

PREGUNTA 1

1.- Los propietarios de varias casas rurales en Canarias, quisieron darle a cada una de ellas un olor característico que, en el futuro, hiciera recordar a los clientes su estancia allí. De los distintos modelos de ambientadores, descartaron los que emplean sistemas en spray que pueden causar alergias respiratorias, así como los que funcionan con pilas o corriente eléctrica por liberar ftalatos y formaldehído que actúan como disruptores endocrinos. Finalmente se decidieron por ambientadores tipo varilla, uno con olor frutal (A) y otro con olor a hierba fresca (B)



a) Para el primero de ellos (A) se empleará un éster de olor frutal: el 2-metilpropanoato de metilo, utilizando como disolvente etanol y una pequeña cantidad de agua. Formule y nombra los dos compuestos orgánicos que permitirían obtener por condensación este compuesto (A) y escribe la reacción que tiene lugar.

b) Para el segundo de ellos (B) se usará butanoato de butilo que tiene un típico olor a pino y que se prepara a partir del ácido butanoico. Formule y nombre dos alcoholes, de fórmula empírica $C_4H_{10}O$, y justifique cuál de ellos nos permitirá obtener, por oxidación, ácido butanoico.

c) Para el ambientador (B) emplearemos como disolvente 3-hexen-1-ol - - [hex-3-en-1-ol]

¿Presentará este disolvente isomería geométrica y/o isomería óptica? Justifique su respuesta.

d) Formule o nombre, según corresponda, los siguientes compuestos:

1) $CH_3-CH_2-NH-CH_3$ 2) $CH_3-CHBr-CH_2-COOH$ 3) CH_3-CN

4) 2-hidroxi-3-pentanona - - [2-hidroxipentan-3-ona] 5) etanodiol

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos

a) $CH_3-CH(CH_3)-COOH + CH_3OH \rightarrow CH_3-CH(CH_3)-COOCH_3 + H_2O$
Ácido 2-metilpropanoico Metanol 2-metilpropanoato de metilo Agua

b) Para la fórmula $C_4H_{10}O$ los 4 alcoholes posibles son: (se piden solo dos)

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2OH$ (1-butanol - - butan-1-ol)

$CH_3-CH_2-CHOH-CH_3$ (2-butanol - - butan-2-ol)

$(CH_3)_2CH-CH_2OH$ 2-metilpropan-1-ol (isobutanol)

$(CH_3)_3COH$ 2-metilpropan-2-ol (terbutanol)

De estos alcoholes solo el primero de ellos puede oxidarse a ácido butanoico, el segundo que es un alcohol secundario dará por oxidación una cetona, el tercero dará ácido 2-metilpropanoico, y el cuarto no experimentará oxidación sin ruptura de la cadena.

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2OH \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-CHO \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-COOH$

$CH_3-CH_2-CHOH-CH_3 \rightarrow CH_3-CH_2-CO-CH_3$ (butanona - - butan-2-ona)

$(CH_3)_2CH-CH_2OH \rightarrow (CH_3)_2CH-CHO \rightarrow (CH_3)_2CH-COOH$

$(CH_3)_3COH \rightarrow X$

c) Formulamos el 3-hexen-1-ol [$CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH_2OH$] y su estructura indica que no existe ningún carbono quiral con 4 sustituyentes diferentes, y por lo tanto no presentará isomería óptica. Por el contrario, la presencia de un doble enlace en posición 3 que impide la rotación, hace que existan 2 isómeros geométricos: cis/trans o Z/E

d) 1) etilmetilamina (etilmetanamina) 2) Ácido 3-bromobutanoico 3) etanonitrilo (cianuro de metilo)

4) $CH_3-CHOH-CO-CH_2-CH_3$ 5) $CHO-CHO$

PREGUNTA 2

PROPUESTA 2A

2A.- Para las especies ${}^{85}_{37}\text{X}$ e ${}^{78}_{34}\text{Y}^{2-}$:

- Escriba las configuraciones electrónicas de ambas especies e indique el grupo y el periodo al que pertenecen X e Y.
- Justifique cuál, de los elementos X e Y, tendrá una mayor energía de ionización (potencial de ionización)
- Razone cuál será el enlace que formarán X e Y entre sí, y proponga la fórmula de un posible compuesto.
- Formule o nombre, según corresponda, los siguientes compuestos:
1) KHSO_4 2) Sb_2O_5 3) $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 4) ácido arsénico – [trihidrogeno(tetraoxidoarsenato)]
5) Cloruro de amonio

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- La especie X es neutra y por tanto tendrá 37 electrones: $1s^2; 2s^2p^6; 3s^2p^6d^{10}; 4s^2p^6; 5s^1$
La especie Y es un ion dinegativo, que si fuese neutro tendría una configuración: $1s^2; 2s^2p^6; 3s^2p^6d^{10}; 4s^2p^4$
pero por ser un ion dinegativo tendrá una configuración $1s^2; 2s^2p^6; 3s^2p^6d^{10}; 4s^2p^6$
X pertenece al grupo (familia) 1 y periodo 5
Y pertenece al grupo 16 y periodo 4
- La energía de ionización mayor le corresponde a Y por tener una mayor carga nuclear efectiva y una configuración en su último nivel más próxima a s^2p^6
- La electronegatividad de Y es mayor que la de X, por los argumentos mencionados en el apartado b). Además, Y es un no metal y X un metal alcalino. El enlace que formarán será iónico, y de fórmula X_2Y - Rb_2Se
- Hidrogenosulfato de potasio – [hidrogeno(tetraoxidosulfato)de potasio]
 - Pentaóxido de diantimonio – [óxido de antimonio (V)]
 - Nitrato de zinc – [bis(trioxidonitrato) de zinc]
 - H_3AsO_4
 - NH_4Cl

PROPUESTA 2B

2B.- Para las siguientes moléculas covalentes: tricloruro de aluminio y tetracloruro de silicio:

- Dé la estructura de Lewis, justifique la geometría y la polaridad del tricloruro de aluminio.
- Dé la estructura de Lewis, justifique la geometría y la polaridad del tetracloruro de silicio.
- Formule o nombre según corresponda:
1) Ag_2CrO_4 2) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 3) Dihidrogeno (trioxidosulfato) - - [Ácido sulfuroso]
4) Sulfuro de plomo (IV) [Disulfuro de plomo] 5) Nitrato de sodio - - [Trioxidonitrato de sodio]

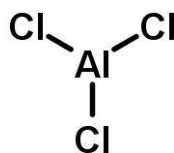
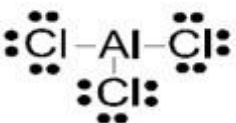
Datos: Cl(Z=17); Al(Z=13); Si (Z=14)

Puntuación máxima por apartado: a) 0,75 puntos; b) 0,75 puntos; c) 0,50 puntos.

- Los elementos que forman la molécula de AlCl_3 son: cloro (con 7 electrones en su capa de valencia) y aluminio (con 3 electrones en la capa de valencia). La estructura de Lewis de la molécula que forman será:

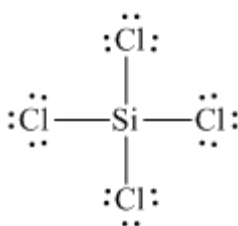


El aluminio, que es el átomo central, tiene 3 pares de electrones compartidos y ningún par de electrones no compartidos. Estas zonas de densidad electrónica se dispondrán de la forma en que estén más alejadas entre sí, que es formando ángulos de 120° , es decir en forma triangular plana.

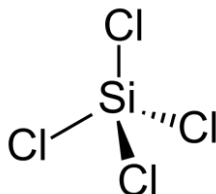


Los enlaces Cl-Al serán polares dado que el cloro es más electronegativo que el aluminio pero, dado que su geometría es triangular plana, los dipolos eléctricos se anulan. La molécula será en su conjunto apolar.

- b) Los elementos que forman la molécula SiCl_4 son: cloro (con 7 electrones en su capa de valencia) y silicio (con 4 electrones en la capa de valencia). La estructura de Lewis de la molécula que forman será:



El silicio, que es el átomo central tiene 4 pares de electrones compartidos y ningún par de electrones no compartidos. Estas zonas de densidad electrónica se dispondrán de la forma en que estén más alejadas entre sí, que es formando ángulos de 105° , es decir en forma de tetraedro



Los enlaces Cl-Si serán polares dado que el cloro es más electronegativo que el silicio, pero dado que su geometría es tetraédrica, los dipolos eléctricos se anulan. La molécula será en su conjunto apolar.

- c)
- 1.- Cromato de plata -- [*tetraoxidocromato de diplata*]
 - 2.- Hidróxido de calcio -- [*Dihidróxido de calcio*]
 - 3.- H_2SO_3
 - 4.- PbS_2
 - 5.- NaNO_3

PREGUNTA 3

PROPUESTA 3A

3A.- Cuando se calienta el NOBr(g) se disocia según la reacción:



Se introducen 1,65 g de NOBr en un recipiente de 0,75 L y se calienta a 100°C . La presión total, una vez alcanzado el equilibrio, es 0,68 atm. Determine:

- a) El número de moles de los tres gases en el equilibrio.
- b) El grado de disociación (α).
- c) El valor de la constante K_c .

Datos: Masas atómicas: N =14 u; O = 16 u; Br =80 u.

Puntuación máxima por apartado: a) 1,0 puntos; b) 0,5 puntos; c) 0,50 puntos.

- a) Los moles de las 3 sustancias en el equilibrio serán:

$\text{NOBr} = 0,0117$ moles

$\text{NO} = 3,35 \cdot 10^{-3}$ moles

$\text{Br}_2 = 1,67 \cdot 10^{-3}$ moles

- b) El grado de disociación sería entonces:

$$\alpha = 2 \cdot x / m_i = 2 \cdot 1,67 \cdot 10^{-3} / 0,015 = \mathbf{0,22 \text{ (22\%)}}$$

- c) $K_c = [\text{NO}]^2 \cdot [\text{Br}_2] / [\text{NOBr}]^2 = \mathbf{1,37 \cdot 10^{-4}}$

PROPUESTA 3B

3B.- Para la reacción $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2\text{(g)} + \text{HBr(g)} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CHBr-CH}_3\text{(g)}$

- a) Calcule la entalpía estándar de esta reacción.
- b) Calcule la temperatura para cual la reacción está en equilibrio.
- c) Calcule la cantidad de calor transferida por 504 g de $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2\text{(g)}$ al reaccionar con suficiente cantidad de HBr(g)

Datos: $\Delta H_f^\circ (\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2) = 20,4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $\Delta H_f^\circ (\text{HBr}) = -36,4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;

$\Delta H_f^\circ (\text{CH}_3\text{-CHBr-CH}_3) = -96,6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$\Delta S^\circ_{\text{REACCIÓN}} = -114,5 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ Masas atómicas: C=12 u.; H=1 u.

Puntuación máxima por apartado: a) 0,80 puntos; b) 0,80 puntos; b) 0,40 puntos.

- a) $\Delta H^\circ_{\text{Reacción}} = \Delta H_f^\circ (\text{CH}_3\text{-CHBr-CH}_3) - [\Delta H_f^\circ (\text{HBr}) + \Delta H_f^\circ (\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2)] = -80,6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

- b) Para establecer la temperatura para la cual la reacción está en equilibrio, procederemos a calcularla para $\Delta G = 0$, valor de la variación de energía libre en un equilibrio termodinámico:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S; \quad 0 = -80,6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} - T \cdot (-0,1145 \text{ KJ}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}) \quad \mathbf{T = 703,9 \text{ K}}$$

- c) Dado que conocemos la cantidad de calor transferida cuando reacciona 1 mol de $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2(\text{g})$ con $\text{HBr}(\text{g})$, necesitamos saber el número moles reaccionantes.

Calculamos su masa molecular= 42g/mol

$$n^\circ \text{ moles} = 504 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{42 \text{ g}} = 12 \text{ moles}; \quad \text{Por tanto} \quad 12 \text{ moles} \cdot \frac{-80,6 \text{ kJ}}{\text{mol}} = \mathbf{-967,2 \text{ kJ}}$$

PREGUNTA 4

PROPUESTA 4A

4A.- El ácido hipocloroso (HClO) es un ácido muy débil y sus disoluciones acuosas han demostrado su utilidad como desinfectante en diversas afecciones de la piel. Se disuelven 1,31 g de este compuesto en agua hasta alcanzar un volumen de 250 mL. El pH de la disolución resultante es 4,26.

- De acuerdo con la teoría de Brönsted y Lowry, escriba el equilibrio ácido-base de la disolución de ese compuesto en agua, indicando los pares ácido-base conjugados.
- Calcule el grado de disociación (α)
- Calcule la concentración de ácido hipocloroso presente en el equilibrio.
- El valor de la constante de acidez (K_a)

Datos: Masas atómicas: H =1 u; O = 16 u; Cl =35,5 u.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- $$\text{HClO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{ClO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$$

Ácido 1 Base 2 Base conj 1 Ácido conj 2
- $\alpha = [\text{H}_3\text{O}^+] / C_0 = 5,5 \cdot 10^{-5} / 0,1 = \mathbf{5,5 \cdot 10^{-4}}$
- $[\text{HClO}] = C_0(1-\alpha) = 0,1(1-5,5 \cdot 10^{-5}) = 0,0999 \text{ M} = \mathbf{9,99 \cdot 10^{-2} \text{ M}}$
- $K_a = [\text{ClO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{HClO}] = \mathbf{3,02 \cdot 10^{-8}}$

PROPUESTA 4B

4B.- Tenemos dos disoluciones: una (A) de hidróxido de potasio de concentración 0,03 M y otra (B) de ácido clorhídrico 0,025 M. Calcule:

- El pH de cada una de las dos disoluciones.
- El pH resultante de mezclar 30 mL de la disolución (A) con 25 mL de la disolución (B).
- El volumen de una de las dos disoluciones (A) o (B) que tendremos que añadir a esa mezcla del apartado anterior para conseguir que su pH sea 7

Puntuación máxima por apartado: a) 0,5 puntos; b) 1,0 puntos; c) 0,5 puntos.

- Disolución (A) $\text{KOH}(\text{ac}) \rightarrow \text{K}^+(\text{ac}) + \text{OH}^-(\text{ac})$
El valor de su pH = 14 – pOH = 14 – 1,52 = **12,48**
 - Disolución (B) $\text{HCl}(\text{ac}) \rightarrow \text{Cl}^-(\text{ac}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{ac})$
pH = - log $[\text{H}_3\text{O}^+]$ = - log 0,025 = **1,60**
- El valor del su pH = 14 – pOH = 14 – 2,30 = **11,70**
- $V = 2,75 \cdot 10^{-4} \text{ moles} / 0,025 \text{ moles}\cdot\text{L}^{-1} = \mathbf{0,011 \text{ L (11mL)}}$

PREGUNTA 5

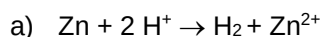
PROPUESTA 5A

5A.--El cinc metálico puede reaccionar con los iones hidrógeno (1+) oxidándose a cinc (2+).

- ¿Qué volumen de hidrógeno (dihidrógeno) medido a 700 mm de mercurio y 77°C se desprenderá si se disuelven completamente 0,5 moles de cinc en medio ácido?
- Si se realiza la electrolisis de una disolución de cinc (2+) aplicando una intensidad de corriente de 1,5 amperios durante 2 horas, se depositan 3,66 g de metal. Calcule la masa atómica del cinc.

Datos: F = 96500 C. mol⁻¹; 1atm=760 mmHg

Puntuación máxima por apartado: a) 1,0 puntos; b) 1,0 puntos.



Si por cada mol de Zn se producen 1 mol de H_2 , con 0,5 moles de Zn se producirán 0,5 moles de H_2 .

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{0,5 \text{ mol} \cdot 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 350 \text{ K}}{(700/760) \text{ atm}} = \mathbf{15,58 \text{ litros de } \text{H}_2}$$

b)
$$M_{\text{at}} = \frac{m \cdot 96500 \text{ C/mol} \cdot v}{I \cdot t} = \frac{3,66 \text{ g} \cdot 96500 \text{ C/mol} \cdot 2 \text{ e}^-}{1,5 \text{ A} \cdot 7200 \text{ s}} = \mathbf{65,4 \text{ g/mol}}$$

PROPUESTA 5B

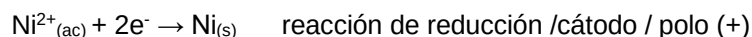
5B.- Se construye una pila voltaica usando como electrodos Cr y Ni.

- Escriba las semirreacciones que ocurren en cada electrodo, indicando cuál corresponde al ánodo y al cátodo y su signo.
- Determine el potencial (f.e.m.) de la pila y la reacción global ajustada de la misma.
- Escriba la notación la pila
- El papel de aluminio es ampliamente usado para envolver alimentos, no obstante, se desaconseja su uso en alimentos ácidos como los cítricos o el tomate. Justifica si el aluminio podría reaccionar con los ácidos.

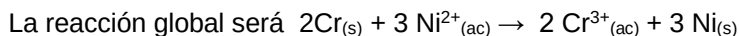
Datos: Potenciales normales de reducción: $E^\circ(\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}) = -0,74 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0,25 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,66 \text{ V}$; $E^\circ(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0,00 \text{ V}$.

Puntuación máxima por apartado: 0,50 puntos.

- a) A la vista de los potenciales estándar de reducción, los dos elementos tienen tendencia a oxidarse si bien el potencial es más negativo en el cromo por lo que tenderá a oxidarse y el níquel deberá reducirse.



- b) El potencial de la pila será: $E^\circ_{\text{pila}} = E^\circ_{\text{cátodo}} - E^\circ_{\text{ánodo}} = -0,25 - (-0,74) = +0,49 \text{ V}$.



- c) La notación de la pila será: $\text{Cr}_{(\text{s})} / \text{Cr}^{3+}_{(\text{ac})} // \text{Ni}^{2+}_{(\text{ac})} / \text{Ni}_{(\text{s})}$

- d) Para saber si el papel de aluminio reacciona con ácido tendremos que calcular el potencial de la siguiente reacción:

$\text{Al}_{(\text{s})} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Al}^{3+}_{(\text{ac})} + \text{H}_2$ Donde el H^+ sería el ánodo y el Al el cátodo (no es necesario en este caso ajustar la reacción ya que se busca determinar el potencial de la reacción o pila que formarían, y ésta, es una propiedad intensiva)

El potencial de reducción del aluminio sería $-1,66 \text{ V}$

El potencial de la reducción de los iones H^+ sería $0,00 \text{ V}$ (es el electrodo de referencia)

El potencial de la reacción sería $E^\circ_{\text{cátodo}} - E^\circ_{\text{ánodo}} = 0,00 - (-1,66) = +1,66 \text{ V}$.

El potencial es (+), por lo tanto, se produciría una oxidación del aluminio, cuyos iones se transferirían a esos alimentos. Por este motivo se desaconseja su uso.