

Le trasformazioni fisiche della materia

- **Durante l'inverno, in montagna**, si raggiungono temperature molto basse per cui anche i laghi ghiacciano. La neve e il ghiaccio non sono altro che acqua allo stato solido. Le nuvole, invece, sono formate da microscopiche goccioline di acqua liquida o da sottilissimi aghi di ghiaccio solido.



1. Gli stati fisici della materia

La chimica si occupa dello studio delle proprietà più nascoste della materia e dei suoi cambiamenti. Le porzioni di materia su cui i chimici compiono le loro indagini sono dette *sistemi*.

Un **sistema** è una porzione delimitata di materia.

Un bicchiere d'acqua è un esempio di sistema. L'acqua è diversa dal bicchiere che la contiene; essa è liquida, incolore, inodore. Le parole *liquido*, *incolore*, *inodore* descrivono alcune proprietà dell'acqua. Noi riconosciamo la materia proprio attraverso le sue *proprietà caratteristiche*.

Gli oggetti hanno una massa e occupano uno spazio, ossia hanno un volume. Se esaminiamo alcuni oggetti secondo la loro forma vediamo che la materia può esistere in tre stati fisici diversi, denominati anche *stati di aggregazione della materia*: lo stato **solido**, lo stato **liquido** e lo stato **aeriforme** (gas o vapore) (**Figura 1.1**).



System

A body of matter under consideration.



Figura 1.1

Tre esempi di stati di aggregazione della materia: **A** fili di rame (stato solido), **B** gocce di mercurio (stato liquido) e **C** beuta contenente iodio (stato aeriforme).

I tre stati di aggregazione dipendono dal tipo di materia, dalla temperatura e dalla pressione. Per esempio, il ghiaccio è un solido e rimane tale soltanto se la temperatura si mantiene sotto 0 °C alla pressione di 1 atm.

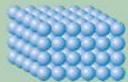


I corpi *solidi* hanno una massa, un volume e una forma definiti.

I corpi *liquidi* hanno una massa e un volume definiti, come i solidi, ma assumono la forma della parte di recipiente che li contiene.

Gli *aeriformi* hanno una massa propria ma si espandono fino a occupare tutto il volume disponibile e ad assumere la forma del recipiente che li contiene.

Inoltre gli aeriformi si possono comprimere, mentre i solidi e i liquidi sono, in larga misura, incompressibili (Tabella 1.1).

Tabella 1.1 Le proprietà caratteristiche dei tre stati di aggregazione della materia.

	Solidi 	Liquidi 	Aeriformi 
Volume	proprio	proprio	occupano tutto il volume disponibile
Forma	propria	assumono la forma del recipiente	assumono la forma del recipiente
Densità	alta	media	bassa
Effetto della pressione	incompressibili (a pressioni non elevate)	incompressibili (a pressioni non elevate)	compressibili

 **States of aggregation**

The states of aggregation of matter are three: solid, liquid, and gas.

Hai capito?

- Quale stato della materia ha un volume che dipende molto dalla pressione?
- Quale stato della materia è caratterizzato da una forma indefinita e da un volume definito?

2. I sistemi omogenei ed eterogenei

La materia può essere distinta in *omogenea* ed *eterogenea*. Per esempio, l'acqua contenuta in un bicchiere è visibilmente uniforme: ogni piccola parte dell'acqua ha lo stesso colore e la stessa densità di qualsiasi altra. Dato che tutte le parti dell'acqua hanno le stesse proprietà intensive, non sono distinguibili l'una dall'altra e sono fisicamente delimitate dal bicchiere, diremo che il sistema è costituito da una sola *fase*.

Si dice **fase** una porzione di materia, fisicamente distinguibile e delimitata, che ha proprietà intensive uniformi.

Se versiamo nel bicchiere di acqua alcuni cucchiaini di olio, poiché l'olio è un liquido che non si scioglie in acqua, vedremo due strati liquidi: l'acqua sotto e l'olio sopra (Figura 1.2). La materia contenuta nel bicchiere non è più uniforme.

In uno dei due strati avremo le proprietà intensive dell'acqua (colore, densità, ecc.) e nell'altro quelle dell'olio (colore, densità, ecc.). Diremo quindi che il contenuto del bicchiere è costituito da due distinte fasi, cioè che il sistema è eterogeneo.

Un sistema costituito da una sola fase è detto **omogeneo**; un sistema costituito da due o più fasi è detto **eterogeneo**.

Figura 1.2

L'olio è un liquido che non si scioglie in acqua.



3. Le sostanze pure e i miscugli

La materia può anche essere suddivisa in due categorie: le **sostanze pure** e i **miscugli**. Sia le sostanze pure sia i miscugli possono essere a loro volta *omogenei* o *eterogenei*.

■ Le sostanze pure

Secondo il linguaggio comune, l'acqua potabile, il latte e l'aria che respiriamo in alta montagna sono puri; quindi, la parola *purezza* è sinonimo di «non contaminato». In chimica, l'aggettivo *puro* assume un significato più preciso. Quando il chimico afferma che un corpo è puro vuol dire che esso è formato da una sola sostanza.

Un sistema è **puro** solo se è formato da una singola sostanza che possiede proprietà caratteristiche e ha una composizione costante.

Possiamo considerare l'acqua distillata un sistema puro mentre l'acqua di rubinetto non lo è, perché vi sono disciolte altre sostanze; infatti sul fondo del recipiente, dopo l'evaporazione, rimane un residuo bianco, i sali minerali che prima erano in soluzione.

Tutte le sostanze reali sono più o meno impure ma le impurezze non sono sempre indesiderabili. Per esempio il silicio, un semiconduttore usato nei circuiti elettronici, è puro al 99,9999% e le sue straordinarie proprietà sono dovute proprio alle impurezze che contiene.

I sistemi che esamineremo possono essere costituiti da una sola sostanza oppure da più sostanze. Un sistema formato da una sola sostanza può essere omogeneo oppure eterogeneo. L'acqua distillata allo stato liquido è un esempio di sistema omogeneo. Se si raffredda il sistema fino a 0 °C, l'acqua distillata in parte passa allo stato solido (ghiaccio) e in parte rimane liquida; si ottiene così un sistema *fisicamente eterogeneo*. Anche se è costituito da una sola sostanza pura e quindi è *chimicamente omogeneo*, il sistema presenta *due fasi distinte* (Figura 1.3).

■ I miscugli

I sistemi costituiti da due o più sostanze sono i **miscugli** (o **miscele**); anche i miscugli possono essere omogenei o eterogenei (Tabella 1.2).

Tabella 1.2 Valori di densità dell'acqua allo stato solido, liquido e aeriforme.

	Definizione	Sostanza	Miscuglio
Sistema omogeneo	è costituito da una sola fase	acqua pura, oro puro, cloruro di sodio puro	acqua di rubinetto, sale marino, acciaio
Sistema eterogeneo	è costituito da due o più fasi	acqua pura e ghiaccio	acqua e sabbia, legno, granito, latte, marmo, sabbia, fumo, nebbia

Substance

A form of matter that has constant chemical composition and characteristic properties (which cannot be separated into components without breaking chemical bonds).

Per saperne di più

Le impurezze intorno a noi



Figura 1.3

A Un sistema chimicamente e fisicamente omogeneo (acqua allo stato liquido); **B** un sistema chimicamente omogeneo (acqua) e fisicamente eterogeneo (presenza di due stati, liquido e solido).

Se prendiamo del sale da cucina e lo sciogliamo completamente in acqua, abbiamo un **miscuglio omogeneo**. I grani di sale, infatti, non sono più visibili neanche al microscopio e tutte le zone del miscuglio hanno le stesse proprietà intensive, cioè costituiscono *una singola fase*. Anche acqua e alcol formano un miscuglio omogeneo. Ai miscugli omogenei diamo il nome di *soluzioni*.

Un miscuglio omogeneo di due o più sostanze è chiamato **soluzione**. Il componente più abbondante del miscuglio è il **solvente**, mentre i componenti meno abbondanti si chiamano **soluti**.

Le soluzioni non sono soltanto liquide, come acqua e sale oppure acqua e zucchero. Esistono anche soluzioni gassose: l'aria che respiriamo è un miscuglio omogeneo di azoto, ossigeno e altri gas in percentuale minore. L'acciaio, il bronzo e le altre leghe metalliche sono invece esempi di soluzioni solide (Figura 1.4).

Nei **miscugli eterogenei** le differenti fasi sono visibili a occhio nudo o al microscopio. I grani di sabbia, per esempio, sembrano avere tutti la stessa composizione, ma con una semplice lente di ingrandimento è possibile stabilire la natura eterogenea di un campione di sabbia; invece, quando versiamo l'acqua gassata in un bicchiere, la fase liquida e la fase aeriforme si distinguono immediatamente (Figura 1.5).

Un miscuglio eterogeneo è costituito da componenti chimicamente definiti e da fasi fisicamente distinguibili.

I materiali a noi noti, per la maggior parte, non sono sostanze singole ma miscugli più o meno complessi di sostanze diverse.



Figura 1.4

A Le lenti a contatto sono conservate in appositi contenitori e immerse in una soluzione salina. **B** L'acciaio è una lega composta principalmente da ferro e carbonio. Alcuni acciai per la loro lucentezza e resistenza alla corrosione vengono usati in gioielleria.



Figura 1.5

A Un campione di sabbia ingrandito al microscopio ottico (ingrandimento 15×). **B** Acqua gassata.

Hai capito?

Vero o falso?

- a) Un sistema formato da una sola sostanza è sempre omogeneo. V F
- b) Molte sostanze che consideriamo pure contengono in realtà impurezze. V F
- c) Una soluzione è un miscuglio omogeneo. V F
- d) I componenti dei miscugli omogenei possono avere stati di aggregazione diversi. V F
- e) I componenti di un miscuglio eterogeneo sono visibili solo al microscopio. V F
- f) L'ottone, una lega di rame e zinco, è un esempio di miscuglio omogeneo. V F
- g) In una soluzione il solvente è il componente presente in minore quantità. V F

Miscugli eterogenei tra fasi differenti

I miscugli eterogenei possono presentare aspetti molto diversi al variare dello stato di aggregazione delle sostanze dalle quali sono composti (Figura 1.6). La **schiuma** è un tipico esempio di miscuglio costituito dalla dispersione di un gas in un liquido. Una soluzione saponosa si trasforma in schiuma insufflando aria con una cannuccia; allo stesso modo, la panna montata si forma incorporando una certa quantità d'aria.



Figura 1.6

A L'aumento della concentrazione delle polveri sottili (PM_{2,5}) è un indice dell'inquinamento atmosferico.

B Un gelato è un'emulsione e una schiuma insieme. La parte grassa (panna, latte o uova) è miscelata con una soluzione acquosa (zuccheri e aromi).

C Le vernici per il legno sono esempi di emulsioni, dove i pigmenti e le resine acriliche sono dispersi in un solvente acquoso.

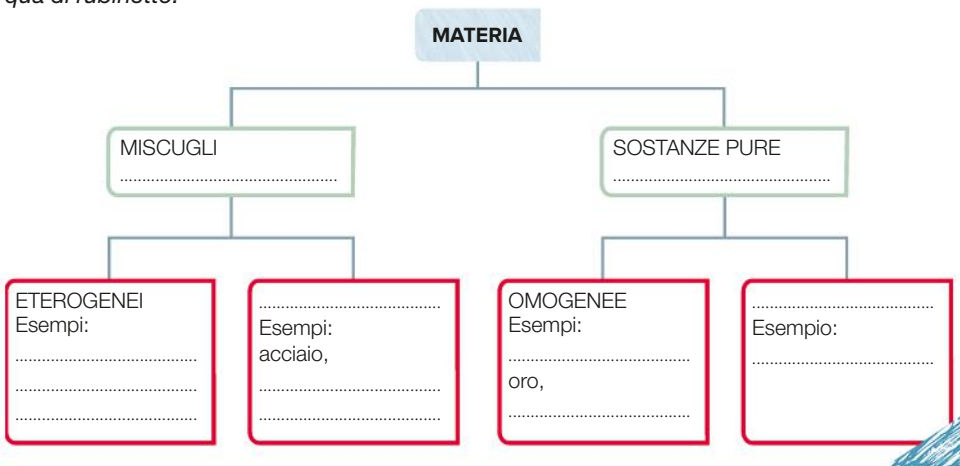
La **nebbia** è un miscuglio eterogeneo acqua-aria, formato da minuscole goccioline d'acqua disperse e sospese nell'aria, come nelle nubi, mentre il **fumo** è un miscuglio eterogeneo di un solido in un gas. Il termine «smog», una miscela di fumo e nebbia nociva per la salute, deriva dalle parole inglesi *smoke* (fumo) e *fog* (nebbia).

L'**emulsione** è un miscuglio eterogeneo tra due o più liquidi immiscibili tra loro; agitandoli energicamente si formano minuscole goccioline difficilmente separabili. La maionese è un esempio di emulsione, ottenuta agitando olio e tuorlo d'uovo.

Hai capito?

Completa la mappa inserendo le seguenti parole o definizioni:

omogenei • due o più componenti • aria • acqua distillata a 0 °C • nebbia • frullato • acqua distillata • sale da cucina • eterogenee • panna montata • un solo componente • acqua di rubinetto.



Per saperne di più
Le polveri sottili

Scarica **GUARDA!**
e inquadrami
per guardare i video



Figura 1.7
Effetto Tyndall dei raggi
del Sole.

Quando un raggio di Sole
attraversa l'aria, la luce viene
diffusa dalle particelle in
sospensione: si crea così l'effetto
Tyndall, tipico dei colloidi.



I colloidi sono miscugli speciali

Esiste inoltre una classe di materiali che ha caratteristiche intermedie tra miscugli omogenei ed eterogenei, i **colloidi**, i quali contengono particelle con un diametro compreso tra 10^{-9} e 10^{-6} cm disperse in un solvente.

Quando un raggio di luce attraversa i colloidi viene deviato dalla fase dispersa e compare una luminosità diffusa (*effetto Tyndall*, **Figura 1.7**). Se la fase disperdente è liquida o gassosa vengono detti *sol*, se invece è presente in quantità maggiore la fase solida sono detti *gel*.

Sono molto importanti a livello biologico e sono molto utilizzati nei processi industriali. Esempi

di colloidi sono: vetro colorato, dentifricio, latte, sangue, maionese, albume e tuorlo d'uovo, citoplasma delle cellule.

4. La solubilità

Se versiamo un cucchiaino di zucchero in un bicchiere di acqua e mescoliamo, otteniamo un miscuglio omogeneo; non riusciamo più a distinguere i cristalli di zucchero e la soluzione è dolce in modo uniforme. Continuiamo ad aggiungere zucchero e a mescolare: a un certo punto l'acqua non sarà più in grado di sciogliere il soluto che rimarrà indisciolto nel bicchiere, formando il *corpo di fondo*. La soluzione è **saturo**, contiene cioè la quantità massima possibile di soluto (**Figura 1.8**).

La **solubilità** è la quantità massima di soluto che si può sciogliere in una determinata quantità di solvente a una certa temperatura.

Solubility

The maximum amount of solute that will dissolve in a specific amount of solvent under stated conditions.

Figura 1.8
Una soluzione satura di
zucchero.



La solubilità varia da sostanza a sostanza e dipende dalle proprietà del soluto e del solvente: la benzina non è solubile in acqua ma forma una soluzione con l'olio.

Un altro fattore che influenza la solubilità è la temperatura. Nella maggioranza dei casi, la solubilità dei solidi e dei liquidi aumenta all'aumentare della temperatura, ma esistono eccezioni a questa regola. Per esempio, la temperatura non ha alcun effetto sulla solubilità del sale da cucina, il cloruro di sodio (Figura 1.9).

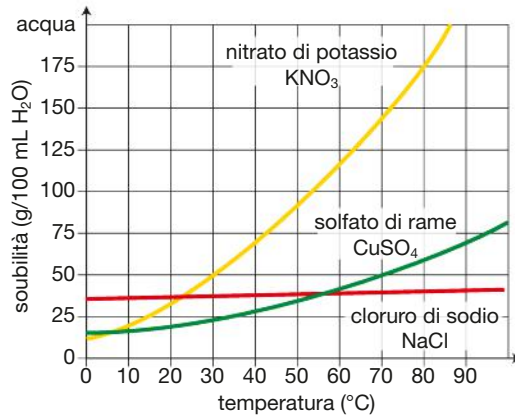


Figura 1.9

Andamento della solubilità in funzione della temperatura per alcune sostanze.

I gas invece sono più solubili a basse temperature e alte pressioni. Una bevanda gassata, cioè che contiene disciolto un gas, l'anidride carbonica (o diossido di carbonio), perde velocemente l'effervescenza se viene lasciata aperta e fuori dal frigorifero!

Hai capito?

Osserva il grafico della **Figura 1.9**.

- Come varia la solubilità del cloruro di sodio all'aumentare della temperatura?
- A che temperatura la solubilità del cloruro di sodio è uguale a quella del solfato di rame?
- Qual è la sostanza più solubile a 10 °C fra le tre rappresentate?

5. La concentrazione delle soluzioni

L'acqua di mare, un tè, il liquido per conservare le lenti a contatto sono esempi di soluzioni con le quali puoi avere a che fare nella vita di tutti i giorni. Hai mai provato, nel corso di una intera giornata, a renderti conto di quante e quali sono le soluzioni che usi?

Le soluzioni che contengono piccole quantità di soluto sono dette *diluite*, mentre quelle con elevate quantità di soluto sono dette *concentrate* (Figura 1.10).



Figura 1.10

Una soluzione più concentrata (A) contiene una maggiore quantità di soluto nell'unità di volume rispetto a una più diluita (B).



Video

Che cosa influenza la densità delle soluzioni?



Hai capito?

In 350 mL di una soluzione acquosa sono disciolti 105 g di cloruro di calcio, un sale impiegato come anti-ghiaccio sulle strade. Determina la concentrazione in g/L.

I due termini hanno però un significato poco preciso. In chimica, invece, è necessario definire in modo rigoroso la concentrazione delle soluzioni.

La **concentrazione di una soluzione** è il rapporto tra la quantità di soluto e la quantità di soluzione (o di solvente) in cui il soluto è disciolto.

La determinazione della concentrazione permette di confrontare soluzioni con volumi diversi.

Prendiamo in esame due soluzioni: la prima contiene 1,2 g di sale da cucina in 100 mL di soluzione, la seconda 4,5 g in 0,50 L. Quale delle due sarà più salata? La concentrazione, espressa in grammi per litro (g/L), della prima soluzione è 12 g/L (1,2 g/0,100 L), mentre per la seconda otteniamo un valore di 9,0 g/L (4,5 g/0,50 L). Quindi la prima soluzione è più salata.

6. Le concentrazioni percentuali

La concentrazione delle soluzioni si può esprimere in diversi modi.

1. La **concentrazione percentuale in massa** (% *m/m*) indica la quantità di soluto, espresso in grammi, sciolta in 100 g di soluzione (Figura 1.11):

$$\% m/m = \frac{m_{\text{soluto}} \text{ (g)}}{m_{\text{soluzione}} \text{ (g)}} \cdot 100$$



Concentration of a solution

A quantitative expression of the amount of dissolved solute in a certain quantity of solvent.



Figura 1.11

Preparazione di una soluzione al 15% *m/m* di NaCl in acqua.

Segui l'esempio

Calcola la concentrazione % *m/m* di una soluzione ottenuta sciogliendo 23 g di idrossido di sodio, NaOH, in 150 g di acqua.

Soluzione

Conosciamo la massa del soluto (23 g) e la massa del solvente (150 g). Calcoliamo la massa della soluzione:

$$m_{\text{soluzione}} = m_{\text{soluto}} + m_{\text{solvente}} = 23 \text{ g} + 150 \text{ g} = 173 \text{ g}$$

Applichiamo ora la formula:

$$\% m/m = \frac{m_{\text{soluto}} \text{ (g)}}{m_{\text{soluzione}} \text{ (g)}} \cdot 100 = \frac{23 \text{ g}}{173 \text{ g}} \times 100 = 13\% m/m$$

2. La **concentrazione percentuale massa su volume** (% m/V) è la quantità di soluto in grammi sciolta in 100 mL di soluzione:

$$\% m/V = \frac{m_{\text{soluto}} \text{ (g)}}{V_{\text{soluzione}} \text{ (mL)}} \cdot 100$$

Per esempio, una soluzione al 30% m/V contiene 30 g di soluto in 100 mL di soluzione. Moltiplicando per 10 tale concentrazione otteniamo i grammi di soluto in 1 L di soluzione (g/L).

Segui l'esempio

Determina la massa di cloruro di sodio, NaCl, necessaria per preparare 250 mL di una soluzione con una concentrazione del 7,6% m/V .

Soluzione

Applichiamo la formula inversa per determinare la massa di soluto:

$$m_{\text{soluto}} = \frac{\% m/V \cdot V_{\text{soluzione}}}{100} = \frac{7,6 \% \text{ g/mL} \times 250 \text{ mL}}{100} = 19 \text{ g}$$

Possiamo risolvere il problema anche ricorrendo alle proporzioni. Una soluzione al 7,6% m/V contiene 7,6 g in 100 mL, quindi:

$$7,6 \text{ g} : 100 \text{ mL} = x : 250 \text{ mL}$$

$$x = \frac{7,6 \text{ g} \times 250 \text{ mL}}{100 \text{ mL}} = 19 \text{ g}$$

3. La **concentrazione percentuale in volume** (% V/V) è il volume di soluto, espresso in millilitri, sciolto in 100 mL di soluzione:

$$\% V/V = \frac{V_{\text{soluto}} \text{ (mL)}}{V_{\text{soluzione}} \text{ (mL)}} \cdot 100$$

Questo metodo è usato per esprimere la concentrazione di alcol etilico nelle bevande alcoliche, per esempio nel vino. Se in etichetta leggiamo che il vino ha 12° (gradi alcolici), significa che la concentrazione percentuale in volume dell'alcol etilico è pari al 12% V/V : quindi in 100 mL di vino sono disciolti 12 mL di alcol.

La densità delle soluzioni


Conoscendo la densità di una soluzione, è possibile passare dalla concentrazione percentuale in massa alla concentrazione percentuale massa su volume e viceversa:

$$\% m/V = \% m/m \cdot d$$

Quando sciogliamo una sostanza solida in un solvente liquido la densità della soluzione è più alta di quella del solvente: aumentando la concentrazione di un soluto solido, la densità aumenta.

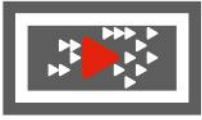
Hai capito?

- Lo scioppo di glucosio è l'ingrediente fondamentale della pasta di zucchero che permette di realizzare le decorazioni sui dolci. Calcola quanti grammi di glucosio si devono pesare per avere 500 g di una soluzione 35% m/m .
- In quale volume devono essere sciolti 3,60 g di soluto per avere una soluzione 1,5 % m/V ?

 **Video**
Come si prepara una soluzione?

Hai capito?

Se la densità di una soluzione è uguale a 1 g/cm³, possiamo affermare che le concentrazioni % m/m e % m/V coincidono?



Una soluzione formata da due sostanze liquide, come acqua e alcol, ha, invece, una densità intermedia rispetto a quella delle sostanze pure che la formano.

La densità dell'alcol è inferiore a quella dell'acqua e questo spiega perché i cubetti di ghiaccio, che galleggiano in acqua, possano andare a fondo in un bicchiere di superalcolico, cioè in una soluzione dove la percentuale di alcol può arrivare a superare il 50%.

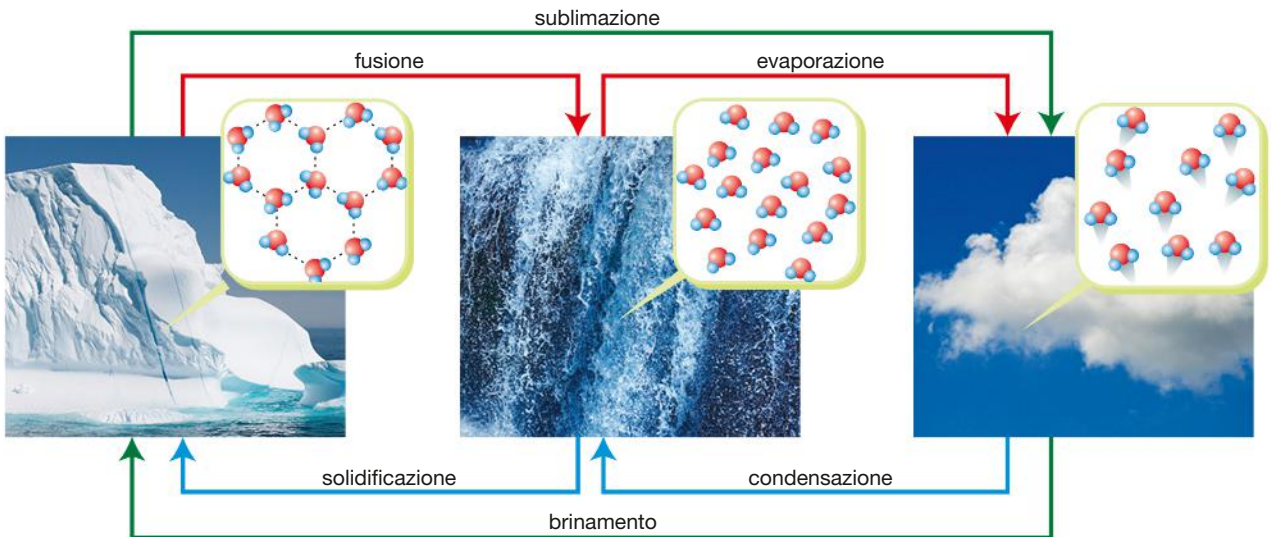
7. Da uno stato di aggregazione all'altro

Le sostanze e i materiali possono passare, per effetto delle variazioni di temperatura, da uno stato fisico a un altro attraverso i passaggi di stato.

Come nel caso delle soluzioni, puoi osservare quotidianamente anche i passaggi di stato: per esempio, le goccioline che si formano sul vetro freddo di una finestra, la «nebbia» artificiale che vedi durante un concerto musicale o il «fumo» che esce da una tazza di caffè bollente.

Nella **Figura 1.12** sono riportati tutti i possibili **passaggi di stato** e le loro denominazioni.

Figura 1.12
Schema dei passaggi di stato: una sostanza può passare da uno stato di aggregazione all'altro.



Alla temperatura di 0 °C un cubetto di ghiaccio (solido) si trasforma in acqua (liquido); questo passaggio è chiamato **fusione**. All'aumentare della temperatura l'acqua diventa vapore; il passaggio di stato dalla fase liquida a quella di vapore è chiamato **evaporazione**.

Alcune sostanze solide, per riscaldamento, si possono trasformare direttamente in vapore senza passare per lo stato liquido. Questo processo è denominato **sublimazione**. Il ghiaccio secco, adoperato per ottenere la nebbia sul palco, è anidride carbonica (diossido di carbonio) in forma solida che, a temperatura ambiente, passa direttamente alla fase aeriforme.

Al diminuire della temperatura, i passaggi di stato avvengono in senso inverso. I gas possono trasformarsi direttamente in solidi e il fenomeno è denominato **brinamento**. Il passaggio dallo stato aeriforme a quello liquido per raffreddamento è detto **condensazione** e il passaggio dallo stato liquido a quello solido **solidificazione**.

Video
Perché si verificano i passaggi di stato?

Video
Come avvengono i passaggi di stato?

Hai capito?

In quale dei seguenti casi si verifica una fusione?

- Alcuni granelli di sale vengono messi in acqua e in apparenza scompaiono.
- Un quadratino di cioccolato in una giornata molto calda, dopo un po' di tempo, si trasforma in liquido.
- Ti asciughi i capelli con il phon.
- In spiaggia si mescolano acqua di mare e sabbia.

I passaggi di stato e la densità

Consideriamo un materiale che passa dallo stato liquido allo stato aeriforme: il gas tende a occupare tutto lo spazio disponibile mentre la massa resta costante. Di conseguenza, la densità diminuisce e di molto (Figura 1.13).

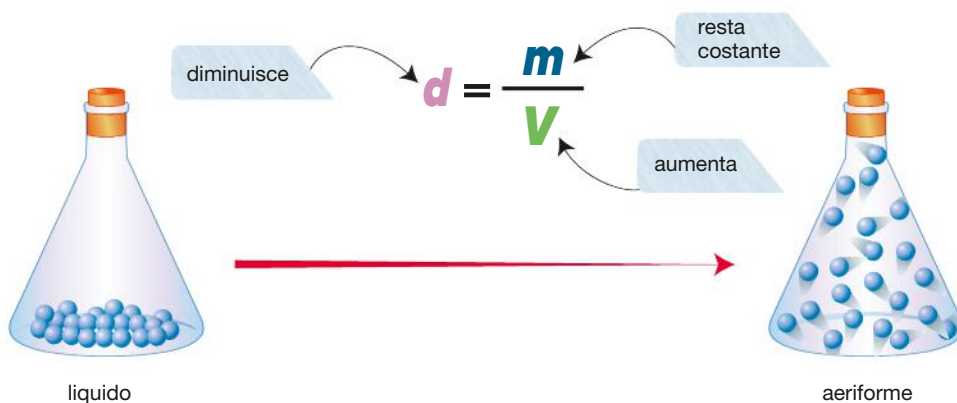


Figura 1.13

Nel passaggio da liquido ad aeriforme, il volume aumenta e la densità diminuisce.

La Tabella 1.3 riporta l'esempio dell'acqua distillata e del vapore acqueo.

Tabella 1.3 Valori di densità dell'acqua allo stato solido, liquido e aeriforme.

Materiale	Ghiaccio (0 °C)	Acqua distillata (20 °C)	Vapore acqueo (100 °C)
Densità (g/cm ³)	0,917	0,998	0,0060

Hai capito?

Fai solidificare nel freezer alcuni cubetti di olio in un portaghiaccio. Immergi poi i cubetti in un bicchiere pieno di olio. Che cosa ti aspetti che possa accadere?

Nel passaggio dallo stato liquido allo stato solido, invece, si verifica una piccola diminuzione del volume e quindi un piccolo aumento della densità. L'acqua costituisce un'importante eccezione: il volume allo stato solido (ghiaccio), infatti, è maggiore del volume della stessa quantità d'acqua allo stato liquido (Tabella 1.3). Di conseguenza, la densità del ghiaccio è minore di quella dell'acqua. Invece, lo stato solido di gran parte delle sostanze note ha sempre una *maggiore densità* del corrispondente stato liquido. Insomma, il solido di una determinata sostanza non galleggia, come l'acqua, ma affonda nella fase liquida della stessa sostanza (Figura 1.14).

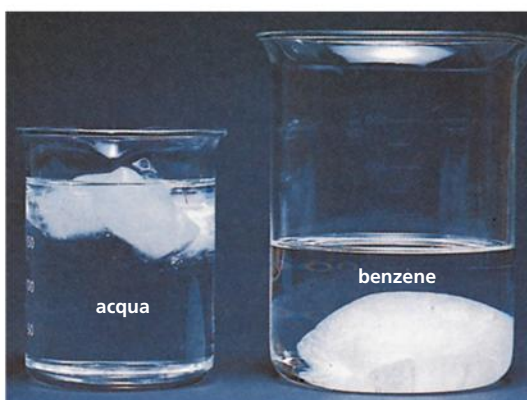
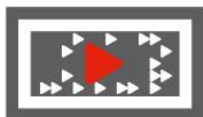


Figura 1.14

Il ghiaccio è meno denso dell'acqua e quindi galleggia; il benzene solido è più denso di quello liquido, nel quale affonda.



8. I principali metodi di separazione dei miscugli

Separare i componenti di un miscuglio può essere un'attività impegnativa, specialmente se si tratta dei componenti di un miscuglio omogeneo. L'operazione è più facile con i miscugli eterogenei. Per separare i miscugli eterogenei si usano filtrazione, centrifugazione ed estrazione. Per quelli omogenei si utilizzano cromatografia e distillazione.

■ Filtrazione

Con l'uso di opportuni **filtri** è possibile separare particelle solide più o meno grandi da miscugli liquidi e gassosi. Per i miscugli liquidi si usano filtri di carta arrotolati da cui il liquido scende *per gravità* verso il basso, lasciando sul filtro la parte solida (Figura 1.15). Con questa tecnica è possibile separare la sabbia da un miscuglio eterogeneo acqua-sabbia.

La filtrazione è impiegata per separare l'acqua dai fanghi prodotti nella depurazione delle acque di scarico. Nei condizionatori un apposito filtro serve a trattenere le polveri dell'aria in entrata.

■ Centrifugazione

I miscugli eterogenei di liquidi e/o solidi, aventi densità diverse, possono essere separati *per stratificazione* (*decantazione* o *sedimentazione*) dei componenti uno sull'altro (Figura 1.16A-B). La **centrifuga** è un dispositivo che fornisce accelerazioni superiori a quella di gravità, consentendo una stratificazione più rapida.

In passato l'olio d'oliva, dopo la spremitura, si separava dall'acqua per decantazione in vasi di terracotta. Attualmente, per ottenere lo stesso risultato, si impiega la centrifuga. In biologia le centrifughe sono largamente utilizzate per separare i componenti delle cellule viventi (Figura 1.16C).



Figura 1.15
Apparecchiatura per la filtrazione.

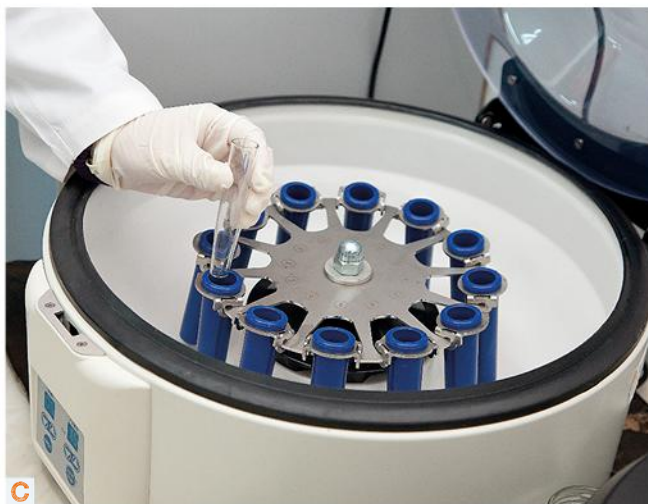
Video
Come si filtra un miscuglio solido-liquido?



A



B



C

Figura 1.16

- A Separazione di acqua e sabbia mediante decantazione.
 B Separazione di due liquidi immiscibili mediante imbuto separatore.
 C Una centrifuga.

■ Estrazione

Se un componente di un miscuglio è solubile in un dato liquido (solvente) può essere allontanato dal miscuglio. Il sistema è basato sulla capacità del solvente di sciogliere solo quello specifico componente del miscuglio.

I pigmenti verdi delle foglie e quelli arancione della carota, per esempio, possono essere *estratti* con etere di petrolio. La preparazione di tè e caffè è legata all'*estrazione selettiva* di alcuni componenti mediante acqua; il miscuglio eterogeneo ottenuto viene poi filtrato (Figura 1.17).



Figura 1.17

L'acqua calda estrae le sostanze solubili contenute nelle foglie di tè.

■ Cromatografia

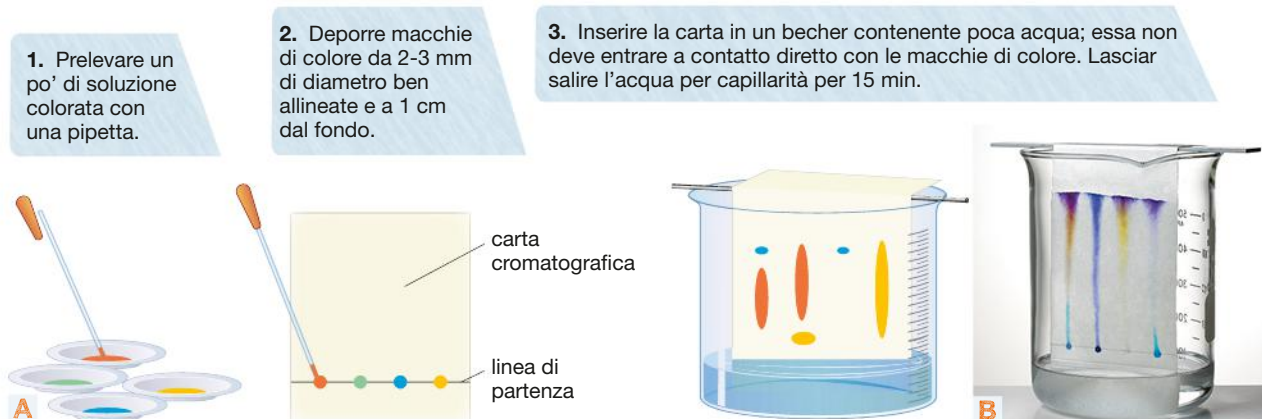
La **cromatografia** è la più versatile fra le tecniche di separazione. Ideata nel 1906 dal botanico russo Michail Tswett, questa tecnica è simile all'estrazione, ma è molto più efficace. Il solvente, che si chiama *fase mobile* o *eluente*, trasporta i componenti del miscuglio attraverso una fase fissa che li trattiene selettivamente.

Nella **cromatografia su strato sottile** la fase fissa è costituita da un sottile strato di materiale inerte (silice o allumina), fissato su una lamina di alluminio. Una tecnica più antica, ma ancora utilizzata in biochimica, è la **cromatografia su carta**: la separazione dei componenti di un miscuglio, deposto sulla carta sotto forma di macchia, è provocata dalla fase mobile. Il solvente si muove attraverso la fase fissa per azione capillare; le diverse sostanze del miscuglio si muovono a velocità diverse e si separano (Figura 1.18).

Figura 1.18

A Separazione di coloranti mediante cromatografia su carta.

B Separazione mediante cromatografia su carta di inchiostri di penna a sfera. Ogni inchiostro nero è in realtà un miscuglio di molte sostanze colorate. Per separare i pigmenti è stato usato il seguente solvente: alcol butilico (6 mL); alcol etilico (2,5 mL); acqua (1,5 mL); acido acetico (1 goccia).



Le tecniche strumentali cromatografiche più note sono la **gascromatografia** e la **cromatografia liquida ad alta risoluzione (HPLC, High Performance Liquid Chromatography)**: la prima utilizza come solvente di trasporto un gas, la seconda un liquido ad alta pressione. Con la gascromatografia, per esempio, è possibile analizzare in pochi minuti i campioni di fluidi biologici degli atleti per evidenziare anche deboli tracce di sostanze dopanti.



■ Distillazione

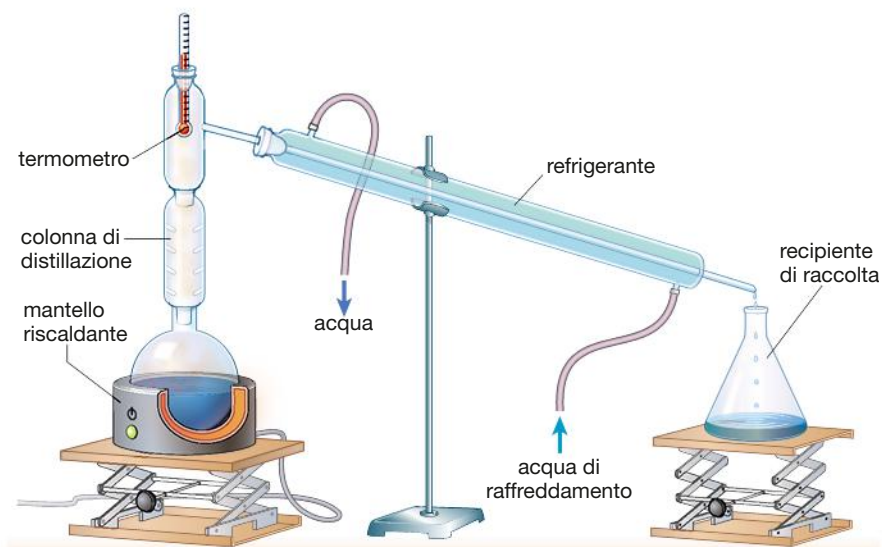
La **distillazione** è il metodo migliore per la purificazione dei liquidi e si basa sulla diversa volatilità dei componenti delle miscele liquide. La volatilità rappresenta la tendenza a evaporare, ed è più alta per i liquidi che bollono a bassa temperatura.

La distillazione riunisce in sé due passaggi di stato: l'evaporazione e la condensazione. Il primo avviene nel recipiente in cui la miscela bolle; il secondo interessa i vapori, che condensano all'interno dell'apparecchiatura con acqua fredda. Il dispositivo in cui avviene la condensazione si chiama *refrigerante* (Figura 1.19).

I vapori di una miscela che bolle sono più ricchi del componente che possiede la maggior volatilità. La condensazione di tali vapori comporta un grado più o meno elevato di purificazione. Nel caso della distillazione di una soluzione contenente sali disciolti, che in genere non sono volatili, la separazione dal solvente è completa. La *distillazione* è usata, per esempio, per ottenere acqua «distillata», ovvero priva di sali disciolti.

Video
Come si ottiene l'acqua distillata?

Figura 1.19
Apparecchiatura per la distillazione.



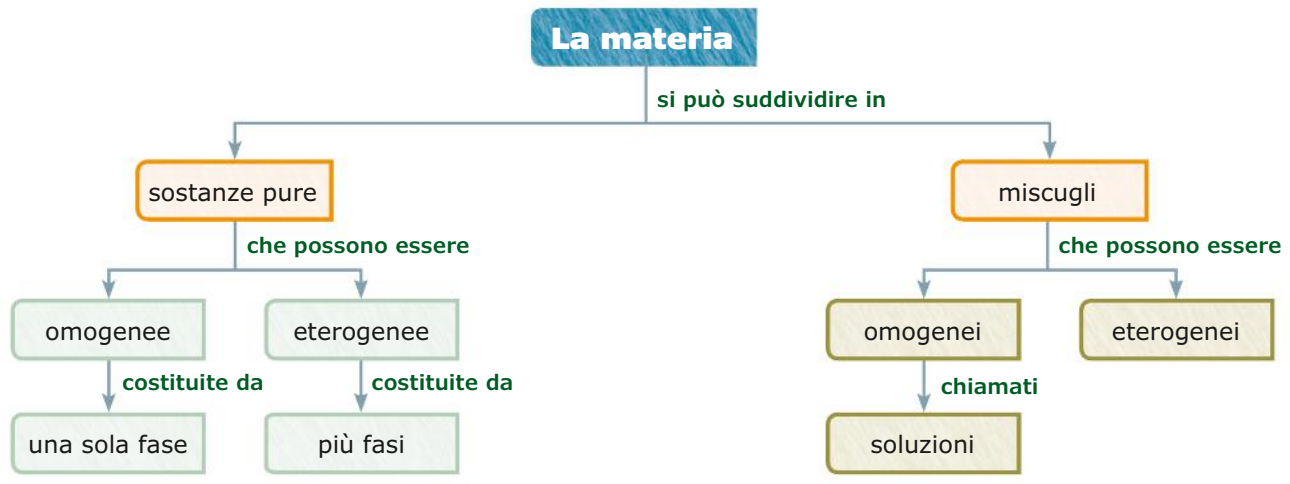
Hai capito?

- Completa la seguente tabella.

Miscuglio	Esempio	Metodo di separazione
Miscuglio eterogeneo solido/liquido		
Miscuglio eterogeneo solido/aeriforme		
Miscuglio eterogeneo liquido/liquido		
Miscuglio omogeneo liquido/liquido		
Miscuglio omogeneo liquido/solido		

- Indica quale tecnica utilizzeresti per:
 - separare un miscuglio omogeneo costituito da molti componenti;
 - separare l'acqua dai sali disciolti partendo dall'acqua di rubinetto;
 - pulire l'aria dalla polvere;
 - ottenere un succo limpido da una spremuta di arancia.

Mappa dei concetti



Esercizi visuali

1 Distingui tra miscugli omogenei (O) ed eterogenei (E) facendo una X sul quadratino giusto.

TERRA

 O

 E


SANGUE

 O

 E


ACETO

 O

 E


CAFFÈ

 O

 E


2 Osserva la figura e inserisci negli spazi gli stati fisici delle diverse sostanze.

liquido • gas • schiuma



Albumi
Stato fisico



Aria
Stato fisico



Albumi montati
Stato fisico

Quesiti e problemi

1. Gli stati fisici della materia

- 1 Quale stato della materia è caratterizzato da forma e volume indefiniti?
- 2 Quale stato della materia possiede una forma propria?
- 3 Quale stato della materia è caratterizzato da incomprimibilità e forma indefinita?
- 4 Costruisci una tabella che riassume le caratteristiche degli stati fisici della materia, con esempi per ciascuno di essi.
- 5 L'alcol etilico fonde a 158 K e bolle a 351 K. Qual è il suo stato fisico alla temperatura di $-20\text{ }^\circ\text{C}$?
- 6 Alla pressione di 1 atm, l'acqua fonde a $0\text{ }^\circ\text{C}$ e bolle a $100\text{ }^\circ\text{C}$.
 - Calcola le temperature di fusione e di ebollizione dell'acqua, espresse in kelvin.
 - Calcola poi la differenza fra t_{eb} e t_f (intervallo di liquidità), in gradi Celsius e in kelvin, e confronta i valori ottenuti.

2. I sistemi omogenei ed eterogenei

- 7 Indica l'affermazione corretta.
 - **A** Si definisce fase una porzione di materia chimicamente distinguibile e delimitata che presenta proprietà intensive uniformi.
 - **B** Si definisce fase una porzione di materia fisicamente distinguibile e delimitata che presenta proprietà intensive uniformi.
 - **C** Si definisce fase una porzione di materia fisicamente distinguibile e delimitata che presenta proprietà estensive uniformi.
 - **D** Si definisce fase una porzione di materia fisicamente distinguibile perché si trova in uno stato fisico diverso dal resto del materiale.
- 8 Qual è la differenza tra un sistema omogeneo e un sistema eterogeneo? Rispondi in cinque righe.

3. Le sostanze pure e i miscugli

- 9 Discuti con i tuoi compagni e distingui le sostanze pure dai miscugli.
 - **a** pioggia
 - **b** olio di semi
 - **c** sabbia
 - **d** argento
 - **e** ossigeno
 - **f** acciaio

Sostanza pura	Miscuglio

- 10 In che modo puoi distinguere un miscuglio omogeneo da uno eterogeneo?
- 11 Riporta almeno quattro esempi di miscugli omogenei e quattro di miscugli eterogenei, giustificando le tue scelte.
- 12 Completa la seguente tabella indicando se i sistemi indicati sono omogenei o eterogenei. In entrambi i casi cerca informazioni sui costituenti presenti.

Sistema	Omogeneo/eterogeneo	Componenti
latte		
monile in oro		
dentifricio		
zucchero da tavola		

4. La solubilità

- 13 Che cosa significa che la solubilità del sale da cucina a $20\text{ }^\circ\text{C}$ è di 360 g/L ?
- 14 Quali sono, in generale, le differenze tra le solubilità di un solido e di un gas?
- 15 Osserva il grafico nella **figura 1.9** e stabilisci come varia la solubilità del nitrato di potassio quando la temperatura aumenta da $30\text{ }^\circ\text{C}$ a $80\text{ }^\circ\text{C}$.

5. La concentrazione delle soluzioni

- 16 Quale tra le seguenti soluzioni è la meno concentrata?
 - **A** 20 g di glucosio in 0,800 kg di acqua.
 - **B** 18 g di glucosio in 720 g di soluzione.
 - **C** 30 g di glucosio in 1060 g di soluzione.
 - **D** 3 g di glucosio in 0,060 kg di soluzione.

6. Le concentrazioni percentuali

- 17 Calcola qual è la concentrazione percentuale in massa di una soluzione che è stata ottenuta sciogliendo 15,6 g di NaCl in 135 g di acqua.
- 18 Calcola la massa di acido solforico contenuta in 460 g di soluzione al 12,0% *m/m*.
- 19 74,0 g di cloruro di calcio sono stati sciolti in 650 g di acqua.
- Calcola la concentrazione % *m/m* della soluzione.
- 20 Quanti grammi di acido nitrico sono contenuti in 2,50 L di una soluzione all'1,80% *m/V*?
- 21 265 g di soluzione con densità 1,20 g/mL, contengono 10,6 g di soluto.
- Calcola % *m/m* e % *m/V*.
- 22 Un cocktail ha un volume di 200 mL e contiene un quarto di una bevanda alcolica che ha un contenuto di alcol etilico pari a 18°.
- Determina il volume di alcol presente nel cocktail e la sua gradazione alcolica.
- 23 In quanti grammi di solvente sono disciolti 16 g di soluto se la concentrazione della soluzione è 20% *m/m*?
- A 64 g
B 80 g
C 96 g
D 84 g
- 24 Calcola la concentrazione percentuale massa su volume di 300 mL di una soluzione contenente 50 g di KCl.

7. Da uno stato di aggregazione all'altro

- 25 A parità di massa, il volume di gran parte dei solidi è maggiore o minore di quello dei corrispondenti liquidi?
- 26 Il passaggio di stato da solido ad aeriforme è denominato
- A evaporazione.
B condensazione.
C brinamento.
D sublimazione.

- 27 Collega i passaggi di stato indicati con i termini che li contraddistinguono.
- a solido - liquido 1 fusione
b gassoso - solido 2 sublimazione
c liquido - gassoso 3 solidificazione
d aeriforme - liquido 4 evaporazione
e liquido - solido 5 brinamento
f solido - gassoso 6 condensazione
- 28 Descrivi i passaggi di stato che avvengono quando una pentola d'acqua è riscaldata.
- 29 Quale passaggio di stato avviene quando si forma del ghiaccio sulle pareti di un congelatore?
- A Condensazione dell'acqua.
B Sublimazione dell'acqua liquida contenuta negli alimenti.
C Evaporazione del vapore acqueo.
D Passaggio da aeriforme a solida dell'acqua contenuta nell'aria.

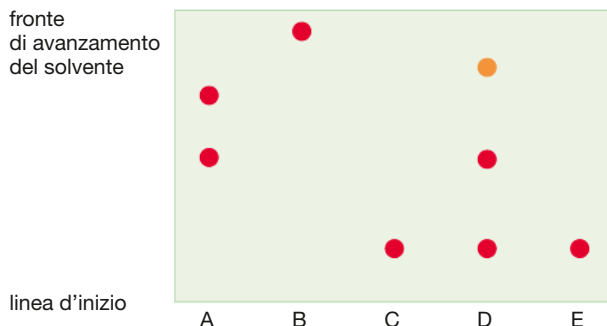
8. I principali metodi di separazione dei miscugli

- 30 Indica il tipo di miscuglio e ipotizza la tecnica da utilizzare per separare dal miscuglio il componente indicato.

Componente e miscuglio	Tipo di miscuglio	Tecnica (o tecniche) di separazione
coloranti da una bibita		
polvere dall'aria		
acqua dall'acqua marina		

- 31 Come puoi ottenere un campione puro di ferro da un miscuglio eterogeneo di limatura di ferro e di polvere di zolfo?
- 32 In che modo potresti separare, da un miscuglio di due polveri, solfato di bario (un solido insolubile in acqua) e cloruro di sodio (il sale da cucina)?
- 33 Immagina di distillare un miscuglio composto per il 50% di acqua e per il 50% di un liquido sconosciuto che bolle a 55 °C.
- Le prime gocce di distillato sono più ricche di acqua o del liquido sconosciuto?

34 Alcuni campioni di sostanze raccolti per un'analisi ambientale vengono sottoposti a cromatografia. Si ottiene il seguente cromatogramma.



- Quali campioni sono sostanze pure?
- Quali campioni sono costituiti da miscugli di componenti diversi?
- Quali campioni sono uguali fra loro?
- Quali campioni hanno in comune almeno un componente?

Laboratorio delle competenze

Collega

35 Sciogliendo in 80,0 mL di acqua distillata 9,60 g di solfato di potassio, K_2SO_4 , sostanza usata principalmente come fertilizzante, si ottiene una soluzione satura ($t = 25\text{ }^\circ\text{C}$).

- Calcola la solubilità del solfato di potassio alla temperatura di $25\text{ }^\circ\text{C}$.

36 Define homogeneous mixtures and give some examples.

37 Completa il seguente brano.
La distillazione è un procedimento che permette di separare i componenti di un miscuglio sfruttandone la diversa, ossia la diversa tendenza a Si tratta di un metodo basato su due di : l'evaporazione e la

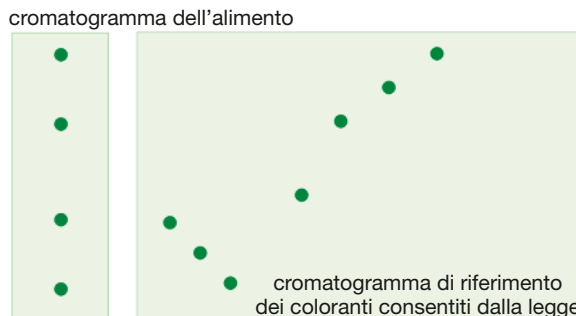
Classifica

38 Describe your breakfast: how many pure substances are usually on the table? How many mixtures? Which kind of mixtures?

Trova soluzioni

39 L'analisi cromatografica di un alimento di colore verde evidenzia la presenza di coloranti.

Utilizza i dati forniti dai due cromatogrammi qui sotto per valutare se i coloranti sono quelli consentiti dalla legge.



40 Supponi di avere davanti a te un miscuglio di acqua e olio extravergine di oliva. In che modo puoi separare i due liquidi senza modificare le proprietà organolettiche dell'olio?

41 Il salgemma è un minerale costituito da un miscuglio di cloruro di sodio (sale da cucina), sabbia e altre impurità.

- In che modo si può separare il sale dal resto del miscuglio?

42 Un miscuglio è composto da acqua, sabbia, olio, pigmenti.

- Quali metodologie puoi utilizzare per separare ciascun componente di tale miscuglio? Rispondi in cinque righe.

INVESTIGARE INSIEME

L'uovo fresco galleggia o affonda nell'acqua del rubinetto? Fai delle previsioni e poi verifica immergendo un uovo fresco in un bicchiere di acqua.

- ▶ Se scioglio un cucchiaino di cloruro di sodio, $NaCl$, in acqua l'uovo galleggia o affonda?
- ▶ Quanti grammi di sale da cucina devo sciogliere in acqua per far galleggiare l'uovo?
- ▶ Quanti grammi di zucchero devo sciogliere in acqua per far galleggiare l'uovo?