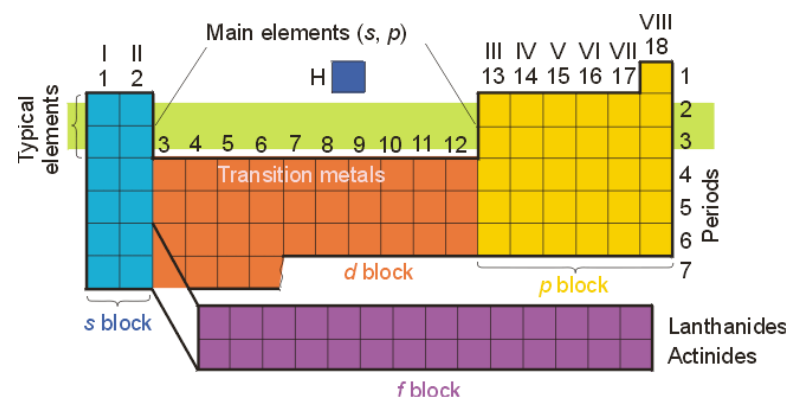




Módulo 12865- Estructura y Enlace de la Materia  
Responsable: Juan José Borrás (juan.j.borras@uv.es)  
Curso 2007-08  
Grupo D- Aula F-9  
<http://www.uv.es/~borrasj>



# Tema 1

## Lenguaje químico.

### Tabla periódica

Estructura y Enlace de la Materia  
Curso 2007-08

La Tabla Periódica es el marco que sirve como base a gran parte de nuestra comprensión de la Química

# Esquema del tema



- Antecedentes de la tabla periódica.
- Organización de la tabla periódica moderna

# Mendeleev and the Periodic Table



Mendeleev's genius can be appreciated when we remember that only 62 elements were known when he formulated the periodic table. To bring similar elements together in the table, he ignored the atomic masses of a few elements, suggesting that they were incorrect, and he was forced to leave some gaps, which he predicted would be occupied by elements that had not then been discovered, some of whose properties he ventured to predict. It was not until some of these elements were discovered and shown to have properties that agreed well with Mendeleev's predictions that many chemists overcame their initial skepticism about the value of the periodic table. Moreover, the later redetermination of some atomic masses, the discovery of isotopes, and the realization that the order of the elements is based on atomic numbers rather than atomic masses, provided justification for the cases in which Mendeleev ignored the order of atomic masses. Many modifications of Mendeleev's original table have been suggested, but the table in Figure 1.1 (Periodic Table), which is widely used today, is not very different from that originally proposed by Mendeleev; many additional elements have been incorporated, but without changing the overall structure of the original table. The periodic table not only gave chemists a very useful classification of the elements, but it played a vital role in the elucidation of the structure of atoms and the understanding of valence. Today it still remains a most useful working tool for the chemist.

Extraído del libro (Chemical Bonding and Molecular Geometry. From Lewis to Electron densities. R. J. Gillespie y P. L.A. Popelier)

# Antecedentes históricos

## ■ J. Döbereiner (1817)

- ◆ Similitudes entre conjuntos de tres elementos (**Tríadas** de elementos): Ca, Sr, Ba; Cl, Br, I; S, Se, Te.
- ◆ Hacia 1850 se habían identificado 20 tríadas

## ■ J. Newlands (1863)

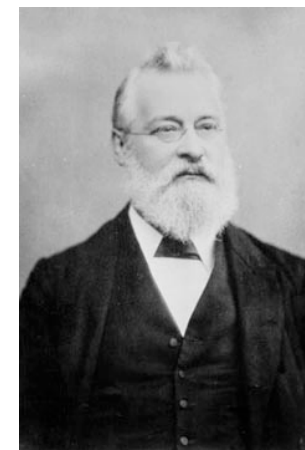
- ◆ Ordenó los elementos por su masa atómica, y observó que se repite un ciclo de propiedades comunes cada 8 elementos.
- ◆ Ley de las octavas (escala musical).

## ■ Mendeleiev y Meyer (1869):

- ◆ Meyer basó su organización en el volumen atómico
- ◆ Sugieren el mismo patrón organizando los elementos conocidos en grupos de 8 elementos en orden de masa atómica creciente.

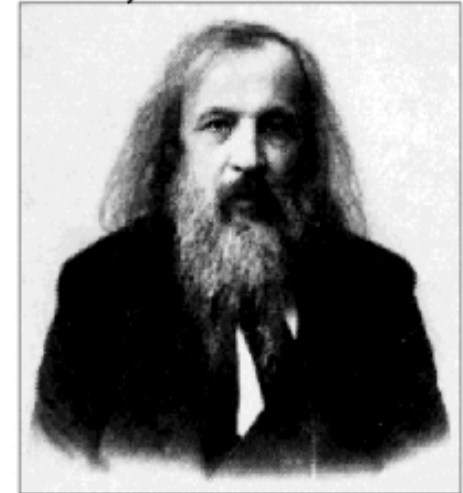


J. Döbereiner  
(1780-1849)



J. Newlands  
(1837-1898)

# La ley periódica de Mendeleiev

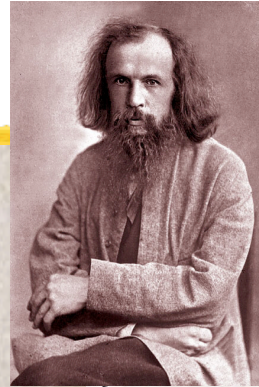


Stated the periodic law, “the elements if arranged according to their atomic weights , show a distinct periodicity of their properties.”

**La ley periódica:** *Cuando los elementos se organizan en orden creciente de sus masas atómicas, algunos conjuntos de propiedades se repiten periódicamente*



# 1869



Ueber die Beziehungen der Eigenschaften zu den Atomgewichten der Elemente. Von D. Mendelejeff. — Ordnet man Elemente nach zunehmenden Atomgewichten in verticale Reihen so, dass die Horizontalreihen analoge Elemente enthalten, wieder nach zunehmendem Atomgewicht geordnet, so erhält man folgende Zusammenstellung, aus der sich einige allgemeinere Folgerungen ableiten lassen.

			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 =	Co = 59	Pd = 106,6	Os = 199
			Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200
H = 1			Zn = 65,2	Cd = 112	
	Be = 9,4	Mg = 24	? = 68	Ur = 116	Au = 197,7
	B = 11	Al = 27,4	? = 70	Sn = 118	
	C = 12	Si = 28	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?
	N = 14	P = 31	Se = 79,4	Te = 128?	
	O = 16	S = 32	Br = 80	J = 127	
	F = 19	Cl = 35,5	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Pb = 207
		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	
		? = 45	Ce = 92		
		?Er = 56	La = 94		
		?Yt = 60	Di = 95		
		?In = 75,6	Th = 118?		

1. Die nach der Größe des Atomgewichts geordneten Elemente zeigen eine stufenweise Abänderung in den Eigenschaften.
2. Chemisch-analoge Elemente haben entweder übereinstimmende Atomgewichte (Pt, Ir, Os), oder letztere nehmen gleichviel zu (K, Rb, Cs).
3. Das Anordnen nach den Atomgewichten entspricht der *Werthigkeit* der Elemente und bis zu einem gewissen Grade der Verschiedenheit im chemischen Verhalten, z. B. Li, Be, B, C, N, O, F.
4. Die in der Natur verbreitetsten Elemente haben *kleine* Atomgewichte

Handwritten manuscript page showing Mendeleev's original calculations and notes. The page contains a table of atomic weights, some circled numbers, and various scribbles and corrections. The text is in German and includes the title 'Ueber die Beziehungen der Eigenschaften zu den Atomgewichten der Elemente'.

# Propuestas de Mendeleiev

- a. La periodicidad de las propiedades es inherente a la distribución.
- b. La distribución se corresponde con las valencias de los elementos.
- c. Las características de los elementos quedan determinadas por el valor de sus pesos atómicos.
- d. Los errores en los pesos atómicos pueden corregirse a partir de la posición del elemento en la tabla.
- e. Los elementos cuyas propiedades son parecidas, o tienen pesos atómicos parecidos o aumentan regularmente.





# Tabla Periódica de Mendeleiev

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

A fin de asegurar que los patrones de propiedades se ajustaran a la estructura de la tabla fue necesario dejar espacios vacíos.

Esos espacios corresponderían a **elementos desconocidos**.



# Éxitos de Mendeleiev

- Dejó huecos que corresponderían a elementos por descubrir: 44, 68, 72, y 100 (Sc, Ga, Ge y Tc)
- Corrigió las masas atómicas de algunos elementos (I, Te, In, U).

**TABLE 10.1 Properties of Germanium: Predicted and Observed**

<b>Property</b>	<b>Predicted Eka-silicon (1871)</b>	<b>Observed Germanium (1886)</b>
Atomic mass	72	72.6
Density, g/cm <sup>3</sup>	5.5	5.47
Color	dirty gray	grayish white
Density of oxide, g/cm <sup>3</sup>	EsO <sub>2</sub> : 4.7	GeO <sub>2</sub> : 4.703
Boiling point of chloride	EsCl <sub>4</sub> : below 100 °C	GeCl <sub>4</sub> : 86 °C
Density of chloride, g/cm <sup>3</sup>	EsCl <sub>4</sub> : 1.9	GeCl <sub>4</sub> : 1.887

# Problemas

- Siguiendo el orden de masas atómicas crecientes los elementos no siempre encajaban en el grupo con propiedades coincidentes.
  - ◆ Tuvo que invertir el orden de Ni y Co, Y y Te
- Se estaban descubriendo elementos nuevos como holmio y samario para los que no había hueco previsto.
- En algunos casos elementos del mismo grupo eran muy diferentes en cuanto a su reactividad química.
  - ◆ Grupo 1: contiene metales alcalinos (muy reactivos) y metales de acuñación (Cu, Ag y Au; muy poco reactivos)

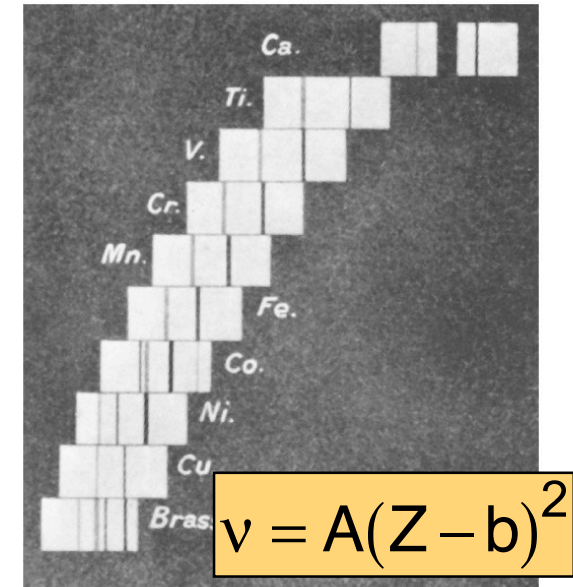
Para establecer un grupo, al menos se tenía que conocer un elemento:

***No se conocían los gases nobles y no se dejó espacio para ellos***

# Contribución de Moseley


- Llevó a cabo experimentos con Rayos X, descubriendo que:
  - ◆ Al incidir un haz de RX en un elemento, los átomos de éste emiten rayos X de una frecuencia característica de cada elemento.
  - ◆ Las frecuencias están correlacionadas con las cargas nucleares  $Z$ .
- Permite predecir nuevos elementos [ $Z=43$  (descubierto en 1937),  $61$  (1945),  $75$  (1925)].
- Probó la bondad de la ley periódica entre  $Z=13$  y  $79$  afirmando que NO podría haber otros elementos en esta región.

H. Moseley 1913  
(1887-1915)  
murió a los 28 años



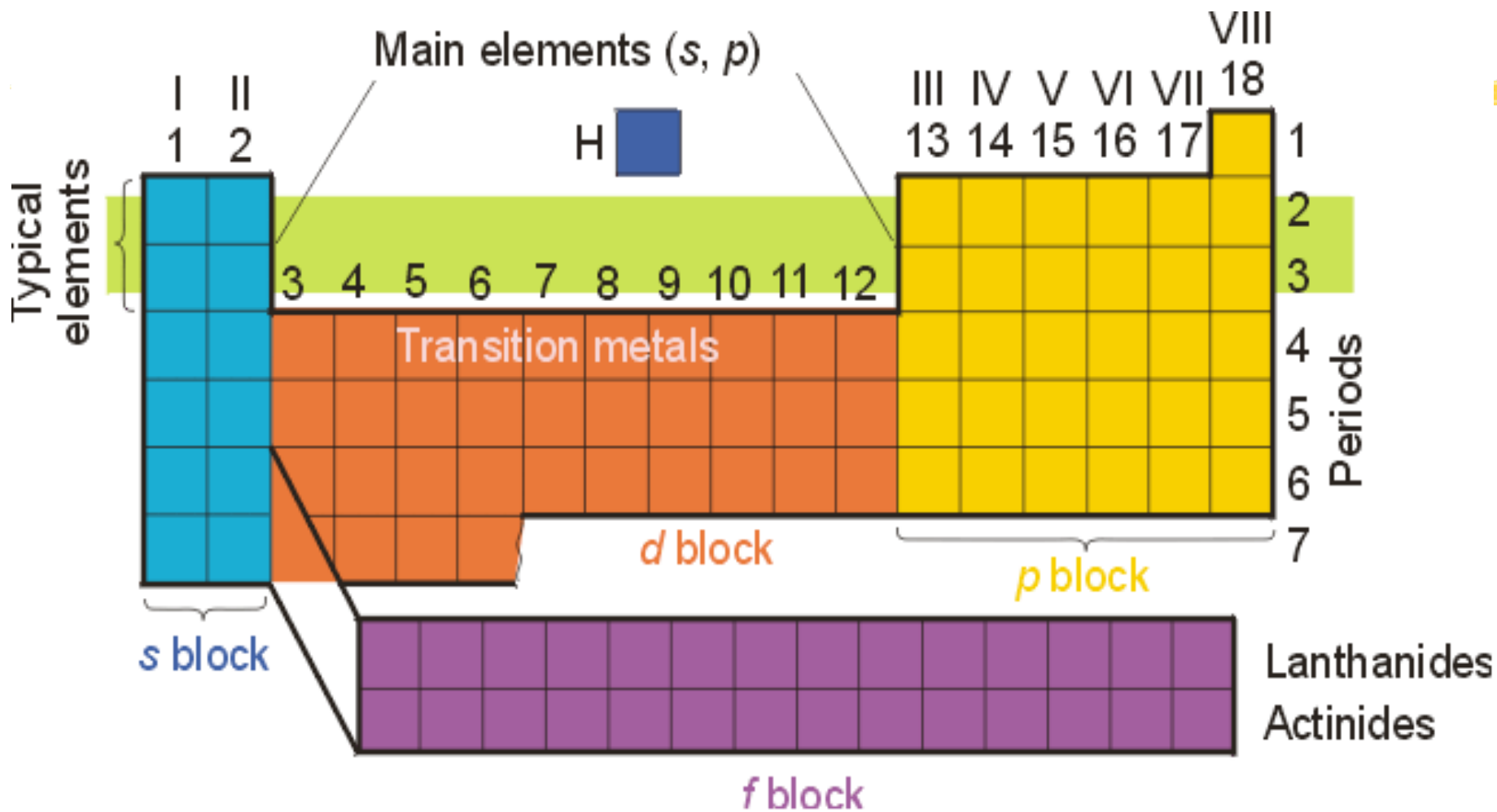
Encontró que, al ordenar los elementos con respecto a  $Z$ , se eliminaban las irregularidades de la tabla de Mendeleiev basada en la masa atómica y se definían con exactitud los huecos para los que era necesario encontrar elementos

La **Ley Periódica** de Moseley establece que las propiedades físicas y químicas de los elementos son funciones periódicas de sus números atómicos.



Organización de la  
Tabla Periódica  
Moderna





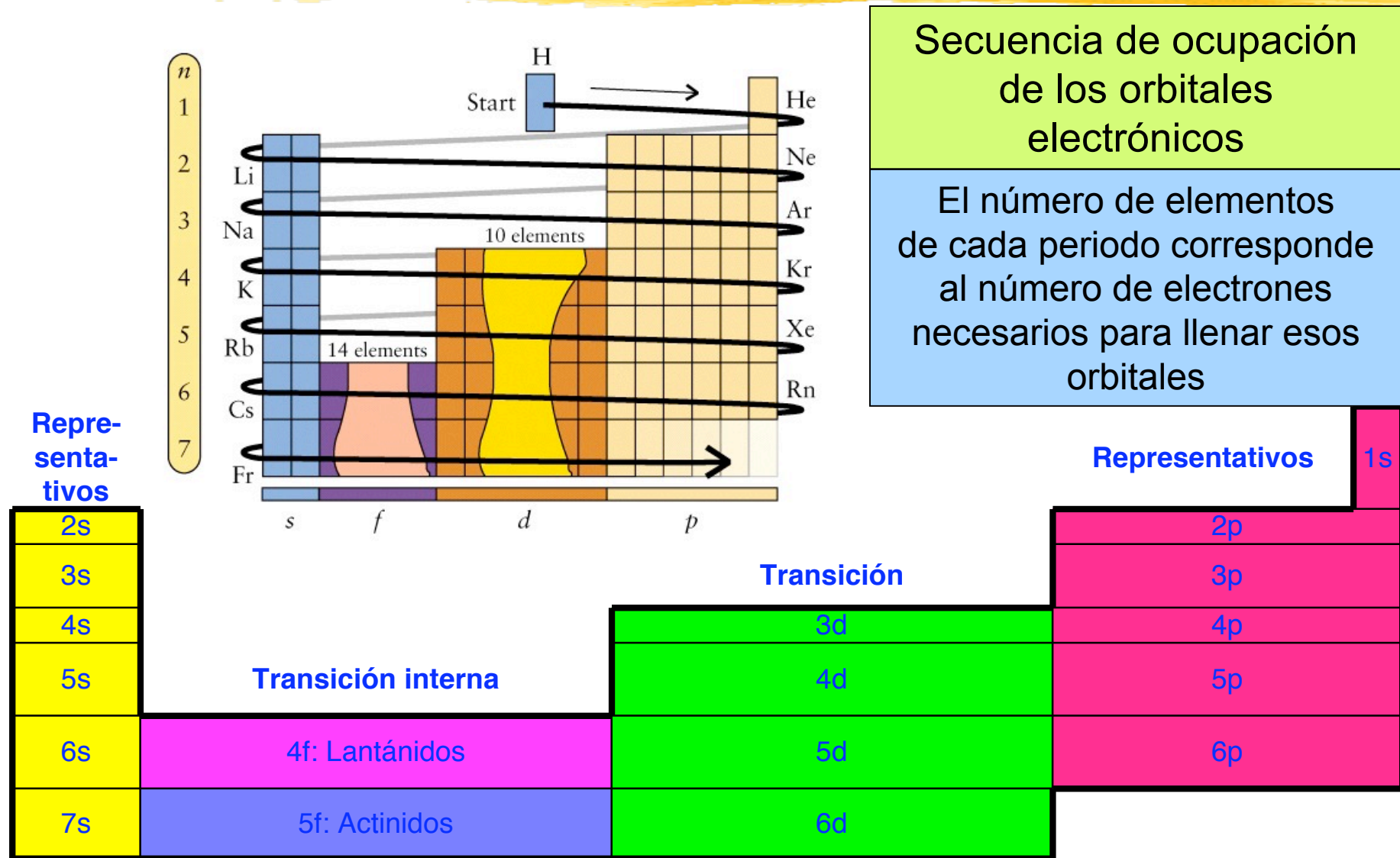
**Grupos:            columnas 1-18**  
**Periodos:        filas 1-7**  
**Bloques:         s, p, d, f**

# Grupos de elementos

Grupos	Nombre específico / Nombre tradicional	Elementos	Configuración electrónica
<b>Grupos 1, 2, 13-18</b>	<b>Elementos representativos</b> (grupos principales)		
<b>Grupos 1 y 2</b>	<b>Elementos del bloque s</b>		
Grupo 1	Metales alcalinos	Li, Na, K, Rb, Cs, Fr	$ns^1$ (n= 2 -7)
Grupo 2	Metales alcalino-térreos	Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra	$ns^2$ (n= 2 -7)
<b>Grupos 13-18</b>	<b>Elementos del bloque p</b>		
Grupo13	Elementos del grupo del boro	B, Al, Ga, In, Tl	$ns^2 np^1$ (n= 2 -7)
Grupo14	Elementos del grupo del carbono	C, Si, Ge, Sn, Pb, Uuq	$ns^2 np^2$ (n= 2 -7)
Grupo15	Pnictógenos	N, P, As, Sb, Bi	$ns^2 np^3$ (n= 2 -7)
Grupo16	Calcógenos	O, S, Se, Te, Po, Uuh	$ns^2 np^4$ (n= 2 -7)
Grupo17	Halógenos	F, Cl, Br, I, At	$ns^2 np^5$ (n= 2 -7)
Grupo18	Gases nobles	He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn, Uuo	$ns^2 np^6$ (n= 2 -7)
<b>Grupos 3-12</b>	<b>Elementos del bloque d</b> Elementos de transición		
	Primera serie de transición	Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn	$4s^2 3d^1- 4s^2 3d^{10}$
	Segunda serie de transición	Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd	$5s^2 4d^1- 5s^2 4d^{10}$
	Tercera serie de transición	La, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg	$6s^2 5d^1- 6s^2 5d^{10}$
	Cuarta serie de transición	Ac, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Uub	$7s^2 6d^1- 7s^2 6d^{10}$
<b>Grupos f</b>	<b>Lantánidos</b>	La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu	$4f^1 - 4f^{14}$
	<b>Actínidos</b>	Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr	$5f^1 - 5f^{14}$



# Estructura de la Tabla Periódica

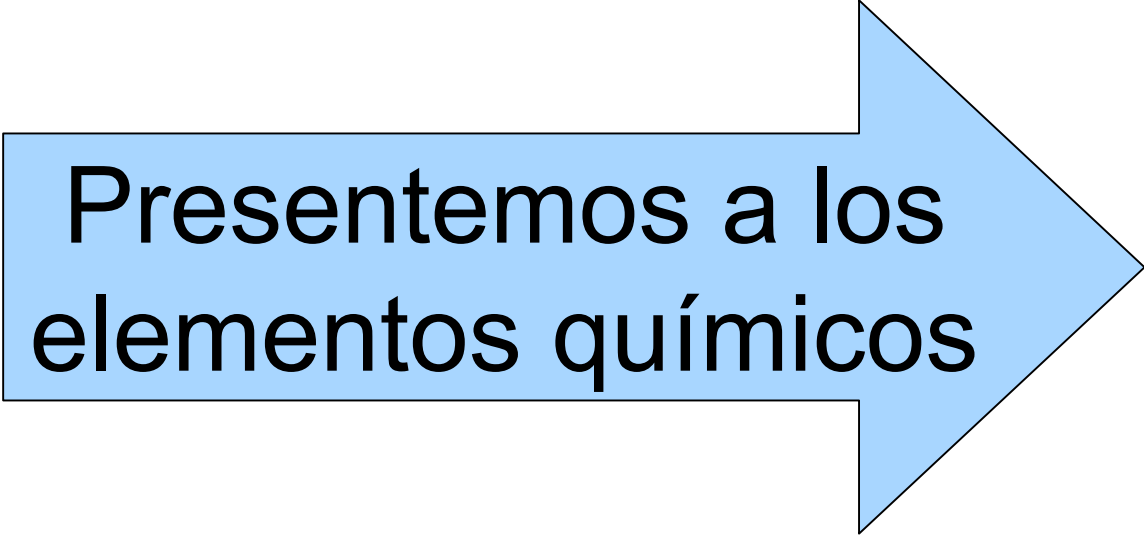












**Presentemos a los  
elementos químicos**



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

H?																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac* *	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub		Uuq		Uuh		Uuo

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

<http://chemlab.pc.maricopa.edu/periodic/lyrics.html>

`` It's simply the names of the chemical elements set  
to a possibly recognizable tune.

`` There's antimony, arsenic, aluminum, selenium,  
And hydrogen and oxygen and nitrogen and rhenium  
And nickel, neodymium, neptunium, germanium,  
And iron, americium, ruthenium, uranium,  
Europium, zirconium, lutetium, vanadium  
And lanthanum and osmium and astatine and radium  
And gold, protactinium and indium and gallium (inhale)  
And iodine and thorium and thulium and thallium.

`` There's yttrium, ytterbium, actinium, rubidium  
And boron, gadolinium, niobium, iridium  
And strontium and silicon and silver and samarium,  
And bismuth, bromine, lithium, beryllium and barium.

`` Isn't that interesting?  
I knew you would.  
I hope you're all taking notes, because there's gonna  
be a short quiz next period.



`` There's holmium and helium and hafnium and  
erbium  
And phosphorous and francium and fluorine and  
terbium  
And manganese and mercury, molybdenum,  
magnesium,  
Dysprosium and scandium and cerium and cesium  
And lead, praseodymium, and platinum, plutonium,  
Palladium, promethium, potassium, polonium, and  
Tantalum, technetium, titanium, tellurium, (inhale)  
And cadmium and calcium and chromium and  
curium.

`` There's sulfur, californium and fermium,  
berkelium  
And also mendelevium, einsteinium and nobelium  
And argon, krypton, neon, radon, xenon, zinc and  
rhodium  
And chlorine, carbon, cobalt, copper,  
Tungsten, tin and sodium.

`` These are the only ones of which the news has  
come to Harvard,  
And there may be many others but they haven't  
been discovered.''

# Los primeros periodos

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

H?	1º período (Z=1-2)															He	
Li	Be	2º período (Z=3-10)										B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	3º período (Z=11-18)										Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr

4º período (Z=19-36)

1ª serie transición

# 5º periodo

5º período (Z=37-54)


	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1º	H																	He
2º	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3º	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4º	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5º	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe

2ª serie transición

# 6º periodo

6º período (Z=55-86)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1º																		He
2º	Li	Be	3ª serie transición										B	C	N	O	F	Ne
3º	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4º	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5º	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6º	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn



Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Lantánidos

# 7º periodo

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
H?	7º período (Z=87-118)																He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac*	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub		Uuq		Uuh		Uuo

Actínidos

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



# 7º periodo (incompleto)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
7º	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	¿?	Uuq	¿?	Uuh	¿?	Uuo

<u>Z</u>	<u>Nombre</u>	<u>Símbolo</u>
•104	Rutherfordio	Rf
•105	Dubnio	Db
•106	Seaborgio	Sg
•107	Bohrio	Bh
•108	Hassio	Hs
•109	Meitnerio	Mt
•110	Darmstadtio	Ds
•111	Roentgenio	Rg

<u>Z</u>	<u>Nombre</u>	<u>Símbolo</u>
•112	Ununbio	Uub
•113	Ununtrio	Uut
•114	Ununquadio	Uuq
•116	Ununhexio	Uuh
•118	Ununoctio	Uuo



# ¿Te atreves a rellenarla?

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	bloque s		bloque d									bloque p							
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
					bloque f														



**Fin**