

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 written permission from the IB.

Additionally, the license tied with this product prohibits commercial 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, is not permitted and is subject to the IB's prior written consent via a license. More information on how to request a license can be obtained from <http://www.ibo.org/contact-the-ib/media-inquiries/for-publishers/guidance-for-third-party-publishers-and-providers/how-to-apply-for-a-license>.

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 de l'IB.

De plus, la licence associée à ce produit interdit toute utilisation commerciale 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, n'est pas autorisée et est soumise au consentement écrit préalable de l'IB par l'intermédiaire d'une licence. Pour plus d'informations sur la procédure à suivre pour demander une licence, rendez-vous à l'adresse <http://www.ibo.org/fr/contact-the-ib/media-inquiries/for-publishers/guidance-for-third-party-publishers-and-providers/how-to-apply-for-a-license>.

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 que medie la autorización escrita del IB.

Además, la licencia vinculada a este producto prohíbe el uso con fines comerciales 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— no está permitido y estará sujeto al otorgamiento previo de una licencia escrita por parte del IB. En este enlace encontrará más información sobre cómo solicitar una licencia: <http://www.ibo.org/es/contact-the-ib/media-inquiries/for-publishers/guidance-for-third-party-publishers-and-providers/how-to-apply-for-a-license>.

**Química**  
**Nivel Medio**  
**Prueba 3**

Jueves 14 de noviembre de 2019 (mañana)

Número de convocatoria del alumno

1 hora

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

**Instrucciones para los alumnos**

- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- 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 **[35 puntos]**.

Sección A	Preguntas
Conteste todas las preguntas.	1 – 2

Sección B	Preguntas
Conteste todas las preguntas de una de las opciones.	
Opción A — Materiales	3 – 6
Opción B — Bioquímica	7 – 10
Opción C — Energía	11 – 14
Opción D — Química medicinal	15 – 19



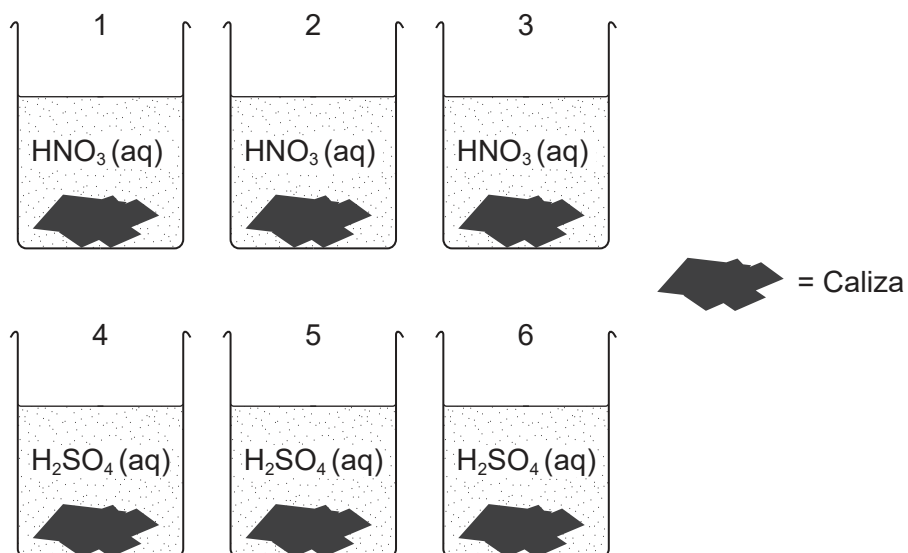
### Sección A

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

- Una estudiante investigó cómo afecta el tipo de ácido en la deposición ácida a la caliza, un material de construcción compuesto principalmente de carbonato de calcio.

	Solubilidad
carbonato de calcio	insoluble
nitrate de calcio	soluble
sulfato de calcio	parcialmente soluble

La estudiante monitorizó la masa de seis trozos de caliza de dimensiones similares. Tres fueron colocados en recipientes que contenían 200,0 cm<sup>3</sup> de ácido nítrico, HNO<sub>3</sub>(aq) 0,100 mol dm<sup>-3</sup>, y los otros tres en 200,0 cm<sup>3</sup> de ácido sulfúrico, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(aq), 0,100 mol dm<sup>-3</sup>.



[Fuente: © Organización del Bachillerato Internacional, 2019]

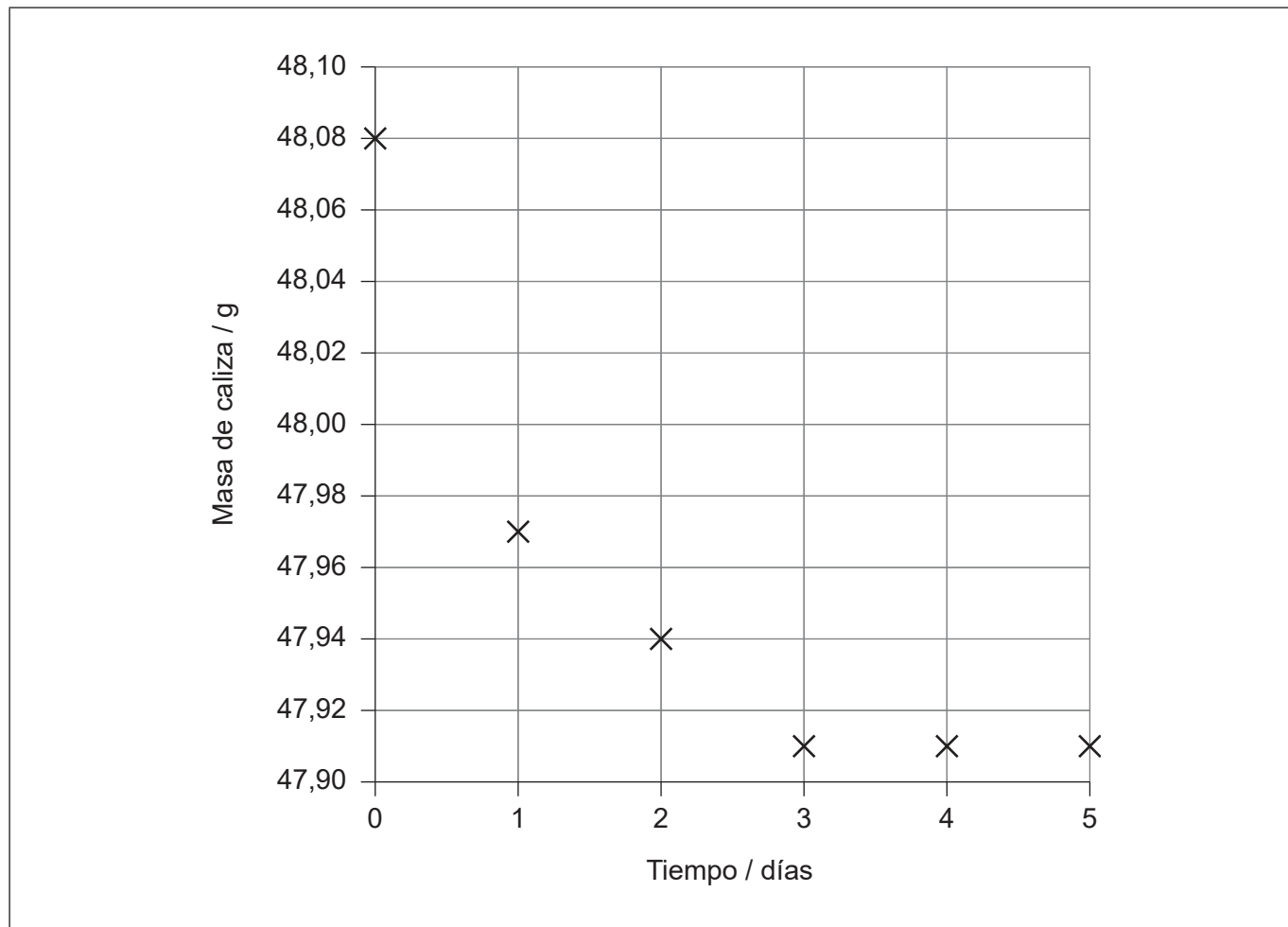
(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 1: continuación)**

La caliza se sacó del ácido, se lavó, se secó con una toalla de papel y se pesó cada día a la misma hora y luego se colocó nuevamente en los recipientes.

La estudiante representó la masa de uno de los trozos de caliza colocado en ácido nítrico en función del tiempo.



[Fuente: © Organización del Bachillerato Internacional, 2019]

- (a) Dibuje la línea de ajuste en la gráfica. [1]
- (b) (i) Determine la velocidad inicial de reacción de la caliza con ácido nítrico a partir de la gráfica. Muestre su trabajo en la gráfica e incluya las unidades de la velocidad inicial. [3]

.....

.....

.....

.....

**(Esta pregunta continúa en la página 5)**



24EP03

**Véase al dorso**

**No** escriba en esta página.

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



24EP04

**(Pregunta 1: continuación)**

- (ii) Explique por qué la velocidad de reacción de la caliza con ácido nítrico disminuye y llega a cero después del periodo de cinco días. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) Sugiera una fuente de error en el procedimiento, suponiendo que no se produjeron errores humanos y la balanza era exacta. [1]

.....

.....

- (c) La estudiante emitió la hipótesis de que el ácido sulfúrico causaría mayor pérdida de masa que el ácido nítrico.

- (i) Justifique esta hipótesis. [1]

.....

.....

.....

- (ii) La estudiante obtuvo las siguientes pérdidas totales de masa.

Ácido	Ácido nítrico			Ácido sulfúrico		
	1	2	3	4	5	6
Muestra de caliza						
Pérdida total de masa / g	0,17	0,14	0,15	0,10	0,07	0,08

Su conclusión fue que el ácido nítrico causaba más pérdida de masa que el ácido sulfúrico, hecho que no respaldaba su hipótesis.

- Sugiera una explicación para estos datos, suponiendo que la estudiante no cometió errores. [1]

.....

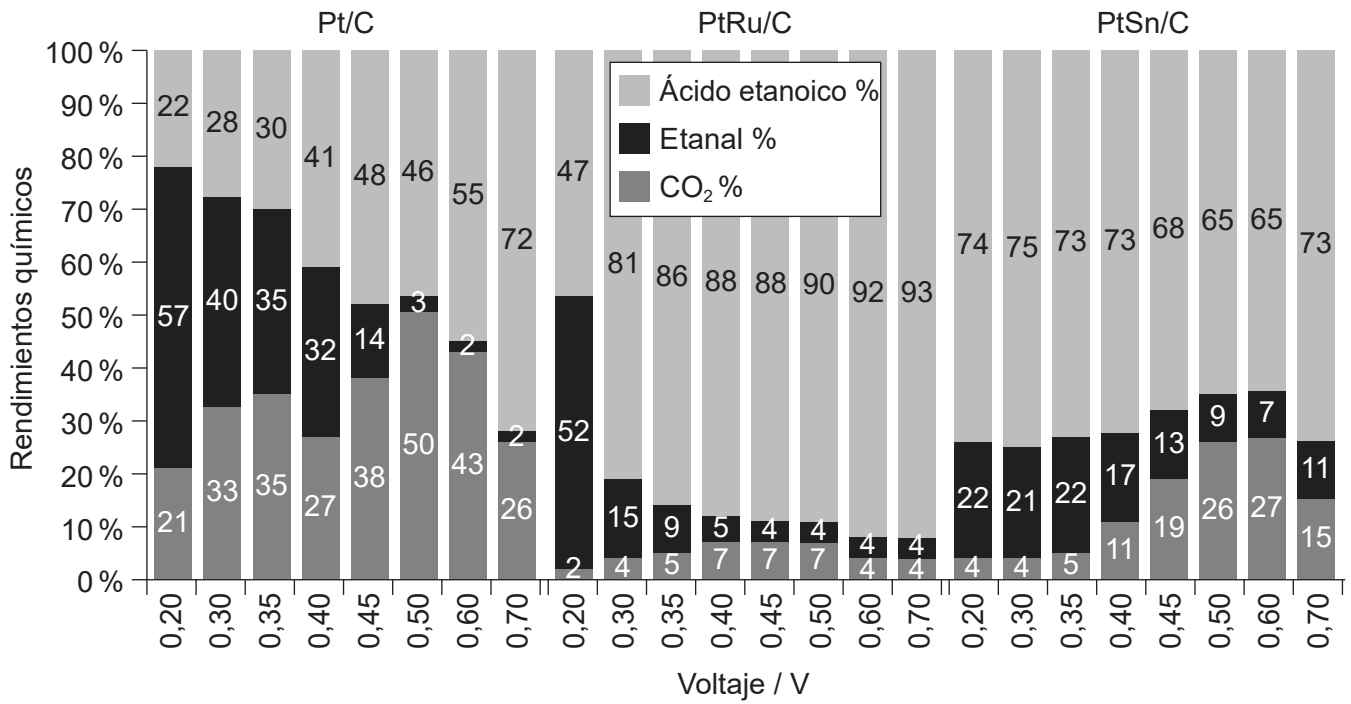
.....

.....



2. Se electrolizó etanol a diferentes voltajes. Los productos en el ánodo, ácido etanoico, etanal y dióxido de carbono, se recogieron y analizaron.

A continuación, se muestran los porcentajes de productos obtenidos usando tres catalizadores diferentes colocados sobre un ánodo de carbono, platino (Pt/C), aleación de platino y rutenio (PtRu/C) y aleación de platino y estaño (PtSn/C).



Rendimientos químicos de ácido etanoico, etanal y dióxido de carbono en función del voltaje para la oxidación de etanol 0,100 mol dm<sup>-3</sup> con ánodos de Pt/C, PtRu/C y PtSn/C a 80°C.

[Fuente: Product Distributions and Efficiencies for Ethanol Oxidation in a Proton Exchange Membrane Electrolysis Cell, Rakan M. Altarawneh y Peter G. Pickup, *Journal of the Electrochemical Society*, 2017, volumen 164, número 7, <http://jes.ecsdl.org/>. Distribuido bajo los términos de la licencia de Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY, <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)]

- (a) (i) Describa el efecto de aumentar el voltaje sobre el rendimiento químico de: [2]

Etanal usando Pt/C:

.....  
 .....

Dióxido de carbono usando PtRu/C:

.....  
 .....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



24EP06

**(Pregunta 2: continuación)**

(ii) Determine la variación en el estado de oxidación medio del carbono. [2]

De etanol a etanal:

.....

.....

De etanol a dióxido de carbono:

.....

.....

(iii) Enumere los tres productos en el ánodo del menos al más oxidado. [1]

.....

.....

(b) Deduzca, dando su razonamiento, qué catalizador es más efectivo para la oxidación completa del etanol. [1]

.....

.....

.....



24EP07

Véase al dorso



### Sección B

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

#### Opción A — Materiales

3. Los catalizadores se usan habitualmente en la industria.

(a) Describa cómo un catalizador heterogéneo proporciona un camino alternativo para una reacción. [2]

.....

.....

.....

.....

(b) Distinga entre catalizadores heterogéneos y homogéneos, dando **una** diferencia. [1]

.....

.....

(c) Los nanotubos se usan como soporte para el material activo en los nanocatalizadores.

Explique por qué durante la fabricación de nanotubos de carbono por deposición química en fase vapor (CVD) no se puede usar oxígeno. [2]

.....

.....

.....

.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



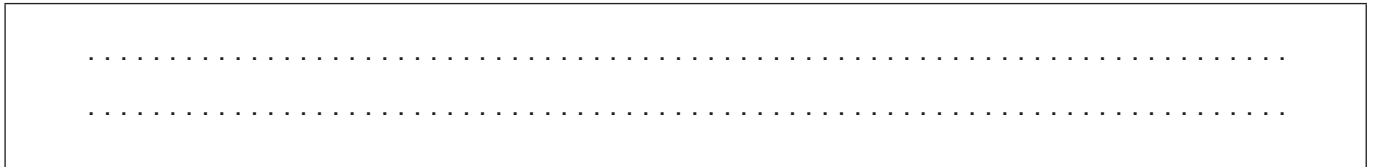
**(Opción A: continuación)**

4. El polipropeno se usa para fabricar muchos objetos como alfombras, equipos de laboratorio y oficina.

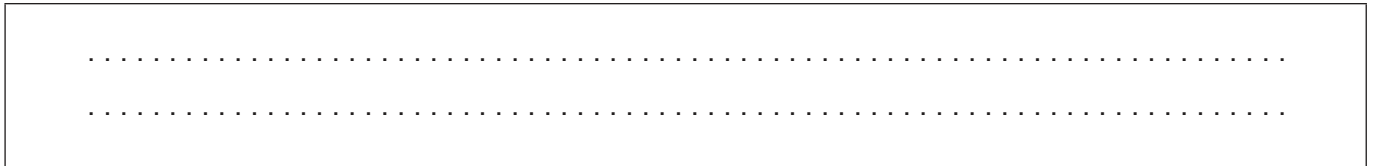
(a) Dibuje una sección de una cadena de polipropeno isotáctico que contenga cuatro unidades que se repitan. [1]



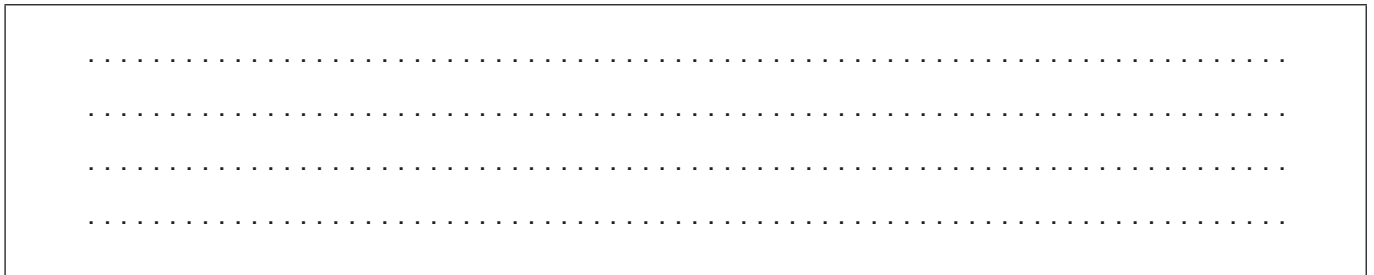
(b) Prediga, dando una razón, si el polipropeno isotáctico o el atáctico tiene mayor punto de fusión. [1]



(c) El polipropeno es un termoplástico. Resuma qué significa termoplástico. [1]



(d) Discuta por qué el reciclado de plásticos es un proceso de elevado costo energético. [2]



**(La opción A continúa en la página siguiente)**



24EP09

**Véase al dorso**

**(Opción A: continuación)**

5. Los metales se extraen de sus minerales por varios medios.

(a) Discuta por qué son necesarios diferentes métodos de reducción para extraer metales. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) El aluminio se produce por electrólisis de alúmina (óxido de aluminio) disuelta en criolita.

(i) Determine el porcentaje de enlace iónico en la alúmina usando las secciones 8 y 29 del cuadernillo de datos. [2]

.....

.....

.....

.....

**(La opción A continúa en la página siguiente)**



24EP10

**(Continuación: opción A, pregunta 5)**

- (ii) Escriba semiecuaciones para la electrólisis de alúmina fundida usando electrodos de grafito. Deduzca los símbolos de estado de los productos. [3]

	<b>Punto de fusión / K</b>
Alúmina	2345
Criolita	1285
Aluminio	933
Grafito	3500

Ánodo (electrodo positivo):

.....

.....

Cátodo (electrodo negativo):

.....

.....

6. Una solución de jabón puede formar un estado de cristal líquido.

- (a) Describa la disposición de las moléculas de jabón en la fase nemática del cristal líquido. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Indique cómo un campo eléctrico afecta los cristales líquidos. [1]

.....

.....

**Fin de la opción A**




24EP11

Véase al dorso

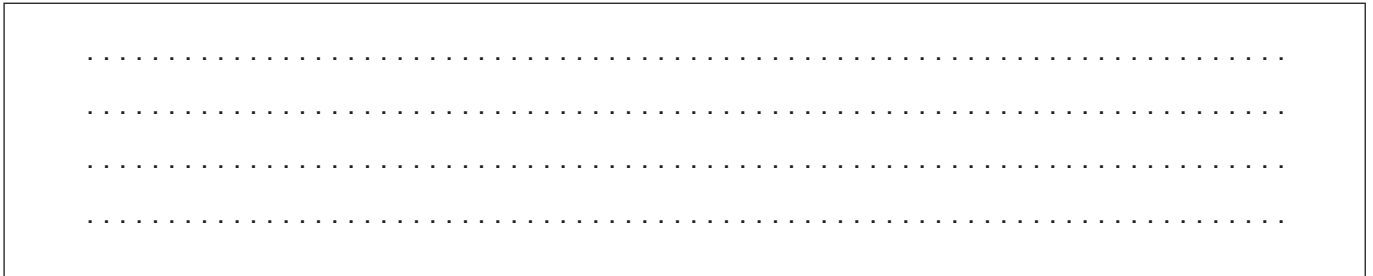
**Opción B — Bioquímica**

7. El aspartamo se forma a partir de dos aminoácidos, el ácido aspártico (Asp) y la fenilalanina (Phe).  
(a) Dibuje la estructura del dipéptido Asp–Phe usando la sección 33 del cuadernillo de datos. [2]



- (b) El punto isoeléctrico de los aminoácidos es el pH intermedio al cual el aminoácido es eléctricamente neutro.

Sugiera por qué el Asp y la Phe tienen diferentes puntos isoeléctricos. [2]



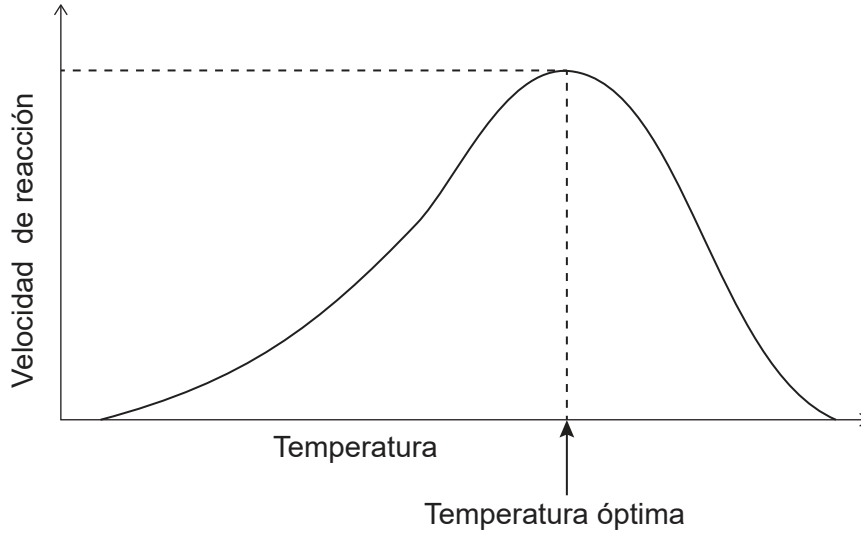
**(La opción B continúa en la página siguiente)**



**(Opción B: continuación)**

8. Las enzimas son catalizadores biológicos

(a) La gráfica muestra la relación entre la temperatura y la velocidad de una reacción catalizada por una enzima.



[Fuente: © Organización del Bachillerato Internacional, 2019]

Indique **una** razón para la disminución de velocidad por encima de la temperatura óptima. [1]

.....

.....

(b) Explique por qué una variación de pH afecta la estructura terciaria de una enzima en solución. [2]

.....

.....

.....

.....

(c) Indique **un** uso de las enzimas para reducir problemas ambientales. [1]

.....

.....

.....

**(La opción B continúa en la página siguiente)**



24EP13

**Véase al dorso**

**(Opción B: continuación)**

9. El ácido esteárico ( $M_r = 284,47$ ) y el ácido oleico ( $M_r = 282,46$ ) tienen el mismo número de átomos de carbono. Las estructuras de ambos lípidos se muestran en la sección 34 del cuadernillo de datos.

(a) El número de yodo es el número de gramos de yodo que reacciona con 100g de grasa. Calcule el número de yodo del ácido oleico. [1]

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

(b) Indique **un** impacto sobre la salud del aumento de la concentración del colesterol LDL en sangre. [1]

.....  
.....

(c) Explique por qué el ácido esteárico tiene mayor punto de fusión que el ácido oleico. [2]

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

(d) (i) Indique **una** semejanza y **una** diferencia en la composición entre los fosfolípidos y los triglicéridos [2]

Semejanza:  
.....  
.....

Diferencia:  
.....  
.....

**(La opción B continúa en la página siguiente)**



**(Continuación: opción B, pregunta 9)**

(ii) Identifique un reactivo que hidroliza los triglicéridos. [1]

.....

10. (a) Las vitaminas son compuestos orgánicos esenciales en pequeñas cantidades.

Indique el nombre de **un** grupo funcional común a todas las tres vitaminas que se muestran en la sección 35 del cuadernillo de datos. [1]

.....

(b) Explique la bioamplificación del pesticida DDT. [2]

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

(c) Explique por qué la maltosa,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , es soluble en agua. [2]

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

**Fin de la opción B**



24EP15

Véase al dorso



**Opción C — Energía**

11. Considere los siguientes datos para el butano y el pentano a STP.

	<b>Energía específica / MJ kg<sup>-1</sup></b>	<b>Densidad de energía / MJ m<sup>-3</sup></b>
Butano	49,5	128
Pentano	48,6	30400

(a) Discuta los datos.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) En una central eléctrica de gas natural, 1,00 tonelada de gas natural produce  $2,41 \times 10^4$  MJ de electricidad.

Calcule la eficiencia porcentual de la central eléctrica.

1 tonelada = 1000 kg

Energía específica del gas natural usado =  $55,4 \text{ MJ kg}^{-1}$

[2]

.....

.....

.....

.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



**(Opción C: continuación)**

12. El número de octano es una medida del rendimiento de un combustible de motor.

(a) Sugiera por qué se prefiere un combustible de número de octano elevado. [1]

.....  
.....

(b) (i) Las reacciones de reformado se usan para aumentar el número de octano de un combustible hidrocarbonado.

Sugiera las fórmulas estructurales de **dos** posibles productos de la reacción de reformado del heptano,  $C_7H_{16}$ . [2]

(ii) El espectro de RMN de  $^1H$  de uno de los productos presenta cuatro señales. La traza de integración muestra una relación de áreas debajo de las señales de 9:3:2:2.

Deduzca la fórmula estructural del producto. [1]

**(La opción C continúa en la página siguiente)**



24EP17

**Véase al dorso**

**(Opción C: continuación)**

13. Las estrellas supergigantes rojas contienen carbono-12 formado por la fusión de núcleos de helio-4 con núcleos de berilio-8.

Masa de un núcleo de helio-4 = 4,002602 uma  
Masa de un núcleo de berilio-8 = 8,005305 uma  
Masa de un núcleo de carbono-12 = 12,000000 uma

- (a) (i) Indique la ecuación nuclear para la reacción de fusión. [1]

.....  
.....

- (ii) Explique por qué la fusión es un proceso exotérmico. [2]

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

- (b) El berilio-8 es un isótopo radioactivo cuyo periodo de semirreacción es  $6,70 \times 10^{-17}$  s.

Calcule la masa de berilio-8 remanente después de  $2,01 \times 10^{-16}$  s a partir de una muestra que inicialmente contenía 4,00g de berilio-8. [2]

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

**(La opción C continúa en la página siguiente)**



**(Opción C: continuación)**

**14.** El etanol es un biocombustible que se puede mezclar con gasolina.

(a) Escriba la ecuación para la combustión completa del etanol. [1]

.....  
.....

(b) Resuma la evidencia que relaciona el calentamiento global con el aumento de las concentraciones de gases que causan efecto invernadero en la atmósfera. [2]

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

(c) Explique, incluyendo una ecuación adecuada, por qué los biocombustibles se consideran carbono neutral. [2]

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

(d) Indique el tipo de reacción que se produce cuando el etanol reacciona con aceite vegetal para formar biodiésel. [1]

.....

**Fin de la opción C**



24EP19

Véase al dorso

**Opción D — Química medicinal**

**15.** La codeína, la morfina y la diamorfina (heroína) son derivados del opio.

- (a) Indique los nombres de **dos** grupos funcionales presentes en todas las tres moléculas, usando la sección 37 del cuadernillo de datos. [2]

.....  
.....

- (b) Explique por qué la diamorfina es más potente que la morfina. [3]

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

**16.** Los fluidos del organismo tienen diferentes valores de pH.

- (a) Identifique el compuesto responsable de la acidez del jugo gástrico, e indique si se trata de un ácido fuerte o débil. [1]

.....  
.....

- (b) Un antácido contiene carbonato de calcio y carbonato de magnesio.

Escriba la ecuación para la reacción del carbonato de magnesio con exceso de ácido del estómago. [1]

.....  
.....

**(La opción D continúa en la página siguiente)**



24EP20

**(Continuación: opción D, pregunta 16)**

- (c) Resuma cómo la ranitidina reduce la acidez estomacal. [1]

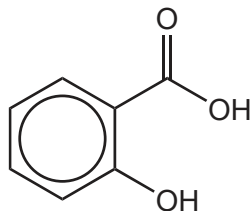
.....  
.....  
.....

- (d) Calcule el pH de una solución tampón que contiene ácido etanoico  $0,20 \text{ mol dm}^{-3}$  y etanoato de sodio  $0,50 \text{ mol dm}^{-3}$ . Use la sección 1 del cuadernillo de datos.

$pK_a$  (ácido etanoico) = 4,76 [1]

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

17. La estructura de la aspirina se muestra en la sección 37 del cuadernillo de datos.



Ácido salicílico

- (a) Sugiera **un** reactivo usado para preparar aspirina a partir de ácido salicílico. [1]

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

**(La opción D continúa en la página siguiente)**



24EP21

Véase al dorso

**(Continuación: opción D, pregunta 17)**

(b) La aspirina,  $C_6H_4(OCOCH_3)COOH$ , es solo parcialmente soluble en agua.

Resuma, incluyendo una ecuación, cómo se puede hacer la aspirina más soluble en agua. Use la sección 37 del cuadernillo de datos.

[2]

.....

.....

.....

.....

**18.** Las enfermedades infecciosas pueden ser causadas por bacterias o virus.

(a) Indique **una** diferencia entre las bacterias y los virus.

[1]

.....

.....

(b) Discuta **dos** dificultades, además de los factores socioeconómicos, asociadas con los descubrimientos para la cura del SIDA.

[2]

.....

.....

.....

.....

**(La opción D continúa en la página siguiente)**



24EP22

**(Continuación: opción D, pregunta 18)**

- (c) El descubrimiento de penicilinas contribuyó al desarrollo de antibióticos.

Explique cómo el anillo beta lactámico es responsable de las propiedades antibióticas de la penicilina. Refiérase a la sección 37 del cuadernillo de datos.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**19. La eliminación de residuos químicos es un problema creciente en la industria.**

- (a) Resuma el impacto de los residuos de antibióticos sobre el ambiente.

[1]

.....

.....

- (b) Sugiera una preocupación con respecto a la eliminación de los disolventes provenientes de la fabricación de drogas.

[1]

.....

.....

**Fin de la opción D**





**No** escriba en esta página.

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



24EP24