

## Acidez de los cationes metálicos

**Pregunta a responder al final de la sesión:**

*¿Cuáles son las propiedades de un ion metálico que influyen en su fuerza ácida y cómo varía ésta en función de dichas propiedades?*

### Procedimiento experimental

**Paso 1.- IMPORTANTE:** Los tubos deben estar limpios. Enjuágalos con agua destilada. Añade después a cada uno de cuatro tubos 1 mL de agua destilada y una gota de indicador universal. Si el color en los cuatro no es igual, desecha el contenido de todos, enjuágalos de nuevo y repite la operación hasta que observes el mismo color en los cuatro.

A cada tubo con agua e indicador, agrega 2 mL de disolución de uno de los siguientes cationes:  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{La}^{3+}$ ,  $\text{Zr}^{4+}$  (los aniones son cloruros o nitratos, que no poseen propiedades ácido-base detectables).

a) Compara el color de cada disolución con el patrón visual proporcionado por tu profesor y anota el pH correspondiente:

Catión	pH de su disolución
$\text{Li}^+$	
$\text{Mg}^{2+}$	
$\text{La}^{3+}$	
$\text{Zr}^{4+}$	

**OPCIONAL:** Repite el experimento anterior utilizando ahora los cationes siguientes:  $\text{K}^+$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  y  $\text{Sn}^{4+}$ . Anota tus resultados.

Catión	pH de su disolución
$\text{K}^+$	
$\text{Zn}^{2+}$	
$\text{Al}^{3+}$	
$\text{Sn}^{4+}$	

b) Elabora una hipótesis acerca de cuál crees que es el factor responsable de las variaciones observadas en la acidez:

---

---

c) Considerando que un ion metálico (M) en disolución acuosa está en la forma  $[M(H_2O)_6]^{n+}$ , escribe los productos de la reacción de hidrólisis (que es la que da lugar a la acidez del catión):



**NOTA: debes escribir correctamente esta reacción antes de seguir adelante.**

**Paso 2.-** Ahora determinarás el pH de precipitación de los hidróxidos de estos cationes. Nuevamente asegúrate de que los tubos que vayas a emplear estén perfectamente limpios. Enjuágalos varias veces con agua destilada.

Inicia las pruebas con los cationes que mostraron **mayor** fuerza ácida. Para cada ion procede así: coloca 2 mL de la disolución del catión en un tubo de ensaye; añade, **gota a gota**, un pequeño volumen de disolución de NaOH 1M y **agita después de cada adición**. Después de agregar cierta cantidad de NaOH se formará un precipitado o se observará una turbidez. Si desaparecen al agitar, añade otra gota de NaOH. Repite estas dos últimas acciones (adición de base y agitación) hasta que el precipitado ya no se redisuelva o la turbidez persista. Agrega entonces una gota de indicador universal y toma nota del pH de precipitación del catión. Continúa tus experimentos con los iones metálicos menos ácidos, utilizando esta vez NaOH 3M.

Catión	pH de precipitación
Li <sup>+</sup>	
K <sup>+</sup>	
Mg <sup>2+</sup>	
Zn <sup>2+</sup>	
La <sup>3+</sup>	
Al <sup>3+</sup>	
Zr <sup>4+</sup>	
Sn <sup>4+</sup>	

**NOTA:** hay algunos cationes que **no** precipitan como hidróxidos aun por arriba de pH=14.

a) Completa el siguiente enunciado: Los cationes de \_\_\_\_\_ (mayor o menor) fuerza ácida, precipitan a valores de pH más \_\_\_\_\_ (altos o bajos).

**Paso 3.-** Una vez más, cuida que los tubos a utilizar se encuentren limpios y que hayan sido enjuagados con agua destilada.

A cada tubo agrega 2 mL de disolución de uno de los siguientes cationes: Li<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ag<sup>+</sup>. Posteriormente añade, **gota a gota**, NaOH 1M, hasta 1mL.

a) Menciona cuál de estos iones precipitó: \_\_\_\_\_

b) Consulta la tabla periódica y elabora una hipótesis acerca de cuál piensas que es la propiedad que lo hace tan distinto: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

c) ¿Cómo es la acidez de este ion en comparación con los otros cationes monovalentes?

\_\_\_\_\_

**Paso 4.-** Lava y enjuaga con agua destilada cuatro tubos de ensaye. Coloca en cada uno 2 mL de disolución de  $Mg^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$ . Determina el pH de precipitación de estos cationes siguiendo los pasos del punto 2 (utiliza NaOH 1M).

Catión	pH de precipitación	
$Mg^{2+}$		
$Zn^{2+}$		
$Pb^{2+}$		
$Hg^{2+}$		

a) Revisa la tabla periódica y relaciona la propiedad propuesta en el inciso 3b con el pH de precipitación y, en consecuencia, con la fuerza ácida de estos cationes:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

b) Por lo tanto, ¿en qué orden precipitarán los iones  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Bi^{3+}$  y  $La^{3+}$  en función del pH?: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Confirma tu predicción repitiendo el procedimiento del inciso 2 con estos cationes trivalentes.

Catión	pH de precipitación	
$La^{3+}$		
$Al^{3+}$		
$Fe^{3+}$		
$Bi^{3+}$		

**En conclusión:** ¿Cuáles son las propiedades de un ion metálico que influyen en su fuerza ácida y cómo varía ésta en función de dichas propiedades?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Ejercicios para resolver al terminar la sesión

1.- Divide a todos los cationes en cinco categorías según su carácter ácido, usando como criterio el pH de precipitación; luego ubícalos en cada categoría según su carga y posición en la tabla periódica.

Categoría (pH de precipitación)	Ejemplos observados durante la práctica	Tipo de cationes (carga y bloque de la tabla periódica)
Cationes no ácidos (pH>14)		
Cationes muy débilmente ácidos (12<pH<14)		
Cationes débilmente ácidos (8<pH<12)		
Cationes moderadamente ácidos (3<pH<8)		
Cationes muy ácidos (pH<3)		

2.- Usando como primer criterio la carga y como segundo la electronegatividad, ordena a los siguientes cationes en orden de fuerza ácida creciente :  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Li}^{+}$ ,  $\text{Tl}^{+}$ ,  $\text{Ce}^{4+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Y}^{3+}$  y  $\text{Fe}^{2+}$ .

# TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS

IA										VIII A																			
1										18																			
1 <b>H</b> Hidrógeno 2.2	IIA										III A					IVA		VA		VIA		VIIA		2 <b>He</b>					
										13		14		15		16		17											
3 <b>Li</b> +1 90 0.98	4 <b>Be</b> +2 59 1.57											5 <b>B</b> +3 41 2.04	6 <b>C</b> +4 30 2.55	7 <b>N</b> +5 27 3.04	8 <b>O</b> 3.44	9 <b>F</b> 3.98	10 <b>Ne</b>												
11 <b>Na</b> +1 116 0.93	12 <b>Mg</b> +2 86 1.31	III B										IV B		V B		VI B		VII B		VIII		VIII		VIII		I B		II B	
										3		4		5		6		7		8		9		10		11		12	
19 <b>K</b> +1 152 0.82	20 <b>Ca</b> +2 114 1.00	21 <b>Sc</b> +3 88 1.36	22 <b>Ti</b> +2 100 +3 81 1.54	23 <b>V</b> +2 93 +3 78 1.63	24 <b>Cr</b> +2 94 +3 75 1.66	25 <b>Mn</b> +2 97 +3 78 1.55	26 <b>Fe</b> +2 92 +3 78 1.83	27 <b>Co</b> +2 88 +3 75 1.88	28 <b>Ni</b> +2 83 1.91	29 <b>Cu</b> +1 91 +2 87 1.90	30 <b>Zn</b> +2 88 1.65	31 <b>Ga</b> +3 76 1.81	32 <b>Ge</b> +2 87 +4 67 2.01	33 <b>As</b> +3 72 2.18	34 <b>Se</b> +4 64 +6 56 2.55	35 <b>Br</b> +7 53 2.96	36 <b>Kr</b> 3.00												
37 <b>Rb</b> +1 166 0.82	38 <b>Sr</b> +2 132 0.95	39 <b>Y</b> +3 104 1.22	40 <b>Zr</b> +4 86 1.33	41 <b>Nb</b> +3 86 1.60	42 <b>Mo</b> +4 79 +6 73 2.16	43 <b>Tc</b> +4 78 1.90	44 <b>Ru</b> +3 82 +4 76 2.20	45 <b>Rh</b> +3 80 2.28	46 <b>Pd</b> +2 100 2.20	47 <b>Ag</b> +1 129 1.93	48 <b>Cd</b> +2 109 1.69	49 <b>In</b> +3 94 1.78	50 <b>Sn</b> +2 92 +4 83 1.80	51 <b>Sb</b> +3 86 2.05	52 <b>Te</b> +4 111 +6 70 1.50	53 <b>I</b> +5 109 +7 69 2.66	54 <b>Xe</b> 2.60												
55 <b>Cs</b> +1 181 0.79	56 <b>Ba</b> +2 149 0.89	*	72 <b>Hf</b> +4 85 1.30	73 <b>Ta</b> +3 86 +4 82 1.50	74 <b>W</b> +4 80 +6 74 2.36	75 <b>Re</b> +4 77 +5 72 1.90	76 <b>Os</b> +4 77 +5 71 2.20	77 <b>Ir</b> +3 82 +4 76 2.20	78 <b>Pt</b> +2 94 +4 76 2.28	79 <b>Au</b> +1 151 +3 99 2.54	80 <b>Hg</b> +2 116 2.00	81 <b>Tl</b> +1 164 1.60	82 <b>Pb</b> +2 133 1.87	83 <b>Bi</b> +3 117 2.02	84 <b>Po</b> +4 108 2.00	85 <b>At</b> +7 76 2.20	86 <b>Rn</b> Radón												
87 <b>Fr</b> +1 194 0.70	88 <b>Ra</b> 0.90	**																											

*	57 <b>La</b> +3 117 1.10	58 <b>Ce</b> +3 115 1.12	59 <b>Pr</b> +3 113 1.13	60 <b>Nd</b> +3 112 1.14	61 <b>Pm</b> +3 111 1.17	62 <b>Sm</b> +3 110 1.17	63 <b>Eu</b> +3 109 1.20	64 <b>Gd</b> +3 108 1.20	65 <b>Tb</b> +3 106 1.22	66 <b>Dy</b> +3 105 1.22	67 <b>Ho</b> +3 104 1.23	68 <b>Er</b> +3 103 1.24	69 <b>Tm</b> +3 102 1.25	70 <b>Yb</b> +3 101 1.25	71 <b>Lu</b> +3 100 1.25
**	89 <b>Ac</b> +3 126 1.10	90 <b>Th</b> +4 108 1.30	91 <b>Pa</b> +3 118 1.50	92 <b>U</b> +3 116 1.38	93 <b>Np</b> +3 115 1.36	94 <b>Pu</b> +3 114 1.28	95 <b>Am</b> +3 111 1.30	96 <b>Cm</b> +3 111 1.30	97 <b>Bk</b> +3 110 1.30	98 <b>Cf</b> +3 109 1.30	99 <b>Es</b>	100 <b>Fm</b>	101 <b>Md</b>	102 <b>Nb</b>	103 <b>Lw</b>

No. atómico <div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">E</div> carga radio ionico electroneg.
--