ اس مقصد کو حاصل کرنے کے لیے ضروری ہے کہ ہم کیمیکل فارمولا اور ایٹمی ماس کے نظریے کو

ایسے نظریے میں تبدیل کر دیں جن سے ہم ایلیمنٹس اور کمپاؤنڈز کی مقداروں کو گرامز میں ظاہر کر سکیں۔ اس مقصد کو حاصل کرنے کے لیے ایک اطالوی سائنس دان ایووگیڈرو نے درج ذیل طریقہ سے ہماری مدد کی۔

آیئے ذیل میں درج ایک ایسے تعامل سے شروع کریں جس میں دو کاربن ایٹمز آکسیجن کے ایک مالیکیول کے ساتھ ری ایکٹ کر کے کاربن مونو آکسائیڈ کے دو مالیکیولز بناتے ہیں۔

$$2C + O_2 \longrightarrow 2CO$$

ایٹم	مالیکیول	مالیکیولز

چونکہ یہ ممکن نہیں ہے کہ انفرادی طور پر ایٹمز یا مالیکیولز کے ماسز سے حساب کر سکیں کیونکہ ان کے ماسز بہت کم ہوتے ہیں لہٰذا اس مشکل کو حل کرنے کے لیے ہم ری ایکٹ کرنے والے ذرات کی تعداد میں اضافہ کرتے ہیں۔

$$2C + O_2 \longrightarrow 2CO \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$2C$	O_2	$2CO$
2×100 ایٹمز	100 مالیکیولز	2×100 مالیکیولز
2×10000 ایٹمز	10000 مالیکیولز	2×10000 مالیکیولز

ری ایکٹ کرنے والے ایٹمز یا مالیکیولز کی تعداد بڑھانے سے ان کے ری ایکٹ کرنے کی نسبت میں کوئی فرق نہیں پڑتا۔ ری ایکٹ کرنے والے ذرات کی تعداد میں اضافہ کرنے سے بھی ہمارا مقصد حاصل نہیں ہوا کیونکہ یہ تعداد اب بھی بہت کم ہے۔ ری ایکٹ کرنے والے ذرات کی تعداد اس حد تک بڑھانے کی ضرورت ہے جن سے ہمارے لیے ان کے ماسز کا حساب کرنا آسان ہو۔

$$2C + O_2 \longrightarrow 2CO \quad \ldots\ldots (2)$$

$2C$	O_2	$2CO$
$2\times6.022 \times 10^{23}$ ایٹمز	6.022×10^{23} مالیکیولز	$2\times6.022\times10^{23}$ مالیکیولز

6.022×10^{23} ایک بہت ہی بڑا نمبر ہے اور اس کا انتخاب ہم نے اس لیے کیا ہے کیوں کہ

اٹامک ماس یونٹس $(6.022 \times 10^{23}) = 1.00$ گرام

اب مساوات 2 میں موجود ری ایکٹنٹس اور پراڈکٹس کی مقداریں ہم اس طرح لکھیں گے۔

کاربن ایٹمز: $2 \times 6.022 \times 10^{23} \times (12.0\ amu) = 24.00$ گرام

آکسیجن مالیکیولز: $6.022 \times 10^{23} \times (32.0\ amu) = 32.00$ گرام

کاربن مونو آکسائڈ مالیکیولز: $2 \times 6.022 \times 10^{23} \times (28.0\ amu) = 2 \times 28.00$ گرام

ری ایکٹینٹس اور پراڈکٹس کے درمیان ماسز کی نسبت اب اس طرح ہوگی۔

$$C + O_2 \longrightarrow 2CO \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

C	O_2	$2CO$
24g	32g	56g

آپ نے محسوس کیا ہوگا کہ کس طرح ایک سادہ ایکویشن سے شروع ہو کر ہم نے ری ایکٹنٹس اور پراڈکٹس کے ماسز کی نسبت معلوم کر لی ہے جس کو ہم با آسانی لیبارٹری میں استعمال کر سکتے ہیں۔

مساوات نمبر 3 کے مطابق 24 گرام کاربن میں $2 \times 6.022 \times 10^{23}$ کاربن کے ایٹمز ہیں جبکہ 32 گرام آکسیجن میں 6.022×10^{23} آکسیجن مالیکیولز ہیں۔ اس طرح 56 گرام کاربن مونو آکسائڈ میں اس کے 6.022×10^{23} مالیکیولز ہیں۔

اس نمبر 6.022×10^{23} کو امیڈو ایووگیڈرو (Amaedo Avogadro) کے نام کی مناسبت سے ایووگیڈروز نمبر کہتے ہیں اور اس کو NA سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

4.7 مول اور مولر ماس (The Mole and Molar Mass)

چونکہ علم کیمیا میں ایووگیڈروز نمبر کی بہت زیادہ اہمیت ہے اس لیے کسی ایلیمنٹ یا کمپاؤنڈ کی وہ مقدار جس میں N_A ذرات ہوں اس کو مول (Mole) کہا جاتا ہے۔ مول ایک درجن یا ایک گراس (Gross) کی طرح کا نمبر ہے۔ جس طرح ہم یہ کہتے ہیں کہ ایک درجن مالٹوں میں 12 مالٹے ہوتے ہیں اسی طرح کسی شے کہ ایک مول میں 6.022×10^{23} پارٹیکلز ہوتے ہیں جو ایٹمز، مالیکیولز یا آئنز ہو سکتے ہیں۔ جب مول کا لفظ استعمال کیا جائے تو ضروری ہے کہ اس شے میں موجود چھوٹے سے چھوٹے پارٹیکلز کی وضاحت کی جائے۔ درج ذیل مثالوں سے آپ کو یہ سمجھنے میں مدد ملے گی۔

ایک مول کاربن میں 6.022×10^{23} ایٹمز ہوتے ہیں اور اس کا ماس 12 گرام ہے۔

ایک مول آکسیجن مالیکیولز (O_2) میں 6.022×10^{23} مالیکیولز ہوتے ہیں اور اس کا ماس 32 گرام ہے۔ ایک مول سوڈیم کلورائڈ (NaCl) میں 6.022×10^{23} فارمولا یونٹس ہوتے ہیں اور اس کا ماس 58.5 گرام ہے۔

کسی شے کے ایک مول کا ماس اس کا مولر ماس (Molar Mass) کہلاتا ہے۔

اس طرح ہائڈروجن ایٹمز کا مولر ماس اس کے ایک مول کا ماس یعنی 1.008 گرام ہوگا اور ہائڈروجن مالیکیولز کا مولر ماس 2.016 گرام ہوگا

مول اور مولر ماس کی تعریف کے بعد ہم آرٹیکل 4.6 کی مساوات کو دوبارہ درج ذیل طریقے سے لکھ سکتے ہیں۔

$2C$	+	O_2	$\longrightarrow$	$2CO$
دو ایٹمز		ایک مالیکیول		دو مالیکیولز
کاربن ایٹمز کے دو مولز		O_2 کا ایک مول		CO کے دو مولز
$2 \times 6.022 \times 10^{23}$ ایٹمز		6.022×10^{23} مالیکیولز		$2 \times 6.022 \times 10^{23}$ مالیکیولز
دو مولز		ایک مول		دو مولز
24 گرام		32 گرام		56 گرام

دلچسپ معلومات

مول کا نظریہ بہت اہم ہے کیونکہ ایٹمز اور مالیکیولز بہت ہی چھوٹے ہوتے ہیں اور ان کے ماسز بھی بہت کم ہیں۔ مول کے نظریہ کی مدد سے ہم اشیا کا وزن کر کے اُن میں موجود اِن پارٹیکلز کی تعداد معلوم کرتے ہیں۔

مثال:

درج ذیل کمپاؤنڈز کے مولر ماسسز گرام پر مول ($g\ mol^{-1}$) میں معلوم کریں۔

(a) H_2SO_4 (سلفیورک ایسڈ)

ہائڈروجن کا اٹامک ماس = 1

سلفر کا اٹامک ماس = 32

آکسیجن کا اٹامک ماس = 16

ہر ایٹم کی تعداد کے لحاظ سے ان کے ماسسز جمع کریں

$2(1) + 1(32) + 4(16) = 98\ g\ mol^{-1}$

(b) $C_6H_{12}O_6$ (گلوکوز)

ہائڈروجن کا اٹامک ماس = 1

کاربن کا اٹامک ماس = 12

آکسیجن کا اٹامک ماس = 16

ہر ایٹم کی تعداد کے لحاظ سے ان کے ماسسز جمع کریں

$(12) + 12(1) + 6(16) = 180\ g\ mol^{-1}$

مشق

درج ذیل کمپاؤنڈز کے مولر ماسسز معلوم کریں

H_3PO_4, SiO_2, $C_{12}H_{22}O_{11}$, N_2O_4, $MgCO_3$

4.8 کیمیکل ایکویشنز اور کیمیکل ری ایکشنز (Chemical Equations and Chemical Reactions)

کیمیادان کی کوششوں کا بنیادی محور کیمیکل ری ایکشنز کو سمجھنا اور ان پر کنٹرول حاصل کرنا ہے۔ ان مقاصد کو حاصل کرنے کے لیے ضروری ہے کہ ہمارے پاس کیمیکل تبدیلی ظاہر کرنے کا ایک جامع طریقہ موجود ہو۔ خوش قسمتی سے کیمیادانوں نے سمبلز اور فارمولاز کی مدد سے کیمیکل تبدیلی ظاہر کرنے کا ایک احسن طریقہ کیمیکل ایکویشن کی شکل میں نکالا ہوا ہے۔ کسی بھی کیمیکل ایکویشن کا بنیادی مقصد ان ایٹمز یا مالیکیولز کی نشاندہی کرنا ہے جو کیمیکل ری ایکشن میں حصہ لیتے ہیں اور اس کے نتیجے میں بنتے ہیں۔ کیمیکل ایکویشن میں ری ایکشن کرنے والے ایلیمنٹس یا کمپاؤنڈز یعنی ری ایکٹنٹس (Reactants) کو روایتی طور پر بائیں طرف لکھا جاتا ہے اور نئے بننے والے ایلیمنٹس یا کمپاؤنڈز یعنی پراڈکٹس (Products) کو دائیں طرف لکھا جاتا ہے اور ان دونوں کو ایک تیر کے نشان سے جدا کیا جاتا ہے۔ تیر کے نشان کی سمت یہ ظاہر کرتی ہے کہ کون سے ری ایکٹنٹس نے کیمیکل ری ایکشن کے بعد پراڈکٹس کو بنایا ہے مثال کے طور پر

$$4Al_{(s)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2Al_2O_{3(s)}$$

ری ایکٹنٹس — پراڈکٹس

کیمیکل ایکویشن لکھتے وقت درج ذیل نکات کا خیال رکھنا ضروری ہے۔

1. کیمیکل ایکویشن کو لکھتے ہوئے اس بات کا خیال رکھنا چاہیے کہ یہ قانون بقائے مادہ کے مطابق ہو یعنی اس میں نہ تو کوئی ایٹم نیا بنے اور نہ ہی کوئی ایٹم فنا ہو۔ کیمیکل ری ایکشن میں حصہ لینے والے ایٹمز کی تعداد دونوں طرف لازمی طور پر برابر ہونی چاہیے یعنی کیمیکل ایکویشن متوازن ہونی چاہیے۔
2. تمام ری ایکٹ کرنے والے اور بننے والے ایلیمنٹس یا کمپاؤنڈز کو صحیح فارمولاز سے ظاہر کرنا چاہیے۔

3 کیمیکل ایکویشن کوری ایکٹنٹس، پراڈکٹس اوران دونوں کے درمیان مول نسبت کا ٹھیک تعین کرنا چاہیے۔

4 کیمیکل ایکویشن میں کیمیکل ری ایکشن کی سمت کا تعین لازمی طور پر ہونا چاہیے۔

5 عام طور پر کیمیکل ایکویشن میں ری ایکٹنٹس اور پراڈکٹس کی فزیکل حالت کے متعلق بھی بتایا جاتا ہے۔ مثلاً ٹھوس کے لیے (s) مائع کے لیے (l) گیس کے لیے (g) اور ایکیوس (Aqueous) کے لیے (aq) کے سمبلز استعمال کیے جاتے ہیں۔

اوپر دیے گئے نکات کے مطابق کیمیکل ایکویشن صرف اس وقت لکھی جا سکتی ہے جب عملی تجربات سے ان نکات کے متعلق تمام معلومات کا علم ہو۔ مثال کے طور پر یہ معلوم کرنا کہ کون سی اشیائنئ بن رہی ہیں (کیونکہ ری ایکشن میں حصہ لینے والی اشیا کے متعلق عام طور پر علم ہوتا ہے) اور ان کے ٹھیک فارمولاز کیا ہیں۔ ان تمام باتوں کو معلوم کرنے کے بعد آپ کو اس قابل ہو جانا چاہیے کہ آپ اوپر دیے ہوئے نکات کے مطابق ایکویشن لکھ سکیں۔

یہ سادہ سی کیمیکل ایکویشن مندرجہ بالا تمام نکات کو ملحوظ رکھتے ہوئے لکھی گئی ہے۔

$$Zn_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow ZnSO_{4(s)} + H_{2(g)}$$

اس متوازن کیمیکل ایکویشن (Balanced Chemical Equation) کو اس طرح پڑھیں گے۔ زنک اور سلفیورک ایسڈ آپس کے ری ایکشن سے زنک سلفیٹ اور ہائڈروجن گیس بناتے ہیں۔ کیمیکل ایکویشن نے مزید یہ بھی بتایا کہ ایک مول زنک اور ایک مول سلفیورک ایسڈ کے ری ایکشن سے ایک مول زنک سلفیٹ اور ایک مول ہائڈروجن گیس بن رہے ہیں یعنی اس ری ایکشن میں حصہ لینے والے اور نئے بننے والے ایلیمنٹس یا کمپاؤنڈز کے درمیان مولر ماسز کی نسبت کیا ہے۔

بعض اوقات کیمیکل ری ایکشنز ایسے بھی ہوتے ہیں کہ ان میں کچھ وقت گزرنے کے بعد پراڈکٹس آپس میں تعامل کر کے ری ایکٹنٹس بنانا شروع کر دیتے ہیں۔ اس کا مطلب یہ ہوا کہ کیمیکل ری ایکشن دونوں سمتوں میں وقوع پذیر ہونا شروع ہو جاتا ہے۔ اس قسم کے ری ایکشن کو ری ورسیبل ری ایکشن (Reversible Reaction) کہا جاتا ہے۔ مثلاً

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

کیمیکل ری ایکشن کے دونوں اطراف اس طرح وقوع پذیر ہونے کو اس نشان $\rightleftharpoons$ سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ سلور نائٹریٹ ($AgNO_3$) اور سوڈیم کلورائڈ (NaCl) دونوں آئیونک کمپاؤنڈز ہیں اور یہ پانی میں حل ہو جاتے ہیں۔ جب ان دونوں کمپاؤنڈز کو پانی میں ملایا جاتا ہے تو یہ ری ایکشن کر کے پراڈکٹس بنا دیتے ہیں۔

$$AgNO_{3(aq)} + NaCl_{(aq)} \longrightarrow AgCl_{(s)} + Na^{+}_{(aq)} + NO^{-}_{3(aq)}$$

سلور کلورائڈ (AgCl) چونکہ پانی میں حل نہیں ہوتا اس لیے وہ پریسی پیٹیٹ (Precipitate) کی شکل میں سلوشن سے باہر آ جاتا ہے۔

4.9 مقداری مسائل کو حل کرنے میں ایکویشن کا استعمال
(Calculations Based on Chemical Equations)

مکمل اور متوازن کیمیکل ایکویشن ہمیں ری ایکٹنٹس اور پراڈکٹس کی مول نسبت یا مولر ماس کی نسبت بھی بتاتی ہے۔ اگر ہمیں پراڈکٹس کے مولر ماسز معلوم ہوں تو ہم اس نسبت کی مدد سے ری ایکٹنٹس کے مولر ماسز معلوم کر سکتے ہیں۔ مثال کے طور پر درج ذیل ایکویشن ہمیں بتاتی ہے کہ ایک مول (100 گرام) کیلشیم کاربونیٹ 2 مولز (73 گرام) ہائڈروکلورک ایسڈ سے ری ایکٹ کر کے ایک مول (111 گرام) کیلشیم کلورائڈ ایک مول (18 گرام) پانی اور ایک مول (44 گرام) کاربن ڈائی آکسائڈ بناتے ہیں۔

$CaCO_{3(s)}$	+	$2HCl_{(aq)}$	$\longrightarrow$	$CaCl_{2(aq)}$	+	$H_2O_{(l)}$	+	$CO_{2(g)}$
1 mole		2 moles		1 mole		1 mole		1 mole
100 g		73 g		111 g		18 g		44 g

ری ایکٹنٹس کا ٹوٹل ماس پراڈکٹس کے ٹوٹل ماس کے برابر ہوتا ہے۔

مثال 1

25 گرام لائم سٹون ($CaCO_3$ Lime Stone) کو جب ہائڈروکلورک ایسڈ کی کافی زیادہ مقدار سے اوپر دی گئی ایکویشن کے مطابق ری ایکٹ کرایا جاتا ہے تو کیلشیم کلورائڈ کی کتنی مقدار بنتی ہے؟

حل

کیلشیم کاربونیٹ کا ماس = 25 گرام　　کیلشیم کاربونیٹ کا مولر ماس = $100\ g\ mol^{-1}$

کیلشیم کلورائڈ کا ماس = ؟　　کیلشیم کلورائڈ کا مولر ماس = $111\ g\ mol^{-1}$

ایکویشن کے مطابق

100 گرام کیلشیم کاربونیٹ جتنا کیلشیم کلورائڈ مہیا کرتا ہے۔ = 111 گرام

1 گرام کیلشیم کاربونیٹ جتنا کیلشیم کلورائڈ مہیا کرے گا۔ = $\frac{111}{100}$ گرام

25 گرام کیلشیم کاربونیٹ جتنا کیلشیم کلورائڈ مہیا کرے گا۔ = $\frac{111}{100} \times 25$

= 27.75 گرام

مثال 2

1.80 مولز ایتھائل الکوحل (Ethyl Alcohol) کو ہوا میں پوری طرح جلانے کے لیے آکسیجن کے کتنے مولز کی ضرورت ہوگی؟ نیز کاربن ڈائی آکسائڈ کے کتنے مولز بنیں گے؟

حل

ایتھائل الکوحل کے مولز = 1.80

درکار آکسیجن کے مولز = ؟

کیمیکل ایکویشن کے مطابق

$$C_2H_5OH_{(l)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(g)}$$

ایک مول ایتھائل الکوحل کو پوری طرح جلانے کے لیے درکار آکسیجن = 3 مولز

1.8 مولز ایتھائل الکوحل کو جلانے کے لیے درکار آکسیجن = $\frac{3}{1} \times 1.8$

= 5.4 مولز

ایک مول ایتھائل الکوحل کتنے مولز کاربن ڈائی آکسائڈ بناتی ہے۔ = 2.0

1.8 مولز ایتھائل الکوحل کتنے مولز کاربن ڈائی آکسائڈ بنائے گی۔ = $\frac{2}{1} \times 1.8$

= 3.6 مولز

مثال 3

ایلومینیم آکسیجن کے ساتھ ری ایکٹ کر کے ایلومینیم آکسائڈ بناتی ہے۔ 0.3 مولز ایلومینیم سے ری ایکٹ کرنے کے لیے آکسیجن کے کتنے گرام کی ضرورت ہوگی؟

حل

ایلومینیم کے مولز = 0.3 آکسیجن کے کتنے گرام استعمال ہوئے = ؟

کیمیکل ایکویشن

$$4Al_{(s)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2Al_2O_{3(s)}$$

ایکویشن کے مطابق

4 مولز ایلومینیم کے لیے درکار آکسیجن = 3.0 مولز

1 مول ایلومینیم کے لیے درکار آکسیجن = $\frac{3}{4}$

3.0 مول ایلومینیم کے لیے درکار آکسیجن = $\frac{3}{4} \times 0.3$

= 0.225 مولز

ایک مول آکسیجن (O_2) کا مولر ماس = 32 گرام

0.225 مول آکسیجن (O_2) کا مولر ماس = 32×0.225

= 7.2 گرام

مثال 4

اگر 5 گرام ہائڈروجن کا آکسیجن کی زیادہ مقدار سے ری ایکشن کروایا جائے تو پانی کے کتنے مالیکیولز بنیں گے؟

حل

ہائڈروجن کا ماس = 5 گرام

پانی کے بننے والے مالیکیولز = ؟

ری ایکشن کی متوازن ایکویشن

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)}$$

2 moles | 1 mole | 2 moles

4g | 32 g | 36 g

ایکویشن کے مطابق

4 گرام ہائڈروجن پانی بناتی ہے۔ = 36 گرام

5 گرام ہائڈروجن پانی بنائے گی۔ = $\frac{36}{4} \times 5 = 45$ گرام پانی

18 گرام ایک مول پانی میں مالیکیولز کی تعداد = 6.022×10^{23}

36 گرام پانی میں مالیکیولز کی تعداد = $6.022 \times 10^{23} \times 2$

= 12.04×10^{23}

45 گرام پانی میں مالیکیولز کی تعداد = $\frac{45}{36} \times 12.04 \times 10^{23}$

= 1.505×10^{24} مالیکیولز

اہم نکات

1 ایلیمنٹ یا کمپاؤنڈ کا مالیکیولر فارمولا ایلیمنٹ یا کمپاؤنڈ کے مالیکیول میں موجود ایٹمز کی صحیح تعداد کو ظاہر کرتا ہے۔

2 کسی کمپاؤنڈ کا امپیریکل فارمولا اس کمپاؤنڈ میں موجود ایٹمز کے درمیان کم سے کم نسبت کو ظاہر کرتا ہے۔ تمام آئیونک کمپاؤنڈز اور کچھ کوویلنٹ کمپاؤنڈز کو امپیریکل فارمولاز سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

3 بائنری آئیونک کمپاؤنڈز کا کیمیکل فارمولا لکھنے کے لیے اس کمپاؤنڈ میں موجود آئنز کے سمبلز اور اُن پر موجود چارجز کا علم ہونا چاہیے۔

4 کمپاؤنڈ کا کیمیکل فارمولا اس کے امپیریکل فارمولا کو n سے ضرب دینے سے حاصل ہوتا ہے۔ جبکہ n کی قیمت نکالنے کے لیے اس کمپاؤنڈ کے مولر ماس اور امپیریکل فارمولا ماس کی نسبت معلوم کی جاتی ہے۔

5 ایووگیڈروز نمبر کی مدد سے ہم ری ایکشن میں حصہ لینے والے ری ایکٹنٹس اور پراڈکٹس کے درمیان ماسز کی نسبت معلوم کر سکتے ہیں۔ ایووگیڈروز نمبر کی قیمت 6.022×10^{23} ہے۔

6 کسی ایلیمنٹ یا کمپاؤنڈ میں موجود ایووگیڈروز نمبر جتنے پارٹیکلز کی تعداد کو اُس ایلیمنٹ یا کمپاؤنڈ کا مول کہتے ہیں اور اس میں موجود ماس کو مولر ماس کہتے ہیں۔

7 کیمیکل ری ایکشن ہمیں یہ بتاتا ہے کہ اس میں کون سے ری ایکٹنٹس اور پراڈکٹس حصہ لے رہے ہیں۔ اس سے ہمیں ری ایکٹنٹس کے درمیان، پراڈکٹس کے درمیان اور ری ایکٹنٹس اور پراڈکٹس کے درمیان مولز کی نسبت کا پتہ چلتا ہے۔ کیمیکل ایکویشن لازمی طور پر متوازن ہونی چاہیے اور اس میں حصہ لینے والے ایلیمنٹس اور کمپاؤنڈز کو صحیح فارمولاز سے ظاہر کرنا چاہیے۔

8 کیمیکل ایکویشن میں موجود ری ایکٹنٹس اور پراڈکٹس کے درمیان مولز کی نسبت سے ہم ان کے درمیان ماسسز کی نسبت معلوم کر سکتے ہیں۔
کیمیکل ایکویشن کی مدد سے ری ایکشن میں حصہ لینے والے ری ایکٹنٹس اور پراڈکٹس کے ماسز معلوم کیے جاسکتے ہیں۔

مشقی سوالات

1- صحیح جواب پر ٹک (✓) کریں۔

(i) ایک گرام پانی میں کتنے ایٹمز ہوتے ہیں؟

(الف) 1002×10^{23} ایٹمز　(ب) 6.022×10^{23} ایٹمز
(ج) 0.334×10^{23} ایٹمز　(د) 2.004×10^{23} ایٹمز

(ii) کیلشیم فاسفائڈ کا درست فارمولا کیا ہے؟

(الف) CaP　(ب) CaP_2　(ج) Ca_2P_3　(د) Ca_3P_2

(iii) ایک گرام میں کتنے اٹامک ماس یونٹس amu ہیں؟

(الف) 1 amu　(ب) 10^{23} amu
(ج) 6.022×10^{23}　(د) 6.022×10^{22} amu

(iv) 2 ہیگزین (2-Hexene) کا سٹرکچرل فارمولا $CH_3-CH=CH-(CH_2)_2-CH_3$ ہے اس کا امپیریکل فارمولا کیا ہوگا؟

(الف) C_2H_2　(ب) CH　(ج) C_6H_{12}　(د) CH_2

(v) 25 گرام سلفیورک ایسڈ (H_2SO_4) میں کتنے مولز ہوں گے؟

(الف) 0.765 مولز　(ب) 0.51 مولز　(ج) 0.255 مولز　(د) 0.4 مولز

(vi) ایک نیکلیس میں 6 گرام ہیرے جڑے ہیں ان میں کاربن ایٹمز کی تعداد کتنی ہوگی؟

(الف) 6.02×10^{23}　(ب) 12.04×10^{23}
(ج) 1.003×10^{23}　(د) 3.01×10^{23}

(vii) ایلومینیم آکسائڈ (Al_2O_3) کے 204 گرام میں Al کا ماس کتنا ہوگا؟

(الف) 26 گرام　(ب) 27 گرام　(ج) 54 گرام　(د) 108 گرام

(viii) ذیل میں درج مرکبات میں سے کس میں نائٹروجن کے ماس کی فیصد مقدار زیادہ ہوگی؟

(الف) $CO(NH_2)_2$　(ب) N_2H_4　(ج) NH_3　(د) NH_2OH

(ix) جب ذیل میں درج اشیا کا ایک مول آکسیجن کے ساتھ ری ایکٹ کرے گا تو کس شے کے ساتھ CO_2 سب سے زیادہ بنے گی۔

(الف) کاربن　(ب) ہیرا　(ج) ایتھین C_2H_6　(د) میتھین CH_4

(x) 95% کیلشیم کاربونیٹ ($CaCO_3$) کا کتنا ماس 0.5 مولر ہائڈروکلورک ایسڈ کے $50cm^3$ کو نیوٹریلائز (Neutralize) کرنے کے لیے درکار ہوگا؟

(ا) 9.5 گرام (ب) 1.25 گرام (ج) 1.32 گرام (د) 1.45 گرام

2۔ مختصر سوالات

(i) بیریم نائٹرائڈ (Barium Nitride) کا کیمیائی فارمولا لکھیں۔

(ii) ایک ایسے مرکب کا مالیکیولر فارمولا معلوم کریں جس کا امپیریکل فارمولا (CH_2O) ہے اور اس کا مولر ماس 180 ہے۔

(iii) 1.5 گرام پانی میں کتنے مالیکیولز ہوں گے؟

(iv) مول اور ایووگیڈروز نمبر میں کیا فرق ہے؟

(v) ذیل میں درج ری ایکشن کی کیمیکل ایکویشن لکھیں؟

کاپر + سلفیورک ایسڈ ⟶ کاپر سلفیٹ + سلفر ڈائی آکسائڈ + پانی

3۔ تعمیری فکر پر مبنی سوالات (Constructed Response Questions)

(i) مختلف کمپاؤنڈز کا مالیکیولر فارمولا کبھی ایک جیسا نہیں ہوسکتا البتہ ان کا امپیریکل فارمولا ایک جیسا ہوسکتا ہے ایسا کیوں ہے؟

(ii) ذیل میں درج کیمیکل کمپاؤنڈز کے کیمیکل فارمولاز لکھیں۔

کیلشیم فاسفیٹ، ایلومینیم نائٹرائڈ، سوڈیم ایسی ٹیٹ، امونیم کاربونیٹ (Ammonium carbonate) اور بسمتھ سلفیٹ (Bismuth sulphate)۔

(iii) علم کیمیا میں ایووگیڈروز نمبر کی اہمیت کیوں زیادہ ہے؟

(iv) جب 8.657 گرام کمپاؤنڈ کو اس میں موجود ایلیمنٹس میں تحلیل کیا گیا تو 5.217 گرام کاربن، 0.962 گرام ہائڈروجن اور 2.478 گرام آکسیجن حاصل ہوتے ہیں۔ کمپاؤنڈ میں موجود ان ایلیمنٹس کی فیصد مقدار معلوم کریں؟

(v) آپ ایک ری ورسیبل (Reversible) ری ایکشن میں پراڈکٹس کے ماسز کس طرح معلوم کریں گے؟

4۔ تفصیلی سوالات

(i) ایک ری ایکشن کی کیمیکل ایکویشن لکھنے سے پہلے کن شرائط کا پورا ہونا ضروری ہے؟

(ii) ایوگیڈروز نمبر اور مول کی وضاحت کیجیے۔

(iii) اگر 10 گرام میتھین کو بہت زیادہ آکسیجن میں جلایا جائے تو درج ذیل ایکویشن کے مطابق کاربن ڈائی آکسائڈ کی کتنی مقدار بنے گی؟

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

(iv) درج ذیل کیمیکل ایکویشن کے مطابق 10 مولز CO بنانے کے لیے کوئلے کی کتنی مقدار درکار ہوگی؟

$$3C_{(s)} + O_{2(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow H_{2(g)} + 3CO_{(g)}$$

(v) 10 مولز سلفر بنانے کے لیے SO_2 کے کتنے گرام درکار ہوں گے؟

$$2H_2S_{(g)} + SO_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} + 3S_{(s)}$$

(vi) 1 کلوگرام یوریا کھاد بنانے کے لیے امونیا کے کتنے گرام درکار ہوں گے؟

$$2NH_{3(aq)} + CO_{2(aq)} \longrightarrow CO(NH_2)_{2(aq)} + H_2O_{(l)}$$

(vii) درج ذیل میں ایٹمز کی تعداد معلوم کریں؟

(الف) 3 گرام H_2 (ب) 4.3 مولز N_2 (ج) 10 گرام $C_6H_{12}O_6$

5۔ تحقیقی سوالات (Investigative Questions)

(i) عام طور پر یہ بات کہی جاتی ہے کہ ایک بالغ شخص کو ہائیڈریٹڈ رہنے کے لیے گرمیوں میں آٹھ گلاس پانی کی ضرورت ہوتی ہیں۔ اگر ایک گلاس میں پانی کا حجم $400\ cm^3$ ہو تو ایک شخص کو دن میں کتنے مولز پانی درکار ہوگا؟

(ii) ریت کا کیمیائی فارمولا SiO_2 ہے لیکن ریت پانی کی طرح علیحدہ علیحدہ مالیکولز کی صورت میں اپنا وجود نہیں رکھتی۔ تو پھر اس کا سٹرکچر دیکھتے ہوئے اس کا فارمولا کیسے بنایا گیا ہے؟