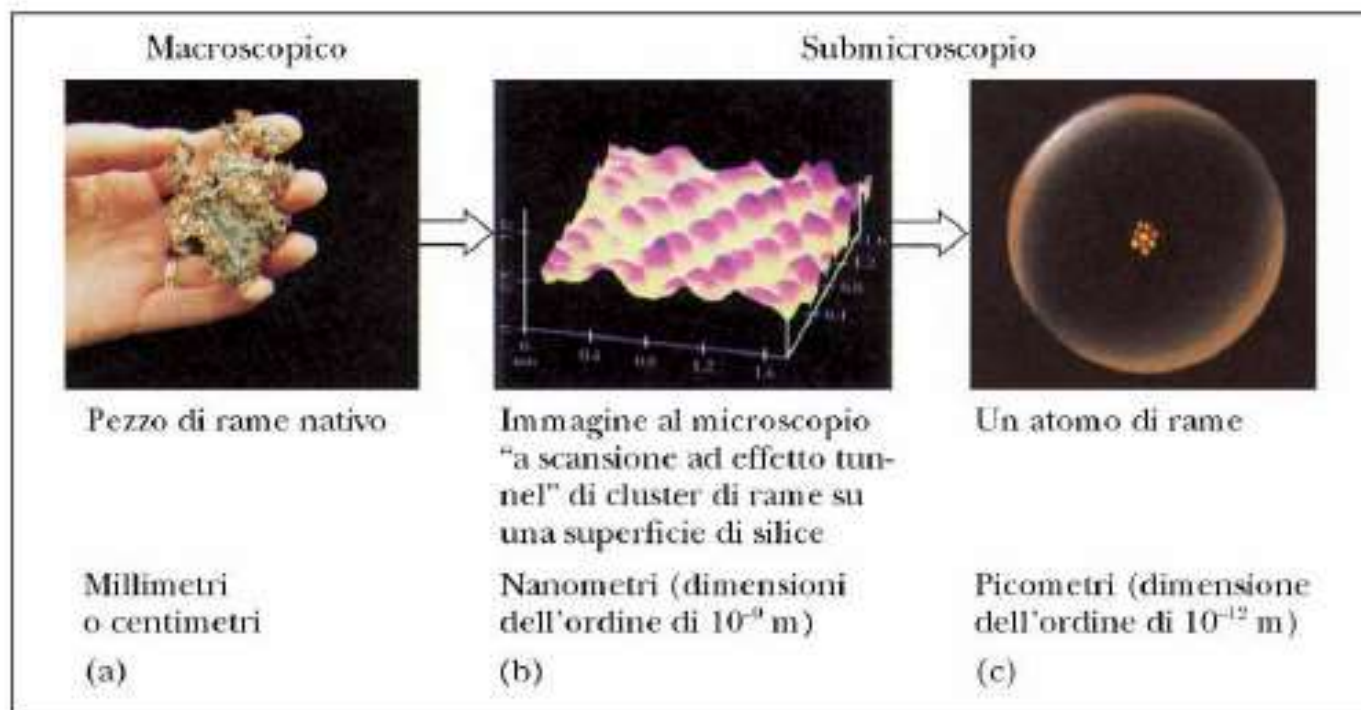
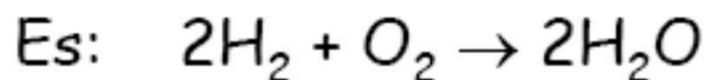
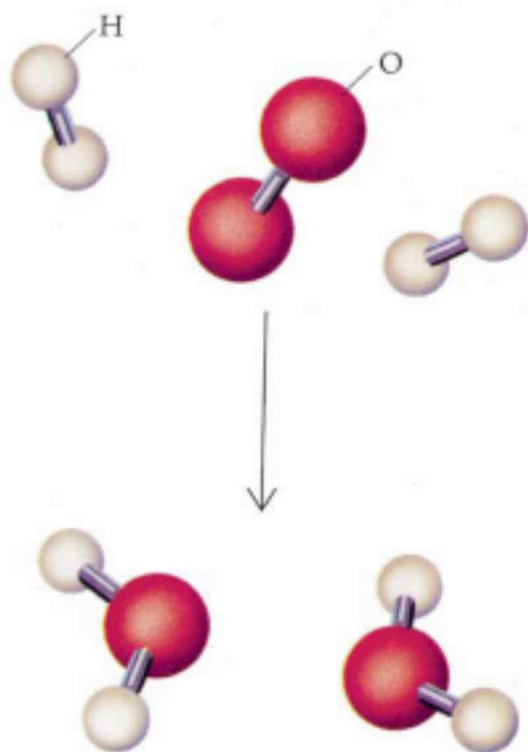


# La chimica studia le proprietà della materia...



**Figura 1.2** Il mondo macroscopico e submicroscopico della chimica. (a) Un pezzo di rame metallico. È rame nativo, rame elementare presente sulla Terra. (b) I microscopi "a scansione ad effetto tunnel" (STM) e "a forza atomica" (AFM) sono strumenti importanti per caratterizzare la superficie dei solidi con risoluzione a livello atomico. Sono in grado di rilevare il mondo submicroscopico degli atomi. Nella figura è riportata una immagine topografica di atomi di rame su una superficie di silice. L'immagine è di 1,70 nm quadrati e le file di atomi sono ad una distanza di circa 0,44 nm. (c) Rappresentazione di un atomo di rame. [(a) C.D. Winters. Parte (b) da X. Xu, S.M. Vesecky e D.W. Goodman, *Science*, Vol. 258, p. 788, 1992]

## ...ed i suoi cambiamenti



**Figura 1.11** Molecole di idrogeno e di ossigeno reagiscono tra loro con formazione di molecole di acqua. I legami tra gli atomi di idrogeno e tra gli atomi di ossigeno sono stati rotti e nuovi legami si sono formati tra ossigeno e idrogeno. A livello molecolare la trasformazione chimica ha determinato una nuova disposizione degli atomi senza variazione del numero degli atomi.

La chimica nasce come disciplina del tutto empirica per classificare le sostanze, le loro proprietà e le loro trasformazioni durante le reazioni chimiche.

Successivamente le conoscenze acquisite hanno permesso di poter comprendere e prevedere il comportamento e la reattività della materia.

La materia è qualsiasi cosa abbia una massa e occupi uno spazio. Esiste in tre stati:

**Solido**

Forma e volume determinati

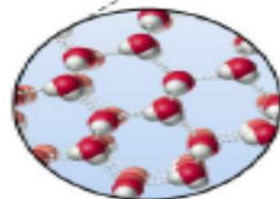
**Liquido**

Volume determinato, forma non rigida

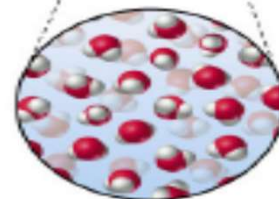
**Gas**

Forma non rigida e volume non determinato

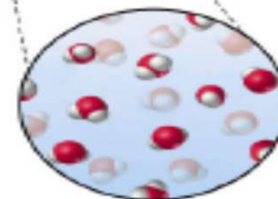
Gli stati di aggregazione



(a)

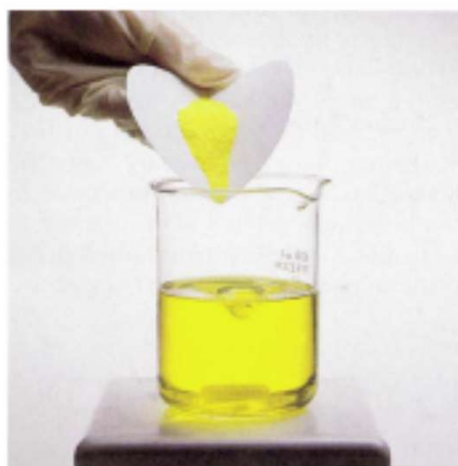
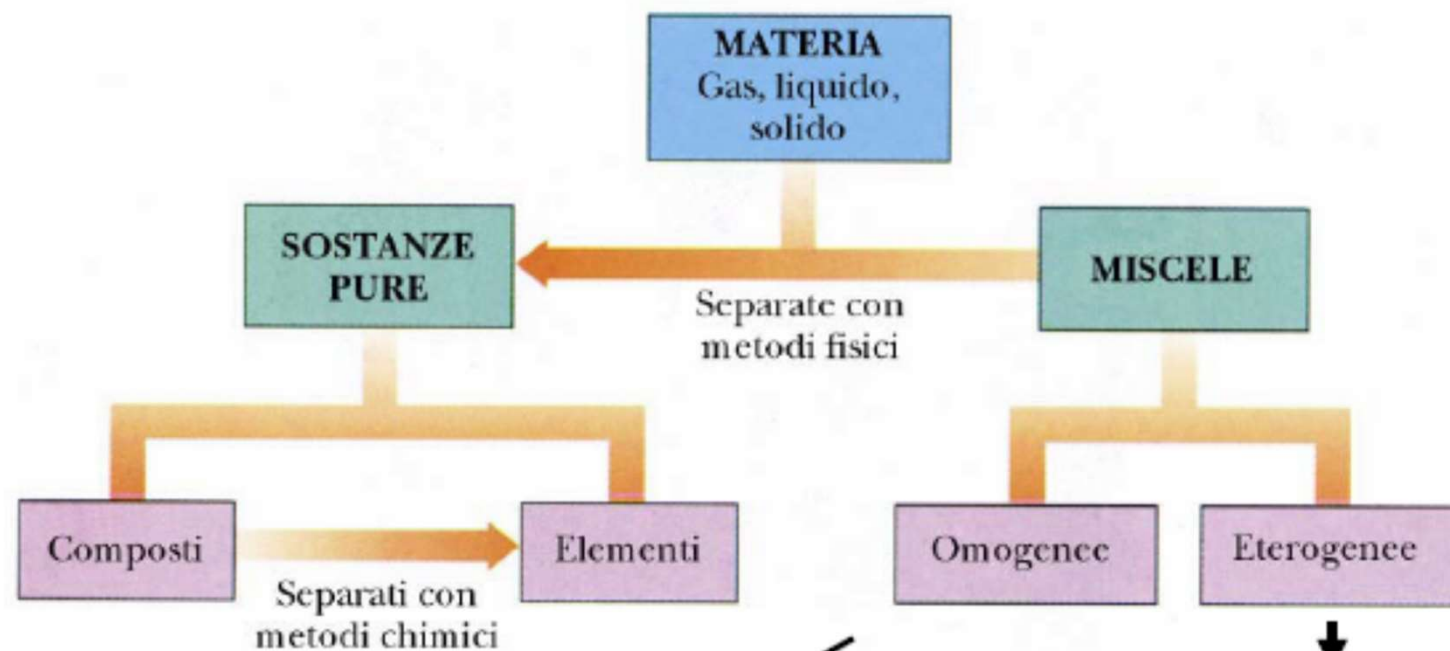


(b)



(c)

# Suddivisione della materia



**Figura 1.15** Una miscela omogenea o soluzione. Un composto solido giallo, il cromato di potassio, è versato in acqua: agitando, esso si scioglie formando una soluzione acquosa. (C.D. Winters)



**Figura 1.16** Le scaglie di ferro in una miscela di ferro e zolfo possono essere separate rimescolando la miscela eterogenea con un magnete. (C.D. Winters)



Carbone

*Un **elemento** è un tipo di materia che non può essere suddiviso in altre sostanze pure.*

Mercurio



*Un **elemento** è un tipo di materia che non può essere suddiviso in altre sostanze pure.*

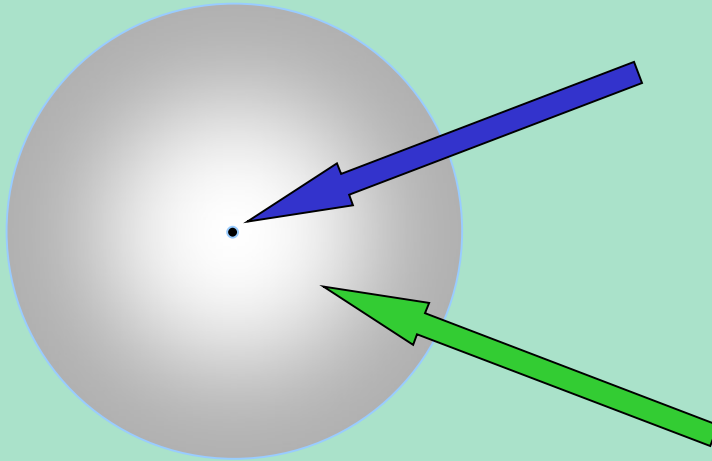
**Tabella 1.1** Nomi e simboli di alcuni degli elementi più comuni con le loro abbondanze percentuali

| Elemento  | Simbolo | Abbondanza percentuale | Elemento  | Simbolo | Abbondanza percentuale |
|-----------|---------|------------------------|-----------|---------|------------------------|
| Alluminio | Al      | 7.5                    | Manganese | Mn      | 0.09                   |
| Argento   | Ag      | 0.00001                | Mercurio  | Hg      | 0.00005                |
| Azoto     | N       | 0.03                   | Nichel    | Ni      | 0.010                  |
| Bromo     | Br      | 0.00025                | Oro       | Au      | 0.0000005              |
| Calcio    | Ca      | 3.4                    | Ossigeno  | O       | 49.4                   |
| Carbonio  | C       | 0.08                   | Piombo    | Pb      | 0.0016                 |
| Cloro     | Cl      | 0.2                    | Potassio  | K       | 2.4                    |
| Cromo     | Cr      | 0.018                  | Rame      | Cu      | 0.007                  |
| Ferro     | Fe      | 4.7                    | Silicio   | Si      | 25.8                   |
| Fosforo   | P       | 0.12                   | Sodio     | Na      | 2.6                    |
| Idrogeno  | H       | 0.9                    | Titanio   | Ti      | 0.56                   |
| Iodio     | I       | 0.00003                | Zinco     | Zn      | 0.008                  |
| Magnesio  | Mg      | 1.9                    | Zolfo     | S       | 0.06                   |

Viene identificato dal suo simbolo

Sono conosciuti 113 elementi di cui 91 si trovano in natura.

# Atomo



*Nucleo, formato da protoni e neutroni*

*Guscio di elettroni in movimento*

|        |   |           |       |
|--------|---|-----------|-------|
| nucleo | { | protoni   | $m_p$ |
|        |   | neutroni  | $m_n$ |
|        |   | elettroni | $m_e$ |

## **ELEMENTO**

**Atomi con il medesimo numero di protoni  
Il numero di protoni è detto NUMERO ATOMICO**

## **ISOTOPI**

**Identico numero atomico ma differente numero di neutroni,  
pertanto: differenti masse**

**Esempio:  $^{12}_6\text{C}$  e  $^{13}_6\text{C}$**

**$^{12}_6\text{C}$  = 6 protoni e 6 neutroni**

**$^{13}_6\text{C}$  = 6 protoni e 7 neutroni**



| period | group |    |         |      |      |      |       |       |       |      | 13   | 14   | 15 | 16  | 17   | 18    |    |    |    |
|--------|-------|----|---------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|----|-----|------|-------|----|----|----|
|        | 1*    |    |         |      |      |      |       |       |       |      | IIIb | IVb  | Vb | VIb | VIIb | VIIIb |    |    |    |
|        | Ia    |    |         |      |      |      |       |       |       |      | IIIa | IVa  | Va | VIa | VIIa | 0     |    |    |    |
| 1      | H     |    |         |      |      |      |       |       |       |      |      |      |    |     |      |       | He |    |    |
| 2      | Li Be |    |         |      |      |      |       |       |       |      |      |      |    |     |      |       |    |    | Ne |
| 3      | Na Mg |    | IIIa**  | IVa  | Va   | VIa  | VIIa  | VIIIa | VIIIa | IXa  | Xa   |      |    |     |      | Ar    |    |    |    |
|        |       |    | IIIb*** | IVb  | Vb   | VIIb | VIIIb | IXb   | Xb    |      |      |      |    |     |      |       |    |    |    |
| 4      | K     | Ca | Sc      | Ti   | V    | Cr   | Mn    | Fe    | Co    | Ni   | Cu   | Zn   | Ga | Ge  | As   | Se    | Br | Kr |    |
| 5      | Rb    | Sr | Y       | Zr   | Nb   | Mo   | Tc    | Ru    | Rh    | Pd   | Ag   | Cd   | In | Sn  | Sb   | Te    | I  | Xe |    |
| 6      | Cs    | Ba | La      | Hf   | Ta   | W    | Re    | Os    | Ir    | Pt   | Au   | Hg   | Tl | Pb  | Bi   | Po    | At | Rn |    |
| 7      | Fr    | Ra | Ac      | **** | **** | **** | ****  | ****  | ****  | **** | **** | **** |    |     |      |       |    |    |    |

|   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
| 6 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68  | 69  | 70  | 71  |
|   | Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er  | Tm  | Yb  | Lu  |
| 7 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 |
|   | Th | Pa | U  | Np | Pu | Am | Cm | Bk | Cf | Es | Fm  | Md  | No  | Lr  |

- \* Numbering system recommended by the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)
- \*\* Previous IUPAC numbering system
- \*\*\* Numbering system recommended by the Chemical Abstracts Service
- \*\*\*\* For the names of elements 104–112, see table.

© 2000 Encyclopædia Britannica, Inc.



(a)



(b)

**FIGURA 1.2**  
Cinabro e mercurio. (a) Il minerale cinabro, dal quale si ottiene il mercurio. (b) Mercurio, un elemento.

*Un **composto** è una sostanza pura che è formata da più di un elemento.*

*I composti hanno composizione fissa (percentuale in massa).*

*L'acqua,  $H_2O$ , è un composto di idrogeno, H, e ossigeno, O.*

*L'acqua,  $H_2O$ , contiene esattamente l'11,19% di idrogeno e l'88,81 % di ossigeno.*

*Le proprietà dei composti sono molto diverse da quelle degli elementi che li compongono.*



(a)



(b)

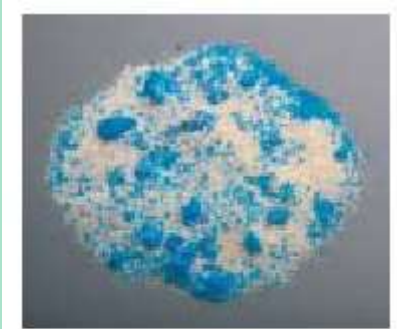


(c)

**FIGURA 1.3**

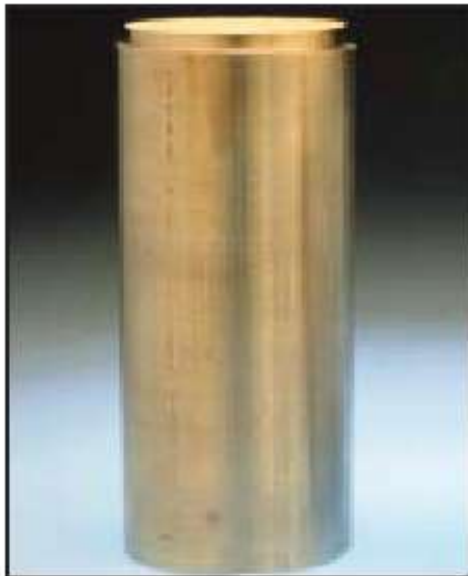
**Sodio, cloro e cloruro di sodio.** (a) Sodio, un elemento metallico che è tanto morbido da poter essere tagliato con un coltello. (b) Cloro, un elemento non metallico gassoso. (c) Cloruro di sodio, il composto chimico cristallino formato dalla combinazione di sodio e cloro.

Una **miscela** contiene due o più sostanze pure combinate in maniera tale che ciascuna sostanza mantenga la sua identità chimica.



**FIGURA 1.4**  
Una miscela eterogenea di solfato di rame cristallino (blu) e sabbia.

### Miscela omogenea



© Charles L. Winters

### Miscele eterogenee



**FIGURA 1.5**  
Due miscele. A sinistra è presente l'ottone, una miscela *omogenea* di rame e zinco. A destra un pezzo di granito, una miscela eterogenea che contiene zone discrete di minerali diversi (feldspato, mica e quarzo).

Una **soluzione** è una miscela omogenea.

E' costituita da un solvente (sostanza presente in quantità maggiore) e da uno o più soluti.



Se mescoliamo sabbia e sale ...



| group |    |    |         |      |      |      |      |       |      |      | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18    |      |      |
|-------|----|----|---------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| 1*    |    |    |         |      |      |      |      |       |      |      | IIIb | IVb  | Vb   | VIb  | VIIb | VIIIb |      |      |
| Ia    |    |    |         |      |      |      |      |       |      |      | IIIa | IVa  | Va   | VIa  | VIIa | 0     |      |      |
| 1     | H  |    |         |      |      |      |      |       |      |      |      | 5    | 6    | 7    | 8    | 9     | 10   |      |
| 2     | Li | Be |         |      |      |      |      |       |      |      |      |      | B    | C    | N    | O     | F    | Ne   |
| 3     | Na | Mg | 3       | 4    | 5    | 6    | 7    | 8     | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16    | 17   | 18   |
|       |    |    | IIIa**  | IVa  | Va   | VIa  | VIIa | VIIIa |      |      | Ib   | IIb  | Al   | Si   | P    | S     | Cl   | Ar   |
|       |    |    | IIIb*** | IVb  | Vb   | VIb  | VIIb | VIIIb |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |
| 4     | K  | Ca | Sc      | Ti   | V    | Cr   | Mn   | Fe    | Co   | Ni   | Cu   | Zn   | Ga   | Ge   | As   | Se    | Br   | Kr   |
| 5     | Rb | Sr | Y       | Zr   | Nb   | Mo   | Tc   | Ru    | Rh   | Pd   | Ag   | Cd   | In   | Sn   | Sb   | Te    | I    | Xe   |
| 6     | Cs | Ba | La      | Hf   | Ta   | W    | Re   | Os    | Ir   | Pt   | Au   | Hg   | Tl   | Pb   | Bi   | Po    | At   | Rn   |
| 7     | Fr | Ra | Ac      | **** | **** | **** | **** | ****  | **** | **** | **** | **** | **** | **** | **** | ****  | **** | **** |
|       |    |    | 6       | 58   | 59   | 60   | 61   | 62    | 63   | 64   | 65   | 66   | 67   | 68   | 69   | 70    | 71   |      |
|       |    |    |         | Ce   | Pr   | Nd   | Pm   | Sm    | Eu   | Gd   | Tb   | Dy   | Ho   | Er   | Tm   | Yb    | Lu   |      |
|       |    |    | 7       | 90   | 91   | 92   | 93   | 94    | 95   | 96   | 97   | 98   | 99   | 100  | 101  | 102   | 103  |      |
|       |    |    |         | Th   | Pa   | U    | Np   | Pu    | Am   | Cm   | Bk   | Cf   | Es   | Fm   | Md   | No    | Lr   |      |

- alkali metals
- alkaline earth metals
- transition metals
- other metals
- other nonmetals
- halogens
- noble gases
- lanthanides
- actinides

\* Numbering system recommended by the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)  
 \*\* Previous IUPAC numbering system  
 \*\*\* Numbering system recommended by the Chemical Abstracts Service  
 \*\*\*\* For the names of elements 104–112, see table.

© 2000 Encyclopædia Britannica, Inc.

Metalli

non metalli

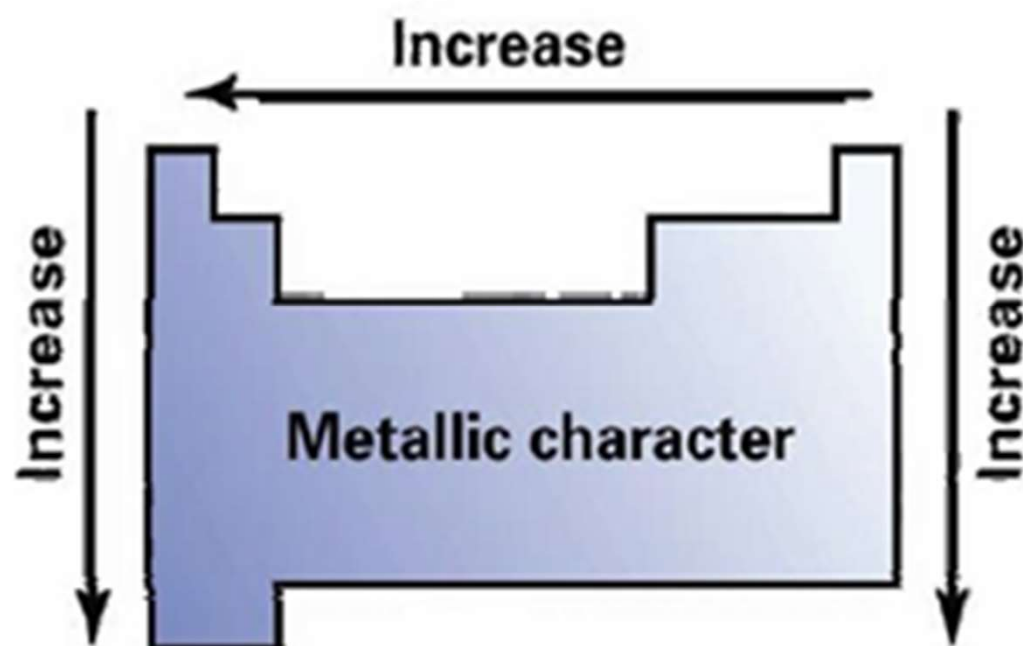


metalloidi

## Il legame metallico

**Metalli:** elementi con **energia di ionizzazione** relativamente **bassa**

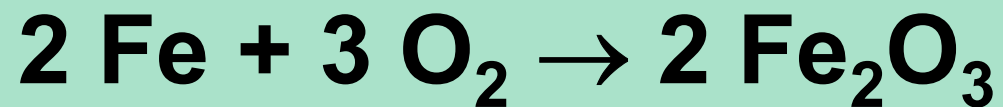
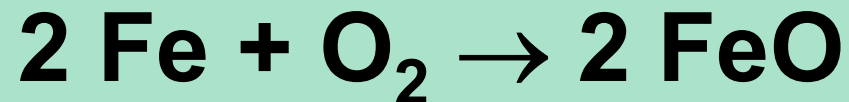
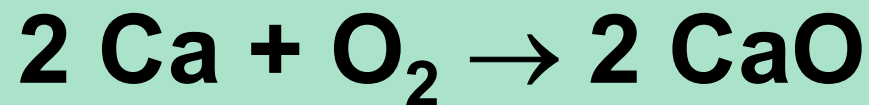
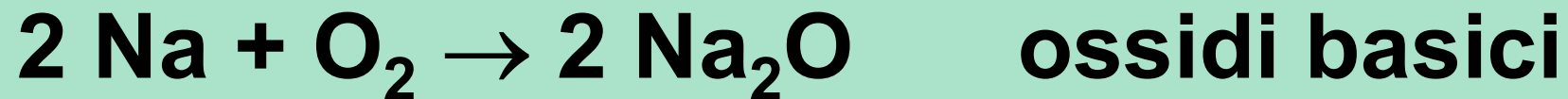
Il passaggio dai metalli ai non metalli avviene con gradualità lungo ciascun gruppo e periodo. **Proprietà** comuni (anche se possedute in grado diverso): **conducibilità termica ed elettrica, strutture cristalline compatte, malleabilità e duttilità**.





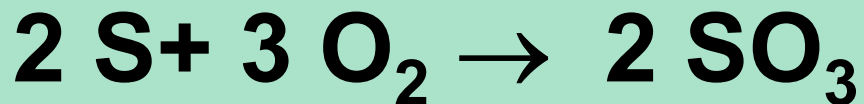
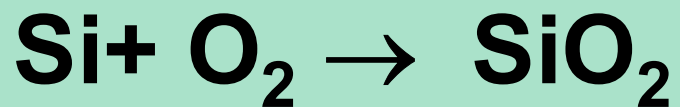
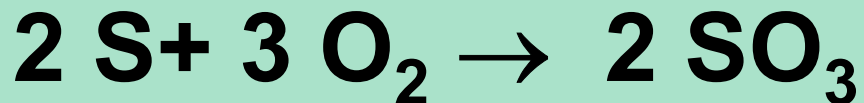
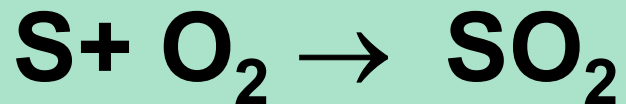
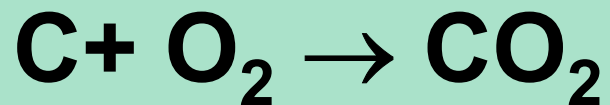
# REAZIONE CON L'OSSIGENO (O<sub>2</sub>)

## Metalli



# REAZIONE CON L'OSSIGENO (O<sub>2</sub>)

**Non metalli**

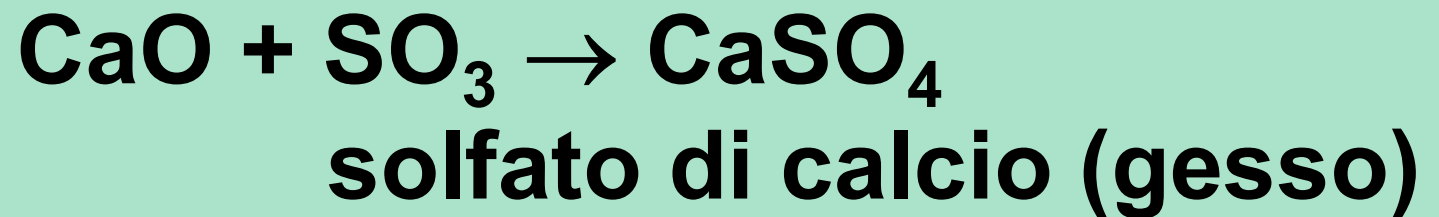
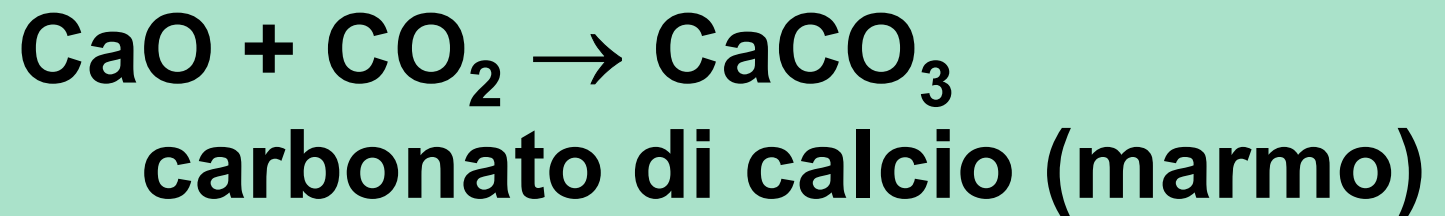


**ossidi acidi**

**Ossido acido = anidride**

# REAZIONE TRA GLI OSSIDI BASICI E LE ANIDRIDI

= SALI



## REAZIONE DEGLI OSSIDI ACIDI CON L'ACQUA



Acido carbonico



Acido solforoso



Acido solforico

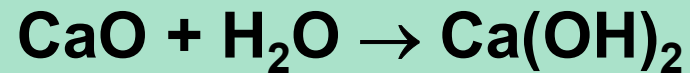
**Cosa è un acido?**

**Un acido disciolto in acqua incrementa la concentrazione degli ioni  $\text{H}^+$  ( $\text{pH} < 7$ ).**

## REAZIONE DEGLI OSSIDI BASICI CON L'ACQUA



Idrossido di sodio

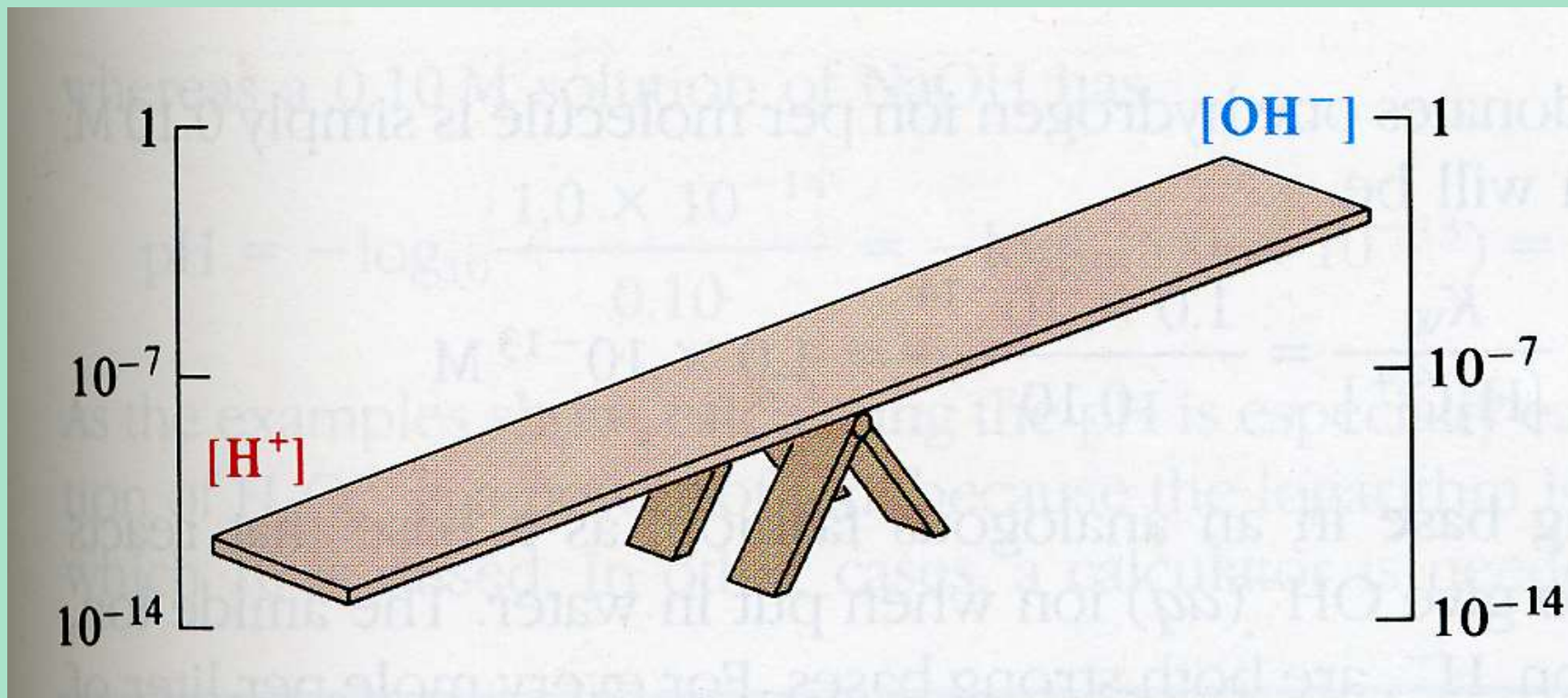


Idrossido di calcio

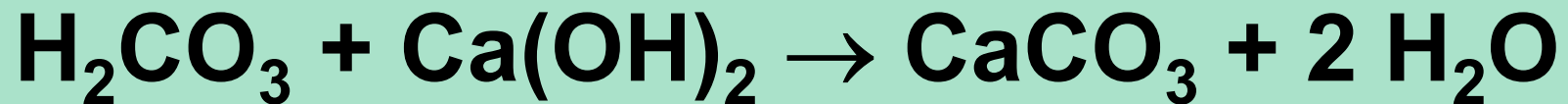
**Cosa è un idrossido?**

**Un idrossido in acqua incrementa la concentrazione degli ioni  $\text{OH}^-$  ( $\text{pH} > 7$ ),**

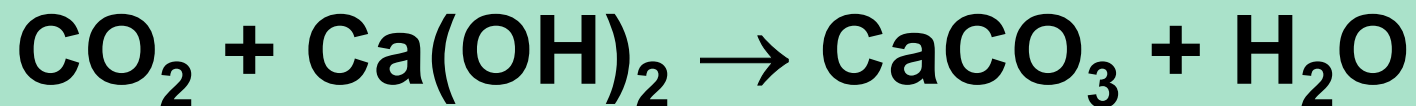
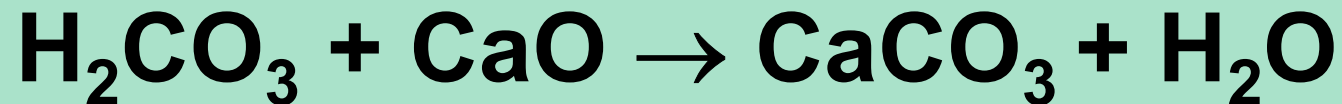
**Riduce la concentrazione degli ioni  $\text{H}^+$ .**



# REAZIONE TRA GLI IDROSSIDI E GLI ACIDI



E TRA .....



# • Acidi e Basi



• Svante August Arrhenius  
• Wijk (Svezia), 1859 – Stoccolma,  
1927

• **Definizione di Arrhenius (1887):** *acidi e basi sono composti che in acqua danno luogo a dissociazione elettrolitica:*



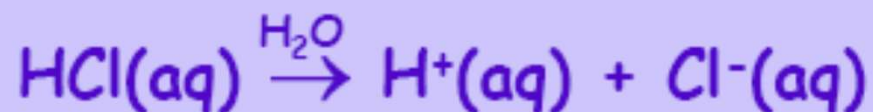


Acidi e basi sono sostanze note da molto tempo e diverse classificazioni sono state fatte nel corso del tempo in base alle loro proprietà. Qui discuteremo le tre moderne teorie acido-base nell'ordine in cui sono state proposte.

## Teoria di Arrhenius

Arrhenius fu il primo a proporre una teoria acido-base a partire dal comportamento di queste sostanze in acqua.

Un **acido** è una sostanza che, sciolta in acqua, provoca un aumento della concentrazione degli ioni  $H^+$ .



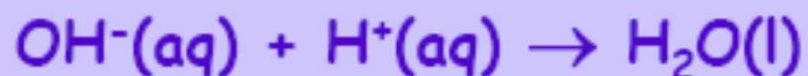
Una **base** è una sostanza che, sciolta in acqua, provoca un aumento della concentrazione degli ioni  $\text{OH}^-$ .



La **neutralizzazione** di  $\text{HCl}$  e  $\text{NaOH}$  si rappresenta con l'equazione ionica:



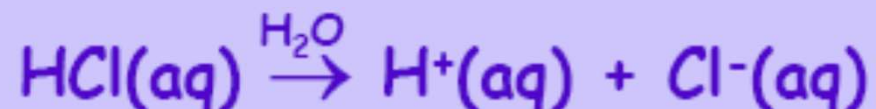
o con l'equazione ionica netta:



Una reazione di neutralizzazione implica quindi la combinazione di ioni idrogeno e idrossido per formare acqua.

Arrhenius distinse poi gli acidi e le basi a seconda della loro forza.

Un **acido forte** è una sostanza che in acqua si ionizza completamente per dare ioni  $H^+$  (es. HCl):



Una **base forte** è una sostanza che in acqua si ionizza completamente per dare ioni  $OH^-$  (es. NaOH):



**Acidi e basi deboli** non sono completamente ionizzati in soluzione ma danno luogo ad un equilibrio



Acido acetico



$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] \quad \bullet \text{A } 25^\circ\text{C si ha } K_w = 10^{-14}$$

• Soluzione neutra:  $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$

• Soluzione acida:  $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$

• Soluzione basica:  $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

$$\log 1 = 0$$

$$\log 0,1 = -1$$

$$\log 0,01 = -2$$

$$\log 0,001 = -3$$

$$\log 0,0001 = -4$$

$$\log 0,00001 = -5$$

$$\log 0,00001 = \log 10^{-5} = -5$$

$$\log 10^{-6} = -6$$

$$\log 10^{-7} = -7$$

$$\log 10^{-8} = -8$$

$$\log 10^{-9} = -9$$

$$\log 10^{-10} = -10$$

$$\log 10^{-11} = -11$$

$$\log 10^{-12} = -12$$

$$\log 10^{-13} = -13$$

$$\log 10^{-14} = -14$$

# Sostanze di uso quotidiano

