

**Química**  
**Nivel superior**  
**Prueba 2**

Miércoles 7 de noviembre de 2018 (tarde)

Número de convocatoria del alumno

2 horas 15 minutos

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

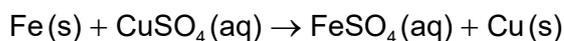
**Instrucciones para los alumnos**

- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Conteste todas las preguntas.
- Escriba sus respuestas en las casillas provistas a tal efecto.
- En esta prueba es necesario usar una calculadora.
- Se necesita una copia sin anotaciones del **cuadernillo de datos de química** para esta prueba.
- La puntuación máxima para esta prueba de examen es **[95 puntos]**.



Conteste **todas** las preguntas. Escriba sus respuestas en las casillas provistas a tal efecto.

1. Se añaden 3,26 g de hierro en polvo a 80,0 cm<sup>3</sup> de solución de sulfato de cobre(II) 0,200 mol dm<sup>-3</sup>. Se produce la siguiente reacción:



- (a) (i) Determine el reactivo limitante y muestre su trabajo. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) La masa de cobre obtenida experimentalmente fue 0,872 g. Calcule el rendimiento porcentual de cobre. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) (i) La reacción se llevó a cabo en un calorímetro. El máximo aumento de temperatura que alcanzó la solución fue de 7,5 °C.

Calcule la variación de entalpía,  $\Delta H$ , de la reacción, en kJ, suponiendo que todo el calor liberado fue absorbido por la solución. Use las secciones 1 y 2 del cuadernillo de datos. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

**(Esta pregunta continúa en la página siguiente)**



**(Pregunta 1: continuación)**

(ii) Indique otra suposición que haya realizado en (b)(i). [1]

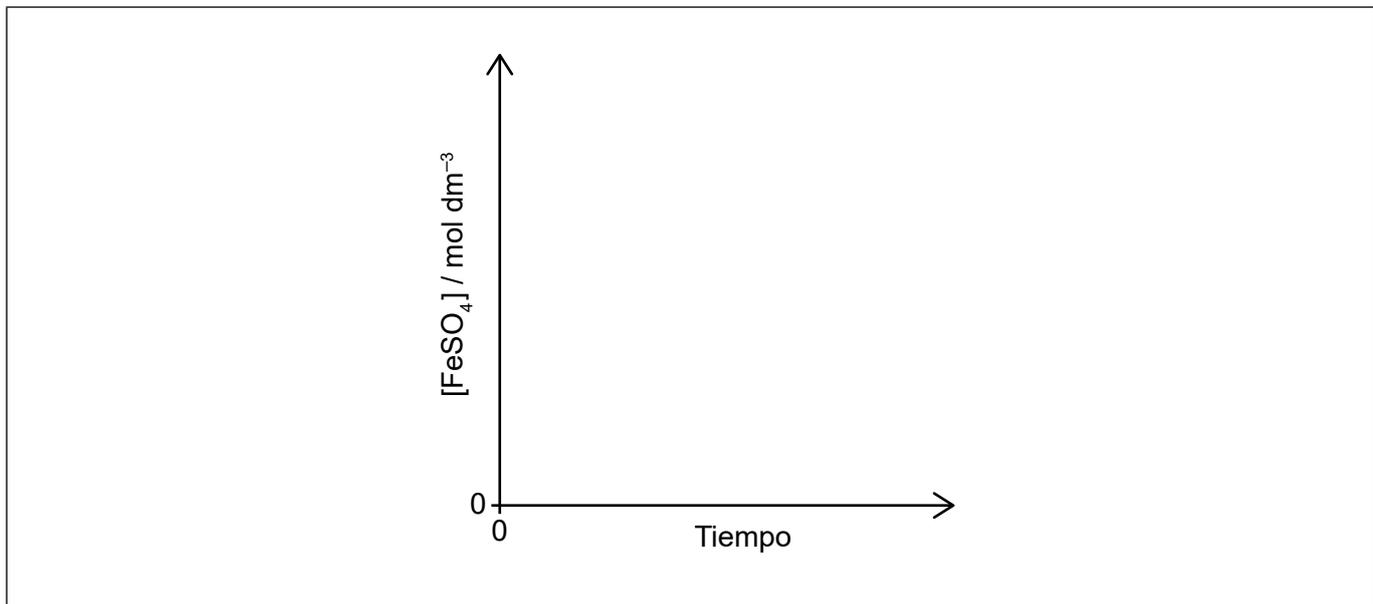
.....  
.....

(iii) La única incertidumbre significativa está en la medición de la temperatura.

Determine la incertidumbre absoluta del valor de  $\Delta H$  calculado si la incertidumbre del aumento de temperatura fue  $\pm 0,2^\circ\text{C}$ . [2]

.....  
.....  
.....  
.....

(c) (i) Dibuje aproximadamente una gráfica de concentración de sulfato de hierro(II),  $\text{FeSO}_4$ , en función del tiempo en que transcurre la reacción. [2]



**(Esta pregunta continúa en la página siguiente)**



**(Pregunta 1: continuación)**

- (ii) Resuma cómo se puede determinar la velocidad de reacción inicial a partir de la gráfica del apartado (c)(i). [2]

.....  
.....  
.....  
.....

- (iii) Explique, por medio de la teoría de las colisiones, por qué si se reemplaza el hierro en polvo por un trozo de hierro de la misma masa, la velocidad de la reacción disminuye. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

- (d) Un estudiante electrolizó sulfato de hierro(II) acuoso,  $\text{FeSO}_4(\text{aq})$ , con electrodos de platino. Indique las semiecuaciones para las reacciones en los electrodos. Use la sección 24 del cuadernillo de datos. [2]

Ánodo (electrodo positivo):  
.....  
.....

Cátodo (electrodo negativo):  
.....  
.....



2. Un compuesto orgánico que contiene carbono, hidrógeno y oxígeno contiene 62,02 % de carbono y 10,43 % de hidrógeno en masa.

(a) Determine la fórmula empírica del compuesto. Muestre su trabajo.

[3]

.....

.....

.....

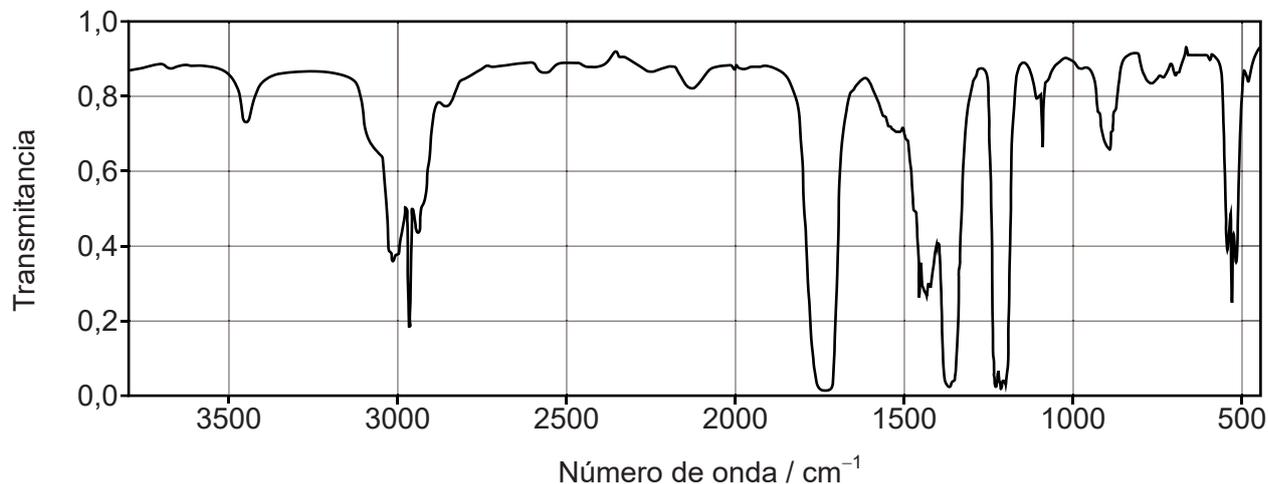
.....

.....

.....

(b) Se muestra el espectro infrarrojo del compuesto. Deduzca el grupo funcional del compuesto.

[1]



[Fuente: NIST Mass Spec Data Center, S.E. Stein, director, "Mass Spectra" en el Libro del Web de Química del NIST, Base de Datos de Referencia Estándar del NIST Número 69, Eds. P.J. Linstrom y W.G. Mallard, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg MD, 20899]

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

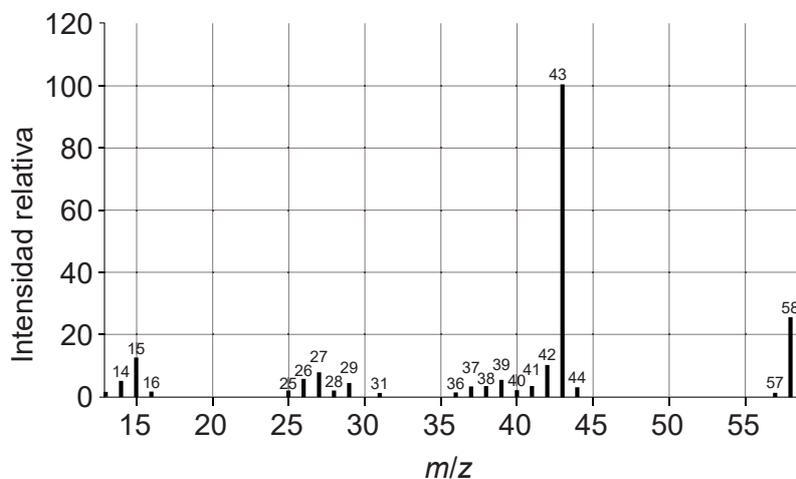


24EP05

Véase al dorso

**(Pregunta 2: continuación)**

- (c) Se muestra el espectro de masas del compuesto. Deduzca la masa molecular relativa del compuesto. [1]



[Fuente: NIST Mass Spec Data Center, S.E. Stein, director, "Mass Spectra" en el Libro del Web de Química del NIST, Base de Datos de Referencia Estándar del NIST Número 69, Eds. P.J. Linstrom y W.G. Mallard, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg MD, 20899]

.....

- (d) El compuesto no se pudo oxidar con dicromato(VI) de potasio acidificado.

Deduzca la fórmula estructural del compuesto. [1]

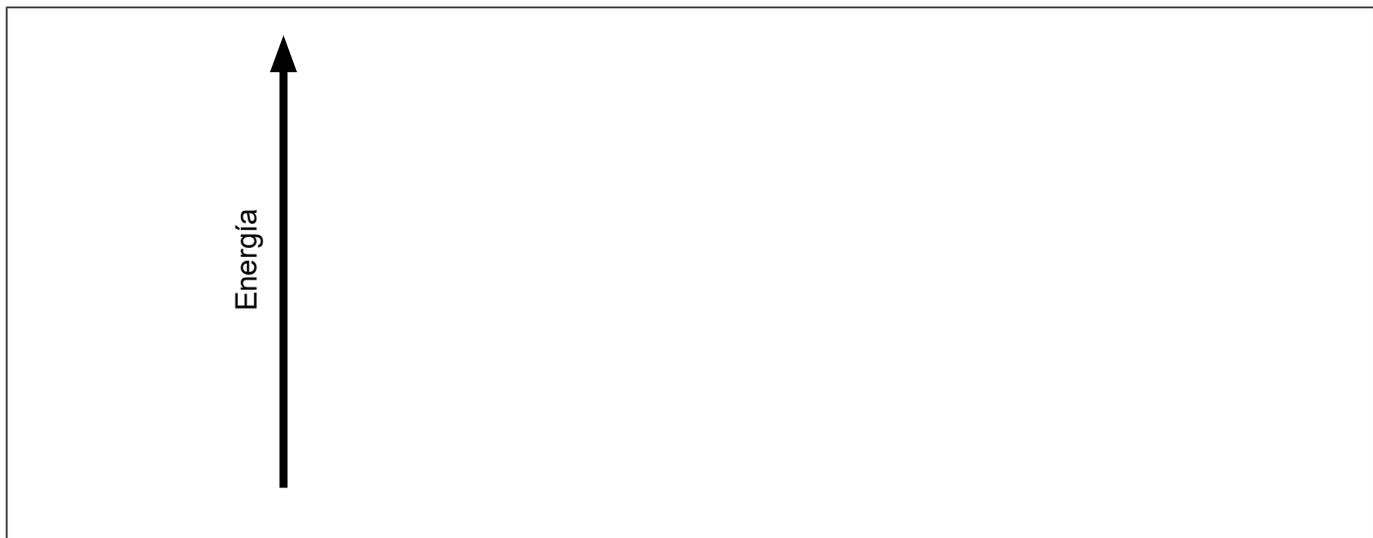


3. El bromo puede formar ion bromato(V),  $\text{BrO}_3^-$ .

(a) (i) Indique la configuración electrónica de un átomo de bromo. [1]

.....

(ii) En el eje de energía provisto, dibuje aproximadamente el diagrama orbital de la **capa de valencia** de un átomo de bromo (en su estado fundamental). Use cajas para representar orbitales y flechas para representar electrones. [1]



(b) (i) Dibuje dos estructuras de Lewis (representación de electrones mediante puntos) para el  $\text{BrO}_3^-$ . [2]

Estructura I – cumple la regla del octeto:

Estructura II – no cumple la regla del octeto:

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 3: continuación)**

- (ii) Determine la estructura de Lewis preferente basándose en la carga formal sobre el átomo de bromo. Justifique su respuesta. [2]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

- (c) Prediga, por medio de la TRPEV, la geometría del ion  $\text{BrO}_3^-$  y los ángulos de enlace O-Br-O. [3]

Geometría:  
.....

Justificación:  
.....  
.....

Ángulo O-Br-O:  
.....

- (d) (i) Los iones bromato(V) actúan como agentes oxidantes en condiciones ácidas para formar iones bromuro.

Deduzca la semiecuación para esta reacción de reducción. [2]

.....  
.....  
.....

**(Esta pregunta continúa en la página siguiente)**



**(Pregunta 3: continuación)**

- (ii) Los iones bromato(V) oxidan a los iones hierro(II),  $\text{Fe}^{2+}$ , a iones hierro(III),  $\text{Fe}^{3+}$ .

Deduzca la ecuación para esta reacción redox. [1]

.....  
.....

- (iii) Calcule la variación de energía libre de Gibbs estándar,  $\Delta G^\ominus$ , en J, de la reacción redox de (ii), usando las secciones 1 y 24 del cuadernillo de datos.

$E^\ominus (\text{BrO}_3^- / \text{Br}^-) = +1,44 \text{ V}$  [2]

.....  
.....  
.....  
.....

- (e) Indique y explique la propiedad magnética de los iones hierro(II) y hierro(III). [2]

.....  
.....  
.....  
.....

**4. Las propiedades de los elementos y sus compuestos se pueden relacionar con la posición de los elementos en la tabla periódica.**

- (a) Explique la disminución de radio atómico desde el Na al Cl. [2]

.....  
.....  
.....  
.....

**(Esta pregunta continúa en la página siguiente)**



**(Pregunta 4: continuación)**

(b) Explique por qué el radio del ion sodio,  $\text{Na}^+$ , es menor que el radio del ion óxido,  $\text{O}^{2-}$ . [2]

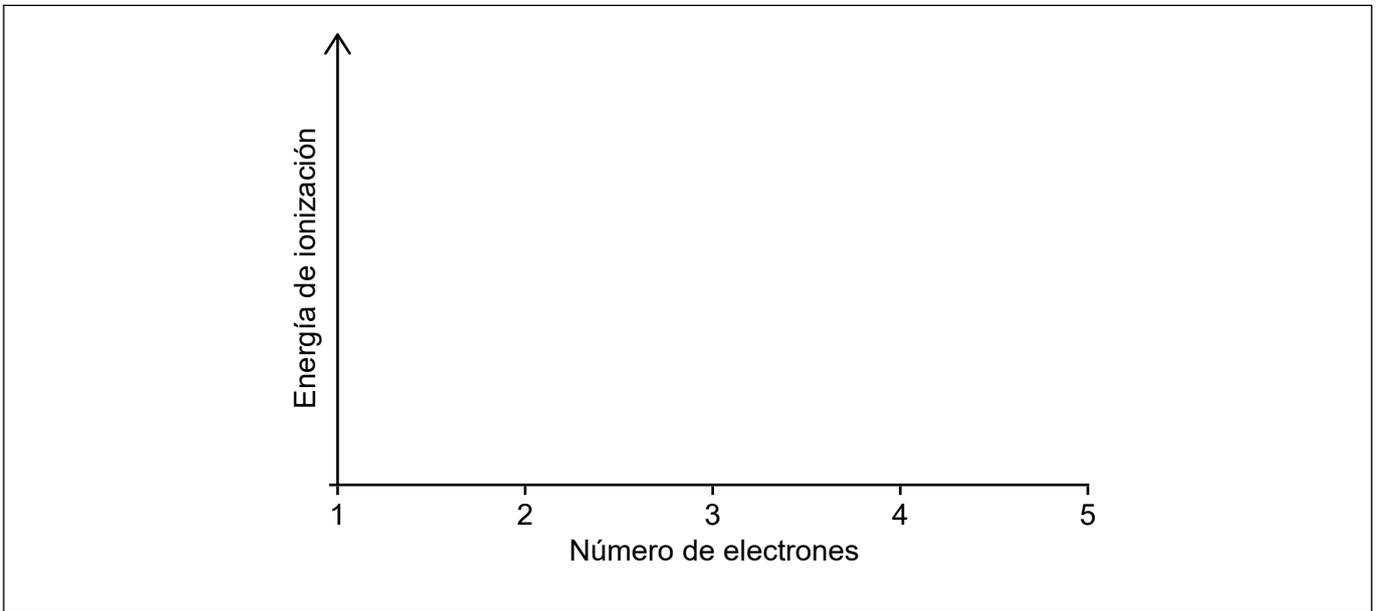
.....

.....

.....

.....

(c) Dibuje aproximadamente una gráfica para mostrar los valores relativos de las sucesivas energías de ionización del boro. [2]



(d) Prediga cuál, si el  $\text{Mn}^{2+}$  o el  $\text{Fe}^{2+}$ , tendrá con mayor probabilidad la entalpía de hidratación más exotérmica. Justifique su respuesta. [2]

.....

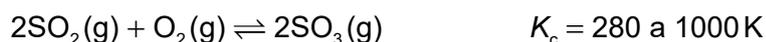
.....

.....

.....



5. Esta reacción se usa en la fabricación de ácido sulfúrico.



(a) Indique por qué esta reacción de equilibrio se considera homogénea. [1]

.....  
.....

(b) Prediga, dando una razón, el signo de la variación de entropía estándar de la reacción directa. [1]

.....  
.....

(c) Calcule la variación de energía libre de Gibbs estándar,  $\Delta G^\ominus$ , en kJ, para esta reacción a 1000K. Use las secciones 1 y 2 del cuadernillo de datos. [2]

.....  
.....  
.....

(d) Prediga, dando sus razones, si la reacción directa es endotérmica o exotérmica. Use sus respuestas a (b) y (c). [2]

.....  
.....  
.....  
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 5: continuación)**

- (e) Se mezclaron 0,200 mol de dióxido de azufre, 0,300 mol de oxígeno y 0,500 mol de trióxido de azufre en un recipiente de 1,00 dm<sup>3</sup> a 1000 K.

Prediga la dirección de la reacción. Muestre su trabajo.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- 6. El ácido butanoico, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>COOH, es un ácido débil y la etilamina, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>, es una base débil.

- (a) (i) Indique la ecuación para la reacción de cada sustancia con agua.

[2]

Ácido butanoico:

.....

.....

Etilamina:

.....

.....

- (ii) Dibuje un diagrama para mostrar la deslocalización de los electrones en la base conjugada del ácido butanoico.

[1]

.....

**(Esta pregunta continúa en la página siguiente)**



**(Pregunta 6: continuación)**

(iii) Deduzca el estado de oxidación medio del carbono en el ácido butanoico. [1]

.....  
.....

(b) (i) La concentración de iones hidrógeno,  $[H^+]$ , de una solución acuosa de ácido butanoico  $0,250 \text{ mol dm}^{-3}$ , es  $0,00192 \text{ mol dm}^{-3}$ . Calcule la concentración de iones hidróxido,  $[OH^-]$ , en la solución a 298 K. [1]

.....  
.....  
.....

(ii) Determine el pH de una solución acuosa de etilamina  $0,250 \text{ mol dm}^{-3}$  a 298 K, usando la sección 21 del cuadernillo de datos. [3]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

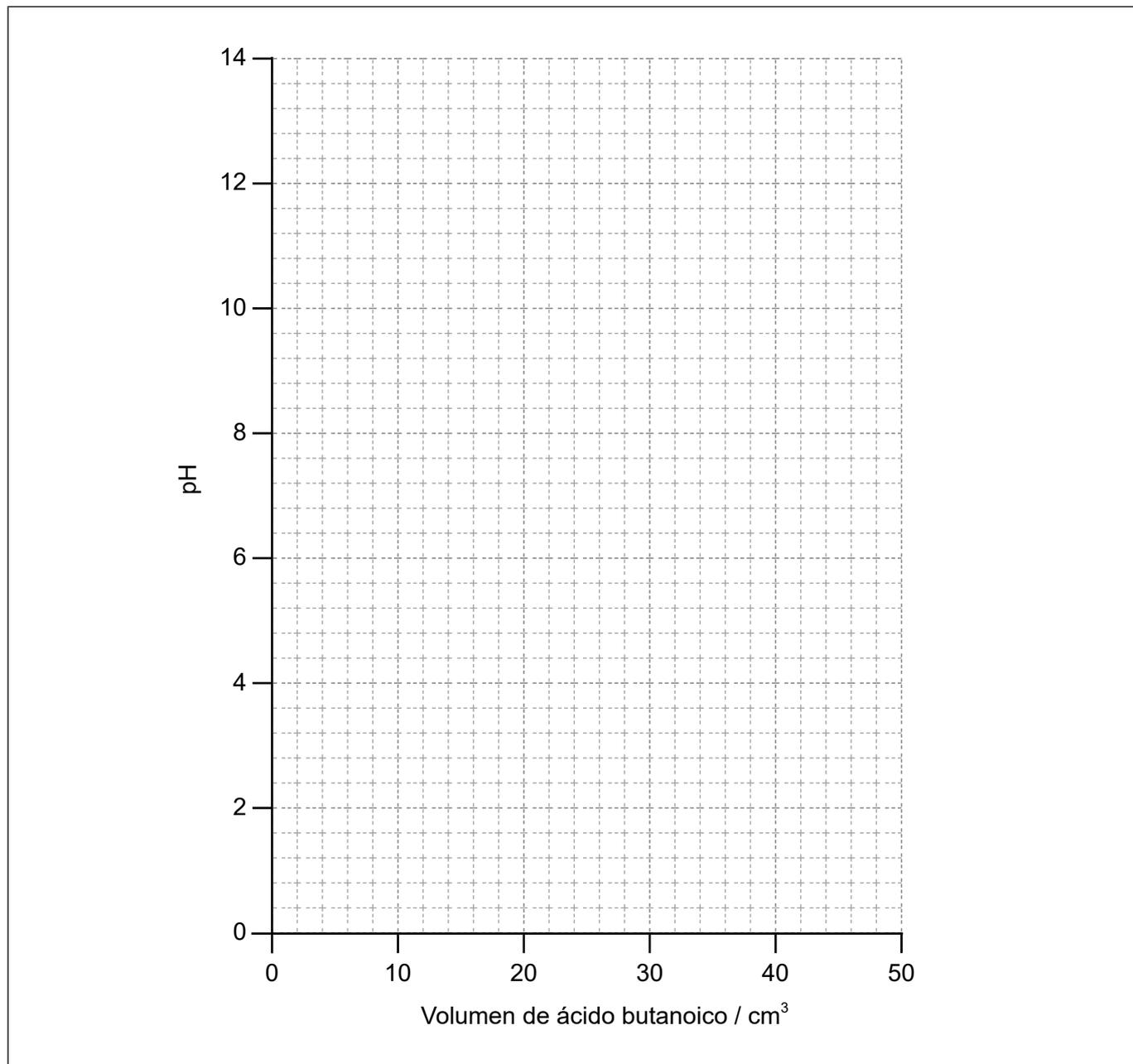
**(Esta pregunta continúa en la página siguiente)**



**(Pregunta 6: continuación)**

- (c) Dibuje aproximadamente la curva de pH para la titulación de  $25,0\text{ cm}^3$  de solución acuosa de etilamina con  $50,0\text{ cm}^3$  de solución acuosa de ácido butanoico de igual concentración. No se requieren cálculos.

[3]



**(Esta pregunta continúa en la página siguiente)**



**(Pregunta 6: continuación)**

(d) Explique por qué el ácido butanoico es un líquido a temperatura ambiente mientras que la etilamina es un gas a temperatura ambiente.

[2]

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

(e) (i) Indique un reactivo adecuado para la reducción del ácido butanoico.

[1]

.....

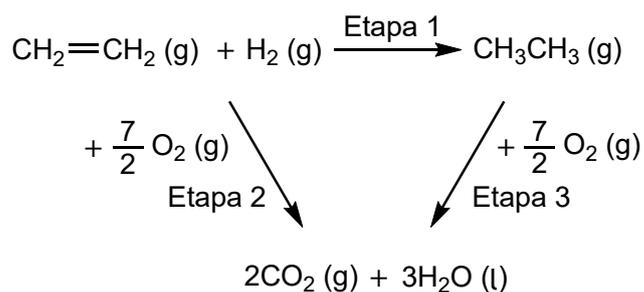
(ii) Deduzca el producto de la reacción de reducción completa en (e)(i).

[1]

.....  
.....



7. Considere el siguiente ciclo de la ley de Hess:



(a) Identifique el tipo de reacción de la etapa 1. [1]

.....

(b) Calcule la variación de entalpía estándar,  $\Delta H^\ominus$ , de la etapa 2 usando la sección 13 del cuadernillo de datos. [1]

.....  
.....

(c) Determine la variación de entalpía estándar,  $\Delta H^\ominus$ , de la etapa 1. [1]

.....  
.....  
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 7: continuación)**

- (d) Sugiera una razón por la cual el valor de  $\Delta H^\ominus$  calculado usando la ley de Hess en el apartado (c), se puede considerar preciso y una razón por la cual se puede considerar aproximado.

[2]

Preciso:

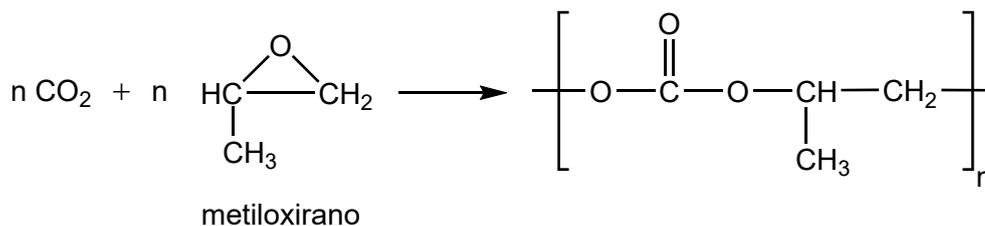
.....  
.....  
.....

Aproximado:

.....  
.....  
.....



8. El dióxido de carbono contribuye significativamente al calentamiento global. Se puede usar como materia prima con metiloxirano para formar polímeros.



(a) Sugiera por qué el anillo de tres miembros del metiloxirano es inestable. [1]

.....

.....

(b) (i) Dibuje **dos** isómeros estructurales del metiloxirano. [2]

(ii) Indique, dando una razón, si el metiloxirano puede formar isómeros *cis-trans*. [1]

.....

.....

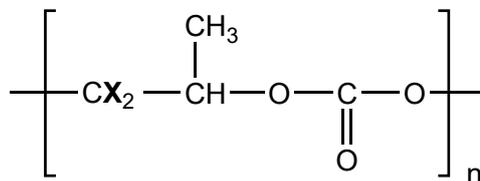
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 8: continuación)**

- (c) Prediga el desplazamiento químico y el patrón de desdoblamiento de la señal producida por los átomos de hidrógeno rotulados **X** en el espectro de RMN de <sup>1</sup>H del polímero. Use la sección 27 del cuadernillo de datos. [2]



Desplazamiento químico:

.....

Patrón de desdoblamiento:

.....

9. Los haluros de alquilo sufren reacciones de sustitución nucleófila con hidróxido de sodio.

- (a) Indique una razón por la cual la mayoría de los haluros de alquilo son más reactivos que los alcanos. [1]

.....  
.....

- (b) Clasifique el 1-bromopropano como haluro de alquilo primario, secundario o terciario, dando una razón. [1]

.....  
.....  
.....

**(Esta pregunta continúa en la página siguiente)**



**(Pregunta 9: continuación)**

- (c) Explique el mecanismo de la reacción entre el 1-bromopropano y solución acuosa de hidróxido de sodio, usando flechas curvas para representar el movimiento de los pares electrónicos.

[4]

- (d) Indique, dando su razón, si en la sustitución nucleófila el ion hidróxido actúa como un ácido de Lewis, una base de Lewis o ninguno.

[1]

.....

.....

- (e) Sugiera **dos** ventajas de comprender los mecanismos de las reacciones orgánicas.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....



10. Se propuso el siguiente mecanismo para una reacción:



- (a) Clasifique las sustancias B y D como reactivo, producto, catalizador o intermediario, basándose en el mecanismo propuesto. [2]

B:  
.....

D:  
.....

- (b) Deduzca la expresión de velocidad. [1]

.....  
.....

- (c) Calcule la velocidad de reacción inicial para el experimento 2, si se mide en las mismas condiciones. [1]

Experimento	[A] / mol dm <sup>-3</sup>	[B] / mol dm <sup>-3</sup>	Velocidad inicial / mol dm <sup>-3</sup> s <sup>-1</sup>
1	0,200	0,200	1,20
2	0,300	0,200	

.....  
.....



**No** escriba en esta página.

Las respuestas que se escriban en esta página no serán corregidas.



24EP22

**No** escriba en esta página.

Las respuestas que se escriban en esta página no serán corregidas.



24EP23

**No** escriba en esta página.

Las respuestas que se escriban en esta página no serán corregidas.



24EP24