

© 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 1

4 de noviembre de 2024

Zona A tarde | Zona B tarde | Zona C tarde

1 hora

---

#### Instrucciones para los alumnos

- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Conteste todas las preguntas.
- Seleccione la respuesta que considere más apropiada para cada pregunta e indique su elección en la hoja de respuestas provista.
- Como referencia, se incluye la tabla periódica en la página 2 de esta prueba.
- La puntuación máxima para esta prueba de examen es **[40 puntos]**.



1. ¿Cuántos moles de iones fosfato,  $\text{PO}_4^{3-}$ , hay en 103,39 g de  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ?  
 $M_r = 310,18$

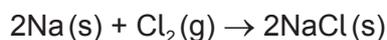
A. 0,11  
B. 0,33  
C. 0,67  
D. 2,00

2. ¿Cuál es la suma de los coeficientes para la ecuación ajustada de la combustión del sulfuro de hierro(II) usando los números enteros más pequeños?



A. 6  
B. 7  
C. 14  
D. 17

3. ¿Cuál es el rendimiento de cloruro de sodio, en gramos, cuando 4,60 g de sodio reaccionan con  $1,14 \text{ dm}^3$  de cloro gaseoso en condiciones PTN?  
Volumen molar =  $22,7 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

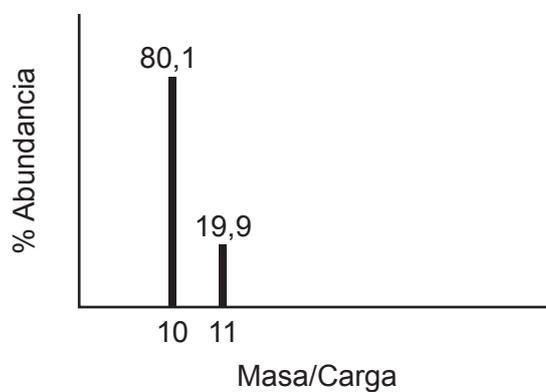


A. 1,17  
B. 2,92  
C. 5,84  
D. 11,7

4. ¿Cuál es la presión, en Pa, dentro de un cilindro de  $3,0\text{dm}^3$  que contiene  $64\text{g}$  de  $\text{O}_2$  a  $25,0^\circ\text{C}$ ?  
 $R = 8,31\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ ;  $PV = nRT$

- A.  $\frac{2 \times 8.31 \times 25}{3.0}$   
 B.  $\frac{2 \times 8.31 \times 298}{3.0 \times 10^{-3}}$   
 C.  $\frac{2 \times 8.31 \times 298}{3.0}$   
 D.  $\frac{4 \times 8.31 \times 298}{3.0 \times 10^{-3}}$

5. ¿Cuál es la  $A_r$  del elemento, que se puede determinar a partir del siguiente espectro de masas?

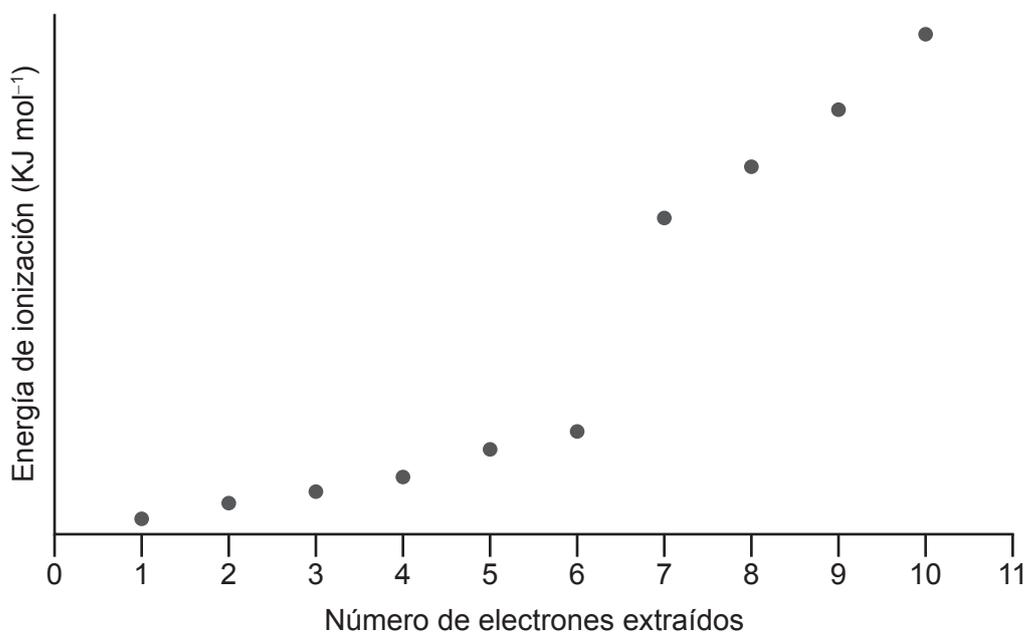


- A. 10,0  
 B. 10,2  
 C. 10,5  
 D. 10,8

6. ¿Qué opción es correcta para la longitud de onda y la energía de la radiación de las regiones visible y ultravioleta del espectro electromagnético?

	Región ultravioleta	Región visible
A.	Menor longitud de onda y mayor energía	Mayor longitud de onda y menor energía
B.	Menor longitud de onda y menor energía	Mayor longitud de onda y mayor energía
C.	Mayor longitud de onda y menor energía	Menor longitud de onda y mayor energía
D.	Mayor longitud de onda y mayor energía	Menor longitud de onda y menor energía

7. El gráfico representa las diez primeras energías de ionización (EI) de un elemento.



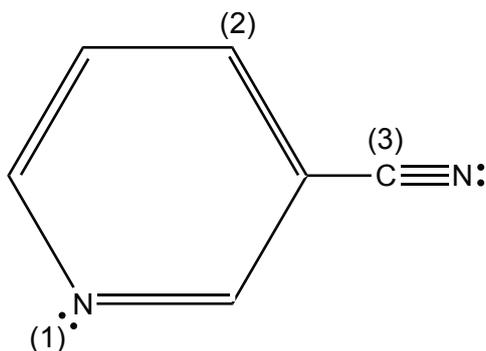
¿Cuál es el elemento?

- A. Cl
- B. Ne
- C. O
- D. S

8. El  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  es azul, mientras que el  $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$  es amarillo claro. ¿Qué enunciado explica correctamente la diferencia de color?
- A. El ligando en el  $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$  es más débil y absorbe luz de mayor frecuencia.
- B. El estado de oxidación del cobalto es diferente en cada complejo.
- C. Los diferentes colores se deben a las diferentes cargas sobre el complejo.
- D. El ligando en el  $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$  provoca un mayor desdoblamiento de los orbitales  $3d$  y absorbe luz de mayor frecuencia.
9. ¿Cuál de estos óxidos del período 3 forma una solución con  $\text{pH} < 7$  cuando se añade al agua?
- A.  $\text{Al}_2\text{O}_3$
- B.  $\text{MgO}$
- C.  $\text{Na}_2\text{O}$
- D.  $\text{P}_4\text{O}_6$
10. ¿Qué configuración es la de un átomo de un metal de transición en su estado fundamental?
- A.  $[\text{Ne}]3s^23p^6$
- B.  $[\text{Ar}]3d^9$
- C.  $1s^22s^22p^63s^23p^64s^23d^{10}4p^2$
- D.  $[\text{Ar}]4s^13d^5$
11. ¿Qué tipos de fuerzas intermoleculares existen entre las moléculas de  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$  y  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ?

	$\text{CH}_4$	$\text{CH}_3\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{Cl}$
A.	Solo de dispersión de London	De dispersión de London, enlace de H, dipolo-dipolo	De dispersión de London, dipolo-dipolo
B.	De dispersión de London, enlace de H	De dispersión de London, enlace de H, dipolo-dipolo	De dispersión de London, enlace de H, dipolo-dipolo
C.	Solo de dispersión de London	De dispersión de London, dipolo-dipolo	Solo de dispersión de London
D.	De dispersión de London, enlace de H	Solo de dispersión de London	De dispersión de London, dipolo-dipolo

12. ¿Cuál es la geometría molecular y la hibridación de los átomos numerados en la molécula que se muestra a continuación?



	<b>N(1)</b>	<b>C(2)</b>	<b>C(3)</b>
A.	$sp^2$ / angular	$sp^2$ / plana trigonal	$sp$ / lineal
B.	$sp^2$ / plana trigonal	$sp^2$ / angular	$sp^2$ / angular
C.	$sp^3$ / tetraédrica	$sp^2$ / plana trigonal	$sp$ / angular
D.	$sp$ / angular	$sp^3$ / tetraédrica	$sp^3$ / lineal

13. ¿Cuántos enlaces sigma ( $\sigma$ ) y pi ( $\pi$ ) hay en la siguiente molécula?



	$\sigma$	$\pi$
A.	7	5
B.	9	5
C.	9	9
D.	13	5

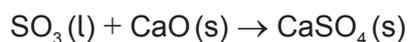
14. ¿Qué enunciados son correctos para las aleaciones?

- I. Son mezclas homogéneas de metales con otros metales o no metales.
- II. Los diferentes tamaños de los átomos de las aleaciones impiden que las capas de cationes metálicos se deslicen fácilmente unas sobre otras.
- III. La adición de carbono al hierro produce una aleación más fuerte que el hierro puro.

- A. Solo I y II
- B. Solo I y III
- C. Solo II y III
- D. I, II y III

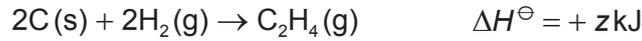
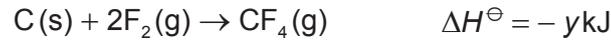
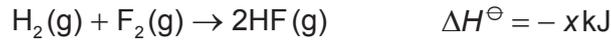
15. ¿Cuáles son los signos de  $\Delta H^\ominus$  y  $\Delta S^\ominus$  para esta reacción que no es espontánea a elevadas temperaturas y es espontánea a bajas temperaturas?

$$\Delta G^\ominus = \Delta H^\ominus - T\Delta S^\ominus$$

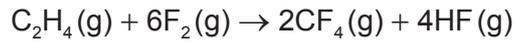


	$\Delta H^\ominus$	$\Delta S^\ominus$
A.	+	+
B.	–	–
C.	–	+
D.	+	–

16. Considere las siguientes ecuaciones:



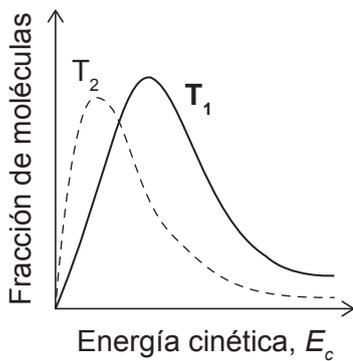
¿Cuál es la  $\Delta H^\ominus$  de la reacción?



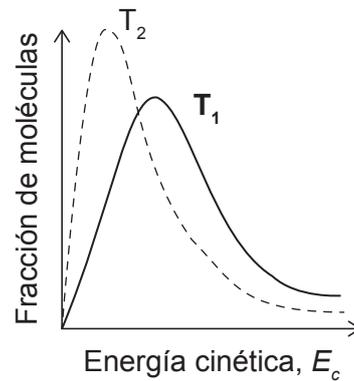
- A.  $-x - y - z$
- B.  $-x - y + z$
- C.  $-2x + 2y - z$
- D.  $-2x - 2y - z$

17. ¿Cuál de los diagramas representa la distribución de Maxwell-Boltzmann de la energía cinética de las moléculas de una misma muestra de un gas a dos temperaturas, T1 y T2, cuando T1 > T2?

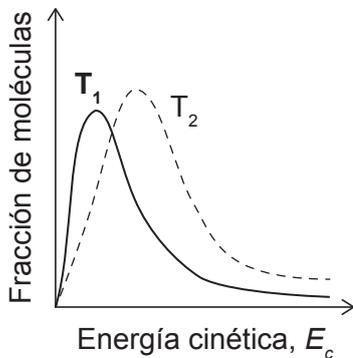
A.



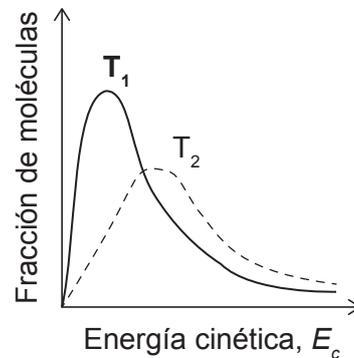
B.



C.



D.



18. ¿Cuál es la variación de entalpía, en  $\text{kJ mol}^{-1}$ , cuando 107 g de cloruro de amonio sólido,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , se añaden al agua para formar  $50,0 \text{ cm}^3$  de solución, produciendo una disminución máxima de  $28^\circ\text{C}$ ?

$$M_r \text{ NH}_4\text{Cl} = 53,5$$

$$\text{Capacidad calorífica específica del agua} = 4,18 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

A. 
$$\Delta H = \frac{-50,0 \times 4,18 \times (28 + 273)}{2 \times 1000}$$

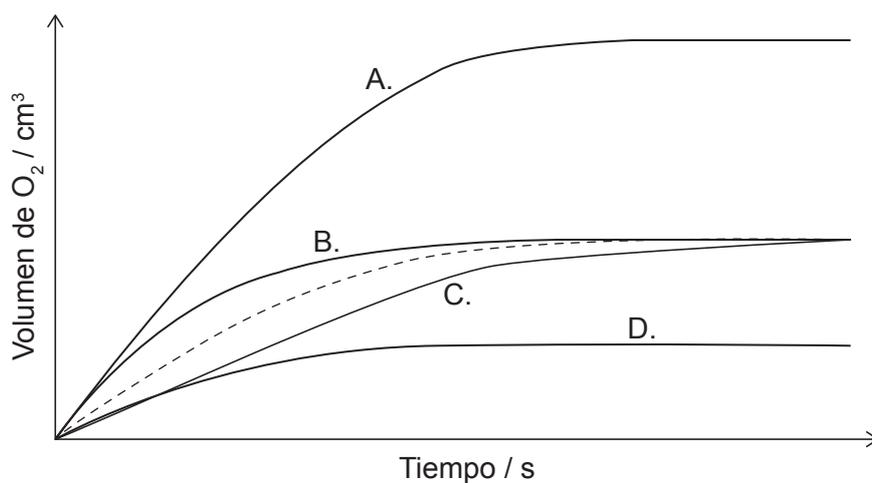
B. 
$$\Delta H = \frac{-50,0 \times 4,18 \times 28}{2 \times 1000}$$

C. 
$$\Delta H = \frac{50,0 \times 4,18 \times (28 + 273)}{2 \times 1000}$$

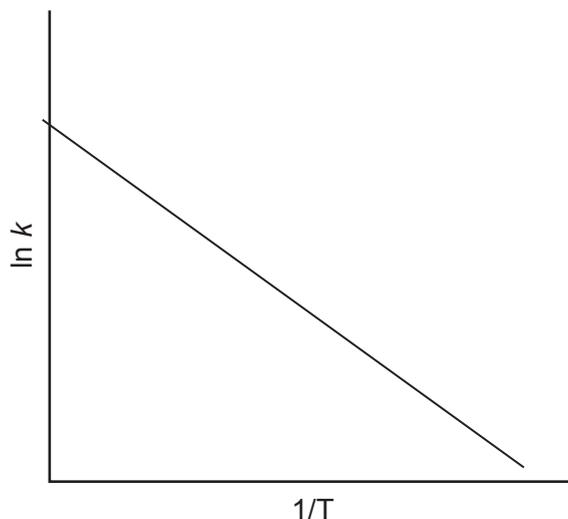
D. 
$$\Delta H = \frac{50,0 \times 4,18 \times 28}{2 \times 1000}$$

19. Se monitorizó la descomposición no catalizada del  $\text{H}_2\text{O}_2$  dando la línea discontinua del siguiente gráfico.

¿Qué curva representa la reacción catalizada, si se realiza a la misma temperatura y usando la misma concentración de reactivos?



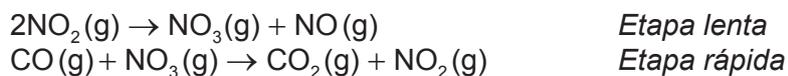
20. Se representaron las constantes de velocidad de una reacción a diferentes temperaturas, obteniéndose el siguiente gráfico.



¿Qué representa la pendiente de la recta?

$$\ln k = \frac{-E_a}{RT} + \ln A$$

- A.  $-E_a/R$
  - B.  $-E_a$
  - C.  $\ln A$
  - D.  $-E_a/RT$
21. La reacción entre monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno transcurre mediante un mecanismo de dos etapas:



¿Cuál es la expresión de velocidad para esta reacción?

- A. Velocidad =  $k[\text{NO}_2]^2$
- B. Velocidad =  $k[\text{NO}_2]^2[\text{CO}][\text{NO}_3]$
- C. Velocidad =  $k[\text{CO}][\text{NO}_3]$
- D. Velocidad =  $k[\text{NO}_2]^2[\text{CO}]$

22. El dióxido de carbono se disuelve en agua de acuerdo con la siguiente ecuación. ¿Qué sucederá si se aumenta la temperatura de la solución acuosa?



- A. El equilibrio se desplaza hacia la derecha y el pH disminuye.  
 B. El equilibrio se desplaza hacia la derecha y el pH aumenta.  
 C. El equilibrio se desplaza hacia la izquierda y el pH aumenta.  
 D. El equilibrio se desplaza hacia la izquierda y el pH disminuye.
23. ¿Cuáles de los siguientes enunciados son correctos para la posición de equilibrio de una reacción?

$$\Delta G^\ominus = -RT \ln K$$

- I. Siempre se desplazará hacia la derecha cuando aumenta la temperatura.  
 II. Si  $\Delta G^\ominus < 0$ , entonces  $K > 1$  y los productos se ven favorecidos frente a los reactivos.  
 III. Si  $\Delta G^\ominus = 0$ , entonces  $K = 1$  y [reactivos] y [productos] son aproximadamente iguales.
- A. Solo I y II  
 B. Solo I y III  
 C. Solo II y III  
 D. I, II y III
24. El pH de una solución acuosa **Z** es 5 y el pH de una solución acuosa **X** es 10. ¿Cuál es la relación de sus concentraciones de  $\text{H}_3\text{O}^+$ ?
- A.  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  es 2 veces menor en **X** que en **Z**.  
 B.  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  es 5 veces menor en **X** que en **Z**.  
 C.  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  es  $1 \times 10^2$  veces menor en **X** que en **Z**.  
 D.  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  es  $1 \times 10^5$  veces menor en **X** que en **Z**.

25. Usando los datos de la tabla, ¿cuál de las bases conjugadas es la más fuerte?

Ácido	$K_a$
HClO	$2,9 \times 10^{-8}$
$C_6H_5COOH$	$6,3 \times 10^{-5}$
$H_3PO_4$	$7,3 \times 10^{-3}$
$H_2SO_3$	$1,3 \times 10^{-2}$

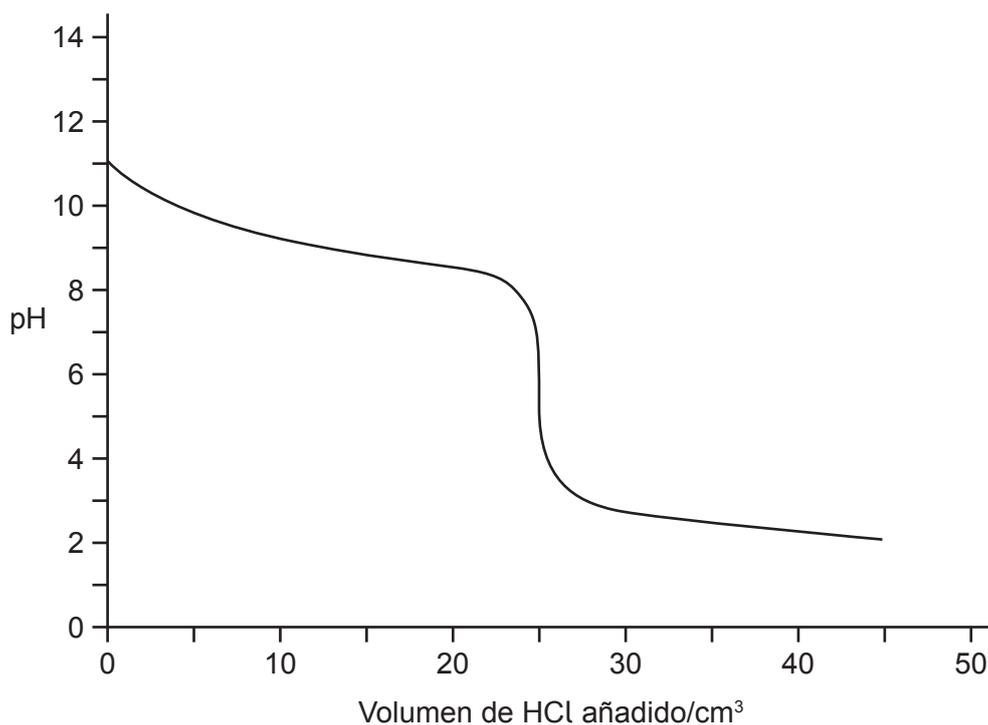
- A.  $ClO^-$
- B.  $C_6H_5COO^-$
- C.  $H_2PO_4^-$
- D.  $HSO_3^-$

26. Considere el sistema tampón fosfato,  $Na_2HPO_4 / NaH_2PO_4$ .

¿Qué opción es correcta, cuando se añade al tampón una pequeña cantidad de una base fuerte?

- A. El  $OH^-$  reacciona con el  $Na^+$  para formar NaOH.
- B. La  $[H_2PO_4^-]$  aumenta.
- C. La  $[HPO_4^{2-}]$  aumenta.
- D. El  $OH^-$  reacciona con el  $H_2PO_4^-$  para formar  $PO_4^{3-}$ .

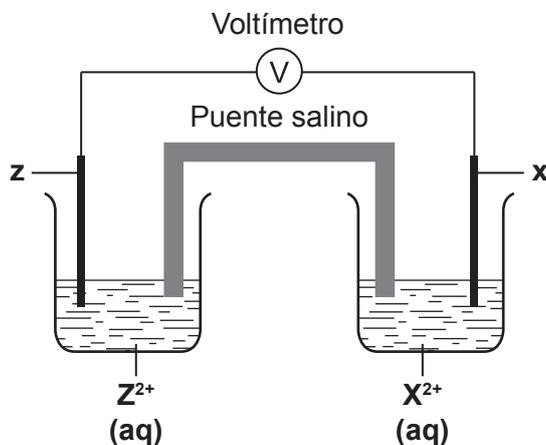
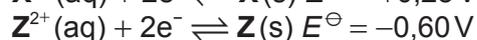
27. Una muestra de  $25\text{ cm}^3$  de una base débil se tituló con ácido clorhídrico, HCl.



¿Cuál es el  $pK_b$  de la base?

- A. 2
  - B. 5
  - C. 9
  - D. 11
28. En qué reacción actúa el  $\text{H}_2$  como agente oxidante?
- A.  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$
  - B.  $2\text{Na}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NaH}(\text{s})$
  - C.  $\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HCl}(\text{g})$
  - D.  $\text{H}_2\text{CCH}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_3\text{CCH}_3(\text{g})$

29. Se construye una pila voltaica a partir de semiceldas usando los metales **X** y **Z** como electrodos. ¿Qué ocurrirá cuando esta pila produzca electricidad?

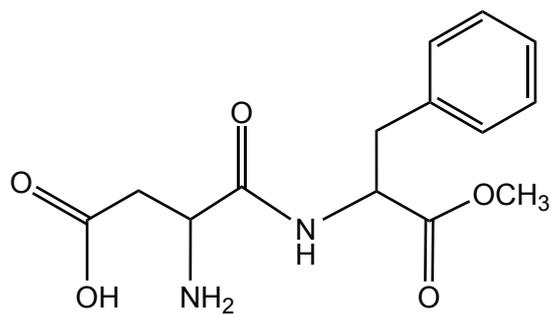


- A. Los iones positivos fluyen a través del puente salino hacia la semicelda **Z**.
- B. Los electrones fluyen desde la semicelda **X** hacia la semicelda **Z**.
- C. La concentración de  $\text{X}^{2+}$  aumenta.
- D. La masa del electrodo **Z** disminuye.
30. ¿Qué enunciado es correcto, referido a una reacción en una pila voltaica para la cual tanto  $\Delta H^{\ominus}$  como  $\Delta S^{\ominus}$  son positivos?

$$\Delta G^{\ominus} = -nFE^{\ominus}$$

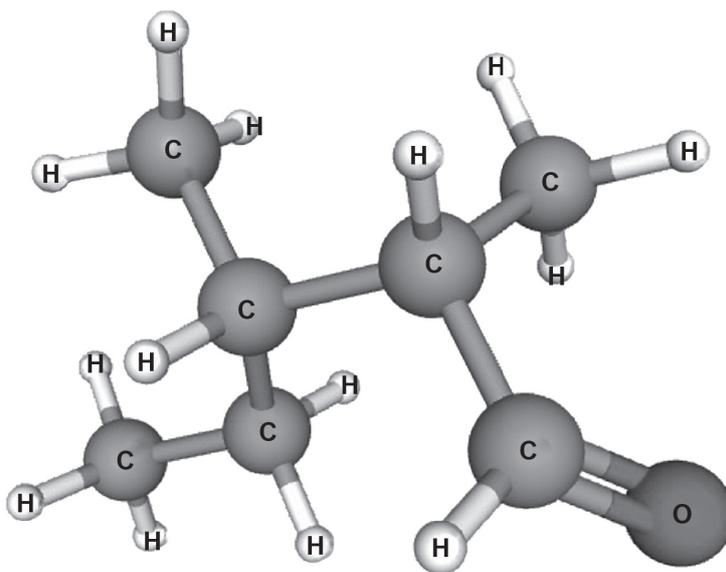
- A.  $E^{\ominus}$  de la pila aumentará con un aumento de la temperatura.
- B.  $E^{\ominus}$  de la pila disminuirá con un aumento de la temperatura.
- C.  $E^{\ominus}$  de la pila no variará cuando aumente la temperatura.
- D.  $\Delta G^{\ominus} > 0$  para todas las temperaturas.
31. ¿Qué enunciado es correcto, referido al valor de  $E^{\ominus}$  del electrodo estándar de hidrógeno (EEH)?
- A. Se determinó experimentalmente.
- B. Depende de la temperatura.
- C. Se estableció arbitrariamente.
- D. Depende del  $E^{\ominus}$  del segundo electrodo.

32. ¿Cuáles de estos grupos funcionales están presentes en el aspartamo?



- A. Carboxilo, amino secundario y éter
- B. Carboxilo, amino secundario y éster
- C. Éter, amino primario y amino secundario
- D. Éster, amino primario y carboxilo

33. ¿Cuál es el nombre de este compuesto, de acuerdo con la IUPAC?

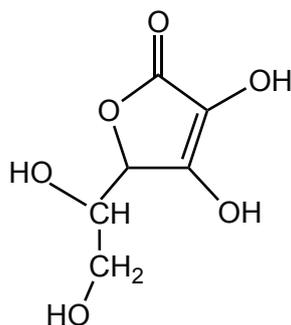


- A. 2,3-dimetilpentanal
- B. 2,3-metilpentanal
- C. 2-metil-3-etilbutanal
- D. 3-etil-2-metilbutanal

34. ¿Cuál de los siguientes compuestos puede reaccionar con dicromato de potasio acidificado para dar un ácido?

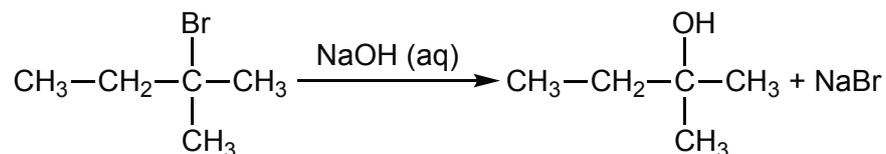
- A.  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$
- B.  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$
- C.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_2\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$
- D.  $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)(\text{OH})\text{CH}_3$

35. ¿Cuántos isómeros ópticos del ácido ascórbico existen?



- A. 2
- B. 4
- C. 5
- D. 6

36. El 2-bromo-2-metilbutano,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CBr}(\text{CH}_3)_2$ , reacciona con una solución tibia de NaOH para formar un alcohol.



¿Cuál es el mecanismo de la reacción y la expresión de velocidad?

	Mecanismo de la reacción	Expresión de velocidad
A.	$\text{S}_{\text{N}}2$	$\text{velocidad} = k[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CBr}(\text{CH}_3)_2][\text{OH}^-]$
B.	$\text{S}_{\text{N}}1$	$\text{velocidad} = k[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CBr}(\text{CH}_3)_2]$
C.	$\text{S}_{\text{N}}1$	$\text{velocidad} = k[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CBr}(\text{CH}_3)_2][\text{OH}^-]$
D.	$\text{S}_{\text{N}}2$	$\text{velocidad} = k[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CBr}(\text{CH}_3)_2]$

37. ¿Cuál de los siguientes compuestos daría un compuesto ópticamente activo al reaccionar con  $\text{LiAlH}_4$ ?

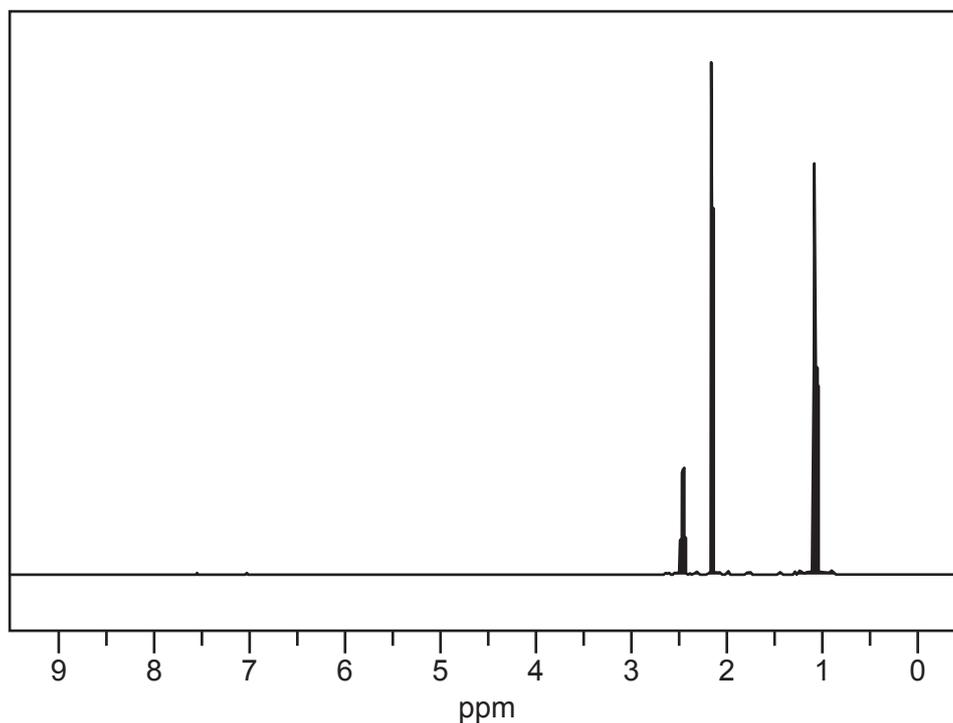
- A. Propanal
- B. Butanal
- C. Butanona
- D. Propanona

38. ¿Qué enunciados son correctos, referidos al ion molecular,  $\text{M}^+$ , en un espectro de masas?

- I. El  $\text{M}^+$  **no** siempre es el pico de mayor intensidad en el espectro de masas.
- II. El  $\text{M}^+$  es siempre el fragmento más estable que se forma durante un bombardeo con electrones.
- III. La relación  $m/z$  del pico del ion  $\text{M}^+$  da la masa molecular relativa de la molécula.

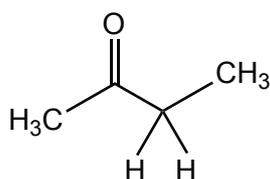
- A. Solo I y II
- B. Solo I y III
- C. Solo II y III
- D. I, II y III

39. ¿Para qué compuesto se obtiene este espectro de RMN de  $^1\text{H}$ ?

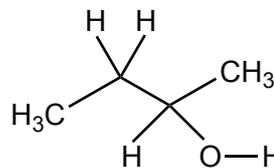


[Fuente: SDBS, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology.]

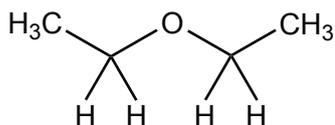
A.



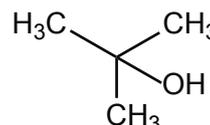
B.



C.



D.



40. Una estudiante realiza una investigación para determinar el contenido de ácido etanoico en muestras de vinagre usando una solución no estandarizada de hidróxido de sodio. ¿Qué tipo de error se producirá y cómo afectará esto a la calidad de los datos obtenidos?

- A. Error sistemático y menor exactitud
- B. Error sistemático y menor precisión
- C. Error aleatorio y menor precisión
- D. Error aleatorio y menor exactitud

**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:**

39. SDBS, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology.

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