

© International Baccalaureate Organization 2022

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 2022

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, 2022

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**

Miércoles 18 de mayo de 2022 (tarde)

Número de convocatoria del alumno

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

2 horas 15 minutos

**Instrucciones para los alumnos**

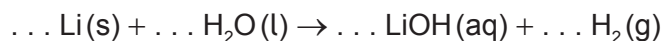
- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Conteste todas las preguntas.
- Escriba sus respuestas en las casillas provistas a tal efecto.
- En esta prueba es necesario usar una calculadora.
- Se necesita una copia sin anotaciones del **cuadernillo de datos de Química** para esta prueba.
- La puntuación máxima para esta prueba de examen es **[90 puntos]**.



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

1. El litio reacciona con el agua y forma una solución alcalina.

(a) Determine los coeficientes que ajustan la ecuación de la reacción del litio con el agua. [1]



(b) Se colocó un trozo de litio de 0,200 g en 500 cm<sup>3</sup> de agua.

(i) Calcule la concentración molar de la solución resultante de hidróxido de litio. [2]

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

(ii) Calcule el volumen de hidrógeno gaseoso producido en cm<sup>3</sup> si la temperatura fuese 22,5 °C y la presión 103 kPa. Utilice las secciones 1 y 2 del cuadernillo de datos. [2]

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

(iii) Sugiera una razón por la que el volumen de hidrógeno gaseoso recogido fue menor que el previsto. [1]

.....  
 .....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 1: continuación)**

- (c) La reacción del litio con el agua es una reacción rédox. Identifique el agente oxidante en la reacción dé una razón.

[1]

.....  
.....

- (d) Describa dos observaciones que indiquen que la reacción del litio con el agua es exotérmica.

[2]

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



2. Los electrones se distribuyen en niveles energéticos alrededor del núcleo de un átomo.

(a) Explique por qué la energía de primera ionización del calcio es mayor que la del potasio.

[2]

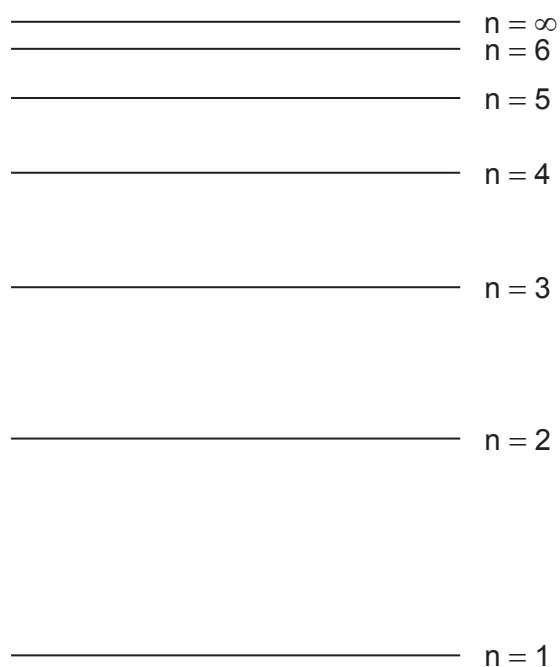
.....

.....

.....

.....

(b) El diagrama representa niveles energéticos posibles en un átomo de hidrógeno.



(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 2: continuación)**

- (i) Todos los modelos tienen limitaciones. Sugiera **dos** limitaciones de este modelo de niveles energéticos de los electrones.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Dibuje una flecha, rotulada **X**, para representar la transición electrónica para la ionización de un átomo de hidrógeno en el estado fundamental.

[1]

- (iii) Dibuje una flecha, rotulada **Z**, para representar la menor energía de transición electrónica en el espectro visible.

[1]



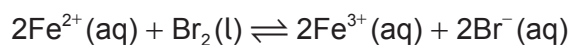
**No** escriba en esta página.

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



3. Los valores de los potenciales de electrodo estándar,  $E^\ominus$ , se pueden usar para predecir espontaneidad.

(a) (i) El hierro(II) es oxidado por el bromo.



Calcule el  $E^\ominus_{\text{pila}}$ , en V, para la reacción usando la sección 24 del cuadernillo de datos.

[1]

.....  
 .....

(ii) Determine, dando una razón, si el yodo también oxida al hierro(II).

[1]

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

(b) (i) El cloruro de cinc fundido se electroliza en una celda electrolítica a 450°C.

Deduzca las semiecuaciones para la reacción en cada electrodo.

[2]

Cátodo (electrodo negativo):

.....  
 .....

Ánodo (electrodo positivo):

.....  
 .....

(ii) Deduzca la reacción total de la celda incluyendo los símbolos de estado. Use la sección 7 del cuadernillo de datos.

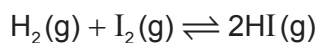
[2]

.....  
 .....





4. El hidrógeno y el yodo reaccionan para formar yoduro de hidrógeno.



- (a) Se obtuvieron los siguientes datos experimentales.

Experimento	Concentración inicial de $\text{H}_2$ / $\text{mol dm}^{-3}$	Concentración inicial de $\text{I}_2$ / $\text{mol dm}^{-3}$	Velocidad inicial / $\text{mol dm}^{-3} \text{s}^{-1}$
1	$2,0 \times 10^{-3}$	$3,0 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-6}$
2	$6,0 \times 10^{-3}$	$3,0 \times 10^{-3}$	$3,6 \times 10^{-6}$
3	$6,0 \times 10^{-3}$	$6,0 \times 10^{-3}$	$7,2 \times 10^{-6}$

- (i) Deduzca el orden de reacción con respecto al hidrógeno. [1]

.....

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

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

- (iii) Calcule el valor de la constante de velocidad e indique sus unidades. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 4: continuación)**

- (b) Indique **dos** condiciones necesarias para que una colisión entre reactivos sea exitosa. [1]

.....

.....

.....

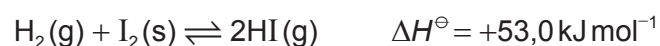
- (c) Indique la expresión de la constante de equilibrio,  $K_c$ , para esta reacción. [1]

.....

.....

.....

- (d) Considere la reacción del hidrógeno con yodo sólido.



- (i) Calcule la variación de entropía de la reacción,  $\Delta S^\ominus$ , en  $\text{JK}^{-1} \text{mol}^{-1}$ . [1]

	$S^\ominus / \text{JK}^{-1} \text{mol}^{-1}$
$\text{H}_2(\text{g})$	130,6
$\text{I}_2(\text{s})$	116,1
$\text{HI}(\text{g})$	206,6

.....

.....

.....

- (ii) Prediga, dando una razón, cómo se vería afectado el valor de  $\Delta S^\ominus_{\text{reacción}}$  si se usara  $\text{I}_2(\text{g})$  como reactivo. [1]

.....

.....

.....

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



**(Pregunta 4: continuación)**

- (iii) Calcule la variación de energía libre de Gibbs,  $\Delta G^\ominus$ , en  $\text{kJ mol}^{-1}$ , para la reacción a 298 K. Use la sección 1 del cuadernillo de datos.

[1]

.....

.....

.....

- (iv) Calcule la constante de equilibrio,  $K_c$ , para esta reacción a 298 K. Use su respuesta a (d)(iii) y las secciones 1 y 2 del cuadernillo de datos.

(Si no obtuvo respuesta a (d)(iii) use un valor de  $2,0 \text{ kJ mol}^{-1}$ , aunque esta no es la respuesta correcta).

[2]

.....

.....

.....



5. El disulfuro de hierro(II),  $\text{FeS}_2$ , se ha confundido con el oro.

(a) (i) Indique la configuración electrónica completa del  $\text{Fe}^{2+}$ . [1]

.....

.....

(ii) Explique por qué hay un gran aumento entre la 8ª y la 9ª energía de ionización del hierro. [2]

.....

.....

.....

.....

(b) Calcule el estado de oxidación del azufre en el disulfuro de hierro(II),  $\text{FeS}_2$ . [1]

.....

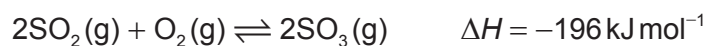
.....

(c) Describa el enlace en el hierro,  $\text{Fe(s)}$ . [1]

.....



6. El trióxido de azufre se produce a partir de dióxido de azufre.



- (a) Resuma, dando una razón, el efecto de un catalizador sobre una reacción. [2]

.....

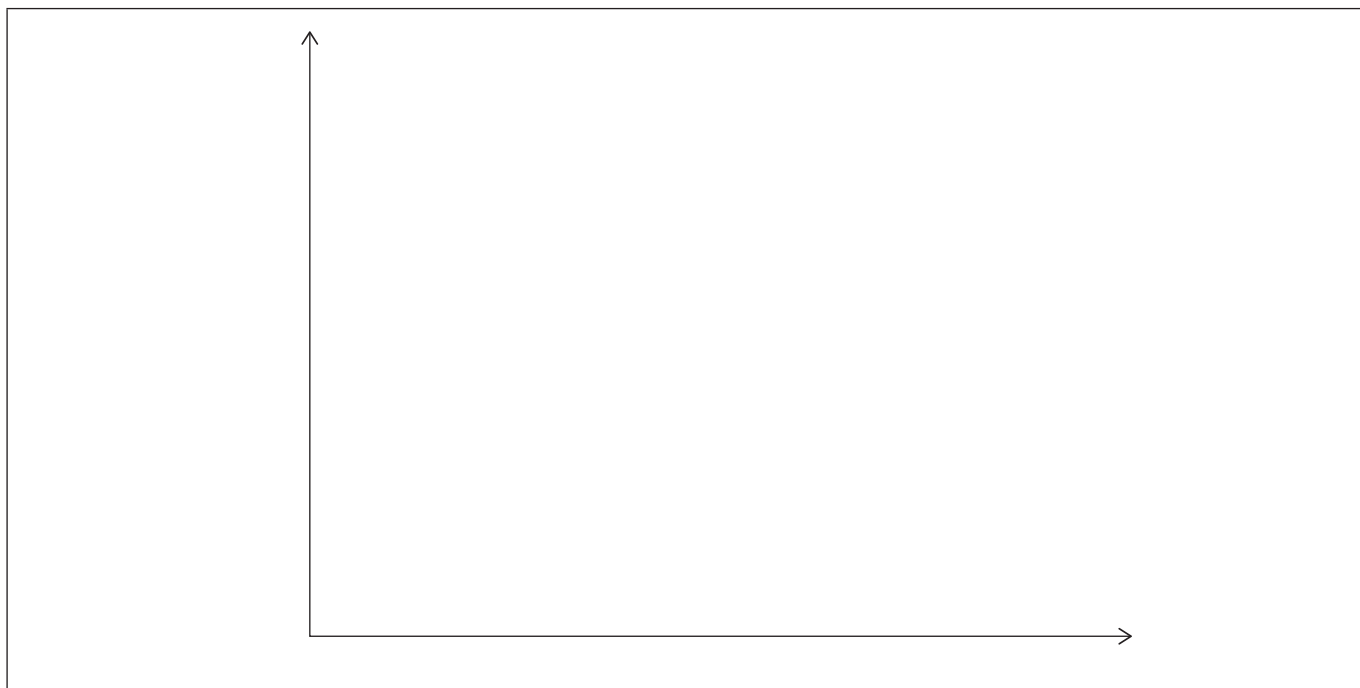
.....

.....

.....

- (b) La reacción entre dióxido de azufre y oxígeno se puede llevar a cabo a diferentes temperaturas.

- (i) En los ejes, dibuje aproximadamente curvas de distribución de energía de Maxwell–Boltzmann para las especies reaccionantes a dos temperaturas  $T_1$  y  $T_2$ , donde  $T_2 > T_1$ . [3]



- (ii) Explique el efecto de aumentar la temperatura sobre el rendimiento de  $\text{SO}_3$ . [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 6: continuación)**

- (c) (i) Dibuje la estructura de Lewis del  $\text{SO}_3$ . [1]



- (ii) Explique la geometría del dominio electrónico del  $\text{SO}_3$ . [2]

.....

.....

.....

- (d) (i) Indique el producto formado a partir de la reacción del  $\text{SO}_3$  con agua. [1]

.....

.....

- (ii) Indique el significado de un ácido fuerte de Brønsted–Lowry. [2]

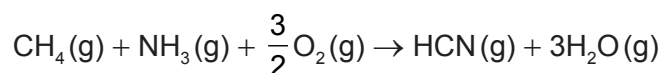
.....

.....

.....



7. La ecuación total para la producción de cianuro de hidrógeno, HCN, se muestra a continuación.



- (a) (i) Indique por qué el  $\text{NH}_3$  es una base de Lewis. [1]

.....  
 .....

- (ii) Calcule el pH de una solución acuosa de amoníaco  $1,00 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ .

$\text{p}K_b = 4,75$  a 298 K. [3]

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

- (iii) Justifique si  $1,0 \text{ dm}^3$  de solución formada a partir de  $0,10 \text{ mol}$  de  $\text{NH}_3$  y  $0,20 \text{ mol}$  de  $\text{HCl}$  formará una solución tampón. [1]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 7: continuación)**

- (b) (i) Dibuje aproximadamente la forma de un enlace sigma ( $\sigma$ ) y de un enlace pi ( $\pi$ ). [2]

Sigma ( $\sigma$ ):

Pi ( $\pi$ ):

- (ii) Identifique el número de enlaces sigma y pi en el HCN. [1]

Sigma ( $\sigma$ ):

.....

Pi ( $\pi$ ):

.....

- (iii) Indique el estado de hibridación del átomo de carbono en el HCN. [1]

.....

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





**(Pregunta 7: continuación)**

- (c) Sugiera por qué el punto de ebullición del cloruro de hidrógeno, HCl, es menor que el del cianuro de hidrógeno, HCN.

[1]

	$M_r$	Punto de ebullición
HCN	27,03	26,00 °C
HCl	36,51	–85,05 °C

.....

.....

.....

- (d) Explique por qué los cianocomplejos de los metales de transición son coloreados.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**8. El carbono forma muchos compuestos.**

- (a) El C<sub>60</sub> y el diamante son alótropos del carbono.

- (i) Resuma **dos** diferencias entre el enlace entre los átomos de carbono en el C<sub>60</sub> y el diamante.

[2]

.....

.....

.....

.....

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



**(Pregunta 8: continuación)**

- (ii) Explique por qué el  $C_{60}$  y el diamante subliman a diferentes temperaturas y presiones.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) (i) Indique dos características que muestren que el propano y el butano son miembros de la misma serie homóloga.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Sugiera el fragmento que causa el pico **R** en el espectro de masas del butano.

[1]

Eliminado por motivos relacionados  
con los derechos de autor

.....

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



20EP17

**Véase al dorso**

**(Pregunta 8: continuación)**

- (c) Describa un ensayo y el resultado esperado para indicar la presencia de enlaces dobles carbono-carbono.

[2]

Ensayo:

.....  
.....

Resultado:

.....  
.....

- (d) (i) Dibuje la fórmula estructural del (Z)-2-buteno.

[1]

- (ii) Escriba la ecuación para la reacción entre 2-buteno y bromuro de hidrógeno.

[2]

.....  
.....

- (iii) Indique el tipo de reacción.

[1]

.....

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



**(Pregunta 8: continuación)**

- [2]

.....

.....

.....

.....

.....

- [2]

.....

.....

.....

.....

- [4]

- [1]

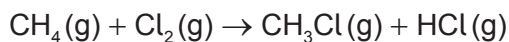
**(Esta pregunta continúa en la página siguiente)**



**Véase al dorso**

**(Pregunta 8: continuación)**

- (f) El cloro reacciona con metano.



- (i) Calcule la variación de entalpía de la reacción,  $\Delta H$ , usando la sección 11 del cuadernillo de datos.

[3]

.....

.....

.....

.....

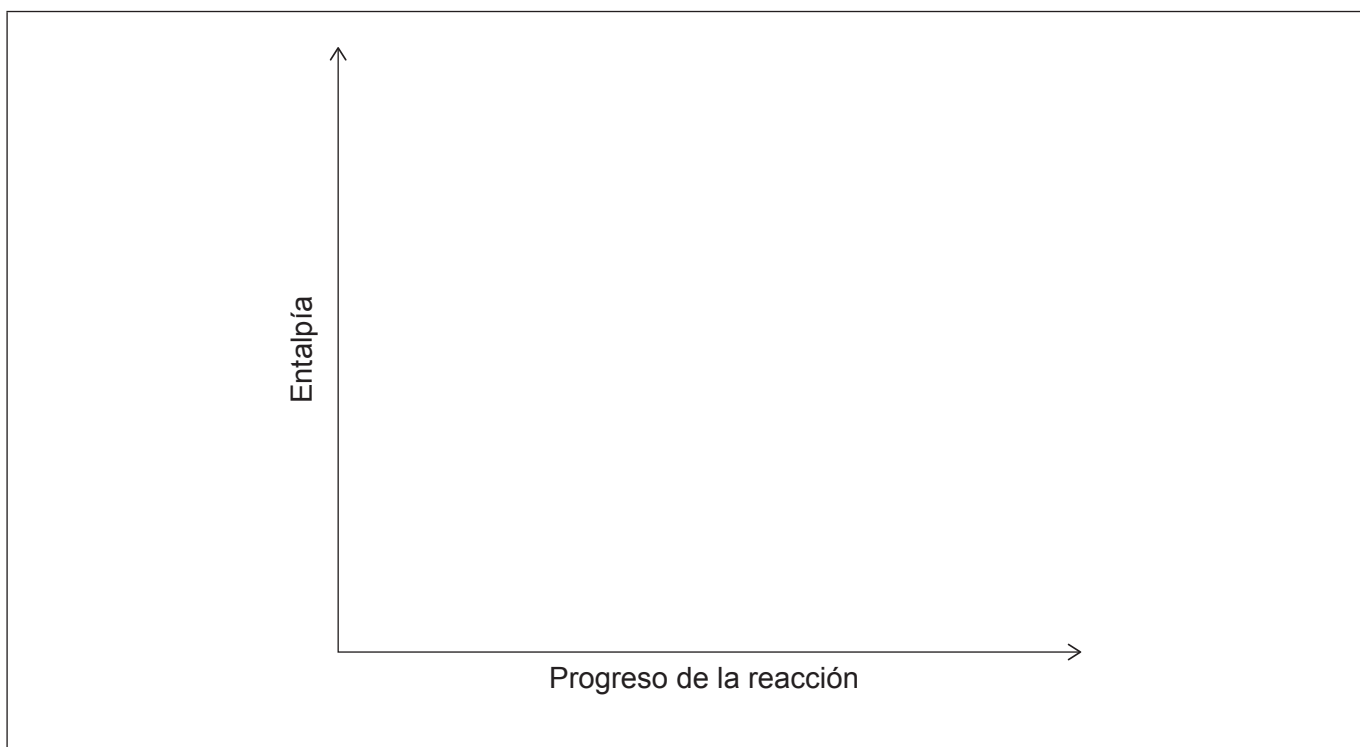
.....

.....

.....

- (ii) Dibuje y rotule un diagrama de niveles de entalpía para esta reacción.

[2]



**Referencias:**

Los demás textos, gráficos e ilustraciones: © Organización del Bachillerato Internacional, 2022

