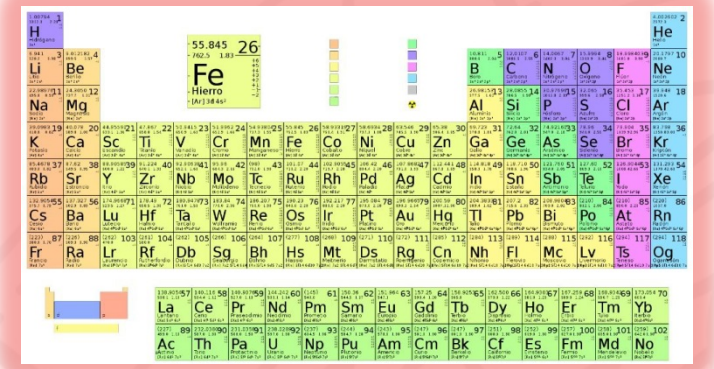


UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID

La Tabla Periódica: la Piedra Rosetta del Universo

Emilio Morán

- Departamento de Química Inorgánica
- Facultad de Ciencias Químicas UCM

Esquema de la presentación

- 2019: Año Internacional de la Tabla Periódica
- Los elementos en la Antigüedad
- La Alquimia y los elementos químicos
- Del siglo XVII al XIX : las bases de la Química
- Siglo XIX: Mendeleiev y sus precursores
- Siglo XX: Madame Curie, Moseley y otros genios: la estructura atómica.
- Siglo XX- XXI: del proyecto Manhattan a la actualidad
- Origen, abundancia y nombres de los elementos
- Vanadio, wolframio y platino: tres elementos españoles.
- Conclusión: La Tabla Periódica, la piedra Rosetta y el Universo

2019: Año Internacional de la Tabla Periódica

UNESCO

Organización de las Naciones Unidas
para la Educación, la Ciencia y la Cultura

2019 IYPT

International Year
of the Periodic Table
of Chemical Elements

IUPAC

2019: Año Internacional de la Tabla Periódica

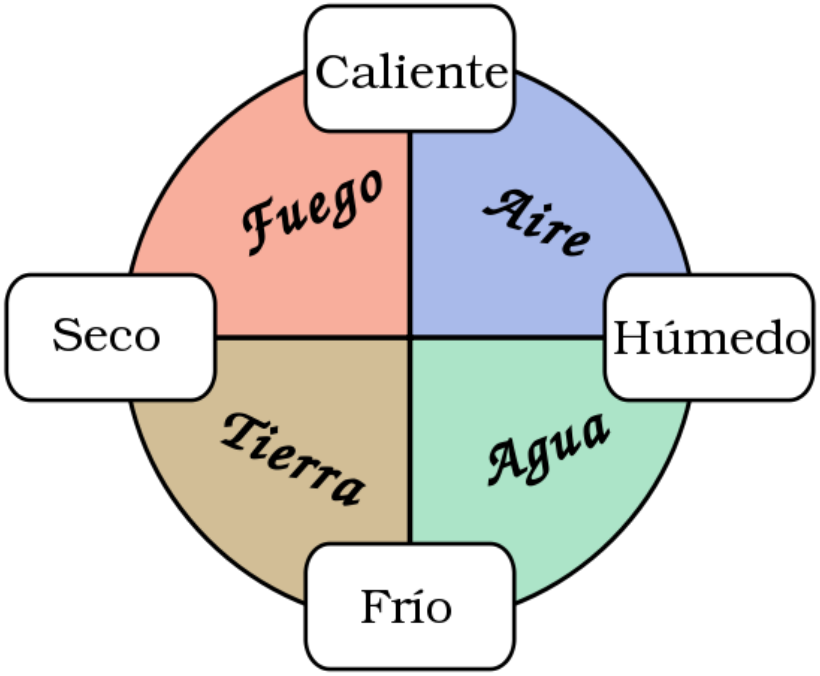
#IYPT2019
#AITP2019

quimicaysociedad.org/tabla-periodica

2019 Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos

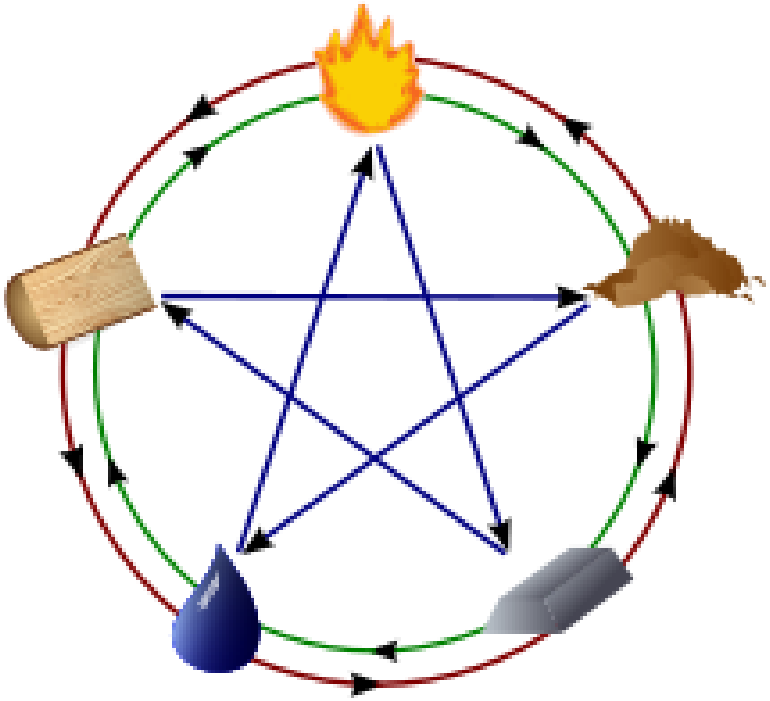
QS 2019 FORO
QUIMICA y SOCIEDAD
www.quimicaysociedad.org

Los elementos en la Antigüedad



Empédocles, Platón y Aristóteles:
cuatro propiedades de la materia, cuatro elementos

Los elementos en la Antigüedad



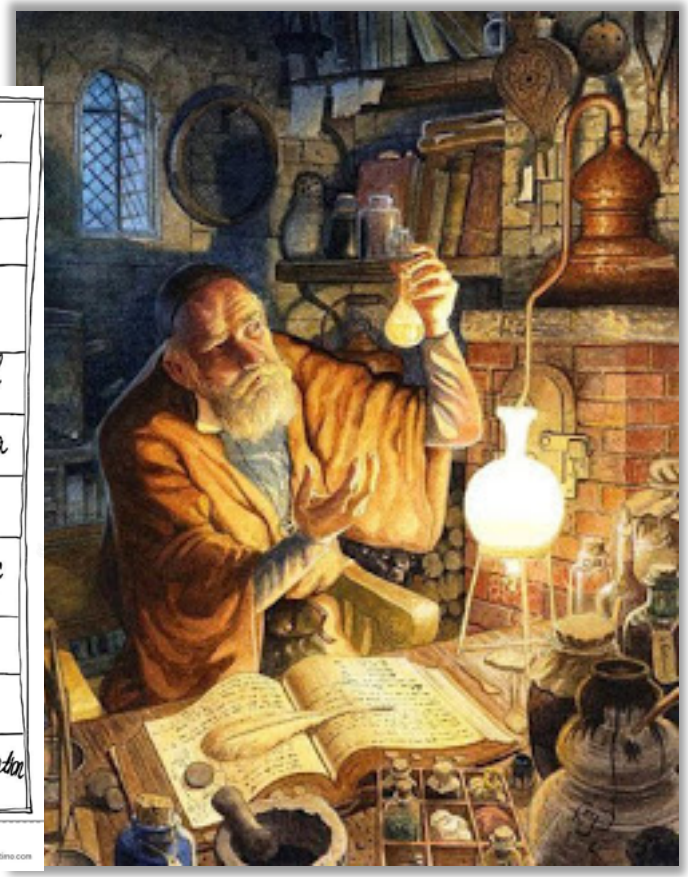
El quinto elemento: la quintaesencia o éter

Elementos conocidos: Cu, Au, Ag, Fe, Pb, Sn, Hg, C, S

La Alquimia y los elementos químicos

S. Alberto Magno S. XIII

Paracelso S. XV-XVI



Nuevos elementos: As, Sb, Zn, Bi, P

Del siglo XVII al XIX : las bases de la Química: Inglaterra

Cavendish: (1766)
Hidrógeno, Agua

Priestley:
Oxígeno
(1774)

Dalton: (1803-1808)

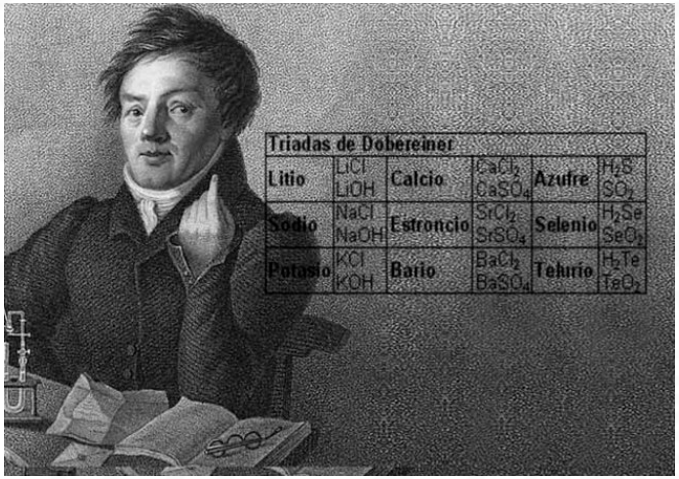
- Conceptos de “átomo” y “molécula”
- Ley de las proporciones múltiples
- Concepto de estequiometría

Del siglo XVII al XIX : las bases de la Química: Francia

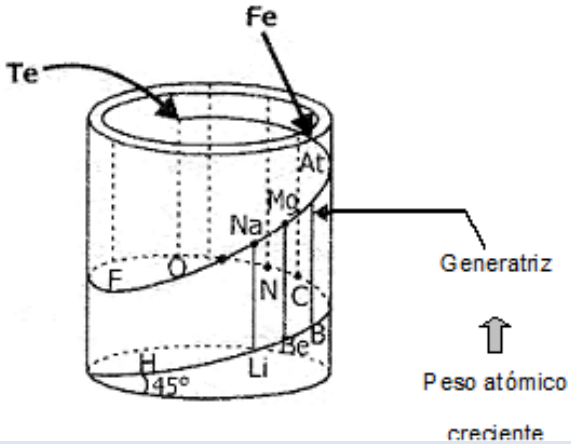
Lavoisier y su esposa (1788)

Proust:
ley de las proporciones definidas (1801)

Siglo XIX: Precursores de Mendeleiev

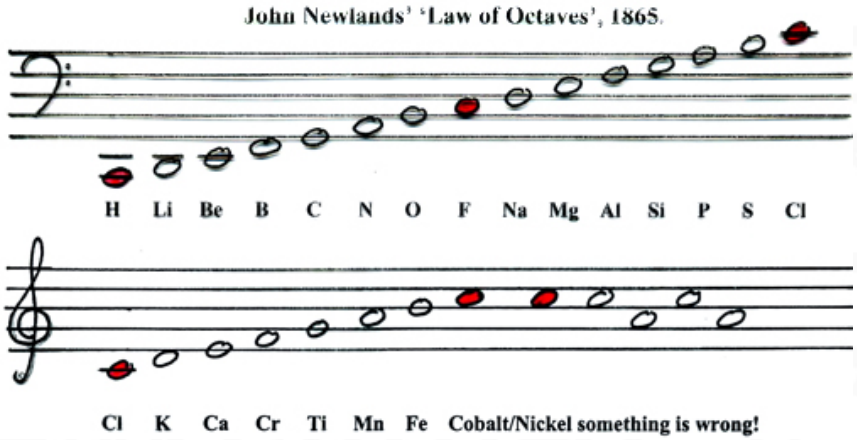


Dobereiner: las triadas (1829)
Ejs: Li, Na, K // Ca, Sr, Ba, etc.

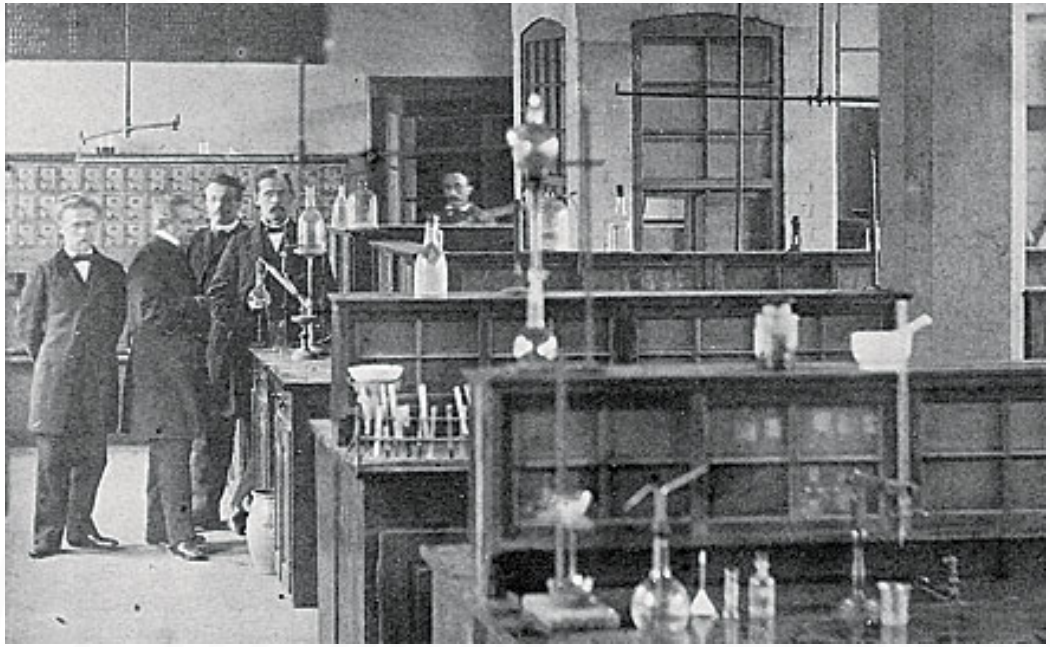


Chancourtois: la espiral telúrica (1862)

Newlands: las octavas (1863)



Siglo XIX: El congreso de Karlsruhe, 1860

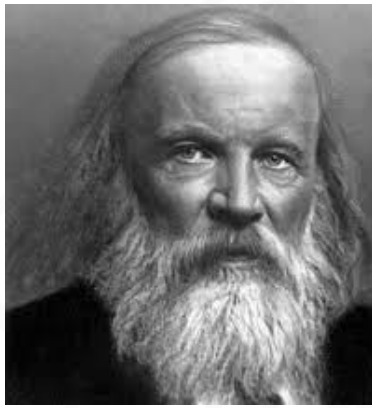


Laboratorio de Karl Weltzien, organizador del Primer Congreso Internacional de Química
3-5 de septiembre de 1860, Karslruhe, Alemania
127 participantes de 12 países.

Avogadro

Cannizzaro

Siglo XIX: Dimitri Mendeleiev 1869

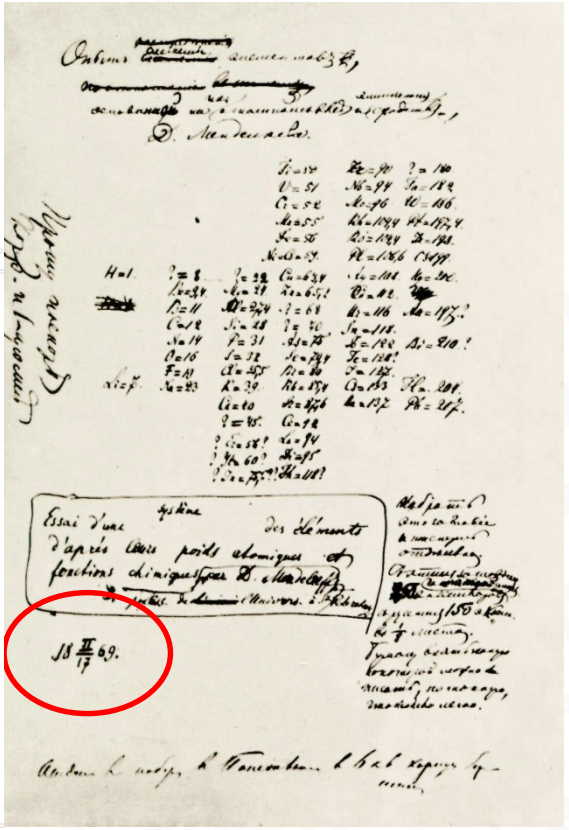


ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.

ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

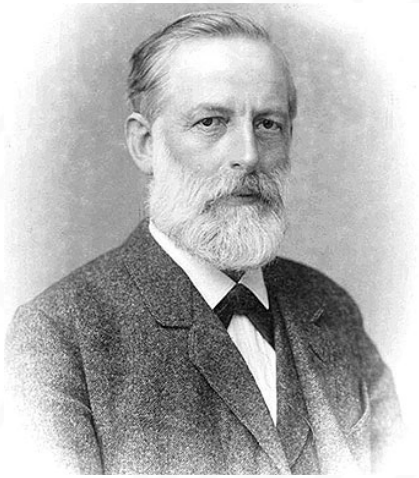
			Ti = 50	Zr = 90	? = 180.
			V = 51	Nb = 94	Ta = 182.
			Cr = 52	Mo = 96	W = 186.
			Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,1.
			Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198.
			Ni = Co = 59	Pl = 106,6	O = 199.
H = 1			Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200.
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27,1	? = 68	Ur = 116	Au = 197?
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?
	O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?	
	F = 19	Cl = 35,6	Br = 80	I = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204.
		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207.
		? = 45	Ce = 92		
		?Er = 56	La = 94		
		?Yt = 60	Di = 95		
		?In = 75,6	Th = 118?		

Д. Менделѣевъ

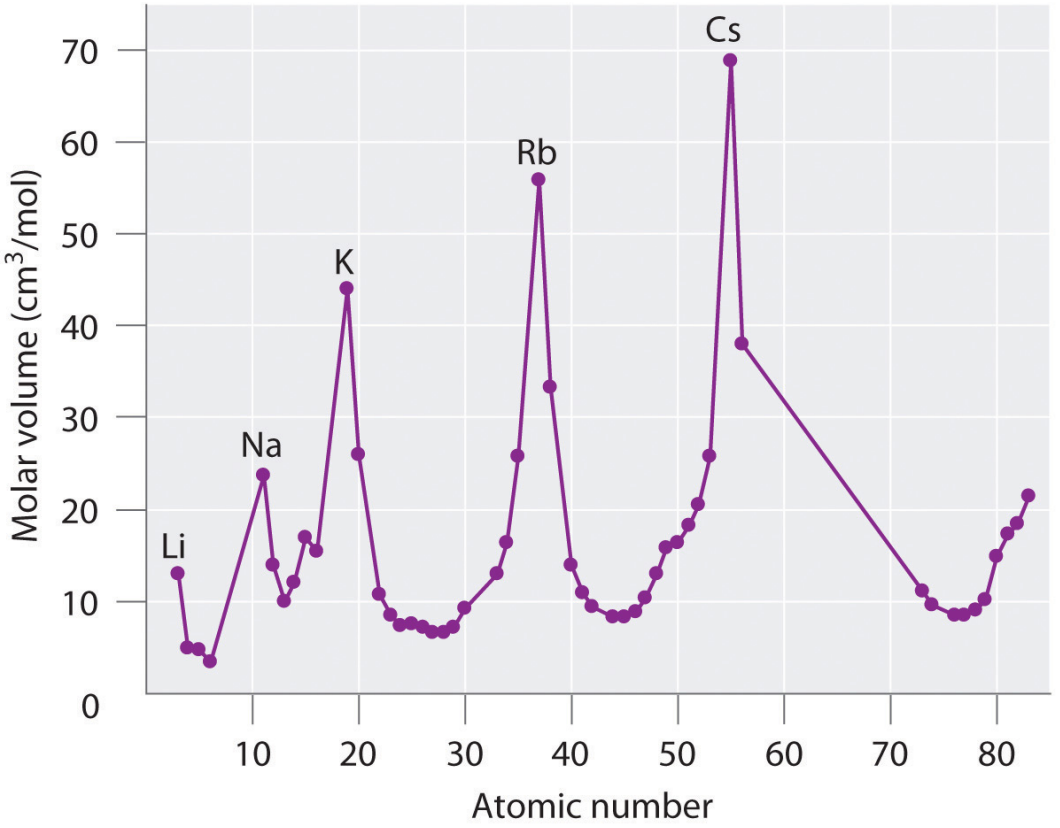


63 elementos ordenados por pesos atómicos y similitud química dejando huecos estratégicos

Siglo XIX: Lothar Meyer, 1864

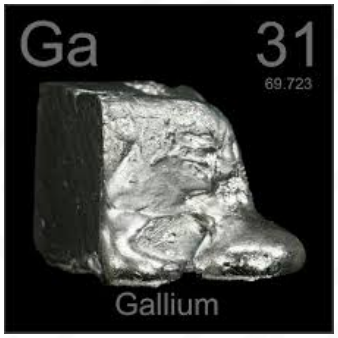


J. Lothar Meyer



Los volúmenes atómicos guardan relación periódica con el peso atómico

Siglo XIX: Mendeleiev y Meyer, 1869

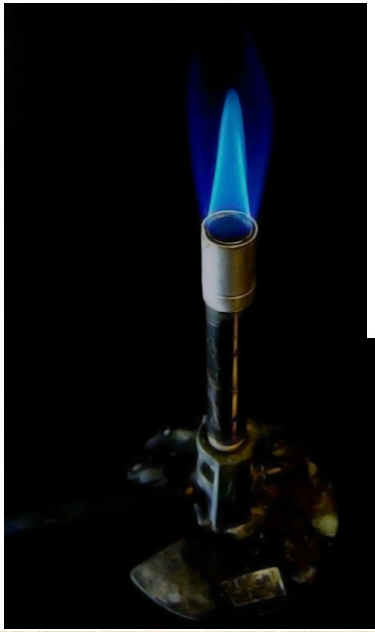


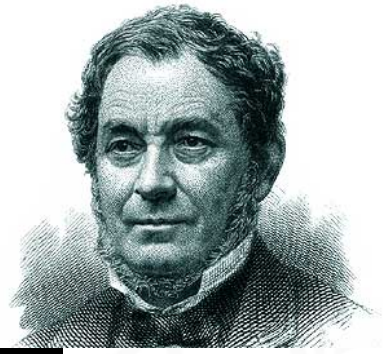
Las predicciones de Mendeleiev propiciaron la búsqueda de Nuevos elementos con notable acierto en las propiedades

Propiedad de	Ekaaluminio (predicho por Mendeleiev en 1871)	Galio (aislado por Boisbaudran en 1875
masa atómica	68	69.72
densidad (g/cm^3)	6.0	5.904
punto de fusión (°C)	Bajo	29.78
fórmula del óxido	Ea_2O_3 (densidad - 5.5 g cm^{-3})((soluble en álcalis y ácidos))	Ga_2O_3 (densidad - 5.88 g cm^{-3})((soluble en álcalis y ácidos))
fórmula del cloruro	Ea_2Cl_6 (volátil)	Ga_2Cl_6 (volátil)

Otros ejemplos: Eka-silicio (Ge); Eka-boro (Sc), Eka-manganeso (Tc), etc…

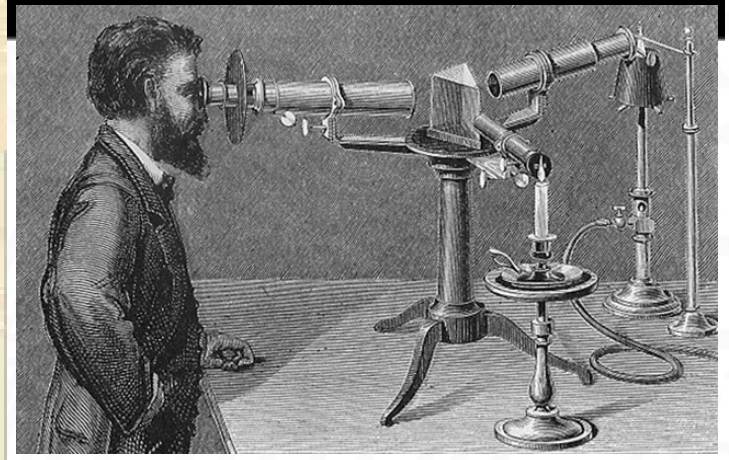
Siglo XIX: la espectroscopía y los elementos químicos





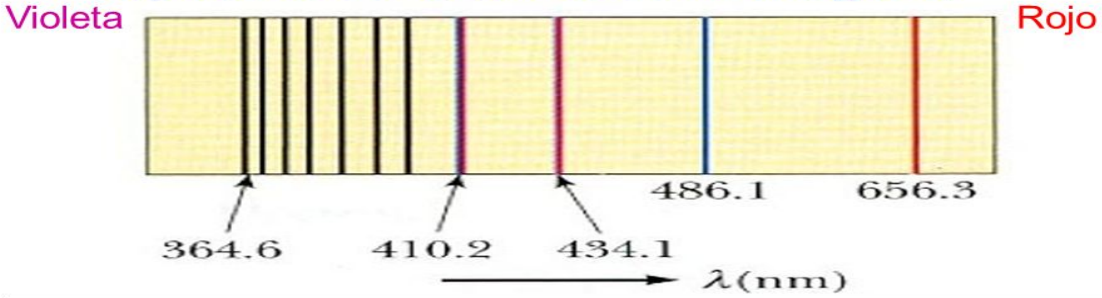
Bunsen
(1811-1899)
Heidelberg

Janssen 1868



Siglo XX: Estructura atómica

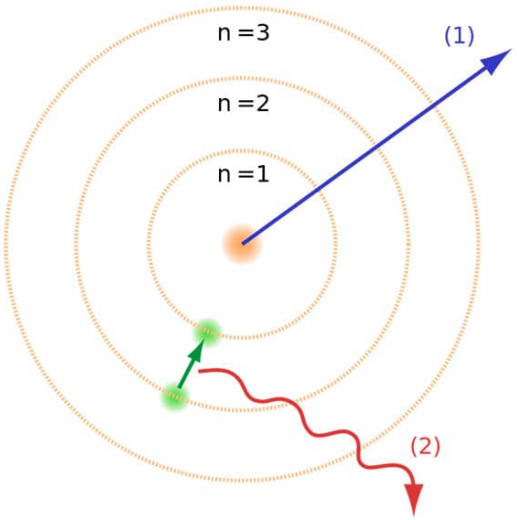
El espectro del átomo de hidrógeno



$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

ECUACIÓN EMPÍRICA DE BALMER
R=109 677.6 cm⁻¹ (cte de Rydberg)
n_1 y n_2 son NÚMEROS ENTEROS

$n_1 < n_2$



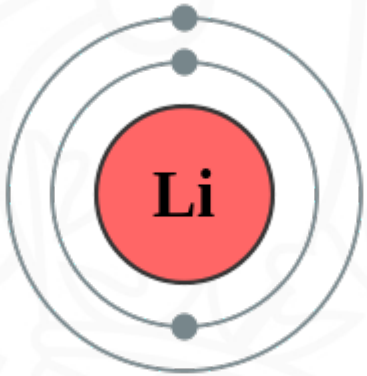
- Protones , neutrones y electrones
- Niveles de energía

Ernst Rutherford

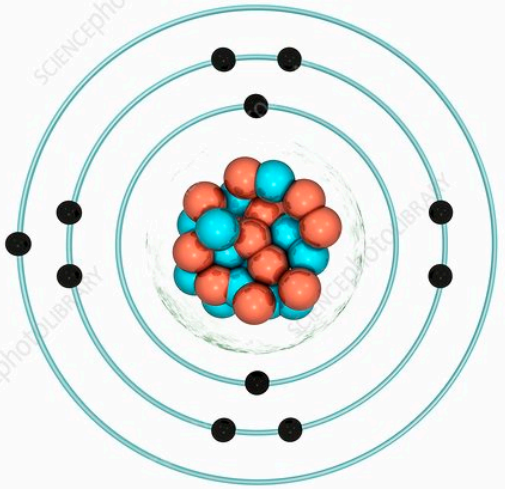
Niels Bohr

Siglo XX: Estructura atómica

Hidrógeno
Z = 1
1 s1



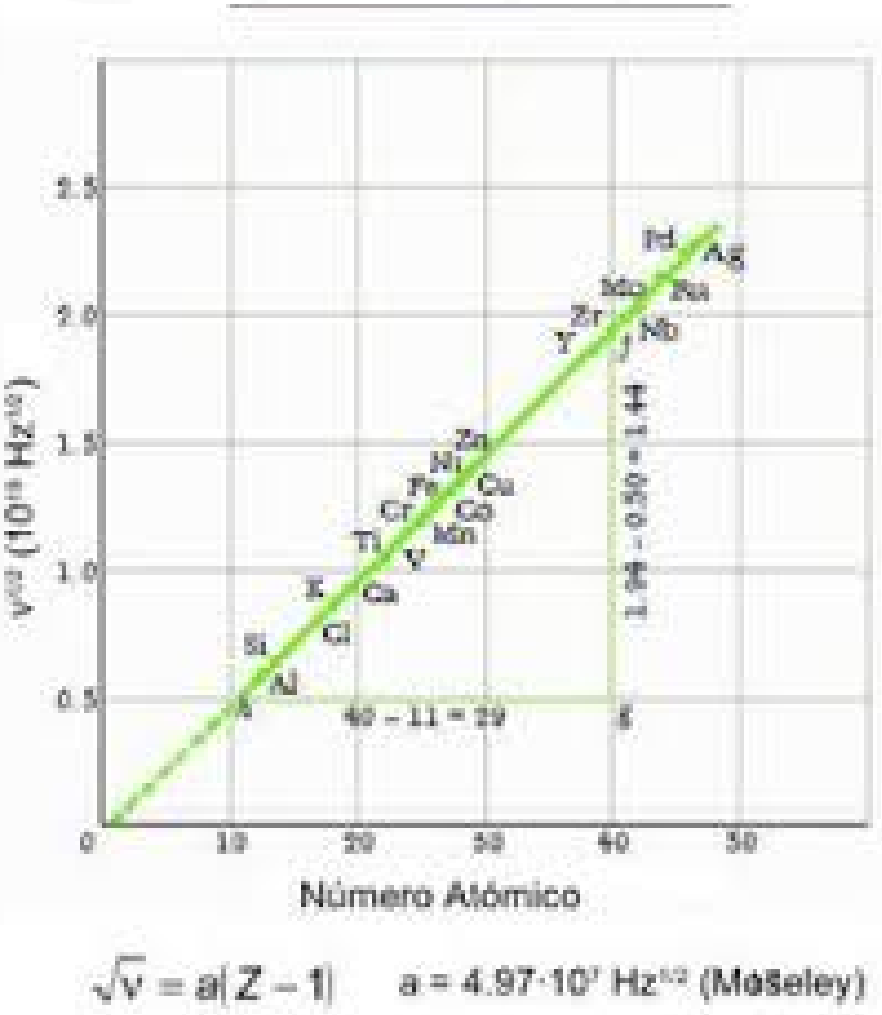
Litio
Z = 3
1 s2 2s1



Sodio
Z = 11
1s2 2s2p6 3s1

Elementos de l mismo grupo tienen una corteza electrónica externa similar

Siglo XX: Estructura atómica

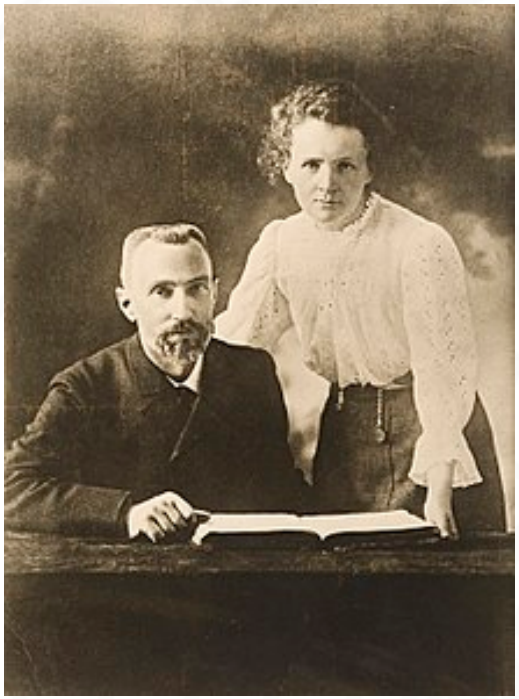


Henry Moseley

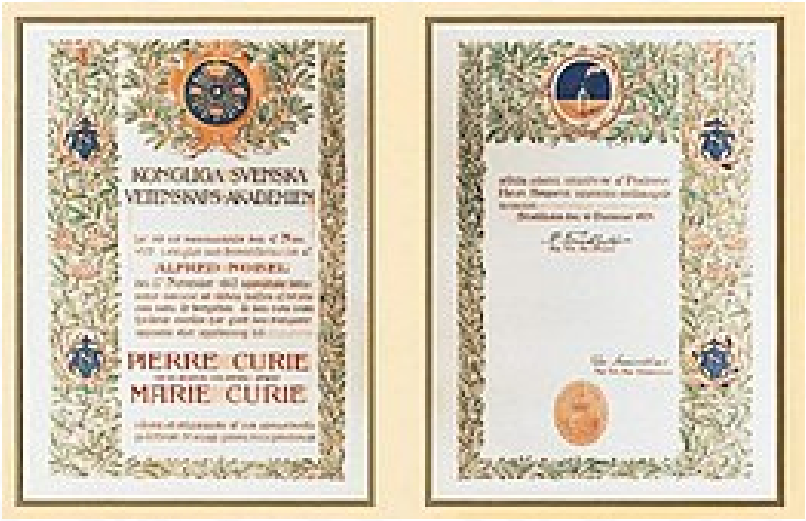
$$\sqrt{\nu} = a(Z-1) \qquad a = 4.97 \cdot 10^{7}\ \mathrm{Hz}^{1/2}\ \text{(Moseley)}$$

El número atómico Z, y no el peso atómico, es la clave para ordenar los elementos

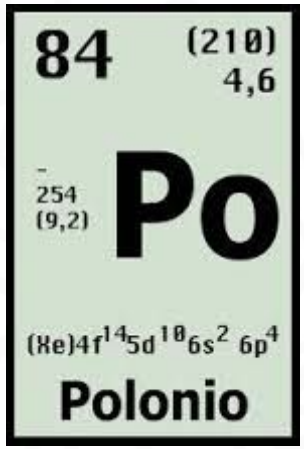
Siglo XX: La radioactividad

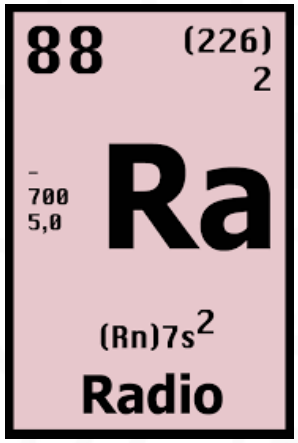


María Sklodowska-Curie y Pierre Curie



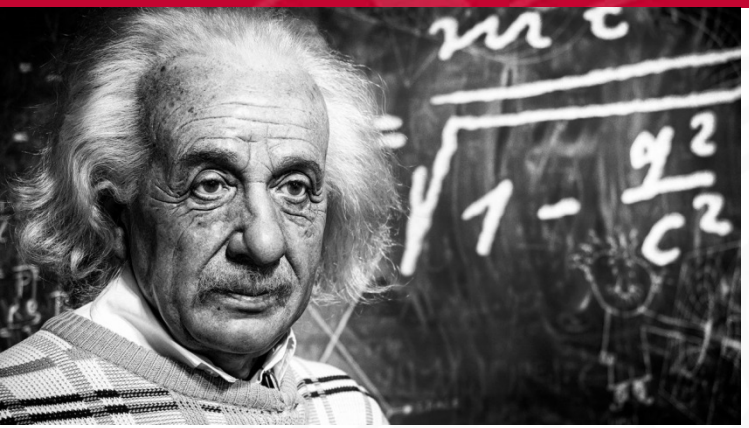
Premio Nobel de Física 1903



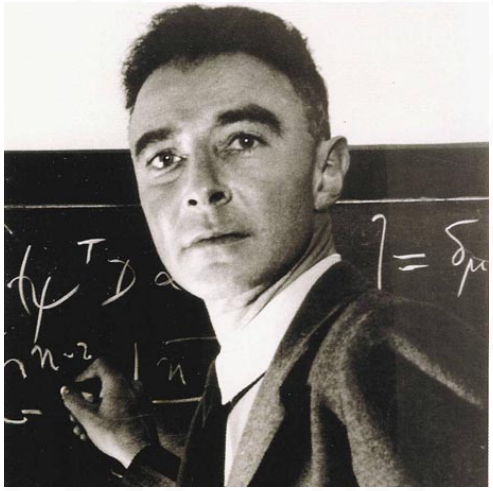


Muchos elementos pesados son inestables y se descomponen emitiendo partículas (la radioctividad)

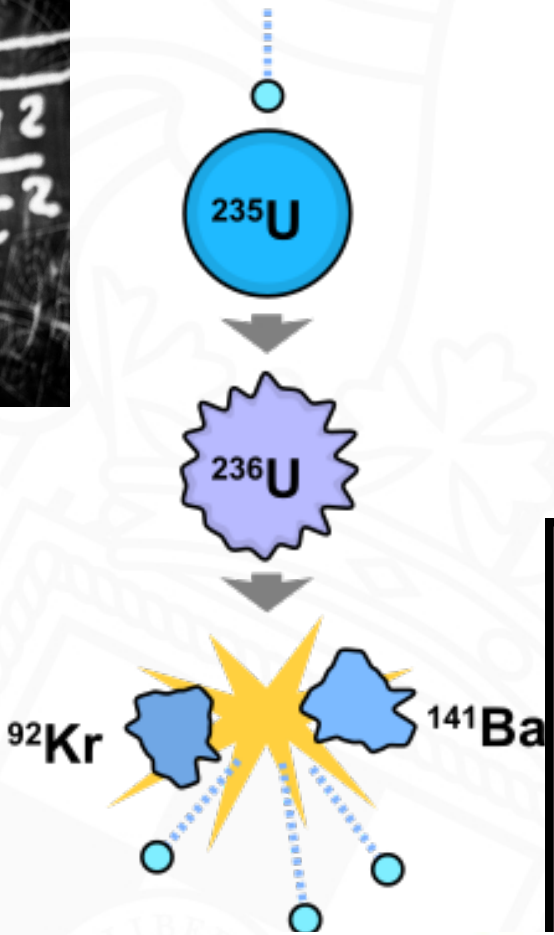
Siglo XX: El proyecto Manhattan: la fisión nuclear

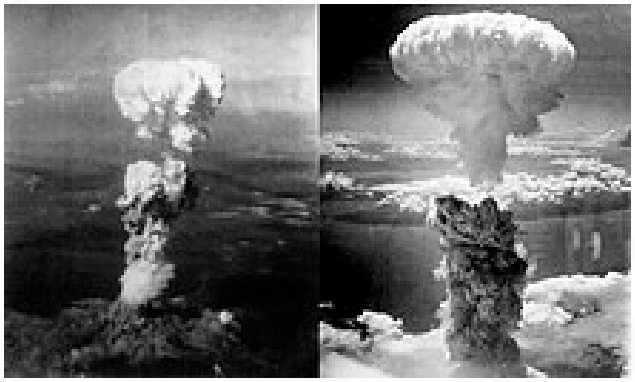


Albert Einstein

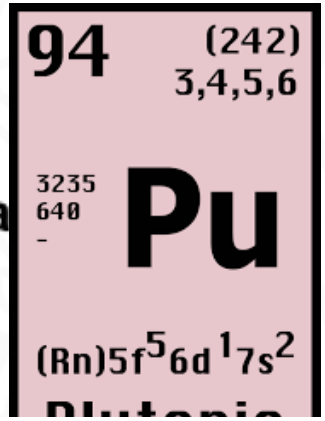


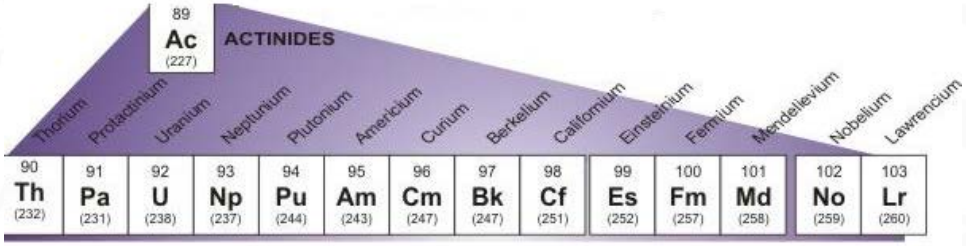
Robert Oppenheimer





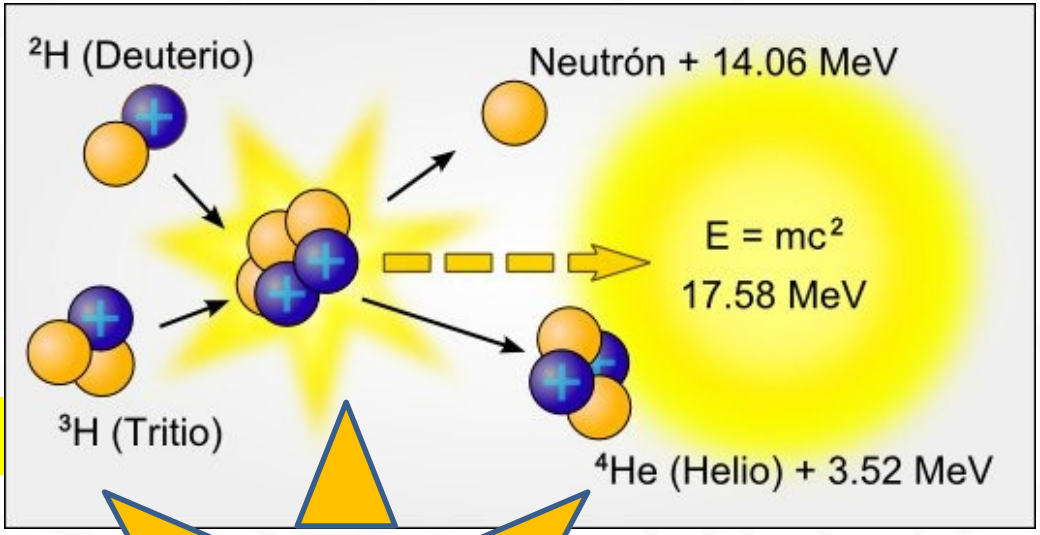
Hiroshima y Nagasaki, 1945

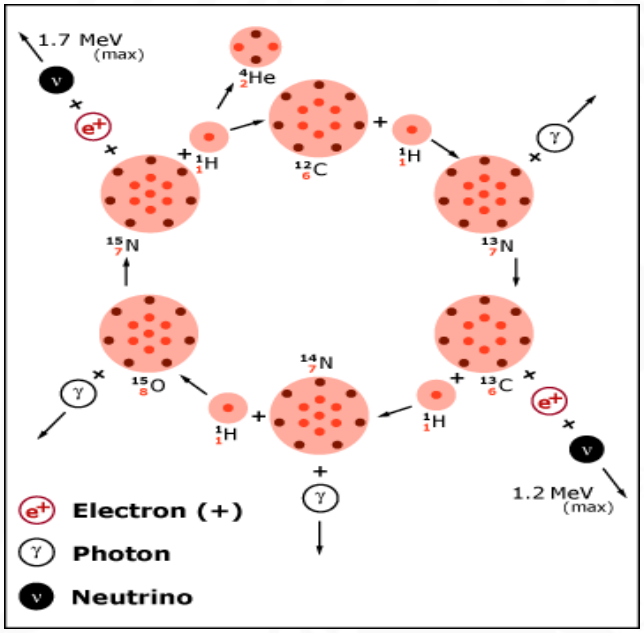




Origen, abundancia y nombres de los elementos

El Big Bang, hace 13.800 millones de años!!



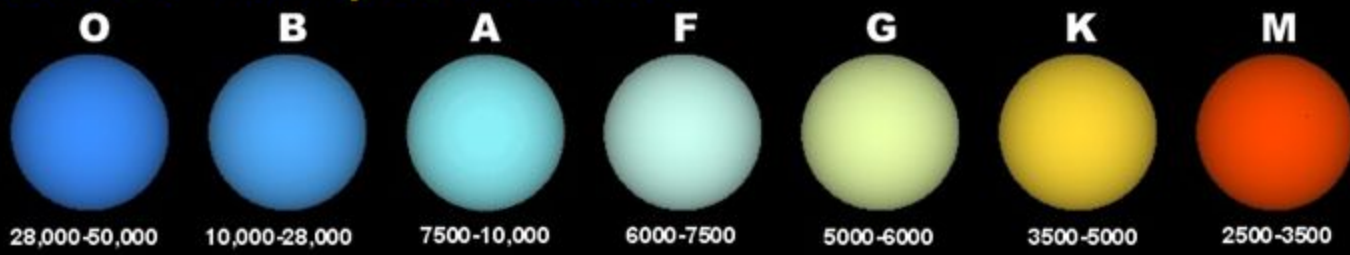


Fusión nuclear

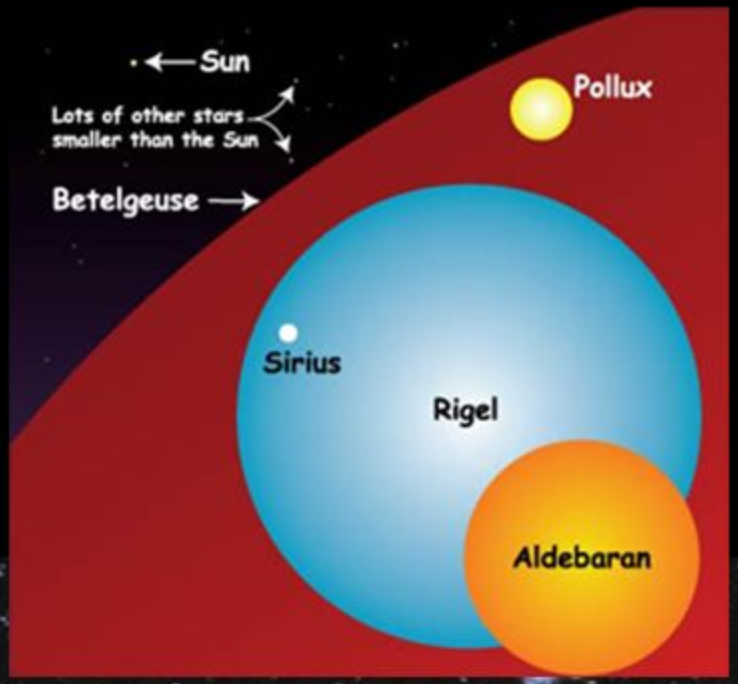
Algunos elementos terrestres son de origen externo
i. e. el Iridio

Types of Stars

- Colors & Temperatures



- Sizes



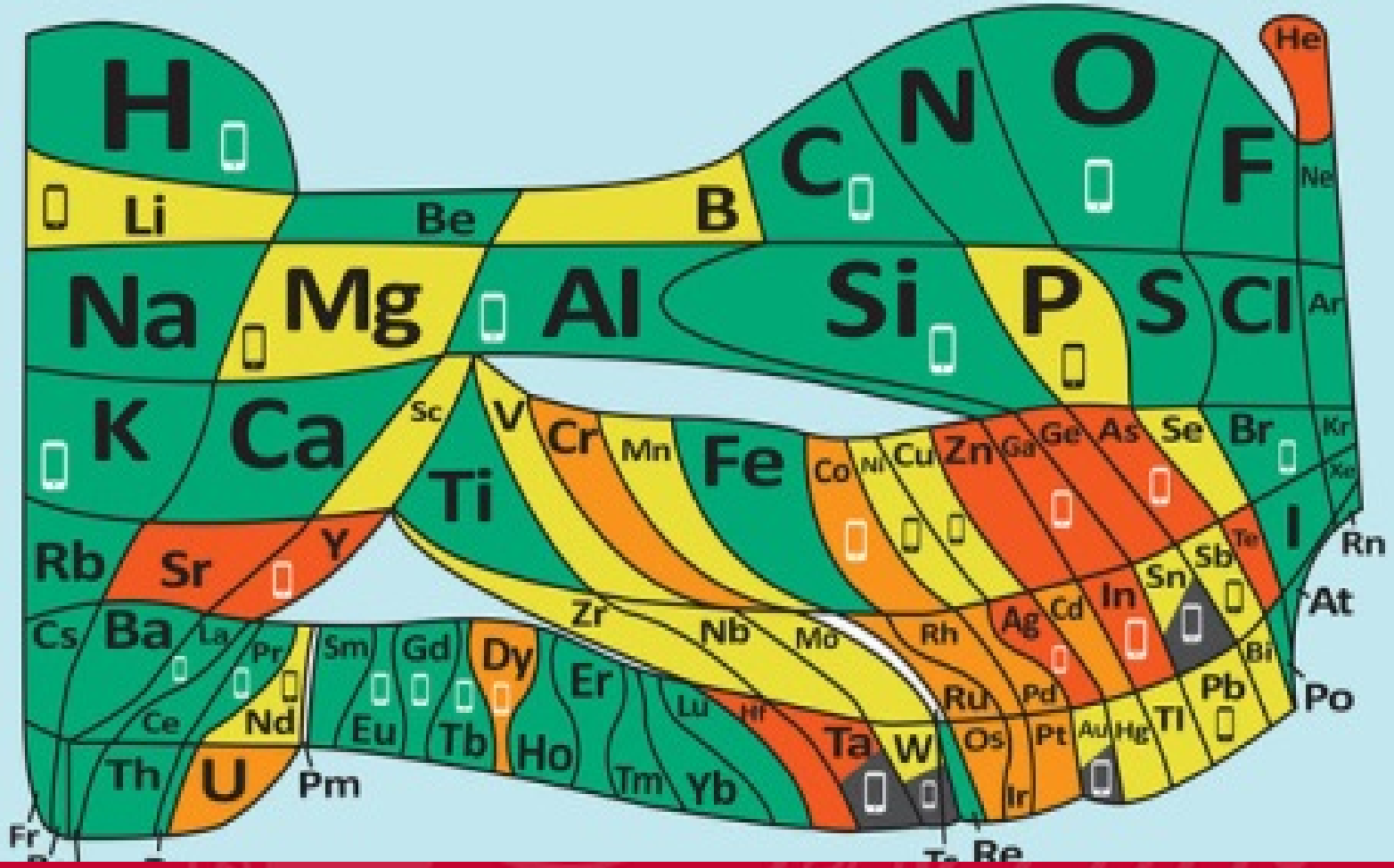
Origen, abundancia y nombres de los elementos

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

2019 IYPT International Year of the Periodic Table of Chemical Elements

Los 90 elementos químicos naturales que componen todo

¿Cuánto queda? ¿Es suficiente?



ELEMENTS OF A SMARTPHONE

ELEMENTS COLOUR KEY: ALKALI METAL · ALKALINE EARTH METAL · TRANSITION METAL · GROUP 13 · GROUP 14 · GROUP 15 · GROUP 16 · HALOGEN · LANTHANIDE

SCREEN

49 In Indium · 8 O Oxygen · 50 Sn Tin

Indium tin oxide is a mixture of indium oxide and tin oxide, used in a transparent film in the screen that conducts electricity. This allows the screen to function as a touch screen.

13 Al Aluminium · 14 Si Silicon · 8 O Oxygen · 19 K Potassium

The glass used on the majority of smartphones is an aluminosilicate glass, composed of a mix of alumina (Al_2O_3) and silica (SiO_2). This glass also contains potassium ions, which help to strengthen it.

39 Y Yttrium · 57 La Lanthanum · 65 Tb Terbium · 59 Pr Praseodymium · 63 Eu Europium · 66 Dy Dysprosium · 64 Gd Gadolinium

A variety of Rare Earth Element compounds are used in small quantities to produce the colours in the smartphone's screen. Some compounds are also used to reduce UV light penetration into the phone.

ELECTRONICS

29 Cu Copper · 47 Ag Silver · 79 Au Gold · 73 Ta Tantalum

Copper is used for wiring in the phone, whilst copper, gold and silver are the major metals from which microelectrical components are fashioned. Tantalum is the major component of micro-capacitors.

28 Ni Nickel · 66 Dy Dysprosium · 59 Pr Praseodymium · 65 Tb Terbium · 60 Nd Neodymium · 64 Gd Gadolinium

Nickel is used in the microphone as well as for other electrical connections. Alloys including the elements praseodymium, gadolinium and neodymium are used in the magnets in the speaker and microphone. Neodymium, terbium and dysprosium are used in the vibration unit.

14 Si Silicon · 8 O Oxygen · 51 Sb Antimony · 33 As Arsenic · 15 P Phosphorus · 31 Ga Gallium

Pure silicon is used to manufacture the chip in the phone. It is oxidised to produce non-conducting regions, then other elements are added in order to allow the chip to conduct electricity.

50 Sn Tin · 82 Pb Lead

Tin & lead are used to solder electronics in the phone. Newer lead-free solders use a mix of tin, copper and silver.

BATTERY

3 Li Lithium · 27 Co Cobalt · 8 O Oxygen · 6 C Carbon · 13 Al Aluminium

The majority of phones use lithium ion batteries, which are composed of lithium cobalt oxide as a positive electrode and graphite (carbon) as the negative electrode. Some batteries use other metals, such as manganese, in place of cobalt. The battery's casing is made of aluminium.

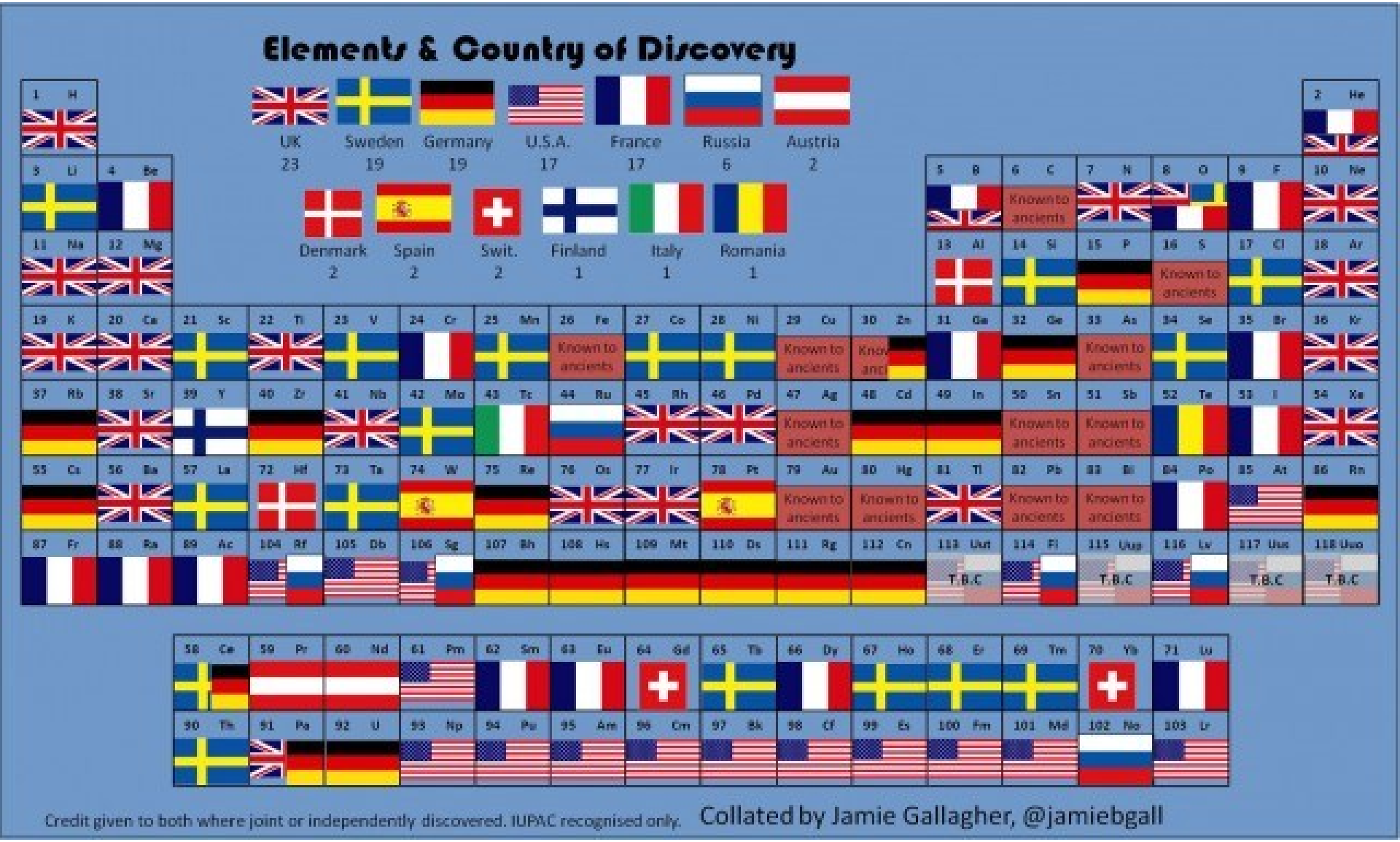
CASING

Magnesium compounds are alloyed to make some phone cases, whilst many are made of plastics. Plastics will also include flame retardant compounds, some of which contain bromine, whilst nickel can be included to reduce electromagnetic interference.

6 C Carbon · 12 Mg Magnesium · 35 Br Bromine · 28 Ni Nickel

Los nombres de los elementos

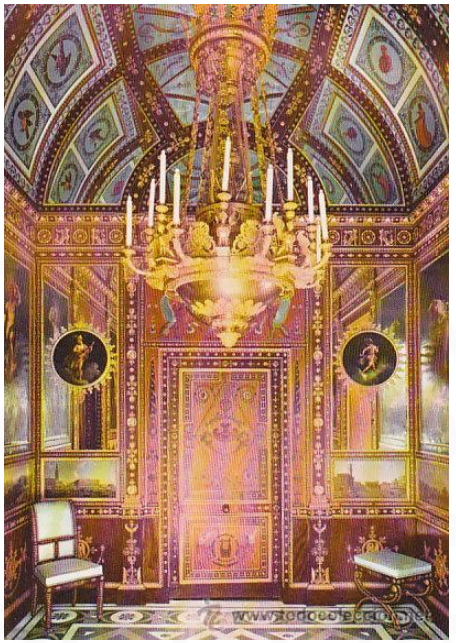
- **Nombres antiguos (símbolos latinos) : Cu, Au, Ag, Hg, Fe, Sn, Pb, C, S**
- **Nombres aludiendo a propiedades (reactividad, color, etc.):**
  H, O, Cr, Pr, Nd, Ra, F, Cl, Al…
- **Gases nobles: He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn**
- **Nombres mitológicos: Ti, Th, U, Np, Pu..V**
- **Nombres provenientes del mineral: Li, Be, N, Si, V, W**
- **Nombres geográficos: Mg, Ge, Ga, Fr, Lu, Sc, Y, Yb, Am, Bk, Cf, Nh, Mc, Db…**
- **Nombres de científicos: Cm, Es, Fm, Md, No, Rf, Sg, Bh, Rg, Cm, Og…**

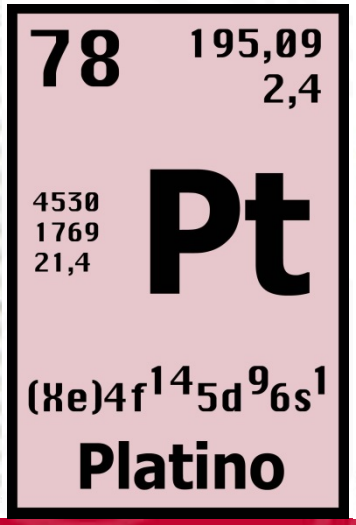

Elements & Country of Discovery
UK 23
Sweden 19
Germany 19
U.S.A. 17
France 17
Russia 6
Austria 2
Denmark 2
Spain 2
Swit. 2
Finland 1
Italy 1
Romania 1
Known to ancients
T.B.C
Credit given to both where joint or independently discovered. IUPAC recognised only.
Collated by Jamie Gallagher, @jamiebgall

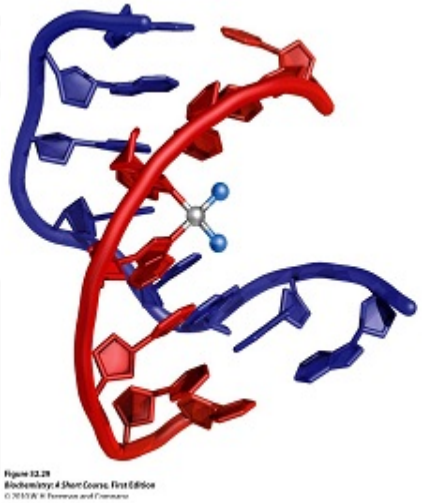
Elementos “españoles”: V, W y Pt

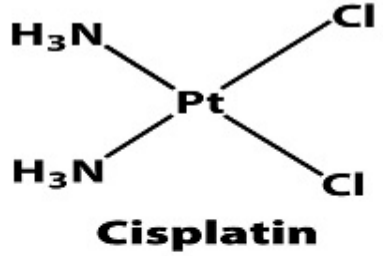
Antonio de Ulloa
(1716-1795)

Descubrimiento:
1735

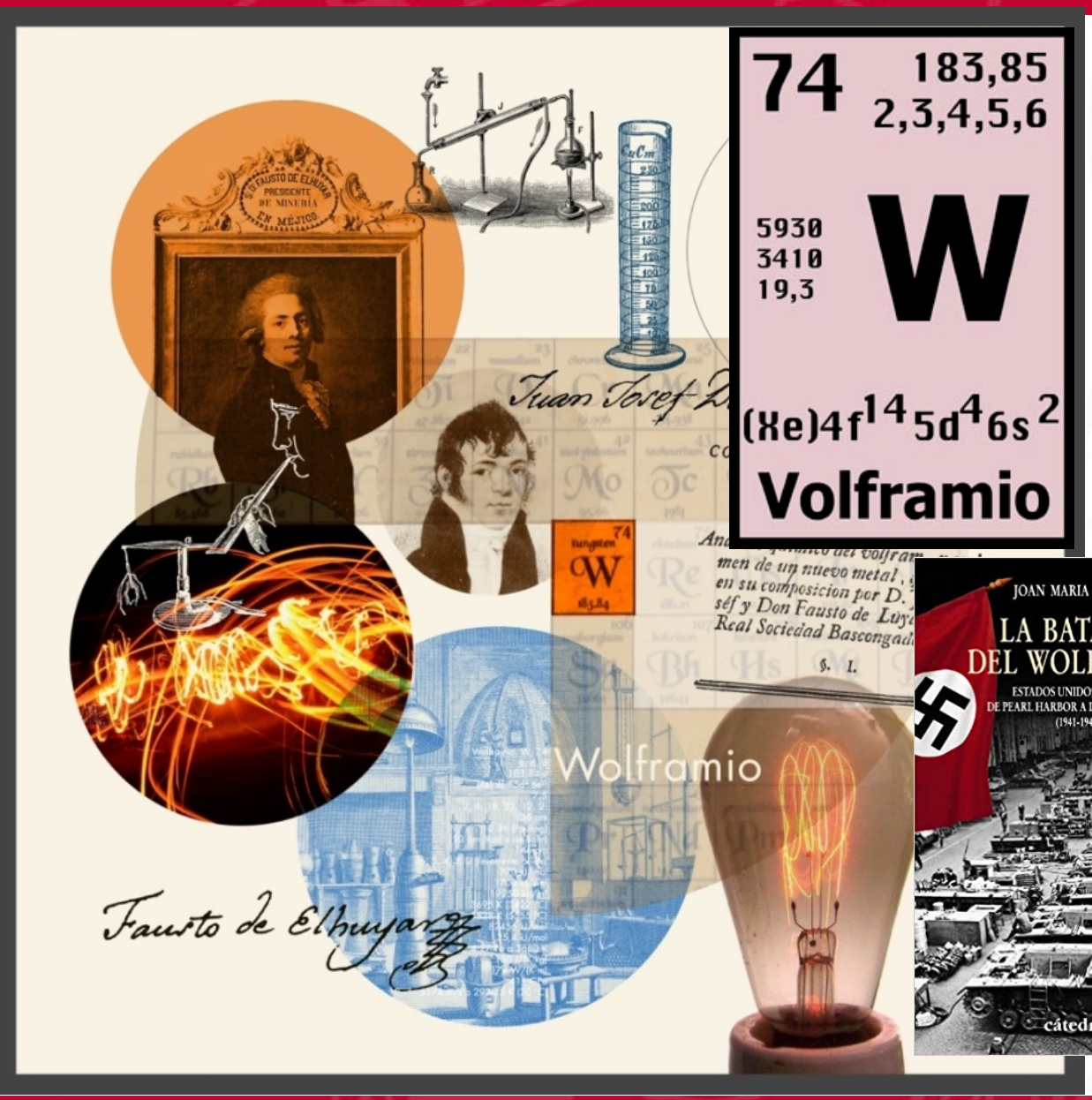


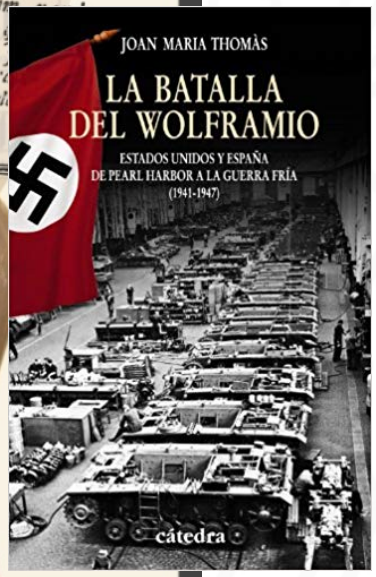






Elementos “españoles”: V, W y Pt

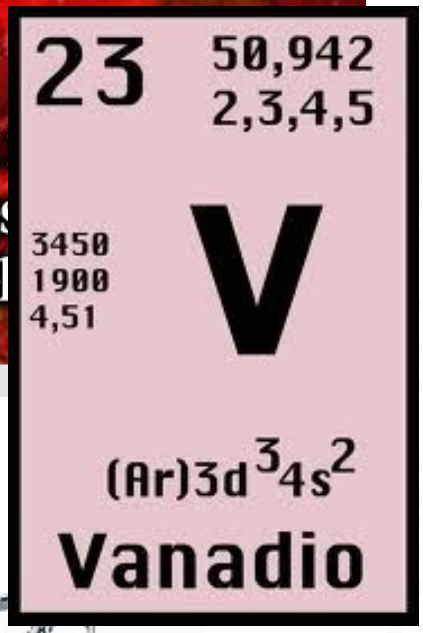




Hermanos D’Elhuyar
Juan José (1754-1796)
y
Fausto (1755-1833)

Descubrimiento: 1783
Mineral. Wolfrahm

Elementos “españoles”: V, W y Pt



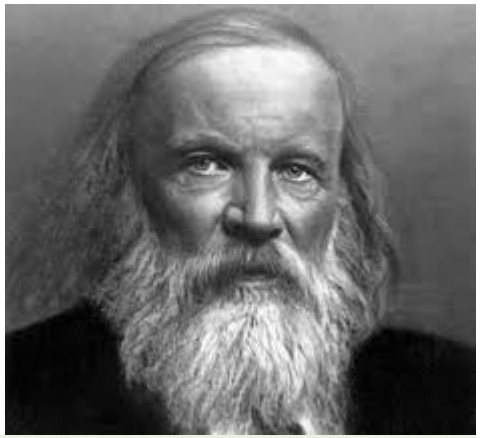
Andrés Manuel del Río
Madrid 1764 – Méjico 1849
Discípulo de Lavoisier
Descubrimiento: 1801
Mineral: Vanadinita
Pancromio
Eritronio

Conclusión: La Tabla Periódica como Piedra Rosetta del Universo

Piedra Rosetta, descifrada por Jean-François Champollion (1822)

Mendeleev's Periodic Table

Series	Group I	Group II	Group III	Group IV	Group V	Group VI	Group VII	Group VIII
1	H=1							
2	Li=7	Be=9.1	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24.4	Al=27	Si=28	P=31	S=32	Cl=35.5	
4	K=39.1	Ca=40	— =44	Ti=48.1	V=51.2	Cr=52.3	Mn=55	Fe=56, Ni=58.5, Co 59.1, Cu 63.3.
5	(Cu)=63.3	Zn=65.4	— =68	— =72	As=75	Se=79	Br=80	
6	Rb=85.4	Sr=87.5	Y=89	Zr=90.7	Nb=94.2	Mo=95.9	— =100	Rh=103, Ru=103.8, Pd=108, Ag=107.9.
7	(Ag)=107.9	Cd=112	In=113.7	Sn=118	Sb=120.3	Te=125.2	I=126.9	
8	Cs=132.9	Ba=137	La=138.5	Ce=141.5	Di=145	—	—	— — —
9	(—)	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	Yb=173.2	—	Ta=182.8	W=184	—	Ir=193.1, Pt=194.8, Os=200, Au=196.7.
11	(Au)=196.7	Hg=200.4	Tl=204.1	Pb=206.9	Bi=208	—	—	
12	—	—	—	Th=233.4	—	U=239	—	— — —



Los elementos del Universo, Mendeleiev y otros (1869---…..)

Exposición en la
Facultad de Ciencias Químicas
25 Abril-20 diciembre 2019

https://biblioteca.ucm.es/qui/la-tabla-periodica-un-viaje-por-su-historia-2019

Muchas gracias por su atención