

I MATTONI DELL' UNIVERSO

Giacomo Guilizzoni

Sono poco più di un centinaio; undici si presentano, nelle condizioni ordinarie di temperatura e pressione, sotto forma gassosa; due sono liquidi; gli altri solidi. Si differenziano soltanto per il numero delle particelle che compongono i loro atomi. Sembra poca cosa, eppure costituiscono i mattoni con cui è costruito l'universo: si allude agli elementi chimici. In maggioranza, gli elementi naturali sono miscele di isotopi aventi lo stesso numero atomico (cioè lo stesso numero di protoni) ma diverso numero di massa, quindi diverso numero di neutroni (*).

Alcuni elementi sono conosciuti e utilizzati dall'uomo fin dalla più remota antichità; tuttavia, quando Dante aveva già scritto la Divina Commedia, appena una dozzina di essi era nota, diventando una trentina alla fine del 1700.

Seguirà una cronologia telegrafica della scoperta, o della sintesi, degli elementi finora conosciuti.

PREISTORIA. L' **oro** (Au, lat. *aurum*) è il primo metallo puro conosciuto dall'uomo. Anche l'utilizzazione del **rame** (Cu, lat. *cuprum*, dall'isola di Cipro) risale a tempi remoti. L' **argento** (Ag, lat. *argentum*) fu probabilmente il terzo metallo ad essere scoperto. Anche il **carbonio** (C, lat. *carbo*), come carbone ottenuto nella carbonizzazione del legno, è conosciuto dall'uomo fin dai tempi preistorici.

ANTICHITA'. Oggetti di **stagno** (Sn, lat. *stannum*) sono stati trovati nelle antiche tombe egizie e il bronzo, lega Sn-Cu, è conosciuto fin dai tempi più remoti.

La facilità di estrazione del **piombo** (Pb, lat. *plumbum nigrum*) dai suoi minerali ne fece uno dei metalli più usati nell'antichità. Gli alchimisti lo associarono a Saturno, da cui il termine *saturnismo* per indicare avvelenamento da piombo.

Nel libro della Genesi (4, 22) si accenna ad un "Tubal Kain il fabbro, padre di tutti i lavoratori del **ferro**" (Fe, lat. *ferrum*). Si trattava probabilmente di ferro meteorico. Soltanto nel XIV secolo fu possibile raggiungere la temperatura necessaria per la produzione della ghisa.

Monete cinesi di **zinco** (Zn, etimologia incerta) erano in uso fin dal 1400 a.C. In Europa lo zinco fu riscoperto nel 1746 da Marggraaf.

Al Louvre è custodito un vaso giapponese di **antimonio** (Sb, lat. *stibium*, conio) risalente al 3000 a.C. Quanto al nome antimonio (= antimonaco) sembra che un suo composto sia stato usato da un monaco alchimista per sopprimere un confratello; ogni riferimento a "Il nome della rosa" è puramente casuale.

Omero cita un minerale che previene la peste; si tratta dello **zolfo** (S, lat. *sulphur*) usato come farmaco e per scacciare i demoni.

Il **mercurio** (Hg, lat. *hydrargyrum*, argento liquido) è stato trovato in tombe egizie risalenti al 1600 a.C. Affascinerà gli alchimisti che lo considereranno come una possibile chiave per la trasmutazione dei metalli "vili" in oro; per loro è creatura di Ermete Trismegisto (Mercurio tre volte grande).

XVII SECOLO. Nel Medioevo erano conosciuti l'**arsenico** (As, dall'arabo *az-zernik*) e il **bismuto** (Bi, ted. *weisse masse*, massa bianca).

Il **fosforo** (P, gr. *phosphoros*, portatore di luce) fu scoperto nel 1699 da Hennig Brand, un alchimista tedesco dilettante, che chiamò "fuoco freddo" la misteriosa sostanza, ottenuta per caso dall'urina, emanante una debole luminosità.

XVIII SECOLO. Il **cobalto** (Co, ted. *kobold*, folletto) fu isolato per la prima volta dal chimico svedese Brandt, nel 1735.

Alla fine del XVII secolo i minatori Sassoni credevano che un minerale contenesse rame ma non riuscirono mai ad ottenere il metallo: il risultato deludente di questi tentativi li portò a chiamare quel minerale *kupfernickel* (il rame del vecchio Nik, Satana). Nel 1851, il tedesco Cronsted riuscì a isolare da questi minerali un metallo bianco, il **nichelio** (Ni).

Anche se fu studiato da Paracelso (che lo chiamò *aria infiammabile*), Boyle e de Maierne, l'**idrogeno** (H, lat. *hydrogenes*, generatore di acqua) fu ottenuto puro soltanto nel 1776 dall'inglese Henry Cavendish, il quale dimostrò che il prodotto della sua combustione è l'acqua.

L'**azoto** (N, lat. *nitrogenes*, generatore di salnitro; il nome significa *non vitale*) fu scoperto nel 1772 dallo scozzese Daniel Rutherford ma soltanto nel 1840 Antoine-Laurent Lavoisier dimostrò trattarsi di un elemento.

La scoperta del **manganese** (Mn, lat. *lapis magnes*, antico nome della pirolusite) è attribuita a J.G. Gahn e Carl Wilhelm Scheele.

La scoperta dell'**ossigeno** (O) è dovuta all'inglese Joseph Priestley ed allo svedese C.W. Scheele. Lavoisier lo chiamò *principe oxygine*, ritenendo fosse il principio di acidità (*oxýs*, in greco, significa aguzzo e, in quel tempo, si credeva che le proprietà corrosive degli acidi fossero dovute alla forma appuntita delle loro molecole).

Il minerale molibdenite era un tempo confuso con la grafite ed entrambi erano chiamati *molibdan*, dal gr. *molybdos*, piombo; da esso, nel 1778 C.W. Scheele ottenne un metallo che chiamò **molibdeno** (Mo).

Il **wolframio** (W, ted. *wolf rahm*, bava di lupo, perchè il metallo interferiva negativamente nell'estrazione dello stagno, "divorandolo") fu scoperto nel 1781 da C.W. Scheele in un minerale chiamato *tungsten* (svedese *pietra pesante*); ancor oggi il wolframio, nei Paesi Anglosassoni, viene chiamato tungsteno.

Dai minerali di tantalio H. Rose isolò successivamente un altro elemento, il **niobio** (Nb, da Niobe figlia di Tantalo).

Il **platino** (Pt, sp. *plata*, argento) è conosciuto fin dal XVI secolo; nel 1803 l'inglese William Hyde Wollaston isolò il **palladio** (Pd, da *Pallade Atena*) e il **rodio** (Rh, gr. *rodon*, rosa, per il colore dei suoi composti). L'anno dopo Collet-Descostils scoprì l'**iridio** (Ir, lat. *iris*, arcobaleno, per la varietà di colore dei suoi sali) e l'**osmio** (Os, gr. *osmé*, fiuto, a causa dell'odore del suo ossido volatile). Nel 1827, Osann annunciò la scoperta di tre platinoidi che chiamò *pluranio*, *rutenio* e *polinio* ma soltanto uno di questi era un nuovo elemento, il **rutenio** (Ru, da *Rutenia*, nome latino dell'Ucraina).

Nel 1807 sir Humphry Davy produsse il **sodio** (Na, dal lago egiziano *Natron*; il nome deriva dal latino medioevale *sodanum*) e il **potassio** (K, arabo *kali*, cenere; il nome deriva dall'ingl. *potash*, ceneri vegetali) mediante elettrolisi degli idrossidi fusi. Il **litio** (Li, gr. *litos*, pietra) fu ottenuto più tardi, nel 1818, da Brandé e Davy.

Nel 1860 i tedeschi Robert Wilhelm von Bunsen e Gustave Robert Kirchhoff scoprirono due righe, azzurra e rossa, nello spettro di composti di sodio, denotanti la presenza di due nuovi metalli alcalini; li isolarono e li chiamarono **rubidio** (Rb, lat. *rubidus*, rosso) e **cesio** (Cs, lat. *caesius*, celeste).

Seguì, nel 1808, l'isolamento mediante elettrolisi dei *metalli alcalino-terrosi*, da parte di H. Davy: **calcio** (Ca, lat. *calx*, calce), **stronzio** (Sr, da *Strontian*, in Scozia, dove esistono minerali di piombo che lo contengono) e **bario** (Ba, gr. *barys*, pesante). Il **magnesio** (Mg, da *lapis magnes*, come il manganese) fu ottenuto più tardi, nel 1829, da Bussy.

Il **boro** (B, arabo *buraq*, borace) fu ottenuto simultaneamente e indipendentemente, nel 1808, da H. Davy e L.J. Tennant.

Del **cloro** (Cl, gr. *chloros*, verde, scoperto nel 1774 da K.W. Scheele e creduto un composto, fu riconosciuta la natura elementare nel 1810 da H. Davy. Nel 1812 il francese Bernard Courtois ricavò lo **iodio** (I, gr. *iodes*, viola, per il magnifico colore dei suoi vapori) dalle alghe marine e nel 1826 A. J. Balard, pure francese, ottenne il **bromo** (Br, gr. *bromos*, fetore) nelle acque salmastre di Montpellier. Il **fluoro** (F, lat. *fluere*, fondere) fu ottenuto molto più tardi, nel 1886, dal francese Ferdinand Moissan.

Nel 1817 fu scoperto il **cadmio** (Cd, da *cadmeia*, antico nome della calamina, nel quale spesso si trova) da Stromeyer ed Herman.

Nello stesso anno, lo svedese Jöns Jacob Berzelius, analizzando i fanghi delle camere di piombo per la produzione dell'acido solforico, scoprì il **selenio** (Se, da *Selene*, Luna). Ancora Berzelius ottenne, nel 1823, il **silicio** (Si, lat. *silex*, silice).

I composti di alluminio sono diffusissimi in natura (basti pensare alle argille) ma soltanto nel 1825 il danese Hans Christian Oersted riuscì a produrre l'**alluminio** (Al, lat. *alumen*, allume) per azione dell'amalgama di potassio sull'alluminio cloruro.

Berzelius, nel 1828, scoprì il **torio** (Th, da *Thor*, Marte della mitologia scandinava), radioattivo.

Nel 1801 Andrés Manuel del Rio comunicò di aver scoperto un nuovo elemento, che denominò *eritronio* per il colore rosso di alcuni suoi composti; successivamente ritrattò l'affermazione; nel 1830 l'elemento fu riscoperto dallo svedese Sefström che lo chiamò **vanadio** (V, da *Vanadis*, Venere della mitologia nordica).

SECONDA META' DEL XIX SECOLO. Nel 1869 Dimitri Ivanovic Mendeleev invia la sua celebre comunicazione alla Società Fisico-chimica russa: "... disponendo gli elementi in ordine successivo di peso atomico e andando a capo nello scriverli, si vengono a trovare in colonna gli elementi simili...", mirabile esempio di come uno scienziato sappia comunicare una grande scoperta con un linguaggio semplice e chiaro. (Oggi, sovente, la chiarezza sembra inversamente proporzionale all'importanza della ricerca relazionata). Mendeleev, come è noto, descrisse anche le proprietà di quattro elementi allora sconosciuti, denominandoli *eka-boro*, *eka-silicio*, *eka-manganese* ed *eka-alluminio*. Nel 1875 fu scoperto il **gallio** (Ga), l'eka-alluminio di Mendeleev, dal francese P.E. Lecoq de Boisbaudran. Seguirono il **germanio** (Ge, l'eka-silicio) nel 1886, da parte del tedesco Clemens Alexander Winkler e lo **scandio** (Sc, eka-boro), scoperto nel 1879 dallo svedese Lars Fredrick Nilson.

La prima identificazione sicura di un nuovo elemento nello spettro solare avvenne nel 1866, durante una eclisse, da parte degli astronomi Pierre Jules Janssen, francese, e Joseph Norman Lockyer, inglese: fu chiamato **elio** (He, da *Helios*, Sole). Lo scozzese William Ramsay e l'inglese Lord Rayleigh isolarono in seguito, frazionando l'aria liquida, gli altri *gas nobili*: **neo** (Ne, gr. *neos*, nuovo, 1898), **argo** (Ar, gr. *argós*, pigro), **cripto** (Kr, gr. *kryptós*, nascosto) e **xeno** (Xe, gr. *xénos*, straniero). Si trovò che costituivano una diciottesima colonna della tavola periodica, non prevista da Mendeleev.

Risale al 1896 la scoperta della radioattività dovuta al francese Antoine Henry Becquerel, a cui fecero seguito l'isolamento, da parte di Maria Sklodowska, polacca, e del marito Pierre Curie, francese, prima del **polonio** (Po, da Polonia) e poi del **radio** (Ra, lat. *radius*, raggio) Nel 1899 il francese André Louis Debierne scoprì l'**attinio** (Ac, gr. *actis*, raggio). Viene soltanto ricordata, per esigenze di spazio, l'etimologia dei metalli delle *terre rare*, di origine scandinava: **lantanio** (La, *lanthánein*, star nascosto); **cerio** (Ce, dal minerale *cerite*); **praseodimio** (Pr, "gemello verde"); **neodimio** (Nd, "nuovo gemello"); **samario** (Sm, dal minerale *samaraskite*); **europio** (Eu); **gadolinio** (Gd, dal chimico finlandese Johan Gadolin); **terbio** (Tb), **itterbio** (Yb), **ittrio** (Y), **erbio** (Er) (i quattro nomi derivano da *Ytterby*, in Svezia); **disprosio** (Dy, gr. *dysprósitos*, difficile da raggiungere); **olmio** (Ho, da *Holmia*, Stoccolma); **aldebaranio** (dal

nome di una stella) o **tulio** (Tm, da *Thule*, antico nome della Scandinavia); *cassiopeo* (dalla costellazione Cassiopea), *celtio* (dai Celti) o **lutezio** (Lu, da *Lutetia*, Parigi).

XX SECOLO. Nel 1900, Friederich Dorn scoprì il **rado** (Rn, da *radio*) e nel 1913, K. Fajans e O.H. Goering l'isotopo 234 del *brevio* (dal breve semiperiodo di trasformazione) o **protoattinio** (Pa, gr. *protos*, primo) e nel 1923 il danese Dirk Coster e l'ungherese George von Hevesy l'**afnio** (Hf, da *Hafnia*, Copenhagen).

Soltanto nel 1925 lo svedese Walter Noddak e i tedeschi Ida Take e Otto Bergman scoprirono l'eka-manganese di Mendeleev, uno degli elementi più rari, il **renio** (Re, dal fiume Reno).

Dell'elemento 43 esiste in natura, in minime tracce, l'isotopo 99; nel 1937 i fisici Emilio Segré, italiano, e Charles Perrier, francese, produssero gli isotopi 85 e 99 bombardando, in un ciclotrone, il molibdeno con deuteroni. Trattandosi del primo elemento prodotto artificialmente lo chiamarono **tecnezio** (Tc, gr. *technetos*, artificiale).

L'isotopo 223 dell'ultimo metallo alcalino fu identificato, in un minerale di uranio, nel 1939 da Marguerite Perey dell'Istituto Curie di Parigi, e fu chiamato **francio** (Fr).

Nessun isotopo degli elementi 85 e 61 sono stabili, per cui i due elementi non si trovano in natura. L'isotopo 211 dell'elemento 85 fu "fabbricato" nel 1940, negli USA, da Raymond Corson, Emilio Segré e Kenneth Ross Mackenzie e chiamato prima *alabamio* (da Alabama) e *florenzio* (da Firenze), ora **astato** (At, gr. *astatos*, instabile).

L'isotopo 147 dell'elemento 61 fu prodotto nel 1945, sempre negli USA, da J.A. Marinsky, L.E. Glendenin e C. Du Bois Coryell e chiamato *illinio* (da Illinois), ora **promezio** (Pm, dal mitico Prometeo che rubò il fuoco agli dei).

Gli elementi *transuranici* sono tutti artificiali. Il **nettunio** (Np) e il **plutonio** (Pu) (dai pianeti *Nettuno* e *Plutone*) furono ottenuti nel 1940 dagli americani Edwin McMillan e Philip Abelson, per irradiazione dell'uranio con neutroni. Albert Ghiorso e Coll. produssero successivamente l'**americium** (Am, da America, 1944), il **curio** (Cm, da *P. e M. Curie*, 1945), il **berkelio** (Bk, dall'università di *Berkeley*, 1949), il **californio** (Cf, 1950), l'**einsteinio** (Es, da *A. Einstein*, 1952) e il *centurio*, poi chiamato **fermio** (Fm, da *E. Fermi*), riscontrato nel 1952 nei prodotti di una esplosione termonucleare. La stessa équipe sintetizzò successivamente il **mendelevio** (Md, da *Dimitri I. Mendeleev*, 1955), il **nobelio** (No, da *Alfred Nobel*, 1958) e il **laurenzio** (Lw, da *E.O. Lawrence*, l'inventore del ciclotrone, 1961), completando così la serie degli attinoidi.

Gli elementi artificiali che seguono il laurenzio (n. 103) nella tavola periodica, sono stati «sintetizzati» nella seconda metà del XX secolo e, ad alcuni di loro, sono stati attribuiti due nomi. Per evitare controversie, la

IUPAC ha deciso di denominare questi elementi con il suffisso *-io* e le radici con lettere derivanti dalle tre cifre del numero atomico: 1, *un* (u); 2, *bi* (b); 3, *tri* (t); 4, *quadr* (q); 5, *pent* (p); 6, *es* (h); 7, *sett* (s); 8, *ott* (o); 9, *enn* (e); 0, *nil* (n). I tempi di dimezzamento di questi elementi ultrapesanti sono brevissimi, frazioni di secondo. Eppure un cronista, nel dare la notizia della scoperta dell'elemento 112, il 22.2.1996 scriveva: "...difficilmente potrà essere prodotto su scala industriale a causa della complessità del metodo di produzione".

Nel 1964, presso l'Istituto per le ricerche nucleari di Dubna (URSS) fu prodotto un isotopo dell'elemento 104 (*unnilquadrio*, Unq). Lo chiamarono **kurciatovio**, da I.V. Kurchatov, il "padre" dell'energia nucleare sovietica. Tre anni dopo, negli USA, l'équipe di Albert Ghiorso del Lawrence Berkeley Laboratory (California) produsse un altro isotopo dello stesso elemento, chiamandolo **rutherfordio** (da E. Rutherford). Tre anni dopo venne prodotto l'elemento 105 (*unnilpentio*, Unp), chiamato **nielsbohrio** o **bohrio** (da Niels Bohr) dai russi e **hahnio** (da Otto Hahn) dagli americani. Seguirono le sintesi degli elementi 106 (*unnilsesio*, Unh, 1974), chiamato, dagli americani, **seaborgio** (da G.T. Seaborg) e 107 (*unnilsettio*, Uns, 1975).

Nel 1982 scese in campo l'équipe di Peter Armbruster, dell'università di Darmstadt, «fabbricando» gli elementi 108 (*unnilottio*, Uno), che fu chiamato **assio** (da Assia); 109 (*unnilennio*, Une), chiamato **meitnerio** (da Lise Meitner); 110 (*unnilnilio*, Unn); 111 (*unununio*, Uuu) e 112 (*ununbio*, Uub).

L'elemento 113 non è ancora stato scoperto. A Dubna è stato sintetizzato l'isotopo 289 dell'elemento 114 (*ununquadrio*, Uuq). La sintesi degli elementi 116 (ununsesio, Uuh) e 118 (*ununottio*, Uuo) è stata realizzata a Berkeley nel 1999.

La disfida continua. A quando la sintesi di elementi ancor più pesanti e soprattutto stabili, come suggeriscono i calcoli dei fisici teorici? Infatti, è prevista l'esistenza di elementi stabili aventi numero atomico superiore a 114. Alcuni scienziati ipotizzano la presenza, in natura, di elementi aventi numero atomico compreso tra 112 e 115 ricercati invano, finora, in minerali di mercurio, tallio, piombo e bismuto.

(*) Gli atomi, come è noto, non sono indivisibili come indica il nome, bensì costituiti da particelle più piccole, protoni, neutroni ed elettroni. Protoni e neutroni, secondo il fisico americano Murray Gell-Mann, sono costituiti a loro volta da tre particelle, dalla sorprendente carica elettrica *frazionaria*, non ancora osservate libere, i *quark*. Così ad esempio, il *protone* è costituito da due quark *u* (up) e un quark *d* (down) e la sua carica elettrica è unitaria ($u + u + d = 2/3 + 2/3 - 1/3 = 1$); il *neutrone* è costituito da due quark *d* e un quark *u* ed è elettricamente neutro ($d + d + u = -1/3 - 1/3 + 2/3 = 0$). A rigore, i mattoni dell'universo, almeno finora, sono i quark.