

* NOVA *

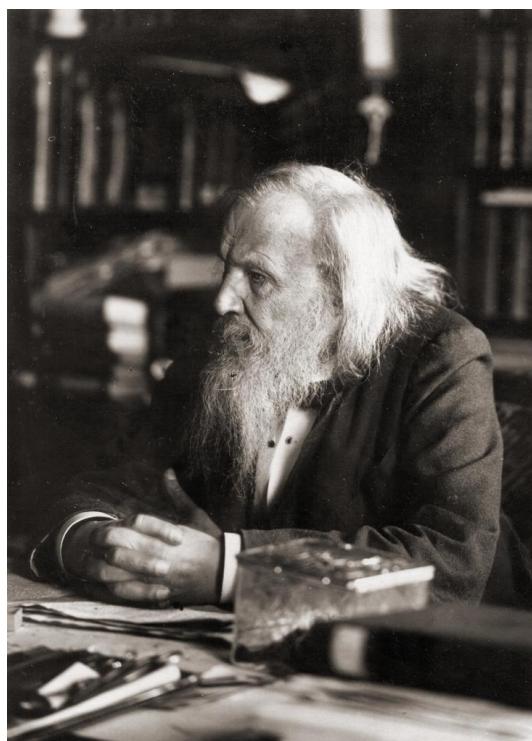
N. 1491 - 6 MARZO 2019

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

2019: ANNO INTERNAZIONALE DELLA TAVOLA PERIODICA DEGLI ELEMENTI CHIMICI



Nel dicembre 2017 l'Assemblea delle Nazioni Unite e l'UNESCO hanno proclamato il 2019 "Anno Internazionale della Tavola Periodica degli Elementi Chimici": il 6 marzo 1869, centocinquanta anni fa, il chimico russo Dmitrij Ivanovič Mendeleev (1834-1907) presentava alla Società Chimica Russa la prima Tavola Periodica.



Mendeleev nel 1897

NEWSLETTER TELEMATICA APERIODICA DELL'A.A.S. PER SOCI E SIMPATIZZANTI - ANNO XIV

La Nova è pubblicazione telematica aperiodica dell'A.A.S. - Associazione Astrofili Segusini di Susa (TO) riservata a Soci e Simpatizzanti.

È pubblicata senza alcuna periodicità regolare (v. Legge 7 marzo 2001, n. 62, art. 1, comma 3) e pertanto non è sottoposta agli obblighi previsti della Legge 8 febbraio 1948, n. 47, art. 5. I dati personali utilizzati per l'invio telematico della Nova sono trattati dall'AAS secondo i principi del Regolamento generale sulla protezione dei dati (GDPR - Regolamento UE 2016/679).

www.astrofilisusa.it

LA TAVOLA DI MENDELEEV

DALLE STELLE AL TUO SMARTPHONE

Dal sito Internet de La Stampa del 14 febbraio 2019 riprendiamo, quasi per intero, un articolo di Piero Bianucci.

[...] L'Unesco ha proclamato il 2019 Anno Mondiale della Tavola Periodica degli Elementi. Il chimico russo Dmitri Mendeleev la scopriva (qualcuno dice "inventava") un secolo e mezzo fa portando a termine un lavoro che altri a sua insaputa avevano iniziato: l'italiano Stanislao Cannizzaro, l'inglese John Newlands, il francese Alexandre Béguer de Chancourtois, il tedesco Lothar Meyer (ma l'elenco potrebbe essere assai più lungo e partirebbe da Lavoisier). [...]

Il paradigma della chimica

La Tavola Periodica è l'atto costitutivo della chimica moderna, il paradigma che ha messo ordine tra gli elementi rivelando la trama profonda che li unisce: il numero atomico (nel 1869 ancora confuso con il "peso") e le affinità di comportamento chimico. [...]

Le "rime" di Mendeleev

Per Primo Levi studente del primo anno alla Facoltà di Chimica, il Sistema Periodico "era una poesia, più alta e più solenne di tutte le poesie digerite in liceo: a pensarci bene, aveva perfino le rime!". Ma non fu Mendeleev a scoprire le "rime" della Tavola. Furono l'industriale chimico inglese John Newlands (1837-1898), il mineralogista francese Alexandre Béguer de Chancourtois (1820-1886) e il chimico e medico tedesco Lothar Meyer (1830-1895) – indipendentemente l'uno dall'altro – a notare che, se gli elementi vengono disposti in ordine di peso atomico crescente, emerge uno strano andamento periodico: elementi separati da intervalli regolari, con pesi atomici che differiscono di quantità multiple di otto volte il peso unitario dell'idrogeno, hanno proprietà simili, come se appartenessero, per così dire, alla stessa famiglia.

Così il quarto arrivò primo

La memoria di Chancourtois fu pubblicata nel 1862 ma nessuno se ne accorse, anche perché non spiegava bene in che cosa consistesse la periodicità e non aveva uno schema grafico chiarificatore. Due anni dopo Newlands fu più esplicito nel suggerire la periodicità nascosta sotto traccia. I suoi articoli, pubblicati nel 1864 e 1865, furono notati dai colleghi, ma soltanto per deriderli. Qualcuno disse che l'idea disporre gli elementi in ordine di peso atomico non era più sensata di quella di metterli secondo l'ordine alfabetico dei loro nomi. Quanto a Meyer, ammiratore e seguace di Cannizzaro, notò la relazione tra le proprietà degli elementi chimici e il loro peso atomico ma non osò inserirla nella prima edizione del suo trattato "La teoria moderna della chimica" pubblicata nel 1864. La seconda edizione, già pronta nel 1868, segnalava la periodicità, ma andò in stampa solo nel 1870, un anno dopo il lavoro di Mendeleev. Insomma: andò a finire che vinse il quarto arrivato.

Tre caselle vuote

Qual è dunque il merito dello scienziato russo? Intanto quello di avere scoperto la periodicità della Tavola per conto proprio senza sapere nulla dei lavori precedenti. Ma soprattutto quello di aver creduto nella propria intuizione al punto da lasciare nella Tavola tre caselle vuote convinto che prima o poi quegli elementi richiesti dalla logica sarebbero stati scoperti in natura, come effettivamente avvenne nel 1875 con il gallio, nel 1879 con lo scandio e nel 1886 con il germanio.

In anticipo sui tempi

Non tutto era perfetto neanche nella Tavola di Mendeleev. All'epoca il concetto di atomo era confuso.



Oggi sappiamo che un elemento chimico è individuato dal numero dei protoni, particelle con carica elettrica positiva, che formano il suo nucleo, e questo è il “numero atomico”. Sappiamo inoltre che il nucleo contiene anche particelle senza carica, i neutroni, e che nuclei dello stesso elemento, quindi con uguale peso atomico, possono avere un numero diverso di neutroni, e quindi “peso atomico” diverso, pur avendo le stesse proprietà chimiche: e questi sono gli isotopi. Gli elementi sono di solito miscugli di due o più isotopi, sicché il loro peso atomico è una media che dà origine a un numero frazionario. Nella maggioranza dei casi nuclei con numero atomico più grande hanno anche peso atomico maggiore, ma c’è qualche eccezione. Possiamo immaginare quanto fosse difficile per i chimici dell’Ottocento disegnare la Tavola periodica quando non si conoscevano il nucleo atomico (scoperto da Rutherford nel 1911), il protone (Rutherford, 1919), e tanto meno il neutrone (Chadwick, 1932). Non c’è da stupirsi, quindi, se nella Tavola di Mendeleev il tellurio finì sotto il bromo, che ha proprietà chimiche completamente diverse: il peso atomico del tellurio è molto vicino a quello dello iodio, che ha caratteristiche chimiche analoghe al bromo. Basta fare un’inversione e tutto va a posto.

Dalla Siberia al (quasi) Nobel

Mentre celebriamo la Tavola, è interessante conoscere chi le ha dato il proprio nome. Dmitri Ivanovic Mendeleev nacque in Siberia nel 1834, diciassettesimo e ultimo figlio del direttore di una scuola ginnasiale divenuto cieco nello stesso anno in cui Dmitri vide la luce. All’epoca i figli erano tanti, i sopravvissuti pochi. Sui 17 neonati dei Mendeleev, 14 arrivarono al battesimo. Tra i maschi, 4 raggiunsero l’età adulta. Per sostenere la famiglia e far studiare l’ultimo nato, la madre prese in gestione una vetreria, che però finì distrutta da un incendio quando Dmitri aveva 13 anni. Si trasferirono allora a San Pietroburgo, dove Dmitri venne ammesso all’Istituto Pedagogico. Purtroppo arrivarono altri guai. Nel 1947 perse il padre, e 10 mesi dopo anche la madre. Quando si ammalò di tubercolosi, dovette andare a curarsi nel clima mite della Crimea. Di ritorno guarito a San Pietroburgo, per le sue umili origini non riuscì a inserirsi nell’università. Fu insegnante a Odessa per un anno, poi andò a lavorare come chimico a Parigi e ad Heidelberg nel laboratorio di Bunsen e Kirchhoff.

Il voto mancante

Nel 1860 al Congresso di chimica di Karlsruhe conobbe Cannizzaro e i suoi lavori sui pesi atomici e molecolari. Intanto aveva completato il dottorato, e finalmente l’università di Pietroburgo gli diede una cattedra di chimica, che tuttavia perse nel 1891 per essersi schierato dalla parte degli studenti in una loro azione di protesta contro il sistema accademico russo. Dopo tre anni di emarginazione, fu messo a capo dell’Ufficio Pesi e Misure, incarico che conservò fino alla morte, avvenuta nel gennaio 1907. L’anno prima era stato candidato al Nobel. Non lo vinse per un voto.

Origine cosmica

Ho già accennato al fatto che nel cellulare abbiamo mezza Tavola Periodica, dai banali ossigeno e carbonio ai sofisticati litio, ittrio, cobalto, tantalio. È il caso di aggiungere che con questi elementi chimici portiamo nello smartphone anche i fenomeni più violenti dell’universo. Nel Big Bang, esplosione primordiale, si formarono solo idrogeno, elio e un po’ di litio, circa un quinto del totale, il resto deriva fissioni prodotte dai raggi cosmici e da stelle di piccola massa nella fase terminale della loro vita. Gli elementi che si collocano tra i numeri atomici 6 (carbonio) e 37 (rubidio) vengono dall’esplosione di stelle massicce o di nane bianche. Gli atomi con peso atomico ancora maggiore arrivano perlopiù dall’esplosione di supernove (piombo, oro) o addirittura dalla fusione (merging) tra stelle di neutroni, fenomeno che per la prima volta è stato osservato il 17 agosto 2017 captando onde gravitazionali emesse in questo genere di impressionante dramma cosmico.

Ultimi arrivati

Ai 92 elementi della Tavola Periodica “classica” negli ultimi decenni se ne sono aggiunti altri a vita brevissima prodotti in laboratorio. Il 101 è stato chiamato mendelevio, giusto riconoscimento dopo il 99 einstenio e il 100 fermio. Al momento il Sistema si ferma al 118 oganesson [dal nome del fisico



russo Jurij Colakovič Oganesian (1933-), *ndr*]. Probabilmente altri elementi nasceranno ancora in laboratorio con la “fecondazione assistita” di fisici e chimici, ma saranno così effimeri e in quantità così esigua da non entrare mai in un prodotto commerciale. Il loro interesse rimane esclusivamente di carattere scientifico, il che comunque non è poco.

Scorte in esaurimento

Interessa a tutti noi, invece, sapere quali siano le riserve di elementi utilizzati nell’industria. Per soddisfare questa curiosità è molto eloquente il disegno riprodotto all’inizio di questo articolo [v. *link al termine dell’articolo*]: è una speciale Tavola Periodica nella quale lo spazio e i colori attribuiti ai simboli degli elementi è proporzionale alla loro disponibilità sul nostro pianeta. Salta agli occhi che alcuni elementi di notevole utilità commerciale sono tutt’altro che abbondanti.

L’arancione ci fa sapere che per uranio, cromo, cobalto ci si avvicina all’esaurimento a causa del continuo incremento dell’uso. Il rossiccio indica che l’esaurimento potrebbe avvenire già entro i prossimi cento anni per gallio, germanio, zinco, elio, tantalio, arsenico, rutenio, tanto che per accaparrarsi alcuni di questi elementi sono in corso conflitti militari. Il giallo suggerisce una probabile disponibilità limitata in un futuro vicino: è il caso del litio, elemento cruciale per le batterie di telefoni, auto, elettrodomestici vari. Rassicurante il colore verde: contrassegna elementi chimici così abbondanti da non destare preoccupazioni. [...]

Piero Bianucci

<https://www.lastampa.it/2019/02/14/scienza/la-tavola-di-mendeleev-dalle-stelle-al-tuo-smartphone-qymiw1zeawrY7raxhRDy0M/pagina.html>

IL SEGRETO DEGLI ELEMENTI

Riprendiamo dal sito Internet de La Stampa del 4 marzo 2019 un articolo di Piero Bianucci, intitolato “Oganessian nel Regno Periodico Estremo”, con la recensione del libro di Marco Ciardi “Il segreto degli elementi”, Hoepli editore.

Oliver Sacks, neuroscienziato e scrittore con uno zio chimico che produceva tungsteno per i filamenti delle lampadine, assocava gli anni della sua vita al numero atomico degli elementi. Per lui i 79 anni erano stati l’oro, gli 80 il mercurio, gli 81 il tallio, gli 82 il piombo. Lì si è fermato. E’ morto il 30 agosto 2015 a 82 anni. Sulla scrivania aveva pronti altri elementi, fino al numero 90, il torio, che custodiva in una scatola schermata perché è radioattivo. Previdenza e precauzione che si sono rivelate eccessive. Troppo ottimismo.

Primo Levi, chimico e scrittore grandissimo (altri due anniversari: si celebra il secolo dalla sua nascita, ed era coetaneo della scoperta del protone) parla con stupore e ammirazione delle “rime” del Sistema Periodico, cioè delle ricorrenti affinità tra gli elementi in corrispondenza con i multipli di 8 del loro numero atomico. La Tavola, per lui, era come una poesia.

Metafore della vita

Da poco più di un paio d’anni, cioè da quando la comunità scientifica dei chimici ha battezzato ufficialmente altri quattro nuovi elementi, il 113, 115, 117 e 118, questa “poesia” ha completato la settima riga. Con essi Sacks avrebbe potuto campare fino a 118 anni. Le ultime parole aggiunte sono nihonium, moscovium, tennessine e oganesson. Nomi poco eleganti. Riflettono una scienza meno



universale, nazionalistica: celebrano rispettivamente il Giappone, Mosca, lo stato americano del Tennessee e il fisico russo Yuri Oganessian, uno dei pochissimi scienziati che abbiano avuto la dedica di un elemento da vivi [...]. Ovviamente sono tutti elementi instabili che decadono in frazioni di secondo. Una metafora della vita, direbbero forse Primo Levi e Oliver Sacks. Ma non quella di Oganessian.

Ultimo capitolo

Nato come Sacks nel 1933, Yuri Oganessian si gode tuttora la sua gloria, che ha conquistato proprio ideando un metodo per fabbricare elementi ultra-pesanti. Direttamente o indirettamente, cioè in collaborazione con altri, ne ha creati una decina nel laboratorio di Dubna. Il suo nome di origine armena si inserisce a pieno diritto nell'ultimo capitolo di un'avventura scientifica suggestiva.

Spesso la ricerca scientifica funziona come i casi polizieschi. Ci sono indizi (a volte contraddirittori o fuorvianti), le indagini si distribuiscono su itinerari diversi, errori e depistaggi allontanano dalla scoperta del colpevole, poi a un certo punto i tasselli vanno insieme e tutto appare chiaro. Quanto alla Tavola dei Mendeleev, il “caso” è rimasto aperto per un paio di secoli e tutte le fasi narrative hanno avuto la loro funzione.



Jurij Oganessian rappresentato su un francobollo delle Poste armene nel 2017 (<https://www.haypost.am/en/1485236103>) e, a destra, la copertina del libro “Il segreto degli elementi” di Marco Ciardi, Hoepli editore, 2017 (<https://www.hoeplieditore.it/scheda-libro/ciardi-marco/il-segretodegli-elementi-9788820388386-6068.html>).

Quasi un racconto poliziesco

Il bello del libro di Marco Ciardi “Il segreto degli elementi” dedicato all’“invenzione del Sistema Periodico” (Hoepli, 136 pagine, 12,90 euro) è che racconta la storia dell’impresa di Mendeleev intrecciando tutti i meccanismi narrativi dei “gialli”, senza escludere aspetti storici, biografici e personali. E aggiunge tre lettere inedite dello scienziato russo a colleghi italiani (Piccini e Cannizzaro).

La lezione finale è che il Sistema Periodico porta un nome solo, quello del russo Dmitrij Mendeleev, ma è figlio di una cooperativa di scienziati. Tuttavia il nome non è usurpato: Mendeleev seppe arrivare alla sintesi e farne uno strumento di ulteriori scoperte perché capì di aver trovato il paradigma costitutivo della chimica, la visione unificante.

In mongolfiera per vedere un’eclisse

Non tutto era levigato nella sua Tavola, rimanevano parecchie rugosità, però feconde: furono le imperfezioni a stimolare la comprensione dei fondamenti fisici della chimica. Al tempo di Mendeleev,

Kolbe e Franckland andavano maturando la teoria della valenza da cui dipendono le regole con cui gli elementi chimici si combinano tra loro. La scoperta del messaggio codificato nello “spettro” caratteristico di ogni elemento, in buona parte merito di Kirchhoff, arrivò al momento giusto. Un convegno del 1860 a Karlsruhe mise in contatto Mendeleev con Stanislao Cannizzaro, che a sua volta stava chiarendo il significato del “numero di Avogadro”. Sullo sfondo, carriere e vicende familiari, il Risorgimento italiano, la collaborazione con Borodin, chimico, musicista e compositore. C’è anche un Mendeleev che si interessa all’astronomia e il 7 agosto 1887 compie una ascensione in mongolfiera per osservare un’eclisse di Sole.

Emilio Segrè in soccorso della natura

Mendeleev pubblicò la sua Tavola il 1° marzo 1869, un secolo e mezzo fa, ricorrenza che si sta celebrando sotto l’egida dell’Unesco, come abbiamo già riferito. Gli elementi chimici noti all’epoca erano 62. Per un tempo breve si stabilizzarono a 92 ma l’uomo aveva già incominciato ad aiutare la natura: Emilio Segrè scoprì il tecnezio e l’astato analizzando materiali attivati nel primo sincrotrone costruito da Lawrence in California. Fu il precursore di Oganessian.

Piero Bianucci

<https://www.lastampa.it/2019/03/04/scienza/oganessian-nel-regno-periodico-estremo-YtZ317CPo7qESWv4gleEfJ/pagina.html>

LA TAVOLA PERIODICA DEGLI ASTROFISICI

Mentre l’UNESCO celebra il 150° anno dalla presentazione da parte di Mendeleev della tavola periodica degli elementi chimici, un articolo su Science illustra quali siano le fucine stellari che hanno popolato la tavola periodica e l’universo stesso di tali elementi.

Riprendiamo da MEDIA INAF del 1° febbraio 2019, con autorizzazione, un articolo di Stefano Parisini.

Il geniale e irrequieto scienziato russo Dmitrij Ivanovič Mendeleev non fu il primo a cercare di sistematizzare in un elenco ordinato tutte le informazioni sulla sessantina di elementi chimici conosciuti all’epoca, negli anni ’60 dell’Ottocento. Ma la sua tavola periodica degli elementi, presentata il 6 marzo 1869 alla neofondata Società chimica russa, era l’unica a fornire un sistema di classificazione, basato sui pesi atomici, che permettesse di prevedere le caratteristiche di elementi chimici ancora da scoprire, come fu verificato in breve tempo.

Per celebrare i 150 anni di questo capolavoro della scienza, l’Unesco ha dichiarato il 2019 Anno internazionale della tavola periodica degli elementi chimici. Un’opera di genio ancora in fase di completamento, poiché il numero degli elementi chimici conosciuti continua ad aumentare: gli ultimi quattro – tutti prodotti in laboratorio – sono stati infatti inseriti nel novembre 2016. E che continua a riservare sorprese, come la recente scoperta che la supercondutività di un composto si potrebbe desumere dalla disposizione degli elementi costituenti nella tavola di Mendeleev.

Gli astrofisici hanno una sviluppato una loro versione di tavola periodica degli elementi, basata sull’origine degli elementi stessi. Come quella creata da Jennifer Johnson della Ohio State University tempo fa e ora inserita in un articolo pubblicato oggi su *Science* in cui la ricercatrice spiega come la composizione dell’universo sia cambiata nel tempo e continui a mutare tutt’ora grazie al ciclo di vita e di morte delle stelle.

«Per 100 milioni di anni dopo il Big Bang c’erano solo idrogeno, elio e litio», spiega Johnson. «Poi hanno iniziato a venire sintetizzati carbonio, ossigeno e altri elementi davvero importanti. Ora siamo all’apice del popolamento della tabella periodica».



The Origin of the Solar System Elements



Graphic created by Jennifer Johnson
<http://www.astronomy.ohio-state.edu/~jaj/nucleo/>

Astronomical Image Credits:
 ESA/NASA/AASNova

Origine degli elementi nel Sistema solare. Crediti: Jennifer Johnson

Si ritiene che la nucleosintesi primordiale ebbe inizio con il Big Bang, circa 13.7 miliardi di anni fa, dove furono creati gli elementi più leggeri (e più abbondanti) nell'universo, idrogeno ed elio, assieme a una parte del litio. Per un centinaio di milioni di anni dopo il Big Bang, questi tre elementi furono gli unici costituenti del cosmo.

Con l'accensione delle prime stelle ebbero poi origine tutti gli altri elementi più pesanti di idrogeno ed elio, che gli astrofisici denominano *metalli*. Questo avvenne, e avviene tuttora, tramite processi di nucleosintesi stellare e di nucleosintesi delle supernove, a seconda anche della massa stellare.

Nelle stelle massicce il processo di fusione è più rapido rispetto a quelle con massa minore. Queste stelle "obese" fondono idrogeno ed elio in carbonio, poi carbonio in magnesio, sodio, neon. Alla fine della loro vita, quando si esaurisce il carburante, esplodono in supernove contribuendo a popolare la tavola periodica e lo spazio attorno a loro con elementi dall'ossigeno al silicio, e fino al selenio.

Il nucleo collassato di una stella massiccia può dare origine a una stella di neutroni. La fusione di due stelle di neutroni, come si è sperimentato recentemente, porta alla creazione di diversi elementi più pesanti del ferro, atomi formati attraverso la nucleosintesi da processo r, dove la lettera 'r' sta per rapido. Elementi come il rodio, lo xeno, fino all'uranio, inclusi l'oro e il platino.

Le stelle di piccola massa, come il Sole, dopo un'esistenza più lunga e tranquilla rispetto a quelle di stazza maggiore, lasciano una cosiddetta stella nana bianca come residuo. Le nane bianche possono arrivare a fondersi con altre stelle ed esplodere, sintetizzando ed immettendo in circolo ulteriori elementi chimici, come calcio e ferro.

«Una delle cose che trovo più interessanti è vedere come siano necessari diversi processi affinché le stelle producano tutti gli elementi chimici, ed è interessante notare come questi processi siano distribuiti lungo la tavola periodica», commenta Johnson. «Quando pensiamo a tutti gli elementi presenti nell'universo, è stimolante pensare a quante stelle li hanno forgiati. E non solo stelle giganti



esplose in supernove, ma anche stelline simili al nostro Sole. A ben pensarci, ci vuole una discreta varietà di stelle per avere tutti gli elementi chimici».

Stefano Parisini

<https://www.media.inaf.it/2019/02/01/la-tavola-periodica-degli-astrofisici/>



| ОПЫТ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ. | | |
|---|-----------|-------------------------------------|
| ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВЪСЪ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ. | | |
| Ti = 50 | Zr = 90 | ? = 180. |
| V = 51 | Nb = 94 | Ta = 182. |
| Cr = 52 | Mo = 96 | W = 186. |
| Mn = 55 | Rh = 104, | Pt = 197,. |
| Fe = 56 | Rn = 104, | Ir = 198. |
| Ni = Co = 59 | Pl = 106, | O = 199. |
| H = 1 | Cu = 63, | Ag = 108 Hg = 200. |
| Be = 9, | Zn = 65, | Cd = 112 |
| B = 11 | Al = 27, | ? = 68 Ur = 116 Au = 197? |
| C = 12 | Si = 28 | ? = 70 Sn = 118 |
| N = 14 | P = 31 | As = 75 Sb = 122 Bi = 210? |
| O = 16 | S = 32 | Se = 79 Te = 128? |
| F = 19 | Cl = 35, | Br = 80 I = 127 |
| Li = 7 | Na = 23 | K = 39 Rb = 85, Cs = 133 Tl = 204. |
| | | Ca = 40 Sr = 87, Ba = 137 Pb = 207. |
| | | ? = 45 Ce = 92 |
| | | ?Er = 56 La = 94 |
| | | ?Y = 60 Di = 95 |
| | | ?In = 75, Th = 118? |

Д. Менделеевъ

A sinistra, la copertina di *Science* per i 150 anni della Tavola periodica degli elementi chimici. È raffigurato il monumento posto di fronte alla Faculty of Chemical and Food Technology della Slovak University of Technology in Bratislava, Slovakia (v. <https://www.flickr.com/photos/mmmmdirt/279349599>). A destra, la Tavola Periodica degli Elementi Chimici di Mendeleev, pubblicata nel marzo 1869.

Links:

<http://www.unesco.it/it/News/Detail/468>

<http://www.unesco.it/it/News/Detail/468>

https://it.wikipedia.org/wiki/Dmitrij_Ivanovi%C4%8D_Mendeleev

<http://www.treccani.it/enciclopedia/dmitrij-ivanovic-mendeleev>

<http://unescloblob.blob.core.windows.net/pdf/UploadCKEditor/Anno%20Internazionale%20della%20Tavola%20Periodica%20degli%20Elementi%20Chimici-2.pdf>

<http://unescloblob.blob.core.windows.net/pdf/UploadCKEditor/Anno%20Internazionale%20della%20Tavola%20Periodica%20degli%20Elementi%20Chimici-inglese-.pdf>

<http://science.sciencemag.org/content/363/6426/474/tab-pdf>

[...] cercai di spiegargli alcune delle idee che a quel tempo confusamente coltivavo. Che la nobiltà dell'Uomo, acquisita in cento secoli di prove e di errori, era consistita nel farsi signore della materia, e che io mi ero iscritto a Chimica perché a questa nobiltà mi volevo mantenere fedele. Che vincere la materia è comprenderla, e comprendere la materia è necessario per comprendere l'universo e noi stessi: e che quindi il Sistema Periodico di Mendeleev, che proprio in quelle settimane imparavamo laboriosamente a dipanare, era una poesia, più alta e più solenne di tutte le poesie digerite in liceo: a pensarci bene, aveva perfino le rime!

Primo Levi (1919-1987)
Il sistema periodico, Giulio Einaudi editore, 1975