

© International Baccalaureate Organization 2024

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 2024

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, 2024

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

9 de mayo de 2024

Zona A mañana | Zona B mañana | Zona C mañana

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 **[90 puntos]**.



No escriba en esta página.

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



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

1. Un compuesto orgánico, **A**, tiene la siguiente composición en masa cuando se analizan sus únicos productos de combustión, dióxido de carbono y agua.

C / %	H / %
71,93	12,10

- (a) Resuma por qué este compuesto **no** es un hidrocarburo. [1]

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

- (b) Determine la fórmula empírica de **A**. [2]

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

- (c) La densidad de una muestra de vapor de **A** a 200,0 °C y $1,00 \times 10^5$ Pa es de $2,544 \times 10^3$ g m⁻³.

Determine la masa molar y la fórmula molecular de **A**. [2]

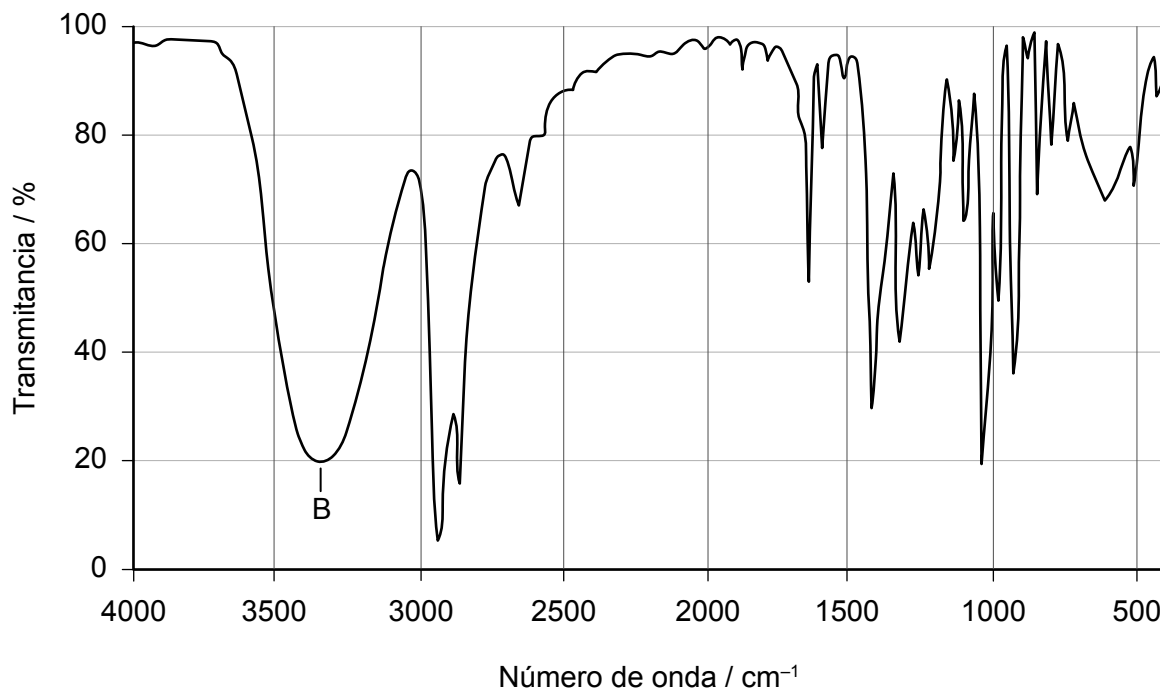
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

(d) El espectro infrarrojo (IR) de **A** se muestra a continuación.



Identifique el enlace responsable de la absorción rotulada como **B** en el espectro IR. Use la sección 26 del cuadernillo de datos.

[1]

.....

(e) **A** se puede convertir en el compuesto **E**, que tiene mayor masa molecular, calentándolo a reflujo con dicromato(VI) de potasio acidificado, K₂Cr₂O₇.

Identifique **un** grupo funcional presente en **E**, basándose solo en esta información.

[1]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

- (f) Deduzca una posible fórmula estructural de **A** que sea coherente con la evidencia presentada.

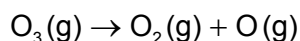
[1]



28EP05

Véase al dorso

2. En la estratosfera, el ozono se descompone por acción de la radiación ultravioleta.



- (a) Indique la configuración electrónica completa de un átomo de oxígeno y el número de electrones desapareados en dicho átomo. [2]

Configuración electrónica:

Electrones desapareados:

- (b) (i) Dibuje una estructura de Lewis (representación de electrones mediante puntos) de la molécula de ozono. [1]

[Empty box for drawing the Lewis structure of ozone]

- (ii) Deduzca la carga formal sobre cada uno de los tres átomos de oxígeno añadiéndolas a su estructura de Lewis (representación de electrones mediante puntos) de (b)(i). [2]

- (iii) Prediga la forma y el ángulo de enlace de la molécula de ozono. [2]

.....

.....

.....

- (iv) Indique el estado de hibridación del átomo de oxígeno central en el ozono. [1]

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

- (c) Sugiera un valor, en pm, para las longitudes de enlace en la molécula de ozono y explique su respuesta. Use la sección 10 del cuadernillo de datos. [2]

.....

.....

.....

- (d) Explique la dependencia de la disociación del oxígeno diatómico, O_2 , y del ozono, O_3 , de la longitud de onda de la radiación UV. [2]

.....

.....

.....

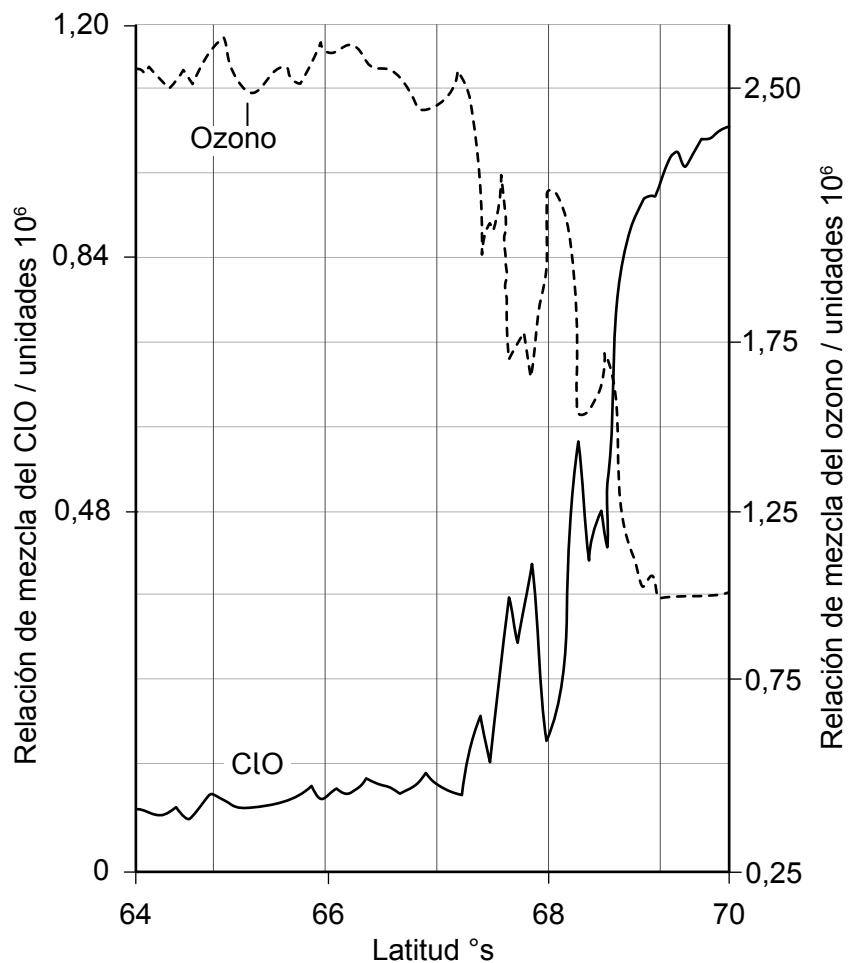
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

- (e) Se midieron las concentraciones de las moléculas de ozono y de los radicales libres de monóxido de cloro, ClO.



(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

- (i) Resuma la relación entre las concentraciones de ozono y los radicales libres ClO. [1]

.....
.....

- (ii) Comente, basándose en este gráfico, sobre la conclusión de que el agujero de la capa de ozono está causado por los radicales libre ClO. [2]

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

- (iii) Cuando se produce un espectro de emisión del cloro, existe una fuerte línea a 453 nm. Determine la energía del fotón de luz emitido, en J, usando las secciones 1 y 2 del cuadernillo de datos. [2]

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



3. El carácter ácido-base de los óxidos de los elementos depende de su posición en la tabla periódica.

(a) (i) Indique **un** problema medioambiental causado por el dióxido de azufre, SO_2 . [1]

.....
.....

(ii) Escriba una ecuación para mostrar cómo el dióxido de azufre reacciona en la atmósfera para producir un contaminante secundario. [1]

.....
.....

(b) Se preparó una solución disolviendo 0,100 mol de óxido de sodio en agua destilada y llevando a un volumen total de $1,00 \text{ dm}^3$.

(i) Escriba la ecuación para la reacción entre el óxido de sodio y el agua. [1]

.....
.....

(ii) Calcule el pH de la solución. [2]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 3: continuación)

(c) El ácido cianhídrico, HCN(aq), tiene un $K_a = 6,17 \times 10^{-10}$.

(i) Determine el pH de una solución acuosa de ácido cianhídrico de $0,202 \text{ mol dm}^{-3}$. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) Indique **una** suposición realizada durante su cálculo de (c)(i). [1]

.....

.....

(iii) Indique la composición de una solución tampón que contiene ácido cianhídrico. [1]

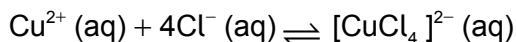
.....

.....

.....



4. El ion complejo $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ se forma cuando se añade ácido clorhídrico concentrado a una solución acuosa de iones cobre(II) hidratados.



Azul

Amarillo

- (a) Indique una expresión para la constante de equilibrio, K_c , correspondiente a esta ecuación.

[1]

.....

.....

.....

- (b) El valor numérico de K_c en condiciones estándar es $4,2 \times 10^5$. Calcule la relación cuando la concentración de ion cloruro es $0,210 \text{ mol dm}^{-3}$.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Explique por qué el $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ es coloreado, haciendo referencia a su estructura electrónica y a la sección 17 del cuadernillo de datos.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 4: continuación)

(d) Indique, con una razón, el efecto de aumentar la temperatura sobre el valor de K_c . $\Delta H^\ominus > 0$.

[1]

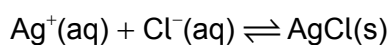
.....

.....

.....

(e) Indique, con una razón, el efecto de añadir nitrato de plata acuoso, $\text{AgNO}_3(\text{aq})$, sobre la posición de este equilibrio.

[1]



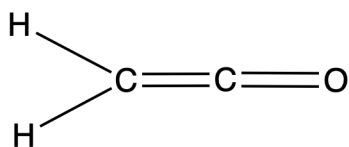
.....

.....

.....



5. La etenona, CH₂CO, se usa en la síntesis de compuestos farmacéuticos.



(a) Sugiera por qué este compuesto lleva este nombre según la IUPAC. [2]

.....

.....

.....

(b) Compare y contraste las fuerzas intermoleculares que hacen que la etenona sea menos volátil que el dióxido de carbono. [2]

.....

.....

.....

.....

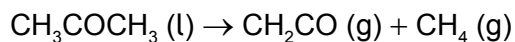
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

(c) La etenona se puede obtener por descomposición térmica de la propanona.



(i) Calcule la variación de entalpía estándar para esta reacción.
Use ΔH_f^\ominus etenona = $-87,2 \text{ kJ mol}^{-1}$ y la sección 12 del cuadernillo de datos. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) Dibuje aproximadamente el diagrama de energía potencial para la descomposición térmica de la propanona de (c)(i). Use los ejes dados e indique la entalpía de reacción y la energía de activación. [2]

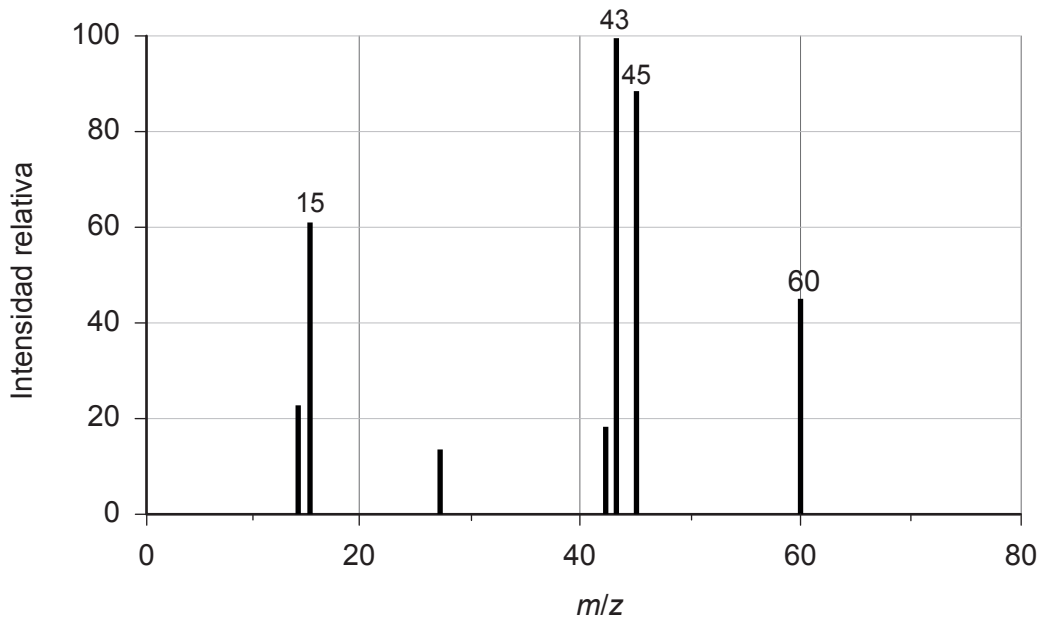


(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

- (d) La etenona se puede convertir en el compuesto **G**, que reacciona lentamente con óxidos metálicos cuando está en solución acuosa. Se muestra el espectro de masas de **G**.



[Fuente: Utilizado con autorización. © United States of America as represented by the Secretary of Commerce (los Estados Unidos de América representados por el Secretario de Comercio)].

Deduzca la identidad de **G**, dando **dos** razones basadas en el espectro.

[3]

.....

.....

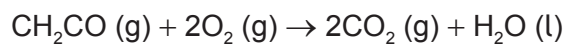
.....

.....

.....

.....

- (e) 10,0 cm³ de etenona se mezclan con 100 cm³ de oxígeno y arden completamente.



Determine el volumen final de mezcla gaseosa después de que la mezcla de reacción haya retornado a la temperatura y presión originales.

[2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

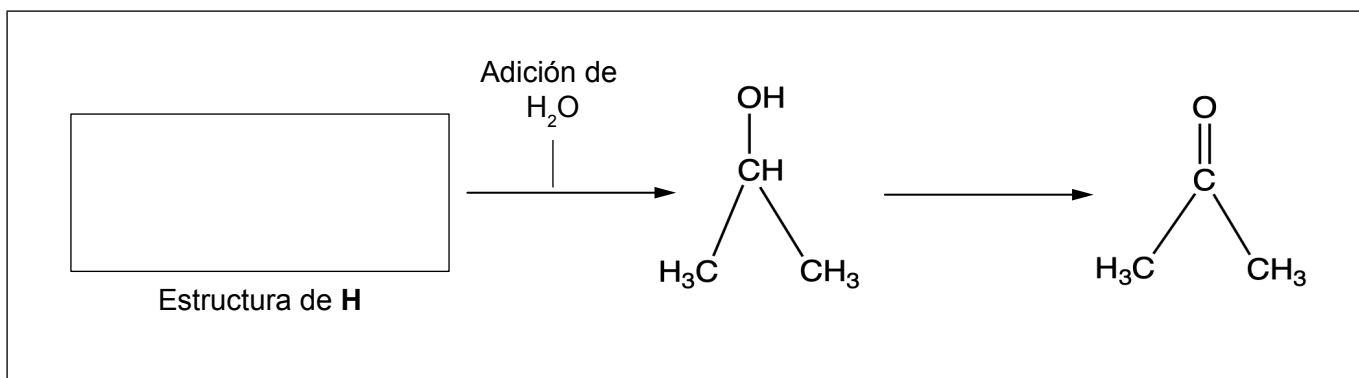
(f) Los cálculos habitualmente suponen que los gases reales se comportan como los ideales.

Indique **una** razón por la cual los gases como el dióxido de carbono y la etenona se hacen menos ideales a presiones más elevadas.

[1]

.....
.....

(g) La propanona se puede sintetizar por oxidación del 2-propanol. El 2-propanol se puede sintetizar a partir de **H** por adición de agua.



Dibuje la estructura de **H**.

[1]

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

(h) El 1-butanol se puede producir a partir de 1-clorobutano e hidróxido de sodio.

(i) Identifique el tipo de mecanismo de esta reacción. [1]

.....
.....

(ii) Explique el mecanismo de la reacción usando flechas curvas para representar el movimiento de los pares electrónicos. [3]

(i) (i) Dibuje los estereoisómeros del 2-clorobutano usando representaciones de caballete. [1]

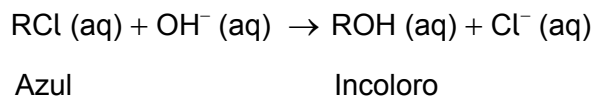
(ii) Resuma cómo se pueden distinguir **dos** enantiómeros. [2]

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



6. Un/a estudiante investigó la cinética de la reacción entre un pigmento, RCl, y el hidróxido de sodio acuoso. El pigmento tiene un intenso color azul que desaparece durante la reacción.

La reacción se puede representar por la siguiente ecuación.



En un ensayo, el/la estudiante mezcló las soluciones y midió el tiempo que tardaba en desaparecer el color de la mezcla de reacción que se muestra en la tabla. El/la estudiante calculó la velocidad de la reacción usando la siguiente ecuación.

$$\text{Velocidad calculada} = [\text{RCl}] / \text{tiempo para que desaparezca el color}$$

Concentración inicial / mol dm ⁻³		Tiempo para que desaparezca el color / s	Velocidad calculada / mol dm ⁻³ s ⁻¹
[RCl]	[OH ⁻]		
3,00 × 10 ⁻⁶	2,00 × 10 ⁻²	110	2,73 × 10 ⁻⁸

- (a) El/la estudiante modificó el procedimiento para medir la concentración de pigmento usando un espectrofotómetro.

Se midió la concentración del pigmento continuamente monitorizando la luz absorbida por la mezcla de reacción.

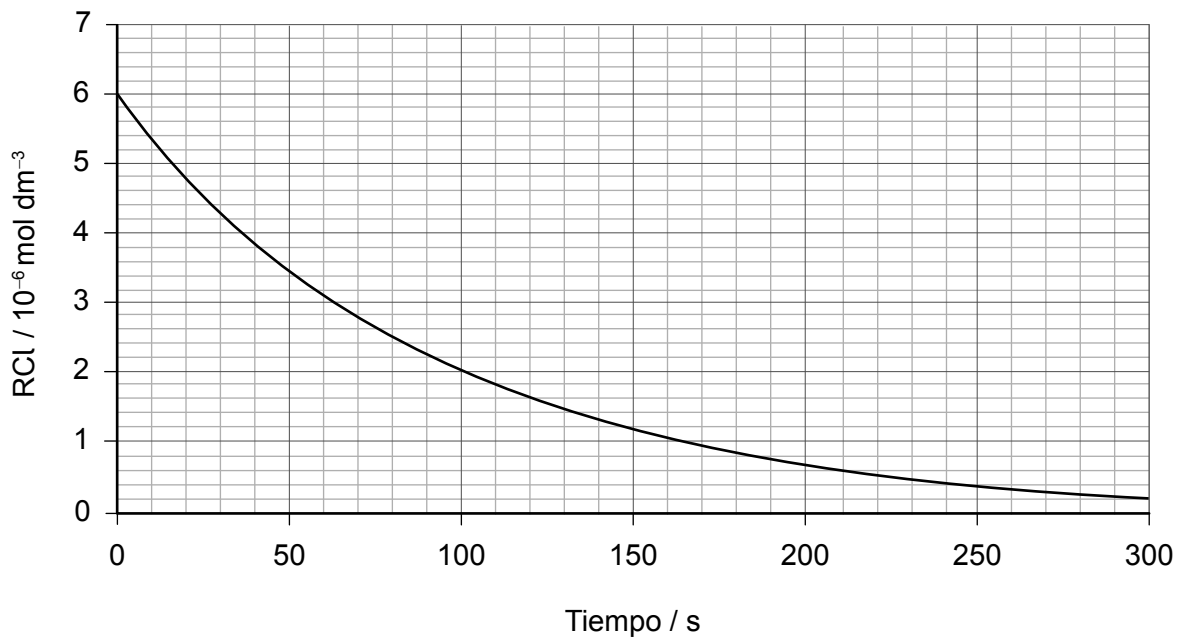
Experimento	Concentración inicial / mol dm ⁻³		Velocidad inicial / mol dm ⁻³ s ⁻¹
	[RCl]	[OH ⁻]	
1	3,00 × 10 ⁻⁶	2,00 × 10 ⁻²	3,20 × 10 ⁻⁸
2	1,50 × 10 ⁻⁶	1,00 × 10 ⁻²	8,00 × 10 ⁻⁹
3		2,00 × 10 ⁻²	

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 6: continuación)

Se muestra un gráfico de [RCl] en función del tiempo para el experimento 3.



- (i) Usando el gráfico, determine los valores que faltan en la tabla para el **experimento 3**. Justifique su respuesta. [3]

[RCl] inicial:

Velocidad inicial:

.....

.....

.....

.....

- (ii) Deduzca el orden de la reacción con respecto a cada uno de los reactivos. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 6: continuación)

(iii) Calcule la constante de velocidad, con unidades, a la misma temperatura, usando los datos del **experimento 1** de (a).

[2]

.....

.....

.....

.....

(b) Explique por qué el aumento de la temperatura aumenta la velocidad de una reacción química.

[2]

.....

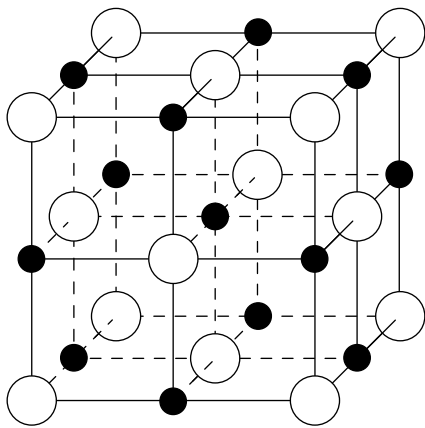
.....

.....

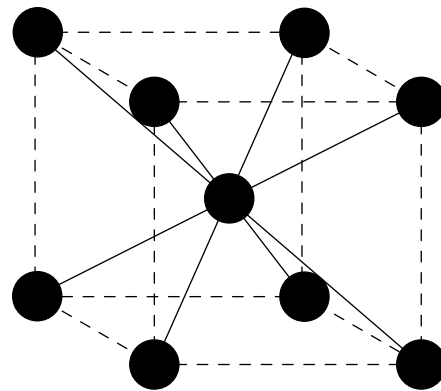
.....



7. A continuación se muestran las estructuras del bromuro de sodio y del sodio metálico.



Bromuro de sodio



Sodio metálico

(a) Sugiera una técnica que se podría usar para determinar estas estructuras. [1]

.....
.....

(b) Indique y describa el enlace presente en las dos estructuras sólidas. [2]

NaBr:

Na:

(c) Escriba las semiecuaciones para la formación de los productos en el electrodo positivo (ánodo) y el electrodo negativo (cátodo) cuando se electroliza bromuro de sodio fundido. [2]

Electrodo positivo (ánodo):

Electrodo negativo (cátodo):

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 7: continuación)

- (d) Determine los productos formados en cada electrodo durante la electrólisis de una solución acuosa de bromuro de sodio. Use la sección 24 del cuadernillo de datos. [2]

Electrodo positivo (ánodo):

.....

.....

.....

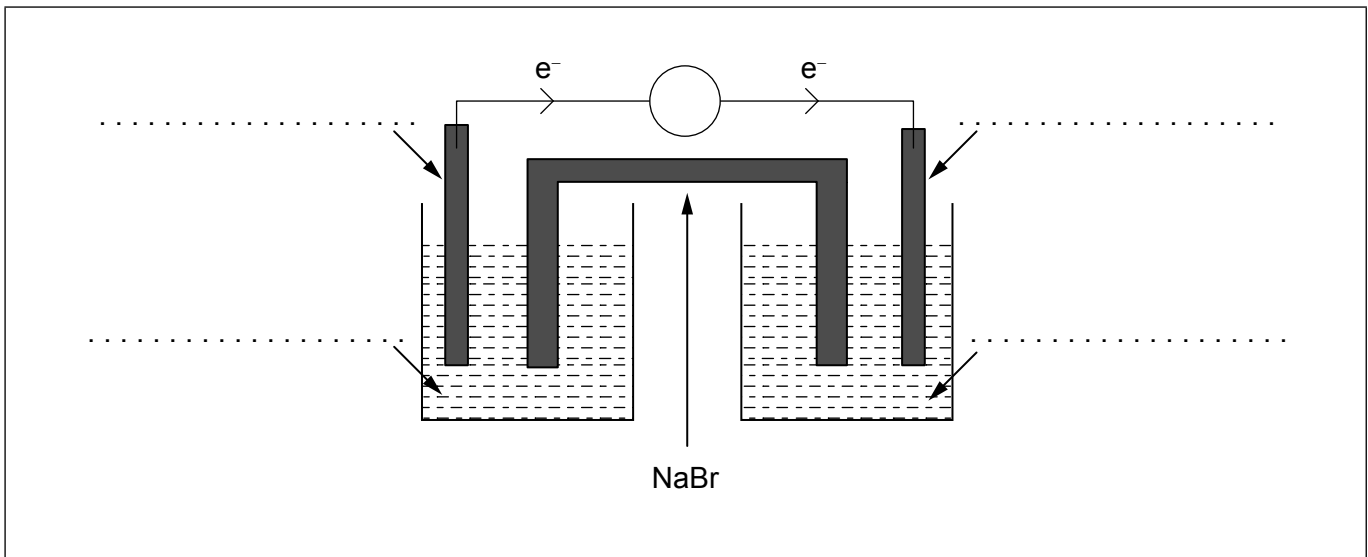
Electrodo negativo (cátodo):

.....

.....

.....

- (e) Una solución de bromuro de sodio se puede usar para un puente salino en una pila voltaica. Anote el diagrama de la pila voltaica de magnesio, Mg, y cinc, Zn, que se muestra. Use la sección 24 del cuadernillo de datos. [2]



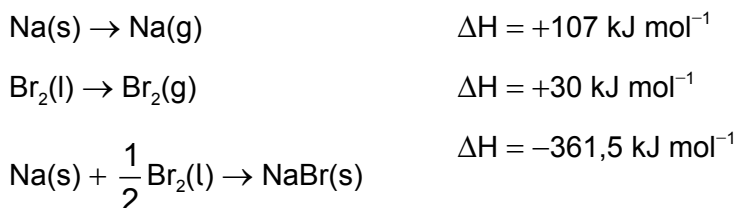
(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 7: continuación)

- (f) Determine la entalpía de red del bromuro de sodio usando los datos que se dan a continuación y las secciones 8 y 11 del cuadernillo de datos.

[3]



.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (g) Calcule la entalpía de solución del bromuro de sodio. Use su respuesta a (f) y la sección 20 del cuadernillo de datos. (Si no obtuvo una respuesta en (f), use un valor de 754 kJ mol^{-1} , aunque esta no es la respuesta correcta).

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

- (h) Prediga, dando una razón, el resultado de hacer reaccionar bromuro de sodio acuoso separadamente con yodo y cloro.

[2]

Yodo:

.....

Cloro:

.....



Advertencia:

Los contenidos usados en las evaluaciones del IB provienen de fuentes externas auténticas. Las opiniones expresadas en ellos pertenecen a sus autores y/o editores, y no reflejan necesariamente las del IB.

Referencias:

- 1.(d) Irina Doroshenko et al. Infrared Absorption Spectra of Monohydric Alcohols. Artículo de acceso abierto distribuido bajo la Licencia de Atribución Creative Commons <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>. Material original adaptado.
- 2.(e) Rowland, F.S., 2006. Stratospheric ozone depletion. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 361(1469), páginas 769–790. [Periódico electrónico] Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16627294/> [Consulta: 12 de abril de 2023]. Material original adaptado.
- 5.(d) Utilizado con autorización. © United States of America as represented by the Secretary of Commerce [los Estados Unidos de América representados por el Secretario de Comercio].

Los demás textos, gráficos e ilustraciones: © Organización del Bachillerato Internacional, 2024



28EP25

No escriba en esta página.

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



28EP26

No escriba en esta página.

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



28EP27

No escriba en esta página.

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



28EP28