

© International Baccalaureate Organization 2021

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 2021

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, 2021

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

Miércoles 10 de noviembre de 2021 (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]**.

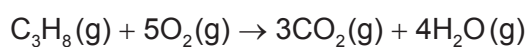
Tabla periódica

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

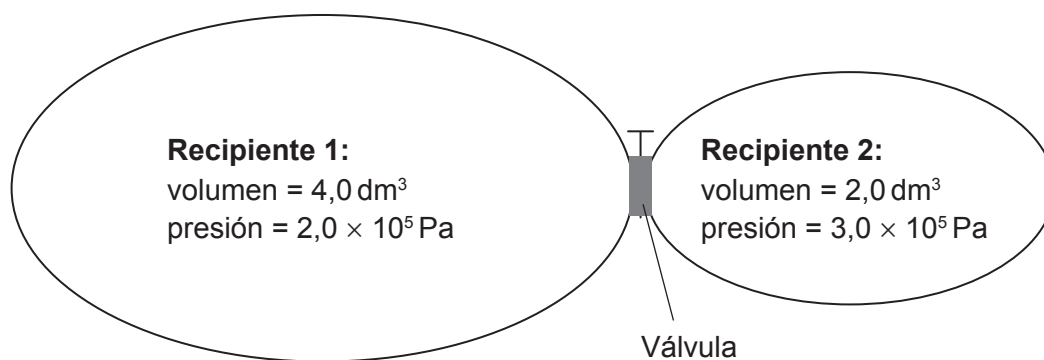
1. ¿Cuánto etanol contiene $1,20 \times 10^{24}$ átomos de carbono?

Constante de Avogadro, L o N_A : $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

- A. 0,333 mol
 B. 0,500 mol
 C. 1,00 mol
 D. 2,00 mol
2. Se mezclan 3,00 moles de C_3H_8 con 20,00 moles de O_2 . ¿Qué cantidad está presente al final de la reacción?

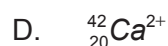
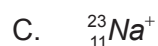
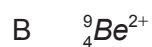
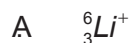


- A. 1,00 mol de C_3H_8
 B. 5,00 moles de O_2
 C. 12,00 moles de CO_2
 D. 16,00 moles de H_2O
3. Los dos recipientes que se muestran están conectados por medio de una válvula. ¿Cuál es la presión total después de abrir la válvula y permitir que las dos muestras gaseosas se mezclen a temperatura constante?



- A. $1,5 \times 10^5 \text{ Pa}$
 B. $2,3 \times 10^5 \text{ Pa}$
 C. $2,5 \times 10^5 \text{ Pa}$
 D. $5,0 \times 10^5 \text{ Pa}$

4. ¿Qué especie tiene dos neutrones más que electrones?



5. ¿Qué enunciado explica por qué la energía de **segunda** ionización del aluminio es mayor que la energía de **primera** ionización del magnesio?

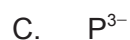
A. La energía de ionización aumenta a lo largo del periodo 3.

B. Los electrones 3p están a un nivel energético mayor que los electrones 3s.

C. Los electrones 3p están más lejos del núcleo que los electrones 2p.

D. Ambos tienen el mismo número de electrones y el aluminio tiene un protón más.

6. ¿Qué ion tiene mayor radio?



7. ¿Qué combinación describe la naturaleza ácido-base de los óxidos de aluminio y fósforo?

	Aluminio	Fósforo
A.	Óxido anfótero	Óxido ácido
B.	Óxido básico	Óxido anfótero
C.	Óxido ácido	Óxido anfótero
D.	Óxido anfótero	Óxido básico

8. ¿Qué ion complejo contiene un ion central con estado de oxidación +3?

- A. $[\text{PtCl}_6]^{2-}$
- B. $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2]$
- C. $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}$
- D. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^+$

9. ¿Qué combinación podría crear el enlace iónico más fuerte?

	Radio iónico	Carga de los iones
A.	grande	alta
B.	grande	baja
C.	pequeño	alta
D.	pequeño	baja

10. ¿Qué compuesto contiene ambos enlaces, iónico y covalente?

- A. CH_3COONa
- B. CH_3COOH
- C. K_2O
- D. CaCl_2

11. Los siguientes compuestos tienen masas moleculares relativas similares. ¿Cuál es el orden correcto de punto de ebullición creciente?

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

12. ¿Qué moléculas contienen dos enlaces pi (π)?

- I. HCN
- II. H_2CO_3
- III. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$

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

13. ¿Cuál es la hibridación del nitrógeno y el cloro en el NCl_3 ?

	N	Cl
A.	sp^2	sp^2
B.	sp^2	sp^3
C.	sp^3	sp^2
D.	sp^3	sp^3

14. ¿Qué reacción de combustión libera la **menor** energía por mol de C_3H_8 ?

Entalpía de enlace aproximada / kJ mol^{-1}

$\text{O}=\text{O}$ 500

$\text{C}=\text{O}$ 800

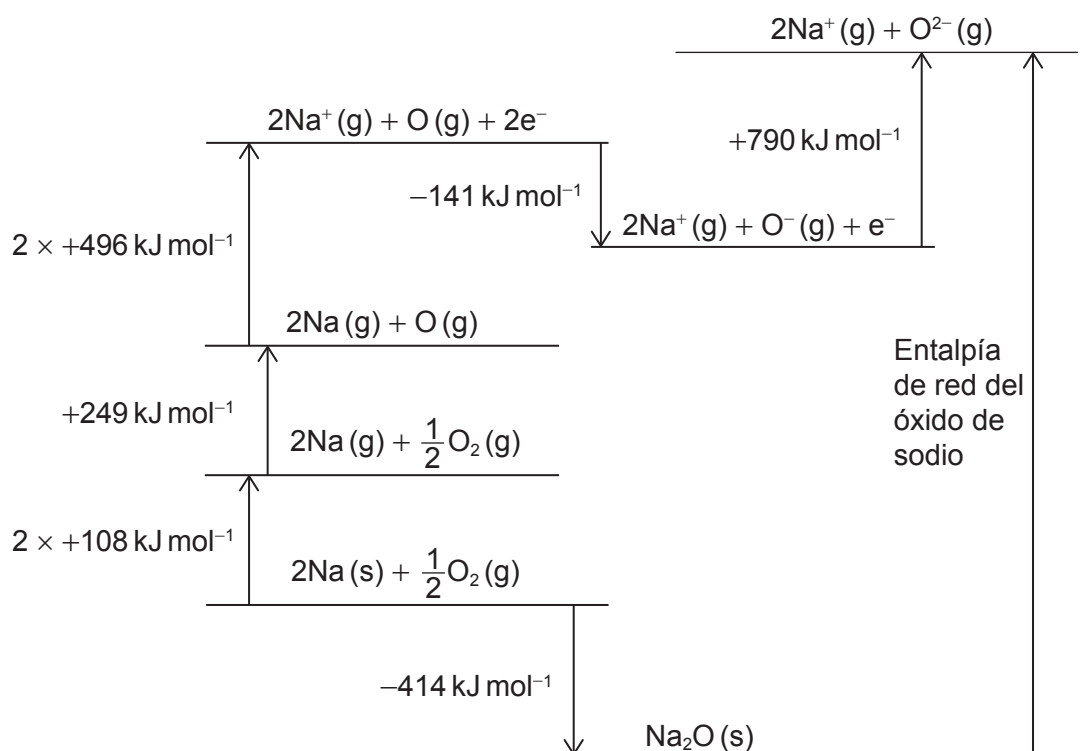
$\text{C}\equiv\text{O}$ 1000

- A. $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- B. $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + \frac{9}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- C. $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 4\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{CO}(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- D. $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + \frac{7}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{CO}(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

15. ¿Qué ecuación representa la entalpía estándar de formación del óxido de litio?

- A. $4\text{Li(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{Li}_2\text{O(s)}$
- B. $2\text{Li(s)} + \frac{1}{2}\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \text{Li}_2\text{O(s)}$
- C. $\text{Li(s)} + \frac{1}{4}\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \frac{1}{2}\text{Li}_2\text{O(s)}$
- D. $\text{Li(g)} + \frac{1}{4}\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow \frac{1}{2}\text{Li}_2\text{O(g)}$

16. Considere el ciclo de Born-Haber para la formación del óxido de sodio:

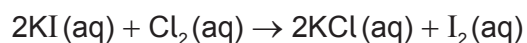


¿Cuál es la entalpía de red, en kJ mol^{-1} , del óxido de sodio?

- A. $414 + 2(108) + 249 + 2(496) - 141 + 790$
- B. $414 + 2(108) + 249 + 2(496) + 141 + 790$
- C. $-414 + 2(108) + 249 + 2(496) - 141 + 790$
- D. $-414 - 2(108) - 249 - 2(496) + 141 - 790$

17. ¿En cuál de las siguientes situaciones la reacción directa es espontánea?
- A. La constante de equilibrio es mayor que uno en condiciones estándar.
 - B. El potencial de la celda es negativo.
 - C. La variación de energía libre de Gibbs de la reacción inversa es negativa.
 - D. La variación de entropía del universo para la reacción directa es negativa.

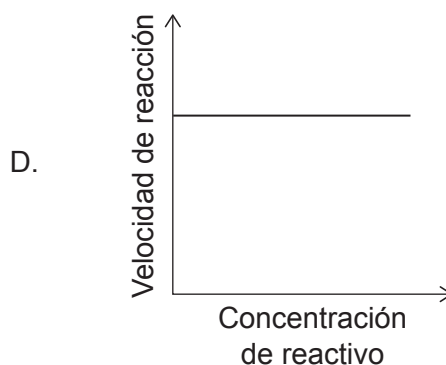
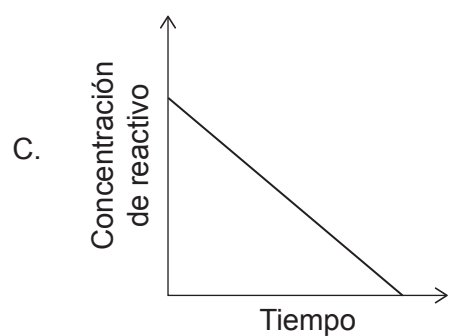
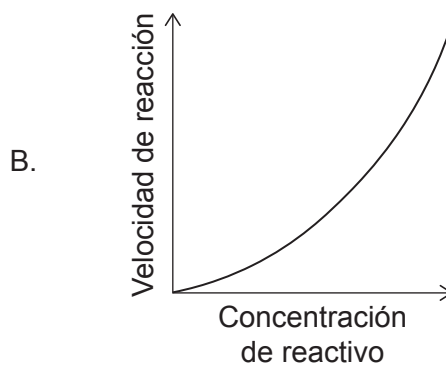
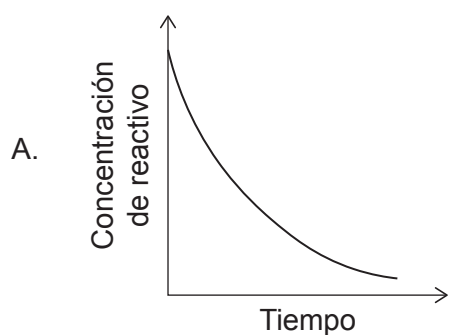
18. ¿Qué instrumento sería mejor para monitorizar la velocidad de esta reacción?



- A. Balanza
 - B. Colorímetro
 - C. Frasco volumétrico
 - D. Jeringa de gases
19. ¿Qué combinación tiene la mayor velocidad de reacción a temperatura ambiente?

	Zinc	CuSO ₄ (aq)
A.	1,00 g Zn en polvo	50,0 cm ³ de CuSO ₄ (aq) 0,200 mol dm ⁻³
B.	1,00 g Zn en polvo	100,0 cm ³ de CuSO ₄ (aq) 0,100 mol dm ⁻³
C.	1,00 g cinta de Zn	50,0 cm ³ de CuSO ₄ (aq) 0,200 mol dm ⁻³
D.	1,00 g cinta de Zn	100,0 cm ³ de CuSO ₄ (aq) 0,100 mol dm ⁻³

20. ¿Qué gráfico representa una reacción de primer orden?



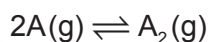
21. La ecuación de velocidad para una reacción es:

$$\text{velocidad} = k[A][B]$$

¿Qué mecanismo es coherente con esta ecuación de velocidad?

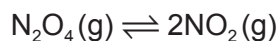
- A. $2A \rightleftharpoons I$ Rápida
 $I + B \rightarrow P$ Lenta
- B. $A + B \rightleftharpoons I$ Rápida
 $I + A \rightarrow P$ Lenta
- C. $A \rightarrow I$ Lenta
 $I + B \rightarrow P$ Rápida
- D. $B \rightleftharpoons I$ Rápida
 $I + A \rightarrow P$ Lenta

22. El cociente de reacción, Q , de una reacción reversible es 4,5 y la constante de equilibrio, K_c , es 6,2.

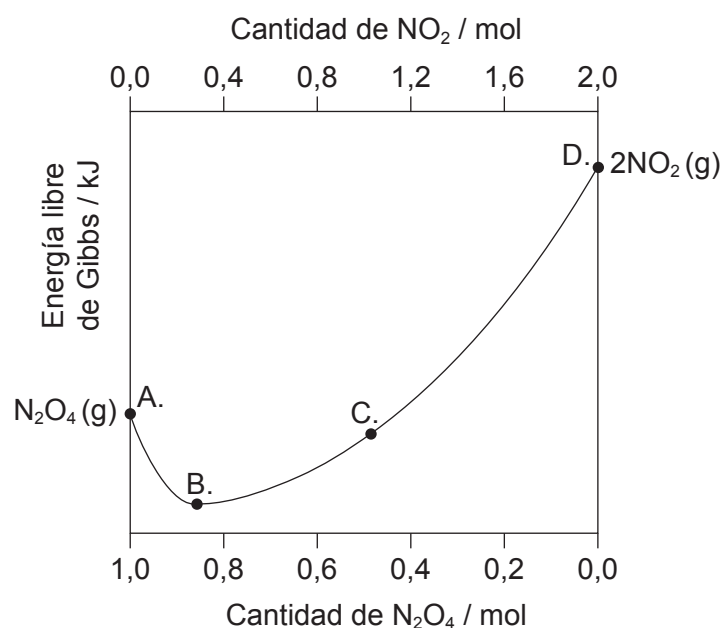


¿Qué enunciado describe la reacción en este momento?

- A. El sistema ha alcanzado el equilibrio.
 - B. La velocidad de la reacción directa es mayor que la velocidad de la reacción inversa.
 - C. La concentración del reactivo es mayor que la concentración del producto.
 - D. En el equilibrio, la concentración del reactivo es mayor que la concentración del producto.
23. El gráfico muestra la energía libre de Gibbs de una mezcla de $N_2O_4(g)$ y $NO_2(g)$ en diferentes proporciones.



¿Qué punto muestra el sistema en el equilibrio?



24. ¿Qué iones están presentes en una solución acuosa de Na_2CO_3 ?

- I. HCO_3^-
 - II. OH^-
 - III. CO_3^{2-}
- A. Solo I y II
 - B. Solo I y III
 - C. Solo II y III
 - D. I, II y III

25. ¿Cuál es el pH del KOH(aq) 0,01 mol dm⁻³?

- A. 1,0
- B. 2,0
- C. 12,0
- D. 13,0

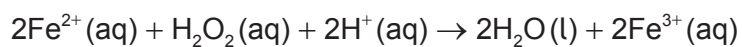
26. ¿Cuál es un valor posible de pH en el punto de equivalencia en la titulación de un ácido fuerte con una base débil?

- A. 5
- B. 7
- C. 9
- D. 11

27. ¿Cuál es correcto para el agua pura caliente?

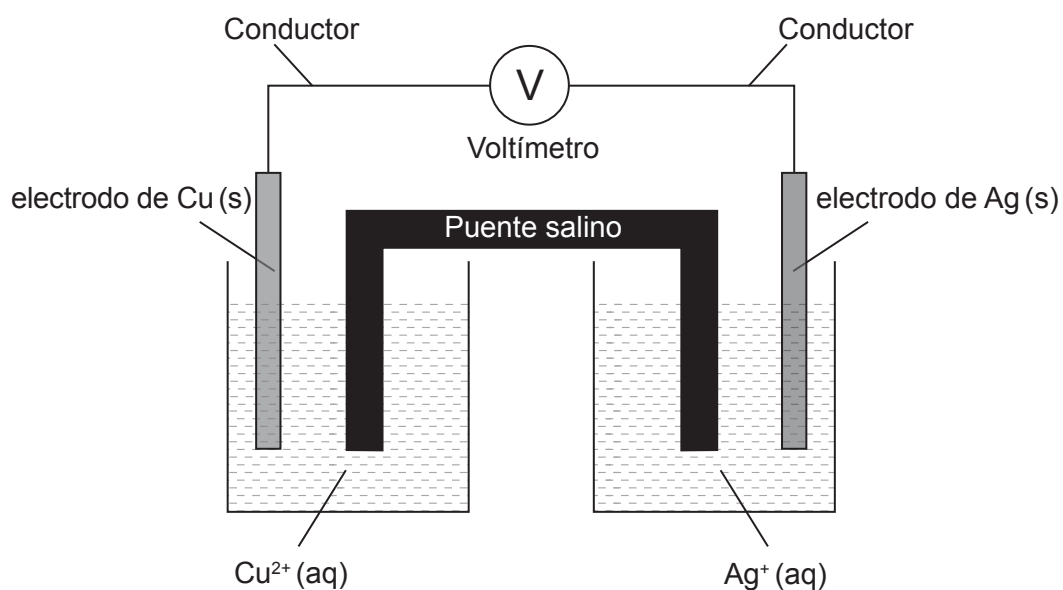
	pH	[H ⁺] y [OH ⁻]
A.	exactamente 7	[H ⁺] = [OH ⁻]
B.	por debajo de 7	[H ⁺] = [OH ⁻]
C.	por debajo de 7	[H ⁺] > [OH ⁻]
D.	por encima de 7	[H ⁺] = [OH ⁻]

28. ¿Cuál es la variación del estado de oxidación del oxígeno?



- A. +1
- B. 0
- C. -1
- D. -2

29. Considere esta pila voltaica, donde el Cu es un metal más reactivo que la Ag:



¿Qué combinación describe el movimiento de carga en esta pila?

	Flujo de electrones en el conductor	Flujo de iones negativos en el puente salino
A.	De la Ag(s) hacia el Cu(s)	Hacia los Ag ⁺ (aq)
B.	Del Cu(s) hacia la Ag(s)	Hacia los Ag ⁺ (aq)
C.	De la Ag(s) hacia el Cu(s)	Hacia los Cu ²⁺ (aq)
D.	Del Cu(s) hacia la Ag(s)	Hacia los Cu ²⁺ (aq)

30. Considere los siguientes potenciales estándar de electrodo:

Semiecuaación	E^o / V
Zn ²⁺ (aq) + 2e ⁻ ⇌ Zn(s)	-0,76
Pb ²⁺ (aq) + 2e ⁻ ⇌ Pb(s)	-0,13
$\frac{1}{2}$ Br ₂ (l) + e ⁻ ⇌ Br ⁻ (aq)	+1,09

¿Qué especies reaccionarán espontáneamente entre sí en condiciones estándar?

- A. Zn²⁺ (aq) + Pb(s)
- B. Pb²⁺ (aq) + Br₂(l)
- C. Zn(s) + Br⁻ (aq)
- D. Pb(s) + Br₂(l)

31. ¿Qué soluciones acuosas producen oxígeno gaseoso durante la electrólisis?

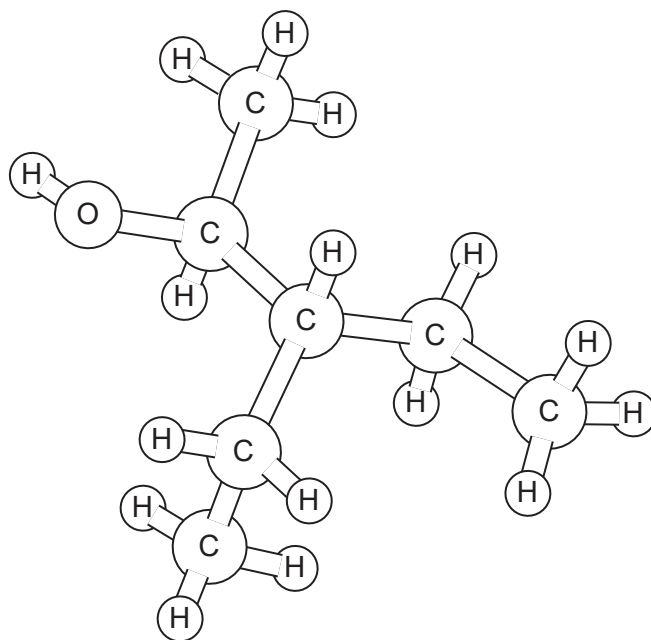
- I. $\text{CuCl}_2(\text{aq})$ diluido con electrodos inertes
- II. $\text{FeSO}_4(\text{aq})$ diluido con electrodos inertes
- III. $\text{CuCl}_2(\text{aq})$ diluido con electrodos de cobre

Los potenciales estándar de electrodo se dan en la tabla:

Semiecuaación	E^\ominus / V
$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s})$	–0,45
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s})$	+0,34
$\frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	+1,23
$\frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g}) + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^-(\text{aq})$	+1,36

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

32. ¿Cuál es el nombre de esta sustancia de acuerdo con las reglas de la IUPAC?



- A. 2-etil-1-metil-1-butanol
- B. 1-metil-2-etil-1-butanol
- C. 3-etil-2-pentanol
- D. 3-etil-4-pentanol

33. ¿Qué par de compuestos son isómeros estructurales?

- A. Propano y propeno
- B. Propanal y propanona
- C. 1-propanol y propanal
- D. Propanoato de propilo y ácido propanoico

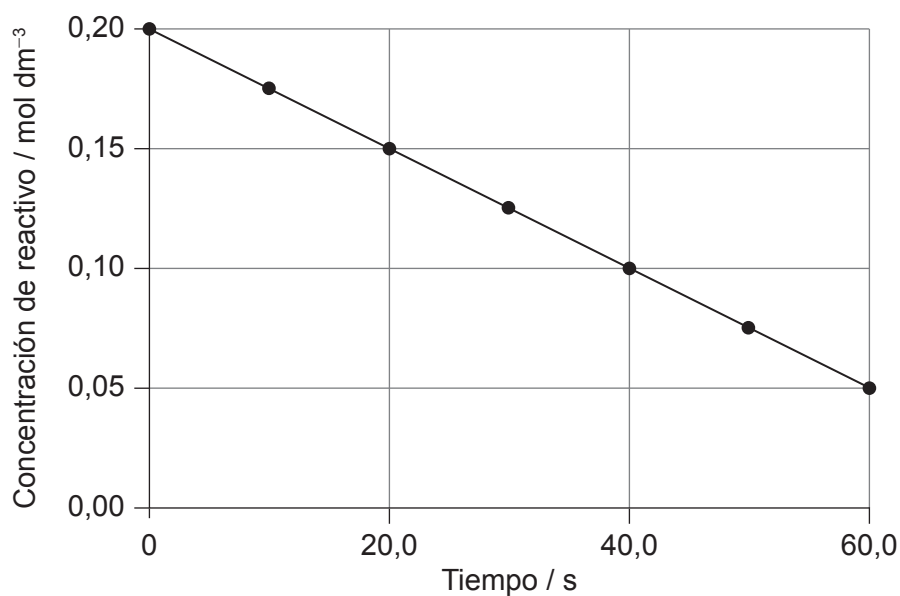
34. ¿Cuál es la fórmula general de los alquinos?

- A. C_nH_{2n+2}
- B. C_nH_{2n}
- C. C_nH_{2n-2}
- D. C_nH_n

35. ¿Qué enunciado es correcto sobre los isómeros configuracionales?
- A. Los isómeros configuracionales solo se pueden interconvertir rompiendo y formando los enlaces nuevamente.
 - B. Los isómeros configuracionales tienen diferentes fórmulas moleculares, pero la misma fórmula estructural.
 - C. Los isómeros configuracionales no son compuestos diferentes.
 - D. Los isómeros configuracionales siempre tienen las mismas propiedades físicas.
36. ¿Qué producto se forma cuando el $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$ se reduce con borohidruro de sodio?
- A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$
 - B. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
 - C. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$
 - D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
37. ¿Qué especie atacante se relaciona con su mecanismo de reacción?

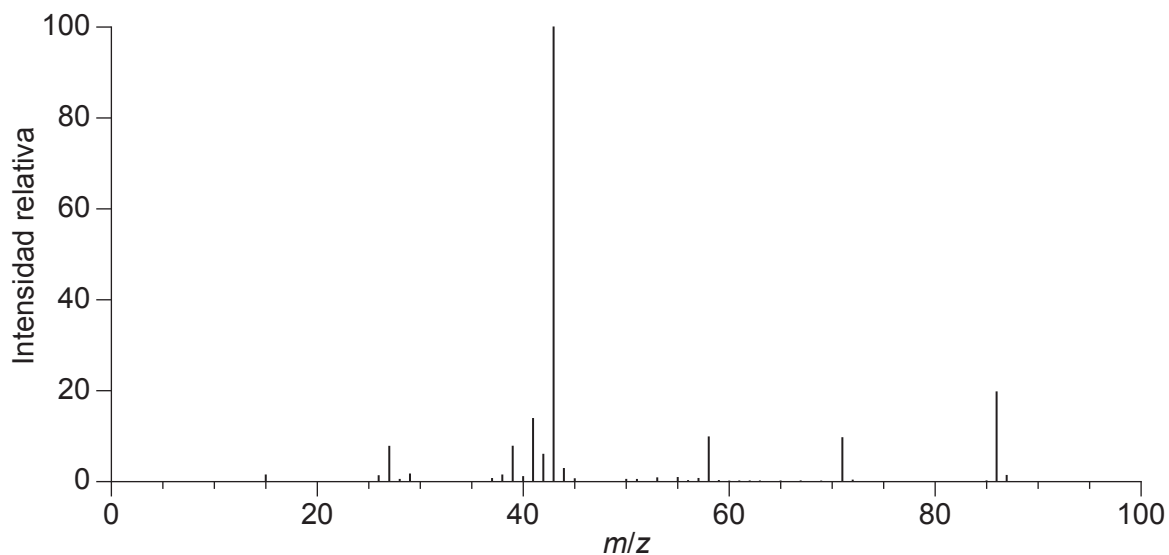
	Especie atacante	Tipo de mecanismo
A.	OH^-	Sustitución electrófila
B.	Cl^+	Adición nucleófila
C.	NH_4^+	Adición nucleófila
D.	NO_2^+	Sustitución electrófila

38. ¿Cuál es la pendiente del gráfico?



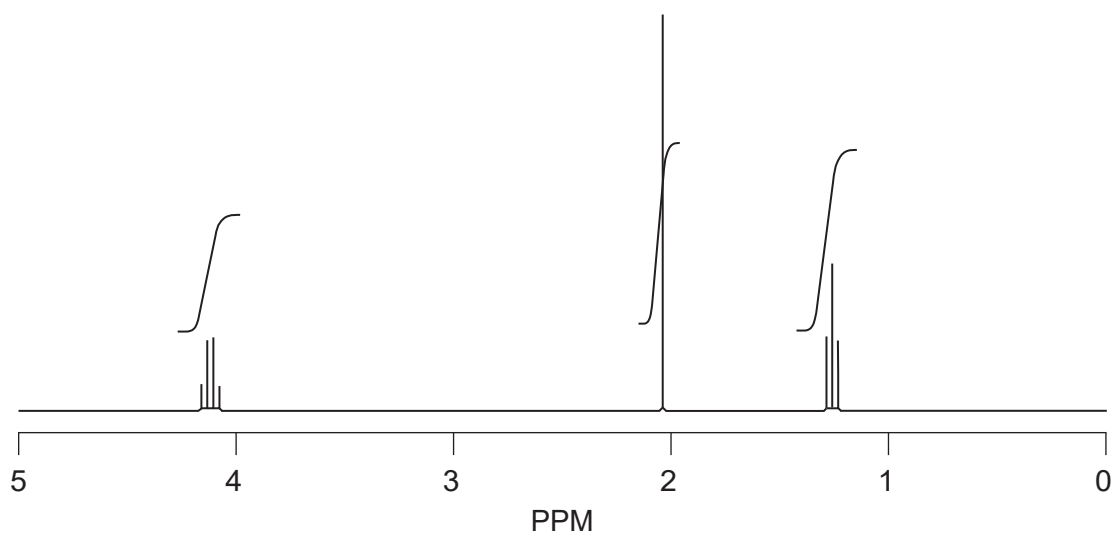
- A. $-0,0025 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$
- B. $-0,0025 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}$
- C. $-0,0033 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$
- D. $-0,0033 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}$

39. ¿Qué se puede deducir del espectro de masas del $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$?



- A. La masa molar es 43 g mol^{-1} .
- B. Los átomos tienen muchos isótopos.
- C. El enlace que se rompe con mayor probabilidad es el C-C entre los átomos de carbono 2 y 3.
- D. La señal con mayor masa se debe a la oxidación de la cetona en el espectrómetro.

40. ¿Qué sustancia tiene el siguiente espectro de RMN de ^1H ?



- A. Propano
 - B. Propanal
 - C. Ácido butanoico
 - D. Etanoato de etilo
-

Fuentes:

14. Chemistry: Atoms First 2e, <https://openstax.org/books/chemistry-atoms-first-2e/pages/9-4-strengths-of-ionic-and-covalent-bonds> © 1999–2021, Rice University. Salvo que se indique lo contrario, los libros de texto de este sitio están autorizados conforme a la licencia de Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>.
39. NIST Mass Spectrometry Data Center Collection © 2021 copyright by the U.S. Secretary of Commerce on behalf of the United States of America [derechos de autor del Secretario de Comercio de los Estados Unidos en nombre de los Estados Unidos de América]. Todos los derechos reservados. 2-Pentanone Mass Spectrum, MS Number 291264. [gráfico] <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C107879&Units=SI&Mask=200#Mass-Spec2-pentanone> [consultado el 4 de mayo de 2020]. Fuente adaptada.
40. SDBS, National Institute of Advanced Science and Technology.

Los demás textos, gráficos e ilustraciones: © Organización del Bachillerato Internacional, 2021