



Elija una opción (A o B) e indíquela al principio del cuadernillo de respuestas. No mezcle preguntas de ambas opciones. Puede contestar las preguntas en el orden que estime oportuno.
No firme ni haga marcas en el cuadernillo de respuestas. Lo que se escriba en las dos caras marcadas con "borrador" no se corregirá. La duración del examen es de 75 minutos.

OPCIÓN A

1. I) Razone si las siguientes configuraciones electrónicas corresponden a un átomo en estado fundamental, en estado excitado, o si no son válidas:

a) $1s^2 2s^3 2p^5 3s^1$ (0.5 puntos)

b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$ (0.5 puntos)

II) Explique si los siguientes conjuntos de números cuánticos son posibles o no para un electrón en un átomo. En caso de ser posibles, indique en qué nivel de energía y tipo de orbital se encontraría el electrón.

a) (3, -2, 1, 1/2) (0.5 puntos)

b) (2, 0, 0, -1/2) (0.5 puntos)

I) a) $1s^2 2s^3 2p^5 3s^1$: No es válida porque en un orbital s no puede haber tres electrones.

b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$: Corresponde a un átomo en estado fundamental, porque cumple la regla de Aufbau en el orden de llenado de los orbitales.

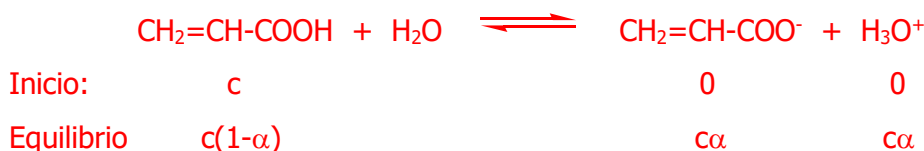
II) a) (3, -2, 1, 1/2): No es posible, porque l no puede tomar valores negativos.

b) (2, 0, 0, -1/2): Sí que es posible. El electrón estaría en el nivel de energía $n=2$ y en un orbital s, es decir, en un orbital 2s.

2. Calcule el grado de disociación y el pH de una disolución de 50 g de ácido acrílico ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$) en 1 L de agua, a 25 °C, si la K_a para este ácido a dicha temperatura es de $4.5 \cdot 10^{-5}$. (2 puntos)

Masas atómicas: C=12; O=16; H=1 ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

Por el bajo valor de K_a vemos que se trata de un ácido débil. Su equilibrio de disociación es:



La expresión para K_a es: $K_a = \frac{c^2 \alpha^2}{c(1-\alpha)} = \frac{c\alpha^2}{(1-\alpha)}$

El peso molecular del $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$ ($\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$) es de 72 g/mol.

Como en 1 L se disuelven 50 g del ácido, la concentración inicial del ácido será $50/72 = 0.69 \text{ M}$

Para saber el pH tenemos que saber la concentración de protones en el equilibrio, y por tanto necesitamos calcular el grado de disociación α :

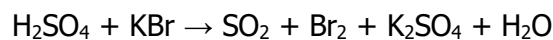
$$K_a = \frac{c\alpha^2}{(1-\alpha)} = \frac{0.69 \cdot \alpha^2}{(1-\alpha)} = 4.5 \cdot 10^{-5}$$

Por el bajo valor de K_a anticipamos que $\alpha \ll 1$, así que podemos aproximar $1-\alpha \approx 1$

Y la ecuación queda: $0.69 \alpha^2 = 4.5 \cdot 10^{-5}$, $\alpha = 8.1 \cdot 10^{-3}$

$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(c\alpha) = -\log(0.69 \cdot 0.0081) = -\log(5.59 \cdot 10^{-3}) = 2.25 = \text{pH}$

3. Ajuste la siguiente reacción de oxidación-reducción mediante el método del ion-electrón: (2 puntos)



El agente oxidante es el SO_4^{2-} , que se reduce a SO_2 (el S pasa de e.o. +6 a +4)

El agente reductor es el Br^- , que se oxida a Br_2 (pasa de e.o. -1 a 0)

Semirreacción de reducción: $\text{SO}_4^{2-} + 4 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \longrightarrow \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Semirreacción de oxidación: $2 \text{Br}^- \longrightarrow \text{Br}_2 + 2 \text{e}^-$

Como el número de electrones intercambiados es el mismo en ambas semirreacciones, pueden sumarse directamente:



Escrita en forma molecular y completando con los iones SO_4^{2-} que no se reducen:



Comprobamos que haya el mismo número de átomos de cada tipo a cada lado de la reacción:



4. El pH de una disolución saturada de $\text{Pb}(\text{OH})_2$ es igual a 9.9 a 25 °C. Calcule:

a) La solubilidad del $\text{Pb}(\text{OH})_2$ a dicha temperatura. (1 punto)

El equilibrio de solubilidad es:



Si el pH es 9.9, significa que el pOH es $14-9.9 = 4.1$, y por tanto $[\text{OH}^-] = 10^{-4.1} = 7.9 \cdot 10^{-5}$

Como la $[\text{OH}^-] = 2s$, tenemos que $7.9 \cdot 10^{-5} = 2s$, y por tanto $s = 3.95 \cdot 10^{-5}$

b) El producto de solubilidad (K_s) del $\text{Pb}(\text{OH})_2$ a dicha temperatura. (1 punto)

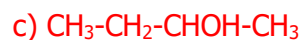
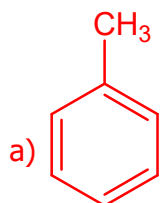
$s = 3.95 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$ (calculado en el apartado anterior)

$$K_s = [\text{Pb}^{2+}] [\text{OH}^-]^2 = s (2s)^2 = 4s^3 = 4(3.95 \cdot 10^{-5})^3 = 2.5 \cdot 10^{-13}$$



5. I) Formule o nombre los siguientes compuestos: (1 punto)

- a) Tolueno b) Hexa-2,4-dieno c) Butan-2-ol d) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COO-CH}_3$ e) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$



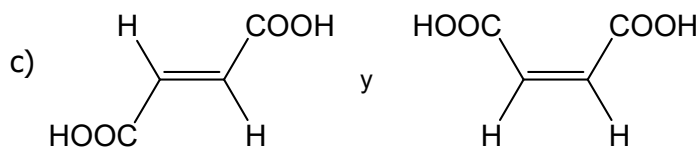
II) Indique qué tipo de isomería presentan los siguientes pares de compuestos orgánicos: (1 punto)

- a) $\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH}_3$ y $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

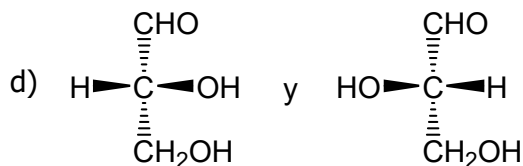
Presentan isomería estructural (o constitucional) de cadena.

- b) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ y $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$

Presentan isomería estructural (o constitucional) de función.



Presentan isomería espacial (o estereoisomería) geométrica (o cis-trans).



Presentan isomería espacial (o estereoisomería) óptica.

OPCIÓN B

1. Dadas las siguientes sustancias a temperatura ambiente: H_2O , Co , LiCl y B_2O_3 , relacione justificadamente cada una de ellas con la descripción que mejor le corresponda: (2 puntos)

a) Es un sólido aislante poco soluble en agua.

El B_2O_3 , porque es un sólido covalente.

b) Es un sólido buen conductor térmico y eléctrico.

El Co , porque es un metal (en el enlace metálico hay electrones con gran facilidad de movimiento).

c) Está formada por moléculas unidas por enlaces de hidrógeno.

El H_2O , porque en ella el H está enlazado a un átomo muy electronegativo y de pequeño tamaño.

d) Es un sólido aislante, pero conduce la electricidad al ser disuelto en agua o fundirse.

El ClLi , porque es un sólido iónico. En estado sólido su estructura es una red cristalina en la que los iones carecen de movilidad y por tanto no conduce la corriente eléctrica. Pero al disolverse en agua o al fundirse los iones sí pueden desplazarse y por tanto conducen la electricidad.

2. Calcule el volumen de una disolución de NaOH 0.1 M necesario para:

a) Preparar 2 L de una disolución de NaOH de $\text{pH} = 12$. (1 punto)

Si $\text{pH} = 12$, como $\text{pH} + \text{pOH} = 14$, resulta que $\text{pOH} = 2$

Como $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$, resulta que $[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}}$ y por $[\text{OH}^-] = 10^{-2} = 0.01 \text{ M}$

El NaOH es una base fuerte que se ioniza completamente en disolución según la ecuación:

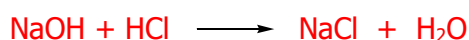


Para preparar 2 L de una disolución 0.01 M en OH^- necesitaremos, por tanto:

$$V \cdot M = V' \cdot M' \rightarrow 2 \cdot 0.01 = V' \cdot 0.1 \rightarrow V' = \mathbf{0.2 \text{ L}}$$
 de la disolución de NaOH 0.1 M

b) Neutralizar 50 mL de una disolución de HCl 2 M. (1 punto)

Se trata de la reacción entre un ácido fuerte y una base fuerte:



En 50 mL de una disolución de HCl 2 M hay 0.1 moles de HCl

Como la reacción ocurre con estequiometría 1:1, se necesitarán 0.1 moles de NaOH

Como la disolución de NaOH es 0.1 M, se necesitará **1 L de la disolución de NaOH**

3. Se propone la construcción en el laboratorio de una pila que consta de un electrodo de Sn sumergido en una disolución de Sn^{2+} (1 M) y otro electrodo de Ag sumergido en una disolución de Ag^+ (1 M):

a) Justifique qué electrodo actuará como ánodo y cuál como cátodo. (0.5 puntos)

b) Escriba las semirreacciones que tienen lugar en cada electrodo, así como la reacción global. (1 punto)

c) Calcule la fuerza electromotriz (E^0) de la pila (0.5 puntos)

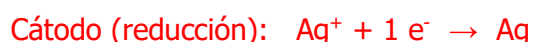
$$\text{Datos: } E^0 (\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0.14 \text{ V}; \quad E^0 (\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0.80 \text{ V}$$



a) En el ánodo tiene lugar la oxidación. Actuará como **ánodo** el par redox que tenga un menor potencial normal de reducción (menor tendencia a reducirse, mayor facilidad para oxidarse). En este caso, el **electrodo de Sn**.

En el **cátodo** tiene lugar la reducción. Actuará como cátodo el par redox que tenga un mayor potencial normal de reducción (mayor tendencia a reducirse). En este caso, el **electrodo de Ag**.

b) Las semirreacciones son:

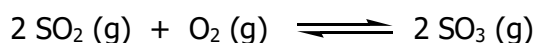


Para escribir la reacción global hay que igualar el número de electrones intercambiados multiplicando la semirreacción de reducción por 2, y entonces sumar:



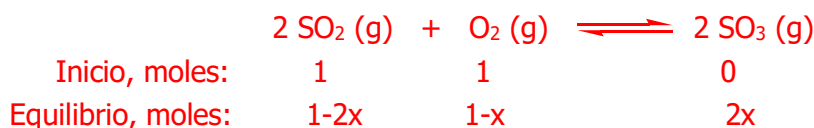
c) La fuerza electromotriz de la pila será: $E_{\text{pila}}^0 = E_{\text{cátodo}}^0 - E_{\text{ánodo}}^0 = 0.80 - (-0.14) = 0.94 \text{ V}$

4. El SO_2 se oxida en el aire estableciéndose el siguiente equilibrio:



En un recipiente cerrado de 5 L de volumen se introducen 1 mol de SO_2 y 1 mol de O_2 y se calienta a $727 \text{ }^{\circ}\text{C}$, dejando que el sistema alcance el equilibrio. Entonces se encuentra que hay en la mezcla 0.15 moles de SO_2 . Calcule:

a) Los gramos de SO_3 que se han formado. (1 punto)



Podemos calcular x sabiendo que en el equilibrio hay 0.15 moles de SO_2 : $1-2x = 0.15 \quad x = 0.425$

Luego se habrán formado $2x = 0.85$ moles de SO_3 . Como su peso molecular es de 80 g/mol , la masa de SO_3 formada es de **68 g**

b) El valor de la constante de equilibrio K_c para este sistema a 1000 K . (1 punto)

En el equilibrio hay:

$$\text{moles de } \text{SO}_3 = 2x = 0.85 \text{ moles}$$

$$[\text{SO}_3] = 0.85 \text{ moles} / 5 \text{ L} = 0.17 \text{ M}$$

$$\text{moles de } \text{SO}_2 = 1-2x = 0.15 \text{ moles}$$

$$[\text{SO}_2] = 0.15 \text{ moles} / 5 \text{ L} = 0.03 \text{ M}$$

$$\text{moles de } \text{O}_2 = 1-x = 0.575$$

$$[\text{O}_2] = 0.575 \text{ moles} / 5 \text{ L} = 0.115 \text{ M}$$

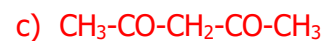
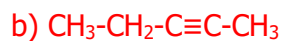
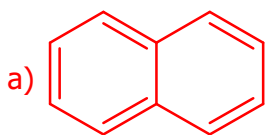
Sustituyendo los valores de concentración en la expresión de K_c queda:

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]} = \frac{0.17^2}{0.03^2 \cdot 0.115} = 279$$

Masas atómicas: $\text{S} = 32$; $\text{O} = 16 \text{ (g}\cdot\text{mol}^{-1}\text{)}$

5. I) Formule o nombre los siguientes compuestos: (1 punto)

- a) Naftaleno b) Pent-2-ino c) Pentano-2,4-diona d) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$ e) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$



II) Teniendo en cuenta el tipo de reacción indicado en cada caso, escriba los productos mayoritarios esperados para las siguientes reacciones: (1 punto)

