

Química
Nivel superior
Prueba 2

Miércoles 16 de mayo de 2018 (tarde)

Número de convocatoria del alumno

2 horas 15 minutos

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

Instrucciones para los alumnos

- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Conteste todas las preguntas.
- Escriba sus respuestas en las casillas provistas a tal efecto.
- En esta prueba es necesario usar una calculadora.
- Se necesita una copia sin anotaciones del **cuadernillo de datos de química** para esta prueba.
- La puntuación máxima para esta prueba de examen es **[95 puntos]**.



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

1. Un estudiante determinó el porcentaje del ingrediente activo hidróxido de magnesio, $Mg(OH)_2$, en un comprimido de antiácido de 1,24 g.

Se añadió el comprimido de antiácido a $50,00\text{ cm}^3$ de ácido sulfúrico $0,100\text{ mol dm}^{-3}$, el que estaba en exceso.

- (a) Calcule la cantidad, en mol, de H_2SO_4 . [1]

.....
.....

- (b) Formule la ecuación para la reacción del H_2SO_4 con $Mg(OH)_2$. [1]

.....
.....

- (c) El exceso de ácido sulfúrico necesitó para su neutralización $20,80\text{ cm}^3$ de NaOH $0,1133\text{ mol dm}^{-3}$.

Calcule la cantidad de exceso de ácido presente. [1]

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

- (d) Calcule la cantidad de H_2SO_4 que reaccionó con el $Mg(OH)_2$. [1]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

(e) Determine la masa de $Mg(OH)_2$ en el comprimido de antiácido. [2]

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

(f) Calcule el porcentaje en masa de hidróxido de magnesio en el comprimido de antiácido de 1,24 g, con tres cifras significativas. [1]

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

(g) Resuma por qué es importante repetir las mediciones cuantitativas. [1]

.....
.....

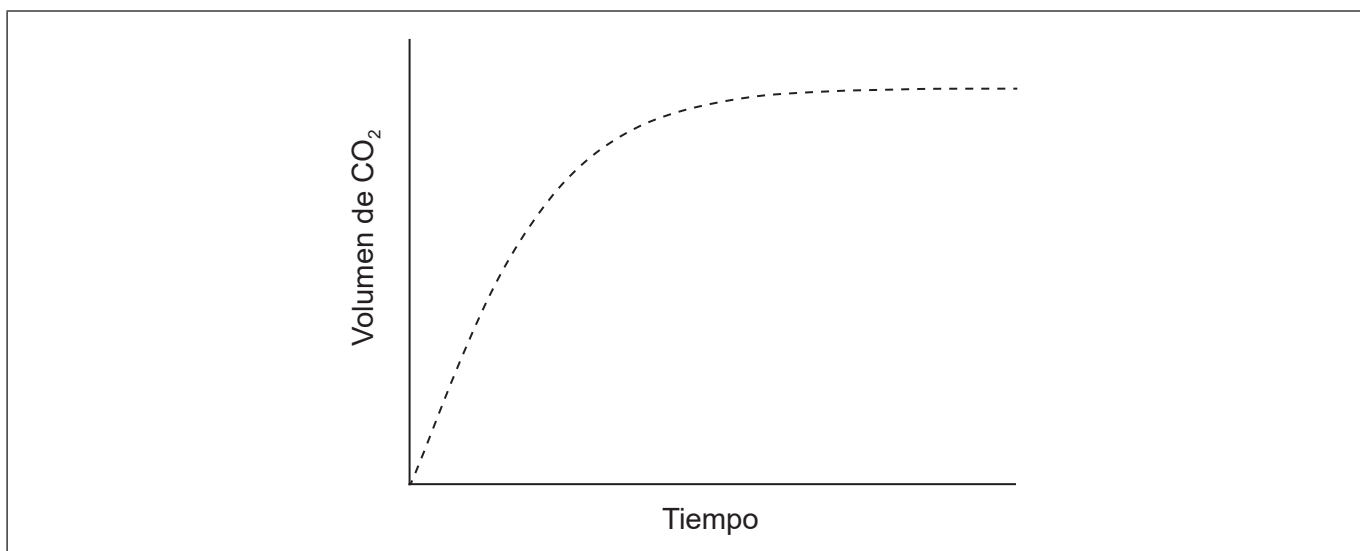


2. La construcción de gráficas es una herramienta importante en el estudio de la velocidad de las reacciones químicas.

(a) Dibuje aproximadamente una curva de distribución de Maxwell-Boltzmann para una reacción química en la que muestre las energías de activación con y sin catalizador. [3]



(b) Se añade un exceso de ácido clorhídrico a trozos de carbonato de calcio. La gráfica de abajo muestra el volumen de dióxido de carbono gaseoso que se produce en función del tiempo.



(i) Dibuje aproximadamente en la gráfica una curva para mostrar el volumen de gas que se produce en función del tiempo, si la misma masa de carbonato de calcio se tritura en lugar de usarla en forma de trozos. Todas las demás condiciones permanecen constantes. [1]

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

- (ii) Indique y explique qué efecto tendría sobre la velocidad de reacción el uso de ácido etanoico de la misma concentración en lugar de ácido clorhídrico. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Resuma por qué el pH se usa más ampliamente que la $[H^+]$ para medir la acidez relativa. [1]

.....

.....

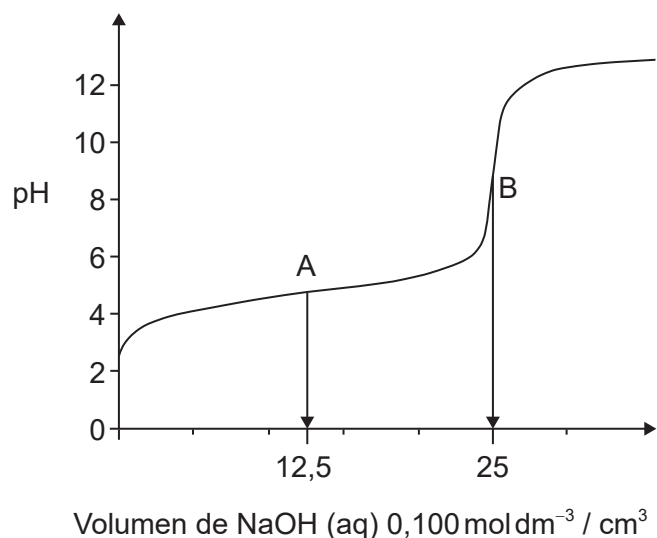
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

- (d) (i) La gráfica representa la titulación de $25,00 \text{ cm}^3$ de ácido etanoico acuoso $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$ con hidróxido de sodio acuoso $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$.



Deduzca las **principales** especies, distintas de agua e iones sodio, presentes en los puntos A y B durante la titulación.

[2]

A:

.....

.....

B:

.....

.....

- (ii) Calcule el pH del ácido etanoico acuoso $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$.

$$K_a = 1,74 \times 10^{-5}$$

[2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

(iii) Resuma, por medio de una ecuación, por qué el etanoato de sodio es básico. [1]

.....
.....

(iv) Prediga si el pH de una solución acuosa de cloruro de amonio será mayor, igual o menor que 7 a 298 K. [1]

.....
.....

(e) (i) Formule la ecuación para la reacción de dióxido de nitrógeno, NO_2 , con agua para formar dos ácidos. [1]

.....
.....

(ii) Formule la ecuación para la reacción de uno de los ácidos producidos en (e)(i) con carbonato de calcio. [1]

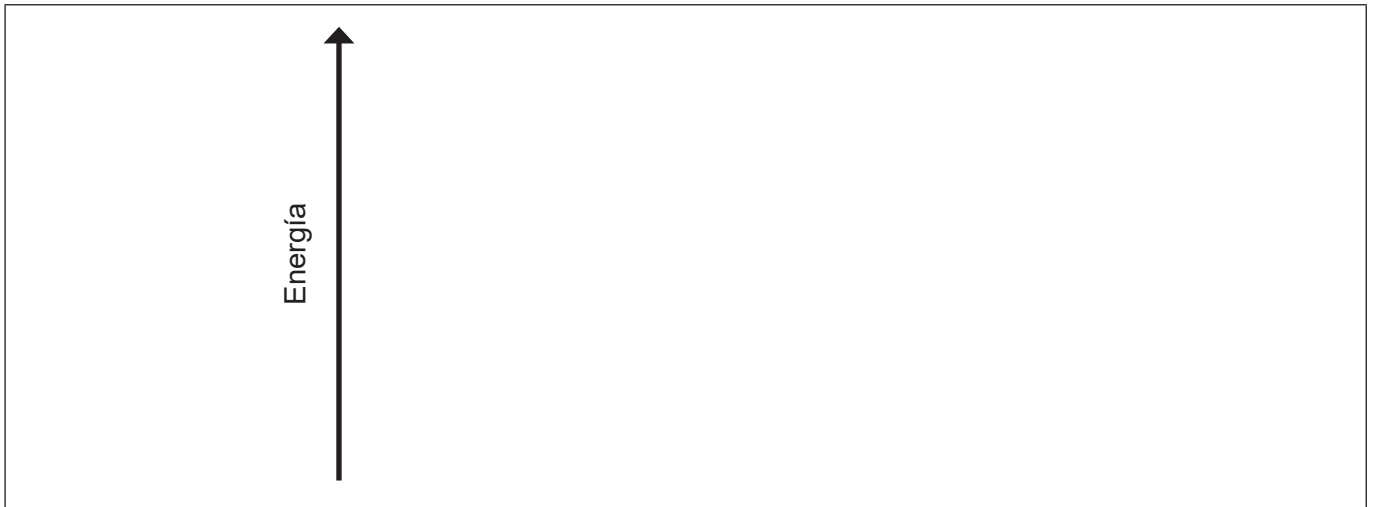
.....
.....



3. El espectro de emisión de un elemento se puede usar para identificarlo.

- (a) (i) Dibuje en el eje los cuatro primeros niveles energéticos de un átomo de hidrógeno. Rotúlelos como $n = 1, 2, 3$ y 4 .

[1]



- (ii) Dibuje en su diagrama las líneas que representan las transiciones electrónicas al $n = 2$ en el espectro de emisión.

[1]

- (iii) Datos espectrales del hidrógeno dan la frecuencia $3,28 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$ como límite de convergencia.

Calcule la energía de ionización, en J, para un solo átomo de hidrógeno, usando las secciones 1 y 2 del cuadernillo de datos.

[1]

.....
.....

- (iv) Calcule la longitud de onda, en m, para la transición electrónica correspondiente a la frecuencia indicada en (a)(iii), usando la sección 1 del cuadernillo de datos.

[1]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 3: continuación)

(b) Los elementos presentan tendencias en sus propiedades físicas a lo largo de la tabla periódica.

(i) Resuma por qué el radio atómico disminuye a lo largo del período 3, del sodio al cloro.

[1]

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

(ii) Resuma por qué el radio iónico del K^+ es menor que el del Cl^- .

[2]

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

(c) (i) El cobre se usa ampliamente como conductor eléctrico.

Dibuje flechas en las cajas para representar la configuración electrónica del cobre en los orbitales 4s y 3d.

[1]

<div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; margin: 0 auto;"></div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"><div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></div><div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></div><div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></div><div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></div><div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></div></div>
4s	3d

(ii) El cobre impuro se puede purificar por electrólisis. En la celda electrolítica, el cobre impuro es el ánodo (electrodo positivo), el cobre puro es el cátodo (electrodo negativo) y el electrolito es una solución de sulfato de cobre(II).

Formule la semiecuación en cada electrodo.

[2]

Ánodo (electrodo positivo):
.....

Cátodo (electrodo negativo):
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 3: continuación)

(iii) Resuma dónde y en qué dirección fluyen los electrones durante la electrólisis. [1]

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

(iv) Deduzca cualquier cambio de color del electrolito durante la electrólisis. [1]

.....
.....

(v) Deduzca el gas formado en el ánodo (electrodo positivo) cuando se usa grafito en lugar de cobre. [1]

.....
.....

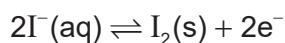
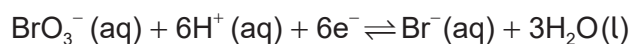
(d) Explique por qué los metales de transición presentan estados de oxidación variables en contraste con los metales alcalinos. [2]

Metales de transición:
.....
.....

Metales alcalinos:
.....
.....



4. (a) En solución ácida, los iones bromato, $\text{BrO}_3^- (\text{aq})$, oxidan a los iones yoduro, $\text{I}^- (\text{aq})$.



Formule la ecuación para la reacción rédox.

[1]

.....

.....

- (b) La variación de energía libre para la reacción en condiciones estándar, ΔG^\ominus , es -514 kJ a 298 K .

Determine el valor de E^\ominus , en V , para la reacción usando las secciones 1 y 2 del cuadernillo de datos.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Calcule el potencial de electrodo estándar, en V , para la semiecuación de reducción $\text{BrO}_3^-/\text{Br}^-$, usando la sección 24 del cuadernillo de datos.

[1]

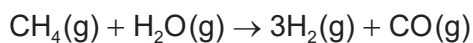
.....

.....



5. Las variaciones de entalpía dependen del número y tipo de enlaces rotos y formados.

- (a) El hidrógeno gaseoso se puede obtener industrialmente por reacción del gas natural con vapor de agua.



Determine la variación de entalpía, ΔH , para la reacción, en kJ, usando la sección 11 del cuadernillo de datos.

Entalpía del enlace $\text{C}\equiv\text{O}$: 1077 kJmol^{-1}

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) La tabla de abajo enumera las entalpías de formación estándar, ΔH_f^\ominus , para algunas especies de la reacción anterior.

	$\text{CH}_4(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\text{CO}(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g})$
$\Delta H_f^\ominus / \text{kJmol}^{-1}$	-74,0	-242	-111	

- (i) Resuma por qué no se indica ningún valor para el $\text{H}_2(\text{g})$.

[1]

.....

.....

- (ii) Determine el valor de ΔH^\ominus , en kJ, para la reacción usando los valores de la tabla.

[1]

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

- (iii) Resume por qué el valor de entalpía de reacción calculado a partir de entalpías de enlace es menos exacto.

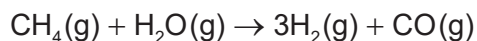
[1]

.....
.....

- (c) La tabla enumera valores de entropía estándar, S^\ominus .

	CH₄(g)	H₂O(g)	CO(g)	H₂(g)
$S^\ominus / \text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$	+186	+189	+198	+131

Calcule la variación de entropía estándar para la reacción, ΔS^\ominus , en JK^{-1} .



[1]

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

- (d) Calcule la variación de energía libre estándar, ΔG^\ominus , en kJ, para la reacción a 298 K, usando de su respuesta a (b)(ii).

[1]

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

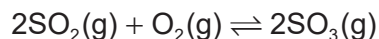
- (e) Determine la temperatura, en K, por encima de la cual la reacción se hace espontánea.

[1]

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



6. Una mezcla de 1,00 mol de SO₂(g), 2,00 mol de O₂(g) y 1,00 mol de SO₃(g) se coloca en un recipiente de 1,00 dm³ hasta alcanzar el equilibrio.



- (a) Distinga entre los términos cociente de reacción, Q, y constante de equilibrio, K_c. [1]

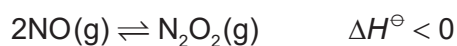
.....
.....
.....

- (b) La constante de equilibrio, K_c, es 0,282 a la temperatura T.

Deduzca la dirección de la reacción inicial, mostrando su trabajo. [2]

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

- (c) (i) El óxido de nitrógeno está en equilibrio con el dióxido de dinitrógeno.



Deduzca, dando una razón, el efecto de aumentar la temperatura sobre la concentración de N₂O₂. [1]

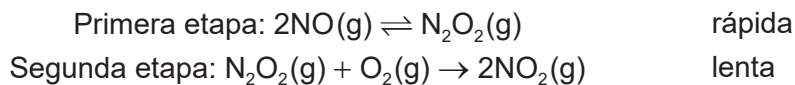
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 6: continuación)

- (ii) Para la formación de $\text{NO}_2(\text{g})$ a partir de $\text{NO}(\text{g})$, se propone un mecanismo de dos etapas que implica un proceso de equilibrio exotérmico.



Deduzca la expresión de velocidad para el mecanismo. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (d) La constante de velocidad para una reacción se duplica cuando la temperatura se aumenta desde $25,0^\circ\text{C}$ a 35°C .

Calcule la energía de activación, E_a , en kJmol^{-1} para la reacción usando las secciones 1 y 2 del cuadernillo de datos. [2]

.....

.....

.....

.....

7. Algunas propiedades físicas de sustancias moleculares son consecuencia de diferentes tipos de fuerzas entre sus moléculas.

- (a) (i) Explique por qué los hidruros de los elementos del grupo 16 (H_2O , H_2S , H_2Se y H_2Te) son moléculas polares. [2]

.....

.....

.....

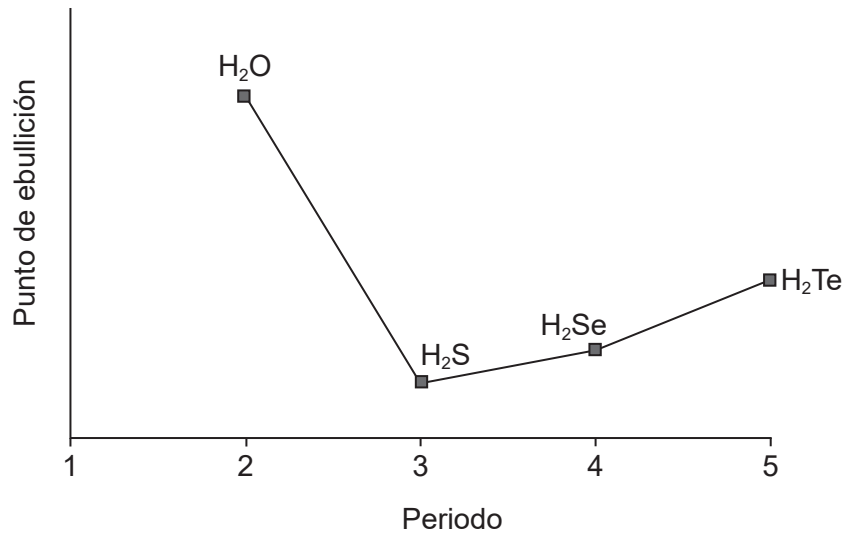
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 7: continuación)

- (ii) La gráfica muestra los puntos de ebullición de los hidruros de los elementos del grupo 16.



Explique el aumento del punto de ebullición desde el H₂S al H₂Te.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Las estructuras de Lewis muestran dominios electrónicos y se usan para predecir la geometría molecular.

Deduzca la geometría de dominio electrónico y la geometría molecular del ion NH₂⁻.

[2]

Geometría de dominio electrónico:

.....

Geometría molecular:

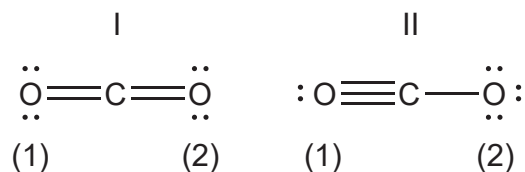
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 7: continuación)

- (c) Las estructuras de resonancia existen cuando una molécula se puede representar por medio de más de una estructura de Lewis.
- (i) El dióxido de carbono se puede representar por lo menos con dos estructuras de resonancia, I y II.



Calcule la carga formal sobre cada átomo de oxígeno en las dos estructuras. [2]

Estructura	I	II
Átomo de O rotulado (1)
Átomo de O rotulado (2)

- (ii) Deduzca, dando una razón, la estructura más probable. [1]

.....

.....

- (d) La absorción de luz UV en la capa de ozono causa la disociación del oxígeno y el ozono.

Identifique, en términos de enlace, la molécula que requiere longitud de onda más larga para su disociación. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 7: continuación)

- (e) El carbono y el silicio son elementos del grupo 14.

Explique por qué el CO_2 es gas, pero el SiO_2 es sólido a temperatura ambiente.

[2]

.....

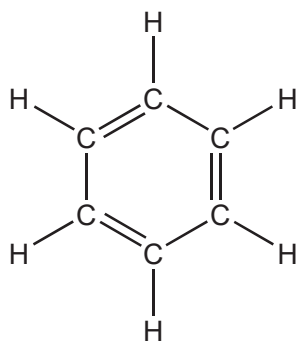
.....

.....

.....

8. La estructura de una molécula orgánica puede ayudar a predecir el tipo de reacción que puede sufrir.

- (a) La estructura de Kekulé del benceno sugiere que podría sufrir fácilmente reacciones de adición.



Discuta dos evidencias, **una** física y **una** química, que sugieran que esta no es la estructura del benceno.

[2]

Evidencia física:

.....

.....

Evidencia química:

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 8: continuación)

- (b) (i) Formule la ecuación iónica para la oxidación del 1-propanol al correspondiente aldehído por los iones dicromato(VI) en medio ácido. Use la sección 24 del cuadernillo de datos. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) El aldehído puede sufrir mayor oxidación a ácido carboxílico.

Resuma cómo se diferencian los procedimientos experimentales para la síntesis del aldehído y del ácido carboxílico. [2]

Aldehído:

.....

.....

Ácido carboxílico:

.....

.....

- (c) La mejora de los instrumentos ha hecho que la identificación de compuestos orgánicos sea rutinaria.

Se determinó que la fórmula empírica de un compuesto desconocido que contiene un grupo fenilo es C_4H_4O . El pico ion molecular de su espectro de masas aparece a $m/z = 136$.

- (i) Deduzca la fórmula molecular del compuesto. [1]

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

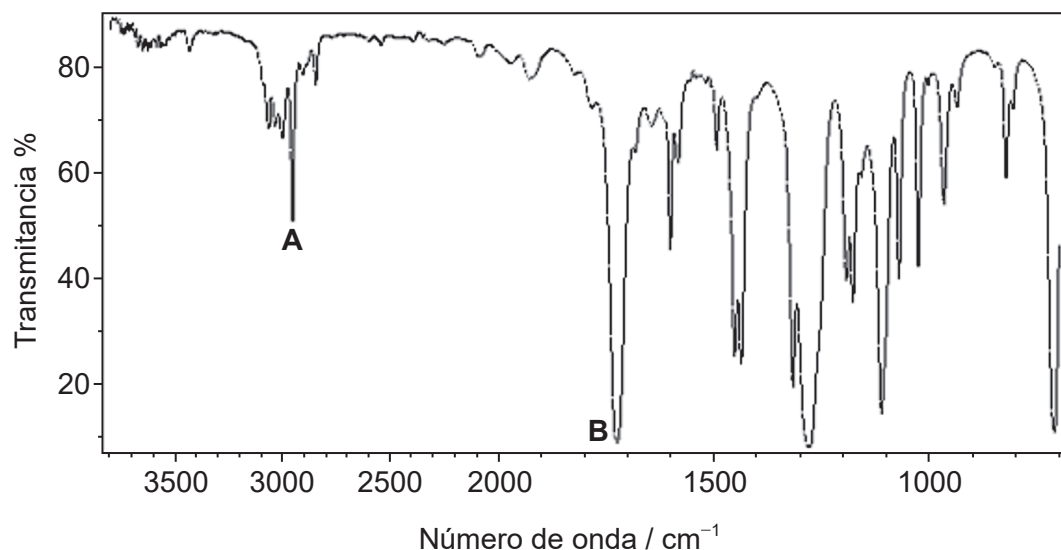


Véase al dorso

(Pregunta 8: continuación)

- (ii) Identifique los enlaces que causan los picos **A** y **B** en el espectro IR del compuesto desconocido, usando la sección 26 del cuadernillo de datos.

[1]



[Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación (FAO), http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/jecfa/img/851.gif. Reproducido con autorización.]

A:

.....

B:

.....

- (iii) Deduzca las fórmulas estructurales completas de **dos** posibles isómeros del compuesto desconocido, teniendo en cuenta que ambos son ésteres.

[2]

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

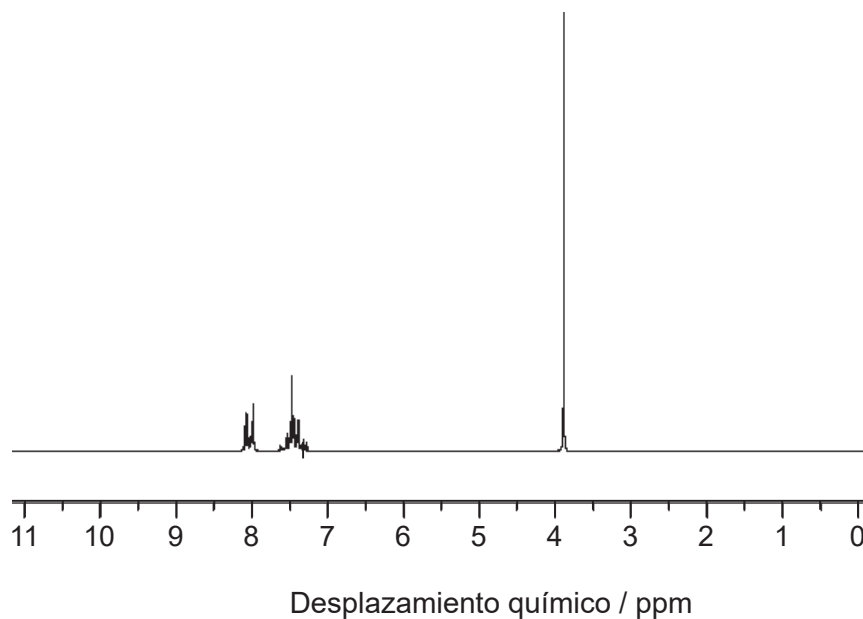


24EP20

(Pregunta 8: continuación)

- (iv) Deduzca la fórmula del compuesto desconocido, basándose en su espectro de RMN de ^1H , usando la sección 27 del cuadernillo de datos.

[1]



[Fuente: SDBS, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology.]

.....

.....

.....

9. (a) Con frecuencia los compuestos orgánicos tienen isómeros.

Una molécula de cadena lineal de fórmula $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ contiene un grupo carbonilo.
El compuesto no se puede oxidar con solución ácida de dicromato(VI) de potasio.

- (i) Deduzca las fórmulas estructurales de los dos posibles isómeros.

[2]

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

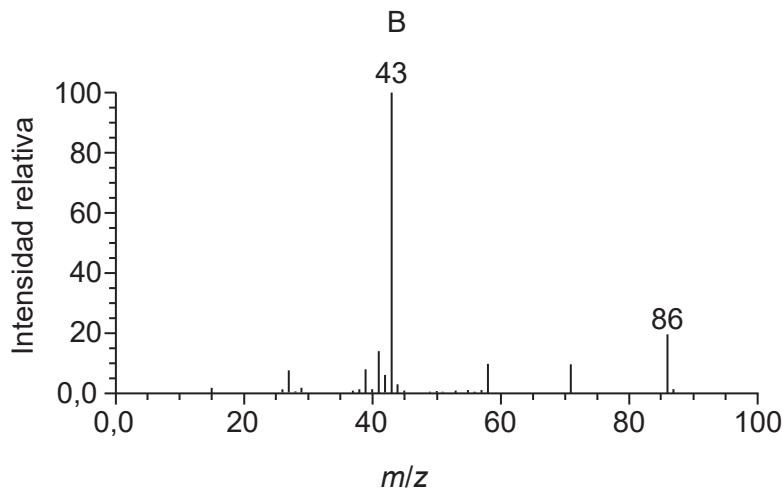
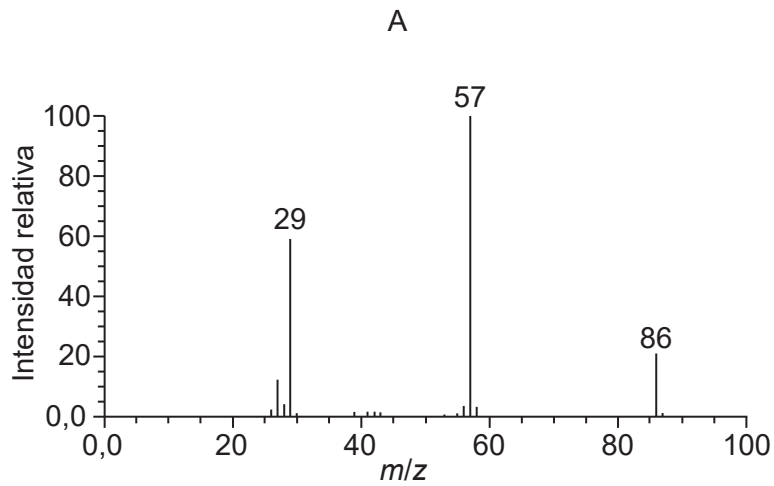


24EP21

Véase al dorso

(Pregunta 9: continuación)

(ii) Los espectros de masas de los dos isómeros **A** y **B** se dan a continuación.



[Fuente: NIST Mass Spec Data Center, S.E. Stein, director, "Mass Spectra" in NIST Chemistry WebBook, Base de Datos de Referencia Estándar del NIST Número 69, Eds. P.J. Linstrom y W.G. Mallard, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg MD, 20899, doi:10.18434/T4D303, (consultado le 31 de mayo de 2018).]

Explique qué espectro produce cada compuesto, usando la sección 28 del cuadernillo de datos.

[2]

A:

.....

.....

B:

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 9: continuación)

(b) Un haluro de alquilo terciario con tres grupos alquilo diferentes $(R_1R_2R_3)C-X$, sufre una reacción S_N1 y origina dos isómeros.

(i) Indique el tipo de ruptura de enlace que tiene lugar en una reacción S_N1 . [1]

.....
.....

(ii) Indique el tipo de disolvente más adecuado para la reacción. [1]

.....
.....

(iii) Dibuje la estructura del intermediario que se obtiene e indique su forma. [2]

Forma:
.....

(iv) Sugiera, dando una razón, el porcentaje de cada isómero que se obtiene por medio de una reacción S_N1 . [2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 9: continuación)

- (c) El nitrobenzeno, $C_6H_5NO_2$, se puede convertir en fenilamina por medio de una reacción en dos etapas.

En la primera etapa, el nitrobenzeno se reduce con solución ácida de estaño para formar un ion intermediario e iones estaño(II). En la segunda etapa, el ion intermediario se convierte en fenilamina en presencia de iones hidróxido.

Formule la ecuación para cada etapa de la reacción.

[2]

Etapas:

.....
.....

Etapas:

.....
.....

