

Abbassamento crioscopico e innalzamento ebullioscopico

Siamo tutti a conoscenza del fatto che nella stagione invernale può essere necessario spargere sali sulle strade bagnate o innevate per evitare che durante la notte si formi uno strato di ghiaccio che renderebbe difficoltosa e pericolosa la circolazione dei veicoli.

Ma probabilmente non tutti sanno che questa misura preventiva è efficace perché il sale, sciogliendosi nell'acqua, ne abbassa il valore della temperatura di solidificazione così che, anche se la temperatura esterna va sottozero, il ghiaccio non può formarsi.

Questo fenomeno non riguarda solo le soluzioni acquose del sale più noto, il cloruro di sodio; più in generale si può affermare che sciogliendo una sostanza solida in un liquido *la temperatura di solidificazione della soluzione è minore di quella del solo solvente.*

Questo fenomeno può essere spiegato se si fa riferimento a quanto accade a livello particellare: nel passaggio dallo stato liquido a quello solido le molecole del liquido devono costruire un reticolo cristallino e la presenza delle particelle di soluto costituisce un ostacolo alla solidificazione del solvente.

La differenza tra la temperatura di solidificazione del solvente e quella alla quale inizia a solidificare la soluzione prende il nome di **abbassamento crioscopico** (Δt_c).

$$\Delta t_c = t \text{ solidificazione solvente} - t \text{ solidificazione soluzione}$$

Si può verificare sperimentalmente che l'abbassamento crioscopico è direttamente proporzionale alla concentrazione molale (C_m) della soluzione:

$$\Delta t_c = K_c \cdot C_m$$

La costante di proporzionalità K_c è chiamata *costante crioscopica* e rappresenta un valore caratteristico di ciascun solvente.

Nel caso dell'acqua K_c vale $1,86 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{kg/mol}$.

L'abbassamento crioscopico è dunque una proprietà delle soluzioni che, a parità di concentrazione, dipende soltanto dal tipo di solvente. In altre parole, la stessa quantità di sostanza sciolta in diversi solventi determina un abbassamento crioscopico differente.

La presenza di un soluto scarsamente volatile (per esempio, un solido o un liquido con temperatura di ebollizione molto più elevata di quella del solvente) modifica anche la temperatura di ebollizione del solvente. Infatti, è semplice verificare che, per esempio, l'acqua del mare bolle a una temperatura superiore a $100 \text{ }^\circ\text{C}$.

Più in generale, se si scioglie una sostanza poco volatile in un solvente si osserva che *la temperatura di ebollizione della soluzione è maggiore di quella del solo solvente.*

Questo aumento di temperatura si chiama **innalzamento ebullioscopico** (Δt_{eb}).

$$\Delta t_{eb} = t \text{ ebollizione soluzione} - t \text{ ebollizione solvente}$$

Anche in questo caso si può verificare sperimentalmente che la temperatura di ebollizione di una soluzione è tanto più elevata quanto maggiore è la concentrazione della soluzione.

Approfondimento

Più precisamente esiste una proporzionalità diretta tra la concentrazione molale della soluzione e il valore dell'innalzamento ebullioscopico:

$$\Delta t_e = K_{eb} \cdot C_m$$

Nel caso dell'acqua K_{eb} vale $0,52 \text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{Kg/mol}$. L'abbassamento crioscopico e l'innalzamento ebullioscopico trovano importanti applicazioni pratiche. Per esempio, sappiamo che il motore di un'automobile si riscalda a causa della reazione di combustione che avviene nei cilindri; per evitare che la temperatura raggiunga valori troppo elevati, gli autoveicoli sono dotati di un impianto di raffreddamento. Nel radiatore di questi impianti viene messo un fluido refrigerante chiamato comunemente *liquido antigelo*. Questo liquido normalmente è una soluzione acquosa al 50% di glicole etilenico (liquido poco volatile con temperatura di ebollizione di $198 \text{ }^\circ\text{C}$) con aggiunta di sostanze antiossidanti e anticorrosive.

A causa dell'abbassamento crioscopico e dell'innalzamento ebullioscopico questa miscela inizia a solidificare a $-38 \text{ }^\circ\text{C}$ e a bollire a $108 \text{ }^\circ\text{C}$; pertanto, rimanendo liquida in un ampio intervallo di temperatura, essa consente il raffreddamento del motore anche nelle condizioni meteorologiche più severe.

Infine possiamo ricordare che la determinazione dell'abbassamento crioscopico trova anche una curiosa applicazione a scopo analitico; essa infatti è usata per individuare una delle più semplici sofisticazioni del latte vaccino, cioè il suo annacquamento. Infatti il latte di una mucca sana è un liquido fisiologico che può essere considerato come una soluzione acquosa a concentrazione costante e quindi con un punto di congelamento noto; se il latte viene annacquato la concentrazione diminuisce e quindi diminuisce anche l'abbassamento crioscopico misurato.

- 1** Se si scioglie un po' di zucchero in acqua distillata, si ottiene una soluzione che:
- A) solidifica alla stessa temperatura di solidificazione dell'acqua distillata
 - B) solidifica a una temperatura più bassa della temperatura di solidificazione dell'acqua distillata
 - C) solidifica a una temperatura più alta della temperatura di solidificazione dell'acqua distillata
 - D) non può solidificare in alcun modo, qualunque sia la temperatura
 - E) solidifica a una temperatura più bassa di quella di solidificazione dello zucchero
- 2** Una soluzione è stata ottenuta sciogliendo 175 g di saccarosio in 200 g di acqua. Un'altra soluzione è stata ottenuta sciogliendo 18 g di saccarosio in 15 g di acqua. Quale delle due soluzioni inizia a bollire a temperatura maggiore?
- 3** La temperatura di fusione del benzene è $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Una soluzione di naftalina in benzene presenta un abbassamento crioscopico di $2,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. In base a questi dati puoi affermare che:
- A) la naftalina fonde a $3,2\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - B) la soluzione inizia a solidificare a $2,3\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - C) la soluzione inizia a solidificare a $3,2\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - D) il benzene fonde a $7,8\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - E) la soluzione inizia a fondere a $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e a solidificare a $2,3\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 4** Due soluzioni acquose di lattosio hanno rispettivamente concentrazione $0,5\text{ mol/kg}$ e $0,7\text{ mol/kg}$.
- a) Quale delle due inizia a solidificare alla temperatura maggiore?
 - b) Se vengono poste in un frigorifero alla temperatura è di $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ quale delle due soluzioni può solidificare?
- 5** Continuando a far bollire una soluzione ottenuta sciogliendo una sostanza solida in un solvente, si nota che la temperatura di ebollizione aumenta sempre. Come puoi spiegare questo fatto?