

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

Viernes 13 de noviembre de 2015 (tarde)

Número de convocatoria del alumno

2 horas 15 minutos

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

**Instrucciones para los alumnos**

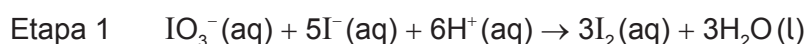
- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Sección A: conteste todas las preguntas.
- Sección B: conteste dos preguntas.
- Escriba sus respuestas en las casillas provistas.
- En esta prueba es necesario usar una calculadora.
- Se 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]**.



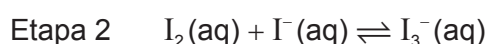
## Sección A

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

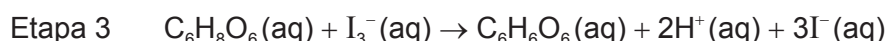
1. Un estudiante usó la técnica de la titulación para determinar la concentración de ácido ascórbico ( $C_6H_8O_6$ ) en una muestra de zumo de naranja. Añadió exceso de yoduro de potasio,  $KI(aq)$ , sobre el zumo de naranja acidificado. Tituló la solución resultante con yodato de potasio,  $KIO_3(aq)$ , en presencia de almidón como indicador. El punto final de la titulación se puso de manifiesto por la aparición de un color azul negruzco.



El yodo es solo ligeramente soluble en agua; pero en presencia de exceso de iones yoduro,  $I^-(aq)$ , forma el ion soluble triyoduro,  $I_3^-(aq)$ .



El ácido ascórbico reacciona con los iones triyoduro como sigue.



- (a) (i) Deduzca los cambios del número de oxidación del yodo en la etapa 1. [2]

De  $IO_3^-$  a  $I_2$ :

.....

De  $I^-$  a  $I_2$ :

.....

- (ii) Identifique los agentes oxidante y reductor en la etapa 1. [1]

Agente oxidante:

.....

Agente reductor:

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 1: continuación)**

- (b) Calcule la masa, en g, de yodato de potasio,  $\text{KIO}_3(\text{s})$ , requerida para preparar  $0,250 \text{ dm}^3$  de una solución  $2,00 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ . [2]

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

- (c) La concentración de  $\text{KIO}_3$  usada en la titulación fue de  $2,00 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ . La titulación produjo los siguientes resultados.

|  | Titulación 1 | Titulación 2 | Titulación 3 |
|--|--------------|--------------|--------------|
| Volumen final de $\text{KIO}_3 (\pm 0,05 \text{ cm}^3)$                | 7,10         | 14,40        | 21,60        |
| Volumen inicial de $\text{KIO}_3 (\pm 0,05 \text{ cm}^3)$              | 0,00         | 7,10         | 14,40        |
| Volumen añadido de $\text{KIO}_3 (\pm 0,10 \text{ cm}^3)$              | 7,10         | 7,30         | 7,20         |
| Volumen medio de $\text{KIO}_3$ añadido<br>( $\pm 0,10 \text{ cm}^3$ ) | 7,20         |              |              |

- (i) Calcule la incertidumbre porcentual asociada con el volumen medio de  $\text{KIO}_3(\text{aq})$ . [1]

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

- (ii) El color del zumo de naranja interfirió con el color azul negruzco del punto de equivalencia. Indique el nombre de este tipo de error y sugiera cómo minimizarlo. [2]

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

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



**(Pregunta 1: continuación)**

- (iii) Determine la cantidad, en mol, de  $\text{KIO}_3(\text{aq})$ , en el volumen medio. [1]

.....  
.....

- (d) Determine la cantidad, en mol, de ácido ascórbico,  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6(\text{aq})$ , en la muestra de zumo de naranja acidificado. [2]

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

- (e) Calcule la masa, en g, de ácido ascórbico,  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6(\text{aq})$ , presente en la muestra de zumo de naranja acidificado. [1]

.....  
.....

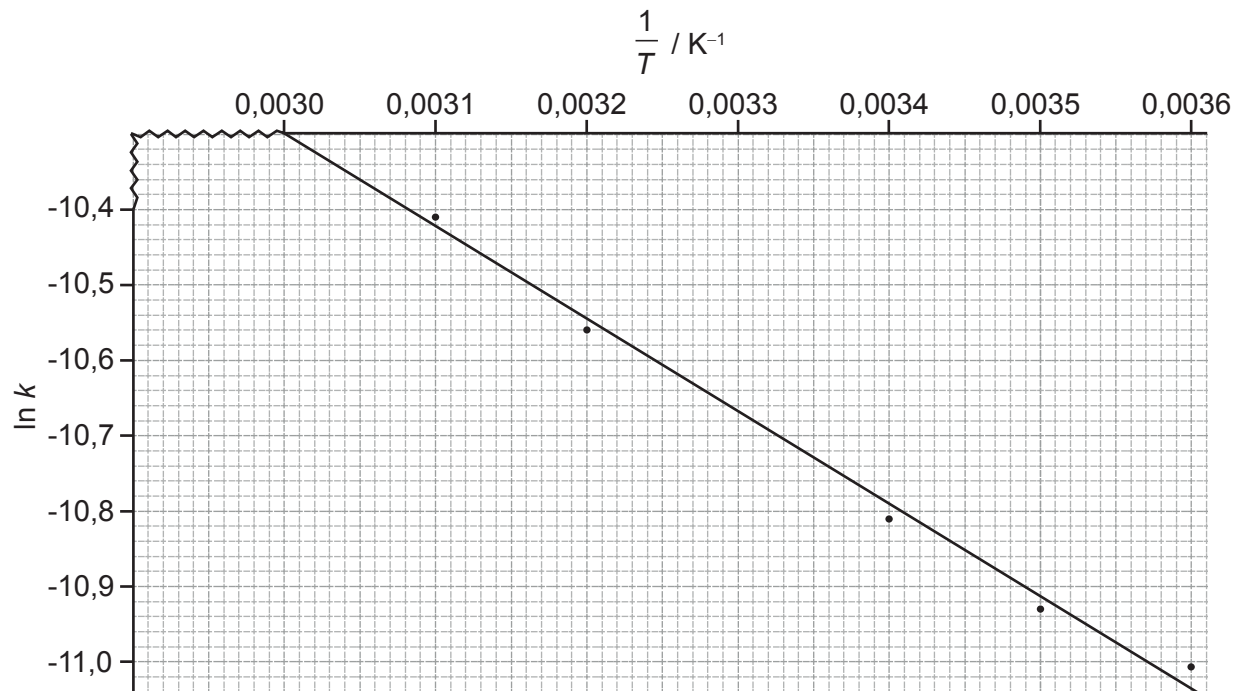
**(Esta pregunta continúa en la página siguiente)**



**(Pregunta 1: continuación)**

- (f) El estudiante halló por medio de más experimentación que la oxidación del ácido ascórbico sigue una cinética de primer orden. A continuación se muestra el gráfico de  $\ln k$  en función de  $\frac{1}{T}$ .

Determine la energía de activación con **tres** cifras significativas e incluya las unidades. [3]



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



2. (a) Indique las configuraciones electrónicas **completas** del cobre, Cu, y del ion cobre (II),  $\text{Cu}^{2+}$ .

[2]

.....

.....

.....

.....

- (b) El  $\text{Cu}^{2+}$  (aq) reacciona con amoníaco para formar el ion complejo  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ . Explique esta reacción en términos de la teoría ácido-base, y resuma el enlace en el complejo formado entre el  $\text{Cu}^{2+}$  y el  $\text{NH}_3$ .

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) Explique por qué los complejos de  $\text{Zn}^{2+}$  (aq) son incoloros mientras que los complejos de  $\text{Cu}^{2+}$  (aq) son coloreados.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



3. El propano,  $C_3H_8(g)$ , sufre combustión completa para formar dióxido de carbono,  $CO_2(g)$ , y agua,  $H_2O(g)$ .

(a) Indique una ecuación para la combustión completa del propano,  $C_3H_8(g)$ . [1]

.....  
.....

(b) Calcule la variación de entalpía estándar para la reacción del apartado (a) usando los valores de entalpía de enlace dados en la tabla 10 del cuadernillo de datos. [3]

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



4. (a) Los monómeros ácido hexanodioico y 1,6-diaminohexano reaccionan para formar un polímero sintético.

Deduzca la fórmula estructural de cada monómero.

[2]

- (b) Indique el tipo de reacción de polimerización que se produce entre estos dos monómeros e identifique la característica estructural necesaria en los monómeros.

[2]

Tipo:

.....

Característica estructural:

.....

.....

- (c) Dibuje la estructura del enlace formado en este polímero e identifique el otro producto de esta reacción de polimerización.

[2]

.....





5. (a) (i) Defina el término electronegatividad. [1]

.....  
.....

- (ii) Sugiera por qué a los gases nobles generalmente no se les asignan valores de electronegatividad. [1]

.....  
.....

- (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 7 (F → I) aumentan hacia abajo del grupo. [3]

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

- (c) Resuma **una** razón por la que el radio del ion sodio, Na<sup>+</sup>, es menor que el del átomo de sodio. [1]

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

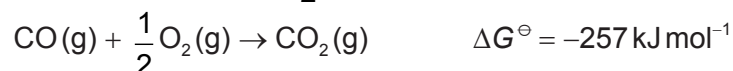
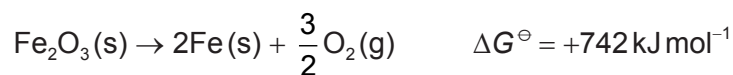


### Sección B

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

6. El óxido de hierro(III) es la principal fuente de hierro, pero la descomposición del  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$  en sus elementos es extremadamente difícil debido a su elevado valor positivo de  $\Delta G^\ominus$ .

(a) Considere las siguientes reacciones:



Sugiera, dando una razón, si es posible producir hierro haciendo reaccionar  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  con CO. [2]

.....

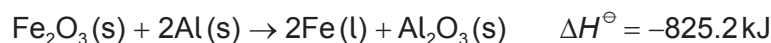
.....

.....

.....

.....

(b) La reacción de la termita es una de las reacciones más exotérmicas.



| Especies                          | $S^\ominus / \text{JK}^{-1} \text{mol}^{-1}$ | $\Delta G_f^\ominus / \text{kJ mol}^{-1}$ |
|-----------------------------------|--|---|
| Al(s)                             | +28,3  | 0   |
| $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$ | +50,9  | -1582                                     |
| Fe(l)                             | +34,8  | +10,0                                     |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ | +87,5  | -742                                      |

- (i) Calcule la variación de energía libre estándar,  $\Delta G^\ominus$ , en  $\text{kJ mol}^{-1}$ , usando los valores de energía libre estándar de formación,  $\Delta G_f^\ominus$ , de la tabla de arriba. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 6: continuación)**

- (ii) Calcule la variación de entropía estándar,  $\Delta S^\ominus$ , en  $\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ , usando los valores de entropía estándar,  $S^\ominus$ , de la tabla. [1]

.....

.....

.....

- (iii) Calcule la variación de energía libre estándar,  $\Delta G^\ominus$ , para la reacción usando los valores de  $\Delta H^\ominus$  y  $\Delta S^\ominus$  a  $25^\circ\text{C}$ . [2]

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) (i) Deduzca el tipo de hibridación que presentan los átomos de nitrógeno en el  $\text{NF}_4^+$ , la  $\text{N}_2\text{H}_2$  y la  $\text{N}_2\text{H}_4$ . [3]

|             | $\text{NF}_4^+$ | $\text{N}_2\text{H}_2$ | $\text{N}_2\text{H}_4$ |
|-------------|-----------------|------------------------|------------------------|
| Hibridación | .....           | .....                  | .....                  |

- (ii) Describa cómo se forman los enlaces sigma ( $\sigma$ ) y pi ( $\pi$ ). [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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



**(Pregunta 6: continuación)**

- (iii) Dibuje las estructuras de Lewis (o de representación de electrones mediante puntos) del  $\text{SF}_4$  y el  $\text{SF}_6$ . Use la teoría de la repulsión del par electrónico de valencia (TRPEV) para predecir el nombre de la forma de cada molécula. [4]

- (d) (i) Enumere los siguientes compuestos en orden de punto de ebullición **creciente**:  $\text{CH}_3\text{CHO}$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ . [2]

.....  
.....

- (ii) Explique el orden de los puntos de ebullición de los compuestos enumerados en el apartado (d) (i), en función de las fuerzas intermoleculares. [4]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 6: continuación)**

- (e) En el funcionamiento del espectrómetro de masas, la primera etapa es la vaporización y la última es la detección. Indique los nombres de las otras tres etapas y resuma qué sucede en cada una.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

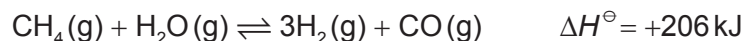
.....



28EP13

Véase al dorso

7. (a) La siguiente reacción se usa en la industria para obtener hidrógeno a partir de gas natural por oxidación parcial con vapor.



- (i) Describa el efecto, si existe, de cada uno de los siguientes cambios sobre la cantidad de hidrógeno en el equilibrio, dando una razón en cada caso. [4]

Aumento de la presión, a temperatura constante:

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

Aumento de la temperatura, a presión constante:

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

- (ii) Discuta los efectos de añadir un catalizador sólido a la mezcla de metano y vapor, a presión y temperatura constantes. [3]

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

- (iii) Deduzca la expresión de la constante de equilibrio,  $K_c$ , para la reacción. [1]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

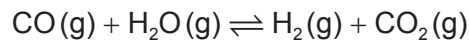


**(Pregunta 7: continuación)**

- (iv) Identifique cuál de los cambios del apartado (a) (i) afectará el valor de  $K_c$  y si el valor aumentará o disminuirá. [1]

.....  
.....

- (b) La constante de equilibrio,  $K_c$ , para la reacción



es de 10,0 a 420°C.

1,00 mol de CO(g) y 1,00 mol de H<sub>2</sub>O(g) se mezclan en un recipiente de 1,00 dm<sup>3</sup> a 420°C. Calcule la concentración en el equilibrio de cada uno de los componentes de la mezcla, mostrando sus cálculos. [3]

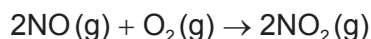
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

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



**(Pregunta 7: continuación)**

- (c) La oxidación del monóxido de nitrógeno se produce como sigue:



Los siguientes datos experimentales se obtuvieron a 101,3 kPa y 298 K.

| Experimento | [NO] inicial /<br>mol dm <sup>-3</sup> | [O <sub>2</sub> ] inicial /<br>mol dm <sup>-3</sup> | Velocidad inicial /<br>mol dm <sup>-3</sup> s <sup>-1</sup> |
|-------------|--|---|---|
| 1           | $2,30 \times 10^{-2}$                  | $1,15 \times 10^{-2}$                               | $1,05 \times 10^{-3}$                                       |
| 2           | $2,30 \times 10^{-2}$                  | $2,30 \times 10^{-2}$                               | $2,09 \times 10^{-3}$                                       |
| 3           | $4,60 \times 10^{-2}$                  | $4,60 \times 10^{-2}$                               | $1,68 \times 10^{-2}$                                       |

- (i) Deduzca los órdenes de reacción con respecto al O
- <sub>2</sub>
- y al NO. [2]

Orden con respecto al O<sub>2</sub>:

.....

Orden con respecto al NO:

.....

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

.....

.....

- (iii) Calcule el valor de la constante de velocidad,
- k*
- , e incluya sus unidades. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)





**(Pregunta 7: continuación)**

- (iv) Sugiera un mecanismo que sea coherente con la expresión de velocidad, indicando la etapa determinante de la velocidad de reacción.

[3]

.....

.....

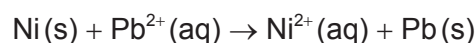
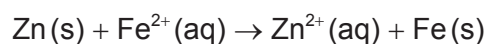
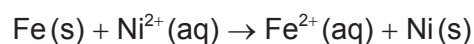
.....

.....

.....

.....

- (d) Considere las siguientes reacciones espontáneas.



- (i) Deduzca el orden de reactividad **creciente** de los metales en base a las reacciones de arriba.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Identifique el agente oxidante más fuerte en las reacciones de arriba.

[1]

.....

.....

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



**(Pregunta 7: continuación)**

- (e) Deduzca las semiecuaciones de formación del producto principal en el electrodo positivo (ánodo) cuando se electrolizan las siguientes soluciones acuosas.

[2]

Solución diluida de cloruro de sodio:

.....  
.....

Cloruro de sodio concentrado:

.....  
.....



**No** escriba en esta página.

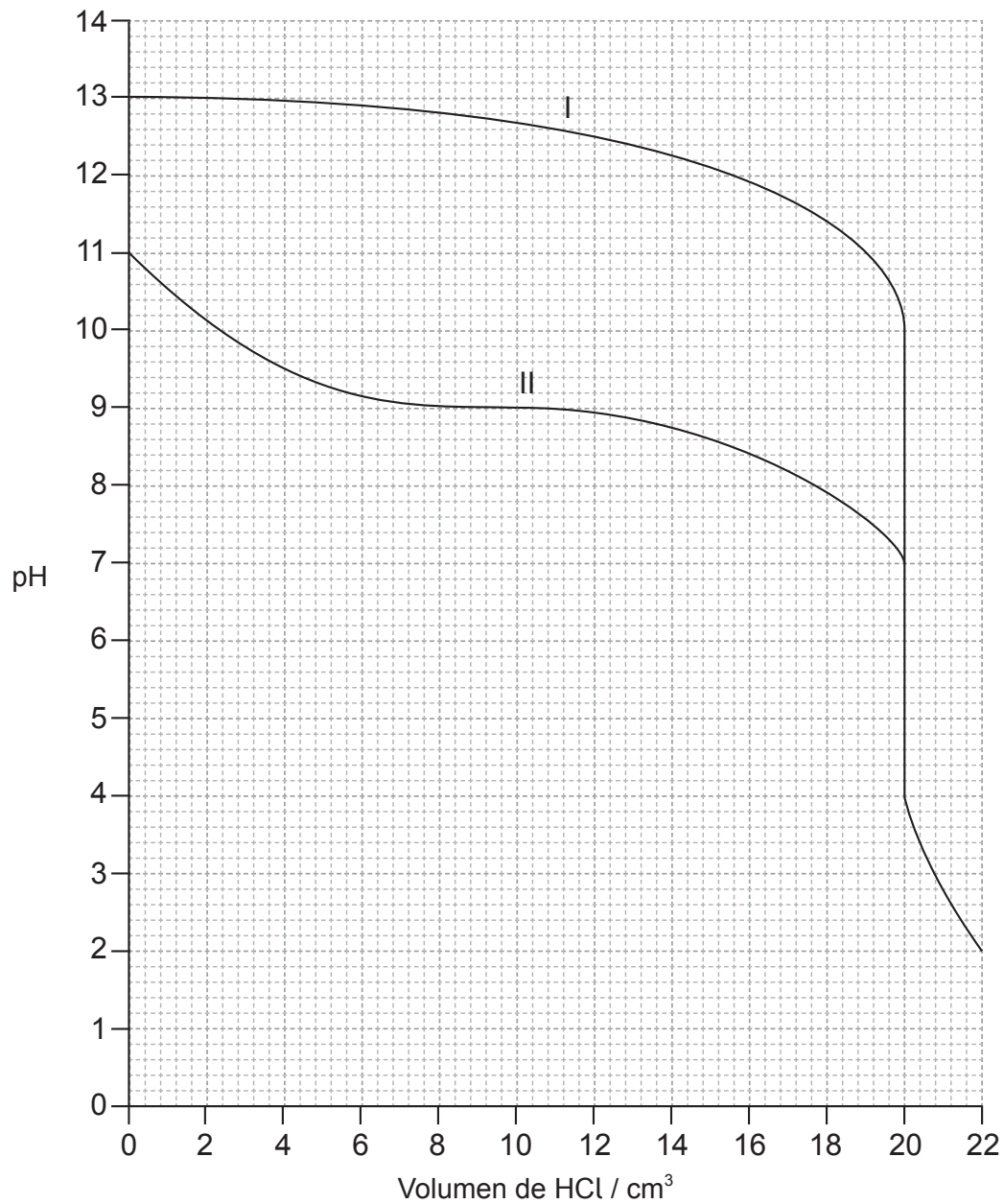
Las respuestas que se escriban en esta página no serán corregidas.



28EP19

Véase al dorso

8. (a)  $20,0 \text{ cm}^3$  de soluciones acuosas de dos bases, cada una con una concentración de  $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$  se titularon por separado con ácido clorhídrico  $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$ ,  $\text{HCl}(\text{aq})$ , y se obtuvo el siguiente gráfico.



(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 8: continuación)**

- (i) Deduzca el pH en los puntos de equivalencia para la base I y la base II. [2]

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

- (ii) Sugiera por qué la curva de titulación para la base I es diferente de la de la base II. [1]

.....  
.....

- (iii) Indique las fórmulas de **dos** bases posibles que se podrían haber usado como base I. [1]

.....  
.....

- (iv) Calcule, usando los datos del gráfico, la constante de disociación,  $K_b$ , de la base II, mostrando su trabajo. [3]

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

- (v) Sugiera un indicador que se pueda usar en ambas titulaciones. [1]

.....  
.....

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



28EP21

**Véase al dorso**

**(Pregunta 8: continuación)**

- (b) (i) Indique el significado del término solución tampón (*buffer*). [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Calcule el pH de una solución preparada mezclando 40,0 cm<sup>3</sup> de NH<sub>3</sub>(aq) 0,200 mol dm<sup>-3</sup> y 40,0 cm<sup>3</sup> de HCl(aq) 0,100 mol dm<sup>-3</sup>, mostrando su trabajo. (pK<sub>b</sub> NH<sub>3</sub> = 4,75 a 298 K) [3]

.....

.....

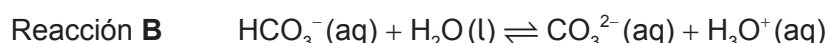
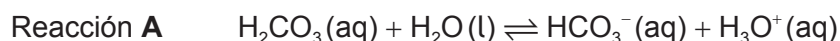
.....

.....

.....

.....

- (c) A continuación se dan las ecuaciones de dos reacciones ácido-base.



- (i) Explique si el HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>(aq) se comporta como ácido o como base en cada una de las reacciones **A** y **B**. [2]

Reacción **A**:

.....

.....

Reacción **B**:

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 8: continuación)**

- (ii) Deduzca **dos** pares ácido-base conjugados a partir de las reacciones **A** y **B**. [2]

|                            | Ácido | Base  |
|----------------------------|-------|-------|
| Par ácido-base conjugado 1 | ..... | ..... |
| Par ácido-base conjugado 2 | ..... | ..... |

- (d) El ácido nítrico,  $\text{HNO}_3$ , y el ácido nitroso,  $\text{HNO}_2$ , se describen como ácido fuerte y débil respectivamente.

- (i) Distinga entre ácidos *fuertes* y *débiles*. [1]

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

- (ii) Una muestra de 1,00 g de carbonato de magnesio sólido,  $\text{MgCO}_3$ , se añade separadamente a soluciones de  $\text{HNO}_3$  y  $\text{HNO}_2$  de la misma concentración y a la misma temperatura. Indique **una** semejanza y **una** diferencia entre las observaciones que se realizan en estas reacciones. [2]

Semejanza:  
 .....  
 .....

Diferencia:  
 .....  
 .....

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



**(Pregunta 8: continuación)**

- (iii) El pH de una solución de  $\text{HNO}_3$  es igual a 1, mientras que el pH de una solución de  $\text{HNO}_2$  es igual a 5. Determine la relación de concentraciones de ion hidrógeno en  $\text{HNO}_3:\text{HNO}_2$ . [1]

.....

.....

- (e) (i) Indique el carácter ácido-base de los óxidos de los elementos del período 3 del Na al Ar. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Indique ecuaciones ajustadas para ilustrar el carácter ácido-base del óxido de sodio y el trióxido de azufre. [2]

Óxido de sodio:

.....

.....

Trióxido de azufre:

.....

.....





9. (a) Una muestra de 0,842g de un haluro de alquilo líquido,  $\text{RBr(l)}$ , se calentó a reflujo con  $1,35 \times 10^{-2}$  mol de hidróxido de sodio acuoso,  $\text{NaOH(aq)}$ . Después de enfriar la mezcla, se tituló el exceso de  $\text{NaOH}$  con ácido clorhídrico,  $\text{HCl(aq)}$ , y fueron necesarios  $7,36 \times 10^{-3}$  mol del ácido.

- (i) Indique la ecuación para la reacción de sustitución del haluro de alquilo con hidróxido de sodio. [1]

.....  
.....

- (ii) Calcule la cantidad, en mol, de hidróxido de sodio que reaccionó con el haluro de alquilo. [1]

.....  
.....

- (iii) Calcule la masa molar del haluro de alquilo. [1]

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

- (iv) Dado que cada molécula de haluro de alquilo contiene un átomo de bromo, determine su fórmula molecular. [1]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 9: continuación)**

- (v) Deduzca las fórmulas estructurales de **cuatro** isómeros estructurales del haluro de alquilo basándose en la fórmula molecular **y** rotule cada isómero como primario, secundario o terciario. (Si no ha sido capaz de determinar la fórmula molecular en el apartado (a) (iv), use  $C_5H_{11}Br$  para deducir los cuatro isómeros estructurales.) [4]

- (b) La reacción entre un haluro de alquilo primario dibujado en el apartado (a) (v) y cianuro de potasio transcurre por un mecanismo  $S_N2$ .

- (i) Indique la importancia de esta reacción en la síntesis orgánica. [1]

.....

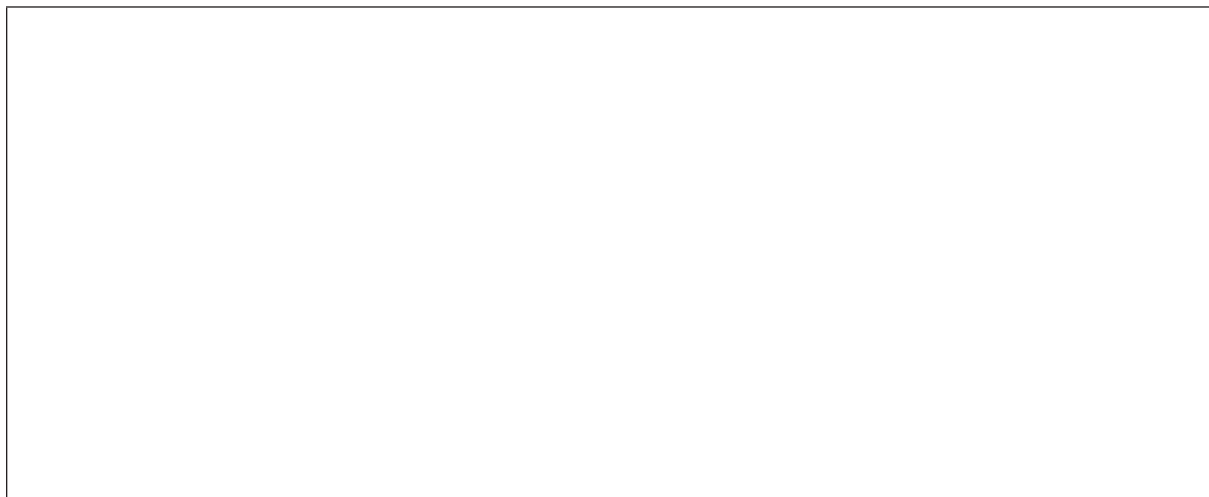
.....

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

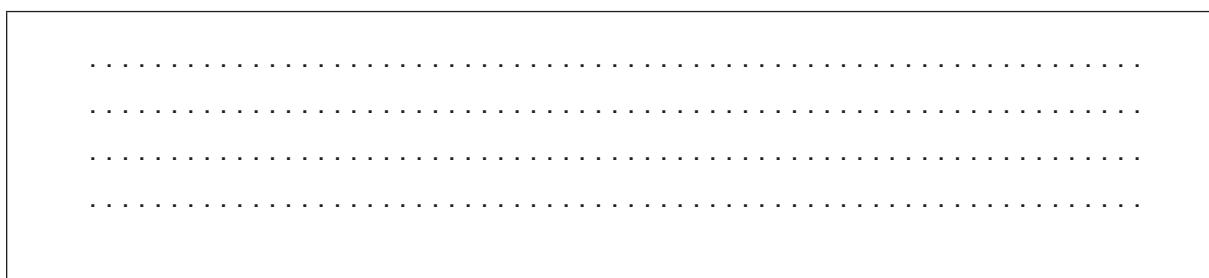


**(Pregunta 9: continuación)**

- (ii) Explique el mecanismo de la reacción usando flechas curvadas para representar el movimiento de los pares electrónicos. [4]

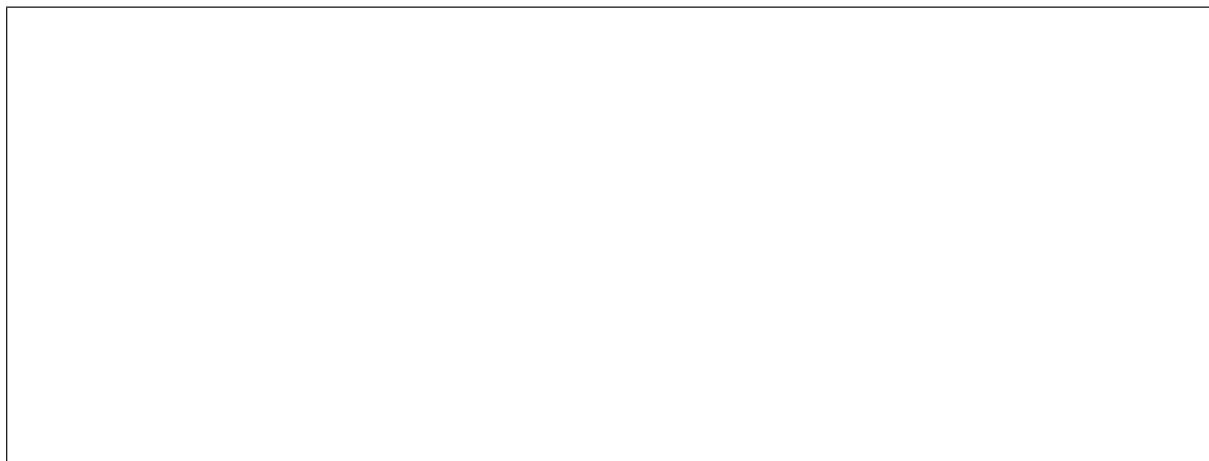


- (iii) El producto orgánico obtenido en el apartado (b) (ii) se puede reducir para formar una amina. Indique una ecuación para esta reacción y un catalizador apropiado. [2]



- (c) La reacción entre el haluro de alquilo primario obtenido en el apartado (a) (v), e NaOH alcohólico concentrado y caliente es un ejemplo de una reacción de eliminación.

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



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



28EP27

**Véase al dorso**

**(Pregunta 9: continuación)**

- (ii) Bajo ciertas condiciones, el principal producto obtenido de la reacción de eliminación puede sufrir polimerización. Identifique el tipo de polimerización y dibuje una parte del polímero formado por **dos** unidades que se repiten. [2]

Tipo de polimerización:

.....

Parte del polímero:

- (d) El etano puede reaccionar con cloro. Explique el mecanismo de radicales libres de esta reacción, incluyendo la condición necesaria para la reacción. [4]

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

