

## CALCOLI STECHIOMETRICI -(STECHEMETRIA)

PRIMA DI INZIARE DEVI :

SAPER SCRIVERE LE FORMULE DEI COMPOSTI

es. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> acido solforico

RICONOSCERE LE QUANTITA' IN GRAMMI DI OGNI ATOMO IN UN COMPOSTO

es in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> vi sono 2,016 g di H<sub>2</sub> (corrispondenti a 2 atomi di H) 32 g di S(1 atomo di zolfo) e 4 x 16 g cioè 64 g di Ossigeno (corrispondenti a 4 atomi di O)

SAPER BILANCIARE LE REAZIONI

es NaOH + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ---> Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O

2 NaOH + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ---> Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 2H<sub>2</sub>O

SAPER SCRIVERE LE REAZIONI REDOX E CONOSCERE IL NUMERO DI OSSIDAZIONE

es Fe + HNO<sub>3</sub> --->NO<sub>2</sub> + Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>

1[Fe<sup>0</sup> ---> Fe<sup>+3</sup> + 3 e

3[NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + 2H<sup>+</sup> + e ---->NO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O

---

Fe + 3NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + 6H<sup>+</sup> ---> Fe<sup>+3</sup> + 3NO<sub>2</sub> + 3H<sub>2</sub>O

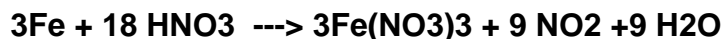
bilanciamento:

Fe + 3HNO<sub>3</sub> ---> Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> + NO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O

ma in questo caso non verrebbero bilanciate NO<sub>2</sub> ed H<sub>2</sub>O per cui dobbiamo moltiplicare sino a che tutto non sia bilanciato

3 Fe + 9 HNO<sub>3</sub> ---> 3Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> + 9NO<sub>2</sub> + 9H<sub>2</sub>O ma ancora non abbiamo il bilanciamento

se però aumentiamo HNO<sub>3</sub> del doppio allora la reazione sarà bilanciata



dalla reazione bilanciata vediamo che per 3 atomi di Fe ( 3 x Peso del Fe che è 55,85 g) occorrono 18 moli di HNO<sub>3</sub> ( 18 x 63 g che è il Pmolecolare di HNO<sub>3</sub>) e si formano 3 moli di Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> cioè 3 x 241,9 g.

### SAPERE COSA E' UNA MOLE

1 mole è una misura della quantità. 1 mole corrisponde al peso molecolare di un qualunque composto

Una mole di una qualunque sostanza contiene sempre

6,02 x 10<sup>23</sup> atomi reali (costante di avogadro)

### CONOSCERE GLI EQUIVALENTI

1 equivalente è dato dal rapporto tra grammi / peso equivalente

peso equivalente = PM/ numero di atomi di H se si tratta di un acido o numero di OH<sup>-</sup> se si tratta di una base

Nelle ossidoriduzioni il Peq è dato dal PM / numero di elettroni scambiati nella reazione

### CONOSCERE LA LEGGE DI STATO DEI GAS (PV = (g/PM ) RT

### COME SI EFFETTUA UNA PROPORZIONE

$$a:b = X :c \quad X= ac/b$$

$$a:b = c:X \quad X= bc/a$$

### PERCENTUALI DI UN ELEMENTO IN UN COMPOSTO

La percentuale di un elemento in un composto indica quanto di quell'elemento è contenuto in 100 parti di composto.

Il calcolo è semplice: la prima cosa da fare è individuare il peso del composto cioè il suo peso molecolare (PM) ad es H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> PM = 98 g (che si ottiene sommando i pesi atomici per le quantità di ogni elemento nell'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> si ha infatti 2g di H 32 g di S e 44 g di O).

La % di ogni elemento nel composto si ottiene dalla proporzione:

se nel PM( espresso in grammi) vi sono 2 atomi di H (in grammi) allora in 100 ve ne sono X cioè  
 $98 \text{ g} : 2 \text{ g} = 100 \text{ g} : X$   $X = 2 \times 100 / 98$  X la % di H in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> è 2,04%

se nel PM espresso in grammi vi è 1 atomo di S (espresso in grammi) allora in 100 ve ne sono X

$98 : 32 = 100 : X$   $X = 32 \times 100 / 98$   $X = 32,653\%$  di S

se nel PM espresso in grammi vi sono 4 atomi di O (in grammi) allora in 100 ve ne sono X

$X = 64 \times 100 / 98$   $X = 65,306$

La somma delle % deve essere 100 : infatti  $65,306 + 32,653 + 2,041 = 100$

## CALCOLO DELLA % DI UN ELEMENTO IN UNA QUANTITA' DI COMPOSTO

### ESEMPIO

vogliamo conoscere la % di Ossigeno contenuto in 250 g di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Il ragionamento da fare è il seguente :

se nel PM di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> vi sono 64 g di ossigeno allora in 250 g ve ne sono X  $X = 64 \times 250 / 98$

$X = 163,26$  g di Ossigeno in 250 g

Per calcolare la % di ossigeno contenuta in 250 grammi di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> la proporzione da fare è:

se in 250 g di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> vi sono 163,26 g di Ossigeno allora in 100 ve ne saranno X

$X = 163,26 \times 100 / 250$   $X = 65,30\%$  di O

### CALCOLO INVERSO:

CALCOLARE QUANTO OSSIGENO VI E' IN 250 g DI H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> SAPENDO CHE LA % DI OSSIGENO IN 250 g DI H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> E' 65,30 % .

il ragionamento è il seguente:

se in 100 g vi sono 65,30 g di Ossigeno allora in 250 g ve ne sono X  $X = 65,30 \times 250 / 100$

$X = 163,25$  g di Ossigeno

Si ottiene lo stesso risultato se dividiamo per 100 la % fornita e moltiplichiamo per il numero dei grammi in cui occorre calcolare la quantità

Infatti  $0,653 \times 250 = 163,25 \text{ g}$

## CALCOLARE LA FORMULA MINIMA DI UN COMPOSTO CONOSCENDO LE % DEGLI ELEMENTI

esempio :

l'analisi di un composto di PM 180,1 ha dato i seguenti risultati:

C = 40 %    H = 6,68 %    O 53,32 %

calcolare la formula del composto

procedimento:

### STEP 1

1- dividere la % per i corrispondenti pesi atomici    C=  $40/12 = 3,33$     H =  $6,68/ 1,008= 6,626$

O =  $53,32 /16 = 3,33$

### STEP 2

2- dividere i risultati ottenuti per il numero più piccolo ( in questo caso 3,33)

C=  $3,33 /3,33 =1$       H  $6,63 /3,33 =2$     O =  $3,33 /3,33 =1$

I RAPPORTI OTTENUTI PER IL COMPOSTO SONO C1 H2 O1

ovviamente questa non è la formula del composto ma la formula minima.

PER OTTENERE LA FORMULA DEL COMPOSTO IL QUESITO CI DICE CHE IL PM = 181

QUINDI DOBBIAMO MOLTIPLICARE LA FORMULA MINIMA TANTE VOLTE SINO A RAGGIUNGERE 180,1

INFATTI C1 H2 O corrisponde a  $12+ 2 + 16 = 20$  se fosse 5 avremmo  $5 \times 12 + 5 \times 2 + 5 \times 16 = 150$

se invece moltiplichiamo per 6 abbiamo  $6 \times 12 + 6 \times 2 + 6 \times 16 = 180$

LA FORMULA DEL COMPOSTO E' :  $C_6 H_{12} O_6$  (glucosio)

METODO ALTERNATIVO:

STEP 1

DIVIDERE PER 100 LA % DI OGNI ELEMENTO

es  $40,00/100 = 0,40$   $6,68/100 = 0,0668$   $53,32 /100 = 0,5332$

MOLTIPLICARE PER IL PM (180,1)

$C = 0,40 \times 180,1 = 72,94$

$H = 0,0668 \times 180,1 = 12,03$

$O = 0,5332 \times 180,1 = 96,03$

DIVIDIAMO PER IL PESO ATOMICO

$C = 72,04/12 = 6$

$H = 12,03/1,008 = 12$

$O = 96,03 / 16 = 6$

LA FORMULA E'  $C_6 H_{12} O_6$

ESERCIZI

**1- 0,5039 g di un composto costituito da C H ed O di PM= 30,02 per combustione forma 0,739 g di CO<sub>2</sub> e 0,302 di H<sub>2</sub>O . Scrivere la formula del composto.**

**soluzione**

sappiamo che per ottenere la formula dobbiamo conoscere le % di ogni elemento. Il quesito ci permette di calcolarle. Infatti sappiamo che il C contenuto nella CO<sub>2</sub> ottenuta proviene tutto dal composto che è stato sottoposto a combustione quindi

se in CO<sub>2</sub> espresso in grammi (44 g ) vi è 1 di C espresso in grammi (12 g) allora in 0,739 ricavati

dalla combustione vi saranno X g

$44 : 12 = 0,739 : X$     $X = 0,2015$  g di C   quindi la % di C è data dalla proporzione

se 0,2015 g sono contenuti in 0,5039 di composto (infatti provengono dalla combustione di questa quantità) allora X saranno contenuti in 100    $\%C = 20,15 / 0,5039 = 39,99 \%$

analogamente per l'idrogeno si ha:

se in H<sub>2</sub>O vi sono 2 H in 0,302 ve ne sono X    $18 : 2,016 = 0,302 : X$     $X = 2,016 \times 0,302 / 18$

$X = 0,0338$

quindi se in 0,5039 vi sono 0,0338 g di H allora in 100 ve ne sono X    $X = \% H = 3,38 / 0,5039$

$\%H = 6,71 \%$

per quanto riguarda l'ossigeno al sua % si ottiene per differenza infatti  $\%C + \%H + \%O = 100$

$\%O = 53,3$

PER CALCOLARE LA FORMULA MINIMA DEL COMPOSTO DIVIDIAMO LA % PER IL PESO ATOMICO

$C = 39,99 / 12 = 3,33$

$H = 6,71 / 1,008 = 6,66$

$O = 53,3 / 16 = 3,33$

dividiamo per il numero più piccolo ed abbiamo C<sub>1</sub> H<sub>2</sub> O<sub>1</sub>

Questa è la formula minima ma la formula molecolare deve avere un peso di 30,02 g come ci indica il quesito pertanto la formula del composto è CH<sub>2</sub>O (aldeide formica)

**2- un sale idrato di PM 214,21 contiene 25,23 % di H<sub>2</sub>O. L'analisi elementare ha dato i seguenti risultati: K= 18,25%   C= 39,21 %   H= 5,18 %   O 37,34%.**

**Scrivere la formula del composto idrato**

**soluzione**

sale idrato significa che contiene all'interno del cristallo di sale una certa quantità di H<sub>2</sub>O e la formula si scrive

Formula

.

H<sub>2</sub>O in cui il punto indica che l'acqua è acqua di cristallizzazione.

dividiamo le % per il peso atomico:

$$K = 18,25 / 39,1 = 0,4668$$

$$C = 39,21 / 12 = 3,2675$$

$$H = 5,18 / 1,008 = 5,1379$$

$$O = 37,34 / 16 = 2,334$$

dividiamo per il numero più piccolo che è 0,4668 ed otteniamo

K 1 C7 H11 O5

Il peso formula corrispondente è  $39,1 + (7 \times 12) + (11 \times 1,008) = 214,21$  g

Dai dati del quesito la formula del composto è proprio KC<sub>7</sub>H<sub>11</sub>O<sub>5</sub>

Per calcolare l'acqua di cristallizzazione il quesito ci dice che essa è il 25,23 % del sale quindi

la quantità di H<sub>2</sub>O è calcolata dalla proporzione

se in 100 vi sono 25,23 in 214,21 ve ne sono X  $X = 54,045$  g di H<sub>2</sub>O che corrispondono a  $54,045/18$  moli cioè 3 moli di H<sub>2</sub>O

La formula del composto tenendo conto dell'acqua di cristallizzazione è: **KC<sub>7</sub>H<sub>5</sub>O<sub>2</sub>**

.

3 H<sub>2</sub>O

**3- calcolare le % di Na, S, O nel solfato di sodio (PM= 142,06)**

### **soluzione**

il solfato di sodio ha formula  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  quindi

se in  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  vi sono 2 Na in 100 ve ne sono X  $142,06 : 2 \times 23 = 100 : X$   $X = 32,38\%$

Na = 32,38%

$142,06 : 32 = 100 : X$   $X = 22,57 \%$

S = 22,57 %

$2142,06 : 4 \times 16 = 100 : X$   $X = 45,05\%$

O = 45,05%

pertanto le % sono Na 32,38% S 22,57 % O 45,05%

**4- l'analisi elementare di un fosfato pentaidrato ha fornito i seguenti risultati: Ca=23,29% P =18% O 32,54 % H<sub>2</sub>O 26,17% : scrivere la formula del fosfato pentaidrato.**

### **soluzione**

dividiamo le percentuali per i pesi atomici

Ca =  $23,29/40,08 = 0,581$

P =  $18/30,97 = 0,581$

O =  $32,54 / 16 = 2,034$

H<sub>2</sub>O =  $26,17/18,02 = 1,452$

dividiamo per il numero più piccolo ed otteniamo

C1 P1 O3,5 trascuriamo per ora l'H<sub>2</sub>O . Notiamo che vi è un numero non intero quindi dobbiamo moltiplicare per rendere interi tutti i numeri e cioè moltiplichiamo x 2 e si ha:

C2 P2 O7

Per quanto riguarda l'acqua lo stesso quesito ci informa che il sale è pentaidrato quindi la formula è C<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> . 5 H<sub>2</sub>O



**5- un sale idrato  $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  contiene il 36,07 % di  $\text{H}_2\text{O}$  . Calcolare il valore di n**

**PM  $\text{CuSO}_4 = 159,61$**

**soluzione**

il peso di  $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  è  $159,61 + n \times 18$  pertanto possiamo effettuare la proporzione

se 36,07 sono contenuti in 100 allora  $n \times 18$  sono contenuti in  $(159,61 + n \times 18)$

$$0,3607 = \frac{n \times 18}{159,61 + n \times 18}$$

$$0,3607 \times (159,61 + n \times 18) = n \times 18$$

$$57,589 + n \times 6,4926 = n \times 18$$

$$57,589 = (18 - 6,49) n \quad \text{da cui} \quad n = \frac{57,59}{11,5} = 5,00$$

pertanto la formula del solfato è  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

**6- 0,235 g di un ossido di Stagno  $\text{Sn}_x\text{O}_y$  riscaldati in corrente di idrogeno lasciano un residuo di 0,185 g di Sn metallico. Scrivere la formula .**

**soluzione**

la % di Sn è calcolata dalla proporzione:

se 0,235 g di ossido lasciano un residuo di 0,185 g di metallo Sn allora 100 ne rilasciano X

$$X = \frac{0,185}{0,235} \times 100 = 78,72\% \text{ di Sn}$$

ne consegue che la % di ossigeno è  $100 - 78,72 = 21,27\%$

dividiamo per il P atomico ed abbiamo  $\frac{78,72}{118,7} = 0,66$  per lo stagno e  $\frac{21,27}{16} = 1,33$  per l'ossigeno

dividiamo per il numero più piccolo ed abbiamo  $\text{Sn}_1 \text{O}_2$

La formula dell'ossido è  $\text{SnO}_2$

**7- 0,585 g di un composto di PM =180,1 vengono fatti decomporre e si ottengono 0,234 g di C e 0,351 g di  $\text{H}_2\text{O}$  . Scrivere la formula del composto.**

## **soluzione**

calcoliamo la % di C e di H e per differenza calcoliamo quella dell'ossigeno.

se da 0,585 g di composto si ottengono 0,234 g di C allora da 100 g se ne ottengono X

$$X = \%C = \frac{23,4}{0,585} = 40\%$$

se in H<sub>2</sub>O vi sono 2 H in 0,351 g vi saranno X g di H

$$X = \text{quantità di idrogeno proveniente dal composto sotto forma di H}_2\text{O} = 0,351 \times 2 / 18$$

$$X = 0,039 \text{ g di H}$$

$$\text{la \% di H è } 0,585 : 0,039 = 100 : X \quad X = \% H = 3,9 / 0,585 = 6,6 \%$$

le percentuali sono quindi C 40% H 6,6% O 100- 46,6%

$$\text{quindi } C = 40/12 = 3,33 \quad H = 6,6 / 1,008 = 6,6 \quad O = 53,4/16 = 3,33$$

dividendo per 3,33 si ha C= 1 H = 2 O=1

la formula minima è C H<sub>2</sub> O pertanto essendo il PM = 180,1 necessariamente la formula minima va moltiplicata per 6 quindi la formula del composto è C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> che pesa esattamente 180,1 g

## **PROBLEMI DI ANALISI INDIRETTA**

**QUESTO TIPO DI PROBLEMI SERVE PER CALCOLARE LE % DI DUE MOLECOLE DIVERSE IN UNA LORO MISCELA**

**(IN QUESTO CASO BISOGNA CHE LO STUDENTE SAPPIA RISOLVERE UN SISTEMA DI EQUAZIONI A 2 INCOGNITE )**

**8- da 8 g di una miscela di NaCl (PM58,45) ed NaBr (PM102,9) trattati con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> in eccesso, formano 5,950 g di Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (PM 142,06) . Calcolare la composizione percentuale in peso della miscela di partenza .**

soluzione

la prima equazione ce la fornisce direttamente il quesito :

$$X_{\text{NaCl}} + Y_{\text{NaBr}} = 8 \text{ g}$$

dobbiamo trovare la seconda equazione. Per questo dobbiamo calcolare quanto sodio vi è in 5,95 g di  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

$\text{Na}_2\text{SO}_4 : 2\text{Na} = 5,95 : a$       $a = \text{Na in Na}_2\text{SO}_4 = (23 \times 2) \times 5,95 / 142,06 = 1,927$  g di Na provenienti sia da NaCl che da NaBr

Per ottenere questo totale dobbiamo calcolare quanti g di Na provengono da NaBr e quanti da NaCl

sappiamo dai dati che  $x/102,9 =$  moli di NaBr

sappiamo dai dati che  $y/58,45 =$  moli di NaCl

I grammi di sodio contenuti in queste moli si calcolano dalla proporzione

se in 1 mole di NaBr vi è 1 Na in  $x/102,9$  moli ve ne saranno F

$F = x/102,9 \times \text{Na} / 1 = (x/102,9) \times 23 =$  sodio in moli di NaBr ed analogamente

se in 1 mole di NaCl vi è 1 Na in  $x/58,45$  moli ve ne saranno G

quindi  $F+G = 1,927$  g

$(x/102,9) \times 23 + (y/58,45) \times 23 = 1,927$

questa è la seconda equazione per cui il sistema da risolvere è:

$$x + y = 8,00$$

$$23(x/58,45) + 23(y/102,9) = 1,927$$

dalla prima equazione  $y = 8 - x$  e sostituendo x nella seconda equazione

$$23(x/58,45) + 23(8-x/102,9) = 1,927$$

$$23x/58,45 + 184/102,9 - 23x/102,9 = 1,927 \times 6014,5$$

il minimo comune multiplo è  $102,9 \times 58,45$  per cui si ha

$$23X \cdot 102,9 + 184 \times 58,45 - 23X \cdot 58,45 = 1,927 \times 6014,5$$

$$2366,7 X + 10754,8 - 1344,3 X = 11590$$

$$1022,4X = 11590 - 10754,8$$

$$1022,4X = 835,2$$

$$X = \text{quantità di NaCl nella miscela} = 0,817 \text{ g}$$

Calcoliamo adesso Y

$$Y = 8,00 - 0,817 = 7,183 \text{ g} = \text{quantità di NaBr nel campione}$$

le percentuali sono pertanto calcolate dalla proporzione

$$8 : 7,183 = 100 : Y$$

$$Y = 718,3/8 = 8,98\% \text{ NaBr}$$

$$X = 81,8 / 8 = 10,2\% \text{ NaCl}$$

**9- trattando con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> in eccesso 1,7 g di una miscela di LiCl (PM 42,39) e BaCl<sub>2</sub> (PM 208,2) si ottengono 2,00 g di una miscela di Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (PM 109,9) e BaSO<sub>4</sub> (PM 233,4) . Si calcoli la % in peso dei due cloruri nella miscela iniziale.**

### **soluzione**

$$\text{la prima equazione è } X + Y = 1,7$$

la seconda equazione si ottiene ricordando che da 1 mole di Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> si ottengono 2 di LiCl allora da X/ 109,9 se ne ottengono F  $1 : 2x 43,39 = X/109,9:F$

$$F = (43,9 \times 2) ( X / 109,9 ) = 87,8 ( X/109)$$

$$\text{ed analogamente per BaSO}_4 \quad 1 \text{ mole di BaCl}_2 : \text{BaSO}_4 = Y/208,2 : G$$

$$G = 233,4 ( Y/208,2)$$

$$F+G = 2,00$$

$$109,9 (X/84,8) + 233,4 (Y/208,2) = 2,00$$

le due equazioni sono pertanto

$$X+Y = 1,7$$

$$109,9 (X/84,8 ) + 233,4 (Y/208,2) = 2,00$$

risolviamo ponendo  $Y = 1,7 - X$  e sostituendolo nella seconda

$$109,9X /84,8 + 233,4 ( 1,7 - X )/208,2 = 2$$

il minimo comune multiplo è  $84,8 \times 208,2 = 17655,4$  quindi

$$109,9X \times 208,2 + 233,4(1,7 - X) \times 84,8 = 17655,4 \times 2$$

$$22881,2 X + 33647 - 19792,3 X = 35310$$

$$3089X = 1663$$

$$X = \text{LiCl} = 0,537 \text{ g}$$

$$Y = \text{BaCl}_2 = 1,7 - 0,537 = 1,163 \text{ g}$$

Le percentuali si ottengono dalla proporzione

$$1,7 : 0,537 = 100 : X \quad \% \text{ LiCl nella miscela} = 53,7/1,7 = 31,6 \%$$

$$1,7 : 1,163 = 100 : X \quad \% \text{ BaCl}_2 \text{ nella miscela} = 116,3 / 1,7 = 68,4\%$$

**10- Il cloruro  $MCl_x$  ha PM 153,8 e l'ossido di M contiene il 27,27 % di M . Avendo M lo stesso numero di ossidazione nei due composti, calcolare il peso atomico**

**soluzione**

essendo l'ossido costituito da 27,27 % di M allora la % di O =  $100 - 27,27 = 72,73 \%$

quindi in 100 g di ossido vi sono 72,73 g di O e 27,27 g di M

Gli equivalenti di O sono  $72,73 / 8 = 9,09$  equivalenti

(il pequiv dell' O è  $PA / 2$  essendo 2 il n. ossidazione negli ossidi )

sappiamo inoltre che gli atomi reagiscono secondo il numero di equivalenti cioè

1 equiv di O reagisce con 1 equiv di M pertanto anche per M vi saranno 9,09 equiv

possiamo calcolare il peso equiv di M che reagiscono nell'ossido cioè  $g M = 27,27/9,09 = 3 \text{ g}$

Nel Cloruro  $MCl_x$  abbiamo 1 equiv di M ed 1 equiv di Cl che in grammi sono  $3\text{ g} + 35,45 = 38,45\text{ g}$  e questo è il peso equivalente del cloruro

Poichè il cloruro ha  $PM = 153$  allora il numero di equivalenti di M in  $MCl_x$  è  $13,8/38,45 = 4$

pertanto la formula del cloruro è  $MCl_4$ . Per calcolare il PA di M ricordiamo che

$$PA\ M + 35,45 = 153,8 \quad \text{da cui si ha } PA = 117,35$$

Il composto è  $CCl_4$

**11- 3,832 g di una miscela di  $AgCl$  ( $PM_{143,33}$ ) e di cloruro di tallio  $TlCl$  ( $PM_{239,82}$ ) trattata in modo opportuno perde Cloro e lascia un residuo di Ag metallico ( $PA_{107,88}$ ) e Tallio ( $PA_{204,37}$ ) che pesa 3,123 g. Calcolari le % in peso ed in moli della miscela di origine.**

### **soluzione**

come sappiamo occorre trovare le due equazioni che portano alla soluzione del quesito.

la prima equazione è :  $X + Y = 3,832$  dove  $X = AgCl$  ed  $Y = TlCl$

La seconda si ottiene ricordando che 1 mole di  $AgCl$  lascia un residuo di Ag e quindi  $X/PA_{AgCl}$  moli di  $AgCl$  lasciano un residuo pari a F cioè

$$1 : Ag = X/143,33 : F \quad F = (X/143,33) \cdot 107,88$$

analogamente

1 mole di  $TlCl$  lascia come residuo Tl quindi  $Y/PA_{TlCl}$  moli lasciano un residuo G

$$1 : TlCl = Y/PA_{TlCl} : G \quad G = (Y/239,82) \cdot 204,37$$

$$\text{La seconda equazione è } F + G = 3,123 \quad 107 X/143,33 + 204,37 Y/204,37 = 3,123$$

Il sistema da risolvere è :

$$**X + Y = 3,832**$$

$$**107 X/143,33 + 204,37 Y/204,37 = 3,123**$$

$Y = 3,832 - X$  che sostituito nella seconda equazione da:

$$107,88X / 143,33 + 204,37 ( 3,832 -X) / 239,82 = 3,123$$

il mcm è  $143,33 \times 239,82 = 34373,4$  quindi

$$107,88 \times 239,82 X + (204,37 \times 3,832) \times 143,33 - (204,37 \times 143,33) X = 3,123 \times 34373,4$$

$$25871,8 X + 112248,3 - 29292,3 X = 107348,1$$

$$4900,1 = 3420,5 X \quad X = 4900,1 / 3420,5 = \mathbf{1,432 \text{ g di AgCl}}$$

$$\text{TICI si calcola per differenza} \quad Y = 3,832 - 1,432 = \mathbf{2,4 \text{ g TICI}}$$

le % in peso sono calcolate dalla proporzione:

$$\text{se in } 3,832 \text{ g vi sono } 1,432 \text{ di AgCl allora in } 100 \text{ ve ne sono } X \quad \mathbf{\%AgCl = 143,2 / 3,832 = 37,37\%}$$

$$\text{ovviamente } \mathbf{\%TICI = 100 - 37,37 = 62,63 \%}$$

$$\text{le moli di AgCl sono } 1,432 / 143,33 = 0,01 \text{ moli}$$

$$\text{le moli di TICI sono } 2,4 / 239,82 = 0,01 \text{ moli}$$

**La composizione % in moli è 50 % di AgCl e 50% di TICI**

**12- per ionizzare 1,5 g di una miscela di sodio Na (PA 23) e rubidio Rb (PA 85,47) allo stato gassoso, sono necessari 150 KJ (chilojoule). Sapendo che le energie di ionizzazione di Na ed Rb sono rispettivamente 495 KJ e 402 KJ calcolare le percentuali in peso di Na e Rb.**

### **soluzione**

questo quesito è analogo al precedente.

$$X + Y = 1,5 \text{ g}$$

$$\text{se 1 mole di Na richiede } 495 \text{ KJ allora } X / 23 \text{ moli ne richiedono } F \quad F = (X / 23) 495$$

$$\text{analogamente per Rb} \quad 1 : 402 \text{ KJ} = Y / 85,47 : G$$

$$\text{prima equazione} \quad X + Y = 1,5$$

$$\text{seconda equazione} \quad 495 X / 23 + 402 Y / 85,47 = 150$$

$Y = 1,5 - X$  e sostituendo nella seconda equazione

$$495X/23 + (402 \times 1,5 - 402X)/85,47 = 15$$

$$\text{mcm} = 23 \times 85,47 = 1965,8 \quad \text{pertanto}$$

$$495 \times 85,47 X + (402 \times 1,5 \times 23) - (402 \times 23) X = 15 \times 1965,8$$

$$42307,6X + 13869 - 9246 X = 29487$$

$$15618 = 33061 X$$

$$X = \text{Na} = 0,473 \text{ g} \quad \text{quindi } Y = \text{Rb} = 1,5 - 0,473 = 1,027 \text{ g}$$

le % di Na e Rb sono

$$1,5 : 0,473 \text{ di Na} = 100 : X \quad X = \% \text{ Na} = 47,3 / 1,5 = 31,5\%$$

$$\text{ovviamente } \% \text{ Rb} = 100 - 31,5 = 68,5 \%$$

**13- il cloruro  $\text{MeCl}_x$  ha PM 133,35 il suo ossido  $\text{Me}_2\text{O}_y$  ha PM 101,96 . Il Metallo ha lo stesso n.ossidazione nei due composti . Calcolare il Peso Atomico.**

**soluzione**

dai dati si evince che avendo Me lo stesso n.ossidazione nei due composti y deve essere uguale ad x

$$x = y \quad \text{quindi } \text{Me} + x \cdot 35,45 = 133,35 \quad \text{e } 2 \text{ Me} + x \cdot 16 = 101,96$$

dividiamo la seconda per 2 ed otteniamo  $\text{Me} + 8x = 50,98$  sottraendo la seconda dalla prima

$$\text{Me} - \text{Me} + 35,45 - 8x = 82,51$$

$$27,45x = 82,51 \quad \text{da cui } x = 3$$

$$\text{sapendo che } \text{Me} + 3 \times 35,45 = 133,35 \quad \text{Me} = 133,35 - 106,35 = 27,0$$

**Il peso atomico di  $\text{Me} = 27 = \text{Alluminio}$  ed i composti sono  $\text{AlCl}_3$  e  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (allumina)**

**14- il PM di  $\text{ABr}_x$  è 199,88 e quello del suo ossido  $\text{AO}_y$  56,08 . A possiede lo stesso numero di ossidazione nei due composti quindi calcolare il PA di A.**



### **soluzione**

sapendo che il n.ox è uguale nei due composti vediamo che  $Y = X/2$

$$A + x \cdot 79,9 = 199,8$$

$$A + X \cdot 8 = 56,8 \quad \text{cioè}$$

$$A + 79,9X - A - 8X = 199,8 - 56,8$$

$$71,9X = 149,2 \quad X = 2$$

$$A + 2 \cdot 79,9 = 199,8 \quad A = 199,8 - 159,8 = 40,08$$

**PA di A = 40 l'elemento è il Ca** ; il composto è  $\text{CaCl}_2$  e l'ossido è  $\text{CaO}$

**15- da 2 g di  $\text{Me}_2\text{O}$  trattati con HCl si ottengono 3,771 g di  $\text{MeCl}$  . Calcolare il Peso Atomico di Me.**

### **soluzione**

$$2\text{Me} + 16 : 2 (\text{Me} + 35,45) = 2 : 3,771$$

**da cui  $\text{Me} = 23$  il Metallo è il sodio Na**

**16- Grammi 1,597 di un ossido di ferro trattati a caldo con idrogeno perdono ossigeno sottoforma di  $\text{H}_2\text{O}$  lasciano un residuo di 1,117g di Fe. Calcolare il peso equivalente del ferro nell'ossido.**

**(p.a.:  $\text{Fe} = 55,85$  ;  $\text{O} = 16,00$ ).**

soluzione

se il residuo di ferro è costituito da 1,117 g di ferro significa che l'ossigeno nell'ossido era

$$\text{O} = 1,597 - 1,117 = 0,48 \text{ g che espresso in equivalenti (essendo } 16/2=8 \text{ il pequiv dell'ossigeno)}$$

$$\text{equiv ossigeno nell'ossido} = 0,48 \text{ equiv}$$

Poichè sappiamo che un equiv. di un atomo reagisce sempre con 1 equiv di un altro allora possiamo scrivere  $\text{equiv.ossigeno} = \text{equiv. Fe}$  cioè

$$0,48/8 = 1,117/\text{Pequiv.Fe} \quad \text{da cui pequiv Fe} = 1,117 / 0,06 = 18,62$$

**17-Grammi 45,62 di un composto organico di PM = 30,02 si decompongono formando 27,38 g di H<sub>2</sub>O e lasciando un residuo di 18,24 g di C. Si scriva la formula molecolare del composto. (p. a.: C=12,00 ; O=16,00).**

**soluzione**

le moli di C sono  $18,24 / 12 = 1,52$  .

Calcoliamo adesso quanto idrogeno è presente nel composto iniziale:

se in H<sub>2</sub>O vi sono 2 g di H allora in 27,38 ve ne sono X  $X = H = 27,38 \times 2 / 18 = 3$  g

calcoliamo i grammi di ossigeno:

se in H<sub>2</sub>O : O = 27,38 : X  $X = O = 27,38 \times 16 / 18 = 24,33$  g

calcoliam adesso le % di C,H,O

La % di C si ottiene da  $45,62 : 18,24 = 100 : X$  **%C= 1824/45,62= 39,9 %**

La % di H si ottiene da  $45,62 : 3 = 100 : X$  **%H = 300 / 45,62 = 6,6 %**

per differenza otteniamo la % di O cioè  $100 - (39,9 + 6,6) = 53,5$  **%O= 53,5 %**

Dividiamo le % per il peso atomico ed otteniamo

$39,9 / 12 = 3,32$  per C       $6,6 / 1 = 6,6$  per H       $53,5 / 16 = 3,32$  per O

dividiamo per il numero più piccolo cioè 3,32 ed otteniamo la formula minima C<sub>1</sub>H<sub>2</sub>O<sub>1</sub> cioè CH<sub>2</sub>O. Essendo il PM 30,02 allora la formula del composto organico di partenza è CH<sub>2</sub>O (aldeide formica).

**18- Trattando opportunamente g 2,416 dell'ossido MeO<sub>2</sub> si ottengono g 1,677 del metallo Me: si calcoli il peso atomico di questo. (p. a. O=16,00)**

soluzione

la quantità di Ossigeno è  $2,416 - 1,677 = 0,739$  g    cioè  $0,739 / 8 = 0,0923$  equivalenti

poichè il Me reagisce secondo equivalenti  $0,0923 = 1,677 / \text{pequiv Me}$

Peso equiv Me=  $1,677 / 0,0923 = 18,7$     essendo l'ossido MeO<sub>2</sub> è evidente che il metallo ha n.ox=4

per cui essendo  $P_{equiv} = \text{Peso atomico} / \text{num.ossid.}$

$$18,7 \times 4 = PA \quad PA = 72,67$$

**19- Il peso molecolare del solfato  $Me(SO_4)_x$  vale 161,45 e quella del cloruro dello stesso elemento Me, allo stesso numero di ossidazione vale 136,29. Si calcoli il peso atomico di Me. (p.a.: S=32,06 ; O=16,00 ; Cl=35,45).**

**soluzione**

$$SO_4 = 96 \text{ g quindi} \quad Me + X \cdot 96 = 161,5 \text{ da cui } Me = 161,5 - X \cdot 96$$

analogamente  $Me + Y \cdot 35,45 = 136,3$  e sostituendo il valore di Me

$$161,45 - X \cdot 96 + Y \cdot 35,45 = 136,3$$

$$(161,45 - 136,3) + 35,45Y = 96X$$

$$25,12 + 35,45Y = 96X$$

dai dati si osserva che  $X = Y/2$  quindi  $25,12 + 35,45 \cdot Y = 96 \cdot Y/2$

$$25,12 + 35,45 Y = 48Y \quad \text{da cui} \quad 25,12 = (48 - 35,45) Y \quad 25,12 = 12,55 Y$$

$$\text{da cui si ha } Y = 25,12 / 12,55 = 2$$

Il cloruro ha pertanto formula  $MeCl_2$  ed il solfato  $MeSO_4$

**161,45 - 96 = 65,4 il metallo è lo Zinco**

**Il PA di Me = 65,4**

**20 -Trattando opportunamente 2,600 g di una miscela di  $AgNO_3$  e  $Zn(NO_3)_2$  con  $H_2S$ , Si ottengono 1,733 g di una miscela di  $Ag_2S$  e  $ZnS$ . Si calcolino le percentuali in peso dei due nitrati nella miscela di partenza.**

**(p. f.:  $AgNO_3 = 169,88$ ;  $Zn(NO_3)_2 = 189,39$ ;  $Ag_2S = 247,82$  ;  $ZnS = 97,45$ ).**

**soluzione**

la prima equazione è  $X + Y = 2,6$  mentre la seconda equazione è  $F + G = 1,733$  in cui F si ottiene dalla proporzione

$$F = (X / 169,88) \cdot 247,82$$

analogamente per G si ha  $G = (Y / 189,39) \cdot 97,45$  quindi il sistema da risolvere è:

$$X + Y = 2,6$$

$$247,82 \cdot X / 169,88 + 97,45 \cdot Y / 189,39 = 1,733$$

da cui si ottiene  $X = 1,84 \text{ g}$  ed  $Y = 0,759$  che corrispondono a **AgNO<sub>3</sub> 70,8%** **Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 29,2%**

**21- Un idrocarburo di PM = 78,05 contiene il 92,25% carbonio. Se ne scriva la formula. - (p.a.C=12,00)**

**soluzione**

un idrocarburo contiene solo C ed H quindi se C = 92,25% allora l' H è  $100 - 92,25 = 7,75 \%$

dividiamo per i PA ed abbiamo  $C = 92,25 / 12$  cioè  $C = 7,68$  e per l'H  $7,75 / 1 = 7,75$

dividendo per 7,65 abbiamo la formula minima CH

siccome il PM = 78,05 la formula deve essere  $12 \times 6 = 72$  per C e  $1 \times 6 = 6$  per H

la formula è quindi C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

**22-Si calcolino le percentuali in peso di Ni, I, O nello iodato di nichel Ni(IO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-. p.a.: Ni=58,71 ; I=126,91 ; O=16,00)**

**soluzione**

per il Ni  $\text{Ni}(\text{IO}_3)_2 : \text{Ni} = 100 : X$   $X = 14,37 \%$

per I  $\text{Ni}(\text{IO}_3)_2 : 2\text{I} = 100 : X$   $X = 29,2 \%$

per O  $\text{Ni}(\text{IO}_3)_2 : 6\text{O} = 100 : X$   $X = 23,49\%$

**23- Il sale ammoniacato CaCl<sub>2</sub> · n NH<sub>3</sub> contiene il 23,46 % di NH<sub>3</sub>. si calcoli il valore di n. (p. f.: CaCl<sub>2</sub>= 110,99 ; NH<sub>3</sub>= 17,03).**

**soluzione**

$$23,46 : 100 = n_{17} : (110,99 + n_{17})$$

$$23,4(110,99 + n_{17}) = 100 n_{17}$$

$$2603,8 + 23,46 n_{17} = 100 n_{17}$$

$$76,54 n_{17} = 2603,8 \quad 1301 n = 2603 \quad n = 2603/1301 = 2$$

**24- Una specie organica di peso molecolare= 81,0 ha dato all'analisi i seguenti risultati (percentuali in peso): C=74,0% ; H=8,6% ; N=17,4% Se ne scriva la formula. (p. a.: C=12,00 ; N=14,00).**

**soluzione**

dividiamo le % per i pesi atomici

$$C \ 74/12 = 6,16 \quad H \ 8,6/1 = 8,6 \quad N \ 17,4/14 = 1,24$$

dividiamo per il numero più piccolo e si ha C<sub>5</sub> H<sub>7</sub> N<sub>1</sub>

La formula minima è C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>N e dal pm = 81 abbiamo 60 + 14 + 7 = 74 + 7 = 81

La molecola è il ciclopropilacetone nitrile oppure la diidropiridina



**25- Grammi 9,30 di un composto costituito da C, H, O, di p. m. = 90,00, decomponendosi formano 5,58 g di acqua e 3,72 g carbonio. Se ne scriva la formula. (p. a.: C=12,00 ; O=16,00).**

soluzione

calcoliamo le % di C H O

$$C \quad 9,30 : 3,72 = 100 : X \quad \%C = 100 \times 3,72/9,30 = 40 \%$$

$$H \quad 18:2 = 5,58 : X \quad X = 0,62 \text{ g di H} \quad 9,3 : 0,62 = 100 : X \quad \%H = 6,66$$

l'ossigeno si ottiene per differenza  $\%O = 53,34$

$$\text{dividiamo per il PA} \quad C \quad 40/12 = 3,33 \quad H \quad 6,66 \quad O \quad 53,34/16 = 3,33$$

da cui si ottiene  $CH_2O$  e siccome il PM = 90 allora occorre moltiplicare per 3 infatti

$$3 \times 12 = 36 \text{ per il C} + 16 \times 3 \text{ per l'O} = 48 + 6 \text{ per H} = 90$$

La molecola è  $C_3H_6O_3$

La formula molecolare  $C_3H_6O_3$  può indicare:

- GLICERALDEIDE
- ACIDO LATTICO
- DIIDROSSIACETONE
- DIMETILCARBONATO
- TRIOSSANO
- ACIDO 3-IDROSSIPROPIONICO

**26-Grammi 1,500 di una miscela di  $FeCl_3$  e  $PbCl_2$ , opportunamente trattati perdono cloro e lasciano 0,817 g di residuo metallico. Si calcoli la composizione percentuale in peso della miscela di partenza.**

**(p. a: Fe= 55,85 ; Cl=35,45 ; Pb=207,2).**

**soluzione**

$$x + y = 1,5$$

$$(X/162,2) \cdot 55,85 + 207(Y / 278,1) = 0,817$$

$$0,344X + 0,744 Y = 0,817$$

$Y = 1,5 - X$  e sostituendo

$$0,344X + 0,744(1,5 - X) = 0,817$$

$$0,344X - 0,744X + 1,116 = 0,817$$

$$-0,4 X = - 0,299 \quad X = 0,299 / 0,4 = 0,748$$

$$1,5 : 0,748 = 100 : X \quad X = 50\%$$

**Due ossidi di ferro i cui pesiformula valgono 159,70 e 231,55**

contengono rispettivamente il 30,06% e il 27,65% di ossigeno. Se ne scrivano le formule.

(p. a.: Fe=55,85 ; O= 16,00)

Grammi 9,30 di un composto costituito da C, H, O, di pesoli la p. f. = 90,00, decomponendosi formano 5,58 g di acqua e 3,72 g bonio. Se ne scriva la formula.

(p. a.: C=12,00 ; O=16,00).

Da grammi 1,3615 del solfato MeSO<sub>4</sub> sono stati ottenuti, con opportune reazioni, g 1,1099 del cloruro MeCl<sub>2</sub>. Si calcoli il peso atomico di Me.

(p. a.: S=32,06 ; O=16,00 Cl= 35,45).

Nella molecola di un composto compaiono 2 atomi Cl, e questo elemento costituisce il 38,76% in peso del composto: si calcoli il peso molecolare di questo.

(p. a. Cl= 35,45).

Trattando con idrogeno a caldo g 2,310 di una miscela di FeO e Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> si ha eliminazione di acqua ed il residuo metallico pesa g 1,671 Si calcoli la composizione percentuale in peso della miscela di partel za, e i grammi di acqua eliminata.

(p. a.: Fe=55,85 ; O= 16,00)

Si calcoli la percentuale in peso dello stagno, in una miscela composta: 2,2565 g SnCl<sub>2</sub> . 2H<sub>2</sub>O+ 1,000 g SiO<sub>2</sub>+ 1,507 g SnO<sub>2</sub>+ 1,500

SnO.

(p.a.: Sn=118,71 ; C1=35,45 ; O=16,00)

Grammi 2,100 di una miscela di AgBr e AgCl, trattati a caldo idrogeno lasciano un residuo di 1,460 g di argento. Si calcoli la composizione percentuale in peso della miscela di partenza.

(p. a.: Ag= 107,88 ; Br= 79,90 ; Cl=35,45).

Si calcoli il rapporto fra il peso del Ca e il peso dell'Al in un cemento che contiene 60% CaO e 10% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

(p.a.:

1203.

Ca=40,08 ; Al=27,00 ; O=16,00)

L'analisi elementare di un composto di pesoformula

p. f.= 342,2 ha

dato le seguenti percentuali in peso:

C=42,08% ; O=51,44% ; H=6,48%

Se ne scrive la formula.

(p. a.: C=12,00 ; O= 16,00).

Problema 50 (vedi problema svolto n. 11)

Grammi 1,560 di un composto di pesoformula

p. f. = 78:0 opportunamente

riscaldati lasciano un residuo di 1,02 g di Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e perdono 0,54 g di acqua. Si scriva la formula del composto.

(p. a.: Al=27,00 ; O=16,00).

Problema 51 (vedi problema svolto n. 13)

Il cloruro ACL ha pesoformula

p. f.

= 133,35, e l'ossido dello stesso

elemento A contiene il 52,9% in peso di A. Noto che A ha lo stesso numero di ossidazione nel cloruro e nell'ossido, si calcoli il peso atomico di A.

(p. a.: Cl=35,45 ; O=16,00).

Problema 52 (vedi problema svolto n. 10)

Riscaldando all'aria 2,697 g di Ag si ottengono 2,897 g di un ossido di argento. Si scriva la formula empirica di questo ossido.

(p. a.: Ag= 107,88 ; O=16,00).

Problema 53 (vedi problema svolto n. 21)

Trattando 2,000 g di una miscela di BaCl<sub>2</sub> e CaCl<sub>2</sub> con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> in eccesso si ottengono 2,348 g di una miscela di BaSO<sub>4</sub> e CaSO<sub>4</sub>. Si calcolino le percentuali in peso di BaCl<sub>2</sub> e CaCl<sub>2</sub> nella miscela di partenza.

(p. a.: Ba= 137,33 ; Cl=35,45 ; S=32,06 ; O=16,00 ; Ca=40,08).



## STECIOMETRIA

La **stechiometria** (greco ????????? "elemento" e ?????? "misura") studia quali siano i rapporti in peso cioè i rapporti quantitativi tra le sostanze chimiche che reagiscono e formano prodotti. Per esempio, se abbiamo una reazione  $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$  la stechiometria ci permette di stabilire in quali quantità essi reagiscono e quanto prodotto si ottiene. Ricordando che 1 atomo di idrogeno ha massa 1,008 g e che 1 atomo di ossigeno ha massa 16 g è facile calcolare quanta  $H_2O$  si forma

La reazione ci dice che 2 x ( 2x1g ) di H reagiscono con 2 x 16 di O per formare 2 x 18 g di  $H_2O$

Pertanto sappiamo che da 4 g di H e 32 g di O si ottengono 36 g di  $H_2O$

Puoi notare che le quantità messe a reagire (in totale 36 g ) formano 36 gr di  $H_2O$  e questo ci indica che la massa si conserva (legge di conservazione della massa).

Una volta che conosciamo i rapporti di reazione possiamo calcolare quanto H o quanto O sono necessari per ottenere una quantità desiderata di acqua ad esempio desideriamo conoscere quanto idrogeno e quanto ossigeno sono necessari per ottenere 4550 g di  $H_2O$ .

Questo calcolo è abbastanza semplice, basta fare una proporzione:

se per ottenere 36 gr di  $H_2O$  occorrono 4 gr di H allora per ottenere 4550 gr ne occorrono X cioè

$$36\text{gr} : 4\text{gr} = 4550\text{ g} : X \quad X = 4 \times 4550 / 36 \quad X = 505,5\text{ gr di H}$$

Analogamente se vogliamo conoscere la quantità di ossigeno necessaria per ottenere 4550 gr di  $H_2O$  occorre fare la proporzione:

se per ottenere 36 gr di  $H_2O$  occorrono 32 gr di O allora per ottenere 4550 gr ne occorrono X cioè

$$36\text{ gr} : 32\text{ gr} = 4550 : X \quad X = 4550 \times 32 / 36 \quad X = 4044,4\text{ g di Ossigeno}$$

Se per esempio vogliamo sapere quanta acqua si ottiene da 500 g di H ricordando sempre la reazione  $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

possiamo scrivere la proporzione

se da 2 x 2g di H si ottengono 36 g di  $H_2O$  allora da 500 gr se ne ottengono X

$$X = 500 \times 36 / 4 \quad X = 4500\text{ gr di } H_2O$$

In un calcolo stechiometrico del tipo descritto sopra, che risponde alle domande:

**1- quanto prodotto si ottiene se metto a reagire una certa quantità di reattivo?**

**2- quanto reattivo occorre per ottenere una certa quantità di prodotto?**

**la prima cosa da scrivere è la reazione chimica bilanciata in modo corretto.** Una volta note le quantità espresse nella reazione basta procedere come sopra e tutto diviene semplice.

### **Schema di risoluzione di problemi stechiometrici**

Scrivere i composti che reagiscono  
ed i corrispondenti prodotti formati

La reazione è bilanciata?

Si

No

bilanciarla (attenzione alle

reazioni redox)

calcola i grammi dei prodotti nella reazione bilanciata

( cioè moltiplica le moli davanti alla formula

per il peso molecolare o atomico es  $2\text{HNO}_3$   $2 \times \text{PM}_{\text{HNO}_3}$  )

calcola i grammi dei reagenti nella reazione bilanciata moli x PM

calcola i grammi dei prodotti nella reazione bilanciata moli x PM

( cioè moltiplica le moli davanti alla formula

per il peso molecolare o atomico).

Possibili calcoli richiesti

**Quanto prodotto si ottiene da X g di reattivo?**

**se da molix PM reagente A si ottengono b moli x PM prodotto**

**allora da X g di reagente si otterranno G grammi di prodotto**

**A PM : bPM = Xg : Gprodotto      Gprodotto = Xg x bPM / aPM**

**Quanti g di reattivo servono per preparare G grammi di prodotto?**

**Se aPM g di reattivo formano bPM di prodotto allora X g di reattivo**

**Forniranno G grammi di prodotto**

**aPM :bPM = X : Gg prodotto**

**X= aPM x Gg / bPM**

**Il prodotto è un gas?**

si

no

**Calcolo del volume del gas che si sviluppa**

**Calcolo il PM del gas che si sviluppa se è**

**noto**

**Procedere come sopra dall'inizio**

**V ?**

**Ottenere i grammi di prodotto  
prodotto**

**Ottenere i grammi di**

**Calcolare le moli di prodotto ed essendo noti V P e T**

**calcolare PM = g x R T / PV**

**Calcolare il volume del gas ottenuto V= n RT/P**

## **ESERCIZI SVOLTI**

**1- Cloruro di sodio e acido solforico reagiscono secondo la reazione per formare Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Calcolare quanti grammi di HCl si ottengono da 10 g di NaCl con acido solforico in quantità stechiometriche.**

**prima cosa da fare: scrivere e bilanciare la reazione**

$\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{HCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$  che bilanciata è:  $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{HCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$

questa reazione ci dice che 2 x PM di NaCl + 1 PM H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> formano 2 x PM di HCl cioè

$2 \times 58,45 \text{ (2 NaCl)} + 98,08 \text{ g (H}_2\text{SO}_4) \rightarrow 2 \times 36,46 \text{ (PM di HCl)} + 142 \text{ g (PM di Na}_2\text{SO}_4)$

### **Secondo passo: fare la proporzione**

se da 116,9 g di NaCl si ottengono 72,92 g di HCl da 10 g se ne ottengono X

$$X = 10 \text{ g} \times 72,92 \text{ g} / 116,9 \text{ g} = 7292 \text{ g}^2 / 116,9 \text{ g} = 62,38 \text{ g HCl}$$

( nota che ho indicato le unità di misura nel calcolo quindi  $\text{g} \times \text{g} / \text{g} = \text{g}$  )

La risposta al quesito è che da 10 g di NaCl si ottengono 62,38 g di HCl

**2- in base alla reazione  $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$  si calcoli quanti g di NO si ottengono da 10 g di NH<sub>3</sub> e 10 g di O<sub>2</sub>.**

### **primo passo: bilanciare la reazione:**

$\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$  che bilanciata è  $4 \text{ NH}_3 + 5 \text{ O}_2 \rightarrow 4 \text{ NO} + 6 \text{ H}_2\text{O}$

### **secondo passo : prima di fare la proporzione stabiliamo quanto ossigeno necessita**

e se la quantità fornita dal quesito è sufficiente per far reagire tutta l'NH<sub>3</sub>.

vediamo che per 4 x 17,2 (PM NH<sub>3</sub>) necessitano 5 x 32 g (PM di O<sub>2</sub>)

cioè 68,8 g di NH<sub>3</sub> reagiscono con 160 g di O<sub>2</sub>

si deduce che 10 grammi di ammoniaca necessitano di 23,25 di Ossigeno infatti

se 68,8 g necessitano di 160 g di Ossigeno allora 10g necessitano di X g

$$X = 1600/68,8 = 23,25 \text{ g Ossigeno}$$

ma il quesito ci dice che abbiamo solo 10 g di O<sub>2</sub> quindi la quantità di NH<sub>3</sub> che può reagire è limitata dall'ossigeno e pertanto non tutta l'NH<sub>3</sub> può reagire ma solo quella che utilizza 10 g di ossigeno.

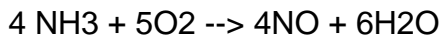
Ciò significa che se 10 g di NH<sub>3</sub> necessitano di 23,25 g di O allora X g di NH<sub>3</sub> reagiranno con 10 g

di O quindi

$$10 \text{ g} : 23,25 \text{ g} = X : 10 \text{ g} \quad X = 100 \text{ g}^2 / 23,25 \text{ g} = 4,3 \text{ g}$$

quindi solo 4,3 g di NH<sub>3</sub> sono in grado di reagire con tutto l'ossigeno( 10 g).

Stabilito che possono reagire solo 4,3 g di NH<sub>3</sub> e non tutti e 10 i g iniziali, allora possiamo calcolare quanto NO si ottiene dalla proporzione ricordando la reazione bilanciata



quindi se da 68,8 g di NH<sub>3</sub> si ottengono 4 x 30 g di NO allora da 4,3 g se ne ottengono X

$$X = 4,3 \text{ g} \times 120 \text{ g} / 68,8 = 7,5 \text{ g di NO}$$

Da questo quesito abbiamo imparato che nell'effettuare i calcoli bisogna tener conto delle quantità che mettiamo a reagire e che può accadere che le quantità fornite di una delle sostanze sia inferiore rispetto alla quantità necessaria (stechiometrica) che si deduce dalla reazione. E' questa la cosiddetta quantità limitante.

**3- facendo reagire in soluzione acquosa AgNO<sub>3</sub> ed H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> si forma un precipitato di Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> secondo la reazione:**



**Calcolare quanto Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> si forma se mettiamo a reagire 22,08 g di AgNO<sub>3</sub> con 10 g di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.**

**soluzione**

dalla reazione sappiamo che per 2x 169,88 g (PM AgNO<sub>3</sub>) reagiscono 98 g di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> quindi 22,08 g reagiscono con X

$$339,6 : 98 = 22,08 : X \quad X = 6,37 \text{ g}$$

da questa proporzione sappiamo che 22,08 g di AgNO<sub>3</sub> reagiscono con 6,37 g di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Per rispondere al quesito facciamo la proporzione

se da H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> si ottiene Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> da 6,37 : X

$$98 \text{ g} : 311,83 \text{ g} = 6,37 \text{ g} : X \quad X = 6,37 \text{ g} \times 311,83 \text{ g} / 98 \text{ g} = 20,27 \text{ g}$$

si può concludere dicendo che da 22.08 g di  $\text{AgNO}_3$  e 10 g di  $\text{H}_2\text{SO}_4$  si formano 20,27 g di  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$

**4- calcolare quanti grammi di  $\text{HNO}_3$  e di Fe si devono usare per ottenere 10 grammi di nitrato ferrico  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  .**

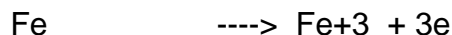
### **soluzione**

dobbiamo bilanciare la reazione  $\text{Fe} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  .

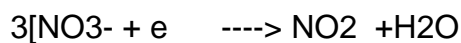
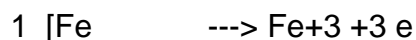
notiamo che la reazione è una ossidoriduzione in cui il ferro (n.ossidazione =0) viene ossidato a  $\text{Fe}^{+3}$  (n.ossidazione +3).

Se il ferro si ossida,  $\text{HNO}_3$  è l'ossidante, il quale in ambiente acido produce  $\text{NO}_2$  .In questo caso l'azoto N dell'acido nitrico (n.ossidazione = +5 ) forma  $\text{NO}_2$  in cui l'azoto ha n.ossidazione +4.

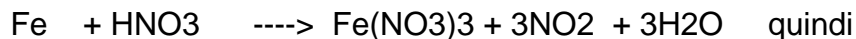
Le due semireazioni sono:



moltiplichiamo la prima semireazione per il n.di elettroni della seconda e la seconda semireazione per il n.di elettroni della prima.



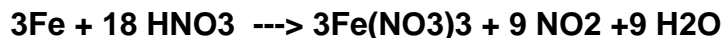
il quesito ci dice che si forma  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  quindi la reazione deve essere



ma in questo caso non verrebbero bilanciate  $\text{NO}_2$  ed  $\text{H}_2\text{O}$  per cui dobbiamo moltiplicare sino a che tutto non sia bilanciato

$3 \text{ Fe} + 9 \text{ HNO}_3 \rightarrow 3 \text{ Fe}(\text{NO}_3)_3 + 9 \text{ NO}_2 + 9 \text{ H}_2\text{O}$  ma ancora non abbiamo il bilanciamento

se però aumentiamo  $\text{HNO}_3$  del doppio allora la reazione sarà bilanciata



dalla reazione bilanciata vediamo che per 3 atomi di Fe ( 3 x Peso del Fe che è 55,85 g) occorrono 18 molecole di  $\text{HNO}_3$  ( 18 x 63 g che è il Pmolecolare di  $\text{HNO}_3$ ) e si formano 3 molecole di  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  cioè 3 x 241,9 g.

Facciamo la proporzione: se da 3x55,85 g di Fe si ottengono 3 x 241,9 g di  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  allora da X g si ottengono 10 g di  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$

$$167,55 : 725,7 = X : 10 \quad X = 1675,5 / 725,7 = 2,3 \text{ g di ferro per ottenere 10 g di } \text{Fe}(\text{NO}_3)_3$$

analoga proporzione viene fatta per l'acido nitrico :

se da 18x63 g di  $\text{HNO}_3$  si ottengono 3x 241,9 di  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  allora da X si otterranno 10 g

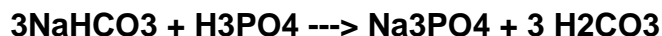
$$1134 : 725,7 = X : 10 \quad X = 11340 / 725,7 = 15,62 \text{ g di } \text{HNO}_3 \text{ che servono per ottenere 10 g di } \text{Fe}(\text{NO}_3)_3$$

Pertanto per preparare 10 g di  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  occorrono 2,3 g di Fe e 15,62 g di  $\text{HNO}_3$

**5- Con opportune reazioni è possibile trasformare il bicarbonato di sodio( $\text{NaHCO}_3$ ) in fosfato trisodico  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  . Calcolare quanti g di bicarbonato sono necessari per preparare 1 g di  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .**

soluzione

La prima cosa da fare, come sappiamo, è bilanciare la reazione di formazione del fosfato trisodico cioè:  $\text{NaHCO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{CO}_3$  che bilanciata è:



da questa reazione si evince che da 3 molecole di  $\text{NaHCO}_3$  ( 3 x 84 g ) si ottiene 1 molecola di  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  ( 1 x 163,94 g ) .

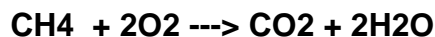
La proporzione quindi è:

se da 252 g di bicarbonato si ottengono 163,9 g di fosfato allora da X g se ne ottiene 1 g

$$252: 163,94 = X : 1 \quad X = 252/163,94 = 1,537 \text{ g}$$

Pertanto, per ottenere 1 g di  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  occorre usare 1,537 g di  $\text{NaHCO}_3$

**6- Quanti grammi di  $\text{CO}_2$  si ottengono facendo reagire 4 g di  $\text{CH}_4$  con 4 g di  $\text{O}_2$  secondo la reazione**



**soluzione**

dalla reazione si vede che da 16 g di  $\text{CH}_4$  e 64 g di Ossigeno si ottengono 44 g di  $\text{CO}_2$ , ne consegue che ogni 16 g di  $\text{CH}_4$  necessitano 64 g di  $\text{O}_2$  quindi per 4 g di  $\text{CH}_4$  necessiterebbero X g di  $\text{O}_2$  cioè 16 g. Evidentemente la quantità di  $\text{CO}_2$  che si forma è limitata dalla quantità di Ossigeno quindi se da 64 g di O si ottengono 44 g di  $\text{CO}_2$  da 4 g se ne ottengono X

$$X = 2,75 \text{ g di } \text{CO}_2$$

**ESERCIZI IN CUI OCCORRE CALCOLARE IL VOLUME DEL GAS OTTENUTO IN UNA REAZIONE**

7- 10 g di  $\text{CH}_4$  vengono fatti reagire con ossigeno ed il gas ottenuto ha una temperatura di  $30 \text{ C}^\circ$  alla pressione di 1 atmosfera. Che volume di gas si è sviluppato?

soluzione



sappiamo che da 16 g di  $\text{CH}_4$  si ottengono 44 g di  $\text{CO}_2$  quindi da 10 g se ne ottengono X

$$X = 440/16 = 2,75 \text{ g di } \text{CO}_2$$

Sapendo inoltre che  $PV = (g/PM) RT$  allora  $V = (g/PM) RT / P$

$$V = (2,75/44) 0,0821 \times 273+30 / 1$$

$V = 1,554$  litri di  $\text{CO}_2$  sviluppati nella reazione di 10 g di  $\text{CH}_4$  con  $\text{O}_2$

**8- sapendo che in una reazione si formano 2,75 g di un gas in un volume di 1,555 litri alla temperatura di  $30 \text{ C}^\circ$  calcolare il PM del gas**

soluzione



$PV = g/PM \text{ RT}$  da cui  $PM = g \text{ RT} / PV = 2,75 \times 0,0821 \times 303 / 1 \times 1,555 = 44 \text{ g}$

Cloruro di sodio ed acido solforico reagiscono secondo la reazione  $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$ . Si calcoli quanti grammi di HCl possono ottenersi dalla reazione di 10,00 g di NaCl con 10,00 g di H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.  
(p. /.: NaCl=58,45 ; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>=98,08 ; HCl=36,46)

Trattando con idrogeno a caldo l'ossido di ferro Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, si elimina H<sub>2</sub>O e resta Fe. Si calcoli la quantità di ferro che può ottenersi mediante detta reazione da 1,000 kg di minerale che contiene il 45,0% di Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.  
(p. a.: Fe= 55,85 ; O=16,00)

In base alla reazione  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ , si calcoli quanti grammi di NO si ottengono da 10,00 g di NH<sub>3</sub>, e 10,00 g di O<sub>2</sub>.  
(p.f.: NH<sub>3</sub>=17,02 ; NO=30,00).

Problema 40 (vedi problema svolto n. 10)

Trattando con idrogeno a caldo l'ossido di ferro Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, si elimina H<sub>2</sub>O e resta Fe. Si calcoli la quantità di ferro che può ottenersi mediante detta reazione da 1,000 kg di minerale che contiene il 45,0% di Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.  
(p. a.: Fe= 55,85 ; O=16,00).

Problema 41 (vedi problema svolto n. 18)

Nella molecola di un composto compaiono 2 atomi Cl, e questo elemento costituisce il 38,76% in peso del composto: si calcoli il peso molecolare di questo.

(p. a. Cl= 35,45).

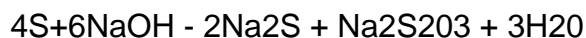
I risultati dei problemi proposti in questa pagina sono riportati a pag. 29.

Si calcoli quanti grammi di iodato di sodio (NaIO<sub>3</sub>) e di idrossido di sodio (NaHSO<sub>3</sub>) debbono reagire secondo l'equazione che  $2\text{NaIO}_3 + 5\text{NaHSO}_3 \rightarrow 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{NaHSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$  per ottenere g 1,269 di iodio.

(p. a.: Na=23,00 ; I= 126,90 ; O= 16,00 ; S=32,06)

Si calcoli quanti grammi di CuCO<sub>3</sub>. Cu(OH)<sub>2</sub> occorre trattare opportune operazioni chimiche, per ottenere 10,00 g di CuSO<sub>4</sub> . 5  
(p. a.: Cu=63,55 ; C=12,00 ; O=16,00 ; S=32,06)

Facendo reagire n grammi di zolfo con un eccesso di idrossido di sodio secondo la reazione



sono stati ottenuti g 9,522 di Na<sub>2</sub>S. Si calcoli il valore di n, e i grammi di tiosolfato di sodio (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) formati.

(p. a.: S=32,06; Na= 23,00 ; O=16,00).