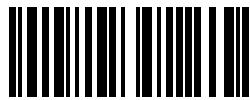


M14/4/CHEMI/HP2/SPA/TZ0/XX



22146126



International Baccalaureate®
Baccalauréat International
Bachillerato Internacional

QUÍMICA
NIVEL SUPERIOR
PRUEBA 2

Número de convocatoria del alumno

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

Lunes 19 de mayo de 2014 (tarde)

Código del examen

2 horas 15 minutos

2	2	1	4	-	6	1	2	6
---	---	---	---	---	---	---	---	---

INSTRUCCIONES PARA LOS ALUMNOS

- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Sección A: conteste todas las preguntas.
- Sección B: conteste dos preguntas.
- Escriba sus respuestas en las casillas provistas.
- 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 [90 puntos].

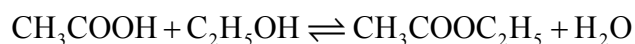


36EP01

SECCIÓN A

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

1. Una clase estudió el equilibrio que se establece cuando el ácido etanoico y el etanol reaccionan entre sí en presencia de un ácido fuerte, usando propanona como solvente inerte. La ecuación se da a continuación.



Un grupo preparó la siguiente **mezcla inicial**:

Líquido	Volumen / cm ³
Ácido etanoico	5,00 ± 0,05
Etanol	5,00 ± 0,05
Ácido clorhídrico acuoso 6,00 mol dm ⁻³	1,00 ± 0,02
Propanona	39,0 ± 0,5

- (a) La densidad del ácido etanoico es de 1,05 g cm⁻³. Determine la cantidad, en moles, de ácido etanoico presente en la mezcla inicial. [3]

.....
--

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

- (b) La concentración del ácido etanoico calculada es $1,748 \text{ mol dm}^{-3}$. Determine el porcentaje de incertidumbre de este valor. (Desprecie cualquier incertidumbre en la densidad y la masa molar.) [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) Después de transcurrida una semana, se pipeteó una muestra de $5,00 \pm 0,05 \text{ cm}^3$ de la mezcla final en equilibrio y se tituló con solución acuosa de hidróxido de sodio $0,200 \text{ mol dm}^{-3}$ para determinar el contenido de ácido etanoico remanente. Se obtuvieron los siguientes resultados de la titulación:

Número de titulación	1	2	3
Lectura inicial / $\text{cm}^3 \pm 0,05$	1,20	0,60	14,60
Lectura final / $\text{cm}^3 \pm 0,05$	28,80	26,50	40,70
Volumen usado / cm^3	27,60	25,90	26,10

- (i) Calcule la incertidumbre absoluta del volumen usado para la titulación 1 ($27,60 \text{ cm}^3$). [1]

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

- (ii) Sugiera el volumen promedio de álcali, requerido para neutralizar los $5,00 \text{ cm}^3$ de la muestra, que debería usar el estudiante. [1]

.....

.....

- (iii) $3,00 \text{ cm}^3$ de la solución acuosa de hidróxido de sodio $0,200 \text{ mol dm}^{-3}$ reaccionaron con el ácido clorhídrico presente en los $5,00 \text{ cm}^3$ de la muestra. Determine la concentración de ácido etanoico presente en la mezcla final en equilibrio. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iv) Deduzca la expresión de la constante de equilibrio para la reacción. [1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

- (v) Se calcularon las otras concentraciones en la mezcla de equilibrio como sigue:

Compuesto	C_2H_5OH	$CH_3COOC_2H_5$	H_2O
Concentración / $mol\ dm^{-3}$	0,884	0,828	1,80

Use estos datos, conjuntamente con su respuesta al apartado (iii), para determinar el valor de la constante de equilibrio. (Si no obtuvo una respuesta al apartado (iii), suponga que las concentraciones de etanol y ácido etanoico son iguales, a pesar de que este no sea el caso.)

[1]

.....

.....

- (d) Resuma cómo establecería que el sistema ha alcanzado el equilibrio una vez transcurrida una semana.

[1]

.....

.....

- (e) Resuma por qué un cambio de temperatura tiene solamente un efecto muy pequeño sobre el valor de la constante de equilibrio para este equilibrio.

[1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

- (f) Resuma qué efecto tendría el agregado de cierta cantidad de etanoato de etilo a la mezcla inicial sobre la cantidad de ácido etanoico convertido en producto. [2]

.....

.....

.....

.....

- (g) La propanona se usa como el solvente porque uno de los compuestos implicados en el equilibrio es insoluble en agua. Identifique este compuesto y explique por qué es insoluble en agua. [2]

.....

.....

.....

- (h) Sugiera **una** razón diferente de por qué el usar agua como solvente haría que el experimento fuera menos exitoso. [1]

.....

.....



2. Existen solo dos isótopos del cobre natural, el $^{63}_{29}\text{Cu}$ y el $^{65}_{29}\text{Cu}$.

(a) La masa atómica relativa del cobre es 63,55. Calcule el porcentaje de $^{63}_{29}\text{Cu}$ en el elemento natural. [2]

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

(b) Indique la configuración electrónica **completa** de un átomo de cobre. [1]

.....

(c) Explique por qué la mayoría de los compuestos de cobre(II) son coloreados mientras que la mayoría de los compuestos de cobre(I) no lo son. [2]

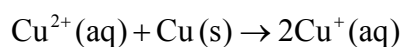
.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

- (d) Un químico consideró preparar una sal de cobre(I) haciendo reaccionar cobre metálico con la correspondiente sal de cobre(II) de acuerdo con la siguiente ecuación.



- (i) Usando los datos de la Tabla 14 del Cuadernillo de Datos, calcule el potencial de celda para esta reacción. [2]

.....

- (ii) Use este resultado para predecir, dando una razón, si esta reacción será espontánea. [1]

.....



3. La reacción entre 2-bromopropano e hidróxido de potasio puede originar dos productos orgánicos diferentes, dependiendo de las condiciones. Indique el nombre de cada producto orgánico y resuma las condiciones necesarias para obtener un rendimiento elevado de cada producto. [6]

	Producto 1	Producto 2
Nombre
Condiciones



4. El ozono, O_3 , presente en la alta atmósfera impide que la nociva radiación UV alcance la superficie terrestre

(a) Dibuje la estructura de Lewis del ozono.

[1]

(b) Indique la forma de la molécula de ozono y estime el ángulo de enlace.

[2]

Forma:

.....

Ángulo de enlace:

.....

(c) Indique la hibridación del átomo de oxígeno central.

[1]

.....

(d) Describa los dos enlaces oxígeno-oxígeno de la estructura de Lewis en términos de enlaces σ y π .

[1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 4: continuación)

- (e) En la realidad, la longitud de los dos enlaces oxígeno-oxígeno del ozono es igual. Deduzca a qué se debe este hecho y cómo se podría comparar la longitud de estos enlaces con la de los enlaces oxígeno-oxígeno en el peróxido de hidrógeno, H_2O_2 , y en la molécula de oxígeno, O_2 .

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



36EP11

Véase al dorso

SECCIÓN B

Conteste **dos** preguntas. Escriba sus respuestas en las casillas provistas.

5. Las lejías en las que el cloro es el ingrediente activo son las más frecuentes, aunque algunos grupos medioambientales están preocupados acerca de su uso.

- (a) (i) Describa la variación de color que se produce cuando se añade cloro acuoso a bromuro de sodio acuoso. [1]

.....

- (ii) Resuma, con la ayuda de una ecuación química, por qué se produce esta reacción. [2]

.....

- (b) En el cloro acuoso el siguiente equilibrio origina ácido clórico(I) (ácido hipocloroso), HOCl, lejía activa.



- (i) El ácido clórico(I) es un ácido débil, pero el ácido clorhídrico es un ácido fuerte. Resuma cuál es la evidencia de este hecho en la ecuación de arriba. [1]

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

- (ii) Indique una ecuación ajustada para la reacción del ácido clórico(I) con agua. [1]

.....
.....

- (iii) Resuma, en términos del equilibrio en el cloro acuoso, por qué es peligroso usar un limpiador de baños ácido en combinación con este tipo de lejías. [2]

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

- (iv) Sugiera por qué una molécula covalente, como el ácido clórico(I), es fácilmente soluble en agua. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

- (v) La neutralización parcial del ácido clórico(I) crea una solución tampón. Dado que el pK_a del ácido clórico(I) es 7,53, determine el pH de una solución que contiene $[HOCl] = 0,100 \text{ mol dm}^{-3}$ y $[ClO^-] = 0,0500 \text{ mol dm}^{-3}$. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (vi) Describa, usando HIn para representar al indicador en su forma ácida, por qué un indicador cambia de color cuando se le añade un exceso de álcali. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

(c) El clorato(I) de sodio acuoso, NaOCl, el ingrediente activo más común de las lejías a base de cloro, oxida los materiales coloreados a productos incoloros mientras se reduce a ion cloruro. También oxidará al dióxido de azufre a ion sulfato.

(i) Deduzca una ecuación química ajustada para la reacción entre el ion clorato(I) y el dióxido de azufre a partir de las semiecuaciones apropiadas. [4]

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

(ii) Indique los números de oxidación inicial y final del cloro y el azufre en la ecuación final. [2]

Elemento	Número de oxidación inicial	Número de oxidación final
Cloro		
Azufre		

(d) El potencial estándar de electrodo para la reducción del ion clorato(V) originando ion cloruro es de +1,49 V.

(i) Defina el término *potencial estándar de electrodo*. [1]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

- (ii) Haciendo referencia a la Tabla 14 del Cuadernillo de Datos, deduzca, dando una razón, si la oxidación del ion cromo(III) a ion dicromato(VI) por acción del ion clorato(V) es energéticamente posible. [2]

.....

.....

.....

.....

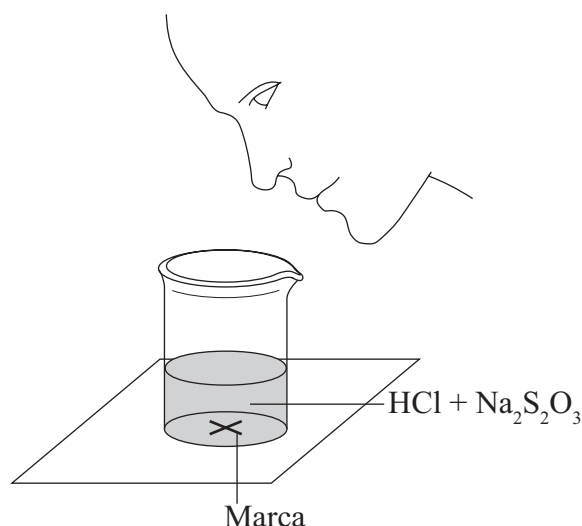
.....



6. Un grupo de estudiantes investigó la velocidad de la reacción entre tiosulfato de sodio acuoso y ácido clorhídrico de acuerdo con la siguiente ecuación.



Los dos reactivos se mezclaron rápidamente en un recipiente que se colocó sobre un trozo de papel con una marca. Se midió y registró el tiempo necesario para que el precipitado de azufre ocultara la marca cuando se observara a través de la mezcla de reacción.



Inicialmente, midieron $10,0\text{cm}^3$ de solución de ácido clorhídrico $0,500\text{mol dm}^{-3}$ y luego añadieron $40,0\text{cm}^3$ de tiosulfato de sodio acuoso $0,0200\text{mol dm}^{-3}$. La marca del papel se ocultó 47 segundos después de haber mezclado las soluciones.

- (a) El profesor pidió a los estudiantes que midieran el efecto de reducir la concentración de tiosulfato de sodio a la mitad sobre la velocidad de reacción.

(i) Indique qué volúmenes de líquidos debieron mezclar.

[1]

Líquido	HCl $0,500\text{mol dm}^{-3}$	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ $0,0200\text{mol dm}^{-3}$	Agua
Volumen / cm^3			

(ii) Indique por qué es importante que los estudiantes usen un recipiente similar para ambas reacciones.

[1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



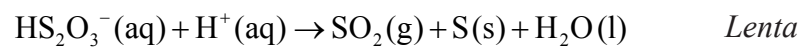
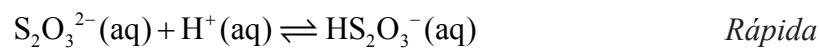
(Pregunta 6: continuación)

- (iii) Si la reacción fuera de primer orden respecto del ion tiosulfato, prediga el tiempo que tardaría en desaparecer la marca del papel cuando se hubiera reducido a la mitad la concentración de la solución de tiosulfato de sodio. [1]

.....

.....

- (b) Un mecanismo propuesto para esta reacción es:



- (i) Deduzca la expresión de velocidad para este mecanismo. [1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

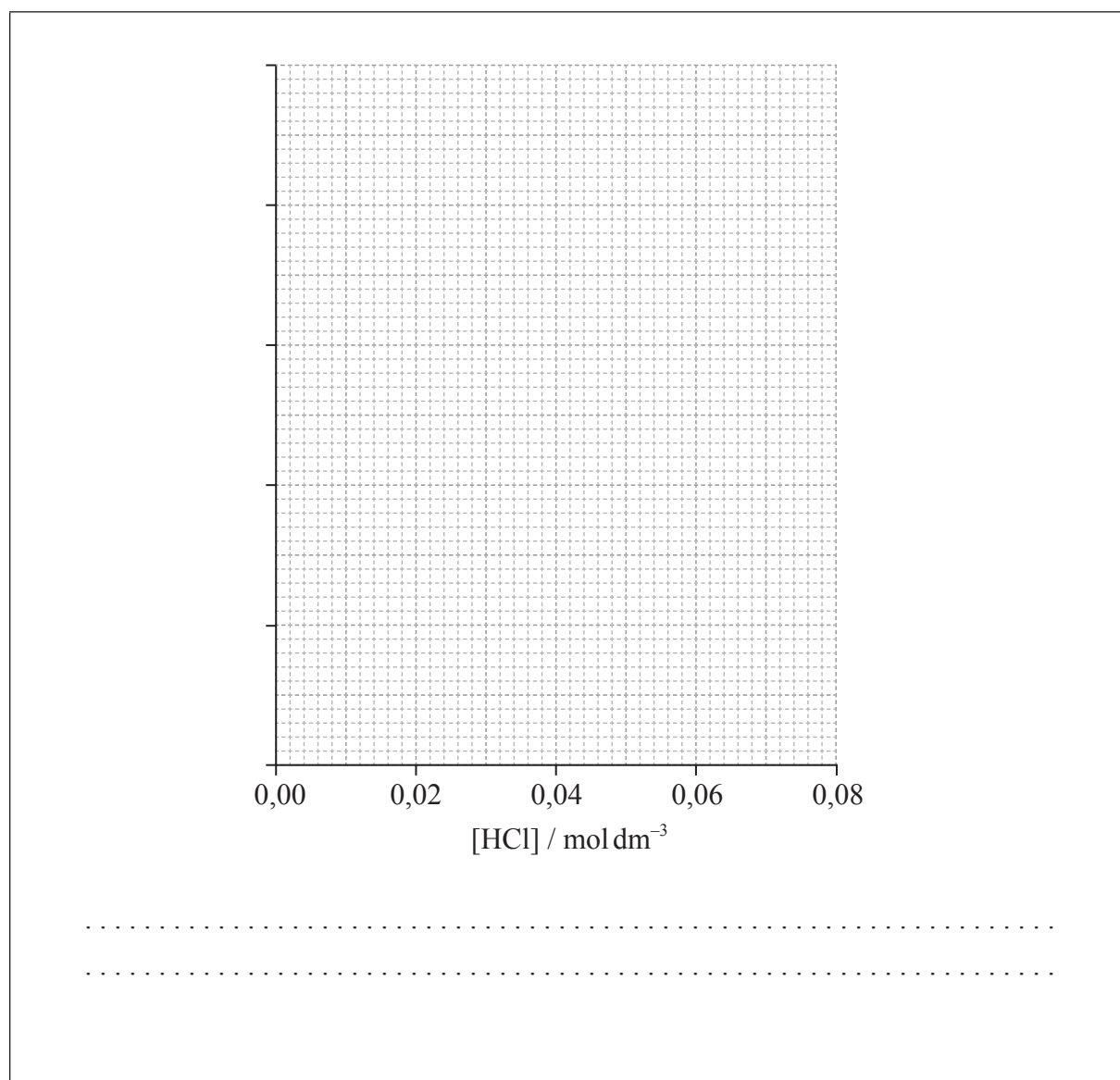


(Pregunta 6: continuación)

- (ii) Los resultados de un experimento para investigar el efecto de la concentración de ácido clorhídrico sobre la velocidad, manteniendo la concentración de tiosulfato en su valor original, se dan en la siguiente tabla.

[HCl] / mol dm⁻³	0,020	0,040	0,060	0,080
Tiempo / s	89,1	72,8	62,4	54,2

Sobre los ejes proporcionados, dibuje un gráfico apropiado para investigar el orden de la reacción con respecto al ácido clorhídrico. [3]



(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 6: continuación)

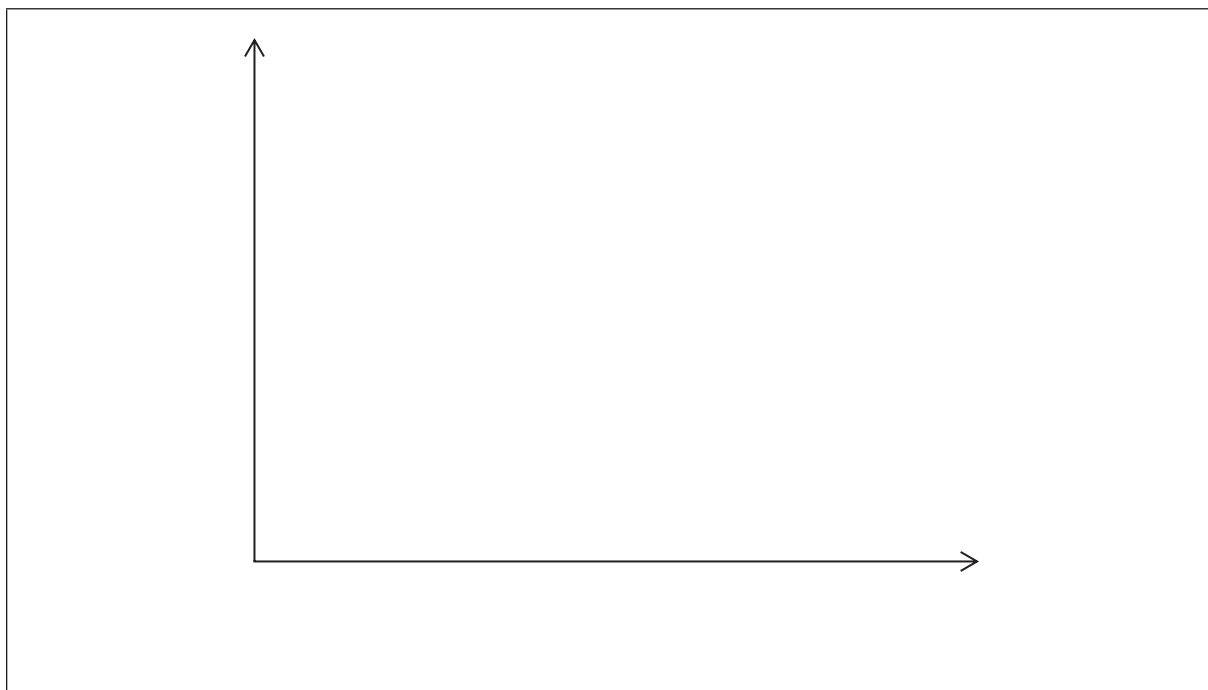
- (iii) Identifique **dos** razones por las que estos datos **no** sustentan la expresión de velocidad deducida en el apartado (i). [2]

.....

.....

.....

- (c) (i) Esquematice y rotule, indicando una energía de activación aproximada, las curvas de distribución de energía de Maxwell-Boltzmann para dos temperaturas, T_1 y T_2 ($T_2 > T_1$), a las cuales la velocidad de la reacción fuera significativamente diferente. [3]



(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 6: continuación)

- (ii) Explique por qué el aumentar la temperatura de la mezcla de reacción aumentaría significativamente la velocidad de la reacción. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (d) El profesor pidió a los estudiantes que idearan otra técnica para medir la velocidad de esta reacción.

- (i) Un grupo sugirió registrar el tiempo que tarda el pH de la solución en cambiar en una unidad. Calcule el pH inicial de la mezcla de reacción original. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Deduzca el porcentaje de ácido clorhídrico que se habría usado para producir una variación de pH de una unidad. [1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



36EP21

Véase al dorso

(Pregunta 6: continuación)

(e) Otro grupo sugirió recoger el dióxido de azufre y dibujar un gráfico del volumen del gas en función del tiempo.

(i) Calcule qué volumen de dióxido de azufre, en cm^3 , produciría la mezcla original de reacción si se recogiera a $1,00 \times 10^5$ Pa y 300 K. [3]

.....

.....

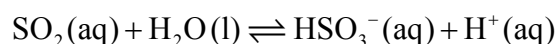
.....

.....

.....

.....

(ii) El dióxido de azufre, una causa fundamental de la lluvia ácida, es bastante soluble en agua estableciéndose el equilibrio que se muestra a continuación.



Dado que el valor de K_a para este equilibrio es $1,25 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$, determine el pH de una solución de dióxido de azufre $2,00 \text{ mol dm}^{-3}$. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

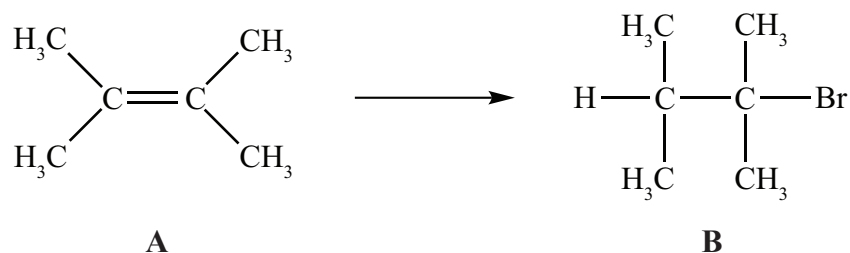
.....

(iii) Usando la Tabla 15 del Cuadernillo de datos, identifique un ácido orgánico que sea más fuerte que el dióxido de azufre. [1]

.....



7. Los alquenos, como **A** (que se muestra a continuación), son importantes intermediarios en la industria petroquímica porque sufren reacciones de adición para producir una amplia variedad de productos, como el de la conversión que se muestra a continuación.



- (a) Indique el reactivo requerido para convertir **A** en **B**. [1]

.....

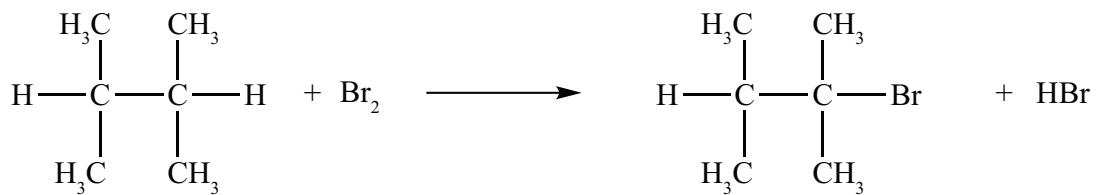
- (b) También es posible convertir **B** en **A**. Explique el mecanismo de esta reacción usando flechas curvas para representar el movimiento de los pares electrónicos. [4]

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 7: continuación)

(c) Otra forma de obtener **B** es la reacción que se muestra a continuación.



(i) Indique las condiciones requeridas para que se produzca esta reacción. [1]

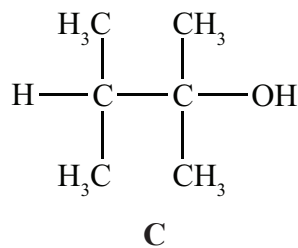
.....

(ii) Resuma por qué se obtendría un bajo rendimiento del producto deseado. [1]

.....

.....

(d) **B** se puede convertir en **C**.



(i) Indique el reactivo requerido. [1]

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 7: continuación)

- (ii) Indique la expresión de velocidad que esperaría para la conversión de **B** en **C**. [1]

.....
.....

- (iii) Explique por qué **C** **no** sería ópticamente activo. [2]

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

- (iv) Indique por qué **C** no es oxidado fácilmente por el dicromato(VI) de potasio acidificado. [1]

.....
.....

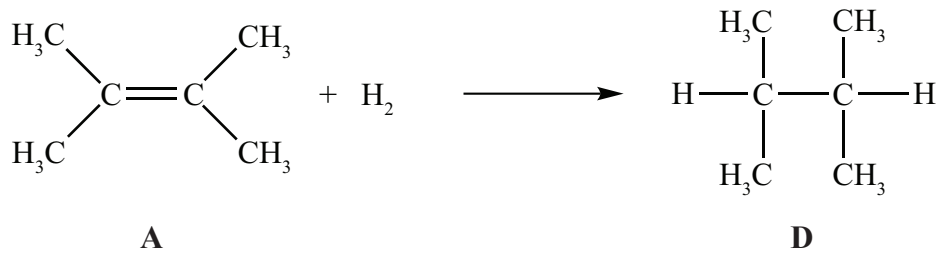
- (v) Deduzca la fórmula estructural de un isómero de **C** que sea ópticamente activo y también pueda ser oxidado a ácido carboxílico por el dicromato(VI) de potasio acidificado. [2]

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 7: continuación)

(e) En fase gaseosa, **A** reacciona con hidrógeno para formar **D**.



(i) Indique las condiciones requeridas para que se produzca esta reacción. [1]

.....

.....

(ii) Resuma un uso de las reacciones de hidrogenación como esta para la fabricación de comestibles. [1]

.....

.....

(iii) Indique, con una razón, si espera que la variación de entropía de esta reacción sea positiva o negativa. [1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 7: continuación)

- (iv) Dado que la variación de entalpía de formación de los compuestos **A** y **D**, en fase gaseosa, es -68 kJ mol^{-1} y -178 kJ mol^{-1} , respectivamente, calcule la variación de entalpía para la reacción de **A** con hidrógeno. [2]

.....

.....

.....

.....

- (v) Explique cómo depende la espontaneidad de esta reacción de la temperatura a la que se produce. [2]

.....

.....

.....

.....

- (vi) La variación de entalpía estándar de combustión de **A** es $-4000 \text{ kJ mol}^{-1}$. Calcule la cantidad de **A**, en moles, que debería arder para aumentar la temperatura de 1 dm^3 de agua de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ a $100 \text{ }^\circ\text{C}$. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 7: continuación)

(vii) El compuesto **D** es un isómero del hexano. Prediga, dando razones, cómo se comparan los puntos de ebullición de ambos compuestos. [2]

.....

.....

.....

.....



8. El magnesio, metal reactivo que se encuentra en muchos minerales comunes, es también un nutriente esencial para las plantas y los animales.

(a) Defina el término *energía de primera ionización*.

[2]

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

(b) Las sucesivas energías de ionización del magnesio se dan en la siguiente tabla.

	Primera	Segunda	Tercera
Energía requerida / kJ mol^{-1}	738	1450	7730

(i) Explique por qué la energía de segunda ionización es mayor que la energía de primera ionización.

[2]

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

(ii) Explique por qué la energía de tercera ionización es **mucho** mayor que la energía de segunda ionización.

[2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 8: continuación)

- (c) A pesar de que el magnesio se halla normalmente como Mg^{2+} en sus compuestos, es posible usar el ciclo de Born–Haber para investigar la posibilidad de que el Mg^+ forme compuestos estables.

Use los datos de energía de ionización del apartado (b), conjuntamente con los datos que se proporcionan a continuación, para determinar la variación de entalpía de formación del MgCl(s) . Suponga que, puesto que el tamaño del Mg^+ es similar al del Na^+ , el MgCl tenga una entalpía de red similar a la del NaCl .

Entalpía de atomización del Mg	+146 kJ mol ⁻¹
Entalpía de enlace del Cl ₂	+243 kJ mol ⁻¹
Afinidad electrónica del Cl	-349 kJ mol ⁻¹
Entalpía de red del NaCl	+790 kJ mol ⁻¹

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

- (d) Considere las entalpías de red del MgF_2 , MgCl_2 y CaCl_2 . Enumérelos del más endotérmico al menos endotérmico y explique su orden.

[3]

.....

Más endotérmico → Menos endotérmico

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 8: continuación)

- (e) El hidróxido de magnesio, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, es solo parcialmente soluble en agua y el equilibrio siguiente solo se produce cuando existe un exceso de sólido en contacto con la solución saturada.



Resume cómo variará la solubilidad del hidróxido de magnesio con el pH.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (f) El magnesio metálico se usa principalmente como componente de aleaciones livianas, particularmente en combinación con aluminio y titanio.

(i) Describa el enlace presente en el magnesio metálico.

[2]

.....

.....

.....

(ii) Sugiera por qué el magnesio es más duro que el sodio.

[1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 8: continuación)

- (iii) Resuma por qué las aleaciones son generalmente menos maleables que los metales que las forman. [1]

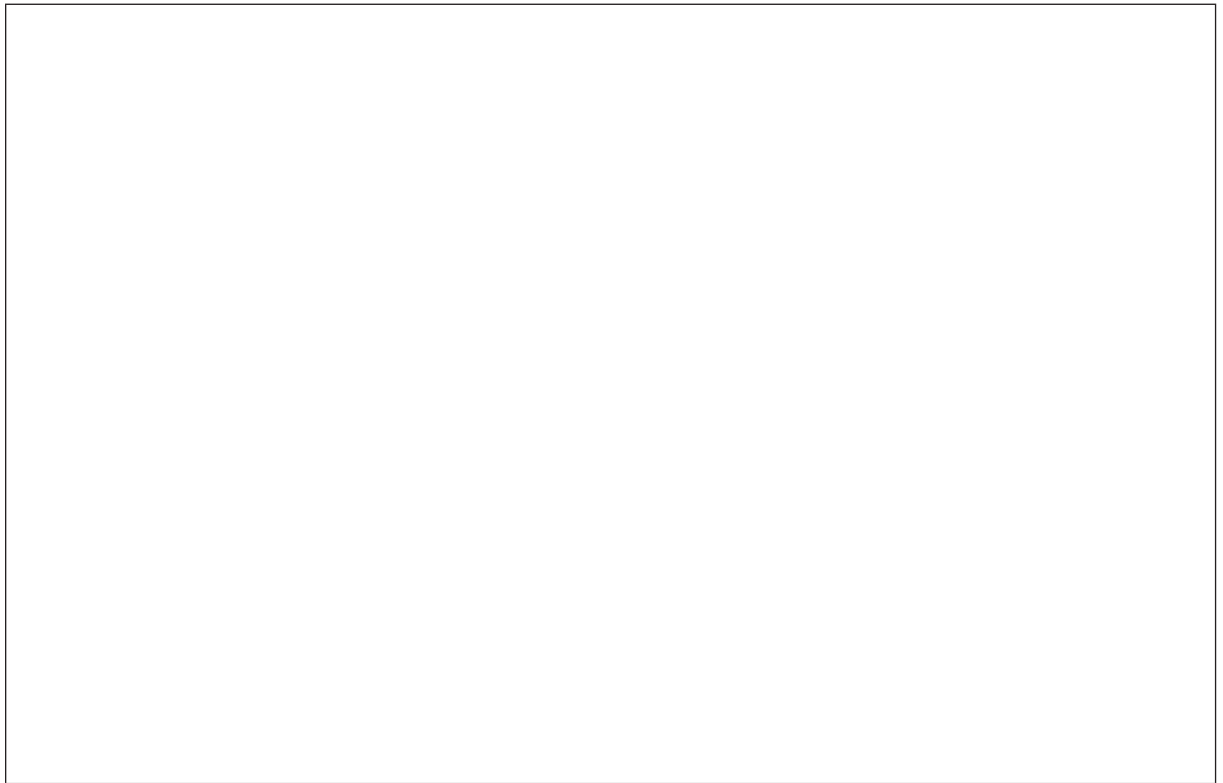
.....

.....

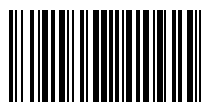
.....

- (g) El magnesio se obtiene generalmente por electrólisis de cloruro de magnesio fundido.

- (i) Dibuje un diagrama rotulado de un aparato adecuado para la electrólisis. [2]



(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 8: continuación)

- (ii) Indique ecuaciones para las reacciones que se producen en los electrodos. [2]

Reacción en el electrodo negativo (cátodo):

.....

Reacción en el electrodo positivo (ánodo):

.....

- (iii) Cuando se usa como electrolito una solución acuosa **diluida** de cloruro de magnesio, las reacciones en ambos electrodos son diferentes. Indique ecuaciones para las reacciones que se producen en solución acuosa. [2]

Reacción en el electrodo negativo (cátodo):

.....

Reacción en el electrodo positivo (ánodo):

.....

- (iv) Resuma por qué en la electrólisis de cloruro de magnesio acuoso no se produce magnesio metálico. [1]

.....

.....



No escriba en esta página.

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



No escriba en esta página.

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



No escriba en esta página.

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



36EP36