

A.1 Considere los elementos: A ($Z = 9$) y B ($Z = 13$).

- (0,5 puntos) Escriba la configuración electrónica de cada uno.
- (0,5 puntos) Identifique el nombre, símbolo, grupo y periodo de cada elemento.
- (0,5 puntos) Justifique cuál es el elemento de menor energía de ionización.
- (0,5 puntos) Formule el compuesto binario formado por los elementos A y B, nóbrelo e indique el tipo de enlace que presenta.

a) A ($Z = 9$): $1s^2 2s^2 2p^5$

B ($Z = 13$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$

b) A: Es el **flúor**, su símbolo es **F**, está en el **grupo 17 o halógenos** y en el **periodo 2**

B: es el **aluminio**, su símbolo es el **Al**, está en el **grupo 13 o boroideos** y en el **periodo 3**.

c) Definimos la energía de ionización como o la energía que se necesita para arrancar un electrón de la capa más externa de un átomo en estado gaseoso. Y como hace referencia a la fuerza con la que está ligado un electrón al átomo, cuanto mayor sea la fuerza de atracción del átomo por el electrón, mayor será la E.I. en valor numérico.

Por lo tanto, de los dos elementos, el que tiene **menor energía de ionización es el aluminio (Al)**

e) El compuesto que sale de la unión de los dos elementos es:

AlF_3 trifluoruro de aluminio y se ha formado mediante un **enlace iónico** entre un metal (Al) y un no metal (F)

A.2 Responda las siguientes cuestiones:

a) (1 punto) Nombre los siguientes compuestos, escriba su fórmula molecular, indique cuáles son isómeros entre sí y especifique el tipo de isomería que presentan:

a1) $CH_3-CO-CH_2-CH(CH_3)_2$;

a2) $CH_3-CHOH-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$;

a3) $CH_3-C(CH_3)_2-CH_2-CHO$;

a4) $CH_3-(CH_2)_2-O-(CH_2)_2-CH_3$.

b) (1 punto) Se quiere sintetizar 3-bromohexano, como único producto, a partir de un alqueno. Formule la correspondiente reacción, indique de qué tipo es, nombre la regla que sigue y nombre el alqueno de partida.

a) a1) 4-metil-2-butanona. $C_6H_{12}O$

a2) 3 metil-2-pentan-ol $C_6H_{14}O$

a3) 3,3- dimetil- butanal $C_6H_{12}O$

a4) dipropil éter o propil-propil- éter $C_6H_{14}O$

Son isómeros entre sí: a1 y a3. Y son también isómeros el a2 y a4.

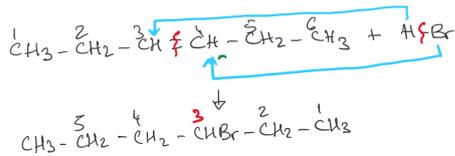
Tanto los primeros como los segundos isómeros, presentan isomería de función.

a1 es una cetona y a3 es un aldehído; a2 es un alcohol y a4 es un éter

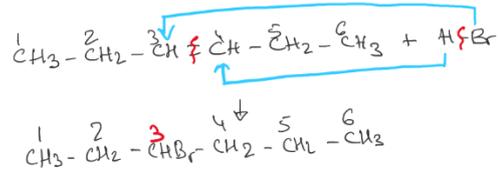
b) La reacción sería como esta:



Es una adición, en concreto una **hidrohalogenación** que sigue la regla de Markovnikov, pero en este caso concreto como el doble enlace está en el carbono 3 del **3-hexeno**; al añadir el HBr, nos da un único compuesto



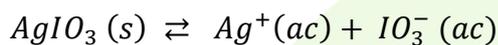
o



A.3 Sobre una disolución que contiene iones Hg^{2+} 0,010 M y Ag^+ 0,020 M se va añadiendo gota a gota otra disolución con iones IO_3^- . Considere que la adición de las gotas de IO_3^- no produce cambio de volumen.

- (0,5 puntos) Escriba los equilibrios de solubilidad ajustados de las dos sales de IO_3^- , detallando el estado de todas las especies.
- (1 punto) Escriba la expresión de K_s en función de la solubilidad y calcule la solubilidad molar de $\text{Hg}(\text{IO}_3)_2$ y AgIO_3 .
- (0,5 puntos) ¿Cómo varía la solubilidad de los yodatos de mercurio y plata al añadir un exceso de yodato a la disolución?

Datos. $K_s(\text{Hg}(\text{IO}_3)_2) = 2,0 \times 10^{-19}$; $K_s(\text{AgIO}_3) = 3,0 \times 10^{-8}$.



Siendo (s): sólido y (ac) disuelto en agua

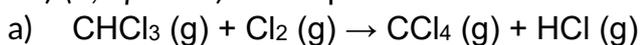
b) $K_{s\text{Hg}(\text{IO}_3)_2} = s \cdot (2s)^2 = 4s^3 \rightarrow s = \sqrt[3]{\frac{K_s}{4}} = \sqrt[3]{\frac{2'0 \cdot 10^{-19}}{4}} = 3'68 \cdot 10^{-7}$

$K_{s\text{AgIO}_3} = s \cdot s = s^2 \rightarrow s = \sqrt{K_s} = \sqrt{3'0 \cdot 10^{-8}} = 1'73 \cdot 10^{-4}$

- c) Por efecto del ion común, al introducir más ion yodato, el equilibrio se desplaza hacia la formación de las sales, es decir, del yodato de mercurio y del yodato de plata, con lo que la solubilidad de ambas sales descende

A.4 La reacción $\text{CHCl}_3 (g) + \text{Cl}_2 (g) \rightarrow \text{CCl}_4 (g) + \text{HCl} (g)$ es de primer orden con respecto a CHCl_3 y de orden 1/2 con respecto a Cl_2 .

- (0,5 puntos) Escriba la ecuación de velocidad y determine el orden total de la reacción.
- (0,5 puntos) Deduzca las unidades de la constante de velocidad.
- (0,5 puntos) Justifique cómo afecta a la velocidad de reacción un aumento de volumen a temperatura constante.
- (0,5 puntos) Justifique cómo afecta a la velocidad de reacción un aumento de temperatura.



Como sabemos que el orden respecto al CHCl_3 es 1 con respecto al Cl_2 es $\frac{1}{2}$, la ecuación de la velocidad es:

$$v = k [\text{CHCl}_3] [\text{Cl}_2]^{1/2}$$

El orden total de la reacción es la suma de los órdenes parciales respecto a los reactivos,

por tanto:

$$\text{Orden total: } 1 + \frac{1}{2} = \frac{3}{2}$$

- b) Despejamos la constante cinética de la ecuación de velocidad, teniendo en cuenta solo las unidades:

$$v = k [\text{CHCl}_3][\text{Cl}_2]^{1/2} \rightarrow k = \frac{v}{[\text{CHCl}_3][\text{Cl}_2]^{1/2}}$$

$$k = \frac{\text{mol} \cdot \text{l}^{-1} \text{s}^{-1}}{\text{mol} \cdot \text{l}^{-1} \text{mol}^{1/2} \text{l}^{-1/2}} = \text{mol}^{-1/2} \text{l}^{1/2} \text{s}^{-1}$$

- c) Si aumentamos el volumen, se produce un descenso de las concentraciones de los reactivos, y como la concentración es directamente proporcional a la velocidad, ésta también disminuirá.

También se puede explicar diciendo que, al aumentar el volumen, los choques efectivos entre las partículas bajan y por lo tanto la reacción es más lenta

- d) Al aumentar la temperatura, la velocidad también aumenta.

Esto es debido al aumento de la posibilidad de choques efectivos; aunque lo podemos justificar mejor aplicando la fórmula de Arrhenius que nos dice:

$$K = A e^{-\frac{E_a}{R \cdot T}}$$

Y al aumentar la T^a , se produce un aumento del valor de K y como consecuencia de ello, un aumento de la velocidad.

A.5 El clorato de potasio, en medio ácido, reacciona con aluminio formándose tricloruro de aluminio, cloro molecular, cloruro de potasio y agua.

- a) (0,5 puntos) Formule y ajuste las semirreacciones de oxidación y reducción que tienen lugar.
 b) (0,75 puntos) Ajuste las reacciones iónica y molecular por el método del ion-electrón.
 c) (0,75 puntos) Calcule el volumen de una disolución de clorato de potasio de concentración $1,67 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ que se necesita para oxidar 0,54 g de aluminio.
 Datos. Masas atómicas (u): O = 16,0; Al = 27,0; Cl = 35,5; K = 39,1.

Como está en medio ácido ponemos HCl



El Cl en el KClO_3 se reduce a Cl_2 pasando su nº de oxidación de +5 a 0

El Al se oxida a AlCl_3 al pasar el nº de oxidación de 0 a +3

Semirreacción de oxidación: $\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^-$

Semirreacción de reducción: $2 \text{ClO}_3^- + 12 \text{H}^+ + 10 \text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$

En la semirreacción de reducción hemos ajustado por orden:

- 1- Los cloros poniendo un 2 delante del ClO_3^-
- 2- Los oxígenos metiendo 6 moléculas de agua
- 3- Al aparecer los hidrógenos con el agua, colocamos en el lado contrario 12 H^+
- 4- Por último ajustamos las cargas, 5 por cada cloro

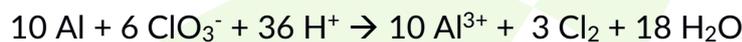
En la semirreacción de oxidación solo hemos tenido que ajustar los 3 electrones que se han perdido en el proceso.

- b) A partir de las semirreacciones ajustamos la ecuación, primero la iónica neta y luego la molecular

Semirreacción de oxidación: $(\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3 \text{e}^-) \times 10$

Semirreacción de reducción: $(2 \text{ClO}_3^- + 12 \text{H}^+ + 10 \text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}) \times 3$

Reacción Iónica Neta: $10 \text{Al} + 6 \text{ClO}_3^- + 36 \text{H}^+ + 30 \text{e}^- \rightarrow 10 \text{Al}^{3+} + 30 \text{e}^- + 3 \text{Cl}_2 + 18 \text{H}_2\text{O}$



Reacción molecular: $6 \text{KClO}_3 + 10 \text{Al} + 36 \text{HCl} \rightarrow 10 \text{AlCl}_3 + 3 \text{Cl}_2 + 6 \text{KCl} + 18 \text{H}_2\text{O}$

Como el KCl no ha participado del proceso de transporte de electrones, se ajusta por tanteo.

- c) En primer lugar pasamos la concentración del KClO_3 de gr/L a mol/L

Para ello necesitamos conocer la Mm del KClO_3 :

Mm $\text{KClO}_3 = 39'1 + 35'5 + (16 \cdot 3) = 122'6 \text{ gr/mol}$

Ahora calculamos la M:

$$1'67 \frac{\text{gr}}{\text{L}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{122'6 \text{ gr}} = 0'014 \text{ mol/L}$$

Ahora calculamos los moles de aluminio que hay en 0'54 gr

$$n^\circ \text{ moles Al} = \frac{0'54 \text{ gr}}{27 \text{ gr/mol}} = 0'02 \text{ mol}$$

Comparamos la estequiometría:

10 moles Al: 6 moles KClO_3 y teniendo en cuenta que hay 0'02 mol de aluminio, calculamos los moles de KClO_3 :

$$\frac{10 \text{ mol Al}}{6 \text{ mol KClO}_3} = \frac{0'02 \text{ mol Al}}{x \text{ mol KClO}_3} \rightarrow n^\circ \text{ moles KClO}_3 = \frac{0'02 \cdot 6}{10} = 0'012 \text{ mol}$$

Y con la fórmula de la molaridad y sabiendo que en 1 L de disolución hay 0'014 mol de KClO_3 :

$$M = \frac{\text{moles}}{V} \rightarrow V = \frac{\text{moles}}{M} = \frac{0'012 \text{ mol}}{0'014 \text{ mol/L}} = 0'86 \text{ L}$$



B.1 Dadas las siguientes especies: Fe, BH₃, CHCl₃ y MgF₂.

- (0,5 puntos) Justifique qué tipo de enlace presenta cada una de ellas.
- (0,5 puntos) Indique cuál/es conducirán la corriente en estado sólido y cuál/es lo harán en estado fundido.
- (1 punto) Para las especies covalentes: indique y represente la geometría molecular, diga la hibridación del átomo central, y justifique su polaridad.

a) **Fe**: enlace **metálico**, formado solo por iones de Fe

BH₃: enlace **covalente**; formado por elementos no metales de similar electronegatividad

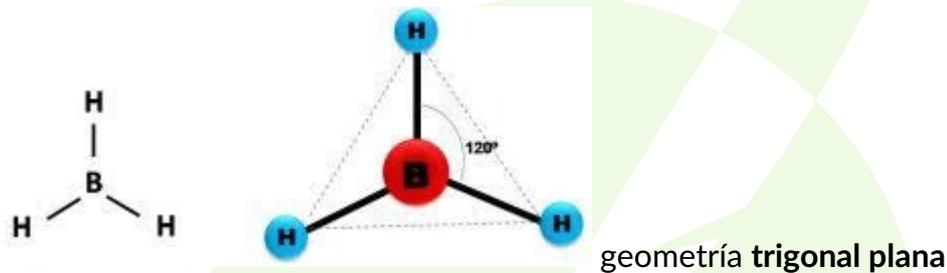
CHCl₃: enlace **covalente**; formado por tres elementos no metálicos de electronegatividades similares

MgF₂: enlace **iónico**; formado por un metal y un no metal con electronegatividades muy diferentes entre sí.

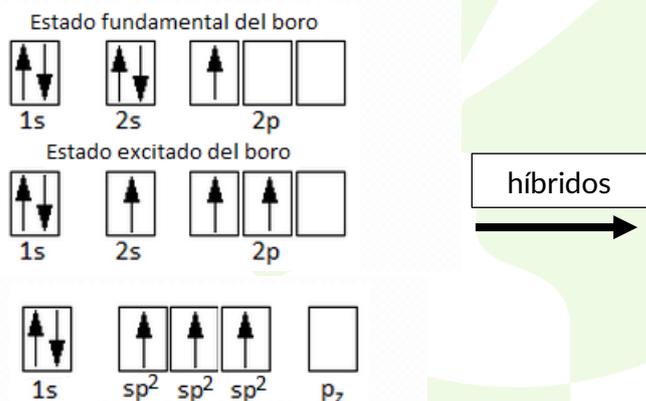
b) En estado sólido conducen la corriente: el Fe

En estado fundido conducen la corriente: MgF₂

c) Geometría del BH₃



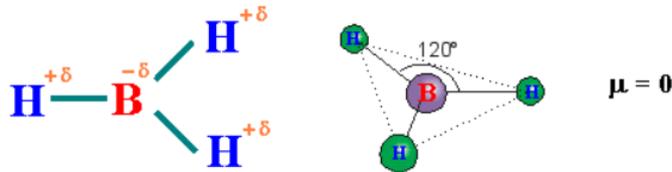
Hibridación sp² del Boro:



Se unen el orbital s con los dos orbitales semillenos p y se forman tres orbitales híbridos sp²

Polaridad del BH₃:

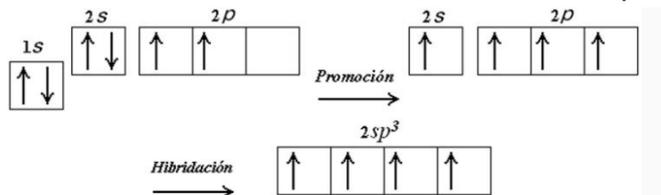
La suma de los momentos polares que se producen entre el H y el B es nulo, por lo tanto es una molécula apolar



Geometría del CHCl₃:

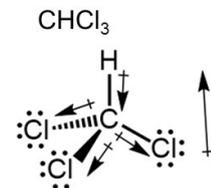


Hibridación del C en el HCCl₃: hibridación sp³



Polaridad del HCCl₃

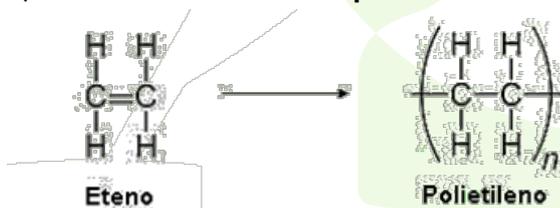
Es polar ya que aunque la geometría es tetraédrica y el átomo central (C) no tiene electrones desapareados; la suma de los momentos dipolares es distinta de cero



B.2 Complete y ajuste las siguientes reacciones, formule y nombre todos los compuestos orgánicos que intervienen e indique el tipo de reacción:

- (0,5 puntos) Propano + oxígeno →
- (0,5 puntos) Ácido butanoico + propan-1-amina →
- (0,5 puntos) n CH₂=CH₂ + catalizador →
- (0,5 puntos) CH₃-CHOH-CH₃ + H₂SO₄(concentrado) →

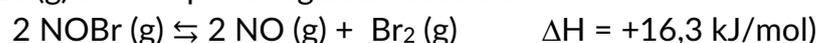
- CH₃-CH₂-CH₃ + 5 O₂ → 3 CO₂ + 4 H₂O Es una reacción de **oxidación (Combustión)**
- CH₃-CH₂-CH₂-COOH + NH₂-CH₂-CH₂-CH₃ → CH₃-CH₂-CH₂-COO-NH-CH₂-CH₂-CH₃
Se produce una **condensación** que da lugar al **N-propilbutanamida**
- Es una reacción de **polimerización por adición**



- CH₃-CHOH-CH₃ + H₂SO₄(concentrado) → CH₃-CH=CH₂ + H₂O
Propanol **propeno**

Es una reacción de **eliminación**, en concreto una **deshidratación** de un alcohol en medio ácido caliente.

B.3 El compuesto NOBr (g) descompone según la reacción:



En un matraz de 1,0 L se introducen 2,0 mol de NOBr. Cuando se alcanza el equilibrio a 25 °C,

se observa que se han formado 0,050 mol de Br₂. Calcule:

- (0,5 puntos) Las concentraciones de cada especie en el equilibrio.
 - (0,5 puntos) K_c y K_p.
 - (0,5 puntos) La presión total.
 - (0,5 puntos) Justifique dos formas de favorecer descomposición del NOBr.
- Dato. R = 0,082 atm·L·mol⁻¹·K⁻¹.

- a) Sacamos los datos del enunciado: ΔH = + 16'3 KJ/mol
 V = 1'0 L
 n₀(NOBr) = 2 moles
 T^a = 25°C = 298 K
 n_{eq}(Br₂) = 0'05 moles

Hacemos la tabla de equilibrio

	2 NOBr	⇌	2 NO	+	Br ₂
n ₀	2		0		0
n _{eq}	2 - 2x 1'9		2x 0'1		x = 0'05 0'05

Como nos dicen que en el equilibrio hay 0'05 moles de Br₂, sabemos que x = 0'05 y por lo tanto tenemos todos los datos que necesitamos. Y las concentraciones son:

$$[\text{NOBr}] = 1'9 \text{ M} \quad [\text{NO}] = 0'1 \text{ M} \quad [\text{Br}_2] = 0'05 \text{ M}$$

- b) Calculamos primero K_c y luego, por la fórmula que las relaciona, calculamos K_p

$$K_c = \frac{[\text{NO}]^2[\text{Br}_2]}{[\text{NOBr}]^2} = \frac{0'1^2 \cdot 0'05}{1'9^2} = 1'4 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

Para calcular la K_p necesitamos saber la variación de moles (Δn):

$$\Delta n = \text{moles productos} - \text{moles reactivos} = (2 + 1) - 2 = 1$$

$$K_p = K_c (R \cdot T)^{\Delta n} = 1'4 \cdot 10^{-4} (0'082 \cdot 298)^1 = 3'37 \cdot 10^{-3} \text{ atm}$$

- c) $P_T \cdot V = n_T \cdot R \cdot T \rightarrow P_T = \frac{n_T}{V} \cdot R \cdot T \rightarrow P_T = C_T \cdot R \cdot T$
 $P_T = (1'9 + 0'1 + 0'05) \text{ M} \cdot 0'082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \text{K}^{-1} \cdot 298 \text{ K} = 50'094 \text{ atm}$

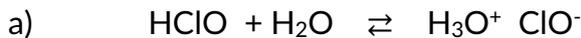
- d) Para favorecer la descomposición de NOBr, y según el Principio de Le Chatelier, podemos:
- Al ser una reacción endotérmica (ΔH > 0) aumentamos la temperatura y por tanto se desplazará hacia la formación de los productos
 - Quitamos total o parcialmente uno de los dos productos del matraz y de ese modo, se desplazará también hacia la formación del o de los productos.

En cualquiera de los dos casos, se favorece la descomposición del reactivo (NOBr)

B.4 El agua de una piscina a la que se ha añadido ácido hipocloroso tiene un pH = 7,5.

- (1 punto) Escriba la reacción y calcule la concentración inicial del ácido hipocloroso en la piscina.
- (1 punto) Si observamos que el pH de la piscina ha aumentado hasta 7,8, justifique con las reacciones adecuadas y sin hacer cálculos, cuál de los siguientes reactivos debemos

añadir para restablecer el pH a 7,5: NaOH; HCl; NaCl.
 Dato. K_a (ácido hipocloroso) = $3,2 \times 10^{-8}$.



Para calcular la concentración del ácido hipocloroso hacemos una tabla del equilibrio ácido-base:

	$\text{HClO} + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$	\rightleftharpoons	H_3O^+	+	ClO^-
C_0	C	-	0		0
C_{eq}	$C - x$	-	x		x

Como en el ejercicio nos dicen que el pH = 7,5; podemos saber la concentración de H^+ y a partir de ahí, utilizando la K_a , la concentración inicial de HClO.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-7,5} = 3,16 \cdot 10^{-8} \text{ M}; [\text{ClO}^-] = 3,16 \cdot 10^{-8} \text{ M};$$

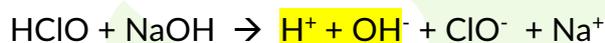
$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{ClO}^-]}{[\text{HClO}]} = \frac{(3,16 \cdot 10^{-8})(3,16 \cdot 10^{-8})}{C - 3,16 \cdot 10^{-8}} = 3,2 \cdot 10^{-8}$$

$$C = \frac{(3,16 \cdot 10^{-8})^2 + (3,2 \cdot 10^{-8} \cdot 3,16 \cdot 10^{-8})}{3,2 \cdot 10^{-8}} = 6,28 \cdot 10^{-8} \text{ M}$$

b) En el caso del apartado b, el pH ha subido de 7,5 a 7,8, lo que indica que la concentración de $[\text{H}_3\text{O}^+]$ ha descendido. Para que vuelva a los niveles anteriores tenemos que aumentar dicha concentración

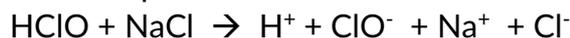
Nos proponen añadir NaOH; HCl o NaCl. Vamos a ver que ocurre en cada uno de los casos:

Añadimos NaOH: El NaOH se disocia en $\text{Na}^+ + \text{OH}^-$



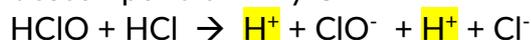
Se produce un descenso mayor de protones porque se unen los H^+ del HClO con los OH^- del NaOH, formándose agua. Luego este compuesto no sirve.

Añadimos NaCl: se descompone en $\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$



En este caso, no se produce ninguna alteración en la concentración de protones porque estamos metiendo una sal neutra que no modifica dicho pH

Añadimos HCl: se descompone en H^+ y Cl^-



En este caso vemos que aumenta la concentración de H^+ que es lo que buscábamos.

Luego, para aumentar la concentración de protones y con ello que baje el pH a 7,5 de nuevo, se

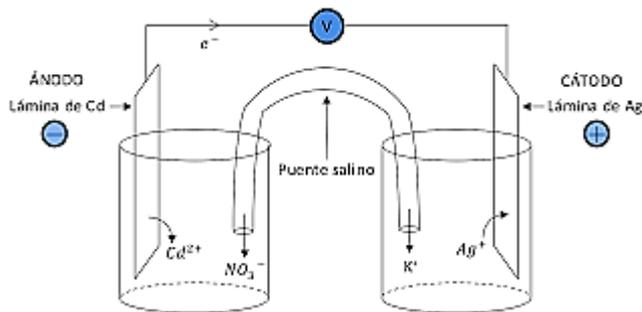
tendría que añadir ácido clorhídrico, HCl, también llamado de forma comercial ácido muriático

B.5 Responda las siguientes cuestiones:

- a) (1 punto) Dibuje el esquema de una pila utilizando como electrodos una barra de cadmio y otra de plata. Identifique todos los elementos que la forman, e indique el sentido del movimiento de los electrones.
- b) (1 punto) Escriba las reacciones que tienen lugar en el cátodo y en el ánodo, y calcule el potencial de la pila.

Datos. $E^0(V)$: $Cd^{2+}/Cd = -0,40$; $Ag^+/Ag = 0,80$.

a)



Como sabemos que E^0 cátodo $>$ E^0 ánodo, con los datos que nos dan, podemos confirmar que en el ánodo está el Cd y en el cátodo la Ag.

El ánodo es el polo negativo (-) y el cátodo el positivo (+)

Colocamos también un puente salino para mantener la neutralidad eléctrica en las dos celdas.

El paso de los electrones se produce desde el ánodo, en donde se lleva a cabo la oxidación, hasta el cátodo, en donde ocurre la reducción.

b) En el cátodo ocurre la reducción: $Ag^+ + 1 e^- \rightarrow Ag$

En el ánodo ocurre la oxidación: $Cd \rightarrow Cd^{2+} + 2 e^-$

Potencial de la pila: $\Delta E_{pila}^0 = E_{cátodo}^0 - E_{ánodo}^0 = 0,80 - (-0,40) = 1,2 V$