

ZANICHELLI

James E. Brady
Neil D. Jespersen
Alison Hyslop
Maria Cristina Pignocchino

Chimica.blu

seconda edizione

ZANICHELLI

Capitolo 4

Oltre il visibile: la teoria atomica

ZANICHELLI

Sommario

1. La teoria atomica di Dalton
2. La moderna teoria atomica
3. La natura degli atomi
4. Le particelle subatomiche
5. Il numero atomico e il numero di massa
6. Il nucleo dell'atomo
7. Gli isotopi degli elementi
8. Gli ioni: cationi e anioni

La teoria atomica di Dalton

La **teoria atomica** afferma che la materia non è continua, bensì è costituita da minuscoli corpuscoli, chiamati **atomi**.

Secondo la teoria atomica di **John Dalton**:

1. la materia è costituita da atomi indivisibili;
2. gli atomi di uno stesso elemento sono identici;
3. un elemento non si converte in altri elementi;
4. elementi diversi possono unirsi a formare i composti, contenenti un numero intero e definito di atomi;
5. gli atomi non si creano e non si distruggono.

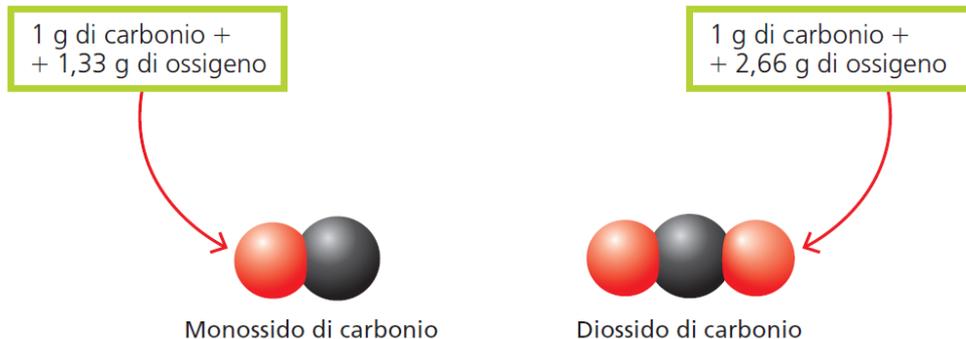
La teoria atomica di Dalton

La teoria atomica spiega le tre **leggi ponderali**:

- legge delle proporzioni multiple (Dalton);
- legge di conservazione della massa (Lavoisier);
- legge delle proporzioni definite (Proust).

La teoria atomica di Dalton

Legge delle proporzioni multiple (Dalton, 1803): quando due elementi danno origine a più composti, le diverse masse di un elemento che si combinano con una stessa massa dell'altro elemento stanno tra loro in rapporti proporzionali espressi da numeri piccoli e interi.



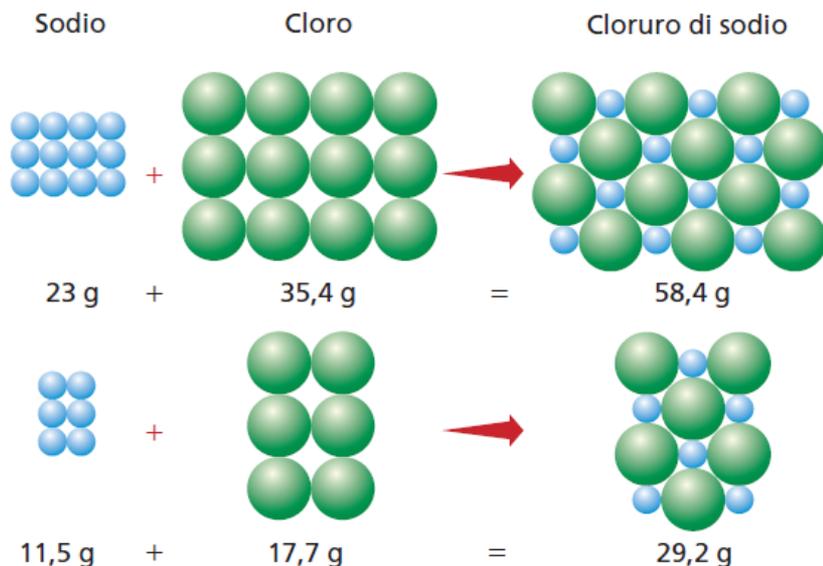
Composto	Massa di ossigeno	Massa di carbonio	Rapporto di combinazione
Monossido di carbonio	4 g	3 g	1,33 : 1
Diossido di carbonio	8 g	3 g	2,66 : 1

La teoria atomica di Dalton

La teoria atomica interpreta la legge di Lavoisier e la legge di Proust:

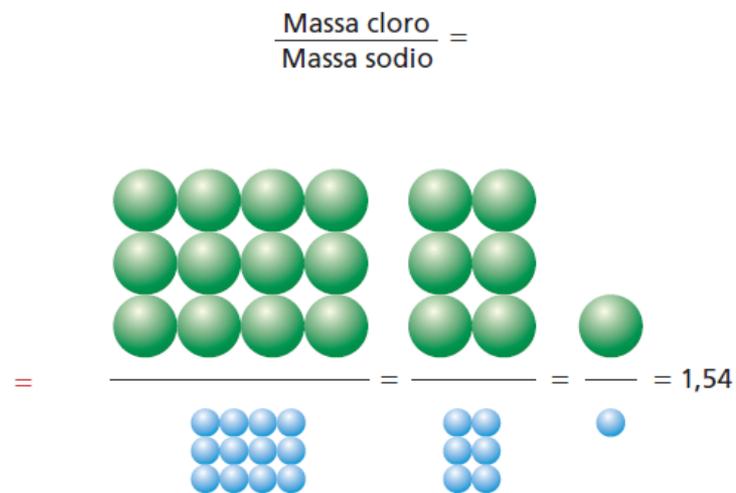
Legge di Lavoisier

In una reazione chimica, la massa si conserva perché il numero e la natura degli atomi restano inalterati: la somma delle masse del sodio e del cloro è uguale alla massa totale del cloruro di sodio.



Legge di Proust

Il rapporto tra le masse di cloro e di sodio è definito e costante: un atomo di cloro si combina sempre con uno di sodio e ogni atomo di cloro ha una massa 1,54 volte maggiore di quella di ogni atomo di sodio.



La moderna teoria atomica

Verso la fine dell'Ottocento è stato dimostrato che gli atomi sono costituiti da particelle ancora più semplici.

Secondo la **moderna teoria atomica**:

1. la materia è costituita da atomi, a loro volta costituiti da particelle subatomiche;
2. esistono tanti tipi di atomi quanti sono gli elementi;
3. durante le trasformazioni chimiche o fisiche gli atomi rimangono sempre integri;
4. gli atomi possono unirsi a formare le molecole;
5. gli atomi possono acquisire una carica elettrica positiva o negativa.

La moderna teoria atomica

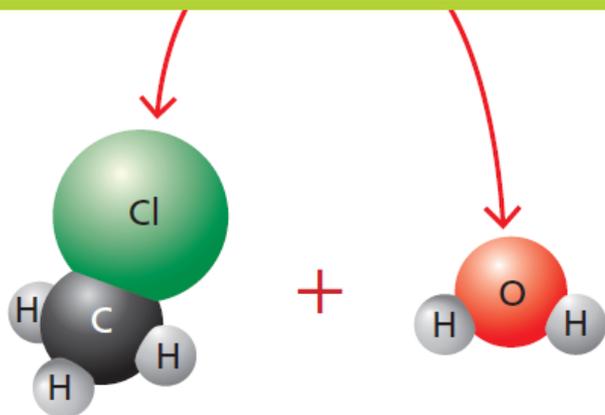
- L'**atomo** è la più piccola parte di un elemento che ne conserva le caratteristiche chimiche.
- Una **molecola** è un aggregato di atomi uguali o diversi uniti da intense forze attrattive che chiamiamo **legami chimici**.
- Atomi o molecole dotati di carica elettrica sono detti **ioni**.

Le molecole hanno proprietà diverse da quelle degli atomi che le costituiscono.

La moderna teoria atomica

Ogni molecola ha una composizione definita, cioè contiene un preciso numero di atomi di ciascuno degli elementi che la compongono.

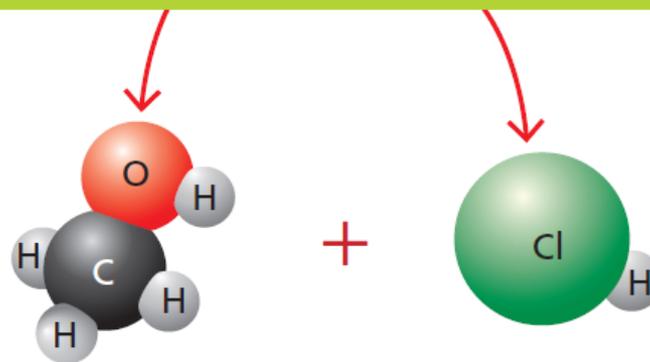
Una molecola di clorometano reagisce con una molecola d'acqua.



+



Si ottengono una molecola di metanolo e una di cloruro di idrogeno, composte dagli stessi atomi che costituiscono i reagenti.



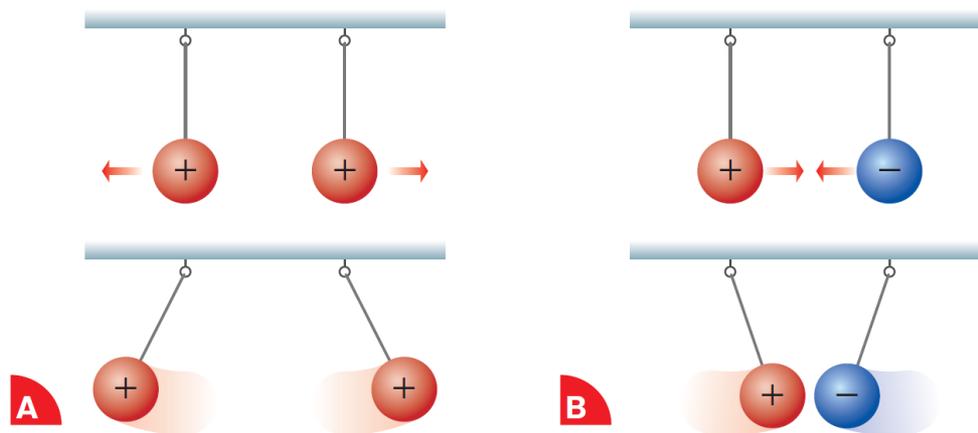
+

La natura degli atomi

Alcuni materiali se strofinati acquisiscono **carica elettrica**.

Esistono due tipi di carica elettrica: la carica **positiva (+)** e la carica **negativa (-)**.

Le forze tra cariche elettriche dello stesso tipo (positive o negative) sono **repulsive**; le forze tra cariche elettriche di tipo contrario sono **attrattive**.



La natura degli atomi

I corpi possono avere diverse quantità di carica.

Nel SI l'unità di misura della quantità di carica elettrica è il **coulomb (C)** e il suo valore è sempre preceduto dal segno + o – che indica il tipo di carica.

Le cariche elettriche si sommano algebricamente.

Un corpo è **neutro** se non ha carica oppure se la quantità di carica positiva è uguale alla quantità di carica negativa.

La natura degli atomi

La **legge di Coulomb** afferma che tra due corpi di carica Q_1 e Q_2 agisce una forza elettrica che diventa due volte più intensa se una delle cariche raddoppia, mentre si riduce a un quarto di quella iniziale se la distanza raddoppia.

$$F = k \frac{Q_1 \times Q_2}{d^2}$$

k = costante (nel vuoto = $8,99 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$);

Q_1 = quantità di carica (in coulomb) del corpo 1;

Q_2 = quantità di carica (in coulomb) del corpo 2;

d = distanza (in metri) tra le due cariche.

Le particelle subatomiche

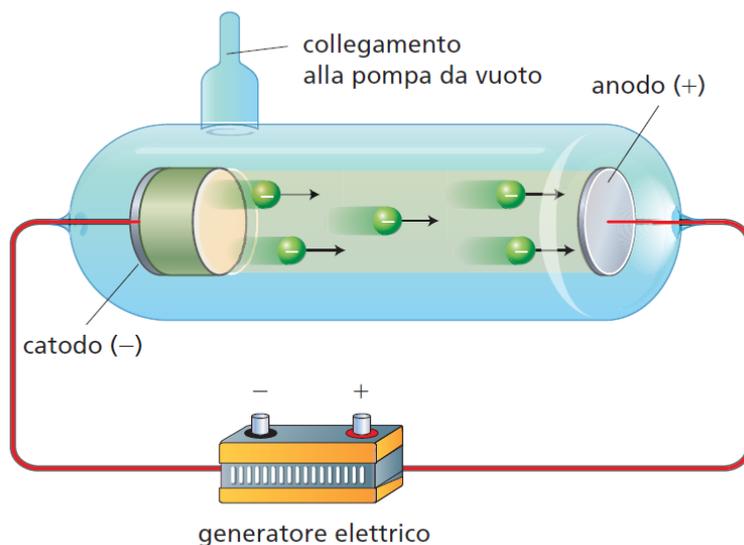
Le particelle subatomiche sono identiche in tutti gli atomi.

Particella	Massa (kg)	Carica	
		(C)	convenzionale
Elettrone (e^-)	$9,109 \cdot 10^{-31}$	$-1,602 \cdot 10^{-19}$	-1
Protone (p)	$1,673 \cdot 10^{-27}$	$1,602 \cdot 10^{-19}$	+1
Neutrone (n)	$1,675 \cdot 10^{-27}$	0	0

Le particelle subatomiche

L'**elettrone** (e^-) è una particella con carica elettrica negativa a cui viene assegnato il valore convenzionale -1 .

La scoperta dell'elettrone è attribuita a Joseph John Thomson, che utilizzò un **tubo catodico**, un tubo di vetro chiuso con due elettrodi collegati a un generatore elettrico.

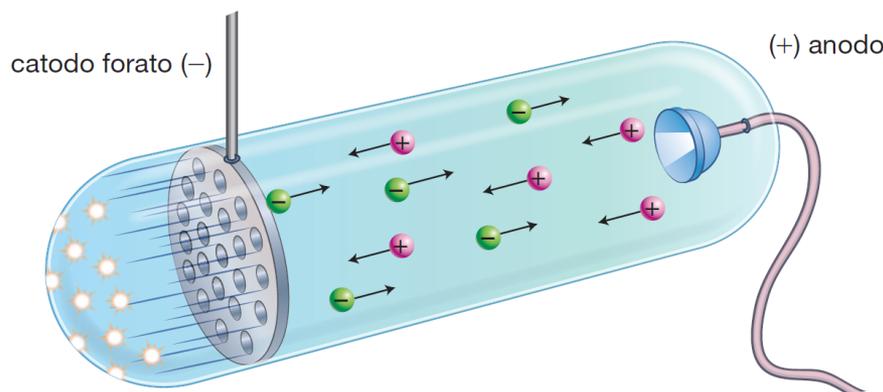


Le particelle subatomiche

Il **protone** (**p**) è una particella con carica elettrica positiva uguale e contraria alla carica di un elettrone (+1).

La sua massa è 1836 volte superiore alla massa di un elettrone.

La scoperta del protone è attribuita a Eugen Goldstein, che utilizzò un **tubo catodico** con il catodo forato.



Le particelle subatomiche

Il **neutrone** (**n**) è una particella priva di carica elettrica.

La sua massa è quasi identica a quella di un protone.

La scoperta del neutrone è di quasi 40 anni successiva a quella di elettroni e protoni ed è attribuita a James Chadwick.

L'elettrone non si può scindere in componenti più piccoli, mentre protoni e neutroni sono costituiti da particelle elementari dette *quark*.

Il numero atomico e il numero di massa

Il **numero atomico (Z)** è il numero di protoni presenti in un atomo: tutti gli atomi di uno stesso elemento hanno lo stesso numero atomico.

Il numero atomico corrisponde anche al numero di elettroni.

numero atomico = numero p



${}_Z E$

Il numero atomico e il numero di massa

Il **numero di massa (A)** è la somma del numero di protoni e neutroni presenti in un atomo.

Il numero di neutroni spesso è diverso da quello dei protoni ed elettroni.

numero di massa = numero p + n

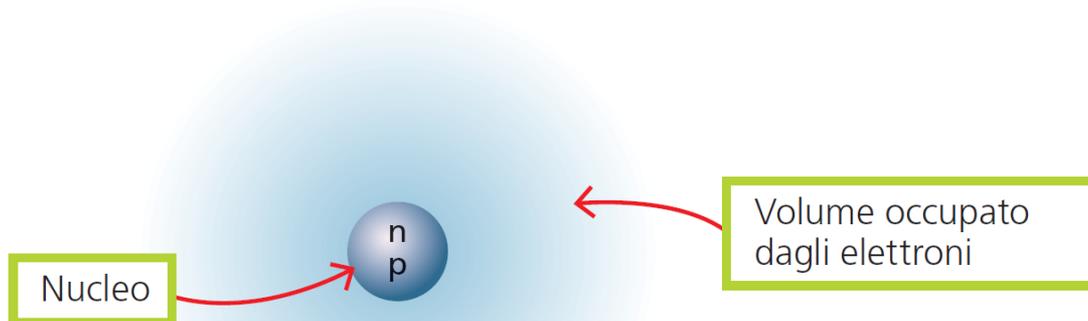


$$\text{numero di neutroni} = A - Z$$

Il nucleo dell'atomo

Protoni e neutroni sono contenuti nel **nucleo**, un corpo centrale minuscolo e denso intorno al quale si muovono gli elettroni.

L'atomo è una struttura quasi interamente vuota: se un atomo avesse un diametro di circa 1 km, quello del nucleo sarebbe di soli 10 cm.



Il nucleo dell'atomo

I protoni e i neutroni del nucleo sono tenuti insieme dalla **forza nucleare**.

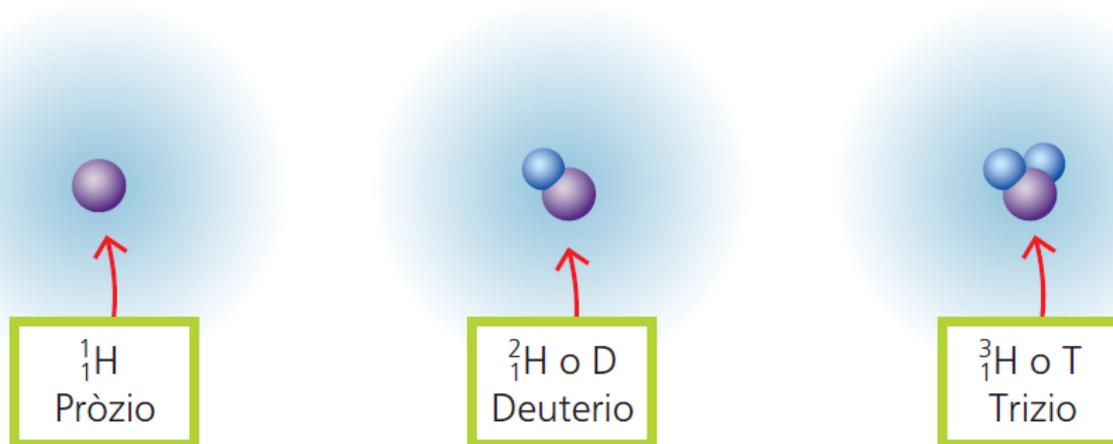
La sua intensità aumenta al crescere del numero di protoni e neutroni. I neutroni permettono alla forza nucleare di sovrastare la repulsione elettrica tra i protoni.

Il nucleo non si modifica nel corso delle reazioni chimiche.

Gli isotopi degli elementi

Gli **isotopi** sono atomi con uguale numero di protoni (stesso numero atomico) e diverso numero di neutroni (diverso numero di massa).

Gli isotopi di un elemento hanno identiche proprietà chimiche ma differiscono per la massa e, quindi, per le proprietà che da essa dipendono.



Gli ioni: cationi e anioni

Uno **ione** è un atomo o un gruppo di atomi (**ione poliatomico**) dotato di una o più cariche elettriche.

- **Cationi** → ioni con carica positiva, si formano quando gli atomi perdono uno o più elettroni.



numero di cariche positive = numero di elettroni persi

- **Anioni** → ioni con carica negativa, si formano quando gli atomi acquistano elettroni.



numero di cariche negative = numero di elettroni acquisiti

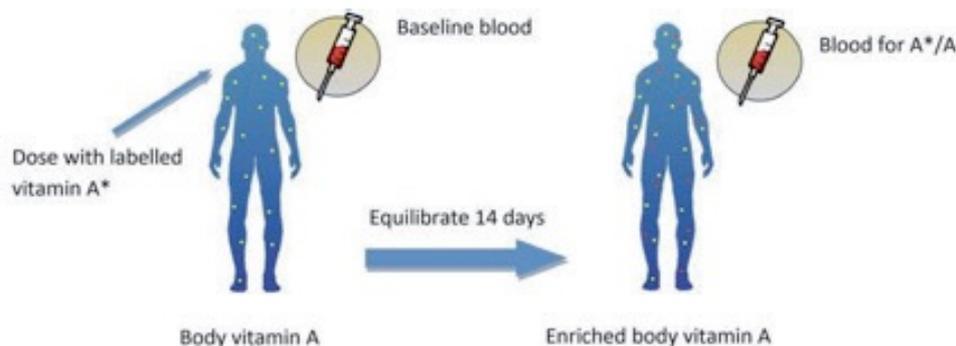
LA CHIMICA CON METODO

- ▶ **Come si calcola il numero di protoni, di elettroni e di neutroni dal numero di massa?**
Quanti protoni, elettroni e neutroni contiene un atomo di platino con numero di massa 190?
- ▶ **Come si identifica un elemento a partire dal numero di protoni, elettroni e neutroni?**
Uno ione contiene 26 p, 24 e⁻, 30 n. Scrivi il simbolo e calcola numero atomico e numero di massa.

La chimica in Agenda

La vitamina A o retinolo (formula bruta $C_{20}H_{30}O$) è un micronutriente indispensabile alla vita, ma è tossica se assunta in dosaggi troppo elevati. Per questo è importante quantificare le scorte di retinolo nell'organismo con il metodo della diluizione isotopica.

Si preleva un campione di sangue del paziente, quindi si inietta una quantità nota di vitamina A marcata con un isotopo stabile (^{13}C). Alcuni giorni dopo si effettua un secondo prelievo di sangue con cui si misura la proporzione tra il retinolo endogeno e quello iniettato.



Chemistry in English

Vitamin A deficiency

«Vitamin A deficiency, VAD, is a public health problem in more than half of all countries. [...]

- For children, lack of vitamin A causes severe visual impairment and blindness, and significantly increases the risk of severe illness from common childhood infections as diarrhoeal disease and measles.
- For pregnant women in high-risk areas, vitamin A deficiency occurs especially during the last trimester. The impact of VAD on mother-to-child HIV transmission needs further investigation.

WHO's goal is the worldwide elimination of vitamin A deficiency. Short-term interventions must be backed up by long-term solutions. [...]

(Adapted by: World Health Organization, WHO)