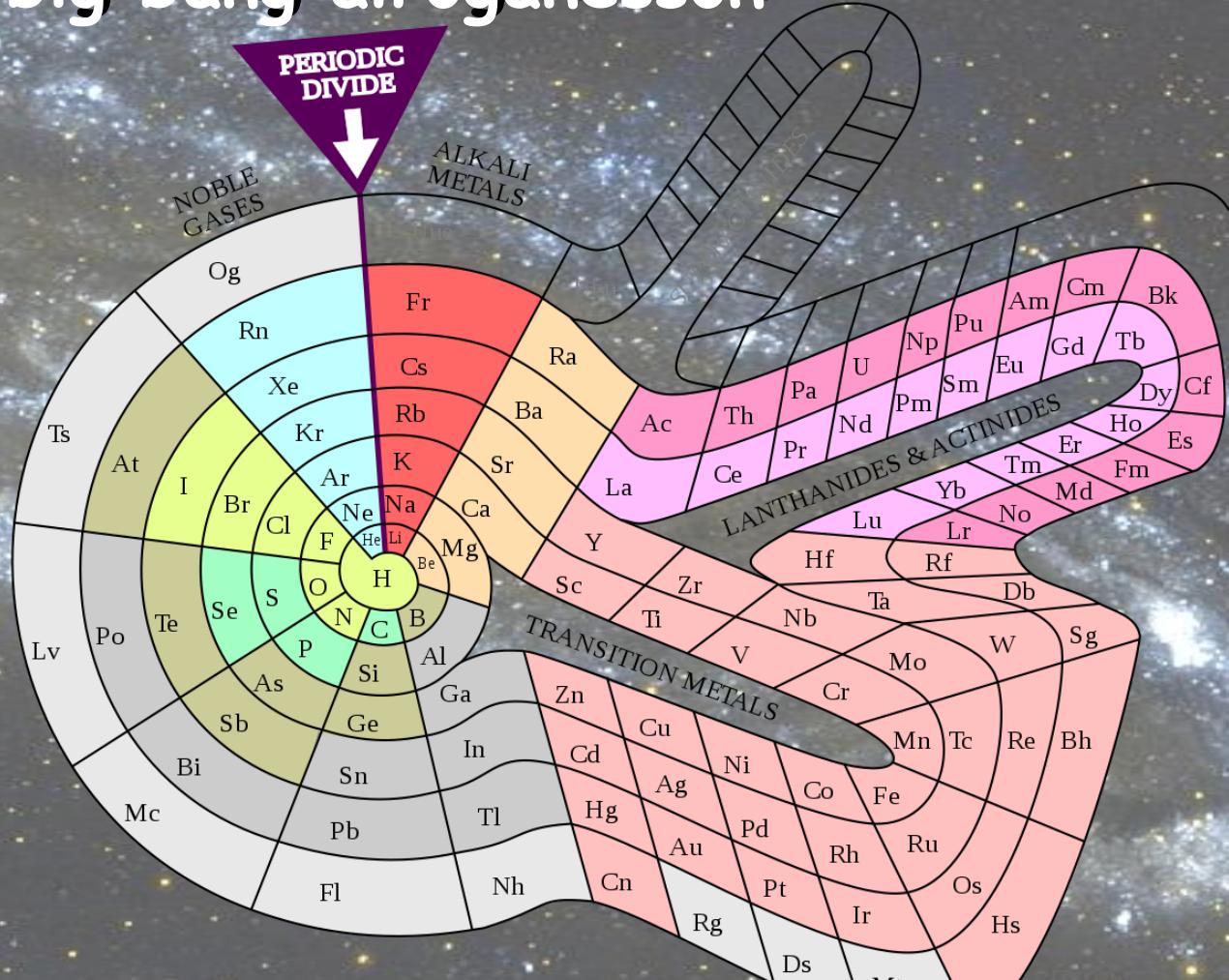
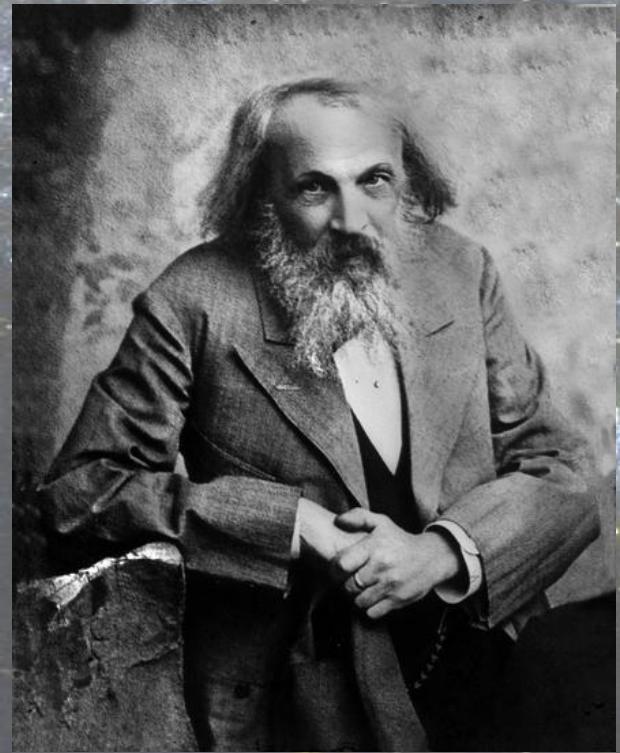


# Il sistema periodico degli elementi

## Dal big bang all'oganesson

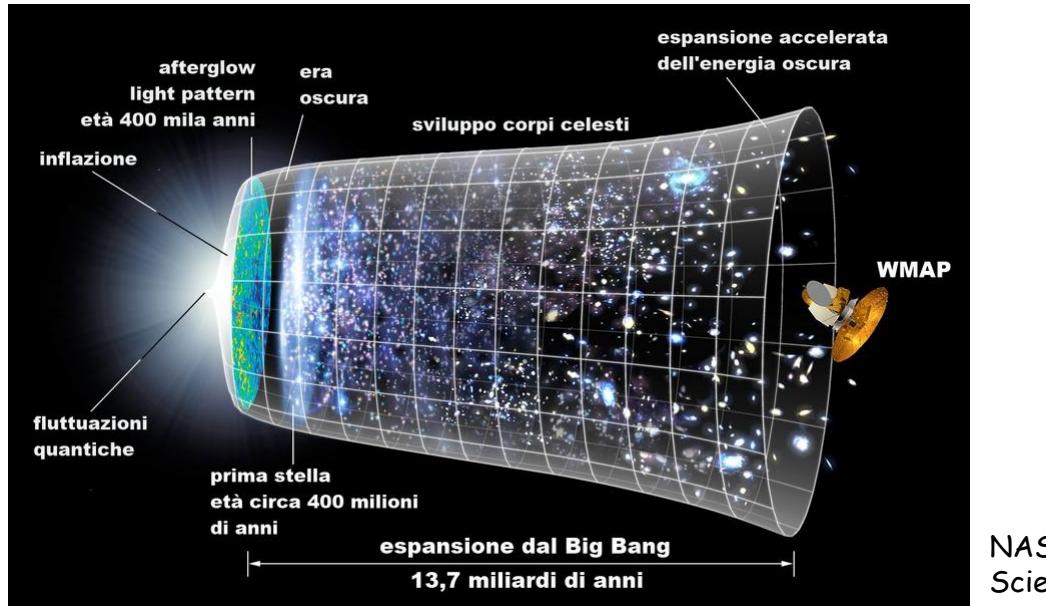


M. Moret



I. Moroni

## L'inizio dell'avventura: 13,8 miliardi di anni fa il "Big Bang"



NASA/WMAP  
Science Team

Pochi minuti dopo: si formano i primi nuclei di deuterio e di elio da neutroni e protoni; la maggior parte dei protoni non si combina (nuclei di idrogeno)

ca. 380000 anni dopo: i nuclei si combinano con gli elettroni formando principalmente atomi di idrogeno (circa 75% in massa) e di elio (circa 25% in massa)

gli altri elementi provengono dalle stelle

# Abbondanza degli elementi nella crosta terrestre

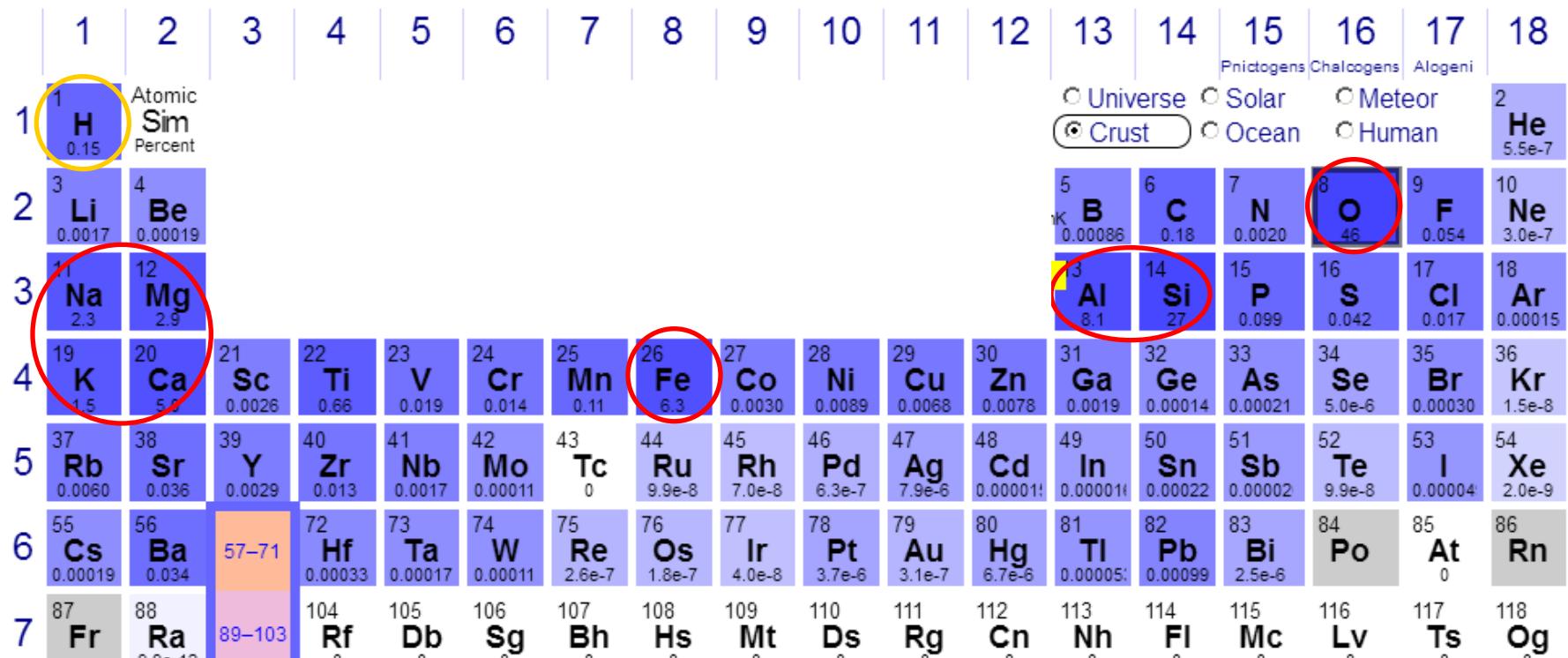
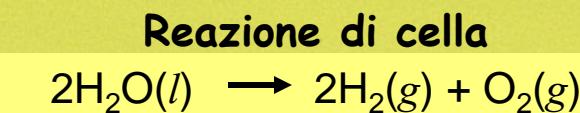
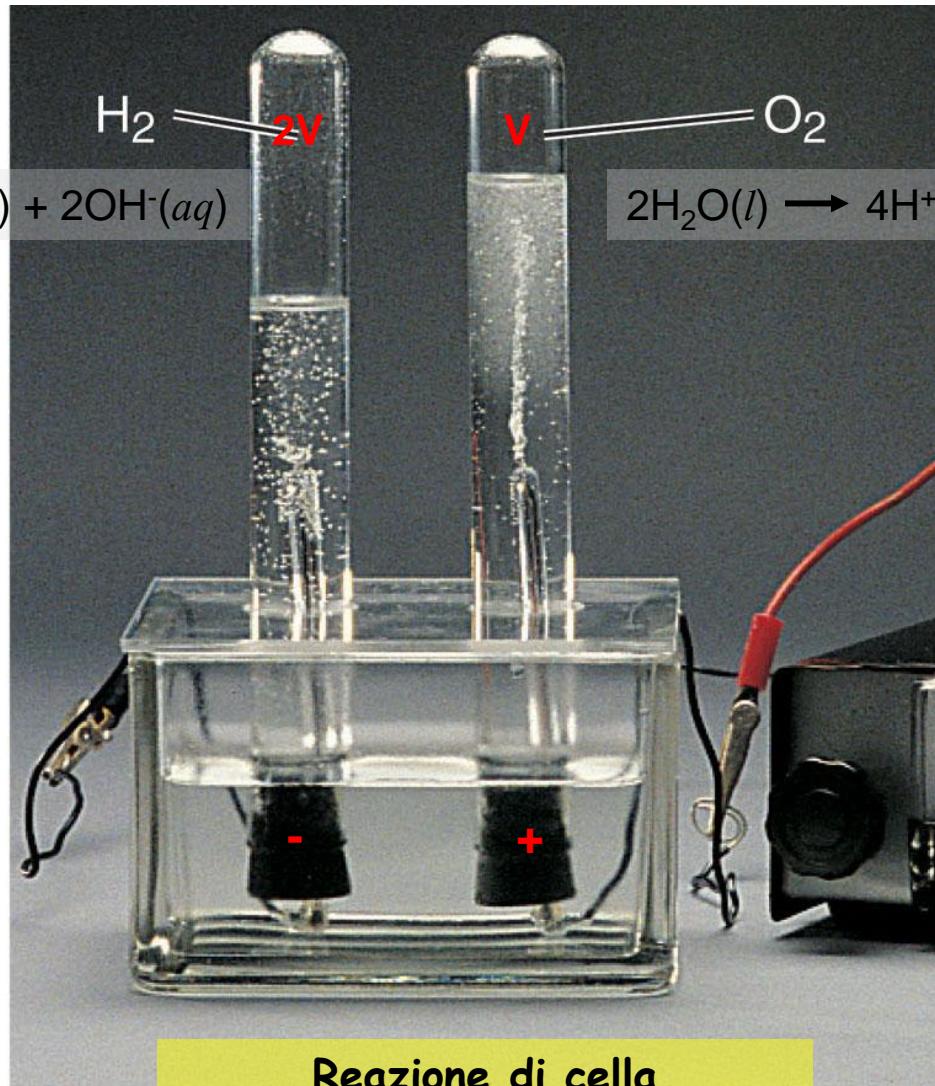


Tavola Periodica Design & Interface Copyright © 1997 Michael Dayah, Ptable.com Ultimo aggiornamento 16 giu 2017

57 La 0.0034	58 Ce 0.0060	59 Pr 0.00086	60 Nd 0.0033	61 Pm 0	62 Sm 0.00060	63 Eu 0.00018	64 Gd 0.00052	65 Tb 0.000091	66 Dy 0.00062	67 Ho 0.00012	68 Er 0.00030	69 Tm 0.00004	70 Yb 0.00028	71 Lu 0.000051
89 Ac 0.00060	90 Th 9.9e-13	91 Pa 9.9e-13	92 U 0.00018	93 Np 0	94 Pu 0	95 Am 0	96 Cm 0	97 Bk 0	98 Cf 0	99 Es 0	100 Fm 0	101 Md 0	102 No 0	103 Lr 0

## Lettura: L'idrogeno (P. Levi)



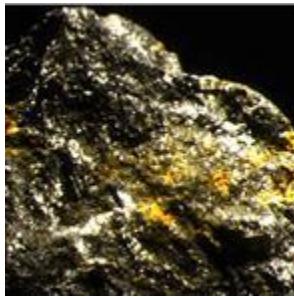
M.S. Silberberg  
Chimica  
McGraw Hill

dopo alcuni miliardi di anni ...

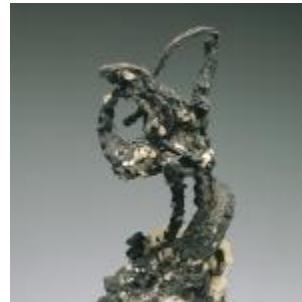
12000 a.C. fusione di monili in **rame, argento, oro**

Età del bronzo (rame + **stagno**)

Età del **ferro** (riduzione con carbone dei minerali)



Antimonio



Argento



Diamante



Grafite



(Ferro)



Mercurio



Oro



Platino



Rame



Zolfo

# Gli elementi nativi come specie minerali sulla Terra

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	H																	He	
2	Li	Be												B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg												Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc		Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og	

Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

# I colori degli elementi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og

Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

ca. 450 a.C. Empedocle: ogni cosa è composta da una miscela di quattro sostanze primordiali: **fuoco, terra, aria, e acqua** con infinite combinazioni (Cina: fuoco, terra, acqua, **legno, metallo**)

ca. 440 a.C. Leucippo e Democrito: **atomo**, particella indivisibile alla base di tutta la materia

*"Tutto è composto di atomi fisicamente indivisibili. Tra gli atomi vi è lo spazio vuoto. Gli atomi sono indistruttibili, sono sempre stati e sono sempre in movimento (non vi è né un sopra né un sotto nel vuoto infinito). Vi è un numero infinito di atomi, e anche di tipi di atomi, differenti per forma e dimensioni. Gruppi differenti di atomi formano le sostanze che conosciamo."*

ca. 360 a.C. Platone conia il termine **elemento** (*stoicheia*). Il *Timeo* è un trattato rudimentale di chimica che include una discussione sulla composizione di corpi organici e inorganici; le particelle costituenti gli elementi hanno la forma di tetraedro (fuoco), cubo (terra), ottaedro (aria) e icosaedro (acqua)

ca. 350 a.C. Aristotele: le sostanze sono costituite da una combinazione di forma e materia. Elementi: **fuoco, terra, aria, acqua, etere** (quintessenza). È possibile *trasmutare* le sostanze variando le proporzioni dei 4 "elementi"

ca. 50 a.C. Tito Lucrezio Caro nel *De rerum natura* descrive in chiave poetica le idee dell'atomismo

*"Nessuna sostanza ritorna nel nulla, ma tutte dissolte  
ritornano alle particelle elementari della materia"*

*"Infine le vesti sospese sul lido dove s'infrangono i flutti,  
s'inumidiscono, e invece spiegate al sole si essiccano.  
Ma non si è mai visto come l'umore acqueo sia penetrato  
in esse, né come sia tornato a fuggirne al calore.  
Dunque l'acqua si suddivide in minuscole parti,  
che gli occhi non possono per nessuna ragione vedere"*

ca. 770 Jābir ibn Hayyān (Geber), fondatore dell'alchimia araba, sviluppa vari processi chimici e isola numerosi acidi (acidi cloridrico, citrico, acetico, tartarico, acqua regia)

ca. 1000 Ibn Sīnā (Avicenna), medico e filosofo persiano, respinge le pratiche alchemiche e la teoria della trasmutazione dei metalli

ca. 1260 Alberto Magno scopre l'**arsenico** e il nitrato d'argento. È tra i primi a citare l'acido solforico

ca. 1310 Un anonimo alchimista europeo dà origine alla teoria secondo la quale tutti i metalli sono composti da **zolfo** e **mercurio** in varie proporzioni

1605 M. Sendivogius propone l'esistenza nell'aria di un "cibo vitale", ovvero l'ossigeno

1612 J. Béguin pubblica *Tyrocinium Chymicum*, forse il primo testo moderno (?) di chimica"

*Il mercurio è un liquido acido permeabile, penetrabile, etereo e purissimo, da cui derivano tutto il nutrimento, la sensibilità, il movimento, le forze e il rallentamento di una vecchiaia precoce"*

1632 G. Galilei pubblica il *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*

1648 J.B. van Helmont: il testo *Ortus medicinae* stimola la transizione da alchimia a chimica. Contiene una prima versione della legge della **conservazione della massa** e influenza R. Boyle

1661 R. Boyle in *The Sceptical Chymist* tratta della differenza tra chimica e alchimia: è l'inizio della chimica moderna affrontata con il metodo scientifico (riporta anche gli insuccessi)

*"Io ora intendo per elementi certi corpi primitivi e semplici che non essendo costituiti da altre sostanze sono gli ingredienti di cui sono direttamente costituiti tutti quelli chiamati corpi perfettamente composti"*

*"La cosa che pongo in discussione è se ci sia una qualche sostanza che si riscontri costantemente in tutti e ciascuno di quei corpi che sono detti composti di elementi"*

1669 H. Brand, alchimista di Amburgo, cerca la pietra filosofale e invece isola il **fosforo** distillando l'urina

# I 14 elementi chimici noti nel 1730

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
														Pnictogens	Chalcogens	Alogeni			
1	H 1766	Atomic Sim Year																He 1895	
2	Li 1817	Be 1797												B 1808	C 1772	N 1774	O 1774	F 1886	
3	Na 1807	Mg 1755												Al 1825	Si 1824	P 1669	S -500	Cl 1774	
4	K 1807	Ca 1808	Sc 1879	Ti 1791	V 1801	Cr 1797	Mn 1774	Fe -2000	Co 1735	Ni 1751	Cu -8000	Zn 1500	Ga 1875	Ge 1886	As 1250	Se 1817	Br 1826	Kr 1898	
5	Rb 1861	Sr 1790	Y 1794	Zr 1789	Nb 1801	Mo 1781	Tc 1937	Ru 1844	Rh 1803	Pd 1803	Ag -3000	Cd 1817	In 1863	Sn -3000	Sb -3000	Te 1783	I 1811	Xe 1898	
6	Cs 1860	Ba 1808	57–71		Hf 1923	Ta 1802	W 1783	Re 1925	Os 1803	Ir 1803	Pt 1735	Au -2500	Hg -1500	Tl 1861	Pb -4000	Bi 1400	Po 1898	At 1940	Rn 1900
7	Fr 1925	Ra 1925	89–103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	Nh -2000	Fl -2000	Mc -2000	Lv -2000	Ts -2000	Og -2000

Select a year to dim elements discovered after that year.

Tavola Periodica Design & Interface Copyright © 1997 Michael Davah Ptable.com Ultimo aggiornamento: 16 giu 2017

57 <b>La</b> 1839	58 <b>Ce</b> 1803	59 <b>Pr</b> 1885	60 <b>Nd</b> 1885	61 <b>Pm</b> 1945	62 <b>Sm</b> 1879	63 <b>Eu</b> 1901	64 <b>Gd</b> 1880	65 <b>Tb</b> 1843	66 <b>Dy</b> 1886	67 <b>Ho</b> 1878	68 <b>Er</b> 1842	69 <b>Tm</b> 1879	70 <b>Yb</b> 1878	71 <b>Lu</b> 1907
89 <b>Ac</b> 1899	90 <b>Th</b> 1829	91 <b>Pa</b> 1913	92 <b>U</b> 1789	93 <b>Np</b> 1940	94 <b>Pu</b> 1940	95 <b>Am</b> 1944	96 <b>Cm</b> 1944	97 <b>Bk</b> 1949	98 <b>Cf</b> 1950	99 <b>Es</b> 1952	100 <b>Fm</b> 1952	101 <b>Md</b> 1955	102 <b>No</b> 1958	103 <b>Lr</b> 1961

1730 G. Brandt analizza un pigmento blu scuro trovato in un minerale di rame e dimostra che tale pigmento contiene un nuovo elemento, il **cobalto**

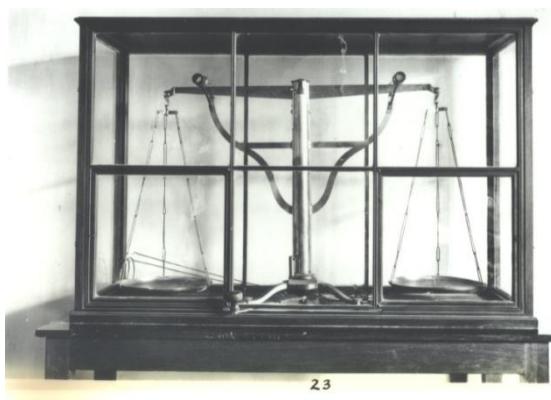
1766 H. Cavendish scopre l'**idrogeno**, un gas incolore e inodore che brucia e può formare una miscela esplosiva con l'aria

1772-4 C. Scheele e J. Priestley isolano indipendentemente l'**ossigeno**

1778 A.-L. de Lavoisier, considerato il fondatore della chimica moderna, dà il nome all'**ossigeno** (generatore di acidi) e ne riconosce il ruolo nei processi di combustione

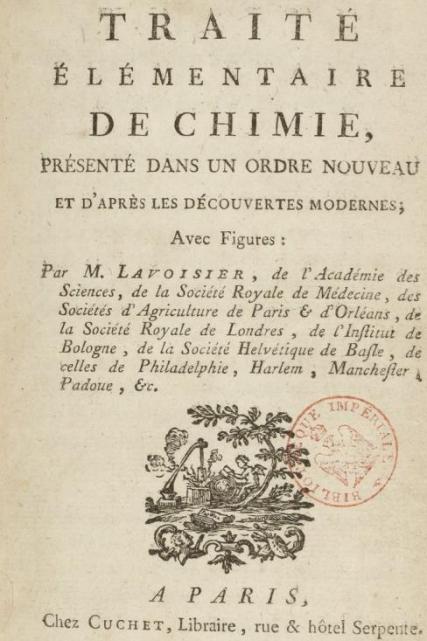
1787 Lavoisier pubblica *Méthode de nomenclature chimique*, il primo sistema razionale di nomenclatura chimica (-oso / -ito, -ico / -ato)

1789 Lavoisier pubblica *Traité Élémentaire de Chimie*, il testo di fondazione della chimica moderna, con la definizione inequivocabile della **legge della conservazione della massa**. Nascono **stechiometria** e chimica analitica quantitativa



"Possiamo porre come incontestabile assioma che in tutte le operazioni dell'arte e della natura nulla viene creato; un'uguale quantità di materia esiste prima e dopo l'esperimento, la qualità e quantità degli elementi rimane precisamente la stessa e nulla accade oltre a cambiamenti e modifiche nella combinazione di questi elementi"

<i>Noms nouveaux.</i>	<i>Noms anciens correspondans.</i>
Lumière...	Lumière.
Calorique...	Chaleur. Principe de la chaleur. Fluide igné. Feu.
Substances simples qui appartiennent aux trois règnes, & qu'on peut regarder comme les éléments des corps.	Matière du feu & de la chaleur. Air déphlogistique. Air empiréal. Air vital. Base de l'air vital. Gaz phlogistique. Mofète. Base de la mofète. Gaz inflammable. Base du gaz inflammable.
Substances simples non métalliques oxidables & acidifiables.	Soufre. Phosphore. Carbone. Radical muriatique. Radical fluorique... Radical boracique... Antimoine. Argent. Arsenic. Bismuth. Cobalt. Cuivre. Etain. Fer. Manganèse. Mercure. Molybdène. Nickel. Or. Platine. Plomb. Tungstène. Zinc.
Substances simples métalliques oxidables & acidifiables.	Terre calcaire, chaux. Magnésie, base du sel d'epsom. Barote, terre pesante. Argile, terre de l'alun, base de l'alun. Terre siliceuse, terre vitrifiable.
Substances simples salifiables terreuses.	



"La Nature ne fait rien de rien  
et la matière ne se perd point"

E. Mariotte (1620-1684)

FIGURE 1.2  
List of 35 simple substances  
compiled by Lavoisier. *Traité  
Elémentaire de Chimie*, Cuchet,  
Paris, 1789, p. 192

1797 J. Proust propone la legge delle proporzioni definite: gli elementi reagiscono per formare composti combinandosi secondo **proporzioni in massa definite e costanti**

1800 A. Volta inventa la **pila**: nasce l'elettrochimica

1805 J. L. Gay-Lussac e A. von Humboldt dimostrano che l'acqua è costituita da due volumi di idrogeno e un volume di ossigeno

1808 J. L. Gay-Lussac formula la **legge dei volumi di combinazione**: se due sostanze gassose reagiscono a temperatura e pressione costante, i volumi dei gas reagenti stanno tra loro secondo rapporti espressi da numeri interi e piccoli

1808 J. Dalton propone la prima teoria atomica moderna e una chiara enunciazione della legge delle proporzioni multiple

- *la materia è formata da piccolissime particelle elementari indivisibili dette atomi*
- *gli atomi non possono essere né creati né distrutti*
- *gli atomi di un elemento non possono essere convertiti in atomi di altri elementi*

1811 A. Avogadro propone l'omonima legge: **volumi uguali di gas diversi, alla stessa temperatura e pressione, contengono un ugual numero di molecole**

1811 B. Courtois scopre casualmente lo **iodio** bruciando alghe marine ma non si accorge che ha isolato un nuovo elemento

- 1828 F. Wöhler sintetizza l'urea dal cianato di ammonio, fine della **teoria del vitalismo**
- 1829 J.W. Döbereiner formula la legge delle triadi basata su pesi atomici inaccurati  
Li/Na/K; Ca/Sr/Ba; S/Se/Te; Cl/Br/I      P.A.(Br) = (P.A.(Cl) + P.A.(I)) / 2
- 1852 E. Frankland introduce il concetto di **valenza**: ogni atomo può combinarsi solo con un ben preciso numero di altri atomi
- 1859 R. Bunsen e G. Kirchhoff pongono le basi per l'uso della spettroscopia in campo analitico e scoprono Cs e Rb: con la stessa tecnica verranno scoperti In, Ga, Tl, He



1860 S. Cannizzaro riprende le idee di Avogadro sulle molecole diatomiche; compila una tabella di pesi atomici per il Congresso di Karlsruhe

1862 A.-É. Béguer de Chancourtois (mistico, pitagorico) pubblica la "vis tellurique" (tavola periodica tridimensionale), la prima formulazione della periodicità delle proprietà degli elementi

1863-5 J. Newlands propone (senza successo) la legge delle ottave, una disposizione degli elementi in base al peso atomico che precorre la tavola periodica degli elementi

Newlands's table illustrating the law of octaves as presented to the Chemical Society in 1866

No.		No.		No.		No.		No.		No.		No.			
H	1	F	8	Cl	15	Co & Ni	22	Br & Ni	22	Pd	36	I	42	Pt & Ir	50
Li	2	Na	9	K	16	Cu	23	Rb	30	Ag	37	Cs	44	Os	51
G	3	Mg	10	Ca	17	Zn	24	Sr	31	Cd	38	Ba & V	45	Hg	52
Bo	4	Al	11	Cr	19	Y	25	Ce & La	33	U	40	Ta	46	Tl	53
C	5	Si	12	Ti	18	In	26	Zr	32	Sn	39	W	47	Pb	54
N	6	P	23	Mn	20	As	27	Di & Mo	34	Sb	41	Nb	48	Bi	55
O	7	S	14	Fe	21	Se	28	Ro & Ru	35	Te	43	Au	49	Th	56

Note the inclusion of a number of nonconventional symbols, from the contemporary point of view. These are G for glucinium, subsequently called beryllium; Bo for boron; Di for didymium, which later turned out to be a mixture of two rare earth elements; and Ro for rhodium.

1864 W. Odling, successore di Faraday alla R.I., sostiene le idee di Avogadro e Cannizzaro; individua la periodicità del comportamento di 57 elementi e alcune posizioni vacanti. Muore nel 1921 a 91 anni quando l'atomo non è più indivisibile

# Anno 1864

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
	1 H 1766	2 He 1895	3 Li 1817	4 Be 1797	5 B 1808	6 C 1772	7 N 1774	8 O 1774	9 F 1886	10 Ne 1898										
1	11 Na 1807	12 Mg 1755	21 Sc 1879	22 Ti 1791	23 V 1801	24 Cr 1797	25 Mn 1774	26 Fe -2000	27 Co 1735	28 Ni 1751	29 Cu -8000	30 Zn 1500	31 Ga 1875	32 Ge 1886	33 As 1250	34 Se 1817	35 Br 1826	36 Kr 1898		
2	19 K 1807	20 Ca 1808	37 Rb 1861	38 Sr 1790	39 Y 1794	40 Zr 1789	41 Nb 1801	42 Mo 1781	43 Tc 1937	44 Ru 1844	45 Rh 1803	46 Pd 1803	47 Ag -3000	48 Cd 1817	49 In 1863	50 Sn -3000	51 Sb -3000	52 Te 1783	53 I 1811	54 Xe 1898
3	55 Cs 1860	56 Ba 1808	57-71 57-71	72 Hf 1923	73 Ta 1802	74 W 1783	75 Re 1925	76 Os 1803	77 Ir 1803	78 Pt 1735	79 Au -2500	80 Hg -1500	81 Tl 1861	82 Pb -4000	83 Bi 1400	84 Po 1898	85 At 1940	86 Rn 1900		
4	87 Fr 1939	88 Ra 1898	89-103 89-103	104 Rf 1964	105 Db 1967	106 Sg 1974	107 Bh 1981	108 Hs 1984	109 Mt 1982	110 Ds 1994	111 Rg 1994	112 Cn 1996	113 Nh 2004	114 Fl 1998	115 Mc 2004	116 Lv 2000	117 Ts 2010	118 Og 2006		
Select a year to dim elements discovered after that year.																				

Tavola Periodica Design & Interface Copyright © 1997 Michael Dayah Ptable.com Ultimo aggiornamento 16 giu 2017

57 La 1839	58 Ce 1803	59 Pr 1885	60 Nd 1885	61 Pm 1945	62 Sm 1879	63 Eu 1901	64 Gd 1880	65 Tb 1843	66 Dy 1886	67 Ho 1878	68 Er 1842	69 Tm 1879	70 Yb 1878	71 Lu 1907			
89 Ac 1899	90 Th 1829	91 Pa 1913	92 U 1789	93 Np 1940	94 Pu 1940	95 Am 1944	96 Cm 1944	97 Bk 1949	98 Cf 1950	99 Es 1952	100 Fm 1952	101 Md 1955	102 No 1958	103 Lr 1961			

## 1864 Julius Lothar Meyer: organizza 28 elementi in base alla valenza

	4 werthig	3 werthig	2 werthig	1 werthig	1 werthig	2 werthig
	--	--	--	--	Li = 7.03 (Be = 9.3?)	
Differenz =	--	--	--	--	16.02 (14.7)	
	C = 12.0	N = 14.04	O = 16.00	F = 19.0	Na = 23.05	Mg = 24.0
Differenz =	16.5	16.96	16.07	16.46	16.08	16.0
	Si = 28.5	P = 31.0	S = 32.07	Cl = 35.46	K = 39.13	Ca = 40.0
Differenz =	$\frac{89.1}{2} = 44.55$	44.0	46.7	44.51	46.3	47.6
	--	As = 75.0	Se = 78.8	Br = 79.97	Rb = 85.4	Sr = 87.6
Differenz =	$\frac{89.1}{2} = 44.55$	45.6	49.5	46.8	47.6	49.5
	Sn = 117.6	Sb = 120.6	Te = 128.3	I = 126.8	Cs = 133.0	Ba = 137.1
Differenz =	89.4 = 2 × 44.7	87.4 = 2 × 43.7	--	--	(71 = 2 × 35.5)	--
	Pb = 207.0	Bi = 208.0	--	--	(Tl = 204?)	--



FIGURE 3.9 Table of 1864. J. Lothar Meyer, *Die modernen thoerien und ihre Bedeutung fur die chemische Statisik*, Breslau (Wroclaw), 1864, p. 135.

Volume atomico molare ( $\text{cm}^3/\text{mol}$ ) =  $\mathcal{M}(\text{g/mol}) / \rho(\text{g/cm}^3)$

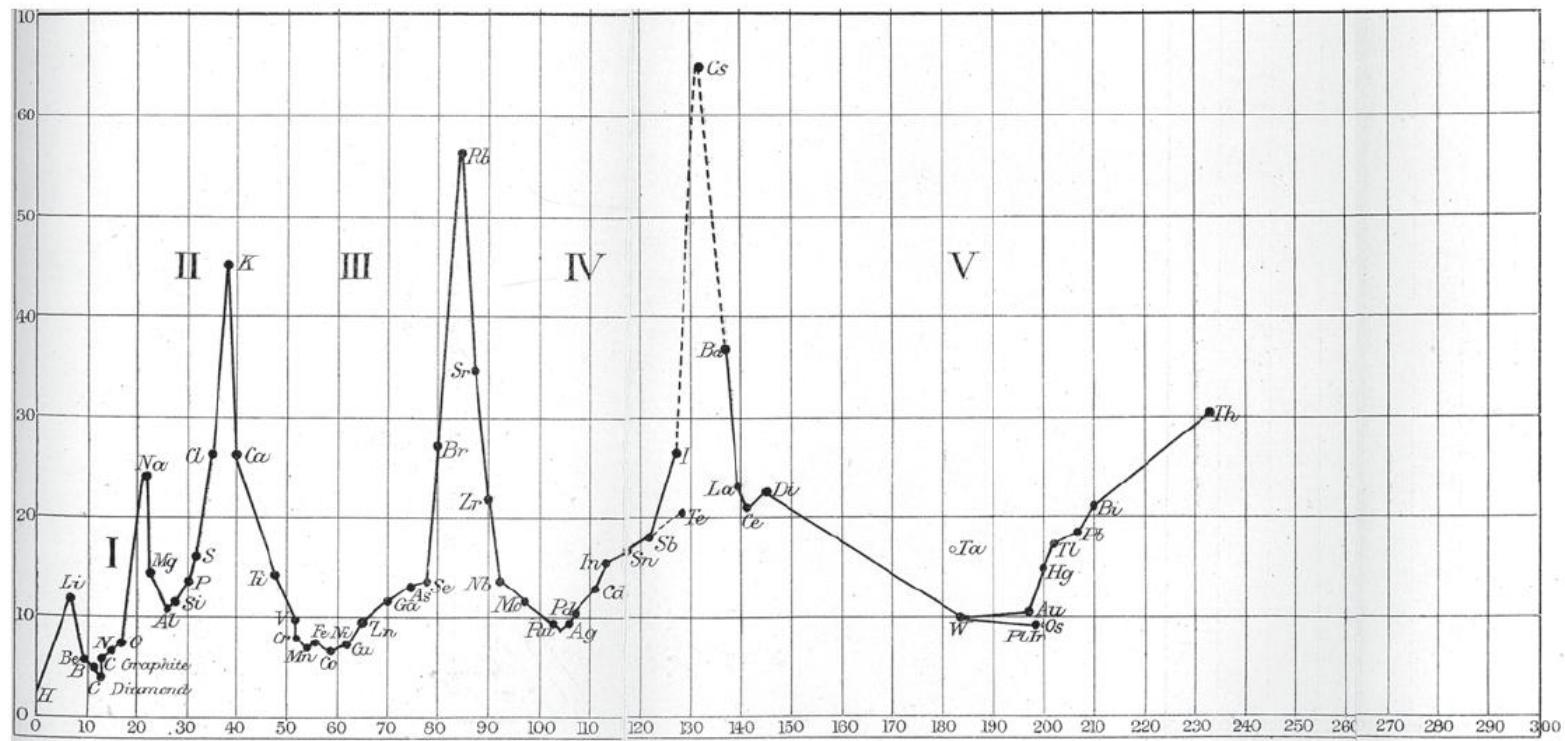
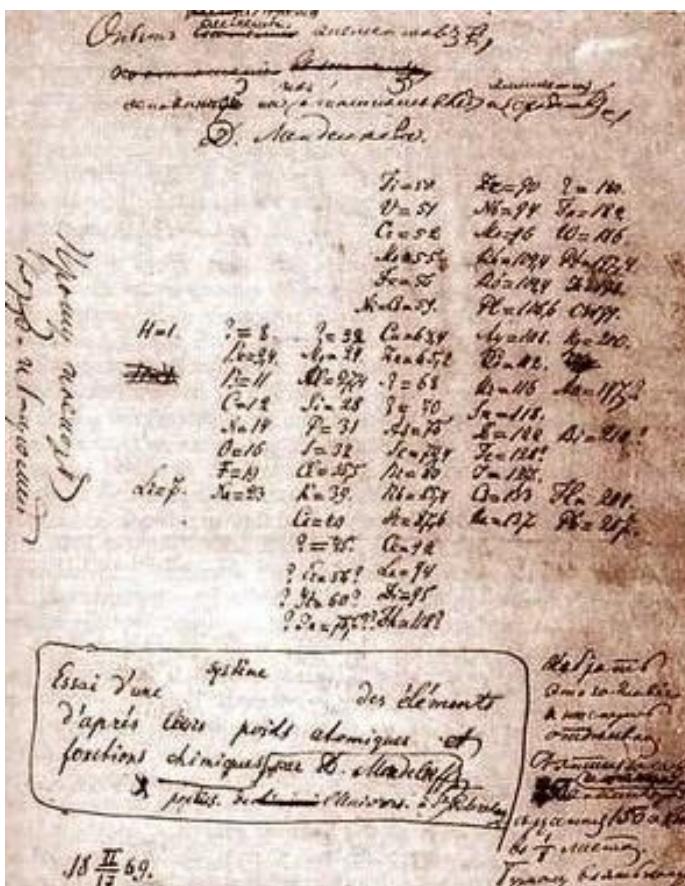


FIGURE 3.10 Plot of atomic volume versus atomic weight. J. Lothar Meyer, *Die Natur der Chemischen Elemente als Function ihrer Atomgewichte*, *Annalen der Chemie, Supplementband*, 7, 354–364, 1870. Reprinted by T. Bayley, *Philosophical Magazine*, 13, 26–37, 1882, p. 26.

La stessa analisi venne presentata da D. Mendeleev nel 1869 a Mosca

1869 Dmitrij Ivanovic Mendeleev lavora indipendentemente sulle **proprietà chimiche degli elementi**; pubblica la prima Tavola Periodica degli elementi moderna ordinando gli elementi noti secondo il **peso atomico, caratteristica fondamentale che cresce con regolarità ma con salti**

*"Le proprietà degli elementi, incluse le proprietà di combinazione, sono una funzione periodica del peso atomico"*



Reihen	Gruppe I. R <sup>0</sup>	Gruppe II. R <sup>0</sup>	Gruppe III. R <sup>0</sup>	Gruppe IV. R <sup>0</sup>	Gruppe V. R <sup>0</sup>	Gruppe VI. R <sup>0</sup>	Gruppe VII. R <sup>0</sup>	Gruppe VIII. R <sup>0</sup>
1	H = 1							
2	Li = 7	Be = 9,4	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19	
3		Na = 23	Mg = 24	Al = 27,8	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35,5
4	K = 39	Ca = 40	— = 44	Ti = 48	V = 51	Cr = 52	Mn = 55	Fe = 56, Co = 59, Ni = 59, Cu = 63.
5	(Cu = 63)	Zn = 65	— = 68	— = 72	As = 75	Se = 78	Br = 80	
6	Rb = 85	Sr = 87	? Yt = 88	Zr = 90	Nb = 94	Mo = 96	— = 100	Ru = 104, Rh = 104, Pd = 106, Ag = 108.
7	(Ag = 108)	Cd = 112	In = 113	Sn = 118	Sb = 122	Te = 125	J = 127	
8	Cs = 133	Ba = 137	? Di = 138	? Ce = 140	—	—	—	
9	(—)	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	? Er = 178	? La = 180	Ta = 182	W = 184	—	Os = 195, Ir = 197, Pt = 198, Au = 199.
11	(Au = 199)	Hg = 200	Tl = 204	Pb = 207	Bi = 208	—	—	
12	—	—	—	Th = 231	—	U = 240	—	—



P.A. molto diversi ma  
proprietà chimiche simili

Typische Elemente		
H = 1	Li = 7	Na = 23
Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65
B = 11	Al = 27,3	—
C = 12	Si = 28	—
N = 14	P = 31	As = 75
O = 16	S = 32	Se = 78
F = 19	Cl = 35,5	Br = 80

P.A. ravvicinati ma  
proprietà chimiche  
significativamente  
diverse

K = 39	Rb = 85	Cs = 133	—	—
Ca = 40	Sr = 87	Ba = 137	—	—
—	? Yt = 88?	? Di = 138?	Er = 178?	—
Ti = 48?	Zr = 90	Co = 140?	? La = 180?	Tb = 231
V = 51	Nb = 94	—	Ta = 182	—
Cr = 52	Mo = 96	—	W = 184	U = 240
Mn = 55	—	—	—	—
Fe = 56	Ru = 104	—	Os = 195?	—
Co = 59	Rh = 104	—	Ir = 197	—
Ni = 59	Pd = 106	—	Pt = 198?	—
Cu = 63	Ag = 108	—	Au = 199?	—
Zn = 65	Cd = 112	—	Hg = 200	—
—	In = 113	—	Tl = 204	—
—	Sn = 118	—	Pb = 207	—
As = 75	Sb = 122	—	Bi = 208	—
Se = 78	Te = 125?	—	—	—
Br = 80	J = 127	—	—	—

FIGURE 4.3 Mendeleev's published periodic system, of 1869. D.I. Mendeleev, Sootnoshenie svoistv s atomnym vesom elementov, *Zhurnal Russkeo Fiziko-Khimicheskoe Obshchestva*, 1, 60–77, 1869,

# Mendeleev lascia alcune posizioni vuote

	13	14	15	
2	5 <b>B</b> boron 10.81 [10.806, 10.821]	6 <b>C</b> carbon 12.011 [12.009, 12.012]	7 <b>N</b> nitrogen 14.007 [14.006, 14.008]	c
0	13 <b>Al</b> aluminium 26.982	14 <b>Si</b> silicon 28.086 [28.084, 28.086]	15 <b>P</b> phosphorus 30.974	[32.0]
8(2)	31 <b>Ga</b> gallium 69.723	33 <b>As</b> arsenic 74.922	84	71
8	49 <b>In</b> indium 114.82	50 <b>Sn</b> tin 118.71	51 <b>Sb</b> antimony 121.76	te
0	81 <b>Tl</b>	82 <b>Ph</b>	83 <b>Ri</b>	

	13	14	15	
2	5 <b>B</b> boron 10.81 [10.806, 10.821]	6 <b>C</b> carbon 12.011 [12.009, 12.012]	7 <b>N</b> nitrogen 14.007 [14.006, 14.008]	c [159]
0	31 <b>Ga</b> gallium 69.723	32 <b>Ge</b> germanium 72.630(8)	33 <b>As</b> arsenic 74.922	84
8(2)	49 <b>In</b> indium 114.82	50 <b>Sn</b> tin 118.71	51 <b>Sb</b> antimony 121.76	71
8	81 <b>Tl</b>	82 <b>Ph</b>	83 <b>Ri</b>	

Regola del quadrilatero

$$P.A.(eka-Si) \approx (28,08 + 118,7 + 69,72 + 74,92) / 4 = 72,9$$

List of Mendeleev's Major Predictions, Successful and Otherwise

<i>Element as given by Mendeleev</i>	<i>Predicted atomic weight</i>	<i>Measured atomic weight</i>	<i>Eventual name</i>
Coronium	0.4	Not found	Not found
Ether	0.17	Not found	Not found
Eka-boron	44	44.6	Scandium
Eka-cerium	54	Not found	Not found
Eka-aluminum	68	69.2	Gallium
Eka-silicon	72	72.0	Germanium
Eka-manganese	100	99	Technetium (1925)
Eka-molybdenum	140	Not found	Not found
Eka-niobium	146	Not found	Not found
Eka-cadmium	155	Not found	Not found
Eka-iodine	170	Not found	Not found
Eka-caesium	175	Not found	Not found
Tri-manganese	190	186	Rhenium (1925)
Dvi-tellurium	212	210	Polonium (1898)
Dvi-caesium	220	223	Francium (1937)
Eka-tantalum	235	231	Protactinium (1917)

Altri problemi non risolti: pesi atomici di Co/Ni, Te/I e lantanidi

# MaTecK's Periodic Table of the Elements

Lettura: Il giardino di Mendeleev (O. Sacks)

**Periodic Table Legend:**

- Crystal structure:**
  - Cubic
  - Orthorhombic
  - Cubic fc
  - Rhombohedral
  - Cubic bc
  - Diamond
  - Tetragonal
  - Hexagonal
  - Monoclinic

Element	Symbol	Atomic Number	Atomic Mass	Density	Melting Point	Boiling Point	Electron Configuration	Crystal Structure
Hydrogen	H	1	1.0079	0.085	-253.14	-252.78	[He]	Cubic
Lithium	Li	3	6.941	0.534	100.54	127.6	[He] 2s1	Cubic
Beryllium	Be	4	9.0122	1.847	111.3	127.6	[He] 2s2	Cubic
Sodium	Na	11	22.990	0.971	97.81	173.0	[Ne] 3s1	Cubic
Magnesium	Mg	12	24.305	1.342	159.8	297.6	[Ne] 3s2	Cubic
Potassium	K	19	39.099	0.862	67.81	173.0	[Ar] 4s1	Cubic
Calcium	Ca	20	40.078	1.54	159.8	297.6	[Ar] 4s2	Cubic
Scandium	Sc	21	44.956	1.92	1541	2836	[Ar] 3d1 4s2	Cubic
Titanium	Ti	22	47.880	4.454	144.8	1668	[Ar] 3d2 4s2	Cubic
Vanadium	V	23	50.942	6.11	136	2362	[Ar] 3d3 4s2	Cubic
Chromium	Cr	24	51.996	7.19	125	2040	[Ar] 3d5 4s1	Cubic
Manganese	Mn	25	54.938	7.44	127	2032	[Ar] 3d5 4s2	Cubic
Iron	Fe	26	55.847	7.874	126	2750	[Ar] 3d6 4s2	Cubic
Cobalt	Co	27	58.933	8.89	125.3	2870	[Ar] 3d7 4s2	Cubic
Nickel	Ni	28	58.693	8.902	124.6	2732	[Ar] 3d8 4s2	Cubic
Copper	Cu	29	63.546	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s1	Cubic
Zinc	Zn	30	65.38	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Gallium	Ga	31	69.723	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Germanium	Ge	32	72.61	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Arsenic	As	33	74.922	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Selenium	Se	34	78.96	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Bromine	Br	35	79.94	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Krypton	Kr	36	81.80	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Rubidium	Rb	37	85.466	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Strontium	Sr	38	87.62	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Yttrium	Y	39	88.906	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Zirconium	Zr	40	91.224	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Niobium	Nb	41	92.308	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Molybdenum	Mo	42	95.94	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Technetium	Tc	43	98.906	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Ruthenium	Ru	44	101.07	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Rhenium	Rh	45	102.91	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Palladium	Pd	46	106.42	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Silver	Ag	47	107.87	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Cadmium	Cd	48	112.41	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
In	In	49	114.82	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Tin	Sn	50	118.71	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Antimony	Sb	51	121.76	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Tellurium	Te	52	127.60	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Iodine	I	53	126.98	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Xenon	Xe	54	131.29	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Cesium	Cs	55	132.91	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Barium	Ba	56	137.33	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Lanthanum	La	57	138.91	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Hafnium	Hf	72	176.49	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Tantalum	Ta	73	180.95	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Tungsten	W	74	183.84	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Rhenium	Re	75	186.21	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Osmium	Os	76	190.23	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Ruthenium	Ir	77	192.22	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Platinum	Pt	78	195.08	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Gold	Au	79	196.97	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Mercury	Hg	80	200.59	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Thallium	Tl	81	204.38	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Lead	Pb	82	207.2	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Bismuth	Bi	83	208.98	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Poisonous	Po	84	239.98	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Astatine	At	85	200.99	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Radon	Rn	86	222.03	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Franium	Fr	87	223	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Radium	Ra	88	226	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Actinium	Ac	89	227	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Rutherfordium	Rf	104	261	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Dubnium	Db	105	262	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Seaborgium	Sg	106	263	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Bohrium	Bh	107	264	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Hassium	Hs	108	268	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Mollibendum	Mt	109	268	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Darmstadtium	Ds	110	271	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Roentgenium	Rg	111	272	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Ununbium	Uub	112	277	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Cerium	Ce	58	140.12	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Praseodymium	Pr	59	140.91	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Neodymium	Nd	60	144.24	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Promethium	Pm	61	144.91	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Samarium	Sm	62	150.36	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Euroopium	Eu	63	151.97	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Gadolinium	Gd	64	157.25	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Terbium	Tb	65	158.93	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Dysprosium	Dy	66	162.50	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Holmium	Ho	67	164.93	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Erbium	Er	68	167.26	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Thulium	Tm	69	168.93	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Ytterbium	Yb	70	173.04	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Lutetium	Lu	71	174.97	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Thorium	Th	90	117.84	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Protactinium	Pa	91	147.08	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Uranium	U	92	149.15	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Neptunium	Np	93	150.45	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Plutonium	Pu	94	152.00	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Americium	Am	95	153.27	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Curium	Cm	96	153.67	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Berkelium	Bk	97	154.70	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Californium	Cf	98	155.10	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Einsteinium	Es	99	155.40	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Fermium	Fm	100	155.80	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Mendelevium	Md	101	156.20	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
No	No	102	156.60	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Nobelium	Nb	103	157.00	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic
Lawrencium	Lr	104	157.40	8.954	127.8	2995	[Ar] 3d10 4s2	Cubic

# Anno 1894

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H 1766																	
2	Li 1817	Be 1797																
3	Na 1807	Mg 1755																
4	K 1807	Ca 1808	Sc 1879	Ti 1791	V 1801	Cr 1797	Mn 1774	Fe -2000	Co 1735	Ni 1751	Cu -8000	Zn 1500	Ga 1875	Ge 1886	As 1250	Se 1817	Br 1826	Kr 1898
5	Rb 1861	Sr 1790	Y 1794	Zr 1789	Nb 1801	Mo 1781	Tc 1937	Ru 1844	Rh 1803	Pd 1803	Ag -3000	Cd 1817	In 1863	Sn -3000	Sb -3000	Te 1783	I 1811	Xe 1898
6	Cs 1860	Ba 1808	57-71 89-103	Hf 1923	Ta 1802	W 1783	Re 1925	Os 1803	Ir 1803	Pt 1735	Au -2500	Hg -1500	Tl 1861	Pb -4000	Bi 1400	Po 1898	At 1940	Rn 1900
7	Fr 1939	Ra 1898		104 Rf 1964	105 Db 1967	106 Sg 1974	107 Bh 1981	108 Hs 1984	109 Mt 1982	110 Ds 1994	111 Rg 1994	112 Cn 1996	113 Nh 2004	114 Fl 1998	115 Mc 2004	116 Lv 2000	117 Ts 2010	118 Og 2006

Select a year to dim elements discovered after that year.

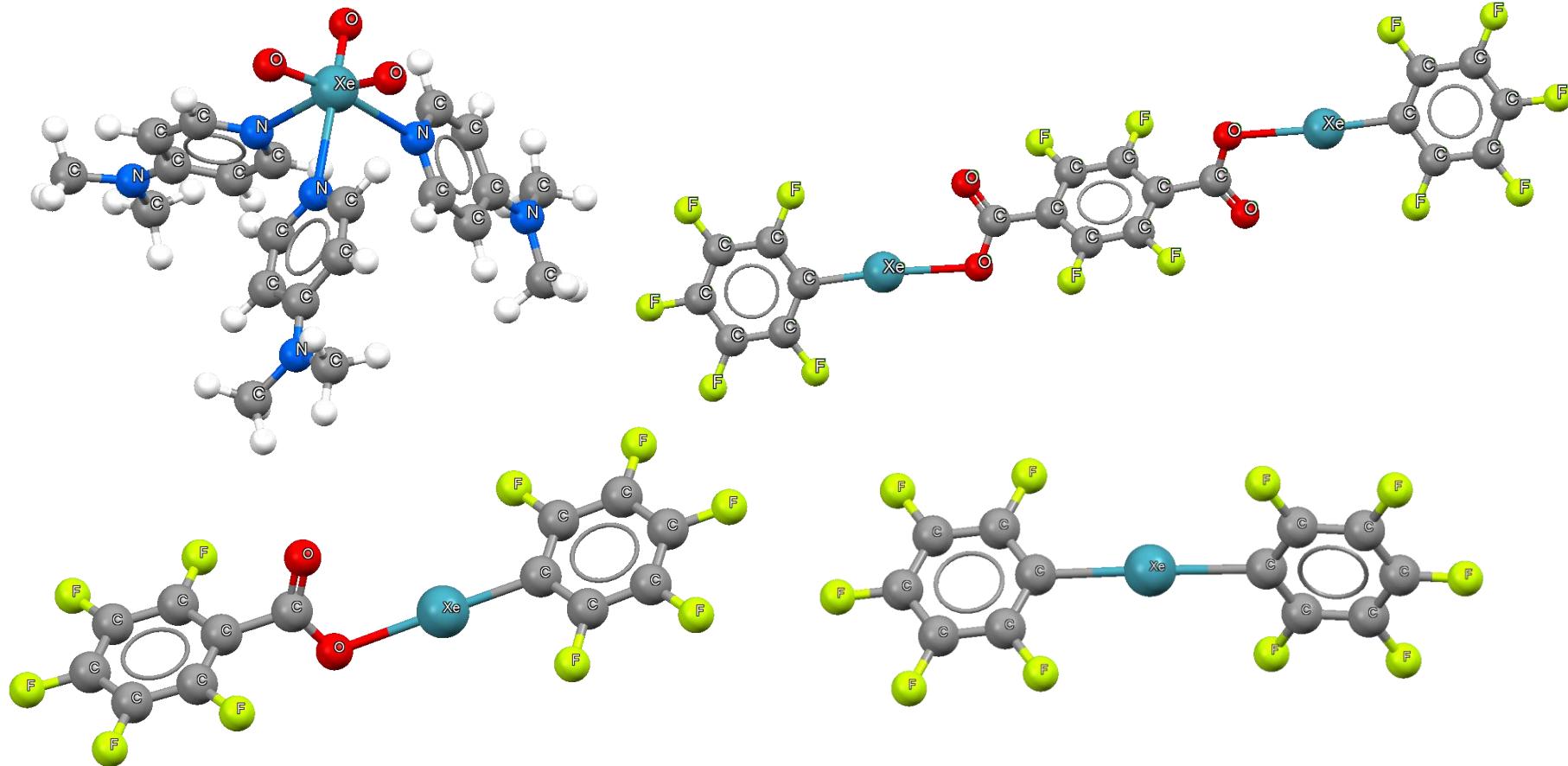
Tavola Periodica Design & Interface Copyright © 1997 Michael Dayah, Ptable.com Ultimo aggiornamento 16 giu 2017

57 La 1839	58 Ce 1803	59 Pr 1885	60 Nd 1885	61 Pm 1945	62 Sm 1879	63 Eu 1901	64 Gd 1880	65 Tb 1843	66 Dy 1886	67 Ho 1878	68 Er 1842	69 Tm 1879	70 Yb 1878	71 Lu 1907
89 Ac 1899	90 Th 1829	91 Pa 1913	92 U 1789	93 Np 1940	94 Pu 1940	95 Am 1944	96 Cm 1944	97 Bk 1949	98 Cf 1950	99 Es 1952	100 Fm 1952	101 Md 1955	102 No 1958	103 Lr 1961

1894 W. Ramsay scopre i **gas nobili**, occupando una regione inattesa nella tavola periodica: Mendeleev sbaglia l'assegnazione dell'argon all'interno del suo sistema periodico

(1962 N. Bartlett ottiene il primo composto di un gas nobile)

### Lettura: L'argon (P. Levi)



# Anno 1900

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pnictogens	Chalcogens	Alogeni	
1	1 H 1766	2	Atomic Sim Year																
2	3 Li 1817	4 Be 1797															1900	2 He 1895	
3	11 Na 1807	12 Mg 1755																10 Ne 1898	
4	19 K 1807	20 Ca 1808	21 Sc 1879	22 Ti 1791	23 V 1801	24 Cr 1797	25 Mn 1774	26 Fe -2000	27 Co 1735	28 Ni 1751	29 Cu -8000	30 Zn 1500	31 Al 1825	5 B 1808	6 C 1772	7 N 1774	8 O 1774	9 F 1886	18 Ar 1894
5	37 Rb 1861	38 Sr 1790	39 Y 1794	40 Zr 1789	41 Nb 1801	42 Mo 1781	43 Tc 1937	44 Ru 1844	45 Rh 1803	46 Pd 1803	47 Ag -3000	48 Cd 1817	49 In 1863	32 Ge 1886	33 As 1250	34 Se 1817	35 Br 1826	36 Kr 1898	
6	55 Cs 1860	56 Ba 1808	57-71 89-103	72 Hf 1923	73 Ta 1802	74 W 1783	75 Re 1925	76 Os 1803	77 Ir 1803	78 Pt 1735	79 Au -2500	80 Hg -1500	81 Tl 1861	82 Pb -4000	83 Bi 1400	84 Po 1898	85 At 1940	86 Rn 1900	
7	87 Fr 1939	88 Ra 1898		104 Rf 1964	105 Db 1967	106 Sg 1974	107 Bh 1981	108 Hs 1984	109 Mt 1982	110 Ds 1994	111 Rg 1994	112 Cn 1996	113 Nh 2004	114 Fl 1998	115 Mc 2004	116 Lv 2000	117 Ts 2010	118 Og 2006	

Select a year to dim elements discovered after that year.

Tavola Periodica Design & Interface Copyright © 1997 Michael Dayah, Ptable.com Ultimo aggiornamento 16 giu 2017

57 La 1839	58 Ce 1803	59 Pr 1885	60 Nd 1885	61 Pm 1945	62 Sm 1879	63 Eu 1901	64 Gd 1880	65 Tb 1843	66 Dy 1886	67 Ho 1878	68 Er 1842	69 Tm 1879	70 Yb 1878	71 Lu 1907			
89 Ac 1899	90 Th 1829	91 Pa 1913	92 U 1789	93 Np 1940	94 Pu 1940	95 Am 1944	96 Cm 1944	97 Bk 1949	98 Cf 1950	99 Es 1952	100 Fm 1952	101 Md 1955	102 No 1958	103 Lr 1961			

# Gli atomi esistono davvero?

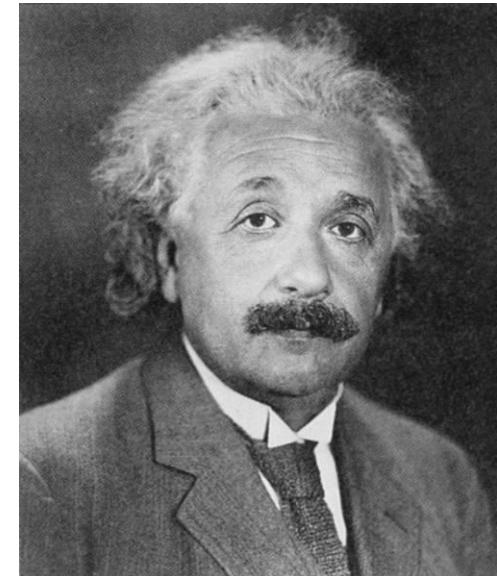
1827 R. Brown studia i granuli di polline in sospensione acquosa

1897 J. J. Thomson scopre l'elettrone

1905 A. Einstein descrive quantitativamente il moto browniano

1910 E. Rutherford propone il modello planetario dell'atomo

1913 H. Moseley dimostra che  $Z$ , carica positiva del nucleo, è un parametro fisico reale: da H a U ci sono esattamente 92 elementi, inversione delle coppie Co/Ni, Te/I, mancano elementi con  $Z = 43, 61, 72, 75, 85, 87$

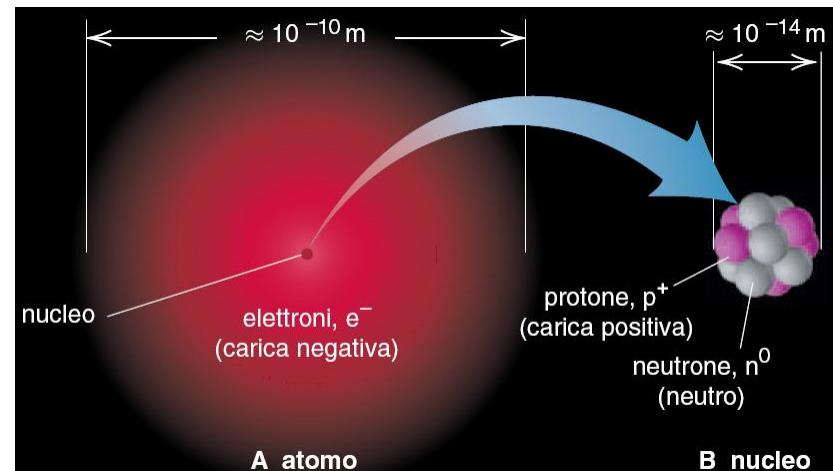


1919 E. Rutherford scopre il protone ( $Z$  è il numero di protoni)

1923 J. Chadwick scopre il neutrone

L'atomo non è più indivisibile

Le reazioni nucleari trasmutano gli elementi



J. H. Vincent 1902

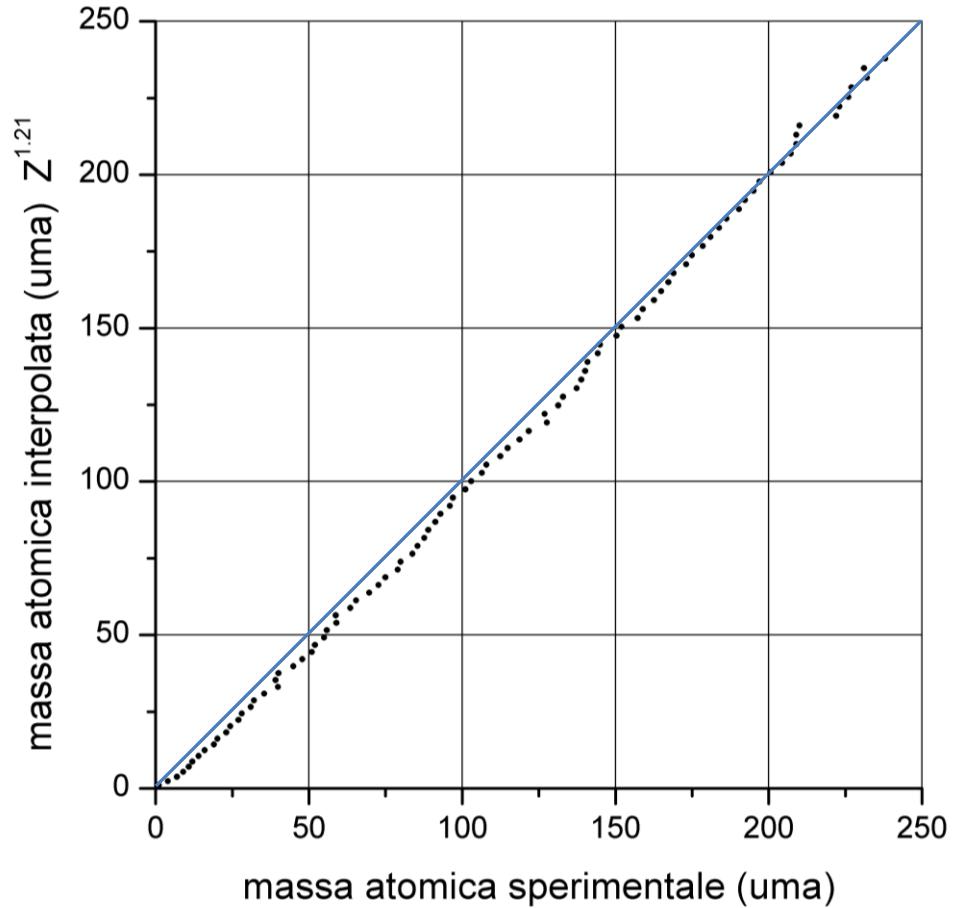
massa atomica =  $N^{1,21}$  con N intero positivo

N = 1 idrogeno

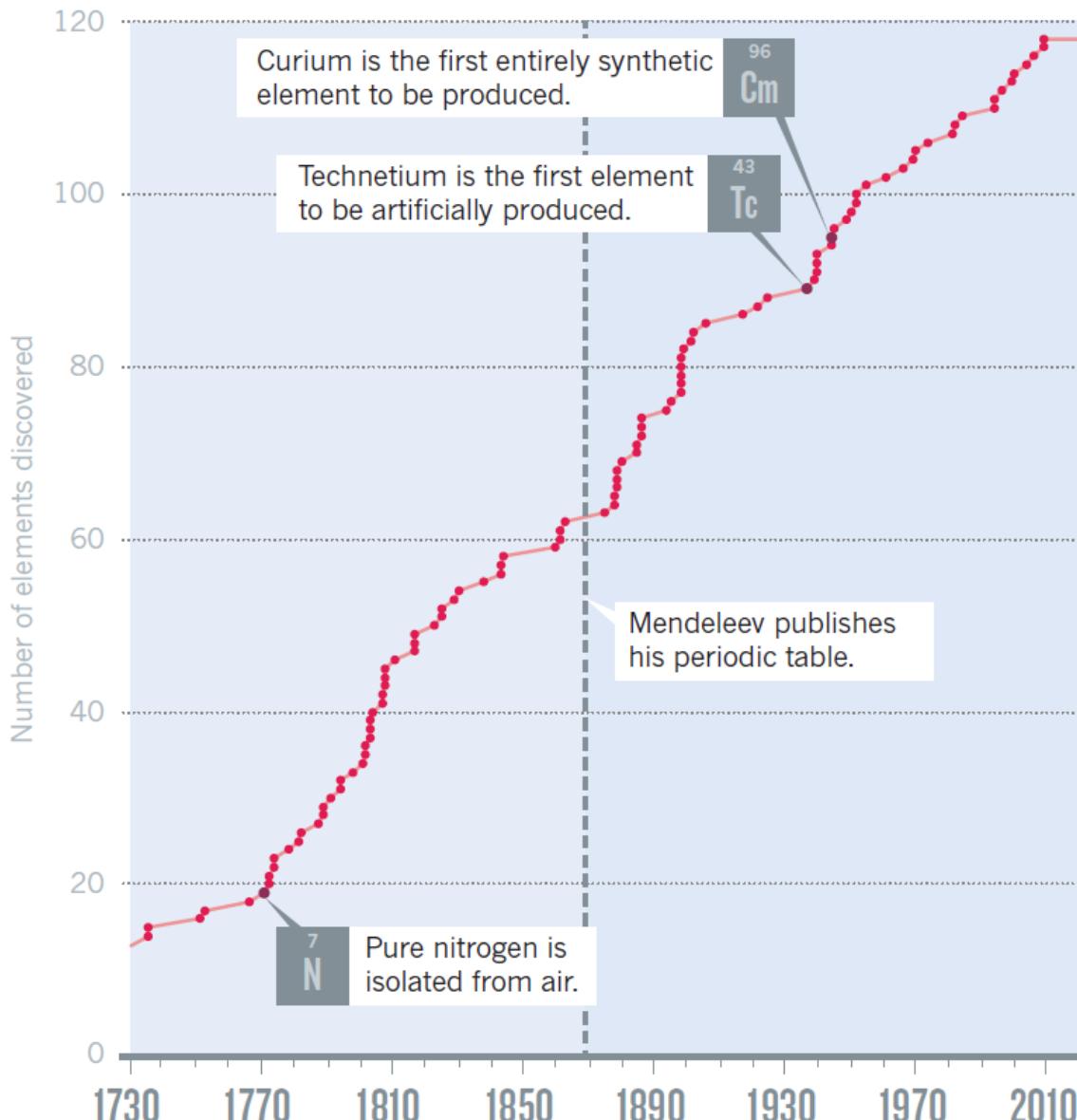
.

.

N = 92 uranio



# La Tavola di Mendeleev è ancora valida con 118 elementi?



Sg (106)

Hs (108)  $\text{HsO}_4$

in accordo con gruppo  
tavola periodica

Db (105) non  
corrisponde a Ta

Og più reattivo dei  
gas nobili?

## La Tavola di Mendeleev sotto pressione ....

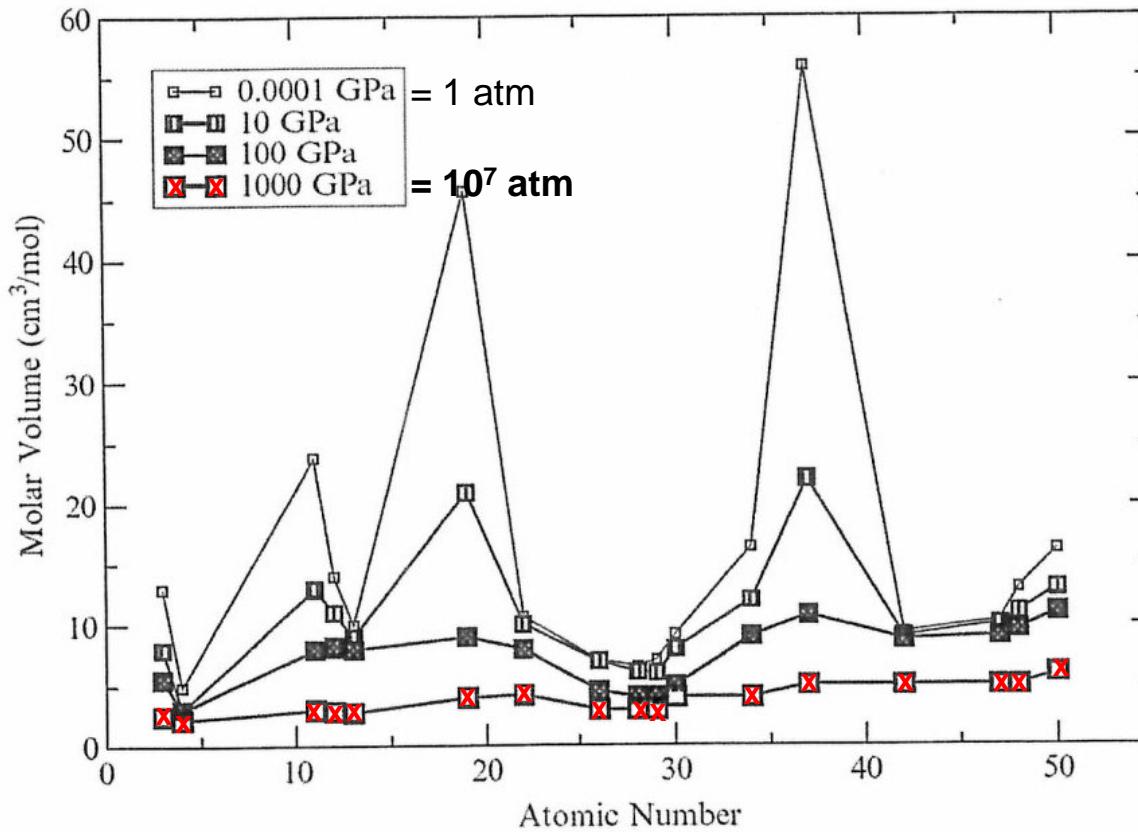
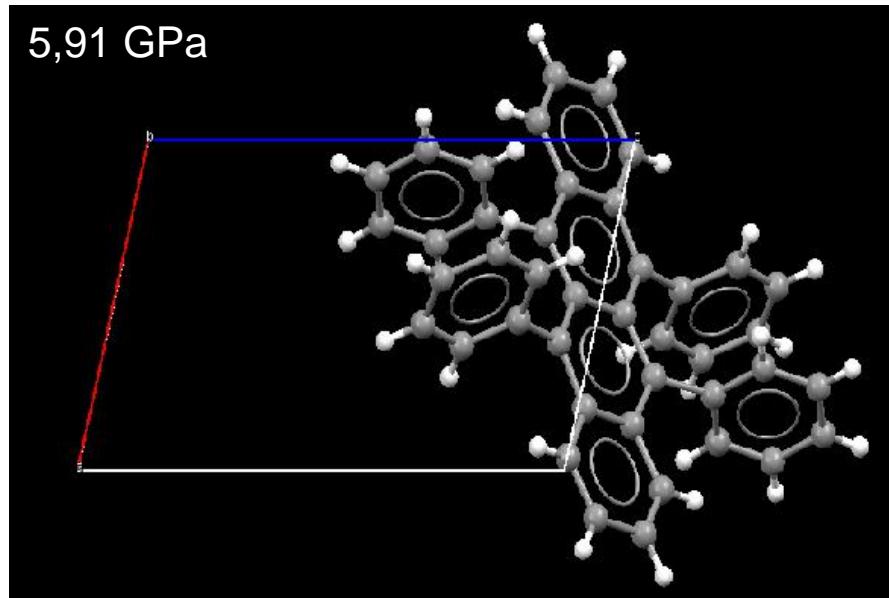


Fig 1 : Raggi atomici (espressi come volume di una mole di elemento chimico) in funzione del numero atomico e della pressione esterna applicata (da Fig. 17.1, J. S. Tse and E. V. Boldyrev, capitolo 17 nel libro *Modern Charge-Density Analysis*, C. Gatti and P. Macchi Eds, Springer, 2012)

Giove: mantello di idrogeno 10000 K 200 GPa nucleo 36000 K 4500 GPa

## diffrazione di raggi X da sincrotrone su cristallo di rubrene



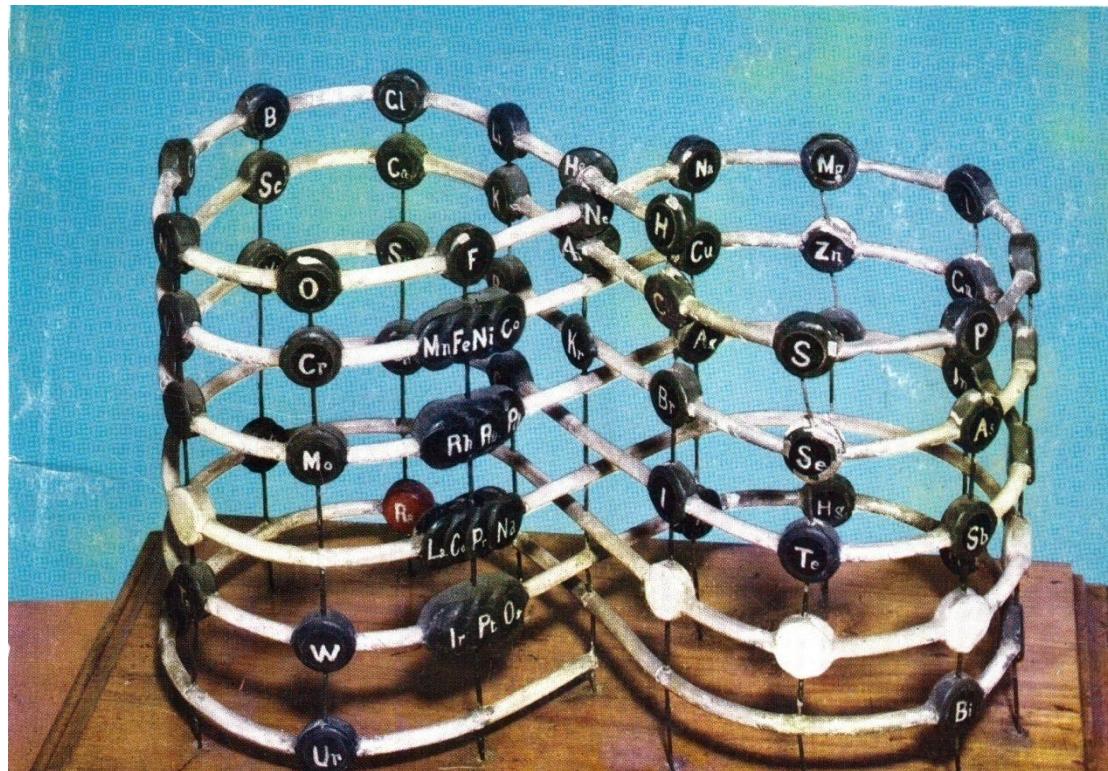
a 7.12 GPa:

variazione densità +32%

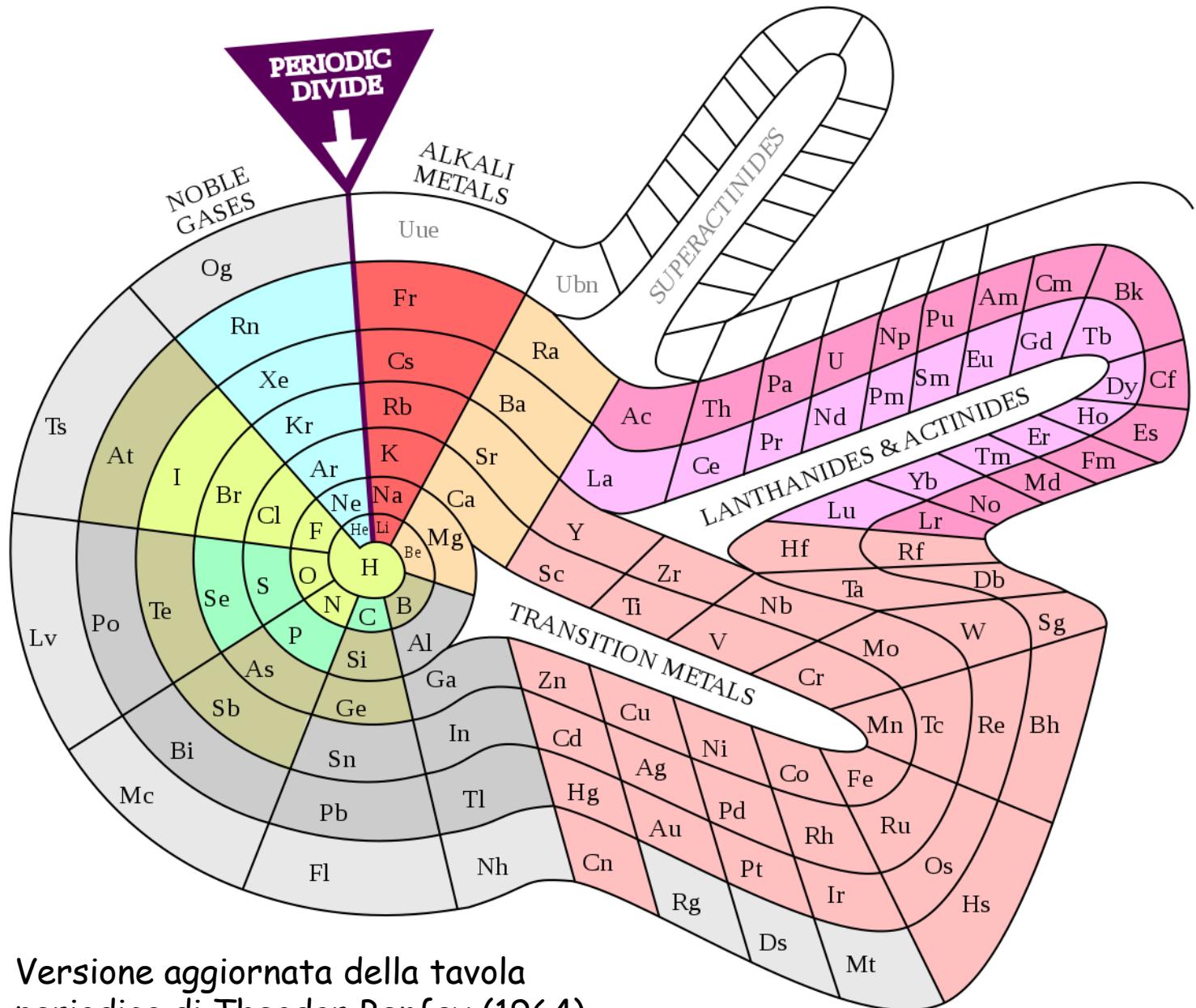
variazione volume -24%

Secondo l'astrofisico Harlow Shapley (1885-1972) la tavola periodica "è probabilmente la più compatta e significativa compilazione di conoscenza portata a termine dall'umanità"

Dal 1869 a oggi sono state prodotte ca. 1000 differenti rappresentazioni grafiche della Tavola Periodica degli Elementi (E. G. Mazurs, *Graphic Representations of the Periodic System During One Hundred Years*; University of Alabama Press, 1974)



Sistema periodico di William Crookes



Versione aggiornata della tavola  
periodica di Theodor Benfey (1964)



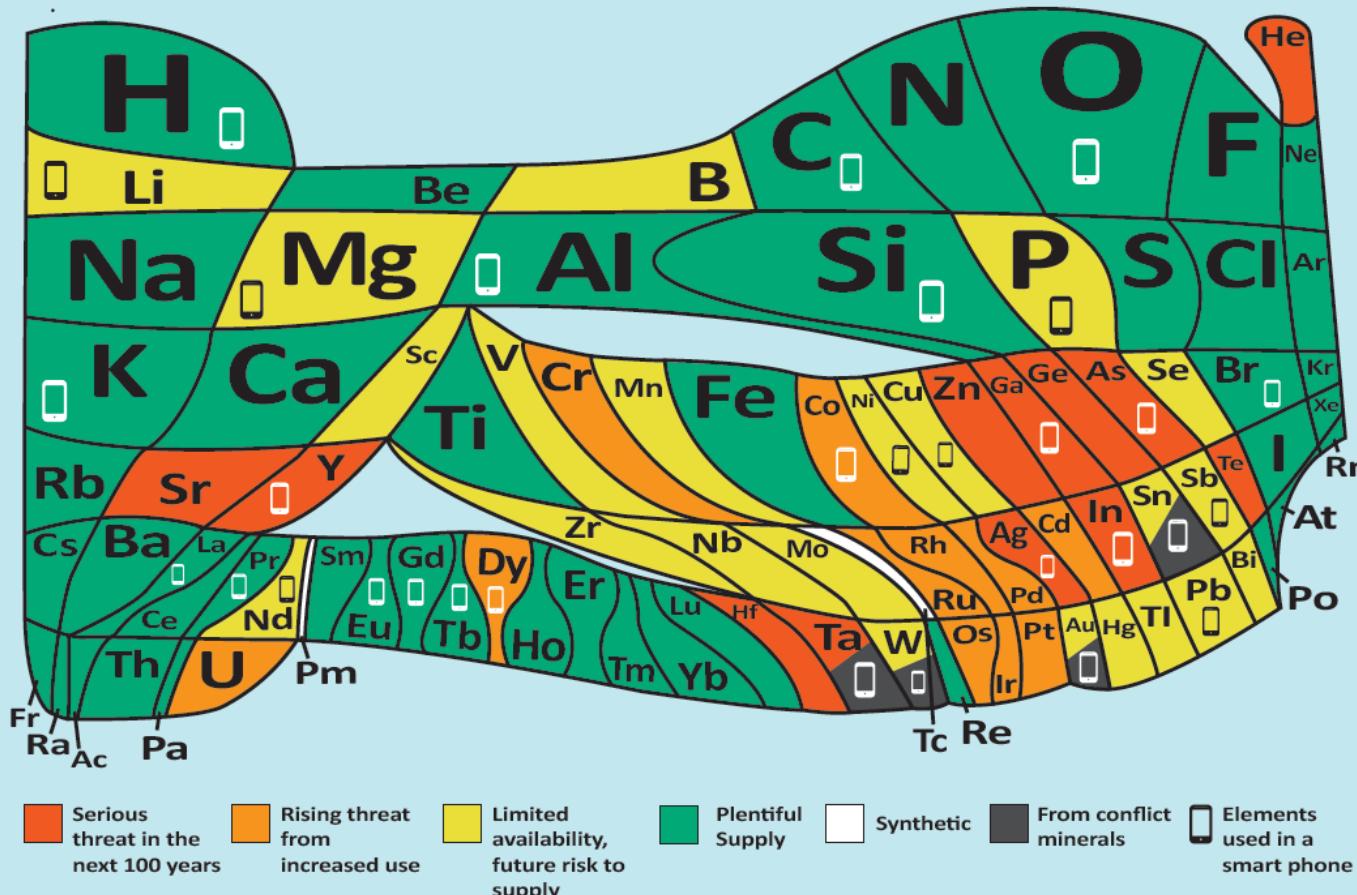
United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization



International Year  
of the Periodic Table  
of Chemical Elements

# The 90 natural elements that make up everything

*How much is there? Is that enough?*



Read more and play the video game <http://bit.ly/euchems-pt>



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NoDerivs CC-BY-ND

 **EuChemS**  
European Chemical Society

Olimpiadi 2020 Tokyo: medaglie olimpiche dal riciclo di  $5 \times 10^6$  telefoni cellulari  
Au: 30 kg Ag: 4000 kg Bronzo: 2700 kg

# PERIODIC TABLE OF ELEMENTS

1	2
1 <b>H</b> Hydrogen Symbol Name Weight 1.008	

3 <b>Li</b> Lithium 6.94	4 <b>Be</b> Beryllium 9.0122
11 <b>Na</b> Sodium 22.990	12 <b>Mg</b> Magnesium 24.305
19 <b>K</b> Potassium 39.098	20 <b>Ca</b> Calcium 40.078
5 <b>Rb</b> Rubidium 85.468	38 <b>Sr</b> Strontium 87.62
55 <b>Cs</b> Cesium 132.91	57 <b>Ba</b> Barium 137.33
87 <b>Fr</b> Francium (223)	58 <b>La</b> Lanthanum 138.91
88 <b>Ra</b> Radium (227)	59 <b>Ce</b> Cerium 140.12
89 <b>Ac</b> Actinium (227)	60 <b>Pr</b> Praseodymium (140.91)
90 <b>Th</b> Thorium 232.04	61 <b>Nd</b> Neodymium 144.24
91 <b>Pa</b> Protactinium 231.04	62 <b>Sm</b> Samarium 150.94
92 <b>U</b> Uranium 238.03	63 <b>Eu</b> Europium 151.96
93 <b>Pu</b> Plutonium (244)	64 <b>Gd</b> Gadolinium 157.25
94 <b>Pm</b> Plutonium (243)	65 <b>Tb</b> Terbium 158.93
95 <b>Am</b> Americium (247)	66 <b>Dy</b> Dysprosium 162.50
96 <b>Cm</b> Curium (251)	67 <b>Ho</b> Holmium 164.93
97 <b>Bk</b> Berkelium (247)	68 <b>Er</b> Erbium 167.26
98 <b>Cf</b> Curium (252)	69 <b>Tm</b> Thulium 168.93
99 <b>Es</b> Einsteinium (257)	70 <b>Yb</b> Ytterbium 173.05
100 <b>Fm</b> Fermium (258)	71 <b>Lu</b> Lutetium 174.97
101 <b>Md</b> Mendelevium (259)	72 <b>Hf</b> Hafnium 180.95
102 <b>No</b> Neptunium (260)	73 <b>Ta</b> Tantalum 183.54
103 <b>Lr</b> Lawrencium (266)	74 <b>W</b> Tungsten 186.21
104 <b>Rf</b> Rutherfordium (268)	75 <b>Re</b> Rhenium 190.23
105 <b>Db</b> Dubnium (269)	76 <b>Os</b> Osmium 195.08
106 <b>Sg</b> Seaborgium (268)	77 <b>Pt</b> Platinum 196.97
107 <b>Bh</b> Bhertium (269)	78 <b>Au</b> Gold 200.59
108 <b>Hs</b> Hassium (270)	79 <b>Hg</b> Mercury 204.38
109 <b>Mt</b> Meitnerium (270)	80 <b>Tl</b> Thallium 207.2
110 <b>Ds</b> Darmstadtium (262)	81 <b>Pb</b> Lead 206.98
111 <b>Rg</b> Rutherfordium (265)	82 <b>Po</b> Polonium (209)
112 <b>Cn</b> Copernicium (286)	83 <b>At</b> Astatine (210)
113 <b>Nh</b> Nhoniun (269)	84 <b>Rn</b> Rnion (222)
114 <b>Fl</b> Florineum (293)	85 <b>Mc</b> Meitnerium (294)
115 <b>Ts</b> Tsotomium (290)	86 <b>Lv</b> Livermorium (294)
116 <b>Og</b> Oganesson (294)	87 <b>Og</b> Oganesson (294)

Practogens		Chalcogens		Halogens	
13 <b>B</b> Boron 10.81	14 <b>C</b> Carbon 12.011	15 <b>N</b> Nitrogen 14.007	16 <b>O</b> Oxygen 15.999	17 <b>F</b> Fluorine 18.998	18 <b>He</b> Helium 4.0026
13 <b>Al</b> Aluminum 26.962	14 <b>Si</b> Silicon 28.085	15 <b>P</b> Phosphorus 30.974	16 <b>S</b> Sulfur 32.06	17 <b>Cl</b> Chlorine 35.45	18 <b>Ar</b> Argon 36.948
13 <b>As</b> Arsenic 74.922	14 <b>Ge</b> Germanium 72.630	15 <b>Br</b> Bromine 79.904	16 <b>Kr</b> Krypton 83.798	17 <b>Xe</b> Xenon 131.29	18 <b>Rn</b> Rnion 222
13 <b>Sb</b> Antimony 121.76	14 <b>Te</b> Tellurium 127.60	15 <b>I</b> Iodine 126.90	16 <b>At</b> Astine (210)	17 <b>Ts</b> Tsotomium (293)	18 <b>Og</b> Oganesson (294)

Ptable.com

For elements with no stable isotopes, the mass number of the isotope with the longest half-life is in parentheses.

Metals	Nonmetals	Noble gases
Alkaline earth metals	Lanthanoids (Lanthanides)	Post-transition metals
Alkali metals	Actinoids (Actinides)	Transition metals
		Metalloids
		Other nonmetals

Solid     Hg Liquid     H Gas     Rf Unknown

3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12

21 <b>Sc</b> Scandium 44.956	22 <b>Tl</b> Titanium 47.867	23 <b>V</b> Vanadium 50.942	24 <b>Cr</b> Chromium 51.996	25 <b>Mn</b> Manganese 54.938	26 <b>Fe</b> Iron 55.845	27 <b>Co</b> Cobalt 58.933	28 <b>Ni</b> Nickel 58.693	29 <b>Cu</b> Copper 63.546	30 <b>Zn</b> Zinc 65.3
31 <b>B</b> Boron 10.81	32 <b>C</b> Carbon 12.011	33 <b>N</b> Nitrogen 14.007	34 <b>O</b> Oxygen 15.999	35 <b>F</b> Fluorine 18.998	36 <b>He</b> Helium 4.0026	37 <b>Li</b> Lithium 6.94	38 <b>Be</b> Beryllium 9.0122	39 <b>Na</b> Sodium 22.990	40 <b>Mg</b> Magnesium 24.305
41 <b>Al</b> Aluminum 26.962	42 <b>Si</b> Silicon 28.085	43 <b>P</b> Phosphorus 30.974	44 <b>S</b> Sulfur 32.06	45 <b>Cl</b> Chlorine 35.45	46 <b>Ar</b> Argon 36.948	47 <b>As</b> Arsenic 74.922	48 <b>Se</b> Arsenic 74.922	49 <b>Br</b> Bromine 79.904	50 <b>Kr</b> Krypton 83.798
51 <b>Sb</b> Antimony 121.76	52 <b>Te</b> Tellurium 127.60	53 <b>I</b> Iodine 126.90	54 <b>Xe</b> Xenon 131.29	55 <b>Rn</b> Rnion (222)	56 <b>Og</b> Oganesson (294)	57 <b>Li</b> Lanthanum (138.91)	58 <b>Be</b> Cerium (140.12)	59 <b>Na</b> Praseodymium (140.91)	60 <b>Mg</b> Neodymium (144.24)
61 <b>Al</b> Curium (144.24)	62 <b>Si</b> Curium (145.94)	63 <b>P</b> Curium (145.94)	64 <b>S</b> Curium (150.94)	65 <b>Cl</b> Curium (151.96)	66 <b>Ar</b> Curium (151.96)	67 <b>As</b> Curium (151.96)	68 <b>Se</b> Curium (151.96)	69 <b>Br</b> Curium (151.96)	70 <b>Kr</b> Curium (151.96)
71 <b>Lu</b> Curium (151.96)	72 <b>Hf</b> Curium (151.96)	73 <b>Ta</b> Curium (151.96)	74 <b>W</b> Curium (151.96)	75 <b>Re</b> Curium (151.96)	76 <b>Os</b> Curium (151.96)	77 <b>Pt</b> Curium (151.96)	78 <b>Au</b> Curium (151.96)	79 <b>Hg</b> Curium (151.96)	80 <b>Tl</b> Curium (151.96)
81 <b>Li</b> Curium (151.96)	82 <b>Be</b> Curium (151.96)	83 <b>Na</b> Curium (151.96)	84 <b>Mg</b> Curium (151.96)	85 <b>Al</b> Curium (151.96)	86 <b>Si</b> Curium (151.96)	87 <b>P</b> Curium (151.96)	88 <b>S</b> Curium (151.96)	89 <b>Cl</b> Curium (151.96)	90 <b>Ar</b> Curium (151.96)
91 <b>Lu</b> Curium (151.96)	92 <b>Hf</b> Curium (151.96)	93 <b>Ta</b> Curium (151.96)	94 <b>W</b> Curium (151.96)	95 <b>Re</b> Curium (151.96)	96 <b>Os</b> Curium (151.96)	97 <b>Pt</b> Curium (151.96)	98 <b>Au</b> Curium (151.96)	99 <b>Hg</b> Curium (151.96)	100 <b>Tl</b> Curium (151.96)
101 <b>Lu</b> Curium (151.96)	102 <b>Hf</b> Curium (151.96)	103 <b>Ta</b> Curium (151.96)	104 <b>W</b> Curium (151.96)	105 <b>Re</b> Curium (151.96)	106 <b>Os</b> Curium (151.96)	107 <b>Pt</b> Curium (151.96)	108 <b>Au</b> Curium (151.96)	109 <b>Hg</b> Curium (151.96)	110 <b>Tl</b> Curium (151.96)
111 <b>Lu</b> Curium (151.96)	112 <b>Hf</b> Curium (151.96)	113 <b>Ta</b> Curium (151.96)	114 <b>W</b> Curium (151.96)	115 <b>Re</b> Curium (151.96)	116 <b>Os</b> Curium (151.96)	117 <b>Pt</b> Curium (151.96)	118 <b>Au</b> Curium (151.96)	119 <b>Hg</b> Curium (151.96)	120 <b>Tl</b> Curium (151.96)
121 <b>Lu</b> Curium (151.96)	122 <b>Hf</b> Curium (151.96)	123 <b>Ta</b> Curium (151.96)	124 <b>W</b> Curium (151.96)	125 <b>Re</b> Curium (151.96)	126 <b>Os</b> Curium (151.96)	127 <b>Pt</b> Curium (151.96)	128 <b>Au</b> Curium (151.96)	129 <b>Hg</b> Curium (151.96)	130 <b>Tl</b> Curium (151.96)
131 <b>Lu</b> Curium (151.96)	132 <b>Hf</b> Curium (151.96)	133 <b>Ta</b> Curium (151.96)	134 <b>W</b> Curium (151.96)	135 <b>Re</b> Curium (151.96)	136 <b>Os</b> Curium (151.96)	137 <b>Pt</b> Curium (151.96)	138 <b>Au</b> Curium (151.96)	139 <b>Hg</b> Curium (151.96)	140 <b>Tl</b> Curium (151.96)
141 <b>Lu</b> Curium (151.96)	142 <b>Hf</b> Curium (151.96)	143 <b>Ta</b> Curium (151.96)	144 <b>W</b> Curium (151.96)	145 <b>Re</b> Curium (151.96)	146 <b>Os</b> Curium (151.96)	147 <b>Pt</b> Curium (151.96)	148 <b>Au</b> Curium (151.96)	149 <b>Hg</b> Curium (151.96)	150 <b>Tl</b> Curium (151.96)
151 <b>Lu</b> Curium (151.96)	152 <b>Hf</b> Curium (151.96)	153 <b>Ta</b> Curium (151.96)	154 <b>W</b> Curium (151.96)	155 <b>Re</b> Curium (151.96)	156 <b>Os</b> Curium (151.96)	157 <b>Pt</b> Curium (151.96)	158 <b>Au</b> Curium (151.96)	159 <b>Hg</b> Curium (151.96)	160 <b>Tl</b> Curium (151.96)
161 <b>Lu</b> Curium (151.96)	162 <b>Hf</b> Curium (151.96)	163 <b>Ta</b> Curium (151.96)	164 <b>W</b> Curium (151.96)	165 <b>Re</b> Curium (151.96)	166 <b>Os</b> Curium (151.96)	167 <b>Pt</b> Curium (151.96)	168 <b>Au</b> Curium (151.96)	169 <b>Hg</b> Curium (151.96)	170 <b>Tl</b> Curium (151.96)
171 <b>Lu</b> Curium (151.96)	172 <b>Hf</b> Curium (151.96)	173 <b>Ta</b> Curium (151.96)	174 <b>W</b> Curium (151.96)	175 <b>Re</b> Curium (151.96)	176 <b>Os</b> Curium (151.96)	177 <b>Pt</b> Curium (151.96)	178 <b>Au</b> Curium (151.96)	179 <b>Hg</b> Curium (151.96)	180 <b>Tl</b> Curium (151.96)
181 <b>Lu</b> Curium (151.96)	182 <b>Hf</b> Curium (151.96)	183 <b>Ta</b> Curium (151.96)	184 <b>W</b> Curium (151.96)	185 <b>Re</b> Curium (151.96)	186 <b>Os</b> Curium (151.96)	187 <b>Pt</b> Curium (151.96)	188 <b>Au</b> Curium (151.96)	189 <b>Hg</b> Curium (151.96)	190 <b>Tl</b> Curium (151.96)
191 <b>Lu</b> Curium (151.96)	192 <b>Hf</b> Curium (151.96)	193 <b>Ta</b> Curium (151.96)	194 <b>W</b> Curium (151.96)	195 <b>Re</b> Curium (151.96)	196 <b>Os</b> Curium (151.96)	197 <b>Pt</b> Curium (151.96)	198 <b>Au</b> Curium (151.96)	199 <b>Hg</b> Curium (151.96)	200 <b>Tl</b> Curium (151.96)
201 <b>Lu</b> Curium (151.96)	202 <b>Hf</b> Curium (151.96)	203 <b>Ta</b> Curium (151.96)	204 <b>W</b> Curium (151.96)	205 <b>Re</b> Curium (151.96)	206 <b>Os</b> Curium (151.96)	207 <b>Pt</b> Curium (151.96)	208 <b>Au</b> Curium (151.96)	209 <b>Hg</b> Curium (151.96)	210 <b>Tl</b> Curium (151.96)
211 <b>Lu</b> Curium (151.96)	212 <b>Hf</b> Curium (151.96)	213 <b>Ta</b> Curium (151.96)	214 <b>W</b> Curium (151.96)	215 <b>Re</b> Curium (151.96)	216 <b>Os</b> Curium (151.96)	217 <b>Pt</b> Curium (151.96)	218 <b>Au</b> Curium (151.96)	219 <b>Hg</b> Curium (151.96)	220 <b>Tl</b> Curium (151.96)
221 <b>Lu</b> Curium (151.96)	222 <b>Hf</b> Curium (151.96)	223 <b>Ta</b> Curium (151.96)	224 <b>W</b> Curium (151.96)	225 <b>Re</b> Curium (151.96)	226 <b>Os</b> Curium (151.96)	227 <b>Pt</b> Curium (151.96)	228 <b>Au</b> Curium (151.96)	229 <b>Hg</b> Curium (151.96)	230 <b>Tl</b> Curium (151.96)
231 <b>Lu</b> Curium (151.96)	232 <b>Hf</b> Curium (151.96)	233 <b>Ta</b> Curium (151.96)	234 <b>W</b> Curium (151.96)	235 <b>Re</b> Curium (151.96)	236 <b>Os</b> Curium (151.96)	237 <b>Pt</b> Curium (151.96)	238 <b>Au</b> Curium (151.96)	239 <b>Hg</b> Curium (151.96)	240 <b>Tl</b> Curium (151.96)
241 <b>Lu</b> Curium (151.96)	242 <b>Hf</b> Curium (151.96)	243 <b>Ta</b> Curium (151.96)	244 <b>W</b> Curium (151.96)	245 <b>Re</b> Curium (151.96)	246 <b>Os</b> Curium (151.96)	247 <b>Pt</b> Curium (151.96)	248 <b>Au</b> Curium (151.96)	249 <b>Hg</b> Curium (151.96)	250 <b>Tl</b> Curium (151.96)
251 <b>Lu</b> Curium (151.96)	252 <b>Hf</b> Curium (151.96)	253 <b>Ta</b> Curium (151.96)	254 <b>W</b> Curium (151.96)	255 <b>Re</b> Curium (151.96)	256 <b>Os</b> Curium (151.96)	257 <b>Pt</b> Curium (151.96)	258 <b>Au</b> Curium (151.96)	259 <b>Hg</b> Curium (151.96)	260 <b>Tl</b> Curium (151.96)
261 <b>Lu</b> Curium (151.96)	262 <b>Hf</b> Curium (151.96)	263 <b>Ta</b> Curium (151.96)	264 <b>W</b> Curium (151.96)	265 <b>Re</b> Curium (151.96)	266 <b>Os</b> Curium (151.96)	267 <b>Pt</b> Curium (151.96)	268 <b>Au</b> Curium (151.96)	269 <b>Hg</b> Curium (151.96)	270 <b>Tl</b> Curium (151.96)
271 <b>Lu</b> Curium (151.96)	272 <b>Hf</b> Curium (151.96)	273 <b>Ta</b> Curium (151.96)	274 <b>W</b> Curium (151.96)	275 <b>Re</b> Curium (151.					

0	I					
0	H	I	II	III	IV	V
1.01	1.01	2	3	4	5	6
He	Li	Be	C	N	O	F
4.00	6.94	9.01	10.81	12.01	14.01	19.00
10	11	12	13	14	15	16
Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S
20.18	22.99	24.31	26.98	28.09	30.97	32.07

### A Cut-Out Chart of the Periodic System (Periodic Table Cylinder) 8.5 x 11 inches

		III	IV	V	VI	VII		VIII B		I'	II'	III'	IV'	V'	VI'	VII'	
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
Ar	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	
39.95	39.10	40.08	44.95	47.88	50.94	52.00	54.94	55.85	58.93	58.70	63.55	65.38	69.73	72.64	74.92	78.96	79.90
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53
Kr	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I
83.80	85.47	87.63	88.91	91.32	93.91	95.96	[96]	101.07	102.91	106.42	107.87	113.41	114.82	118.71	121.76	127.80	126.90

54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64						
Xe	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd						
131.29	132.91	137.53	138.91	140.12	140.91	144.24	[145]	150.56	151.96	157.25						
71	70	69	68	67	66	65	66	65	65	65						
Lu	Yb	Tm	Er	Ho	Dy	Tb										
174.97	173.04	168.93	167.26	164.93	162.93	162.50										

### Lanthanide Series

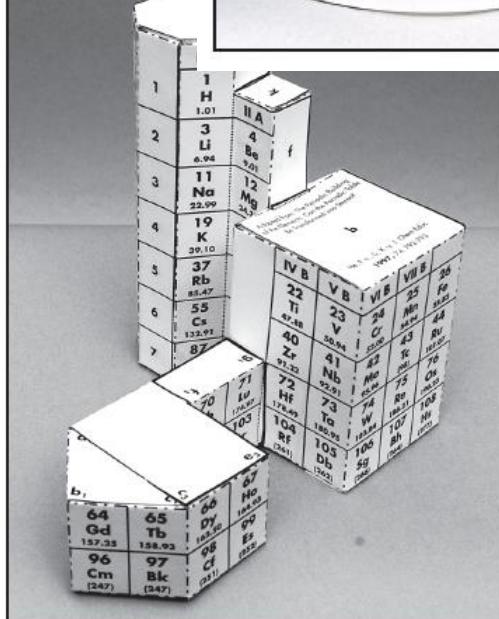
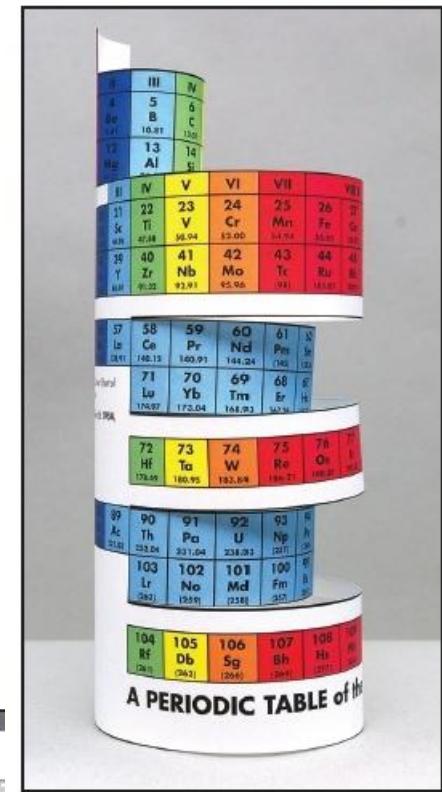
72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84			
Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po			
178.49	180.95	183.84	186.21	190.23	193.23	195.08	196.97	200.59	204.38	207.2	206.98	[209]			
103	102	101	100	99	98	97									
Lr	No	Md	Fm	Es	Cf	Bk									
[262]	[239]	[238]	[237]	[232]	[231]	[247]									

### Actinide Series

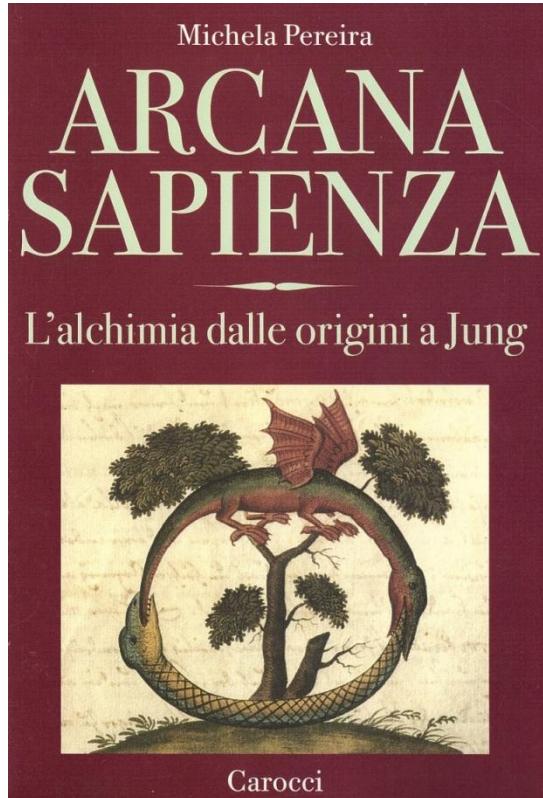
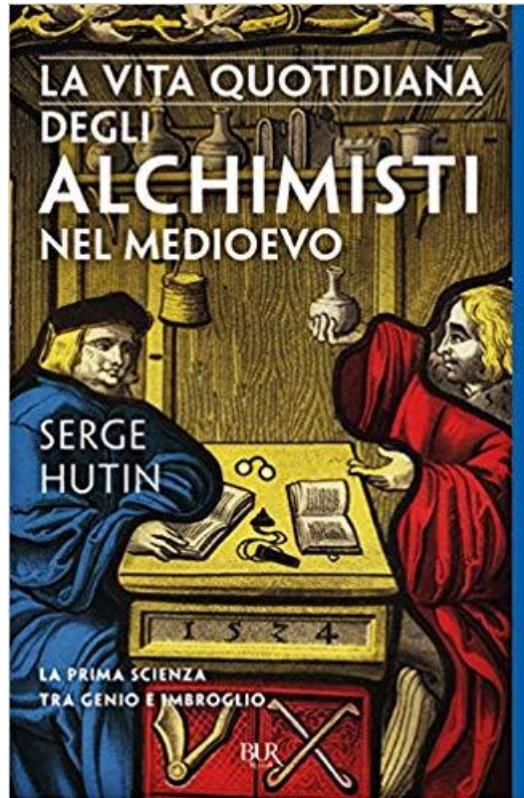
104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116			
Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg								
[261]	[263]	[266]	[264]	[277]	[268]	[261]	[272]	[285]	[284]	[289]	[288]	[293]			
118															
[294]															

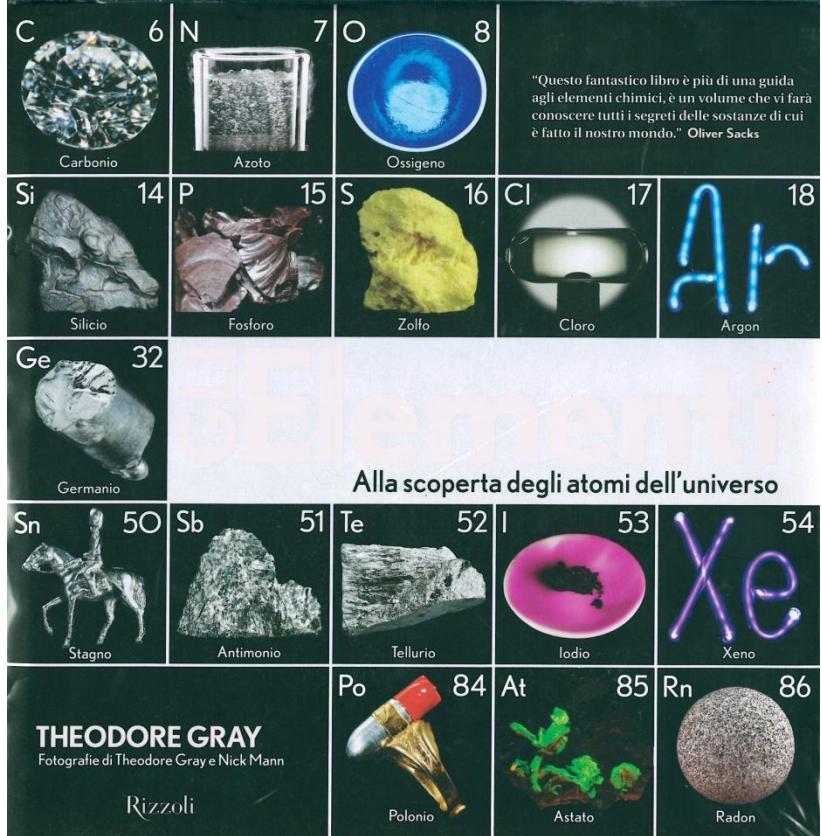
### A PERIODIC TABLE of the ELEMENTS

Supplement to:  
Periodic Table Presentations and Inspirations  
by Mary E. Saecker, J. Chem. Educ. 2009









## 22 Titanio

TRA GLI ELEMENTI, IL TITANIO è uno dei più noti. Il suo nome viene associato a migliaia di prodotti, indipendentemente dal fatto che contengano titanio o meno.

Se però non avete mai sentito parlare di "TITANIO" stampato in modo evidente sulla parte in metallo, pensatevi due volte prima di concludere che sia davvero fatto di titanio. Il titano è altrettanto facile per scoprilo e "scoprirne": la mazza con una mola: se non vedete le caratteristiche scritte bianche del titanio autentico, allora non è vero. Per esempio, il titano è più duro del titanio e simmetria di forza, sia nei fatti (per esempio la resistenza a torsione, momento del jet, resistenza alle radiazioni) e nei razzi). È anche del tutto resistente alla rugGINE e non provoca allergie, al punto che il suo uso più comune è all'interno del corpo, sotto forma di protesi per l'anca. Impanti

denti e gioielli (per esempio piercing alla lingua, alle sopracciglia, e altri nei monili in voga presso le adolescenti).

Benché il titanio metallico sia costoso, questo elementare è piuttosto economico: il cassio dell'orologio infatti non dalla scarsità, ma dalla difficoltà di raffinamento. Il biossido di titanio ( $TiO_2$ ) è ovunque. È il bianco della pittura, il pigmento preferito da coloristi di tutti i colori del vento, evitando che si possa vedere ciò che c'è sotto. Persino la carta di questo libro.

Per esempio, per fare la stampa di una facciata si può vedere in trasparenza su quella retrostante.

Dai monili ai razzi, il titanio è un elemento sempre più importante fonte di grande invida per il suo vicino, il vanadio, che lavora nell'anomonia anche quando crea come creare una lega di durezza molto maggiore di quelle del titanio.



Elementare

Peso atomico  
47,867  
Densità  
4,507  
Raggio atomico  
176 pm  
Struttura cristallina



59



## 16 Zolfo

IL ZOLFO È PUZZOLENTE: puzza in polvere, puzza come cristallo solido e puzza bruciato. È comprensibile che molte culture antichissime attribuiscono proprietà infernali all'elemento, come le streghe della mitologia greca e romana, la morte e l'infelicità, pietre dell'orba, perché si trova sul bordo dei crateri dei vulcani. Ma non è solo un elemento puzzolente: è squallido, prima tra tutti l'acido solforico ( $H_2S$ ), che odore di una mazza: i composti gassosi solubilizzati nella combinazione di zolfo e ossigeno sono stati tra i principali responsabili dello smog cittadino e oggi obbligatori filtrati dai combustibili fossili. Il zolfo è stato anche un ingrediente di base della polvere di spuma e quindi sulla spalle della responsabilità della morte di milioni di persone.

C'è qualcosa di positivo di altre? Be', lo zolfo è molto utile. L'industria chimica ne produce e consuma grandi quantità, soprattutto in forma di acido solforico, fondamentale in numerosi processi di lavorazione dei metalli.

Nel negozi di giardinaggio potrete comprare sacchi di zolfo puzzolente in polvere, per innaffiare i vostri piante e far crescere i ragno. Lo zolfo è generalmente considerato un materiale "organico", contrapposto alle sostanze sintetiche "chimiche", benché sia un elemento inorganico.

Lo zolfo puro, ma si può maneggiare in grandi quantità senza pericolo. Viceversa, lo zolfo bruciato è un ottimo insetticida quasi gradevole, che ci ricorda il sapore della pizzeria, ma se lo giri o n'è più

un grande cristallo di zolfo puro-nato, che cioè si trova in natura.

In superficie segno di giardinaggio a tempo a poco prezzo zolfo puro a 90%.

Un grande cristallo di zolfo puro-nato, che cioè si trova in natura.

La pietra (FeS).

Il zolfo da antico farmacista.

Un tempo la penicillina ( $C_16H_{18}N_4O_4$ ) era tratta direttamente dal fungo Penicillium, presenti per raffazzolarla. Ora è questa boccetta da 500 ml, per curare i cancri, costa 7 dollari.

In natura, lo zolfo si presenta in forma quasi pura attorno ai vulcani e alle sorgenti geotermiche.

Le odori caratteristici dell'aglio e della cipolla provengono in realtà da composti dello zolfo.

Lo zolfo, in questa forma, gocciola un'apparizione che molti credono sulfurea, molto più sulfurea, centrale e carbonio.

Un grande cristallo di zolfo puro-nato, che cioè si trova in natura.

La pietra (FeS).

Il zolfo da antico farmacista.

Un tempo la penicillina ( $C_16H_{18}N_4O_4$ ) era tratta direttamente dal fungo Penicillium, presenti per raffazzolarla. Ora è questa boccetta da 500 ml, per curare i cancri, costa 7 dollari.

In natura, lo zolfo si presenta in forma quasi pura attorno ai vulcani e alle sorgenti geotermiche.

Le odori caratteristici dell'aglio e della cipolla provengono in realtà da composti dello zolfo.

Lo zolfo, in questa forma, gocciola un'apparizione che molti credono sulfurea, molto più sulfurea, centrale e carbonio.

Un grande cristallo di zolfo puro-nato, che cioè si trova in natura.

La pietra (FeS).

Il zolfo da antico farmacista.

Un tempo la penicillina ( $C_16H_{18}N_4O_4$ ) era tratta direttamente dal fungo Penicillium, presenti per raffazzolarla. Ora è questa boccetta da 500 ml, per curare i cancri, costa 7 dollari.

In natura, lo zolfo si presenta in forma quasi pura attorno ai vulcani e alle sorgenti geotermiche.

Le odori caratteristici dell'aglio e della cipolla provengono in realtà da composti dello zolfo.

Lo zolfo, in questa forma, gocciola un'apparizione che molti credono sulfurea, molto più sulfurea, centrale e carbonio.

Un grande cristallo di zolfo puro-nato, che cioè si trova in natura.

La pietra (FeS).

Il zolfo da antico farmacista.

Un tempo la penicillina ( $C_16H_{18}N_4O_4$ ) era tratta direttamente dal fungo Penicillium, presenti per raffazzolarla. Ora è questa boccetta da 500 ml, per curare i cancri, costa 7 dollari.

In natura, lo zolfo si presenta in forma quasi pura attorno ai vulcani e alle sorgenti geotermiche.

Le odori caratteristici dell'aglio e della cipolla provengono in realtà da composti dello zolfo.

Lo zolfo, in questa forma, gocciola un'apparizione che molti credono sulfurea, molto più sulfurea, centrale e carbonio.

Un grande cristallo di zolfo puro-nato, che cioè si trova in natura.

La pietra (FeS).

Il zolfo da antico farmacista.

Un tempo la penicillina ( $C_16H_{18}N_4O_4$ ) era tratta direttamente dal fungo Penicillium, presenti per raffazzolarla. Ora è questa boccetta da 500 ml, per curare i cancri, costa 7 dollari.

In natura, lo zolfo si presenta in forma quasi pura attorno ai vulcani e alle sorgenti geotermiche.

Le odori caratteristici dell'aglio e della cipolla provengono in realtà da composti dello zolfo.

Lo zolfo, in questa forma, gocciola un'apparizione che molti credono sulfurea, molto più sulfurea, centrale e carbonio.

Un grande cristallo di zolfo puro-nato, che cioè si trova in natura.

La pietra (FeS).

Elementare

Peso atomico  
32,065  
Densità  
1,930  
Raggio atomico  
88 pm  
Struttura cristallina



59

Elementare

Peso atomico  
32,065  
Densità  
1,930  
Raggio atomico  
88 pm  
Struttura cristallina



47

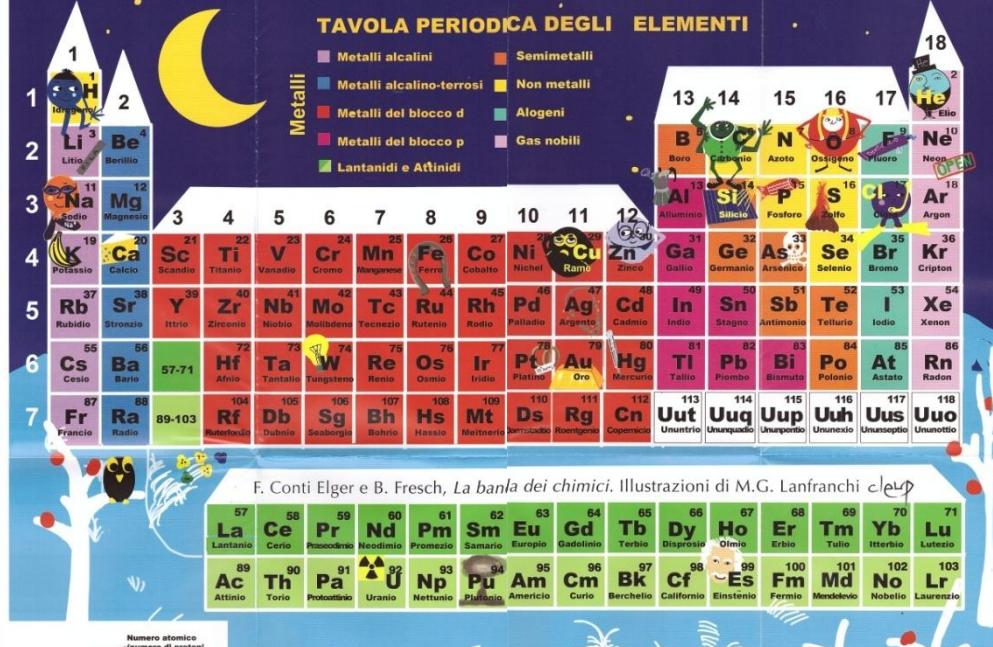
FOSCA CONTI ELGER  
BARBARA FRESCHE



# LA BANDA dei CHIMICI

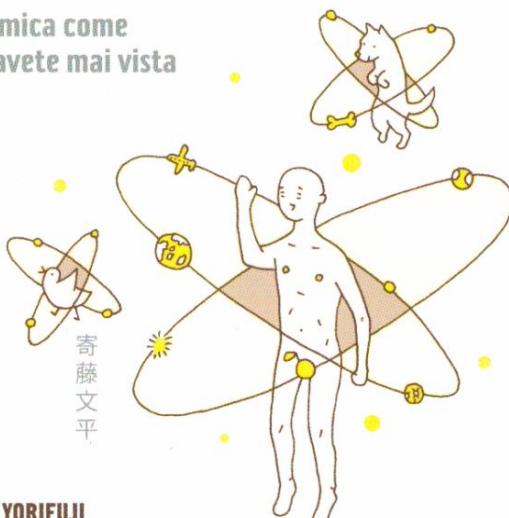
Illustrazioni di  
Maria Giovanna Lanfranchi

cleup



## La meravigliosa vita degli elementi

La chimica come  
non l'avete mai vista



BUNPEI YORIFUJI



GRANDANGOLO

# BOYLE

LA CHIMICA  
COME SCIENZA ESATTA

GRANDANGOLO

# LAVOISIER

NASCE LA CHIMICA MODERNA

CORRIERE DELLA SERA

GRANDANGOLO

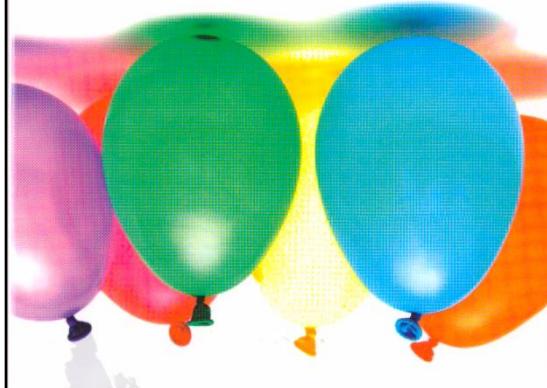
# MENDELEEV

LA TAVOLA PERIODICA  
DEGLI ELEMENTI

CORRIERE DELLA SERA

## Peter Atkins Il Regno periodico

Viaggio nel mondo degli elementi chimici



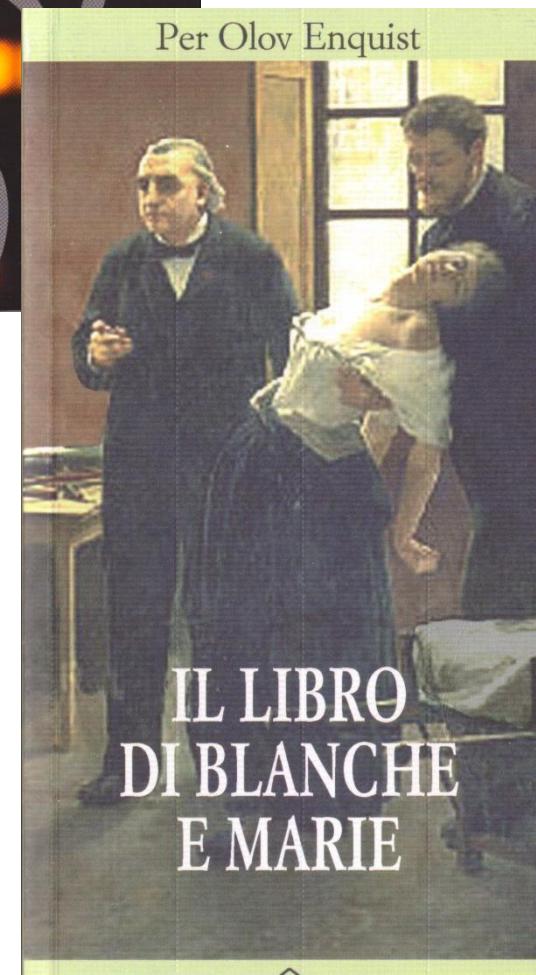
CHIAVI DI LETTURA ZANICHELLI

MICROSCOPI



HOEPLI

## La signora dei mondi invisibili

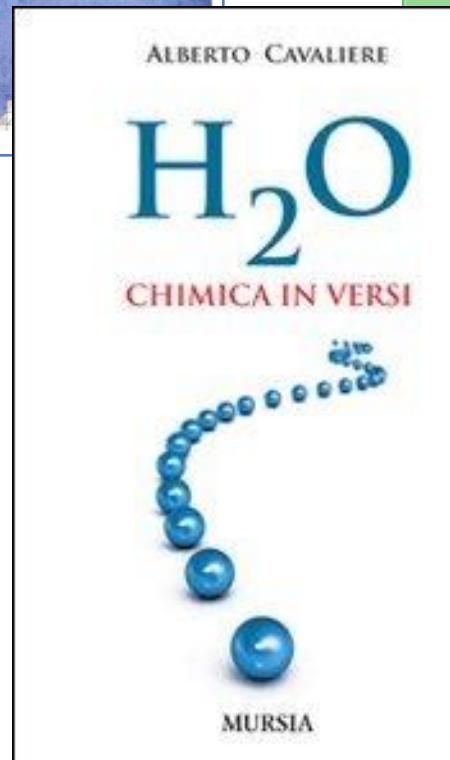
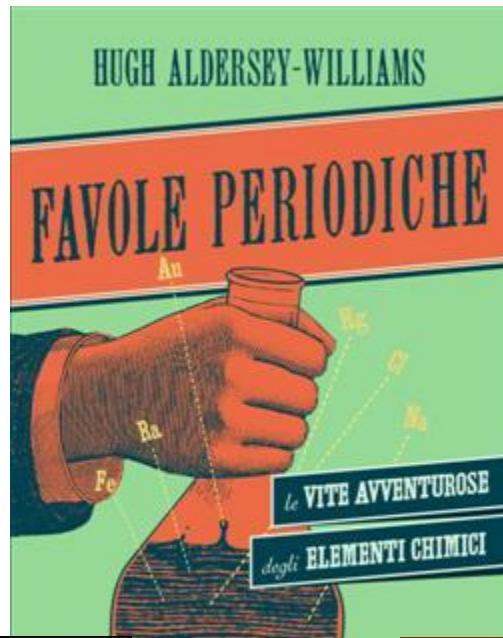
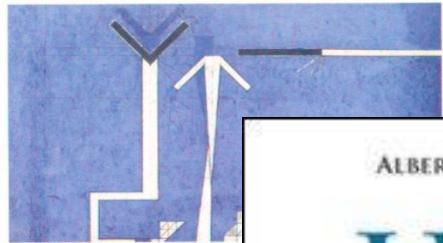


IL LIBRO  
DI BLANCHE  
E MARIE

Primo Levi  
**Il sistema periodico**

«Tutto in questo libro  
è essenziale,  
meravigliosamente puro...»  
Saul Bellow

ET  
Einaudi



Adriano Zecchina  
**Alchimie nell'arte**

La chimica e l'evoluzione della pittura



Biblioteca Scientifica 51

Sam Kean

**IL CUCCHIAINO SCOMPARSO**

*e altre storie della tavola periodica degli elementi*

ADELPHI

Penny Le Couteur e Jay Burreson

«Un libro che sa intrecciare brillantemente chimica e cultura. Uno trovato appassionante e piacevolissimo da leggere.»  
Oliver Sacks



# i BOTTONI *di* NAPOLEONE

Come 17 molecole  
hanno cambiato la storia



TEX

G L I   A D E L P H I

*Oliver Sacks*

## Zio Tungsteno



Steve Miller

# La chimica del cosmo

Dall'idrogeno alle strutture complesse della vita



edizioni Dedalo

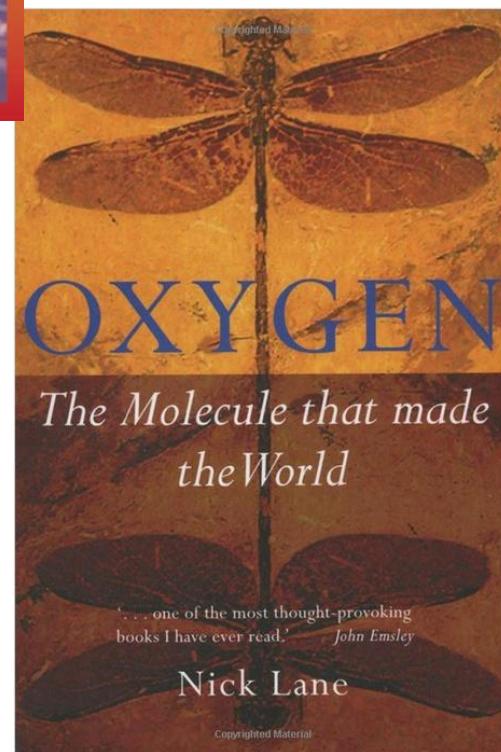
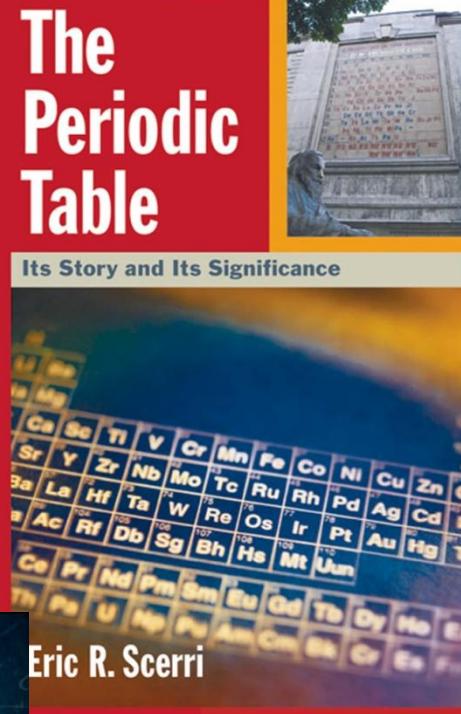
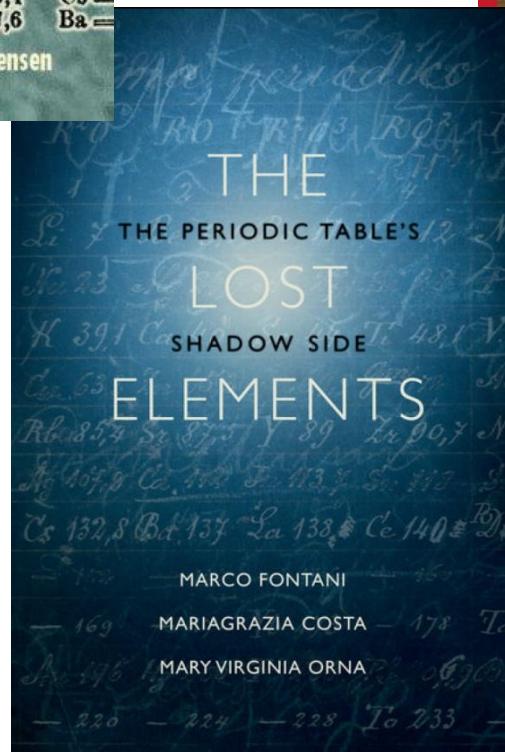
# MENDELEEV on the PERIODIC LAW

Selected Writings, 1869–1905

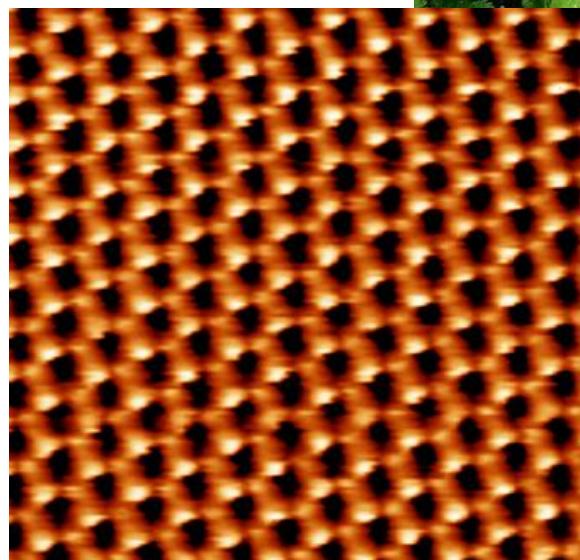
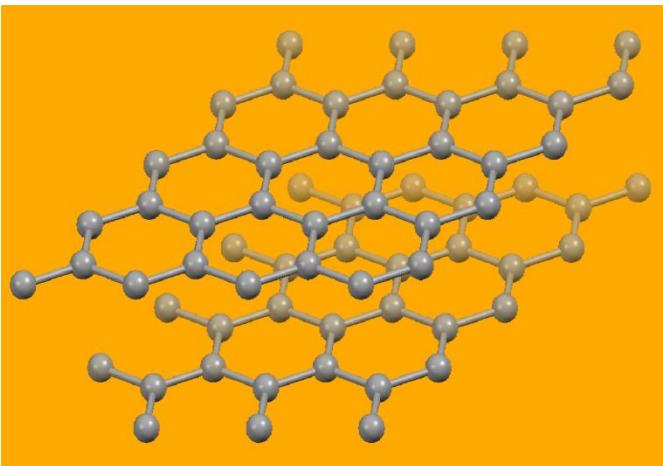
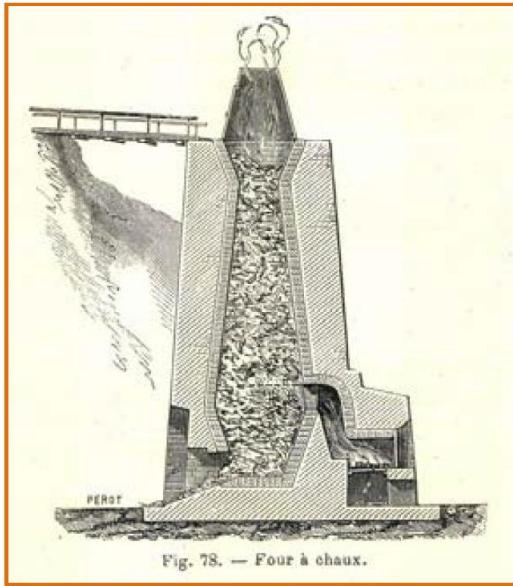
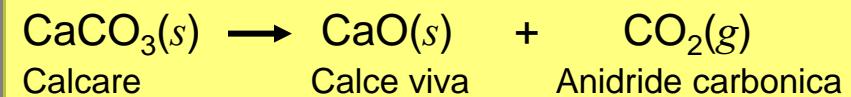


= 1	Be = 9,4	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19	Na = 23	Ca = 40	Pd = 59	Ag = 63,4	Cd = 65,2	Ur = 68	Sn = 70	Sb = 75	Te = 79,4	J = 80	I = 85,4	Cs = 87,6	Ba =
-----	----------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	-----------	-----------	---------	---------	---------	-----------	--------	----------	-----------	------

Selected and Edited by William B. Jensen



## Lettura: Il carbonio (P. Levi)



Struttura superficiale della grafite "vista" con microscopia a effetto tunnel (M. Moret ca. 1992)

Tagliare lungo la linea eliminando la cornice esterna

1 1 <b>H</b> hydrogen 1.008 [1.0078, 1.0082]	2 3 <b>Li</b> lithium 6.94 [6.938, 6.997]	4 <b>Be</b> beryllium 9.0122	IUPAC Periodic Table of the Elements										18 2 <b>He</b> helium 4.0026					
			Key: atomic number <b>Symbol</b> name conventional atomic weight standard atomic weight	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 14 15 16 17				
11 <b>Na</b> sodium 22.990	12 <b>Mg</b> magnesium 24.305 [24.304, 24.307]	20 <b>Ca</b> calcium 40.078(4)	21 <b>Sc</b> scandium 44.956	22 <b>Ti</b> titanium 47.867	23 <b>V</b> vanadium 50.942	24 <b>Cr</b> chromium 51.996	25 <b>Mn</b> manganese 54.938	26 <b>Fe</b> iron 55.845(2)	27 <b>Co</b> cobalt 58.933	28 <b>Ni</b> nickel 58.693	29 <b>Cu</b> copper 63.546(3)	30 <b>Zn</b> zinc 65.38(2)	31 <b>Ga</b> gallium 69.723	32 <b>Ge</b> germanium 72.630(8)	33 <b>As</b> arsenic 74.922	34 <b>Se</b> selenium 78.971(8)	35 <b>Br</b> bromine 79.901 [79.901, 79.907]	36 <b>Kr</b> krypton 83.798(2)
19 <b>K</b> potassium 39.098	38 <b>Rb</b> rubidium 85.468	39 <b>Sr</b> strontium 87.62	40 <b>Y</b> yttrium 88.906	40 <b>Zr</b> zirconium 91.224(2)	41 <b>Nb</b> niobium 92.906	42 <b>Mo</b> molybdenum 95.95	43 <b>Tc</b> technetium 95.95	44 <b>Ru</b> ruthenium 101.07(2)	45 <b>Rh</b> rhodium 102.91	46 <b>Pd</b> palladium 106.42	47 <b>Ag</b> silver 107.87	48 <b>Cd</b> cadmium 112.41	49 <b>In</b> indium 114.82	50 <b>Sn</b> tin 118.71	51 <b>Sb</b> antimony 121.76	52 <b>Te</b> tellurium 127.60(3)	53 <b>I</b> iodine 126.90	54 <b>Xe</b> xenon 131.29
55 <b>Cs</b> caesium 132.91	56 <b>Ba</b> barium 137.33	57-71 lanthanoids 178.49(2)	72 <b>Hf</b> hafnium 180.95	73 <b>Ta</b> tantalum 183.84	74 <b>W</b> tungsten 186.21	75 <b>Re</b> rhenium 190.23(3)	76 <b>Os</b> osmium 192.22	77 <b>Ir</b> iridium 195.08	78 <b>Pt</b> platinum 196.97	79 <b>Au</b> gold 196.97	80 <b>Hg</b> mercury 200.59 [204.38, 204.39]	81 <b>Tl</b> thallium 207.2	82 <b>Pb</b> lead 208.98	83 <b>Bi</b> bismuth 208.98	84 <b>Po</b> polonium 208.98	85 <b>At</b> astatine 208.98	86 <b>Rn</b> radon 208.98	
87 <b>Fr</b> francium 223.01	88 <b>Ra</b> radium 226.02	89-103 actinoids 231.04	104 <b>Rf</b> rutherfordium 232.04	105 <b>Db</b> dubnium 231.04	106 <b>Sg</b> seaborgium 238.03	107 <b>Bh</b> bohrium 238.03	108 <b>Hs</b> hassium 238.03	109 <b>Mt</b> meitnerium 238.03	110 <b>Ds</b> darmstadtium 238.03	111 <b>Rg</b> roentgenium 238.03	112 <b>Cn</b> copernicium 238.03	113 <b>Nh</b> nihonium 238.03	114 <b>Fl</b> flerovium 238.03	115 <b>Mc</b> moscovium 238.03	116 <b>Lv</b> livmorium 238.03	117 <b>Ts</b> tennessine 238.03	118 <b>Og</b> oganesson 238.03	

57 <b>La</b> lanthanum 138.91	58 <b>Ce</b> cerium 140.12	59 <b>Pr</b> praseodymium 140.91	60 <b>Nd</b> neodymium 144.24	61 <b>Pm</b> promethium 150.36(2)	62 <b>Sm</b> samarium 151.96	63 <b>Eu</b> europium 157.25(3)	64 <b>Gd</b> gadolinium 158.93	65 <b>Tb</b> terbium 162.50	66 <b>Dy</b> dysprosium 164.93	67 <b>Ho</b> holmium 167.26	68 <b>Er</b> erbium 168.93	69 <b>Tm</b> thulium 173.05	70 <b>Yb</b> ytterbium 174.97	71 <b>Lu</b> lutetium 174.97
89 <b>Ac</b> actinium 232.04	90 <b>Th</b> thorium 231.04	91 <b>Pa</b> protactinium 231.04	92 <b>U</b> uranium 238.03	93 <b>Np</b> neptunium 238.03	94 <b>Pu</b> plutonium 238.03	95 <b>Am</b> americium 238.03	96 <b>Cm</b> curium 238.03	97 <b>Bk</b> berkelium 238.03	98 <b>Cf</b> californium 238.03	99 <b>Es</b> einsteinium 238.03	100 <b>Fm</b> fermium 238.03	101 <b>Md</b> mendelevium 238.03	102 <b>No</b> nobelium 238.03	103 <b>Lr</b> lawrencium 238.03

Incollare il bordo destro sotto i margini sinistro ponendo He e Rn prima di Li e Fr

*Un chimico, Fabrizio De Andrè (1971, Non al denaro non all'amore nè al cielo)*

*Solo la morte m'ha portato in collina  
un corpo fra i tanti a dar fosforo all'aria  
per bivacchi di fuochi che dicono fatui  
che non lasciano cenere, non sciolgon la brina.  
Solo la morte m'ha portato in collina.*

*Da chimico un giorno avevo il potere  
di sposare gli elementi e di farli reagire,  
ma gli uomini mai mi riuscì di capire  
perché si combinassero attraverso l'amore.  
Affidando ad un gioco la gioia e il dolore.*

*Guardate il sorriso guardate il colore  
come giocan sul viso di chi cerca l'amore:  
ma lo stesso sorriso lo stesso colore  
dove sono sul viso di chi ha avuto l'amore.  
Dove sono sul viso di chi ha avuto l'amore.*

*È strano andarsene senza soffrire,  
senza un volto di donna da dover ricordare.  
Ma è forse diverso il vostro morire  
voi che uscite all'amore che cedete all'aprile.  
Cosa c'è di diverso nel vostro morire.*

*Primavera non bussa lei entra sicura  
come il fumo lei penetra in ogni fessura  
ha le labbra di carne i capelli di grano  
che paura, che voglia che ti prenda per mano.  
Che paura, che voglia che ti porti lontano.*

*Ma guardate l'idrogeno tacere nel mare  
guardate l'ossigeno al suo fianco dormire:  
soltanto una legge che io riesco a capire  
ha potuto sposarli senza farli scoppiare.  
Soltanto la legge che io riesco a capire.*

*Fui chimico e, no, non mi volli sposare.  
Non sapevo con chi e chi avrei generato:  
Son morto in un esperimento sbagliato  
proprio come gli idioti che muoion d'amore.  
E qualcuno dirà che c'è un modo migliore.*

*Trainor il farmacista, E. L. Masters  
(1915, Antologia di Spoon River)*

*Soltanto un chimico può dire, e non sempre  
che cosa uscirà dalla combinazione  
di fluidi o di solidi.*

*E chi può dire  
come uomini e donne reagiranno  
fra loro, e quali bambini nasceranno?  
C'erano Benjamin Pantier e sua moglie,  
buoni in se stessi, ma cattivi l'un l'altro:  
ossigeno lui, lei idrogeno,  
il figlio un fuoco devastatore.  
Io, Trainor, il farmacista, mescolatore di  
elementi chimici,  
morto mentre facevo un esperimento,  
vissi senza sposarmi.*

<https://iupac.org/united-nations-proclaims-international-year-periodic-table-chemical-elements/>

## The United Nations Proclaims the International Year of the Periodic Table of Chemical Elements

On 20 December 2017, the United Nations (UN) General Assembly has proclaimed 2019 as the International Year of the Periodic Table of Chemical Elements (IYPT 2019). In proclaiming an International Year focusing on the Periodic Table of Chemical Elements and its applications, the United Nations has recognized the importance of raising global awareness of how chemistry promotes sustainable development and provides solutions to global challenges in energy, education, agriculture and health. Indeed, the resolution was adopted as part of a more general Agenda item on Science and technology for development.

The development of the Periodic Table of the Elements is one of the most significant achievements in science and a uniting scientific concept, with broad implications in **Astronomy, Chemistry, Physics, Biology and other natural sciences**. The International Year of the Periodic Table of Chemical Elements in 2019 will coincide with the 150th anniversary of the discovery of the Periodic System by Dmitry Mendeleev in 1869. It is a unique tool enabling scientists to predict the appearance and properties of matter on Earth and in the Universe. Many chemical elements are crucial to enhance the value and performance of products necessary for humankind, our planet, and industrial endeavors. The four most recent elements (115-118) were fully added into the Periodic Table, with the approval of their names and symbols, on 28 November 2016.

*It is critical that the brightest young minds continue to be attracted to chemistry and physics in order to ensure the next generation of scientists, engineers, and innovators in this field. Particular areas where the Periodic Table and its understanding have had a revolutionary impact are in nuclear medicine, the study of chemical elements and compounds in space and the prediction of novel materials.*

# La densità

Pt  
able

Demo About Contatta Poster Print Image Remove ads Italiano ▾ ▶

[Wikipedia](#)

[Proprietà](#)

[Orbitale](#)

[Isotopi](#)

[Composti](#)

Densità

Nomì

Elettroni

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	1 <b>H</b> 0.0899	Atomic Sim kg/m³	9 <b>F</b> Fluoro 18,998	2 7	IUPAC Serie..... Halogeni	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2	3 <b>Li</b> 535	4 <b>Be</b> 1848	40,000	State at 0 K..... Solidi	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
3	11 <b>Na</b> 968	12 <b>Mg</b> 1738	[He] 2s <sup>2</sup> 2p <sup>5</sup>	Punto di fusione..... 53.5 K	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
4	19 <b>K</b> 856	20 <b>Ca</b> 1550	Scandio	Punto di ebolizione..... 85.03 K	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	
5	37 <b>Rb</b> 1532	38 <b>Sr</b> 2630	39 <b>Y</b> 4472	Titanio	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
6	55 <b>Cs</b> 1879	56 <b>Ba</b> 3510	57-71	Vanadio	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
7	87 <b>Fr</b>	88 <b>Ra</b> 5000	89-103	Crómio	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
				28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	
				39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	
				Zirconio	Niobio	Tantalio	Wolframio	Rhenio	Ruthenio	Rhenio	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	
				57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	
				Hafnio	Ta	Ta	Wolframio	Rhenio	Osmio	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	
				13310	16650	19250	21020	22610	22650	21090	19300	13534	11850	11340	9780	9196	9196	86	
				104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	
				Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og	
				10070	11724	15370	19050	20450	19816	14780	15100	13510	14780	15100	99	100	101	102	103

Tavola Periodica Design & Interface Copyright © 1997 Michael Davah Ptable.com Ultimo aggiornamento 16 giu 2017

57 <b>La</b> 6146	58 <b>Ce</b> 6689	59 <b>Pr</b> 6640	60 <b>Nd</b> 7010	61 <b>Pm</b> 7264	62 <b>Sm</b> 7353	63 <b>Eu</b> 5244	64 <b>Gd</b> 7901	65 <b>Tb</b> 8219	66 <b>Dy</b> 8551	67 <b>Ho</b> 8795	68 <b>Er</b> 9086	69 <b>Tm</b> 9321	70 <b>Yb</b> 6570	71 <b>Lu</b> 9841
89 <b>Ac</b> 10070	90 <b>Th</b> 11724	91 <b>Pa</b> 15370	92 <b>U</b> 19050	93 <b>Np</b> 20450	94 <b>Pu</b> 19816	95 <b>Am</b>	96 <b>Cm</b> 13510	97 <b>Bk</b> 14780	98 <b>Cf</b> 15100	99 <b>Es</b>	100 <b>Fm</b>	101 <b>Md</b>	102 <b>No</b>	103 <b>Lr</b>

## La temperatura di fusione

Ptable

Demo About Contatta **Poster** Print Image Remove ads Italiano ▾ ▶

Wikipedia

Proprietà

Orbitale

Isotopi

## Compositi

### Punto di fusione

## Nomi

#### Elettron.

Darker colors indicate an element's melting point is colder (blue) or hotter (red) than the selected temperature

Tavola Periodica Design & Interface Copyright © 1997 Michael Davah, Ptable.com Ultimo aggiornamento 16 giu 2017

57 <b>La</b> 1193	58 <b>Ce</b> 1071	59 <b>Pr</b> 1204	60 <b>Nd</b> 1294	61 <b>Pm</b> 1373	62 <b>Sm</b> 1345	63 <b>Eu</b> 1095	64 <b>Gd</b> 1586	65 <b>Tb</b> 1629	66 <b>Dy</b> 1685	67 <b>Ho</b> 1747	68 <b>Er</b> 1770	69 <b>Tm</b> 1818	70 <b>Yb</b> 1092	71 <b>Lu</b> 1936
89 <b>Ac</b> 1323	90 <b>Th</b> 2023	91 <b>Pa</b> 1845	92 <b>U</b> 1408	93 <b>Np</b> 917	94 <b>Pu</b> 913	95 <b>Am</b> 1449	96 <b>Cm</b> 1618	97 <b>Bk</b> 1323	98 <b>Cf</b> 1173	99 <b>Es</b> 1133	100 <b>Fm</b> 1800	101 <b>Md</b> 1100	102 <b>No</b> 1100	103 <b>Lr</b> 1900

# Elementi liquidi a 25 °C

Ptable

Demo About Contatta Poster Print Image Remove ads Italiano  Ricerca

[Wikipedia](#)

[Proprietà](#)

[Orbitale](#)

[Isotopi](#)

[Composti](#)

State at 273 K

Nomì

Elettroni

Wide

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 <b>H</b> idrogeno Gas	1 <b>Simbolo</b> Nome State	37 <b>Rb</b> Rubidio 85,468	2 <b>IUPAC Serie</b> State at 298 K Solidi	Alkali	2 <b>Radius</b> 265 pm	2 <b>Durezza</b> 0.216 MPa	2 <b>Modulus</b> 2.5 GPa	2 <b>Densità</b> 1532 kg/m³	2 <b>Conductivity</b> 58 W/mK	2 <b>Heat</b> 364 J/kgK	2 <b>Abundance</b> 1.00×10⁻⁶%	2 <b>Zinc</b> Zinco Solidi	2 <b>As</b> Germanio Solidi	2 <b>Se</b> Arsenico Solidi	2 <b>Br</b> Bromo Liquidi	2 <b>Kr</b> Krypton Gas	
1 <b>Li</b> Litio Solidi	4 <b>Be</b> Berillio Solidi	18 <b>V</b> Vanadio Solidi	11 <b>Cr</b> Cromo Solidi	13 <b>Mn</b> Manganese Solidi	14 <b>Fe</b> Ferro Solidi	15 <b>Co</b> Cobalto Solidi	16 <b>Ni</b> Nichel Solidi	17 <b>Cu</b> Rame Solidi	18 <b>Zn</b> Zinco Solidi	19 <b>Ga</b> Gallio Solidi	20 <b>Ge</b> Germanio Solidi	21 <b>As</b> Arsenico Solidi	22 <b>Se</b> Selenio Solidi	23 <b>Br</b> Bromo Liquidi	24 <b>Kr</b> Krypton Gas		
11 <b>Na</b> Sodio Solidi	12 <b>Mg</b> Magnesio Solidi	21 <b>Sc</b> Scandio Solidi	22 <b>Ti</b> Titano Solidi	23 <b>V</b> Vanadio Solidi	24 <b>Cr</b> Cromo Solidi	25 <b>Mn</b> Manganese Solidi	26 <b>Fe</b> Ferro Solidi	27 <b>Co</b> Cobalto Solidi	28 <b>Ni</b> Nichel Solidi	29 <b>Cu</b> Rame Solidi	30 <b>Zn</b> Zinco Solidi	31 <b>Ga</b> Gallio Solidi	32 <b>Ge</b> Germanio Solidi	33 <b>As</b> Arsenico Solidi	34 <b>Se</b> Selenio Solidi	35 <b>Br</b> Bromo Liquidi	
19 <b>K</b> Potassio Solidi	20 <b>Ca</b> Calcio Solidi	28 <b>Ti</b> Titano Solidi	29 <b>V</b> Vanadio Solidi	30 <b>Cr</b> Cromo Solidi	31 <b>Mn</b> Manganese Solidi	32 <b>Fe</b> Ferro Solidi	33 <b>Co</b> Cobalto Solidi	34 <b>Ni</b> Nichel Solidi	35 <b>Cu</b> Rame Solidi	36 <b>Zn</b> Zinco Solidi	37 <b>Ga</b> Gallio Solidi	38 <b>Ge</b> Germanio Solidi	39 <b>As</b> Arsenico Solidi	40 <b>Se</b> Selenio Solidi	41 <b>Br</b> Bromo Liquidi	42 <b>Kr</b> Krypton Gas	
37 <b>Rb</b> Rubidio Solidi	38 <b>Sr</b> Stronzio Solidi	40 <b>Zr</b> Zirconio Solidi	41 <b>Nb</b> Niobio Solidi	42 <b>Mo</b> Molibdeno Solidi	43 <b>Tc</b> Tecnecio Solidi	44 <b>Ru</b> Rutenio Solidi	45 <b>Rh</b> Rodio Solidi	46 <b>Pd</b> Palladio Solidi	47 <b>Ag</b> Argento Solidi	48 <b>Cd</b> Cadmio Solidi	49 <b>In</b> Indio Solidi	50 <b>Sn</b> Stagno Solidi	51 <b>Te</b> Tellurio Solidi	52 <b>I</b> Iodio Solidi	53 <b>Xe</b> Xeno Gas	54 <b>Kr</b> Krypton Gas	
55 <b>Cs</b> Cesio Solidi	56 <b>Ba</b> Bario Solidi	72 <b>Hf</b> Afnio Solidi	73 <b>Ta</b> Tantalo Solidi	74 <b>W</b> Tungsteno Solidi	75 <b>Re</b> Renio Solidi	76 <b>Os</b> Osmio Solidi	77 <b>Ir</b> Iridio Solidi	78 <b>Pt</b> Platino Solidi	79 <b>Au</b> Oro Solidi	80 <b>Hg</b> Mercurio Liquidi	81 <b>Tl</b> Talio Solidi	82 <b>Pb</b> Piombo Solidi	83 <b>Bi</b> Bismuto Solidi	84 <b>Po</b> Polonio Solidi	85 <b>At</b> Astato Solidi	86 <b>Rn</b> Radon Gas	
57-71	57-71	104 <b>Rf</b> Rutherfordio Solidi	105 <b>Db</b> Dubnio Solidi	106 <b>Sg</b> Seaborgio Solidi	107 <b>Bh</b> Bohrio Solidi	108 <b>Hs</b> Hassio Solidi	109 <b>Mt</b> Meitnerio Solidi	110 <b>Ds</b> Darmstadtio Solidi	111 <b>Rg</b> Roentgenio Solidi	112 <b>Cn</b> Copernicio Solidi	113 <b>Nh</b> Nihonium Solidi	114 <b>Fl</b> Flerovio Solidi	115 <b>Mc</b> Moscovium Solidi	116 <b>Lv</b> Livermorio Solidi	117 <b>Ts</b> Tennessee Solidi	118 <b>Og</b> Oganesson Solidi	119 <b>Kr</b> Krypton Gas
89-103 <b>Fr</b> Francio Solidi	89-103 <b>Ra</b> Radio Solidi	89-103 <b>Rutherfordio Solidi</b>	89-103 <b>Dubnio Solidi</b>	89-103 <b>Seaborgio Solidi</b>	89-103 <b>Bohrio Solidi</b>	89-103 <b>Hassio Solidi</b>	89-103 <b>Meitnerio Solidi</b>	89-103 <b>Darmstadtio Solidi</b>	89-103 <b>Roentgenio Solidi</b>	89-103 <b>Copernicio Solidi</b>	89-103 <b>Nihonium Solidi</b>	89-103 <b>Flerovio Solidi</b>	89-103 <b>Moscovium Solidi</b>	89-103 <b>Livermorio Solidi</b>	89-103 <b>Tennessee Solidi</b>	89-103 <b>Oganesson Solidi</b>	

Select a temperature to see the state of matter of all elements at that temperature.

Tavola Periodica Design & Interface Copyright © 1997 Michael Dayah. Ptable.com Ultimo aggiornamento 16 giu 2017

57 <b>La</b> Lantanzio Solidi	58 <b>Ce</b> Cerio Solidi	59 <b>Pr</b> Praseodimio Solidi	60 <b>Nd</b> Neodimio Solidi	61 <b>Pm</b> Promezio Solidi	62 <b>Sm</b> Samario Solidi	63 <b>Eu</b> Europio Solidi	64 <b>Gd</b> Gadolino Solidi	65 <b>Tb</b> Terbio Solidi	66 <b>Dy</b> Disprosio Solidi	67 <b>Ho</b> Olmo Solidi	68 <b>Er</b> Erbio Solidi	69 <b>Tm</b> Tulio Solidi	70 <b>Yb</b> Iterbio Solidi	71 <b>Lu</b> Lutezio Solidi	72 <b>Lu</b> Lutezio Solidi
89 <b>Ac</b> Attinio Solidi	90 <b>Th</b> Torio Solidi	91 <b>Pa</b> Protoattinio Solidi	92 <b>U</b> Urano Solidi	93 <b>Np</b> Nettunio Solidi	94 <b>Pu</b> Plutonio Solidi	95 <b>Am</b> Americio Solidi	96 <b>Cm</b> Curio Solidi	97 <b>Bk</b> Berkelio Solidi	98 <b>Dy</b> Einsteinio Solidi	99 <b>Ho</b> Fermio Solidi	100 <b>Er</b> Mendelevio Solidi	101 <b>Tm</b> Nobelio Solidi	102 <b>Yb</b> Laurenzio Solidi	103 <b>Lu</b> Laurenzio Solidi	104 <b>Lu</b> Laurenzio Solidi

## Elementi liquidi a 30 °C (il futuro del pianeta?)

Demo About Contatta **Poster** Print Image Remove ads Italiano Ricerca

Ricerca

Ricerca

Ptable

Wikipedia

Proprietà

Orbitale

otopi | 6

### **composti**

## Poster

Print

image

Remove

eds

Italiano

3

1

Ricerca

Ricerca

State at 273 K

Nomi

Elettroni

Wide

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1 <b>H</b> Idrogeno Gas	1 <b>Simbolo</b> Nome State	2 <b>Rb</b> Rubidio 85,468	3 <b>[Kr] 5s<sup>1</sup></b>	4 <b>IUPAC Serie..... Alkali</b>	5 <b>State at 303 K..... Solidi</b>	6 <b>Punto di fusione..... 312.46 K</b>	7 <b>Punto di ebollizione..... 961 K</b>	8 <b>Elettronegatività..... 0.82</b>	9 <b>Affinità elettronica..... 46.9 kJ/mol</b>	10 <b>Valenza..... 1</b>	11 <b>Energia di ionizzazione..... 403.0 kJ/mol</b>	12 <b>Radius..... 265 pm</b>	13 <b>Durezza..... 0.216 MPa</b>	14 <b>Modulus..... 2.5 GPa</b>	15 <b>Densità..... 1532 kg/m<sup>3</sup></b>	16 <b>Conductivity..... 58 W/mK</b>	17 <b>Heat..... 364 J/kgK</b>	18 <b>Abundance..... 1.00×10<sup>-6</sup>%</b>
1 <b>Li</b> Litio Solidi	2 <b>Be</b> Berilio Solidi	3 <b>Sc</b> Scandio Solidi	4 <b>Ti</b> Titanio Solidi	5 <b>V</b> Vanadio Solidi	6 <b>Cr</b> Cromo Solidi	7 <b>Mn</b> Manganese Solidi	8 <b>Fe</b> Ferro Solidi	9 <b>Co</b> Cobalto Solidi	10 <b>Ni</b> Nichel Solidi	11 <b>Cu</b> Rame Solidi	12 <b>Zn</b> Zinco Solidi	13 <b>Ga</b> Gallio Liquidi	14 <b>Ge</b> Germanio Solidi	15 <b>As</b> Arsenico Solidi	16 <b>Se</b> Selenio Solidi	17 <b>Br</b> Bromo Liquidi	18 <b>Kr</b> Kripton Gas	
19 <b>K</b> Potassio Solidi	20 <b>Ca</b> Calcio Solidi	21 <b>Sc</b> Scandio Solidi	22 <b>Ti</b> Titanio Solidi	23 <b>V</b> Vanadio Solidi	24 <b>Cr</b> Cromo Solidi	25 <b>Mn</b> Manganese Solidi	26 <b>Fe</b> Ferro Solidi	27 <b>Co</b> Cobalto Solidi	28 <b>Ni</b> Nichel Solidi	29 <b>Cu</b> Rame Solidi	30 <b>Zn</b> Zinco Solidi	31 <b>Ga</b> Gallio Liquidi	32 <b>Ge</b> Germanio Solidi	33 <b>As</b> Arsenico Solidi	34 <b>Se</b> Selenio Solidi	35 <b>Br</b> Bromo Liquidi	36 <b>Xe</b> Xeno Gas	
37 <b>Rb</b> Rubidio Solidi	38 <b>Sr</b> Stronzio Solidi	39 <b>Y</b> Itrio Solidi	40 <b>Zr</b> Zirconio Solidi	41 <b>Nb</b> Niobio Solidi	42 <b>Mo</b> Molibdeno Solidi	43 <b>Tc</b> Tecnezio Solidi	44 <b>Ru</b> Rutenio Solidi	45 <b>Rh</b> Rodi Solidi	46 <b>Pd</b> Palladio Solidi	47 <b>Ag</b> Argento Solidi	48 <b>Cd</b> Cadmio Solidi	49 <b>In</b> Indio Solidi	50 <b>Sn</b> Stagno Solidi	51 <b>Sb</b> Antimonio Solidi	52 <b>Te</b> Tellurio Solidi	53 <b>I</b> Iodio Solidi	54 <b>Xe</b> Xeno Gas	
55 <b>Cs</b> Cesio Liquidi	56 <b>Ba</b> Bario Solidi	57-71 <b>57-71</b>	72 <b>Hf</b> Afnio Solidi	73 <b>Ta</b> Tantalo Solidi	74 <b>W</b> Tungsteno Solidi	75 <b>Re</b> Renio Solidi	76 <b>Os</b> Osmio Solidi	77 <b>Ir</b> Iridio Solidi	78 <b>Pt</b> Platino Solidi	79 <b>Au</b> Oro Solidi	80 <b>Hg</b> Mercurio Liquidi	81 <b>Tl</b> Talio Solidi	82 <b>Pb</b> Piombo Solidi	83 <b>Bi</b> Bismuto Solidi	84 <b>Po</b> Polonio Solidi	85 <b>At</b> Astatato Solidi	86 <b>Rn</b> Radon Gas	
87 <b>Fr</b> Francio Solidi	88 <b>Ra</b> Radio Solidi	89-103 <b>89-103</b>	104 <b>Rf</b> Rutherfordio Solidi	105 <b>Db</b> Dubnio Solidi	106 <b>Sg</b> Simeoni Solidi	107 <b>Bh</b> Bohrio Solidi	108 <b>Hs</b> Hassio Solidi	109 <b>Mt</b> Meitnerio Solidi	110 <b>Ds</b> Darmstadtio Solidi	111 <b>Rg</b> Roentgenio Solidi	112 <b>Cn</b> Copernicio Solidi	113 <b>Nh</b> Nihonium Solidi	114 <b>Fl</b> Flerovio Solidi	115 <b>Mc</b> Livermorio Solidi	116 <b>Lv</b> Moscovium Solidi	117 <b>Ts</b> Tennessine Solidi	118 <b>Og</b> Oganesson Solidi	

Select a temperature to see the state of matter of all elements at that temperature.

Tavola Periodica Design & Interface Copyright © 1997 Michael Dayah Ptable.com Ultimo aggiornamento 16 giu 2017

57 <b>La</b> Lantani Solidi	2 18 9 2	58 <b>Ce</b> Ce Solidi	2 18 9 2	59 <b>Pr</b> Praseodimio Solidi	2 18 9 2	60 <b>Nd</b> Neodimio Solidi	2 18 8 2	61 <b>Pm</b> Promezio Solidi	2 18 8 2	62 <b>Sm</b> Samario Solidi	2 18 8 2	63 <b>Eu</b> Europio Solidi	2 18 8 2	64 <b>Gd</b> Gadolino Solidi	2 18 9 2	65 <b>Tb</b> Terbio Solidi	2 18 8 2	66 <b>Dy</b> Disprosio Solidi	2 18 8 2	67 <b>Ho</b> Oltmio Solidi	2 18 8 2	68 <b>Er</b> Erbio Solidi	2 18 8 2	69 <b>Tm</b> Tulio Solidi	2 18 8 2	70 <b>Yb</b> Itterbio Solidi	2 18 8 2	71 <b>Lu</b> Lutezio Solidi	2 18 9 2
89 <b>Ac</b> Altinio Solidi	2 18 9 2	90 <b>Th</b> Thorio Solidi	2 18 9 2	91 <b>Pa</b> Protactinio Solidi	2 18 9 2	92 <b>U</b> Uranio Solidi	2 18 9 2	93 <b>Np</b> Nettunio Solidi	2 18 9 2	94 <b>Pu</b> Plutonio Solidi	2 18 9 2	95 <b>Am</b> Americio Solidi	2 18 9 2	96 <b>Cm</b> Curio Solidi	2 18 9 2	97 <b>Bk</b> Berkelio Solidi	2 18 9 2	98 <b>Cf</b> Californio Solidi	2 18 9 2	99 <b>Es</b> Einsteinio Solidi	2 18 9 2	100 <b>Fm</b> Fermio Solidi	2 18 9 2	101 <b>Md</b> Mendelevio Solidi	2 18 9 2	102 <b>No</b> Nobelio Solidi	2 18 9 2	103 <b>Lr</b> Laurenzio Solidi	2 18 9 3

# La temperatura di ebollizione

Pt  
able

Demo About Contatta Poster Print Image Remove ads Italiano ▾ ▶

[Wikipedia](#)

[Proprietà](#)

[Orbitale](#)

[Isotopi](#)

[Composti](#)

Punto di ebollizione

Nomì

Elettroni

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
1	1 <b>H</b> 20.28	Atomic Sim Kelvin	21 <b>Sc</b> Scandio 44.956	2	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
2	3 <b>Li</b> 1615	4 <b>Be</b> 2743	Scandio 44.956	2	IUPAC Serie..... Transition	State at 0 K..... Solidi	Punto di fusione..... 1814 K	Punto di ebollizione..... 3103 K	Radius..... 184 pm	Durezza..... 750 MPa	Modulus..... 57 GPa	Densità..... 2985 kg/m³	Conductivity..... 16 W/mK	Heat..... 567 J/kgK	Abundance..... 3.0x10⁻⁸%	Scoperto..... 1879	2 <b>He</b> 4.22				
3	11 <b>Na</b> 1156	12 <b>Mg</b> 1363	[Ar] 4s² 3d¹	19 <b>K</b> 1032	20 <b>Ca</b> 1757	21 <b>Sc</b> 3103	22 <b>Ti</b> 3560	23 <b>V</b> 3680	24 <b>Cr</b> 2944	25 <b>Mn</b> 2334	26 <b>Fe</b> 3134	27 <b>Co</b> 3200	28 <b>Ni</b> 3186	29 <b>Cu</b> 3200	30 <b>Zn</b> 1180	31 <b>Ga</b> 2477	32 <b>Ge</b> 3093	33 <b>As</b> 887	34 <b>Se</b> 958	35 <b>Br</b> 332	36 <b>Kr</b> 119.93
4	37 <b>Rb</b> 961	38 <b>Sr</b> 1655	39 <b>Y</b> 3618	40 <b>Zr</b> 4682	41 <b>Nb</b> 5017	42 <b>Mo</b> 4912	43 <b>Tc</b> 4538	44 <b>Ru</b> 4423	45 <b>Rh</b> 3968	46 <b>Pd</b> 3236	47 <b>Ag</b> 2435	48 <b>Cd</b> 1040	49 <b>In</b> 2345	50 <b>Sn</b> 2875	51 <b>Sb</b> 1860	52 <b>Te</b> 1261	53 <b>I</b> 457.4	54 <b>Xe</b> 165.1			
5	55 <b>Cs</b> 944	56 <b>Ba</b> 2143	57-71 Hf 4876	72 <b>Ta</b> 5731	73 <b>W</b> 5828	74 <b>Re</b> 5889	75 <b>Os</b> 5285	76 <b>Pt</b> 4701	77 <b>Ir</b> 4098	78 <b>Hg</b> 3129	79 <b>Au</b> 629.88	80 <b>Hg</b> 1746	81 <b>Tl</b> 2022	82 <b>Pb</b> 1837	83 <b>Bi</b> 1235	84 <b>Po</b> 85 <b>At</b> 610	86 <b>Rn</b> 211.3				
6	87 <b>Fr</b> 950	88 <b>Ra</b> 2010	89-103 Rf 104	Db 105	Sg 106	Bh 107	Hs 108	Mt 109	Ds 110	Rg 111	Cn 112	Nh 113	Fl 114	Mc 115	Lv 116	Ts 117	Og 118				

Darker colors indicate an element's boiling point is colder (blue) or hotter (red) than the selected temperature.

Tavola Periodica Design & Interface Copyright © 1997 Michael Davah Ptable.com Ultimo aggiornamento 16 giu 2017

57 <b>La</b> 3737	58 <b>Ce</b> 3633	59 <b>Pr</b> 3563	60 <b>Nd</b> 3373	61 <b>Pm</b> 3273	62 <b>Sm</b> 2076	63 <b>Eu</b> 1800	64 <b>Gd</b> 3523	65 <b>Tb</b> 3503	66 <b>Dy</b> 2840	67 <b>Ho</b> 2973	68 <b>Er</b> 3141	69 <b>Tm</b> 2223	70 <b>Yb</b> 1469	71 <b>Lu</b> 3675
89 <b>Ac</b> 3473	90 <b>Th</b> 5093	91 <b>Pa</b> 4273	92 <b>U</b> 4200	93 <b>Np</b> 4273	94 <b>Pu</b> 3503	95 <b>Am</b> 2284	96 <b>Cm</b> 3383	97 <b>Bk</b> 3383	98 <b>Cf</b> 2840	99 <b>Es</b> 2973	100 <b>Fm</b> 3141	101 <b>Md</b> 2223	102 <b>No</b> 1469	103 <b>Lr</b> 3675

# Conducibilità elettrica degli elementi

Ptable

Demo About Contatta Poster Print Image Remove ads Italiano Ricerca

[Wikipedia](#)

[Proprietà](#)

[Orbitale](#)

[Isotopi](#)

[Composti](#)

Conductivity

Nomi

Elettroni

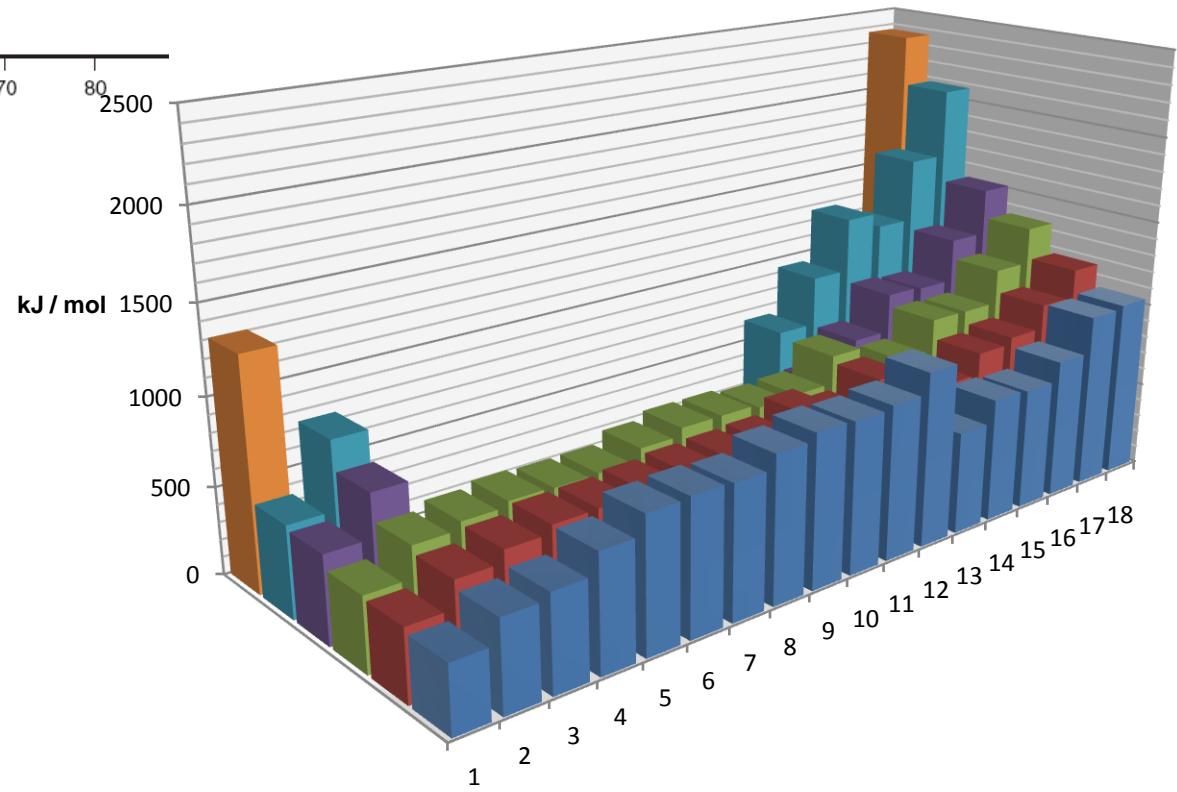
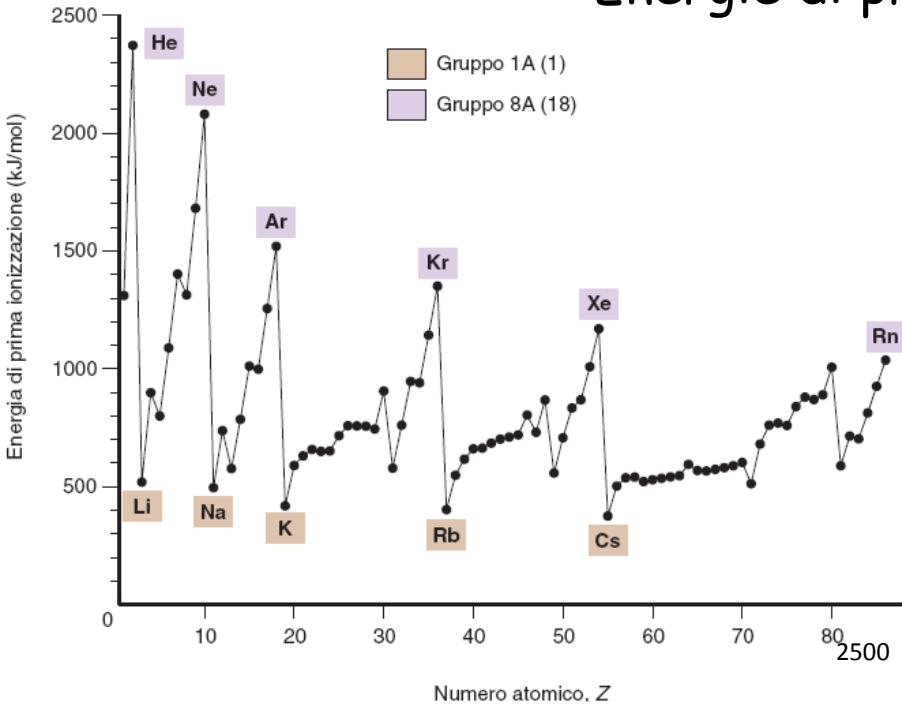
Wide

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 <b>H</b>	Atomic Sim MS/m	47 <b>Ag</b>	2 8 18 1	Serie.....Transition	Radius.....165 pm	Thermal	Electric	2 <b>He</b>									
2	3 <b>Li</b> 11	4 <b>Be</b> 25	Argento 107,87	8 18 1	State at 273 K.....Solidi	Durezza.....24.5 MPa	5 <b>B</b> 1.0e-10	6 <b>C</b> 0.10	7 <b>N</b>	8 <b>O</b>	9 <b>F</b>	10 <b>Ne</b>						
3	11 <b>Na</b> 21	12 <b>Mg</b> 23	[Kr] 5s <sup>1</sup> 4d <sup>10</sup>	18 1	Punto di fusione.....1234.93 K	Modulus.....100 GPa	13 <b>Al</b> 38 0.0010	14 <b>Si</b> 10	15 <b>P</b> 1.0e-21	16 <b>S</b> 1.0e-8	17 <b>Cl</b>	18 <b>Ar</b>						
4	19 <b>K</b> 14	20 <b>Ca</b> 29	21 <b>Sc</b> 1.8	22 <b>Ti</b> 2.5	23 <b>V</b> 5.0	24 <b>Cr</b> 7.9	25 <b>Mn</b> 0.62	26 <b>Fe</b> 10	27 <b>Co</b> 17	28 <b>Ni</b> 14	29 <b>Cu</b> 59	30 <b>Zn</b> 17	31 <b>Ga</b> 7.1	32 <b>Ge</b> 0.0020	33 <b>As</b> 3.3	34 <b>Se</b> 3.3	35 <b>Br</b> 1.0e-16	36 <b>Kr</b>
5	37 <b>Rb</b> 8.3	38 <b>Sr</b> 7.7	39 <b>Y</b> 1.8	40 <b>Zr</b> 2.4	41 <b>Nb</b> 6.7	42 <b>Mo</b> 20	43 <b>Tc</b> 5.0	44 <b>Ru</b> 14	45 <b>Rh</b> 23	46 <b>Pd</b> 10	47 <b>Ag</b> 62	48 <b>Cd</b> 14	49 <b>In</b> 12	50 <b>Sn</b> 9.1	51 <b>Sb</b> 2.5	52 <b>Te</b> 0.010	53 <b>I</b> 1.0e-13	54 <b>Xe</b>
6	55 <b>Cs</b> 5.0	56 <b>Ba</b> 2.9	57-71 89-103	72 <b>Hf</b> 3.3	73 <b>Ta</b> 7.7	74 <b>W</b> 20	75 <b>Re</b> 5.6	76 <b>Os</b> 12	77 <b>Ir</b> 21	78 <b>Pt</b> 9.4	79 <b>Au</b> 45	80 <b>Hg</b> 1.0	81 <b>Tl</b> 6.7	82 <b>Pb</b> 4.8	83 <b>Bi</b> 0.77	84 <b>Po</b> 2.3	85 <b>At</b>	86 <b>Rn</b>
7	87 <b>Fr</b>	88 <b>Ra</b> 1.0		104 <b>Rf</b>	105 <b>Db</b>	106 <b>Sg</b>	107 <b>Bh</b>	108 <b>Hs</b>	109 <b>Mt</b>	110 <b>Ds</b>	111 <b>Rg</b>	112 <b>Cn</b>	113 <b>Nh</b>	114 <b>Fl</b>	115 <b>Mc</b>	116 <b>Lv</b>	117 <b>Ts</b>	118 <b>Og</b>

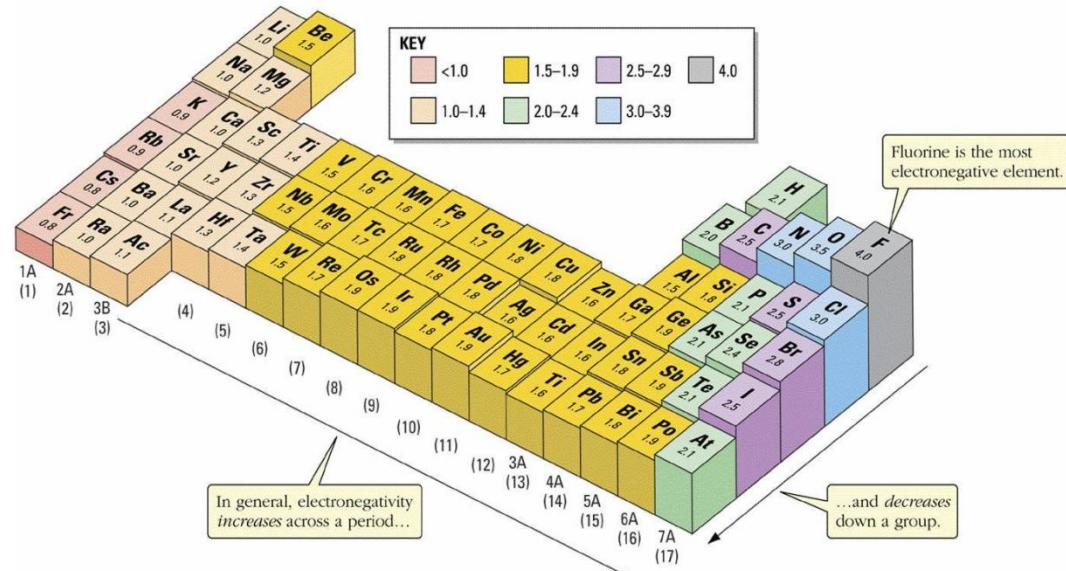
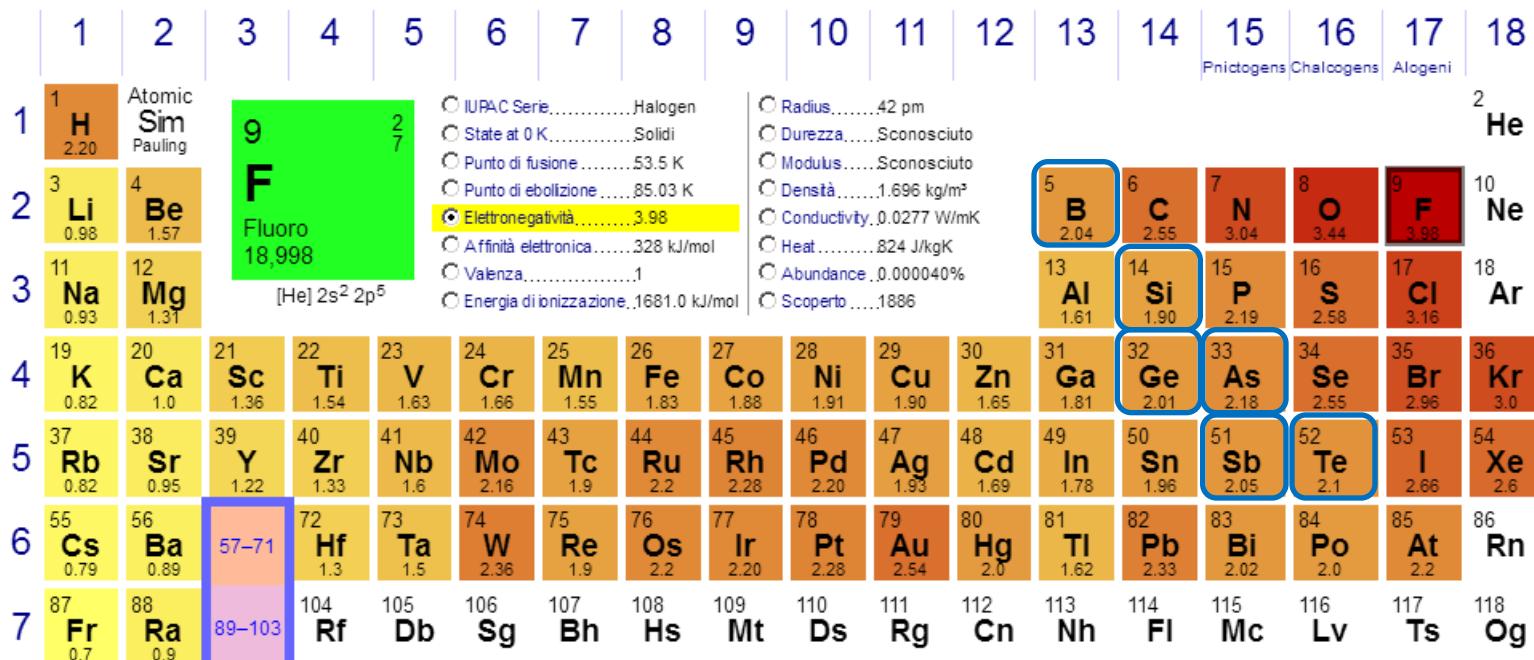
Tavola Periodica Design & Interface Copyright © 1997 Michael Dayah Ptable.com Ultimo aggiornamento 16 giu 2017

57 <b>La</b> 1.6	58 <b>Ce</b> 1.4	59 <b>Pr</b> 1.4	60 <b>Nd</b> 1.6	61 <b>Pm</b> 1.3	62 <b>Sm</b> 1.1	63 <b>Eu</b> 1.1	64 <b>Gd</b> 0.77	65 <b>Tb</b> 0.83	66 <b>Dy</b> 1.1	67 <b>Ho</b> 1.1	68 <b>Er</b> 1.2	69 <b>Tm</b> 1.4	70 <b>Yb</b> 3.6	71 <b>Lu</b> 1.8
89 <b>Ac</b>	90 <b>Th</b> 6.7	91 <b>Pa</b> 5.6	92 <b>U</b> 3.6	93 <b>Np</b> 0.83	94 <b>Pu</b> 0.67	95 <b>Am</b>	96 <b>Cm</b>	97 <b>Bk</b>	98 <b>Cf</b>	99 <b>Es</b>	100 <b>Fm</b>	101 <b>Md</b>	102 <b>No</b>	103 <b>Lr</b>

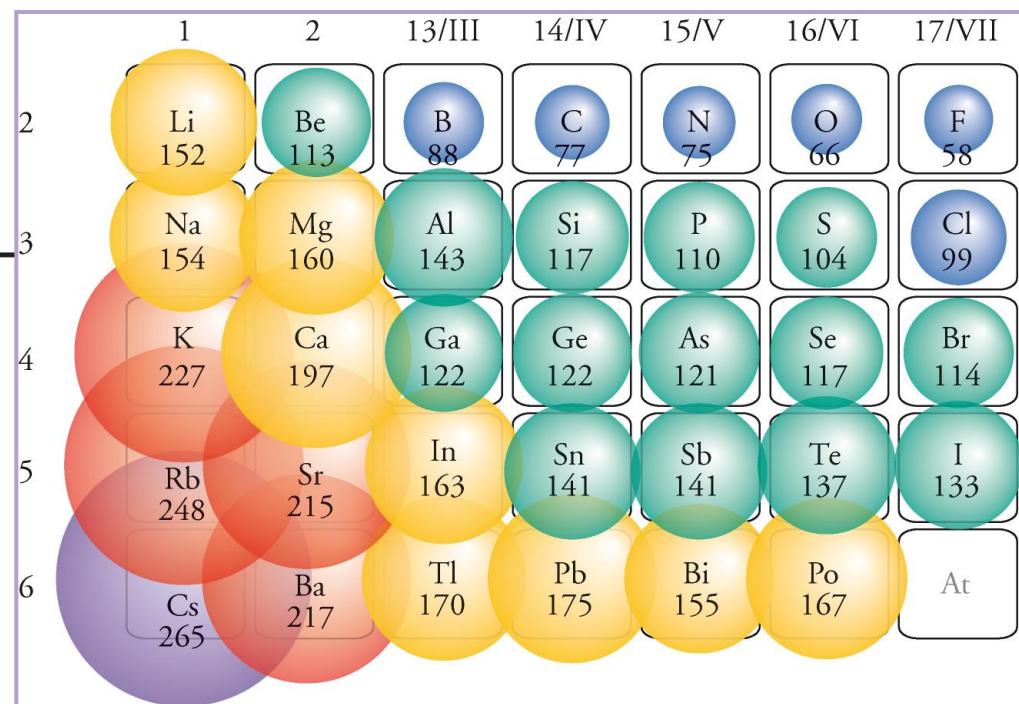
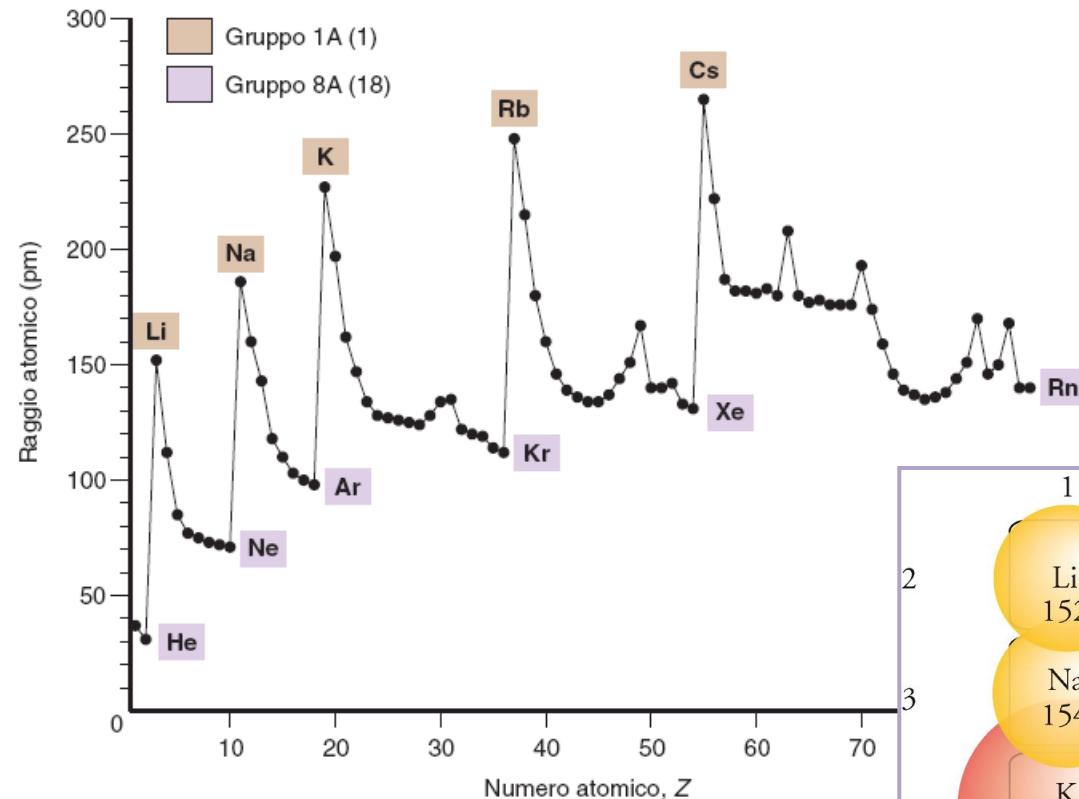
# Energie di prima ionizzazione



# Elettronegatività: metalli, non metalli, metalloidi



# Le proprietà periodiche: il raggio atomico



metallo + nonmetallo = sale

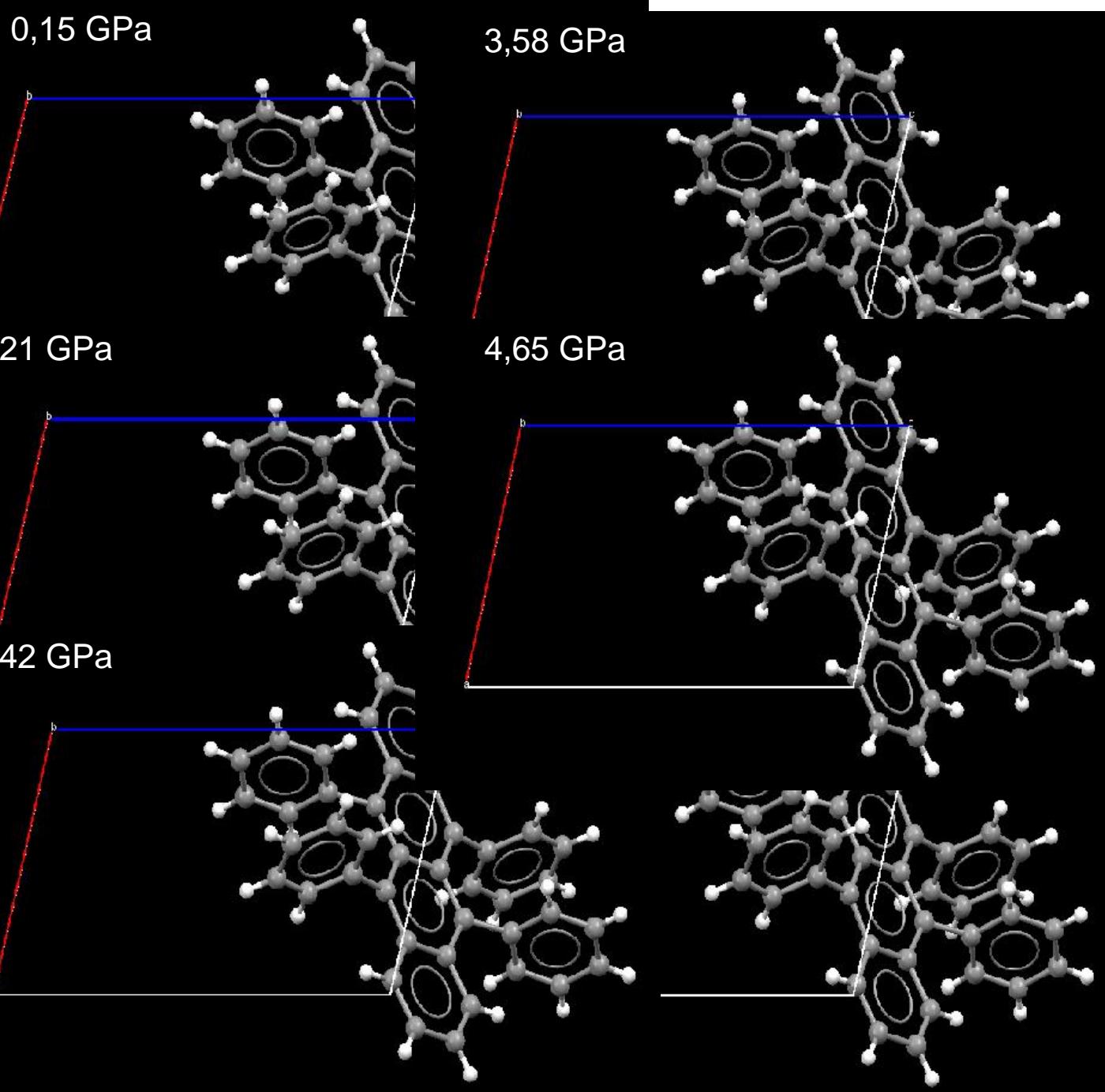
	F	Cl	Br	I
Li	LiF	LiCl	LiBr	LiI
Na	NaF	NaCl	NaBr	NaI
K	KF	KCl	KBr	KI
Rb	RbF	RbCl	RbBr	RbI
Cs	CsF	CsCl	CsBr	CsI

	O	S	Se	Te
Li	Li <sub>2</sub> O	Li <sub>2</sub> S	Li <sub>2</sub> Se	Li <sub>2</sub> Te
Na	Na <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> S	Na <sub>2</sub> Se	Na <sub>2</sub> Te
K	K <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> S	K <sub>2</sub> Se	K <sub>2</sub> Te
Rb	Rb <sub>2</sub> O	Rb <sub>2</sub> S	Rb <sub>2</sub> Se	Rb <sub>2</sub> Te
Cs	Cs <sub>2</sub> O	Cs <sub>2</sub> S	Cs <sub>2</sub> Se	Cs <sub>2</sub> Te

	F	Cl	Br	I
Be	BeF <sub>2</sub>	BeCl <sub>2</sub>	BeBr <sub>2</sub>	BeI <sub>2</sub>
Mg	MgF <sub>2</sub>	MgCl <sub>2</sub>	MgBr <sub>2</sub>	MgI <sub>2</sub>
Ca	CaF <sub>2</sub>	CaCl <sub>2</sub>	CaBr <sub>2</sub>	CaI <sub>2</sub>
Sr	SrF <sub>2</sub>	SrCl <sub>2</sub>	SrBr <sub>2</sub>	SrI <sub>2</sub>
Ba	BaF <sub>2</sub>	BaCl <sub>2</sub>	BaBr <sub>2</sub>	BaI <sub>2</sub>

	O	S	Se	Te
Be	BeO	BeS	BeSe	BeTe
Mg	MgO	MgS	MgSe	MgTe
Ca	CaO	CaS	CaSe	CaTe
Sr	SrO	SrS	SrSe	SrTe
Ba	BaO	BaS	BaSe	BaTe

*Poiché la radioattività è un fenomeno atomico, accompagnato da una trasformazione chimica in cui sono prodotti nuovi tipi di materia, le trasformazioni chimiche suddette debbono avvenire all'interno dell'atomo e gli elementi radioattivi devono essere soggetti a trasformazioni spontanee. I risultati che ho così ottenuto, i quali indicano che le velocità di reazione sono indipendenti dalle condizioni, mostrano che le trasformazioni in questione hanno un carattere del tutto differente da quelle fino ad ora considerate in chimica. Appare, quinidi, evidente che i fenomeni con cui siamo interessati escono dalla sfera delle forze atomiche conosciute. La radioattività può, perciò, essere considerata come una manifestazione di una trasformazione subatomica. Le reazioni portate a conoscenza dalla radioattività, benché siano indubbiamente di natura chimica, sono, come ordine di grandezza, differenti da tutte quelle fino ad ora considerate in chimica.*



# Abbondanza degli elementi negli oceani

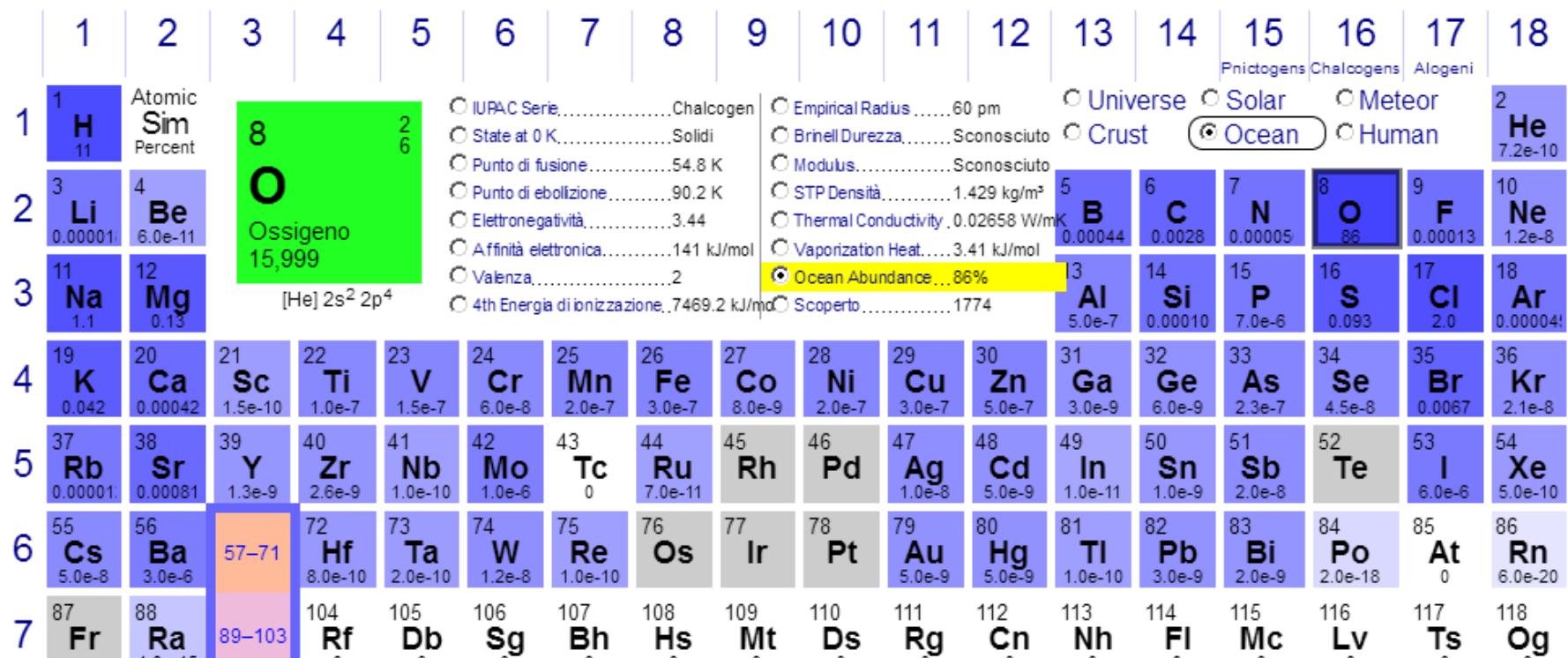


Tavola Periodica Design & Interface Copyright © 1997 Michael Dayah, Ptable.com Ultimo aggiornamento 16 giu 2017

57 La 3.4e-10	58 Ce 1.2e-10	59 Pr 6.0e-11	60 Nd 2.8e-10	61 Pm 0	62 Sm 4.5e-11	63 Eu 1.3e-11	64 Gd 7.0e-11	65 Tb 1.4e-11	66 Dy 9.1e-11	67 Ho 2.2e-11	68 Er 9.0e-11	69 Tm 2.0e-11	70 Yb 8.0e-11	71 Lu 1.5e-11
89 Ac 4.0e-12	90 Th 2.0e-23	91 Pa 3.3e-7	92 U 0	93 Np 0	94 Pu 0	95 Am 0	96 Cm 0	97 Bk 0	98 Cf 0	99 Es 0	100 Fm 0	101 Md 0	102 No 0	103 Lr 0

# Abbondanza degli elementi nel corpo umano

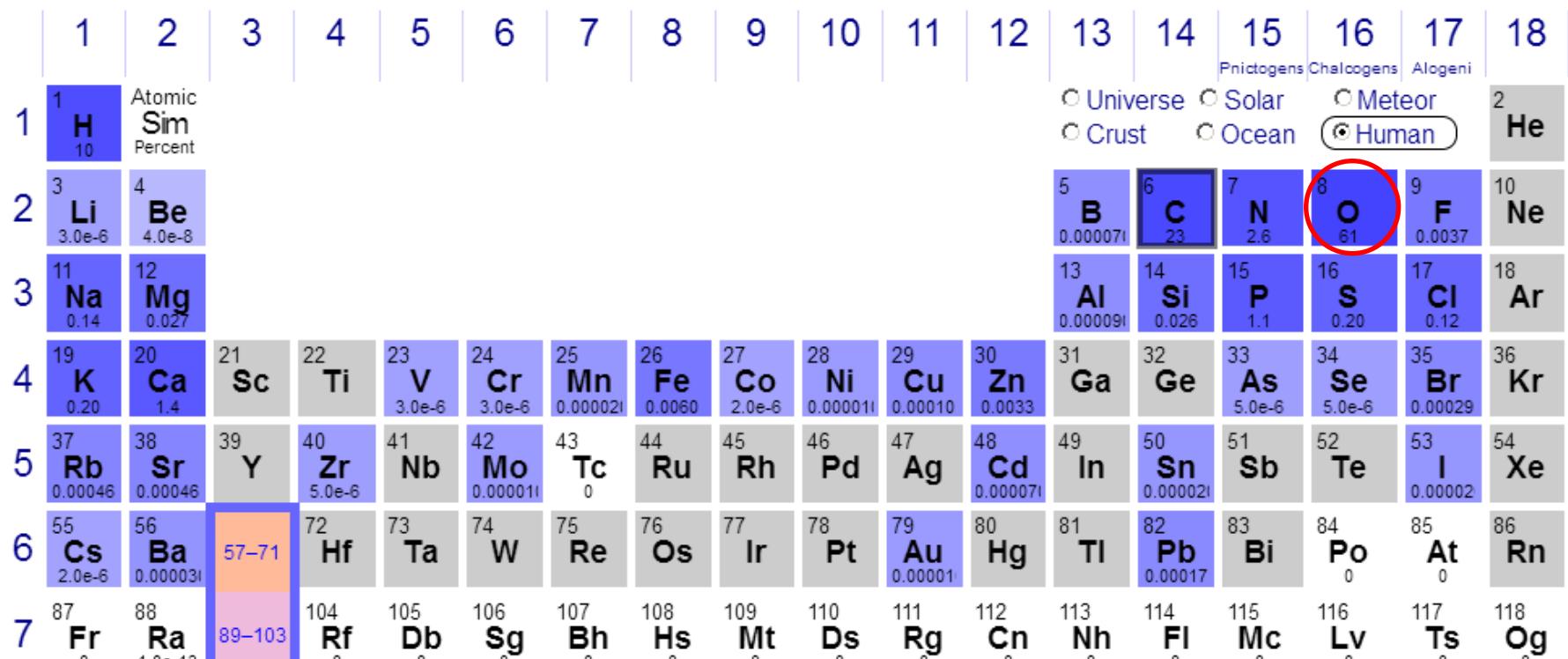


Tavola Periodica Design & Interface Copyright © 1997 Michael Dayah, Ptable.com Ultimo aggiornamento 16 giu 2017

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm 0	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
89 Ac 0	90 Th 0	91 Pa 0	92 U 1.0e-7	93 Np 0	94 Pu 0	95 Am 0	96 Cm 0	97 Bk 0	98 Cf 0	99 Es 0	100 Fm 0	101 Md 0	102 No 0	103 Lr 0

Pyura chilensis (Asciidiacee) concentra il vanadio 10<sup>7</sup> volte