

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

Jueves 11 de mayo 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. Existen muchos óxidos de plata de fórmula  $Ag_xO_y$ . Todos ellos se descomponen en sus elementos cuando se los calienta fuertemente.

(a) (i) Después de calentar 3,760 g de un óxido de plata, se obtuvieron 3,275 g de plata. Determine la fórmula empírica de  $Ag_xO_y$ . [2]

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

(ii) Sugiera por qué es posible que la masa final de sólido obtenida calentando 3,760 g de  $Ag_xO_y$  sea mayor de 3,275 g e indique una mejora del diseño para la sugerencia que propuso. Ignore cualquier posible error en el procedimiento de pesada. [2]

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

(b) La plata natural está compuesta por dos isótopos estables,  $^{107}Ag$  y  $^{109}Ag$ .

La masa atómica relativa de la plata es 107,87. Muestre que el isótopo  $^{107}Ag$  es el más abundante. [1]

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

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



**(Pregunta 1: continuación)**

- (c) (i) Algunos óxidos del periodo 3, como  $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{P}_4\text{O}_{10}$ , reaccionan con agua. Se añadió por separado una espátula de cada óxido a recipientes de  $100\text{ cm}^3$  que contenían agua destilada y unas gotas de indicador azul de bromotimol. El indicador está en la sección 22 del cuadernillo de datos.

Deduzca el color de la solución resultante y la fórmula química del producto formado después de la reacción de cada óxido con agua.

[3]

Contenido del recipiente	Color de la solución	Fórmula del producto
$\text{Na}_2\text{O}$	.....	.....
$\text{P}_4\text{O}_{10}$	.....	.....

- (ii) Explique la conductividad eléctrica del  $\text{Na}_2\text{O}$  y del  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  fundidos.

[2]

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

- (d) Resuma el modelo de configuración electrónica que se deduce del espectro de emisión de líneas del hidrógeno (modelo de Bohr).

[2]

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



2. (a) Una muestra ácida de una solución residual que contiene  $\text{Sn}^{2+}(\text{aq})$  reaccionó completamente con solución de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  para formar  $\text{Sn}^{4+}(\text{aq})$ .

(i) Indique la semiecuación de oxidación. [1]

.....

(ii) Deduzca la ecuación rédox total para la reacción entre el  $\text{Sn}^{2+}(\text{aq})$  ácido y el  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})$ . Use la sección 24 del cuadernillo de datos. [1]

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

(iii) Se disolvieron 13,239 g de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{s})$  en agua destilada para formar 0,100  $\text{dm}^3$  de solución. Calcule su concentración molar. [1]

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

(iv) 10,0  $\text{cm}^3$  de la muestra residual requirieron 13,24  $\text{cm}^3$  de la solución de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Calcule la concentración molar de  $\text{Sn}^{2+}(\text{aq})$  en la muestra residual. [2]

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

(v) Identifique un grupo funcional orgánico capaz de reaccionar con  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{aq})$  acidificado. [1]

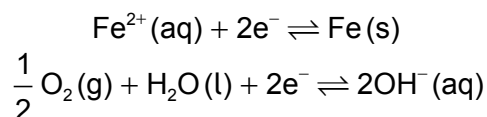
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 2: continuación)**

- (b) (i) La corrosión del hierro es similar al proceso que ocurre en una pila. Las etapas iniciales comprenden las siguientes semiecuaciones:



Calcule  $E^{\ominus}$ , en V, para la reacción espontánea. Use la sección 24 del cuadernillo de datos.

[1]

.....

.....

- (ii) Calcule la energía libre de Gibbs,  $\Delta G^{\ominus}$ , en kJ, que libera la corrosión de 1 mol de hierro. Use la sección 1 del cuadernillo de datos.

[2]

.....

.....

.....

- (iii) Explique por qué el hierro forma muchos iones complejos de diferentes colores.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) El cinc se usa para galvanizar tuberías de hierro, formando una cubierta protectora. Resuma cómo este proceso impide la corrosión de las tuberías de hierro.

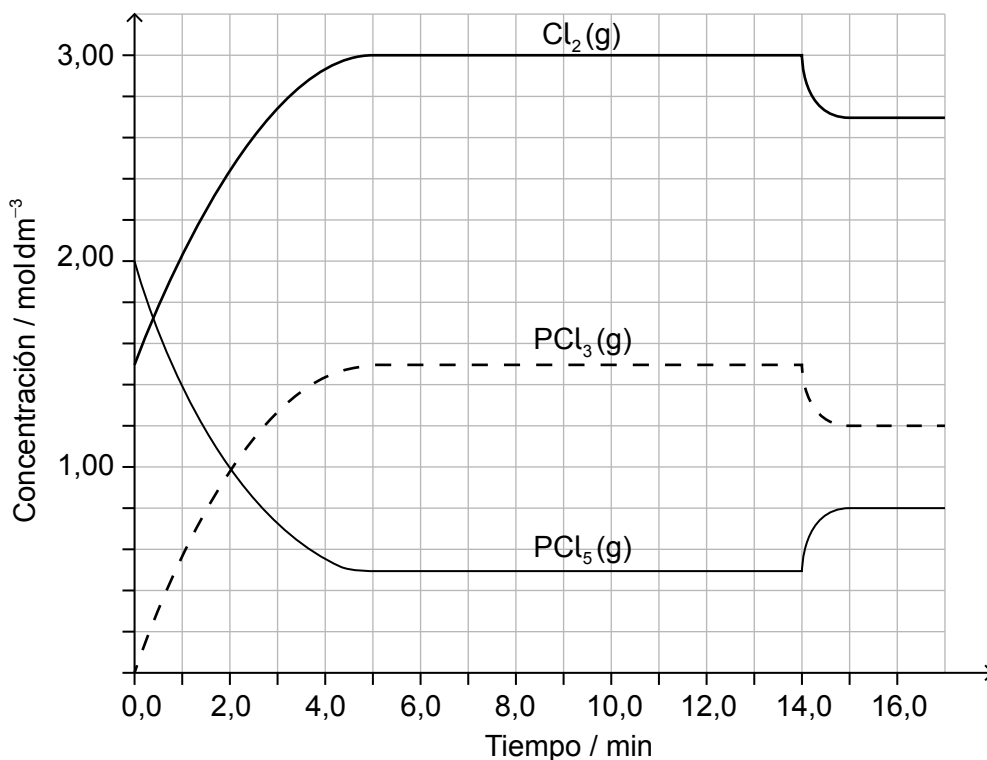
[1]

.....

.....



3. Se introdujo  $\text{PCl}_5(\text{g})$  y  $\text{Cl}_2(\text{g})$  en un recipiente sellado y se permitió que alcanzaran el equilibrio a  $200^\circ\text{C}$ . La variación de entalpía,  $\Delta H$ , para la descomposición de  $\text{PCl}_5(\text{g})$  es positiva.



[Fuente: <http://education.alberta.ca/media>]

- (a) (i) Deduzca la expresión de la constante de equilibrio,  $K_c$ , para la descomposición del  $\text{PCl}_5(\text{g})$ .

[1]

.....

.....

- (ii) Deduzca, dando una razón, el factor responsable de alcanzar el nuevo equilibrio después de transcurridos 14 minutos.

[2]

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 3: continuación)**

- (b) Deduzca la estructura de Lewis (representación de electrones mediante puntos), la geometría molecular y los ángulos de enlace del  $\text{PCl}_3$ .

[3]

Estructura de Lewis:

Geometría molecular:

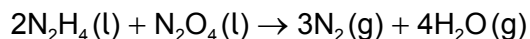
.....

Ángulos de enlace:

.....

**4. Los enlaces se pueden formar de muchas maneras.**

- (a) El módulo de aterrizaje de la misión Apolo usó combustible para cohetes formado por una mezcla de hidrazina,  $\text{N}_2\text{H}_4$ , y tetraóxido de dinitrógeno,  $\text{N}_2\text{O}_4$ .



- (i) Indique y explique la diferencia de fuerza de enlace entre los átomos de nitrógeno en una molécula de hidrazina y en una molécula de nitrógeno.

[2]

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

- (ii) Indique por qué el punto de ebullición de la hidrazina es mayor que el del tetraóxido de dinitrógeno.

[1]

.....  
.....

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



24EP07

Véase al dorso

**(Pregunta 4: continuación)**

(iii) Determine el estado de oxidación del nitrógeno en los dos reactivos. [1]

$N_2H_4$ :  
.....

$N_2O_4$ :  
.....

(iv) Deduzca, dando una razón, qué especie es el agente reductor. [1]

.....  
.....

(b) (i) Discuta el enlace en las estructuras de resonancia del ozono. [3]

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

(ii) Deduzca una estructura de resonancia del ozono y las correspondientes cargas formales sobre cada átomo de oxígeno. [2]

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

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





**(Pregunta 4: continuación)**

- (c) A continuación se dan las primeras seis energías de ionización, en  $\text{kJ mol}^{-1}$ , de un elemento.

$E_{I_1}$	$E_{I_2}$	$E_{I_3}$	$E_{I_4}$	$E_{I_5}$	$E_{I_6}$
578	1816	2744	11576	14829	18375

Explique el gran aumento de la energía de ionización de  $E_{I_3}$  a  $E_{I_4}$ .

[2]

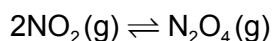
.....

.....

.....

.....

- (d) El equilibrio para una mezcla de  $\text{NO}_2$  y  $\text{N}_2\text{O}_4$  gaseosos se representa como:



A  $100^\circ\text{C}$ , la constante de equilibrio,  $K_c$ , es 0,21.

- (i) En un momento determinado, las concentraciones de  $\text{NO}_2(\text{g})$  y de  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  eran de 0,52 y 0,10  $\text{mol dm}^{-3}$  respectivamente. Deduzca, dando una razón, si en ese momento prevalecía la reacción directa o la inversa.

[2]

.....

.....

.....

- (ii) Comente sobre el valor de  $\Delta G$  cuando el cociente de reacción iguala a la constante de equilibrio,  $Q = K$ .

[2]

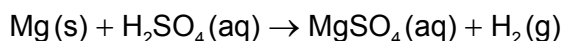
.....

.....

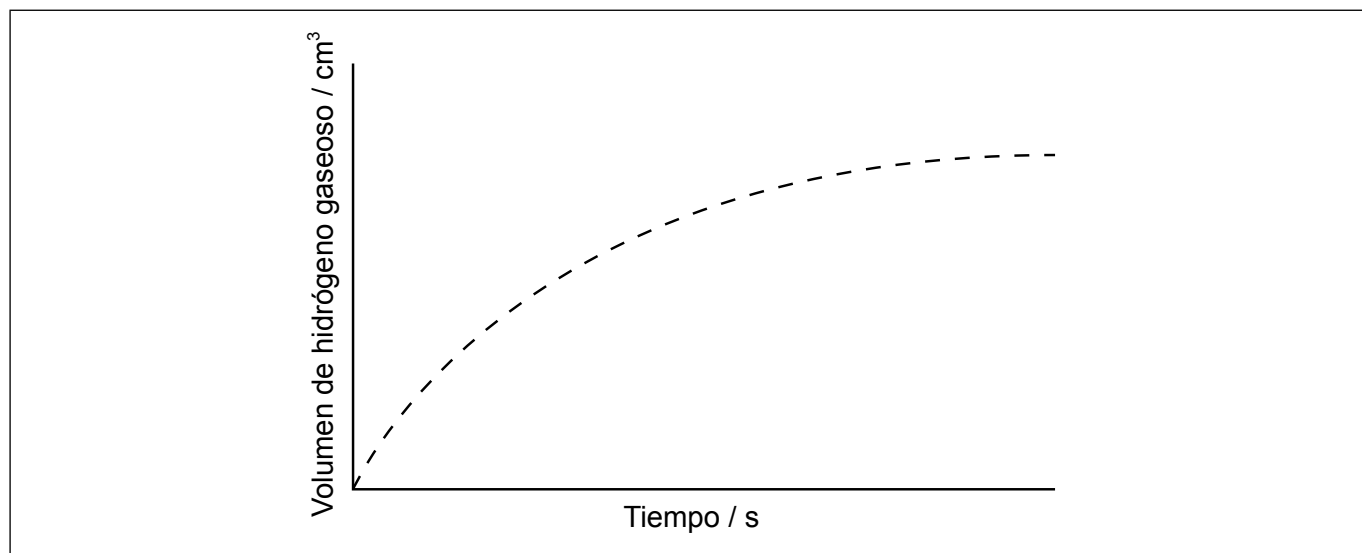
.....



5. (a) El magnesio reacciona con ácido sulfúrico:



El gráfico muestra los resultados de un experimento en el que se usó ácido sulfúrico diluido y un exceso de cinta de magnesio.

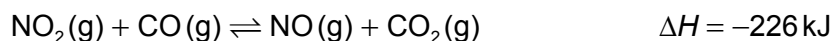


- (i) Resuma por qué la velocidad de la reacción disminuye con el tiempo. [1]

.....  
.....

- (ii) Dibuje aproximadamente, en el mismo gráfico, los resultados esperados si se repitiera el experimento con magnesio en polvo, manteniendo constante su masa y todas las demás variables. [1]

- (b) El dióxido de nitrógeno y el monóxido de carbono reaccionan de acuerdo con la siguiente ecuación:



Datos experimentales muestran que la reacción es de segundo orden con respecto al  $\text{NO}_2$  y de orden cero con respecto al  $\text{CO}$ .

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

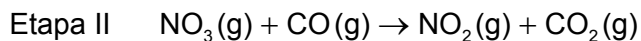
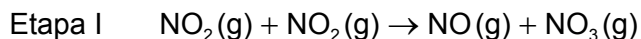
.....  
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 5: continuación)**

(ii) Se propone el siguiente mecanismo para la reacción.



Identifique, dando su razón, la etapa determinante de la velocidad de reacción. [1]

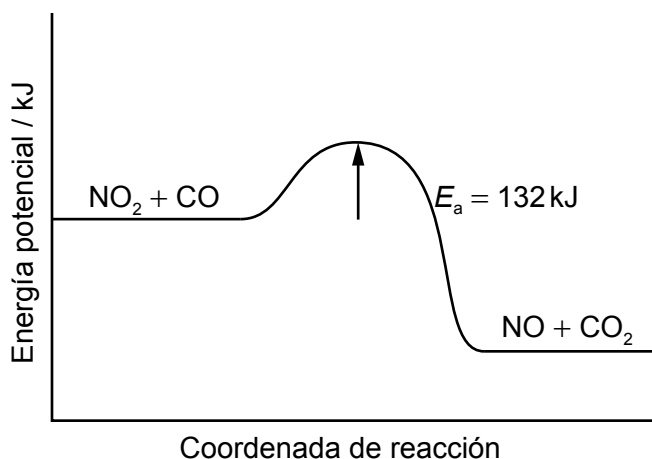
.....

.....

(iii) Indique un método que se pueda usar para medir la velocidad de esta reacción. [1]

.....

(iv) Calcule la energía de activación para la reacción inversa. [1]



.....

.....

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

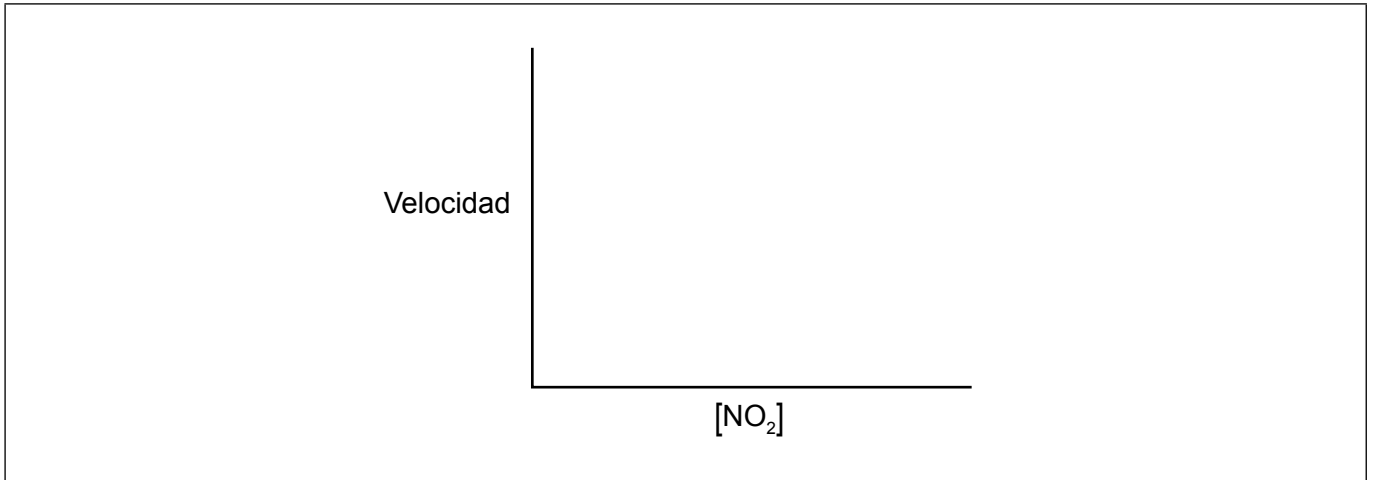


Véase al dorso

**(Pregunta 5: continuación)**

- (v) Dibuje aproximadamente la relación entre la velocidad de reacción y la concentración de NO<sub>2</sub>.

[1]



- (c) La ecuación de Arrhenius,  $k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}}$ , da la relación entre la constante de velocidad y la temperatura.

Indique cómo afecta la temperatura a la energía de activación.

[1]

.....  
.....

- (d) Indique la ecuación para la reacción del NO<sub>2</sub> en la atmósfera para producir deposición ácida.

[1]

.....  
.....



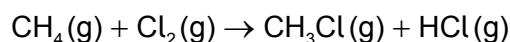
6. La cloración fotoquímica del metano puede producirse a baja temperatura.

(a) Use ecuaciones relevantes para mostrar las etapas de iniciación y propagación para esta reacción. [3]

Iniciación:  
.....

Propagación:  
.....  
.....

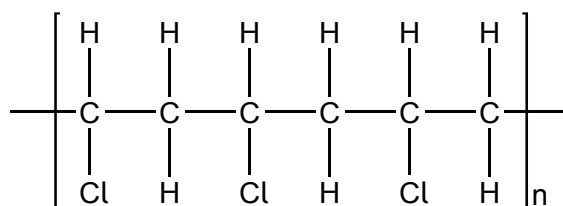
(b) La ecuación total para la monocloración del metano es:



Calcule la variación de entalpía estándar para la reacción,  $\Delta H^\ominus$ . Use la sección 12 del cuadernillo de datos. [2]

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

(c) El policloruro de vinilo (PVC) es un polímero que tiene la siguiente estructura.

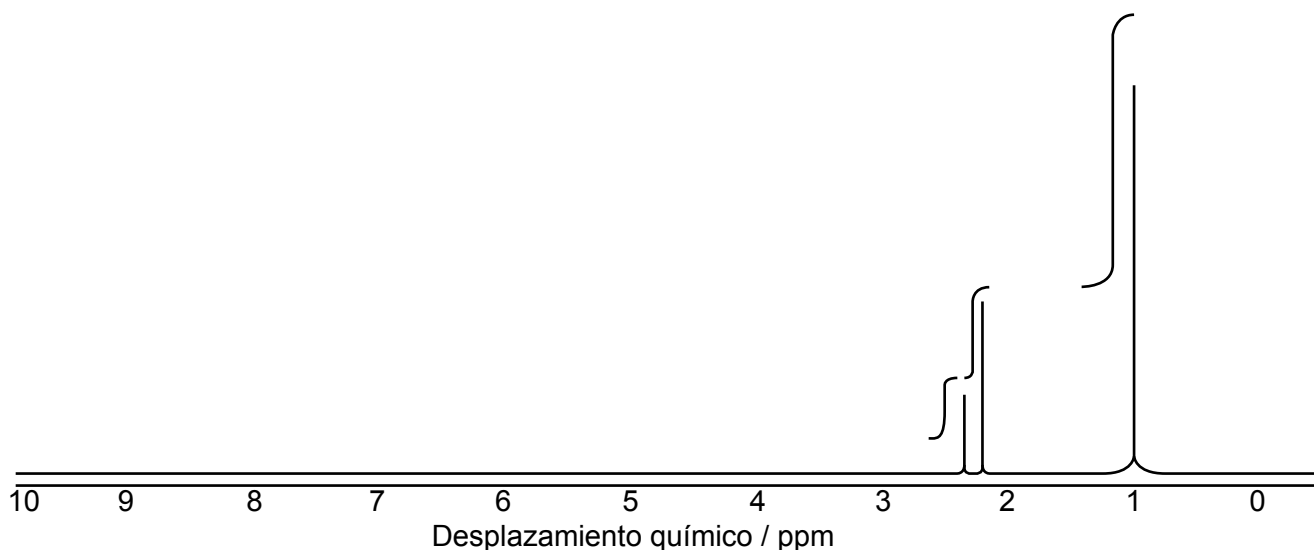


Indique la fórmula estructural del monómero del PVC. [1]

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



7. (a) Un compuesto de fórmula molecular  $C_7H_{14}O$  produjo el siguiente espectro de RMN de  $^1H$  de alta resolución.



- (i) Deduzca qué información se puede obtener del espectro de RMN de  $^1H$ . [3]

Número de ambientes de hidrógeno:

.....

Relación de los ambientes de hidrógeno:

.....

Patrones de desdoblamiento:

.....

- (ii) Identifique el grupo funcional que presenta estiramiento a  $1710\text{ cm}^{-1}$  en el espectro infrarrojo de este compuesto. Use la sección 26 del cuadernillo de datos y el espectro de RMN de  $^1H$ . [1]

.....

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



**(Pregunta 7: continuación)**

(iii) Sugiera la fórmula estructural de este compuesto. [2]

(b) (i) Se añadió bromo a hexano, 1-hexeno y benceno. Identifique qué compuesto(s) reaccionará(n) con bromo en un laboratorio bien iluminado. [1]

.....  
.....

(ii) Deduzca la fórmula estructural del principal producto orgánico que se forma cuando el 1-hexeno reacciona con bromuro de hidrógeno. [1]

.....  
.....

(c) (i) Indique los reactivos y el nombre del mecanismo para la nitración del benceno. [2]

Reactivos:

.....

Nombre del mecanismo:

.....

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



**(Pregunta 7: continuación)**

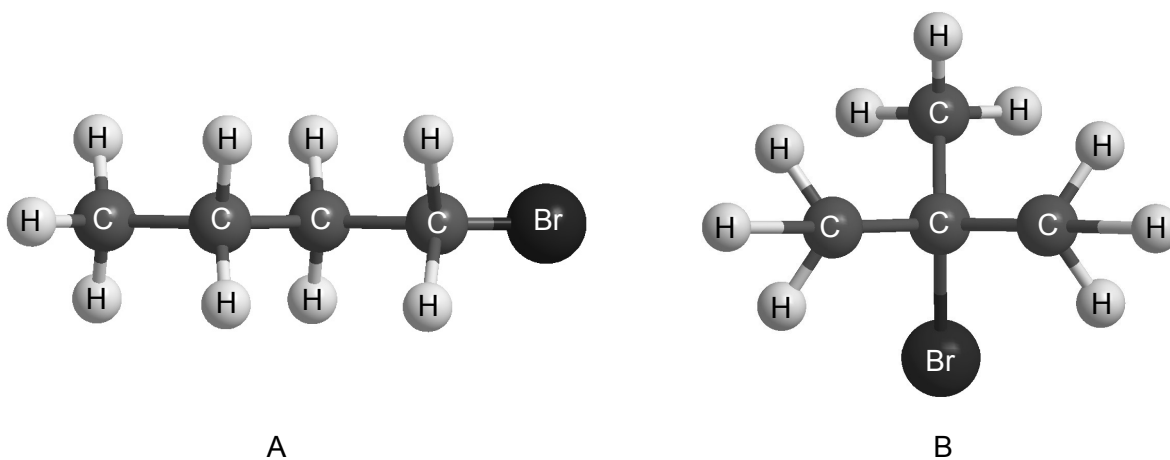
- (ii) Resuma, en términos de los enlaces presentes, por qué las condiciones de la reacción de halogenación son diferentes para los alcanos y el benceno. [1]

.....

.....

.....

- (d) A continuación hay dos isómeros, A y B, de fórmula molecular  $C_4H_9Br$ .



Explique el mecanismo de la reacción de sustitución nucleófila con  $NaOH(aq)$  para el isómero que reacciona casi exclusivamente por medio de un mecanismo  $S_N2$ . Use flechas curvas para representar el movimiento de los pares electrónicos. [3]

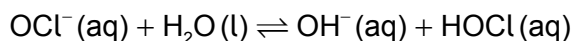
.....





8. Los ácidos y bases solubles se ionizan en agua.

(a) El hipoclorito de sodio se ioniza en agua.



(i) Identifique la especie anfiprótica. [1]

.....

(ii) Identifique un par ácido-base conjugado en la reacción. [1]

Ácido	Base
.....	.....

(b) Una solución que contenía 0,510 g de un ácido monoprótico desconocido, HA, se tituló con NaOH (aq) 0,100 mol dm<sup>-3</sup>. Se necesitaron 25,0 cm<sup>3</sup> para alcanzar el punto de equivalencia.

(i) Calcule la cantidad, en mol, de NaOH(aq) usado. [1]

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

(ii) Calcule la masa molar del ácido. [1]

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

(iii) Calcule la [H<sup>+</sup>] en la solución de NaOH. [1]

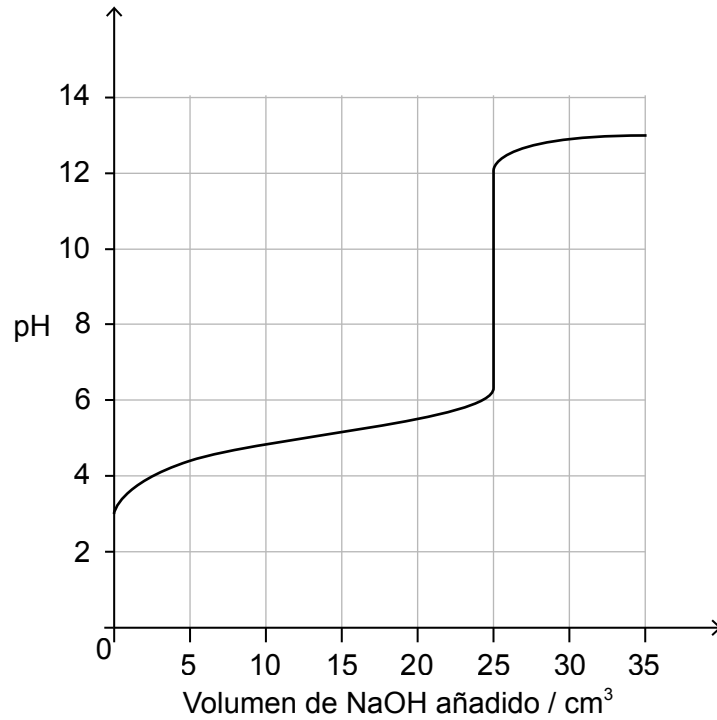
.....  
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 8: continuación)**

(iv) La siguiente curva se obtuvo usando una sonda de pH.



Indique, dando una razón, la fuerza del ácido.

[1]

.....  
.....

(v) Indique una técnica, diferente de la titulación de pH, que se pueda usar para determinar el punto de equivalencia.

[1]

.....  
.....

(vi) Deduzca el  $pK_a$  para este ácido.

[1]

.....  
.....

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



**(Pregunta 8: continuación)**

(c) El  $pK_a$  de una antocianina es 4,35. Determine el pH de una solución  $1,60 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$  con dos decimales.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

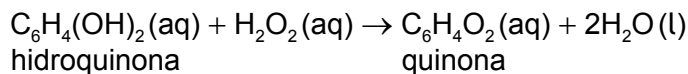
.....



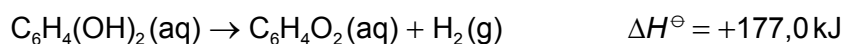
24EP19

Véase al dorso

9. El escarabajo bombardero atomiza una mezcla de hidroquinona y peróxido de hidrógeno para defenderse de los predadores. La ecuación para la reacción que ocurre durante la producción del aerosol se puede escribir como:



(a) (i) Calcule la variación de entalpía, en kJ, para la reacción de atomización, usando los datos de abajo. [2]



.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) La energía liberada por la reacción de un mol de peróxido de hidrógeno con hidroquinona se usa para calentar 850 cm<sup>3</sup> de agua inicialmente a 21,8 °C. Determine la mayor temperatura que alcanza el agua.

Capacidad calorífica específica del agua = 4,18 kJ kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>.

(Si no obtuvo una respuesta al apartado (i), use un valor de 200,0 kJ para la energía liberada, aunque este valor no sea la respuesta correcta.) [2]

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 9: continuación)**

- (b) (i) La hidrogenación del propeno produce propano. Calcule la variación de entropía estándar,  $\Delta S^\ominus$ , para la hidrogenación del propeno. [2]

Fórmula	$S^\ominus / \text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$
$\text{H}_2(\text{g})$	+131
$\text{C}_3\text{H}_6(\text{g})$	+267
$\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$	+270

.....

.....

.....

- (ii) La variación de entalpía estándar,  $\Delta H^\ominus$ , para la hidrogenación del propeno es  $-124,4 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Prediga la temperatura por encima de la cual la reacción de hidrogenación no es espontánea. [2]

.....

.....

.....

.....



**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