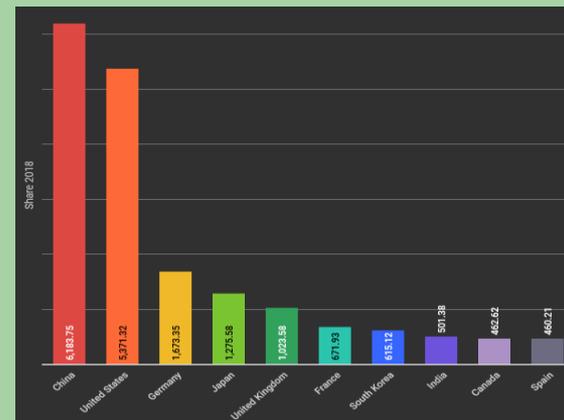
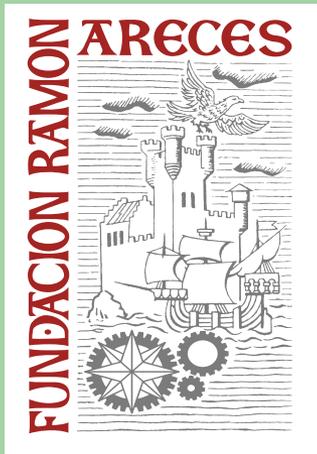


Clausura del Año Internacional de la Tabla Periódica

El Sistema Periódico ¿Qué es y para qué sirve?



17 de Diciembre de 2019

Prof. Miguel Ángel Alario y Franco.

Catedrático Emérito y exPresidente de la
Real Academia de Ciencias de España

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE

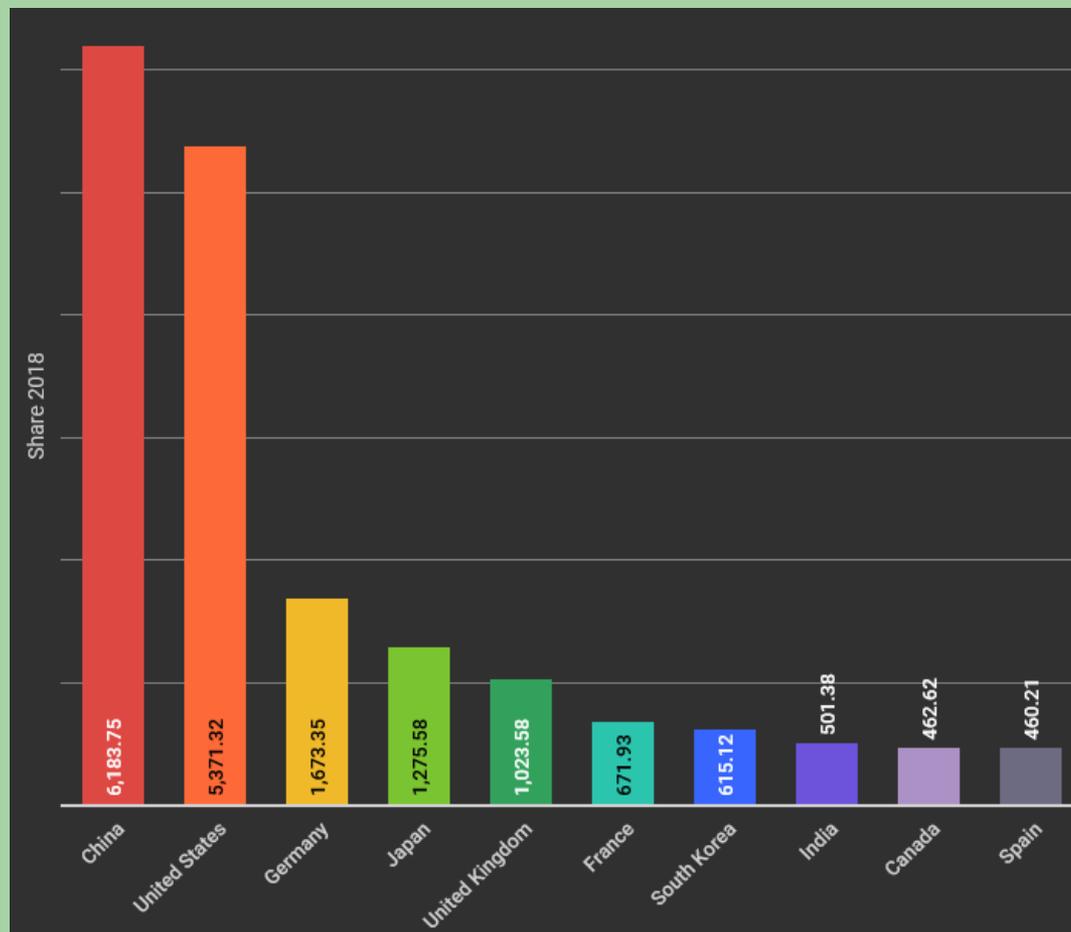


These 10 countries top the ranks in chemistry research

Where the best chemistry takes place. 12 December 2019

NATURE Index: Gemma Conroy

https://www.natureindex.com/news-blog/these-ten-countries-top-the-ranks-in-chemistryresearch?utm_source=Nature+Briefing&utm_campaign=bf160736fb-briefingdy20191212&utm_medium=email&utm_term=0_c9dfd39373-bf160736fb-40293551



España es, en 2019, el décimo país del mundo, y el cuarto de Europa, en investigación de excelencia en Química



TABLA PERIODICA

Aproximadamente 24.700.000 resultados (0,44 segundos)

PERIODIC TABLE

Factor ≈ 6 (???)

Aproximadamente 116.000.000 resultados (0,43 segundos)

Dios

Aproximadamente 469.000.000 resultados (0,45 segundos)

GOD

Factor ≈ 6 (???)

Aproximadamente 2.520.000.000 resultados (0,41 segundos)

RECORD? *New* - 25.270.000.000 resultados (0,46 segundos) STOP WORD

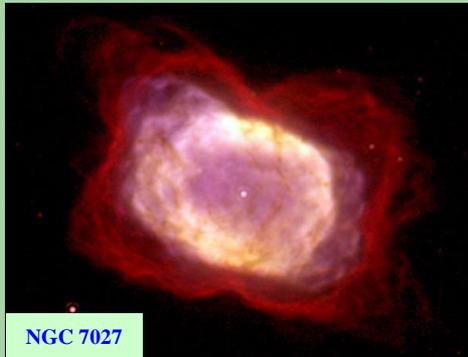


¿Cuándo “empieza” la Química? Cuando se forma el primer enlace químico

La primera molécula que se formó en el Universo (“poco después” del Big Bang) acaba de ser observada (17-IV-19)

¿Cómo? Con el Telescopio SOFIA (Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy)

¿Dónde? En la Nebulosa Planetaria NGC 7027



NGC 7027



The German-built telescope assembly seen through the telescope cavity door in the side of NASA's SOFIA 747SP offers a view of both the primary and secondary mirrors, the latter a small black circle in the center supported by three braces.

The cosmic calendar

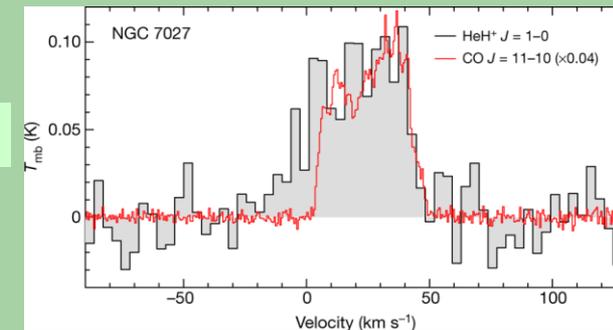
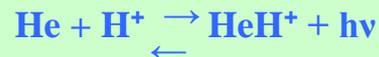
Stage	Time	Temperature (Energy)	Description
First	10^{-45} to 10^{-32} sec	Greater than 10^{15} K (100 GeV)	Inflation; generation of density fluctuations
Second	10^{-6} sec	Greater than 10^{12} K (100 MeV)	Quark Soup (QG Plasma)
Third	10^{-4} sec to 3 min	10^{12} to 10^9 K (0.1 MeV)	Nucleosynthesis; formation of D, He and Li
Fourth	400,000 years	4,000 K (1 eV)	Formation of neutral atoms; radiation decouples
Fifth	1 billion years	20–3 K (1 meV)	Formation of first-generation stars and galaxies
Sixth	3 billion years	20–3 K (1 meV)	Formation of heavy elements by supernovae; Formation of second-generation stars.
Seventh	3–15 billion years	3 K (0.25 meV)	Genesis of planets and LIFE

¿Cuándo se formó?

≈400.000 años DdBB

¿de qué molécula se trata?

De la molécula-cation Hidruro de Helio:HeH⁺

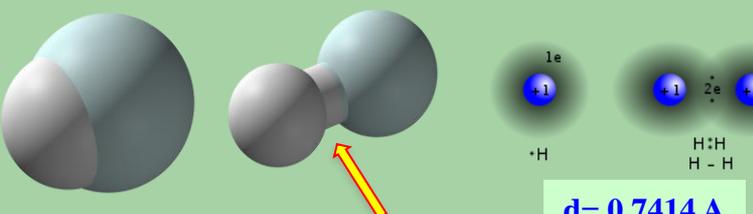


$d = 0.7414 \text{ \AA}$

HeH⁺ is the strongest known acid, with a proton affinity of 177.8 kJ/mol.

Spectrum of the HeH⁺ J = 1–0 ground-state rotational transition, observed with upGREAT onboard SOFIA pointed towards NGC 7027. Rolf Güsten *et al.* Nature **568**, 357–9 (2019)

¡¡1^{er} enlace químico!!
He:H⁺
 $d = 0.772 \text{ \AA}$



VIDA MEDIA DE UN ELEMENTO: Es el tiempo que el elemento tarda en perder la mitad de su masa

SISTEMA PERIÓDICO DE LOS ELEMENTOS

族 → 1	2	100d	7	18
周期				
1	1 H 氢	2 He 氦		
2	3 Li 锂	4 Be 铍	B C N O F Ne Al Si P S Cl Ar Ga Ge As Se Br Kr	
3	11 Na 钠	12 Mg 镁	13 Al 铝	18 Ar 氩
4	19 K 钾	20 Ca 钙	21 Sc 钪	36 Kr 氪
5	37 Rb 铷	38 Sr 锶	39 Y 钇	54 Xe 氙
6	55 Cs 铯	56 Ba 钡	57 La 镧	86 Rn 氡
7	87 Fr 钫	88 Ra 镭	89 Ac 锕	118 Og 錀

Tierras Raras
Lantánidos: La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu

Actínidos: Ac Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf E Fm Md No Lr

镧系元素

57 La 镧	58 Ce 铈	59 Pr 镨	60 Nd 钕	61 Pm 钷	62 Sm 钐	63 Eu 铕	64 Gd 钆	65 Tb 铽	66 Dy 镝	67 Ho 铈	68 Er 铒	69 Tm 铥	70 Yb 镱	71 Lu 镱
------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

锕系元素

89 Ac 锕	90 Th 钍	91 Pa 镤	92 U 铀	93 Np 镎	94 Pu 钚	95 Am 镅	96 Cm 锔	97 Bk 锫	98 Cf 锿	99 Es 镱	100 Fm 镆	101 Md 镈	102 No 镎	103 Lr 镥
------------	------------	------------	-----------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------



La Tabla Periódica

La Química presenta tres características principales

*La Periodicidad

**El Enlace Químico

***Es la única Ciencia de la Naturaleza que crea su propio objeto

Ese **OBJETO** lo constituyen dos tipos de *Especies Químicas*:

Elementos y Compuestos Químicos

Los *Compuestos Químicos* son de dos tipos:

Moleculares: Agua, ADN, celulosa, alcohol...

No Moleculares: cloruro sódico, hierro, cuarzo, diamante...



La Tabla Periódica

La **Tabla Periódica** no es *solo* una clasificación de los Elementos Químicos en relación a su **número atómico**

Es, sobre todo, una representación abreviada y sistemática de la *periodicidad* de sus características y propiedades, además de una *guía predictiva de su comportamiento* en las reacciones químicas para dar lugar a *compuestos químicos* cuyas características y propiedades *también reflejan esa periodicidad*.

La Tabla Periódica es un Sistema Organizativo de toda la Química

Por otra parte, los *Elementos* Químicos son un conjunto de sustancias simples que presentan *individualidad química*

Elemento

Cada una de un grupo de **sustancias que no se pueden dividir en otras más simples por métodos químicos**.

Esa individualidad viene dada por la de los *átomos* que las componen

Precisamente, el concepto de *A-TOMOS*, sugerido por **Demócrito de Abdera** (siglo V ac) significa, *sin división*

Una Idea Fundamental:

Existe un límite en la división de un elemento

<https://www.youtube.com/watch?v=j1QmSR-9aHE>



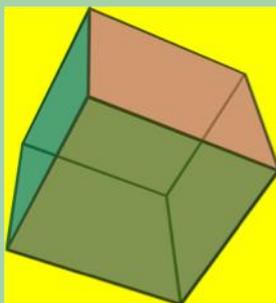
El sistema periódico

ELEMENTOS (ARISTOTELES):

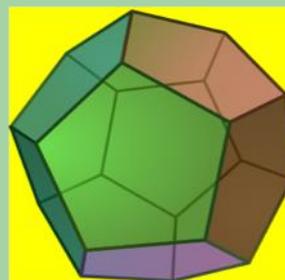
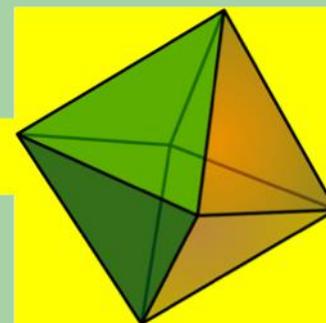
Las partes constituyentes de la naturaleza: **CUATRO ELEMENTOS**

SOLIDOS PLATÓNICOS

Tierra



Aire



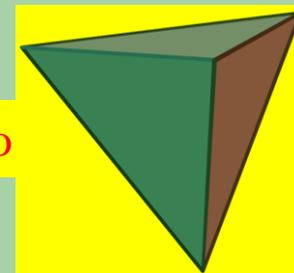
Quintaesencia

o
Éter

Agua



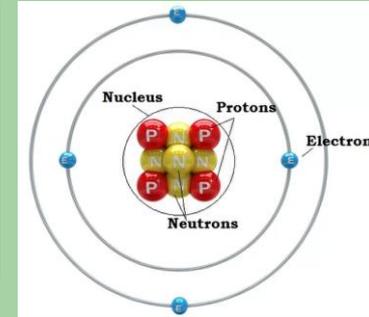
Fuego



El sistema periódico

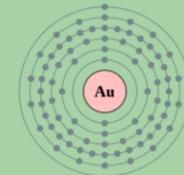
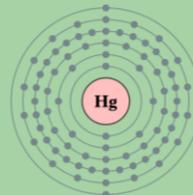
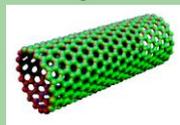
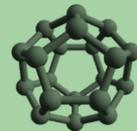
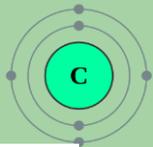
Los *Elementos Químicos*, que son 118, están formados por partículas elementales neutras o cargadas (*protones*, *electrones* y *neutrones*) en diferentes proporciones y unidas por fuerzas atómicas y electrostáticas

Todos los átomos de un elemento, constituidos por un núcleo atómico y una corteza electrónica, tienen la misma *carga nuclear* positiva, dada por los *protones* y un número igual de *cargas negativas*, dada por los *electrones*. Sin embargo, pueden tener masas distintas según el número de *neutrones*. Se habla entonces de **Isótopos** (*isos* <> igual; *topos* <> posición, en la Tabla Periódica)



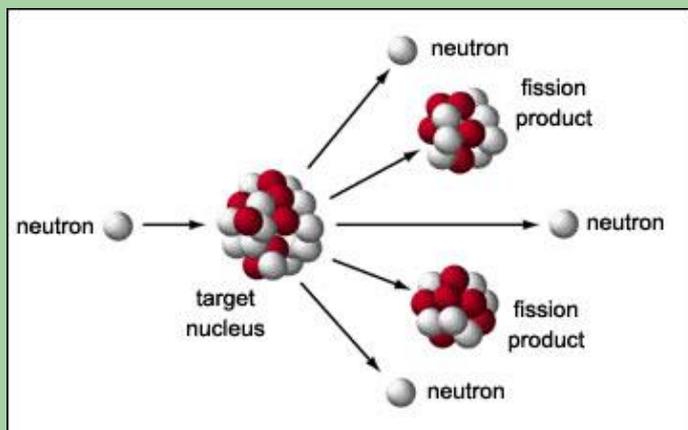
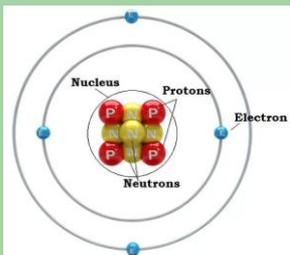
Otra Idea Fundamental:

1) Las propiedades *macroscópicas* dependen de la estructura *microscópica*: **Atómica**

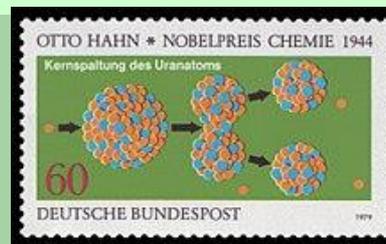


El sistema periódico

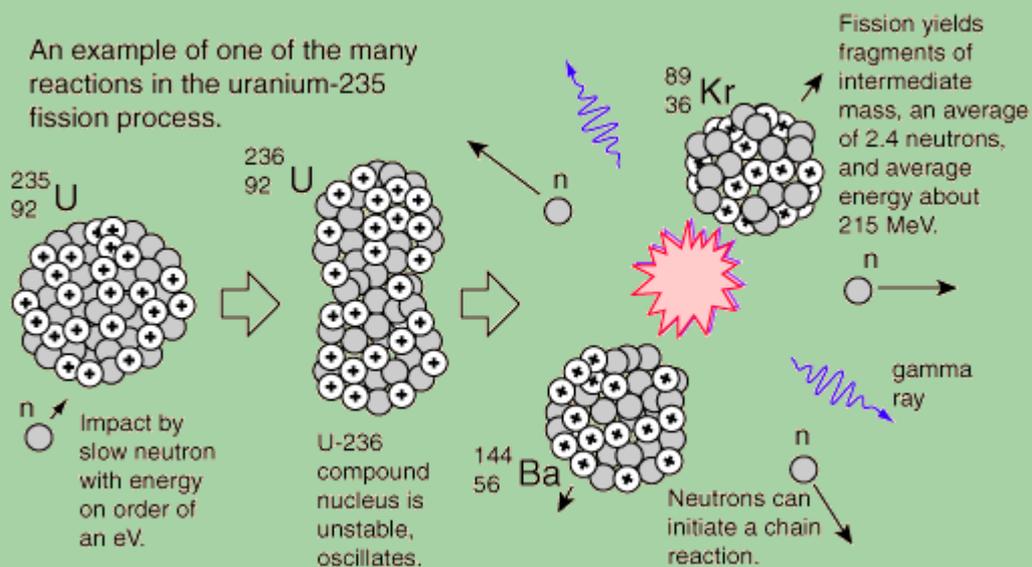
Los átomos sí se pueden dividir: Por *Fisión Nuclear*



<http://www.atomicarchive.com/Fission/FissionMov1.shtml>



Pero, en ese proceso, aparecen átomos más pequeños, *de elementos diferentes*.



FUSION NUCLEAR



Cuando llegamos a Lavoisier (1789), ya había 33 y él había *caracterizado* como elementos a otros siete: oxígeno, nitrógeno, hidrógeno, fósforo, mercurio, zinc y azufre

192 DES SUBSTANCES SIMPLES.
TABLEAU DES SUBSTANCES SIMPLES.

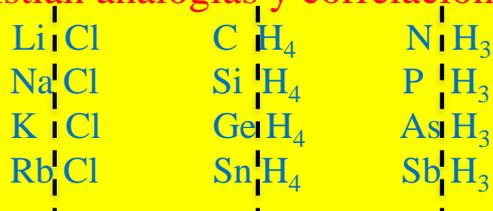
	Noms nouveaux.	Noms anciens correspondans.
<i>Substances simples qui appartiennent aux trois règnes & qu'on peut regarder comme les élémens des corps.</i>	Lumière.....	Lumière. Chaleur. Principe de la chaleur.
	Calorique.....	Fluide igné. Feu. Matière du feu & de la chaleur.
	Oxygène.....	Air déphlogistiqué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



	Nombres nouveaux.	Nombres anciens correspondans.
<i>Substances simples que pertencen á los tres reynos, y pueden mirarse como los elementos de los cuerpos.</i>	Luz.....	Luz. Calor. Principio del calor.
	Calórico.....	Fluido igneo. Fuego. Materia del fuego y del calor.
	Oxígeno.....	Ayre deflogistado. Ayre empiréal. Ayre vital. Base del ayre vital.
	Azoe.....	Gas flogistado. Mofeta. Base de la mofeta.
	Hidrógeno.....	Gas inflamable. Base del gas inflamable.
<i>Substancias simples no metálicas oxidables y acidificables.</i>	Azufre.....	Azufre.
	Fósforo.....	Fósforo.
	Carbono.....	Carbon puro.
	Radical muriático.	Desconocido.
	Radical fluorico.	Desconocido.
	Radical borácico.	Desconocido.
	Antimonio.....	Antimonio.
	Plata.....	Plata.
	Arsénico.....	Arsénico.
	Bismuto.....	Bismuto.
<i>Substancias simples metálicas oxidables y acidificables.</i>	Cobalto.....	Cobalto.
	Cobre.....	Cobre.
	Estaño.....	Estaño.
	Hierro.....	Hierro.
	Manganeso.....	Manganesa.
	Mercurio.....	Mercurio.
	Molibdeno.....	Molibdena.
	Nickel.....	Nickel.
	Oro.....	Oro.
	Platino.....	Platina.
<i>Substancias simples salificables terreas.</i>	Plomo.....	Plomo.
	Tungsteno.....	Tungstena.
	Zinc.....	Zinc.
	Cal.....	Tierra caliza, cal.
	Magnesia.....	Magnesia, base de la sal de Epsom.
	Bárita.....	Baroto, tierra pesada.
	Alúmina.....	Arcilla, tierra de alumbre, base del alumbre.
	Silica.....	Tierra silicea, tierra vitrificable.

El sistema periódico

A lo largo de los años se iba observando que entre las propiedades de los elementos -y de sus compuestos- existían analogías y correlaciones. Por ejemplo



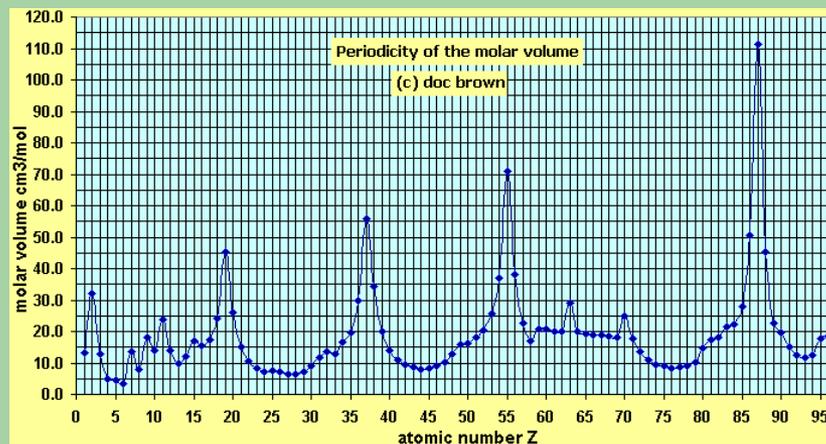
Y hubo reiterados intentos de establecer dichas correlaciones, vitales para la sistematización de la Química

Las dos más destacadas fueron las desarrolladas por Dimitri Mendeleev, basada en los *pesos atómicos* y Lothar Meyer, que utilizó los *volúmenes atómicos*.

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 = 197,4
	Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198.
	Ni = 59	Pd = 106,6	Os = 199.
H = 1	Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200.
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2
	Cd = 112		
	B = 11	Al = 27,4	? = 68
	U = 116		
	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 = 35,5	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



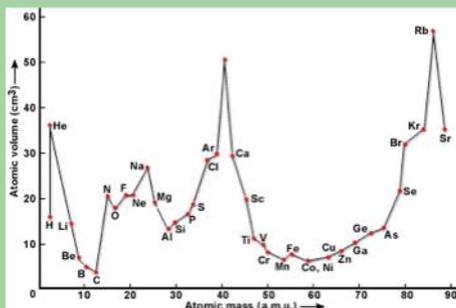
Más de 850 T-P.se han propuesto desde entonces



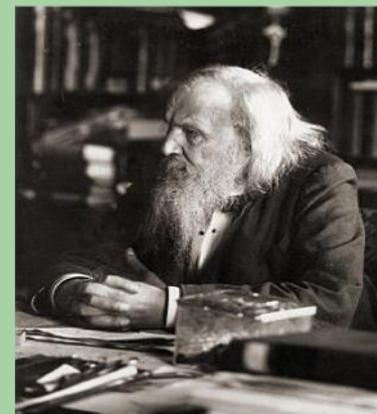
Julius Lothar Meyer



Julius Lothar Meyer (1830–1895) and Dmitri Ivanovich Mendeleev (1834–1907) worked at the University of Heidelberg only five years apart—both under the direction of **Robert Bunsen (1811-1899)**.



Dmitri I. Mendeleev



Estudiantes doctorales

Adolf von Baeyer

Fritz Haber

Philipp Lenard

Georg Ludwig Carius

Hermann Kolbe

Adolf Lieben

Carl Friedrich Wilhelm Ludwig

Viktor Meyer

Friedrich Konrad Beilstein

Henry Enfield Roscoe

Carl Setterberg

John Tyndall

Edward Frankland

Lothar Meyer

Dmitri Mendeleev

Thomas Edward Thorpe

Francis Robert Japp

Estudiantes

Fritz Haber,

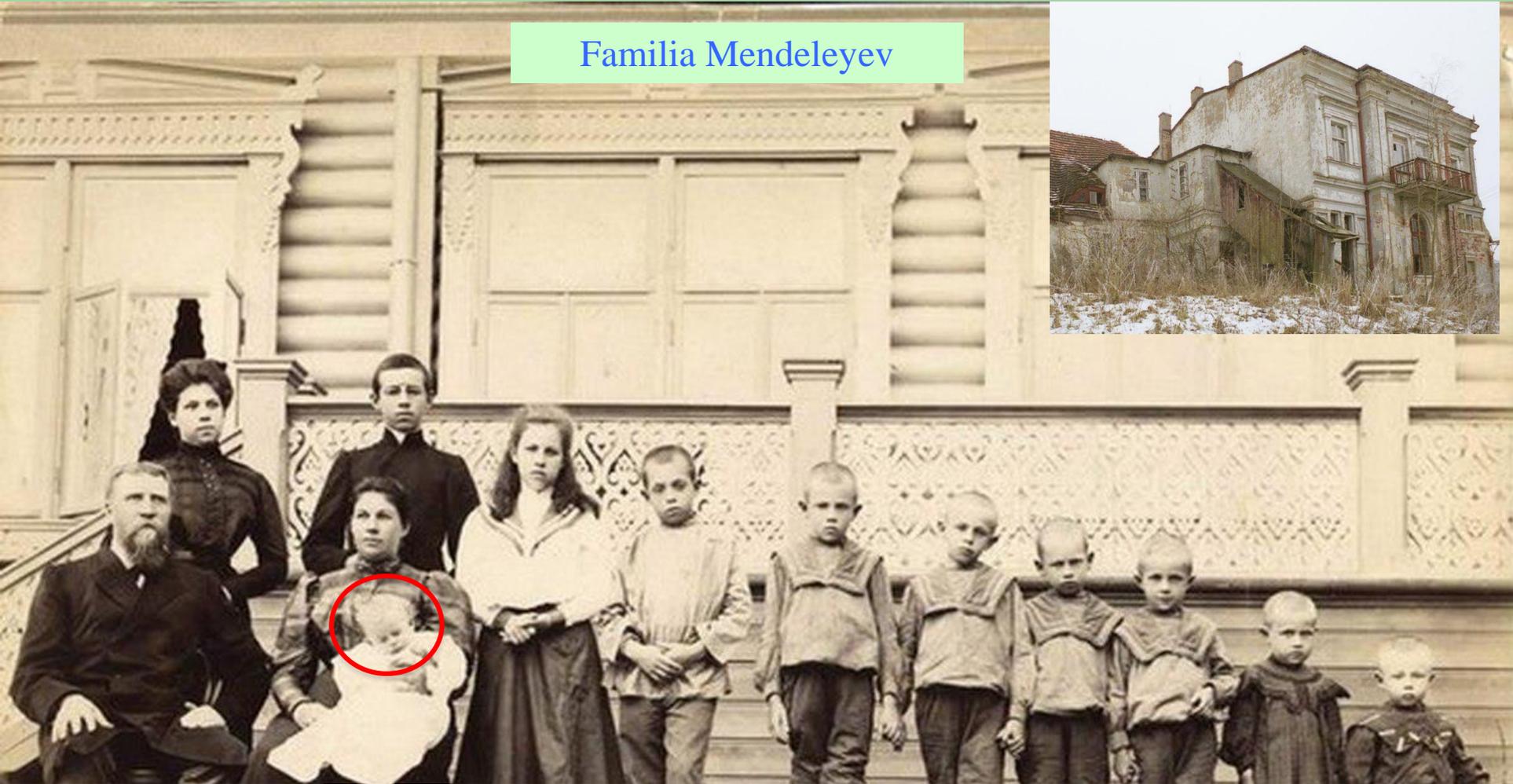
Jacques-Louis Soret,

Ludwig Mond

¿Por qué estaba Mendeleev tan interesado en ordenar los elementos químicos?

¡Era un asunto familiar...!

Familia Mendeleev



Ivan Pavlovich Mendeleev
and
Maria Dimitrievna Mendeleeva

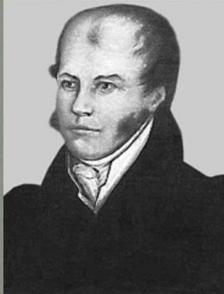
Dimitry

Ejemplo vivo de que las “cosas” deben estar *ordenadas*...

Dmitry Ivanovich Mendeleev was born on 27 January 1834 in Tobolsk. Mendeleev's parents were Maria Mendeleeva (Kornilieva) and Ivan Mendeleev.



*Мария Дмитриевна Менделеева
(бракосватина Корнильева)
(1793-1850) –
мать Д.И. Менделеева*



*Иван Павлович Менделеев
(1783 – 1847)
отец Д.И. Менделеева*

La mujeres de Dimitry



Feozva Nikitichna Leshcheva



Hija, Luba, su hijo Iván nació en 1883



Anna Ivanovna Popova



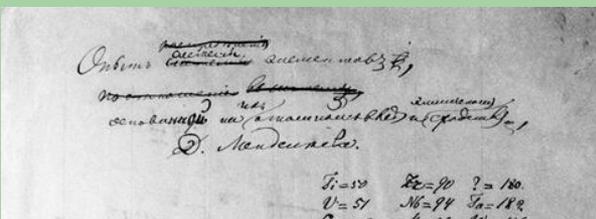
*Alejandro III: “ Admito
que Mendeleev tiene dos
esposas, pero yo solo
tengo un Mendeleev”*

El sistema periódico

[1] On the Relationship of the Properties of the Elements to their Atomic Weights

D. Mendelejeff, *Zeitschrift für Chemie* 12, 405-406 (1869); translation by Carmen Giunta

Ordenando los elementos en **columnas** según su **pesos atómicos crecientes** de manera que las filas contengan elementos análogos, también ordenados por sus pesos atómicos crecientes, se obtiene un sistema (**el Sistema Periódico**) del que se pueden obtener conclusiones y correlaciones de carácter general [1]



ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.
ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

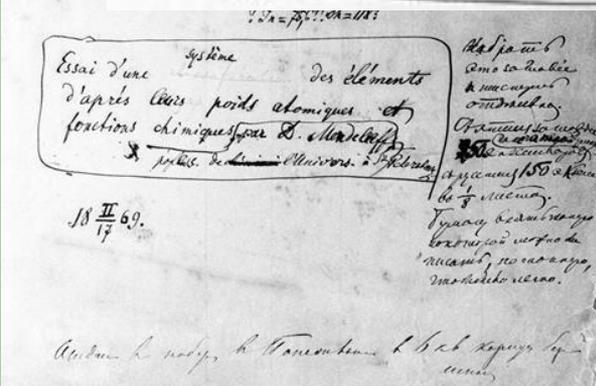
Mendeleev's original

Essai d'une système des éléments d'après leurs poids atomiques et fonctions chimiques par D. Mendeleeff

Handwritten notes in Russian, including 'Атомнаго вѣса' and 'химическихъ функций'.

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



			Ti=50	Zr=90	?[2]=18 0
			V=51	Nb=94	Ta=182
			Cr=52	Mo=96	W=186
			Mn=55	Rh=104, 4[3]	Pt=197, 4[4]
			Fe=56	Ru=104, 4	Ir=198
			Ni=Co=5 9	Pd=106, 6	Os=199
			Cu=63,4	Ag=108	Hg=200
		Be=9,4	Zn=65,2	Cd=112	
		Mg=24	[6]=68	Ur=116[7]	Au=197 ?
		B=11	[8]=70	Sn=118	
		Al=27,4		Sb=122	Bi=210?
		C=12		As=75	
		N=14		Se=79,4	Te=128?
		O=16		S=32	
		F=19		Br=80	J=127[9]
Li=7	Na=23	K=39	Rb=85,4	Cs=133	Tl=204
		Ca=40	Sr=87,6	Ba=137	Pb=207
		[10]=4 5	Ce=92[1]		
		?Er=56	La=94		
		?Yt=60	Di=95		
		?In=75,6	Th=118?		





Mendeleev's first published periodic table appeared 150 years ago – and is the wrong way round to modern eyes

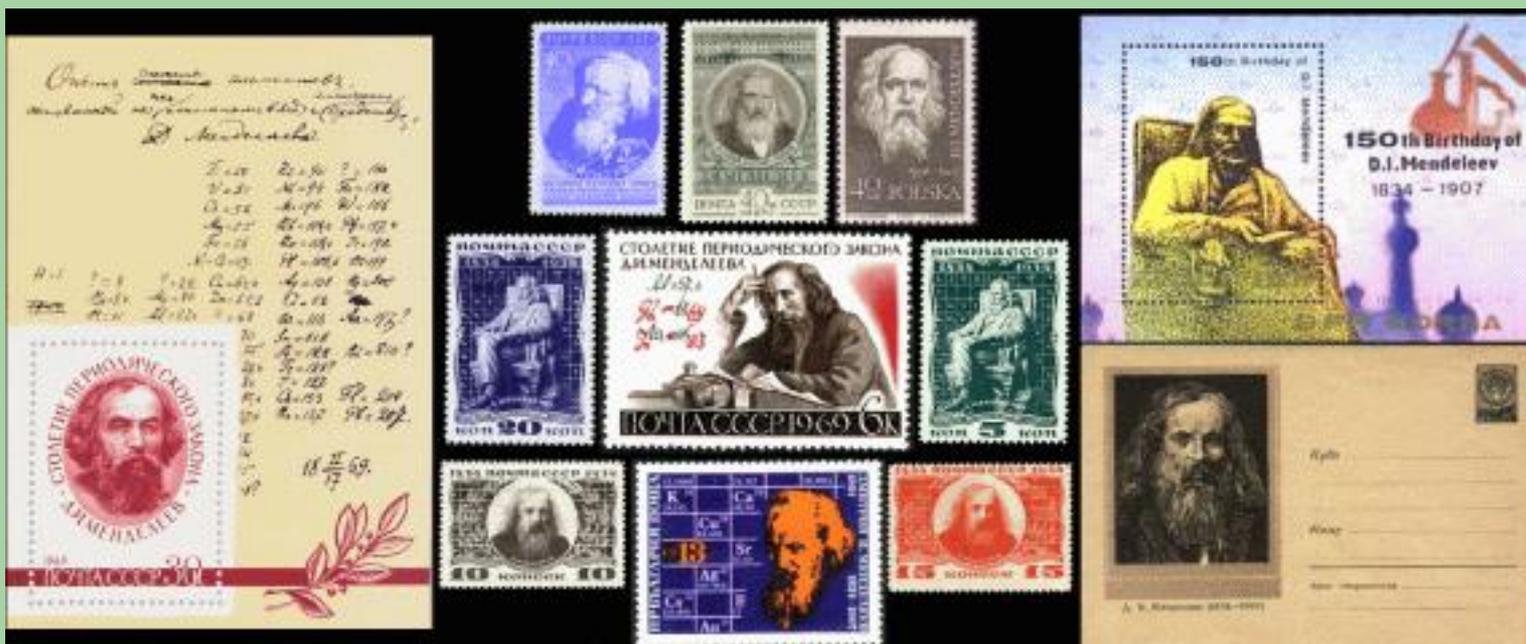


El sistema periódico

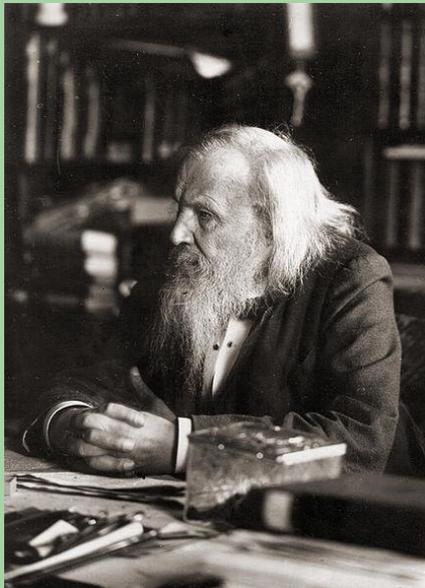


”Si los elementos se ordenan en relación sus Pesos Atómicos se observa una repetición periódica de sus propiedades”

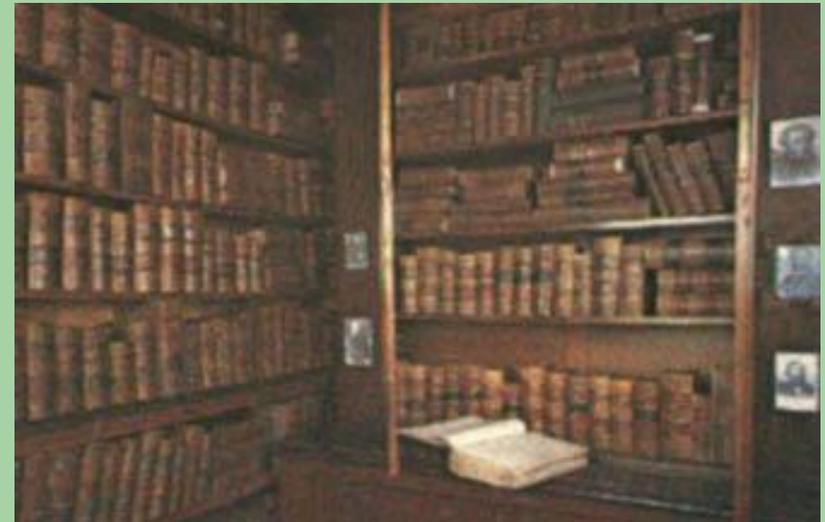
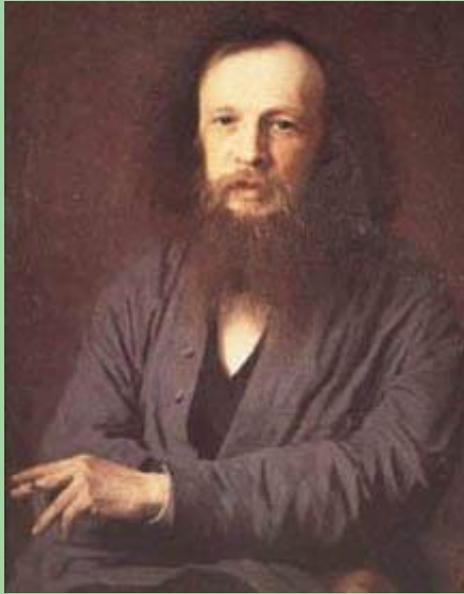
Esto constituye la **“Ley Periódica”**
Dmitri Mendeleev, Principles of Chemistry, Vol. 2, 1902,
P. F. Collier, p17.



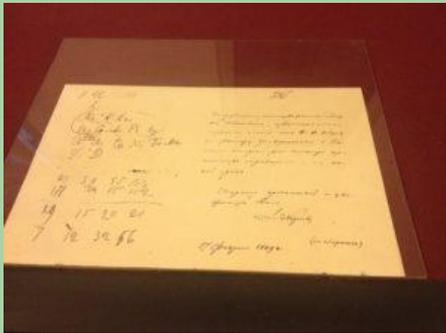
La Casa de Mendeleiev en San Petersburgo



La Casa de Mendeleiev en San Petersburgo



La Casa de Mendeleiev en San Petersburgo



7	12	32	56
18	15	20	21
171	39	55	56
20	39	55	56





St Petersburg
University

ПЕРІОДИЧЕСКІЙ
ЗАКОНЪ
Д.И.МЕНДЕЛѢЕВА.
1869 г.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	1H							
2	Li 7	Be 9 ₄	B 11	C 12	N 14	O 16	F 19	
3	23Na	24Mg	27Al	28Si	31P	32S	35,5Cl	
4	K 39	Ca 40	44	Ti 48	V 51	Cr 52	Mn 55	Fe 56, Co 59, Ni 59, Cu 63
5	[63Cu]	65Zn	68Ga	72	75As	78Se	80Br	
6	Rb 85	Sr 87	Yt 89	Zr 90	Nb 94	Mo 96	—	Ru 104, Rh 104, Pt 106, Ag 108
7	[108Ag]	112Cd	113In	118Sn	122Sb	125Te	127I	
8	Cs 133	Ba 137	Di, La	Ce 138	—	—	—	— — — —
9	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	Er 171	La, Di	Ta 182	W 184	—	Os 195, Ir 197, Pt 198, Au 199
11	[199Au]	200Hg	204Tl	207Pb	208Bi	—	—	—
12	—	—	—	Th 231	—	U 240	—	— — — —

ТАБЛИЦА
ИЗГОТОВЛЕННАЯ
УКАЗАНИЮ АВТОРА
въ 1876 г.

The first public demonstration version of the Periodic System is kept at St Petersburg University - in one of the buildings of the Vasileostrovsky campus, but not in Scotland, as many media have recently written.

El sistema periódico

Existen en la Naturaleza, 118 tipos diferentes de átomos, de elementos químicos,
i.e. La Tabla Periódica está ahora completa

Hydrógeno H (1) , Helio He (2), Litio Li (3)...Copernicio Cn (112), Flerovio Fl(114)...
Livermorio Lv(116), ...Organesion (118)

GRUPOS

TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS

Metales alcalinos (orange), **Alcalinotérreos** (yellow), **Otros metales** (light green), **Metales de transición** (teal), **Lantánidos** (dark teal), **Actinidos** (dark teal), **Metaloideos** (green), **No metales** (light blue), **Halógenos** (pink), **Gases nobles** (dark blue).

PERIODOS

Highlighted elements: **B** (Boro) and **He** (Helio).

Grupo XVIII: Gases Noble
Outer electrons: ns^2p^6

Tendencia: "Inertes"

Grupo I: Metales Alcalinos
Electrones externos ns^1

Tendencia: Perder 1 electrón
 $M \rightleftharpoons M^+ + e$

Grupo XVII: Halógenos
Electrones externos : ns^2p^5

Tendencia: ganar 1 electrón
 $X + e \rightleftharpoons X^-$



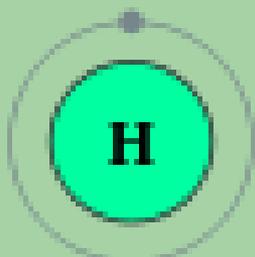
Prof. Miguel Ángel Alario y Franco.



El sistema periódico

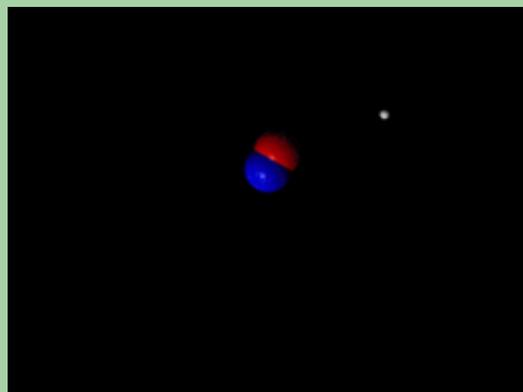
¿Cual es el origen de la periodicidad? La configuración electrónica de los átomos

Bohr Model: Electrons in *ORBITS*

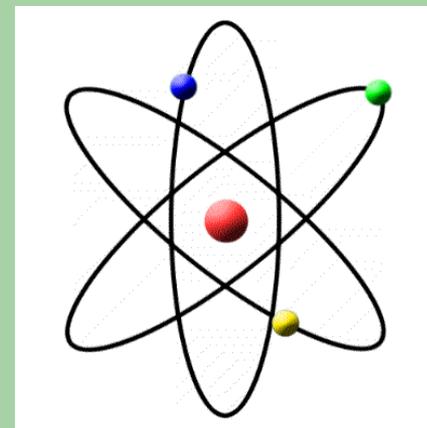


a 1s orbit

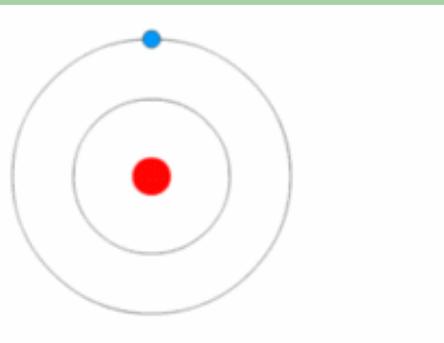
Hydrogen $Z = 1$
Electron configuration $1s^1$



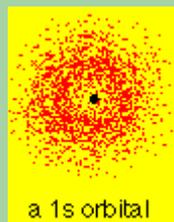
Deuterium $Z = 2$
Electron configuration $1s^2$



Lithium $Z = 3$
Electron configuration $1s^2 2s^1$



Quantum Model: Probabilistic description *Electrons in ORBITALS*



a 1s orbital



El sistema periódico

En el grupo 1 de la Tabla Periódica, los *orbitales s más externos* están *parcialmente ocupados* por electrones

Li Z = 3 $1s^2 / 2s^1$

Na Z = 11 $1s^2 2s^2 p^6 / 3s^1$

K Z = 19 $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 / 4s^1$

Rb Z = 37 $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 d^{10} 4s^2$

Cs Z = 55 $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 d^{10} 4s^2$

Fr Z = 87 $1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 d^{10} 4s^2$



*Esos son los electrones de valencia
que participan en la Química de esos elementos*

Tendencia: Perder 1 electrón



OXIDARSE



Otro par de comentarios sobre la tabla periódica

**La Tabla periódica contiene muchísima información en un espacio reducido.*

C.P. Snow dijo que la Tabla periódica había ordenado el enorme batiburrillo de las propiedades de los elementos en un patrón lo que equivale a
“convertir la jungla en un jardín”

***La Tabla periódica es el Alfabeto del Universo.*

El Alfabeto contiene todas las letras que nos permiten construir todas las palabras del lenguaje

El Sistema Periodico tiene todos los elementos que nos permiten fabricar todas las sustancias existentes en el Universo y muchísimas más que aún no existen en el.

Y ¿CUÁNTOS COMPUESTOS QUÍMICOS SE CONOCEN?



*As of this morning, (12-IV-2019) the REGISTRY database contains
217,801,837 substances ;;;.
12.000 compounds are added to the REGISTRY database per day ;;;.*

Y ¿CUÁNTOS COMPUESTOS QUÍMICOS PODRÍAN EXISTIR?

Pure Appl. Chem., Vol. 72, No. 10, pp. 1799–1807, 2000. © 2000 IUPAC

Challenges and opportunities in solid-state chemistry*

Francis J. DiSalvo†

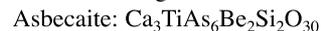
Table 1. Combinations of 40 elements.

Number of Elements	Combinations
2	3,160
3	82,160
4	1.58×10^6
5	2.40×10^7
6	3.00×10^8
7	3.18×10^9
8	2.90×10^{10}
9	2.32×10^{11}
10	1.65×10^{12}
15	6.64×10^{15}
20	3.45×10^{18}
30	8.87×10^{21}
40	1.07×10^{23}

N° de Avogadro: $\sim 6 \times 10^{23}$

Table 2.

Multi-cation, single anion minerals:



Multi-cation and multi-anion (including polyatomic anion) minerals:

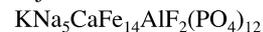
Harkerite:



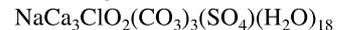
Hyttsoeite:



Arrojdite:



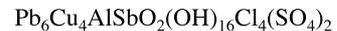
Schroëckerite:



Traskite:



Mammothite:



ACKNOWLEDGMENT

Many colleagues have constructively commented on this manuscript. I thank them for their insights, but any mistakes or confusion are clearly my own. I especially mention Peter Battle, Simon Clarke, John Corbett, Miguel Alario Franco, Martha Greenblatt, Arthur Mar, Donald Murphy, and Mike O’Keeffe. I’m sure to have forgotten others, please forgive my absent-mindedness.

Plenary lecture presented at the 16th IUPAC Conference on Chemical Thermodynamics (ICCT-2000), Halifax, Nova Scotia, Canada, 6–11 August 2000.

Y ¿qué pasa **fuera** de la Tierra?

Chemical composition of the Sun

Hydrogen 73%

Helium 25%

Oxygen 0.80%

Carbon 0.36%

Iron 0.16%

Neon 0.12%

Nitrogen 0.09%

Silicon 0.07%

Magnesium 0.05%

Sulphur 0.04%

Others combined 0.04%

Y ¿qué pasa, **fuera** del Sistema Solar?

El Universo está hecho esencialmente de Hidrógeno y Helio

Y ¿en los demás sistemas solares?

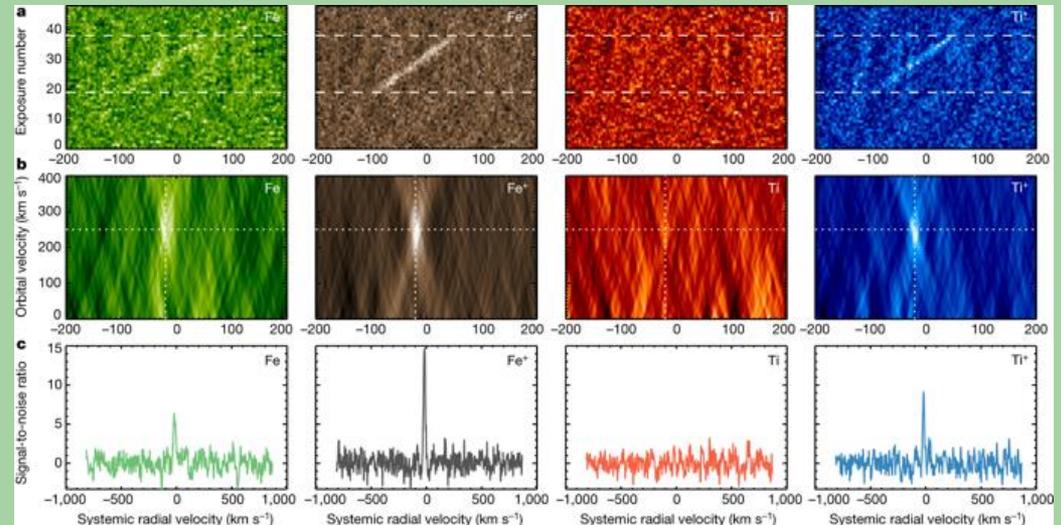
El sistema periódico

Atomic iron and titanium in the atmosphere of the exoplanet KELT-9b

H. Jens Hoeijmakers^{1,2}, David Ehrenreich¹, Kevin Heng^{2*}, Daniel Kitzmann², Simon L. Grimm², Romain Allart¹, Russell Deitrick², Aurélien Wyttenbach¹, Maria Oreshenko², Lorenzo Pino¹, Paul B. Rimmer^{3,4}, Emilio Molinari^{5,6} & Luca Di Fabrizio⁵



Distancia a la Tierra 650 años luz
T = 10.000 4.500 K



Análisis de la atmósfera ($T = 4.050$ K) de Kelt-9
mostrando la presencia de Fe y Ti

HARPS-N is a fibre-fed spectrograph, stabilized in pressure and temperature and mounted on the 3.58-m Telescopio Nazionale Galileo (TNG), which is located on the Canary Island of La Palma, Spain.

23 AUGUST 2018 | VOL 560 | NATURE | 453





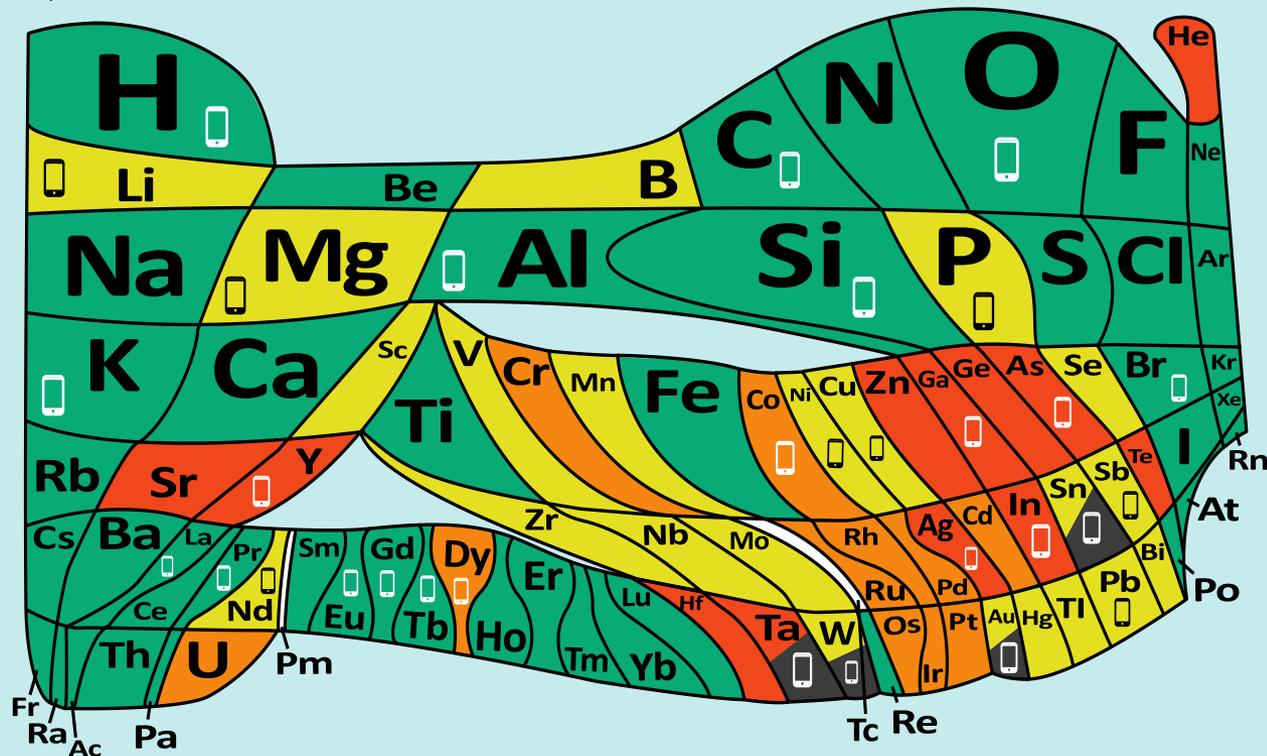
United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



International Year
of the Periodic Table
of Chemical Elements

Los 90 elementos químicos naturales que componen todo

¿Cuánto queda? ¿Es suficiente?



- Grave riesgo en los próximos 100 años
- Riesgo en aumento por uso creciente
- Disponibilidad limitada, riesgo futuro de abastecimiento
- Disponible en abundancia
- Sintético
- Procedente de minerales en conflicto
- Elementos que se usan en un teléfono móvil

Lea más y juegue con el videojuego <http://bit.ly/euchems-pt>



Este trabajo está bajo la licencia de Creative Commons Attribution-NoDerivs CC-BY-ND

EuChemS
European Chemical Society

Inspirado por WF Sheehan 'A Periodic Table with Emphasis', publicado en Chemistry, 1976, 49, 17-18

<https://www.euchems.eu/wp-content/uploads/2018/10/SPANISH-Periodic-Table-Element-Scarcity.pdf>

Tabla Periódica Completa IUPAC 28-XI-2016

Elements & Country of Discovery

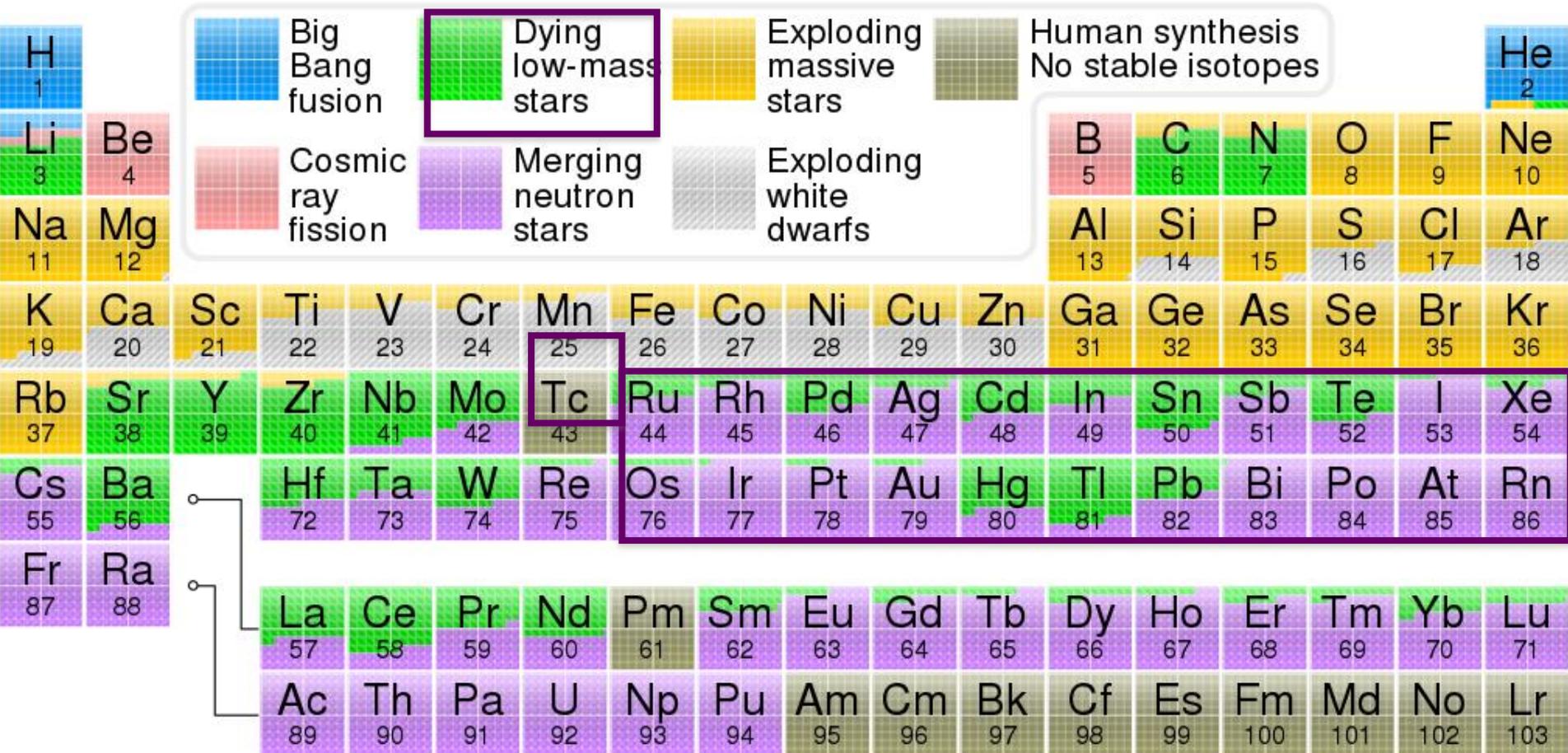
1 H 										2 He 																																			
3 Li 	4 Be 	<table border="1"> <tr> <td> UK 23</td> <td> SWEDEN 19</td> <td> GERMANY 19</td> <td> USA 17</td> <td> FRANCE 17</td> <td> RUSSIA 6</td> <td> SPAIN 3</td> <td> AUSTRIA 2</td> <td> DENMARK 2</td> </tr> </table>									 UK 23	 SWEDEN 19	 GERMANY 19	 USA 17	 FRANCE 17	 RUSSIA 6	 SPAIN 3	 AUSTRIA 2	 DENMARK 2	10 Ne 																									
 UK 23	 SWEDEN 19	 GERMANY 19	 USA 17	 FRANCE 17	 RUSSIA 6	 SPAIN 3	 AUSTRIA 2	 DENMARK 2																																					
11 Na 	12 Mg 	<table border="1"> <tr> <td> SWITZ. 2</td> <td> FINLAND 1</td> <td> ITALY 1</td> <td> ROMANIA 1</td> <td> JAPAN 1</td> <td> USA/RUSS 7</td> <td> FR/UK 2</td> <td> SW/GER 1</td> <td> UK/GER 1</td> </tr> </table>									 SWITZ. 2	 FINLAND 1	 ITALY 1	 ROMANIA 1	 JAPAN 1	 USA/RUSS 7	 FR/UK 2	 SW/GER 1	 UK/GER 1	18 Ar 																									
 SWITZ. 2	 FINLAND 1	 ITALY 1	 ROMANIA 1	 JAPAN 1	 USA/RUSS 7	 FR/UK 2	 SW/GER 1	 UK/GER 1																																					
19 K 	20 Ca 	21 Sc 	22 Ti 	23 V 	24 Cr 	25 Mn 	26 Fe Known to ancients	27 Co 	28 Ni 	29 Cu Known to ancients	30 Zn Known to ancients	31 Ga 	32 Ge 	33 As Known to ancients	34 Se 	35 Br 	36 Kr 																												
37 Rb 	38 Sr 	39 Y 	40 Zr 	41 Nb 	42 Mo 	43 Tc 	44 Ru 	45 Rh 	46 Pd 	47 Ag Known to ancients	48 Cd 	49 In 	50 Sn Known to ancients	51 Sb Known to ancients	52 Te 	53 I 	54 Xe 																												
55 Cs 	56 Ba 	57 La 	72 Hf 	73 Ta 	74 W 	75 Re 	76 Os 	77 Ir 	78 Pt 	79 Au Known to ancients	80 Hg Known to ancients	81 Tl 	82 Pb Known to ancients	83 Bi Known to ancients	84 Po 	85 At 	86 Rn 																												
87 Fr 	88 Ra 	89 Ac 	104 Rf 	105 Db 	106 Sg 	107 Bh 	108 Hs 	109 Mt 	110 Ds 	111 Rg 	112 Cn 	113 Nh 	114 Fl 	115 Mc 	116 Lv 	117 Ts 	118 Og 																												
<table border="1"> <tr> <td>58 Ce </td> <td>59 Pr </td> <td>60 Nd </td> <td>61 Pm </td> <td>62 Sm </td> <td>63 Eu </td> <td>64 Gd </td> <td>65 Tb </td> <td>66 Dy </td> <td>67 Ho </td> <td>68 Er </td> <td>69 Tm </td> <td>70 Yb </td> <td>71 Lu </td> </tr> <tr> <td>90 Th </td> <td>91 Pa </td> <td>92 U </td> <td>93 Np </td> <td>94 Pu </td> <td>95 Am </td> <td>96 Cm </td> <td>97 Bk </td> <td>98 Cf </td> <td>99 Es </td> <td>100 Fm </td> <td>101 Md </td> <td>102 No </td> <td>103 Lr </td> </tr> </table>																		58 Ce 	59 Pr 	60 Nd 	61 Pm 	62 Sm 	63 Eu 	64 Gd 	65 Tb 	66 Dy 	67 Ho 	68 Er 	69 Tm 	70 Yb 	71 Lu 	90 Th 	91 Pa 	92 U 	93 Np 	94 Pu 	95 Am 	96 Cm 	97 Bk 	98 Cf 	99 Es 	100 Fm 	101 Md 	102 No 	103 Lr
58 Ce 	59 Pr 	60 Nd 	61 Pm 	62 Sm 	63 Eu 	64 Gd 	65 Tb 	66 Dy 	67 Ho 	68 Er 	69 Tm 	70 Yb 	71 Lu 																																
90 Th 	91 Pa 	92 U 	93 Np 	94 Pu 	95 Am 	96 Cm 	97 Bk 	98 Cf 	99 Es 	100 Fm 	101 Md 	102 No 	103 Lr 																																

Elementos conocidos por los alquimistas

Elementos descubiertos por científicos españoles: Platino: Antonio de Ulloa (1735); Wolframio: Juan José y Fausto de Elhuyar (1783); Vanadio: Manuel Gabriel del Río (1801)

Tabla Periódica del *origen de los elementos*

big bang fusion 	cosmic ray fission 
merging neutron stars 	exploding massive stars 
dying low mass stars 	exploding white dwarfs 



**Y ¿de dónde vienen los
elementos pesados?**

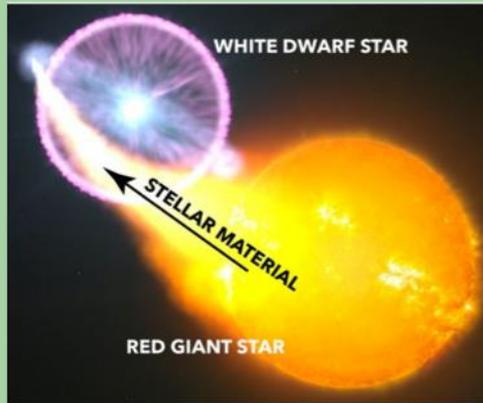
De las *Kilonovas*

¿Y las *Kilonovas*?

De la fusión de estrellas de neutrones binarias

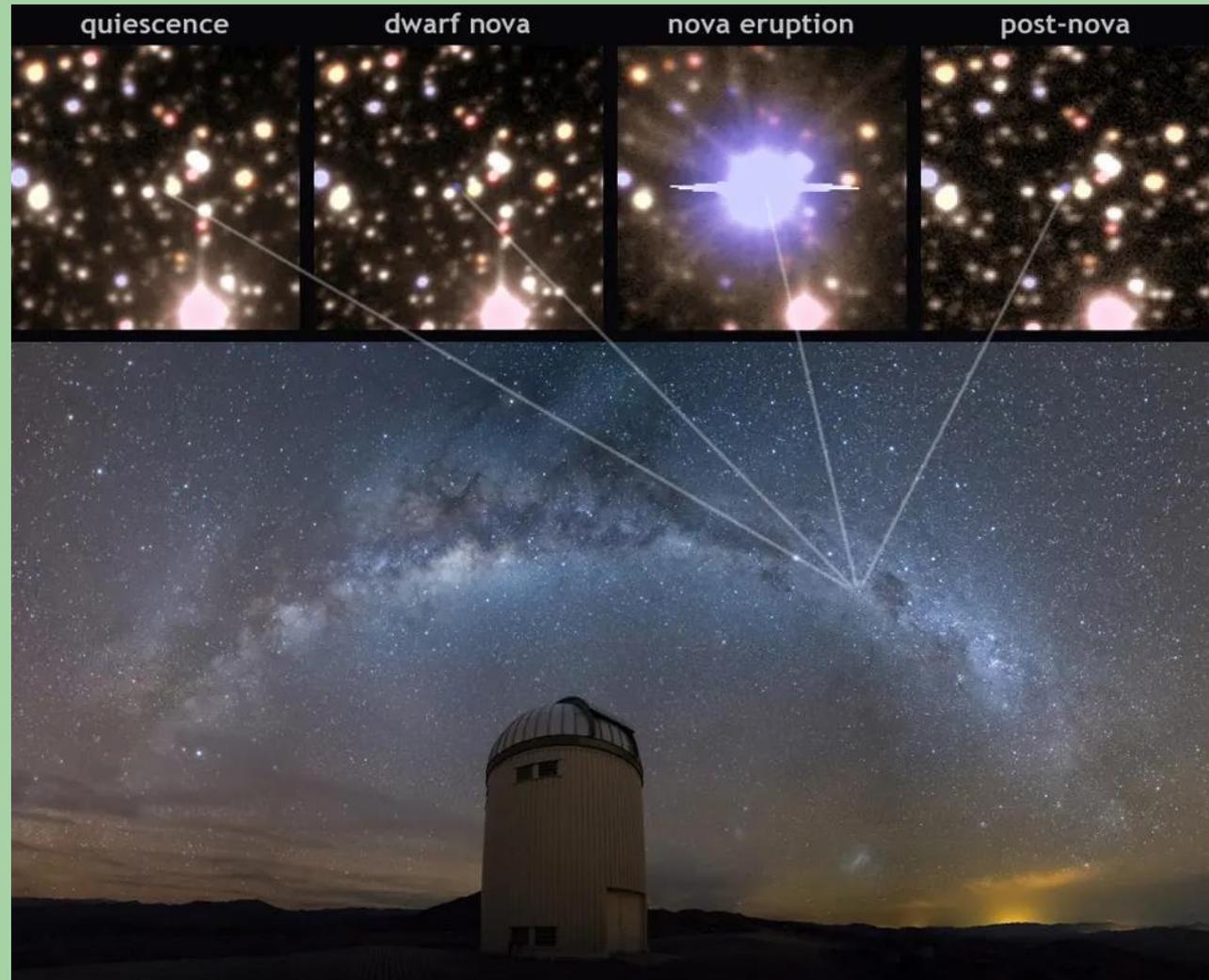
Formación de *Novas*

Una *nova* es el resultado de la explosión de una estrella, por ejemplo una *enana blanca* que ha estado acretando masa de otra compañera



NOVA: A white dwarf star pulls matter off of a companion red giant star (illustration, right) until a powerful nuclear fusion explosion occurs on the dwarf's surface. The star is not destroyed and additional explosions can occur, a phenomenon called a recurrent nova.

<https://www.space.com/31608-supernovas-star-explosions-infographic.html>

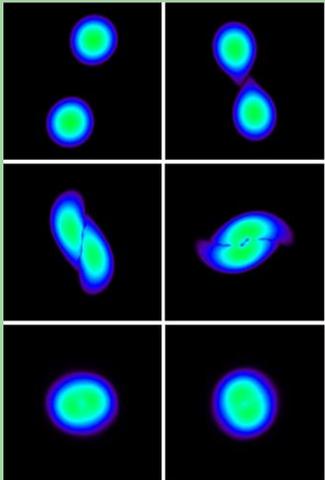


Estrellas de Neutrones

Las estrellas de neutrones son los remanentes ultracompactos de estrellas masivas cuyo núcleo colapsó bajo su propio peso gravitacional. Normalmente tienen *de 1 a 2 veces la masa de nuestro Sol, comprimidos en una esfera de alrededor de 25 km de diámetro.*



El tamaño de una estrella de neutrones (arriba) en comparación con el horizonte de Chicago



Ocasionalmente, dos estrellas de neutrones chocan en algún lugar del Universo. Esto generalmente se debe a la emisión **de ondas gravitacionales** que acercan a dos estrellas de neutrones que se orbitan entre sí aproximándose hasta que se fusionan.

<https://www.youtube.com/watch?v=pLivjAoDrTg>

<https://youtu.be/y8VDwGi0r0E>

Durante esta fusión, las estrellas de neutrones eliminan parte de su materia debido a las mareas y otros efectos. *El flujo de salida resultante, rico en neutrones, crea elementos pesados* que sufren un deterioro radioactivo y producen una emisión óptica energética, de una semana de duración, llamada *kilonova 1000 veces más brillante que una nova*

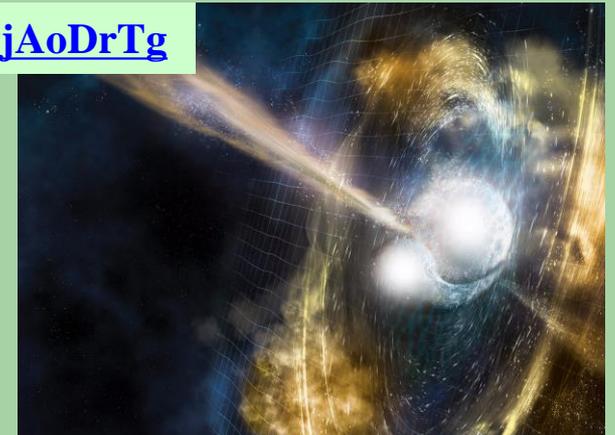


Ilustración de una colisión entre dos estrellas de neutrones en la que se crean *elementos pesados preciosos*. (FERMILAB)

Observación de Kilonovas

Recientemente, los observatorios de ondas gravitacionales LIGO y Virgo descubrieron una fusión de estrellas de neutrones, llamada **GW170817**, que también produjo una **kilonova** detectable, **a una distancia de 130 millones de años luz** en la galaxia NGC 4993.

Las kilonovas son extremadamente brillantes, con un flujo radiante máximo de alrededor de 10^{34} W dentro de las horas posteriores a la fusión de la estrella de neutrones, que luego decae gradualmente durante un período de una semana. *El espectro de emisión es inicialmente azul / blanco que se mueve gradualmente hacia el rojo debido a la disminución de la temperatura del gas radiante.*

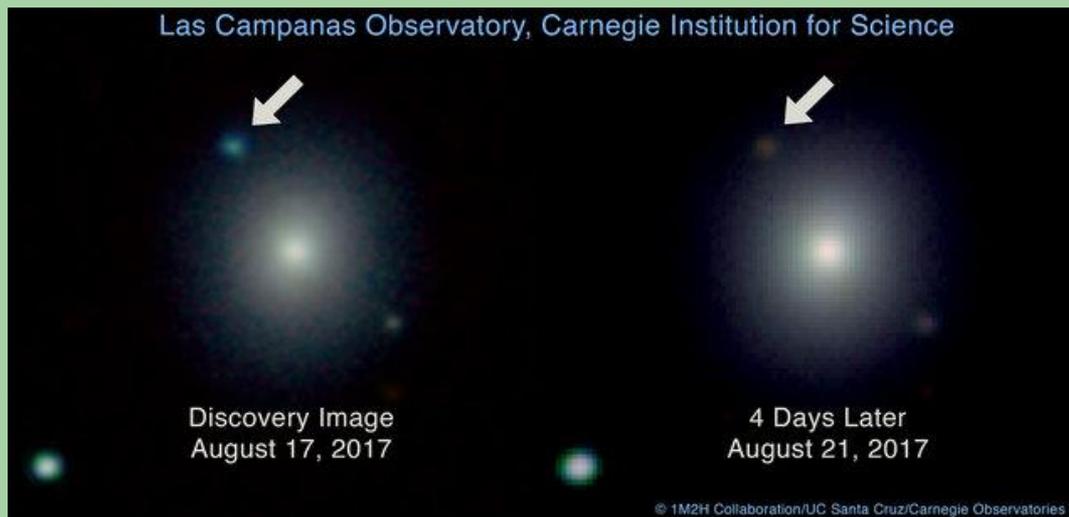


Clasificación de Novas por el brillo:

Nova: 1

Kilonova: 1000

Supernova 100.000



<https://www.youtube.com/watch?v=pLivjAoDrTg>

Gabriel Martínez Pinedo



Hijo de un agricultor y un ama de casa de Puebla de Almenara, un pueblo de Cuenca de menos de 500 habitantes, este físico lleva años investigando el origen de los elementos más pesados que el hierro, una de las 11 preguntas más importantes de la física actual, según la Academia de Ciencias de EE UU.

Electromagnetic counterparts of compact object mergers powered by the radioactive decay of r-process nuclei

B. D. Metzger G. Martínez-Pinedo S. Darbha E. Quataert A. Arcones D. Kasen R. Thomas P. Nugent I. V. Panov N. T. Zinner

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 406, Issue 4, **21 August 2010**, Pages 2650–2662, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2966.2010.16864.x>

Published: 05 August 2010

Muy recientemente, Martínez-Pinedo ha visto confirmarse su predicción sobre cómo y dónde se generan el oro, la plata o el uranio, etc, que hay en el universo. Como a él le gusta recordar, son desechos radiactivos producidos por el choque de dos estrellas.

<https://youtu.be/zw58U-a9Aa0>

El País 22/X/2017
(Neutrones, no e^-)

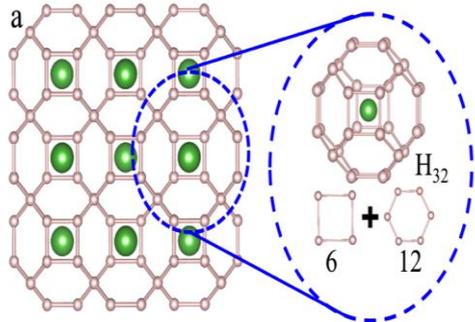


TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

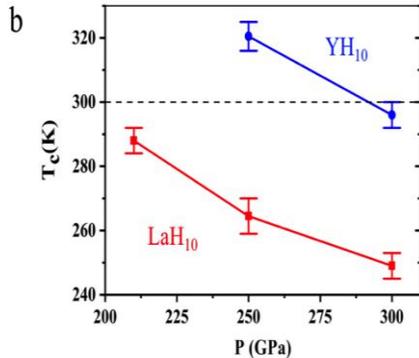
Y ¿cómo está la Superconductividad?

H. Liu, I. I. Naumov, R. Hoffmann, N. W. Ashcroft, and R. J. Hemley, “Potential high- T_c superconducting lanthanum and yttrium hydrides at high pressure,” Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. **114**, 6990 (2017).

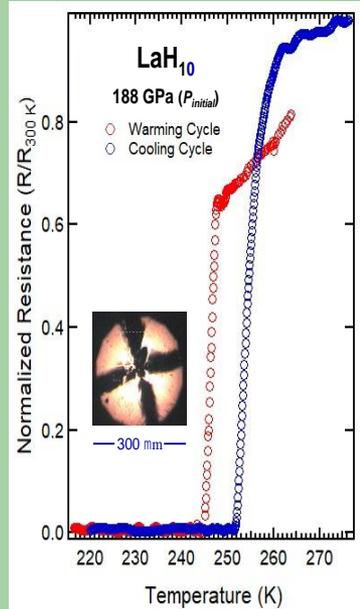
Un trabajo teórico



● La/Y ● H



Estructura tipo **clatrato** y temperatura crítica predicha bajo presión para los hidruros LaH₁₀ e YH₁₀



Y otro experimental

LaH₁₀: 260 K a 190 GPa
Record vigente (2018)

Road to Room-Temperature Superconductivity: T_c above 260 K in Lanthanum Superhydride under Pressure Russell J. Hemley, Muhtar Ahart, Hanyu Liu, and Maddury Somayazulu. Proceedings of the International Symposium: “*Superconductivity and Pressure: A Fruitful Relationship on the Road to Room Temperature Superconductivity*” . Fundación Areces, **Madrid: 21-22, May 2018**. Editor. M^Á Alario-Franco



Y ¿Cuál es el Último compuesto Químico?...hasta ahora

A High-Pressure Compound of Argon and Nickel: Noble Gas in the Earth's Core?

Adebayo A. Adeleke,[†] Martin Kunz,[‡] Eran Greenberg,[§] Vitali B. Prakapenka,[§] Yansun Yao,^{*,†} and Elissaios Stavrou^{*,||} 

[†]Department of Physics and Engineering Physics, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan S7N 5E2, Canada

[‡]Advanced Light Source, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, California 94720, United States

[§]Center for Advanced Radiation Sources, University of Chicago, Chicago, Illinois 60637, United States

^{||}Physical and Life Sciences Directorate, Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, California 94550, United States

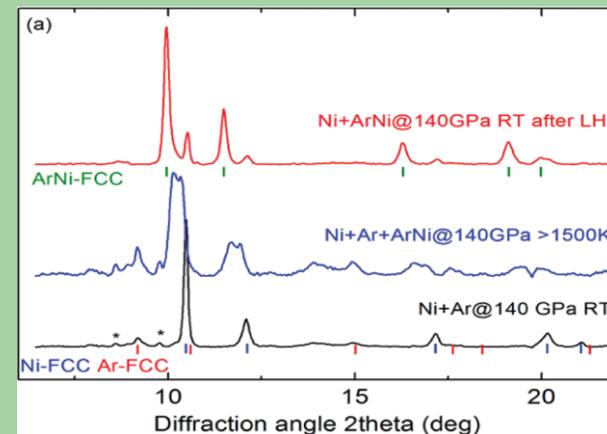
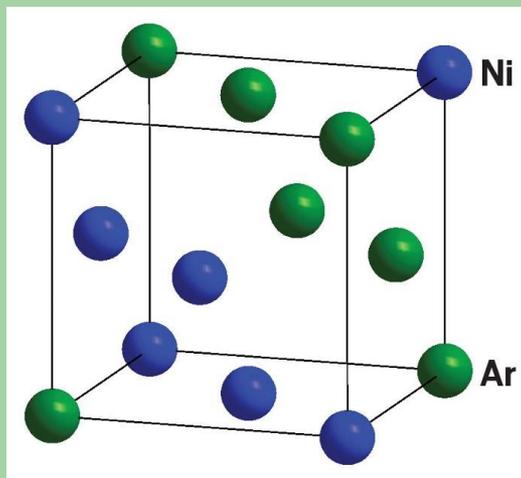
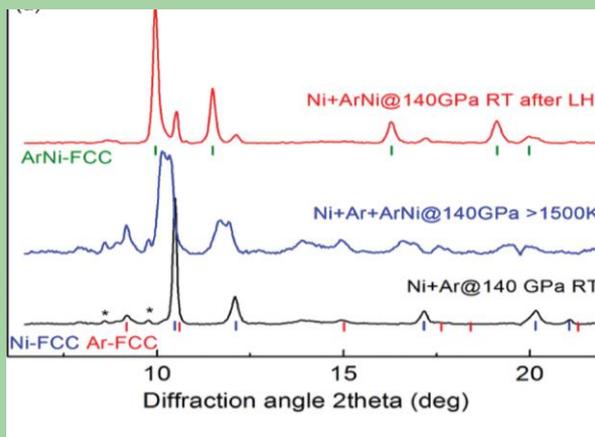


Figure 1. Experimental XRD patterns showing the formation of Ar– Ni compound. (a) XRD patterns of the Ar–Ni mixture before, during, and after laser heating at 140 GPa. New Bragg peaks after laser heating are noted with green bars. The peaks marked with an asterisk correspond to the peaks of Re (gasket material). (b) Evolution of XRD patterns during pressure release. The X-ray wavelength is 0.3344 Å.

<https://www.youtube.com/watch?v=7nGz7xgGJzc>

El sistema periódico

תודה
Dankie **Gracias**
Спасибо شكريا
Merci Takk
Köszönjük Terima kasih
Grazie Dziękujemy Děkojame
Ďakujeme Vielen Dank Paldies
Kiitos Tänname teid 谢谢
Thank You Tak
感謝您 Teşekkür Ederiz
Σας ευχαριστούμε 감사합니다
Благодарю вас
Bedankt Děkujeme vám
ありがとうございます
Tack

