

## I MATERIALI ( la materia )

**La materia** è tutto ciò che ha una massa ed occupa spazio e quindi ha un volume.

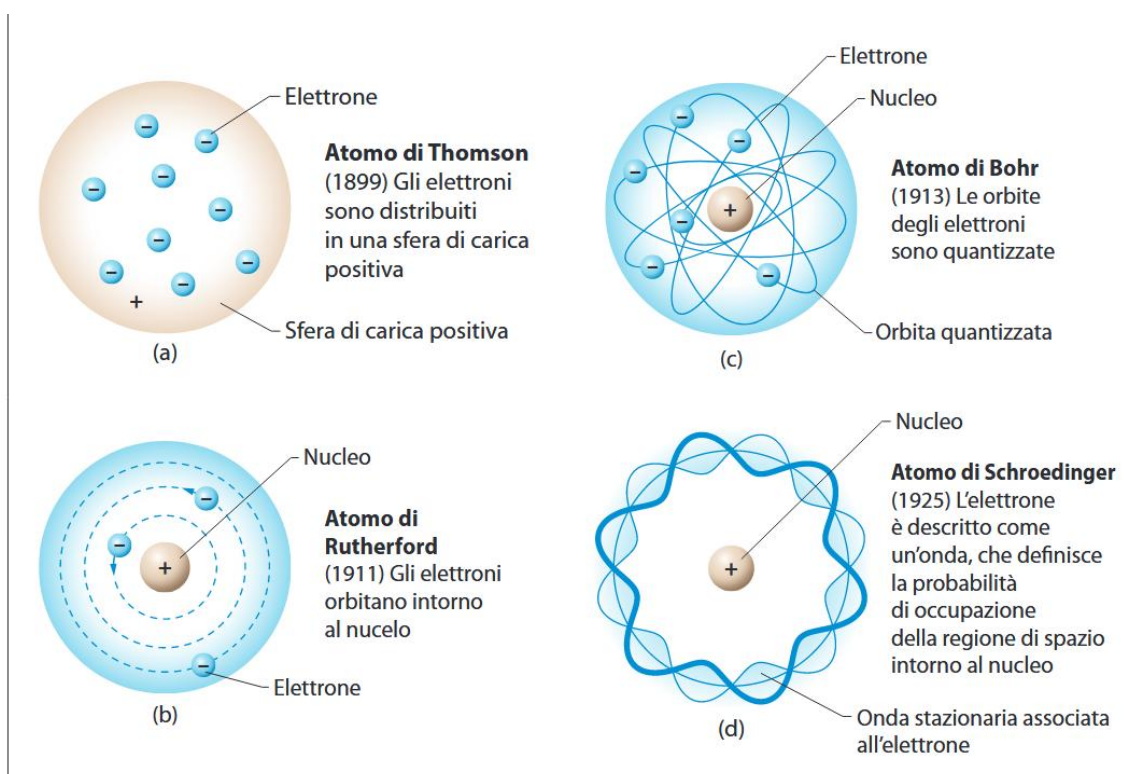
Secondo la definizione introdotta da Newton, e spesso ancora usata, la **massa** è la quantità di materia contenuta in un corpo. Questa definizione non ha però un significato preciso in quanto non è basata su criteri operativi che ne fissano una procedura di misurazione. Il concetto di massa si precisa invece tramite la legge fondamentale della dinamica (il secondo principio della dinamica, enunciato dallo stesso Newton) come il rapporto (invariabile) fra la forza applicata a un corpo e l'accelerazione che ne consegue (in un sistema di riferimento inerziale). In pratica la massa è quella entità alla quale bisogna applicare una forza per poterne misurare una accelerazione. A livello macroscopico, cioè di corpi abbastanza grandi da essere visti e toccati, la massa si apprezza attraverso la forza peso cui sono sottoposti nel campo gravitazionale terrestre. Tuttavia, lo studio della materia e delle sue caratteristiche si sviluppa al livello delle particelle microscopiche di cui è costituita la materia. La massa di queste particelle può essere solo individuata dalla forza che bisogna applicare per produrne una accelerazione.

La materia è costituita da particelle chiamate atomi

L'**atomo** Viene definito come la più piccola porzione di un elemento che mantiene inalterate tutte le proprietà chimiche dell' elemento stesso.

L'atomo è una particella piccolissima, nessuno sa esattamente come sia fatto, tuttavia, allo scopo di spiegare alcuni fenomeni e mettere a punto dei metodi di calcolo per le esigenze del progresso tecnologico umano, a partire dagli ultimi anni del 1800, alcuni scienziati hanno ipotizzato i cosiddetti modelli di atomo. Per modelli si intendono delle strutture semplificate, in particolare degli atomi, che consentono di spiegare i fenomeni di interesse e di giungere a dei metodi di calcolo i cui risultati sono comparabili con i dati reali, cioè quelli con quelli ottenibili attraverso esperimenti.

Sotto sono riportati i modelli di atomo più utilizzati per i diversi studi applicati



L'atomo si considera formato dai seguenti costituenti.

- Elettroni: particelle cariche negativamente con massa di  $9,1 \cdot 10^{-28}$  g.
- Protoni: particelle cariche positivamente con massa di  $1,67 \cdot 10^{-24}$  g.
- Neutroni: particelle prive di carica la cui massa è circa uguale alla massa del protone. Idealmente si può considerare il neutrone come il risultato dell'unione di un protone con un elettrone; poiché la massa dell'elettrone è trascurabile rispetto a quella del protone, si può ritenere che il neutrone abbia circa la stessa massa del protone.

Secondo il modello più utilizzato, cioè quello di Bohr, l'atomo si considera formato da elettroni che si muovono attorno a un nucleo composto (secondo uno schema molto semplificato) da protoni e neutroni.

Un certo tipo di atomo è caratterizzato dal suo numero di elettroni e protoni.

Il legame fra i diversi atomi è dato dagli elettroni.

Il tipo di legame conferisce diverse caratteristiche alla materia.

Gli atomi, dello stesso tipo o di tipo diverso, possono legarsi fra loro per costituire materie con diverse caratteristiche: chimiche, fisiche, meccaniche, elettriche ecc.

Una materia con atomi dello stesso tipo si chiama **elemento**.

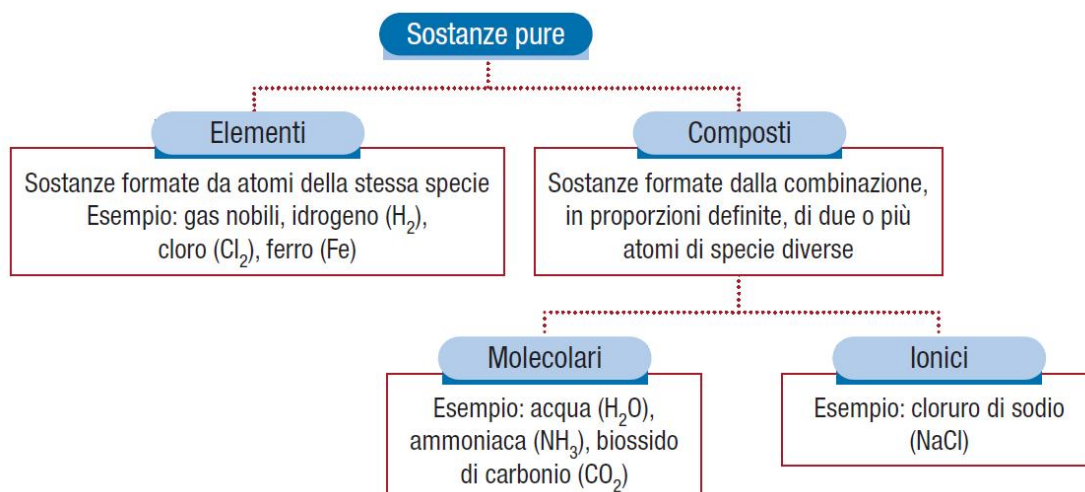
Una materia con atomi di tipo diverso si chiama **composto**.

Atomi dello stesso tipo o di tipo diverso, possono legarsi fra loro in modo particolare e diverso dagli altri all'interno della stessa materia. Questi aggregati si chiamano **molecole**.

Ad esempio, l'ossigeno è un elemento, cioè ha atomi tutti dello stesso tipo, tuttavia coppie di atomi sono uniti in modo particolare, sono le molecole, il legame fra molecola e molecola (due atomi di molecole diverse) è diverso da quello di due atomi della stessa molecola. L'ossigeno è un elemento perché è costituito da atomi dello stesso tipo ma ha una struttura molecolare per quanto prima spiegato. L'acqua è costituita da molecole formate da due atomi di idrogeno legati ad uno di ossigeno,  $H_2O$ , L'acqua è quindi un composto perché costituita da atomi di due diversi elementi: idrogeno ed ossigeno, a struttura molecolare

I composti possono anche avere **struttura ionica**, essere cioè costituite da atomi o gruppi di atomi portanti una carica positiva o negativa, gli **ioni**. Il cloruro di sodio ad esempio è costituito da ioni  $Na^+$  e da ioni  $Cl^-$ .

Una materia è definita sostanza pura quando è costituita da atomi o molecole o accoppiamenti di ioni tutti dello stesso tipo, tutti uguali.



## PROPRIETÀ FISICHE E CHIMICHE DELLE SOSTANZE

Il riconoscimento delle sostanze si basa sullo studio delle loro proprietà chimiche e fisiche.

Le **proprietà fisiche** di una sostanza possono essere osservate senza modificarne la natura chimica, cioè la composizione. Sono proprietà fisiche la temperatura di ebollizione, la temperatura di fusione, la densità, lo stato di aggregazione, il colore e le proprietà organolettiche quali il sapore e l'odore. Quando una sostanza subisce una **trasformazione fisica**, la natura chimica della sostanza stessa non viene mai mutata. Ad esempio, quando il ghiaccio si trasforma in acqua per effetto del calore, si ha il passaggio dallo stato solido allo stato liquido, ma la sostanza rimane la medesima,  $H_2O$ .

Le **proprietà chimiche** riguardano invece la capacità di una sostanza di trasformarsi in una o più sostanze con composizione chimica diversa da quella di partenza, di subire, cioè, delle **trasformazioni** o **reazioni chimiche**. Il ferro (Fe), ad esempio, tende a reagire con l'ossigeno ( $O_2$ ) presente nell'atmosfera dando luogo alla formazione di ossidi di ferro ( $FeO$ ;  $Fe_2O_3$ ). Gli ossidi di ferro, a loro volta, tendono ad assorbire l'umidità atmosferica formando la ruggine. Il ferro, combinato con piccole quantità di carbonio, cromo e nickel dà luogo ad un materiale chiamato acciaio inossidabile che non reagisce con l'ossigeno. Il ferro e l'acciaio inossidabile presentano quindi due caratteristiche chimiche differenti



## GLI STATI DI AGGREGAZIONE DELLA MATERIA

La materia può presentarsi in tre stati di aggregazione: lo stato aeriforme, lo stato liquido e lo stato solido.

A ognuno di essi sarà dedicato un capitolo, ma è opportuno esaminare ora le loro caratteristiche principali.

- Nello **stato aeriforme** le particelle dei gas sono soggette a movimenti di traslazione e a forze attrattive tra le stesse; in particolare, i moti traslatori prevalgono decisamente sulle forze attrattive e questo dà origine alla proprietà caratteristica delle sostanze aeriformi di espandersi occupando tutto il volume del recipiente che le contiene e di assumere così la sua forma.
- Anche nello **stato liquido** le particelle subiscono l'azione di forze attrattive e compiono movimenti traslatori ma, in questo caso, le forze di attrazione prevalgono sui moti di traslazione e le particelle rotolano le une sulle altre. Queste caratteristiche fanno sì che i liquidi possiedano un volume proprio (sono scarsamente comprimibili per effetto di un aumento di pressione) e tendano ad assumere la forma del recipiente che li contiene.
- Nello **stato solido** le particelle, costituite da molecole, ioni o atomi, occupano posizioni ben definite, tanto da costituire un'impalcatura rigida più o meno ordinata che si estende nelle tre direzioni dello spazio. Nei solidi, quindi, le particelle non manifestano moti di traslazione ma, al massimo, possono subire delle semplici vibrazioni. Ciò porta i solidi a possedere un volume e una forma propri (sono praticamente incompressibili).

I concetti fin qui esposti sono riassunti nello schema sottostante.



Le sostanze possono presentarsi in tutti gli stati di aggregazione a seconda della temperatura e della pressione. L'acqua, ad esempio, alla pressione atmosferica e al di sotto della temperatura di 0 °C si trova allo stato solido (ghiaccio), tra 0 °C e 100 °C si trova allo stato liquido e oltre 100 °C si trova allo stato aeriforme.

Un quarto stato della materia, distinto dagli stati solido, liquido e aeriforme, è il **plasma**. Esso è costituito da un gas completamente ionizzato, formato cioè da elettroni liberi (di carica elettrica negativa) e dai nuclei degli atomi corrispondenti (carica positiva). Oltre il 99% della materia costituente l'universo è formato da plasma, mentre sulla Terra esso non è presente in natura.

### I passaggi di stato

Le trasformazioni fisiche che una sostanza subisce quando passa da uno stato di aggregazione a un altro sono dette **passaggi di stato** (Fig. 1.7).

Il passaggio dallo stato solido allo stato liquido è la **fusione** e si ottiene somministrando calore al solido stesso. Raffreddando un liquido si ottiene il passaggio inverso: dallo stato liquido allo stato solido. Questo passaggio di stato viene denominato **solidificazione**.

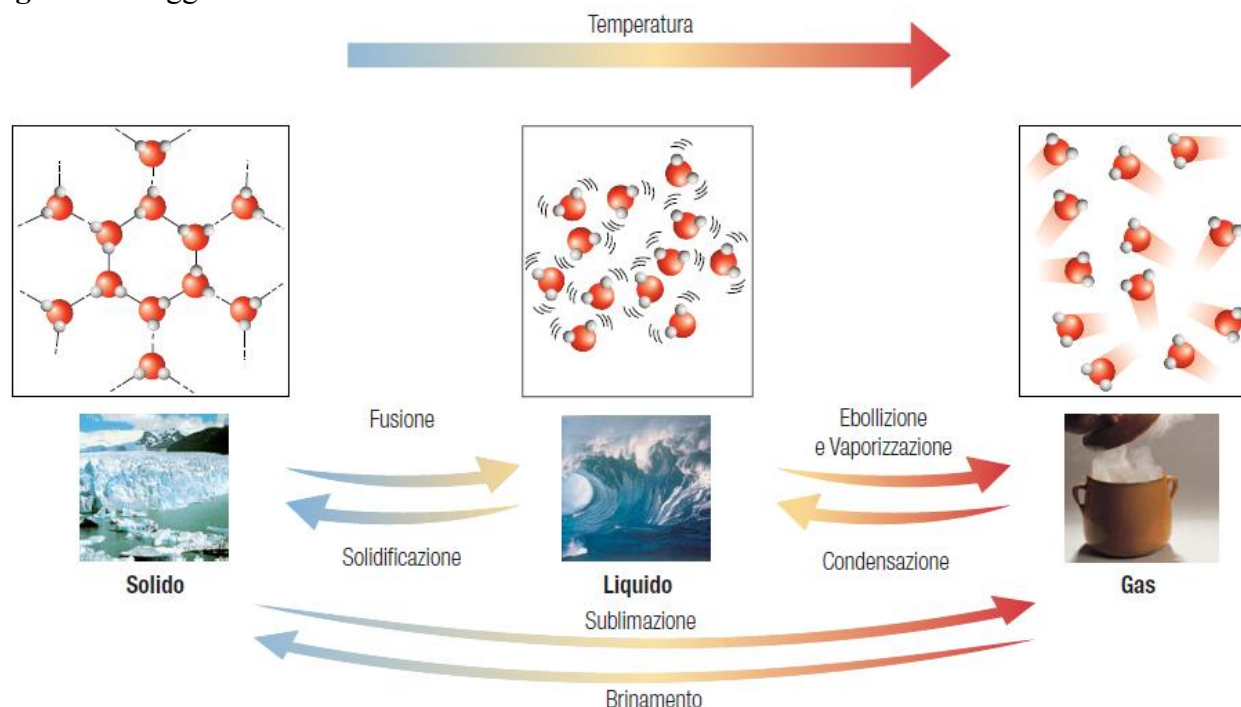
L'**ebollizione** è un passaggio dallo stato liquido allo stato aeriforme che avviene a una determinata temperatura e che coinvolge tutta la massa della sostanza liquida.

Quando invece il passaggio da liquido ad aeriforme avviene solo alla superficie del liquido e a una qualsiasi altra temperatura, si indica con il termine **vaporizzazione** (o evaporazione). Il passaggio inverso dallo stato aeriforme allo stato liquido si indica invece con un solo termine: **condensazione**.

Anche i solidi possono passare direttamente allo stato aeriforme (**sublimazione**) senza lo stato liquido intermedio, così come gli aeriformi possono passare direttamente allo stato solido (**brinamento**).



**Fig. 1.7** Passaggi di stato.



## MISCUGLI

Nel campo della tecnica vengono impiegati numerosi materiali costituiti da materie legate fra loro in maniera diversa dai legami chimici, molecolare o ionico. Questo legame è più di tipo fisico o meccanico piuttosto che di tipo chimico (elettroni in comune fra atomi di elementi diversi, forze dovute alle cariche sub atomiche). Tali materiali sono chiamati **miscugli** e spesso sono realizzati artificialmente dall'uomo per avere materiali con caratteristiche non esistenti in natura.



I miscugli si dividono in due categorie: omogenei ed eterogenei.

In modo pratico, i **miscugli omogenei**, detti anche **soluzioni**, sono miscugli di materie per i quali non è possibile distinguere e separare meccanicamente le materie di cui sono costituiti.

Nelle miscele omogenee, o **soluzioni**, si parla di **solvente** o di **soluto** per indicare rispettivamente la sostanza presente in maggior quantità nella soluzione o quella presente in minor quantità, disciolta dal solvente.

Nelle soluzioni, le particelle di soluto (di diametro generalmente inferiore a  $5 \text{ nm} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ ) non sono distinguibili né a occhio nudo né con l'ausilio di strumenti quali lenti di ingrandimento o microscopi, sia ottici sia elettronici.

Esempi:

Le leghe metalliche come bronzo (rame-stagno), ottone (rame-zinco), acciaio (ferro e carbonio fino ad una certa percentuale) sono miscugli omogenei (o soluzioni) solidi in cui gli atomi degli elementi costituenti non sono legati con legame chimico, non sono composti, ma non possono essere separati con sistemi meccanici (con le pinzette).

L'aria è un miscuglio omogeneo, miscela, di diversi gas, principalmente azoto ed ossigeno.

Un sale disciolto in acqua è un miscuglio omogeneo liquido.

I **miscugli eterogenei** sono miscugli di materie per i quali è possibile distinguere e separare meccanicamente le materie di cui sono costituiti.

Esempi.

Lo stesso acciaio, se si aumenta oltre un certo valore la percentuale di carbonio, questo forma col ferro un composto chiamato cementite. Si otterrà un materiale costituito da granelli di lega ferro carbonio e granelli di cementite. Se si eleva ulteriormente la percentuale di carbonio, si formeranno altri granelli di carbonio puro sotto forma di grafite. Tutti questi granelli, pur essendo molto piccoli, possono essere distinti al microscopio e separati meccanicamente.

Il cemento armato, esso è costituito da una parte che possiamo assimilare alla pietra, detto cemento, nella quale sono immersi dei tondini di acciaio. cemento e tondini di acciaio sono distinguibili addirittura ad occhio nudo e separabili col martello e lo scalpello, cioè con una tecnica tutt'altro che sofisticata.

I materiali compositi, filamenti di vetro, di carbonio o di altre materie immersi in una matrice di resina (una colla che solidificandosi possiamo dire che è plastica) sono miscugli eterogenei. Meno rozzi del cemento armato ma anche per essi è possibile distinguere anche ad occhio nudo la fibra dalla resina e separarli con comuni attrezzi meccanici.

Per uno studio più scientifico dei miscugli occorre comprendere il concetto di **fase**.

Col termine **fase** si intende **la porzione di materia fisicamente e chimicamente omogenea ( cioè che presenta le medesime proprietà fisiche e chimiche in tutti i suoi punti )**.

Di conseguenza, un materiale che presenta una sola fase possiede contemporaneamente le seguenti caratteristiche:

**1. è presente un solo stato fisico**, cioè deve essere o tutto solido o tutto liquido o tutto gas; in caso contrario siamo in presenza di più fasi.

Esempi:

Un bicchiere con dell'acqua distillata e dei cubetti di ghiaccio derivati dalla solidificazione della stessa è un sistema costituito da una sola materia, acqua,  $H_2O$  ma le fasi sono due (una liquida e una solida)

Frantumando con un martello il cristallo, si ottengono numerosi frammenti, ma si è sempre in presenza di una sola fase, identica alla precedente; infatti l'insieme dei frammenti presenta le stesse caratteristiche chimiche e fisiche del cristallo intero.

**2. la sua composizione chimica è omogenea ( stessa composizione in tutti i punti ),**

Tutti gli elementi ed i composti chimici hanno composizione chimica omogenea. I miscugli possono non avere questa caratteristica e quindi saranno eterogenei

Un esempio di materiale ad una fase, solida, è un cristallo di quarzo purissimo: esso costituisce una sola fase solida, perché ha la stessa composizione chimica ( $SiO_2$ ) e lo stesso stato fisico, solido, in ogni sua parte.

Un altro esempio di sistema a due fasi è costituito da una miscela di acqua e olio ( Fig. 1.10): le due sostanze restano separate in due strati sovrapposti che, pur essendo entrambi liquidi, hanno tra loro diversa composizione chimica. Sono quindi due fasi distinte.



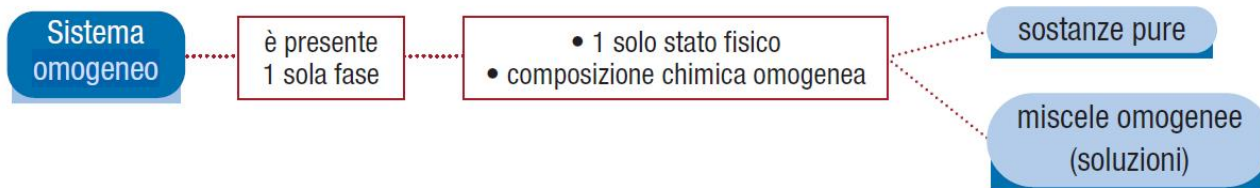
**Fig. 1.10** Esempio di miscela costituita da due fasi liquide, una data dall'acqua e una dall'olio.

In maniera più rigorosa e scientifica rispetto alla definizione data precedentemente, i sistemi omogenei ed eterogenei vengono distinti in base al fatto presentino una sola o più fasi.

## SISTEMI OMOGENEI

Si definisce quindi **sistema omogeneo** quello in cui è riconoscibile una sola fase;

Poiché un sistema omogeneo è costituito da una sola fase, esso può essere costituito o da una sostanza pura oppure da più sostanze miscelate in modo da ottenere una composizione finale omogenea: si parla in questo caso di **miscela omogenea** o, più frequentemente, di **soluzione**.



Nel caso dei metalli, le miscele omogenee vengono dette anche leghe.

Le soluzioni sono classificate, a seconda dello stato fisico in cui si presentano, in soluzioni gassose, liquide e solide.

**Soluzioni gassose;** i gas sono sempre miscibili tra loro in ogni rapporto; per questo, dalla mescolanza di due o più sostanze allo stato gassoso, si ottengono sempre delle miscele omogenee. L'aria è un esempio di soluzione gassosa formata da diversi gas.

Le **soluzioni liquide** possono essere di tre tipi a seconda che il soluto sia un solido, un liquido o un gas:

– solido in liquido:

esempi sono l'acqua potabile, in cui sono disciolti numerosi sali, e una soluzione di sale da cucina, NaCl, in acqua;

– gas in liquido:

il magma, formato da una miscela di rocce allo stato fuso in cui sono disciolti dei gas quali vapore acqueo ( $H_2O$ ), metano ( $CH_4$ ), anidride solforica e anidride solforosa ( $SO_3$ ,  $SO_2$ ) e altri, è un esempio di soluzione di gas in un liquido. Anche l'acqua di mare o quella continentale portano in soluzione una certa quantità di gas come l'ossigeno ( $O_2$ ) e il biossido di carbonio ( $CO_2$ ), derivati dall'attività metabolica degli organismi che le abitano;

– liquido in liquido:

è l'unione di due o più liquidi (**liquidi miscibili**), come acqua ed etanolo ( $CH_3CH_2OH$ ).

Le **soluzioni solide** si formano quando due o più solidi si mescolano tanto da diventare indistinguibili. Il maggior costituente delle Dolomiti, gruppo montuoso delle Alpi orientali, è la dolomite –  $CaMg(CO_3)_2$  – un minerale derivato dalla soluzione allo stato solido della calcite ( $CaCO_3$ ) e della magnesite ( $MgCO_3$ ).

Altre soluzioni solide sono le **leghe metalliche**, ottenute fondendo insieme due metalli e facendo solidificare successivamente la soluzione; alcune leghe metalliche tra le più note sono l'ottone (rame-zinco), il bronzo (rame-stagno) e l'acciaio (ferro-carbonio). In quest'ultimo la lega è formata da un metallo e da un non metallo, il carbonio.

La maggior parte delle meteoriti metalliche che giungono fino al suolo terrestre sono costituite da una lega di ferro e nichel, Fe-Ni, mai ritrovata tra i materiali della litosfera. Il mancato ritrovamento sulla superficie terrestre ha fatto supporre che tali materiali fossero andati a costituire il nucleo terrestre prima del raffreddamento della crosta.



## SISTEMI ETEROGENEI

Si definisce **sistema eterogeneo** quello in cui sono riconoscibili due o più fasi.

Per comprendere la natura della materia, quindi, è necessario iniziare dalla sua osservazione macroscopica; questa però raramente è sufficiente a identificare le sostanze costituenti. Per far questo, è necessario procedere con tecniche più complesse che sfruttano, come precedentemente ricordato, le proprietà sia fisiche sia chimiche delle sostanze in questione.

I **miscugli eterogenei** sono caratterizzati da una composizione chimica non omogenea tra le fasi, Una sostanza pura può presentarsi sotto forma di sistema eterogeneo solo se presente in almeno due stati fisici differenti.

In una bibita gassata sono riconoscibili una fase liquida e una fase gassosa: essa è quindi un esempio di miscela eterogenea.

Un campione di sabbia è un altro esempio di miscela eterogenea, poiché è costituito da frammenti di roccia solidi (clasti) di diversa composizione chimica, poiché essi sono il risultato della frammentazione di diversi minerali che in precedenza costituivano una roccia coerente.

Un caso particolare di sistema eterogeneo si ha quando una sostanza pura è presente nel medesimo sistema in diverse fasi.



Anche i miscugli eterogenei possono essere costituite da uno o più stati fisici.

Non esiste il miscuglio eterogeneo di gas, il miscuglio di gas è sempre omogeneo

**Miscela eterogenea solido-solido:** le rocce sono un esempio di miscela eterogenea solido-solido. Esse sono infatti degli aggregati naturali di più minerali che, in genere, possono essere distinti con l'osservazione macroscopica della roccia stessa o con l'ausilio di una lente di ingrandimento. In un campione di granito (Fig. 1.15), ad esempio, si riconoscono facilmente i minerali di cui è costituito: cristalli laminari neri e lucenti di biotite, cristalli vitrei di quarzo, cristalli bianchi lattei o rosa di feldspato di potassio e cristalli neri e opachi di anfiboli.

Miscelando un cucchiaino di sale da cucina (cloruro di sodio, NaCl) con uno di zucchero di canna si ottiene un'altra miscela eterogenea solido-solido, in cui le due sostanze sono ben riconoscibili e distinte.

**Miscela eterogenea liquido-solido:** si formano quando un solido è disperso in un liquido e non si scioglie ma rimane sospeso nel liquido stesso (**sospensione**) oppure si deposita sul fondo del recipiente. È una miscela eterogenea solido-liquido quella formata da sabbia e acqua oppure da farina e acqua (Fig. 1.16).

**Miscela eterogenee liquido-liquido:** esse si ottengono in seguito all'unione di due o più liquidi che non si sciolgono (**liquidi immiscibili**).

Se versiamo in un bicchiere dell'acqua e dell'olio, vediamo che i due liquidi rimangono divisi da una superficie di separazione netta che rende distinguibili le due fasi liquide; anche agitando il sistema notiamo che, una volta ripristinato l'equilibrio, le due fasi tornano a separarsi spontaneamente.

Si definisce **emulsione** una miscela eterogenea liquido-liquido dove, come si può notare dall'osservazione al microscopio ottico, piccole particelle di una sostanza liquida sono finemente disperse in un'altra sostanza liquida.

Un esempio il latte il latte, apparentemente omogeneo, è in realtà una miscela eterogenea liquido-liquido dove, come si può notare dall'osservazione al microscopio ottico, piccole particelle di grasso sono finemente disperse in una fase acquosa.

**Miscela eterogenee liquido-gas:** si ottengono quando una fase gassosa è immersa in un liquido. Una bevanda gassata, in cui siano riconoscibili le bolle di gas, è un esempio di questi tipi di miscele eterogenee.

Si definisce **schiuma** quando bollicine di un gas bloccate, disperse in un liquido.

Si definisce **nebbia** quando minuscole goccioline di un liquido sono disperse in un gas.

Esempio, le nuvole atmosferiche (quelle che portano la pioggia) sono un miscuglio eterogeneo acqua-aria.

**Miscela eterogenee solido-gas:** si ottengono quando piccole quantità di gas vengono intrappolate all'interno di un solido. La pomice, ad esempio, è una roccia vulcanica che deriva dal raffreddamento di una miscela di silicati all'interno della quale sono rimasti intrappolati dei gas che la rendono altamente porosa e leggera (Fig. 1.18).

Si definisce **fumo** polveri di un solido in un gas, il fumo dei camini contiene finissime particelle di carbone.

Si definisce **aerosol** un liquido o un solido disperso in un gas.

