



88136126

**QUÍMICA**  
**NIVEL SUPERIOR**  
**PRUEBA 2**

Número de convocatoria del alumno

0	0							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

Lunes 18 de noviembre de 2013 (tarde)

2 horas 15 minutos

Código del examen

8	8	1	3	-	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].

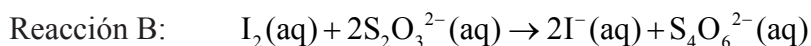
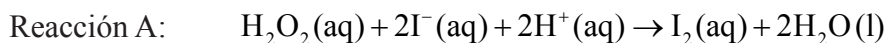


32EP01

### SECCIÓN A

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

1. La cinética de reacción se puede investigar usando la reacción del reloj de yodo. Las ecuaciones para dos de las reacciones que se producen se dan a continuación.



La reacción B es mucho más rápida que la reacción A, por eso el yodo,  $\text{I}_2$ , formado en la reacción A, reacciona inmediatamente con los iones tiosulfato,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , en la reacción B, antes de que pueda reaccionar con el almidón para formar el complejo almidón-yodo de color azul-negro tan conocido.

En un experimento la mezcla de reacción contenía:

- 5,0 ± 0,1 cm<sup>3</sup> de peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 2,00 mol dm<sup>-3</sup>
- 5,0 ± 0,1 cm<sup>3</sup> de almidón acuoso al 1%
- 20,0 ± 0,1 cm<sup>3</sup> de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 1,00 mol dm<sup>-3</sup>
- 20,0 ± 0,1 cm<sup>3</sup> de tiosulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 0,0100 mol dm<sup>-3</sup>
- 50,0 ± 0,1 cm<sup>3</sup> de agua con 0,0200 ± 0,0001 g de yoduro de potasio (KI) disuelto.

Después de 45 segundos esta mezcla cambió repentinamente de incolora a azul-negro.

- (a) La concentración de iones yoduro,  $\text{I}^-$ , se supone constante. Resuma por qué esta es una suposición válida. [1]

.....

.....

.....

- (b) Para esta mezcla, la concentración de peróxido de hidrógeno,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , también se puede suponer constante. Explique por qué esta suposición es válida. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



*(Pregunta 1: continuación)*

- (c) Explique por qué la solución cambia de color repentinamente. [2]

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

- (d) (i) Calcule la incertidumbre total, en  $\text{cm}^3$ , del volumen de la mezcla de reacción. [1]

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

- (ii) Calcule la incertidumbre porcentual de la concentración de yoduro de potasio en la solución añadida a la mezcla total de reacción. [1]

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

- (iii) Determine la incertidumbre porcentual de la concentración de yoduro de potasio en la solución final de reacción. [1]

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

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



(Pregunta 1: continuación)

- (e) El cambio de color se produce cuando se han formado  $1,00 \times 10^{-4}$  moles de yodo. Use el volumen total de la solución y el tiempo que tarda, para calcular la velocidad de la reacción, incluyendo las unidades adecuadas. [4]

.....

.....

.....

.....

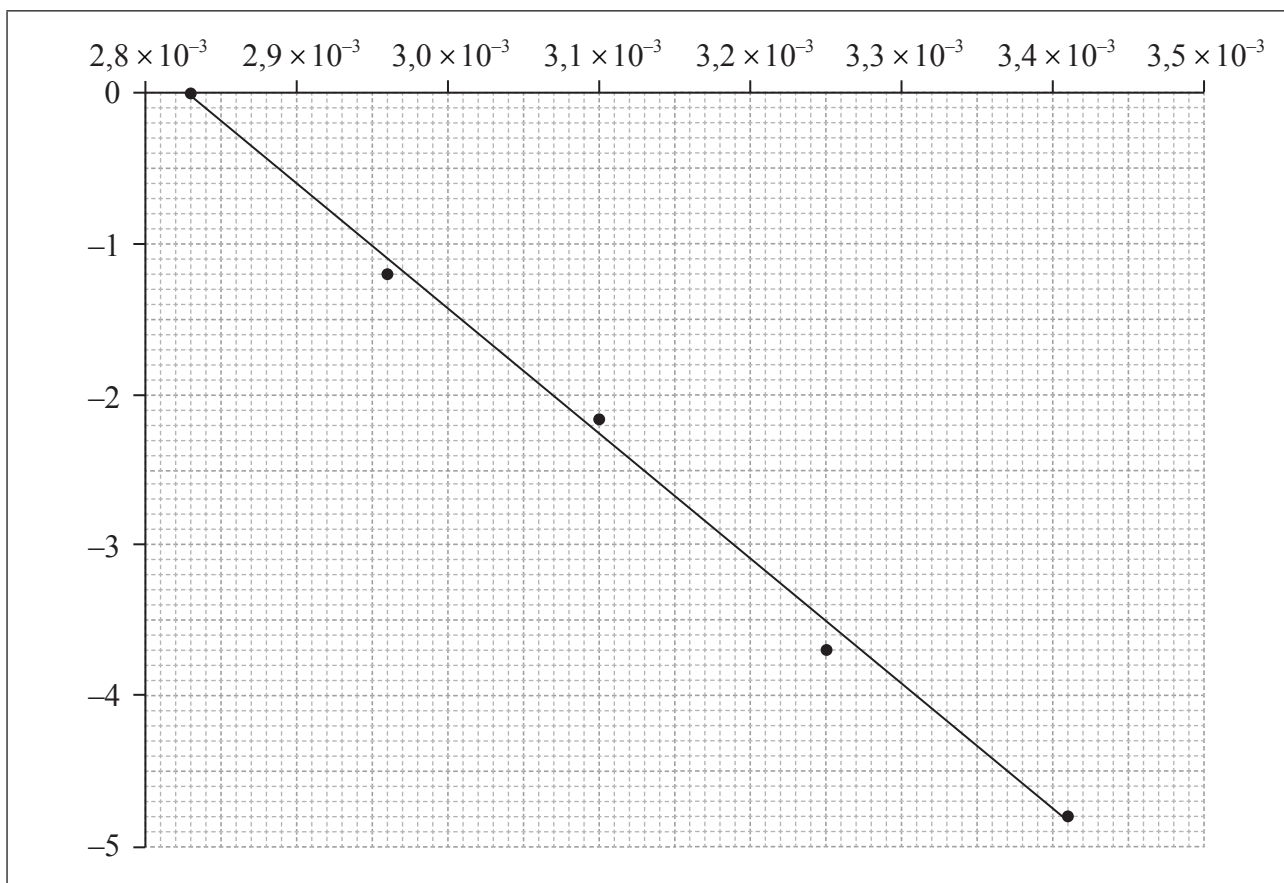
.....

.....

.....

.....

- (f) La energía de activación se puede determinar usando la ecuación de Arrhenius, que está en la Tabla 1 del Cuadernillo de Datos. El experimento se llevó a cabo a cinco temperaturas diferentes. A continuación se muestra un gráfico incompleto basado en estos resultados, para determinar la energía de activación de la reacción.



(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta 1: continuación)

- (i) Indique los rótulos de cada eje. [2]

Eje x:  
.....  
Eje y:  
.....

- (ii) Use el gráfico para determinar la energía de activación de la reacción, en  $\text{kJ mol}^{-1}$ , corregido a **tres** cifras significativas. [3]

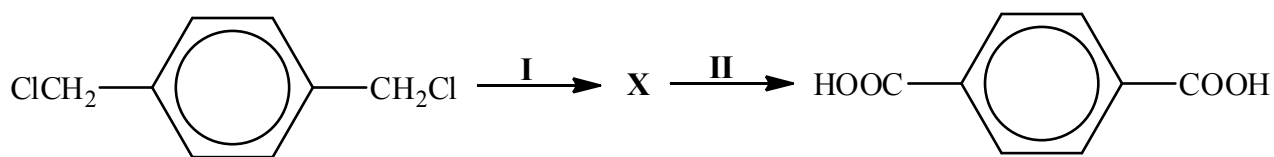
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

- (g) En otro experimento, también se añadieron 0,100 g de un polvo negro manteniendo invariables las demás concentraciones y volúmenes. El tiempo que tardó la solución en cambiar de color fue de 20 segundos. Resuma por qué piensa que el cambio de color se produjo más rápidamente y cómo podría confirmar su hipótesis. [2]

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



2. Considere la ruta de reacción en dos etapas que se da a continuación.



(a) Deduzca la fórmula estructural del compuesto **X**.

[1]

(b) Indique los reactivos y condiciones requeridas para la etapa **II** de la ruta.

[2]

Reactivos:

.....

.....

Condiciones:

.....

.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



(Pregunta 2: continuación)

(c) El producto final puede reaccionar con 1,2-etanodiol,  $\text{HOCH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ , para producir un polímero.

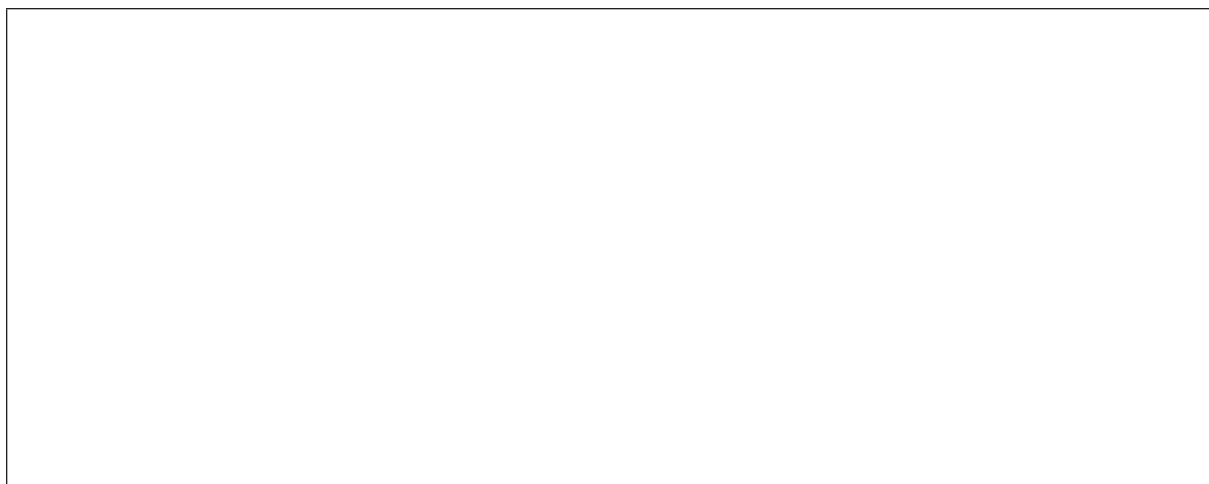
(i) Indique el tipo de polimerización implicada.

[1]

.....

(ii) Dibuje la estructura de una parte del polímero obtenido que contenga **dos** moléculas de cada monómero.

[1]



3. El nitrato de calcio contiene enlaces covalentes y enlaces iónicos.

(a) (i) Indique la fórmula de **ambos** iones presentes y la naturaleza de la fuerza entre esos iones. [2]

Iones:  
.....  
Naturaleza de la fuerza:  
.....

(ii) Indique qué átomos están unidos con enlace covalente. [1]

.....

(b) El enlace en el ion nitrato implica deslocalización electrónica. Explique el significado de deslocalización electrónica y de qué forma afecta al ion. [2]

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

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*





*(Pregunta 3: continuación)*

(c) El nitrógeno también forma óxidos, que son contaminantes atmosféricos.

(i) Resuma la fuente de estos óxidos. [1]

.....

(ii) Indique **un** producto formado a partir de su reacción con agua. [1]

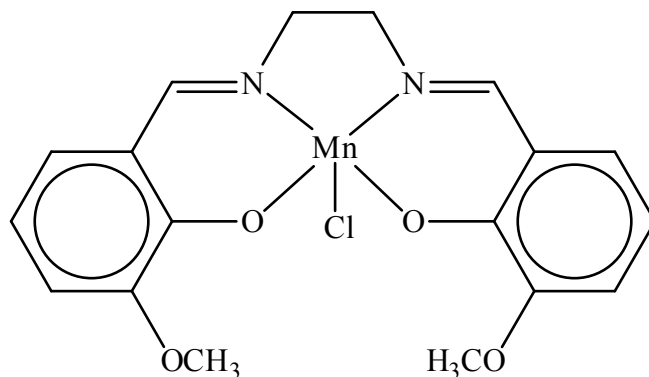
.....

(iii) Indique **un** problema ambiental causado por estos contaminantes atmosféricos. [1]

.....



4. El EUK-134, cuya estructura se da a continuación, es un ion complejo de manganeso(III) que se usa en productos protectores solares caros debido a sus poderosas propiedades antioxidantes.



- (a) Indique la configuración electrónica del ion manganeso en el EUK-134. [1]

.....

- (b) Indique el nombre que se da a las especies que se enlazan a un ion metálico central, e identifique el tipo de enlace presente. [2]

Nombre dado:  
.....

Tipo de enlace:  
.....

- (c) Los metales de transición tienen ciertas propiedades características. Indique **dos** propiedades del EUK-134 que estén involucradas en la rápida disminución de la concentración de agentes oxidantes. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



*(Pregunta 4: continuación)*

- (d) Las sustancias como el EUK-134 con frecuencia son coloreadas. Explique por qué los compuestos de los metales de transición absorben radiación visible. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



32EP11

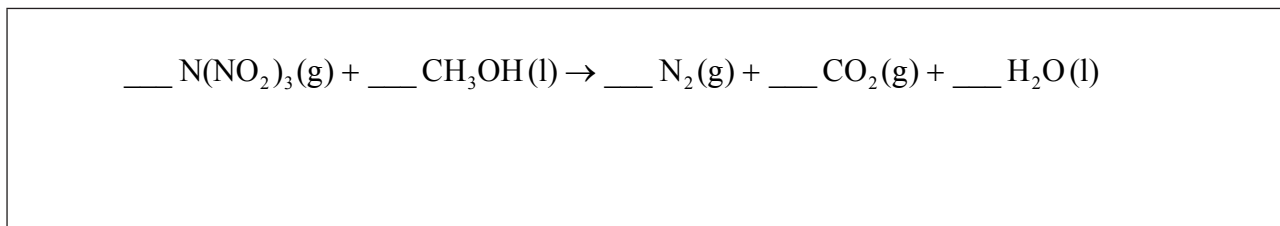
**Véase al dorso**

### SECCIÓN B

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

5. En diciembre de 2010, investigadores en Suecia anunciaron la síntesis de la N,N-dinitronitramida,  $\text{N}(\text{NO}_2)_3$ . Especularon que este compuesto, comúnmente llamado trinitramida, podría tener un potencial importante como combustible oxidante en cohetes que no contamina el ambiente.

(a) El metanol reacciona con la trinitramida para formar nitrógeno, dióxido de carbono y agua. Deduzca los coeficientes requeridos para ajustar la ecuación para esta reacción. [1]



(b) Sugiera **una** razón por la que la trinitramida podría ser menos contaminante para el ambiente que otros combustibles oxidantes de cohetes como el perclorato de amonio ( $\text{NH}_4\text{ClO}_4$ ). [1]

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

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



*(Pregunta 5: continuación)*

- (c) Calcule la variación de entalpía, en  $\text{kJ mol}^{-1}$ , que se produce cuando un mol de trinitramida se descompone en sus elementos, usando los datos de entalpía de enlace de la Tabla 10 del Cuadernillo de Datos. Suponga que todos los enlaces N–O en esta molécula tienen una entalpía de enlace de  $305 \text{ kJ mol}^{-1}$ . [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (d) La variación de entropía,  $\Delta S$ , para la descomposición de la trinitramida se ha estimado en  $+700 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ . Comente sobre el signo de  $\Delta S$ . [2]

.....

.....

.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



*(Pregunta 5: continuación)*

- (e) Usando  $+700\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$  como el valor de la variación de la entropía en conjunto con su respuesta al apartado (c), calcule  $\Delta G$ , en  $\text{kJ mol}^{-1}$ , para esta reacción a 300 K. (Si no obtuvo una respuesta en el apartado (c), use el valor  $-1000\text{kJ mol}^{-1}$ , a pesar de no ser el valor correcto.) [3]

.....

.....

.....

.....

.....

- (f) Explique si cambiando la temperatura se afectará o no a la espontaneidad de la reacción de descomposición de la trinitramida. [2]

.....

.....

.....

.....

- (g) Resuma cómo se compara la longitud del enlace N–N en la trinitramida con la del enlace N–N en el nitrógeno gaseoso,  $\text{N}_2$ . [2]

.....

.....

.....

.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



(Pregunta 5: continuación)

- (h) Deduzca el ángulo de enlace N–N–N en la trinitramida y explique su razonamiento. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (i) Prediga, con una explicación, la polaridad de la molécula de trinitramida. [2]

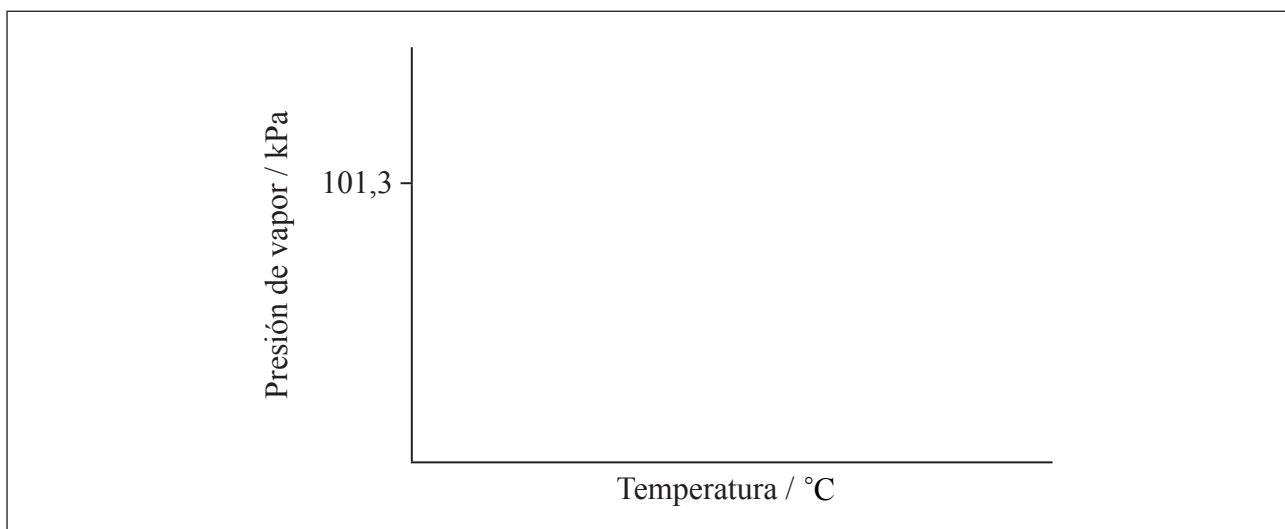
.....

.....

.....

.....

- (j) El punto de ebullición normal de un líquido es la temperatura a la cual su presión de vapor es igual a la presión atmosférica estándar (101,3 kPa). En los ejes provistos, esquematice un gráfico mostrando como varía la presión de vapor del agua con la temperatura e indique su punto de ebullición a 101,3 kPa. [2]



(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



32EP15

Véase al dorso

*(Pregunta 5: continuación)*

- (k) Resuma por qué el punto de ebullición del agua es menor en lugares situados muy por encima del nivel del mar, donde la presión atmosférica es considerablemente menor de 101,3 kPa. [1]

.....

.....

.....

- (l) Describa el equilibrio que existe entre un líquido y su vapor y cómo este se ve afectado por un aumento de temperatura, en términos de la teoría cinética. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

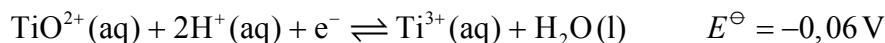
.....

.....





6. En solución ácida, los iones que contienen titanio pueden reaccionar de acuerdo con la siguiente semiecuación.



- (a) Defina el término *potencial estándar de electrodo*,  $E^{\ominus}$ . [1]

.....

.....

.....

- (b) (i) Indique el número de oxidación inicial y final del titanio y a partir de ellos deduzca si se oxida o se reduce en este cambio. [2]

Número de oxidación inicial	Número de oxidación final	Se oxida/reduce

- (ii) Considerando el equilibrio anterior, prediga, dando una razón, cómo afectaría el añadido de más ácido la fuerza del ion  $\text{TiO}^{2+}$  como agente oxidante. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



*(Pregunta 6: continuación)*

- (c) En los dos experimentos de abajo, prediga si se produce una reacción y deduzca una ecuación para cualquier reacción que se produzca. Si es necesario, consulte la Tabla 14 del Cuadernillo de Datos.

[3]

Se añade KI(aq) a una solución que contiene iones  $Ti^{3+}(aq)$ :

.....

.....

Se añade Zn(s) a una solución que contiene iones  $TiO^{2+}(aq)$  e  $H^+(aq)$ :

.....

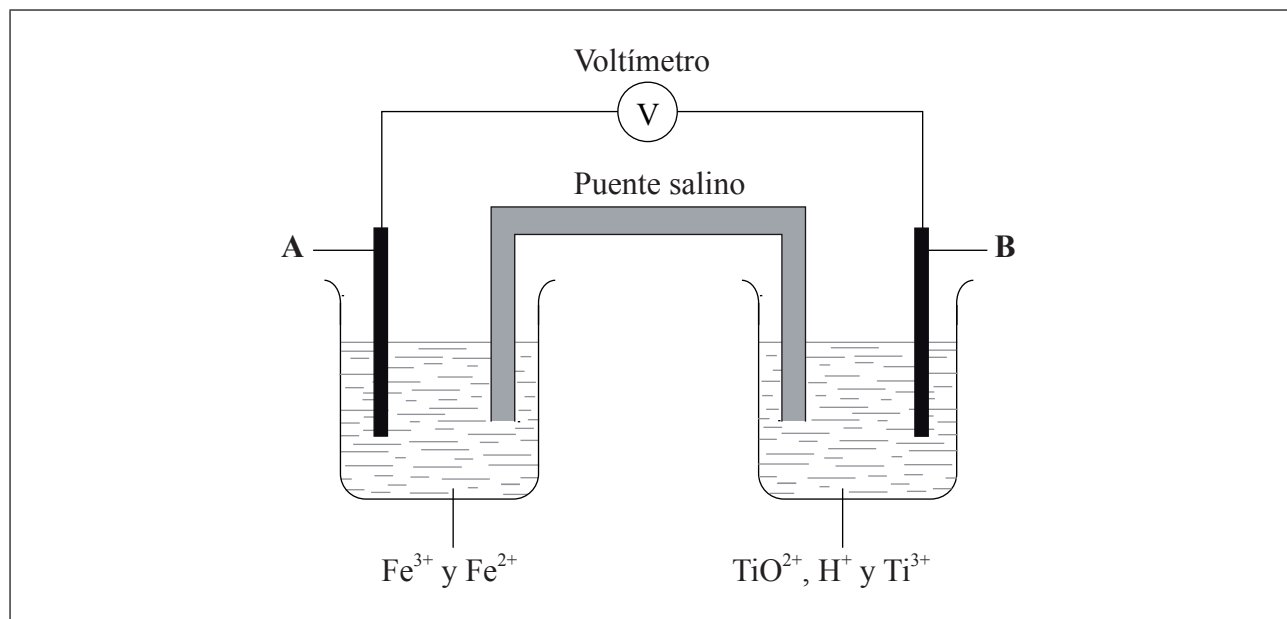
.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



(Pregunta 6: continuación)

- (d) En el diagrama de abajo, **A** y **B** son electrodos inertes y en las soluciones acuosas, la concentración de todos los iones es  $1 \text{ mol dm}^{-3}$ .



- (i) Usando la Tabla 14 del Cuadernillo de Datos, indique la semiecuación ajustada para la reacción que se produce en el electrodo **A**, y si implica oxidación o reducción. [2]

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

- (ii) Calcule el potencial de la pila en V. [1]

.....  
.....

- (iii) En el diagrama de arriba rotule con una flecha
- la dirección del flujo de electrones en el cable
  - la dirección de circulación de los iones positivos en el puente salino. [1]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta 6: continuación)

(e) El sodio, el silicio y el azufre son elementos del periodo 3 de la tabla periódica que forman óxidos.

(i) Compare las propiedades de los tres óxidos completando la tabla siguiente. [3]

	<b>Na<sub>2</sub>O</b>	<b>SiO<sub>2</sub></b>	<b>SO<sub>2</sub></b>
<b>Tipo de enlace</b>			
<b>Estado estándar</b>			
<b>Efecto sobre el pH del agua</b>			

(ii) El dióxido de azufre contribuye significativamente a la deposición ácida. Identifique una fuente principal de este contaminante proveniente de actividades humanas. [1]

.....

(iii) Además del óxido de arriba, el sodio forma un peróxido que contiene el ion peróxido, O<sub>2</sub><sup>2-</sup>. Dibuje la estructura de Lewis (representación de electrones mediante puntos) del ion peróxido. [2]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta 6: continuación)

(f) Aunque el carbono y el silicio pertenecen al grupo 4 de la tabla periódica, el dióxido de carbono y el dióxido de silicio son diferentes en muchos aspectos.

(i) Describa las diferencias en cuanto a la hibridación de estos elementos del grupo 4 y la naturaleza precisa de los enlaces que ellos forman con los átomos de oxígeno. [3]

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

(ii) El xenón, a pesar de ser un gas noble, forma un óxido,  $\text{XeO}_2$ , que tiene una estructura relacionada con la del  $\text{SiO}_2$ . Compare la geometría alrededor de los átomos de silicio en el  $\text{SiO}_2$  con la geometría alrededor de los átomos de xenón en el  $\text{XeO}_2$ , usando la teoría de la repulsión del par electrónico de valencia (TRPEV). [3]

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

(g) El silicio también forma un tetracloruro,  $\text{SiCl}_4$ . Indique la ecuación para la reacción del  $\text{SiCl}_4$  con agua. [1]

.....

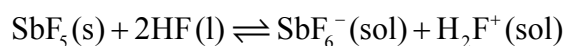


7. El antimonio, Sb, forma un fluoruro,  $\text{SbF}_5$ .

- (a) Indique qué elemento usted esperaría que tuviera propiedades químicas más parecidas a las del antimonio. [1]

.....

El equilibrio que se produce cuando el fluoruro de antimonio(V) se disuelve en fluoruro de hidrógeno líquido se puede representar por la siguiente ecuación.



- (b) (i) Describa la relación entre el  $\text{SbF}_5$  y el  $\text{SbF}_6^-$  en términos de la teoría de los ácidos de Lewis. [2]

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

- (ii) Explique el comportamiento del HF en términos de la teoría de los ácidos de Brønsted-Lowry. [2]

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

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



*(Pregunta 7: continuación)*

(c) Resuma cómo los siguientes factores explican el hecho de que el HCl es un ácido fuerte y el HF es un ácido débil.

(i) La fuerza del enlace hidrógeno-halógeno. [1]

.....  
.....

(ii) La interacción entre una molécula de haluro de hidrógeno no disociada y una molécula de agua. [1]

.....  
.....

(d) Se proporcionó a algunos estudiantes una solución de un ácido monobásico, HQ,  $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$  y se les indicó que resolvieran el problema de determinar si HQ era un ácido débil o un ácido fuerte.

(i) Neelu y Charles decidieron resolver el problema determinando el volumen de solución de hidróxido de sodio  $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$  necesario para neutralizar  $25,0 \text{ cm}^3$  del ácido. Resuma si esta elección fue acertada. [2]

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

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



(Pregunta 7: continuación)

- (ii) Identifique **un** indicador que se pueda usar en la titulación de hidróxido de sodio acuoso con un ácido fuerte y un ácido débil, y resuma la razón de su elección. [2]

Indicador:  
.....

Razón:  
.....  
.....  
.....

- (iii) Neelu y Charles decidieron comparar el volumen de solución de hidróxido de sodio necesario con el que se requiere para ácidos fuertes y débiles  $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$  conocidos. Desafortunadamente eligieron ácido sulfúrico como el ácido fuerte. Resuma por qué esta no fue una decisión acertada. [1]

.....  
.....

- (iv) Francisco y Shamiso decidieron medir el pH de la solución inicial, HQ, y hallaron que su pH era 3,7. Deduzca, dando una razón, la fuerza (fuerte o débil) del ácido HQ. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)





*(Pregunta 7: continuación)*

(e) El segundo problema pedía que los estudiantes determinaran la constante de disociación ácida,  $K_a$ , del ácido HQ y su  $pK_a$ .

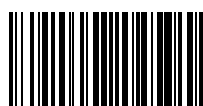
(i) Explique cómo determinar el  $pK_a$  a partir de un gráfico de pH en función del volumen añadido de hidróxido de sodio  $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$ . [2]

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

(ii) Francisco y Shamiso hallaron que el pH de la solución  $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$  inicial era 3,7. Sin embargo, esta lectura fue inexacta porque olvidaron lavar la sonda de pH. Calcule el  $pK_a$  de HQ usando la lectura que obtuvieron. [4]

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

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*





8. El 2-metil-2-butanol,  $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$ , es un líquido con olor a alcanfor que se usaba antiguamente como sedante. Una forma de producirlo comienza con el 2-metil-2-buteno.

(a) Indique las otras sustancias necesarias para convertir el 2-metil-2-buteno en 2-metil-2-butanol. [2]

.....  
.....

(b) Explique si esperarías que el 2-metil-2-butanol reaccionara con dicromato(VI) de potasio acidificado. [2]

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

(c) Además del 2-metil-2-butanol, en la reacción también se forma una pequeña cantidad de un isómero ópticamente activo, X.

(i) Indique el significado de *actividad óptica*. [1]

.....  
.....

(ii) Indique qué indica la actividad óptica sobre la estructura de la molécula. [1]

.....  
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



*(Pregunta 8: continuación)*

- (iii) La actividad óptica se puede detectar usando un polarímetro. Explique cómo funciona. [3]

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

- (iv) Deduzca la fórmula estructural de X. [1]

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

- (d) Explique por qué el 2-metil-2-buteno es menos soluble en agua que el 2-metil-2-butanol. [2]

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

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



*(Pregunta 8: continuación)*

(e) El 2-metil-2-butanol también se puede obtener por hidrólisis de 2-cloro-2-metilbutano,  $(\text{CH}_3)_2\text{CClC}_2\text{H}_5$ , con hidróxido de sodio acuoso.

(i) Explique el mecanismo de esta reacción usando flechas curvas para representar el movimiento de los pares electrónicos. [4]

(ii) Indique la ecuación de velocidad para esta reacción y las unidades de la constante de velocidad. [2]

.....

.....

.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



32EP29

**Véase al dorso**

*(Pregunta 8: continuación)*

- (iii) Sugiera por qué, con otros halogenoalcanos, esta hidrólisis es mucho más efectiva en condiciones alcalinas que en condiciones neutras. [1]

.....  
.....

- (f) El 2-cloro-2-metilbutano contiene algunas moléculas cuya masa molar es aproximadamente igual a  $106 \text{ g mol}^{-1}$  y algunas cuya masa molar es aproximadamente igual a  $108 \text{ g mol}^{-1}$ .

- (i) Resuma por qué existen moléculas con diferentes masas molares. [1]

.....  
.....

- (ii) Sugiera, dando una razón, si las moléculas con diferentes masas molares sufrirían hidrólisis a diferente velocidad. [1]

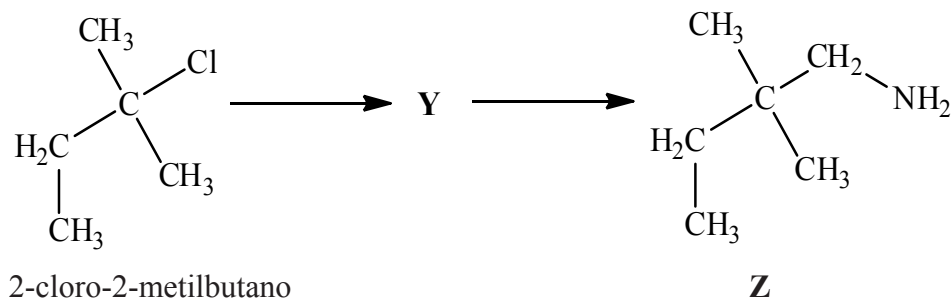
.....  
.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



(Pregunta 8: continuación)

- (g) El 2-cloro-2-metilbutano también se puede convertir en el compuesto **Z** por medio de una reacción en dos etapas a través del compuesto **Y**:



- (i) Dibuje la estructura de **Y**.

[1]

- (ii) Indique el reactivo y cualquier catalizador que se requiera para la formación de **Y** y la conversión de **Y** en **Z**.

[3]

Formación de **Y**:

.....  
 .....

Conversión de **Y** en **Z**:

.....  
 .....



**No** escriba en esta página.

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



32EP32