



Centro Stampa

**ATTENZIONE QUESTI APPUNTI SONO OPERA DI STUDENTI , NON SONO STATI VISIONATI
DAL DOCENTE. IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.**

N° 10

CHIMICA I

DI MASCOLO

MATERIA

Chimica

3.10.2011

La chimica è la scienza che si occupa della composizione e delle proprietà delle varie forme di materia e studia le sostanze, la loro struttura, le loro proprietà e le reazioni con cui una sostanza si trasforma in un'altra.

La MATERIA è tutto ciò che possiede massa ed occupa spazio, è composta da numerose SOSTANZE distinte, che sono forme uniche e pure di materia.

Le sostanze possono presentarsi in differenti STATI DI AGGREGAZIONE:

- stato SOLIDO, forma rigida della materia;
- stato LIQUIDO, forma fluida della materia con superficie definita e con forma geometrica simile allo spazio del recipiente occupato;
- stato GASSOSO, forma fluida della materia che occupa l'intero spazio a disposizione.
- il VAPORE identifica la forma aeriforme di una sostanza comunemente solida o liquida.

Le PROPRIETÀ FISICHE della materia sono quelle caratteristiche osservabili al mutare dello stato fisico senza la perdita delle proprietà chimiche della sostanza. Le PROPRIETÀ CHIMICHE sono quelle caratteristiche osservabili al mutare della composizione della sostanza, inclusa la sua identità.



Inoltre esistono le proprietà INTENSIVE della materia, intese come caratteristiche indipendenti dalla massa del campione (vd temperatura), e le proprietà ESTENSIVE, intese come caratteristiche che dipendono dalla massa del campione (vd volume).

Ogni misurazione comporta la precisione e l'accuratezza della misurazione stessa: la PRECISIONE indica quanto le misure sono prossime le une alle altre, la ACCURATEZZA indica quanto il valore medio delle misure si avvicina al valore vero (o accettato come tale).

N.B. esiste anche un ulteriore stato di aggregazione, lo stato di PLASMA, un gas altamente ionizzato, caldo (sole) o freddo (aurora boreale), ricco di ioni ed elettroni. La materia in questo stato forma difficilmente legami e le particelle subatomiche sono staccate fra loro. Esso è elettricamente neutro, viene elettrizzato tramite il passaggio rapido fra due elettrodi ed è usato per modificare le superfici dei materiali (es. contro la corrosione).

Inoltre, lo stato solido è caratterizzato da due stati: l'AMORFO e il CRISTALLINO; la particolarità di questo ultimo è la struttura interna ORDINATA, grazie al graduale raffreddamento del materiale e alla possibilità, di conseguenza, di permettere agli atomi di ordinarsi secondo la loro STRUTTURA CROCESTALLINA IN CELLE ELEMENTARI; lo stato amorfo, invece, è difficoltoso da raggiungere ma permette una maggiore plasticità e resistenza alla corrosione, a seguito di un repentino raffreddamento del materiale.

MATERIA

PROPRIETÀ FISICHE E CHIMICHE

ELEMENTI E ATOMI

Gli ATOMI sono le più piccole particelle di un elemento; vengono considerati delle sfere solide che si assemblano in varie strutture per formare i vari materiali.

Nel 1807 JOHN DALTON formulò la prima IPOTESI ATOMICA, basandosi sull'osservazione di un costante rapporto di ossigeno (8g) e di idrogeno (1g) in una molecola di acqua.

Tutti gli atomi di un dato elemento sono identici, gli atomi di elementi diversi possiedono massa differente, un composto è una specifica combinazione di atomi di più di un elemento ed in una reazione chimica gli atomi non si creano o distruggono ma scambiano "partner" dando luogo a nuove sostanze.

Ogni ELEMENTO è una sostanza composta da un unico tipo di atomi; questi ultimi sono le più piccole parti indivisibili dell'elemento stesso che, se aggregate e legate tramite legami chimici, danno origine alle MOLECOLE.

JOSEPH J. THOMSON invece, nel 1897, scoprì la prima PARTICELLA SUBATOMICA, l'ELETTRONE, aprendo anche la strada alla scoperta dello SPAZIO VUOTO, consistente nella materia. Studiando i RAGGI CATHODICI, radiazioni emesse nel momento in cui due elettrodi, posti in un tubo di vetro sottovuoto, hanno elevata differenza di potenziale, scoprì che questi fasci di PARTICELLE dotate di carica negativa provenivano dall'interno degli atomi costituenti l'elettrodo di carica negativa, il CATODO. Identificando tali particelle come identiche per ogni tipo di metallo usato per il catodo, capì che esse erano alla base di tutti gli atomi e le chiamò ELETTRONI (e^-).

Thomson misurò anche il rapporto fra la quantità di carica dell'elettrone, e , e la sua massa, m_e , ottenendo il valore e/m_e .

Successivamente MILLIKAN volle misurare massa e carica di queste particelle: attraverso un esperimento condotto tramite minuscole gocce d'olio atomizzate soggette a forza di gravità, egli compenso la caduta con la forza elettrica generata dalla differenza di potenziale del campo elettrico contenente tali gocce atomizzate. La carica risultante effettiva oggi è identificata con $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ COULOMB,

la massa fu successivamente calcolata con la formula e/m_e , che risultò essere $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.

La scoperta, però, non spiegava perché gli elettroni, sebbene negativi, si presuntassero nel loro insieme atomico neutri.

Solo nel 1908 fu scoperto da ERNEST RUTHERFORD che esistono alcuni elementi atomici che emettono PARTICELLE α . Bombardando una lamina di platino con particelle α , scoprì che pochissime particelle deviano il percorso, ed un numero infinitesimale di casi presenta deviazioni superiori ai 90° . I risultati furono la prova che ogni atomo avesse un centro denso e puntiforme, carico positivamente, circondato da un grande spazio vuoto prima di giungere agli elettroni. Rutherford chiamò questa regione NUCLEO ATOMICO, la cui carica compensa ed elide la carica degli elettroni circostanti. Per ogni carica negativa ne esiste una positiva in grado di bilanciarlo, chiamata PROTONE, che identifica il numero atomico ed è circa 2000 volte più pesante di un elettrone. Ogni protone pesa $1,673 \cdot 10^{-27}$ kg ed il NUMERO ATOMICO, Z , coincide con il numero di protoni.

ELEMENTI E ATOMI

ELETTRONI

PROTONI

MOSELEY fu il primo a determinare inequivocabilmente il numero atomico, sapendo che il tipo di RAGGI X emessi dal raggio catodico di Thomson ha proprietà variabili in base al suo numero atomico.

Alcuni calcoli di massa sugli atomi mostravano una parte di massa "mancante". Si suppose, allora, agli inizi del XX Sec., che esistesse un quid eos all'interno dell'atomo. La scoperta dello SPETTROMETRO DI MASSA aiutò nella ricerca: se in un tubo sottovuoto viene introdotto gas o vapore successivamente esposto ad elettroni veloci in una camera ad alta differenza di potenziale, nel momento in cui un elettrone accelerato collide con un atomo rompe il legame di un elettrone interno; l'atomo sarà quindi carico positivamente, sarà uno IONE POSITIVO, e verrà espulso dalla camera elettronegativa tanto velocemente tanto più esso sarà leggero. Passando attraverso un ELETTROMAGNETE, lo ione viene deviato in una misura proporzionale alla sua massa, velocità ed INTENSITÀ DEL CAMPO MAGNETICO STESSO. Giunto infine ad un RIVELATORE DI IONI, lo ione viene proiettato su un grafico in uno SPETTRO DI MASSA, in funzione del suo campo magnetico. Sull'asse delle ascisse ricevono proiezione le varie masse degli ioni, mentre sull'asse delle ordinate il numero di ioni di ugual massa. Scoprimmo che non tutti gli ioni provenienti dallo stesso elemento puro avevano ugual massa, ma vi erano piccole percentuali di ioni più pesanti, aventi però stesso numero atomico. Si definì allora la presenza di un quid che non contasse l'elettronegatività dell'atomo, i NEUTRONI.

I neutroni sono estremamente simili ai protoni, prescindendo dalle loro cariche: hanno infatti massa pari a $1,675 \cdot 10^{-27}$ kg, e vengono insieme denominati NUCLEONI. Quindi:

Gli atomi sono costituiti da particelle subatomiche dette elettroni, protoni e neutroni. Protoni e neutroni formano un corpo centrale piccolissimo e denso detto nucleo dell'atomo. Gli elettroni si trovano distribuiti nello spazio che circonda il nucleo.

La maggior parte della massa si trova nel nucleo, che però è solo lo 0,00001% dell'intero atomo.

La somma fra protoni e neutroni dell'atomo fornisce il NUMERO DI MASSA, identificato con A. $A=1$ equivale al numero di massa dell'idrogeno, quindi altri nuclei sono A volte più pesanti dell'atomo di H. Prendendo un atomo di Neon, ad esempio, sappiamo che il NUMERO ATOMICO è $Z=10$, però il numero di massa varia tra 20, 21 e 22; se ne deduce che un atomo di Ne può avere 10, 11 o 12 neutroni. Atomi con stesso numero atomico ma diverso numero di massa sono definiti ISOTOPI. La DENOMINAZIONE è NEON 20, NEON 21, NEON 22, il SIMBOLO è $^{20}_{10}\text{Ne}$, $^{21}_{10}\text{Ne}$, $^{22}_{10}\text{Ne}$. Gli isotopi hanno proprietà fisiche essenzialmente uguali ad eccezione dell'idrogeno, che non possiede normalmente neutroni. I suoi isotopi sono il DEUTERIO (D oppure ^2H) ed il TRIZIO (T oppure ^3H).

I chimici hanno dimostrato che elencando gli elementi in base ai loro numeri atomici si nota una certa PERIODICITÀ delle proprietà. Ordinati in una TAVOLA PERIODICA, gli elementi sono suddivisi in GRUPPI che identificano le famiglie principali degli elementi: i gruppi 1, 2, 13-18 sono i GRUPPI PRINCIPALI. L'ordinamento orizzontale è definito PERIODO. Gli elementi del 1° GRUPPO sono i METALLI ALCALINI, ad esempio.

1° GRUPPO - METALLI ALCALINI: teneri, lucenti, bassofondenti e reagiscono con l'acqua liberando idrogeno più o meno vigorosamente.

2° GRUPPO - METALLI ALCALINOTERROSI: simili proprietà del 1° gruppo ma con reazioni meno violente.

3°-10° GRUPPO - METALLI DI TRANSIZIONE: metalli che reagiscono diversamente in base alla reattività del reagente.

17° GRUPPO - ALOGENI: gas che possiedono un colore ed un odore e si possono facilmente combinare.

18° GRUPPO - GAS NOBILI: gas definiti precedentemente "inerti". Si riteneva non potessero combinarsi con alcun materiale, oggi sono raramente combinabili con altri elementi.

Il blocco f, al di sotto della tavola fondamentale, contiene gli elementi del PERIODO 6 dall'elemento 57 al 71 (i LANTANOIDI), e gli elementi del PERIODO 7 dall'elemento 89 al 103 (gli ATTINOIDI).

Gli elementi sono classificati in base alle loro caratteristiche:

METALLI: conduttori, lucenti, malleabili e duttili

NON METALLI: Non conducono elettricità e non sono né malleabili né duttili

METALLOIDI: hanno proprietà fisiche dei metalli e comportamento chimico dei non-metalli.

GLI ATOMI: IL MONDO QUANTICO

10-10-2011

Per comprendere come è fatta e come si dispone la materia nello spazio, è necessario comprendere la CONFIGURAZIONE ELETTRONICA degli atomi, in particolare di come gli ELETTRONI si dispongono intorno al nucleo.

RUTHERFORD tentò di spiegare tramite la MECCANICA CLASSICA NEWTONIANA cosa accadeva se agli elettroni, una, basandosi su delle leggi valide per corpi celesti o corpi visibili, riuscì unicamente a teorizzare un atomo destinato a vedere i propri elettroni IMPLODERE nel nucleo. La soluzione a tale problematica è la MECCANICA QUANTISTICA.

L'OSSERVAZIONE della struttura interna della materia è possibile attraverso la SPETTROSCOPIA, branca della chimica che studia le RADIAZIONI ELETTRONMAGNETICHE emesse da un corpo. La radiazione è costituita dall'unione di un CAMPO MAGNETICO e un CAMPO ELETTRICO, entrambi OSCILLANTI (variano nel tempo), e si muove alla VELOCITÀ DELLA LUCE $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ trasferendo ENERGIA da una parte all'altra dello spazio. Lo studio delle radiazioni è proficuo soprattutto per l'emozione OSCILLAZIONE dell'elettrone quando attraversato da un CAMPO ELETTRICO: oscillando prima in verso e poi in un altro, cioè sia nel VERSO sia nell'INTENSITÀ, ci fornisce il numero di CICLI (oscillazioni complete di intensità e verso) al secondo che denominiamo FREQUENZA, ν , della radiazione.

L'unità di misura della frequenza è l'HERTZ, che spinge una particella in un verso e nell'altro facendola ritornare nel suo luogo d'origine in un secondo.

$$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$$

Ogni ONDA ha una sua AMPIEZZA, cioè l'altezza massima dell'onda rispetto all'asse orizzontale nel suo picco, e una LUNGHEZZA D'ONDA, λ , la distanza fra 2 picchi o 2 punti qualsiasi alla stessa altezza. Inoltre, il quadrato dell'ampiezza identifica l'INTENSITÀ, ossia la brillantezza della radiazione. La LUCE VISIBILE non è altro che una radiazione di lunghezza d'onda compresa fra 400-700 nm.

$$\text{VELOCITÀ DELLA LUCE} = \text{LUNGHEZZA D'ONDA} \times \text{FREQUENZA}$$

$$c = \lambda \nu$$

Il colore della luce dipende dalla frequenza e dalla corrispondente lunghezza d'onda: una radiazione di λ maggiore presenta ν minore, e viceversa.

RADIAZIONI

Il fenomeno dell'INCANDESCENZA aumenta la BRILLANTEZZA di un oggetto all'aumentare della temperatura. Ciò iniziò ad essere ipotizzato nel XIX secolo, quando si notò che un corpo caldo (o corpo nero) emetteva diverse lunghezze d'onda a diverse temperature. La denominazione di "corpo nero" deriva dal fatto che le sue emissioni non sono in alcun modo privilegiate su alcune lunghezze d'onda piuttosto che altre. J. STEFAN, nel 1879, e successivamente BOLTZMANN, formularono una teoria che affermava l'aumento di intensità proporzionale alla QUARTA POTENZA della temperatura.

$$\frac{\text{POTENZA EMESSA}}{\text{AREA DI SUPERFICIE}} = \text{COSTANTE} \times T^4 \longrightarrow \frac{W \text{ (Watt)}}{m^2} = 5,67 \cdot 10^{-8} W m^{-2} K^{-4} \times K^4$$

N.B. $1 W = 1 J s^{-1}$

W. WIEN, dopo la suddetta LEGGE DI STEFAN-BOLTZMANN, scoprì che la lunghezza d'onda di massima intensità, λ_{max} , è inversamente proporzionale alla temperatura, denotando come COSTANTE il rapporto fra i due valori. Da sua legge, la LEGGE DI WIEN, introduce anche la SECONDA COSTANTE DI RADIAZIONE, $1,44 \cdot 10^{-2} K m$.

$$T \lambda_{max} = \frac{1}{5} c_2$$

Le scienze contemporanee, però, non esplicavano ogni singolo aspetto di questa branca. Difatti, secondo le teorie di MAXWELL, ogni corpo incandescente avrebbe dovuto emettere quantità INFINITE DI CALORE e RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE, RAGGI X e RAGGI γ ; ogni corpo si sarebbe dovuto comportare in questo modo, cosa che invece non accadeva.

Solo nel 1900, con il fisico tedesco MAX PLANCK, fu risolto il problema con l'ipotesi di uno SCAMBIO DI ENERGIA tra materia e radiazioni sotto forma di QUANTI (o PACCHETTI DISCRETI DI ENERGIA). Secondo Planck, gli atomi "caldi" del corpo nero, oscillando, avrebbero scambiato energia in forma di "pacchetti":

$$\text{ENERGIA} = \text{COSTANTE DI PLANCK} \times \text{FREQUENZA} \longrightarrow E = 6,626 \cdot 10^{-34} J s \times \nu$$

Se l'atomo rilascia nell'ambiente energia E , si rivelerà una radiazione di frequenza $\nu = E/h$. Ciò accade se vi è abbastanza energia, o CALORE, per permettere l'OSCUILLAZIONE: quindi, a BASSE TEMPERATURE, non vi è energia sufficiente a stimolare oscillazioni di ALTA FREQUENZA. Computando quindi la fisica classica (a qualsiasi temperatura diversa da 0 i corpi avrebbero dovuto emettere luce), doveva trovare giustificazione concreta alla sua teoria. A differenza del modello di Rutherford, inoltre, vi è il valore di E : mentre per Rutherford gli elettroni collassavano e quindi ricoprivano TUTTI I VALORI DI E , per Planck E aveva valori DEFINITI e COSTANTI.

A seguito di tutte le precedenti scoperte, le conferme definitive furono certe dopo la teoria di EINSTEIN del 1905 riguardo l'EFFETTO FOTOELETTRICO, cioè l'emissione di elettroni da parte di un metallo esposto a RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE.

Non vengono emessi elettroni a meno che la radiazione non raggiunga una frequenza superiore ad un certo valore di soglia caratteristico del metallo; qualora la soglia venga superata, gli elettroni vengono emessi immediatamente, qualunque sia l'intensità della radiazione, e l'energia cinetica degli elettroni emessi aumenta linearmente con la frequenza della radiazione incidente.

La scoperta di Einstein cambiò profondamente il concetto di CAMPO ELETTROMAGNETICO: propose che ogni radiazione elettromagnetica fosse costituita da particelle, oggi definite FOTONI. Ogni fotone può essere inteso come un QUANTO, la cui energia è legata alla frequenza della radiazione ($E = h\nu$).

Quindi, ogni raggio è da considerare come un FASCIO DI FOTONI, di colore differente in base alla sua energia. L'ENERGIA di un singolo fotone viene calcolata sempre con la LEGGE DI PLANCK ed il suo risultato è espresso in J.

Ritornando all'effetto fotoelettrico, l'energia necessaria ad allontanare un elettrone dalla superficie del metallo è detta FUNZIONE LAVORO del metallo stesso (Φ). Se $h\nu$ è maggiore di Φ , l'elettrone viene espulso con energia cinetica pari a $E_k = \frac{1}{2} m_e v^2$, la quale è pari alla differenza tra $h\nu$ e Φ .

ENERGIA CINETICA DELL'ELETTRONE ESPULSO = ENERGIA APPORTATA DAL FOTONE $\times$ ENERGIA NECESSARIA A LIBERARE e^-

$$\frac{1}{2} m_e v^2 = h\nu - \Phi$$

Il grafico dell'energia cinetica degli elettroni espulsi dovrebbe essere andamento rettilineo con PENDENZA h , con intersezione con l'asse verticale a $-\Phi$ e con l'asse orizzontale Φ/h . La teoria dell'effetto fotoelettrico, dopo Einstein, è:

- 1) un elettrone può abbandonare il metallo solo a condizione di aver ricevuto energia Φ sufficiente dalla collisione col fotone;
- 2) se il fotone ha energia sufficiente, l'espulsione dell'elettrone è istantanea dopo la collisione;
- 3) l'energia cinetica dell'elettrone espulso dal metallo aumenta linearmente con la frequenza della radiazione incidente.

Fino ad ora tutte le dimostrazioni fanno vedere la radiazione elettromagnetica verso una NATURA CORPUSCOLARE, ma vi sono altre dimostrazioni che affermano la NATURA ONDULATORIA, non costituita da particelle. Una di queste dimostrazioni è la DIFFRAZIONE, figura di intensità ALTE e BASSE generate da un oggetto posto lungo la traiettoria dei raggi: nel caso in cui due raggi INTERFERISCANO fra loro, cioè vedono PICCHI e VENTRI di un'onda interferire con altri, l'ampiezza (L'ALTEZZA) dell'onda può aumentare o diminuire; nel caso in cui picchi e ventri delle onde COINCIDANO, si parla di INTERFERENZA COSTRUTTIVA e l'ampiezza dell'onda aumenta; nel caso in cui picchi e ventri siano in DISCORDANZA DI FASE (anziché in CONCORDANZA DI FASE), la risultante è un'INTERFERENZA DISTRUTTIVA, con ampiezza minore.

La fisica moderna è composta da entrambe le teorie, sia di natura CORPUSCOLARE che ONDULATORIA: ci si trova obbligati ad accettare un DUALISMO ONDA-PARTICELLA, valido in entrambi gli ambiti. Nel modello ondulatore, l'intensità della radiazione è proporzionale al QUADRATO DELL'AMPIEZZA DELL'ONDA; nel modello corpuscolare, l'intensità delle radiazioni è proporzionale al NUMERO DEI FOTONI istante per istante.

FOTONI

EINSTEIN

EFFETTO FOTOELETTRICO POST

NATURA ONDULATORIA - CORPUSCOLARE - INTERFERENZE

Data la proprietà duale delle radiazioni elettromagnetiche, LOUIS DE BROGLIE, nel 1925, sostenne che tutta la materia potesse avere proprietà ondulatorie, ipotizzando che la lunghezza d'onda associata all'ONDA DI MATERIA fosse inversamente proporzionale alla massa della particella, m , e alla sua velocità, v , sicché:

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

Inoltre, il prodotto di $m \cdot v$ prende il nome di MOMENTO LINEARE, p , della particella, per cui l'espressione fu riconvertita nella RELAZIONE DI DE BROGLIE

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

Sarebbe stato molto complesso notare precedentemente le suddette proprietà, in quanto, sia per un oggetto microscopico che macroscopico la lunghezza d'onda è quasi INAPPREZZABILE. Ug di massa in moto a 1 ms^{-1} possiede lunghezza d'onda, secondo la RELAZIONE DI DE BROGLIE:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{(1 \cdot 10^{-3} \text{ kg})(1 \text{ ms}^{-1})} = 6,626 \cdot 10^{-31} \frac{\text{kg m}^2 \text{ s}^{-1}}{\text{kg m s}^{-1}} = 6,626 \cdot 10^{-31} \text{ m}$$

$$\text{N.B. } 1 \text{ J} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$$

L'esperimento di DAVISSON e GERMER di bombardare un cristallo isolato di nichel con elettroni dimostrò l'oscillazione della materia corpuscolare (250 pm), a seguito della diffrazione causata dai singoli cristalli.

Questa scoperta rivoluzionò anche la concezione dell'ENERGIA QUANTIZZATA di BOHR, il quale usò tale scoperta per CONFUTARE IL MODELLO DI RUTHERFORD. Secondo Rutherford, l'elettrone avrebbe dovuto irradiare COSTANTEMENTE energia che, una volta esaurita, lo avrebbe fatto IMPLODERE in quanto INSTABILE; Bohr, invece, suggerì che gli elettroni ricevono energia DEFINITA e QUANTIZZATA, con una posizione più o meno definita in STATI STAZIONARI localizzati in ORBITE. Le diverse ORBITE sono in equilibrio fra loro grazie all'ATTRAZIONE ELETTROSTATICA, e sono permessi valori per cui il VALORE DI MOTO è multiplo di un certo numero.

La prova sperimentale fu l'eccitare l'elettrone esterno dell'atomo di idrogeno: esso, saltando ad un'orbita più ESTERNA, rilasciava energia, ritornando sulla prima orbita ed emettendo una RADIAZIONE LUMINOSA, in accordo con la legge di Planck, h . L'energia per far "saltare" un elettrone è data dalla formula:

$$\Delta E = h\nu$$

Oltre alle orbite circolari, SOMMERFELD introdusse il concetto dei possibili orbite ELLITTICHE.

RELAZIONE DI DE BROGLIE

ANCHE LA MATERIA POSSI DE A

MODELLO

DI BOHR

SOMMERFELD

SPETTROSCOPIA

Un'altra analisi QUANTITATIVA degli elementi è data dalla SPETTROSCOPIA, la quale studia la lunghezza d'onda propria per ogni elemento affinché si ATOMIZZI. Ogni atomo ha il suo numero di elettroni che si dispongono secondo una precisa CONFIGURAZIONE MINIMA DI ENERGIA: per effetto dell'ASSORBIMENTO ATOMICO, una volta atomizzato, l'intensità del raggio DIMINUISCE.

Ogni TRANSIZIONE corrisponde all'assorbimento di una precisa e sufficiente ENERGIA; l'analisi allo spettro identifica SEMPRE UNO ED UN SOLO ELEMENTO.

HEISENBERG

Nella MECCANICA CLASSICA ogni particella ha una sua TRAIETTORIA PREDEFINITA, mentre nel dualismo ONDA-CORPUSCOLO è impossibile specificare con precisione la POSIZIONE in un dato MOMENTO di un'onda: ove sia noto il MOMENTO LINEARE, è impossibile specificare la posizione; ove sia nota la POSIZIONE, non si può determinare dove sia un istante dopo. Ciò è alla base della COMPLEMENTARITÀ della posizione e del momento: se si conosce una delle due caratteristiche, è impossibile conoscere l'altra.

Il PRINCIPIO DI INDETERMINAZIONE DI HEISENBERG esprime la suddetta caratteristica in termini QUANTITATIVI, affermando che, qualora sia conosciuta la posizione di una particella con incertezza Δx , il MOMENTO LINEARE parallelo all'asse x si può conoscere solo con incertezza Δp .

$$\Delta p \Delta x \geq \frac{1}{2} \hbar$$

$$\text{N.B. } \hbar = 1,054 \cdot 10^{-34} \text{ Js. } \left(\hbar = \frac{h}{2\pi} \right)$$

La formula esplica come al variare di Δx vari in maniera inversa Δp . Ad incertezze molto piccole Δx corrispondono grandi incertezze Δp , e viceversa. Il PRINCIPIO DI INDETERMINAZIONE assume grande rilevanza, più che a livello MACROSCOPICO, a livello MICROSCOPICO.

PRINCIPIO DI INDETERMINAZIONE DI

Chiaramente, non vi era più motivo di definire ORBITE precise, ma piuttosto dei VOLUMI DI SPAZIO entro i quali si sarebbero potuti trovare gli elettroni.

Si definirono quindi ORBITALI quelle zone ad elevata densità elettronica, cioè le NUBI ELETTRONICHE che avvolgono il nucleo.

Al fine di giustificare il dualismo ONDA-CORPUSCOLO, SCHRÖDINGER fu il primo a sostituire il concetto di TRAIETTORIA PRECISA delle particelle a quello di FUNZIONE D'ONDA, ψ , una funzione matematica il cui valore varia con la posizione. Fu il fisico MAX BORN a definire cosa volesse esprimere la funzione d'onda:

la probabilità di rinvenire la particella in una data regione è proporzionale al valore di ψ^2 , il quale individua una densità di probabilità, data dalla probabilità di trovare la particella in una data regione diviso il volume di tale regione.

Ad un valore ψ^2 alto corrisponde un'ELEVATA PROBABILITÀ, e viceversa.

L'EQUAZIONE DI SCHRÖDINGER descrive il moto degli elettroni, più formalmente il moto entro una regione dello spazio di una particella di massa m .

Esistono molte forme dell'equazione a seconda della situazione fisica. Per il caso generale la formula è:

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi(r, t) = \hat{H} \psi(r, t)$$

$\hbar$ è la costante di Planck razionalizzata;

$\hat{H}$ è l'operatore hamiltoniano;

$\psi(r, t)$ è la funzione d'onda, cioè l'ampiezza di probabilità

Una delle formule trattate spiega la PROBABILITÀ DI RINVENIRE UN ELETTRONE in una data regione di spazio, partendo da un'ENERGIA POTENZIALE V che possiede la particella.

$$\left\| \frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{8\pi^2 m}{h^2} (\epsilon - V) \psi = 0 \right.$$

h è la COSTANTE DI PLANCK, V è l'ENERGIA POTENZIALE DELL'ELETTRONE e ψ è la FUNZIONE D'ONDA.