

I numeri quantici

Tiziana Fiorani

13 maggio 2009

Matteo ha scritto:

Buona sera; vorrei capire cosa sono i numeri quantici e come esporli. Chiedo la stessa cosa per il sistema periodico. Inoltre vorrei capire meglio gli esercizi della nomenclatura. Grazie

Rispondo così:

Caro Matteo, devo sottolineare, prima di tutto, che la risposta alle tue domande richiederebbe lo sviluppo di almeno tre capitoli di un libro di testo; come puoi ben immaginare, ciò non è possibile! Mi limito, pertanto, a rispondere al tuo primo quesito e a consigliarti una attenta rilettura del tuo testo di chimica. Se dovessero permanere dubbi, prova a formulare domande più specifiche e circostanziate; in questo modo tu ti chiarisci le idee...e io, forse, riesco ad aiutarti.

Per "capire i numeri quantici" è necessario partire da lontano...

Come certamente saprai, il modello atomico proposto nel 1913 da Bohr descrive correttamente l'atomo di idrogeno, che ha un solo elettrone, ma non è altrettanto soddisfacente nel caso di atomi polielettronici. L'inadeguatezza del modello di Bohr deriva dal fatto che le leggi della meccanica classica non sono adatte a spiegare le proprietà di particelle piccolissime come elettroni, protoni e atomi.

Numerose prove sperimentali, per esempio, dimostrano che gli elettroni hanno una doppia natura: di corpuscolo, come siamo abituati a immaginarli, ma anche di onda, come emerge dai fenomeni di diffrazione elettronica. Secondo lo scienziato francese de Broglie, agli elettroni in moto intorno al nucleo atomico, così come a qualsiasi altra particella in movimento, è possibile associare un'onda. Le leggi adeguate a interpretare il comportamento ondulatorio degli elettroni sono dettate dalla *Meccanica quantistica* e sono di natura statistica. Proprio per la loro natura statistica, tali leggi non ci consentono di prevedere il comportamento di ciascun elettrone; ci permettono, però, di conoscere la probabilità che un elettrone si comporti in un certo modo.

Le onde che si propagano con l'elettrone in movimento nell'atomo sono descritte da una funzione matematica: essa fu proposta nel 1926 dal fisico tedesco Schrödinger ed è nota con il nome di *equazione d'onda*. Le soluzioni di questa equazione non sono numeri, ma sono altre funzioni matematiche chiamate *funzioni d'onda*. Ciascuna funzione d'onda definisce uno dei possibili stati che l'elettrone può assumere nell'atomo.

Una funzione d'onda è una funzione delle tre coordinate spaziali x , y , z e del tempo t . Il suo valore, variabile da punto a punto, consente di determinare la probabilità di presenza dell'elettrone in ogni

punto dello spazio in un certo intervallo di tempo. Nella sua espressione matematica, la funzione d'onda contiene tre numeri interi, chiamati *numeri quantici*, che possono assumere valori diversi, ma non qualunque, e che sono indicati con le lettere n , l , m . Il nome di ciascun numero quantico e la proprietà che esso descrive sono riportati nella tabella sottostante; essa evidenzia anche i valori che tali numeri possono assumere.

Simbolo	Nome	Proprietà	Valori										
n	numero quantico principale	definisce l'energia dell'elettrone	$1, 2, 3, 4, 5, \dots \rightarrow \infty$										
l	numero quantico secondario	determina le caratteristiche geometriche della funzione di distribuzione della probabilità di presenza dell'elettrone in una certa zona di spazio	$0, 1, 2, 3, 4, \dots \rightarrow n - 1$ <i>tali valori sono di solito indicati con lettere:</i> <table style="display: inline-table; border: none;"> <tr> <td style="padding: 0 10px;">0</td> <td style="padding: 0 10px;">1</td> <td style="padding: 0 10px;">2</td> <td style="padding: 0 10px;">3</td> <td style="padding: 0 10px;">4</td> </tr> <tr> <td style="padding: 0 10px;"><i>s</i></td> <td style="padding: 0 10px;"><i>p</i></td> <td style="padding: 0 10px;"><i>d</i></td> <td style="padding: 0 10px;"><i>f</i></td> <td style="padding: 0 10px;"><i>g</i></td> </tr> </table>	0	1	2	3	4	<i>s</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>f</i>	<i>g</i>
0	1	2	3	4									
<i>s</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>f</i>	<i>g</i>									
m	numero quantico magnetico	determina le proprietà dell'atomo quando è sottoposto a un campo magnetico esterno	$-l, -l + 1, \dots, 0, \dots, l - 1, l$										

Se, per esempio, $n = 2$, l può assumere i valori compresi tra 0 e $n - 1$, cioè 0 e 1; nel caso che l valga 1, m può assumere tutti i valori compresi tra $-l$ e $+l$, cioè -1, 0, +1.

A ciascuna terna di valori di n , l e m (per esempio $n = 2$, $l = 1$, $m = -1$) corrisponde una particolare funzione d'onda che descrive, a sua volta, un particolare stato dell'elettrone.

Alla funzione d'onda che contiene una particolare terna di numeri quantici si dà spesso il nome abbreviato di *orbitale*. Possiamo quindi affermare che:

- un numero quantico è un numero che specifica il valore di una proprietà dell'elettrone e contribuisce a definire lo stato dell'elettrone nell'atomo
- i numeri quantici necessari per definire lo stato dell'elettrone nell'atomo sono tre e si indicano con le lettere n , l e m
- a ciascuna terna di valori dei numeri quantici n , l e m corrisponde un particolare orbitale, cioè un particolare stato dell'elettrone nell'atomo.

Esiste poi un quarto numero quantico che descrive una proprietà tipica dell'elettrone: il *numero quantico di spin*, spesso chiamato semplicemente *spin dell'elettrone*. A differenza degli altri tre numeri quantici, esso può assumere soltanto due valori, pari a $+\frac{1}{2}$ e $-\frac{1}{2}$. Ci sono, infatti, prove sperimentali che, a parità degli altri numeri quantici, per ciascun elettrone sono possibili due diversi stati energetici che vengono contraddistinti proprio tramite i valori $+\frac{1}{2}$ e $-\frac{1}{2}$.

In conclusione, per individuare un elettrone che si muove nel campo del proprio nucleo atomico, servono in tutto quattro numeri quantici: tre di questi, n , l e m , derivano dall'equazione d'onda; il quarto specifica quale *spin* esso possiede.

TAG [equazione d'onda](#), [funzione d'onda](#), [meccanica quantistica](#), [numero quantico](#), [spin dell'elettrone](#), [struttura atomica](#)