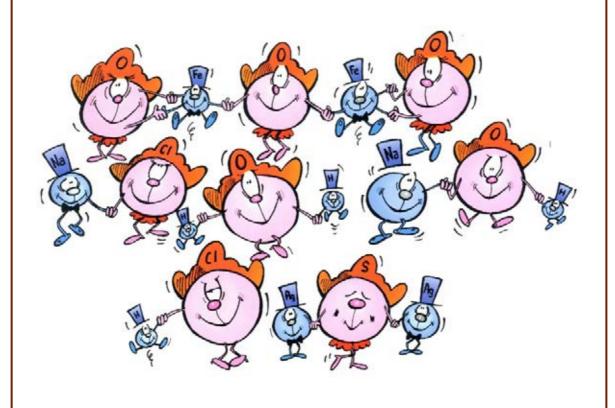
Lo Strano Mondo degli Atomi

Concezione e testo : Jacques Deferne Disegni : Alain Gassener

Traduzione di Enrico Fantini



Avviso ai lettori

Che i chimici e fisici mi perdonino! le semplificazioni e scorciatoie che mi sono permesso di adottare al loro oggetto di studi, la caratteristica aneddotica che ho dato questo fascicolo, ed il suo aspetto "fumettistico" ha un solo scopo: permettere a un vasto pubblico, che conosce poco la chimica, di interessarsi a questo argomento, per capire come è fatta la materia, per cogliere il significato delle formule chimiche, per avere un'idea sulla costituzione degli atomi e per imparare a conoscere il decadimento radioattivo e la fissione nucleare.

Originariamente l'idea era di scrivere un piccolo libro di chimica ad uso degli appassionati di minerali, in seguito, avendo imparato ad amare gli appassionanti personaggi di questo strano Mondo, ho proseguito il mio lavoro parlando di anatomia e delle malattie genetiche degli atomi. Questo mi ha permesso di affrontare un aspetto della fisica di cui si parla molto, ma che è ancora oggi poco conosciuto: la distinzione tra decadimento radioattivo e la fissione nucleare.

Per gli specialisti, questo libro ha lo scopo di dare loro un momento di svago e di mostrare loro che l'atomo di Niels Bohr può avere anche un carattere umano che lo avvicina al mondo dei poeti.

Per i professori che tentano d'insegnare la chimica agli studenti delle scuole superiori, questo libro potrebbe essere il punto di partenza e il supporto mnemonico di una disciplina che rimane arida se ci atteniamo solamente alle formule e alle reazioni chimiche!

Possa questo Strano Mondo degli Atomi fornire alcune risposte alle domande che si pongono tutte le persone curiose dei segreti della natura, distraendoli dal mondo banale nel quale viviamo.

Jacques Deferne

I primi contatti

Viaggio nell'infinitamente piccolo

Se come Gulliver potessimo sbarcare nel paese infinitesimale degli atomi, scopriremmo un mondo strano, popolato da allegri personaggi costantemente agitati in movimenti danzanti, uniti da numerose braccia in gruppi più o meno importanti.





Alcuni sembrano leggeri, altri si muovono penosamente, afflitti dal loro peso che sembra considerevole

Il loro capo e il busto sono combinati in un unico corpo, più o meno sferico, da cui partono uno o più braccia. Alcuni sono grandi, altri piccoli. Alcuni sembrano essere molto leggeri, mentre altri si muovono con difficoltà, afflitti dal loro peso che sembra considerabile.

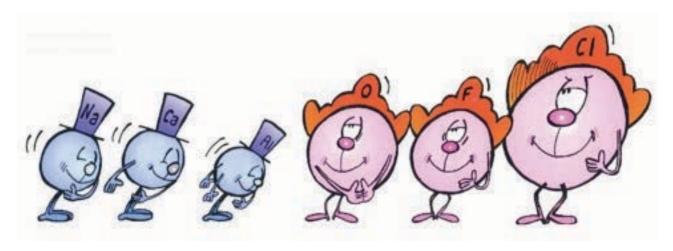
Come nel nostro mondo, ci sono dei Signori e delle Signore. Distinguibili facilmente perché le Signore indossano vestiti rosa e cappellini di pizzo.

I Signori invece sono vestiti di blu e indossano un cilindro. Vedremo più avanti le cause anatomiche che determinano il sesso di un atomo.

Osservando un po 'più attentamente questo piccolo mondo, notiamo che ci sono molte categorie d'individui che differiscono gli uni dagli

altri per dimensione, peso, per numero di braccia e a seconda del cappello che indossano.

Questi individui sono stati tutti identificati e ognuno di loro ha un nome, cognome (chiamato anche simbolo) e un numero di matricola.



Ci sono signore e signori

I nomi degli atomi

Tutti gli atomi hanno un nome patronimico che indica a quale famiglia appartengono. Quelli che hanno lo stesso nome hanno aspetto e abitudini simili. Possiamo contare in natura circa 90 famiglie di atomi. I cui nomi hanno origini molto diverse. Ad esempio troviamo:

• Dei nomi di regioni :

Europio, Francio, Germanio, Polonio, Hafnio o Afnio (Hafnium è il nome latino di Copenhagen)

- Dei nomi tratti dalla mitologia :
 - Cerio (Cerere), Palladio (Pallade), Tantalio, Plutonio (Plutone), Torio (Thor).
- Nomi di materiali :

Carbonio, Zolfo, Ferro, Rame, Nichel, Piombo, Oro, Zinco

• Dei nomi di scienziati

Curio, Einstenio, Mendelevio, Nobelio¹

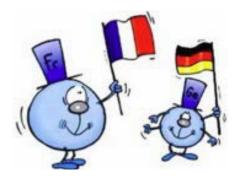
• Dei nomi che indicano un carattere fisico :

Fosforo: che porta luce

Fluoro: che fonde facilmente

Iodio: viola

Bromo: dall'odore fetido Dysprosio: difficile da trovare



Il signor Francio e il signor Germanio sono nazionalisti



Il signor Plutonio fa paura



Il signor Fosforo porta la luce



La signorina Fluoro fonde facilmente

¹ riguarda solo poche famiglie sperimentali non naturali, create dagli abitanti della terra.

Simboli chimici



Invece di nomi completi i chimici (e gli appassionati di cruciverba) preferiscono usare delle abbreviazioni, formate da una o due lettere, note come simboli chimici.

Nel nostro mondo immaginario, gli atomi portano questi simboli scritti sui loro cappelli.

Di solito il simbolo chimico è costituito dalle prime due lettere del nome dell'atomo o talvolta solo dalla prima.

Aluminio: Al Ferro: Fe) Carbonio: C

Zolfo: S Nichel: Ni Idrogeno: H

E ' consuetudine che la prima lettera sia maiuscola, mentre la seconda sia scritta in minuscolo. In alcuni casi il simbolo è di origine straniera e non ha alcuna somiglianza diretta con il nome dell'atomo. Come per esempio:

Sodio: Na (in latino Natrium) Potassio: K (in latino Kalium)
Oro: Au (in latino Aurum) Azoto: N (in latino Nitrum)

Numeri d'ordine

Nel mondo degli atomi, l'organizzazione è paramilitare : oltre al nome, ogni individuo ha un numero di matricola o un numero d'ordine compreso tra 1 e 92 che indica a quale famiglia appartenga¹ I chimici parlano, nel loro linguaggio, di numero atomico.

¹ Gli atomi numerati 43 e 61, Il Signor Tecnezio e il Signor Promezio sono scomparsi dal mondo degli atomi naturali , vittime di una malattia congenita: il decadimento radioattivo dilagante. Oggi gli abitanti della terra sono riusciti a ricrearli artificialmente, ma la loro speranza di vita resta molto limitata!

L'amministratore che ha attribuito loro questi numeri è un terrestre di nome Mendeleïev¹. Il principio di questa numerazione è semplice: l'atomo più leggero, il Signor Idrogeno, porta il numero 1, il più pesante, il signor Uranio, il numero 92.

Seppur con qualche eccezione, l'ordine di numerazione corrisponde all'ordine crescente del loro peso.

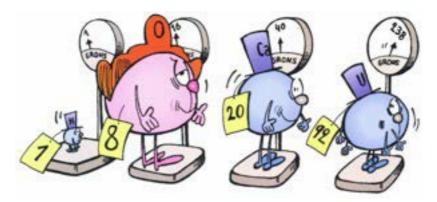
Bisogna tuttavia notare che il genio genetico dei terrestri è in grado di creare delle famiglie d'atomi precedentemente sconosciute. Così alcuni nuovi arrivati sono venuti ad aggiungersi al mondo degli atomi naturali. Il più noto di questi è il Plutonio al quale è stato assegnato il numero 94.



Gli atomi portano anche un numero di matricola

Il Peso degli atomi

Con poche eccezioni, la maggior parte degli atomi della stessa famiglia halo stesso peso. Invece tra individui di famiglie diverse i pesi differiscono in modo significativo. Il peso atomico è pertanto una caratteristica delle famiglie di atomi. Se pesiamo il più leggero, il piccolo Idrogeno, otteniamo: 0,00000000000000000000000166 grammi, che è ovviamente ben poco! Inoltre, per evitare di avere a che fare con dei numeri così elevati, l'ufficio di pesi e misure del Paese degli Atomi ha scelto come unità di riferimento il gron², che è appunto il peso di un atomo d'idrogeno.



Il peso degli atomi si scagliona tra 1 gron per il piccolo idrogeno e 238 grons per il pesando uranio.

¹ Dmitri Ivanovic Mendeleiev, chimico russo (1834-1907), inventore della classificazione periodica degli elementi chimici.

² Unità immaginaria utilizzata nello "Strano Mondo degli Atomi". In realtà, si tratta del peso, espresso in grammi di 602.488 miliardi di miliardi di atomi di idrogeno. Questo numero elevato è noto come "Numero di Avogadro" (famoso chimico italiano, 1778-1856). Esso consente di comparare tra di loro degli stessi numeri d'atomi e di esprimerne il peso in grammi. In realtà i chimici hanno definito più precisamente "l'unità di massa atomica" (U.M.A) come il dodicesimo del peso dell'atomo del Carbonio C¹², equivalente a 1,66 x 10⁻²⁴ g.

Ed ora, se pesiamo altri atomi, una sorpresa ci attende: il loro peso è quasi sempre un multiplo intero di quello del Signor Idrogeno! Per esempio la signora Ossigeno è 16 volte più pesante del Signor Idrogeno, e il Signor Calcio 40 volte. Esaminando i pesi di tutti gli atomi, constatiamo che si va da 1 gron per l'Idrogeno e 238 grons per l'Uranio.

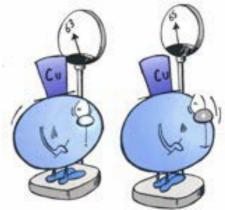
Alcuni atomi sono "di poco peso"

Ma noi sappiamo che nulla è perfetto, anche nel mondo degli atomi,

e troviamo in una stessa famiglia alcuni individui che "sono di poco peso ". Capita dunque di trovare nella famiglia dell'Uranio degli individui che pesano solo 235 grons invece dei 238 abituali. Non sono molto numerosi e rappresentano solamente lo 0,7% dei membri della famiglia. Tuttavia

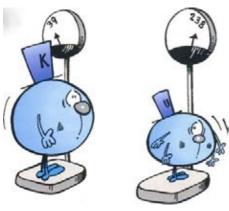
sono molto ricercati dai Terrestri che ne hanno bisogno per le loro centrali nucleari. I membri di una stessa famiglia che presentano dei pesi leggermente differenti sono chiamati "isotopi". In molte famiglie ci sono degli isotopi che pesano un po' meno o poco più della maggior parte degli individui.

Ma in genere non ne esistono che pochi. Tuttavia, in alcune famiglie possono abbondare. Tra i fratelli Rame, per esempio, la divisione è molto marcata: 30% di loro ha un peso di 65 gron mentre gli altri ne pesano solo 63. Tuttavia, nonostante questa differenza di peso, il comportamento sociale di tutti gli isotopi di una stessa famiglia resta esattamente lo stesso.



Alcuni membri della famiglia del Rame sono di poco peso!

La dimensione degli atomi¹



Non esiste alcuna relazione diretta tra il peso di un atomo e la sua dimensione.

Gli atomi sono più o meno sferici. Per questo potremmo esprimere le loro dimensioni a seconda del loro girovita, ma l'usanza è piuttosto di esprimere la loro taglia con il raggio, ovverosia il raggio atomico. Il raggio atomico si esprime attraverso una piccolissima unità, chiamata Angstrom² [Å], che vale un dieci milionesimo di millimetro.

Non esiste alcuna relazione diretta tra il peso di un atomo e la sua dimensione. Così il Signor Potassio, che pesa 39 grons, ha un raggio atomico di 1,33 Å, mentre il pesante Uranio (238 grons) ha un raggio di soli 0,97 Å. Si nota subito che le Signore hanno una forte tendenza al sovrappeso, mentre i Signori sono piuttosto sottili. Più avanti vedremo che la taglia dei signori in genere diminuisce con l'aumento del numero delle braccia. Nelle donne invece succede il contrario.

¹ I chimici vorranno scusare le semplificazioni utilizzate dall'autore: è proprio il raggio che svolge un ruolo importante nel mondo dei minerali.

² Anders Jonas Ångström (1814-1874), fisico svedese noto per le sue ricerche sullo spettro solare e i gas semplici.

Il numero di braccia¹

Abbiamo già notato come nel nostro mondo immaginario gli atomi non amino la solitudine e di solito formano dei piccoli gruppi2 all'interno dei quali si tengono per mano. Le braccia giocano quindi un ruolo fondamentale di collegamento.

Gli atomi hanno numero di braccia diverso. Il Signor Sodio e il Signor Potassio hanno solamente un braccio mentre i Signori Calcio e Stronzio ne hanno due. Il Signor Alluminio ne ha tre, il signor Silicio quattro.

Vi è un atomo ben noto e spiritoso, il Signor Ferro, che possiede due braccia molto attive ed una terza che tiene nella sua tasca e che tira fuori solo quando è un po' eccitato. Da notare che la sua taglia diminuisce sensibilmente quando tira fuori il terzo braccio dalla tasca. Con due braccia ha un raggio di 0,76 Å, con tre il suo raggio è di soli 0,64 Å!

Un caro amico di Ferro, il Signor Manganese si comporta esattamente allo stesso modo. Molti altri atomi ancora hanno un numero di braccia che varia secondo il loro stato di eccitazione: avremo l'opportunità di riparlare questa particolarità.



I Signor Ferro e il Signor Manganese tengono a volte una mano in tasca. Curiosamente, quando escono dimagriscono.

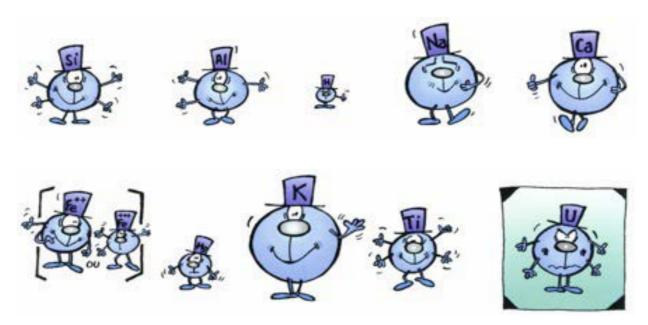
I Signori e Le Signore

Contrariamente a quanto accade con i Terrestri, i sessi si ripartiscono in famiglie: ci sono famiglie di uomini e famiglie di donne.

Le famiglie dei Signori sono molto numerose mentre c'è a malapena una mezza dozzina di famiglie di Signore. Ma tra queste ultime si notano immediatamente le Sorelle Ossigeno: sono una famiglia dominante i cui membri rappresentano circa il 62% della popolazione totale del mondo degli atomi.

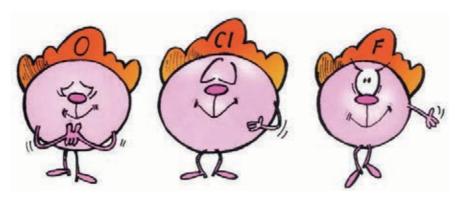
¹ Il numero di braccia dipende dagli elementi anatomici dell'atomo e del suo stato d'eccitazione. Spiegheremo questo aspetto più avanti nel capitolo intitolato "L'Anatomia degli atomi".

² Questi gruppi sono conosciuti dai chimici sotto il nome di molecola.



I Signori principali: sono vestiti di blu e indossano dei cilindri. L'ultimo è il pesante ed irascibile Uranio.

Le sorelle Ossigeno regolano anche la quasi-totalità dei matrimoni e regnano quasi incontrastate sulla popolazione maschile. Ci sono anche altre Signore come la Signora Fluoro, la Signora Cloro, la Signora Zolfo, ma sono poco numerose e hanno un'influenza molto limitata.

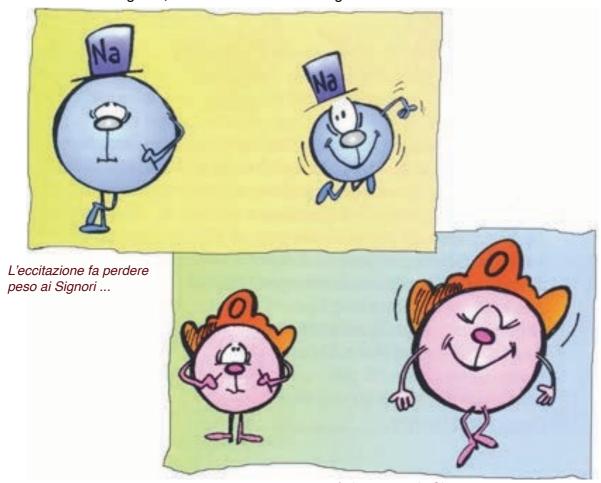


Le Signore indossano abiti rosa e una cuffia di pizzo. Aspirano tutte al matrimonio e mostrano una forte tendenza ad ingrassare.

Perdere peso o ingrassare: una questione di eccitazione

Abbiamo visto che i signori sono piuttosto sottili, mentre le signore mostrano una forte tendenza al sovrappeso. A riposo, i Signori sono abbastanza grossi e tengono le mani in tasca. Alla minima eccitazione, tirano fuori le mani dalle tasche e, curiosamente, perderono peso. Per le Signore avviene il contrario: la Signora Ossigeno raddoppia quasi di dimensioni quando l'eccitazione le fa uscire le mani dalle tasche.

I chimici - e gli appassionati di parole crociate, sempre molto affascinati dal mondo degli Atomi - chiamano "ioni" gli atomi allo stato eccitato (o ancora portatori di cariche) e più precisamente "anioni" se si tratta di Signore, "cationi" se si tratta di Signori.



...ma fa ingrassare le Signore.

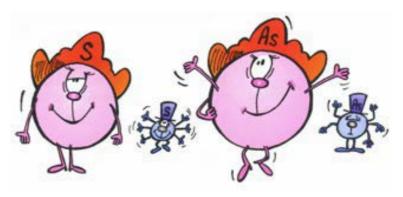


gli appassionati di cruciverba conoscono anche gli ioni, i cationi e gli anioni!

Gli androgini

Ci sono anche alcune famiglie di atomi le cui tendenze maschili o femminili non sono ben definite

e che, secondo le circostanze, si comportano come delle Signore, o come dei Signori. In questa categoria troviamo per lo più i membri delle famiglie dello Zolfo, dell'Arsenico e dell'Antimonio, più raramente il Carbonio. Si noti inoltre che i chimici raggruppano talvolta sotto il nome di metalloidi tutti gli atomi che non sono realmente dei Signori. Questo gruppo comprende le Signore e gli Androgini.

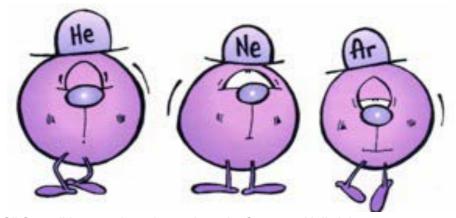


Gli Androgini sono a volte Signore, a volte Signori!

Gli scapoli inveterati

Anche se i matrimoni sono la regola nel mondo degli atomi, troviamo alcune famiglie di scapoli inveterati: il Signor Elio, il Signor Neon, il Signor Argon,

il Signor Krypton, il Signor Xeno e il Signor Radio. Sono vestiti di viola e indossano un cappello tondo, come alcuni membri del clero. Non hanno braccia. Il loro aspetto vaporoso e la loro bassa presenza ha valso loro il soprannome di gas rari¹



Gli Scapoli Inveterati non hanno braccia. Sono vestiti di viola e portano un cappello rotondo, come alcuni membri del clero. Il loro aspetto vaporoso e la loro bassa presenza ha valso loro il soprannome di "gas rari".

¹ A temperatura ordinaria, questi elementi sono sempre allo stato gassoso.

Distribuzione della popolazione

La distribuzione della popolazione tra le 90 famiglie esistenti è molto poco omogenea. Gli ultimi censimenti¹ mostrano che una decina di famiglie rappresentano da sole il 99,3% della popolazione e che le 80 famiglie restanti si dividono lo 0,7% restante!

Tra queste dieci famiglie troviamo solo una famiglia di Signore (le Sorelle Ossigeno) e nove famiglie di Signori. La tabella qui sotto dà un'idea dell'importanza numerica di queste famiglie:

I membri della famiglia Rame, che ci sembrano essere abbondanti per l'uso che ne fanno i Terrestri, esistono in realtà solamente in quantità molto piccole: due o tre atomi su 100.000! I Fratelli Carbonio, che ci sembrano abbondanti per il ruolo importante che svolgono nel mondo vivente, rappresentano solo lo 0,1% della popolazione. Per non parlare degli aristocratici Oro, Argento e Platino ancora più rari, che costituiscono meno di un cento milionesimo della popolazione!

Ultimo censimento effettuato al paese degli atomi (espresso in pourcent di individui).

Ossigeno	61.5 %
Silicio	20
Alluminio	6
Idrogeno	2.8
Sodio	2.3
Calcio	1.8
Ferro	1.8
Magnesio	1.7
Potassio	1.2
Titanio	0.2
Altre famiglie	<u>0.7</u>
Totale :	100

I Passaporti

Per identificare gli individui che devono amministrare, i responsabili dello Stato Civile del Mondo degli Atomi compilano per ogni famiglia un passaporto che comporta le seguenti informazioni:

- nome di famiglia taglia
- simbolo chimico numero di braccia
- matricola o numero d'ordine sesso
- peso segni particolari

Il passaporto descrive generalmente le caratteristiche medie di tutta una famiglia, in particolare il peso che è una media di quelle dei diversi isotopi della famiglia, definita dalla percentuale di ogni isotopo. È per questa ragione che il peso indicato non è sempre un numero intero2.

Su domanda, gli isotopi diversi da una stessa famiglia possono ottenere passaporti separati.

¹ I censimenti concernono solo la crosta terrestre, cioè approssimativamente i trenta primi chilometri che si trovano sotto i nostri piedi.

² Vedere i paragrafi « alcuni atomi sono di poco peso », e « gli isotopi »

REPUBBLICA DI ATOMOMOLANDIA

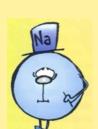
- 248672761 -

sempre sposato

Passaporto N° 248672761

Nome: SODIO

Simbolo: Na



Numero de ordine : 11
Peso : 23
Taglia : 0.95 Å

Num. Braccia: 1

Stato civile:

Sesso: Maschile

La cancelleria : D. Mendeleïev

REPUBBLICA DI ATOMOMOLANDIA

Passaporto N° 248672763

Nome: Ossigeno

Simbolo: O



REPUBBLICA DI ATOMOMOLANDIA

- 248672763 -

Numero de ordine : 8
Peso : 16
Taglia : 1.40 Å
Num. Braccia : 2

Num. Braccia : 2 Sesso : 5

Stato civile : Femminile quasi sempre sposato

La cancelleria: D. Mendeleïev

La grande foto di famiglia

Le varie classi sociali

Nel mondo degli atomi la vita sociale è molto strutturata. E' il numero di braccia che determina la classe sociale alla quale appartiene un atomo. Alcune classi hanno usi e costumi molto rigorosi, in altre classi le abitudini sono un po' più rilassate. In genere meno braccia hanno i membri di una classe, più le classi sono settarie.

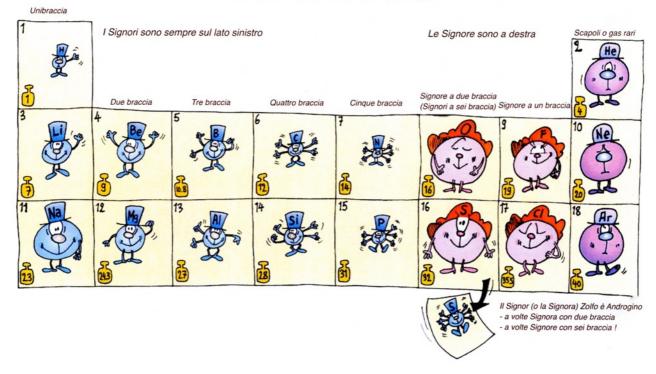
Nel corso di uno studio sociologico approfondito, lo scienziato russo Mendeleïev aveva notato che disponendo (con alcune inversioni) il piccolo mondo degli atomi secondo un ordine di peso crescente si vedeva apparire una periodicità rigorosa nella classifica degli individui di una stessa classe sociale. Questa periodicità è governata da quattro numeri sacri: 2, 8, 18 e 32.

Il servizio del Controllo dell'Abitante ha preso coscienza dell'interesse di questo tipo di foto di famiglia che permetterebbe di conoscere in un colpo d'occhio il carattere e le tendenze di ogni individuo.

Abbiamo cercato di procurarci una foto generale nella quale si possa vedere un rappresentante di ciascuna delle 90 famiglie esistenti, ma abbiamo trovato solamente una foto parziale sulla quale figurano i 18 atomi più leggeri che vi presentiamo nella prossima pagina.

La foto di famiglia

Foto parziale dei diciotto atomi più leggeri



¹ conosciuta dai chimici sotto il nome di Tavola periodica degli elementi.

L'analisi di questa fotografia porta alle seguenti constatazioni:

- il peso degli atomi aumenta con il numero d'ordine;
- individui situati in una stessa colonna appartengono alla stessa classe sociale e possiedono un numero identico di braccia;
- da sinistra a destra si trovano successivamente gli unibraccia, i due braccia, i tre braccia, ecc.
- il numero di braccia è pari:
 - al numero della colonna per i signori;
 - a otto (numero sacro) meno il numero della colonna per le signore;
- i signori occupano il lato sinistro della foto, le signore sono destra, prima dell'ultima colonna che è riservata agli scapoli inveterati;
- la taglia degli atomi aumenta in una stessa colonna dall'alto verso il basso;
- per quanto riguarda i signori, la loro taglia diminuisce in una stessa riga con l'aumento del numero delle braccia.

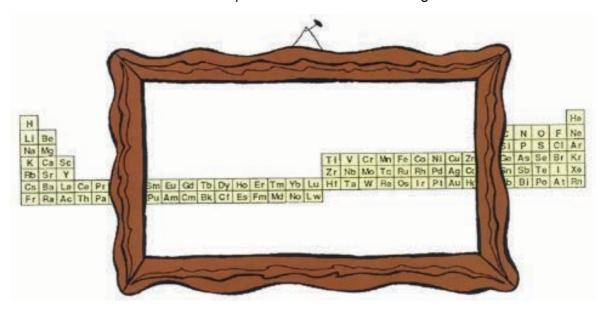
Per disegnare la sua foto di famiglia, Mendeleïev dispose tutto questo piccolo mondo su una serie di sette gradini, mettendo il più leggero sui livelli più alti, ilpesante in basso, come segue:

primo gradino (in alto)
 2 persone : Il Sig. Idrogeno e il Sig. Elio,

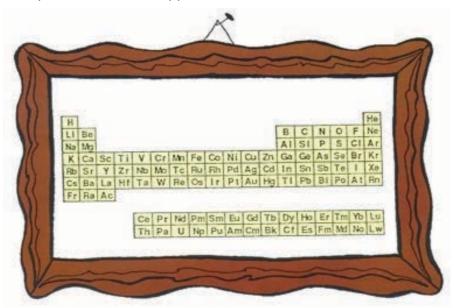
secondo gradino
terzo gradino
quarto gradino
quinto gradino
sesto gradino
sesto gradino
8 persone, da Sodio ad Argon,
18 persone, da Potassio a Krypton,
18 persone, da Rubidio a Xeno,
32 persone, da Cesio a Radio,

settimo gradino
 32 persone, da Francio a Laurenzio.

Anche la riga in basso avrebbe dovuto contare 32 persone, ma è rimasta incompleta perché non sono stati trovati abbastanza atomi in natura per occupare tutti i posti. In realtà, Mendeleïev ha trovato solo 6 individui per questo ultimo gradino, Il Signor Francio, il Signor Radio, il Signor Attinio, il Signor Torio, Il Signor Protoattinio e il Signor Uranio. Da allora, i genetisti sono riusciti a creare artificialmente una dozzina di famiglie che hanno trovato posto su questa linea. Ma questi nuovi arrivati sono altamente instabili e la loro aspettativa di vita non è molto grande.



Purtroppo questa disposizione non è molto conveniente: le righe superiori sono molto isolate ed è difficile trovare un quadro che abbia proporzioni così inusuali per riporvi la fotografia. Anche i successori di Mendeleïev presero l'abitudine di sottrarre 14 atomi dalle righe più lunghe (quelle con 32 posti) per disporli su due linee supplementari in basso a destra.

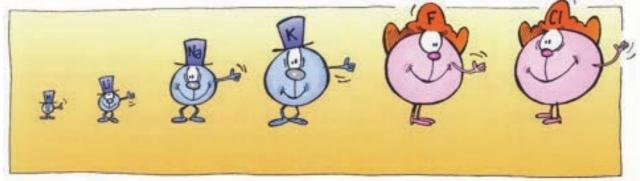


I chimici non si separano mai da questa foto di famiglia che hanno battezzato prosaicamente: "Tavola periodica degli elementi". Hanno imprigionato gli atomi in delle "caselle" all'interno delle quali hanno iscritto le principali caratteristiche di ogni atomo: nome di famiglia, simbolo, numero d'ordine (o numero atomico), peso, numero di braccia (che chiamano in maniera curiosa "stato d'eccitazione"), taglia ed ancora altre informazioni.

La classe degli Unibraccia

Gli Unibraccia sono alquanto fondamentalisti. Essi mostrano una grande omogeneità di carattere e di abitudini, e seguono tradizioni ben precise.

Tra gli Unibraccia troviamo principalmente Il Signor Litio, il Signor Sodio, il Signor Potassio e le Signore Fluoro, Cloro, Bromo e Iodio. Ad eccezione del piccolo Idrogeno i signori si comportano come dei metalli lucidi a bassa densità con un punto di fusione abbastanza basso.



Fanno parte degli Unibraccia dei personaggi di spicco, soprattutto Il Signor Sodio, il Signor Potassio e il piccolo Idrogeno. Attraenti e corrosive, la Signora Fluoro e la Signora Cloro non restano mai a lungo sole.

Amano molto le Signore e non restano mai single. Si legano spesso con le Signore Fluoro e Cloro, due signore influenti della stessa classe sociale per formare le coppie NaCl (salgemma) e KCl (silvite), ben nota agli appassionati di minerali, o il pericoloso HF (acido fluoridrico). I due principali rappresentanti femminili di questa classe, la signora Fluoro e Cloro, sono molto vaporose e sono un po' in sovrappeso. Attraenti, molto aggressive, non rimangono quasi mai nubili.

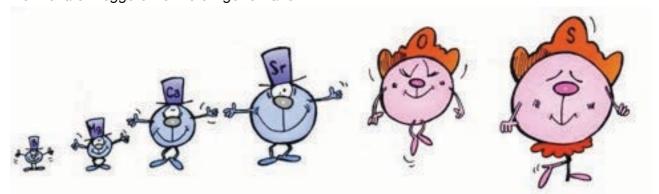


La pericolosa coppia acido fluoridrico

La classe dei Due-braccia

Anche se un po' meno fondamentalisti degli Unibraccia, i Due-braccia costituiscono una classe uniforme. Anche questi Signori hanno un aspetto di metallo con una densità relativamente bassa, ma il loro punto di fusione è già più elevato rispetto ai loro vicini, gli Unibraccia. E' alla classe dei Due-braccia che appartiene la Signora Ossigeno, che, come vedremo più avanti, organizza la maggior parte dei matrimoni del paese. La Signora Zolfo è meno entusiasta all'idea del matrimonio rispetto alla sua vicina del piano di sopra e mostra a volte tendenze androgine. Ha comunque un debole per i Signori Ferro, Piombo, Zinco e Rame, amici appartenenti ad un'altra classe sociale, con i quali contrae alleanze che mineralogisti hanno battezzato Pirite (FeS₂), Galena (PbS), Sfalerite (ZnS) e Calcopirite (CuFeS₂).

Oltre all'onnipresente Signora Ossigeno, questa classe fornisce anche due personaggi che giocano un ruolo molto importante nella crosta terrestre: I Signori Magnesio e Calcio. Dobbiamo ancora menzionare il leggero Berillio e il goffo Bario.

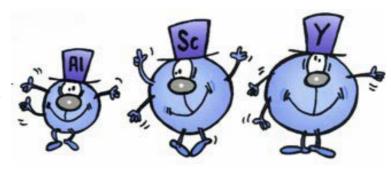


Due importanti signore: la signora Ossigeno e la Signora Zolfo appartengono alla classe dei Due-braccia. Tuttavia, la signora Zolfo mostra spesso il suo lato "androgino" e appare come un piccolo Signore con 6 braccia.

La classe dei Tre-braccia

Un solo membro di questa classe ha un ruolo importante. Si tratta del Signor Alluminio, un ragazzo

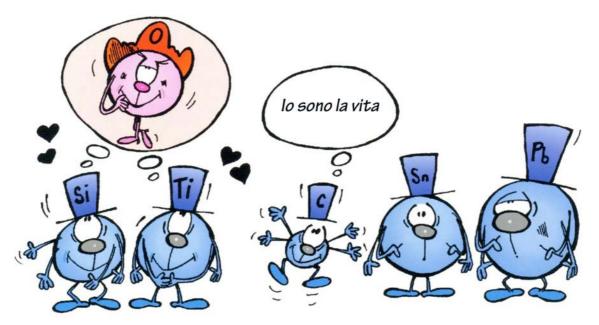
un po' leggero, ma che crea tuttavia solide unioni con le sorelle Ossigeno. Infatti, troviamo a volte delle comunità costituite da due fratelli Alluminio e tre sorelle Ossigeno, conosciute con il simbolo Al₂O₃, che i mineralogisti chiamano Corindone. Gli altri membri di questa classe sono abbastanza nascosti e poco numerosi. Non ci sono Signore.



Il Signor Alluminio è l'unico rappresentante importante della classe dei Tre-braccia.

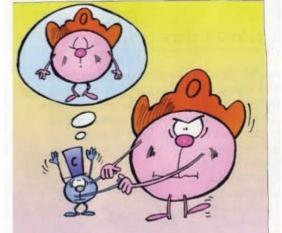
La classe dei quattro braccia

In questa categoria troviamo alcune figure di spicco, in particolare i Signori Silicio e Titanio che mostrano un'attrazione estrema per le Sorelle ossigeno, formando il trio SiO₂ (Quarzo) e TiO₂ (Rutilo).



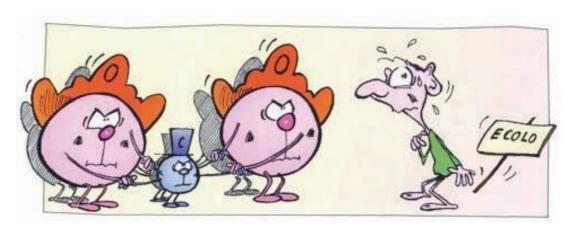
Nei Quattro braccia, si incontrano personaggi noti.

Vi è anche un personaggio piuttosto originale: è Papà Carbonio. Molto versatile, che può rimanere celibe o legarsi alla Signora Ossigeno per formare un'unione incompleta, la pericolosa coppia CO che può soffocare se non si fa attenzione, o il trio CO₂ che preoccupa molto gli ambientalisti al giorno d'oggi. Il Carbonio è inoltre un importante azionista di società per idrocarburi ed è anche fortemente coinvolto nell'organizzazione della materia viva!



La coppia CO è molto pericolosa e può soffocare se non si fa attenzione.

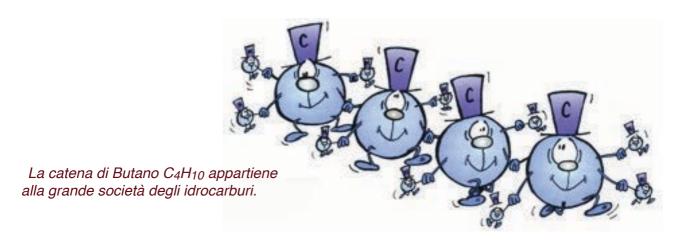
Questa coppia aspira sempre a sedurre una seconda signorina Ossigeno...



...per formare il trio CO2 che dà tanta preoccupazione agli ambientalisti.

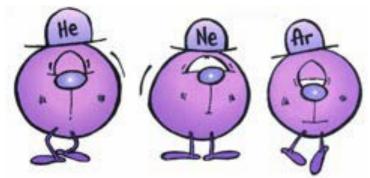
Papà Carbonio è all'origine della vita!

Papà Carbonio ha un ruolo importantissimo: spesso fa la festa col piccolo Idrogeno, formando piccoli gruppi, lunghe catene o anelli, che costituiscono il club molto ambito degli idrocarburi. Questo club si può ampliare con l'ammissione di altri membri, in particolare i fratelli Azoto e le sorelle Ossigeno, per formare gruppi più grandi noti come molecole organiche. Queste associazioni sono molto importanti perché sono all'origine della vita.

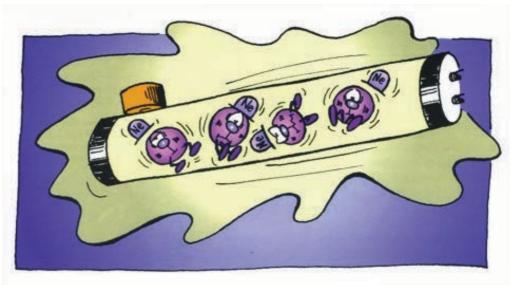


La classe dei Senza-braccia

Questa è una classe a parte, molto settaria. I suoi membri non si legano mai a nessuno. Questi pochi scapoli inveterati sono gassosi a temperatura ordinaria. Vengono chiamati Gas rari. Il più noto di essi, il neon, può venire eccitato con delle scariche elettriche all'interno di un tubo di vetro. Rilascia allora una luce rossastra: sono i tubi luminescenti utilizzati per i pannelli pubblicitari luminosi.



I Senza-braccia sono molto settari. Sono scapoli inveterati che non si legano mai a nessuno.



Sottoposti a forti elettroshock, i gas rari emettono luce.

Le altre classi sociali

Sono molto meno rigide e strutturate delle classi precedenti, e gli individui che le compongono sono poco attaccati a delle tradizioni rigorose. Non c'è nessuna donna tra di loro. Hanno tutti delle proprietà dei metalli, la loro densità è piuttosto elevata e tengono molto spesso una o alcune braccia in tasca che tirano fuori solo in alcune occasioni.

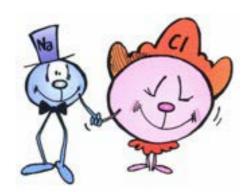
Essi non mostrano alcun entusiasmo per il matrimonio e possono anche rimanere single abbastanza a lungo. Molti di loro sono ben noti a causa dei servizi che rendono ai Terrestri. Tra questi possiamo citare i Signori Ferro, Rame, Nichel, Manganese, Argento, Oro, Platino e molti altri ancora.

I matrimoni nel Paese degli atomi

Il matrimonio è di regola nel Paese degli atomi. Quasi tutti gli atomi si legano a uno o più atomi, più spesso tramite l'Agenzia Matrimoniale delle sorelle Ossigeno, che hanno quasi un monopolio in questo settore. Solo gli scapoli inveterati - i gas rari - come pure alcuni aristocratici, come Il Signor Oro e il Signor Platino, sfuggono a questa influenza. Altri ancora cercano di sottrarsi a questo obbligo. Tra questi citiamo il Signor Zolfo, Carbonio, e Rame¹. Tuttavia non sfuggono mai a lungo al matrimonio e finiscono quasi sempre per sottomettersi agli usi correnti del Paese degli Atomi².

I matrimoni devono rispettare alcune semplici regole:

- Le unioni possibili sono la monogamia, la poligamia, la poliandria e le comunità.
- I partners devono in generale avere tante braccia femminili quante maschili.
- Tutte le braccia devono essere legate alle braccia di atomi di sesso opposto.
- Le coppie o i gruppi così formati sono chiamati "molecola". I chimici oggi preferiscono il termine "corpi composti". Per identificarli li si designa attraverso la lista dei simboli dei partner associati, vestiti ognuno di un numero indice che indica quanti sono. Inoltre molto spesso, si attribuisce loro un determinato patronimico.



Il Signor sodio è monogamo: la sua unica manotiene stretta quella della Signora cloro.

¹ i chiamano "elementi nativi" quelle sostanze naturali costituite da un solo elemento. Tra queste troviamo l'oro, il platino, il rame, lo zolfo, il carbonio (il diamante e la grafite).

² Per il loro uso personale, i Terrestri costringono alcune famiglie di atomi a divorziare e a diventare singol. E' così che vengono ridotte in schiavitù le famiglie Ferro, Rame, Piombo, Zinco e molti altri ancora. Ma le sorelle Ossigeno vegliano furbescamente e minano gli sforzi dei Terrestri. Costringono il ferro ad arrugginirsi, il rame a ricoprirsi di verderame, e ossidano lo zinco e il piombo.

Il Signor titanio è poligamo. Legato a due sorelle Ossigeno, forma l'unione TiO2 conosciuta dai mineralogisti sotto il nome di rutilo, anatase o brookite.

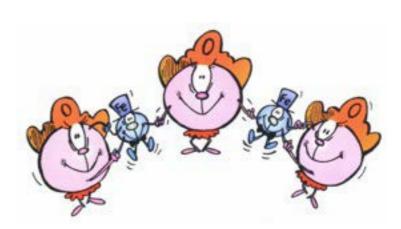




Esiste anche la poliandria. Qui, la Signora Zolfo a messo mano sui fratelli Argento. I chimici chiamano questa unione solfuro di argento. Le mineralogisti parlano invece di argentite.

Ma il più delle volte, gli atomivivono in piccole comunità.

Qui, due fratelli Ferro sono si sono messi con tre sorelle Ossigeno, formando l'ossido di Ferro Fe₂O₃ per i chimici o l'ematite per i mineralogisti.

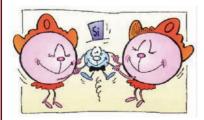


Certificati di matrimonio

Nel Paese degli atomi esiste un solo regime matrimoniale: la comunione dei beni. Le nuove proprietà delle molecole che costituiscono queste comunità sono descritte nei certificati di matrimonio stabiliti dai responsabili dello stato civile. Una delle principali caratteristiche delle molecole è il loro peso, chiamato peso molecolare. Lo si trova facilmente sommando i pesi atomici di tutti i membri della comunità. Sul certificato di matrimonio figurano ancora diverse informazioni, come ad esempio i punti di fusione e di ebollizione, il peso specifico, l'indice di rifrazione e eventuali segni particolari.

Certificato di matrimonio

Davanti a noi sono stati uniti in matrimonio : Il Signor **Silicio** e due sorelle della famiglia **Ossigeno**. La comunità così formata porterà il nome e il simbolo seguenti:



Patronimico: Ossido di silicio

Simbolo: SiO₂

Altri nomi: Silicio, quarzo,

calcedonio, agata, ametista...

Le proprietà che derivano da questa unione sono le seguenti :

Peso molecolare: 60.08 [grons] Punto di fusione: 1610° [C]

Peso specifico: 2.65 [g/cm³] Ebollizione: ca. 2'500° [C]

Indice di rifrazione: 1.54 Durezza: 7

Segni particolari : Unione molto stabile, insolubile negli acidi, cristallizza nel sistema romboedrico.

Origine: Uno dei costituenti dei graniti e negli gneiss. La disintegrazione di queste

rocce produce la sabbia dei fiumi, dei laghi e degli oceani.

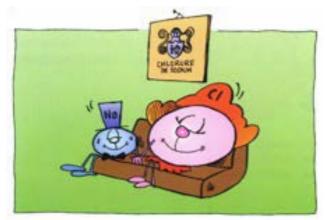
Uso : Industria del vetro. Utilizzato per le sue proprietà piezoelettriche in elettronica.

Certificato di matrimonio della famiglia SiO2

I nomi patronimici delle molecole

I nuovi nomi delle comunità matrimoniali sono molto altisonanti, come nell'antica nobiltà. Così la coppia designata come NaCl porta un bel nome composto: Signore e Signora Cloruro di sodio. Così constatiamo che, contrariamente all' uso corrente tra i terrestri, è il nome della donna che costituisce il fondamento del patronimico.

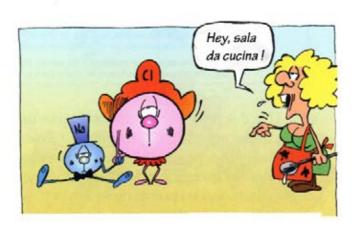
In questo modo tutte le unioni in cui la Signora Cloro è un partner importante, adotteranno un nome che comincia con "Cloruro di ...". Tuttavia i nomi possono differire da una società ad un'altra. L'abbreviazione "NaCl" e il nome completo "Cloruro di sodio" sono termini chimici. Ma i mineralogisti assegnano nomi specifici alle sostanze chimiche che formano bellissimi cristalli: chiamano salgemma il minerale composto da NaCl, mentre nel linguaggio alimentare e casalingo lo conosciamo sotto il nome di sale da cucina!



Il Signore e la Signora Cloruro di Sodio hanno un bel nome composto.



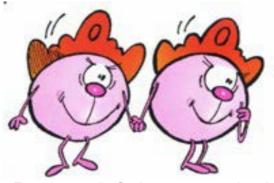
Ma i mineralogisti preferiscono chiamarli **salgemma.**..



Mentre droghieri e casalinghe li conosconoco nomedi sale da cucina

Alcuni atomi possono a volte rimanere single

Alcuni atomi, di solito molto portati per il matrimonio, come le Signorine ossigeno o i Signori idrogeno, possono, se non hanno avuto l'opportunità di trovare un partner, vivere un po' di tempo non sposati. Tuttavia odiano la solitudine e nel loro celibato temporaneo, vanno sempre a spasso in coppia, tenendosi per mano. Questo è il caso del la sorelle Ossigeno quando si spostano nell'atmosfera. Le si designa allora con il simbolo O₂. A volte, ma molto più raramente, possiamo incontrare le sorelle Ossigeno tre a tre (O₃).



Ecco due sorelle Ossigeno a passeggio nell'atmosfera. Si danno la mano, visto che non hanno ancora trovato un buon partito.

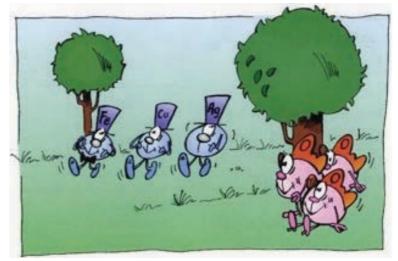


Più raramente, camminano in gruppi di tre. Questo piccolo gruppo, denominato Ozono, è molto efficace nel filtrare i raggi ultravioletti del sole. La sua rarefazione nell'alta atmosfera inquieta molto gli ambientalisti.

Questo trio preoccupa molto i Terrestri che l'hanno battezzato Ozono e s'inquietano molto della sua rarefazione crescente negli strati superiori dell'atmosfera!

Altri atomi possono trovarsi bene pur essendo celibi. Questo è per esempio il caso dei signori Rame, ferro o argento che possono passeggiare tranquillamente con le mani in tasca.

In realtà sono per lo più i Terrestri che le costringono a rimanere single per gli usi che ne fanno. Tuttavia, le sorelle Ossigeno vegliano accuratamente e sono pronte a ossidare l'argento e il rame e ad arrugginire il ferro.

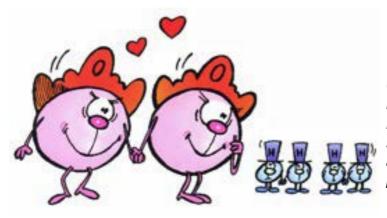


Le Sorelle ossigeno spiano di nascosto gli atomi ancora single.

Un incontro esplosivo

Se per caso ad alcune sorelle Ossigeno nubili capita d'incontrare alcuni fratelli Idrogeno, che camminano anche loro due a due, e se la temperatura ambiente è sufficientemente elevata per superare la loro timidezza, cadono bruscamente nelle braccia le une degli altri in una violenta esplosione di gioia per costituire delle molecole che uniscono ognuna una signorina Ossigeno a due fratelli Idrogeno. Questi nuovi gruppi sono noti con il nome di H₂O o "molecola d'acqua". I chimici, refrattari alla poesia, descrivono questo tipo di storia commuovente a modo loro:

$$O_2 + 2H_2 \Rightarrow 2H_2O$$



Durante una passeggiata le due sorelle Ossigeno incontrane alcuni fratelli Idrogeno...

Questo esempio mostra una curiosa caratteristica della cerimonia del matrimonio: se l'atmosfera è molto calda. assistiamo a un aumento della temperatura ambiente con una esalazione di calore più o meno importante.

Nel caso dell'unione di due Fratelli idrogeno con una signorina Ossigeno, il rilascio di calore è tale che può portare ad una forte esplosione. I Terrestri provoca-

no unioni di questo tipo per ottenere temperature elevate: come con le fiamme ossidriche!

In alcuni casi contrari, l'atmosfera può diventare glaciale e tutto si raffredda. I Chimici, che amano mostrare di conoscere il greco, parlano di una reazione esotermica quando c'è dispersione di

calore, e di reazione endotermica quando c'è

raffreddamento.

..la temperatura ambiente elevata li aiuta a superare la loro timidezza, e in una grande esplosione di gioia, contraggono unioni H2O, ben note dai Terrestri col nome di molecole d'acqua.

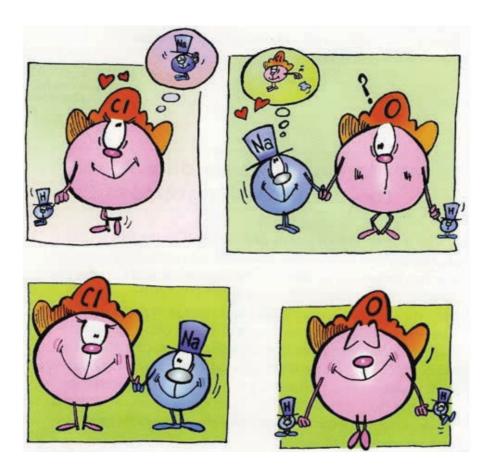
I matrimoni non sempre durano a lungo

Le unioni non sono mai definitive. Molto spesso succede che, se una molecola ne incontra un'altra con affinità più forti dei vincoli del matrimonio, un partner di una unione si unisca al partner di un'altra unione. Così, quando la coppia HCI incontra la molecola NaOH, il volubile sodio lascia l'unione NaOH per raggiungere la Signora Cloro e costituire con lei la molecola NaCl. Ai due fratelli Idrogeno non resta più che mettere su casa con la signora Ossigeno lasciata da parte, per formare la molecola H₂O, già descritta sotto il nome di molecola d'acqua. Sempre nel linguaggio dei chimici, questa romantica avventura si scrive:

Acido cloridrico + soda caustica ⇒ cloruro di sodio + acqua

o in forma abbreviata: $HCI + NaOH \Rightarrow NaCI + H_2O$.

Ed i chimici chiamano prosaicamente questo tipo di avventura: "reazione chimica"!



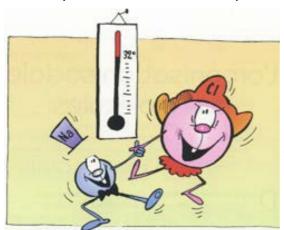
Durante una passeggiata, la coppia HCl incontra il trio NaOH. Alcune idee di cambiamento vengono loro in mente ... La Signora Cloro e il Signor Sodio si mettono insieme, lasciando la custodia dei due piccoli Idrogeno alla Signora Ossigeno che si adatta molto bene alla situazione!

I Terrestri hanno imparato l'arte di provocare dei divorzi e di forzare gli atomi a nuove unioni che non sempre esistono in natura, tutto questo per loro comodità o per i bisogni della loro industria. E chiamano ciò "Chimica Applicata".

L'organizzazione sociale nel paese degli atomi

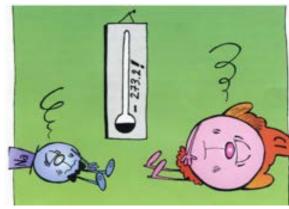
L'agitazione sociale è permanente

Nel mondo degli atomi, tutti i personaggi sono felicemente agitati da movimenti danzanti incessanti. Alcuni addirittura si spostano instancabilmente a tutta velocità in tutte le direzioni, rimbalzando contro i loro congeneri o contro gli ostacoli che incontrano. Questa agitazione è permanente. Ma a differenza dei terrestri che si agitano e sbattono i piedi per riscaldarsi quando fa freddo, gli abitanti del mondo degli atomi sono ancora più agitati quando fa più caldo. Questa agitazione diminuisce quando fa più freddo e cadono addirittura in letargo quando la temperatura sia vicina ai 273,2 ° sotto lo zero. Questa temperatura viene chiamata "Zero assoluto". I Fisici hanno dimostrato che è impossibile ottenere una temperatura al di sotto di questo limite.



Più fa caldo, più gli atomi sono agitati.

Il freddo li paralizza. Intorno a -273 ° [C] cadono in letargo.



L'istinto gregario spinge le molecole a riunirsi in gruppo

Le molecole simili - e i pochi atomi single di una stessa famiglia - hanno una forte tendenza a raggrupparsi in gruppi distinti gli uni dagli altri. Si tratta di una certa forza d'attrazione che spinge gli stessi atomi e le stesse molecole a stringersi gli uni contro gli altri. Questi gruppi hanno una forte densità di popolazione se sono sotto forma solida o liquida. La densità è inferiore se si tratta di un gas. Ad esempio, un rubino¹ di 20 carati (4 gr. e 1 cm³) è un gruppo che riunisce circa 20.000 miliardi di miliardi di molecole di Al₂O₃ strette le une contro le altre. Un centimetro cubo d'acqua contiene 34.000 miliardi di miliardi di molecole d'acqua, mentre uno stesso centimetro cubo di vapore acqueo contiene "solamente" 28 miliardi di miliardi di queste stesse molecole, ovvero circa 1200 volte di meno.

I tre tipi di gruppi²

Come tutti possiamo constatare, a pressione ordinaria il gruppo H2O (l'acqua) esiste sotto forma liquida tra 0 ° e 100 °, sotto forma gassosa superiore a 100 ° (Vapore acqueo) e sotto forma solida al di sotto di 0 ° (il ghiaccio). Ci si può domandare cosa condizioni l'esistenza di uno stato piuttosto che un altro?

La risposta sta nel comportamento sociale degli atomi e delle molecole.

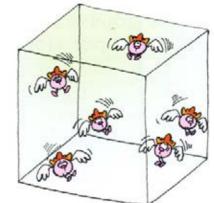
Prendiamo l'esempio della molecola H2O:

1. Al di sopra di 100 ° le molecole d'acqua sono molto agitate e percorrono lo spazio ad alta velocità, rimbalzando l'una contro l'altra o contro vari ostacoli. La forza di attrazione delle molecole è troppo debole per fermare una di loro nella sua cor-

sa sfrenata quando passa vicino ad un'altra: fenomeno che

viene chiamato "Stato gassoso".

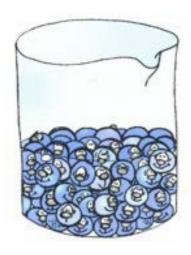
2. Quando invece la temperatura scende, la velocità delle molecole diminuisce e ad un certo momento questa forza di attrazione arriva a mantenere le molecole vicine tra loro senza tuttavia riuscire ad assegnare loro delle loro posizioni fisse: questo è lo stato liquido. Le molecole sono sempre agitate. Si spostano l'una contro l'altra, spingendosi in un folto gruppo di molecole identiche, senza troppo cercare di sfuggire a questa concentrazione. Ma abbiamo bisogno di un contenitore per prenderne una quantità significativa poiché la forza che le tiene tutte insieme è appena sufficiente per consentire loro di costituire delle goccioline. Questo è lo "stato liquido".



Lo stato gassoso: le molecole si spostano ad una grande velocità, rimbal-

¹ Varietà pregiata di corindone di color rosso

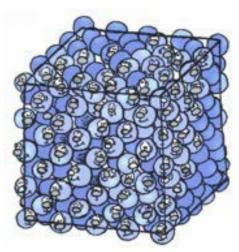
² I fisici parlano di tre stati della materia.



Lo stato liquido: le molecole si agganciano debolmente l'un l'altra. Serve un recipiente per contener-

3. Quando la temperatura si abbassa ancora di più, l'agitazione delle molecole diminuisce e le forze d'attrazione riescono a mantenere ogni molecola in un posto fisso: è lo stato solido. Ma, sempre nervose, si agitano anche stando sul loro posto in preda ad una sorta di vibrazione, senza tuttavia riuscire ad abbandonare la postazione che è stata loro assegnata. Questo è "lo stato solido" e spesso è anche uno "stato cristallino"!

Abbiamo davvero bisogno che la temperatura si avvicini molto ai 273,2 ° sotto lo zero perché la loro agitazione cessi definitivamente e cadano in letargo.



L'ordine regna nello stato cristallino

Lo stato cristallino

Quando gli atomi (o le molecole) si uniscono per formare un solido non si immobilizzano ovunque capiti, ma in posizioni ben precise che determinano una configurazione geometrica generale che si ripete, sempre identica a se stessa, in tutte e tre le direzioni spaziali.

Questo stato ordinato della materia solida è chiamato **stato cristallino**.

Praticamente tutte le sostanze minerali solide sono allo stato cristallino. Fanno eccezione solo il vetro e la plastica che non presentano una struttura atomica ordinata. Si parla allora di **stato amorfo**.

Se prendiamo l'esempio della coppia NaCl, constatiamo che la signora Cloro e la Signora Sodio si immobilizzano alternativamente lungo i lati immaginari di un cubo. Questa disposizione si riflette nella forma dei cristalli di NaCl (o sale da cucina). È possibile rendersene conto esaminando con una lente d'ingrandimento il deposito di sale che risulta dall'evaporazione lenta di una soluzione d'acqua salata: forma piccoli cubetti!

La cosa più notevole dello stato cristallino è che la nozione di matrimonio ha un senso diverso. Una grande comunità che riunisce miriadi di unioni matrimoniali identiche prende forma e tutti gli atomi presenti costituiscono allora un'immensa comunità composta da miliardi di miliardi di atomi, ma in una proporzione di atomi che è sempre uguale a quella della molecola originale. Così in un cubo di sale da cucina di un centimetro di lato, ci sono 22.500 miliardi di miliardi di atomi di cloro e un numero identico di atomi di sodio.



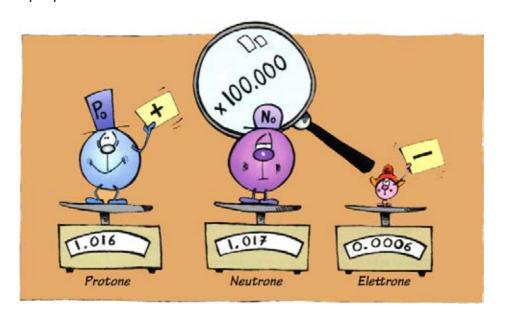
Halite (NaCl)



L'anatomia degli atomi

I vari organi degli atomi

I fisici che hanno studiato l'anatomia degli atomi, hanno scoperto che sono costituiti principalmente da elettroni, particelle estremamente piccole e leggere – che pesano circa 0,00054 grons- e
che hanno ciascuna una carica elettrica negativa. Molto agitati, gli elettroni percorrono in un giro
vorticoso di orbite molto diverse attorno ad un nucleo centrale estremamente piccolo, che è il
cuore dell'atomo. Il volume approssimativamente sferico definito dalle orbite esterne degli elettroni costituisce il volume dell'atomo, determinando in tal modo anche la sua dimensione.
Il cuore dell'atomo è costituito da due tipi di particelle, i neutroni e i protoni, che sono raggruppati
al centro, tenuti insieme da delle forze molto potenti, che formano un anello il cui raggio è di circa
100.000 volte più piccolo dell'atomo stesso!



I principali organi degli atomi: il protone mostra dei caratteri maschili, il neutrone è uno scapolo inveterato e il piccolo elettrone si comporta come una Signora.

I componenti fondamentali dell'atomo sono :

- Il protone, una particella con una carica elettrica positiva. Pesa circa 1 gron. Ce ne vogliono 602'200 miliardi di miliardi per fare un grammo! Ciò corrisponde approssimativamente al peso di uno dei fratelli Idrogeno.
- Il neutrone, particella dal peso praticamente identico a quello del protone, ma che non ha carica elettrica.
- L'elettrone, particella circa 1840 volte più leggera di un neutrone o di un protone, che ha una carica elettrica negativa. A riposo, un atomo comporta tanti elettroni quanti protoni.

Caratteristiche dei componenti degli atomi							
		massa	carica	stato	remissione	prodotti di disintegrazione	
Nucleo centrale	Protone	1.016	+ 1	stabile			
	Neutrone	1.017	0	instabile ¹	18 min.	protone + elettrone ²	
Involucro	Elettrone	0.0006	-1	stabile			

- 1. quando è isolato, al di fuori di un nucleo.
- 2. in realtà c'è anche l'emissione di un neutrino, una particella quasi inosservabile che interessa molto gli astrofisici, ma che appartiene allo Strano Mondo delle particelle.

Ogni famiglia di atomi è caratterizzata dal numero di protoni e di neutroni che costituiscono il suo nucleo. Tuttavia, se il numero di protoni è imperativamente

fisso, quello dei neutroni varia leggermente tra i diversi isotopi di una stessa famiglia. E 'grazie alla grande foto di famiglia che si può conoscere il numero di protoni, neutroni ed elettroni che caratterizza ogni famiglia di atomi. Le regole sono:

- Il numero di protoni è uguale al numero d'ordine della famiglia;
- Il peso atomico è uguale alla somma dei protoni e neutroni;

di conseguenza:

- Il numero di neutroni è uguale al peso atomico meno il numero d'ordine (o numero atomico);
- Il numero di elettroni è uguale¹ al numero di protoni (o numero d'ordine della famiglia).

Così, praticando l'autopsia del Signor Potassio, troviamo 19 protoni e 20 neutroni raggruppati nel nucleo e 19 elettroni che ne costituiscono l'involucro esterno. Questi risultati sono registrati nel suo passaporto!

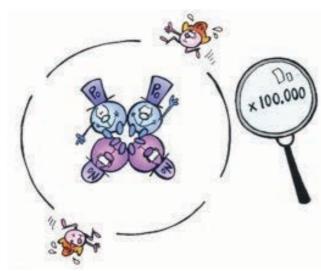


L'autopsia del Signor Potassio che pesa 39 grons, rivela l'esistenza di 19 protoni, 20 neutroni e 19 elettroni.

¹ Attenzione! Si tratta del numero di elettroni dell'atomo a riposo, non eccitato e con tutte le sue braccia in tasca, situazione molto rara. Infatti, per ogni braccio attivo, i signori perdono un elettrone. Con le Signore succede l'opposto: per ogni braccio attivo guadagnano un elettrone!

Gli elettroni determinano il comportamento sociale degli atomi

Nel loro giro a spirale, gli elettroni percorrono delle orbite molto diverse attorno al nucleo centrale. La forza centrifuga che tende ad allontanarli dal nucleo è in equilibrio con la forza di attrazione dei protoni che li trattengono in questo modo nella loro area di influenza.



Struttura dell'atomo di Elio: il nucleo (ingrandito 100.000 volte) è costituito da due protoni e due neutroni. Due elettroni gravitano ad alta velocità in orbite lontane dal nucleo.

Le posizioni di tali orbite non sono arbitrarie, ma dipendono da regole piuttosto complicate. Man mano che il numero di elettroni aumenta, gli ultimi arrivati occupano delle orbite sempre più lontane dal nucleo. Il limite esterno della zona di attività degli elettroni può essere assimilato grosso modo a una sfera che costituisce, nel nostro modo immaginario, la taglia degli atomi.

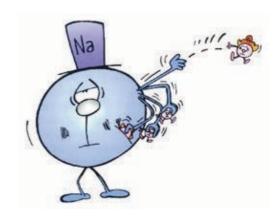
Possiamo raggruppare le orbite secondo i loro livelli di energia. Scopriamo dunque che gli atomi applicano il numero sacro otto¹ agli elettroni che sono distribuiti sul livello più esterno: gli atomi si sentono bene nella loro pelle solo quando ci sono otto elettroni sull'orbita più esterna.

Così il Signor Sodio, che ha solo un elettrone sul suo strato esterno, cerca di espellerlo. Questa espulsione ha l'effetto di fargli apparire un braccio e di farlo dimagrire un po'! Il suo colle-

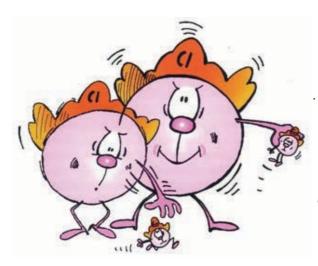
ga Silicio va a spasso con quattro braccia, perché ha dovuto espellere quattro elettroni per rispettare il numero sacro otto. La Signora Cloro, che ha normalmente sette elettroni nel suo strato esterno, preferisce catturare un elettrone in più per soddisfare la regola dell'otto. E' così che le appare un braccio.

Le Sorelle Ossigeno devono catturare due elettroni per completare il loro strato esterno che ne contiene solo sei, si ritrovano così con due braccia.

Il Signor Sodio espelle un elettrone tirando fuori un braccio dalla sua tasca. E' un catione.



¹ I Signori Idrogeno ed Elio sono dei casi speciali: venerano il numero 2!



Gli atomi che catturano gli elettroni sono delle Signore. I chimici le chiamato anioni. Per ogni elettrone catturato guadagnano un braccio e prendono peso

Le Signore Cloro e Ossigeno prendono un po' di peso¹ per strada! Gli atomi che hanno conquistato degli elettroni supplementari hanno un eccesso di carica negativa uguale al numero delle loro braccia. I chimici li chiamano anioni. Nel mondo degli atomi sono delle signore.

Quelli che hanno espulso degli elettroni hanno guadagnato un eccesso di cariche positive uguale al loro numero di braccia. I chimici li chiamano cationi. Nel Mondo degli atomi, sono dei signori. Constatiamo quindi che sono gli elettroni che determinano il comportamento sociale degli atomi²: dimensioni, numero di braccia, sesso, affinità più o meno grande per il matrimonio.

Gli elettroni sono dei "chicchi" di energia elettrica

In un filo elettrico, i fratelli Rame sono tutti mantenuti dai terrestri nello stato di celibi. Sono costretti a tenersi per mano, e gli elettroni che hanno dovuto espellere circolano liberamente tra di loro. I Terrestri hanno sviluppato diverse pompe di elettroni - pila, batteria, dinamo, alternatore che fanno circolare questi elettroni liberi: questa è l'elettricità.

La corrente elettrica non è quindi niente altro che lo spostamento forzato di elettroni in un conduttore metallico. Essi si spostano sempre nella stessa direzione, fenomeno che viene chiamato 'corrente continua': e non fanno che andare e venire sotto l'impulso di un alternatore e questo procedimento si chiama corrente alternata! L'elettrone può quindi essere considerato un "chicco" unitario di energia elettrica.

Il nucleo quanto a lui, costituito da protoni e da neutroni, è responsabile del peso dell'atomo. Esso è anche all'origine di due malattie genetiche che colpiscono alcune famiglie di atomi: il decadimento radioattivo e la fissione nucleare. Ne parleremo più approfonditamente nel prossimo capitolo.

¹ Il fatto di catturare degli elettroni fa ingrassare l'atomo, il fatto di cedere degli elettroni gli fa perdere peso. 2 ovvero tutte le proprietà chimiche e la maggior parte di quelle fisiche.



I generatori elettrici sono "pompe di elettroni". Fanno circolare nei conduttori elettrici degli elettroni liberi di atomi metallici.

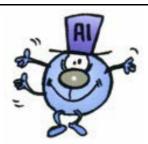
Il numero otto, le Signore, i Signori e gli altri

Quindi c'è una relazione stretta tra la necessità di espellere o di captare degli elettroni e le tendenze affettive degli atomi. Possiamo riassumere questa relazione con le regole seguenti:

- 1. Gli atomi che emettono elettroni sono dei Signori. Acquisiscono tante braccia quanti elettroni espellono (i chimici li chiamano cationi).
- 2. Gli atomi che captano gli elettroni sono delle Signore. Possiedono tante braccia quanti elettroni hanno captato (i chimici li chiamano anioni).
- 3. Gli atomi non hanno bisogno di catturare o di espellere elettroni per soddisfare la 'regola di otto': sono degli scapoli inveterati. Vengono chiamati gas nobili. Non hanno braccia.
- 4. Alcuni atomi, che esitano tra il catturare o espellere degli elettroni sono a volte Signore, a volte Signori, a seconda della soluzione che hanno adottato per soddisfare al numero otto. Sono androgini.

La famiglia Zolfo fa parte di questo ultimo caso. Ogni individuo a riposo possiede 6 elettroni nel suo strato esterno. I membri di questa famiglia esitano spesso davanti all'alternativa seguente:

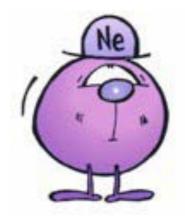
- o catturare due elettroni supplementari per raggiungere il numero otto, cosa che li trasforma in grosse Signore con due braccia;
- o espellere sei elettroni, cosa che li trasforma in piccoli Signori a 6 braccia.

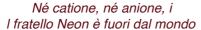


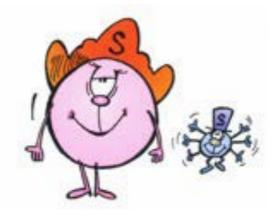
Il Signor Alluminio è un catione



La Signora Ossigeno è un anione.







A volte anione, a volte catione, la Signora (o il Signore) Zolfo è un androgino.

Protoni e neutroni

La massa di elettroni non supera mai lo 0,05% della massa totale di un atomo. Ciò significa in pratica che la quasi totalità della massa è racchiusa nei protoni e neutroni, essi stessi concentrati nel nucleo centrale di ogni individuo. Questo nucleo è circa 100.000 volte più piccolo del' atomo stesso.

Il numero di protoni a caratterizzare una famiglia di atomi. Così i membri della famiglia Carbonio hanno sempre 6 protoni e quelli della famiglia Rame 29 protoni e quelli della famiglia Uranio 92 protoni. Questo numero corrisponde al numero di matricola o numero atomico.

I numeri accompagnano sempre i protoni. Solo il piccolo Idrogeno non ne possiede. Tutte le altre famiglie contengono neutroni in numero approssimativamente uguale o leggermente superiore a quello dei protoni, per famiglie più leggere. Gli atomi più pesanti contengono più neutroni che protoni in una proporzione che può arrivare fino a una volta e mezzo il numero di protoni.

In determinate circostanze, un neutrone¹ può trasformarsi in un protone dopo l'espulsione di un elettrone. Non si tratta di uno degli elettroni che gravitano attorno al nucleo, ma di un elettrone² che apparteneva alla struttura stessa del neutrone. Vedremo più avanti il significato di questo comportamento.

Gli isotopi

In alcune famiglie, il numero di neutroni può variare da un individuo all'altro. Per esempio i membri della famiglia Rame hanno tutti 29 protoni, ma alcuni di loro hanno 34 neutroni e altri 36. Sul piano chimico le loro proprietà sono assolutamente identiche. Ciò che differisce è il loro peso atomico. Alcuni atomi di Rame pesano 63 grons, altri 65. Si tratta di due isotopi della famiglia

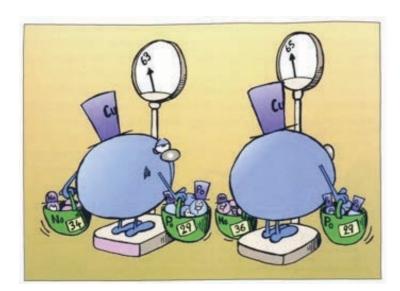
¹ Si tratta di un neutrone fuori dal nucleo

² vi è anche l'emissione di un neutrino, una particella quasi inosservabile che interessa molto gli astrofisici.

Rame. Vengono chiamati ⁶³Cu et ⁶⁵Cu. Gli isotopi più conosciuti dal grande pubblico sono il Carbonio 14 (¹⁴C) che è utilizzato per datare alcuni oggetti preistorici, il cobalto 60 (Co60) utilizzato in medicina e l'uranio 235 (U235) utilizzato nelle centrali nucleari convenzionali. Ritorneremo più avanti sull'argomento.

Il Rame che troviamo in natura è costituito al 69% dall'isotopo ⁶³Cu e al 31% dall'isotopo ⁶⁵Cu. Il peso atomico del rame che figura nella grande foto è una media calcolata sul peso di ⁶³Cu e di ⁶⁵Cu. Questa è la ragione per la quale il peso atomico che figura sul passaporto dei membri della famiglia Zolfo non è un numero intero, ma di un numero frazionario: 63.541

In numerose famiglie di atomi troviamo degli isotopi. Ma nella maggior parte di esse, vi è un isotopo fortemente dominante, mentre gli altri sono più rari o estremamente rari.



Alcuni membri della famiglia Rame non sono di molto peso: mancano di neutroni.

Ancora più all'interno del nucleo

Se gli anatomisti dello Strano Mondo degli Atomi si accontentano di descrivere gli elettroni, i protoni e i neutroni nella loro interezza, alcuni terrestri, animati da un'insaziabile curiosità, cercano di conoscere la costituzione intima di tutte queste particelle. Con mezzi estremamente potenti sezionano i nuclei degli atomi per conoscerne l'architettura. Uno dei laboratori dove si effettuano questi esperimenti è il CERN - abbreviazione di Consiglio europeo per la Ricerca Nucleare – vicino a Ginevra.

Ma questa è un'altra storia che vedrebbe la luce se, ancora più ispirati di Gulliver, potessimo introdurci nello Strano mondo delle Particelle

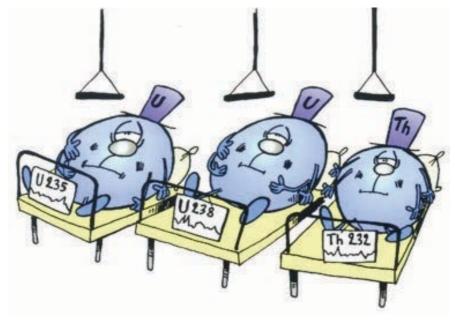
¹ Peso medio calcolato di ⁶³Cu: 62,9298 x 69,09% = 43,4782 Peso medio calcolato di ⁶⁵Cu: 64,9278 x 30,91% = 20,0691 Peso atomico medio della miscela naturale Cu⁶³Cu⁶⁵ = 63,5473

Il decadimento radioattivo, una malattia genetica degli atomi

Alcune famiglie di atomi sono affette da una malattia genetica che colpisce i loro nuclei (protoni e neutroni) e che i fisici chiamano "il decadimento radioattivo ".

Questa malattia colpisce soprattutto le famiglie uranio, torio e alcune altre famiglie di minore importanza. Alcuni isotopi rari di famiglie ben note, sono anche loro colpiti da questa malattia. Li segnaleremo più avanti, a causa dell'interesse che il mondo dei Terrestri ha nei loro confronti. Questa malattia evolve più o meno rapidamente a seconda delle famiglie.

E' stata folgorante per le famiglie Tecnezio e Promezio che sono state interamente decimate e sono oggi completamente scomparse dal nostro ambiente. Al contrario, il decorso della malattia è molto lento per le famiglie Uranio e Torio.



La malattia colpisce in particolare le famiglie Uranio e Torio

Il triste caso della famiglia Uranio

Il caso della famiglia Uranio è molto tipico, ecco perché è il caso di studiarlo nei dettagli: i membri di questa famiglia hanno tutti 92 protoni. La maggior parte di loro (99,3%) ha 146 neutroni: si tratta di ²³⁸U. Gli altri (lo 0,7%) ne possiedono solo 143: si tratta di ²³⁵U. I due isotopi sono affetti da decadimento radioattivo, ma la velocità di evoluzione della malattia è differente per ognuno di loro.

Velocità di evoluzione della malattia

Non è possibile prevedere l'evoluzione della malattia per un atomo specifico. Invece si può seguire statisticamente il comportamento di una comunità di atomi, il decadimento radioattivo che si verifica in modo aleatorio all'interno di quella comunità. Nello strano Mondo degli Atomi, si chiama periodo di remissione il tempo necessario alla scomparsa della metà degli individui di una comunità (i fisici parlano di emivita). Siamo dunque in grado di dire che la malattia è responsabile della scomparsa:

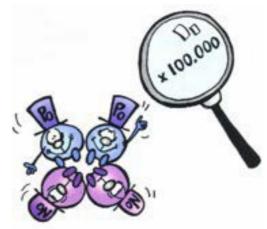
- della metà della comunità di ²³⁸U ogni 4,5 miliardi di anni,
- della metà della comunità di ²³⁵U ogni 710 milioni di anni¹

L'evoluzione dell'epidemia è già di per sé molto curiosa: in ogni momento i membri della comunità sanno che la metà di loro saranno colpiti nel corso di un periodo lungo 4.5 miliardi di anni per i fratelli ²³⁸U e di 710 milioni di anni per i fratelli ²³⁵U.

I sintomi

Prendiamo il caso di ²³⁸U: tutto inizia con una convulsione improvvisa seguita da vomito di vari prodotti del nucleo. In questi prodotti, che sono i componenti della radioattività, si possono trovare:

- le particelle "alfa" [α], ciascuna composta da due protoni e due neutroni²;
- le particelle "beta" [β], che sono degli elettroni (Formatisi nel nucleo dalla trasformazione di un neutrone in un protone);
- raggi "gamma" [y], che sono dei raggi X molto potenti.



Una particella a è costituita da due protoni e due neutroni. Ed è il nucleo di un atomo di Elio.

Queste emissioni³ sono accompagnate dalla trasmutazione del povero ²³⁸U in un individuo marginale di un'altra

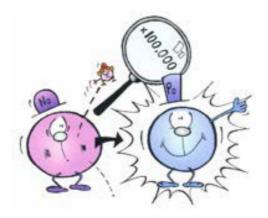
famiglia (un isotopo raro e instabile di questa famiglia) poi, di ricaduta in ricaduta, dopo aver transitato tra due crisi per diverse altre famiglie, finisce per tramutarsi definitivamente in un isotopo stabile della famiglia Piombo : ²⁰⁶Pb.

¹ Si noti che U²³⁵ scompare molto più rapidamente rispetto al suo genitore U²³⁸. Oggi c'è solamente lo 0,7% di U²³⁵ nell'Uranio naturale. Ma questa proporzione era del 14% durante la formazione del sistema solare 4,6 miliardi di anni fa.

² È interessante notare che una particella α è effettivamente un nucleo di un atomo di elio, He⁴.

³ Il rilascio di queste diverse particelle e delle radiazioni γ costituisce la radioattività. Le cellule viventi sono molto vulnerabili a questi raggi che possono causare loro diverse degenerazioni, in particolare il cancro.





Una particella β è un elettrone ...

...prodotto dalla trasmutazione di un neutrone in un protone. Con emissione di un neutrino, particella ancora molto misteriosa.



I raggi γ sono onde elettromagnetiche con una brevissima lunghezza d'onda. Sono dei raggi X estremamente penetranti.

Meccanismo della malattia

L'espulsione di una particella α (2 protoni e 2 neutroni) fa perdere 4 unità di peso all'atomo malato e lo fa retrocedere di due numeri atomici nel Grande Archivio¹.

La perdita di una particella β (un elettrone prodotto dalla trasformazione di un neutrone in un protone) non comporta alcuna perdita significativa di peso, ma uno dei neutroni si trasforma in un protone, l'atomo malato cambia di numero atomico e progredisce di un posto nel Grande Archivio.

Questa perdita delle particelle α e β è accompagnata da una forte febbre che provoca l'emissione di calore e di raggi X ad alta energia: essi sono chiamati raggi γ .

Il primo sintomo che colpisce i poveri ²³⁸U è appunto la perdita di una particella α. Dimagriscono di 4 unità e pesano solo 234 grons. Poiché ci sono due protoni nella particella α, va indietro di 2 numeri nel registro delle matricole (o numero atomico). Si trasforma così in un membro della fami-

¹ O tavola periodica

glia Torio (Numero atomico 90). Ma non si tratta di un membro effettivo della famiglia Torio, solo di un isotopo raro e instabile, l'isotopo ²³⁴Th.

Molto presto, il povero ²³⁴Th perderà successivamente 2 particelle β, che lo trasformeranno in Protactinio 234 (²³⁴Pa) per alcune ore, poi in ²³⁴U (un isotopo molto raro della famiglia Uranio). Transiterà ancora per una decina di famiglie di atomi prima che la malattia completi la sua evoluzione. Qui sotto si può vedere in dettaglio questa evoluzione nella scheda della malattia di ²³⁸U.

Foglio della malattia

Dr. Marie Sklodowska

Nome del paziente : Uranio 238 Sintomi : pesantezza, nausea

Simbolo: U²³⁸ Diagnosi Decadimento radioattivo congenito con un lungo periodo d'incubazione

Numero di protone : 92 (4.5 miliardi di anni)

Numero di. neutrone: 146

92 90 91	²³⁸ U ²³⁴ Th	238		а	perde un nucleo di He
	²³⁴ Th	23/			•
91		23 4	24 giorni	β	espelle un elettrone
	²³⁴ Pa	234	6 h. 45"	β	espelle un elettrone
92	²³⁴ U	234	250'000 anni	а	perde un nucleo di He
90	²³⁰ Th	230	80'000 anni	а	perde un nucleo di He
88	²²⁶ Ra	226	1'600 anni	а	perde un nucleo di He
86	²²² Rn	222	4 giorni	а	perde un nucleo di He
84	²¹⁸ Po	218	3 min.	а	perde un nucleo di He
82	²¹⁴ Pb	214	27 min.	β	espelle un elettrone
83	²¹⁴ Bi	214	20 min.	β	espelle un elettrone
84	²¹⁴ Po	214	1 sec.	а	perde un nucleo di He
82	²¹⁰ Pb	210	21 anni	β	espelle un elettrone
83	²¹⁰ Bi	210	5 giorni	β	espelle un elettrone
84	²¹⁰ Po	210	138 giorni	а	perde un nucleo di He
82	²⁰⁶ Pb	206	totalmente inse	ensibile alla ma	lattia
	92 90 88 86 84 82 83 84 82 83	92 234U 90 230Th 88 226Ra 86 222Rn 84 218Po 82 214Pb 83 214Bi 84 214Po 82 210Pb 83 210Bi 84 210Po	92 234U 234 90 230Th 230 88 226Ra 226 86 222Rn 222 84 218Po 218 82 214Pb 214 83 214Bi 214 84 214Po 214 82 210Pb 210 83 210Bi 210 84 210Po 210	92 234U 234 250'000 anni 90 230Th 230 80'000 anni 88 226Ra 226 1'600 anni 86 222Rn 222 4 giorni 84 218Po 218 3 min. 82 214Pb 214 27 min. 83 214Bi 214 20 min. 84 214Po 214 1 sec. 82 210Pb 210 21 anni 83 210Bi 210 5 giorni 84 210Po 210 138 giorni	92 234U 234 250'000 anni α 90 230Th 230 80'000 anni α 88 226Ra 226 1'600 anni α 86 222Rn 222 4 giorni α 84 218Po 218 3 min. α 82 214Pb 214 27 min. β 83 214Bi 214 20 min. β 84 214Po 214 1 sec. α 82 210Pb 210 21 anni β 83 210Bi 210 5 giorni β 84 210Po 210 138 giorni α

La fase finale scaturisce nella creazione di un atomo della famiglia Piombo: 206 Pb. Questo isotopo è immune alla malattia: è stabile e non evolverà ulteriormente nel corso del tempo. In sintesi: la malattia porta il Signor 238 U alla perdita successiva di 8 particelle α e 6 particelle β con periodi intermedi di remissione, durante i quali prende provvisoriamente in prestito l'identità di altri elementi, prima di raggiungere lo stato stazionario di piombo 206 Pb).

I terrestri hanno veramente cercato di fermare la malattia. Ma tutti gli studi che sono stati fatti arrivano alla conclusione che è impossibile rallentare o accelerare questa evoluzione. In maniera inevitabile i due isotopi naturali della famiglia dell'Uranio si trasformano in diversi isotopi della famiglia Piombo secondo il procedimento qui sotto:

238U evolve verso ²⁰⁶Pb con un periodo di remissione di 4,5 miliardi di anni,
 ²³⁵U evolve verso ²⁰⁷Pb con un periodo di remissione di 710 milioni di anni.
 Un'altra famiglia importante è colpita da questo stesso tipo di malattia: la famiglia torio.
 ²³²Th evolve verso ²⁰⁸Pb con un periodo di remissione di 14 miliardi di anni.

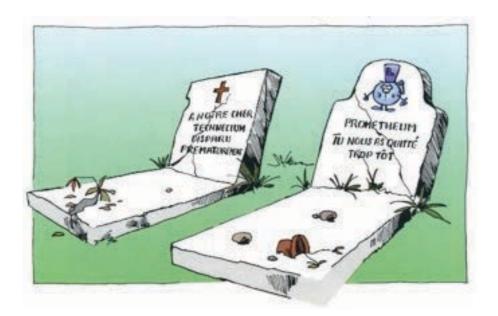


Dopo una lunga malattia, i membri delle famiglie Uranio e Torio si trasformano e vengono adottati dalla famiglia Piombo.

Anche altre famiglie sono soggette alla malattia

Altre famiglie oggi ormai estinte sono state vittime di questa malattia. Consideriamo il caso delle famiglie Tecnezio e Promezio che abbiamo già precedentemente segnalato. Queste famiglie esistevano al momento della formazione del sistema solare. Ma nel loro caso la malattia è stata folgorante, il periodo di remissione è stato di un milione e mezzo di anni per l'uno, due anni e mezzo per l'altro.

⁹⁸Tc evolve verso ⁹⁸Ru con un periodo di remissione di 1,5 milioni di anni. ¹⁴⁷Pm evolve verso ¹⁴⁷Sm con un periodo di remissione di 2,5 anni.



Due famiglie prematuramente scomparse a causa del decadimento radioattivo folgorante.

C'è anche il caso interessante della famiglia Radio. Questa famiglia avrebbe dovuto scomparire da tempo perché anche la sua malattia è stata folgorante:

²²⁶Ra progredisce verso ²⁰⁶Pb con un periodo di remissione di 1.600 anni.

Ma incontriamo anche dei rappresentanti di questa famiglia, perché costituisce uno stadio intermedio della malattia di ²³⁸U. La comparsa per trasmutazione di ²³⁸U tra i membri della famiglia Radio assicura la sua presenza effimera nel mondo degli atomi: quelli che scompaiono vengono sostituiti da quelli che si formano!

Esistono altri casi ancora, ma non serve soffermarci su questo tema in questo momento.

I geologi s'interessano molto a questo tipo di malattia



Febbre alta e l'espulsione di una particella α sono i primi sintomi

I geologi terrestri hanno notato da molto tempo che la temperatura delle rocce aumentava quando ci s'immergeva nelle profondità della Terra. Questo aumento di temperatura è in media di 3 gradi ogni 100 metri. E 'più rapida nelle regioni vulcaniche, e più lenta nelle rocce più antiche.

Questo aumento di temperatura è causato dall'arrivo sulla superficie del globo di un flusso di calore che proviene dalle profondità. Studi hanno dimostrato che metà del calore che raggiunge la superficie è dovuto alla febbre che accompagna il decadimento radioattivo dei Signori Uranio e Torio, personaggi onnipresenti in piccole quantità nelle rocce di composizione granitica.

Così, un cubo di granito 30 centimetri di lato emana calore sufficiente per produrre 1 litro di tè bollente a condizione però di raggiungere i 200.000 anni!



La febbre alta causata dalla malattia emana calore: la radioattività emessa da un blocco di granito di 100 kg permette di preparare un litro di tè bollente a condizione di attendere 200.000 anni!

Questo può sembrare un periodo molto lungo, ma i geologi hanno l'abitudine di contare in miliardi di anni e in centinaia di chilometri cubici! In quest'ottica il calore rilasciato da un km cubo di granito costituisce l'equivalente di 600 litri di acqua bollente al giorno! Questo flusso di calore è responsabile dei fenomeni vulcanici che generano le rocce eruttive: ciò provoca la lenta deriva dei continenti, provoca la formazione delle catene montuose ed è la causa indiretta del processo di metamorfismo.

La velocità di progressione della malattia può servire da orologio

I geologi hanno immaginato di utilizzare la velocità di progressione della malattia per misurare l'età dei minerali e delle rocce. Essi hanno fatto il seguente ragionamento: ²³⁸U, ²³⁵U e ²³²Th racchiusi in un minerale al momento della sua formazione, si trasformano rispettivamente in ²⁰⁶Pb, ²⁰⁷Pb e ²⁰⁸Pb secondo leggi ben note. E 'come se avessimo incluso nel minerale tre clessidre i

cui bulbi superiori sono riempiti di ²³⁸U per l'uno, di ²³⁵U per il secondo e di ²³²Th per l'ultimo. Lentamente, ma con velocità diverse, questi atomi scendono verso il basso di ogni clessidra dove si accumulano sotto forma di ²⁰⁶Pb per il primo, di ²⁰⁷Pb per il secondo e di ²⁰⁸Pb per l'ultimo.

Per ogni clessidra conosciamo le leggi dello scorrimento del tempo, ovvero la velocità di trasformazione degli atomi. È quindi possibile scoprire l'età di formazione di un minerale se sappiamo misurare le quantità relative di questi vari isotopi nel minerale.



La velocità di progressione della malattia può servire da orologio



Lo spettometro di massa permette di separare gli uni dagli altri gli isotopi di una stessa famiglia.

La chimica non può distinguere tra due diversi isotopi di uno stesso elemento. In questo modo bisogna far ricorso a un procedimento fisico: la spettrometria di massa. A all'interno dello spettometro di massa, gli atomi sono accelerati poi deviati dalla loro traiettoria da un forte magnete. L'angolo di deviazione dipende dalla massa di ciascun isotopo. Un sistema di conteggio permette di stabilire le quantità relative a ciascuno di essi.

Sfortunatamente l'uranio e il torio non sono elementi sempre presenti nei minerali e nelle rocce in quantità sufficiente. Anche i geologi si sono interessati ad alcuni membri marginali delle famiglie più note (alcuni dei loro isotopi sono poco abbondanti), come I Signori potassio 40, (⁴⁰K), Rubidio 87 (⁸⁷Rb) o carbonio 14 (¹⁴C), che sono soggetti alla stessa degenerazione secondo gli schemi seguenti:

⁴⁰K evolve verso ⁴⁰Ca o ⁴⁰Ar (argon) con una remissione di 1,3 miliardi di anni,

⁸⁷Rb evolve verso ⁸⁷Sr (stronzio), con una remissione di 47 miliardi di anni,

¹⁴C evolve verso ⁴⁰N (azoto) con una remissione di 5.600 anni.

Questi elementi sono presenti nella maggior parte delle rocce. Dei metodi di misurazione di età simili a quelli descritti più sopra sono stati sviluppati per questi vari isotopi.

Il caso di Papà Carbonio 14

Tutti hanno sentito parlare di Papà Carbonio 14 (¹⁴C). A dire il vero si tratta di un Signore che chiede asilo alla famiglia Carbonio. Invece di essere fatto di 6 protoni e 6 neutroni, come tutti i membri della famiglia ¹²C, comporta due neutroni supplementari che portano il suo peso a 14 grons invece dei soliti 12. Lo si trova nell'alta atmosfera, regione in cui i raggi cosmici¹ sono abbondanti. Questi sono generatori di neutroni e di tanto in tanto uno di essi colpisce il nucleo di uno dei fratelli azoto, espelle un protone e prende il suo posto. Così il povero azoto si trasforma, senza cambiare di peso, in un atomo di carbonio (l'isotopo ¹⁴C). Ma è un povero ¹⁴C malato, colpito dal decadimento radioattivo con un periodo di

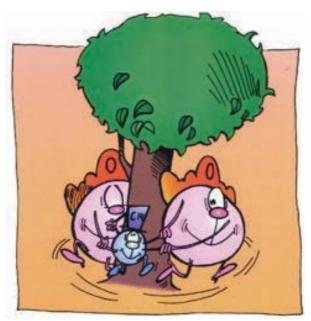
remissione (emivita) di 5.600 anni. Nell'alta atmosfera dove è stato creato, si sposa immediatamente con due sorelle Ossigeno per formare la molecola CO₂.

¹ Sono dei frammenti di nuclei atomici, soprattutto protoni, che ci vengono dallo spazio intersiderale. 700.000 di questi proiettili attraversano il corpo umano ogni secondo. L'interazione di questi protoni con gli atomi dell'atmosfera produce tra 2 e 3 neutroni al secondo per cm².

Demograficamente, nell'atmosfera, il numero di fratelli ¹⁴C che scompaiono, colpiti da questa malattia, è compensato dai nuovi arrivati frutto della trasmutazione dei fratelli azoto. La proporzione di ¹⁴C nell'atmosfera rimane dunque costante.



Il carbonio 14 proviene dalla trasmutazione di un atomo di Azoto che ha assorbito inavvertitamente un neutrone errante proveniente dal sole.



Sposa due sorelle Ossigeno e prende il patronimico di anidride carbonica. Questo trio può essere assorbito dalle piante.

Le piante assorbono CO2 durante tutta la vita, e la stessa proporzione di ¹⁴C/¹²C che esiste nell'atmosfera si trova anche nel legno. Ma una volta abbattuto un albero, lo scambio di CO2 con l'aria ambiente viene interrotto. Il sistema si chiude e all'interno del legno morto i fratelli ¹⁴C scompaiono gradualmente senza essere sostituiti da altri. Così, un pezzo di legno che proviene dalla tomba di un faraone contiene molti meno ¹⁴C di un legno appena tagliato. Poiché l'emivita dell'isotopo 14 del carbonio è 5.600 anni, questo tipo di orologio è particolarmente adatto per gli archeologi e permette loro di misurare le diverse età comprese tra 'qualche secolo' e 20.000 anni circa.

Il Carbonio 14 è molto utile agli archeologi.



Un'altra malattia genetica : La fissione spontanea degli atomi

La fissione spontanea degli atomi

Le famiglie Uranio e Torio soffrono anche di un'altra malattia genetica, fortunatamente molto più rara rispetto al decadimento radioattivo: la fissione spontanea degli atomi. Questa malattia si manifesta con la rottura brutale del nucleo dell'atomo colpito, accompagnata da una febbre colossale. I due frammenti prodotti vengono proiettati con grande violenza, l'uno lontano dall'altro, a costituire come stadio finale della malattia, due atomi più piccoli.

Fortunatamente per quelli che sono soggetti a questa malattia, il periodo di remissione è molto lungo, ampiamente superiore a dei milioni di miliardi di anni. Questo significa per loro che la probabilità di scomparire per decadimento radioattivo, la malattia più comune, è almeno un milione di volte più grande di quella di essere colpiti dalla fissione spontanea.



L'Uranio 238 puo anche essere vittima della fissione spontanea una malattia per fortuna più rara del decadimento radioattivo.

La fissione indota degli atomi (o FIDA)



Il virus è un neutrone.

Non si parlerebbe nemmeno di questa fissione se i Terrestri non si fossero resi conto che questa malattia provocava una grossa febbre, emettendo una quantità colossale di energia e, soprattutto, se non si fossero resi conto che possono a loro piacimento accelerare la sua evoluzione in maniera vertiginosa. Così i terrestri hanno potuto inoculare questa terribile malattia ad alcune famiglie di atomi, principalmente ai vari membri della famiglia Uranio.

Il virus è un neutrone. L'isotopo ²³⁵U è in grado di assorbire un tale neutrone se questo non si sposta troppo velocemente (si parla di neutrone lento o di neutrone termico).

Il meccanismo della malattia



Appesantita di un neutrone, la vittima diviene molto instabile...

Dopo che è gli è stato inoculato un neutrone, il povero ²³⁵U diventa più pesante di un gron, trasformandosi in ²³⁶U, un grosso balordo della famiglia Uranio che non riesce più a mantenere tutte insieme le particelle del suo nucleo. Come una goccia d'acqua che diventa troppo grossa e si divide in due goccioline più piccole, il povero ²³⁶U scoppia e si frammenta in due atomi più piccoli, espellendo nello stesso tempo due o tre neutroni veloci.



... poi si divide in due atomi più piccoli, liberando nello stesso tempo alcuni neutroni. Questo accesso brutale emana molta energia.

Una perdita di peso incomprensibile

Se si pesano i due nuovi atomi, con i due o tre neutroni prodotti, si ha la sorpresa di constatare che non si arriva del tutto ai 236 grons che pesava il nostro paziente ²³⁶U, poco prima della sua crisi. C'è stata la perdita di un po' di materia nel corso di questa fissione. E noi sappiamo, grazie ad Einstein, che questa materia si è trasformata in energia secondo la famosa relazione:

$$E = m \times c^2$$

Questo significa più chiaramente: L'Energia [E] è uguale alla massa mancante [m] moltiplicata per il quadrato della velocità della luce [c²].

Questa malattia produce circa 200 milioni di volte più di energia per atomo scoppiato di quella che può produrre una molecola nella reazione chimica più violenta! Ecco dunque, un procedimento molto allettante per ottenere grandi quantità di energia!



La malattia è accompagnata da una leggera perdita di massa.

Ma cosa succede ai neutroni?

Inoculando un neutrone nel nucleo del povero ²³⁵U, abbiamo provocato la sua fissione, liberato dell'energia resta uno scarto di 2 o 3 neutroni erranti¹. Che cosa succede a questi neutroni? Vengono espulsi nella materia ad alta velocità. Poiché sono neutri, non sono influenzati dalle orbite elettroniche degli atomi che potrebbero incontrare e, per provocare una nuova fissione, devono colpire più duramente il nucleo di ²³⁵U. Ma l'obiettivo è molto piccolo e la probabilità di incontrare un nucleo di uranio per spezzarlo in due rimane estremamente bassa. Inoltre, i neutroni sono essi stessi colpiti da decadimento radioattivo fulminante che li trasforma molto rapidamente in un protone più un elettrone².

¹ chiamati neutroni veloci dai fisici

² dobbiamo ancora menzionare l'emissione di un neutrino, questa particella quasi inosservabile che prende con sé una parte dell'energia rilasciata.

Possiamo comunque influenzare il caso!

I terrestri sono intelligenti e sanno come modificare la probabilità di fissione di ²³⁵U con un neutrone combinando due azioni:

1. Aumentando la concentrazione degli atomi ²³⁵U.

Nell' uranio naturale estratto dalle miniere, c'è solo lo 0,7% di ²³⁵U contro il 99,3% di ²³⁸U. Si procede allora con l'arricchimento di ²³⁵U che avviene in costose fabbriche, cosa che aumenta il numero di obiettivi per unità di volume. Per gli usi comuni, lo si arricchisce di solito di circa il 3%. Possiamo aumentare questo arricchimento tanto quanto desideriamo. Ma lo si fa in realtà solo su richiesta dei militari, che ne hanno bisogno per degli usi molto specifici.

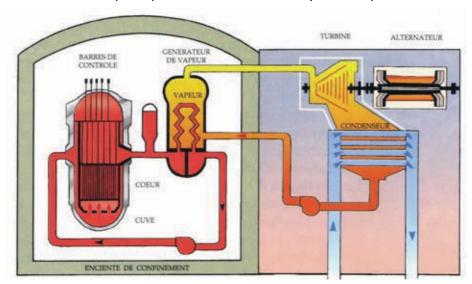
2. Per rallentare i neutroni

I neutroni prodotti in una reazione di fissione sono troppo veloci per sperare di potersi agganciare al passaggio di un altro ²³⁵U. Succede così che, con l'aiuto di un moderatore, li si rallenti per renderli più "virulenti". Si pongono sul loro passaggio degli atomi leggeri, Il Signor Idrogeno, Berillio o Carbonio, per esempio.

Gli urti successivi con questi atomi leggeri aumenteranno la velocità degli atomi leggeri che rallenteranno i neutroni. La combinazione di queste due condizioni, aumenta l'efficienza dei neutroni erranti. Diventa quindi possibile ottenere e mantenere una reazione a catena e, se si conosce il modo di controllarla, si può al tempo stesso costruire una centrale nucleare!

Come funziona una centrale nucleare

Le centrali nucleari possono differire l'una dall'altra a seconda delle caratteristiche del combustibile, della natura del mezzo ritardatore di neutroni e del sistema utilizzato per scambiare di calore tra il reattore e la turbina. Ma il principio di funzionamento è quasi sempre lo stesso.



Schema semplificato di una centrale nucleare

Il combustibile è costituito da barre di uranio arricchito di circa il 3% di ²³⁵U. Queste barre sono immerse in acqua, cosa che rallenta (grazie al Signor Idrogeno) i neutroni emessi dalla fissione di atomi di ²³⁶U. consentendo loro di provocare la fissione di altri atomi a loro volta. Queste reazioni di fissione emanano un'enorme quantità di calore che permette di produrre il vapore necessario per il funzionamento di una turbina, che a sua volta aziona un generatore elettrico. In questo schema, l'acqua ha il doppio ruolo di moderatore dei neutroni e del liquido caloportatore, che permette il trasferimento dell'energia alla turbina.

Per arrestare la reazione, si lasciano cadere nel reattore delle barre di boro o di cadmio che hanno la proprietà di assorbire i neutroni e pertanto di arrestare la reazione.

Ma dove sono i rifiuti nucleari?

Se prendiamo in considerazione il decorso della malattia del povero ²³⁵U vediamo che dopo aver assorbito un neutrone ed essersi trasformato in ²³⁶U, si scinde in due altri atomi più leggeri. Ma quali sono questi atomi? Gli esperimenti dimostrano che ogni atomo di ²³⁶U può scindersi in maniera differente dando origine a delle coppie di frammenti di fissione i cui pesi atomici sono generalmente compresi tra 72 e 166. Questi residui sono composti di una buona trentina di elementi ben noti dagli uffici dello Stato civile del mondo degli atomi, ma hanno tutti la sgradevole proprietà di comportare una proporzione eccessiva di neutroni rispetto al numero normalmente associato alla loro famiglia.

Quindi questi sono isotopi pesanti delle note famiglie di atomi. Essi generalmente non esistono in natura e sono degli isotopi frutto della fissione indotta degli atomi (FIDA). Sono tutti instabili e colpiti da decadimento radioattivo1. Sono loro che costituiscono i rifiuti nucleari indesiderabili! I neutroni in eccesso si trasformeranno, più o meno rapidamente, in protoni, espellendo delle particelle β (degli elettroni) e emanando un forte raggio y e calore.

Alcuni prodotti di fissione raggiungeranno il loro stato stazionario in pochi minuti, poche ore o qualche giorno. Essi sono altamente radioattivi. ma il corso della loro malattia è molto veloce. Ad altri ci vorranno anni o millenni per vedere finalmente la loro attività declinare significativamente. Questi elementi sono poco radioattivi, ma lo rimangono molto più a lungo!

Inoltre, questa decadenza radioattiva di cui, vi ricordo, non si può modificare la velocità di evo-

I rifiuti nucleari non sono solamente radioattivi, ma emanano anche molto calore.

luzione, rilascia molto calore che deve essere evacuato dalla centrale per lungo tempo ancora dopo l'arresto della reazione di fissione. Ecco perché dobbiamo immagazzinare il combustibile usato per diversi mesi o addirittura anni in una piscina prima di ritirarlo.

¹ Alcuni prodotti di fissione sono anche produttori di neutroni ritardati, come $Kr^{87} \rightarrow Kr^{86} + n^0$. Questi neutroni, anche se poco numerosi, giocano un ruolo molto importante nel controllo della reazione a catena.

E se sballasse la reazione?

I neutroni si spostano e poiché non hanno carica elettrica, passano attraverso le nubi di elettroni degli atomi senza disturbarli. Bisogna veramente che urtino il nucleo di un atomo di Uranio per incorporarsi a quest'ultimo. Per aumentare la probabilità di collisione, bisogna aumentare la concentrazione dell'uranio naturale in ²³⁵U o rallentare i neutroni, o ancora combinare queste due azioni. Quindi, se riusciamo a raccogliere una massa abbastanza grande di ²³⁵U privata di suo cugino ²³⁸U (arricchimento al 100%), possiamo provocare una reazione a catena. Ciò significa che, quando c'è fissione spontanea di un solo atomo, i neutroni prodotti provocano a loro volta la fissione di altri atomi vicini, che liberano a loro volta nuovi neutroni che provocheranno nuove fissioni. Il numero di fissioni avvenute si moltiplica con una velocità prodigiosa, emanando un'energia colossale in un periodo di tempo molto breve: si tratta di un'esplosione nucleare! Per fortuna per noi, queste condizioni non sono mai soddisfatte nelle centrali nucleari dove un'esplosione nucleare è impossibile!

La massa necessaria a dare origine ad una reazione a catena è chiamata massa critica. Questa massa è di circa una ventina di kg per ²³⁵U. Ecco qui tutti gli elementi per costruire una bomba atomica:

Ricetta per la costruzione di una bomba atomica



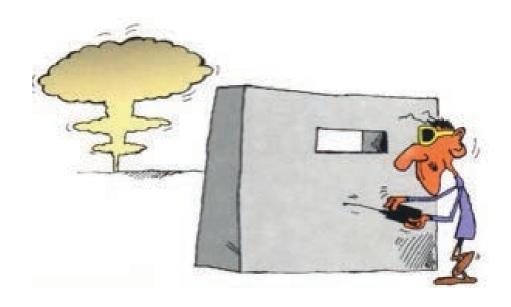
1. Procuratevi del' ²³⁵U in quantità leggermente superiore alla massa critica, provvedendo nel contempo a mantenere l'uranio in due pacchetti separati;

- 2. Disponete le due metà della massa di ²³⁵U alle due estremità interne di un solido tubo corto;
- 3. Prevedete un sistema telecomandato che avvicini improvvisamente le due metà di ²³⁵U l'una con l'altra per mezzo di una carica esplosiva, per esempio.





4. Allontanatevi a una distanza ragionevole.



5. Azionate il marchingegno!

Fortunatamente non è così facile

Questa ricetta è completamente teorica e vi consiglio di non provare perché, in pratica, le cose sono (per fortuna) molto più complesse di quanto non sembri. Prima di tutto il punto [1] della ricetta è difficile da realizzare perché la produzione di materia fissile in quantità sufficiente richiede una tecnologia sofisticata, delle fabbriche enormi, ed un'enorme quantità di energia. Nessuno può dunque produrre discretamente dell' ²³⁵U fortemente arricchito. Il punto [3] è anche molto difficile da realizzare, perché se non si avvicinano in maniera sufficientemente rapida le due porzioni di ²³⁵U, la reazione a catena non può prodursi. Infatti la fissione inizia già durante l'avvicinamento delle due metà di ²³⁵U e il calore emesso è così grande che fonde e volatilizza il combustibile prima ancora che la massa critica sia stata riunita.

A mo' di conclusione

Nel corso dei loro esperimenti sulla fissione indotta degli atomi, i terrestri sono riusciti a creare delle famiglie che prima non esistevano. La più conosciuta è quella del Plutonio (242 Pu) che ha il numero 94 e che può anche essere utilizzata nella fabbricazione di bombe atomiche. Ci sono ancora una dozzina di altre famiglie i cui nomi si possono trovare sulla grande foto di famiglia (la tavola periodica), al di là della posizione dell'uranio. Ma sono tutte colpite dalla malattia di decadimento radioattivo, con periodi piuttosto brevi di remissione, cosa che non lascia loro una grande speranza di vita.

Tutte le manipolazioni di cui abbiamo discusso in precedenza hanno causato l'insorgere, non sempre desiderabile, di un gran numero di isotopi instabili di famiglie di atomi molto conosciuti. Abbiamo già segnalato queste famiglie parlando di rifiuti nucleari.

Sebbene questi isotopi siano divenuti ingombranti e si debba ora trovare una soluzione per stoccarli, è comunque necessario segnalare che alcuni di essi sono molto utili all'uomo in varie applicazioni. Così i raggi y emessi da questi isotopi sono in realtà dei raggi X estremamente penetranti. Essi permettono di fare delle radiografie di pezzi metallici e di assicurarsi che non contengano difetti.

Sono quelli che vengono utilizzati per irradiare tumori cancerosi. In un altro campo medico ancora, possiamo verificare l'assorbimento di iodio di un malato mediante l'iniezione di una piccola quantità di iodio radioattivo e seguendo con un rivelatore il E' così che l'esplorazione dello strano mondo degli atomi effettuata da esseri umani ha permesso lo sviluppo della chimica, la scienza senza la quale oggi non potremmo più vivere, visto che le sue applicazioni sono diventate onnipresenti nella nostra vita quotidiana. Allo stesso modo la fisica nucleare e l'astrofisica ci fanno capire meglio le leggi profonde che governano il mondo degli atomi e dalle quali dipende il nostro universo.



Breve glossario

Agitazione sociale: Stato di agitazione degli atomi che dipende dalla temperatura.

Alpha [a]: Nome di una particella positiva del peso di 4 gron, espulsa da alcuni

atomi radioattivi e che consiste di due protoni e due neutroni: è in

realtà il nucleo di un atomo di elio.

Androgino: Nome dato a certi atomi che, secondo le circostanze, possono esse-

re sia Signore che Signori (anioni o cationi).

Angstrom: Unità di lunghezza pari a un dieci millionesimo di millimetro

Anione: Questo è uno ione negativo, vale a dire un atomo che ha acquisito

uno o più

elettroni. Nello strano mondo degli atomi è una Signora.

Avogadro: Amedeo), famoso chimico italiano (1776-1856) che ebbe l'idea di

confrontare tra di loro i numeri identici di atomi o molecole.

Avogadro (numero di): Questo è il numero di atomi contenuti in un grammo di idrogeno.

Questo numero è pari a 602'588 miliardi di miliardi (ovvero 6.02 x

1023).

Beta [β]: Nome di una particella negativa espulsa da un atomo radioattivo, è

un elettrone fuoriuscito dal cuore di un neutrone che si trasforma in

un protone. Il suo peso è di circa 0,0005 gron.

Bigamia: Stato civile che unisce un Signore a due Signore.

Braccio: Appendice che permette ad un atomo di legarsi con gli altri. Il nume-

ro di braccia è una caratteristica di ogni famiglia e della classe sociale alla quale essa appartiene. Nel linguaggio dei chimici, le braccia sono

simile al valore ionico dell'atomo.

Catione: Questo è uno ione positivo, cioè un atomo che ha perso uno o più

elettroni. Nello strano mondo degli atomi è un Signore.

Chimica: E' lo studio fatto dai terrestri degli usi e costumi degli abitanti del

Paese degli atomi.

Chimica Applicata: Tutela del Mondo degli Atomi da parte dei terrestri che rendono i ma-

trimoni e i divorzi obbligatori a loro piacimento e secondo il loro con-

forto.

Classe: Categoria di individui che hanno tutti lo stesso numero di braccia e

mostrano dei comportamenti simili. Nella grande foto di famiglia (Tabella periodica) ogni classe sociale occupa una delle colonne vertica-

li.

Comunità: Stato civile che riunisce alcuni Signori e alcune Signore.

Cristallino: Qualifica uno stato solido in cui tutti gli atomi sono disposti secondo

precise leggi geometriche.

Decadimento: Costante declino di una comunità di atomi radioattivi che si verifica

ad una rapidità specifica per ogni famiglia coinvolta.

Dimagramento: La perdita di peso derivante dalla scomparsa della materia durante le

reazioni di fissione. L'energia prodotta è colossale.

Divorzio: Rottura di una molecola i cui diversi partner si uniscono in generale

ad altri atomi provenienti da altre molecole, anche loro in attesa di

istanza di divorzio.

Einstein (Albert): (1879-1955), fisico di origine tedesca, naturalizzato svizzero, poi ame-

ricano, premio Nobel nel 1921. Descrive le leggi della relatività che

collega la materia all'energia secondo la formula $E = m \times c^2$.

Elettrone: Particella elementare circa 2000 volte più leggera di un protone o di

un neutrone e portatrice di una carica negativa. Si tratta di un "chic-

co" di energia elettrica.

Emivita: Tempo necessario per la scomparsa di metà di una comunità di atomi

colpiti da decadimento radioattivo. Nello strano mondo, viene chia-

mato remissione o periodo di remissione.

Endotermico: Che assorbe calore. Esotermico: Che genera calore.

FIDA: Abbreviazione inglese di "fissione indotta di atomi", malattia genetica

contagiosa recentemente apparsa nello strano mondo degli atomi, e

provocata dai terrestri.

La fisica nucleare Scienza che si occupa dell'anatomia degli atomi, in particolare della

composizione e del comportamento del loro nucleo.

Fissione: L'evento nel corso del quale un atomo pesante si divide in due atomi

più piccoli.

Fissione indotta: Fissione provocata dai terrestri tramite inoculazione di neutroni nel

nucleo di alcuni atomi.

Fissione spontanea: Malattia genetica estremamente rara che può colpire in maniera natu-

rale alcuni atomi pesanti (uranio e torio).

Foto di famiglia: E' la foto sulla quale sono disposte tutte le famiglie di atomi in modo

che appaiano le famiglie di atomi appartenenti alla stessa classe so-

ciale in periodi regolari.

Gamma (y) Nome di un raggio X molto energetico emesso da un atomo colpito

da decadimento radioattivo.

Gas Raro: Atomo con 8 elettroni nel suo strato più esterno e che, pertanto, non

acquisisce nè perde un elettrone. Nello strano mondo degli atomi

non ha braccia. Si tratta di uno scapolo inveterato.

Gron: Unità di peso utilizzata nello strano mondo degli atomi. E' il peso del'

idrogeno.

Gruppi: Enorme assembramento di atomi o di molecole identiche.

Ione: Si tratta di un atomo eccitato che muove le braccia. Ha perso o gua-

dagnato uno o più elettroni. E' portatore di un numero uguale di cariche elettriche. Conosciuto anche dagli appassionati di parole crocia-

te sotto il nome di "portatore di cariche".

Isotopo: Membro di una famiglia di atomi "di poco peso" e che si distingue

dai suoi congeneri per un numero diverso di neutroni.

La massa critica: La massa minima di una materia fissile, quanto basta per provocare

una reazione a catena spontanea (esplosione nucleare).

Matricola: Numero assegnato a ogni famiglia di atomi, altrimenti detto: "Numero

Atomico".

Matrimonio: Forma di unione tra atomi.

Mendeleiev: (Dmitri Ivanovich, 1834-1907), chimico russo, autore della classifica-

zione periodica degli elementi.

Metallo: Nome dato dai chimici ai Signori dello strano mondo.

Metalloide: Nome dato dai chimici alle Signore e agli androgini.

Minerale Gruppo di atomi o di molecole allo stato cristallino (anche sotto "cri-

stallino").

Neutrino: Particella quasi inosservabile prodotta durante la scomparsa di un

neutrone.

Neutrone: Particella elementare neutra che pesa un gron. Se isolato, il neutrone

è instabile e si trasforma rapidamente in un protone dopo l'espulsio-

ne di un elettrone e un neutrino.

Nucleo: Cuore del atomo è costituito da protoni e neutroni.

Nucleare: Che concerne il nucleo di un atomo.

Numero atomico: Numero di matricola assegnato a ciascuna famiglia di atomi e corri-

spondente al suo posto nella foto grande foto di famiglia (Tavola periodica). Corrisponde al numero di protoni contenuti nel nucleo.

Particella: Nome generico dato a diversi componenti di atomi.

Peso atomico Peso espresso in grammi, di 602'488 miliardi di miliardi di atomi. Nel

nostro strano mondo questo peso è espresso in gron.

Peso molecolare Peso espresso in grammi, di 602.488 miliardi di miliardi di molecole

identiche. Nel nostro strano mondo, è espressa in gron.

Poliandria Stato civile che unisce una Signora a più Signori.

Poligamia Stato civile che unisce un uomo con diverse signore.

Protone: Particella che ha una carica positiva e che pesa un gron.

Radioattività: Stato instabile di eccitazione, che caratterizza i nuclei di alcune fami-

glie di atomi che, per l'espulsione successiva di particelle ionizzanti

 (α, β, γ) , si trasformano in atomi più stabili.

Raggio atomico: Questo è il raggio di un atomo espresso in Angstrom [A]. In realtà

questo raggio può variare a seconda dello stato di eccitazione dell'atomo. Nello strano mondo abbiamo indicato il raggio più frequente.

Reazione chimica: Doppio divorzio con scambio di partner tra molecole diverse.

Remissione: Questo è il lasso di tempo che rimane da vivere alla metà di una co-

munità di atomi affetti da decadimento radioattivo. I fisici parlano di

emivita.

Rifiuti radioattivi: Elementi instabili prodotti dalla fissione dell'uranio. Sono tutti isotopi

affetti da decadimento radioattivo e che emetteranno pericolose par-

ticelle ionizzanti nel corso della loro malattia

Scapolo: Stato civile degli atomi che non hanno braccia: sono i gas rari.

Simbolo: Abbreviazione di una o due lettere che denotano una famiglia di ato-

mi.

Signora: Atomo di sesso femminile, noto anche come anione.

Signore: Atomo di sesso maschile, noto anche come 'catione'.

Stato: Aspetto esterno di un gruppo di atomi o molecole. Può essere solido,

liquido o gassoso.

Tavola Periodica: Modo di disporre tutti gli elementi chimici su uno schema in modo da

fare apparire periodicamente gli elementi che si comportano in ma-

niera simile (vedi foto di famiglia).

Trasmutazione: Trasformazione di un atomo in un altro atomo attraverso la modifica

del numero di protoni nel suo nucleo.

Indice

I primi contatti Viaggio nell'infinitamente piccolo - I nomi degli atomi - Simboli chimici - Numeri d'ordine - Il peso di atomi - Alcuni atomi sono "di poco peso" - La dimensione degli atomi - Il nu- mero di braccia - I Signori et Le Signore - Perdere peso o ingrassare : una questione di eccitazione - Gli androgini - Gli scapoli inveterati - Distribuzione della popolazione - I Passaporti.	3
La grande foto di famiglia Le varie classi sociali - La classe degli unibraccia - la classe dei due-braccia - La classe dei tre-braccia - La classe dei quattro-braccia - La classe dei senza-braccia- Le altre classi sociali.	17
I matrimoni nel Paese degli atomi I matrimoni devono rispettare alcune semplici regole - Certificati di matrimonio - Alcuni atomi possono a volte rimanere single - I nomi patronimici delle molecole - Un in- contro esplosivo - I matrimoni non sempre durano lungo.	25
L'organizzazione sociale nel paese degli atomi L'agitazione sociale è permanente - L'istinto gregario spinge le molecole a riunirsi in gruppo - I tre tipi de gruppi - Lo stato cristallino.	32
L'anatomia degli atomi I vari organi degli atomi - Caratteristiche dei componenti degli atomi - Gli elettroni sono dei "punti" di energia elettrica - Il numero otto, le Signore. i Signori e gli altri - Protoni e neutroni - Gli isotopi - Ancora più all'interno del nucleo.	36
Il decadimento radioattivo, una malattia genetica degli atomi Il triste caso della famiglia Uranio - Velocità di evoluzione della malattia - I sintomi - Meccanismo della malattia - Anche altre famiglie sono soggette alla malattia - I geologi s'interessano molto a questo tipo di malattia - La velocità di progressione della malattia può servire da orologio - Il caso di Papà Carbonio 14	44
Un'altra malattia genetica: la fissione spontanea degli atomi La fissione spontanea degli atomi - La fissione indotta degli atomi (o FIDA) - Il meccani- smo della malattia - Una perdita di peso incomprensibile - Ma cosa succede ai neutroni ? - Possiamo comunque influenzare il caso - Come funziona una centrale nucleare - Ma dove sono i rifiuti nucleari ? - E se sballasse la reazione ? - Ricetta per la costruzione di una bomba atomica - Fortunatamente non è così facile - A mo' di conclusione.	53
Breve glossario	61