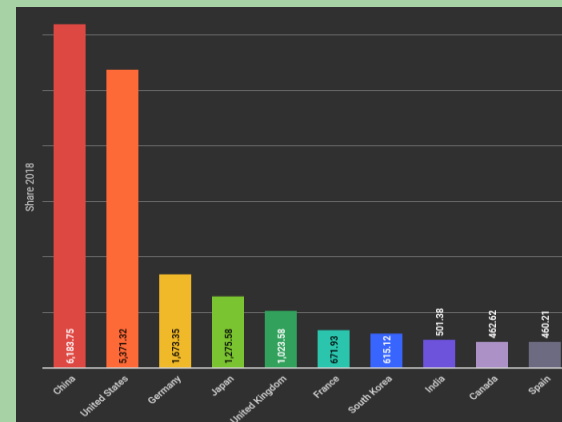


Clausura del Año Internacional de la Tabla Periódica

El Sistema Periódico ¿Qué es y para qué sirve?



17 de Diciembre de 2019

Prof. Miguel Ángel Alario y Franco.

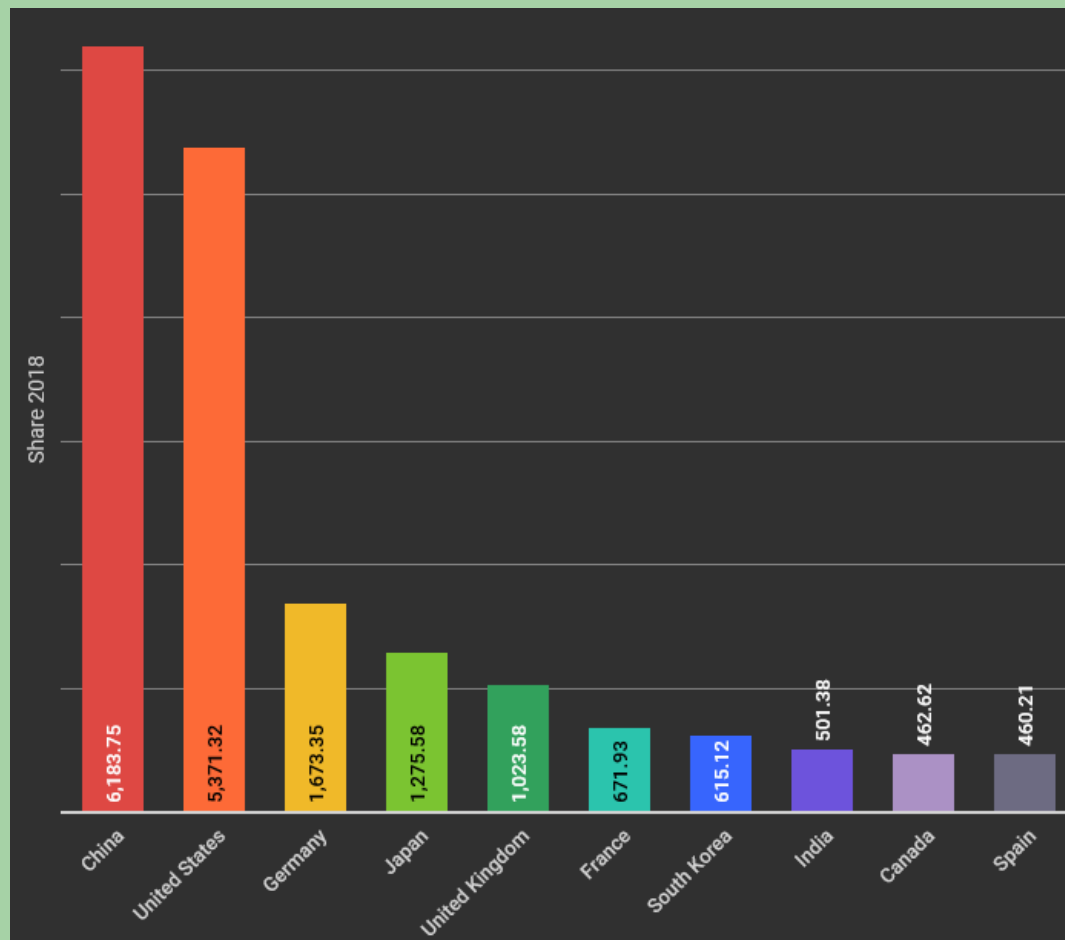
Catedrático Emérito y exPresidente de la
Real Academia de Ciencias de España

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

¿Cuándo se formó?

≈400.000 años DdBB



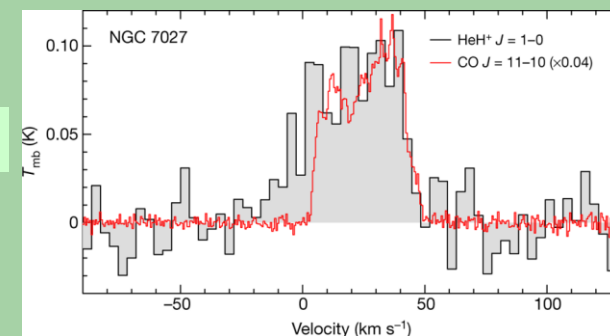
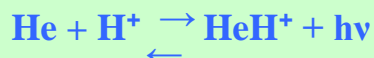
The German-built telescope assembly seen through the telescope cavity door in the side of NASA's SOFIA 747SP offers a view of both the primary and secondary mirrors, the latter a small black circle in the center supported by three braces.

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

¿de qué molécula se trata?

De la molécula-cation Hidruro de Helio:HeH⁺



$d = 0.7414 \text{ \AA}$

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

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)

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	SISTEMA PERIODICO DE LOS ELEMENTOS																7	18
周期																				
1	1 H 氢																			2 He 氦
2	3 Li 锂	4 Be 铍																		
3	11 Na 钠	12 Mg 镁	13 Al 铝	14 Si 硅	15 P 磷	16 S 硫	17 Cl 氯	18 Ar 氩												
4	19 K 钾	20 Ca 钙	21 Sc 钪	22 Ti 钛	23 V 钒	24 Cr 铬	25 Mn 锰	26 Fe 铁	27 Co 钴	28 Ni 镍	29 Cu 铜	30 Zn 锌	31 Ga 镓	32 Ge 锗	33 As 砷	34 Se 硒	35 Br 溴	36 Kr 氪		
5	37 Rb 铷	38 Sr 锶	39 Y 钇	40 Zr 锆	41 Nb 铌	42 Mo 钼	43 Tc 锝	44 Ru 钌	45 Rh 铑	46 Pd 钯	47 Ag 银	48 Cd 镉	49 In 铟	50 Sn 锡	51 Sb 锑	52 Te 碲	53 I 碘	54 Xe 氙		
6	55 Cs 铯	56 Ba 钡	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 钬	68 Er 铒	69 Tm 铥	70 Yb 镱	71 Lu 镥	86 Rn 氡		
7	87 Fr 钫	88 Ra 镭	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 镭	101 Md 镈	102 No 铈	103 Lr 镥			

镧系元素

铜系元素

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 钬	68 Er 铒	69 Tm 铥	70 Yb 镱	71 Lu 镥
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 镭	101 Md 镈	102 No 铈	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>



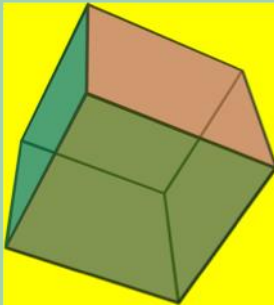
El sistema periódico

ELEMENTOS (ARISTOTELES):

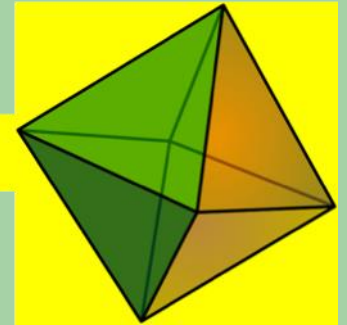
Las partes constituyentes de la naturaleza: **CUATRO ELEMENTOS**

SOLIDOS PLATÓNICOS

Tierra



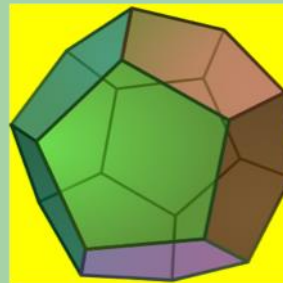
Aire



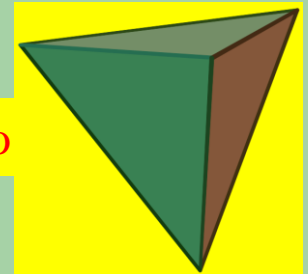
Agua



Quintaesencia
o
Éter



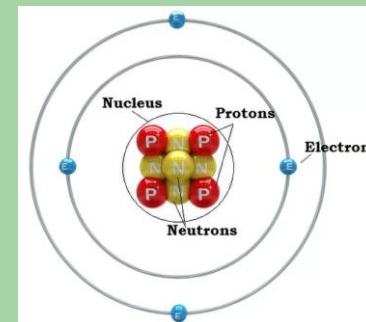
Fuego



El sistema periódico

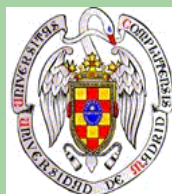
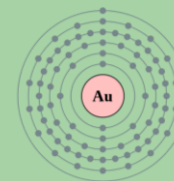
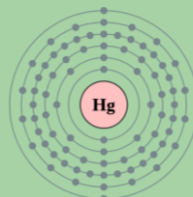
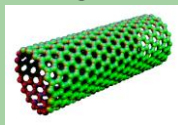
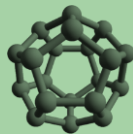
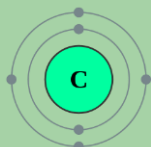
Los *Elementos Químicos*, que son 118, están formados por partículas elementales neutras o cargadas (*protones*, *electrones* y *neutrones*) en diferentes proporciones y unidas por fuerzas atómicas y electrostáticas

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)



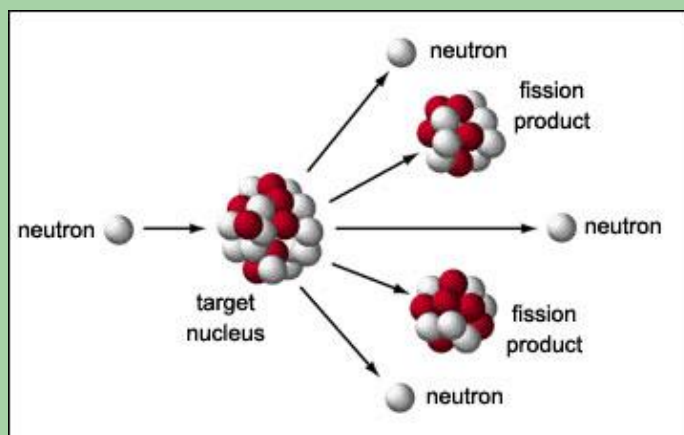
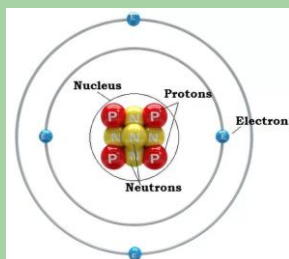
Otra Idea Fundamental:

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

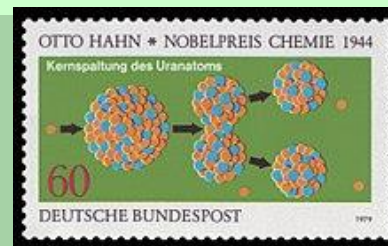


El sistema periódico

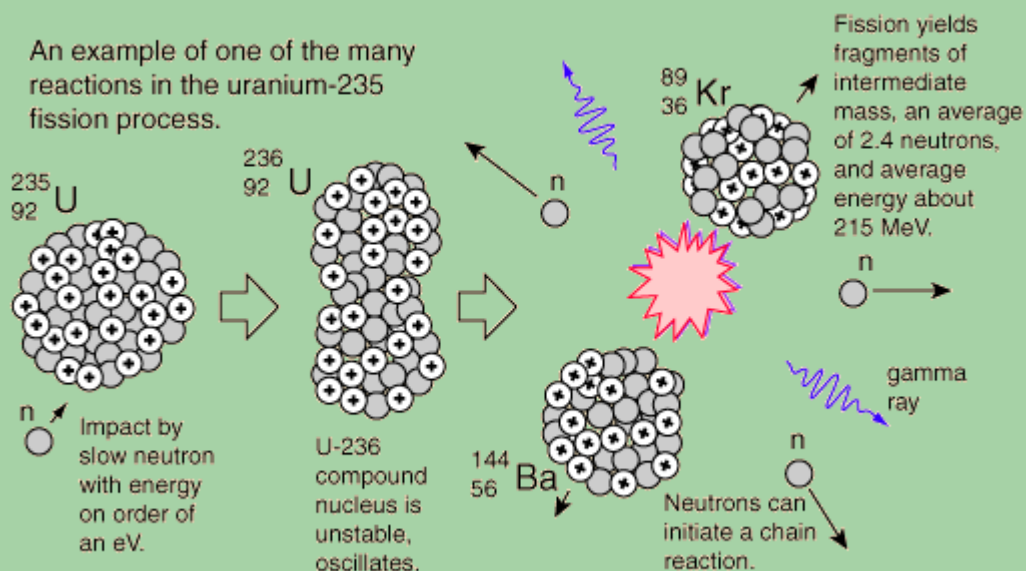
Los átomos sí se pueden dividir: Por *Fisión Nuclear*



<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.
	Mercur.....	Mercur.
	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.....	Barote, 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 pertenecen 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.
	Azo.....	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.
	Estañó.....	Estañó.
	Hierro.....	Hierro.
	Manganeso.....	Manganesa.
	Mercurio.....	Mercurio.
	Molibdeno.....	Molibdena.
	Nickel.....	Nickel.
	Oro.....	Oro.
	Platina.....	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.
	Barita.....	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

Li Cl	C H ₄	N H ₃
Na Cl	Si H ₄	P H ₃
K Cl	Ge H ₄	As H ₃
Rb Cl	Sn H ₄	Sb H ₃

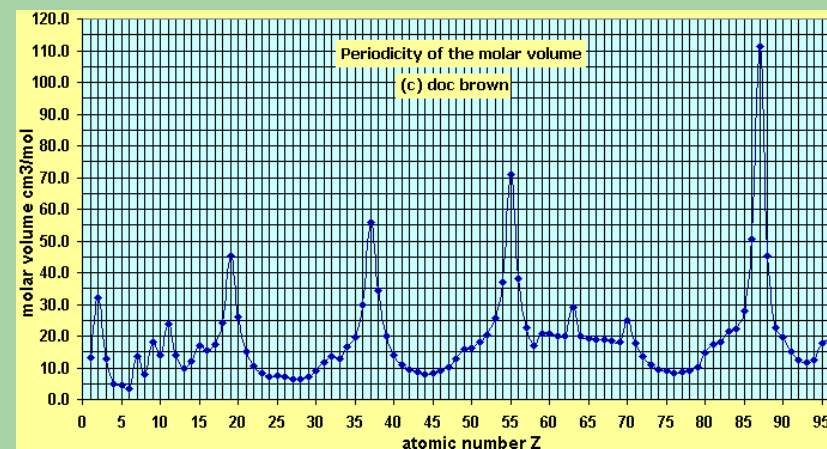
Y hubo reiterados intentos de establecer dichas correlaciones, vitales para la sistematización de la Química

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 = 106,8	O = 199.
H = 1	Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200.
Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112
B = 11	Al = 27,4	? = 68	U = 116
C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118
N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122
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.
		Ba = 137	Pb = 207.
		? = 45	Ce = 92
		?Er = 56	La = 94
		?Yt = 60	Di = 95
		?In = 75,6	Th = 118?

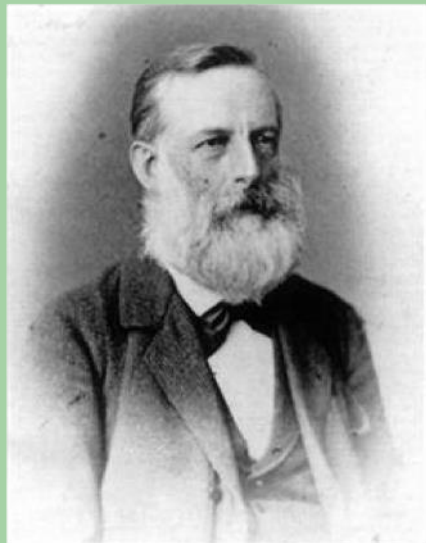
Д. Менделѣевъ



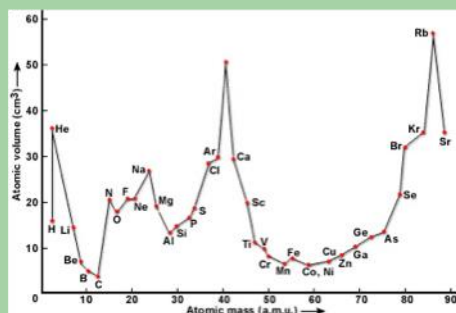
Más de 850 T-P.se han propuesto desde entonces



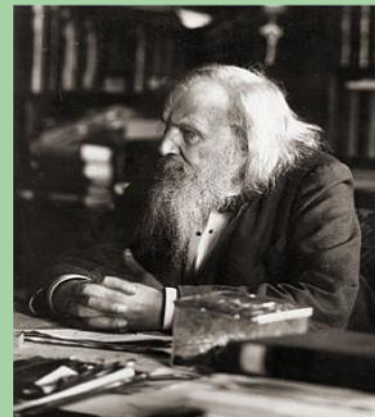
Julius Lothar Meyer



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,

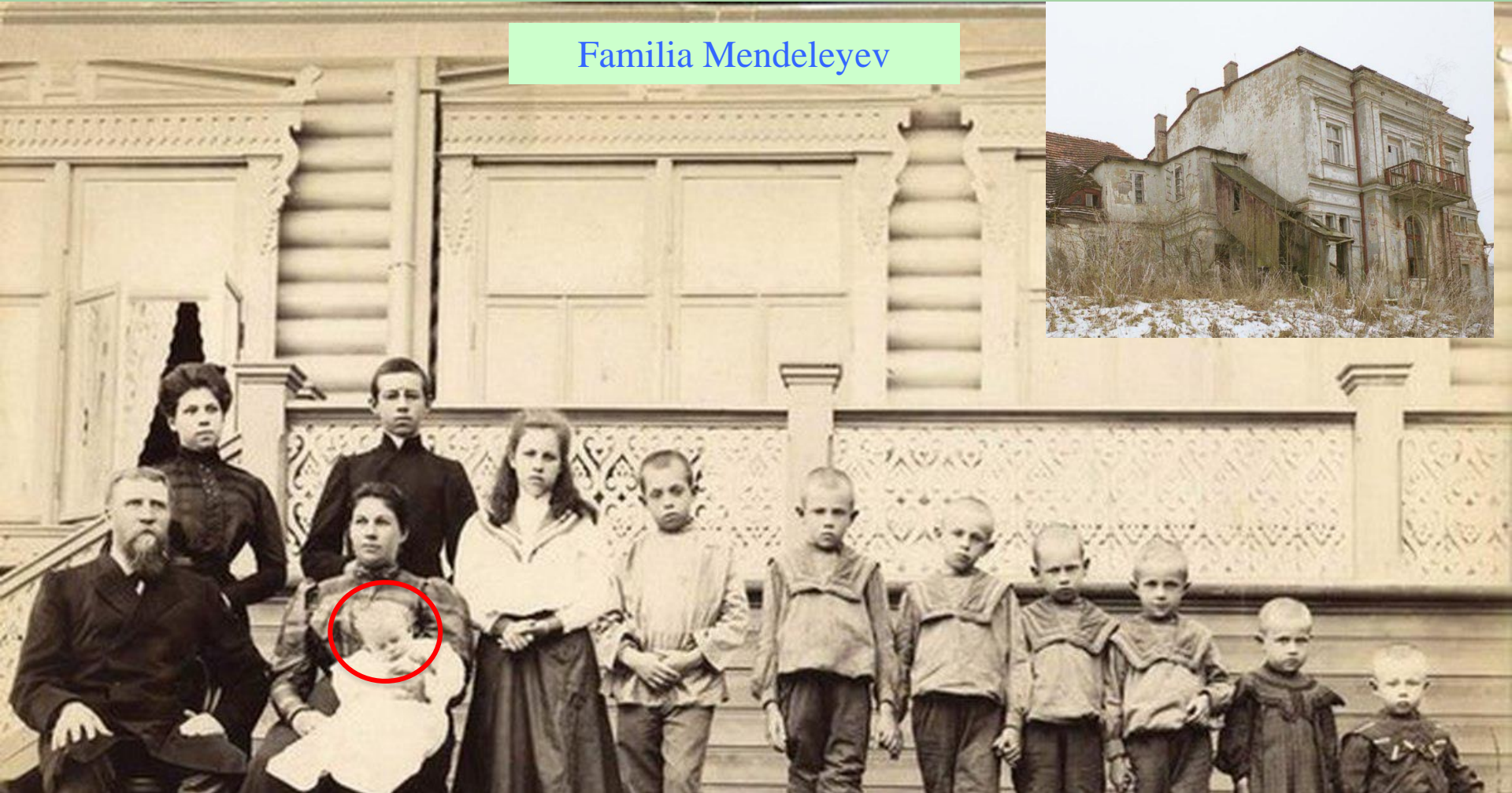
Jacques-Louis Soret,

Ludwig Mond

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

¡Era un asunto familiar...!

Familia Mendeleyev



Ivan Pavlovich Mendeleev
and
Maria Dimitrievna Mendeleeva

Dimitry

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

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



Мария Дмитриевна Менделеева
(бракосмичная 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



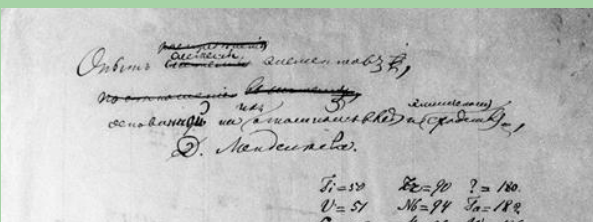
Alejandro III: “Admito que Mendeleyev tiene dos esposas, pero yo solo tengo un Mendeleyev”

El sistema periódico

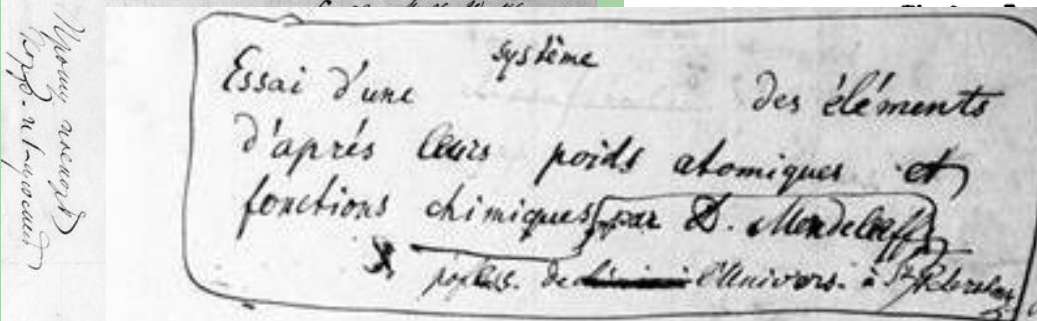
[1] On the Relationship of the Properties of the Elements to their Atomic Weights

D. Mendeleeff, *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]

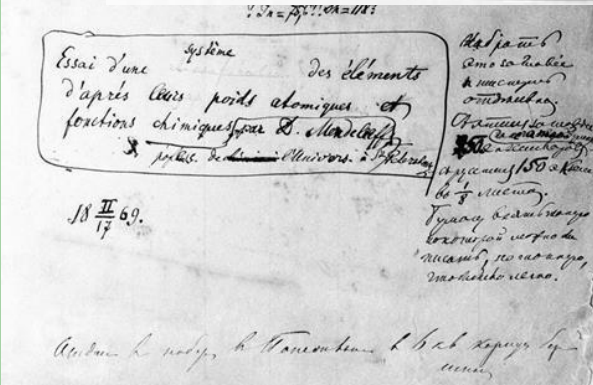


ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.
ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.



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=75,5	Th=118?		

Д. Менделѣевъ



			Ti=50	Zr=90	?[2]=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=Co=59	Pd=106,6	Os=199
			Cu=63,4	Ag=108	Hg=200
			Zn=65,2	Cd=112	Au=197?
			?[6]=68	Ur=116	
			?[8]=70	Sn=118	
			O=16	As=75	Sb=122
			F=19	Cl=35,5	Br=80
			Na=23	K=39	Rb=85,4
			Ca=40	Sr=87,6	Ba=137
			?[10]=45	Ce=92	
			?Er=56	La=94	
			?Yt=60	Di=95	
			?In=75,6	Th=118?	





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



El sistema periódico

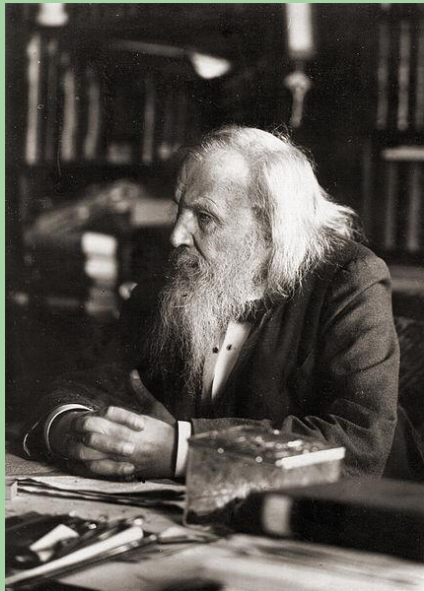
”Si los elementos se ordenan en relación sus Pesos Atómicos se observa una repetición periódica de sus propiedades”

Esto constituye la **“Ley Periódica”**

Dmitri Mendeleev, Principles of Chemistry, Vol. 2, 1902,
P. F. Collier, p17.



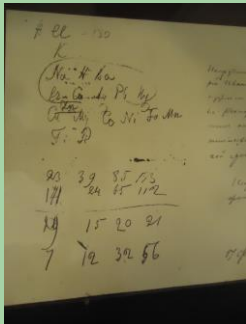
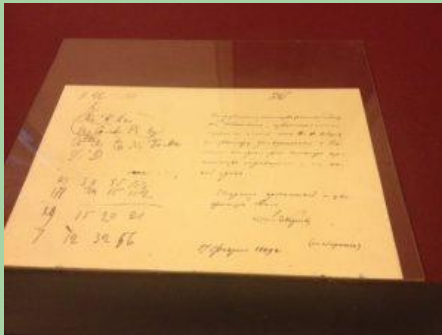
La Casa de Mendeleiev en San Petersburgo



La Casa de Mendeleiev en San Petersburgo



La Casa de Mendeleiev en San Petersburgo





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 ₅ Cl	
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
УКАЗАНІЮ 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), ...Organesson (118)

GRUPOS

TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS

1 H 1.0079 HIDRÓGENO	2 He 4.0026 HELIO
3 Li 6.941 LITIO	4 Be 9.0122 BERILIO
5 B 10.811 BORO	6 C 12.011 CARBONO
7 N 14.007 NITRÓGENO	8 O 15.999 OXÍGENO
9 F 18.998 FLÚOR	10 Ne 20.180 NEÓN
11 Na 22.990 SODIO	12 Mg 24.305 MAGNESIO
13 Al 26.982 ALUMINIO	14 Si 28.086 SILICIO
15 P 30.974 FÓSFORO	16 S 32.065 AZUFRE
17 Cl 35.453 CLORO	18 Ar 39.948 ARGÓN
19 K 39.098 POTASIO	20 Ca 40.078 CALCIO
21 Sc 44.956 ESCANDIO	22 Ti 47.867 TITANIO
23 V 50.942 VANADIO	24 Cr 51.996 CROMO
25 Mn 54.938 MANGANESO	26 Fe 55.845 HIERRO
27 Co 58.933 COBALTO	28 Ni 58.693 NÍQUEL
29 Cu 63.546 COBRE	30 Zn 65.38 ZINC
31 Ga 69.723 GALIO	32 Ge 72.64 GERMANIO
33 As 74.922 ARSENICO	34 Se 78.96 SELENO
35 Br 79.904 BROMO	36 Kr 83.798 KRIPTÓN
37 Rb 85.468 RUBIDIO	38 Sr 87.62 ESTRONCIO
39 Y 88.906 ITRIO	40 Zr 91.224 ZIRCONIO
41 Nb 92.906 NIOBIO	42 Mo 95.96 MOLEBDENO
43 Tc 98.906 TECNICIO	44 Ru 101.07 RUTENIO
45 Rh 102.91 RADIO	46 Pd 106.42 PALADIO
47 Ag 107.87 PLATA	48 Cd 112.41 CADMIO
49 In 114.82 INDIO	50 Sn 118.71 ESTAÑO
51 Sb 121.76 ANTIMONIO	52 Te 127.60 TELURO
53 I 126.90 YODO	54 Xe 131.29 XENÓN
55 Cs 132.91 CESIO	56 Ba 137.33 BARIO
57-71 La-Lu LANTANIDOS	72 Hf 178.49 HAFNIO
73 Ta 180.95 TANTALO	74 W 183.84 WOLFRAMIO
75 Re 186.21 RENO	76 Os 190.23 OSMIO
77 Ir 192.22 IRIDIO	78 Pt 195.08 PLATINO
79 Au 196.97 ORO	80 Hg 200.59 MERCURIO
81 Tl 204.38 TALIO	82 Pb 207.2 PLOMBO
83 Bi 208.98 BISMUTO	84 Po (209) POLONIO
85 At (210) ASTATO	86 Rn (222) RADÓN
87 Fr (223) FRANCIO	88 Ra (226) RADIO
89-103 Ac-Lr ACTINIDOS	104 Rf (261) RUTHERFORDIO
105 Db (268) DUBNIO	106 Sg (271) SEABORGIO
107 Bh (272) BOHRIO	108 Hs (277) HASSIO
109 Mt (276) MEITNERIO	110 Ds (281) DARMSTADTIO
111 Rg (289) ROENTGENIO	112 Cn (285) COPERNICIO
113 Nh (284) NIHONIO	114 Fl (289) FLEROVIO
115 Mc (288) MOSCOWIO	116 Lv (293) LIVERMORIO
117 Ts (294) TENESO	118 Og (294) OGANESÓN

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
 $X + e \rightleftharpoons X^-$

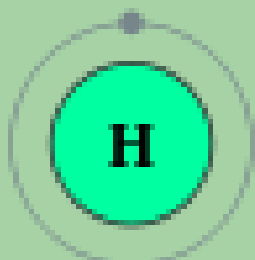


Prof. Miguel Ángel Alario y Franco.

El sistema periódico

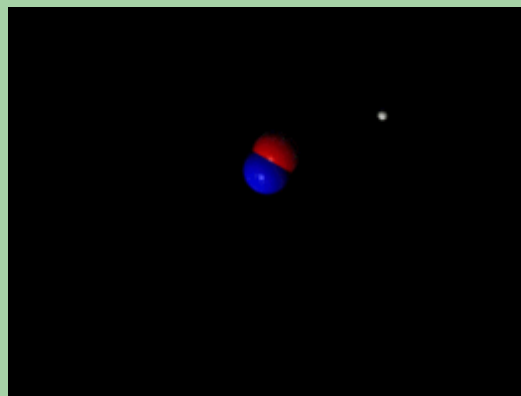
¿Cual es el origen de la periodicidad? La configuración electrónica de los átomos

Bohr Model: Electrons in *ORBITS*

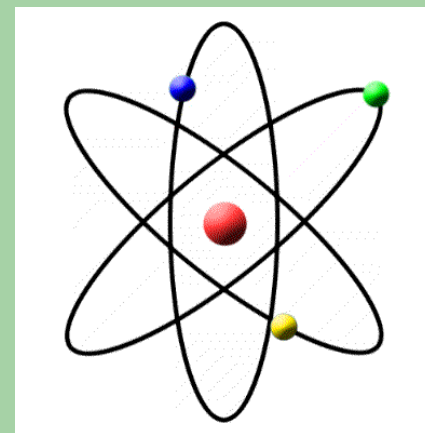


a 1s orbit

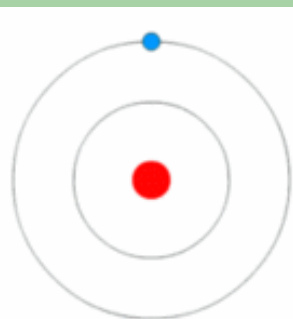
Hydrogen $Z = 1$
Electron configuration $1s^1$



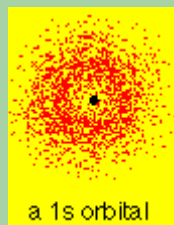
Deuterium $Z = 2$
Electron configuration $1s^2$



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 substancesjjj.*

12.000 compounds are added to the REGISTRY database per dayjjj.

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}

Nº de Avogadro: $\sim 6 \times 10^{23}$

Table 2.

Multi-cation, single anion minerals:

Asbecaite: $\text{Ca}_3\text{TiAs}_6\text{Be}_2\text{Si}_2\text{O}_{30}$

Mordite: $\text{LaSrNa}_3\text{ZnSi}_6\text{O}_{17}$

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

Harkerite:

$\text{Ca}_{24}\text{Mg}_8(\text{AlSi}_4\text{O}_{14}\text{S}(\text{OH})_{15})_2(\text{BO}_3)_8(\text{CO}_3)_8\text{Cl}(\text{H}_2\text{O})$

Hyttsoeite:

$\text{Ba}_2\text{Ca}_5\text{Mn}_2\text{Fe}_2\text{Pb}_{18}\text{Si}_{30}\text{O}_{90}\text{Cl}(\text{H}_2\text{O})_6$ **9**

Arrojdite:

$\text{KNa}_5\text{CaFe}_{14}\text{AlF}_2(\text{PO}_4)_{12}$

Schroederite:

$\text{NaCa}_3\text{ClO}_2(\text{CO}_3)_3(\text{SO}_4)(\text{H}_2\text{O})_{18}$

Traskite:

$\text{Ba}_{24}\text{Ti}_6\text{Fe}_2\text{Fe}_8\text{CaSi}_{24}\text{O}_{78}\text{Cl}_6(\text{OH})_{38}(\text{H}_2\text{O})_{14}$

Mammothite:

$\text{Pb}_6\text{Cu}_4\text{AlSbO}_2(\text{OH})_{16}\text{Cl}_4(\text{SO}_4)_2$

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?

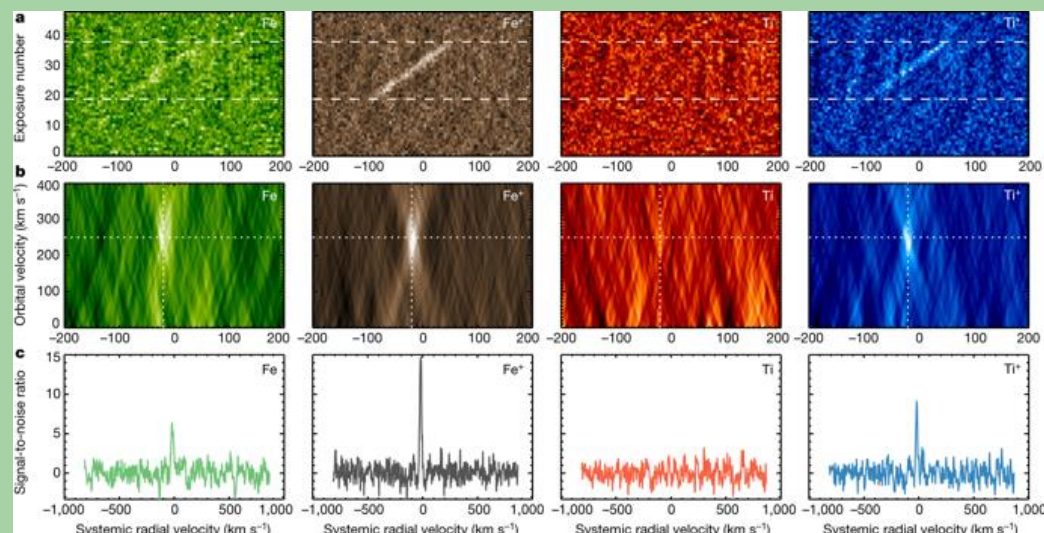
El sistema periódico

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



Facultad de Ciencias Químicas

Prof. Miguel Ángel Alario y Franco.



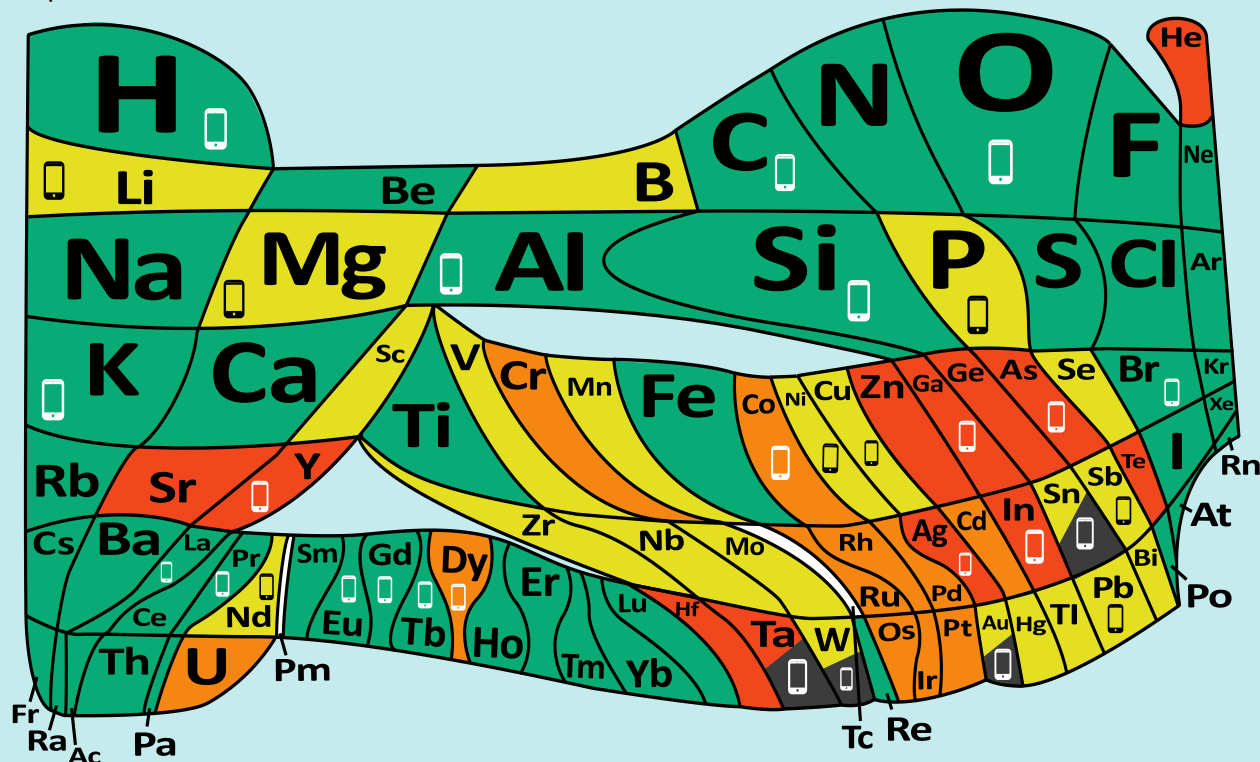
United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



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














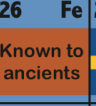


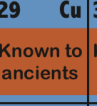



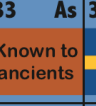














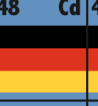

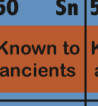
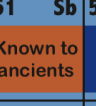













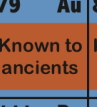


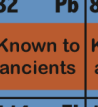
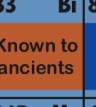






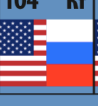















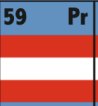
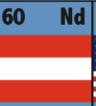


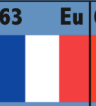










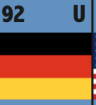



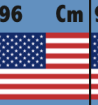
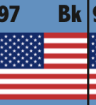






EuChemS
European Chemical Society

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 																
11 Na 	12 Mg 																
19 K 	20 Ca 	21 Sc 	22 Ti 	23 V 	24 Cr 	25 Mn 	26 Fe 	27 Co 	28 Ni 	29 Cu 	30 Zn 	31 Ga 	32 Ge 	33 As 	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 	48 Cd 	49 In 	50 Sn 	51 Sb 	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 	80 Hg 	81 Tl 	82 Pb 	83 Bi 	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 
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



H 1																	He 2	
Li 3	Be 4																	Ne 10
Na 11	Mg 12																	Ar 18
K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36	
Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54	
Cs 55	Ba 56			Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86
Fr 87	Ra 88																	
		La 57	Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71		
		Ac 89	Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103		

Big Bang fusion

Cosmic ray fission

Dying low-mass stars

Merging neutron stars

Exploding massive stars

Exploding white dwarfs

Human synthesis

No stable isotopes

Big Bang fusion

Cosmic ray fission

Dying low-mass stars

Merging neutron stars

Exploding massive stars

Exploding white dwarfs

Human synthesis
No stable isotopes

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

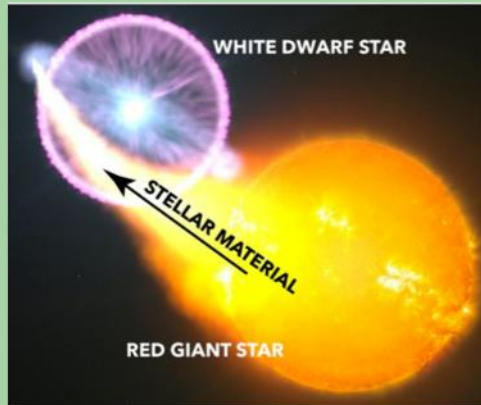
De las *Kilonovas*

¿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



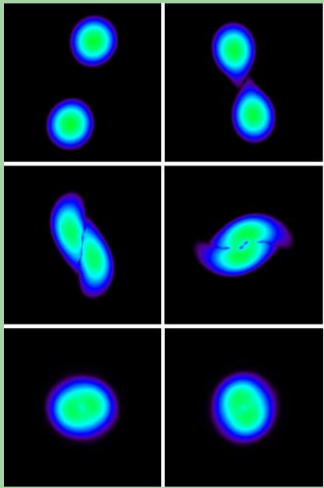
NOVA: A white dwarf star pulls matter off of a companion red giant star (illustration, right) until a powerful nuclear fusion explosion occurs on the dwarf's surface. The star is not destroyed and additional explosions can occur, a phenomenon called a recurrent nova.

<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.*



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*



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

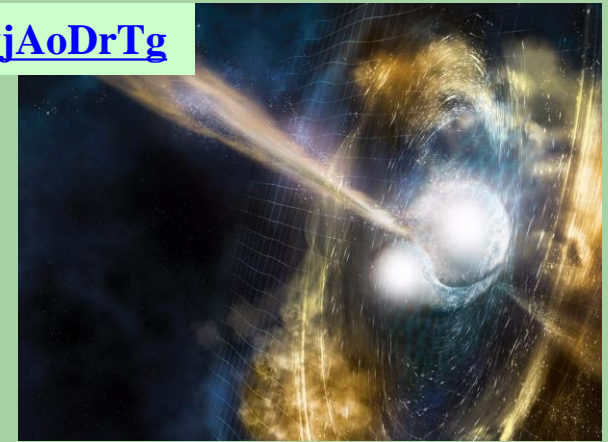


Ilustración de una colisión entre dos estrellas de neutrones en la que se crean *elementos pesados preciosos*. (FERMILAB)

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^-)

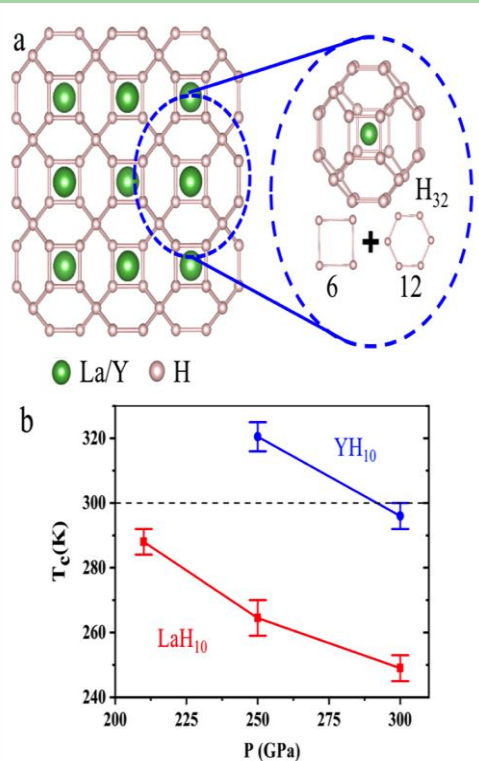


TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

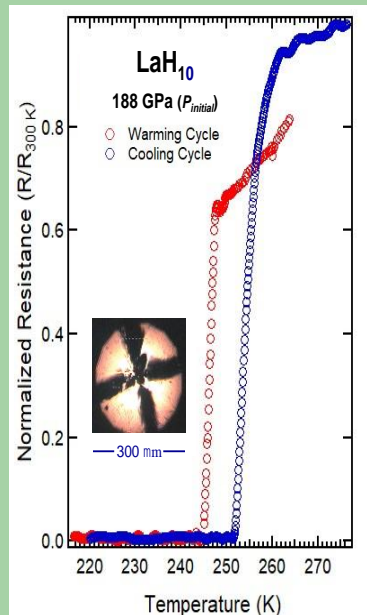
Y ¿cómo está la Superconductividad?

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



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^A 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

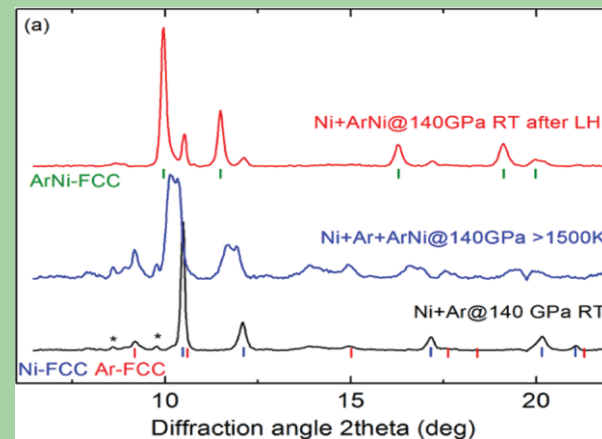
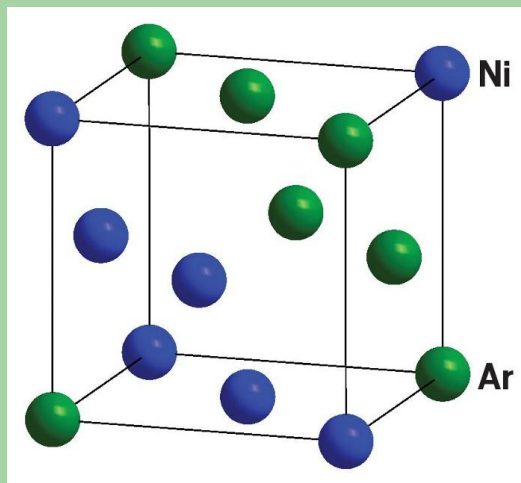
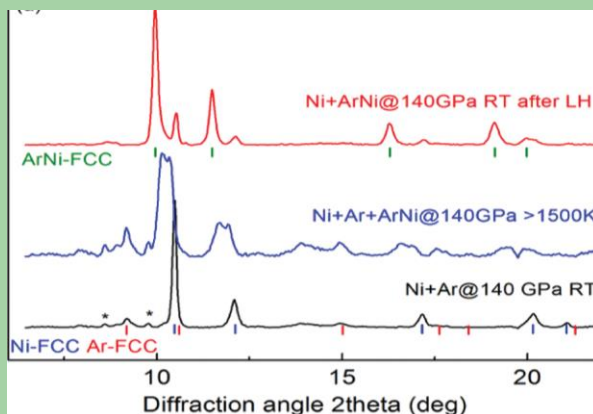


Figure 1. Experimental XRD patterns showing the formation of Ar– Ni compound. (a) XRD patterns of the Ar–Ni mixture before, during, and after laser heating at 140 GPa. New Bragg peaks after laser heating are noted with green bars. The peaks marked with an asterisk correspond to the peaks of Re (gasket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

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

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

