

© 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 Superior

### Prueba 1

2 de noviembre de 2023

Zona A mañana | Zona B mañana | Zona C mañana

1 hora

---

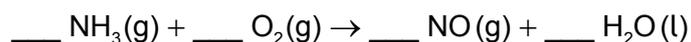
#### Instrucciones para los alumnos

- 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]**.

**Tabla periódica**

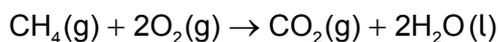
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	1 <b>H</b> 1,01																	2 <b>He</b> 4,00	
2	3 <b>Li</b> 6,94	4 <b>Be</b> 9,01	Número atómico <b>Elemento</b> Masa atómica relativa																
3	11 <b>Na</b> 22,99	12 <b>Mg</b> 24,31																	
4	19 <b>K</b> 39,10	20 <b>Ca</b> 40,08	21 <b>Sc</b> 44,96	22 <b>Ti</b> 47,87	23 <b>V</b> 50,94	24 <b>Cr</b> 52,00	25 <b>Mn</b> 54,94	26 <b>Fe</b> 55,85	27 <b>Co</b> 58,93	28 <b>Ni</b> 58,69	29 <b>Cu</b> 63,55	30 <b>Zn</b> 65,38	31 <b>Ga</b> 69,72	32 <b>Ge</b> 72,63	33 <b>As</b> 74,92	34 <b>Se</b> 78,96	35 <b>Br</b> 79,90	36 <b>Kr</b> 83,90	
5	37 <b>Rb</b> 85,47	38 <b>Sr</b> 87,62	39 <b>Y</b> 88,91	40 <b>Zr</b> 91,22	41 <b>Nb</b> 92,91	42 <b>Mo</b> 95,96	43 <b>Tc</b> (98)	44 <b>Ru</b> 101,07	45 <b>Rh</b> 102,91	46 <b>Pd</b> 106,42	47 <b>Ag</b> 107,87	48 <b>Cd</b> 112,41	49 <b>In</b> 114,82	50 <b>Sn</b> 118,71	51 <b>Sb</b> 121,76	52 <b>Te</b> 127,60	53 <b>I</b> 126,90	54 <b>Xe</b> 131,29	
6	55 <b>Cs</b> 132,91	56 <b>Ba</b> 137,33	57 † <b>La</b> 138,91	72 <b>Hf</b> 178,49	73 <b>Ta</b> 180,95	74 <b>W</b> 183,84	75 <b>Re</b> 186,21	76 <b>Os</b> 190,23	77 <b>Ir</b> 192,22	78 <b>Pt</b> 195,08	79 <b>Au</b> 196,97	80 <b>Hg</b> 200,59	81 <b>Tl</b> 204,38	82 <b>Pb</b> 207,2	83 <b>Bi</b> 208,98	84 <b>Po</b> (209)	85 <b>At</b> (210)	86 <b>Rn</b> (222)	
7	87 <b>Fr</b> (223)	88 <b>Ra</b> (226)	89 † <b>Ac</b> (227)	104 <b>Rf</b> (267)	105 <b>Db</b> (268)	106 <b>Sg</b> (269)	107 <b>Bh</b> (270)	108 <b>Hs</b> (269)	109 <b>Mt</b> (278)	110 <b>Ds</b> (281)	111 <b>Rg</b> (281)	112 <b>Cn</b> (285)	113 <b>Unt</b> (286)	114 <b>Uug</b> (289)	115 <b>Uup</b> (288)	116 <b>Uuh</b> (293)	117 <b>Uus</b> (294)	118 <b>Uuo</b> (294)	
			†	58 <b>Ce</b> 140,12	59 <b>Pr</b> 140,91	60 <b>Nd</b> 144,24	61 <b>Pm</b> (145)	62 <b>Sm</b> 150,36	63 <b>Eu</b> 151,96	64 <b>Gd</b> 157,25	65 <b>Tb</b> 158,93	66 <b>Dy</b> 162,50	67 <b>Ho</b> 164,93	68 <b>Er</b> 167,26	69 <b>Tm</b> 168,93	70 <b>Yb</b> 173,05	71 <b>Lu</b> 174,97		
			‡	90 <b>Th</b> 232,04	91 <b>Pa</b> 231,04	92 <b>U</b> 238,03	93 <b>Np</b> (237)	94 <b>Pu</b> (244)	95 <b>Am</b> (243)	96 <b>Cm</b> (247)	97 <b>Bk</b> (247)	98 <b>Cf</b> (251)	99 <b>Es</b> (252)	100 <b>Fm</b> (257)	101 <b>Md</b> (258)	102 <b>No</b> (259)	103 <b>Lr</b> (262)		

1. El amoníaco reacciona con oxígeno para producir óxido de nitrógeno (II) y agua.



¿Cuál es la relación  $\text{NH}_3:\text{O}_2$  en la ecuación ajustada?

- A. 2:5  
 B. 4:5  
 C. 1:1  
 D. 2:1
2. El metal M reacciona con 16,0 g de azufre para producir 26,0 g del compuesto  $\text{MS}_2$ . ¿Cuál es la masa atómica relativa de M?
- A. 5  
 B. 10  
 C. 20  
 D. 40
3. 64 g de metano y 96 g de oxígeno reaccionan de acuerdo con la ecuación.



¿Qué se encontrará en el recipiente de reacción cuando se complete la reacción?

- A. Solo  $\text{CO}_2(\text{g})$  y  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 B. Solo  $\text{O}_2(\text{g})$ ,  $\text{CO}_2(\text{g})$  y  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 C. Solo  $\text{CH}_4(\text{g})$ ,  $\text{CO}_2(\text{g})$  y  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 D.  $\text{CH}_4(\text{g})$ ,  $\text{O}_2(\text{g})$ ,  $\text{CO}_2(\text{g})$  y  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
4. El galio ( $A_r = 69.72$ ) consiste de dos isótopos estables, Ga-69 y Ga-71. ¿Cuál es la abundancia relativa del Ga-71?
- A. 36 %  
 B. 40 %  
 C. 60 %  
 D. 64 %

5. Las tres primeras energías de ionización para dos elementos, X e Y, son:

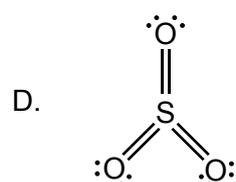
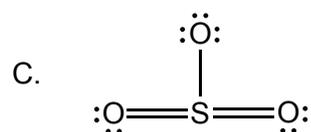
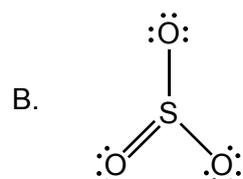
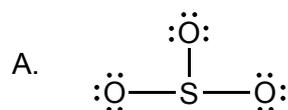
Energías de ionización ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )			
	Primera	Segunda	Tercera
X	900	1757	14 849
Y	1086	2350	4620

¿Qué par de elementos representan respectivamente a X e Y?

- A. Litio y berilio
- B. Litio y carbono
- C. Berilio y carbono
- D. Helio y berilio
6. ¿Cuál de las siguientes observaciones proporciona evidencia de que la materia está formada por átomos?
- A. El espectro de emisión de líneas del hidrógeno produce cuatro líneas visibles.
- B. El cloruro de sodio es soluble en agua y conduce la electricidad en el estado acuoso.
- C. El agua es un líquido a temperatura ambiente, pero el sulfuro de hidrógeno y el seleniuro de hidrógeno son gases.
- D. 12,0g de carbono se combinan con 16,0g o 32,0g de oxígeno, pero nunca en ninguna otra proporción.
7. ¿Qué grupo de elementos tiene radios atómicos más similares?
- A. Li, Be, B, C
- B. Fe, Co, Ni, Cu
- C. K, Ca, Br, Kr
- D. Ne, Ar, Kr, Xe

8. ¿Qué soluciones acuosas tendrían diferente longitud de onda de máxima absorbanza que el  $\text{FeSO}_4$   $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$ ?
- I.  $\text{FeSO}_4$   $0,01 \text{ mol dm}^{-3}$
  - II.  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$   $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$
  - III.  $\text{FeSCN}^{2+}$   $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$
- A. Solo I y II
  - B. Solo I y III
  - C. Solo II y III
  - D. I, II y III
9. ¿Para qué molécula se pueden usar estructuras de resonancia para describir el enlace?
- A. HCN
  - B.  $\text{H}_2\text{CO}_3$
  - C.  $\text{PCl}_3$
  - D.  $\text{SO}_2$
10. ¿Qué sustancia tiene elevada volatilidad en estado puro y elevada conductividad eléctrica en soluciones acuosas?
- A.  $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$
  - B. HCl
  - C. NaCl
  - D. HCN
11. ¿Qué sustancia presenta solo fuerzas (de dispersión) de London entre sus moléculas?
- A.  $\text{PF}_5$
  - B.  $\text{SF}_4$
  - C.  $\text{SO}_2$
  - D.  $\text{XeO}_2$

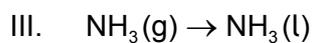
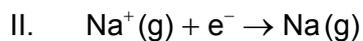
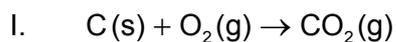
12. ¿Cuál es la estructura correcta del  $\text{SO}_3$ , basándose en la menor carga formal?



13. ¿Cuál es el ángulo de enlace más probable para un átomo de carbono central hibridizado  $\text{sp}^2$ ?

- A.  $90^\circ$
- B.  $109,5^\circ$
- C.  $120^\circ$
- D.  $180^\circ$

14. ¿Qué reacciones liberan calor?



A. Solo I y II

B. Solo I y III

C. Solo II y III

D. I, II y III

15. ¿Qué expresión representa el cálculo usado para obtener el valor de  $\Delta H^\ominus$  para la conversión de oxígeno a un mol de ozono ( $\text{O}_3$ )?

		$\Delta H^\ominus$ , kJ
Ecuación (i)	$2\text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO} + \text{O}_2$	+566
Ecuación (ii)	$3\text{CO} + \text{O}_3 \rightarrow 3\text{CO}_2$	-992

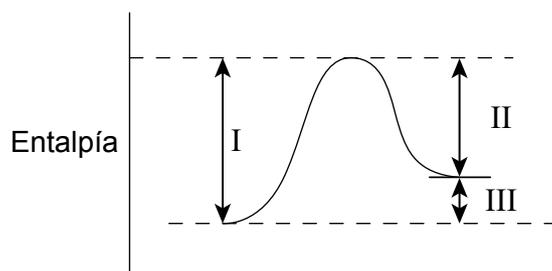
A.  $-566 - 992$

B.  $-566 + 992$

C.  $1,5 \times (-566) + 992$

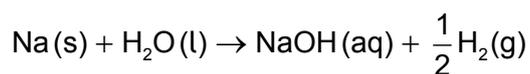
D.  $1,5 \times (-566) - 992$

16. ¿Qué expresión representa el cálculo de  $\Delta H$ ?



- A. I-II
- B. II-I
- C. I-III
- D. II-III

17. ¿Qué pasos de esta reacción tienen variación de entalpía positiva?



- I. Atomización
- II. Ionización
- III. Hidratación

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

18. ¿Qué combinación de valores de  $\Delta H$  y  $\Delta S$  pertenece a una reacción que es espontánea a bajas temperaturas, pero no espontánea a elevadas temperaturas?

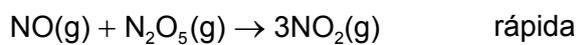
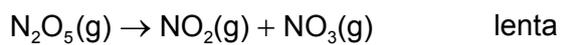
	$\Delta H$	$\Delta S$
A.	Negativa	Negativa
B.	Negativa	Positiva
C.	Positiva	Positiva
D.	Positiva	Negativa

19. ¿Qué enunciado describe el rol que debe tener un catalizador para aumentar la velocidad de una reacción proporcionando un mecanismo alternativo?
- A. Aumenta la frecuencia de las colisiones entre las moléculas
  - B. Aumenta la energía de las colisiones entre las moléculas
  - C. Aumenta la proporción de moléculas que chocan con la orientación correcta
  - D. Aumenta la proporción de moléculas con una energía dada
20. La velocidad de la reacción  $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$  se puede expresar como la variación de la concentración de oxígeno con respecto al tiempo,  $\Delta[\text{O}_2]/\Delta t$ .

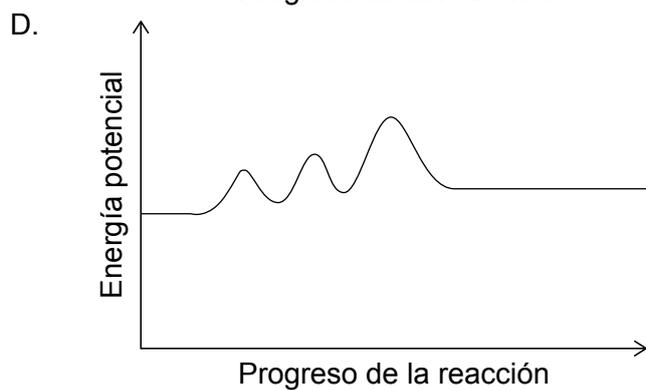
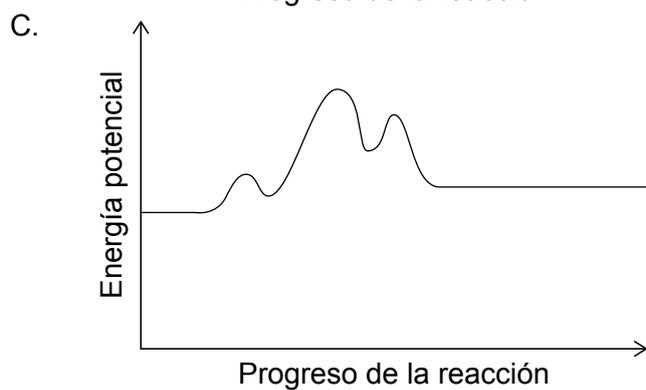
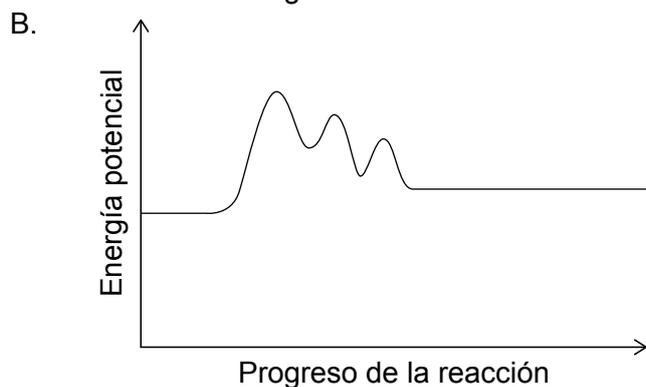
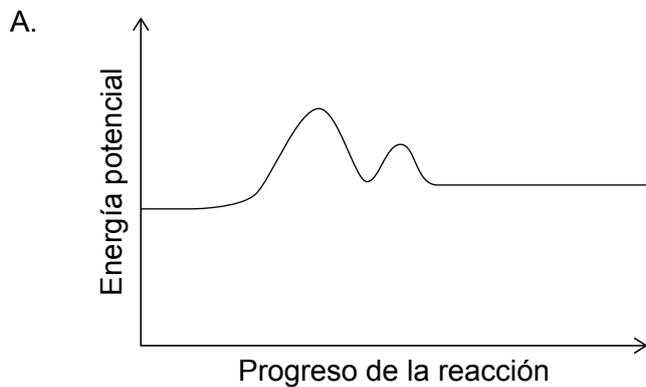
¿Qué expresión daría el mismo valor numérico para la velocidad?

- A.  $-\frac{1}{2} \times \Delta[\text{N}_2\text{O}_5] / \Delta t$
- B.  $-2 \times \Delta[\text{N}_2\text{O}_5] / \Delta t$
- C.  $-\frac{1}{4} \times \Delta[\text{NO}_2] / \Delta t$
- D.  $4 \times \Delta[\text{NO}_2] / \Delta t$

21. Un mecanismo propuesto para la descomposición del  $N_2O_5$  es



¿Qué perfil de energía potencial ilustra este mecanismo propuesto?



22. ¿Qué factor depende de la temperatura?

- A. Energía de activación,  $E_a$
- B. Factor pre-exponencial,  $A$
- C. Constante de velocidad,  $k$
- D. Constante de los gases,  $R$

23. ¿Qué puede incrementar la cantidad de  $\text{CS}_2(\text{g})$  presente en el siguiente sistema que ya está en equilibrio?



- A. Añadir un catalizador al sistema
- B. Aumentar el volumen del recipiente de reacción
- C. Añadir algo de  $\text{Cl}_2(\text{g})$  al sistema
- D. Enfriar el sistema

24. El sistema  $2\text{A}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{B}(\text{g}) + 3\text{C}(\text{g})$  está en equilibrio cuando las concentraciones de A, B y C son todas de  $2 \text{ mol dm}^{-3}$ .

¿Cuál es el valor de la constante de equilibrio,  $K_c$ ?

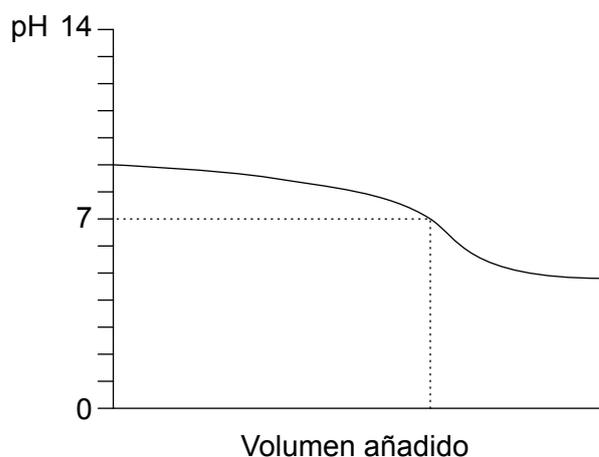
- A. 2
- B. 3
- C. 4
- D. 8

25. Las emisiones de dióxido de azufre procedentes de las plantas productoras de electricidad que queman carbón es una fuente de deposición ácida. ¿Cuáles son los métodos de pre-combustión para reducir las emisiones de dióxido de azufre?

- I. Lavar los gases de chimenea con caliza triturada y agua.
  - II. Triturar y lavar el carbón.
  - III. Triturar y mezclar el carbón con un solvente del azufre y luego lavar.
- A. Solo I y II
  - B. Solo I y III
  - C. Solo II y III
  - D. I, II y III

26. ¿Qué combinación formará una solución tampón cuando se mezclen  $100\text{ cm}^3$  de cada una?
- A.  $\text{NaCl } 0,1\text{ mol dm}^{-3}$  y  $\text{HCl } 0,1\text{ mol dm}^{-3}$
  - B.  $\text{NaCl } 0,2\text{ mol dm}^{-3}$  y  $\text{HCl } 0,1\text{ mol dm}^{-3}$
  - C.  $\text{NH}_3 0,1\text{ mol dm}^{-3}$  y  $\text{HCl } 0,1\text{ mol dm}^{-3}$
  - D.  $\text{NH}_3 0,2\text{ mol dm}^{-3}$  y  $\text{HCl } 0,1\text{ mol dm}^{-3}$

27. ¿Qué tipo de titulación está representada por la curva de titulación que se muestra?



- A. Ácido débil añadido a una base débil
  - B. Base débil añadida a un ácido débil
  - C. Base fuerte añadida a un ácido débil
  - D. Ácido fuerte añadido a una base débil
28. ¿Cuál es el pH de un ácido débil  $0,1\text{ mol dm}^{-3}$  con  $K_a = 1 \times 10^{-5}$ ?
- A. 2
  - B. 3
  - C. 4
  - D. 5

29. El ácido  $\text{H}_2\text{S}$  reacciona con un metal activo, M. ¿Qué combinación muestra el rol correcto del  $\text{H}_2\text{S}$ , y el producto formado de la reacción?

	<b>Rol del <math>\text{H}_2\text{S}</math></b>	<b>Producto de la reacción del <math>\text{H}_2\text{S}</math></b>
A.	Agente oxidante	$\text{H}_2(\text{g})$
B.	Agente oxidante	$\text{S}(\text{s})$
C.	Agente reductor	$\text{H}_2(\text{g})$
D.	Agente reductor	$\text{S}(\text{s})$

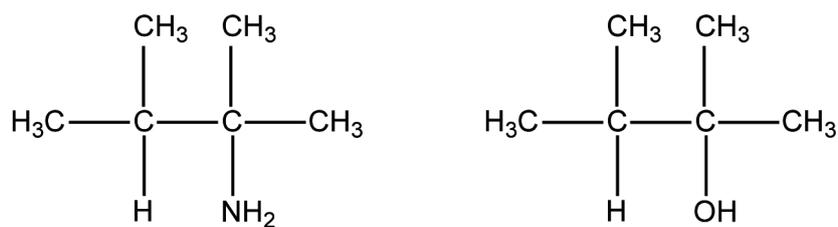
30. ¿Qué se forma en el cátodo durante la electrólisis de solución de cloruro de sodio  $2,0 \text{ mol dm}^{-3}$ ?

- A.  $\text{Cl}_2(\text{g})$
- B.  $\text{H}_2(\text{g})$
- C.  $\text{Na}(\text{l})$
- D.  $\text{O}_2(\text{g})$

31. ¿Qué combinación de masa atómica y carga del ion dará como resultado la mayor masa del metal M que será electroplateado por una corriente fija durante un determinado tiempo?

	<b>Masa atómica</b>	<b>Carga del ion</b>
A.	Grande	Alta
B.	Grande	Baja
C.	Pequeña	Alta
D.	Pequeña	Baja

32. ¿Cuál es la clasificación correcta para los dos compuestos dados?



	Tipo de amina	Tipo de alcohol
A.	Primaria	Primario
B.	Terciaria	Terciario
C.	Terciaria	Primario
D.	Primaria	Terciario

33. ¿Cuál es el primer producto de destilación a partir de la reacción de 1-propanol con dicromato (VI) de potasio acidificado?

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

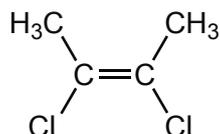
34. ¿Qué compuestos reaccionan con HBr para producir 2-bromobutano?

- I.  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
  - II.  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$
  - III.  $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
- A. Solo I y II
  - B. Solo I y III
  - C. Solo II y III
  - D. I, II y III

35. ¿Qué compuesto tiene más probabilidad de tener la mayor velocidad de reacción  $S_N1$  con iones  $OH^-$ ?

- A.  $CH_3CH_2CH_2CH_2Br$  en solvente etanol
- B.  $(CH_3)_3CBr$  en solvente etanol
- C.  $CH_3CH_2CH_2CH_2Br$  en solvente pentano
- D.  $(CH_3)_3CBr$  en solvente pentano

36. ¿Cuáles son las clasificaciones IUPAC preferidas de esta estructura del 2,3-dicloro-2-buteno?

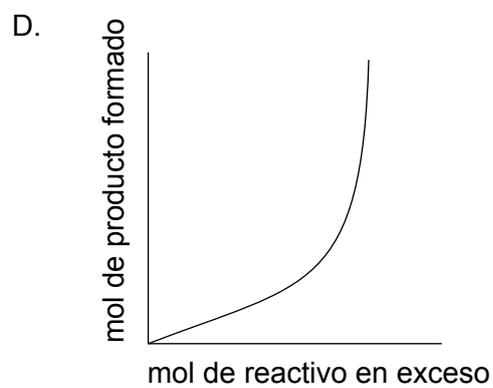
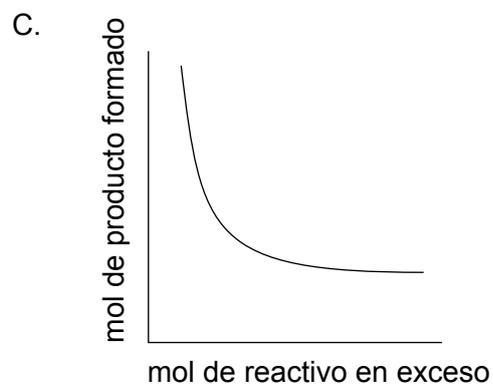
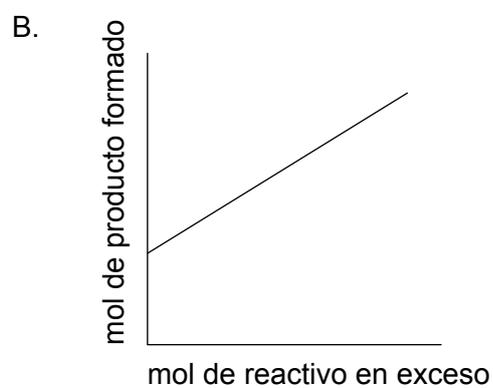
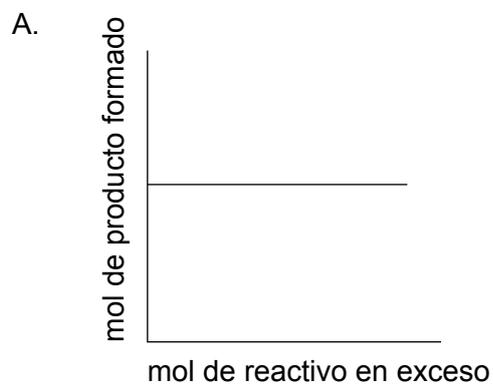


	<b>Cis-trans</b>	<b>E/Z</b>
A.	Cis	(E)
B.	Cis	(Z)
C.	Trans	(E)
D.	Trans	(Z)

37. ¿Qué procedimiento producirá con mayor probabilidad un error sistemático en la determinación de la concentración original de  $NaOH(aq)$  por titulación con  $HCl(aq)$ ?

- A. Repetir la titulación solo una vez en lugar de cinco veces
- B. Usar varias buretas para cada ensayo en lugar de usar la misma
- C. Usar un número variable de gotas del indicador para las titulaciones
- D. Titular la muestra dos días después de preparada en lugar de hacerlo el día que fue preparada

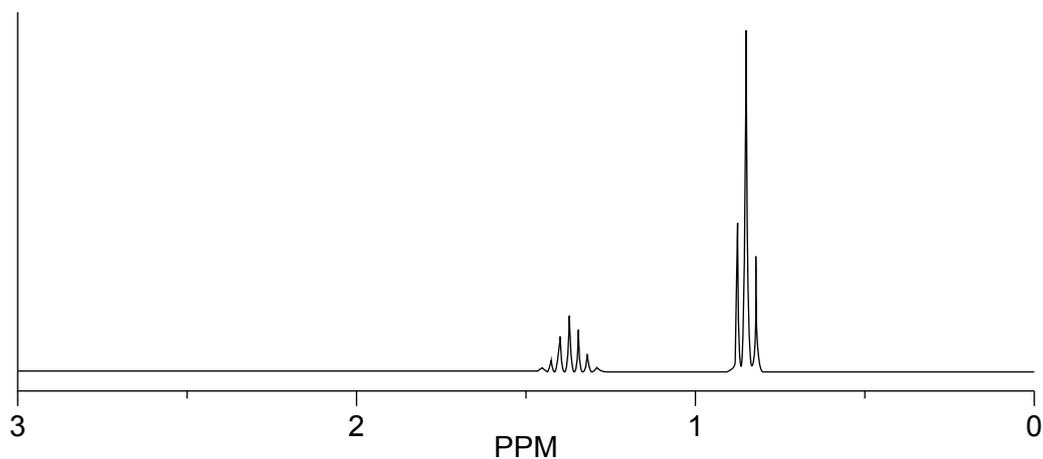
38. ¿Qué gráfico muestra la relación entre la cantidad de producto formado y la cantidad de exceso de reactivo después de haberse consumido el reactivo limitante?



39. ¿Qué instrumento se puede usar para distinguir entre enantiómeros?

- A. Espectrómetro IR
- B. Espectrómetro de masas
- C. Polarímetro
- D. Espectrómetro de RMN

40. ¿Qué compuesto tiene este espectro de RMN de  $^1\text{H}$  de alta definición?



- A. Propano
  - B. Propanal
  - C. Propanona
  - D. Ácido propanoico
-

**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:**

40. The University of Sydney, s.f. [*Interactive NMR spectrum.*] [en línea] Disponible en: <https://scilearn.sydney.edu.au/OrganicSpectroscopy/NMRSpectraExamples.cfm?ID=25&unit=#> [Consulta: 13 de junio de 2022].

**Los demás textos, gráficos e ilustraciones: © Organización del Bachillerato Internacional, 2023**