

22116126

**QUÍMICA**
NIVEL SUPERIOR
PRUEBA 2

Lunes 9 de mayo de 2011 (tarde)

2 horas 15 minutos

Número de convocatoria del alumno

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

Código del examen

2	2	1	1	-	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.

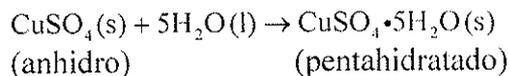


0132

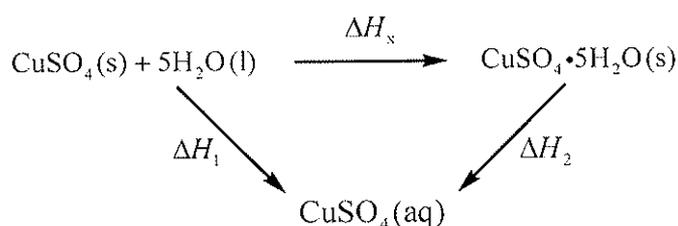
SECCIÓN A

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

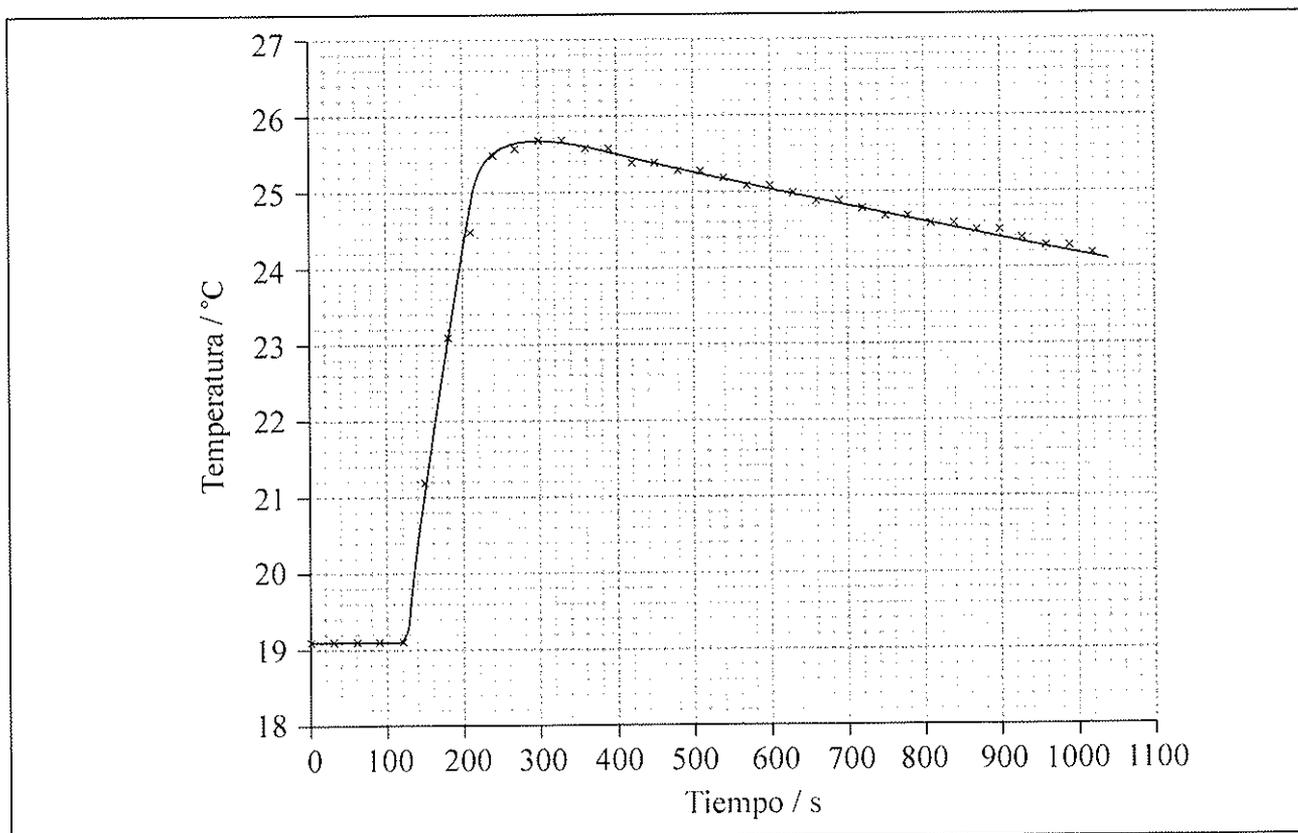
1. Si el sulfato de cobre(II) anhidro en polvo de color blanco se expone a la atmósfera absorbe lentamente vapor de agua originando el sólido azul pentahidratado.



Es difícil medir la variación de entalpía de esta reacción directamente. Sin embargo, es posible medir directamente las variaciones de calor que se producen cuando ambos el sulfato de cobre(II) anhidro y el pentahidratado se disuelven separadamente en agua, y entonces usar un ciclo energético para determinar el valor requerido de variación de entalpía, ΔH_x , de forma indirecta.



- (a) Para determinar ΔH_1 un estudiante colocó 50,0 g de agua en un recipiente hecho de poliestireno expandido y utilizó un registrador de datos para medir la temperatura. Después de dos minutos disolvió 3,99 g de sulfato de cobre(II) anhidro en el agua y continuó registrando la temperatura mientras agitaba continuamente. Ella obtuvo los siguientes resultados.



(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta 1: continuación)

- (i) Calcule la cantidad, en mol, de sulfato de cobre(II) anhidro disuelto en los 50,0 g de agua. [1]

.....
.....

- (ii) Determine qué aumento de temperatura se habría producido, en °C, si no hubiera habido pérdidas de calor al ambiente. [2]

.....
.....

- (iii) Calcule la variación de calor, en kJ, cuando 3,99 g de sulfato de cobre(II) anhidro se disuelven en agua. [2]

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

- (iv) Determine el valor de ΔH_1 en kJ mol^{-1} . [1]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta 1: continuación)

(b) Para determinar ΔH_2 , se disolvieron 6,24 g de sulfato de cobre(II) pentahidratado en 47,75 g de agua. Se observó que la temperatura de la solución disminuyó 1,10°C.

(i) Calcule la cantidad de agua, en mol, que hay en 6,24 g de sulfato de cobre(II) pentahidratado. [2]

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

(ii) Determine el valor de ΔH_2 en kJ mol^{-1} . [2]

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

(iii) Use los valores que obtuvo para ΔH_1 en (a) (iv) y ΔH_2 en (b) (ii), para determinar el valor de ΔH_x en kJ mol^{-1} . [1]

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta 1: continuación)

(c) La magnitud (valor sin considerar el signo + o -) hallada en un manual de datos para ΔH_x es de $78,0 \text{ kJ mol}^{-1}$.

(i) Calcule el error porcentual cometido en este experimento. (Si no obtuvo una respuesta para el valor experimental de ΔH_x entonces use el valor $70,0 \text{ kJ mol}^{-1}$, a pesar de **no** ser el valor verdadero.)

[1]

.....

.....

(ii) La estudiante registró en sus datos cualitativos que el sulfato de cobre(II) anhidro que ella usó era azul pálido en lugar de ser completamente blanco. Sugiera una razón de este color azul pálido y deduzca cómo este hecho pudo haber afectado el valor de ΔH_x que ella obtuvo.

[2]

.....

.....

.....

.....



2. El elemento antimonio, Sb, se encuentra habitualmente en la naturaleza como mineral sulfurado, estibina, Sb_2S_3 . Este mineral fue usado dos mil años atrás por las mujeres Egipcias antiguas como cosmético para oscurecer sus ojos y pestañas.

(a) (i) Calcule el porcentaje en masa de antimonio en una muestra de estibina pura. Escriba su respuesta con cuatro cifras significativas. [2]

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

(ii) Deduzca el número de oxidación del antimonio en la estibina. [1]

.....

(iii) Deduzca **otro** número de oxidación común que presente el antimonio en algunos de sus compuestos. [1]

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta 2: continuación)

(b) Un método usado para extraer antimonio de su mineral sulfurado consiste en tostar la estibina en aire. De esta forma se obtiene óxido de antimonio y dióxido de azufre. El óxido de antimonio se reduce con carbono para formar el elemento libre.

(i) Deduzca las ecuaciones químicas que representan estas **dos** reacciones. [2]

.....
.....

(ii) Identifique **dos** preocupaciones medioambientales diferentes asociadas con este método de extracción. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta 2: continuación)

(c) El antimonio contiene dos isótopos estables, ^{121}Sb y ^{123}Sb . En la Tabla 5 del Cuadernillo de Datos hallará la masa atómica relativa del antimonio.

(i) Calcule el porcentaje de cada isótopo en el antimonio puro. Indique su respuesta con **tres** cifras significativas. [2]

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

(ii) El porcentaje de cada isótopo se puede comprobar experimentalmente usando un espectrómetro de masas. Una muestra vaporizada de antimonio puro se ioniza y luego se acelera en un espectrómetro de masas. Resuma cómo el uso de un campo magnético y un detector en el espectrómetro de masas permite determinar los porcentajes de los dos isótopos. [3]

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

(iii) Indique el número de neutrones presentes en un átomo de ^{121}Sb . [1]

.....



3. (a) La configuración electrónica del cromo se puede expresar como $[\text{Ar}]4s^x3d^y$.

(i) Explique qué representan los paréntesis cuadrados alrededor del argón, $[\text{Ar}]$. [1]

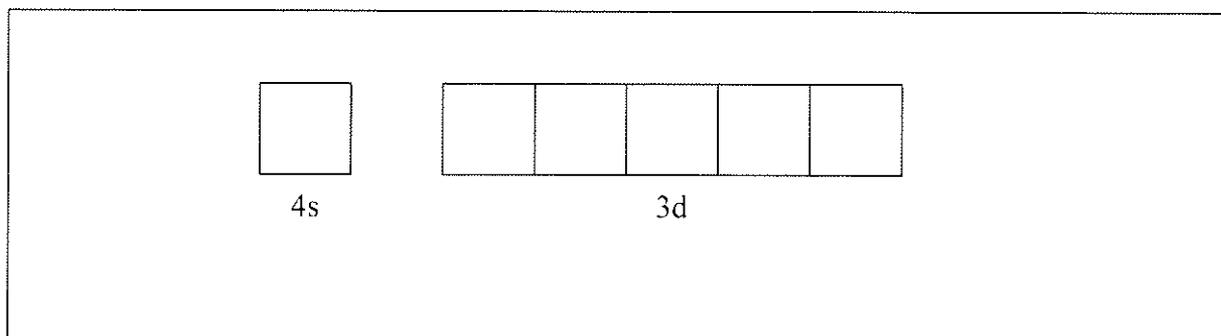
.....
.....

(ii) Indique los valores de x e y . [1]

x :

y :

(iii) Anote el diagrama de abajo mostrando los orbitales $4s$ y $3d$ para un átomo de cromo usando una flecha, \uparrow y \downarrow , para representar el spin electrónico. [1]

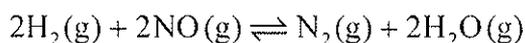


(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta 3: continuación)

- (b) El hidrógeno y el óxido de nitrógeno(II) reaccionan de acuerdo con la siguiente ecuación.



Al tiempo = t segundos, la velocidad de la reacción es

$$\text{velocidad} = k [\text{H}_2(\text{g})] [\text{NO}(\text{g})]^2$$

- (i) Explique con precisión el significado de los paréntesis cuadrados alrededor del óxido de nitrógeno(II), $[\text{NO}(\text{g})]$, en este contexto. [1]

.....

.....

- (ii) Deduzca las unidades de la constante de velocidad k . [1]

.....

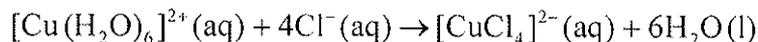
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta 3: continuación)

- (c) Cuando se añade ácido clorhídrico concentrado a una solución que contiene iones cobre(II) hidratados, el color de la solución cambia de azul claro a verde. La ecuación que representa la reacción es:



- (i) Explique qué representan los paréntesis cuadrados alrededor de las especies que contienen cobre. [1]

.....
.....

- (ii) Explique por qué el ion $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ es coloreado y por qué el color del ion $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ es diferente. [2]

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

- (d) El significado específico de algunas palabras que se usan en química es diferente a su significado en el español cotidiano.

Indique qué significa el término *espontáneo* usado en un contexto químico. [1]

.....
.....



4. El metoximetano, CH_3OCH_3 , y el etanol, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, tienen la misma masa molecular relativa. Explique por qué el punto de ebullición del metoximetano es mucho menor que el del etanol. [3]

.....

.....

.....

.....

.....



SECCIÓN B

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

5. (a) El amoníaco, NH_3 , es una base débil. El valor de su $\text{p}K_b$ es de 4,75.

(i) Dibuje la estructura de Lewis del amoníaco e indique la forma de la molécula y sus ángulos de enlace. [3]

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

(ii) El ácido conjugado del amoníaco es el ion amonio, NH_4^+ . Dibuje la estructura de Lewis del ion amonio y deduzca su forma y ángulos de enlace. [3]

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

(iii) El trifluoruro de nitrógeno, NF_3 , es otra base débil. Explique cómo el NF_3 es capaz de actuar como base de Lewis. [1]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta 5: continuación)

- (iv) Calcule el pH de una solución acuosa de amoníaco $1,00 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ a 298 K. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (v) Se añaden $25,0 \text{ cm}^3$ de solución de ácido clorhídrico $1,00 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ a $50,0 \text{ cm}^3$ de solución acuosa de amoníaco $1,00 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$. Calcule las concentraciones de amoníaco y de ion amonio en la solución resultante y a partir de ello determine el pH de la solución. [5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta 5: continuación)

- (vi) Indique qué significa solución tampón (*buffer*) y explique cómo la solución del apartado (v), que contiene cloruro de amonio disuelto en amoníaco acuoso, puede actuar como solución tampón (*buffer*). [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Las sales pueden formar soluciones neutras, ácidas o alcalinas cuando están disueltas en agua.

- (i) Explique por qué una solución de cloruro de sodio es neutra pero el carbonato de sodio forma una solución alcalina cuando está disuelto en agua. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Explique por qué el cloruro de hierro(III), $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$, forma una solución ácida en agua. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



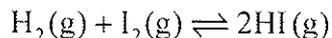
(Pregunta 5: continuación)

- (iii) Indique las ecuaciones que representan las reacciones del óxido de sodio, Na_2O , y el óxido de fósforo(V), P_4O_{10} , con agua. [2]

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



6. (a) La reacción entre el hidrógeno y el yodo es un ejemplo de una reacción reversible homogénea.



- (i) Resuma las características de un sistema químico homogéneo que se encuentra en estado de equilibrio. [2]

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

- (ii) Deduzca la expresión de la constante de equilibrio, K_c . [1]

.....
.....

- (iii) Prediga qué pasaría a la posición de equilibrio si se aumentara la presión desde 1 atm hasta 2 atm. [1]

.....
.....

- (iv) El valor de K_c a 500 K es 160 y el valor de K_c a 700 K es 54. Deduzca qué nos informa este dato sobre la variación de entalpía de la reacción directa. [1]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta 6: continuación)

- (v) En un recipiente de $4,00 \text{ dm}^3$ a una temperatura levemente superior a 700 K se introducen $1,60 \text{ mol}$ de hidrógeno y $1,00 \text{ mol}$ de yodo. Una vez alcanzado el equilibrio la cantidad de yoduro de hidrógeno formado en la mezcla de equilibrio es de $1,80 \text{ mol}$. Determine el valor de la constante de equilibrio a esta temperatura. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (vi) La reacción se puede catalizar añadiendo platino metálico. Indique y explique qué efecto tendría la adición de platino sobre el valor de la constante de equilibrio. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta 6: continuación)

- (b) El propeno se puede hidrogenar en presencia de un catalizador de níquel para formar propano. Use los datos siguientes para responder las preguntas de abajo.

Compuesto	Fórmula	$\Delta H_f^\ominus / \text{kJ mol}^{-1}$	$S^\ominus / \text{JK}^{-1} \text{mol}^{-1}$
hidrógeno	$\text{H}_2(\text{g})$	0	+131
propano	$\text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$	-104	+270
propeno	$\text{C}_3\text{H}_6(\text{g})$	+20,4	+267

- (i) Resuma por qué el valor de la variación de entalpía estándar de formación del hidrógeno es cero. [1]

.....

.....

- (ii) Calcule la variación de entalpía estándar para la hidrogenación del propeno. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) Calcule la variación de entropía estándar para la hidrogenación del propeno. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta 6: continuación)

- (iv) Determine el valor de ΔG^\ominus para la hidrogenación del propeno a 298 K. [2]

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

- (v) A 298 K la hidrogenación del propeno es un proceso espontáneo. Determine la temperatura por encima de la cual el propano se descompondrá espontáneamente en propeno e hidrógeno. [2]

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

- (c) (i) Describa un ensayo químico que se pueda usar para diferenciar entre propano y propeno. En **cada** caso indique el resultado del ensayo. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta 6: continuación)

- (ii) Bajo ciertas condiciones el propeno se puede polimerizar para formar poli(propeno). Indique el tipo de polimerización que se produce y dibuje una parte del polímero para representar la unidad que se repite. [2]

.....

.....

- (iii) Además de la polimerización, indique **una** reacción de los alquenos que tenga importancia económica. [1]

.....

.....



7. (a) El potencial estándar de electrodo de una semipila formada por hierro metálico en una solución de iones hierro(II), $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$, tiene un valor de $-0,45 \text{ V}$.

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

[2]

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

(ii) Explique la importancia del signo menos en $-0,45 \text{ V}$.

[1]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta 7: continuación)

(b) Considere la siguiente tabla de potenciales estándar de electrodo.

	E^\ominus / V
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s})$	-0,45
$\text{Sn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}(\text{s})$	-0,14
$\text{H}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \frac{1}{2}\text{H}_2(\text{g})$	0,00
$\text{Sn}^{4+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+}(\text{aq})$	+0,15
$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	+0,77
$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{s})$	+0,80
$\frac{1}{2}\text{Br}_2(\text{l}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Br}^-(\text{aq})$	+1,07

De la lista de arriba:

(i) Indique qué especie es el agente oxidante más fuerte. [1]

.....

.....

(ii) Deduzca qué especie puede reducir al $\text{Sn}^{4+}(\text{aq})$ a $\text{Sn}^{2+}(\text{aq})$ pero no es capaz de reducir al $\text{Sn}^{2+}(\text{aq})$ a $\text{Sn}(\text{s})$ en condiciones estándar. [1]

.....

.....

(iii) Deduzca qué especie puede reducir al $\text{Sn}^{2+}(\text{aq})$ a $\text{Sn}(\text{s})$ en condiciones estándar. [1]

.....

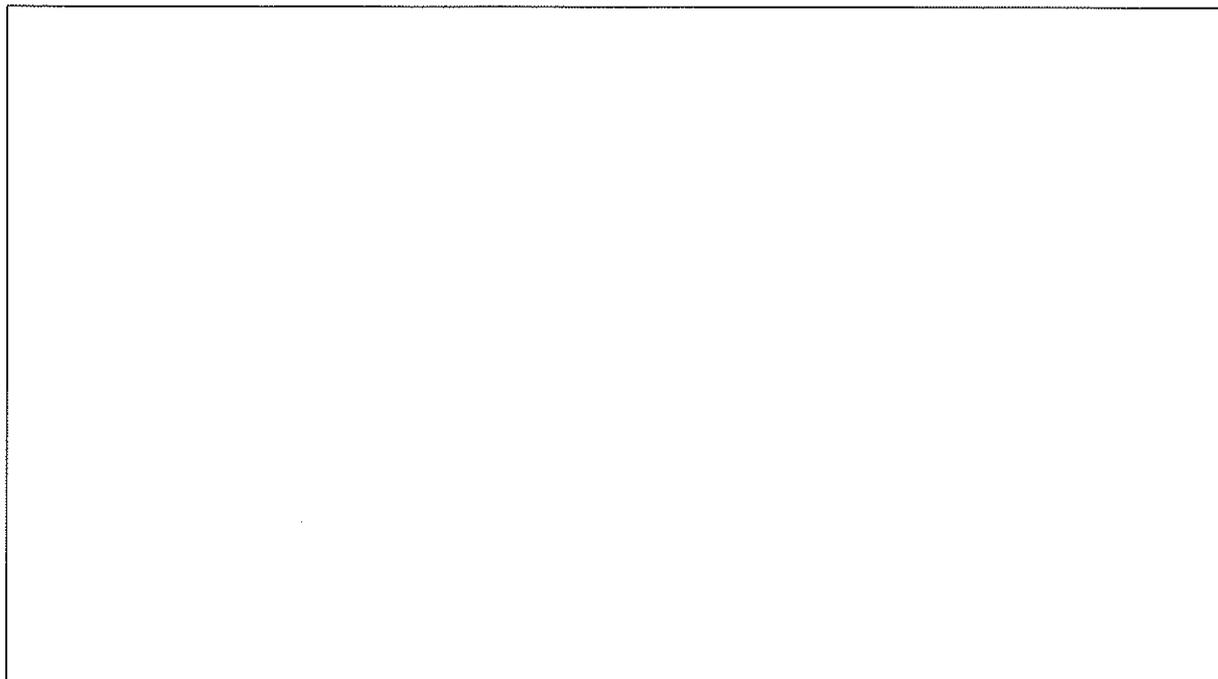
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

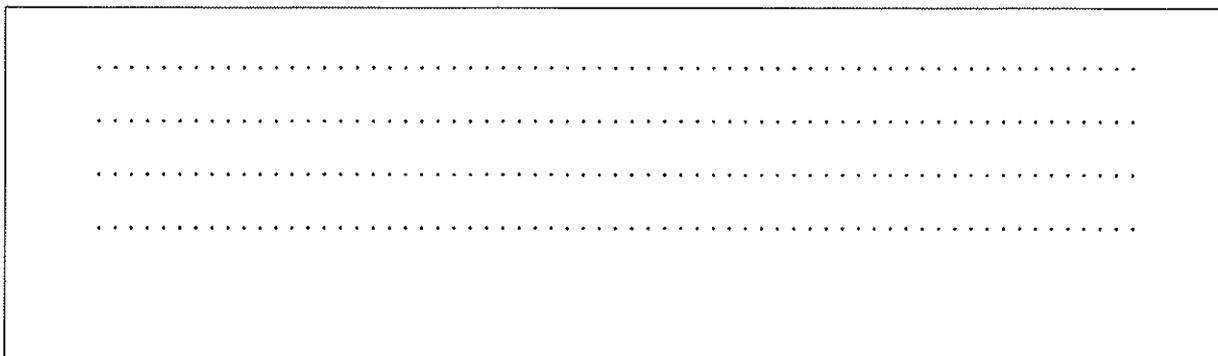


(Pregunta 7: continuación)

- (c) (i) Dibuje un diagrama rotulado de una pila voltaica hecha con una semipila de $\text{Fe(s)} / \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ conectada con una semipila de $\text{Ag(s)} / \text{Ag}^+(\text{aq})$ que funciona en condiciones estándar. En su diagrama identifique el electrodo positivo (cátodo), el electrodo negativo (ánodo) y la dirección del flujo de electrones en el circuito externo. [5]



- (ii) Deduzca la ecuación que representa la reacción química que se produce cuando la pila del apartado (c) (i) funciona en condiciones estándar y calcule el voltaje que produce la pila. [2]

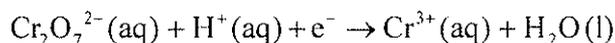


(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta 7: continuación)

- (d) Una solución acidificada de dicromato de potasio se usa habitualmente como agente oxidante en química orgánica. Durante la reacción de oxidación de etanol a etanal el ion dicromato se reduce a iones cromo(III) de acuerdo con la siguiente semiecuación **no ajustada**.



- (i) Describa la variación de color que se observará durante la reacción. [1]

.....
.....

- (ii) Deduzca el número de oxidación del cromo en el $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$. [1]

.....
.....

- (iii) Indique la semiecuación ajustada que representa la reducción de los iones dicromato a iones cromo(III). [1]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta 7: continuación)

- (iv) Deduzca la semiecuación que representa la oxidación del etanol a etanal y a continuación la ecuación rédox total que representa la oxidación del etanol a etanal por medio de los iones dicromato en medio ácido. [3]

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

- (v) Explique por qué es necesario llevar a cabo la reacción en condiciones ácidas. [1]

.....
.....

- (vi) Identifique el producto orgánico formado si se usa exceso de dicromato de potasio y la reacción se lleva a cabo a reflujo. [1]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta 7: continuación)

(e) El sodio metálico se puede obtener por electrólisis de cloruro de sodio fundido.

(i) Explique por qué es muy difícil obtener sodio a partir de cloruro de sodio por ningún otro método. [2]

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

(ii) Explique por qué una solución acuosa de cloruro de sodio no se puede utilizar para obtener sodio metálico por electrólisis. [2]

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

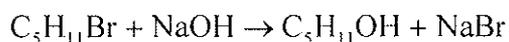


8. Existen varios isómeros estructurales de fórmula molecular $C_5H_{11}Br$.

- (a) Deduzca el nombre de **uno** de los isómeros que puede existir en forma de enantiómeros y dibuje representaciones tridimensionales de sus **dos** enantiómeros. [3]

.....

- (b) Todos los isómeros reaccionan cuando se los calienta con una solución acuosa diluida de hidróxido de sodio de acuerdo con la siguiente ecuación.



- (i) La reacción con 1-bromopentano transcurre por medio de un mecanismo S_N2 . Describa este mecanismo usando fórmulas estructurales y flechas curvas para representar el movimiento de los pares electrónicos. [3]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta 8: continuación)

- (ii) La reacción con 2-bromo-2-metilbutano transcurre por medio de un mecanismo S_N1 . Describa este mecanismo usando fórmulas estructurales y flechas curvas para representar el movimiento de los pares electrónicos. [3]

- (iii) Explique por qué el 1-bromopentano reacciona por medio de un mecanismo S_N2 mientras que el 2-bromo-2-metilbutano reacciona por medio de un mecanismo S_N1 . [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta 8: continuación)

- (iv) Explique si el punto de ebullición del 1-bromopentano será mayor, menor o igual que el del 2-bromo-2-metilbutano. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (v) El producto $C_5H_{11}OH$ formado en la reacción con 1-bromopentano se calienta con ácido etanoico en presencia de unas gotas de ácido sulfúrico concentrado. Indique el nombre del tipo de reacción que se produce y la fórmula estructural del producto orgánico. [2]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta 8: continuación)

- (c) Si las condiciones de la reacción del apartado (b) se cambian de modo que se use una solución caliente de hidróxido de sodio en etanol entonces se produce una reacción diferente. La reacción con 2-bromo-2-metilbutano origina **dos** productos orgánicos diferentes. Indique el tipo de reacción que se produce y sugiera la identidad (nombre o estructura) de estos **dos** productos. Explique si pueden o no existir en forma de isómeros geométricos. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (d) Los dihalógenoalcanos también reaccionan con solución diluida templada de hidróxido de potasio originando dioles. Estos dioles pueden reaccionar con ácidos dicarboxílicos.
 - (i) Deduzca la ecuación que representa la reacción entre el ácido 1,4-bencéndicecarboxílico con el diol formado a partir del 1,5-dibromopentano. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Resuma la importancia económica de la reacción de los dioles con los ácidos dicarboxílicos. [1]

.....

.....

