

Il modello elettronico a gusci

I valori delle energie di ionizzazione dell'alluminio (Al; $Z = 13$) mostrano chiaramente una distribuzione non regolare degli elettroni attorno al nucleo (figura 1).

L'analisi dei grafici in cui sono riportate le radici quadrate delle energie di ionizzazione dei vari elettroni di un atomo ha suggerito un modello atomico alternativo al modello degli orbitali (cfr. § 9.7), il **modello a gusci**. Questa ipotesi spiega la distribuzione degli elettroni attorno al nucleo (figura 2). Secondo il modello a gusci:

gli elettroni non sono distribuiti uniformemente nel volume attorno al nucleo, ma sono sistemati in zone definite gusci o livelli.

Il modello può essere così schematizzato:

- i gusci hanno dimensioni e energia diverse. Il volume e l'energia del guscio aumentano all'aumentare della distanza dal nucleo;
- i gusci sono numerati, dal più piccolo al più grande, con numeri interi che vanno da 1 a 7. Con $n = 1$ abbiamo il guscio più interno e con $n = 7$ quello più esterno. La numerazione dei gusci corrisponde al numero quantico principale n di Bohr (cfr. § 9.4);
- ogni guscio può contenere un numero limitato di elet-

troni, che dipende dalle dimensioni del guscio. Il numero massimo di elettroni che può essere contenuto in un dato guscio è uguale per tutti gli atomi;

- il primo guscio può contenere al massimo 2 elettroni, il secondo e il terzo guscio 8, il quarto e il quinto guscio 18, il sesto e il settimo 32, anche se effettivamente viene completato con 26 elettroni (tabella 1).
- gli elettroni occupano i gusci a partire dal guscio a energia inferiore, cioè da quello più vicino al nucleo. Se un guscio risulta completo, gli eventuali altri elettroni devono essere contenuti nel guscio immediatamente successivo.

Per esempio, l'alluminio ($Z = 13$) dispone 2 elettroni nel primo guscio, 8 elettroni nel secondo e i restanti 3 elettroni nel terzo guscio (figura 1).

Abbiamo visto come gli elettroni si distribuiscono nei vari gusci, ma l'energia degli elettroni che occupano uno stesso guscio è la stessa? Per rispondere a questa domanda occorre analizzare nel dettaglio le energie di ionizzazione degli elettroni che si trovano in uno stesso guscio. Consideriamo la variazione di energia di ionizzazione degli elettroni del secondo livello dell'alluminio, cioè gli elettroni da 4 a 11 (figura 3).

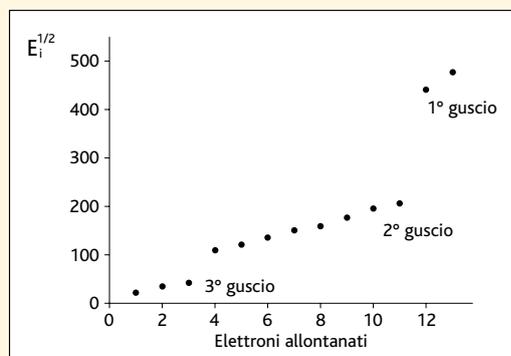


figura 1 L'andamento delle radici quadrate delle energie di ionizzazione dell'alluminio mostra chiaramente come i suoi tredici elettroni siano disposti in tre livelli.

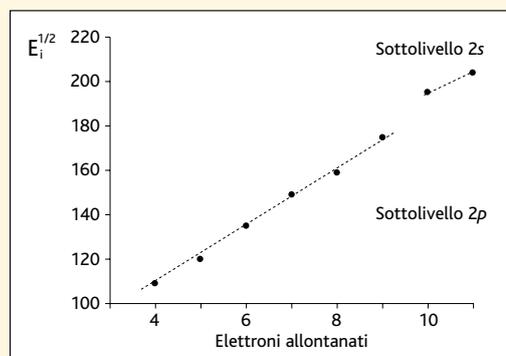


figura 3 Il dettaglio della variazione delle radici quadrate dei valori di energia di ionizzazione degli elettroni del secondo livello dell'alluminio mostra la presenza di due sottolivelli.

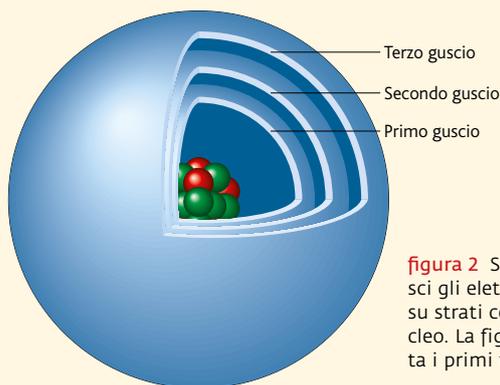


figura 2 Secondo il modello a gusci gli elettroni si distribuiscono su strati concentrici attorno al nucleo. La figura, non in scala, riporta i primi tre gusci elettronici.

Guscio	Numero massimo di elettroni
1	2
2	8
3	8
4	18
5	18
6	32
7	32 (26)

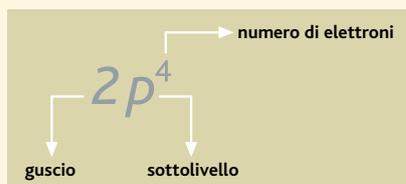
tabella 1 Gli elettroni occupano al massimo sette gusci attorno al nucleo. L'elemento noto più pesante, il copernicio ($Z = 112$), dispone 26 elettroni nel guscio più esterno, che può comunque contenere 32 elettroni.

Si osserva che i valori dell'energia di ionizzazione degli elettroni 10 e 11 non sono in linea con quelli dei restanti sei elettroni. Le energie degli elettroni di uno stesso guscio non sono uguali, tanto che nello stesso guscio si individuano **sottolivelli** o **sottogusci**. Nel caso dell'alluminio il secondo guscio presenta due sottolivelli. In generale possiamo affermare che:

il numero dei sottolivelli presenti in un guscio corrisponde al valore del suo numero quantico principale.

Nel primo guscio è presente un solo sottolivello, indicato con la lettera *s*; nel secondo due, indicati con la lettera *s* e con la lettera *p*; nel terzo tre, indicati con le lettere *s*, *p*, *d*; nel quarto quattro, i sottolivelli *s*, *p*, *d*, *f* e così via. Il numero massimo di elettroni che possono trovarsi in un sottolivello non è costante. Il sottolivello *s* può contenere al massimo 2 elettroni, il sottolivello *p* 6, il *d* 10 e il sottolivello *f* 14 elettroni (tabella 2).

La distribuzione degli elettroni nei sottolivelli viene indicata utilizzando un numero intero che indica il guscio, una lettera che indica il sottolivello e un esponente che indica il numero di elettroni presente in quel sottolivello. Per esempio, la notazione:



indica la presenza di 4 elettroni nel sottolivello *p* del secondo guscio elettronico.

La disposizione degli elettroni attorno al nucleo non è mai casuale. Il modello prevede infatti un particolare e preciso **ordine di riempimento dei gusci**. Gli elettroni si dispongono prima nei livelli e nei sottolivelli a minore energia. In questo modo l'atomo si trova in uno stato di maggiore stabilità, chiamato **stato fondamentale**.

Livello	Numero di sottolivelli	Denominazione	Numero massimo di elettroni
1	1	1s	2
2	2	2s	2
		2p	6
3	3	3s	2
		3p	6
		3d	10
4	4	4s	2
		4p	6
		4d	10
		4f	14

tabella 2 Sottolivelli energetici dei primi quattro gusci elettronici.

La disposizione degli elettroni attorno al nucleo è chiamata **configurazione elettronica**:

la configurazione elettronica di un elemento rappresenta la distribuzione degli elettroni nei livelli e nei sottolivelli attorno al nucleo.

Per stabilire l'ordine con cui i livelli e i sottolivelli vengono riempiti è sufficiente seguire lo schema della figura 4, che ordina i sottolivelli per valori di energia crescenti.

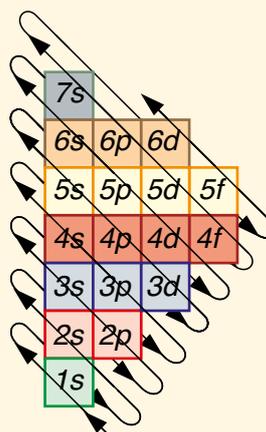


figura 4 L'ordine di riempimento dei sottolivelli può essere ricavato seguendo la freccia nera.

L'ordine di riempimento dei sottolivelli è pertanto:

1s
2s
2p
3s
3p
4s
3d
4p
5s
4d
5p
6s
4f
5d
6p
7s
5f
6d

Seguendo lo schema è facile ottenere la configurazione elettronica degli elementi. L'alluminio ha numero atomico 13, per cui deve distribuire 13 elettroni attorno al nucleo. I primi due elettroni sono nel sottolivello *s* del guscio 1. I successivi otto elettroni si dispongono nel secondo guscio, due nel sottolivello *s* e sei nel sottolivello *p*. Due elettroni si inseriscono nel primo sottolivello del terzo guscio, il sottolivello *s*, e l'ultimo elettrone nel sottolivello *p*. La configurazione elettronica dell'alluminio è pertanto:

