

© International Baccalaureate Organization 2025

All rights reserved. No part of this product may be reproduced in any form or by any electronic or mechanical means, including information storage and retrieval systems, without the prior written permission from the IB. Additionally, the license tied with this product prohibits use of any selected files or extracts from this product. Use by third parties, including but not limited to publishers, private teachers, tutoring or study services, preparatory schools, vendors operating curriculum mapping services or teacher resource digital platforms and app developers, whether fee-covered or not, is prohibited and is a criminal offense.

More information on how to request written permission in the form of a license can be obtained from <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

© Organisation du Baccalauréat International 2025

Tous droits réservés. Aucune partie de ce produit ne peut être reproduite sous quelque forme ni par quelque moyen que ce soit, électronique ou mécanique, y compris des systèmes de stockage et de récupération d'informations, sans l'autorisation écrite préalable de l'IB. De plus, la licence associée à ce produit interdit toute utilisation de tout fichier ou extrait sélectionné dans ce produit. L'utilisation par des tiers, y compris, sans toutefois s'y limiter, des éditeurs, des professeurs particuliers, des services de tutorat ou d'aide aux études, des établissements de préparation à l'enseignement supérieur, des fournisseurs de services de planification des programmes d'études, des gestionnaires de plateformes pédagogiques en ligne, et des développeurs d'applications, moyennant paiement ou non, est interdite et constitue une infraction pénale.

Pour plus d'informations sur la procédure à suivre pour obtenir une autorisation écrite sous la forme d'une licence, rendez-vous à l'adresse <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

© Organización del Bachillerato Internacional, 2025

Todos los derechos reservados. No se podrá reproducir ninguna parte de este producto de ninguna forma ni por ningún medio electrónico o mecánico, incluidos los sistemas de almacenamiento y recuperación de información, sin la previa autorización por escrito del IB. Además, la licencia vinculada a este producto prohíbe el uso de todo archivo o fragmento seleccionado de este producto. El uso por parte de terceros —lo que incluye, a título enunciativo, editoriales, profesores particulares, servicios de apoyo académico o ayuda para el estudio, colegios preparatorios, desarrolladores de aplicaciones y entidades que presten servicios de planificación curricular u ofrezcan recursos para docentes mediante plataformas digitales—, ya sea incluido en tasas o no, está prohibido y constituye un delito.

En este enlace encontrará más información sobre cómo solicitar una autorización por escrito en forma de licencia: <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

Química

Nivel Superior

Prueba 2

3 de noviembre de 2025

Zona A mañana | Zona B mañana | Zona C mañana

Número de convocatoria del alumno

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

2 horas 30 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 **[90 puntos]**.



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

1. El monóxido de nitrógeno, NO(g), se produce por combustión interna y en los motores de los aviones.

(a) Resuma una razón por la cual el NO es un contaminante. [1]

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

(b) Calcule la cantidad, en moles, de NO en $1,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ de gas de escape de un motor que contiene 0,10% NO en volumen a 200°C y $1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$.

Use las secciones 1 y 2 del cuadernillo de datos. [3]

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

(c) Resuma por qué el NO se desvía más que el nitrógeno, N_2 , del modelo del gas ideal. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

(d) En el convertidor catalítico de un tubo de escape, el NO reacciona con monóxido de carbono, CO, para formar N₂.

(i) Indique los estados de oxidación inicial y final del nitrógeno. [1]

Inicial: Final:

(ii) Deduzca el segundo producto y la ecuación ajustada para la reacción. [1]

.....
.....

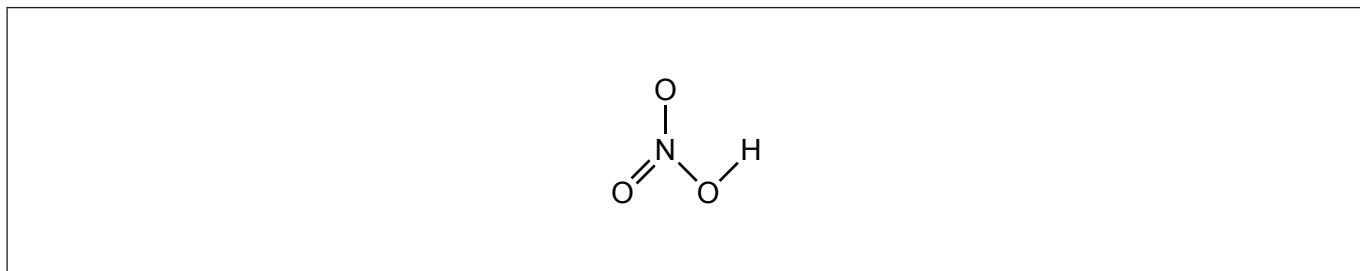


32EP03

Véase al dorso

2. El ácido nítrico, HNO_3 , es un ácido fuerte.

(a) (i) Anote la estructura del ácido nítrico para indicar el enlace de coordinación. [1]



(ii) Escriba una ecuación para la reacción de exceso de ácido nítrico con carbonato de sodio. [1]

.....

.....

(b) (i) Dibuje la fórmula de Lewis del ion nitrato. [1]

.....

(ii) Escriba la fórmula del nitrato de níquel(II). [1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

(iii) Indique la razón por la cual el ion nitrato contiene tres enlaces N–O idénticos. [1]

.....
.....

(iv) Prediga la longitud de los enlaces N–O en el ion nitrato. Use la sección 11 del cuadernillo de datos. [1]

.....
.....

(c) Prediga, con una explicación, qué se observaría cuando se añade manganeso y cobre metálicos a muestras separadas de solución verde de nitrato de níquel(II). Use la sección 19 del cuadernillo de datos. [2]

Metal añadido	Mn	Cu
Observaciones		

Explicación:

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página 7)



No escriba en esta página.

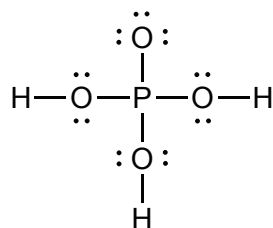
Las respuestas que se escriban en esta página no serán corregidas.



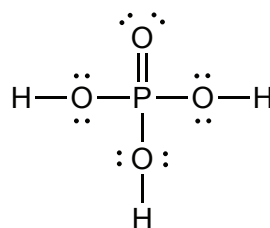
(Pregunta 2: continuación)

(d) La fórmula del ácido fosfórico es H_3PO_4 .

(i) Resume, en términos de carga formal, por qué se prefiere la fórmula 2 de Lewis. [2]



Fórmula 1 de Lewis



Fórmula 2 de Lewis

.....

.....

.....

.....

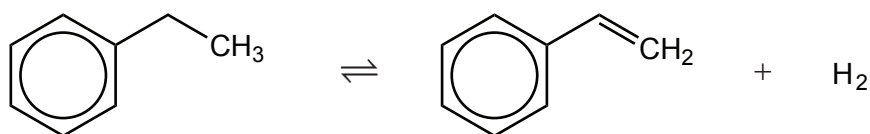
(ii) Escriba la fórmula de la base conjugada del ácido fosfórico. [1]

.....

.....



3. El feniletano (estireno) se produce a partir de etilbenceno en un equilibrio en fase gaseosa.



(a) (i) Calcule la masa, en g, de estireno que se produce a partir de 1,0 kg de etilbenceno si el rendimiento de la reacción es del 90%. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) Calcule la eficiencia atómica de la reacción. [1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

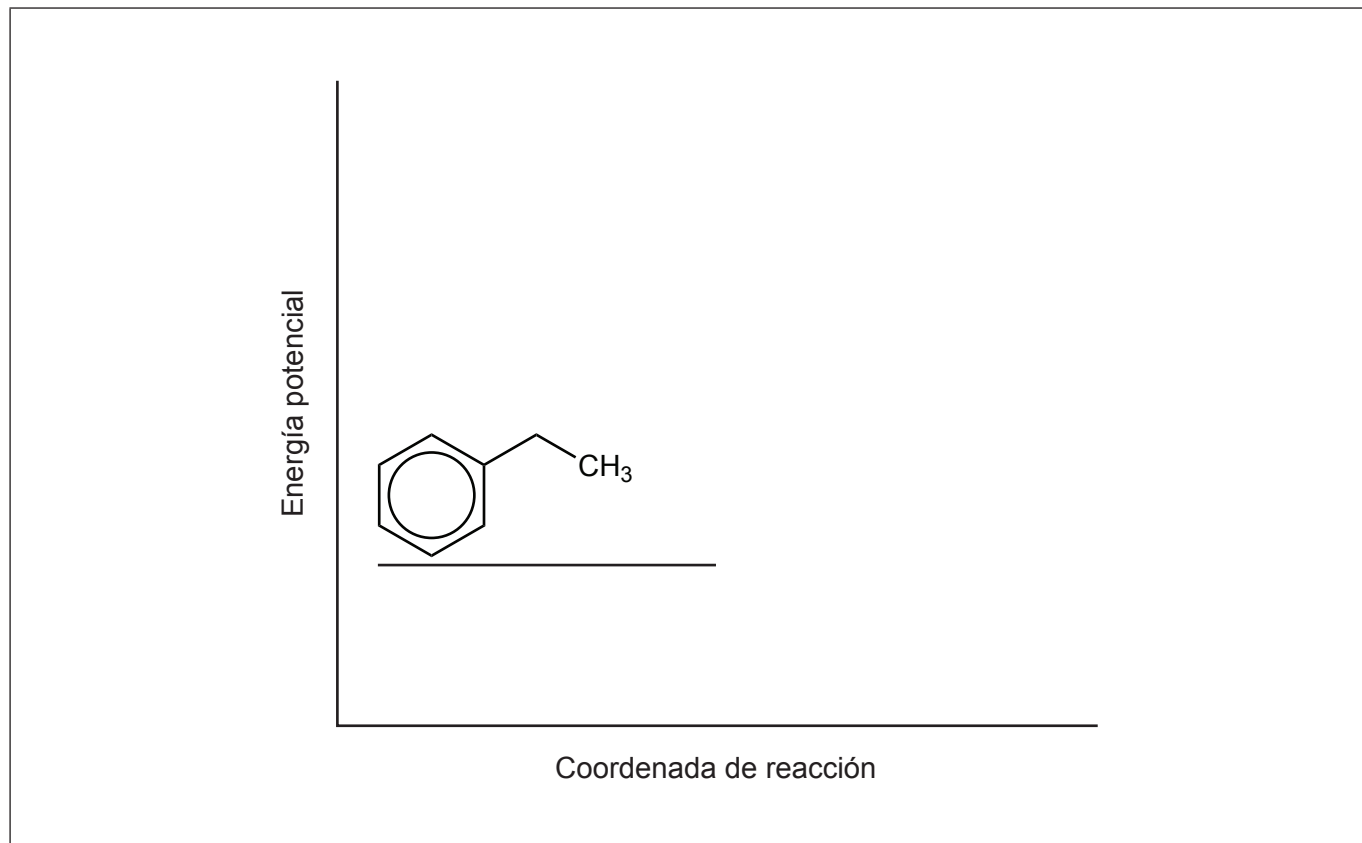


(Pregunta 3: continuación)

- (b) La reacción directa es endotérmica, usa óxido de hierro(III) como catalizador y se produce a 900 K.

Dibuje aproximadamente ambos perfiles de energía, para la reacción con y sin el catalizador, rotule ΔH y las energías de activación.

[3]

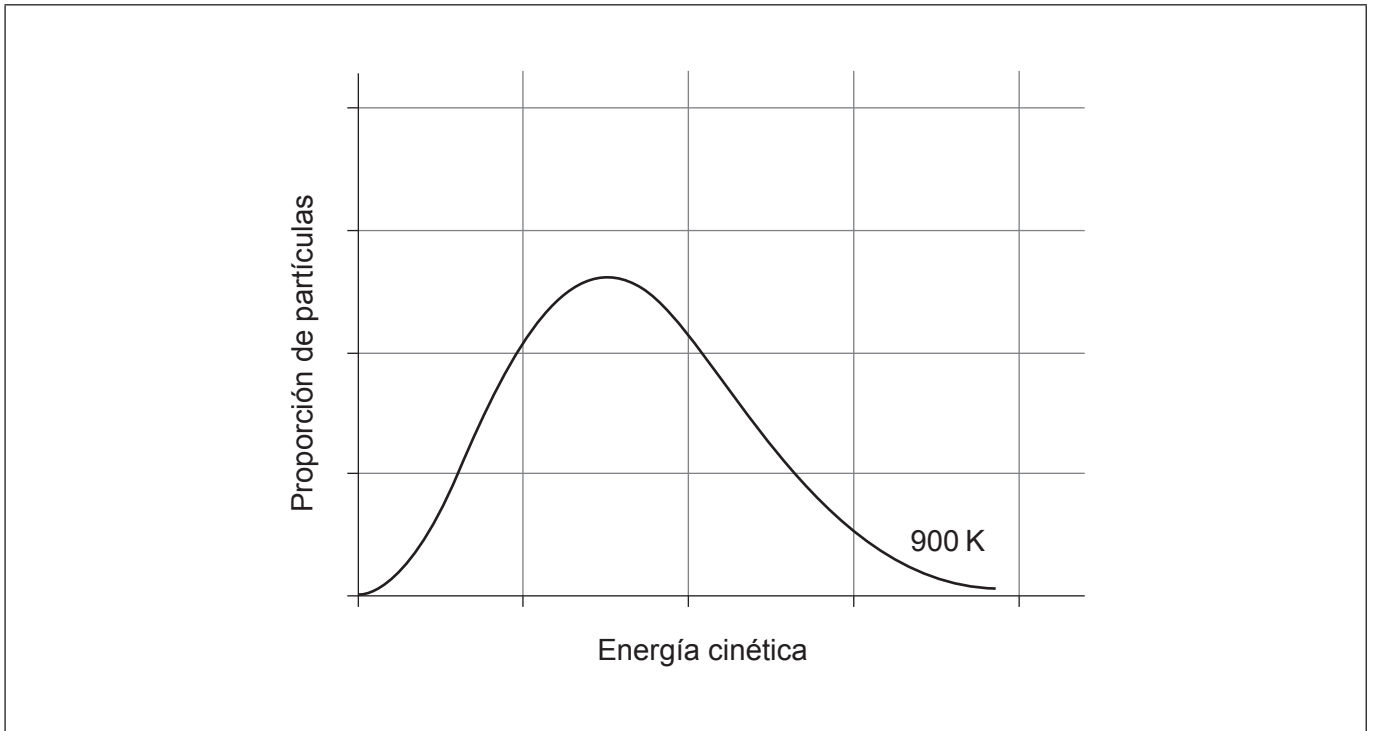


(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 3: continuación)

- (c) (i) Dibuje aproximadamente la curva de distribución de Maxwell-Boltzmann para 298 K en los mismos ejes que para la curva de 900 K. [1]



- (ii) Anote el gráfico para mostrar la energía de activación, E_a . [1]
- (iii) Explique por qué reducir la temperatura disminuye la velocidad de la reacción, haciendo referencia al gráfico en su explicación. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 3: continuación)

(iv) Sugiera, con una razón, el efecto de aumentar la presión sobre la posición de equilibrio.

[1]

.....

.....

(v) Resuma el efecto de disminuir la temperatura sobre la posición de equilibrio.

[1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

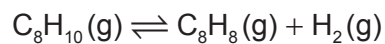


32EP11

Véase al dorso

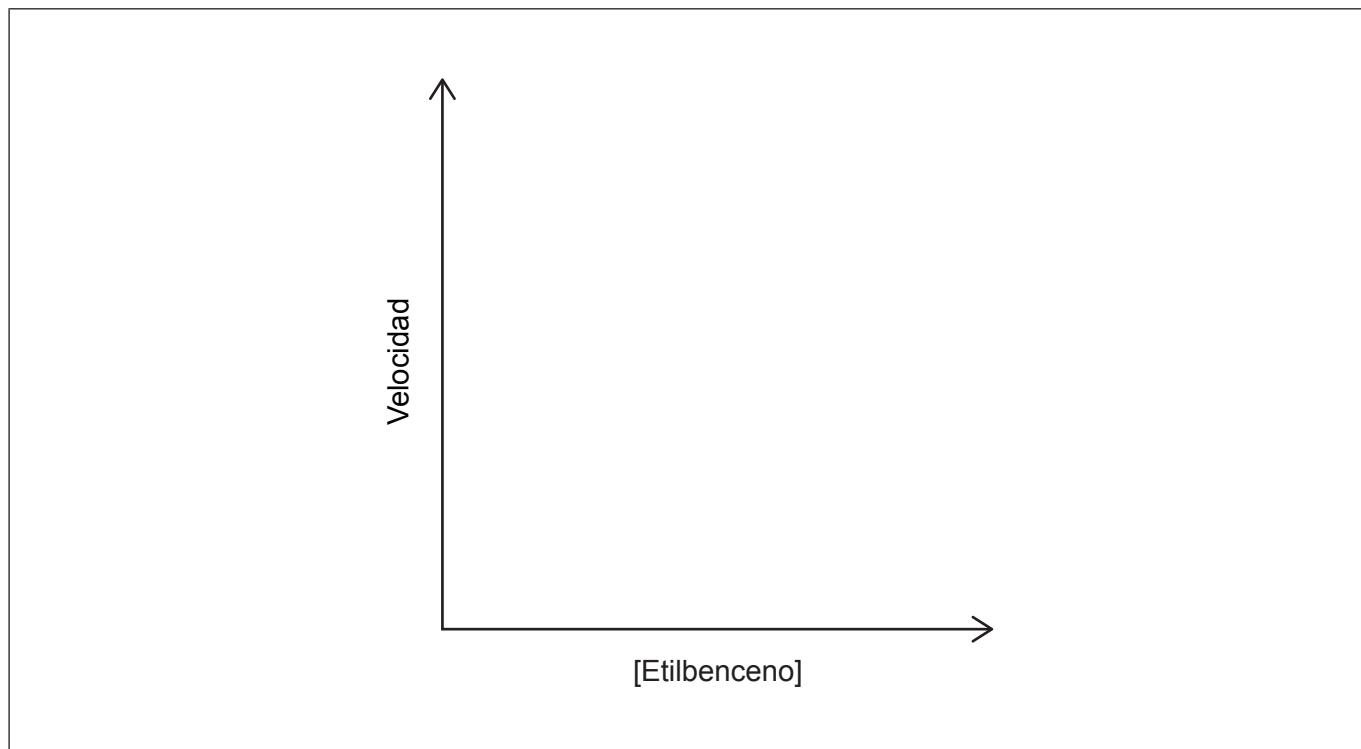
(Pregunta 3: continuación)

(d) La reacción directa es de primer orden con respecto al etilbenceno.



(i) Dibuje aproximadamente el gráfico de velocidad en función de concentración de etilbenceno.

[1]



(ii) Deduzca la ecuación de velocidad para la reacción y las unidades de la constante de velocidad k .

[2]

Ecuación de velocidad:

.....

Unidades de k :

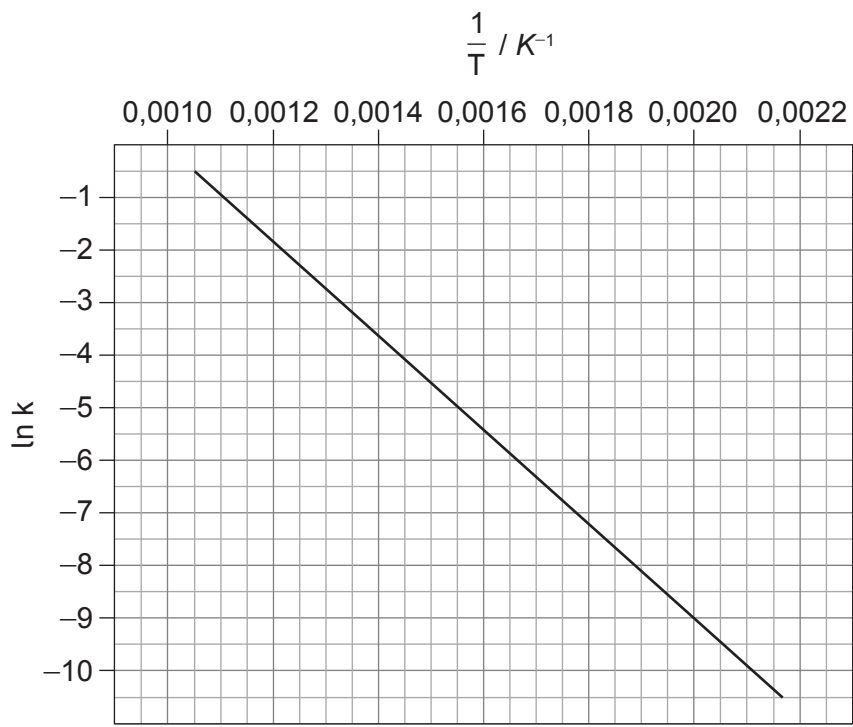
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 3: continuación)

(iii) Determine la energía de activación de la reacción, E_a , en kJ mol^{-1} , a partir del gráfico de Arrhenius. Use las secciones 1 y 2 del cuadernillo de datos. [2]



.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página 15)



32EP13

Véase al dorso

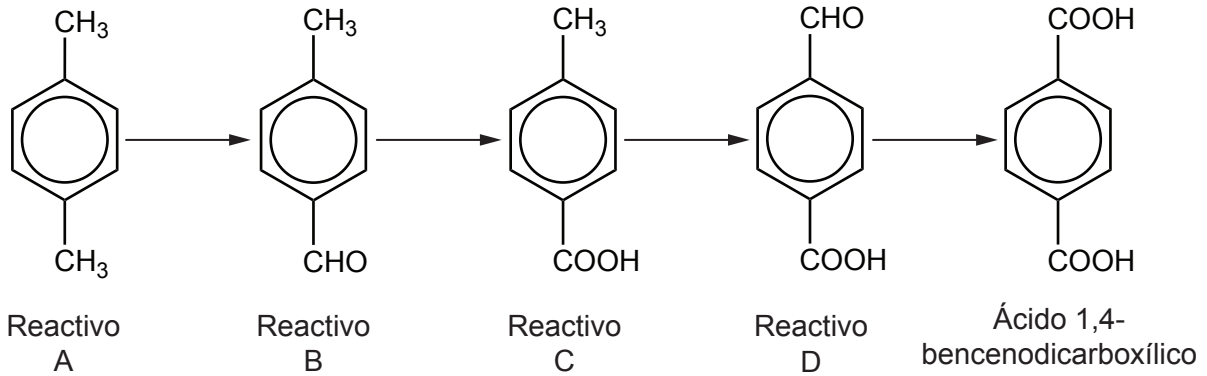
No escriba en esta página.

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



(Pregunta 3: continuación)

(e) Un compuesto que se usa para fabricar polímeros, ácido 1,4-benzenodicarboxílico, se puede obtener por medio de una serie de reacciones.



(i) Deduzca la relación entre el reactivo A y el etilbenceno. [1]

.....
.....

(ii) Indique la fórmula estructural, el nombre del grupo funcional y la serie homóloga del grupo funcional CHO. [2]

Dibujo de la fórmula estructural	Nombre del grupo funcional	Nombre de la serie homóloga

(iii) Sugiera las condiciones requeridas y el papel del reactivo KMnO₄ usado para convertir el intermediario B en el intermediario C. [2]

Condiciones:

Papel del KMnO₄:

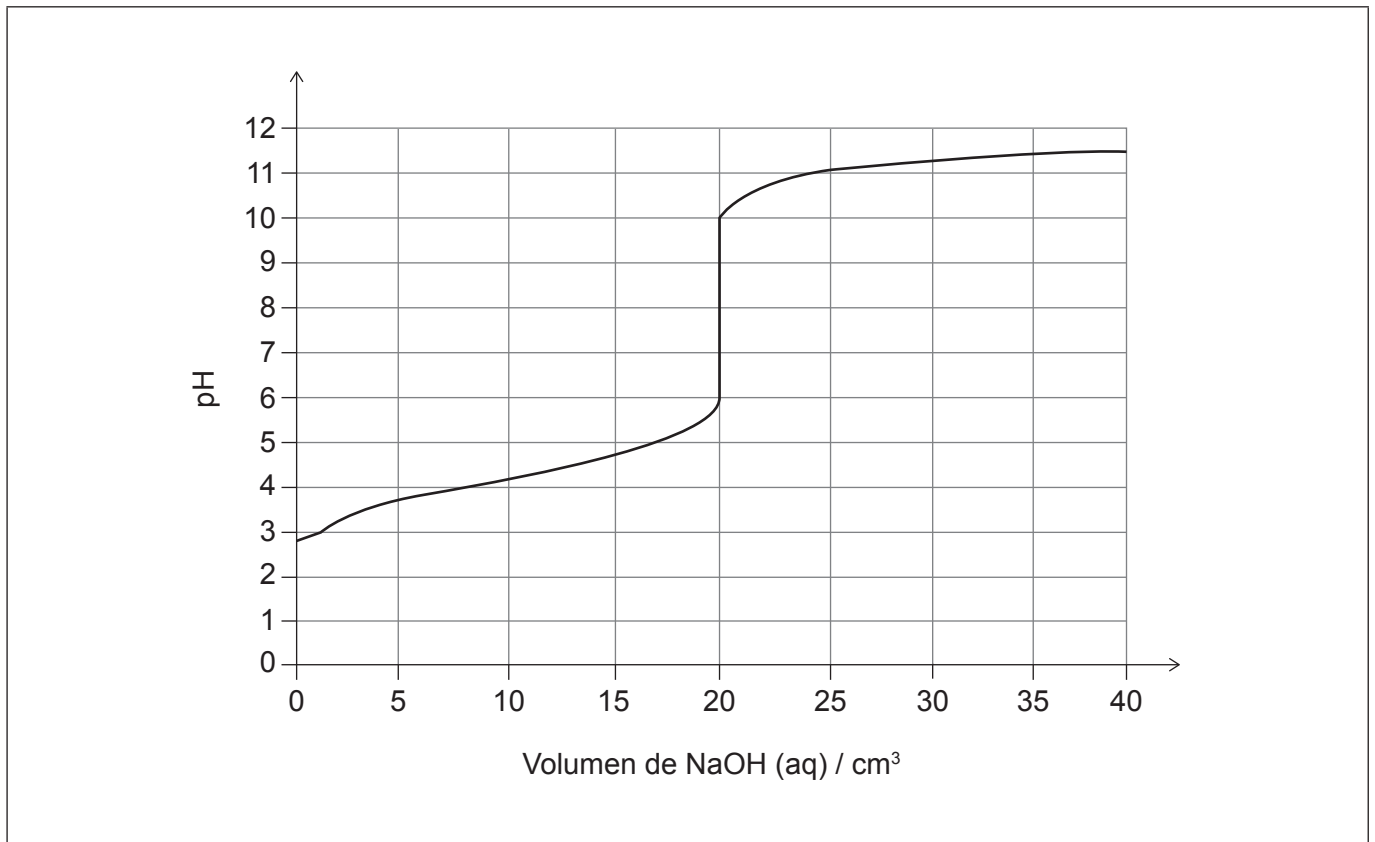
(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



Véase al dorso

(Pregunta 3: continuación)

- (f) El ácido benzoico es un ácido débil. El gráfico muestra los cambios de pH durante la titulación de 10,0 cm³ de solución acuosa de ácido benzoico con hidróxido de sodio acuoso.



- (i) Deduzca la expresión de la constante de equilibrio, K , para la ionización del ácido benzoico (C_6H_5COOH).

[1]

.....
.....

- (ii) Anote el gráfico para hallar el pK_a del ácido benzoico.

[1]

- (iii) Sugiera un indicador adecuado para la titulación. Use la sección 18 del cuadernillo de datos.

[1]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 3: continuación)

- (iv) Explique, haciendo referencia al equilibrio ácido-base, por qué la solución de benzoato de sodio formada tiene un $\text{pH} > 7$.

[1]

.....
.....

- (v) Calcule la concentración de la solución de ácido benzoico, en mol dm^{-3} , dado que la concentración de hidróxido de sodio era $0,010 \text{ mol dm}^{-3}$.

[1]

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

- (g) (i) Describa cómo se puede obtener una solución tampón a partir de ácido benzoico acuoso e hidróxido de sodio acuoso.

[1]

.....
.....

- (ii) Prediga cómo afectaría el pH del tampón el añadido de una pequeña cantidad de agua.

[1]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la página 19)



No escriba en esta página.

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



(Pregunta 3: continuación)

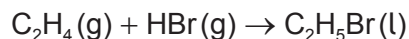
- (h) (i) Indique el tipo de polímero formado por reacción de ácido 1,4-benzenodicarboxílico con etanodiol, HOCH₂CH₂OH. [1]

.....
.....

- (ii) Dibuje la estructura del polímero, mostrando la unidad repetida. [2]



4. El bromoetano, C_2H_5Br , se produce haciendo reaccionar eteno, C_2H_4 , con bromuro de hidrógeno, HBr .



- (a) (i) Indique el tipo de reacción y el papel del HBr . [1]

.....
.....

- (ii) Resuma por qué el eteno es susceptible de ser atacado por moléculas como el HBr . [1]

.....
.....

- (b) (i) Determine la variación de entalpía estándar de la reacción, en $kJ\ mol^{-1}$. Use la sección 12 del cuadernillo de datos. [2]

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

- (ii) Indique **dos** razones por las que el resultado usando entalpías de enlace es menos preciso que uno calculado a partir de entalpías de formación. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 4: continuación)

(iii) Resuma por qué la variación de entropía de la reacción es negativa. [1]

.....
.....

(iv) Prediga, mostrando su trabajo, si la reacción es espontánea a 298 K. Use la sección 13 del cuadernillo de datos y su respuesta al apartado (b)(i). Si no logró una respuesta en el apartado (b)(i), use -58 kJ mol^{-1} . [2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

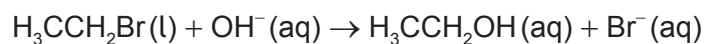


32EP21

Véase al dorso

(Pregunta 4: continuación)

(c) El bromoetano puede reaccionar con iones hidróxido acuosos para producir etanol.



(i) Indique el tipo de reacción. [1]

.....
.....

(ii) Dibuje aproximadamente el mecanismo de la reacción, usando flechas curvas para representar el movimiento de los pares de electrones. [3]



(iii) Resuma por qué la reacción se produce por medio de este mecanismo. [1]

.....
.....

(iv) Indique el orden de reacción. [1]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 4: continuación)

(v) Prediga, con una razón, un haloetano que reaccione más rápido que el bromoetano. [1]

.....

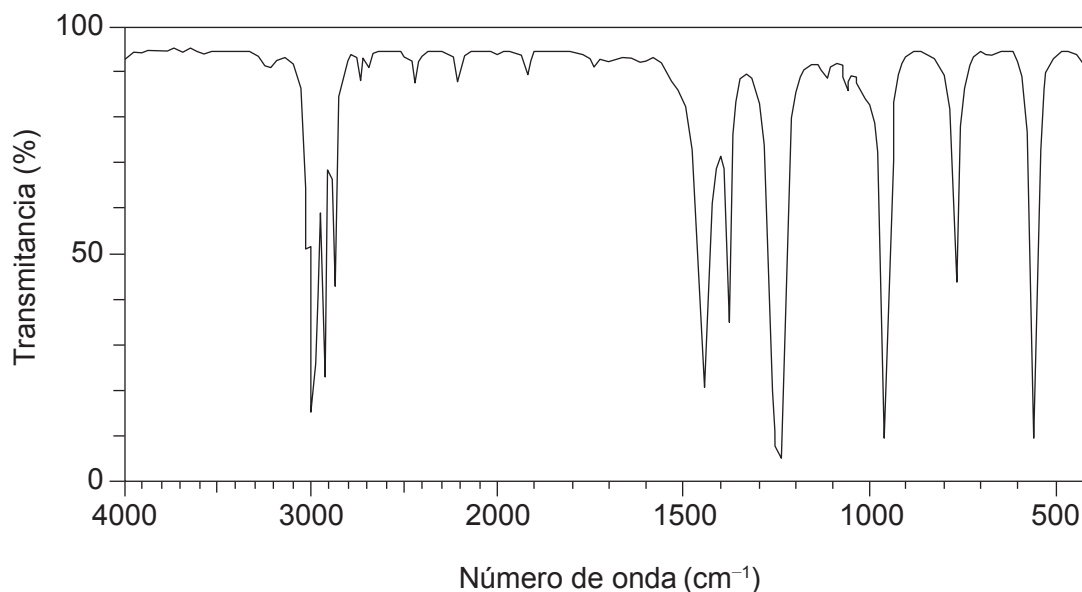
.....

(vi) El bromoetano presenta una señal en la región de 3,5–4,4 ppm de su espectro de RMN de ¹H. Deduzca el patrón de desdoblamiento de esta señal. Use la sección 21 del cuadernillo de datos. [1]

.....

.....

(vii) Deduzca si este espectro infrarrojo es producido por el bromoetano o por el etanol. Proporcione evidencia de la sección 20 del cuadernillo de datos. [1]



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

.....

.....



32EP23

Véase al dorso

5. Una muestra de bromo tiene la siguiente composición en masa:

^{79}Br : 50,75 %

^{81}Br : 49,25 %

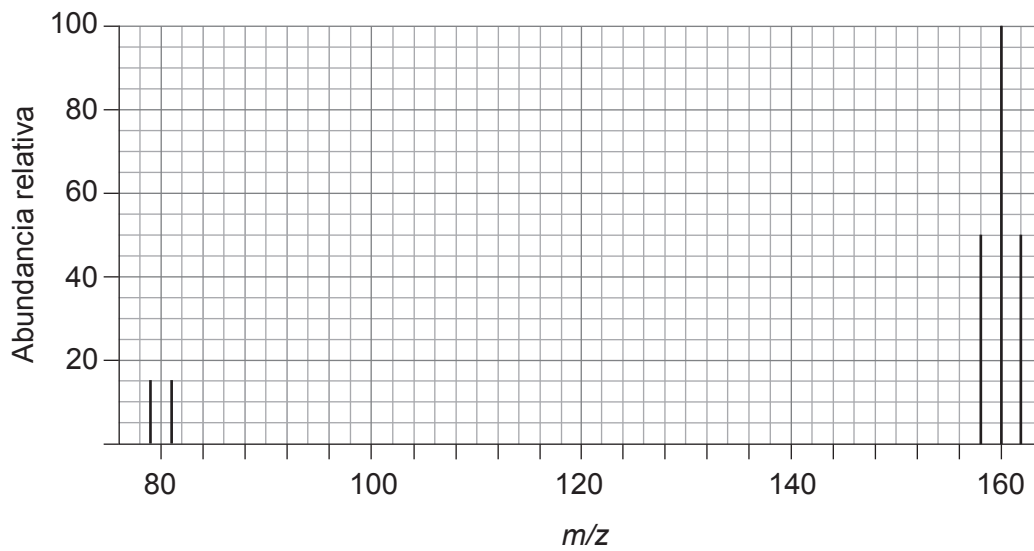
(a) Contraste las estructuras atómicas de los isótopos.

[1]

.....

.....

(b) La muestra produce el siguiente espectro de masas.



(i) Explique las alturas relativas de los tres picos alrededor de m/z 160.

[2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

- (ii) Calcule la masa atómica relativa del bromo a partir de la muestra, dando su respuesta con dos cifras decimales. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) (i) Deduzca, mostrando su trabajo, el tipo de enlace y el porcentaje de carácter covalente en el bromuro de calcio, CaBr_2 . Use las secciones 9 y 17 del cuadernillo de datos. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

- (ii) Determine la entalpía de red del bromuro de calcio, suponiendo que el enlace es estrictamente iónico. Use las secciones 9 y 12 del cuadernillo de datos y los siguientes datos:

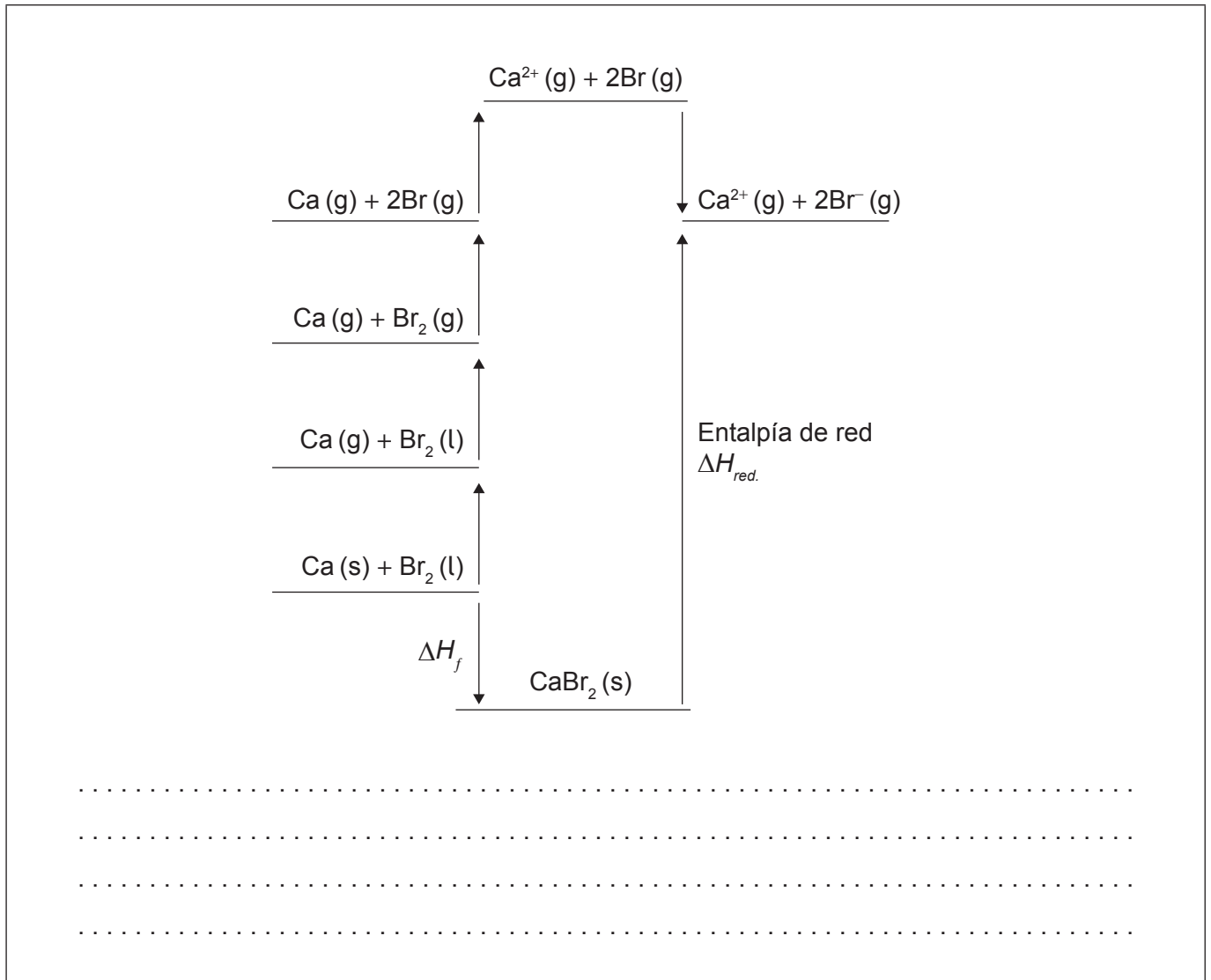
Entalpía de formación del bromuro de calcio = -648 kJ mol^{-1}

Energía de segunda ionización del calcio = $+1145 \text{ kJ mol}^{-1}$

Entalpía de atomización del calcio = $+178 \text{ kJ mol}^{-1}$

Entalpía de vaporización del $\text{Br}_2(\text{l}) = +31 \text{ kJ mol}^{-1}$

[3]



(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

- (iii) Explique, haciendo referencia a la estructura electrónica, por qué el radio iónico de los iones Ca^{2+} , Co^{2+} y Br^- del período 4 son diferentes. Use la sección 10 del cuadernillo de datos. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (iv) Prediga, con una razón, cuál tiene enlace iónico más fuerte, el bromuro de cobalto(II), CoBr_2 , o el bromuro de calcio. [1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

(d) El bromuro de calcio es blanco, pero el bromuro de cobalto(II) es verde.

(i) Indique la configuración electrónica condensada del cobalto. [1]

.....
.....

(ii) Indique la razón, en términos de configuración electrónica, por la cual el bromuro de cobalto(II) es coloreado. [1]

.....
.....

(iii) El bromuro de cobalto(II) absorbe luz de frecuencias cercanas a los $4,5 \times 10^{14}$ Hz.

Describa por qué esto es consecuente con el color observado del compuesto, incluyendo un cálculo en su respuesta.

Use las secciones 1, 2 y 15 del cuadernillo de datos. [2]

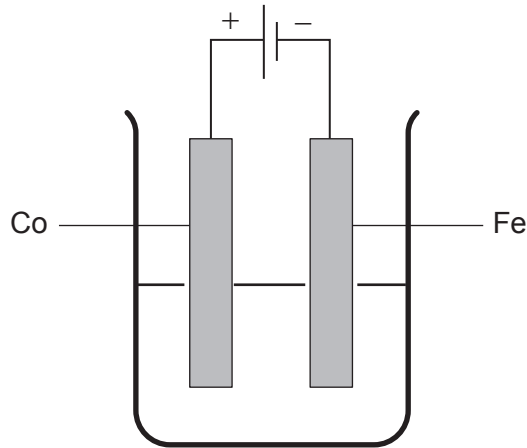
.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

- (e) Se realiza la electrodeposición de un objeto de hierro con cobalto, usando un electrolito de bromuro de cobalto(II) acuoso.



- (i) Deduzca las semiecuaciones para las reacciones en cada electrodo. [2]

Ánodo:

.....

Cátodo:

.....

- (ii) Deduzca una ecuación para la reacción de cloro gaseoso con solución acuosa de bromuro. [1]

.....

.....



Advertencia:

Los contenidos usados en las evaluaciones del IB a menudo provienen de fuentes externas auténticas. Las opiniones expresadas en ellos pertenecen a sus autores y/o editores, y no reflejan necesariamente las del IB. En ocasiones, se incluyen empresas, productos o personas ficticios. Cualquier parecido con entidades reales es pura coincidencia. Todas las marcas o marcas registradas (TM o ®) incluidas se utilizan únicamente con fines ilustrativos, y su uso no implica ninguna afiliación con el IB ni aprobación por parte del IB.

Referencias:

4. (c)(vii) SDBS. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology.



32EP30

No escriba en esta página.

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



32EP31

No escriba en esta página.

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



32EP32