

## CLUSTER E SUPERATOMI

Il termine **cluster**, di diretta derivazione dalla lingua inglese, indica generalmente un gruppo; nell'ambito scientifico con esso s'intende un gruppo di unità simili o vicine tra loro. Specificatamente, in chimica, i cluster sono complessi caratterizzati dalla presenza di un legame metallo-metallo.

Alcuni scienziati hanno scoperto, fin dal 1980, che i cluster formati da un determinato numero di atomi di un elemento chimico assumono caratteristiche proprie di un elemento differente.

Questi cluster particolari sono detti "superatomi".

Per esempio A. Welford Castleman Jr e il suo team, hanno dimostrato come il cluster formato da 13 atomi di alluminio ( $Al_{13}$ ) assuma le caratteristiche dell'atomo di iodio; gli studiosi hanno inoltre evidenziato come, aggiungendo un ulteriore elettrone, esso adotti il comportamento chimico di un gas nobile<sup>1</sup>.

Un altro scienziato (Knight) ha riscontrato un comportamento analogo in cluster di sodio formati da 8, 20 e 40 atomi.

Sono stati scoperti numerosi superatomi, anche composti da due elementi: il monossido di titanio si comporta come il nichel, il carburo di tungsteno imita il platino, la lega di telluro e bismuto si candida a soppiantare il silicio e così via.

Una spiegazione a questo comportamento è stata proposta dagli stessi Castleman e Knight.

I superatomi indagati sono metalli e, normalmente, la struttura di un metallo è formata da un reticolo dove, in posizione fissa e ordinata, ci sono gli ioni dell'elemento in questione, cioè l'atomo privo degli elettroni del livello (o guscio) più esterno. Questi ultimi sono detti "elettroni di valenza", perché sono quelli che reagiscono formando legami. Nel metallo, tali elettroni periferici si muovono liberamente in mezzo agli ioni del reticolo, come su autostrade, rispettando le leggi quantistiche. Per questo motivo i metalli sono conduttori di elettricità.

Ma Knight sospettò che, dal momento che gli elettroni di valenza erano confinati in un piccolo numero di atomi, potevano comportarsi diversamente.

Per scoprirne di più, prese in prestito un modello usato in fisica nucleare, conosciuto come il modello "*jellium*", e lo applicò al cluster di sodio. In sostanza, lo scienziato trattò i cluster come se fossero una goccia di gelatina; all'interno della goccia gli elettroni di valenza, nel caso del sodio uno per ogni atomo, erano liberi di muoversi e si disponevano in gusci, come gli elettroni di un singolo atomo, facendo assumere al cluster il comportamento di un atomo gigante.

Le configurazioni assunte mimavano quelle degli atomi normali e risultavano essere le seguenti:  $1s^2 1p^6 1d^{10} 2s^2 1f^{14} 2p^6$  (dove i coefficienti indicano livelli energetici, le lettere gli orbitali e gli esponenti il numero massimo di elettroni presenti in ogni orbitale).

Si spiega così perché siano necessari proprio 8, 20 e 40 atomi di sodio per formare superatomi con comportamento da gas nobile. Il sodio è un metallo che fornisce un elettrone di valenza: nel cluster  $Na_8$  ci sono quindi 8 elettroni disponibili per formare la configurazione stabile  $1s^2 1p^6$ , che costituisce un guscio completo e corrisponde al gas nobile neon.

Si può fare lo stesso ragionamento con gli altri elementi.

---

<sup>1</sup> I gas nobili non reagiscono con nessun altro elemento, cioè sono inerti.

Anche Castleman e i suoi colleghi hanno usato il modello *jellium* per calcolare la disposizione degli elettroni nei cluster  $Al_{13}$ ,  $Al_{23}$  e  $Al_{37}$ , individuando così un comportamento simile a ciò che Knight aveva osservato nei cluster di sodio.

I cluster ionici negativi dell'alluminio (formati da 13, 23, 37 atomi più un elettrone extra) hanno il numero di elettroni adeguato a formare i gusci elettronici completi. In effetti, i cluster ionici dell'alluminio aventi un tale numero di atomi presentano un comportamento più simile ad un gas nobile che all'alluminio stesso.

I numeri sono differenti da quelli dei cluster di Knight in quanto l'atomo di alluminio ha tre elettroni di valenza.

Se prendiamo come esempio il cluster  $Al_{13}$  possiamo dire che, moltiplicando 13 per 3, otteniamo 39 elettroni, per cui ne manca uno per raggiungere la configurazione stabile di 40 elettroni.

Da ciò dipende il comportamento dell' $Al_{13}$  simile a quello degli alogeni (cloro, bromo e iodio), che tendono sempre ad acquistare un elettrone per avere la configurazione stabile del gas nobile che li segue (vedere tavola periodica di Mendeleev).

Castleman e il suo team, continuando i loro esperimenti, scoprono che l'alluminio era in grado di mimare anche un altro elemento: un cluster di alluminio di 14 atomi ha infatti il comportamento di un metallo alcalino terroso, che tende cioè a cedere due elettroni, come il calcio e il magnesio. Moltiplicando 14 per 3 si ottiene 42, a quaranta elettroni corrisponde la configurazione stabile, il cluster tenderà perciò a perdere i due elettroni in più comportandosi da ione positivo bivalente.

Per spiegare il comportamento del monossido di titanio – che imita il nichel – dobbiamo osservare la tavola periodica: partendo dal titanio, che ha quattro elettroni nel guscio esterno, e spostandoci di sei elementi a destra, in quanto l'ossigeno ha sei elettroni nel guscio esterno, finiamo su un elemento, il nichel, che ha 10 elettroni esterni.

Perché tanto interesse, anche da parte dell'industria, intorno ai superatomi?

Perché la scoperta di questi sistemi può portare alla realizzazione di materiali molto più economici adatti ad un gran numero di applicazioni, così come a nuove fonti di energia, tecniche di abbattimento di inquinanti e catalizzatori per processi chimici.

Riguardo le nuove conoscenze sugli elementi chimici, riportiamo quanto detto dallo scienziato Schmidt-Ott, secondo il quale i superatomi conferirebbero alla tavola periodica di Mendeleev una terza dimensione: "Le proprietà chimiche che abbiamo finora identificato sono molto simili a quelle degli elementi della tavola periodica, ma potremmo anche scoprire superatomi con uno strato esterno differente, che darebbe un altro insieme di proprietà, completamente nuove."

#### FONTI

[it.wikipedia.org/wiki/Cluster](http://it.wikipedia.org/wiki/Cluster)

["http://en.wikipedia.org/wiki/Superatom"](http://en.wikipedia.org/wiki/Superatom)

Scientific American Article on Superatoms

**SUPERATOMS** [www.people.vcu.edu/~khanna/.../Superatom.html](http://www.people.vcu.edu/~khanna/.../Superatom.html) -

“Webmaster: Acreber@vcu.edu Shiv Khanna's email [snkhanna@vcu.edu](mailto:snkhanna@vcu.edu)

**Gabriele De Palma** 16 giugno 2009 (ultima modifica: 17 giugno 2009) [www.corriere.it](http://www.corriere.it) > [Scienze](#)

“Alchimia dei superatomi” [lescienze.espresso.repubblica.it/articolo/articolo/1341569](http://lescienze.espresso.repubblica.it/articolo/articolo/1341569)