

Proprietà colligative di un campione di acqua di mare



LABORATORIO

Calcolo della molalità degli elettroliti presenti in acqua di mare

Come abbiamo visto, due importanti proprietà colligative dipendono dalla concentrazione molale del soluto: l'innalzamento ebullioscopico e l'abbassamento crioscopico. Per questa ragione, è necessario calcolare la molalità di ciascuno dei sali presenti in acqua di mare. Ricordiamo che $m = n_{\text{soluto}} / m_{\text{solvente}}$ (mol/kg)

Materiale occorrente

- Calcolatrice scientifica

Procedimento

Per calcolare il numero di moli di ogni soluto, è sufficiente dividere la sua massa per la propria massa molare.



▲ Acque dolci del fiume Tevere.

$$n_{\text{NaCl}} = \frac{m_{\text{NaCl}}}{58,45 \text{ g/mol}}$$

$$n_{\text{MgCl}_2} = \frac{m_{\text{MgCl}_2}}{95,21 \text{ g/mol}}$$

$$n_{\text{MgSO}_4} = \frac{m_{\text{MgSO}_4}}{120,38 \text{ g/mol}}$$

$$n_{\text{CaSO}_4} = \frac{m_{\text{CaSO}_4}}{136,15 \text{ g/mol}}$$

$$n_{\text{K}_2\text{SO}_4} = \frac{m_{\text{K}_2\text{SO}_4}}{174,27 \text{ g/mol}}$$

A questo punto, la concentrazione molale di ogni sale si ricava dividendo il valore relativo al numero di moli per la massa della sola acqua, calcolata per differenza al termine del laboratorio 1, da esprimere in chilogrammi dividendo per mille.

Per esempio, supponendo di avere 0,05 moli di NaCl in 20 g di acqua, si ottiene:

$$m_{\text{NaCl}} = \frac{n_{\text{NaCl}}}{m_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{0,05 \text{ mol}}{0,02 \text{ kg}} = 2,5 \text{ mol/kg}$$

	Massa molare (g/mol)	Massa soluto	Numero di moli soluto	m (g)
NaCl	58,45	$m_{\text{NaCl}} = m_{\text{tot sale}} \cdot 0,7776$	$n_{\text{NaCl}} = m_{\text{NaCl}} / 58,45$	$m_{\text{NaCl}} = n_{\text{NaCl}} / m_{\text{H}_2\text{O}}$
MgCl ₂	94,30	$m_{\text{MgCl}_2} = m_{\text{tot sale}} \cdot 0,1087$	$n_{\text{MgCl}_2} = m_{\text{MgCl}_2} / 95,21$	$m_{\text{MgCl}_2} = n_{\text{MgCl}_2} / m_{\text{H}_2\text{O}}$
MgSO ₄	120,36	$m_{\text{MgSO}_4} = m_{\text{tot sale}} \cdot 0,0473$	$n_{\text{MgSO}_4} = m_{\text{MgSO}_4} / 120,38$	$m_{\text{MgSO}_4} = n_{\text{MgSO}_4} / m_{\text{H}_2\text{O}}$
CaSO ₄	136,14	$m_{\text{CaSO}_4} = m_{\text{tot sale}} \cdot 0,0360$	$n_{\text{CaSO}_4} = m_{\text{CaSO}_4} / 136,15$	$m_{\text{CaSO}_4} = n_{\text{CaSO}_4} / m_{\text{H}_2\text{O}}$
K ₂ SO ₄	174,27	$m_{\text{K}_2\text{SO}_4} = m_{\text{tot sale}} \cdot 0,0245$	$n_{\text{K}_2\text{SO}_4} = m_{\text{K}_2\text{SO}_4} / 174,27$	$m_{\text{K}_2\text{SO}_4} = n_{\text{K}_2\text{SO}_4} / m_{\text{H}_2\text{O}}$
CaCO ₃	100,09	$m_{\text{CaCO}_3} = m_{\text{tot sale}} \cdot 0,0033$	$n_{\text{CaCO}_3} = m_{\text{CaCO}_3} / 100,09$	$m_{\text{CaCO}_3} = n_{\text{CaCO}_3} / m_{\text{H}_2\text{O}}$
MgBr ₂	183,8	$m_{\text{MgBr}_2} = m_{\text{tot sale}} \cdot 0,0026$	$n_{\text{MgBr}_2} = m_{\text{MgBr}_2} / 183,8$	$m_{\text{MgBr}_2} = n_{\text{MgBr}_2} / m_{\text{H}_2\text{O}}$



Previsione del punto di congelamento di un campione di acqua di mare

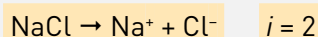
Dato che in acqua è presente una quantità considerevole di elettroliti, la temperatura di congelamento dell'acqua di mare è necessariamente inferiore a quella dell'acqua pura.

Il punto di congelamento di una soluzione acquosa, si determina attraverso la formula:

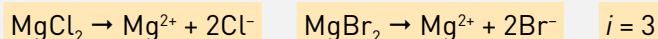
$$\Delta T_{cr} = K_{cr} \cdot m \cdot i$$

Ove ΔT_{cr} indica la variazione di temperatura a seguito del discioglimento di soluti in acqua; K_{cr} è detta costante crioscopica, che per l'acqua vale $1,86 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{kg/mol}$; m è la concentrazione molale del soluto; i è il **coefficiente di van't Hoff**.

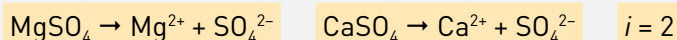
Nel caso di NaCl, i vale 2 perché si dissocia in uno ione Na^+ e uno ione Cl^- :



Nel caso di MgCl_2 e di MgBr_2 , i vale 3 perché si dissocia in uno ione Mg^{2+} e due ioni Cl^- (oppure Br^-):



Nel caso di MgSO_4 e di CaSO_4 , i vale 2 perché si dissocia in uno ione Mg^{2+} (o di Ca^{2+}) ed uno ione SO_4^{2-} :



Non considereremo CaCO_3 perché sale poco solubile e poco presente.

Dal momento che nell'acqua di mare sono presenti sei tipi di sale solubile, il valore di ΔT_{cr} terrà conto del contributo di ognuno di essi.

$$\Delta T_{cr} = 1,86 \cdot (m_{\text{NaCl}} \cdot 2 + m_{\text{MgCl}_2} \cdot 3 + m_{\text{MgSO}_4} \cdot 2 + m_{\text{CaSO}_4} \cdot 2 + m_{\text{K}_2\text{SO}_4} \cdot 3 + m_{\text{MgBr}_2} \cdot 3)$$



Previsione della pressione osmotica esercitata da un campione di acqua di mare

La pressione osmotica esercitata da una soluzione acquosa si calcola attraverso la formula:

$\pi = M \cdot R \cdot T \cdot i$ ove $R = 0,082 \text{ l} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ e T è la temperatura dell'acqua registrata in laboratorio ed espressa nella scala Kelvin.

Dal momento che l'acqua di mare possiede svariati elettroliti, il valore della pressione osmotica tiene conto del contributo di ciascuno di essi. Mentre però nelle precedenti determinazioni la concentrazione salina era espressa attraverso la molalità, in questo caso occorre riferirsi alla molarità.

La concentrazione molare di ogni sale può essere espressa attraverso la seguente formula:

$$M_{\text{sale}} = \frac{n_{\text{sale}}}{V_{\text{tot}}}$$

Pertanto, è possibile calcolare il valore della pressione osmotica attraverso la formula:

$$\pi = (M_{\text{NaCl}} \cdot 2 + M_{\text{MgCl}_2} \cdot 3 + M_{\text{MgSO}_4} \cdot 2 + M_{\text{CaSO}_4} \cdot 2 + M_{\text{K}_2\text{SO}_4} \cdot 3 + M_{\text{MgBr}_2} \cdot 3) \cdot 0,082 \text{ (l} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}) \cdot T$$