

© International Baccalaureate Organization 2023

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 2023

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, 2023

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 Medio**  
**Prueba 2**

3 de noviembre de 2023

**Zona A** mañana | **Zona B** mañana | **Zona C** mañana

Número de convocatoria del alumno

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

1 hora 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 **[50 puntos]**.



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

1. El ácido metanoico (HCOOH) es el primer miembro de la serie homóloga de los ácidos carboxílicos.

(a) Resuma el significado del término "serie homóloga". [1]

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

(b) Dibuje la estructura de Lewis (representación de electrones mediante puntos) del ácido metanoico. [1]

(c) Calcule el porcentaje, en masa, de oxígeno en el ácido metanoico. [2]

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

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



**(Pregunta 1: continuación)**

(d) El ácido metanoico y el etanal ( $\text{CH}_3\text{CHO}$ ) contienen un grupo carbonilo y tienen masas molares similares.

(i) Explique por qué el punto de ebullición del etanal es mucho menor que el del ácido metanoico, en función de la intensidad de las fuerzas intermoleculares entre las moléculas. [2]

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

(ii) Resuma por qué el etanal y el ácido metanoico son ambos completamente miscibles en agua. [1]

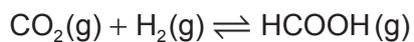
.....  
.....  
.....

(iii) Prediga, dando una explicación, la conductividad eléctrica relativa de soluciones de ácido metanoico, etanal y ácido clorhídrico de la misma concentración. [3]

Conductividad eléctrica relativa: \_\_\_\_\_ < \_\_\_\_\_ < \_\_\_\_\_  
Explicación: .....  
.....  
.....  
.....



2. El ácido metanoico se puede producir por hidrogenación del dióxido de carbono de acuerdo con el equilibrio



- (a) Explique por qué este proceso se ha investigado extensamente en años recientes. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Indique la expresión de la constante de equilibrio para esta reacción. [1]

.....

.....

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



**(Pregunta 2: continuación)**

(c) Las entalpías de enlace son útiles para calcular aproximadamente las variaciones de entalpía de las reacciones.

(i) Determine la variación de entalpía,  $\Delta H^\ominus$ , de esta reacción, usando la sección 11 del cuadernillo de datos. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) Suponiendo una incertidumbre del 0,1 % para cada entalpía de enlace, determine la incertidumbre porcentual resultante de la variación de entalpía calculada para la reacción. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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



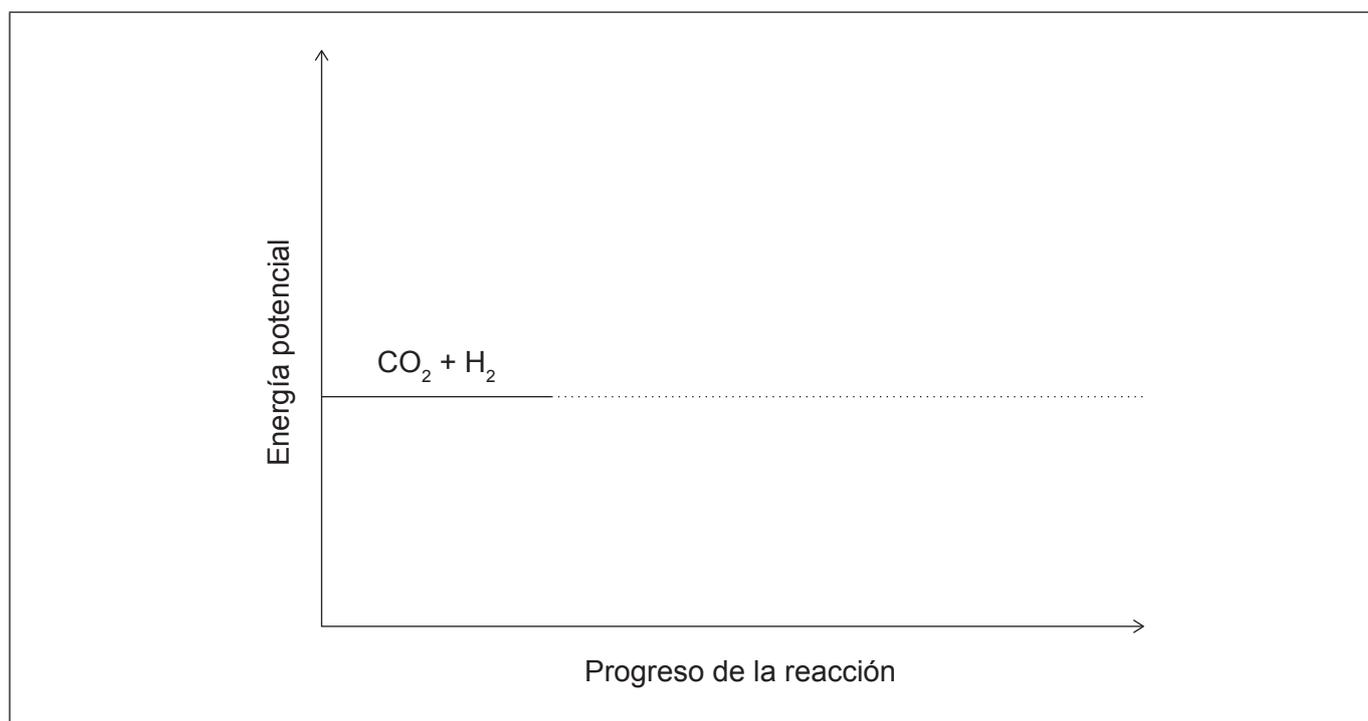
**(Pregunta 2: continuación)**

- (d) Deduzca cómo se vería afectado el valor de  $K_c$  por un aumento de temperatura. [1]

.....  
.....

- (e) La conversión de dióxido de carbono en ácido metanoico se lleva a cabo generalmente sobre un catalizador a base de iridio.

- (i) Dibuje aproximadamente, sobre los ejes proporcionados, perfiles de energía de ambas reacciones, con y sin catalizador, indicando  $\Delta H$  y las energías de activación. [3]



- (ii) Indique **un** cambio, distinto de llevar a cabo la reacción sobre catalizador a elevada temperatura, que incrementaría la velocidad de la reacción. [1]

.....  
.....

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



**(Pregunta 2: continuación)**

(f) Determine el estado de oxidación del carbono en el ácido metanoico.

[1]

.....

.....



16EP07

Véase al dorso

3. El ácido metanoico se puede convertir en metanoato de metilo,  $\text{HCOOCH}_3$ .

(a) Indique el nombre del reactivo y catalizador requerido. [2]

Reactivo: .....

Catalizador: .....

(b) Se producen 1,72 g de metanoato de metilo a partir de 2,83 g de ácido metanoico y exceso del otro reactivo. Determine el rendimiento porcentual. [2]

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

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



**(Pregunta 3: continuación)**

(c) La conversión de ácido metanoico a metanoato de metilo se puede seguir mediante cambios espectrales.

(i) Indique **una** semejanza y **una** diferencia que espera encontrar en el espectro infrarrojo (IR) del ácido metanoico y del metanoato de metilo en la región de  $1500-3500\text{ cm}^{-1}$ . Use la sección 26 del cuadernillo de datos. [2]

Semejanza: .....
.....
Diferencia: .....
.....

(ii) Deduzca, haciendo referencia a la curva de integración, si el espectro de RMN de  $^1\text{H}$  que se muestra es el del ácido metanoico o el del metanoato de metilo. [1]

Eliminado por motivos relacionados con los derechos de autor

.....
.....

**(Esta pregunta continúa en la página 11)**



**Véase al dorso**

**No** escriba en esta página.

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



16EP10

**(Pregunta 3: continuación)**

(d) Indique la clase de compuestos a la que pertenece el metanoato de metilo. [1]

.....  
.....

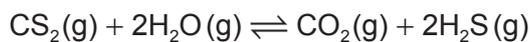
(e) Dibuje la fórmula estructural completa del ácido carboxílico isómero del metanoato de metilo. [1]

(f) Indique el nombre de un compuesto que produce el isómero de (e) cuando se calienta a reflujo con dicromato (VI) de potasio acidificado. [1]

.....  
.....



4. El disulfuro de carbono, CS<sub>2</sub>, sufre hidrólisis en fase gaseosa de acuerdo con la siguiente ecuación total



- (a) Calcule la variación de entalpía de esta reacción a partir de los datos de la sección 12 del cuadernillo de datos y los valores dados: [2]

	CS <sub>2</sub> (g)	H <sub>2</sub> S(g)
$\Delta H_f^\ominus$	+88,7 kJ mol <sup>-1</sup>	-20,6 kJ mol <sup>-1</sup>

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Deduzca las geometrías moleculares del CS<sub>2</sub> y el H<sub>2</sub>S, y la razón por la cual son diferentes. [2]

Geometría molecular del CS<sub>2</sub>: .....

Geometría molecular del H<sub>2</sub>S: .....

Razón de la diferencia: .....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 4: continuación)**

(c) El azufre tiene numerosos isótopos naturales y una muestra de azufre fue enriquecida con  $^{36}_{16}\text{S}$ , para producir una mezcla con la siguiente composición:

Isótopo	Porcentaje
$^{32}_{16}\text{S}$	90 %
$^{33}_{16}\text{S}$	1 %
$^{34}_{16}\text{S}$	4 %
$^{36}_{16}\text{S}$	5 %

(i) Calcule la masa atómica relativa de esta muestra enriquecida, corregida a dos cifras decimales.

[2]

.....

.....

.....

.....

(ii) Indique la técnica por medio de la cual se pudieron haber determinado los porcentajes de los diferentes isótopos en esta muestra.

[1]

.....

.....

(iii) En el azufre en estado natural, la abundancia relativa del isótopo  $^{36}_{16}\text{S}$  es solo del 0,0100 %. Calcule el número de átomos de este isótopo presentes en 1,00 g de azufre natural. Use las secciones 2 y 6 del cuadernillo de datos.

[2]

.....

.....

.....

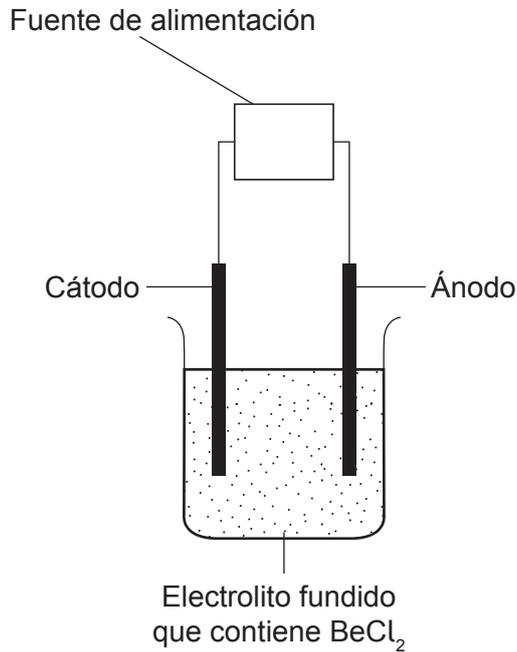
.....

.....

.....



5. El berilio es un metal de baja densidad que se usa en aleaciones livianas especiales.
- (a) La producción de berilio se ilustra en el diagrama.



- (i) Resuma por qué el  $\text{BeCl}_2$  fundido se considera un electrolito. [1]

.....

.....

- (ii) Identifique el electrodo en el cual se producirá berilio y la polaridad de dicho electrodo. [1]

Electrodo: .....

Polaridad: .....

- (iii) Escriba una ecuación ajustada para la reacción que se produce en el otro electrodo, distinto al que identificó en 5(a)(ii). [1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 5: continuación)**

- (b) Explique, en términos de la carga nuclear, las subcapas electrónicas y el apantallamiento proporcionado por las capas de electrones completas, por qué la energía de primera ionización aumenta del Li al Be, pero disminuye del Be al B. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



16EP15

Véase al dorso

**Referencias:**

© Organización del Bachillerato Internacional, 2023



16EP16