

QUÍMICA

Después de leer atentamente el examen, responda cinco preguntas cualesquiera a elegir entre las diez que se proponen.

TIEMPO Y CALIFICACIÓN: 90 minutos. Todas las preguntas se calificarán con un máximo de 2 puntos.

El estudiante deberá indicar la agrupación de preguntas que responderá. La selección de preguntas deberá realizarse conforme a las instrucciones planteadas, no siendo válido seleccionar preguntas que sumen más de 10 puntos, ni agrupaciones de preguntas que no coincidan con las indicadas, lo que puede conllevar la anulación de alguna pregunta que se salga de las instrucciones.

1A. (2,0 puntos)

Se construye una pila galvánica utilizando las siguientes semicélulas: a) una lámina de zinc sumergida en una disolución acuosa de $\text{Zn}^{2+}(\text{ac})$; b) un hilo de Ag sumergido en una disolución acuosa de iones $\text{Ag}^+(\text{ac})$.

- Escriba las semirreacciones de oxidación y de reducción y la reacción global que se producen, de forma espontánea, durante el funcionamiento de la pila, ajustadas por el método de ion-electrón en forma iónica. Indique la especie química que actúa como oxidante y la que actúa como reductora durante el funcionamiento espontáneo de la pila. **(1,5 puntos)**
- Si el cátodo se sustituye por un electrodo de hierro sumergido en una disolución de iones Fe^{2+} ¿funcionará espontáneamente la pila? **(0,5 puntos)**

Datos: $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0,80 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$

1B. (2,0 puntos)

Se introducen 0,7 moles de Br_2 en un recipiente de 0,5 L de capacidad y se eleva la temperatura a 873K. Una vez establecido el equilibrio $\text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{Br}(\text{g})$ en estas condiciones, el grado de disociación es 0,6.

- Calcule el valor de K_c y K_p a esa temperatura. **(1,0 punto)**
- Determine las presiones parciales ejercidas por cada componente de la mezcla en el equilibrio. **(0,5 puntos)**
- Se observa que, si se suministra calor al sistema, aumenta la cantidad de $\text{Br}_2(\text{g})$. Indique razonadamente si la reacción es endotérmica o exotérmica. **(0,5 puntos)**

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

2A. (2,0 puntos)

El valor de la constante del producto de solubilidad a 25 °C del cloruro de plata (AgCl) es de $1,7 \cdot 10^{-10}$.

- Calcule la solubilidad del cloruro de plata en g/L. **(1,0 punto)**
- Indique, razonadamente, si se formará precipitado cuando añadamos 100 mL de una disolución 1 M de NaCl a 1 L de disolución 0,01 M de AgNO_3 . **(1,0 punto)**

Datos. Masas atómicas: Ag = 107,8 u; Cl = 35,5 u.

2B. (2,0 puntos)

La disolución que se obtiene al añadir agua a una disolución acuosa de ácido acético, CH_3COOH , de concentración C_0 , presenta un valor de $\text{pH}=3$. Teniendo en cuenta que el volumen final de la disolución es 0,4 L, calcule:

- La concentración molar inicial de ácido acético en la disolución. **(1,25 puntos)**
- El volumen de NaOH 1M necesario para neutralizar la disolución de ácido acético finalmente obtenida. **(0,75 puntos)**

Dato: $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

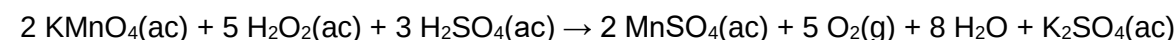
3A. (2,0 puntos)

- En el laboratorio se dispone del material de laboratorio y reactivos que se relacionan: pipeta aforada de 10 mL, disolución acuosa titulada de NaOH, muestra de vinagre comercial e indicador. Indique el procedimiento experimental a seguir para realizar la determinación del contenido de ácido acético en un vinagre comercial. **(1,0 punto)**
- Para la valoración de una base débil, $\text{NH}_3(\text{ac})$, con un ácido fuerte, $\text{HCl}(\text{ac})$, proponga, de forma razonada, el indicador que utilizaría para identificar el punto final de la valoración y el cambio de color que observaría. Indique el material de laboratorio en el que colocaría el indicador utilizado. **(1,0 punto)**

Indicador	Color (medio ácido)	Intervalo de pH de cambio de color	Color (medio básico)
Rojo de metilo	Rojo	4,8 – 6,0	Amarillo
Tornasol	Rojo	5,0 – 8,0	Azul
Fenolftaleína	Incoloro	8,2 – 10,0	Rosa

3B. (2,0 puntos)

La determinación de la concentración de peróxido de hidrógeno, H_2O_2 , en un agua oxigenada puede llevarse a cabo mediante la valoración denominada permanganimetría, de acuerdo con la siguiente ecuación química:



i. Indique el material de laboratorio necesario para realizar la determinación de la concentración de H_2O_2 en el agua oxigenada comercial, utilizando una disolución de permanganato de potasio. Identifique el material en el que se deposita la disolución acuosa de permanganato y la de agua oxigenada en el inicio de la valoración. **(1,0 punto)**

ii. En el laboratorio, 10 mL del agua oxigenada se diluyen con agua hasta 100 mL y se toma una alícuota de 10 mL. La valoración de esta alícuota consume, en el punto de equivalencia, 20 mL de una disolución de permanganato de potasio 0,02 M. Calcule la concentración de peróxido de hidrógeno en el agua oxigenada inicial. ¿Cómo se detecta el punto final de la valoración? **(1,0 punto)**

Datos. Masas atómicas: H = 1 u; O = 16 u.

4A. (2,0 puntos)

a. Justifique por qué el dióxido de carbono (CO_2) es una molécula apolar, mientras que el agua (H_2O) es una molécula polar. **(1,0 punto)**

Datos. H (Z=1); C (Z = 6); O (Z = 8). Valores de la electronegatividad: $\chi(\text{H})=2,2$; $\chi(\text{C})=2,6$; $\chi(\text{O})=3,4$

b. Dados los elementos A (Z = 20) y B (Z = 17) responda, justificando las respuestas, a las siguientes cuestiones:

i. Indique la opción correcta que muestra los números cuánticos del electrón diferenciador del elemento Z = 20: a) (4, 1, -1, $\frac{1}{2}$) ; b) (4, 0, -1, $-\frac{1}{2}$) ; c) (3, 2, -2, $\frac{1}{2}$) ; d) (4, 0, 0, $-\frac{1}{2}$). **(0,5 puntos)**

ii. Razone qué tipo de enlace se podrá formar entre A y B y cuál será la fórmula del compuesto resultante. **(0,5 puntos)**

4B. (2,0 puntos)

a. Para el anión carbonato, CO_3^{2-} , deduzca la estructura de Lewis. Indique y dibuje la geometría molecular del anión, según la TRPECV, y los ángulos de enlace aproximados.

Datos: C (Z = 6), O (Z = 8). **(1,0 punto)**

b. Los puntos de ebullición normales del 1-propanol (propan-1-ol, $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$) y del metoxietano (etil metil éter, $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$) son 97,4°C y 7°C, respectivamente. Justifique la diferencia en los valores de los puntos de ebullición normales de los dos compuestos. **(1,0 punto)**

5A. (2,0 puntos)

a. Considere los elementos cuyas configuraciones electrónicas en su estado fundamental son:

A: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$; B: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$.

Justifique qué elemento, A ó B presenta un mayor valor de la primera energía de ionización. **(0,5 puntos)**

b. Identifique y nombre los grupos funcionales presentes en los siguientes compuestos: **(1,5 puntos)**

i. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$

ii. $\text{CH}_3\text{-NH-CH}_2\text{-CH=CH}_2$

iii. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO}$

iv. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$

v. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

vi. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

5B. (2,0 puntos)

a. Indique, justificando la respuesta, si los siguientes grupos de números cuánticos son posibles para un electrón en un átomo: **(0,5 puntos)**

i. (3,3,2,-1/2).

ii. (3,2,-3,-1/2).

b. Formule y nombre los siguientes compuestos orgánicos: **(1,5 puntos)**

i. Dos alquenos, isómeros de cadena, de fórmula molecular C_4H_8 .

ii. Dos alcoholes, isómeros de posición, de fórmula molecular $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$.

iii. Dos isómeros de función de fórmula molecular $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$.

**QUÍMICA****1A. (2,0 puntos)**

Se construye una pila galvánica utilizando las siguientes semicélulas: a) una lámina de zinc sumergida en una disolución acuosa de $\text{Zn}^{2+}(\text{ac})$; b) un hilo de Ag sumergido en una disolución acuosa de iones $\text{Ag}^+(\text{ac})$.

i. Escriba las semirreacciones de oxidación y de reducción y la reacción global que se producen, de forma espontánea, durante el funcionamiento de la pila, ajustadas por el método de ion-electrón en forma iónica. Indique la especie química que actúa como oxidante y la que actúa como reductora durante el funcionamiento espontáneo de la pila. **(1,5 puntos)**

ii. Si el cátodo se sustituye por un electrodo de hierro sumergido en una disolución de iones Fe^{2+} ¿funcionará espontáneamente la pila? **(0,5 puntos)**

Datos. $E^0 (\text{Ag}^+/\text{Ag}) = + 0,80 \text{ V}$; $E^0 (\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = - 0,76 \text{ V}$; $E^0 (\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = - 0,44 \text{ V}$

Solución

i.

Identifica correctamente la reacción de oxidación y la de reducción, a partir de los E^0 de los electrodos. **(0,25 puntos)**

Ajuste de las semirreacciones .

Reducción: $2 \times [\text{Ag}^+(\text{ac}) + e^- \rightarrow \text{Ag}(\text{s})]$ **(0,25 puntos)**

Oxidación: $\text{Zn}(\text{s}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{ac}) + 2 e^-$ **(0,25 puntos)**

Reacción global:

$2 \text{Ag}^+(\text{ac}) + \text{Zn}(\text{s}) \rightarrow 2 \text{Ag}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{ac})$ **(0,25 puntos)**

Como agente oxidante actúa la especie química que se reduce: **$\text{Ag}^+(\text{ac})$** . **(0,25 puntos)**

Como agente reductor actúa la especie química que se oxida: **$\text{Zn}(\text{s})$** . **(0,25 puntos)**



ii.

Cálculo del potencial de la pila en condiciones estándar

$$E^{\circ}_{\text{pila}} = E^{\circ}(\text{reducción}) - E^{\circ}(\text{oxidación}) = E^{\circ} \text{ cátodo} - E^{\circ} \text{ ánodo} = -0,44 - (-0,76) = 0,32 \text{ V} > 0$$

(0,25 puntos)

Por tanto la pila funciona espontáneamente. **(0,25 puntos)**

1B. (2,0 puntos)

Se introducen 0,7 moles de Br_2 en un recipiente de 0,5 L de capacidad y se eleva la temperatura a 873K. Una vez establecido el equilibrio $\text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{Br}(\text{g})$ en estas condiciones, el grado de disociación es 0,6.

- i. Calcule el valor de K_c y K_p a esa temperatura. **(1 punto)**
- ii. Determine las presiones parciales ejercidas por cada componente de la mezcla en el equilibrio. **(0,5 puntos)**
- iii. Se observa que si se suministra calor al sistema aumenta la cantidad de $\text{Br}_2(\text{g})$. Indique razonadamente si la reacción es endotérmica o exotérmica. **(0,5 puntos)**

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

Solución

i.

En primer lugar, conocido el grado de disociación, $\alpha = 0,6$ los moles de cada una de las especies en el inicio y en el equilibrio, el equilibrio ajustado que se establece es:

	$\text{Br}_2(\text{g})$	$\leftrightarrow$	$2\text{Br}(\text{g})$	
Inicio	0,7 mol		0	
cambio (mol)	$-(0,7 \times 0,6)$		$2 \times (0,7 \times 0,6) \text{ mol}$	
equilibrio (mol)	$0,7 (1-0,6)$		$2 \times (0,7 \times 0,6) = 0,84 \text{ mol}$	(0,25 puntos)

Las concentraciones de las especies en el equilibrio son:

$$[\text{Br}_2] = \frac{n}{V} = \frac{0,28 \text{ mol}}{0,5 \text{ L}} = 0,56 \text{ M}$$



$$[Br] = \frac{n}{V} = \frac{0,84 \text{ mol}}{0,5 \text{ L}} = 1,68 \text{ M}$$

(0,25 puntos)

Aplicando la ley de acción de masas:

$$K_c = \frac{[Br]^2}{[Br_2]} = \frac{(1,68)^2}{0,56} = 5,04$$

(0,25 puntos)

Sabiendo que $\Delta n = 2 - 1 = 1$, y que la relación entre las constantes de equilibrio es:

$K_p = K_c(R \cdot T)^{\Delta n}$, sustituyendo valores y operando resulta:

$$K_p = K_c \times (R \times T)^{\Delta n} = 5,04 \text{ mol} \times \text{L}^{-1} (0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 873 \text{ K}) = 360,8 \text{ atm}$$

(0,25 puntos)

ii. Conociendo los moles de cada componente en el equilibrio, aplicando a cada uno la ecuación de estado de los gases ideales en las condiciones de equilibrio se tiene:

$$P_{Br_2} = \frac{nRT}{V} = \frac{0,28 \text{ mol} \times 0,082 \frac{\text{atm} \times \text{L}}{\text{mol} \times \text{K}} \times 873 \text{ K}}{0,5 \text{ L}} = 40,1 \text{ atm}$$

(0,25 puntos)

$$P_{Br} = \frac{nRT}{V} = \frac{0,84 \text{ mol} \times 0,082 \frac{\text{atm} \times \text{L}}{\text{mol} \times \text{K}} \times 873 \text{ K}}{0,5 \text{ L}} = 120,3 \text{ atm}$$

(0,25 puntos)

NOTA: También puede resolverse este apartado calculando la presión total de la mezcla en el equilibrio, determinando las fracciones molares de cada componente y multiplicando éstas por la presión total.

iii.

Si se suministra calor al sistema, este evoluciona en el sentido en el que se absorbe el calor, es decir, en el sentido endotérmico de la reacción (0,25 puntos).

Por tanto, si al calentar el sistema este se desplaza hacia la izquierda, hacia la producción de



Br₂, esto indica que la reacción, tal cual está escrita, es exotérmica. **(0,25 puntos)**

2A. (2,0 puntos)

El valor de la constante del producto de solubilidad a 25 °C del cloruro de plata (AgCl) es de $1,7 \cdot 10^{-10}$.

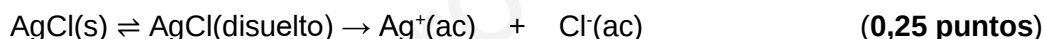
- Calcular la solubilidad del cloruro de plata en g/L. **(1 punto)**
- Indicar, razonadamente, si se formará precipitado cuando añadamos 100 mL de una disolución 1 M de NaCl a 1 L de disolución 0,01 M de AgNO₃. **(1 punto)**

Datos. Masas atómicas: Ag = 107,8 u; Cl = 35,5 u.

Solución

i.

Equilibrio de solubilidad del AgCl.



Disolución saturada s (M) s (M) s (M)

Cálculo de la solubilidad del AgCl(s).

$$K_{PS}(\text{AgCl}) = [\text{Ag}^+]_{\text{eq}}[\text{Cl}^-]_{\text{eq}} \quad [\text{Ag}^+]_{\text{eq}} = [\text{Cl}^-]_{\text{eq}} = s \quad K_{PS}(\text{AgCl}) = s^2 \quad \textbf{(0,25 puntos)}$$

$$s = \sqrt{K_{PS}(\text{AgCl})} = \sqrt{1,7 \times 10^{-10}} = 1,3 \times 10^{-5} \text{ M} \quad \textbf{(0,25 puntos)}$$

Si la masa molar del cloruro de plata es $M(\text{AgCl}) = 143,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$s = 1,30 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L} \cdot 143,3 \text{ g/mol} = 1,86 \cdot 10^{-3} \text{ g/L} \quad \textbf{(0,25 puntos)}$$

ii.

El volumen total de las dos disoluciones de AgNO₃ y NaCl es de 1,1 L y las concentraciones respectivas de los iones [Ag⁺] y [Cl⁻] en el momento de la mezcla son:

$$[\text{Ag}^+] = \frac{0,01 \text{ mol}}{1,1 \text{ L}} = 9,1 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \quad \textbf{(0,25 puntos)}$$

$$[\text{Cl}^-] = \frac{0,1 \text{ mol}}{1,1 \text{ L}} = 9,1 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1} \quad \textbf{(0,25 puntos)}$$



A partir de estas concentraciones se calcula el producto iónico del AgCl:

$$Q_{ps} = [Ag^+][Cl^-] = 9,1 \times 10^{-3} \times 9,1 \times 10^{-2} = 8,3 \times 10^{-4}$$

(0,25 puntos)

Como $Q_{ps}(AgCl) > K_{ps}(AgCl)$, entonces AgCl precipita. **(0,25 puntos)**

2B. (2,0 puntos)

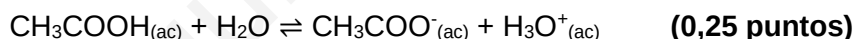
La disolución que se obtiene al añadir agua a una disolución acuosa de ácido acético, CH_3COOH , de concentración C_0 presenta un valor de $pH=3$. Teniendo en cuenta que el volumen final de la disolución es 0,4 L, calcular:

- La concentración molar inicial de ácido acético en la disolución **(1,25 puntos)**
- El volumen de NaOH 1M necesario para neutralizar la disolución de ácido acético finalmente obtenida. **(0,75 puntos)**

Dato: $K_a(CH_3COOH) = 1,8 \times 10^{-5}$

Solución.

- Reacción de transferencia de protones en la disolución.



Inicial (M)	C_0	0	0	
Reaccionan	-x	x	x	
Equilibrio	$C_0 - x$	x	x	(0,25 puntos)

$$pH=3 \quad x = [H_3O^+] = 1 \times 10^{-3} \text{ M} \quad \textbf{(0,25 puntos)}$$

$$K_a(CH_3COOH) = 1,8 \times 10^{-5}$$

$$1,8 \times 10^{-5} = \frac{[CH_3COO^-][H_3O^+]}{[CH_3COH]} = \frac{10^{-3} \times 10^{-3}}{C_0 - 10^{-3}}$$

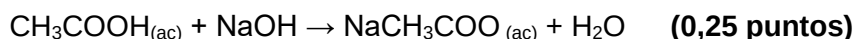
(0,25 puntos)

$$C_0 = 0,0566 \text{ M} \quad \textbf{(0,25 puntos)}$$



ii.

Reacción de neutralización.



(si no se escribe la reacción de valoración pero se identifica inequívocamente que la estequiometría de reacción es 1:1 se da por válido igualmente).

$$V_{\text{NaOH}} = \frac{0,0566 \text{ mol}_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{1 \text{ L}_{\text{CH}_3\text{COOH}}} \times 0,4 \text{ L}_{\text{CH}_3\text{COOH}} \times \frac{1 \text{ mol}_{\text{NaOH}}}{1 \text{ mol}_{\text{CH}_3\text{COOH}}} \times \frac{1 \text{ L}_{\text{NaOH}}}{1 \text{ mol}_{\text{NaOH}}} \quad (0,25 \text{ puntos})$$
$$= 0,0226 \text{ L NaOH} = 22,6 \text{ ml de NaOH}$$

(0,25 puntos)

3A. (2,0 puntos)

- i. En el laboratorio se dispone del material de laboratorio y reactivos que se relacionan: pipeta aforada de 10 mL, disolución acuosa titulada de NaOH, muestra de vinagre comercial e indicador. Indique el procedimiento experimental a seguir para realizar la determinación del contenido de ácido acético en un vinagre comercial. **(1,0 punto)**
- ii. Para la valoración de una base débil, $\text{NH}_3(\text{ac})$, con un ácido fuerte, $\text{HCl}(\text{ac})$, proponga, de forma razonada, el indicador que utilizaría para identificar el punto final de la valoración y el cambio de color que observaría. Indique el material de laboratorio en el que colocaría el indicador utilizado. **(1,0 punto)**

Indicador	Color (medio ácido)	Intervalo de pH de cambio de color	Color (medio básico)
Rojo de metilo	Rojo	4,8 – 6,0	Amarillo
Tornasol	Rojo	5,0 – 8,0	Azul
Fenolftaleína	Incoloro	8,2 – 10,0	Rosa



Solución

i.

1. Con la pipeta aforada, se toman 10 mL de vinagre comercial y se vierten en un erlenmeyer. Diluir con agua. **(0,25 puntos)**

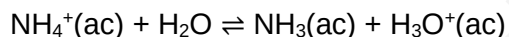
2. Agregar 3 gotas del indicador en el erlenmeyer. **(0,25 puntos)**

3. Verter la disolución de NaOH en la bureta. **(0,25 puntos)**

4. Verter gota a gota, lentamente, la disolución de NaOH en el erlenmeyer, agitando suavemente hasta que se produzca un cambio de color. **(0,25 puntos)**

ii. En el punto de equivalencia se produce la neutralización exacta y se forma NH_4Cl , que en disolución acuosa se encuentra disociado en sus iones, NH_4^+ y Cl^- . De los dos iones en disolución el único que reacciona con el agua es el catión NH_4^+ , cediendo protones al agua por lo que actúa como un ácido débil, modificando el pH del agua destilada.

ALTERNATIVA.



En consecuencia, en el punto de equivalencia la disolución es ácida y su pH es inferior a 7,0 **(0,25 puntos).**

El indicador propuesto es aquel que cambie netamente de color a $\text{pH} < 7$, es decir, el rojo de metilo **(0,25 puntos).**

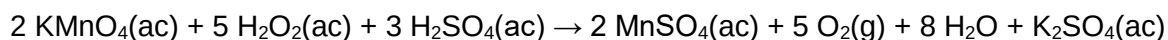
Este indicador cambiará de amarillo (medio básico) a rojo (medio ácido). **(0,25 puntos).**

Si proponen el tornasol como indicador y razonan el cambio de color, se considerará correcta la respuesta.

El indicador se colocaría en el **erlenmeyer** en el que se encuentra la disolución acuosa de NH_3 **(0,25 puntos).**

3B. (2,0 puntos)

La determinación de la concentración de peróxido de hidrógeno, H_2O_2 , en un agua oxigenada puede llevarse a cabo mediante la valoración denominada permanganimetría, de acuerdo con la siguiente ecuación química:



i. Indique el material de laboratorio necesario para realizar la determinación de la concentración de H_2O_2 en el agua oxigenada comercial, utilizando una disolución de permanganato de potasio, identificando el material en el que se deposita la disolución acuosa de permanganato y la de agua oxigenada en el inicio de la valoración. **(1,0 punto)**

ii. En el laboratorio, 10 mL del agua oxigenada se diluyen con agua hasta 100 mL y se toma una alícuota de 10 mL. La valoración de esta alícuota consume, en el punto de equivalencia, 20 mL de una disolución de permanganato de potasio 0,02 M. Calcule la concentración de peróxido de hidrógeno en el agua oxigenada inicial. ¿Cómo se detecta el punto final de la valoración? **(1,0 punto)**

Datos. Masas atómicas: H = 1 u; O = 16 u.

Solución

i.

- Bureta con soporte (contiene el permanganato) **(0,25 puntos)**
- Erlenmeyer (contiene la disolución de agua oxigenada). **(0,25 puntos)**
- Pipeta aforada. **(0,25 puntos)**
- Probeta u otro material relevante. **(0,25 puntos)**

ii.

Cálculo del número de moles de MnO_4^- que han reaccionado en el punto de equivalencia

$$20 \text{ mL de disolución de } \text{MnO}_4^- \times \frac{0,02 \text{ moles de } \text{MnO}_4^-}{1 \text{ L disolución de } \text{MnO}_4^-} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = 4 \times 10^{-4} \text{ moles de } \text{MnO}_4^-$$

(0,25 puntos)

Cálculo del número de moles de H_2O_2 presentes en la disolución diluida de 100 mL

$$4 \times 10^{-4} \text{ moles de } \text{MnO}_4^- \times \frac{5 \text{ moles de } \text{H}_2\text{O}_2}{2 \text{ moles de } \text{MnO}_4^-} = 1 \times 10^{-3} \text{ moles de } \text{H}_2\text{O}_2$$

$$(1 \times 10^{-3} \text{ moles } \text{H}_2\text{O}_2 / 10 \text{ mL disolución}) \times 100 \text{ mL disolución} = 1 \times 10^{-2} \text{ moles } \text{H}_2\text{O}_2$$

(0,25 puntos)



Cálculo del $[H_2O_2]$ en la disolución inicial:

$$[H_2O_2] = (1 \times 10^{-2} \text{ moles de } H_2O_2 / 0,01 \text{ L de disolución}) = 1 \text{ M} \quad \textbf{(0,25 puntos)}$$

Se trata de una reacción autoindicadora. El punto final de la valoración se detecta mediante la aparición de una coloración leve (tonalidad rosa-violeta) al añadir una gota en exceso de permanganato.

(0,25 puntos)

4A. (2,0 puntos)

- a. Justifique porqué el dióxido de carbono (CO_2) es una molécula apolar, mientras que el agua (H_2O) es una molécula polar.

(1,0 punto)

Datos. H ($Z=1$); C ($Z=6$); O ($Z=8$). Valores de la electronegatividad: $\chi(H)=2,2$; $\chi(C)=2,6$; $\chi(O)=3,4$

- b. Dados los elementos A ($Z=20$) y B ($Z=17$), responda, justificando las respuestas, a las siguientes cuestiones:

- i. Indique la opción correcta que muestra los números cuánticos del electrón diferenciador del elemento $Z=20$: a) $(4, 1, -1, \frac{1}{2})$; b) $(4, 0, -1, -\frac{1}{2})$; c) $(3, 2, -2, \frac{1}{2})$; d) $(4, 0, 0, -\frac{1}{2})$.

(0,5 puntos)

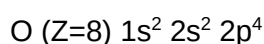
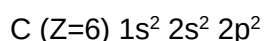
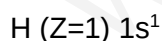
- ii. Razone qué tipo de enlace se podrá formar entre A y B y cuál será la fórmula del compuesto resultante

(0,5 puntos)

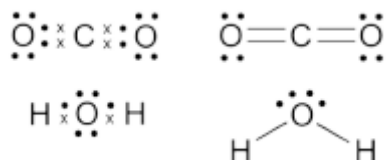
Solución

a.

En primer lugar se representan las estructuras de Lewis y se deduce la geometría molecular de ambas moléculas:



Sus estructuras de Lewis (y geometrías moleculares) son:

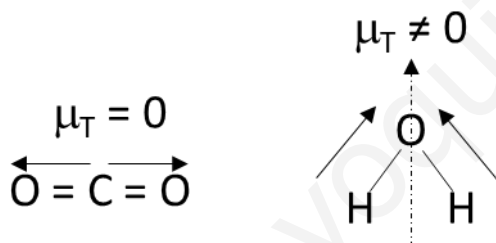


Las estructuras de Lewis de ambas moléculas contienen pares de electrones no compartidos en átomos de oxígeno. El dióxido de carbono los tiene en los extremos y son simétricos. Según la TREPV su geometría será lineal. **(0, 25 puntos)**

Por el contrario, el agua tiene un oxígeno tetraédrico y sus dos pares de electrones no enlazantes se repelen mutuamente haciendo que la molécula se vuelva angular. **(0,25 puntos)**

Puesto que el dióxido de carbono es una molécula lineal los dos dipolos opuestos se neutralizan resultando en una molécula apolar. **(0,25 puntos)**

Sin embargo, el agua es una molécula angular, de forma que la suma vectorial de sus dipolos no es nula, siendo por ello una molécula polar. **(0,25 puntos)**



b.

i. Las configuraciones electrónicas son:

Para A ($Z = 20$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

Para B ($Z = 17$): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

El elemento de $Z = 20$ tiene la siguiente estructura electrónica abreviada: $[Ar] 4s^2$

(0,25 puntos)



Al electrón más energético, $4s^2$, le corresponden los siguientes números cuánticos: $n = 4$ (cuarto nivel de energía); $l = 0$ (subnivel s); $m = 0$; $s = \frac{1}{2}$ ó $-\frac{1}{2}$. La respuesta correcta es la d (4,0,0,-1/2) **(0,25 puntos)**

- ii. Entre A y B se formará un enlace de tipo iónico, en el que A cederá dos electrones a dos átomos de B, para que ambos consigan una configuración $ns^2 np^6$, estabilizándose. **(0,25 puntos)**

Su fórmula, por tanto, será AB_2 , y será una red iónica. **(0,25 puntos)**

4B. (2,0 puntos)

a. Para el anión carbonato, CO_3^{2-} , deduzca la estructura de Lewis. Indique y dibuje la geometría molecular del anión, según la TRPECV, y los ángulos de enlace aproximados.

Datos: C ($Z = 6$), O ($Z = 8$).

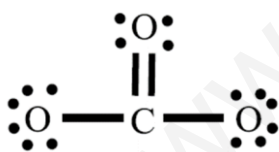
(1,0 punto)

B. Los puntos de ebullición normales del 1-propanol (propan-1-ol, C_3H_8O) y del metoxietano (etil metil éter, C_3H_8O) son $97,4^\circ C$ y $7^\circ C$, respectivamente. Justifique la diferencia en los valores de los puntos de ebullición normales de los dos compuestos. **(1,0 punto)**

Solución

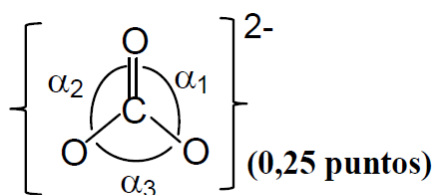
a.

Estructura de Lewis.

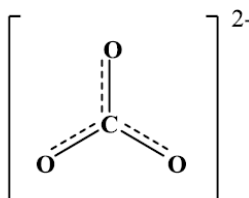
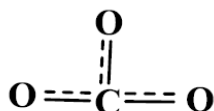


Si no hace referencia al fenómeno de resonancia. **(0,25 puntos)**

La geometría molecular es plana triangular. **(0,25 puntos)**



Ángulos de enlace de 120° aproximadamente. **(0,25 puntos)**

**ALTERNATIVA.****(0,25 puntos)****Estructura de Lewis, si hace referencia al fenómeno de resonancia. (0,25 puntos)****La geometría molecular es plana triangular (0,25 puntos)****Los ángulos de enlace son de 120°. (0,25 puntos)**

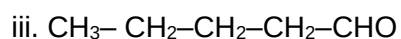
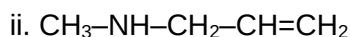
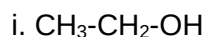
b.

En el 1-propanol se forman puentes de hidrógeno entre las moléculas **(0,25 puntos)**, debido a la existencia de un hidrógeno unido un átomo muy electronegativo como es el oxígeno. En el caso de éter, una molécula polar, las fuerzas intermoleculares más intensas son las derivadas de las interacciones dipolo-dipolo **(0,25 puntos)**. En ambos casos existen fuerzas dipolo inducido-dipolo inducido que, dada la masa molar de los dos compuestos isómeros, no justifica la diferencia en los puntos de ebullición.

Puesto que las interacciones por puente de hidrógeno son más intensas que las interacciones dipolo-dipolo **(0,25 puntos)**, el punto de ebullición normal, que representa la temperatura a la cual se rompen las interacciones entre las moléculas para pasar a la fase vapor, es mayor en el 1-propanol que en el metoxietano. **(0,25 puntos)**

5A. (2,0 puntos)

- a. Considere los elementos cuyas configuraciones electrónicas en su estado fundamental son: A: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$; B: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$. Justifique qué elemento, A ó B presenta un mayor valor de la primera energía de ionización. **(0,5 puntos)**
- b. Identifique y nombre los grupos funcionales presentes en los siguientes compuestos: **(1,5 puntos)**



**Solución****a.**

La energía de ionización de B es mayor que la de A (**0,25 puntos**). Ambos elementos pertenecen al mismo periodo, pero B tiene mayor número atómico que A y, a lo largo de un periodo, la energía de ionización aumenta al aumentar el número atómico, porque la carga nuclear efectiva aumenta y los electrones están más atraídos por el núcleo. (**0,25 puntos**)

b.

- i. --OH (alcohol) (0,25 puntos)
- ii. --NH (amina) y --HC=CH_2 (alqueno o doble enlace:eno) (0,25 puntos)
- iii. --CHO (aldehído) (0,25 puntos)
- iv. --COOH (ácido carboxílico ó carboxilo) (0,25 puntos)
- v. --C=O (cetona) (0,25 puntos)
- vi. --O-- (éter) (0,25 puntos)

5B. (2,0 puntos)

a. Indicar, justificando la respuesta, si los siguientes grupos de números cuánticos son posibles para un electrón en un átomo:

- i. $(3,3,2,-1/2)$.
- ii. $(3,2,-3,-1/2)$. (0,5 puntos)

b. Formule y nombre los siguientes compuestos orgánicos: (1,5 puntos)

- i. Dos alquenos, isómeros de cadena, de fórmula molecular C_4H_8 .
- ii. Dos alcoholes, isómeros de posición, de fórmula molecular $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$.
- iii. Dos isómeros de función de fórmula molecular $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$.



Solución

a.

- i. $(3,3,2,-1/2)$; no es posible por el número cuántico secundario, l , ha de ser menor que el principal, n (puede adoptar un valor entre $l=0$ hasta $l=n-1$) **(0,25 puntos)**
- ii. $(3,2,-3,-1/2)$ no es posible porque el número cuántico magnético, m_l , puede únicamente tomar valores entre $-l \dots 0 \dots l$ **(0,25 puntos)**

b.

- | | | | |
|------|---|--|---------------------|
| i. | $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, but-1-eno | $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)_2$, 2-metilpropeno | (0,5 puntos) |
| ii. | $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$, butan-1-ol | $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CHOH}-\text{CH}_3$, butan-2-ol | (0,5 puntos) |
| iii. | $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$, dimetiléter | $\text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$, etanol | (0,5 puntos) |