

## REAZIONI CHIMICHE



A, B = reagenti

C, D = prodotti

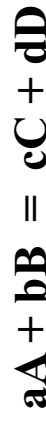


propano

## BILANCIAMENTO DELL'EQUAZIONE DI

### REAZIONE

(principio di conservazione della massa)



**a, b, c, d = COEFFICIENTI STECHIOMETRICI**

devono essere tali che il numero e il tipo di

atomi presenti a sinistra dell'equazione siano

esattamente uguali al numero e al tipo di

atomi presenti a destra dell'equazione



stechiometria-reagente  
limitante

1



Una reazione chimica bilanciata indica i rapporti quantitativi **molari** secondo cui le specie prendono parte alla reazione.

Nella pratica spesso non ci si trova a lavorare con quantità stechiometricamente esatte dei reagenti ma uno dei reagenti è presente in quantità minori rispetto a quelle richieste dalla stechiometria della reazione

### REAGENTE LIMITANTE

(limita la quantità di prodotto che si può formare)

stechiometria-reagente  
limitante

2

## ESERCIZIO 1

Data la reazione:



Calcolare quanti g di cloruro di ammonio si formano partendo da 50 g di cloruro di alluminio e 130 g di clorito di ammonio.

( p.a.: Al = 27 u.m.a.

Cl = 35 u.m.a.

N = 14 u.m.a.)

stechiometria-reagente  
limitante

3

**Bilanciamento della reazione:**



**Calcolo del numero di moli dei reagenti:**

$$n = \frac{g}{\text{PM}}$$

$$\text{P.M. AlCl}_3 = 27 + 35 \cdot 3 = 132 \text{ uma}$$

$$n_{\text{AlCl}_3} = \frac{50 \text{ g}}{132 \text{ g/mol}} = 0,379 \text{ moli}$$

$$\text{P.M. NH}_4\text{ClO}_2 = 14 + 1 \cdot 4 + 35 + 16 \cdot 2 = 85 \text{ uma}$$

$$n_{\text{NH}_4\text{ClO}_2} = \frac{130 \text{ g}}{85 \text{ g/mol}} = 1,53 \text{ moli}$$

**....dalla stechiometria della rex:**

$$1 \text{ mol}_{\text{AlCl}_3} : 3 \text{ mol}_{\text{NH}_4\text{ClO}_2} = 0,379 \text{ mol}_{\text{AlCl}_3} : x \text{ mol}_{\text{NH}_4\text{ClO}_2}$$

$$\Rightarrow n_{\text{NH}_4\text{ClO}_2} = 3 \cdot 0,379 = 1,137 \text{ mol}$$

moli di  $\text{NH}_4\text{ClO}_2$  che reagiscono

stechiometricamente con

0,379 moli di  $\text{AlCl}_3$

stechiometria-reagente  
limitante

4

0,379 moli di  $\text{AlCl}_3$  reagiscono con 1,37 moli di  $\text{NH}_4\text{ClO}_2$ . Restano  $1,53 - 1,37 = 0,16$  moli di  $\text{NH}_4\text{ClO}_2$ .

$\text{AlCl}_3$  è il reagente limitante

Quante moli di  $\text{NH}_4\text{Cl}$  si formano?

....dalla stechiometria della rex:



$$1 \text{ mol}_{\text{AlCl}_3} : 3 \text{ mol}_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 0,379 \text{ mol}_{\text{AlCl}_3} : x \text{ mol}_{\text{NH}_4\text{Cl}}$$

$$\Rightarrow n_{\text{NH}_4\text{Cl}} \text{ che si formano} = 3 \cdot 0,379 = 1,137 \text{ mol}$$

$$\text{P.M. NH}_4\text{Cl} = 14 + 1 \cdot 4 + 35 = 53 \text{ uma}$$

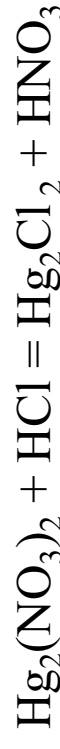
$$\begin{aligned} g_{\text{NH}_4\text{Cl}} \text{ che si formano} &= 1,137 \text{ mol} \cdot 53 \text{ g/mol} = \\ &= 60,261 \text{ g} \end{aligned}$$

stechiometria-reagente  
limitante

5

## ESERCIZIO 2

Il nitrato mercurioso reagisce con acido cloridrico per formare cloruro mercurioso e acido nitrico:



Dopo aver bilanciato la reazione stabilire quanti g di cloruro mercurioso si ottengono dalla reazione di 10 g di nitrato mercurioso e 3 g di acido cloridrico.

$$(\text{ p.a.: Hg} = 200 \text{ u.m.a.}$$

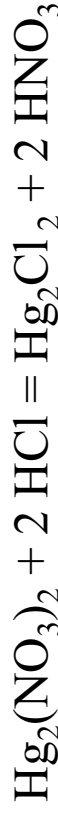
$$\text{Cl} = 35 \text{ u.m.a.}$$

$$\text{N} = 14 \text{ u.m.a.)}$$

stechiometria-reagente  
limitante

6

### Bilanciamento della reazione:



### Calcolo del numero di moli dei reagenti:

$$\text{P.M. Hg}_2(\text{NO}_3)_2 = 524 \text{ uma}$$

$$n_{\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2} = \frac{10 \text{ g}}{524 \text{ g/mol}} = 0,02 \text{ moli}$$

$$\text{P.M. HCl} = 1 + 35 = 36 \text{ uma}$$

$$n_{\text{HCl}} = \frac{3 \text{ g}}{36 \text{ g/mol}} = 0,08 \text{ moli}$$

### ....dalla stechiometria della rex:



$$\Rightarrow n_{\text{HCl}} = 2 \cdot 0,02 = 0,04 \text{ mol}$$

moli di HCl che reagiscono  
stechiometricamente con  
0,02 moli di  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$

stechiometria-reagente  
limitante

7

$\Rightarrow$  0,02 moli di  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$  reagiscono con  
0,04 moli di HCl. Restano 0,08-0,04=0,04  
moli di HCl

$\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$  è il reagente limitante,  
HCl è il reagente in eccesso.

quante moli di  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  si formano?

....dalla stechiometria della rex:



Per ogni mole di  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$  che reagisce si  
forma 1 mole di  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  quindi se reagiscono  
0,02 moli di  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$  si formano 0,02 moli di  
 $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$

**P.M.  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2 = 470 \text{ uma}$**

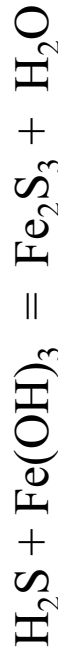
$$\begin{aligned} \mathbf{g_{\text{Hg}_2\text{Cl}_2} \text{ che si formano} = 0,02 \text{ mol} \cdot 470 \text{ g/mol} =} \\ = \mathbf{9,4 \text{ g}} \end{aligned}$$

stechiometria-reagente  
limitante

8

### ESERCIZIO 3

L'acido solfidrico reagisce con l'idrossido ferrico secondo la seguente reazione:



Dopo aver bilanciato la reazione stabilire quanti g di solfuro ferrico si formano a partire da 3,4 g di  $\text{H}_2\text{S}$  e 5,3 g di  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

( p.a.: Fe = 55,8 u.m.a.

S = 32 u.m.a.

O = 16 u.m.a.)

stechiometria-reagente  
limitante

9

### **Bilanciamento della reazione:**



### **Calcolo del numero di moli dei reagenti:**

P.M.  $\text{H}_2\text{S} = 34$  uma

$$n_{\text{H}_2\text{S}} = \frac{3,4 \text{ g}}{34 \text{ g/mol}} = 0,1 \text{ moli}$$

P.M.  $\text{Fe}(\text{OH})_3 = 107$  uma

$$n_{\text{Fe}(\text{OH})_3} = \frac{5,3 \text{ g}}{107 \text{ g/mol}} = 0,049 \text{ moli}$$

### **....dalla stechiometria della rex:**



$$\Rightarrow n_{\text{Fe}(\text{OH})_3} = 2 \cdot 0,1 / 3 = 0,067 \text{ mol}$$

moli di  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  che reagiscono

stechiometricamente con 0,1 moli di  $\text{H}_2\text{S}$

stechiometria-reagente  
limitante

10

⇒ Le moli di  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  che si hanno a disposizione sono inferiori a quelle stechiometricamente richieste per la reazione di tutto l'acido solfidrico  
 **$\text{Fe}(\text{OH})_3$  è il reagente limitante (reagisce tutto),  $\text{H}_2\text{S}$  è il reagente in eccesso.**

**quante moli di  $\text{Fe}_2\text{S}_3$  si formano?**

**....dalla stechiometria della rex:**



$$2 \text{mol}_{\text{Fe}(\text{OH})_3} : 1 \text{mol}_{\text{Fe}_2\text{S}_3} = 0,049 \text{ mol}_{\text{Fe}(\text{OH})_3} : x \text{ mol}_{\text{Fe}_2\text{S}_3}$$

$$n_{\text{Fe}_2\text{S}_3} \text{ che si formano} = 0,049/2 = 0,024 \text{ moli}$$

$$\text{P.M. } \text{Fe}_2\text{S}_3 = 208 \text{ uma}$$

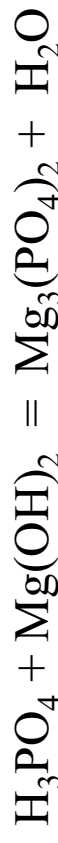
$$g_{\text{Fe}_2\text{S}_3} \text{ che si formano} = 0,024 \text{ mol} \cdot 208 \text{ g/mol} = 5,096 \text{ g}$$

stechiometria-reagente  
limitante

11

## ESERCIZIO 4

L'acido fosforico reagisce con l'idrossido di magnesio secondo la seguente reazione:



Dopo aver bilanciato la reazione stabilire quanti g di acqua si formano a partire da 18 g di  $\text{H}_3\text{PO}_4$  e 17 g di  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ .

$$(\text{ p.a.: } \text{P} = 31 \text{ u.m.a.}$$

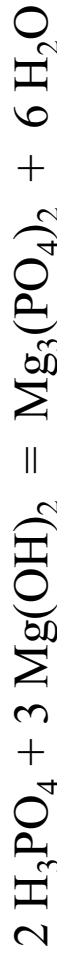
$$\text{Mg} = 24 \text{ u.m.a.}$$

$$\text{O} = 16 \text{ u.m.a.})$$

stechiometria-reagente  
limitante

12

### Bilanciamento della reazione:



### Calcolo del numero di moli dei reagenti:

$$\text{P.M. H}_3\text{PO}_4 = 98 \text{ uma}$$

$$n_{\text{H}_3\text{PO}_4} = \frac{18 \text{ g}}{98 \text{ g/mol}} = 0,183 \text{ moli}$$

$$\text{P.M. Mg}(\text{OH})_2 = 58 \text{ uma}$$

$$n_{\text{Mg}(\text{OH})_2} = \frac{17 \text{ g}}{58 \text{ g/mol}} = 0,293 \text{ moli}$$

### ....dalla stechiometria della rex:



$$\begin{aligned} \longrightarrow n_{\text{Mg}(\text{OH})_2} &= 3 \cdot 0,183 / 2 = 0,274 \text{ mol} \\ &\text{moli di Mg}(\text{OH})_2 \text{ che} \\ &\text{reagiscono} \\ &\text{stechiometricamente con} \\ &0,183 \text{ moli di H}_3\text{PO}_4 \end{aligned}$$

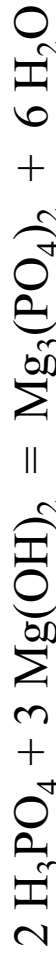
stechiometria-reagente  
limitante

13

$$\begin{aligned} \longrightarrow & 0,183 \text{ moli di H}_3\text{PO}_4 \text{ reagiscono con } 0,274 \\ & \text{moli di Mg}(\text{OH})_2. \text{ Restano } 0,293 - 0,274 = \\ & 0,019 \text{ moli di Mg}(\text{OH})_2 \end{aligned}$$

**H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> è il reagente limitante,  
Mg(OH)<sub>2</sub> è il reagente in eccesso.**  
**quante moli di H<sub>2</sub>O si formano?**

**....dalla stechiometria della rex:**



$$n_{\text{H}_2\text{O}} \text{ che si formano} = 6 \cdot 0,183 / 2 = 0,549 \text{ moli}$$

$$\text{P.M. H}_2\text{O} = 18 \text{ uma}$$

$$\begin{aligned} g_{\text{H}_2\text{O}} \text{ che si formano} &= 0,549 \text{ mol} \cdot 18 \text{ g/mol} = \\ &= 9,88 \text{ g} \end{aligned}$$

stechiometria-reagente  
limitante

14

## ESERCIZIO 5

Il ferro reagisce con acido cloridrico secondo la reazione:



Dopo aver bilanciato la reazione stabilire quanti g di cloruro ferroso si formano dalla reazione tra 10 g di Fe e 4,32 g di HCl

( p.a.: Fe = 56 u.m.a.  
Cl = 35 u.m.a.)

stechiometria-reagente  
limitante

15

### Bilanciamento della reazione:



### Calcolo del numero di moli dei reagenti:

$$n_{\text{Fe}} = \frac{10 \text{ g}}{56 \text{ g/mol}} = 0,18 \text{ moli}$$

P.M. HCl= 36 uma

$$n_{\text{HCl}} = \frac{4,32 \text{ g}}{36 \text{ g/mol}} = 0,12 \text{ moli}$$

....dalla stechiometria della rex:

$$1 \text{ mol}_{\text{Fe}} : 2 \text{ mol}_{\text{HCl}} = 0,18 \text{ mol}_{\text{Fe}} : x \text{ mol}_{\text{HCl}}$$



Ogni mole di Fe reagisce

stechiometricamente con 2 moli di HCl. 0,18 moli di Fe quindi reagiscono

stechiometricamente con  $2 \cdot 0,18 = 0,36$  moli di HCl. Si hanno a disposizione solo 0,12 moli di HCl quindi

**HCl è il reagente in difetto**

stechiometria-reagente  
limitante

16



⇒ 0,12 moli di HCl reagiscono con  $0,12/2 = 0,06$  moli di Fe. Restano  $0,18 - 0,06 = 0,12$  moli di Fe

**quante moli di FeCl<sub>2</sub> si formano?**

**....dalla stechiometria della rex:**



Per ogni mole di Fe che reagisce si forma una mole di FeCl<sub>2</sub>. Reagiscono 0,06 moli di Fe, quindi, si formano 0,06 moli di FeCl<sub>2</sub>.

**n<sub>FeCl<sub>2</sub></sub> che si formano = 0,06 moli**

**P.M. FeCl<sub>2</sub> = 126 uma**

**g<sub>FeCl<sub>2</sub></sub> che si formano = 0,06 mol · 126 g/mol = 7,55 g**

stechiometria-reagente  
limitante

17

## ESERCIZI

➤ Dalla reazione tra nitrito di argento e cloruro di magnesio si formano cloruro di argento e nitrito di magnesio. Dopo aver scritto e bilanciato la reazione, calcolare quanti g di nitrito di magnesio si formano a partire da 100 g di nitrito di argento e 70 g di cloruro di magnesio. (Mg = 24 uma; Cl = 35 uma; Ag = 107,8 uma; N = 14 uma) **(37,7 g)**

➤ L'idrossido di calcio reagisce con acido fosforico per dare fosfato di calcio ed acqua. Calcolare quanti g di fosfato di calcio si formano a partire da 100 g di idrossido di calcio e 100 g di acido fosforico. (Ca = 40 uma; P = 31 uma) **(139,5 g)**

➤ Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> per riscaldamento si decompone secondo la reazione (da bilanciare):



Calcolare la massa di ciascun prodotto di reazione che si forma quando sono decomposti 10 g di Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. (Pb = 207,2 uma; N = 14 uma) **(6,7g PbO; 2,78g di NO<sub>2</sub>; 0,483g di O<sub>2</sub>)**

stechiometria-reagente  
limitante

18

## ESERCIZI

- Bilanciata la reazione:



stabilire quanti g di  $\text{ZnCl}_2$  si formano facendo reagire 130 g di Zn con 36,5 g di HCl. ( Zn = 65,38 uma; Cl = 35,45 uma) (**68,14 g**)

- 15 g di rame metallico sono attaccati da acido solforico concentrato e a caldo.



Si calcoli la massa di solfato di rame anidro che si forma dalla reazione. ( Cu = 63,55 uma; S = 32 uma) (**28,5 g**)