

ACIDEZ DE LOS CATIONES METÁLICOS (ACM)

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?

Reactivos

LiCl 0.05 M	SnCl ₄ 0.05 M	La(NO ₃) ₃ 6H ₂ O 0.1 M	ZrCl ₄ 0.02 M
KCl 0.05 M	ZnCl ₂ 0.01 M	Al(NO ₃) ₃ 9H ₂ O 0.05 M	NaOH 1 M y 3 M
FeCl ₃ 0.02 M	BiCl ₃ 0.05 M	MgCl ₂ 6H ₂ O 0.05 M	AgNO ₃ 0.1M
HgCl ₂ 0.2M	Pb(NO ₃) ₂ 0.1M		

Material por equipo

25 tubos de ensayo de 15x150 mm ó 13x100 mm	Pipetas Beral de 1 y 3 mL y/o goteros.
---------------------------------------------	----------------------------------------

Desarrollo 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: Li⁺, Mg²⁺, La³⁺, Zr⁴⁺ (los aniones son cloruros o nitratos, que no poseen propiedades ácido-base detectables). Deja un tubo con agua y anota su pH.

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

Catión	pH (disolución)
Agua	
Li ⁺	
Mg ²⁺	
La ³⁺	
Zr ⁴⁺	

Repite el experimento anterior utilizando ahora los cationes siguientes: K⁺, Zn²⁺, Al³⁺ y Sn⁴⁺. Anota tus resultados.

Catión	pH (disolución)
Agua	
K ⁺	
Zn ²⁺	
Al ³⁺	
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^{n+}) 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 1 M 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 redissuelva 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 3 M.

Catión	pH de precipitación
Li^+	
K^+	
Mg^{2+}	
Zn^{2+}	
La^{3+}	
Al^{3+}	
Zr^{4+}	
Sn^{4+}	

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^+ , Na^+ , K^+ , Ag^+ . Posteriormente añade, **gota a gota**, NaOH 1 M, hasta 1 mL.

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 1 M), para Hg^{2+} usa NaOH 0.01M.

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? Usa la columna adicional para anotar el valor de dicha propiedad para cada catión metálico.

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 (10<pH<14)		
Cationes débilmente ácidos (7<pH<10)		
Cationes moderadamente ácidos (3<pH<7)		
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: Cr^{3+} , Al^{3+} , Li^+ , Tl^+ , Ce^{4+} , Ti^{4+} , Mn^{2+} , K^+ , Ca^{2+} , Y^{3+} y Fe^{2+} .

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. Atkins, P.; Overton, T.; Rourke, J.; Weller, M. *Química Inorgánica*, 4ª Edición, McGraw Hill, México, 2008. ISBN 970106531x.
- 4.- Wulfsberg, G. *Inorganic Chemistry*, University Science Books, California, Estados Unidos, 2000.

Apéndice II.- Preparación de disoluciones.

LiCl 0.05 M, pesar 0.212 g de LiCl y aforar a 100 mL con agua destilada

MgCl₂ 6H₂O 0.05 M, pesar 1.0165 g y aforar a 100 mL con agua destilada

La(NO₃)₃ 6H₂O 0.1 M, pesar 4.333 g aforados a 100 mL con agua destilada

ZrCl₄ 0.02 M, se pesan 0.467 g de la sal y se aforan a 100 mL con agua destilada

KCl 0.05 M, se pesan 0.37275 g de la sal y aforar a 100 mL con agua destilada

ZnCl₂ 0.1 M, 1.363 g por cada 100 mL de agua destilada

Al(NO₃)₃ 9H₂O 0.05 M, pesar 1.876 g por cada 100 mL de agua destilada

SnCl₄ 0.05 M, pesar 1.302 g con unas gotas de HCl concentrado y aforar a 100 mL

FeCl₃ 0.02 M, pesar 0.3244 g por cada 100 mL de agua destilada

BiCl₃ 0.05 M, 1.577 g de la sal y son aforados a 100 mL con agua destilada.

Pb(NO₃)₂ 0.1M P.M.=331.2 pesar 3.312g aforados a 100mL

Ag(NO₃) 0.1M P.M.=168.87, 1.688g aforados a 100mL

HgCl₂ 0.2 M, P.M.= 271.49g/mol pesar 5.44 g y aforar a 100 mL. Para HgNO₃ pesar 6.9g aforados a 100mL

Pesando 0.4 g de NaOH y aforados a 100 mL se prepara una disolución aproximadamente 0.1 M 1 ml de esta disolución en 10ml da 0.01M

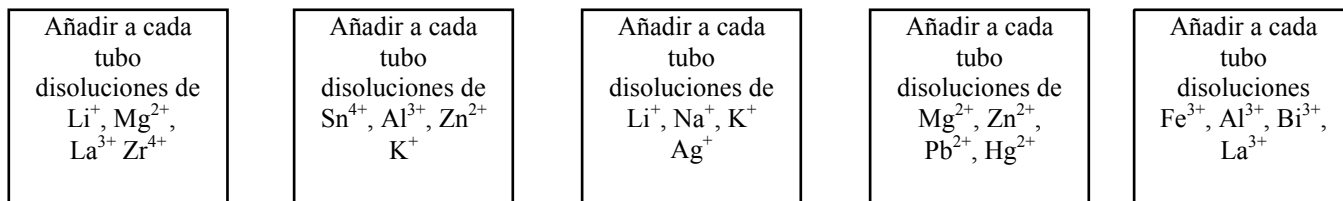
Pesando 4 g de NaOH y aforados a 100 mL se prepara una disolución aproximadamente 1 M

Pesando 12 g de NaOH y aforar a 100 mL se prepara una disolución aproximadamente 3 M

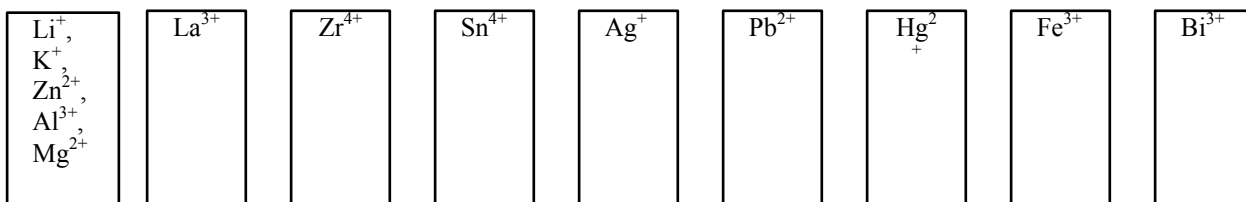
Apéndice III.- Disposición de residuos.



Diagrama ecológico para el manejo de residuo



Añadir gota a gota NaOH 1 M hasta la formación de un sólido



Recomendaciones:

Al residuo **D1ACM** se debe verificar el pH y neutralizar hasta $\text{pH} = 6$ ó 7 con HCl o NaOH o bicarbonato según sea el caso. La mezcla neutralizada se puede desechar a la tarja.

Los residuos (**D2ACM**, **D3ACM**, **D4ACM**, **D6ACM**, **D7ACM**, **D8ACM** y **D9ACM**) se pueden tratar con carbonato o con hidróxido par precipitarlos. El Hg es más conveniente precipitarlo con sulfuro (Na_2S). Plomo lo más conveniente es precipitarlo con una sal de yoduro el cual genera un sólido amarillo insoluble aun en medio ácido.

El residuo **D5ACM** la plata se puede llevar a pH neutro y precipitarla con cloruro de sodio. El sólido se somete a la mufla para utilizarlo nuevamente en el laboratorio. Evita contaminarlo.

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 30.974	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)													

No. atómico

Electronegatividad
Pauling

Masa atómica

*

**

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