

Oxidación de los metales y propiedades periódicas (OMPP)

Pregunta a responder al final de la sesión:

¿Cuál de las propiedades periódicas de los elementos varía igual que su tendencia a oxidarse?

▣ OBJETIVO(S) ACADÉMICO(S)

Que el alumno reconozca las propiedades periódicas y su relación con la oxidación de un metal, mediante la observación y comparación de la reactividad de los metales.

Introducción

En esta práctica, para poder ordenar a varios metales según su tendencia a oxidarse, es necesario que seas capaz de distinguir claramente cuando **sí** hay reacción y cuando **no** la hay. Entre los fenómenos más comunes que ponen en evidencia que se está efectuando una reacción están: generación de burbujas que indican que se está produciendo un gas, formación de un precipitado, un cambio de color, etcétera.

▣ REACTIVOS

Indicador universal	Sodio (Na)
Ácido clorhídrico (HCl) concentrado	Magnesio (Mg)
Ácido nítrico (HNO ₃) concentrado	Zinc (Zn)
Agua destilada	Plata (Ag)
Nitrato de plata (AgNO ₃)	Platino (Pt)

*Ver Apéndice II

▣ EQUIPO

Material por equipo

Pipeta volumétrica 1 mL	1	Piseta de agua	1
Tubo de ensaye 13x100	5	Espátula	1
Gradilla	1	Pinza para tubo de ensaye	2
Mechero Bunsen	1		

☐ DESARROLLO EXPERIMENTAL Y CUESTIONARIO

IMPORTANTE: Debes realizar los experimentos y contestar las preguntas en el orden en que aparecen en el texto.

Tienes frente a ti cinco tubos de ensaye, conteniendo cada uno un trocito de un metal diferente (plata, platino, zinc, sodio y magnesio) y vas a probar su reactividad con respecto a su tendencia a oxidarse.

1.- A cada uno de los cinco tubos añade, **con mucho cuidado**, aproximadamente 1 mL de agua destilada. Separa el o los tubos en los que hubo reacción y anota a cuál o cuáles metales corresponden:

-
- a) En el tubo en el que se observe alguna reacción, acerca **rápidamente** la boca del tubo a la flama del mechero y anota tus observaciones
 - b) ¿Qué color tiene el gas que se desprendió? _____
 - c) Escribe completa y balanceada la ecuación de la reacción que se llevó a cabo

-
- d) Al tubo donde hubo reacción, añade una gota de indicador universal para confirmar los productos de la reacción.
 - e) Identifica a la especie oxidante (indicando específicamente al elemento):

2.- A los tubos en los que no ha habido reacción, caliéntalos **suavemente** con el mechero. Selecciona el o los tubos en los que observaste algún cambio y toma nota del metal o metales de que se tratan:

-
- a).- Escribe completa y balanceada la ecuación de la reacción que tuvo lugar:

Adiciona a este último tubo una gota de indicador universal para confirmar los productos de la reacción.

- b).- Identifica a la especie oxidante (indicando específicamente al elemento): _____

3.- A cada uno de los tubos en los que no ha habido reacción, deséchales el agua y agrégales con cuidado unas gotas de ácido clorhídrico concentrado. Aparta el o los tubos en los que sí hubo reacción y registra tus observaciones:

a).-Escribe completa y balanceada la ecuación de la reacción correspondiente en este caso:

b).- Establece cuál es la especie oxidante (indicando específicamente al elemento):

4.- **IMPORTANTE:** A los metales que no han reaccionado, elimínalos la disolución de ácido clorhídrico que contienen y enjuágalos muy bien con agua destilada, asegurándote que eliminas los iones cloruro por completo. Para esto, cuando consideres que los tubos están libres de cloruros, agrega un poco de agua destilada y una gota de disolución de nitrato de plata. Si aparece una turbidez, vuelve a lavar con agua destilada, hasta que esta prueba dé negativa. Entonces, y sólo hasta entonces, agrégales 1 mL de ácido nítrico concentrado. Calienta ligeramente sobre el mechero.

a).- ¿Qué color presenta el gas que se desprende?

b).- ¿Por qué el ácido clorhídrico no oxidó a la plata y el ácido nítrico sí?

c).- Escribe completa y balanceada la ecuación de la reacción entre la plata y el ácido nítrico:

d).- Identifica a la especie oxidante (indicando específicamente el elemento): _____

NOTA: Coloca los desechos con Ag y Zn en los depósitos correspondientes y devuelve tu trocito de Pt al profesor

Análisis global de los resultados

1.- Ordena los cinco elementos estudiados, del más fácilmente oxidable al más resistente a la oxidación:

2.- Dispón a estos metales, del reductor más fuerte al reductor más débil:

3.- Consulta en las tablas de los apéndices de este manual los valores de algunas de sus propiedades periódicas (energía de ionización, electronegatividad y radio iónico); posteriormente elabora una ordenación elemental para cada propiedad, del valor más bajo al valor más alto.

4.- Analiza las secuencias obtenidas a partir de las propiedades periódicas que se consideraron. ¿Cuál de estas propiedades varía igual que la tendencia a la oxidación?

5.- La tendencia a la oxidación se cuantifica mediante el potencial rédox (E°). Busca entre los apéndices los valores de E° para los pares M^{n+}/M° .

6.- Grafica los valores de E° contra los de las propiedades periódicas que consultaste en la pregunta 3. ¿Cuál propiedad da lugar a la mejor correlación?

7.- ¿Con qué otros cinco metales pudo haberse realizado esta práctica?

8.- **Torito:** ¿Por qué es tan importante lavar exhaustivamente con agua destilada a los dos últimos metales antes de agregarles ácido nítrico?

9.- Intenta incluir en la *mejor* gráfica de la pregunta 6, a todos los metales para los cuales encuentres las dos variables.

Pregunta adicional:

10.- Se tienen dos muestras, una de cobre ($E^\circ = 0.34$ V) y otra de cadmio ($E^\circ = -0.40$ V). A las dos se les añade ácido clorhídrico y sólo una de ellas reacciona. Di a qué elemento corresponde esta muestra y escribe completa y balanceada la ecuación para la reacción que se lleva a cabo.

Referencias bibliográficas

1. Rayner-Canham, G. *Química Inorgánica Descriptiva*, Pearson Educación, México 2000. ISBN 968-444-385-4.
2. Housecroft, C. E.; Sharpe, A. G. *Química Inorgánica*, 2ª Edición, Pearson Educación, México, 2006. ISBN 9788420548470.
3. Wulfsberg, G. *Principles of Descriptive Inorganic Chemistry*. University Science Books, Mill Valley, California, 1991.
4. Atkins, P.; Overton, T.; Rourke, J.; Weller, M. *Química Inorgánica*, 4ª Edición, McGraw Hill, México, 2008. ISBN 970106531x.

Apéndice I: Conocimientos previos.

El estudiante debe conocer las propiedades periódicas de los elementos, el concepto de electronegatividad, oxidación, reductor, oxidante, pH, acidez.

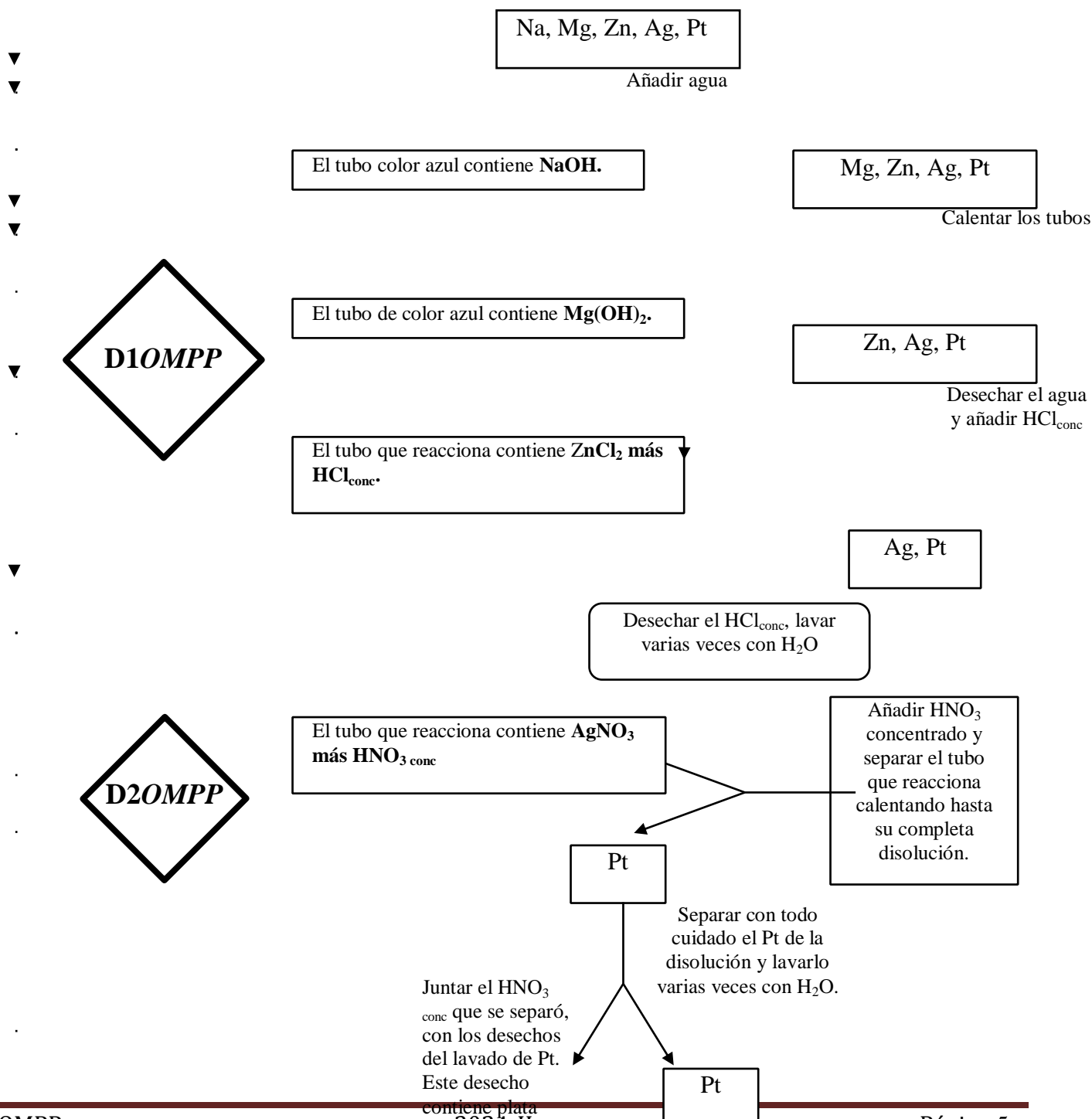
Apéndice II: Preparación de reactivos

Los reactivos calidad R. A. se usan sin diluir se requieren concentrados.

Apéndice III: Disposición de residuos

**OXIDACIÓN DE LOS METALES Y PROPIEDADES PERIÓDICAS.
(OMPP)**

Diagrama ecológico para el manejo de residuos



Recomendaciones:

1) El residuo **D1OMPP** Son residuos que contienen especies químicas que, por sus características, no representan un daño a la salud. Se hace referencia a especies como Na^+ , K^+ , Zn^{2+} , NO_3^- , CO_3^{2-} , Cl^- , etcétera. Este grupo de residuos requiere solamente ser neutralizado y desechado a la tarja. El pH se mide con un potenciómetro (pH´metro) y debe estar entre 6 y 8.

2) Al residuo **D2OMPP** se neutralizará, se satura con NaCl y recuperará el sólido formado (AgCl) por filtración. El sólido se someterá a un proceso para utilizarlo nuevamente en el laboratorio. Evita contaminarlo.

Anexo 1

Potenciales estándar de reducción

Reacción	E° (V)
$2\text{H}^{+} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{H}_2(\text{g})$	0.0000
$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^{-}$	-0.8277
$\text{NO}_3^{-} + 2\text{H}^{+} + 1\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	0.80
$2\text{NO}_3^{-} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}$	+0.955
$\text{Ag}^{+} + \text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Ag}$	0.7996
$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Al}$	-1.677
$\text{Au}^{+} + 1\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Au}$	1.68
$\text{Be}^{2+} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Be}$	-1.70
$\text{Br}_2 + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow 2\text{Br}^{-}$	1.06
$\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Ca}$	-2.76
$\text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Cd}$	-0.4026
$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow 2\text{Cl}^{-}$	1.3583
$\text{Co}^{2+} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Co}$	-0.28
$\text{Cr}^{2+} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Cr}$	-0.557
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Cu}$	0.3402
$\text{Cu}^{2+} + 1\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Cu}^{+}$	0.158
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Fe}$	-0.4402
$\text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Fe}$	-0.036
$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Fe}^{2+}$	0.770
$\text{I}_2 + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow 2\text{I}^{-}$	0.53
$\text{Li}^{+} + 1\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Li}^{\circ}$	-3.045
$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Mg}$	-2.375
$\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Mn}$	-1.029
$\text{Na}^{+} + \text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Na}$	-2.7109
$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Ni}$	-0.23
$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Pb}$	-0.126
$\text{Pd}^{2+} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Pd}$	0.83
$\text{Pt}^{2+} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Pt}$	1.2
$\text{PtCl}_4^{2-} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Pt} + 4\text{Cl}^{-}$	0.73
$\text{Sc}^{3+} + 3\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Sc}$	-2.08
$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Sn}$	-0.1364
$\text{Ti}^{2+} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Ti}$	-1.63
$\text{V}^{2+} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{V}$	-1.2
$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^{-} \leftrightarrow \text{Zn}$	-0.7628

Anexo 2

Primera (I) y segunda (II) energías de ionización (MJ/mol)

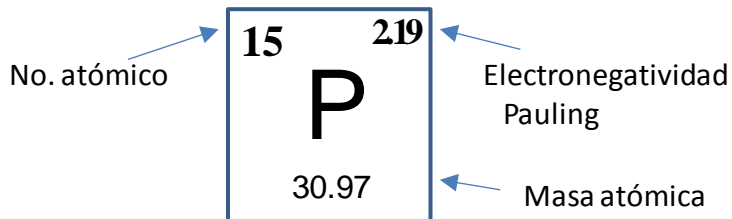
Z^a	Elemento	I	II	Z	Elemento	I	II
1	H	1.3120		52	Te	0.8693	1.79
2	He	2.3723	5.2504	53	I	1.0084	1.8459
3	Li	0.5203	7.2981	54	Xe	1.1704	2.046
4	Be	0.8995	1.7571	55	Cs	0.3757	2.23
5	B	0.8006	2.4270	56	Ba	0.5029	0.96526
6	C	1.0864	2.3526	57	La	0.5381	1.067
7	N	1.4023	2.8561	58	Ce	0.582	1.047
8	O	1.3140	3.3882	59	Pr	0.523	1.018
9	F	1.6810	3.3742	60	Nd	0.530	1.034
10	Ne	2.0807	3.9523	61	Pm	0.536	1.052
11	Na	0.4958	4.5624	62	Sm	0.543	1.068
12	Mg	0.7377	1.4507	63	Eu	0.547	1.085
13	Al	0.5776	1.8167	64	Gd	0.592	1.17
14	Si	0.7865	1.5771	65	Tb	0.564	1.112
15	P	1.0118	1.9032	66	Dy	0.572	1.126
16	S	0.9996	2.251	67	Ho	0.581	1.139
17	Cl	1.2511	2.297	68	Er	0.589	1.151
18	Ar	1.5205	2.6658	69	Tm	0.5967	1.163
19	K	0.4189	3.0514	70	Yb	0.6034	1.175
20	Ca	0.5898	1.1454	71	Lu	0.5235	1.34
21	Sc	0.631	1.235	72	Hf	0.654	1.44
22	Ti	0.658	1.310	73	Ta	0.761	
23	V	0.650	1.414	74	W	0.770	
24	Cr	0.6528	1.496	75	Re	0.760	
25	Mn	0.7154	1.5091	76	Os	0.84	
26	Fe	0.7594	1.561	77	Ir	0.88	
27	Co	0.758	1.646	78	Pt	0.87	1.7911
28	Ni	0.7367	1.7530	79	Au	0.8901	1.98
29	Cu	0.7455	1.9579	80	Hg	1.0070	1.8097
30	Zn	0.9064	1.7333	81	Tl	0.5893	1.9710
31	Ga	0.5788	1.979	82	Pb	0.7155	1.4504
32	Ge	0.7622	1.5372	83	Bi	0.7033	1.610
33	As	0.944	1.7978	84	Po	0.812	
34	Se	0.9409	2.045	85	At		
35	Br	1.1399	2.10	86	Rn	1.0307	
36	Kr	1.3507	2.3503	87	Fr		
37	Rb	0.4030	2.633	88	Ra	0.5094	0.97906
38	Sr	0.5495	1.0643	89	Ac	0.49	1.17
39	Y	0.616	1.181	90	Th	0.59	1.11

40	Zr	0.660	1.267	91	Pa	0.57	
41	Nb	0.664	1.382	92	U	0.59	
42	Mo	0.6850	1.558	93	Np	0.60	
43	Tc	0.702	1.472	94	Pu	0.585	
44	Ru	0.711	1.627	95	Am	0.578	
45	Rh	0.720	1.744	96	Cm	0.581	
46	Pd	0.805	1.875	97	Bk	0.601	
47	Ag	0.7310	2.074	98	Cf	0.608	
48	Cd	0.8677	1.6314	99	Es	0.619	
49	In	0.5583	1.8206	100	Fm	0.627	
50	Sn	0.7086	1.4118	101	Md	0.635	
51	Sb	0.8316	1.595	102	No	0.642	

^a **Z = número atómico.**

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18
 IA IIA IIIB IVB VB VIB VIIB VIIIB VIII VIII IB IIB IIIA IVA VA VIA VIIA VIIIA

1 2.2 H 1.008																	2 He 4.0026														
3 0.98 Li 6.941	4 1.57 Be 9.0122															5 2.04 B 10.81	6 2.55 C 12.011	7 3.04 N 14.007	8 3.44 O 15.999	9 3.98 F 18.998	10 Ne 20.180										
11 0.93 Na 22.990	12 1.31 Mg 24.305															13 1.61 Al 26.982	14 1.9 Si 28.085	15 2.19 P 30.97	16 2.58 S 32.06	17 3.16 Cl 35.45	18 Ar 39.95										
19 0.82 K 39.098	20 1.0 Ca 40.078	21 1.36 Sc 44.956	22 1.54 Ti 47.867	23 1.63 V 50.942	24 1.66 Cr 51.996	25 1.55 Mn 54.938	26 1.83 Fe 55.845	27 1.88 Co 58.933	28 1.91 Ni 58.693	29 1.9 Cu 63.546	30 1.65 Zn 65.38	31 1.81 Ga 69.723	32 2.01 Ge 72.630	33 2.18 As 74.922	34 2.55 Se 78.97	35 2.96 Br 79.904	36 3.0 Kr 83.798														
37 0.82 Rb 85.468	38 0.95 Sr 87.62	39 1.22 Y 88.906	40 1.33 Zr 91.224	41 1.6 Nb 92.906	42 2.16 Mo 95.95	43 1.9 Tc (98)	44 2.2 Ru 101.07	45 2.28 Rh 102.91	46 2.2 Pd 106.42	47 1.93 Ag 107.87	48 1.69 Cd 112.41	49 1.78 In 114.82	50 1.80 Sn 118.71	51 2.05 Sb 121.76	52 1.5 Te 127.60	53 2.66 I 126.90	54 2.60 Xe 131.29														
55 0.79 Cs 132.91	56 0.89 Ba 137.33	*	72 1.3 Hf 178.49	73 1.5 Ta 180.95	74 2.36 W 183.84	75 1.9 Re 186.21	76 2.2 Os 190.23	77 2.2 Ir 192.22	78 2.28 Pt 195.08	79 2.54 Au 196.97	80 2.0 Hg 200.59	81 1.6 Tl 204.36	82 1.87 Pb 207.20	83 2.02 Bi 208.98	84 2.0 Po (209)	85 2.2 At (210)	86 Rn (222)														
87 0.7 Fr (223)	88 0.9 Ra 226.03	**	104 Ku (261)	105 Ha (260)																											
* 57 1.1 La 138.91																		58 1.12 Ce 140.12	59 1.13 Pr 140.91	60 1.14 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 1.17 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 1.2 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 1.22 Dy 162.50	67 1.23 Ho 164.93	68 1.24 Er 167.26	69 1.25 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97
** 89 1.1 Ac 227.03																		90 1.3 Th 232.04	91 1.5 Pa 231.04	92 1.38 U 238.03	93 Np (237)	94 1.28 Pu (244)	95 1.3 Am (243)	96 1.3 Cm (247)	97 1.3 Bk (247)	98 1.3 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lw (262)



Las masas están actualizadas conforme a la INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY (IUPAC) con fecha de diciembre del 2018, www.iupac.org.

