

Ácidos y bases duros y blandos (ABDB)

Problema a resolver al final de la sesión:

Clasificar como duros, blandos o intermedios a los cationes Li^+ , Mg^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} , Ag^+ y Hg^{2+} .

Introducción

El principio de *ácidos y bases duros y blandos* tiene un origen empírico, ya que surgió de la observación de algunos científicos sobre numerosos ejemplos de las millones de diferentes combinaciones ácido-bases que existen.

Para comprender dicho principio, se puede comenzar por escoger algunas bases de Lewis comunes, como por ejemplo los iones halogenuro F^- , Cl^- , Br^- e I^- . Todos estos aniones tienen el mismo valor de carga total (-1). Ahora bien, si los consideramos como esferas cargadas negativamente y recordamos que su tamaño aumenta considerablemente al descender en la tabla periódica, llegamos a la conclusión de que en el F^- la carga es atraída más fuertemente al núcleo que en el I^- . Esta situación provoca que la nube electrónica de este último sea mucho más fácil de deformar ante la cercanía de otra carga. A esta deformación se le conoce como *polarización*. Se dice entonces que el I^- es una especie *muy polarizable*. Para el fluoruro, en cambio, la polarización es más difícil y se dice que este ion es *poco polarizable*. La polarizabilidad es una propiedad que ha sido asociada con la idea mecánica de la resistencia o la tendencia a la deformación, es decir, a la dureza o a la blandura. De esta manera, se puede postular que el F^- es una *base dura*, mientras que el I^- es una *base blanda*.

Si de las posibles combinaciones entre ácidos y bases de las que se mencionó al principio, se toman en cuenta las que forman los cationes metálicos con estas dos bases de propiedades tan distintas, se encuentra que incluso en los yacimientos minerales hay cierta selectividad. En los minerales, el F^- se asocia con cationes con los que el I^- jamás se combina, y viceversa. Como resultado de esta marcada preferencia, se decidió llamar *duros* a los ácidos que se unen comúnmente con las bases duras y *blandos* a los que lo hacen con las bases blandas.

Es posible advertir que los ácidos duros y los ácidos blandos ocupan distintas zonas de la tabla periódica. Sin embargo, hay un número importante de cationes metálicos que se resisten a ser clasificados en cualquiera de estas dos categorías, ya que no reaccionan preferentemente con un sólo tipo de base. Es interesante notar también que estos ácidos de naturaleza *intermedia* se encuentran cercanos entre sí en la tabla periódica.

Hasta el momento no ha sido casual el no haber dado a conocer la identidad de los ácidos duros, blandos e intermedios, debido a que se pretende que tú mismo los averigües, basándote en tus propias observaciones.

Para esto vas a necesitar disoluciones de los siguientes iones (los contraiones no se escriben para hacer énfasis en las especies reaccionantes): I^- , F^- , Li^+ , Mg^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} , Ag^+ y Hg^{2+} .

Reactivos

Tiras reactivas para pH

NaOH 1 M	LiCl 0.5 M	MgCl ₂ 6H ₂ O 0.1 M
Na ₂ S 1 M	AgNO ₃ 0.1 M	Pb(NO ₃) ₂ 0.1 M
KI 0.1 M	Sr(NO ₃) ₂ 0.1 M	Ni(NO ₃) ₂ 0.1 M
KF 0.1 M	CaCl ₂ 0.1 M	HgCl ₂ o Hg(NO ₃) ₂ 0.1 M.

Material por equipo:

Pipetas Beral de 3 mL	10 tubos de ensayo de 15x150 mm
Frasco lavador.	

Desarrollo experimental

Experimento 1

Coloca 1 mL de las disoluciones de los cationes de prueba en diferentes tubos de ensayo y, a cada uno, añádele 1 mL de la disolución de KF (F⁻). Anota tus observaciones en la tabla 1.

Repite la operación, sólo que en esta ocasión adiciona 1 mL de la disolución de KI (I⁻). Registra lo que observes en la tabla 1 y en la misma intenta clasificar a estos ocho ácidos como duros, blandos o intermedios.

Tabla 1. Reacción de varios cationes metálicos con F⁻ e I⁻.

	Li ⁺	Mg ²⁺	Sr ²⁺	Ca ²⁺	Ni ²⁺	Pb ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺
¿Reacciona con F ⁻ ?								
¿Reacciona con I ⁻ ?								
Clasificación (¿duro o blando?)								

Experimento 2

Ahora vas a corroborar el comportamiento de algunos de estos ácidos frente a otra base, el S²⁻.

a) ¿El sulfuro es una base muy polarizable? _____

b) Entonces, ¿será una base dura o una base blanda? _____

Toma cinco tubos de ensaye y en cada uno añade 1 mL de una sola de las disoluciones de los siguientes cationes: Mg^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} , Ag^+ y Hg^{2+} . Agrega después 1 mL de disolución de sulfuro de sodio y anota en la tabla 2 el **aspecto** del producto obtenido.

Tabla 2. Apariencia de los productos de las reacciones de varios cationes con S^{2-} .

Ion	Mg^{2+}	Ni^{2+}	Pb^{2+}	Ag^+	Hg^{2+}
Aspecto del producto					

c) Mide el pH de la disolución de sulfuro de sodio y anótalo:

d) ¿Qué otra base está presente en la disolución de S^{2-} ? _____

e) Esta base, ¿es más o menos polarizable que el S^{2-} ? _____

f) Basándote en su polarizabilidad, ¿esta otra base es dura o blanda? _____

Experimento 3

Repite el procedimiento del experimento 2, pero en esta ocasión adiciona disolución de NaOH 1 M. Anota el **aspecto** de los productos en la tabla 3.

Tabla 3. Aspectos de los productos de las reacciones entre algunos iones metálicos e OH^- .

Ion	Mg^{2+}	Ni^{2+}	Pb^{2+}	Ag^+	Hg^{2+}
Aspecto del producto					

Comparando los resultados de los experimentos 2 y 3, analiza el aspecto de los sólidos e intenta identificar los productos de las reacciones llevadas a cabo en el experimento 2. Regístralos en la tabla 4.

Tabla 4. Fórmulas de los compuestos obtenidos en el experimento 2.

Ion empleado	Mg^{2+}	Ni^{2+}	Pb^{2+}	Ag^+	Hg^{2+}
Producto de la reacción del catión con la disolución de S^{2-}					

a) Basándote en sus propiedades periódicas, clasifica a los siguientes ácidos:

Catión	Ba^{2+}	K^+	Co^{2+}	Zn^{2+}	Tl^+	Pt^{2+}
--------	-----------	-------	-----------	-----------	--------	-----------

Clasificación (duro, blando o intermedio)						
---	--	--	--	--	--	--

b) Finalmente, clasifica como duros, blandos o intermedios a los cationes Li^+ , Mg^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} , Ag^+ y Hg^{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. Huheey, J. E. *Química Inorgánica. Principios de estructura y reactividad*, 4ª. Edición, Alfaomega Grupo Editor, México, 2007. ISBN 9701511352.
4. Lee, J. D., *Concise Inorganic Chemistry*, 5ª Edición, Wiley-Blackwell, Reino Unido, 1999.

Apéndice I: Conocimientos previos.

Electronegatividad, densidad electrónica, tamaño de los elementos y propiedades periódicas, polarizabilidad y poder polarizante, comportamiento iónico y covalente.

Apéndice II: preparación de reactivos

NaOH 1 M se prepara pesando 4 g de NaOH y aforados a 100 mL con agua destilada.

NaOH 2 M se prepara pesando 8 g de NaOH y aforados a 100 mL con agua destilada.

Na_2S 1 M, se pesan 7.8 g de la sal por cada 100 mL con agua destilada.

LiCl 0.5 M, de la sal se pesan 0.424 g y aforar a 100 mL con agua destilada

$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.1 M, 2.033 g aforados a 100 mL con agua destilada.

$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ 0.1 M, pesar 2.116 g de la sal aforados a 100 mL con agua destilada.

CaCl_2 0.1 M, pesar 1.101 g aforados a 100mL con agua destilada

$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ 0.1 M, pesar 1.83 g de la sal y aforar a 100 mL con agua destilada.

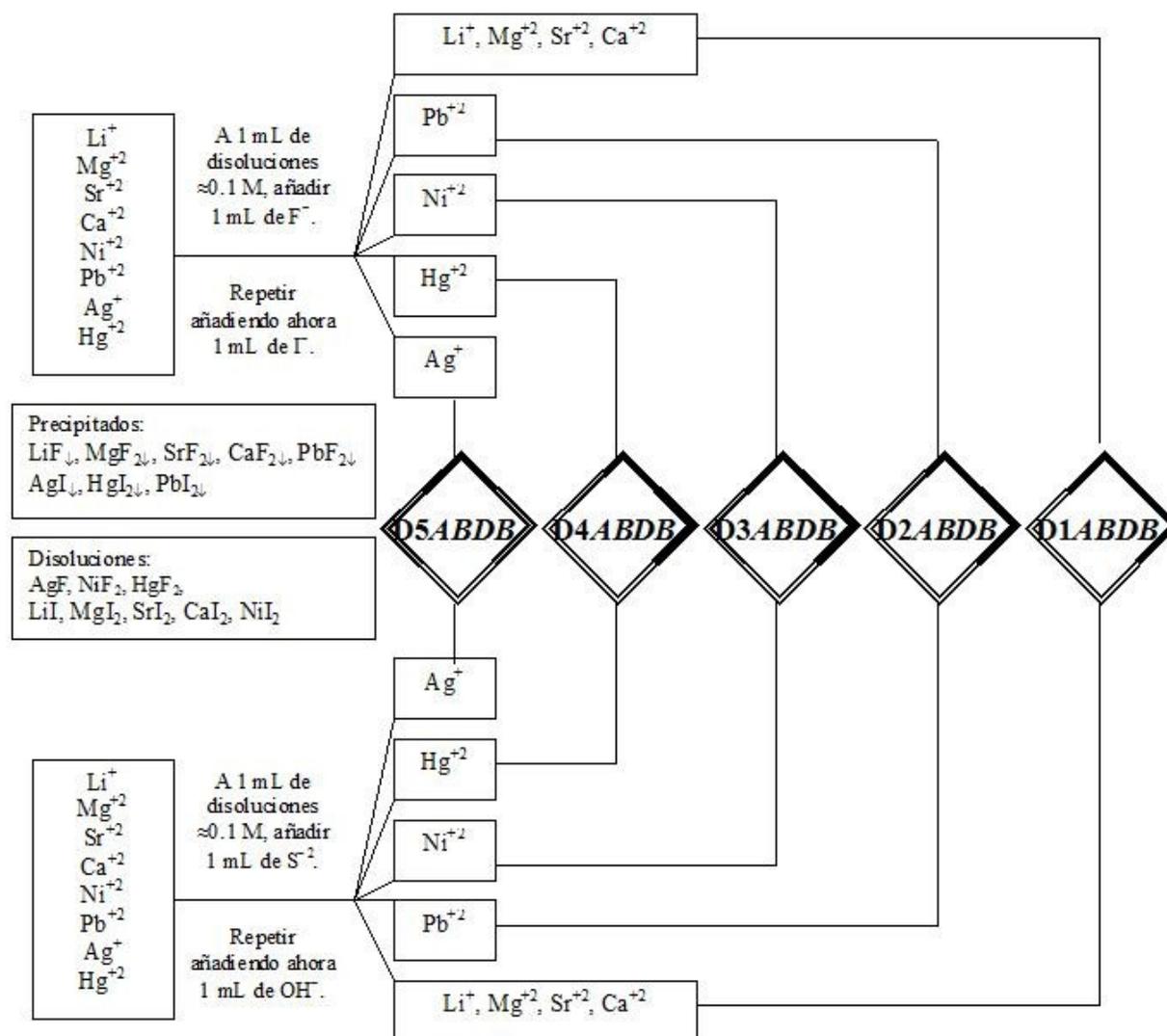
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0.1 M, pesar 3.312 g de la sal aforados a 100 mL con agua destilada

AgNO_3 0.1 M, se pesan 1.688 g y aforar a 100 mL con agua destilada.

HgCl_2 o $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 0.1 M, se pesan 3.25 g aforados a 100 mL con agua destilada.

Apéndice III.- Disposición de residuos.

ÁCIDOS Y BASES DUROS Y BLANDOS (ABDB) Diagrama ecológico para el manejo de residuos



Recomendaciones:

- 1) El residuo **D1ABDB** se neutraliza y se puede desear a la tarja.
- 2) Los residuos **D2ABDB** y **D4ABDB** se envían a la Unidad de Gestión Ambiental (UGA). Pb se precipita con KI y el Hg con Na_2S .
- 3) El residuo **D3ABDB** se neutralizará y se precipita como carbonato y se filtra.
- 4) El residuo **D5ABDB** se neutralizará y se precipita con NaCl. El sólido se someterá a un proceso en la mufla para utilizarlo nuevamente en el laboratorio. Evita contaminarlo.