

Determinazione della massa molare di una sostanza incognita

La determinazione della massa molare consente di ricavare una prima informazione su una sostanza incognita.

Si procede poi incrociando il dato ad altre determinazioni analitiche, fino a risalire alla sua struttura.

In generale, la massa molare si può determinare attraverso la **formula che mette in relazione massa e numero di moli**:

$$n = \frac{m}{M} \quad \text{da cui} \quad M = \frac{m}{n}$$

Quindi, dividendo la massa di una sostanza per il suo numero di moli, è sempre possibile risalire alla sua massa molare.

Per quanto riguarda specie in soluzione, è possibile ricorrere anche a **misurazioni sperimentali delle proprietà colligative**.

Nel caso dell'abbassamento crioscopico e dell'innalzamento ebullioscopico, la massa molare si determina rispettivamente come:

$$M = \frac{K_{cr} \cdot m_{\text{soluto}} \cdot i}{(\Delta T_{cr} \cdot m_{\text{solvente}})} \quad M = \frac{K_{eb} \cdot m_{\text{soluto}} \cdot i}{(\Delta T_{eb} \cdot m_{\text{solvente}})}$$

dove m_{solvente} è espressa in kg.

Nel caso invece, di **misurazioni della pressione osmotica**, la massa molare si determina come:

$$M = \frac{d \cdot R \cdot T \cdot i}{\pi}$$

dove d è la densità della soluzione, espressa in g/l.

Se si tratta di una specie gassosa, la determinazione della sua massa molare M_1 può essere determinata conoscendo la sua **velocità di diffusione** v_1 (ossia la velocità da cui fuoriesce attraverso un piccolissimo foro) e quella v_2 di una specie gassosa di riferimento dalla massa molare nota M_2 , nel rispetto della **legge di Graham**:

$$\frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{M_2}{M_1}$$

che si può esprimere anche in funzione dei tempi di effusione:

$$\frac{t_1^2}{t_2^2} = \frac{M_2}{M_1}$$

In alternativa, la massa molare di una specie gassosa può essere determinata per mezzo dell'equazione di stato dei gas ideali, dato che $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$, sapendo che:

$$n = \frac{m}{M}$$

e sostituendo nell'equazione di stato si ottiene:

$$P \cdot V = \frac{m}{M \cdot R \cdot T}$$

per cui si può isolare M come:

$$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{P \cdot V}$$



CO-PILOTA >

- 1** 7,5 g di una sostanza incognita non elettrolita vengono disciolti in 250 ml di acqua. La soluzione ottenuta congela a $-1,28\text{ }^{\circ}\text{C}$. Calcola la massa molare della sostanza. ($K_{\text{crH}_2\text{O}} = 1,86\text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{kg/mol}$).

SOLUZIONE

Poiché:

$$M = \frac{K_{\text{cr}} \cdot m_{\text{soluto}} \cdot i}{(\Delta T_{\text{cr}} \cdot m_{\text{solvente}})}$$

trattandosi di un non elettrolita, $i = 1$. Ricordiamo anche che la densità dell'acqua pura può essere considerata unitaria, pertanto $250\text{ ml} = 250\text{ g} = 0,25\text{ kg}$ di acqua. Inoltre:

$$\Delta T_{\text{cr}} = 0 - (-1,28\text{ }^{\circ}\text{C}) = 1,28\text{ }^{\circ}\text{C}$$

sostituendo il tutto, si ottiene:

$$M = \frac{1,86\text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 7,5\text{ g} \cdot 1}{(1,28\text{ }^{\circ}\text{C} \cdot 0,25\text{ kg})} = 43,6\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

- 2** Calcola la densità di una soluzione ottenuta sciogliendo del cloruro di potassio ($i = 2$) in acqua a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. La pressione osmotica registrata è di $1,31\text{ atm}$.

SOLUZIONE

Poiché:

$$M = \frac{d \cdot R \cdot T \cdot i}{\pi}$$

per determinare il valore della densità è necessario ricorrere alla formula inversa:

$$d = \frac{\pi \cdot M}{(R \cdot T \cdot i)}$$

La massa formula del cloruro di potassio KCl è pari a:

$$M_{\text{KCl}} = 39,10 + 35,45 = 74,55\text{ g/mol} \text{ e } 30\text{ }^{\circ}\text{C} = 303,15\text{ K}$$

pertanto:

$$d = \frac{1,31\text{ atm} \cdot 74,55\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{(303,15\text{ K} \cdot 0,082\text{ l} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 2)} = 1,96\text{ g/l}$$

- 3** In determinate condizioni, il metano diffonde attraverso un piccolo foro in 7 minuti; un gas incognito, invece, lo fa in 9 minuti. Calcola la massa molare del gas incognito.

SOLUZIONE

Poiché:

$$\frac{t_1^2}{t_2^2} = \frac{M_1}{M_2}$$

$$t_1 = 7\text{ minuti} \cdot 60 = 420\text{ s}$$

$$t_2 = 9\text{ minuti} \cdot 60 = 540\text{ s} \text{ e } M_{\text{1CH}_4} = 12,01 + 1,01 \cdot 4 = 16,05\text{ g/mol}$$

si ricava:

$$M_2 = \frac{M_1 \cdot t_2^2}{t_1^2} = \frac{16,05\text{ g/mol} \cdot 540^2\text{ s}^2}{420^2\text{ s}^2} = 26,5\text{ g/mol}$$



CO-PILOTA >

- 4** Calcola la massa molare di 20 g di un gas che a 1500 K esercita una pressione di 0,9 atm e occupa un volume di 40 l.

SOLUZIONE

Poiché:

$$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{P \cdot V}$$

sostituendo si ottiene che:

$$M = \frac{20 \text{ g} \cdot 0,082 \text{ l} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 1500 \text{ K}}{0,9 \text{ atm} \cdot 40 \text{ l}} = 68,3 \text{ g/mol}$$

PILOTA TU >

- A** Si sciolgono 10 g di un elettrolita ($i = 2$) in 520 ml di acqua. La soluzione ottenuta bolle a 100,46 °C. Calcola la massa molare della sostanza.

$$K_{\text{ebh}20} = 0,51 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$$

- B** 300 g di una soluzione di una proteina incognita, non elettrolita, occupano un volume di 280 ml a 25 °C. La pressione osmotica della soluzione è di 2,12 atm. Determina la massa molare della proteina.
- C** In determinate condizioni, l'ammoniaca diffonde da un piccolo foro in 58 s. Determina in quanto tempo diffonde l'anidride carbonica nelle stesse condizioni.