

Chimica per il liceo/La tavola periodica e le proprietà periodiche

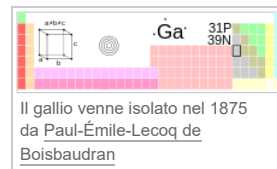
Wikibooks, manuali e libri di testo liberi.

< [Chimica per il liceo](#)

Verso il sistema periodico

Nella tavola del 1871 si nota che gli elementi con proprietà chimiche simili sono collocati nella stessa colonna e ci sono due caselle vuote, per rispettare il criterio della periodicità.

Alla fine del Settecento si conoscevano solo **22** elementi; dopo grazie a Humphry Davy (1778-1829) e Jons Jacob Berzelius (1779-1848) si arrivò a conoscerne **55**. Nel 1860 al congresso di Karlsruhe Stanislao Cannizzaro (1826-1910) presentò un metodo attendibile per determinare le masse atomiche, solo dopo iniziò una prima effettiva classificazione degli elementi. Sulla base delle proprietà degli elementi conosciuti e delle formule dei loro composti con l'idrogeno e l'ossigeno si individuarono le prime "famiglie" di elementi con caratteristiche simili. Julius Lothar Meyer (1830-1895) e Dimitrij Ivanovic Mendeleev (1834-1907) individuarono il criterio con cui classificare gli elementi. Poi Mendeleev fece un passo in avanti: individuò la legge della periodicità, di fatto egli ordinò gli elementi in base alla **massa atomica crescente** e analizzò le proprietà chimiche. Pochi anni più tardi, nel 1875, Paul-Émile-Lecoq de Boisbaudran (1838-1904) isolò il germanio (Ge), che riempì una delle due caselle vuote lasciate da Mendeleev, ciò confermò la validità delle leggi di quest'ultimo.



La moderna tavola periodica

La classificazione proposta da Mendeleev è ancora valida in linea generale, però ora il criterio utilizzato è diverso: non ci si basa più sulla massa atomica, bensì sul **numero atomico Z crescente**. Dal momento che all'aumentare di Z aumenta anche la massa atomica, i due ordinamenti si differiscono solo in alcuni casi e già Mendeleev stesso ha collocato il tellurio (con massa atomica 128) prima dell'iodio (con massa atomica 127) per una questione di somiglianza delle proprietà. **La legge della periodicità** afferma che le proprietà fisiche e chimiche degli elementi sono una funzione periodica del loro numero atomico Z e la periodicità di alcune proprietà degli elementi è dovuta alla disposizione dei loro elettroni più esterni. Data l'importanza gli elettroni del guscio esterno vengono chiamati **elettroni di valenza**. Il termine "valenza" è stato coniato nell'Ottocento da Edward Frankland (1825-1899) per esprimere la "potenza" di un atomo, ovvero il suo potere di combinarsi con atomi di altri elementi.

La tavola periodica

L'organizzazione della tavola periodica

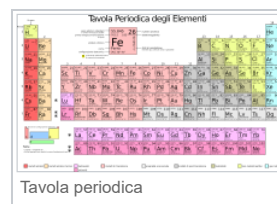
La posizione occupata da ciascun elemento dipende dal suo numero atomico Z, cioè dal numero di protoni nel nucleo dell'atomo.

Le **righe** formano i **periodi**, i quali sono sette e il numero di ciascuno indica il livello principale di energia n sul quale si possono trovare gli elettroni di valenza degli elementi che si trovano su quella riga. Le proprietà degli elementi cambiano lungo un periodo, poiché il numero di elettroni di valenza cresce andando da sinistra verso destra.

Sono presenti 2 tipi di periodi: quelli brevi (i primi 3) e quelli lunghi (dal 4 al 7). Le **colonne** costituiscono i **gruppi** e gli elementi di uno stesso gruppo hanno **identica configurazione elettronica esterna**, per questo hanno **proprietà chimiche e fisiche molto simili**. Per i gruppi esistono due tipi di numerazioni, quella IUPAC in numeri arabi da 1 a 18 e quella in numeri romani da I a VIII che comprende solo i gruppi principali (esclude metalli di transizione, lantanidi e attinidi).

- I → **Metalli alcalini**
- II → **Metalli alcalino-terrosi**
- II - III → **Metalli di transizione** (da 3 a 12 Secondo IUPAC)
- III - VI → **metalli del gruppo p, semimetalli e non metalli**
- VII → **alogeni**
- VIII → **gas nobili**
- In basso sono presenti altri due gruppi che possiedono il sottolivello f e sono **lantanidi** e **actinidi**.

La tavola periodica racchiude al suo interno **118 elementi**. Di questi il tecnezio, il promezio, l'astato e tutti gli elementi con $Z > 92$ (U) sono ottenuti artificialmente.



Le conseguenze della struttura a strati dell'atomo

Dalla struttura a strati di cui è composto un atomo derivano molte delle sue proprietà. I periodi nella tavola corrispondono al livello energetico n occupato dagli elettroni degli elementi. I gas nobili si trovano alla fine di ogni periodo in quanto possiedono livelli energetici completi. La configurazione elettronica degli elementi descrive la distribuzione degli elettroni negli orbitali dell'atomo.

Tipi di Sottolivelli e Capacità Massime

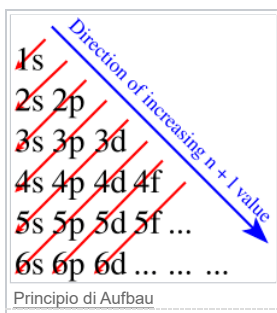
- Sottolivello s (*un orbitale sferico*): può contenere un massimo di 2 elettroni.
- Sottolivello p (*tre orbitali a doppia goccia*): può contenere un massimo di 6 elettroni.
- Sottolivello d (*5 orbitali a 4 gocce*): può contenere un massimo di 10 elettroni.
- Sottolivello f (*7 orbitali "multigoccia"*): può contenere un massimo di 14 elettroni.

Il numero di elettroni dipende dal numero di orbitali: ciascun orbitale può ospitare al massimo due elettroni.

Regole per il Riempimento degli Orbitali

Ci sono delle regole più o meno empiriche per stabilire in che ordine gli elettroni riempiono gli orbitali atomici, man mano che si aumenta il numero atomico (il numero di protoni). In ogni caso gli elettroni seguono il livello di energia degli orbitali: dal più basso al più alto. Vale sempre anche la **Regola di Hund**: gli elettroni appartenenti a un medesimo sottolivello tendono a distribuirsi sugli orbitali isoenergetici, col medesimo spin; quando tutti gli orbitali isoenergetici sono occupati da un elettrone allora cominceranno a mettersi a due a due su ogni orbitale, con spin opposti.

Regola di Aufbau



L'ordine di riempimento, noto come schema di **Aufbau**, si ricava compilando lo schema disegnato qui accanto e poi seguendo la regola della diagonale: l'ordine viene indicato dalle frecce rosse nella sequenza indicata dalla freccia blu.

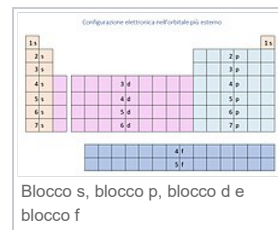
$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < 5f < 6d < 7p$$

Regola dei blocchi della tavola periodica

Se si ha a disposizione la tavola periodica (ovviamente senza la configurazione elettronica), l'ordine di riempimento si può ricavare seguendo il numero atomico e osservando i blocchi (s, p, d, f) che vengono attraversati, tenendo presente che quando si arriva al blocco d si scala di uno e al blocco f si scala di due.

I blocchi (sottolivelli) della tavola

Livelli e sottolivelli: i livelli principali (n) sono indicati dai numeri 1, 2, 3, ecc. Ogni livello principale è suddiviso in sottolivelli (s, p, d, f) con capacità di elettroni crescenti.



La tavola periodica è suddivisa in 4 **blocchi**.

- Il **blocco s**: gli elementi che fanno parte, hanno la caratteristica comune di avere elettroni nella loro orbitale s più esterna. Comprende i metalli alcalini, i metalli alcalino-terrosi e l'elio.
- Il **blocco p**: gli elementi hanno la caratteristica comune di avere elettroni nel loro orbitale p più esterno. Comprende gli elementi del gruppo III, IV, V, VI, VI e i gas nobili (a eccezione dell'elio).
- Il **blocco d**: gli elementi hanno la caratteristica comune di avere elettroni nel loro orbitale d più interno. Comprende gli elementi di transizione.
- Il **blocco f**: gli elementi hanno la caratteristica comune di avere elettroni nell'orbitale f. Comprende i lantanidi e gli attinidi.

In generale, i blocchi della tavola periodica aiutano a organizzare gli elementi in base alle loro proprietà simili e alla configurazione elettronica.

I simboli di Lewis

I simboli di Lewis, noti anche come strutture di Lewis, sono una rappresentazione grafica degli atomi e delle molecole che mostra gli **elettroni di valenza**, cioè gli elettroni presenti nell'ultimo livello energetico di un atomo. Questi simboli aiutano a visualizzare come gli atomi si legano tra loro per formare molecole.

Spiegazione dei componenti principali:

- Simbolo dell'Elemento:** Al centro si trova il simbolo chimico dell'elemento (ad esempio, "C" per il carbonio, "O" per l'ossigeno).
- Punti di Valenza:** Intorno al simbolo dell'elemento, si disegnano dei puntini che rappresentano gli elettroni di valenza. Ogni punto rappresenta un elettrone.
- Legami Chimici:** Quando due atomi condividono una coppia di elettroni, formano un legame covalente. Questo è rappresentato con una linea tra i due simboli degli elementi (ad esempio, una singola linea "-" per un legame singolo o un "=" per un doppio).

Esempio: Molecola di Acqua (H₂O)

Atomi: Un atomo di ossigeno (O) e due atomi di idrogeno (H).

Distribuzione degli elettroni:

- L'ossigeno ha 6 elettroni di valenza.
- Ogni idrogeno ha 1 elettrone di valenza.

Questa struttura mostra che l'ossigeno forma due legami covalenti con due atomi di idrogeno, utilizzando due dei suoi sei elettroni di valenza per condividere con gli idrogeni.



I simboli di Lewis sono utili per prevedere la forma e la reattività delle molecole, e sono una parte fondamentale dello studio della chimica.

Le proprietà atomiche e gli andamenti periodici

Le **proprietà atomiche** sono quelle grandezze caratteristiche di ogni atomo i cui valori variano in maniera regolare, periodica appunto, lungo i periodi e i gruppi della tavola periodica. Queste proprietà sono legate al comportamento degli elettroni più esterni, che percepiscono la carica positiva del nucleo. Indì per cui:

- scendendo lungo un gruppo, il numero quantico principale n aumenta, gli elettroni di un atomo si spostano verso l'esterno e così gli elettroni risentono meno dell'attrazione nucleare.
- procedendo da sinistra a destra lungo un periodo, il numero degli elettroni nel livello più interno rimane costante ma aumenta la carica positiva, perché aumenta Z, quindi gli elettroni di valenza vengono maggiormente attratti dal nucleo.

Il **raggio atomico** è la metà della distanza minima tra due atomi dello stesso elemento. Il valore aumenta muovendosi lungo un gruppo dall'alto verso il basso mentre diminuisce spostandosi lungo lo stesso periodo andando da sinistra verso destra. Ma vanno fatte alcune precisazioni:

- gli elementi di transizione hanno un andamento in parte diverso dai gruppi principali.
- i gas nobili hanno valori del raggio atomico più alti rispetto a quelli prevedibili in base all'andamento generale perché il riempimento del livello più esterno porta a un aumento della distanza tra gli atomi.

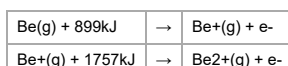
Inoltre, il catione ha un volume minore di quello dell'atomo neutro e l'anione ha volume maggiore. Di solito il raggio atomico si misura in picometri, da preferir rispetto all'ångström (Å).

L'**energia di ionizzazione** è l'energia necessaria per allontanare fino a rimuovere un elettrone dall' atomo quando esso è isolato.



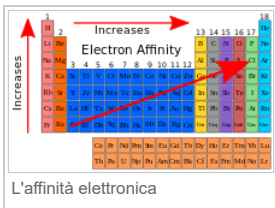
Fornendo abbastanza energia è possibile allontanare tutti gli elettroni dal nucleo: questo processo prende il nome di **ionizzazione**. Man mano che si rimuovono elettroni, l'energia di ionizzazione aumenta perché è più difficile strappare un elettrone da uno ione positivo rispetto a un atomo neutro. I fattori che influenzano l'energia di ionizzazione sono la carica nucleare, l'effetto di schermo, il raggio atomico e il sottolivello.

Alcuni esempi sono:



Inoltre, all'interno di un medesimo livello energetico, l'energia necessaria per rimuovere un elettrone aumenta in maniera graduale e quando si passa a un livello energetico differente, l'energia di ionizzazione subisce un notevole aumento.

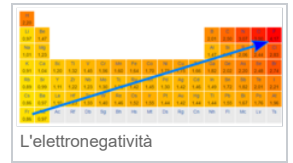
L'energia di ionizzazione con l'accrescere del numero atomico tende ad aumentare nei periodi mentre nei gruppi a diminuire gradualmente. I metalli alcalini sono caratterizzati da una bassa energia di ionizzazione, i non-metalli (tra cui i gas nobili) da un'elevata energia di ionizzazione.



L'affinità elettronica (kJ/mol) rappresenta la tendenza di un atomo a formare ioni negativi e corrisponde all'energia liberata quando un atomo acquista uno o più elettroni.

L'affinità è massima per gli elettroni a destra della tavola periodica. Ha un andamento simile a quello della ionizzazione, infatti aumenta lungo il periodo e diminuisce lungo il gruppo. I gas nobili sono un caso particolare, infatti presentano un'affinità negativa, quindi bisogna spendere energia per aggiungere un elettrone.

Elettronegatività: Quando sono coinvolti più atomi, energia di ionizzazione e affinità non sono sufficienti per indagare i loro fenomeni. Infatti gli elettroni di valenza sono influenzati da entrambi i nuclei, non solo uno. L'elettronegatività misura la tendenza di un atomo ad attrarre a sé gli elettroni coinvolti in un legame, quindi ci permette di capire se gli elettroni saranno equidistanti da due nuclei o spostati verso uno dei due, la si può esprimere attraverso diverse scale, tra cui quella di Pauling. Aumenta andando da sinistra a destra e diminuisce scendendo lungo un gruppo. Questo andamento è dovuto al fatto che procedendo lungo un periodo diminuisce il raggio atomico e aumenta la forza con cui il nucleo attrae gli elettroni. Scendendo lungo un gruppo invece aumenta il raggio atomico e diminuisce di conseguenza la forza di attrazione, e con essa l'elettronegatività.

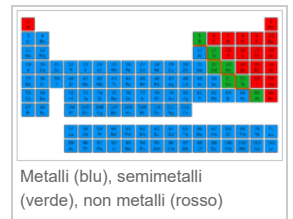


Classificazione degli elementi

Si possono notare delle similarità tra le proprietà chimiche di elementi di uno stesso gruppo e le diversità tra quelli di uno stesso periodo. Gli elementi si classificano in tre categorie, a cui corrispondono tre zone della tavola periodica:

- zona dei metalli
- zona dei non metalli
- zona dei semimetalli

Gli elementi con proprietà simili sono definiti famiglie.



Metalli alcalini



I metalli alcalini sono litio (Li), sodio (Na), potassio (K), rubidio (Rb), cesio (Cs) e francio (Fr). Il litio è presente in piccola quantità in piante e animali; in quantità elevata diventa tossico. Entra inevitabilmente nella nostra dieta e la maggior parte viene escreta. Il sodio è essenziale per gli animali e per le piante. Nel corpo umano è contenuto come Na^+ principalmente nel plasma sanguigno, dove serve a regolare la pressione osmotica e la pressione del sangue. I composti di sodio non sono pericolosi, ma una dieta troppo ricca di sodio può provocare un aumento della pressione sanguigna. Il potassio è essenziale per quasi tutti gli esseri viventi. Nell'organismo il potassio è coinvolto in varie funzioni, ad esempio la trasmissione degli impulsi nervosi. I cibi di origine vegetale sono particolarmente ricchi di potassio. Una forte carenza di potassio provoca debolezza muscolare, depressione e confusione, mentre un'eccessiva assunzione di potassio deprime il sistema nervoso centrale e può provocare anche malfunzionamento dei reni e attacchi cardiaci. Il cesio non ha ruoli biologici. Più pericoloso è l'isotopo radioattivo cesio-137, prodotto negli esperimenti nucleari condotti in atmosfera nel secolo scorso. Hanno tutti un tipico aspetto metallico lucente, e sono teneri e duttili perché hanno un solo elettrone nel livello più esterno. Hanno punti di fusione e di ebollizione con valori bassi.

Metalli alcalino-terrosi

I metalli alcalino-terrosi sono berillio (Be), magnesio (Mg), calcio (Ca), stronzio (Sr), bario (Ba), radio (Ra) e unbinilio (Ubn). Questi elementi chimici costituiscono il gruppo 2. la maggior parte di essi non ha un ruolo biologico, mentre magnesio e calcio sono essenziali. il calcio è contenuto principalmente nelle ossa ma ha anche varie funzioni metaboliche. lo stronzio non ha ruoli biologici, tuttavia per la sua somiglianza con il calcio e la sua vasta diffusione, finisce nelle ossa. In genere non è tossico ed è impiegato anche in alcuni medicinali; è invece pericoloso l'isotopo radioattivo stronzio-90, prodotto negli esperimenti nucleari nel secolo scorso come quello di Chernobyl. Il berillio è usato assieme a rame e nichel per ottenere leghe di elevata conducibilità elettrica e termica, queste possono essere usate in campo aerospaziale. Il magnesio è uno dei metalli più usati per la sua resistenza e leggerezza. Viene impiegato nella fabbricazione di carrozzerie automobilistiche e in aeronautica. Per la sua leggerezza è inoltre usato in molti dispositivi portatili come macchine fotografiche e computer.



Metalli di transizione



I metalli di transizione sono quaranta elementi chimici, tutti metallici: questo nome viene dalla loro posizione nella tavola periodica degli elementi. Presentano le seguenti proprietà fisiche: durezza, lucentezza, malleabilità e resistenza; ciò li rende idonei ad essere utilizzati per produrre gioielli. Sono inoltre ottimi conduttori ed hanno un alto punto di fusione; leghe dei metalli di transizione sono impiegate per coniare monete. I metalli di transizione possono dare composti colorati, come nella figura a fianco. Da sinistra a destra sono illustrate soluzioni acquose di: nitrato di cobalto(II), $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$; dicromato di potassio, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; cromato di potassio, K_2CrO_4 ; cloruro di nichel(II), NiCl_2 ; solfato di rame(II), CuSO_4 ; permanganato di potassio, KMnO_4

Lantanidi

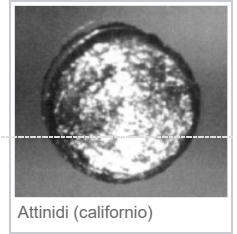
La serie dei lantanidi è costituita dai 15 elementi chimici, che sulla tavola periodica si trovano fra il bario e l'afnio. Gli orbitali 4f sono parzialmente o completamente riempiti, mentre gli orbitali p e d, più esterni, restano vuoti. Visto lo scarso effetto degli orbitali f sulle proprietà chimiche di un elemento rispetto agli orbitali s, p e d, tutti i lantanidi mostrano sostanzialmente lo stesso comportamento e le stesse proprietà, rendendo molto difficile una loro separazione. I lantanidi non hanno alcun ruolo biologico nelle specie viventi. Sono presenti in piccola quantità nel terreno e attraverso le piante entrano nella catena alimentare, senza creare alcun problema. I lantanidi, per la loro bassa tossicità vengono utilizzati nelle batterie ricaricabili NiMH (nichel-metallo idruro), che hanno migliori prestazioni e meno problemi di smaltimento rispetto ad altre.



Attinidi

La serie degli attinidi si riferisce ai quindici elementi chimici compresi fra il radio e il ruterfordio. Sebbene alcuni attinidi abbiano delle piccole applicazioni in ambito quotidiano, come per esempio i rilevatori di fumo, questi elementi vengono principalmente adoperati per la costruzione di armi nucleari o come combustibili nei reattori nucleari. nonostante abbiano dei benefici innegabili, un serio problema è rappresentato dall'elevata radiotossicità di questi elementi quando vengono dispersi

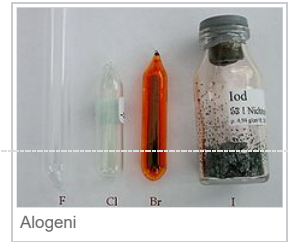
nell'ambiente. È una vera sfida sviluppare materiali che siano in grado di contenere la "minaccia radioattiva" degli attinidi. Se gli attinidi si riversassero in un'area naturale, causerebbero l'avvelenamento delle falde acquifere con conseguenze disastrose sulla catena alimentare e sulla sopravvivenza delle specie viventi della zona.



Attinidi (californio)

Alogeni

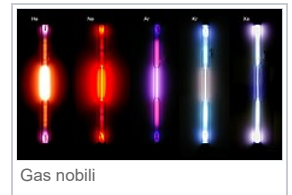
Gli alogeni sono: fluoro (F), cloro (Cl), bromo (Br), iodio (I) e astato (At). Il fluoro elementare è estremamente tossico. Sotto forma di fluoruro lo è meno, e, in piccole quantità, è essenziale per l'uomo, che nel corpo è contenuto principalmente nelle ossa e nei denti. Il fluoro viene utilizzato nei dentifrici in basse concentrazioni, poiché va a rinforzare lo smalto dei denti. Il cloro è tossico mentre lo ione cloruro è essenziale. ha un ruolo importante nello stomaco per produrre acido cloridrico. Il cloruro entra nella nostra dieta soprattutto come NaCl, il comune sale da cucina. In quantità eccessiva gli alogeni indeboliscono le capacità cognitive e di coordinamento delle persone ma ottimizzano le cosiddette proprietà **ADMET** (Assorbimento, Distribuzione, Metabolismo, Escrezione, Tossicità) di potenziali farmaci. Il bromo e i suoi composti, sono usati per molte applicazioni, tra cui coloranti, disinfettanti, e prodotti farmaceutici. Lo iodio viene usato in prodotti farmaceutici, mangimi per animali, inchiostri e coloranti.



Alogeni

Gas nobili

Ne fanno parte elio (He), neon (Ne), argon (Ar), kripton (Kr), xenon (Xe) e radon (Rn) non hanno alcun ruolo biologico e sono innocui per la salute. I composti dei gas nobili sono invece pericolosi, fortemente ossidanti, tossici, corrosivi e talvolta esplosivi. L'elio è utilizzato in apparecchiature che richiedono temperature molto basse, apparati respiratori per immersioni profonde, laser a elio-neon usati nei lettori di codici a barre, palloni aerostatici e dirigibili. Il neon è usato principalmente nelle insegne al neon; altri usi sono in apparati respiratori per immersioni profonde, **criogenia**, laser. Lo xenon è usato in lampade allo xenon, nella fabbricazione di semiconduttori, e come anestetico in chirurgia. Il radon è fortemente radioattivo; nel passato è stato usato in radioterapia.



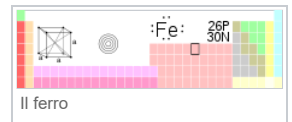
Gas nobili

Le figure mostrano lo **spettro di emissione** dei gas nobili attraversati da scariche elettriche. Oltre che dal gas nobile impiegato, il colore osservato dipende da vari fattori, tra i quali:

- i parametri di scarica (valore della densità di corrente elettrica e del campo elettrico, temperatura, ecc.);
- purezza del gas (certi gas possono influenzare il colore anche se presenti in piccola quantità);
- materiale usato per il tubo a scarica.

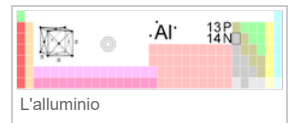
I metalli maggiormente utilizzati nella lavorazione industriale

Il **ferro** è un metallo molto diffuso in natura e ha un ruolo centrale nei prodotti industriali. Allo stato puro è quasi introvabile, è invece abbondante sotto forma di composti quali ossidi (ruggine), idrossidi, carbonati e solfuri. Questi composti sono presenti in molti minerali, ad esempio nella magnetite, utilizzata per la costruzione di bussole. La siderurgia realizza **leghe ferro-carbonio**.



Il ferro

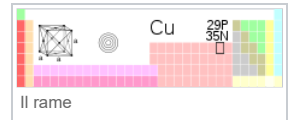
L'**alluminio** è molto diffuso in natura sotto forma di idrossido e nelle applicazioni industriali. È un metallo leggero, con ottima conduttività termica ed elettrica, temperatura di fusione relativamente bassa. Poco utilizzato allo stato puro, piuttosto viene usato allo stato di allumina con cui si realizzano abrasivi. La metallurgia invece impiega largamente le sue leghe.



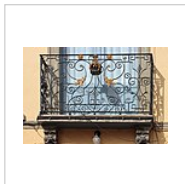
L'alluminio

Il **rame** è un metallo molto importante nell'attuale produzione industriale, sia allo stato puro sia sotto forma di composti e di leghe. In natura il rame si trova sia puro sia combinato in minerali sotto forma di ossidi, solfuri e carbonati.

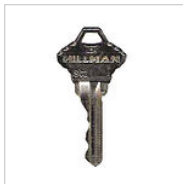
Presenta ottima conduttività elettrica e termica. Si ossida facilmente in una patina (verdame) che gli conferisce un'ottima resistenza agli agenti atmosferici. Ha una grande attitudine a formare leghe, quali il bronzo o l'ottone.



Il rame



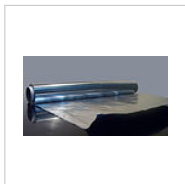
Balcone in ferro



Chiave in ferro



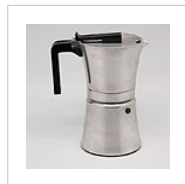
Ferro da stiro



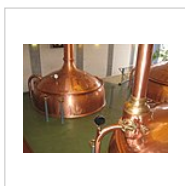
Foglio di alluminio



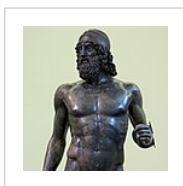
Lattina (alluminio)



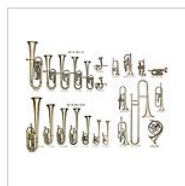
Moka (alluminio)



Caldaie in rame



Statua in bronzo



Tromba (ottone)

Attività

- Esercizi
- Versione stampabile. Pdf pronto all'uso.