

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

Miércoles 8 de noviembre de 2017 (tarde)

Número de convocatoria del alumno

2 horas 15 minutos

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

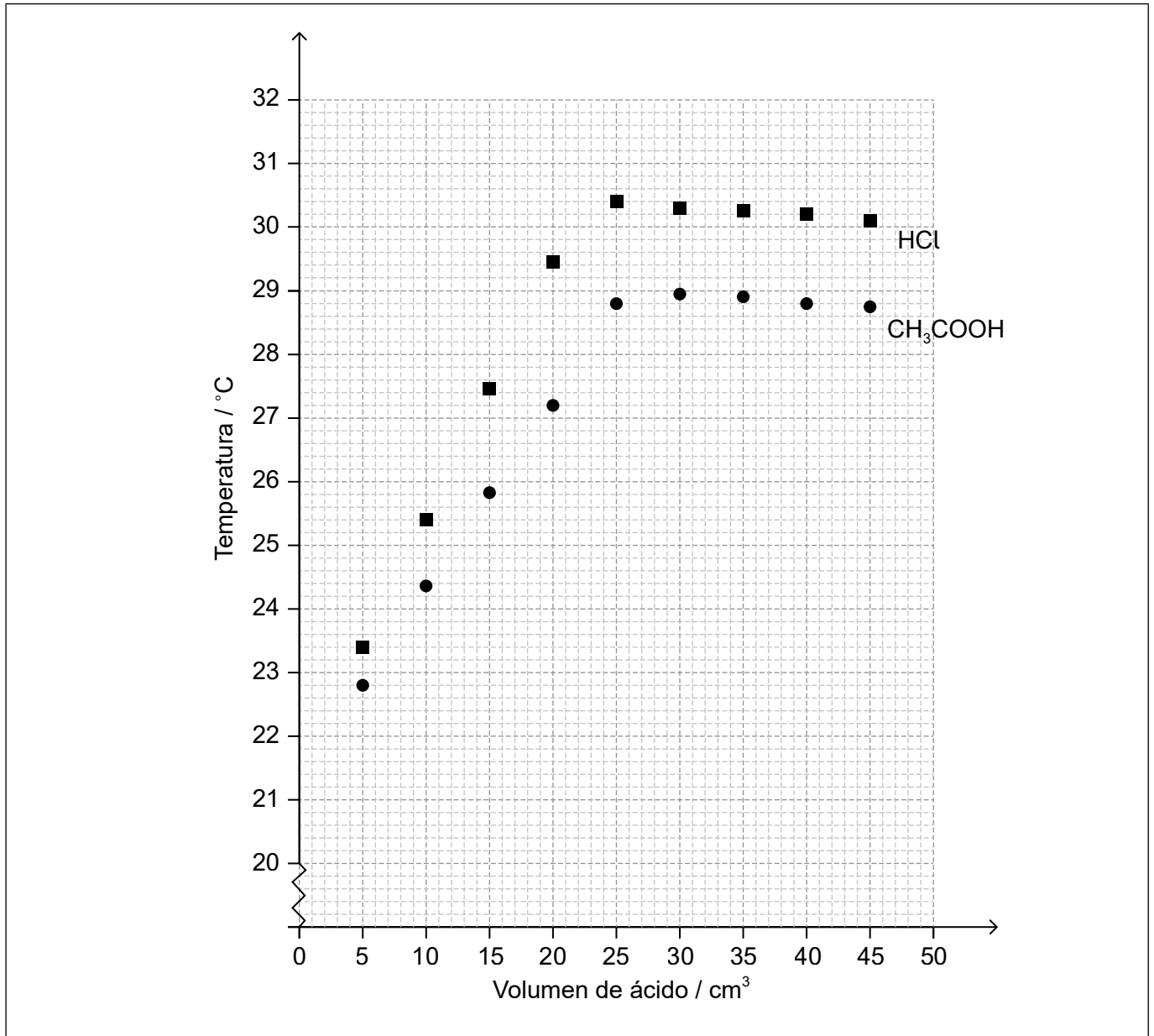
**Instrucciones para los alumnos**

- 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. Un estudiante tituló dos ácidos, ácido clorhídrico,  $\text{HCl (aq)}$  y ácido etanoico,  $\text{CH}_3\text{COOH (aq)}$ , con  $50,0\text{ cm}^3$  de hidróxido de sodio,  $\text{NaOH (aq)}$ ,  $0,995\text{ mol dm}^{-3}$  para determinar sus concentraciones. Midió la temperatura de la mezcla de reacción después de cada añadido de ácido y la graficó en función del volumen de cada ácido.



- (a) Use el gráfico para estimar la temperatura inicial de las soluciones.

[1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 1: continuación)**

- (b) Determine la temperatura máxima que se alcanza en cada experimento, analizando el gráfico. [2]

HCl: .....
CH <sub>3</sub> COOH: .....

- (c) Calcule la concentración de ácido etanoico, CH<sub>3</sub>COOH, en mol dm<sup>-3</sup>. [2]

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

- (d) (i) Determine la variación de calor,  $q$ , en kJ, para la reacción de neutralización entre ácido etanoico e hidróxido de sodio. Suponga que las capacidades caloríficas específicas y las densidades de las soluciones son las del agua. [2]

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

- (ii) Calcule la variación de entalpía,  $\Delta H$ , en kJ mol<sup>-1</sup>, para la reacción entre ácido etanoico e hidróxido de sodio. [2]

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

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



**(Pregunta 1: continuación)**

- (e) Sugiera por qué la variación de entalpía de neutralización del  $\text{CH}_3\text{COOH}$  es menos negativa que la del  $\text{HCl}$ .

[2]

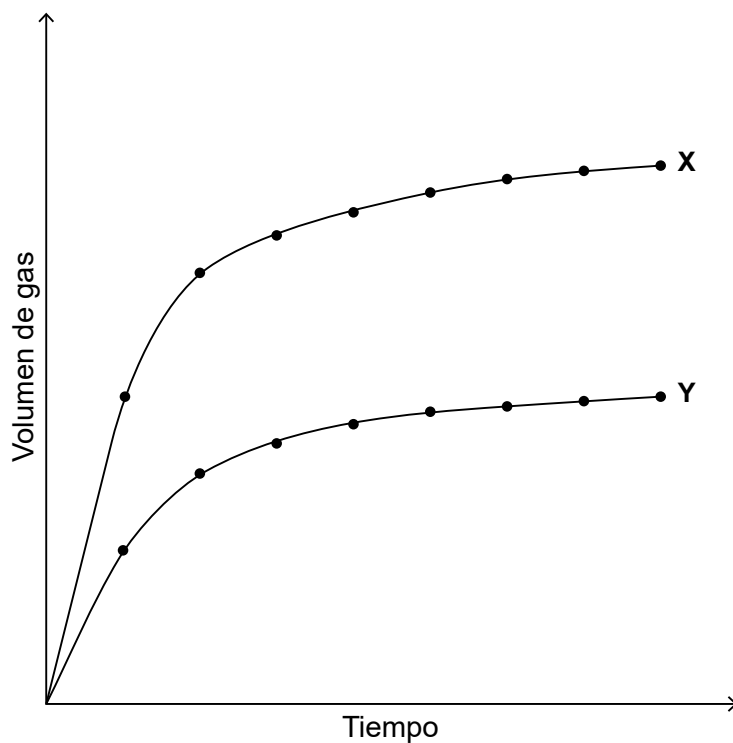
.....

.....

.....

.....

- (f) Las curvas **X** e **Y** se obtuvieron cuando un carbonato metálico reaccionó con el mismo volumen de ácido etanoico en dos condiciones diferentes.



- (i) Explique la forma de la curva **X** en términos de la teoría de las colisiones.

[2]

.....

.....

.....

.....

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



**(Pregunta 1: continuación)**

(ii) Sugiera **una** posible razón que justifique las diferencias entre las curvas **X** e **Y**. [1]

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

2. La química analítica usa instrumentos para separar, identificar y cuantificar materia.

(a) Describa el espectro de emisión del hidrógeno. [2]

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

(b) Resuma cómo se relaciona este espectro con los niveles energéticos en el átomo de hidrógeno. [1]

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

(c) Una muestra de magnesio tiene la siguiente composición isotópica.

Isótopo	<sup>24</sup> Mg	<sup>25</sup> Mg	<sup>26</sup> Mg
Abundancia relativa / %	78,6	10,1	11,3

Calcule la masa atómica relativa del magnesio basándose en estos datos. Dé su respuesta con **dos** decimales. [2]

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

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



**(Pregunta 2: continuación)**

(d) El mentol es un compuesto orgánico que contiene carbono, hidrógeno y oxígeno.

(i) La combustión completa de 0,1595 g de mentol produce 0,4490 g de dióxido de carbono y 0,1840 g de agua. Determine la fórmula empírica del compuesto y muestre su trabajo. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) Cuando se vaporizó una muestra de 0,150 g de mentol, ocupó un volumen de 0,0337 dm<sup>3</sup> a 150 °C y 100,2 kPa. Calcule su masa molar y muestre su trabajo. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(iii) Determine la fórmula molecular del mentol usando sus respuestas a los apartados (d)(i) y (ii). [1]

.....

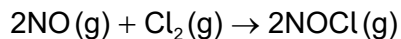
.....

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



**(Pregunta 2: continuación)**

(e) El óxido nítrico reacciona con cloro.



Los siguientes datos experimentales se obtuvieron a 101,3 kPa y 263 K.

Experimento	[NO] inicial / $\text{mol dm}^{-3}$	[Cl <sub>2</sub> ] inicial / $\text{mol dm}^{-3}$	Velocidad inicial / $\text{mol dm}^{-3} \text{min}^{-1}$
1	$1,30 \times 10^{-1}$	$1,30 \times 10^{-1}$	$3,95 \times 10^{-1}$
2	$1,30 \times 10^{-1}$	$2,60 \times 10^{-1}$	$7,90 \times 10^{-1}$
3	$2,60 \times 10^{-1}$	$2,60 \times 10^{-1}$	3,16

(i) Deduzca el orden de reacción con respecto al Cl<sub>2</sub> y al NO. [2]

Cl<sub>2</sub>:  
.....

NO:  
.....

(ii) Indique la expresión de velocidad para la reacción. [1]

.....  
.....

(iii) Calcule el valor de la constante de velocidad a 263 K. [1]

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



3. Las tendencias de las propiedades físicas y químicas son útiles para los químicos.

(a) Explique la tendencia general de aumento de las energías de primera ionización de los elementos del periodo 3, del Na al Ar. [2]

.....

.....

.....

.....

(b) Explique por qué los puntos de fusión de los metales del grupo 1 (Li → Cs) disminuyen hacia abajo del grupo mientras que los puntos de fusión de los elementos del grupo 17 (F → I) aumentan hacia abajo del grupo. [3]

Grupo 1:

.....

.....

.....

Grupo 17:

.....

.....

.....

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





**(Pregunta 3: continuación)**

(c) Indique una ecuación para la reacción del óxido de fósforo(V),  $P_4O_{10}(s)$ , con agua. [1]

.....  
.....

(d) El cobalto forma el complejo de metal de transición  $[Co(NH_3)_4(H_2O)Cl]Br$ .

(i) Indique la forma del ion complejo. [1]

.....

(ii) Deduzca la carga del ion complejo y el estado de oxidación del cobalto. [2]

Carga del ion complejo:  
.....

Estado de oxidación del cobalto:  
.....

(e) Describa, en términos de las teorías ácido-base, el tipo de reacción que se produce entre el ion cobalto y el agua para formar el ion complejo. [2]

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



4. Las estructuras de Lewis (representación de electrones mediante puntos) son modelos útiles.

(a) Dibuje las estructuras de Lewis (representación de electrones mediante puntos) del  $\text{PF}_3$  y el  $\text{PF}_5$  y use la TRPEV para deducir la geometría molecular y los ángulos de enlace de cada especie.

[6]

	$\text{PF}_3$	$\text{PF}_5$
<b>Estructura de Lewis (representación de electrones mediante puntos)</b>		
<b>Geometría molecular</b>	.....	.....
<b>Ángulos de enlace</b>	.....	.....

(b) Prediga si las moléculas de  $\text{PF}_3$  y  $\text{PF}_5$  son polares o no polares.

[1]

.....

.....

(c) Indique el tipo de hibridación que presenta el átomo de fósforo en el  $\text{PF}_3$ .

[1]

.....



5. El 1,2-etanodiol, HOCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH, reacciona con cloruro de tionilo, SOCl<sub>2</sub>, de acuerdo con la siguiente reacción.



- (a) Calcule la variación de entalpía estándar para esta reacción a partir de los siguientes datos.

[2]

	HOCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH (l)	SOCl <sub>2</sub> (l)	ClCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> Cl (l)	SO <sub>2</sub> (g)	HCl (g)
$\Delta H_f^\ominus$ / kJ mol <sup>-1</sup>	-454,7	-245,7	-165,2	-296,9	-92,3

.....

.....

.....

.....

- (b) Calcule la variación de entropía estándar para esta reacción a partir de los siguientes datos.

[1]

	HOCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH (l)	SOCl <sub>2</sub> (l)	ClCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> Cl (l)	SO <sub>2</sub> (g)	HCl (g)
$S^\ominus$ / JK <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup>	166,9	278,6	208,5	248,1	186,8

.....

.....

.....

.....

- (c) La variación de energía libre estándar,  $\Delta G^\ominus$ , para la reacción de arriba es -103 kJ mol<sup>-1</sup> a 298 K. Sugiera por qué el valor de  $\Delta G^\ominus$  es tan negativo considerando el signo de  $\Delta H^\ominus$  del apartado (a).

[2]

.....

.....

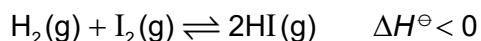
.....

.....



6. Muchas reacciones se encuentran en estado de equilibrio.

(a) Se permitió que la siguiente reacción alcanzara el equilibrio a 761 K.



(i) Indique la expresión de la constante de equilibrio,  $K_c$ , para esta reacción. [1]

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

(ii) Las siguientes concentraciones en equilibrio, en  $\text{mol dm}^{-3}$ , se obtuvieron a 761 K.

$[\text{H}_2(\text{g})]$	$[\text{I}_2(\text{g})]$	$[\text{HI}(\text{g})]$
$8,72 \times 10^{-4}$	$2,72 \times 10^{-3}$	$1,04 \times 10^{-2}$

Calcule el valor de la constante de equilibrio a 761 K. [1]

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

(iii) Determine el valor de  $\Delta G^\ominus$ , en kJ, para la reacción de arriba a 761 K. Use la sección 1 del cuadernillo de datos. [1]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

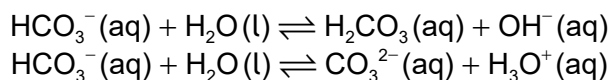


**(Pregunta 6: continuación)**

(iv) Resuma el efecto, si existe, de cada uno de los siguientes cambios sobre la posición de equilibrio. Dé una razón en cada caso. [2]

	Efecto	Razón
Aumento de volumen, a temperatura constante	..... .....	..... .....
Aumento de temperatura, a presión constante	..... .....	..... .....

(b) A continuación se dan las ecuaciones para dos reacciones ácido-base.



(i) Identifique dos especies anfipróticas diferentes presentes en las reacciones de arriba. [1]

.....  
.....

(ii) Indique qué significa el término base conjugada. [1]

.....  
.....

(iii) Indique la base conjugada del ion hidróxido, OH<sup>-</sup>. [1]

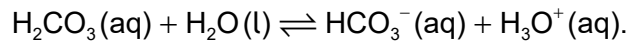
.....

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



**(Pregunta 6: continuación)**

(c) El pH del ácido carbónico,  $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ ,  $0,010 \text{ mol dm}^{-3}$  es 4,17 a  $25^\circ\text{C}$ .



(i) Calcule la  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  en la solución y la constante de disociación,  $K_a$ , del ácido a  $25^\circ\text{C}$ .

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) Calcule  $K_b$  para el  $\text{HCO}_3^-$  que actúa como base.

[1]

.....

.....

.....

.....

(d) Un estudiante trabajando en el laboratorio clasificó el  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  y  $\text{HClO}_4$  como ácidos basándose en sus pH. Emitió la hipótesis de que “todos los ácidos contienen oxígeno e hidrógeno”. Evalúe su hipótesis.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....



7. Considere las siguientes reacciones de semiceldas y sus potenciales estándar de electrodo.

	$E^\ominus / V$
$Mn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Mn(s)$	-1,18
$Ni^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Ni(s)$	-0,26
$I_2(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-(aq)$	+0,54

(a) Deduzca una ecuación ajustada para la reacción total que se produce cuando se conectan las semiceldas estándar de níquel y de yodo. [1]

.....

.....

(b) Prediga, dando una razón, la dirección del movimiento de los electrones cuando se conectan las semiceldas estándar de níquel y de manganeso. [2]

.....

.....

(c) Calcule el potencial de la pila, en V, cuando se conectan las semiceldas estándar de yodo y de manganeso. [1]

.....

.....

(d) Identifique el mejor agente reductor de la tabla de arriba. [1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 7: continuación)**

- (e) Indique y explique los productos de la electrólisis de una solución acuosa concentrada de cloruro de sodio con electrodos inertes. Su respuesta debe incluir las semiecuaciones para las reacciones en cada electrodo. [4]

Electrodo positivo (ánodo):

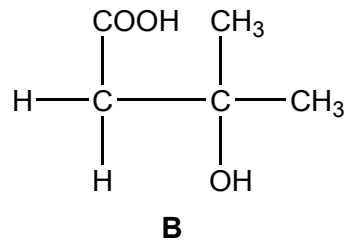
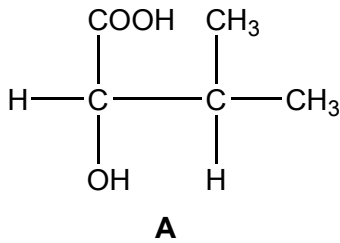
.....  
.....  
.....

Electrodo negativo (cátodo):

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

8. La reactividad de los compuestos orgánicos depende de la naturaleza y posición de sus grupos funcionales.

- (a) A continuación se dan las fórmulas estructurales de dos compuestos orgánicos.



- (i) Deduzca el tipo de reacción química y los reactivos que se usan para diferenciar estos compuestos. [1]

.....  
.....

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





**(Pregunta 8: continuación)**

(ii) Indique qué observación se espera en cada reacción. Justifique su respuesta. [2]

Compuesto <b>A</b> : ..... ..... .....
Compuesto <b>B</b> : ..... ..... .....

(iii) Deduzca el número de señales y la relación de áreas debajo de las señales en los espectros de RMN de <sup>1</sup>H de los dos compuestos. [4]

Compuesto	Número de señales	Relación de áreas
<b>A</b>	.....	.....
<b>B</b>	.....	.....

(iv) Deduzca dando una razón, cuál de los dos compuestos puede presentar actividad óptica. [1]

..... .....
----------------

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



**(Pregunta 8: continuación)**

- (v) Dibuje representaciones tridimensionales de los dos enantiómeros. [1]

- (b) Explique, con ayuda de ecuaciones, el mecanismo de la reacción de sustitución por radicales libres del etano con bromo en presencia de luz solar. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) Indique los reactivos que se usan en la nitración del benceno. [1]

.....

.....

- (d) Indique una ecuación para la formación del  $\text{NO}_2^+$ . [1]

.....

.....

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

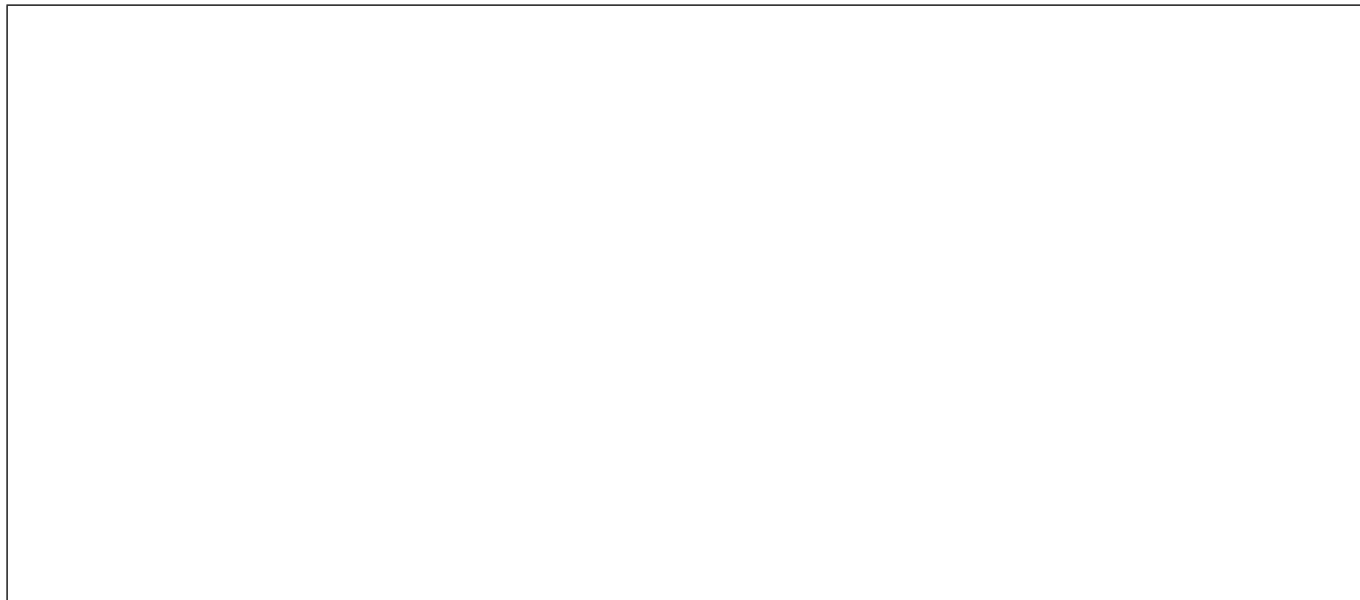


**(Pregunta 8: continuación)**

- (e) Explique el mecanismo de la reacción entre el 2-bromo-2-metilpropano,  $(\text{CH}_3)_3\text{CBr}$ , y el hidróxido de sodio acuoso,  $\text{NaOH}(\text{aq})$ . Use flechas curvas para representar el movimiento de los pares electrónicos.

[4]

---



**No** escriba en esta página.

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

