

EBAU QUÍMICA NAVARRA. 2022. C. Extraordinaria. OPCIÓN A.

A1. i) Explique el concepto de orbital atómico.

ii) Explique el significado de los números cuánticos y sus posibles valores, de acuerdo con la teoría mecanocuántica.

iii) Compare el radio atómico de los elementos de número atómico 5 y 9.

i) El orbital atómico es la región del espacio que hay alrededor del núcleo en el que hay mayor probabilidad de encontrar a los electrones. Hay distintos tipos de orbitales dependiendo del valor del segundo número cuántico, l .

ii) Número cuántico principal, n . Indica el tamaño y energía del orbital. Su valor va desde 1 en adelante. $n = 1, 2, 3 \dots$

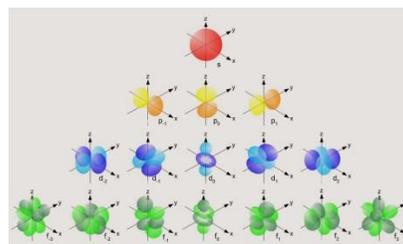
Número cuántico secundario, l . Informa sobre la forma del orbital. Su valor va desde 0 hasta $n-1$. Dependiendo de su valor así llamamos a los orbitales. $l = 0$, orbitales s. $l = 1$, orbitales p. $l = 2$, orbitales d. $l = 3$, orbitales f.

Número cuántico magnético. Depende de la forma y orientación del orbital. Su valor va desde $-l$ hasta $+l$.

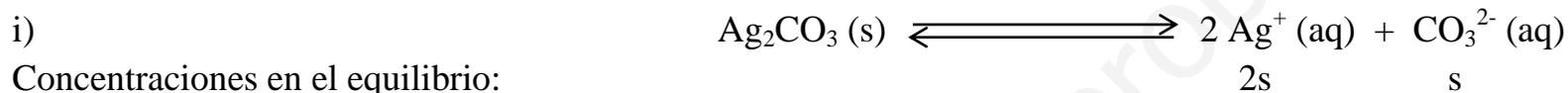
Número cuántico de espín. Está relacionado con el sentido de giro del electrón. Su valor solo puede ser $+\frac{1}{2}$ o $-\frac{1}{2}$.

iii) Los elementos son, respectivamente, B y F.

Ambos elementos poseen sus electrones más externos en el segundo nivel, por lo que principio su radio debería ser similar, pero en el flúor hay más protones en el núcleo, por lo que atraerá con más fuerza a los electrones externos haciendo que su radio sea menor. $r(\text{F}) < r(\text{B})$



A2. i) Escriba el equilibrio de solubilidad del carbonato de plata en agua y la expresión de su producto de solubilidad.
ii) Calcule la solubilidad molar del carbonato de plata en agua
iii) Explique de manera cualitativa cómo variará la solubilidad del carbonato de plata si adicionamos nitrato de plata sobre la disolución anterior.
Datos: Carbonato de plata, $K_{PS} = 8,5 \cdot 10^{-12}$



$$K_s = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{CO}_3^{2-}]$$

ii)
$$K_s = (2s)^2 \cdot s = 4 \cdot s^3 \quad s = \sqrt[3]{K_s/4} = \sqrt[3]{8,5 \cdot 10^{-12}/4} = 1,29 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

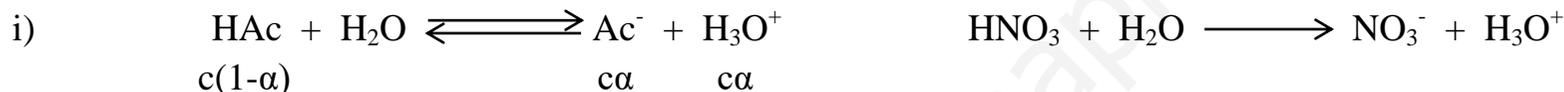
iii) Al añadir a la disolución nitrato de plata aumenta la concentración de los iones Ag^+ . La constante de solubilidad del carbonato de plata no se modifica ya que no cambia la temperatura. Por ello, para mantener invariable la constante de solubilidad, debe disminuir la concentración de los iones carbonato y con ella la solubilidad. Es el conocido efecto del ion común.



A3. Una disolución acuosa de ácido acético tiene el mismo pH que una disolución acuosa de ácido nítrico de concentración $5 \cdot 10^{-4}$ M.

- i) Determine el pH de ambas disoluciones.
- ii) Calcule la concentración inicial de la disolución de ácido acético y la masa en gramos de ácido acético que es necesaria para preparar 500 mL de dicha disolución.
- iii) Halle el grado de ionización del ácido acético en la disolución.

Datos: Masas atómicas: H = 1,0; C = 12,0; O = 16,0. K_a ácido acético = $1,85 \cdot 10^{-5}$



El ácido nítrico es fuerte y está totalmente dissociado. Por ello la concentración de iones hidronio es $5 \cdot 10^{-4}$ M. Si las dos disoluciones tienen el mismo pH es porque tienen la misma concentración de iones hidronio.

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log 5 \cdot 10^{-4} = 3,3$$

ii)

$$K_a = \frac{[Ac^-] \cdot [H_3O^+]}{[HAc]} = \frac{[H_3O^+]^2}{c - [H_3O^+]}$$

$$c = \frac{[H_3O^+]^2}{K_a} + [H_3O^+] = \frac{(5 \cdot 10^{-4})^2}{1,85 \cdot 10^{-5}} + 5 \cdot 10^{-4} = 0,014 \text{ M}$$

$$M = \frac{m/Mm}{V} \qquad m = M \cdot Mm \cdot V = 0,014 \cdot 60 \cdot 0,5 = 0,42 \text{ g}$$

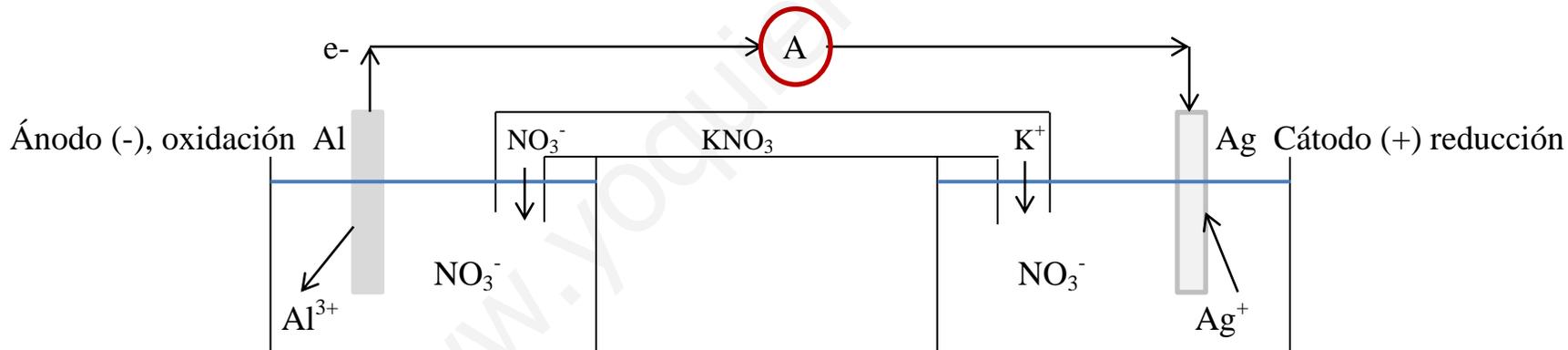
iii)

$$[H_3O^+] = 5 \cdot 10^{-4} = c \cdot \alpha \qquad \alpha = 5 \cdot 10^{-4} / 0,014 = 0,036$$

A4. Dados los siguientes potenciales estándar de reducción: $E^0 (\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$; $E^0 (\text{Sn}^{2+} / \text{Sn}) = - 0,14 \text{ V}$; $E^0 (\text{Ag}^+ / \text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$ y $E^0 (\text{Al}^{3+} / \text{Al}) = - 1,67 \text{ V}$:

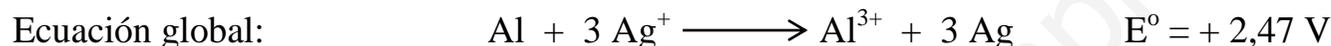
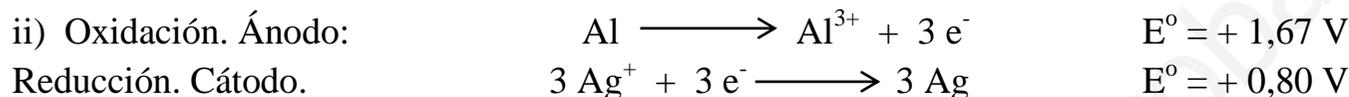
- i) Dibuje la pila que presente el mayor potencial estándar justificando su decisión.
- ii) Escriba las semirreacciones de oxidación y reducción de dicha pila indicando cuál tiene lugar en el ánodo y cuál en el cátodo.
- iii) Justifique si puede almacenarse una disolución de sulfato de cobre 1 M en un recipiente de estaño sin que se produzca ninguna reacción.

i) La pila con mayor potencial estándar estará formada por el metal con mayor potencial de reducción (cátodo) y por el metal con mayor potencial de oxidación (ánodo), o lo que es lo mismo con menor potencial de reducción. Por ello deben usarse la plata para el cátodo y el aluminio para el ánodo.

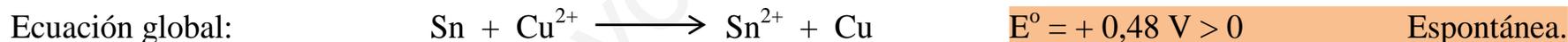
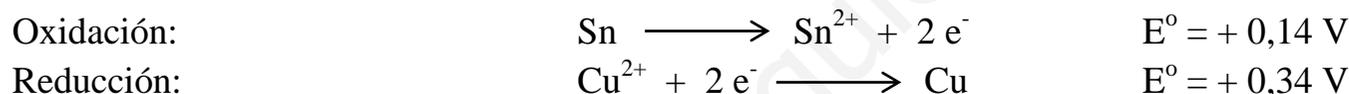


ii) Escriba las semirreacciones de oxidación y reducción de dicha pila indicando cuál tiene lugar en el ánodo y cuál en el cátodo.

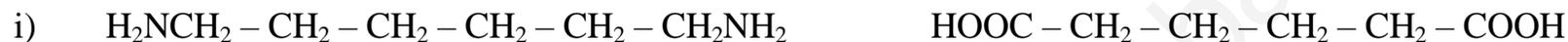
iii) Justifique si puede almacenarse una disolución de sulfato de cobre 1 M en un recipiente de estaño sin que se produzca ninguna reacción.



iii) No. Se produciría la oxidación del estaño del recipiente a Sn^{2+} mientras que se reduciría el Cu^{2+} a cobre metálico. Vamos a demostrarlo comprobando que el potencial total de la reacción es positivo, lo que indica que la reacción es espontánea.

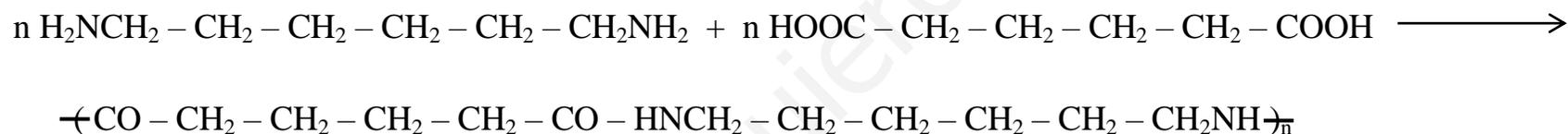


A5. i) Formule los siguientes compuestos: hexano-1,6-diamina y ácido hexanodioico.
ii) Identifique los grupos funcionales en cada uno de los compuestos del apartado anterior.
iii) Escriba y explique la reacción de polimerización que tiene lugar entre estos dos compuestos, indicando el producto que se obtiene.



ii) Los grupos funcionales son, respectivamente, amino (NH_2) y carboxílico (COOH).

iii) Se produce una condensación intermolecular. Se origina una poliamida 6.6.



EBAU QUÍMICA NAVARRA. 2022. C. Extraordinaria. OPCIÓN B.

B1. i) Justifique el tipo de enlace que presenta el fluoruro de litio y las propiedades que de él se derivan.

ii) Dibuje el ciclo de Born-Haber para el fluoruro de litio.

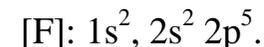
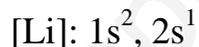
iii) Calcule la energía de red para el fluoruro de litio.

Datos: Números atómicos: Li, Z= 3; F, Z= 9; Datos termodinámicos: Fluoruro de litio, $\Delta H_f^0 = -594,1$ kJ/mol;

Litio, $\Delta H^0_{\text{sublimación}} = 155,2$ kJ/mol, Energía de ionización= 520 kJ/mol;

Flúor, afinidad electrónica= -328 kJ/mol, $\Delta H^0_{\text{disociación}} = 143$ kJ/mol.

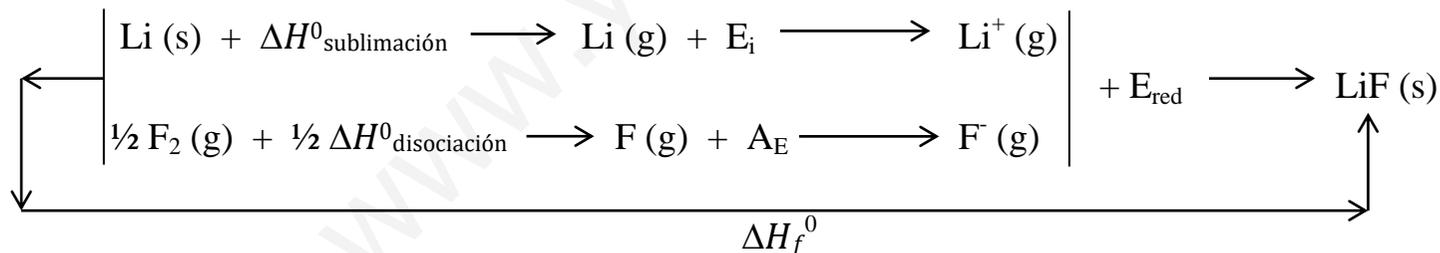
i) Primero escribamos sus configuraciones electrónicas.



De las anteriores configuraciones deducimos que el litio tiende a perder el electrón situado en el orbital 2s para adquirir configuración de gas noble (la del He) mientras que el flúor tiende a captar un electrón para adquirir configuración de gas noble (la del Ne). Por ello se produce la cesión electrónica originándose los iones Li^+ y F^- y el correspondiente compuesto iónico. Su fórmula es LiF.

Como compuesto iónico presenta las propiedades de estos compuestos: duro, frágil, no conduce la electricidad sólido, pero sí fundido o disuelto, altos puntos de fusión y ebullición, soluble en agua.

ii)



iii) Calcule la energía de red para el fluoruro de litio.

Datos: Números atómicos: Li, Z= 3; F, Z= 9; Datos termodinámicos: Fluoruro de litio, $\Delta H_f^0 = -594,1$ kJ/mol;

Litio, $\Delta H^0_{\text{sublimación}} = 155,2$ kJ/mol, Energía de ionización= 520 kJ/mol;

Flúor, afinidad electrónica= -328 kJ/mol, $\Delta H^0_{\text{disociación}} = 143$ kJ/mol.

iii) Del apartado anterior deducimos:

$$\Delta H_f^0 = \Delta H_{\text{sublimación}}^0 + E_{\text{ionización}} + \frac{1}{2} \cdot \Delta H_{\text{disociación}}^0 + A_{\text{electrónica}} + E_{\text{red}}$$

$$E_{\text{red}} = \Delta H_f^0 - (\Delta H_{\text{sublimación}}^0 + E_{\text{ionización}} + \frac{1}{2} \cdot \Delta H_{\text{disociación}}^0 + A_{\text{electrónica}})$$

$$E_{\text{red}} = -594,1 - (155,2 + 520 + 0,5 \cdot 143 - 328) = -1012,8 \text{ kJ/mol}$$



B2. En un recipiente a 340 K las concentraciones para el equilibrio $\text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_5(\text{g})$ fueron $[\text{PCl}_3] = 0,15 \text{ M}$, $[\text{Cl}_2] = 0,20 \text{ M}$ y $[\text{PCl}_5] = 0,55 \text{ M}$.

i) Calcule K_c y K_p .

ii) Si en el sistema se introducen Cl_2 y PCl_5 hasta hacer que $[\text{Cl}_2] = 0,25 \text{ M}$ y $[\text{PCl}_5] = 0,60 \text{ M}$, razone cómo evolucionará el sistema y calcule las concentraciones de cada gas en el equilibrio.

Datos: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

i)	$\text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_5(\text{g})$		
Concentraciones en el equilibrio:	0,15	0,20	0,55
Desequilibrio:	0,15	0,25	0,60
Nuevo equilibrio:	$0,15-x$	$0,25-x$	$0,60+x$

$$K_c = \frac{[\text{PCl}_5]_e}{[\text{PCl}_3]_e \cdot [\text{Cl}_2]_e} = \frac{0,55}{0,15 \cdot 0,20} = 18,33 \quad K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\Delta n} = 18,33 \cdot (0,082 \cdot 340)^{-1} = 0,66$$



ii) Si en el sistema se introducen Cl_2 y PCl_5 hasta hacer que $[\text{Cl}_2] = 0,25 \text{ M}$ y $[\text{PCl}_5] = 0,60 \text{ M}$, razone cómo evolucionará el sistema y calcule las concentraciones de cada gas en el equilibrio.

Datos: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

ii) Para decidir si el sistema evoluciona hacia los reactivos o los productos, calculamos el cociente de reacción. Si $K_c > Q_c$, evoluciona hacia la derecha. Si $K_c < Q_c$, evoluciona hacia la izquierda.

$$Q_c = \frac{0,6}{0,15 \cdot 0,25} = 16 < 18,33 = K_c \quad \text{El sistema evoluciona hacia los productos}$$

$$K_c = \frac{[\text{PCl}_5]}{[\text{PCl}_3] \cdot [\text{Cl}_2]} \quad 18,33 = \frac{0,6 + x}{(0,15 - x) \cdot (0,25 - x)} \quad x = 0,01$$

Hay otra solución: 0,44. Esta sería imposible ya que no puede haber una cantidad negativa de los reactivos.

$$[\text{PCl}_3] = 0,15 - 0,01 = 0,14 \text{ M} \quad [\text{Cl}_2] = 0,25 - 0,01 = 0,24 \text{ M} \quad [\text{PCl}_5] = 0,6 + 0,01 = 0,61 \text{ M}$$



B3. Se prepararon 2 L de una disolución acuosa empleando 20,0 g de nitrato amónico.

i) Teniendo en cuenta que el nitrato amónico es un electrolito fuerte, indique todos los equilibrios que tienen lugar en la disolución.

ii) Calcule el pH de la disolución.

iii) ¿Será el pH de la disolución anterior más ácido o más básico que el de una disolución acuosa de cloruro de hidrógeno 0,01 M?

Datos: Masas atómicas: H = 1,0; N = 14,0; O = 16,0; K_b Amoniaco = $1,8 \cdot 10^{-5}$; $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14}$.



El ion amonio reacciona con el agua ya que es el ácido conjugado de una base débil (el amonio). Sin embargo el ion nitrato no reacciona con el agua ya que es la base conjugada de un ácido fuerte (el ácido nítrico).

ii) Primero calculamos la constante de acidez del ion amonio. Calculamos también la concentración inicial de amonio.

$$K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-5}} = 5,56 \cdot 10^{-10} \qquad c = \frac{m/Mm}{V} = \frac{20/80}{2} = 0,125 \text{ M}$$

$$K_a = \frac{[\text{NH}_3] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{c - [\text{H}_3\text{O}^+]} \cong \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{c} \qquad [\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot c} = \sqrt{5,56 \cdot 10^{-10} \cdot 0,125} = 8,34 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 8,34 \cdot 10^{-6} = \mathbf{5,08}$$

iii) Calculamos el pH. Debe ser menor el pH de la disolución de HCl, que se disocia totalmente.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 0,01 = \mathbf{2}$$

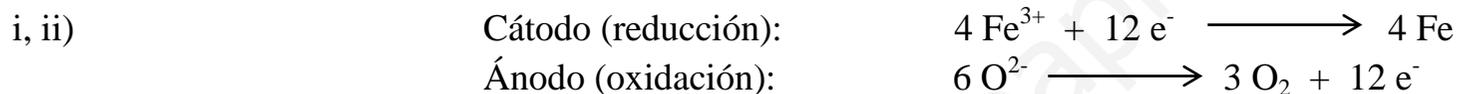
B4. El hierro metálico se obtiene mediante la reducción de trióxido de dihierro fundido en una celda electrolítica a la vez que se produce la formación de oxígeno gas.

i) Indique las semirreacciones que tienen lugar en cada uno de los electrodos.

ii) Identifique ánodo y cátodo de la celda.

iii) Si la celda electrolítica emplea una corriente de 6 A, calcule cuánto tiempo deberá estar en funcionamiento para producir 10 g de hierro metálico.

Datos: $1F = 96500 \text{ C/mol}$; Fe, masa atómica 55,85



iii) Aplicamos la ecuación de Faraday.

$$m = \frac{I \cdot t \cdot M_A}{z \cdot F} \quad t = \frac{m \cdot z \cdot F}{I \cdot M_A} = \frac{10 \cdot 3 \cdot 96500}{6 \cdot 55,85} = 8639 \text{ s} \cong 2,4 \text{ h}$$

