

Materiali metallici

I **metalli** sono materiali usati fin dall'antichità per costruire utensili o armi. In genere si usano sotto forma di leghe, che possono essere ferrose, come l'acciaio, e non ferrose, basate su materiali diversi dal ferro.

Le proprietà dei metalli

Fin da piccoli impariamo che i metalli sono buoni conduttori di elettricità e per questo, in certe situazioni, anche pericolosi. La *conducibilità* è una delle proprietà dei metalli, dovuta alla loro particolare struttura, in cui un reticolo ordinato di cationi si trova immerso in un mare di elettroni in grado di scivolare su di essi avanti e indietro (► Figura 1). I cationi hanno carica positiva e gli elettroni negativa, per cui, quando applichiamo una differenza di potenziale, gli elettroni del metallo si muovono, spostando così la carica elettrica e conducendo corrente.

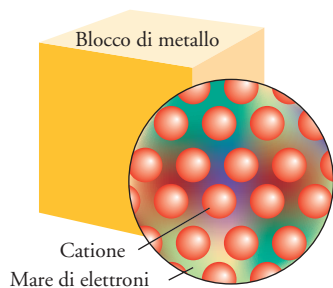
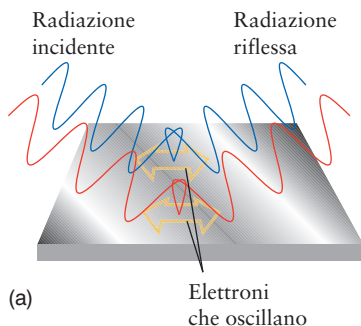


Figura 1 Un blocco metallico è costituito da un insieme ordinato di cationi (le sfere) circondati da un mare di elettroni. La carica degli elettroni compensa quella dei cationi. Gli elettroni sono mobili e possono scorrere sui cationi con facilità, quindi conducono la corrente elettrica.

Il modello del legame metallico, con la struttura appena descritta, giustifica anche le altre proprietà fisiche dei metalli: la lucentezza, la malleabilità e la duttilità. I metalli sono *lucenti*, cioè in grado di riflettere la luce, perché quando questo



► **Figura 2** (a) Quando la luce di un particolare colore brilla sulla superficie di un metallo, gli elettroni della superficie oscillano in fase. (b) Ciascuno degli specchi solari del Sandia National Laboratories (California, USA) è orientato secondo l'angolo migliore per riflettere la luce solare verso un collettore che utilizza l'energia incidente per generare elettricità.



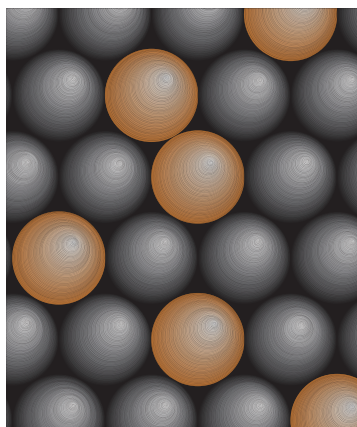
campo elettromagnetico colpisce la superficie di un metallo, imprime un movimento oscillatorio anche alla nuvola di elettroni mobili, che a loro volta generano luce della stessa frequenza di quella che li ha colpiti (► Figura 2). Quando colpiamo un pezzo di piombo con un martello, il metallo non si rompe ma si appiattisce: questa caratteristica, nota anche come *malleabilità*, è dovuta ancora una volta alla struttura reticolare dei metalli. Il colpo del martello, infatti, sposta i cationi in una direzione e la nube di elettroni segue il loro movimento per far sì che gli atomi non si separino e il reticolo non si spezzi. Cosa che succede, invece, nei solidi ionici molto fragili. Per lo stesso motivo i metalli sono anche *duttili*, ovvero possono essere tirati fino a formare dei fili.

Le leghe

La lega è una combinazione omogenea o eterogenea di più sostanze,

di cui almeno una è un metallo. Le sue proprietà sono diverse da quelle dei singoli elementi, ma dipendono dalla compattezza e grandezza di questi ultimi e dalla composizione e dalla struttura della lega stessa. Le leghe, a differenza degli elementi puri, fondono e solidificano in un intervallo di temperature, hanno minor conducibilità e una maggior durezza. Il bronzo, l'ottone e le leghe usate per le monete (da conio) sono esempi di *leghe omogenee*, dove atomi diversi sono uniformemente distribuiti e indistinguibili. Piombo e stagno invece sono *leghe eterogenee* costituite da una miscela di fasi cristalline di varia composizione distinte fra loro.

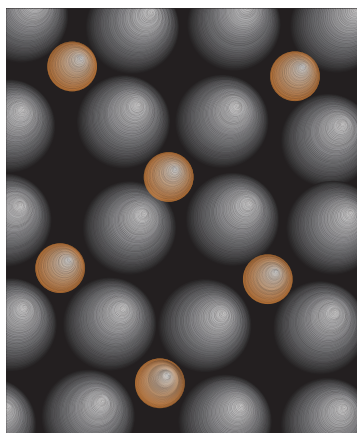
Si parla di *lega di sostituzione* quando gli atomi di un metallo sostituiscono quelli di un altro metallo: in questo caso gli atomi dei metalli hanno dimensioni atomiche e proprietà elettroniche molto simili (il



► **Figura 3** In una lega di sostituzione, le posizioni di alcuni atomi del metallo sono occupate da atomi di un altro metallo. I due elementi devono presentare raggio atomico confrontabile.

raggio atomico differisce massimo del 15%) (► Figura 3). Un esempio di lega di sostituzione è la lega rame-zinco. In generale, quasi tutti gli elementi del gruppo *d* che presentano raggi atomici simili sono interscambiabili fra loro.

Quando invece la lega è formata da elementi con atomi di dimensioni molto diverse (il raggio del metallo soluto è più piccolo di almeno il 60%), come nel caso dell'acciaio formato da ferro e carbonio, parliamo di *leghe interstiziali* (► Figura 4).



► **Figura 4** In una lega interstiziale, gli atomi di un metallo giacciono negli spazi vuoti tra gli atomi dell'altro metallo. I due elementi devono presentare raggio atomico molto diverso.

Gli atomi del carbonio sono troppo piccoli per potersi sostituire a quelli di ferro nel reticolo del metallo, perciò si insinuano negli interstizi della struttura, tra un atomo di ferro e l'altro.

■ Le leghe ferrose (acciaio)

L'acciaio è una lega omogenea di ferro e carbonio al 2% o meno. È la principale forma di ferro utilizzata oggi per via dell'elevata durezza, forza, resistenza alla corrosione e alla trazione, e duttilità. Aumentando il tenore del carbonio si ottengono acciai più duri ma più fragili, mentre inserendo altri elementi, come il cromo, si ottengono leghe più resistenti alla corrosione, come gli acciai inossidabili. Il ferro ottenuto in fornace è detto *ghisa*, che al suo stato grezzo è formata oltre che da ferro e carbonio, anche da manganese e silicio in piccole parti e tracce di altri elementi. Proprio per questo motivo la ghisa viene ulteriormente lavorata, fino a ottenere un basso tenore di carbonio e a eliminare le impurezze.

■ Le leghe non ferrose

Anche le leghe non ferrose possono essere omogenee o eterogenee e sono ottenute in due modi: mescolando gli elementi fusi e versando la miscela in uno stampo o per sintesi. In questo caso i metalli vengono prima ridotti in polveri fini, che poi vengono mescolate e pressate in uno stampo. Quello che si ottiene è un prodotto più poroso.

L'ottone, formato da zinco e rame, è un esempio di lega omogenea di sostituzione, composta da metalli con atomi di raggio simile. Questo tipo di leghe sono più dure e resistenti rispetto al metallo di partenza e le loro proprietà possono essere ancora modificate a piacimento e migliorate aggiungendo altri metalli.

Il bronzo, formato da rame e stagno, è una delle leghe più antiche, usato in passato per costruire



► **Figura 5** Un elmo in bronzo dell'antica Grecia.

armi e utensili (► Figura 5). Il successo di questa lega fu dovuto alle sue caratteristiche. Il bronzo, infatti, fonde e solidifica a temperature intermedie rispetto ai metalli di partenza difficilmente lavorabili (il rame fonde a temperature troppo alte) o inadatti per costruire delle armi o utensili (lo stagno fonde a temperature troppo basse, sul fuoco le pentole fonderebbero subito). Inoltre è più duro e resistente alla corrosione.

Anche le leghe da conio sono leghe di sostituzione, scelte perché devono durare anni e mantenere la resistenza elettrica. Un esempio è l'*alnico*, lega omogenea composta da alluminio, nichel e cobalto, ottenuta con entrambi i metodi visti prima, forte, resistente alla corrosione e con buona stabilità termica. Bismuto e cadmio invece formano una lega eterogenea formata da minuscoli cristalli dei due elementi puri. A seconda della composizione della miscela, più o meno ricca di un elemento, fusione e solidificazione avvengono a temperatura differente.