

REAZIONI ED EQUAZIONI CHIMICHE

Per reazione chimica si intende la trasformazione di una o più sostanze chiamate REAGENTI in una o più sostanze chiamate PRODOTTI.

Le equazioni chimiche sono la traduzione scritta delle reazioni chimiche. Per poter scrivere l'equazione chimica corrispondente ad un determinato processo si devono conoscere le formule chimiche di tutti i reagenti e di tutti i prodotti di reazione.

Affinché l'equazione chimica acquisti anche un significato quantitativo è necessario che venga bilanciata, cioè che vengano scritti opportuni numeri interi, detti COEFFICIENTI STECHIOMETRICI o DI REAZIONE, davanti alle formule chimiche in modo che venga soddisfatto il principio di conservazione della massa.

PRINCIPIO DI CONSERVAZIONE DELLA MASSA: il numero totale degli atomi di tutti gli elementi presenti nei prodotti di reazione deve essere uguale al numero totale degli atomi di tutti gli elementi presenti nei reagenti.

Le equazioni chimiche scritte in forma ionica, dopo il bilanciamento, devono soddisfare sia il principio di conservazione della massa che il principio di conservazione della carica.

PRINCIPIO DI CONSERVAZIONE DELLA CARICA: la somma algebrica delle cariche degli ioni dei prodotti deve essere uguale alla somma algebrica delle cariche degli ioni dei reagenti.

Consideriamo una generica equazione chimica:



Informazioni ricavabili dall'equazione:

1. Le sostanze A e B sono i reagenti
2. Le sostanze L e M sono i prodotti
3. Il simbolo \rightarrow indica che i reagenti si trasformano completamente nei prodotti. Se la reazione è incompleta si usa il simbolo \rightleftharpoons .
4. I numeri a, b, l, m che precedono le formule sono i coefficienti stechiometrici e precisano il numero di moli di ogni specie reagente e di ogni specie prodotta.

Pertanto l'equazione indica che: a moli di A reagiscono con b moli di B per formare l moli di L e m moli di M.

Spesso accanto alle formule sono riportati i seguenti simboli:

- (g) indica che la sostanza è gassosa

- (l) indica che la sostanza è liquida
- (s) indica che la sostanza è solida
- (aq) indica una soluzione acquosa della sostanza

Le reazioni chimiche possono essere divise in due classi:

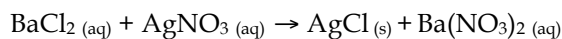
- reazioni che avvengono *senza trasferimento di elettroni* (reazioni di scambio, reazioni di neutralizzazione, reazioni di dissociazione)
- reazioni che avvengono *con trasferimento di elettroni* (reazioni di ossido riduzione o redox).

Il calcolo dei coefficienti stechiometrici è in genere semplice per reazioni di tipo a), mentre risulta spesso complesso per reazioni di tipo b).

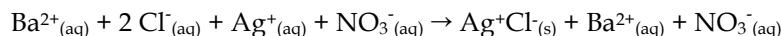
Esempi:

- Ad una soluzione acquosa di BaCl_2 viene aggiunta una soluzione acquosa di AgNO_3 . Si ottiene nitrato di bario e si osserva la precipitazione di un solido che risulta essere AgCl . Determinare se la reazione avviene con o senza trasferimento di elettroni e bilanciarla.

L'equazione chimica della reazione è la seguente:

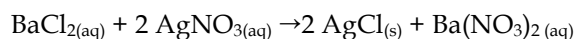


Essendo in soluzione acquosa possiamo scrivere:



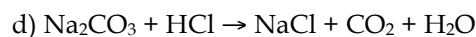
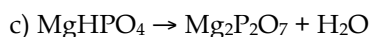
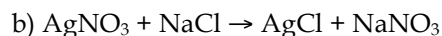
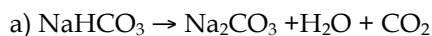
Durante la reazione non si ha alcuna modificazione della struttura elettronica degli ioni: la reazione avviene perciò senza trasferimento di elettroni.

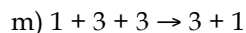
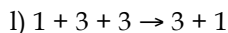
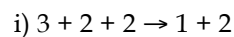
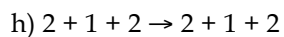
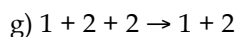
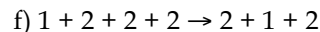
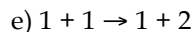
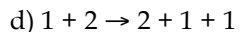
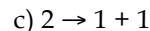
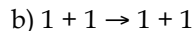
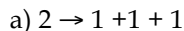
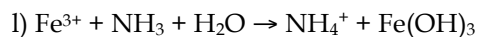
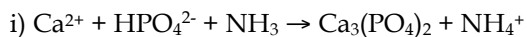
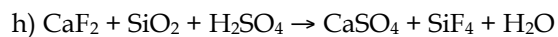
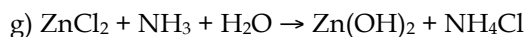
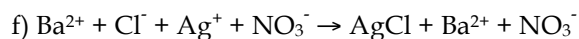
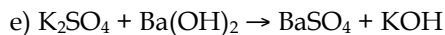
Il bilanciamento è semplice:



ESERCIZI SULLE REAZIONI SENZA TRASFERIMENTO DI ELETTRONI:

1) Bilanciare le seguenti reazioni:





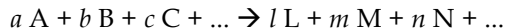
Rapporti ponderali nelle reazioni chimiche

Questi calcoli riguardano:

1. nota la quantità di un reagente, determinare la quantità necessaria di un altro reagente
2. nota la quantità di un prodotto, determinare la quantità di reagente necessaria per ottenerlo
3. note le quantità di reagenti, determinare la quantità di uno o più prodotti ottenibili (calcolo del reagente in difetto)
4. calcolo della resa o rendimento di una reazione

Rendimento di una reazione chimica

Consideriamo una generica equazione chimica:



definiamo *rendimento di una reazione chimica*, ad esempio del prodotto L rispetto al reagente A, per mezzo l'espressione:

$$\eta = (n_{L,f} / n_{L}^*) 100$$

in cui

$n_{L,f}$ = numero di moli di L che si sono formate

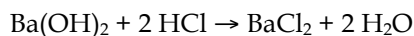
n_{L}^* = numero di moli di L teoriche che si formerebbero se tutto il reagente A si trasformasse completamente

Il valore del rendimento è importante perché indica quanto è stato sfruttato un reagente.

ESERCIZI:

1) Nota la quantità di un reagente, determinare la quantità necessaria di un altro reagente

Calcolare quanti grammi di HCl reagiscono con 60 g di Ba(OH)₂, secondo la reazione:



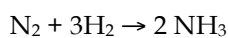
$$n_{\text{Ba(OH)}_2} = m_{\text{Ba(OH)}_2} / M_{\text{Ba(OH)}_2} = 60 \text{ g} / 171.34 \text{ g/mol} = 0.35 \text{ mol}$$

$$n_{\text{HCl}} = 2 n_{\text{Ba(OH)}_2} = 0.70 \text{ mol}$$

$$m_{\text{HCl}} = n_{\text{HCl}} M_{\text{HCl}} = 0.70 \text{ mol} \cdot 36.46 \text{ g/mol} = 25.5 \text{ g}$$

2) Nota la quantità di un prodotto, determinare la quantità di reagente necessaria per ottenerlo

Calcolare, secondo la reazione seguente, la quantità di H₂ necessaria per ottenere 10 g di NH₃:



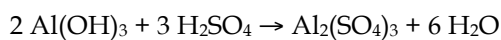
$$n_{\text{NH}_3} = m_{\text{NH}_3} / M_{\text{NH}_3} = 10 \text{ g} / 17.03 \text{ g/mol} = 0.59 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}_2} = 3/2 n_{\text{NH}_3} = 0.89 \text{ mol}$$

$$m_{\text{H}_2} = n_{\text{H}_2} M_{\text{H}_2} = 0.89 \text{ mol} \cdot 2.02 \text{ g/mol} = 1.80 \text{ g}$$

3) Note le quantità di reagenti, determinare la quantità di uno o più prodotti ottenibili (calcolo del reagente in difetto)..

Calcolare quanti grammi di Al₂(SO₄)₃ si ottengono da 500 g di Al(OH)₃ e 200 g di H₂SO₄, secondo la reazione:



$$n_{\text{Al(OH)}_3} = m_{\text{Al(OH)}_3} / M_{\text{Al(OH)}_3} = 500 \text{ g} / 78.00 \text{ g/mol} = 6.41 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = m_{\text{H}_2\text{SO}_4} / M_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 200 \text{ g} / 98.07 \text{ g/mol} = 2.04 \text{ mol}$$

Quantità teorica di Al(OH)₃ (n*_{Al(OH)₃}) che reagirebbe con 2.04 mol di H₂SO₄:

$$n^*_{\text{Al(OH)}_3} = 2/3 n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 3.04 \text{ mol}$$

$$n^*_{\text{Al(OH)}_3} < n_{\text{Al(OH)}_3} \quad \text{per cui risulta:}$$

Al(OH)₃: reagente in eccesso

H₂SO₄: reagente in difetto

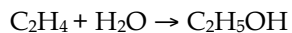
Il calcolo deve essere impostato sul reagente in difetto.

$$n_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} = 1/3 n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0.68 \text{ mol}$$

$$m_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} = n_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} M_{\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3} = 0.68 \text{ mol } 342.14 \text{ g/mol} = 232.6 \text{ g}$$

4) Calcolo della resa o rendimento di una reazione

a- Calcolare il rendimento della reazione



Sapendo che da 100 kg di C₂H₄ si ottengono 70 kg di C₂H₅OH.

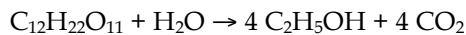
$$n_{\text{C}_2\text{H}_4} = m_{\text{C}_2\text{H}_4} / M_{\text{C}_2\text{H}_4} = 100 \cdot 10^3 \text{ g} / 28.0 \text{ g/mol} = 3.57 \cdot 10^3 \text{ mol}$$

$$n_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = m_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} / M_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 70 \cdot 10^3 \text{ g} / 46.0 \text{ g/mol} = 1.52 \cdot 10^3 \text{ mol}$$

$$n^*_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = n_{\text{C}_2\text{H}_4} = 3.57 \cdot 10^3 \text{ mol}$$

$$\eta_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} / \text{C}_2\text{H}_4} = (n_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} / n^*_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}) 100 = (1.52/3.57) 100 = 42.6\%$$

b- Il saccarosio in presenza di alcuni enzimi si trasforma in alcol etilico:



Determinare il rendimento della reazione sapendo che da 1 kg di saccarosio si ottengono 260 g di alcol etilico.

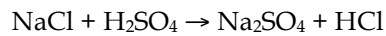
$$n_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = m_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} / M_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 260 \text{ g} / 46.0 \text{ g/mol} = 5.65 \text{ mol}$$

$$n_{\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}} = m_{\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}} / M_{\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}} = 1000 \text{ g} / 342.0 \text{ g/mol} = 2.92 \text{ mol}$$

$$n^*_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 4 n_{\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}} = 4 \cdot 2.92 = 11.68 \text{ mol}$$

$$\eta_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} / \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}} = (n_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} / n^*_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}) 100 = (5.65/11.68) 100 = 48.4\%$$

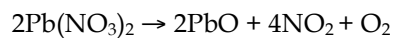
5) Un eccesso di NaCl è fatto reagire con 100 kg di H₂SO₄ secondo la reazione (da bilanciare):



Si calcoli la massa in grammi di Na₂SO₄ e HCl che si sono formati dalla reazione.

Risultato) 74.5 kg di HCl e 145 kg di Na₂SO₄.

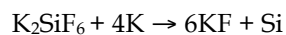
6) Pb(NO₃)₂ per riscaldamento si decompone secondo la reazione:



Calcolare la massa di ciascun prodotto di reazione che si forma quando sono decomposti 10.0 g di Pb(NO₃)₂

Risultato) PbO: 6.74 g; NO₂: 2.78 g; O₂: 0.483.

7) Il silicio fu preparato per la prima volta allo stato elementare dalla reazione:



Calcolare quanto silicio si ottiene per ogni Kg di K₂SiF₆ (esafluorosilicato di potassio) e quanto potassio si consuma.

Risultato) Si: 127.5 g; K: 711 g.
