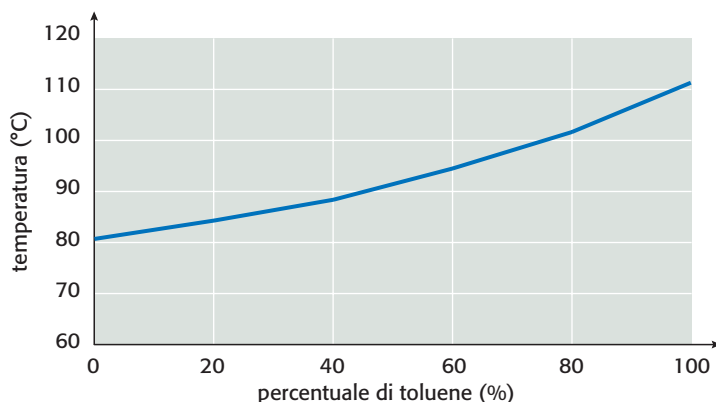


Temperatura e passaggi di stato delle soluzioni

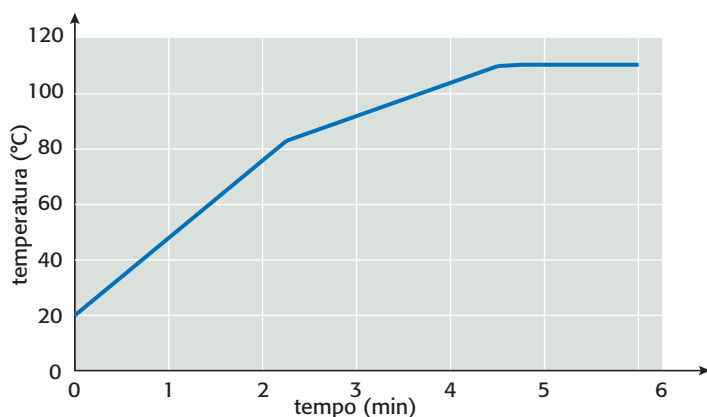
La temperatura di ebollizione delle miscele

La dissoluzione di una sostanza in un solvente può comportare un cambiamento di alcune proprietà del solvente stesso.

Iniziamo considerando il caso delle miscele, cioè le soluzioni di un liquido in un altro liquido. Per esempio, il benzene e il toluene sono due sostanze liquide a temperatura ambiente che si miscelano facilmente fra loro; come mostra il grafico della figura 1, le miscele a diversa composizione dei due liquidi entrano in ebollizione a temperature diverse, comprese tra la temperatura di ebollizione del benzene (80,5 °C) e quella del toluene (110,5 °C).



Consideriamo ora una delle miscele tra benzene e toluene. Scaldiamo la miscela e misuriamo la temperatura a intervalli regolari di tempo; nella figura 2 è mostrato il grafico che si ottiene.



Quando la miscela inizia a bollire la temperatura è di circa 84 °C ma questa non resta costante; il fatto che la temperatura aumenti significa che la composizione della miscela non resta costante. Infatti, come abbiamo visto nel grafico della figura 1, la temperatura di ebollizione della miscela aumenta se aumenta la percentuale di toluene. Soltanto quando nella miscela non c'è più benzene la temperatura di ebollizione resta costante, a 110,5 °C, perché questa è la temperatura di ebollizione della sostanza toluene.

Possiamo perciò affermare che quando una miscela di due liquidi bolle il vapore che si forma non ha la stessa composizione del liquido: precisamente contiene una percentuale maggiore del componente più volatile, cioè quello che ha la temperatura di ebollizione minore.

Proprio su questo fatto si basa la tecnica della distillazione frazionata che consente di separare i componenti liquidi di una miscela.

◀ **Figura 1** La curva del grafico consente di stabilire la temperatura di ebollizione di una miscela benzene-toluene con una data composizione. Per esempio, una miscela costituita dal 50% di toluene inizia a bollire alla temperatura di circa 90 °C.

◀ **Figura 2** La curva del grafico mostra l'andamento della temperatura del sistema durante il riscaldamento di una miscela benzene-toluene costituita dal 40% di toluene.

Per saperne di più

L'alcol utilizzato per la preparazione di liquori per infusione e per la conservazione di ciliegie e altri frutti è l'alcol etilico, una sostanza che si chiama



anche **etanolo**. Esso è ottenuto dalla distillazione frazionata di miscele in cui l'alcol è sciolto nell'acqua. In questo modo non si ottiene l'alcol puro, ma una miscela in cui è presente il 5% di acqua e il 95% di alcol. Questo fatto accade perché acqua ed etanolo mescolati in questa proporzione formano un **azeotropo**, cioè un particolare miscuglio che ha la proprietà, come le sostanze, di bollire a temperatura costante. Questa concentrazione è indicata in etichetta con il simbolo 95°.

L'abbassamento crioscopico e l'innalzamento ebullioscopico

Durante l'inverno può essere necessario spargere sale sulle strade bagnate o innevate per evitare che durante la notte si formi il ghiaccio. Ma non tutti sanno che questa misura preventiva è efficace perché il sale, sciogliendosi nell'acqua, ne abbassa la temperatura di solidificazione così che, anche se la temperatura esterna va sottozero, il ghiaccio non può formarsi.

La presenza di un soluto modifica la temperatura di solidificazione del solvente e in linea del tutto generale si può affermare che la *temperatura di solidificazione di una soluzione è minore di quella del solo solvente*.

Se si raffredda lentamente una soluzione si ha la solidificazione del solo solvente; di conseguenza la concentrazione della soluzione aumenta progressivamente e quindi la temperatura di solidificazione della soluzione non resta costante.

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 tanto maggiore quanto più è alta la concentrazione della soluzione.

La presenza di un soluto modifica anche la temperatura di ebollizione del solvente. Infatti, se si misura la temperatura di ebollizione dell'acqua del mare, si osserva che questa bolle a una temperatura superiore a 100 °C.

Più in generale, se si scioglie un solido in un solvente si può concludere che la *temperatura a cui inizia l'ebollizione della soluzione è maggiore di quella del solo solvente*.

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

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

Si può verificare sperimentalmente che la temperatura di ebollizione di una soluzione è tanto più alta quanto maggiore è la concentrazione della soluzione.

Per saperne di più



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. Questa miscela solidifica a -38 °C e bolle a 108 °C; pertanto, rimanendo liquida in un ampio intervallo di temperatura, garantisce il raffreddamento del motore nelle condizioni climatiche più severe, cioè quando fa molto caldo o molto freddo.

ESERCIZI

**Temperatura e passaggi di stato
delle soluzioni**

- 1 Continuando a far bollire una soluzione ottenuta sciogliendo un solido in un solvente, si nota che la temperatura di ebollizione aumenta sempre. Come puoi spiegare questo fatto?
- 2 Una soluzione è stata ottenuta sciogliendo 175 g di saccarosio in 200 mL di acqua. Un'altra soluzione è stata ottenuta sciogliendo 18 g in 15 mL di acqua. Quale delle due soluzioni inizia a bollire a temperatura maggiore?
- 3 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
- 4 L'abbassamento crioscopico indica:
 - A la differenza tra la temperatura di ebollizione del solvente e quella della soluzione
 - B la diminuzione della temperatura del solvente rispetto a quella della soluzione
 - C la diminuzione della temperatura di solidificazione di una soluzione rispetto a quella del solvente
 - D la temperatura di solidificazione del solvente di una determinata soluzione
 - E la differenza tra la temperatura di solidificazione e quella di ebollizione di una soluzione
- 5 Il termine *innalzamento ebullioscopico* indica:
 - A l'aumento della temperatura di ebollizione di una sostanza causato da una variazione di pressione
 - B la diminuzione della temperatura di ebollizione di una soluzione acquosa
 - C la diminuzione della temperatura di ebollizione del soluto causata dal solvente
 - D l'aumento della temperatura di ebollizione di una sostanza causato dalla presenza di un soluto
 - E la nuova temperatura di ebollizione di un solvente dovuta alla presenza di un soluto
- 6 La temperatura di ebollizione dell'etanolo è 79 °C. Se si riscalda fino all'ebollizione una miscela di acqua con questo alcol, si osserva che:
 - A a 79 °C bolle l'alcol e successivamente bolle l'acqua
 - B la miscela bolle alla temperatura costante di 79 °C
 - C la miscela inizia a bollire a una temperatura compresa tra 79 °C e 100 °C
 - D la miscela bolle a una temperatura costante compresa tra 79 °C e 100 °C
 - E l'alcol bolle a una temperatura superiore a 79 °C, l'acqua bolle a 100 °C
- 7 La temperatura di fusione del benzene è 5,5 °C. Una soluzione di naftalina in benzene presenta un abbassamento crioscopico di 2,3 °C. Questo ultimo dato significa che:
 - A la naftalina fonde a 3,2 °C
 - B la soluzione solidifica a 2,3 °C
 - C la soluzione solidifica a 3,2 °C
 - D il benzene fonde a 7,8 °C
 - E la soluzione fonde a 5,5 °C e solidifica a 2,3 °C