

Modello Atomico della materia

La materia si può presentare allo stato solido liquido e gassoso

Una miscela $\begin{cases} \text{omogenea e costituita da una fase} \\ \text{eterogenea e costituita da più fasi} \end{cases}$

una miscela ha una composizione chimica definita ma variabile ed è costituita da individui chimici / sostanze pure con composizione chimica definita e costante

sostanze elementari

Atomi della stessa specie

composti

aggregato di Atomi diversi

↓
TUTTA LA MATERIA
È COMPOSTA DA
ATOMI

↓ costituiti da

Particelle subatomiche

protone

neutrone

elettrone

nucleo

↓
massa dell'atomo

↓
volume dell'atomo

Particella	Carica (e)	Massa (kg)
protone	$+1,6022 \cdot 10^{-19}$	$1,672 \cdot 10^{-27}$
neutrone	0	$1,674 \cdot 10^{-27}$
elettrone	$-1,6022 \cdot 10^{-19}$	$9,109 \cdot 10^{-31}$

raggio nucleo $\approx 10^{-14}$ m

raggio atomo $\approx 10^{-10}$ m

numero atomico = numero di protoni (Z)

numero di massa = numero di nucleoni (protoni + neutroni) (A)

numero atomico \leftrightarrow elemento ${}^A_Z X \rightarrow$ nuclide

isotopi isos = stesso topos = posto

elementi uguali con numeri di massa diversi

gli isotopi in natura hanno abbondanza variabile

Sistema Internazionale (SI)

grandezze fondamentali	unità di misura
lunghezza	metro (m)
massa	chilogrammo (kg)
tempo	secondo (s)
corrente elettrica	ampere (A)
temperatura	Kelvin (K)
quantità di materia	mole (mol)
intensità luminosa	candela (cd)

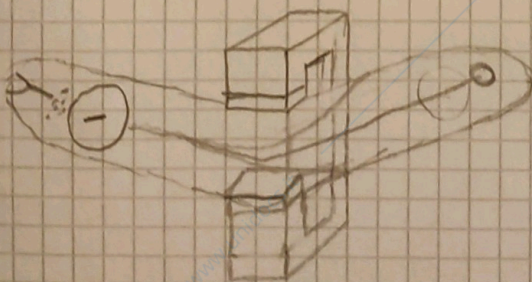
Massa Atomica, Peso Atomico, Mole

In chimica spesso si parla erroneamente di peso atomico, questo in realtà è una massa!

La massa atomica è data dai **nucleoni** (protoni + neutroni). Essendo però questa massa estremamente piccola si usa la massa relativa. La massa di riferimento è $\frac{1}{12}$ della massa di carbonio 12.

Per trovare la massa di un elemento si utilizza lo spettrometro di massa.

Si investe l'elemento con un fascio di elettroni rendendolo elettricamente positivo a questo punto lo spettrometro sfrutta le proprietà del campo elettrico e magnetico che quest'ultimo applica per calcolare la massa dalla deflessione che l'elemento ha subito dalla sua traiettoria - pesante + deflesso



Attraverso lo spettrometro di massa si trova un valore sperimentale R derivante dalle traiettorie

$$R = \frac{\text{massa assoluta } ^A X}{\text{massa assoluta } ^{12}C} = \frac{m. \text{ relativa } ^A X}{m. \text{ relativa } ^{12}C} = \frac{m. \text{ relativa } ^A X}{12}$$

$\xrightarrow{\text{medesimo riferimento}}$

Peso Atomico = massa atomica relativa (ad $\frac{1}{12}$ ^{12}C) media pesata rispetto alle abbondanze isotopiche naturali

È importante ricordare il difetto di massa, quando neutroni e protoni entrano a far parte del nucleo, perdono massa e rilasciano energia $E = mc^2$

Peso Molecolare = somma dei pesi atomici degli atomi che costituiscono la molecola

Mole = quantità di sostanza che contiene tante particelle quante sono contenute in 12g di ^{12}C ossia $6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ (cost di Avogadro)

$$\frac{m^{12}C}{12} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = \text{uma} = \text{da}$$

- facendo i calcoli la massa in grammi di 1 mole di sostanza equivale numericamente al suo peso atomico/molecolare

INFATTI

- $\frac{m^{12}C}{12} \cdot \text{cost di Avogadro} = 1$ sono uno il reciproco dell'altro

Massa molare = massa di 1 mole di sostanza [g mol^{-1}]

06/10/20

Modello Elettronico dell' Atomo

Il sistema atomico viene paragonato al sistema solare. Questo perché il sole come il nucleo ha una massa molto maggiore dei pianeti / elettroni.

Allo stesso modo in entrambi i sistemi sono presenti forze attrattive.

Le analogie finiscono qua perché il sistema solare segue le leggi della meccanica classica (deterministica), il sistema atomico invece segue le leggi della meccanica quantistica (probabilistica)

Principio di indeterminazione di Heisenberg

È impossibile conoscere, con la stessa esattezza, contemporaneamente posizione e quantità di moto di un oggetto.

$$\Delta x \cdot \Delta mv \geq \frac{h}{4\pi}$$

Δx errore sulla posizione

Δmv errore sulla quantità di moto

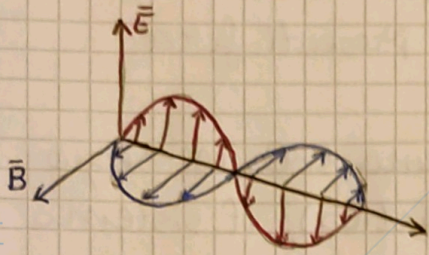
h costante di Planck $6,62 \cdot 10^{-34}$ Js

Il principio di indeterminazione di Heisenberg ha validità generale. Questo non ha grandi effetti per i corpi macroscopici a causa delle grandi masse e quindi di errori insignificanti rispetto al sistema studiato.

Radiazione EM

ci sono due modelli validi per spiegare la radiazione elettromagnetica: il modello ondulatorio e quello corpuscolare

• Modello ondulatorio



λ lunghezza d'onda [m]

ν frequenza [$\frac{1}{s}$]

$$\lambda \cdot \nu = c$$

$$c = 2,9 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Un campo elettrico oscilla perpendicolarmente ad un campo magnetico, questi hanno andamento sinusoidale e sono in fase tra loro.

Ci sono vari tipi di onde elettromagnetiche che si differenziano per frequenza e lunghezza d'onda. L'insieme di tutte queste forma il così detto "spettro elettromagnetico" in cui la regione del visibile è compresa tra i 400 e gli 800 nm

• Modello corpuscolare

La radiazione elettromagnetica può essere considerata anche come un treno di particelle.

Ogni particella è come un pacchetto di energia; l'energia trasportata corrisponde per la legge di Planck a:

$$E = h\nu$$

questa afferma che l'energia associata alla radiazione EM è trasmessa in unità discrete o quanti

Il modello corpuscolare ci aiuta a spiegare alcuni fenomeni come la radiazione di corpo nero o l'effetto fotoelettrico.

- Radiazione di Corpo Nero ~ Max Planck 1901

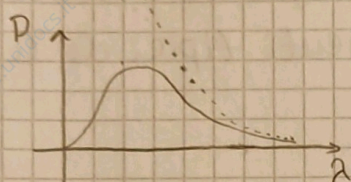
Un corpo nero è un oggetto in grado di assorbire tutta la radiazione che su di esso incide.

La radiazione che questo oggetto emette, che è uguale a quella che assorbe, energeticamente parlando, è proporzionale per la legge di Rayleigh-Jeans:

$$P \propto \frac{T}{\lambda^4}$$

↳ Potenza emessa

Sperimentalmente osserviamo invece che il grafico della potenza è molto differente per i piccoli



Inoltre per $\lambda \rightarrow 0$ $E \rightarrow \infty$ e questo è impossibile questo è conosciuto come catastrofe dell'UV

Planck risolve questo problema intraducendo che lo scambio di radiazione non avvenga in modo continuo ma per quanti

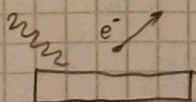
$$E = h\nu$$

- Effetto Fotoelettrico ~ Albert Einstein 1905

Un raggio incide su una lastra di metallo, se questo raggio ha un'energia sufficiente data da un ν_0 abbastanza grande detta frequenza di soglia, la lastra rilascia elettroni e vi è quindi una corrente.

Se l'energia è maggiore questi elettroni avranno un'energia cinetica maggiore.

Se si aumenta l'intensità invece usciranno più elettroni, se si aumenta l'intensità con ν insufficienti invece non succederà niente.



Relazione di De Broglie

$$E = h\nu$$

$$E = mc^2 \rightarrow E = mv^2$$

$$\lambda\nu = c \rightarrow \lambda\nu = v$$

$$\begin{cases} E = h\nu \\ \lambda\nu = v \end{cases} \Rightarrow E = \frac{h\nu}{\lambda}$$

$$\begin{cases} E = \frac{h\nu}{\lambda} \\ E = mv^2 \end{cases} \Rightarrow \boxed{\lambda = \frac{h}{mv}}$$

- Ad una particella con una massa si fa corrispondere un'onda con una certa λ .

Tanto piú piccola é la massa tanto piú la natura ondulatoria sará evidente

Questa intuizione di De Broglie fu poi verificata osservando come gli elettroni avessero comportamenti tipici delle onde come la diffrazione.

12/10/20

Spettri Atomici



Questo è uno spettrometro in cui abbiamo un'ampolla con dell'idrogeno a bassa pressione a cui è applicata una forte differenza di potenziale.

Questo porta all'eccitazione delle molecole di H_2 che si rompono e si ricombinano $H_2 \xrightarrow{E} H^+ + e^- \rightarrow H_2$ con il rilascio di energia sotto forma di luce.

Questa passa attraverso una fenditura e un prisma ed arriva fino al detector.

Quando la radiazione passa attraverso il prisma, si separano le varie lunghezze d'onda.

Si può così osservare che non si ha uno spettro continuo, ma uno a righe.

Questo è lo spettro di emissione.

Ogni specie atomica ha un suo specifico spettro di emissione/assorbimento.

Oltre che la corrente potevamo usare il riscaldamento di quest'ultimo, oppure si poteva farci passare luce bianca attraverso e osservarne l'assorbimento.

Emissione e assorbimento di una stessa specie atomica sono complementari.

In generale le osservazioni fatte mettono in luce che gli atomi non assorbono tutta la radiazione ma solo specifiche lunghezze d'onda; cerchiamo di capire perché questo avviene...

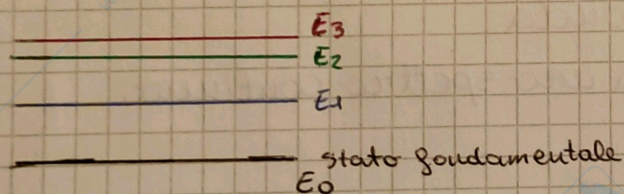
Livelli Energetici

Per spiegare l'assorbimento/emissione di questi λ specifici si ipotizza che ogni atomo abbia dei livelli energetici prefissati. Quindi ogni atomo assorbe solo le radiazioni che hanno abbastanza energia da permettere all'elettrone di saltare da un livello energetico all'altro.

Per l'emissione la medesima cosa, l'elettrone scende di livello energetico e rilascia quanta energia quanta la differenza di quest'ultima tra i due livelli

$$E_k - E_n = h(\nu_k - \nu_n) \quad \begin{array}{l} k > n \text{ emissione} \\ k < n \text{ assorbimento} \end{array}$$

I livelli energetici concessi cambiano a seconda della natura dell'atomo ed in particolare a seconda dei protoni e all'attrazione che quest'ultimi hanno sugli elettroni.



Equazione d'Onda e Erwin Schrödinger

1926

Equazione d'onda per l'atomo di idrogeno

$$-\frac{\hbar^2}{8\pi^2} \left[\frac{1}{M} \left(\frac{d^2\psi}{dx_1^2} + \frac{d^2\psi}{dy_1^2} + \frac{d^2\psi}{dz_1^2} \right) + \frac{1}{m} \left(\frac{d^2\psi}{dx_2^2} + \frac{d^2\psi}{dy_2^2} + \frac{d^2\psi}{dz_2^2} \right) \right] + V(x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2) \psi = E \psi$$

M = massa nucleo m = massa elettrone x, y, z = coordinate nucleo/elettrone

$\psi(x, y, z)$ = funzione dipendente dalle coordinate.

Energeticamente quest'equazione è: Energia cinetica + Energia potenziale = Energia Totale

L'equazione è semplificabile considerando il nucleo fisso nell'origine e togliendo quindi la parte relativa al nucleo, o utilizzando l'operatore hamiltoniano $\hat{H}\psi = E\psi$ $\hat{H} = E_{\text{cinetica}} + E_{\text{potenziale}}$

L'equazione d'onda è sempre possibile risolverla, ma è possibile risolverla senza approssimazioni solo nel caso in cui vi siano atomi monoelettronici. Questo a causa della repulsione tra elettroni che introduce errore.

L'equazione d'onda è un'equazione differenziale parziale, lineare, del second'ordine.

Quest'equazione ha infinite soluzioni.

Notazione:

$$\psi_k = f(x, y, z, n_k, l_k, m_k)$$

ψ_k → funzioni d'onda orbitali / funzioni orbitali / orbitali

ψ_k = soluzione particolare

$$\psi_k \rightarrow E_k$$

Ad ogni ψ_k è associata un E_k definita univocamente da n_k, l_k, m_k .

E_k corrisponde ai livelli energetici permessi negli spettri di emissione/assorbimento, a pagina precedente

La funzione ψ dipende da 3 coordinate cartesiane (x, y, z) e da 3 numeri quantici (n, l, m)

n = numero quantico principale (Energia)
intero positivo (1, 2, 3, ..., ∞) (0 = l'elettrone è stato espulso)

$$E = -\frac{13.6 \text{ eV}}{n^2}$$

Più aumenta "n" minore è la separazione tra livelli energetici.

l = numero quantico secondario (momento angolare orbitale)
interi positivi (0, 1, 2, ..., $n-1$)

indica la forma della regione di spazio in cui si può trovare l'elettrone
(s, p, d, f)

m_l = numero quantico magnetico
interi (- l , ..., + l)

indica l'orientazione reciproca degli orbitali nello spazio